

KLIMAKUR 2030

TILTAK OG VIRKEMIDLER MOT 2030

M-1625 | 2020

MILJØ-DIREKTORATET
enova
Statens vegvesen
KYSTVERKET
Landbruksdirektoratet
Norges vassdrags- og energidirektorat
NVE

Klimakur 2030

Innhold – Klimakur 2030

Forord i
Sammendrag – Klimakur 2030 iii
Sammendrag del A iii
Sammendrag del B xxxiii
Klimakur 2030 1
Del A – 50 prosent reduksjon i ikke-kvotepliktig sektor 5
1 Rapportstruktur for del A 9
2 50 prosent reduksjon i ikke-kvotepliktige utslipp 11
3 Tilnærming til analysene 25
4 Veitransport 51
5 Sjøfart, fiske og havbruk 95
6 Ikke-veigående maskiner og annen transport 145
7 Jordbruk 167
8 Industri 247
9 Petroleum 269
10 Andre tiltak 281
11 Karbonfangst og -lagring 301
12 Kommunenes rolle 311
13 Ladeinfrastruktur og nett 341
14 Energietterspørsel og mer om bioenergi 377
15 Usikkerhetsvurderinger 397
16 Hva kan virke på tvers av sektorer 407
Del B – Skog og annen arealbruk 419
1 Skog og annen arealbruk 421
2 Innledning 425
3 Opptak og utslipp av klimagasser i sektoren 429
4 Dagens rammeverk for skog og annen arealbruk 435
5 Mulige tiltak for økt opptak og redusert utslipp 443
6 Arealbruksendringer – omfang, årsaker og mulige virkemidler 479
7 Usikkerheter 495
Vedlegg I Tiltaksark
Vedlegg II Veileder
Vedlegg III Teknisk notat

Forord

For å begrense den globale temperaturstigningen i tråd med Parisavtalen må store utslippskutt på plass før 2030 og i 2050 skal vi være et lavutslippssamfunn. Det er dermed behov for en stor samfunnsomstilling i Norge og alle andre land i årene framover.

Norge har meldt inn et reduksjonsmål som regjeringen har varslet at den ønsker å forsterke. Det er inngått avtale om å samarbeide med EU for å oppfylle målet, også for utslipp utenfor kvotesystemet. Dette er bakgrunnen for at Klimakur 2030 ble bestilt av regjeringen via departementene.

Klimakur 2030-oppdraget har vært å samarbeide om å utrede hvilke tiltak som kan kutte ikke-kvotepliktige utslipp med 50 prosent innen 2030, sammenlignet med 2005, samt å vurdere barrierer og mulige virkemidler som kan utløse de aktuelle tiltakene. For skog og annen arealbruk er det et mål å balansere utslipp og opptak gitt et sett med bokføringsregler. Vi ble derfor også bedt om å belyse tiltak og virkemidler som kan øke opptak og redusere utslipp fra arealene.

Vi har sett på et bredt spekter av tiltak og muligheter i ulike sektorer. Vi trenger løsninger som står seg både på kort og lengre sikt, og i et nasjonalt så vel som globalt perspektiv.

De ulike etatene har bidratt med kunnskap ut fra kompetanse og ansvarsområder. Miljødirektoratet har i tillegg koordinert og sammenstilt rapporten. SSB har fått et eget oppdrag om å analysere de samlede kostnadene ved et utslippskutt på 50 prosent i ikke-kvotepliktig sektor innen 2030 ved å gjøre en makroøkonomisk analyse. Denne leveres separat i juni 2020. SSB har måttet prioritere sitt oppdrag, og har ikke deltatt i utarbeidelsen av denne rapporten.

Etatene som har deltatt stiller seg bak hovedfunnene i rapporten og understreker at den ikke er å anse som en anbefaling, men presentasjon av felles kunnskapsgrunnlag. Tett samarbeid på tvers av sektorer og myndighetsområder har styrket kvaliteten på rapporten, og samarbeidet vil fortsette også i etterkant av Klimakur 2030-prosessen.

Denne rapporten vil forhåpentligvis være et nyttig kunnskapsgrunnlag både for regjeringens videre arbeid og for andre aktører som er en del av den nødvendige omstillingen.

Sammendrag – Klimakur 2030

Felles oppfyllelse av klimamålet for 2030 med EU betyr at Norge blir en del av EUs klimarammeverk, som består av tre pilarer. Hver pilar har sitt eget regelverk og egne mål. Kvotesystemet EU ETS er den ene pilaren, som er regulert gjennom kvotedirektivet. Den andre pilaren er det vi kaller ikke-kvotepliktige utslipp som omfattes av regelverket i innsatsfordelingsforordningen. Ikke-kvotepliktige utslipp er utslipp fra blant annet transport, jordbruk, oppvarming, avfall, fluorholdige gasser og deler av utslippene fra industri og petroleum. Norges mål for ikke-kvotepliktige utslipp er per i dag 40 prosent reduksjon i 2030 sammenlignet med 2005. Den tredje pilaren er utslipp og opptak i skog- og arealbrukssektoren, med eget regelverk. Alle land får mål om netto null utslipp for denne sektoren.

Mandatet til Klimakur 2030 omfatter to av de tre pilarene: Del A av rapporten omhandler hvordan en kan oppnå minst 50 prosent reduksjon i ikke-kvotepliktige utslipp i 2030 sammenlignet med 2005. Del B omhandler tiltak og virkemidler for økning i opptak og reduksjon av klimagassutslipp i skog- og arealbrukssektoren.

Sammendrag del A

Vi har utredet hva som skal til for å redusere ikke-kvotepliktige utslipp i Norge med minst 50 prosent innen 2030 i forhold til 2005. Dette omfatter om lag halvparten av Norges klimagassutslipp utenom skog- og arealbrukssektoren.

Vi har utredet 60 ulike tiltak som til sammen viser hvordan utslippene kan kuttes med mer enn 50 prosent. Mange av tiltakene forutsetter teknologiutvikling og endret atferd. Det vil si at nødvendig teknologi som dekker brukernes behov blir tilgjengelig til lavere kostnader, og at forbrukere og produsenter er villige til å etterspørre og tilby andre løsninger enn i dag.

Gjennomføring av tiltakene forutsetter betydelig innsats ikke bare fra staten, men også fra kommuner, privatpersoner og næringsliv. Utslippsreduksjonene som er utredet forutsetter et mangfold av nye og forsterkede virkemidler, og at disse kommer på plass raskt.

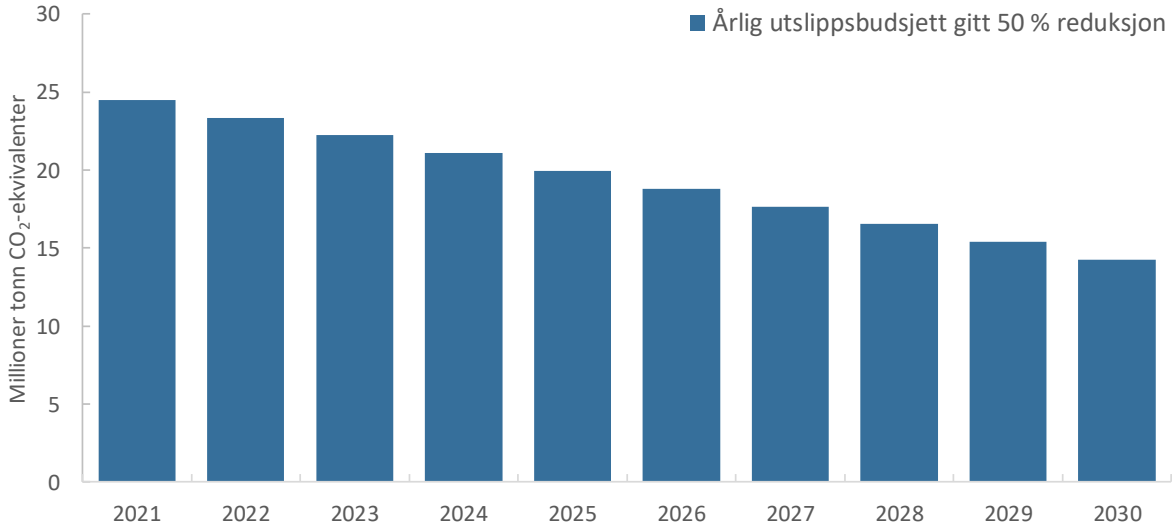
50 prosent reduksjon etter EUs metodikk

Felles oppfyllelse med EU innebærer både måltall for utslippskutt i 2030, og et regelverk for fastsettelse av nasjonale årlige utslippsbudsjett for perioden 2021-2030 for ikke-kvotepliktige utslipp.[1] De blå stolpene i Figur S 1 viser hvordan et årlig utslippsbudsjett som gir 50 prosent reduksjon i 2030 sammenlignet med 2005 vil være.[2, 3]

[1] European Commission. Effort sharing 2021-2030: targets and flexibilities.

[2] Grunnlagstallene for utslippsbudsjettene blir ikke endelig fastsatt før i 2020, utslippsbudsjettet her er basert på foreløpige tall.

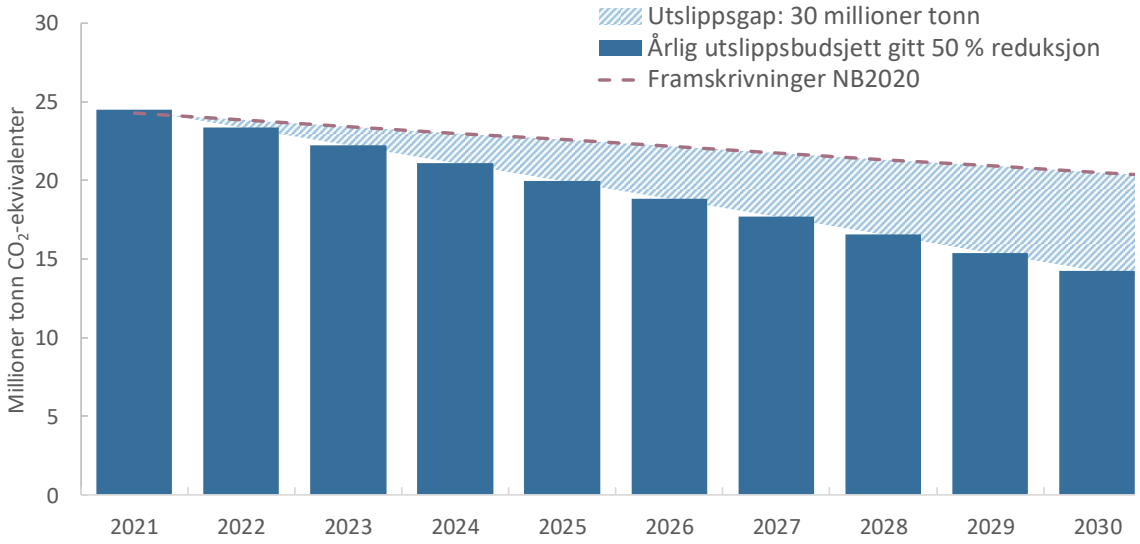
[3] I avtale om felles oppfyllelse med EU er Norges mål under innsatsfordelingen per i dag 40 prosent.



Figur S 1. Utslippsbudsjett som gir 50 % reduksjon.

Den stiplede linjen i Figur S 2 viser utslippsframskrivingen som ble utarbeidet i forbindelse med Nasjonalbudsjettet for 2020 (NB2020). Gapet mellom utslippsbudsjettet og utslippsframskrivingen (skravert i figuren) er på om lag 30 millioner tonn CO_2-ekvivalenter over perioden 2021-2030.

I henhold til EUs regelverk kan man spare overskudd tidlig i perioden og bruke dette senere år, mens det er en begrenset adgang til å låne fra framtidige år.[4] Så lenge man ikke går utover disse reglene vil tiltak som samlet gir 30 millioner tonn utslippsreduksjoner i perioden fylle gapet slik at det tilsvarer en 50 prosent reduksjon i henhold til EUs utslippsbudsjettsmetodikk.

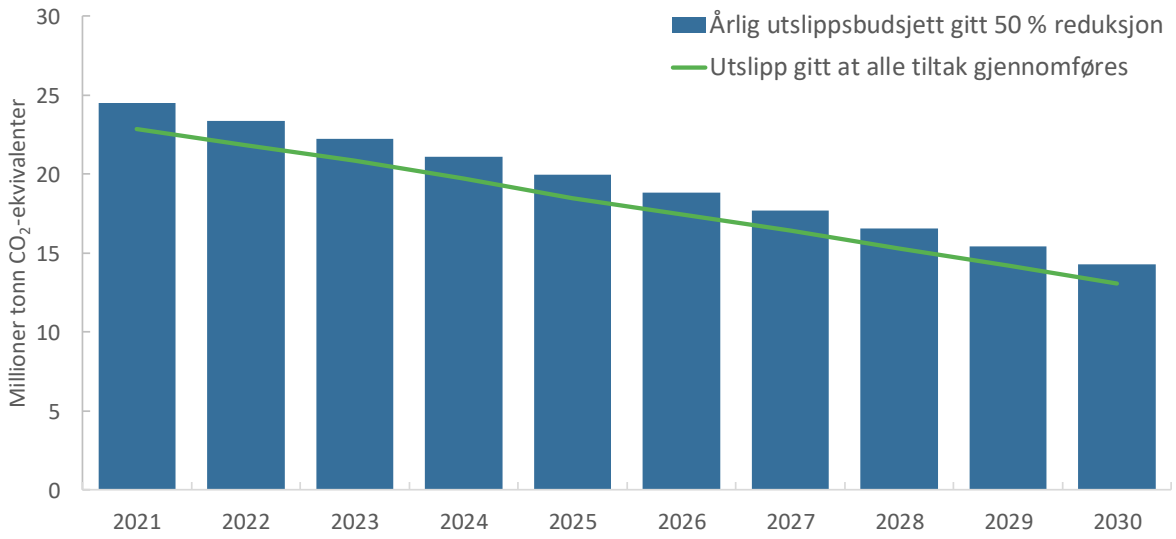


Figur S 2. Utslippsbudsjett som gir 50 % reduksjon og utslippsframskrivingene fra NB2020.

[4] Det er for alle praktiske formål ubegrenset adgang til å spare utslippsenheter innad i perioden 2021-2030. Det er en begrenset adgang til å låne fra framtidige års utslippsbudsjetter.

Med EUs metode for utslippsbudsjett er det altså ikke bare utslippsnivået i 2030 som teller, men utslippsreduksjonene i alle årene i perioden 2021-2030. For alle tiltakene som er utredet er derfor utslippsreduksjonspotensialet oppgitt som det samlede potensialet for perioden 2021-2030.

Tiltakene som er utredet kan samlet gi større utslippsreduksjoner enn utslippsgapet på 30 millioner tonn. Vi har utredet 60 tiltak som til sammen gir utslippsreduksjoner på om lag 40 millioner tonn i perioden. Figur S 3 illustrerer utslippsbanen gitt at alle disse tiltakene gjennomføres med de forutsetningene som er lagt til grunn.[5]



Figur S 3. Utslippsbudsjett og utslipp gitt at alle tiltak gjennomføres.

Reduksjonspotensialet for enkelttiltak er vurdert i lys av mulige virkemidler. Tiltakene utredet i Klimakur 2030 forutsetter at en lang rekke nye og forsterkede virkemidler kommer på plass over en relativt kort tidsperiode. Dersom tiltakene kommer i gang senere enn det vi har lagt til grunn, vil reduksjonspotensialet i perioden 2021-2030 bli mindre.

Vurdering av usikkerhet

Det er knyttet ulike typer usikkerhet til analysene som er gjort. Det er usikkerhet i utslippsframskrivninger, kostnadsanslag og reduksjonspotensial. Det er også vanskelig å forutsi når ny teknologi vil bli tilgjengelig og hvor fort ulike typer atferd vil kunne endres. Usikkerhetene kan trekke både i negativ og positiv retning. For alle tiltak er det laget tiltaksark som beskriver forutsetningene som er lagt til grunn, og her er også usikkerheten i de enkelte tiltakene beskrevet.

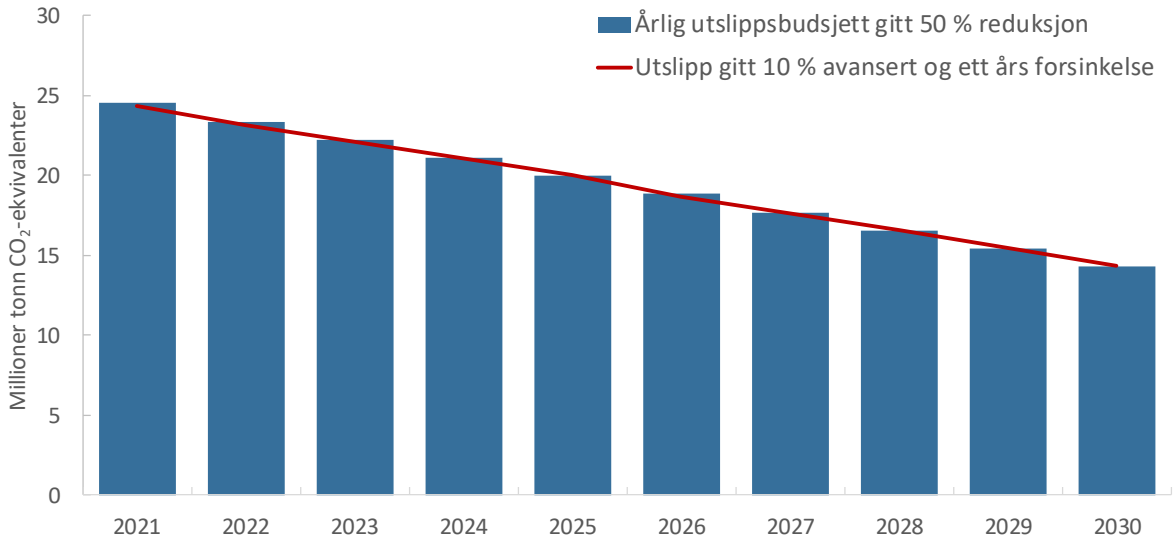
Vi vil her trekke fram noen forhold som utgjør vesentlige usikkerhetsmomenter og påvirker muligheten for å nå 50 prosent reduksjon i henhold til EUs metodikk. Volumene av biodrivstoff som er lagt til grunn i utslippsframskrivningene er usikre. Utslippsframskrivingene fra NB2020 legger til grunn at dagens omsetningskrav vil gi en innblanding av 16 volumprosent biodrivstoff i alt drivstoff til veitransport, men kravet kan oppfylles med en innblanding på 10 volumprosent - dersom alt er avansert biodrivstoff. I et slikt tilfelle øker utslippsgapet fra om lag 30 til om lag 36 millioner tonn CO_2-ekvivalenter. Et annet viktig usikkerhetsmoment er utvikling i aktivitet. Befolkningsvekst eller

[5] Utslippsbanen inkluderer også utslippsreduksjoner på 3,85 millioner tonn fra såkalte nulltiltak, som er utslippsreduksjoner vi mener burde ligget i referansebanen/framskrivningene.

økonomisk vekst utover det som er lagt til grunn i utslippsframskrivningene vil også kunne øke utslippsgapet.

Den teknologiske utviklingen kan også gå saktere enn forutsatt og/eller klimapolitikken blir ikke styrket så raskt som vi har lagt til grunn. For å illustrere effekten av dette har vi sett på utslippsreduksjonene dersom alle tiltakene iverksettes ett år senere enn det vi har lagt til grunn. Resultatet er at det samlede utslippsreduksjonspotensialet i perioden 2021-2030 reduseres med om lag 7 millioner tonn CO_2-ekvivalenter. Dette illustrerer at innfasingstakt er avgjørende.

Figur S 4 illustrerer et scenario der omsetningskravet for biodrivstoff oppfylles med 10 prosent avansert biodrivstoff og at alle tiltak gjennomføres, men med ett års forsinket oppstart. I et slikt scenario vil utslippene bli tilnærmet lik 50-prosentbudsjettet.



Figur S 4. Utslipp gitt at alle tiltak gjennomføres, men ett år senere enn utredet og at omsetningskravet for veitransport oppfylles med 10 prosent avansert biodrivstoff.

Mer om metodisk tilnærming og hvilke tiltak som er utredet

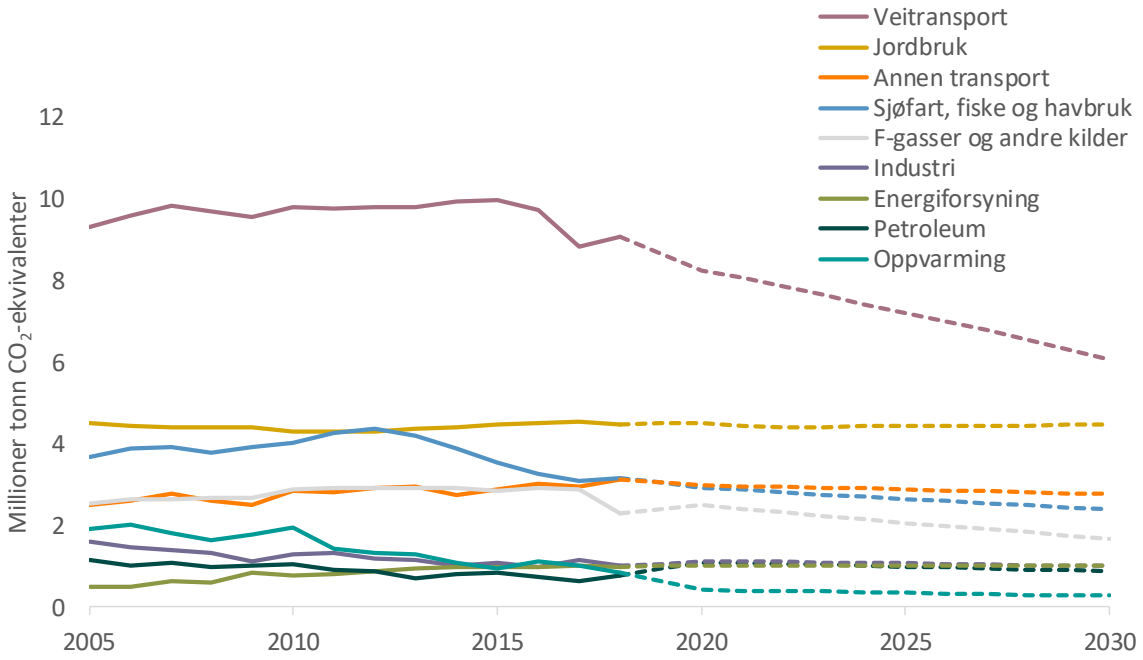
Med *tiltak* menes fysiske handlinger som reduserer utslipp av klimagasser og som er resultatet av en beslutning tatt av en samfunnsaktør; en bedrift, husholdning eller offentlig virksomhet.

En del av de 60 tiltakene som er utredet overlapper med hverandre. For eksempel vil etterspørselen etter biodrivstoff ved et gitt omsetningskrav være avhengig av hvor mange elbiler som selges. Slik overlapp er hensyntatt slik at utslippsreduksjonene i tiltakene kan summeres.

For alle tiltakene har vi i tråd med mandatet vurdert barrierer og gjort analyser av privatøkonomiske kostnader. Barrierene er vurdert fra aktørenes ståsted, det vil si at vi har vurdert hva som hindrer dem i å gjennomføre et gitt klimatiltak. Generelt er de viktigste barrierene mangel på moden teknologi, merkostnader for aktørene og at tiltakene forutsetter atferdsendringer som kan være vanskelig å utløse med virkemiddelbruk.

Alle tiltak beregnes i forhold til en referansebane, med andre ord hva som ville skjedd "av seg selv" med samme virkemidler som i dag og med en gitt utvikling i underliggende faktorer, som befolkningsutvikling og økonomisk vekst. I referansebanen er det for eksempel antatt at de fleste personbiler som selges i årene framover er elektriske. Elbiltiltaket som er utredet i Klimakur 2030 er dermed nye elbiler utover dette.

Referansebanen består av to deler; historiske utslippstall fra SSB (utslippsregnskapet) og utslippsframskrivingen fra Finansdepartementet. Framskrivingen viser en reduksjon i utslippene fram mot 2030 (Figur S 5). Klimakur 2030 belyser altså reduksjonspotensial utover det som ligger i referansebanen.



Figur S 5. Referansebanen: Ikke-kvotepliktige utslipp av klimagasser fordelt på sektorer. Historiske utslipp og framskrivinger. 2005-2030. Kilde: SSB, Miljødirektoratet og Finansdepartementet (NB2020).

Basert på analyser av barrierer og privatøkonomiske kostnader har vi vurdert mulige virkemidler som kan utløse de ulike tiltakene. Med *virkemidler* mener vi de styringsverktøyene som statlige og kommunale myndigheter har tilgjengelig, som for eksempel avgifter, subsidier, direkte regulering og informasjon. Vi har sett på mulige virkemidler uten å gi anbefalinger. I tråd med mandatet har vi sett på hvordan nivået på skatter og avgifter kan fungere som virkemiddel, og i tillegg vurdert hvilke andre virkemidler som alene eller i kombinasjon kan utløse tiltakene. I lys av mulige virkemidler har vi så vurdert hvor raskt et tiltak kan utløses.

Flere av tiltakene er en sammenstilling av mange mindre enkelttiltak. Et eksempel er tiltaket *Konvertering til elkraft i annen industri og bergverk* som innebærer at en rekke ulike industribedrifter erstatter olje- og gasskjeler med elkjeler. De fleste tiltak forutsetter en gradvis implementering over perioden. Dette omtaler vi som innfasingstakten. Andre eksempler er antagelsen om at et økende antall aktører kjøper elektriske kjøretøy eller at stadig flere enkeltpersoner spiser i tråd med kostholdsrådene. Antatt innfasing er basert på en rekke vurderinger som teknologimodenhet, kostnader, mulige virkemidler og for noen tiltak politiske mål. Basert på innfasingen av tiltaket har vi beregnet reduksjonspotensial og tiltakskostnad.

Tiltaksanalysene ser på reduksjonspotensial og kvantifiserte merkostnader for samfunnet knyttet til tiltak som reduserer utslippene (tiltakskostnader). Tiltaksanalyser er partielle analyser som ikke dekker *alle* kostnader for samfunnet ved gjennomføring av tiltaket. For eksempel er kostnader knyttet til virkemidler for å utløse tiltaket *ikke* inkludert i tiltakskostnadene. Disse vil avhenge av hvilke virkemidler som velges. Heller ikke potensielle ringvirkninger og samspillseffekter i økonomien inngår.

Tiltaksanalysene er gjennomført med enhetlig metodikk på tvers av sektorene. Tiltakskostnaden er beregnet som nåverdien av de kvantifiserte samfunnsøkonomiske merkostnadene, positive og negative, dividert med utslippsreduksjonen i tonn over levetiden til tiltaket. Resultatet oppgis i kroner per tonn CO_2-ekvivalent.

Tiltaksanalysene gir en oversikt over mulighetene for utslippsreduksjoner og samfunnets kostnader ved å gjennomføre tiltak, men tiltakskostnaden alene gir ikke nok informasjon til å si noe om hvilke virkemidler, for eksempel hvilket avgiftsnivå, som kan utløse tiltaket.

I praksis vil det ofte være flere barrierer som hindrer at et tiltak gjennomføres, og da kreves det gjerne ulike virkemidler for de ulike barrierene. Det kan også være nødvendig å justere enkelte virkemidler underveis i perioden i takt med teknologiutvikling og endringer i kostnadsbildet.

Effekten av virkemidler, og hvor store utslippsreduksjoner man får ved en gitt virkemiddelbruk, er ikke enkelt å analysere. Vi understreker at virkemiddelvurderingene som er gjort i Klimakur 2030 er initielle vurderinger, og ikke fullstendige virkemiddelanalyser. Konsekvenser for ulike aktører og næringer, som kostnader for staten, ikke-prissatte konsekvenser, og fordelingsvirkninger, har i varierende grad blitt beskrevet innenfor den tidsrammen som har vært til rådighet.

Oversikt over tiltak – utslippsreduksjonspotensial og tiltakskostnad

Tabell S 1. Samlet utslippsreduksjonspotensial i perioden 2021-2030 (utover referansebanen).

	Utslippsreduksjonspotensial 2021-2030 (millioner tonn CO_2-ekv.)
Veitransport	11,8
Sjøfart, fiske og havbruk	6,6
Ikke-veigående maskiner og annen transport	6,0
Jordbruk*	5,1
Industri, ikke-kvotepliktig utslipp	2,7
Petroleum, ikke-kvotepliktige utslipp	1,7
CCS-tiltak**	1,8
Andre tiltak (oppvarming, energiforsyning, HFK og avfall)	4,0
Nulltiltak***	3,9
Samlet potensial for alle tiltak (2021-2030), uten biogene utslipp	**43,6**

** For jordbruk er oppgitt potensial begrenset til det som kan bokføres i jordbrukssektoren i utslippsregnskapet. Det er kun mulig å bokføre de utslippsreduksjonene som FNs klimapanel har utviklet en metode for, og Klimakonvensjonen har vedtatt å ta metoden i bruk.*

*** Tiltaket vil også redusere biogene utslipp med 2,2 millioner tonn i perioden 2021-2030. Biogene utslipp er utslipp fra forbrenning av biomasse. Utslipp av bio-CO_2 regnes som null i klimagassregnskapet. Fjerning av slike utslipp gjennom fangst og lagring innebærer dermed såkalte negative utslipp. Negative utslipp som følge av lagring av CO_2 med biologisk opprinnelse kan i dag ikke rapporteres til FN som utslippsreduksjoner for oppfyllelse av våre forpliktelser etter FNs Klimakonvensjon.*

**** I tabellen er også såkalte nulltiltak inkludert. Dette er utslippsreduksjoner vi vurderer burde ligget i referansebanen/framskrivingene.*

Tabell S 1 oppsummerer reduksjonspotensialet som er utredet. Estimerte framtidige kostnader er usikre. Dette gjelder både for tiltak der vi forventer fallende kostnader på grunn av teknologiutvikling og for tiltak der vi har lagt til grunn økende kostnader på grunn av begrensede ressurser. Det er også usikkert hvor raskt et tiltak kan gjennomføres. Vi har derfor ikke oppgitt eksakte kostnader for tiltakene, men lagt alle tiltakene i kostnadskategorier for å tydeliggjøre usikkerhet. Det er dermed ikke laget en marginalkostnadskurve fra Klimakur 2030 slik som det ble gjort i Klimakur 2020. I tiltaksarkene oppgis tiltakskostnader og underliggende forutsetninger i mer detalj, inkludert forventet kostnadsutvikling.

Figuren på neste side viser de 60 tiltakene fordelt på kostnadskategori.[6] Fargene viser hvilken sektor tiltaket ligger i, og størrelsen på boblene viser utredet reduksjonspotensial. Plasseringen av boblene innenfor de tre kostnadskategoriene er tilfeldig; figuren har ikke en implisitt x-akse. Som tidligere nevnt er kostnader knyttet til virkemidler ikke inkludert, og ulike virkemidler kan ha ulike kostnadseffekter.

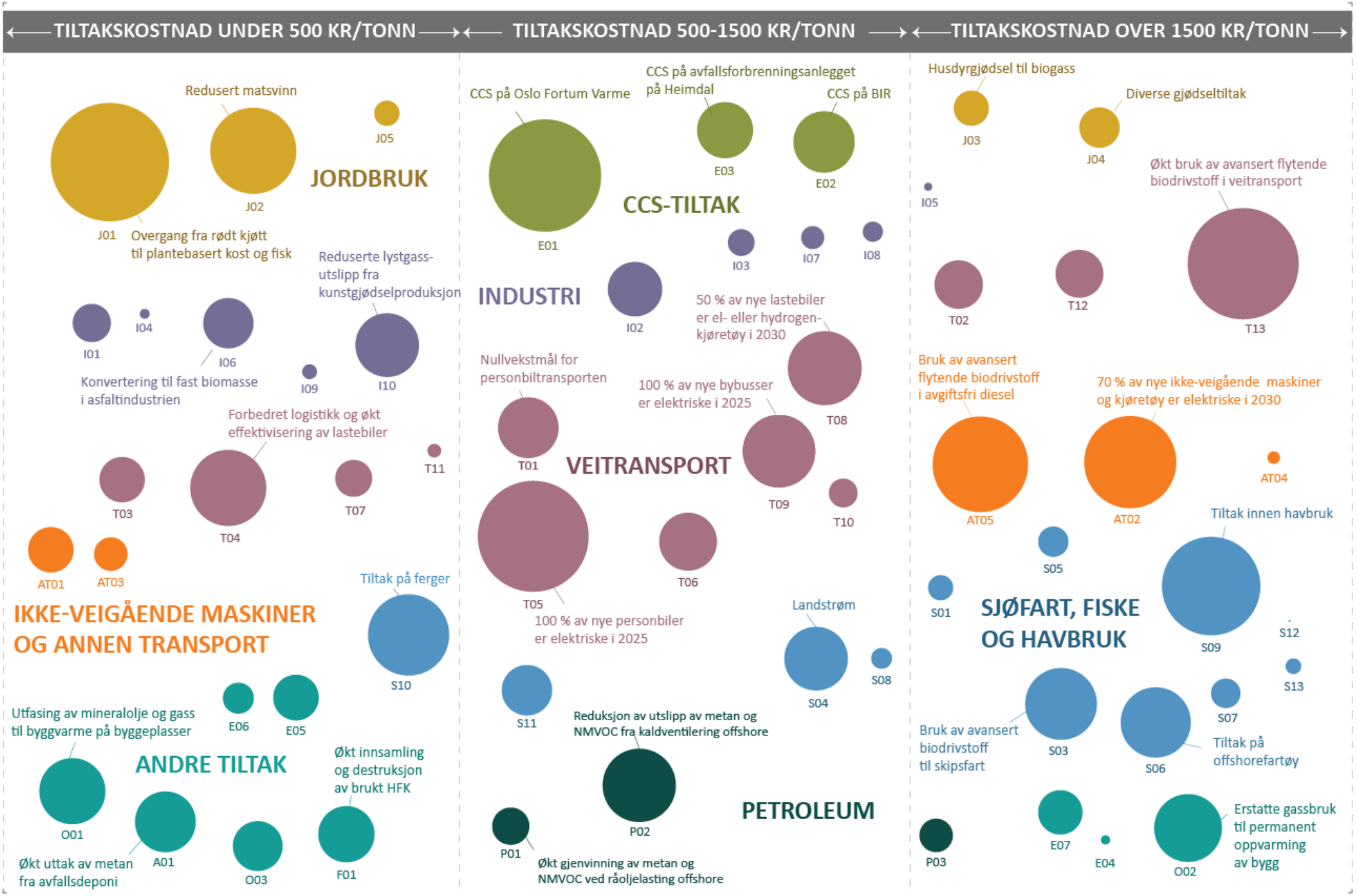
Kostnadskategori 1 er tiltak med tiltakskostnad under 500 kr/tonn, kostnadskategori 2 er tiltak med tiltakskostnad mellom 500 og 1500 kr/tonn og tiltak i kostnadskategori 3 har tiltakskostnad over 1500 kr/tonn.

De fleste tiltak, og brorparten av reduksjonspotensialet, ligger i kostnadskategori 1 og 2 og anslås å ha tiltakskostnader under 1500 kroner per tonn CO_2-ekvivalenter. I og med at de oppgitte tiltakskostnadene er gjennomsnittstall kan det være store kostnadsvariasjoner innad i de ulike tiltakene.

Elektrifiseringstiltakene i veitransport representerer et betydelig utslippsreduksjonspotensial. De fleste av disse tiltakene ligger i kostnadskategori 2. Tiltakskostnader er gjennomsnittskostnader over perioden, og forventet kostnadsfall for elektriske kjøretøy gjør at kostnad per tonn går fra over 1500 kr/tonn de første årene til under null i slutten av perioden.

Tiltakene i kostnadskategori 3 med de høyeste tiltakskostnadene forutsetter typisk bruk av teknologi som er umoden i dag. Noen av tiltakene har tiltakskostnader langt over 1500 kroner per tonn. Dersom Norge velger å satse på teknologiutvikling som utløser slike tiltak vil dette kunne gi tilleggsgevinster for samfunnet. Slike tilleggseffekter er vanskelige å kvantifisere, og er derfor ikke inkludert i tiltakskostnaden.

[6] Tiltaksnavn finnes i Tabell S 2.


TILTAKSKOSTNAD UNDER 500 KR/TONN
TILTAKSKOSTNAD 500-1500 KR/TONN
TILTAKSKOSTNAD OVER 1500 KR/TONN
JORDBRUK
Redusert matsvinn
J01
J02
J05
Overgang fra rødt kjøtt til plantebasert kost og fisk
Reduserte lystgass-utslipp fra kunstgjødselproduksjon
I01
I04
I06
I09
I10
Konvertering til fast biomasse i asfaltindustrien
IKKE-VEIGÅENDE MASKINER OG ANNEN TRANSPORT
Forbedret logistikk og økt effektivisering av lastebiler
T03
T04
T07
T11
AT01
AT03
Tiltak på ferger
S10
ANDRE TILTAK
Utfasing av mineralolje og gass til byggvarme på byggeplasser
E06
E05
O01
A01
O03
F01
Økt innsamling og destruksjon av brukt HFK
Økt uttak av metan fra avfallsdeponi
CCS-TILTAK
CCS på Oslo Fortum Varme
CCS på avfallsforbrenningsanlegget på Heimdal
CCS på BIR
E01
E03
E02
INDUSTRI
I02
I03
I07
I08
VEITRANSPORT
Nullvekstmål for personbiltransporten
50 % av nye lastebiler er el- eller hydrogen-kjøretøy i 2030
100 % av nye bybusser er elektriske i 2025
T01
T05
T06
T08
T09
T10
100 % av nye personbiler er elektriske i 2025
Landstrøm
S04
S08
S11
Reduksjon av utslipp av metan og NMVOC fra kaldventilering offshore
P02
PETROLEUM
P01
Økt gjenvinning av metan og NMVOC ved råoljelasting offshore
Husdyrgjødsel til biogass
J03
Diverse gjødseltiltak
J04
I05
Økt bruk av avansert flytende biodrivstoff i veitransport
T02
T12
T13
Bruk av avansert flytende biodrivstoff i avgiftsfri diesel
AT05
70 % av nye ikke-veigående maskiner og kjøretøy er elektriske i 2030
AT02
AT04
Tiltak innen havbruk
S05
S01
SJØFART, FISKE OG HAVBRUK
S09
S12
S13
S07
Bruk av avansert biodrivstoff til skipsfart
S03
S06
Tiltak på offshorefartøy
P03
E07
E04
O02
Erstatte gassbruk til permanent oppvarming av bygg

Bredden i tiltakene som er utredet er stor. Det er dermed også stor variasjon mellom tiltakene med tanke på kostnad, barrierer og virkemiddelbehov. Det er imidlertid tiltak på tvers av sektorer som har felles særtrekk. De to viktigste gruppene er elektrifiseringstiltak og overgang til bioenergi.

Elektrifiseringstiltak

Samlet gir elektrifiseringstiltak en utslippsreduksjon på om lag 13,6 millioner tonn CO_2-ekvivalenter i perioden 2021-2030. Dette tilsvarer 34 prosent av det totale potensialet som er utredet.[7] Tiltakene omfatter elektrifisering av personbiler, varebiler, tunge kjøretøy, anleggsmaskiner, hel og del-elektrifisering av fartøy, landstrøm og konvertering til elektrisitet i industrien.

Mange av disse tiltakene kjennetegnes av umoden eller delvis umoden teknologi og høye investeringskostnader i dag. Kostnadene forventes imidlertid å falle relativt raskt i takt med teknologiutviklingen. I tillegg er potensialet for kostnadsbesparelser i driftsfasen høy. Brorparten av tiltakene er i kostnadskategori 500-1500 kr/tonn. Dette er gjennomsnittstall over perioden, basert på forventede kostnadsreduksjoner og innfasingstakt i de ulike segmentene. Kostnader for ladeinfrastruktur og nett er inkludert i tiltakskostnadene.

Med unntak av konvertering til elektrisitet i industrien, er tilgang på ladeinfrastruktur en viktig barriere for elektrifiseringstiltakene. For personbiler er utrulling av ladeinfrastruktur godt i gang, men tilgang på offentlig tilgjengelig ladeinfrastruktur over hele landet er avgjørende. Denne ladeinfrastrukturen kan også benyttes av varebiler. For resten av næringstransporten er ikke ladeinfrastruktur på plass og dette vil kreve betydelige investeringer. For hel- og delelektrifisering av skip er det behov for tilrettelegging både på land og på det enkelte skip.

Samlet vil tiltakene i Klimakur 2030 kunne øke strømforbruket i Norge, utover forbruksveksten som allerede ligger i referansebanen, med 6 TWh mot 2030. Analyser gjennomført i forbindelse med Klimakur 2030 viser at det norske kraftsystemet vil kunne håndtere en slik økning selv om NVE også forventer økning i strømforbruk i datasentre og kvotepliktig industri og petroleum utover det som ligger i referansebanen.

Elektrifiseringstiltakene i Klimakur 2030 vil kreve økt nettutbygging. Tiden det tar å bygge nett, samt kostnaden for dette, kan være en barriere for enkelte tiltak. Anleggsbidrag og effekttariffer er viktige virkemidler for å holde nettkostnadene og nettleia nede. Bedre koordinering mellom nettselskap og ladeoperatører er viktig for å redusere utbyggingstiden for nettet. Nettandelen av tiltakskostnadene ligger i området 50-100 kr/tonn CO_2-ekvivalenter.

Det kan være spesielt krevende å bygge nett for elektrifisering av skip som er større enn ferger, særlig hvis disse skal bruke strøm til framdrift og har behov for høye ladeeffekter. Hvis dette fører til behov for å bygge ut regional- og transmisjonsnett vil tiden dette tar være en stor barriere.

Konvertering fra fossil energi til bio-alternativer

Vi har utredet tiltak som reduserer industriutslipp ved konvertering til bio-alternativer, konverteringstiltak innen energiforsyning og oppvarming, samt bruk av biodrivstoff til veitransport, anleggsmaskiner og skipsfart. Disse tiltakene kan samlet redusere utslippene i perioden 2021-2030 med om lag 7,2 millioner tonn CO_2-ekvivalenter, som tilsvarer 18 prosent av det totale potensialet som er utredet. To relativt store biodrivstofftiltak er basert på politiske føringer og ambisjoner:

- *Økt bruk av avansert flytende biodrivstoff i veitransport*. Tiltaket innebærer en gradvis opptrapping av omsetningskravet til +10 prosent avansert biodrivstoff i 2030, slik at

[7] Nulltiltak er ikke inkludert i beregningen

ambisjonen i Granavolden-plattformen om 40 prosent innblanding (etter dobbeltelling) i 2030 nås.

- *Bruk av avansert flytende biodrivstoff i avgiftsfri diesel.* Tiltaket forutsetter en innblanding av 10 prosent avansert biodrivstoff fra 2021. Tiltaket innebærer at dagens omsetningskrav for veitransport utvides til å omfatte avgiftsfri diesel (anleggsdiesel), i tråd med anmodningsvedtak fra Stortinget.

Også for biodrivstofftiltaket i skipsfart er det lagt til grunn at virkemiddelet er et omsetningskrav. Et slikt krav kan også legge til rette for økt bruk av biogass i LNG-skip, for eksempel gjennom bruk av bonusfaktor for flytende biogass (LBG) sammenlignet med avansert flytende biodrivstoff.

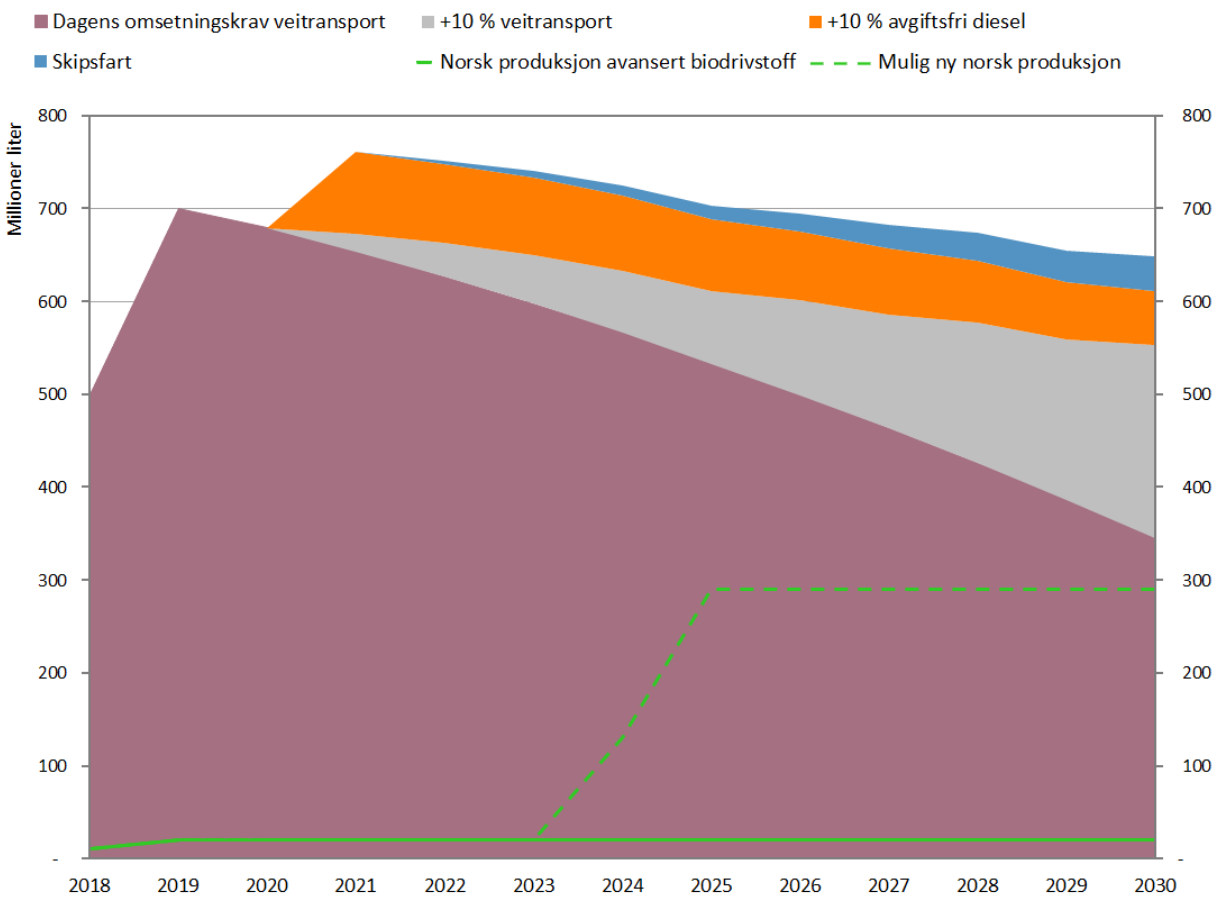
I Klimakur 2030 er det lagt til grunn at økt bruk av biodrivstoff i transportsektoren skjer med avansert biodrivstoff. Det vil si at biodrivstoffet ikke er laget av mat- og fôrvekster, men hovedsakelig av avfall og rester.[8] Det er antatt at det vil være nok avansert biodrivstoff tilgjengelig globalt til å dekke økt etterspørsel i Norge, men at prisene vil øke fram mot 2030 i takt med økende etterspørsel. Bruk av avansert biodrivstoff er utredet til å ha en tiltakskostnad på om lag 2000 kr/tonn. Usikkerheten i dette estimatet er stor, og prisene på avansert biodrivstoff kan bli høyere dersom global etterspørsel øker mer enn det som er lagt til grunn i analysen.

Figur S 6 viser samlet etterspørsel etter flytende biodrivstoff gitt at dagens omsetningskrav realiseres med 16 prosent biodrivstoff[9], at biodrivstofftiltakene for veitransport, anleggsdiesel og skip gjennomføres, samt at alle andre transporttiltak som er utredet i Klimakur 2030 også gjennomføres. Samlet etterspørsel etter flytende biodrivstoff blir ca. 650 millioner liter i 2030.

Ulike aktører har indikert en mulig produksjon av avansert flytende biodrivstoff opp mot 300 millioner liter per år fra midten av 2020-tallet, opp fra dagens 20 millioner liter. Samtidig forventes økende etterspørsel etter biodrivstoff og biobrensel fra andre aktører i Norge, som kvotepliktig industri og luftfart.

[8] For eksempel restprodukter fra landbruk, havbruk, fiskeri og skogbruk, samt prosesseringsrester.

[9] Innblanding tilsvarende antagelsen som ligger til grunn for utslippsframskrivingen fra NB2020.

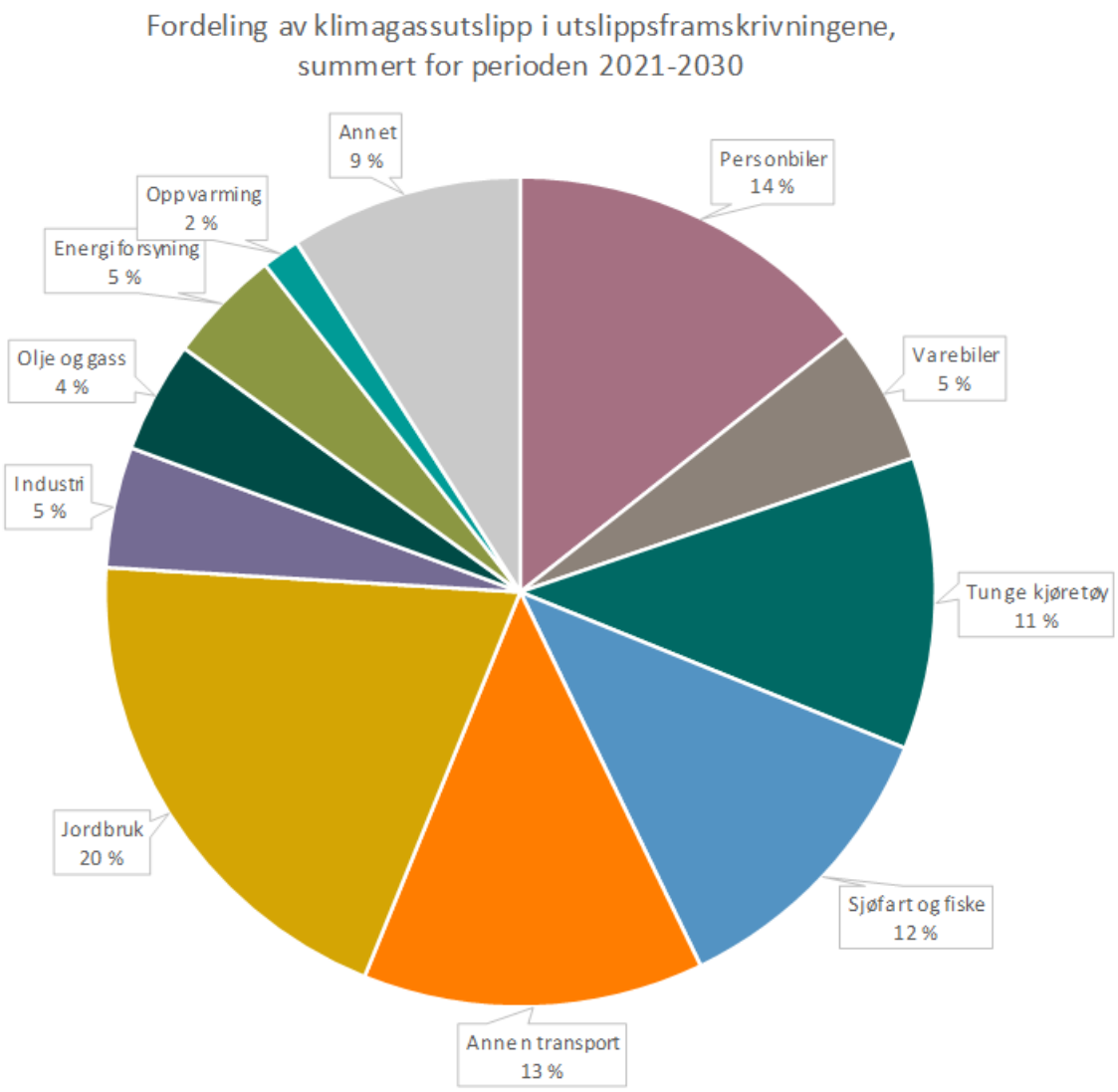


Figur S 6. Samlet etterspørsel av flytende biodrivstoff, samt eksisterende og mulig ny norsk produksjon av avansert flytende biodrivstoff.

Mer om de ulike utslippssektorene

Under er hovedpunkt fra de ulike sektorene oppsummert. I slutten av sammendraget for del A har vi inkludert en tabell som viser alle de 60 tiltakene som er utredet, inkludert utslippsreduksjons-potensial og kostnadskategori.

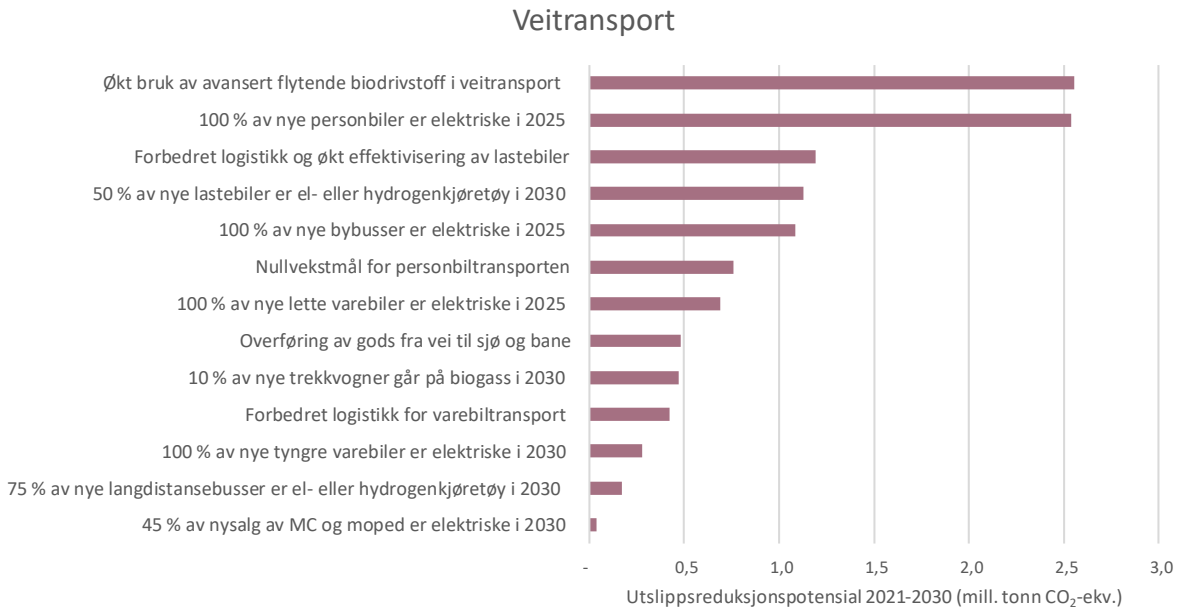
Figur S 7 under viser de framskrevne klimagassutslippene i ikke-kvotepliktig sektor i perioden 2021-2030 fordelt på ulike utslippssegmenter. Transportsektoren dominerer med 55 prosent av forventede utslipp i perioden. Jordbrukssektoren er nummer to med 20 prosent av forventede utslipp i perioden.



Figur S 7. Fordeling av utslippsframskrivingen for perioden 2021-2030 fordelt på ulike utslippssegment.

Veitransport

Elektrifisering kan gi store utslippsreduksjoner i veitransporten. Lang levetid for mange kjøretøy innebærer samtidig at brorparten av utslippene i perioden 2021-2030 vil komme fra dagens kjøretøypark. Både aktivitetsreduksjon og bruk av biodrivstoff vil kunne redusere disse utslippene betydelig. I Klimakur 2030 er det beregnet et reduksjonspotensial i denne sektoren på 11,8 millioner tonn i perioden 2021-2030, som tilsvarer ca. 30 prosent av det totale potensialet som er utredet. Tiltakene som er utredet er illustrert i Figur S 8.



Figur S 8. Tiltak innen veitransport.

Elektrifisering i veitransport

For elektrifiseringstiltakene er målformuleringen for nullutslippskjøretøy fra Nasjonal transportplan (NTP 2018-29) lagt til grunn for tiltakene, mens kostnadsberegningene er basert på batterielektriske kjøretøy. Følgende tiltak er utredet:

- *100 % av nye personbiler er elektriske innen utgangen av 2025*
- *100 % av nye lette varebiler er elektriske innen utgangen av 2025*
- *100 % av nye tyngre varebiler er elektriske innen utgangen av 2030*
- *50 % av nye lastebiler er el- eller hydrogenkjøretøy i 2030*
- *100 % av nye bybusser er elektriske innen utgangen av 2025*
- *75 % av nye langdistansebusser er el- eller hydrogenkjøretøy i 2030*

For samtlige segmenter er det vurdert at batterielektrisk framdrift er den teknologien som er kommet lengst i markedet per i dag, men hydrogendrift kan på sikt bli et alternativ for de tyngste lastebilene, trekkvognene og langdistansebussene.

Elektrifisering av veitransporten vil kunne gi en utslippsreduksjon på om lag 6 millioner tonn CO_2-ekvivalenter i perioden 2021-2030, som tilsvarer 15 prosent av det totale potensialet som er utredet. Det er verdt å merke seg at tiltakene ikke inkluderer elektriske kjøretøy som ligger inne i referansebanen. De fleste elektriske personbiler som selges i perioden 2021-2030 er inkludert i referansebanen, som forutsetter at 50 prosent av nybilsalget i 2020, økende til 75 prosent av nybilsalget i 2030, er elektriske kjøretøy.

I løpet av det neste tiåret forventes det at det vil komme et tilstrekkelig utvalg av batterielektriske modeller til å dekke tilnærmet alle transportsegment og bruksområder. Våre analyser viser at de politiske målene er mulig å nå, gitt tilstrekkelig ladeinfrastruktur og styrking av virkemidler som legger til rette for forsert innfasing av elektriske kjøretøy. Det vil imidlertid kunne være krevende å nå nøyaktig 100 prosent av nybilsalget, og vi har i denne rapporten tolket NTP-målene som "tilnærmet 100 % av nye [...]".

I personbilsegmentet gjør dagens avgiftssystem at elbiler er privatøkonomisk lønnsomme for mange nybilkjøpere allerede i 2020/2021. Modellutvalget vil bli langt større i løpet av kort tid, og utstyr som anses som nødvendig, som for eksempel tilhengerfeste og takboks, vil bli vanlige tilvalgsmuligheter. De nye modellene får stadig bedre batteri som gir økt rekkevidde og sjeldnere ladebehov. Dette vil gjøre elbilen mer aktuell også for dem som ikke har egen parkeringsplass med lademulighet. Samtidig er tilgang på ladeinfrastruktur over hele landet, og på viktige utfartsveier, avgjørende for at alle nybilkjøpere skal velge å kjøpe elbil. Atferdsbarrierer som "vane" og mangel på kunnskap og erfaring med bruk av elbil, både hos forbrukere og forhandlere, må fortsatt overkommes.

For varebiler, tungtransport og busser gjør kombinasjonen av færre tilgjengelige elektriske modeller, høyere investeringskostnader (kjøretøy og ladepunkt) og fradrag for inngående merverdiavgift ved innkjøp av kjøretøy og drivstoff, at de elektriske modellene ikke er like konkurransedyktige som i personbilmarkedet. Investeringskostnadene er forventet å falle slik at også elektriske varebiler blir privatøkonomisk lønnsomme å anskaffe om få år, mens det for de tyngre segmentene vil ta lenger tid.

Videreføring av investeringsstøtte gjennom Nullutslippsfondet kan være et mulig virkemiddel for å videreutvikle disse markedene og skape læring. Økte avgifter ved kjøp av kjøretøy med forbrenningsmotor når det er kommet nok elektriske modeller på markedet er også en mulighet. Potensialet for reduserte driftskostnader ved overgang til elektrisitet i tungtransport er stort som følge av høy årlig kjørelengde. Det innebærer at bruksavhengige avgifter vil kunne ha en betydelig effekt når det finnes elektriske alternativer. Andre muligheter inkluderer innføring av nullutslippssoner, krav i offentlige anskaffelser og bruksfordeler som dedikerte laste- og losseplasser for nullutslippskjøretøy. For buss-segmentet er offentlige anskaffelser det viktigste virkemiddelet.

For lastebiler og langdistansebusser er det avgjørende at tilstrekkelig ladeinfrastruktur blir bygget ut. Det har en betydelig kostnad å utvikle ladenettverk for langdistansetransport, spesielt når markedene er umodne. Her er støtte fra Enova et viktig virkemiddel for å stimulere markedsutvikling.

Redusert transportomfang

To av tiltakene som innebærer redusert transportomfang er politiske føringer (*Nullvekstmål for personbiltransporten* og *Overføring av gods fra vei til sjø og bane*). I tillegg er det utredet logistikktiltak for varebiler og lastebiler. Særlig tiltaket *Forbedret logistikk og økt effektivisering av lastebiler* har et stort reduksjonspotensial.

Nullvekstmålet og mål om godsoverføring kan innebære komplekse tiltak som forutsetter et mangfold av ulike virkemidler og delvis betydelige offentlige investeringer. Her har vi ikke hatt nok tid og ressurser til å gjennomføre nye analyser, og derfor basert oss på tidligere analyser og utredninger.

Det viktigste virkemiddelet for å nå nullvekstmålet er byvekstavtalene. Det er krevende å beregne de samfunnsøkonomiske kostnadene og gevinstene knyttet til nullvekstmålet. Disse vil være sterkt avhengig av løsningene og virkemidlene som velges. Et eventuelt redusert behov for økt veikapasitet kan være et argument for at totalkostnaden for nullvekstmålet er lav, samtidig som utbygging av baneløsninger og sykkelveier i stort omfang vil kunne innebære betydelige investeringer. Også tids- og helse-kostnader/gevinster er vanskelig å kvantifisere. Nullvekstmålet er plassert i tiltakskategori 500-1500 kr/tonn, men usikkerheten er altså betydelig og deler av tiltaket kan ligge i lavere kostnadskategori.

Tiltaket *Overføring av gods fra vei til sjø og bane* tar utgangspunkt i ambisjonen i NTP 2018-2029 om at 30 prosent av transport over 300 km på vei skal overføres til bane og sjø. For å oppnå den politiske

føringen om 30 prosent overføring er det behov for videreføring av igangsatte tilskuddsordninger, samt at det kan være behov for til dels betydelige investeringer i havner, jernbaneterminaler og annen infrastruktur. Tiltaket er plassert kostnadskategori over 1500 kr/tonn, men deler av tiltaket vil ligge i lavere kostnadskategorier.

Forbedret logistikk og effektivisering av næringstransporten kan gi betydelige utslippsreduksjoner. Logistikktiltakene forutsetter imidlertid atferdsendringer og utfordringen ligger dermed i å finne styringseffektive virkemidler. Mulige virkemidler inkluderer avgifter som øker driftsutgiftene, sambestilling av flere innkjøpere og krav i offentlige anskaffelser om logistikkoptimalisering. Effektivisering av lastebiler (større lastebiler og lenger vogntog) vil kreve både regelverksendringer og utbedring av veinettet, samt noe teknologisk utvikling.

Biodrivstoff

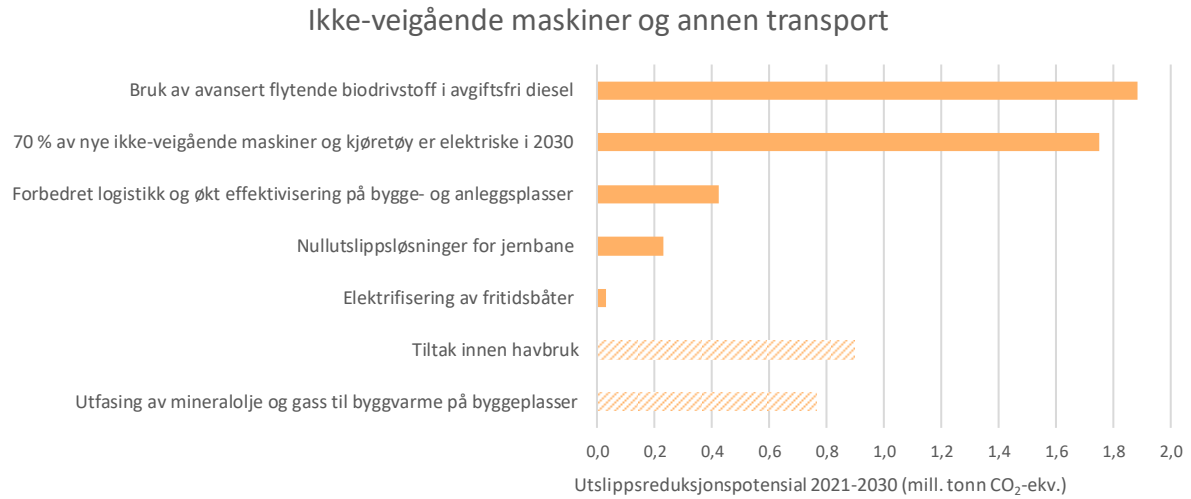
Økt bruk av biodrivstoff vil redusere utslippene fra eksisterende kjøretøypark og de nye kjøretøyene som ikke bruker nullutslippsteknologi. Vi har utredet en opptrapping av omsetningskravet[10] i veitransport med 10 prosent avansert flytende biodrivstoff i 2030, slik at ambisjonen i Granavolden-plattformen om 40 prosent innblanding (etter dobbeltelling) i 2030 nås. Gitt prisforutsetningene lagt til grunn for avansert biodrivstoff vil en slik opptrapping øke drivstoffkostnadene for veitransporten med i underkant av 2 prosent i 2025 og rundt 7 prosent i 2030.

Vi har også utredet bruk av biogass i trekkvogner som et supplement til elektrifisering av kjøretøyene. For å utløse tiltaket kreves det en betydelig utbygging av biogassproduksjon. Mulige virkemidler inkluderer støtte til kjøp av kjøretøy og bruk av biogass og etterspørsel etter fossilfri transport i offentlig anskaffelser.

Ikke-veigående maskiner og annen transport

Ikke-veigående maskiner og annen transport inkluderer utslipp fra anleggsmaskiner, traktorer, og diverse andre maskiner som benytter avgiftsfri diesel (anleggsdiesel). Disse ikke-veigående maskinene brukes i forskjellige sektorer og næringer som for eksempel bygg og anlegg, jordbruk og industri. I Klimakur 2030 er det beregnet et reduksjonspotensial i denne sektoren på 4 millioner tonn i perioden 2021-2030, som tilsvarer 10 prosent av det totale potensialet som er utredet. Tiltakene som er utredet er illustrert i Figur S 9.

[10] Norge har et omsetningskrav for biodrivstoff til veitransport. Kravet innebærer at de som selger drivstoff må sørge for at 20 prosent av drivstoffet de omsetter til veitransport er flytende biodrivstoff. Avansert biodrivstoff teller dobbelt i omsetningskravet for å fremme bruken av dette. I tillegg er det et delkrav til avansert biodrivstoff.



Figur S 9. Tiltak innen ikke-veigående maskinger og annen transport. Tiltak innen havbruk og utfasing av mineralolje til byggvarme er beskrevet i andre sektorer. Reduksjonspotensialet som vises for disse to tiltakene er andelen som skyldes redusert bruk av anleggsdiesel. Uten disse tiltakene er det samlede potensialet for sektoren på ca. 4 millioner tonn.

Det største tiltaket som er utredet er bruk av biodrivstoff der det er lagt til grunn en utvidelse av dagens omsetningskrav, slik at det vil omfatte anleggsdiesel i tillegg til diesel og bensin til veitransport. I tiltaket forutsettes det at kravet oppfylles med 10 prosent avansert biodiesel i avgiftsfri diesel allerede fra 2021. Dette gir betydelige utslippsreduksjoner i perioden fram til 2030. Gitt prisforutsetningene lagt til grunn for avansert flytende biodrivstoff vil en slik innblanding øke drivstoffkostnadene for aktørene som kjøper anleggsdiesel med 7 prosent i 2021 og 9 prosent i 2030.

Tiltakene *70 % av nye ikke-veigående maskiner og kjøretøy er elektriske i 2030* og *Forbedret logistikk og økt effektivisering av maskiner på bygge- og anleggsplasser* er basert på en bottom-up-modellering av maskinparken som omfatter alle anleggsmaskiner, traktorer og andre maskiner som benytter anleggsdiesel.

Elektrifiseringstiltaket er plassert i kostnadskategorien over 1500 kr/tonn fordi elektriske anleggsmaskiner per i dag er en relativt umoden teknologi og fordi det er stor usikkerhet knyttet til kostnader for ladeinfrastruktur og behov for nettoppgradering som følge av tiltaket. Det er imidlertid stor spredning innen dette segmentet, både på ulike maskintyper og til forskjellig bruk. Deler av tiltaket antas å ha langt lavere kostnader allerede i dag. Mange maskiner brukes relativt intensivt og skiftes ut i løpet av 7-8 år.

De viktigste barrierene for gjennomføring av tiltaket er mangel på elektriske modeller og merkostnaden aktørene møter. Mulige virkemidler inkluderer klimakrav i offentlige konkurransegrunnlag og kontrakter. Her vil koordinering av krav mellom flere aktører, og dialog med bransjen om hva som er mulig å oppnå, være en fordel. Andre virkemidler kan være investeringsstøtte fra Enova, Klimasats og/eller Innovasjon Norge. Man kan se for seg et fleksibelt støtteprogram som også omfatter anleggsbidrag, infrastruktur og batteribanker i tillegg til maskinene. En annen mulighet er å øke avgifter på maskiner med konvensjonell teknologi.

Logistikktiltaket forutsetter at det gjennomføres flere mindre tiltak på bygge- og anleggsplasser som til sammen kan redusere utslippene med 10 prosent innen 2030. Dette innebærer både optimalisering på byggeplasser, men også bedre bruk og riktig vedlikehold av maskinene da dette kan redusere dieselforbruket betydelig. Det er for eksempel ikke uvanlig at gravemaskiner går på

tomgang 30-50 prosent av arbeidsdagen. Tiltaket forutsetter endret atferd og det er krevende å lage styringseffektive virkemidler. Krav til logistikkledelse eller oppfølging av drivstofforbruk i offentlige anskaffelser er eksempler på virkemidler som kan bidra.

Jernbanedirektoratet har utredet et tiltak som innebærer at alt dieselforbruk på de gjenværende dieseldrevne jernbanestrekningene erstattes med utslippsfrie alternativer fra 2025.

Det er ikke utredet tiltak i luftfart som en del av Klimakur 2030. Utslippene fra innenriks flytrafikk utgjorde 2,5 prosent av de totale norske klimagassutslippene i 2018 og er i hovedsak innenfor EUs klimakvotesystem. Klimakur-mandatet var å vurdere tiltak for å redusere ikke-kvotepliktige utslipp, og vi har brukt samme avgrensning som under innsatsfordelingsforordningen. Dette innebærer at bare en liten del av luftfarten er omfattet.

Sjøfart, fiske og havbruk

I maritim sektor har Norge aktører langs hele verdikjeden og nye løsninger kan utvikles nasjonalt. Satsing på teknologiutvikling i Norge vil derfor både kunne bidra til at tiltakene utløses og legge til rette for grønn konkurransekraft.

Tradisjonelt drivstoff (i hovedsak marin gassolje) kan erstattes med energibærere som elektrisitet, ammoniakk, hydrogen og naturgass – eller biodrivstoff. Mange ulike fartøy med svært ulike bruksmønster gjør at det er få standardløsninger som kan implementeres på en hel fartøygruppe. For eksempel vil graden av batterielektrifisering være avhengig av energibehovet og bruksmønster til de ulike fartøyene.

I Klimakur 2030 er det beregnet et reduksjonspotensial i denne sektoren på 7,5 millioner tonn i perioden 2021-2030, som tilsvarer 19 prosent av det totale potensialet som er utredet. Dette potensialet inkluderer tiltak som reduserer bruken av anleggsdiesel, som i utslippsregnskapet bokføres som egen utslippskilde. Tiltakene som er utredet er illustrert i Figur S 10. Det største reduksjonspotensialet finner vi i segmentene ferger, hurtigbåter, havbruk og offshoreskip. Flere av tiltakene som er utredet baserer seg på til dels svært umoden teknologi, og hva som er en realistisk innfasingstakt av tiltakene er derfor usikkert. Usikkerheten kan gå begge veier og reduksjonspotensialet kan være både større og mindre.



Figur S 10. Tiltak innen sjøfart, fiske og havbruk. Det skraverte feltet viser utslippsreduksjonspotensial fra redusert bruk av anleggsdiesel, som bokføres i en egen utslippskilde i utslippsregnskapet.

Mange ulike aktører må på banen for å få implementert null- og lavutslippsløsninger på de ulike fartøysgruppene. Rederiene må satse på lavutslippsløsninger, og verft og utstyrsleverandører må ha nødvendig kompetanse. Innkjøpere av transporttjenester til sjøs kan bidra ved å stille krav. Offentlige anskaffelser kan være et virkemiddel med stor effekt for markedsintroduksjon av nye løsninger, men på grunn av mange ulike aktører og fordi teknologiene er i forskjellig utviklingsfase, er det behov for et bredt spekter av virkemidler for å oppnå utslippsreduksjonene som er utredet.

Ammoniakk- og hydrogenløsninger er foreløpig ikke tilgjengelige for implementering i stor skala. Barrieren er umoden teknologi, og dermed høye kostnader. Barrieren kan bygges ned gjennom ulike støtteordninger for teknologiutvikling og implementering.

For plug-in-hybrider er teknologien mer moden. Kostnaden er imidlertid en vesentlig barriere. Den vil variere betydelig avhengig av seilingsmønster, hvor ofte fartøyet har tilgang på ladestrøm og kostnaden for å bygge ladeinfrastruktur.

I tillegg til tiltakene som er spesifikke for ulike skipssegmenter er landstrøm et tiltak som kan gi betydelig utslippsreduksjoner, siden en vesentlig del av energiforbruket fra skip skjer når de ligger ved kai. Energieffektiviseringstiltak er også vurdert, men det er lagt til grunn at det meste av potensialet som er identifisert allerede er inkludert i utslippsframskrivingen.

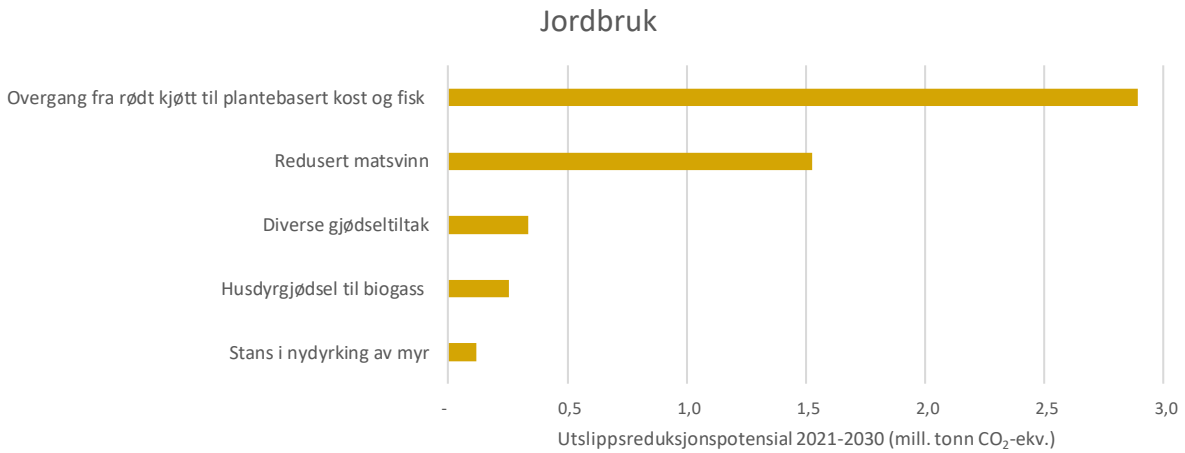
Bruk av biodrivstoff til skipsfarten vil også kunne gi vesentlige utslippsreduksjoner. Dette kan være både biogass som erstatter naturgass og avansert flytende biodrivstoff som erstatter tradisjonell marin gassolje. Virkemiddelet som er vurdert for biodrivstoff er et omsetningskrav.

Alle virkemidler som kan bidra til å redusere kostnaden for null- og lavutslippsløsninger, eller øke kostnaden for konvensjonelle fossile drivstoff sammenlignet med alternative drivstoff, vil bidra til å gjøre de alternative løsningene mer attraktive. Ulike former for kravstilling vil kunne ha stor effekt.

Jordbruk

Om lag halvparten av utslippene fra jordbruket stammer fra dyrenes fordøyelse (tarmgass), en tredjedel fra gjødselhåndtering og resten fra dyrket myr med mer. Det er mulig å redusere utslippene i jordbrukssektoren betydelig innen 2030, men det krever rask igangsettelse av omfattende virkemidler.

Det er utredet en rekke tiltak i jordbrukssektoren, men en del av tiltakene kan ikke kvantifiseres eller bokføres i utslippsregnskapet, og noen gir utslippsreduksjoner i sektoren skog og annen arealbruk.



Figur S 11. Tiltak i jordbruket som bokføres i jordbrukssektoren i utslippsregnskapet per i dag. Diverse gjødseltiltak er summen av fire gjødseltiltak.

I Klimakur 2030 er det beregnet et reduksjonspotensial i denne sektoren på om lag 5 millioner tonn i perioden 2021-2030, som tilsvarer 13 prosent av det totale potensialet som er utredet. En del av tiltakene forbedrer produksjon og ressursutnyttelse i jordbrukssektoren. Dette er ulike gjødseltiltak, bruk av husdyrgjødsel til biogassproduksjon, forbedret dyrehelse, fruktbarhet og avl, økt beiting for melkeku, drenering og fôrtiltak. Det er jordbruksforetakene som må gjennomføre klimatiltakene. Forskriftskrav kan være aktuelt for å sikre tiltaksgjennomføring, men manglende privatøkonomisk lønnsomhet er en vesentlig barriere. Usikkerhet om nytten for egen drift og hvorvidt tiltakene har klimaeffekt kan også være et hinder for å gjennomføre tiltak. Tilskudd, informasjon og veiledning for at foretakene skal ønske og evne å iverksette tiltakene er derfor aktuelle virkemidler i tillegg til eventuelle forskriftskrav. For husdyrgjødsel til biogass er det en barriere at det ikke er en lønnsom verdikjede for dette per i dag og at spesielt kostnadene for transport av husdyrgjødsel er høye.

En annen gruppe tiltak innen jordbrukssektoren er tiltak som øker karbonbinding. Dette er bruk av fangvekster[11], karbonlagring i biokull og stans i nydyrking av myr. Av disse tiltakene er det bare sistnevnte som kan bokføres i utslippsregnskapet i dag. Dette tiltaket har et reduksjonspotensial i perioden 2021-2030 på om lag 0,4 millioner tonn CO_2-ekvivalenter i sektoren skog og annen arealbruk (LULUCF) og 0,1 millioner tonn CO_2-ekvivalenter (lystgass) som bokføres i jordbrukssektoren. Tiltakene vil kunne gjennomføres av jordbruksforetakene som endrer sin driftspraksis. De viktigste barrierene er at tiltakene ikke er privatøkonomisk lønnsomme, mangel på kunnskap og manglende verdikjede for biokull. Tilskudd som kompenserer for økte kostnader kan gi insentiv til gjennomføring.

Overgang fra rødt kjøtt til plantebasert kost og fisk ("kostholdtiltaket") og *Redusert matsvinn* ("matsvinntiltaket") er tiltak med betydelige reduksjonspotensial. For forbrukerne er matsvinntiltaket vurdert å være privatøkonomisk lønnsomt, mens kostholdstiltaket kan gi økte utgifter. Da er ikke helsegevinsten regnet med.

Kostholdstiltaket gir utslippsreduksjoner fordi sammensetningen av norsk jordbruksproduksjon endres når forbruker endrer kostholdet i retning av mat med lavere klimaavtrykk. Det er utredet åtte scenarier med ulik sammensetning av kostholdet. I alle scenariene er det forutsatt at produksjonsstøtten per vare er uendret. Det er vesentlige forskjeller i utslippsreduksjoner og konsekvenser for norsk jordbruk for de ulike scenariene. Det scenarioet som er valgt som grunnlag for tiltaket, gir et reduksjonspotensial på 2,9 millioner tonn CO_2-ekvivalenter i perioden 2021-2030. Utgangspunktet for tiltaket er at hele befolkningen følger kostrådet for rødt kjøtt og at de andre av Helsedirektoratets kostråd oppfylles helt eller i større grad enn i dag ved at redusert kjøttmengde erstattes med plantebasert kost og fisk. Tiltaket legger også til grunn at en høyere andel av konsumet er norske jordbruksvarer, inklusivt kjøtt.

Kostholdstiltaket vil, dersom det gjennomføres som beskrevet her, føre til reduksjon i norsk husdyrproduksjon, og dermed redusert sysselsetting. På grunn av klimatiske og dyrkningsmessige begrensninger i Norge kan bare deler av det arealet som frigjøres ved redusert husdyrproduksjon legges om til korn, frukt og grønt. Hvor store konsekvenser tiltaket vil ha for jordbruket, vil blant annet påvirkes av hvor raskt og omfattende kostholdsendringene skjer og i hvor stor grad jordbruket klarer å omstille seg i takt med dette.

[11] Fangvekster er ulike typer planter (for eksempel raigras) som dyrkes sammen med korn eller andre åkervekster som høstes, og har som til hensikt å bidra til et voksende plantedekke utover senhøsten og vinteren etter at høstingen er ferdig. Dette bidrar til å binde karbon i jorda.

For kosthold er den største barrieren at det vi spiser styres av våre vaner og verdier, som er krevende å endre. Andre barrierer er blant annet preferanse for rødt kjøtt og motstridende budskap og hensyn i kostholdsdebatten som kan forvirre forbrukere. I tillegg er det begrenset tilgang til norskproduserte vegetabiler (frukt, grønt, korn, osv.) gjennom året. En avgift på rødt kjøtt kan ha noe effekt på konsumet, men effekten begrenses av flere faktorer, blant annet risiko for økt grensehandel.

Redusert matsvinn gir utslippsreduksjoner fordi man legger til grunn at norsk jordbruksproduksjon reduseres når norskprodusert mat ikke lenger kastes. Tiltaket tar utgangspunkt i bransjeavtalen for matsvinn med mål om å halvere matsvinnet i 2030 sammenlignet med 2015. Utslippsreduksjoner som følger av redusert behov for å produsere norsk mat er estimert til 1,5 millioner tonn CO_2-ekvivalenter i jordbrukssektoren for perioden 2021-2030. Mangel på tid, kunnskap om reell holdbarhet og høye krav til matens utseende er grunner til at mange forbrukere kaster mat. For både matsvinn og kosthold vil ulike typer informasjonsvirkemidler være viktig.

Både kostholds- og matsvinntiltaket er forbundet med komplekse verdikjeder med mange aktører som har ulike barrierer. Innsats gjennom hele verdikjeden, eksempelvis utvikling av produkter, nye produksjonslinjer og markeder, digitalisering og hyppigere bruk av krav i offentlige anskaffelser, er nødvendig for å gjennomføre både kostholds- og matsvinntiltaket slik de er beregnet her. Et utvidet samarbeid mellom aktørene i kjeden og myndighetene kan også bidra til måloppnåelse for begge tiltak.

Dersom forbruket ikke endres før jordbruksproduksjonen kan det oppstå karbonlekkasje ved økt import eller overproduksjon og at matvarene ikke tas mot i markedet (matsvinn). Samtidig kan norsk matproduksjon tape markedsandeler mot import dersom sektoren ikke omstiller seg i takt med de to tiltakene.

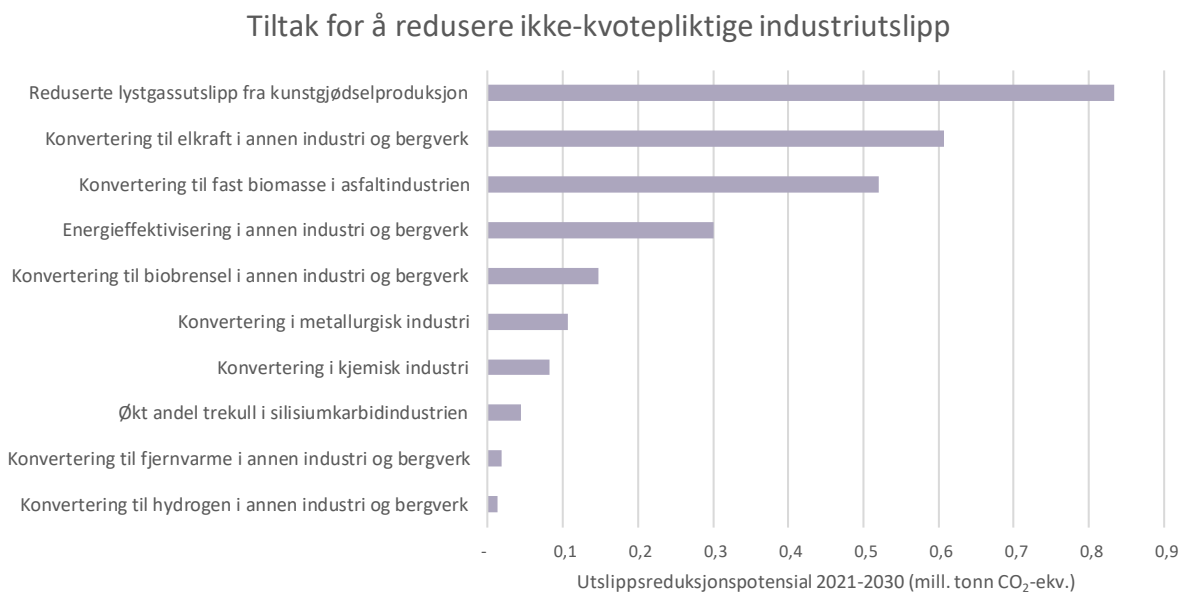
Begge tiltakene kan gi raskere endringer i forbruket enn tidligere, noe som stiller enda større krav til etterspørselstilpasset produksjonsplanlegging. Mer langsiktige prognoser for forbruk og produksjon av matvarer i Norge kan gi bedre grunnlag for investeringsbeslutninger i jordbruket og virkemiddelbruk i jordbrukssektoren. I tillegg vil det være behov for at det igangsettes mer forskning og uttesting for å utvikle nye produkter basert på norsk planteproduksjon, sortsutvikling, teknologi for dyrking og lagring utover dagens vekstsesong, investeringer i verdikjeden med mer. Det er også behov for å se videre på hvordan negative konsekvenser for jordbruket, endret kulturlandskap, effekter på biologisk mangfold og endringer i avrenning til vassdrag kan minimeres ved gjennomføring av kostholdstiltaket.

Både kostholds- og matsvinntiltaket gir også utslippsreduksjoner utenfor Norge slik de er utformet her.

Industri

Ikke-kvotepliktige utslipp fra industrien kommer fra et stort antall virksomheter innenfor ulike bransjer. Over 95 prosent av disse virksomhetene har færre enn 50 ansatte, og langt de fleste mange færre enn det igjen. Om lag to tredjedeler av utslippene kommer fra stasjonær forbrenning, mens resten er prosessutslipp.

Det er utredet et samlet reduksjonspotensial på 2,7 millioner tonn CO_2-ekvivalenter i perioden 2021-2030, som tilsvarer om lag 7 prosent av det totale potensialet som er utredet. Tiltakene som er utredet er illustrert i Figur S 12.



Figur S 12. Tiltak for å redusere ikke-kvotepliktige industriutslipp.

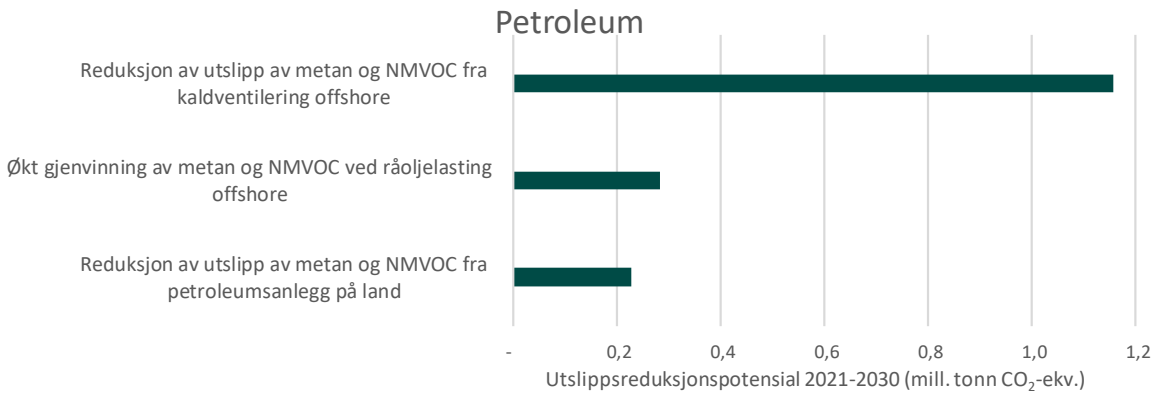
Mange av tiltakene som reduserer utslippene fra stasjonær forbrenning er beregnet å være privatøkonomisk lønnsomme, og atferd er identifisert som en vesentlig barriere. Dette kan gå på manglende prioriteringer av utslippsreduserende tiltak fordi man ikke har kapasitet i form av bemanning, eller interne krav om kort tilbakebetalingstid for denne type investeringer.

Ifølge våre beregninger må nivået på en CO_2-avgift være på minst 2 000 kroner per tonn CO_2 dersom en avgift alene skal utløse en større andel av konverteringstiltakene. Et mer treffsikkert virkemiddel for å redusere utslippene fra stasjonær forbrenning kan være et varsel om forbud mot forbrenning av fossile brensler. For et fåtall industribedrifter kan en overgang til fornybare alternativer være vanskelig å gjennomføre. Et eventuelt forbud kan derfor suppleres med at forurensnings-myndigheten etter søknad kan gi tillatelse til bruk av fossilt brensel. Reduksjonspotensialet utredet i Klimakur 2030 forutsetter at det tidlig varsles om et forbud fra 2030, eller tilsvarende sterke virkemidler. Dersom forbudet framskyndes vil reduksjonspotensialet øke.

For prosessutslipp, der den enkelte virksomhets prosessutslipp er særegne, kan det det være hensiktsmessig med virkemidler som kan tilpasses forholdene i den enkelte virksomheten. Dermed kan man i takt med teknologiutviklingen innfase nye krav til utslippsreduserende tiltak. Et mulig virkemiddel kan være å bruke forurensningsloven i større grad enn i dag til å regulere ikke-kvotepliktige klimagassutslipp. For eksempel er utslipp av lystgass fra kunstgjødselproduksjon hos Yara Porsgrunn regulert med utslippsgrense i virksomhetens tillatelse etter forurensningsloven. Dette har redusert utslippene vesentlig, og renseanlegget som ligger til grunn for tiltaket *Reduserte lystgassutslipp fra kunstgjødselproduksjon* er bygget og under testing.

Petroleum

Det er utredet tre tiltak for å redusere ikke-kvotepliktige utslipp fra petroleumssektoren. Tiltakene har et samlet reduksjonspotensial på 1,7 millioner tonn CO_2-ekvivalenter i perioden 2021-2030, som tilsvarer 4 prosent av det totale potensialet som er utredet. Tiltakene som er utredet er illustrert i Figur S 13. To av tiltakene er samletiltak som består av mange ulike enkelttiltak.



Figur S 13. Tiltak i petroleumssektoren.

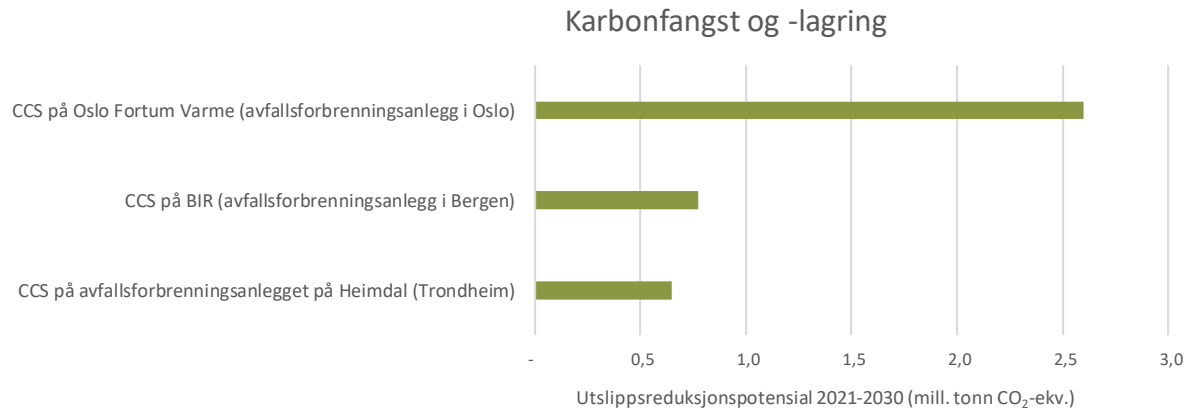
For petroleumstiltakene er merkostnader den viktigste barrieren. Deler av utslippene har avgift, mens andre deler, som er vanskelig å måle eller beregne med tilstrekkelig nøyaktighet, ikke har avgift. Flere av enkelttiltakene som reduserer kaldventilering offshore er beregnet til å være privatøkonomisk lønnsomme. Et mulig virkemiddel er en innskjerping av utslippsgrenser for metan og NMVOC i gjeldende tillatelser etter forurensningsloven og innføring av krav om bedre systematisk oppfølging ved *klimaledelse*. En avgiftsøkning for utslippene som har avgift vil også kunne bidra. Standardisering av målemetoder vil på sikt kunne muliggjøre innføring av avgift også på deler av utslippene som ikke har avgift i dag.

Karbonfangst- og lagring (CCS)

Deler av avfallet som brennes på avfallsforbrenningsanlegg er fossilt, og fangst og lagring av CO_2 fra forbrenningen vil redusere ikke-kvotepliktige utslipp. Det er utredet tre tiltak som innebærer karbonfangst og -lagring på avfallsforbrenningsanlegg. Disse er illustrert i Figur S 14. Det er utredet et samlet reduksjonspotensial på 1,8 millioner tonn CO_2-ekvivalenter i perioden 2021-2030 som tilsvarer om lag 5 prosent av det totale potensialet som er utredet.

Anleggene forbrenner imidlertid også organisk materiale (bio-CO_2). Klimaeffekten av bio-CO_2 settes til null i klimagassregnskapet, men effekten på global oppvarming vil være lik for CCS-tiltak på bio-CO_2 og CO_2 fra fossile kilder. Dersom bio-CO_2 fanges og lagres (bio-CCS) får man såkalte negative utslipp. Samlet vil tiltakene redusere utslippene av bio-CO_2 med 2,2 millioner tonn CO_2-ekvivalenter i perioden 2021-2030. For at disse utslippsreduksjonene skal inkluderes i Norges utslippsforpliktelser må FNs og EUs regelverk for bokføring av negative utslipp endres. Regelverksendringer vil også kunne bidra til økt satsing på bio-CCS utenfor Norge som ifølge FNs klimapanel er en avgjørende løsning for å nå 1,5-gradersmålet.

CCS er aktuelt også for andre ikke-kvotepliktige utslippskilder. Ved produksjon av biodrivstoff og biobrensel er for eksempel større mengder CO_2 ofte et biprodukt i produksjonsprosessen. Denne bio-CO_2en antas å være teknisk ukomplisert å inkludere i en eksisterende CCS-infrastruktur.



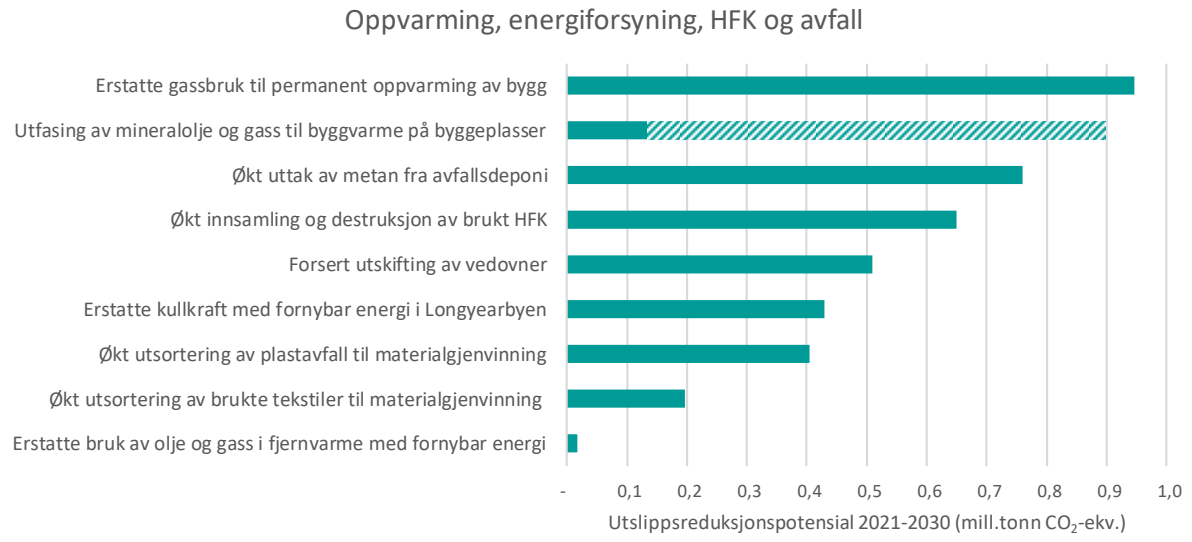
Figur S 14. CCS-tiltak. Utslippsreduksjonspotensialet inkluderer både fossile og biogene utslipp.

Hovedbarrieren for CCS-tiltakene er mangel på en eksisterende verdikjede, og manglende økonomiske insentiver, særlig for å fange biogene utslipp, men også for å fange den fossile delen av utslippene. Det er også teknologiske, regulatoriske og markedsmessige barrierer for å utløse prosjektene. For å utløse tiltakene vil støtte være viktig, særlig i startfasen, men etter hvert som teknologi og marked modnes, vil avgifter kunne gi tilstrekkelige insentiver om de er høye og treffsikre nok.

Andre tiltak

Under "andre tiltak" finner vi ni tiltak innenfor kategoriene oppvarming, avfall, HFK (fluorholdige gasser) og energiforsyning. Dette er altså en samling av tiltak i mange ulike sektorer.

Til sammen er reduksjonspotensialet for tiltakene beregnet til omtrent 4,8 millioner tonn CO_2-ekvivalenter i perioden 2021-2030, som tilsvarer om lag 12 prosent av det totale potensialet som er utredet. Tiltakene som er utredet er vist i Figur S 15.



Figur S 15. Tiltak i oppvarming, energiforsyning, HFK og avfall. Det skraverte feltet viser utslippsreduksjonspotensial fra redusert bruk av anleggsdiesel, som bokføres i en egen utslippskilde i utslippsregnskapet.

Mulige virkemidler for tiltaket *Erstatte gassbruk til permanent oppvarming av bygg* er økt CO_2-avgift på gass, å fjerne fritak fra CO_2-avgift for veksthus, subsidier eller regulering i form av for eksempel bruksforbud eller krav til innblanding av biogass. Det kreves en betydelig økt avgift for å gjøre de fossilfrie alternativene til gass konkurransedyktige. Dette gjelder også for tiltaket *Erstatte bruk av olje og gass i fjernvarme med fornybar energi*. Et alternativ til økt avgift i fjernvarme er forbud mot bruk av fossile energivarer i denne sektoren.

Utfasing av mineralolje og gass til byggvarme på byggeplasser vil i mange tilfeller kunne gi lavere energikostnader enn fossile alternativer, spesielt gjelder dette utfasing av mineralolje (avgiftsfri diesel). Byggvarme utgjør imidlertid en liten del av både totale kostnader og tidsbruk i et byggeprosjekt, slik at andre barrierer, som mangel på kunnskap om alternativene og økt behov for planlegging, hindrer at tiltaket gjennomføres. Mulige virkemidler er å innlemme mineralolje og gass til byggvarme i forbudet mot bruk av mineralolje til oppvarming av bygninger, økt avgift, krav i offentlige anskaffelser om fossil- og utslippsfri byggeplass, og bedre informasjon og veiledning.

Nye vedovner gir lavere utslipp av stoffer som gir dårlig luftkvalitet, sammenlignet med eldre vedovner. I tillegg har nye ovner lavere utslipp av klimagassen metan. Det er per i dag manglende regulering av utslipp fra vedfyring for å begrense utslippene av helseskadelig luftforurensning. Et virkemiddel som vil kunne utløse deler av tiltaket *Forsert utskifting av vedovner* er forbud mot vedfyring i områder med store helsekostnader knyttet til luftforurensning.

Utfasing av kullkraft i Longyearbyen vil også redusere utslippene fra ikke-kvotepliktig energiforsyning. Barrierer for gjennomføring av dette tiltaket er behovet for finansiering, og statlig delfinansiering vil være et virkemiddel for gjennomføring. Tiltaket har flere mulige miljøkonsekvenser som må hensyntas ved gjennomføring.

Fluorholdige gasser brukes hovedsakelig i kuldeanlegg, luftkondisjonering og varmepumper. I dag er det en avgiftsrefusjonsordning for brukt HFK-gass. Dette er et effektivt virkemiddel som gjør det lønnsomt for aktører å samle inn og returnere de vanligste typene gass, men aktørene har kostnader knyttet til transport og tidsbruk. På kort sikt bør en del av reduksjonspotensialet kunne utløses uten å øke avgiftsnivået. Styrket tilsyn av kravene i EU-forordningene om å hindre lekkasjer og om plikt til avtapping og oppsamling av gass vil kunne bidra til at mer gass samles opp og destrueres.

Organisk avfall som er deponert i avfallsdeponier brytes ned over lang tid. I denne prosessen slippes det ut metan. Utslipp av deponigass er i dag ikke omfattet av avgift. Det er krevende å regulere disse utslippene med avgift fordi man ikke har oversikt over hvor utslippene skjer og det er vanskelig å måle dem. Dagens regelverk stiller krav til tiltak for å ha kontroll med opphoping og utlekking av deponigass for deponi som er i drift. Det stilles også krav til at deponigass skal samles opp for energiutnyttelse eller fakling på alle deponi som tar imot biologisk nedbrytbart avfall. Strengere regulering, for eksempel å stille krav om vedlikehold av eksisterende anlegg for metanuttak, vil være et mulig virkemiddel for tiltaket *Øke uttak av metan fra avfallsdeponi*.

Tiltakene *Økt utsortering av plast til materialgjenvinning* og *Økt utsortering av brukte tekstiler til materialgjenvinning* bidrar til utslippsreduksjoner fra avfallsforbrenning. Økt utsortering og materialgjenvinning av plast og tekstiler er nødvendig for å nå bindende krav i EU-regelverk. For plast innebærer dette betydelige investeringer i ettersorteringsanlegg av restavfall, noe som er nødvendig for å løse ut potensialet. Dette utgjør en økonomisk barriere for kommunale og private avfallsselskap. Krav om utsortering og materialgjenvinning i avfallsforskriften for kommuner og enkelte virksomheter er et styringseffektivt virkemiddel for tiltaket, og er under utredning. Det er forutsatt at utsortering av tekstiler vil skje i husholdningene, og her vil tidsbruk og ulemper knyttet til utsortering utgjøre en barriere. Blant aktuelle virkemidler er krav om utsortering i forskrift og

avfallsgebyr som faktureres ut fra mengden restavfall og dermed gir økonomisk insentiv for utsortering.

Kvoteplikt eller økonomiske virkemidler som avgift på avfallsforbrenning er eksempler på virkemidler som kan gjøre det mer lønnsomt for avfallsselskapene å investere i innsamlings- og/eller ettersorteringsløsninger, og det kan også gi husholdningene insentiver til økt utsortering. For at en eventuell avgift på avfallsforbrenning ikke skal medføre økt eksport, kan det være aktuelt å også vurdere en tilsvarende avgift på avfall som eksporteres til forbrenning i land uten en slik avgift.

Kommunenes rolle

Kommuner og fylkeskommuner kan i sine roller som samfunnsutviklere, myndighetsutøvere, tjenesteytere, innkjøpere, eiere og driftere påvirke en rekke ulike klimatiltak, enten fordi de er pådrivere og tilretteleggere, eller fordi de kan hindre gjennomføringen av tiltak. Kommunene har en særlig viktig rolle i å bidra til utslippsreduksjoner innen vei- og sjøtransport, anleggsmaskiner og avfallshåndtering med karbonfangst og -lagring. Kommunene kan også bidra til utslippskutt innenfor avfall og deponi, redusert matsvinn og oppvarming. I Klimakur 2030 har vi derfor inkludert et eget kapittel om kommunenes rolle. Vi har sett på muligheter for å styrke kommunenes handlingsrom slik at de for eksempel kan innføre nullutslippssoner av hensyn til klima, sette krav i kommunale reguleringsplaner og styrke klimaarbeidet i sin rolle som innkjøper.

Noen sluttbetraktninger

Klimakur 2030 viser at utslippsreduksjoner i tråd med mandatet forutsetter et bredt spekter av tiltak. Barrierebildet er komplekst og tiltakene forutsetter både teknologiutvikling og betydelig styrking av virkemiddelbruken. Styrkingen av virkemidler må starte raskt dersom innfasingen som er lagt til grunn i tiltakene skal oppnås.

Det er noen muligheter som peker seg ut som spesielt viktige, enten målet er regjeringens ambisjon om å redusere utslippene med 45 prosent, eller 50 prosent reduksjon som vi har utredet i Klimakur 2030. Mulighetene som peker seg ut er:

- Å oppnå regjeringens tidfestede **måltall for nullutslippskjøretøy** gir betydelige utslippsreduksjoner. Basert på våre analyser vil det komme elektriske kjøretøymodeller som gjør det mulig å nå disse målene.
- **Tilgang til ladeinfrastruktur** i hele landet er viktig. Investeringsstøtte er nødvendig for etablering av ladestasjoner i marginale områder og for tyngre kjøretøy. En omlegging av effekttariffene fra månedsmaks til døgnmaks vil trolig bedre lønnsomheten for hurtigladeoperatører, spesielt for hurtigladestasjoner med lav brukstid. Det må også tas grep for at nettet bygges i tide for den nye ladeinfrastrukturen.
- **Fortsatt satsing på maritim sektor** med styrket virkemiddelbruk er viktig ikke bare for teknologiutvikling og utslippsreduksjoner fram mot 2030, men også for å sikre omstilling i hele verdikjeden i et mer langsiktig perspektiv.
- Usikkerhet og behov for rask innfasing tilsier at **styringseffektive virkemidler bør vektlegges og at viktige investeringsbeslutninger tas så raskt som mulig.** Eksempler er forbud mot forbrenning av fossile brensler i ikke-kvotepliktig industri, mot bruk av fossile brensler i fjernvarmeproduksjon og mot bruk av mineralolje og gass til byggvarme. Tidlig varsling om kommende forbud bidrar til forutsigbarhet og utslippseffekt før forbudet trer i kraft.

- **Virkemidler som påvirker investeringskostnaden**, for eksempel kjøpsavgifter på fossile løsninger eller investeringsstøtte for nullutslippsløsninger, kan i mange utslippssegmenter ha relativt større effekt enn virkemidler som påvirker driftskostnadene. Dette skyldes blant annet flere atferdsfaktorer; for eksempel at man vektlegger kostnad i dag mer enn besparelser i morgen (nåtidsskjevhet). Mange regner uansett ikke ut nåverdien av en investering, det gjelder både privatpersoner og bedrifter. Bedrifter bruker gjerne tommelfingerregler og har for eksempel krav om tilbakebetalingstid på to-tre år. For disse aktørene vil en økt avgift på investering i fossile alternativer "slå rett inn" i analysen, mens framtidige avgifter på for eksempel drivstoff hensyntas i for liten grad. Begrenset tilgang på investeringskapital kan også gjøre at investeringskostnaden blir viktigere enn framtidige driftsbesparelser.

- En **forpliktende opptrappingsplan for CO_2-avgiften,** for eksempel en opptrapping til 2000 kr/tonn i 2030, vil gi viktig drahjelp til en rekke tiltak. Dette vil også være et viktig styringssignal, både til private aktører og næringslivet. I forbindelse med Klimakur 2030 er det gjort flere ulike analyser som viser at dagens avgift må mangedobles dersom en avgift alene skal gi tilstrekkelig insentiv til at størstedelen av tiltakene som er utredet utløses. En del av utslippene er også vanskelige å avgiftsbelegge. Innfasing som skissert i analysene forutsetter dermed andre virkemidler enn avgift.

- **Kommuner og fylkeskommuner kan ta en sterkere pådriverrolle**. Mange kommuner har høye ambisjoner og jobber aktivt i sine ulike roller for å kutte klimagassutslipp. Kommuner er blant annet i førersetet med å utvikle styringsverktøy som klimabudsjett, som kan ha overføringsverdi til andre forvaltningsnivåer og virksomheter. Kommunene er avgjørende for en rekke ulike tiltak som nullvekstmålet, elektriske bybusser, utslippsfrie havner, ferger og hurtigbåter og for å redusere utslipp fra anleggsmaskiner.

- **Staten kan stille tydeligere krav til kommunene og gi dem et større handlingsrom**, blant annet ved å klargjøre og øke det juridiske handlingsrommet, spesielt innenfor plan- og bygningsloven, og vurdere å innføre klarere krav til rapportering og integrering av klimahensyn.

- **Arealplanlegging** er viktig for å legge til rette for at tiltak kan gjennomføres og få effekt, for eksempel ved å sette av areal til nødvendig infrastruktur for nullutslippsløsninger, og ikke minst ved å legge til rette for redusert transportbehov. Samhandling mellom ulike forvaltningsnivåer er avgjørende for å etablere robuste virkemiddelpakker, for eksempel gjennom god regional transportplanlegging i samhandling med staten.

- **Offentlige anskaffelser** kan bidra til store utslippsreduksjoner. Gjennom sine innkjøp kan stat, kommuner og fylkeskommuner bidra til å skape et marked og dermed berede grunnen for videre spredning av ny teknologi. Tydelige forventninger og verktøy for å sikre etterlevelse og implementering av miljøkravene i anskaffelsesregelverket er viktig.

- **Innsats rettet mot forbrukerne** kan gi betydelige utslippsreduksjoner knyttet til matsvinn og kostholdsendringer. Dette er spesielt viktig i et langsiktig perspektiv, men kommer man raskt i gang kan det gi betydelige reduksjoner også før 2030. Utslippsreduksjoner forutsetter også innsats i matbransjen, samt omlegging av jordbruksproduksjon i takt med forbruksendringene. Tiltakene forutsetter endring i vaner og atferd som kan være vanskelig å oppnå og god virkemiddeldesign er derfor avgjørende.

- Det er lagt til grunn at økt bruk av biodrivstoff i transportsektoren kun skjer med **avansert flytende biodrivstoff og biogass**. Avansert biodrivstoff er valgt for å redusere risikoen for ytterligere press på landarealene i verden.
- Dersom det stilles nasjonale krav til oppfyllelse av **bærekraftskriterier til all bioenergi,** vil dette sikre et minimumskrav til klimaeffekt av drivstoff og brensel også i bygg, industri og fjernvarme. Det vil også stimulere til bærekraftig produksjon, samt redusere risikoen for at ikke-bærekraftig biodrivstoff og biobrensler forskyves til sektorer hvor det ikke stilles krav.

Tabell S 2. Tiltakene som er utredet i Klimakur 2030.

		Utslippsreduksjonspotensial 2021-2030 (mill. tonn CO_2-ekv.)	Kostnadskategori (kr/tonn)
Veitransport			
T01	Nullvekstmål for personbiltransporten	0,76	500 - 1500 kr/tonn
T02	Overføring av gods fra vei til sjø og bane	0,48	> 1500 kr/tonn
T03	Forbedret logistikk for varebiltransport	0,42	< 500 kr/tonn
T04	Forbedret logistikk og økt effektivisering av lastebiler	1,19	< 500 kr/tonn
T05	100 % av nye personbiler er elektriske innen utgangen av 2025	2,54	500-1500 kr/tonn
T06	100 % av nye lette varebiler er elektriske innen utgangen av 2025	0,69	500-1500 kr/tonn
T07	100 % av nye tyngre varebiler er elektriske innen utgangen av 2030	0,28	< 500 kr/tonn
T08	50 % av nye lastebiler er el- eller hydrogenkjøretøy i 2030	1,13	500-1500 kr/tonn
T09	100 % av nye bybusser er elektriske innen utgangen av 2025	1,08	500-1500 kr/tonn
T10	75 % av nye langdistansebusser er el- eller hydrogenkjøretøy i 2030	0,17	500-1500 kr/tonn
T11	45 % av nysalg av motorsykkel (MC) og moped er elektriske i 2030	0,04	< 500 kr/tonn
T12	10 % av nye trekkvogner går på biogass i 2030	0,47	> 1500 kr/tonn
T13	Økt bruk av avansert flytende biodrivstoff i veitransport	2,55	> 1500 kr/tonn
Sum veitransport		**11,8**	
Sjøfart, fiske og havbruk			
S01	Teknisk-operasjonelle tiltak i sjøfart, fiske og havbruk (energieffektivisering)	0,13	Varierer
S02	Fartsreduksjon for fartøy	Ikke kvantifisert	Antatt < 500 kr/tonn
S03	Bruk av avansert biodrivstoff til skipsfart	1,19	> 1500 kr/tonn

		Utslippsreduksjonspotensial 2021-2030 (mill. tonn CO_2-ekv.)	Kostnadskategori (kr/tonn)
S04	Landstrøm	0,83	Lagt til 500-1500 kr/tonn
S05	Tiltak på godsskip	0,19	Ammoniakk > 1500 kr/tonn LNG 500-1500 kr/tonn Plug-in > 1500 kr/tonn
S06	Tiltak på offshorefartøy	1,02	Hydrogen > 1500 kr/tonn Plug-in >1500 kr/tonn
S07	Tiltak på fiskefartøy	0,18	Plug-in >1500 kr/tonn
S08	Tiltak på bulkskip	0,09	Ammoniakk > 1500 kr/tonn LNG 500-1500 kr/tonn Plug-in < 500 kr/tonn
S09	Tiltak innen havbruk	1,07 (1,97) *	Ammoniakk 500-1500 kr/tonn Plug-in > 1500 kr/tonn
S10	Tiltak på ferger	1,36	Hydrogen > 1500 kr/tonn Plug-in < 500 kr/tonn **
S11	Tiltak på hurtigbåter	0,52	Hydrogen > 1500 kr/tonn Plug-in 500-1500 kr/tonn **
S12	Tiltak på cruiseskip	0,00	Hydrogen > 1500 kr/tonn Plug-in >1500 kr/tonn
S13	Tiltak på andre spesialfartøy	0,05	Hydrogen > 1500 kr/tonn Plug-in > 1500 kr/tonn
Sum sjøfart, fiske og havbruk		**6,6 (7,5) ***	
Ikke-veigående maskiner og annen transport			
AT01	Forbedret logistikk og økt effektivisering av maskiner på bygge- og anleggsplasser	0,42	< 500 kr/tonn
AT02	70 % av nye ikke-veigående maskiner og kjøretøy er elektriske i 2030	1,75	> 1500 kr/tonn
AT03	Nullutslippsløsninger for jernbane	0,23	< 500 kr/tonn
AT04	Elektrifisering av fritidsbåter	0,03	> 1500 kr/tonn
AT05	Bruk av avansert flytende biodrivstoff i avgiftsfri diesel	1,89	> 1500 kr/tonn
S09	Tiltak innen havbruk	0,90 (1,97) *	> 1500 kr/tonn
O01	Utfasing av mineralolje og gass til byggvarme på byggeplasser	0,76 (0,89) *	< 500 kr/tonn
Sum annen transport		**6,0 (4,0) ***	
Jordbruk			
J01	Overgang fra rødt kjøtt til plantebasert kost og fisk	2,89	< 500 kr/tonn
J02	Redusert matsvinn	1,53	< 500 kr/tonn
J03	Husdyrgjødsel til biogass	0,25	> 1500 kr/tonn

		Utslippsreduksjonspotensial 2021-2030 (mill. tonn CO_2-ekv.)	Kostnadskategori (kr/tonn)
J04	Diverse gjødseltiltak	0,33	> 1500 kr/tonn
J05	Stans i nydyrking av myr	0,12	< 500 kr/tonn
Sum jordbruk		**5,1**	
Industri, ikke-kvotepliktig utslipp			
I01	Energieffektivisering i annen industri og bergverk	0,30	< 500 kr/tonn
I02	Konvertering til elkraft i annen industri og bergverk	0,61	500-1500 kr/tonn
I03	Konvertering til biobrensel i annen industri og bergverk	0,15	500-1500 kr/tonn
I04	Konvertering til fjernvarme i annen industri og bergverk	0,02	< 500 kr/tonn
I05	Konvertering til hydrogen i annen industri og bergverk	0,01	> 1500 kr/tonn
I06	Konvertering til fast biomasse i asfaltindustrien	0,52	< 500 kr/tonn
I07	Konvertering i metallurgisk industri	0,11	500-1500 kr/tonn
I08	Konvertering i kjemisk industri	0,08	500-1500 kr/tonn
I09	Økt andel trekull i silisiumkarbidindustrien	0,04	< 500 kr/tonn
I10	Reduserte lystgassutslipp fra kunstgjødselproduksjon	0,83	< 500 kr/tonn
Sum industri og bergverk		**2,7**	
Petroleum, ikke-kvotepliktige utslipp			
P01	Økt gjenvinning av metan og NMVOC ved råoljelasting offshore	0,28	500-1500 kr/tonn
P02	Reduksjon av utslipp av metan og NMVOC fra kaldventilering offshore	1,16	500-1500 kr/tonn (2/3 av potensialet er < 500 kr/tonn)
P03	Reduksjon av utslipp av metan og NMVOC fra petroleumsanlegg på land	0,23	> 1500 kr/tonn
Sum petroleum		**1,7**	
CCS-tiltak* **			
E01	CCS på Oslo Fortum Varme (avfallsforbrenningsanlegg i Oslo)	1,30	500-1500 kr/tonn
E02	CCS på BIR (avfallsforbrenningsanlegg i Bergen)	0,26	500-1500 kr/tonn
E03	CCS på avfallsforbrenningsanlegget på Heimdal (Trondheim)	0,26	500-1500 kr/tonn
Sum CCS		**1,8**	

		Utslippsreduksjonspotensial 2021-2030 (mill. tonn CO_2-ekv.)	Kostnadskategori (kr/tonn)
Andre tiltak (oppvarming, energiforsyning, HFK og avfall)			
E04	Erstatte bruk av olje og gass i fjernvarme med fornybar energi	0,02	> 1500 kr/tonn
O01	Utfasing av mineralolje og gass til byggvarme på byggeplasser	0,14 (0,89) *	< 500 kr/tonn
O02	Erstatte gassbruk til permanent oppvarming av bygg	0,95	> 1500 kr/tonn
O03	Forsert utskifting av vedovner	0,51	< 500 kr/tonn
E05	Erstatte kullkraft med fornybar energi i Longyearbyen	0,43	< 500 kr/tonn
F01	Økt innsamling og destruksjon av brukt HFK	0,65	< 500 kr/tonn
E06	Økt utsortering av brukte tekstiler til materialgjenvinning	0,20	< 500 kr/tonn
E07	Økt utsortering av plastavfall til materialgjenvinning	0,40	> 1500 kr/tonn
A01	Økt uttak av metan fra avfallsdeponi	0,76	< 500 kr/tonn
Sum andre tiltak		**4,1 (4,8) ***	
Diverse nulltiltak		**3,9**	
Samlet potensial for alle tiltak (2021-2030)		**43,6**	

** Utslippsreduksjonspotensialet fra tiltak S09 og O01 er fordelt på ulike sektorer. Total utslippsreduksjon fra tiltakene er angitt i parentes.*

*** Det er variasjon i kostnaden for ladeinfrastruktur for ferger og hurtigbåter. Kostnadskategorien vil kunne endre seg for de de stedene med størst kostnad for ny infrastruktur*

**** I tillegg vil tiltakene redusere utslipp av biogent CO_2 (fra forbrenning av biomasse) med om lag 2,2 millioner tonn i perioden 2021-2030.*

Sammendrag del B

Sektoren omfatter arealbrukskategoriene skog, dyrket mark, beite, vann og myr, bebyggelse, og annen utmark, og arealbruksendringer mellom disse. I tillegg omfattes karbonlagring i treprodukter. Framskrivinger av netto opptak av klimagasser i sektoren viser en nedadgående trend mot 2050. Dette skyldes en kombinasjon av økende andel gammel skog (skog som ikke lenger er i sin mest produktive fase), økt hogst på grunn av at mer hogstmodent volum blir tilgjengelig framover, og lavere investeringer i skogkultur de siste tiårene. Netto opptaket i sektoren forventes imidlertid fortsatt å være høyt, på 20,3 millioner tonn CO_2-ekvivalenter i 2030 og 19,9 millioner tonn CO_2-ekvivalenter i 2050.

I EUs klimarammeverk mot 2030 er sektoren skog og annen arealbruk en egen pilar med en egen forpliktelse om at utslippene fra sektoren ikke skal overstige opptaket (netto null utslipp). Gitt bokføringsregler i EUs klimarammeverk, kan Norge likevel forvente å måtte bokføre et netto utslipp av klimagasser på rundt på 1,2 millioner per år, eller akkumulert 12 millioner tonn CO_2-ekvivalenter for perioden 2021-2030, uten nye tiltak, mye på grunn av årlige utslipp fra avskoging[12]. Det er imidlertid store usikkerheter knyttet til disse beregningene.

Nye tiltak kan bidra til å ta opp mer eller slippe ut mindre CO_2, i forhold til referansenivåene i EUs bokføringsregler. Skulle Norge få et beregnet netto utslipp fra sektoren, kan dette dekkes inn gjennom kjøp av skog- og arealbrukskreditter fra EUs medlemsland eller gjennom utslippsreduksjoner under innsatsfordelingsforordningen (ikke-kvotepliktig sektor). Ved et beregnet netto opptak fra sektoren, kan en liten andel[13] benyttes for å oppfylle forpliktelsen for ikke-kvotepliktig sektor.

I Klimakur 2030 er etatene bedt om å utrede ulike tiltak og virkemidler for økning i opptak og reduksjon av utslipp av klimagasser i arealbrukssektoren. Del B gir en første vurdering av mulige tiltak i sektoren. Det vil imidlertid være behov for ytterligere utredninger for å blant annet kvantifisere tiltakenes reduksjonspotensial og tiltakskostnader.

Behov for fokus på karbonopptak i alle ledd i skogproduksjonen

Skog er arealkategorien som har de største årlige endringene i karbondynamikk, og der det er størst mulighet til å øke årlig opptak eller redusere årlig utslipp av klimagasser. Nitrogengjødsling av skog, økt plantetetthet og skogplanteforedling er tiltak som allerede er implementert, men det fulle potensialet er ikke enda utløst.

Skogen i boreale områder vokser sakte, de fleste skogforvaltningstiltakene vil derfor ha full effekt først på lang sikt, mot slutten av omløpstiden som er 60-120 år avhengig av bonitet. Det vil derfor være viktig å implementere tiltak raskest mulig for at skogen skal kunne fylle sine roller som karbonsluk og som biomasseressurs til langlevde produkter og til bioenergi som erstatning for fossile ressurser. Planting av skog på nye arealer og på arealer i gjengroing, foryngelse med riktige treslag og høy tetthet, samt ungskogpleie i etterkant peker seg ut som de tiltakene som har størst potensial til å øke opptaket av klimagasser i sektoren.

Noen av tiltakene som har effekt på lang sikt vil imidlertid kunne føre til utslipp i 2030, særlig tiltak der man tar ut biomasse for å optimalisere produksjonen på arealet, som planting på

[12] Med avskoging mener vi et permanent tap av skog i produksjon.

[13] Norges adgang til under visse betingelser å benytte utslippskreditter fra skog og annen arealbruk til oppfyllelse av målet under innsatsfordelingen er fastsatt til 1,6 millioner tonn over perioden 2021-2030, tilsvarende 0,16 millioner tonn i året.

gjengroingsarealer og tynning. Tiltak som fører til mer uttak av biomasse eller til mer kvalitetsvirke ved hogst, vil imidlertid bidra til utslippsreduksjoner i andre sektorer på kort sikt, dersom fossile råvarer erstattes med tre.

Nitrogengjødsling av skog og riktig hogsttidspunkt, særlig å unngå at foryngelseshogst gjøres for tidlig, er de skogforvaltningstiltakene som vil ha størst effekt på opptak av karbon fram mot 2030.

For å øke netto opptaket av klimagasser i skog er det viktig å ha fokus på karbonopptak i alle ledd i skogproduksjonen. Flere tiltak er avhengig av hverandre. Foryngelse med riktig treslag og en tetthet som utnytter arealets produksjonsevne er en forutsetning for å maksimere karbonopptak. Ved ungskogpleie og tynning opprettholdes karbonopptaket i trærne med best forutsetning for bruk i langlevde treprodukter.

Et endret klima vil gi lengre vekstsesong på grunn av høyere temperaturer. Man kan imidlertid også forvente økt frekvens av naturlige forstyrrelser som vindfall, insektskader og skogbrann som kan bidra til utslipp av klimagasser. Høy beredskap kan begrense utslipp fra slike hendelser. Tiltak som ungskogpleie og tynning kan også bidra til å gjøre skogen mer robust overfor naturlige forstyrrelser.

Kostnader knyttet til skogtiltak

Det har ikke blitt gjennomført fullstendige tiltaksanalyser som del av Klimakur 2030, men bare en første vurdering av mulige klimatiltak i skog. De fleste tiltakene som omtales i denne rapporten er tiltak som allerede gjennomføres i skogen i dag ut ifra et næringsperspektiv, men der det kan gjøres endringer enten i metode eller omfang for å optimalisere mulighetene for opptak av klimagasser. Det vil si at vi har erfaringer med kostnader og inntekter knyttet til tiltakene. Generelt har skogtiltak en merkostnad for skogeier, med en forventing om merinntekt først langt fram i tid, ofte til neste generasjon(er). Den bedriftsøkonomiske lønnsomheten av tiltakene vil avhenge av bonitet og skogeiers avkastningskrav.

Foreløpige beregninger av tiltakskostnad for noen tiltak, og erfaringer med kostnader i skogbruket, indikerer at tiltakene er i den laveste kostnadskategorien under 500 kr/tonn CO_2-ekvivalenter, flere trolig i den nedre del av intervallet.

Tiltakene kan ha negative effekter for naturmangfold og andre miljøverdier

De fleste av de skisserte skogtiltakene innebærer mer intensive produksjonsformer og har potensial for å påvirke både naturmangfold og andre miljøverdier. Om det oppstår konflikt mellom klima- og naturmangfoldhensyn, og i tilfelle hvor stor konflikten er, avhenger både av tiltaket i seg selv, lokalitet, skalering og hvordan tiltaket blir gjennomført.

Tiltak på arealer som allerede brukes til aktiv skogproduksjon vil trolig ha mer akseptabel effekt for naturmangfold og andre miljøverdier enn tiltak som tar i bruk arealer der det i dag er mer ekstensiv drift. Særlig for tiltak på slike arealer kan det være behov for miljøkriterier.

Tiltakene er i stor grad omfattet av skogbrukets virkemidler og styringssystemer

Siden mange av tiltakene allerede gjennomføres i dag, er de omfattet av dagens juridiske og økonomiske virkemidler for skogbruket. Det vil si at vi har systemer for å utvide og innføre nye tiltak innenfor dagens virkemiddelapparat. Noen tiltak kan implementeres direkte, mens for andre kan det være behov for justeringer i de juridiske og økonomiske virkemidler, eller utvikling av kriterier for hvor og hvordan tiltakene bør gjennomføres som vilkår for utbetaling av støtte.

De eksisterende ordningene for resultatkartlegging og forvaltningskontroll i skogbruket kan brukes for å følge opp gjennomføringen også av nye tiltak. For enkelte tiltak kan det være aktuelt å utvide eller gjøre endringer i de eksisterende systemene for å øke kontrollen og dermed sikre at tiltaket er

gjennomført etter hensikten og at det gir akseptable effekter for naturmangfold og andre miljøverdier.

Administrative kostnader knyttet til virkemidlene vil avhenge av behov for kriterier og ønske om kontroll.

Fokusere på tiltak som kan realiseres raskt

For å få til rask gjennomføring av nye tiltak, kan det være hensiktsmessig å fokusere på de tiltakene som har positiv klima- og næringseffekt, samtidig som de gir akseptable effekter for naturmangfold og andre miljøverdier.

Eksempler på slike tiltak er skogplanteforedling, foryngelse med riktige treslag som tar hensyn til både naturmangfold og ønske om økt karbonopptak, høy tetthet ved foryngelse, ungskogpleie og riktig hogsttidspunkt. I tillegg vil nitrogengjødsling av skog og planting av skog på nye arealer gi akseptable effekter for naturmangfold og andre miljøverdier dersom de gjennomføres i tråd med anbefalte miljøkriterier.

Tiltak i jordbrukssektoren vil også kunne ha effekter i sektoren for skog og annen arealbruk

Flere tiltak for å redusere utslipp fra jordbrukssektoren vil også redusere utslippene i arealbrukssektoren, siden de påvirker karbondynamikken i jord. Eksempler på dette er forbud mot nydyrking av myr, fangvekster og biokull. Samlet er det beregnet at disse tiltakene vil kunne gi et gjennomsnittlig årlig redusert netto utslipp fra jord på om lag 0,16 millioner tonn CO_2-ekvivalenter, eller akkumulert 1,6 millioner tonn CO_2-ekvivalenter i perioden 2021-2030.[14] I tillegg vil gjennomsnittlig 0,14 millioner tonn CO_2-ekvivalenter kunne bokføres i jordbrukssektoren. Den faktiske utslippsreduksjonen vil imidlertid avhenge av blant annet hvordan virkemidlene utformes og når tiltakene igangsettes. Dersom det innføres dispensasjonsmuligheter i forbindelse med et forbud mot nydyrking av myr, vil reduksjonspotensialet reduseres.

Store årlige utslipp fra arealbruksendringer

Årlig rapporteres det store utslipp fra arealbruksendringer, det vil si permanente omdisponeringer fra en arealbruk til en annen. Arealbruksendringen som medfører størst utslipp er avskoging, med et årlig utslipp på vel 2 millioner tonn CO_2-ekvivalenter. Endringer i Plan- og bygningsloven med tilhørende forskrifter og statlige planretningslinjer, virkemidlene som styrer arealbruken innenfor landbruket og veiledninger tilknyttet konsesjonsbehandling etter energiloven, kan gi tydeligere signaler til beslutningstakere om hvordan karbonrike arealer som skog og myr bør hensyntas i ulike prosesser. Dette kan bidra til en reduksjon i omfanget av omdisponeringer og dermed i utslippet av klimagasser. Det kan også påvirke hvilke arealer som blir omdisponert, og dermed føre til at utslippet relatert til omdisponeringer blir redusert.

Tiltak for å begrense nedbygging av arealer vil ofte være til fordel for klima, landbruk og miljø. Det vil være særlig viktig å rette fokuset mot å redusere omfanget av arealbruksendringer, særlig avskoging, for å kunne oppfylle forpliktelsen om netto null utslipp fra sektoren skog og annen arealbruk i 2030. For å ivareta framtidige muligheter for fortsatt opptak, er det viktig å unngå nedbygging av produktive arealer generelt.

[14] Bare rundt 0,4 millioner tonn vil kunne bokføres med dagens metode. Se kapittel 7.5.1 *Valg av tiltak*, i del A av rapporten.

Klimakur 2030

Den 2. mai 2019 ga departementene Klima- og miljødepartementet, Finansdepartementet, Samferdselsdepartementet, Landbruks- og matdepartementet, Nærings- og fiskeridepartementet og Olje- og energidepartementet et felles oppdrag til en faggruppe bestående av Miljødirektoratet, Statistisk sentralbyrå, Enova, Vegdirektoratet, Kystverket, Landbruksdirektoratet og Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE). Faggruppen skulle utrede mulige tiltak og virkemidler for å redusere utslipp i Norge med tanke på å nå norske klimamål i 2030.

Mandatet til faggruppen er tredelt (se Faktaboks A 1), hvor to av tre deler dekkes i denne rapporten. Del A inneholder utredningen av ulike tiltak og virkemidler som kan utløse minst 50 prosent reduksjon i ikke-kvotepliktig sektor i 2030 sammenlignet med 2005, og del B dekker tiltak og virkemidler for økning i opptak og reduksjon av klimagassutslipp i skog- og arealbrukssektoren (LULUCF). SSB har fått et særskilt mandat om å gjennomføre en makroøkonomisk analyse av utslippsreduksjonene. Dette vil være en separat leveranse med senere frist.

Mandat Klimakur 2030

Arbeidet med denne rapporten har vært koordinert av Miljødirektoratet. Andre berørte etater, som Oljedirektoratet, Jernbanedirektoratet, Helsedirektoratet, Sjøfartsdirektoratet, Fiskeridirektoratet, Gassnova og Digitaliseringsdirektoratet (tidligere Difi) er blitt involvert der det har vært relevant. Vi har også fått innspill fra Norges Bondelag, Norsk Bonde- og småbrukarlag, kommunesektorens interesse- og arbeidsgiverorganisasjon KS, og VOC Industrisamarbeidet (VOCIC). Analysene og vurderingene i rapporten er også basert på en rekke utredninger av andre aktører. En rekke andre aktører har vært involvert i spesifikke kapitler, og er nevnt der.

Det opprettes en faggruppe som skal gjennomføre en utredning av mulige tiltak og virkemidler for å oppfylle klimamål i 2030, men ikke gi anbefalinger. Det skal utredes ulike tiltak og virkemidler som kan utløse minst 50 prosent reduksjon i ikke-kvotepliktige utslipp i 2030 sammenlignet med 2005. Det skal i tillegg utredes ulike tiltak og virkemidler for økning i opptak og reduksjon av klimagassutslipp i skog- og arealbrukssektoren (LULUCF).

Faggruppen koordineres av Miljødirektoratet og består ellers av Statistisk sentralbyrå, Enova, Vegdirektoratet, Kystverket, Landbruksdirektoratet og NVE. Andre berørte etater involveres på sine områder. Arbeidet koordineres med andre relevante pågående prosesser.

Arbeidet skal omhandle ikke-kvotepliktige utslipp innenfor innsatsfordelingsforordningen (ESR) og opptak og utslipp i LULUCF-sektoren.

Analysen skal ta utgangspunkt i utslipp i Norge, slik dette er definert i det norske utslippsregnskapet.

Utslippsreduksjoner og opptak beregnes i tråd med gjeldende metodikk fra FN og for felles oppfyllelse med EU. 50 prosent reduksjon beregnes på samme vis som det utslippsbudsjettet Norge vil få for ikke-kvotepliktige utslipp ved felles oppfyllelse med EU.

Eksisterende tiltaksanalyser lagt til grunn i klimalovrapporteringen (Prop. 1 S 2018-2019) skal kvalitetssikres, oppdateres og utvides slik at de totale utslippsreduksjonene summerer seg til minst 50 prosent. Det skal vurderes ytterligere tiltak i alle sektorer.

Det skal også gjøres en oppdatering og vurdering av ytterligere tiltak i skog- og arealbrukssektoren. Det omfatter også binding av karbon i jordbruksarealer og tiltak for reduserte utslipp fra nedbygging av myr.

Tiltaksanalysene bør gjennomføres med enhetlig metodikk på tvers av sektorene. Arbeidet tar utgangspunkt i Miljødirektoratets metodenotat.

Faggruppen skal beregne utslippsreduksjonspotensial og samfunnsøkonomisk tiltakskostnad (i kr/tonn CO_2-ekv.) for ulike klimatiltak. Så langt som mulig bør kostnadene oppgis per år. Så langt det er mulig beregnes også privatøkonomiske kostnader for de ulike tiltakene som grunnlag for virkemiddelvurderinger.

Det skal gjennomføres en barrieranalyse – både tiltaks- og sektorspesifikke barrierer og mer overordnede/generelle barrierer. Med barrierer menes her faktorer som gjør det vanskeligere å oppnå potensialet for utslippsreduksjoner – i tråd med klimapanelets definisjon ("*A barrier is any obstacle to reaching a potential that can be overcome by a policy, programme, or measure*". (IPCC (2001) *Third Assessment Report, Report of Working Group III, kapittel 5)*.

Faggruppen skal ikke vurdere konkrete skatte- og avgiftsutforminger, men generelt se på hvordan nivået på skatter og avgifter kan fungere som virkemiddel. I tillegg til en generell vurdering av skatter og avgifter skal det vurderes konkret hvilke andre virkemidler som alene eller i kombinasjon kan utløse tiltakene, herunder regulering, støtte, offentlig anskaffelser og informasjon. Det skal også vurderes i hvilken grad eksisterende virkemidler kan forsterkes eller videreutvikles, eller om det kreves nye virkemidler for å utløse tiltakene.

Konsekvenser og kostnader for ulike aktører og næringer, kostnader for staten, ikke-prissatte konsekvenser, fordelingsvirkninger, ressurstilgang og/eller –begrensninger, virkninger på globale utslipp og eventuelt andre konsekvenser av tiltak og virkemidler skal belyses så langt det lar seg gjøre innenfor tidsrammen. Det bør også gjøres rede for om virkemidlet er i tråd med prinsippet om at forurenser betaler og om det bidrar til målet om at Norge skal bli et lavutslippssamfunn i 2050.

Anslag for både virkning på utslipp og kostnader ved tiltakene kan være beheftet med betydelig usikkerhet. Usikkerheten i anslagene kommuniseres tydelig og kan med fordel illustreres grafisk. Flere tiltak, særlig i transportsektoren, innebærer å ta i bruk teknologi som utvikles utenlands.

Antakelser knyttet til utvikling i teknologisk modenhet og kostnader, samt følsomheten ved disse antakelsene, bør synliggjøres.

For langsiktige tiltak innen LULUCF-sektoren må effekter vurderes i en klimarelevant tidshorisont utover 2030. Tiltak i LULUCF-sektoren må sees i sammenheng med andre sektorers behov for biomasse for å oppnå sine klimamål.

Frist: Rapporten leveres innen 15. desember. Faggruppen holder løpende kontakt med oppdragsgiver.

Særskilt mandat til Statistisk sentralbyrå
Statistisk sentralbyrå inngår i faggruppen som skal utrede 50 prosent utslippsreduksjon i ikke-kvotepliktig sektor i 2030 sammenlignet med 2005. Som en særskilt utredning bes Statistisk sentralbyrå om å analysere de samlede kostnadene ved slike utslippskutt. Oppdraget innebærer å gjennomføre en makroøkonomisk analyse av utslippsreduksjoner i et slikt omfang. I den sammenheng skal Statistisk sentralbyrå gjøre en vurdering om og i tilfelle hvordan tiltaksanalysene og tilhørende kostnadstall kan nyttiggjøres i den makroøkonomiske analysen.

Frist: Rapporten leveres innen 15. desember 2019

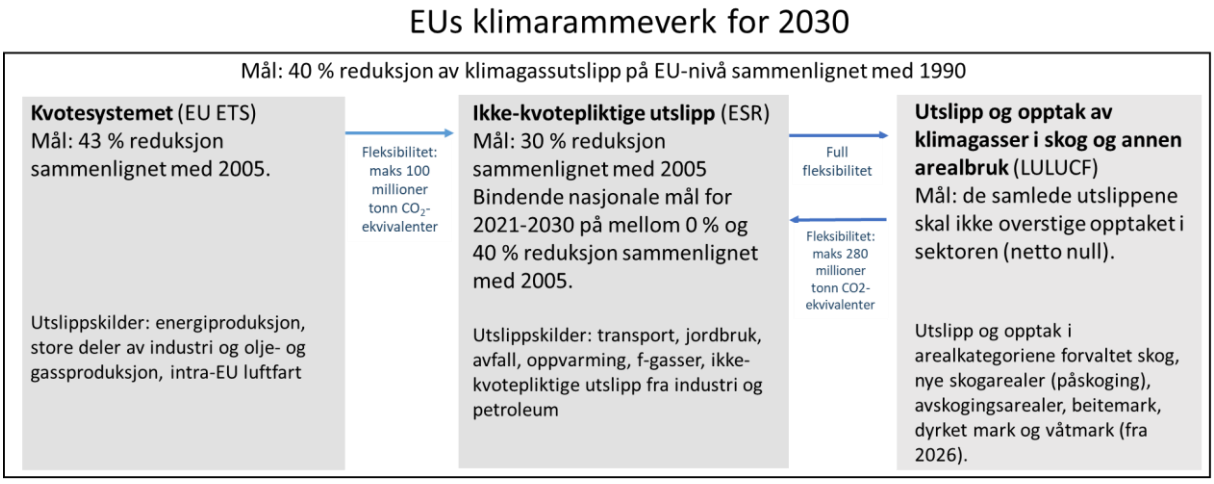
Faktaboks A 1. Mandat Klimakur 2030.

Faggruppen fikk Klimakur 2030-oppdraget i mai 2019, og har hatt om lag et halvt år til å utrede mulige tiltak, barrierer og virkemidler for ikke-kvotepliktig utslipp. Det betyr at det ikke har vært tid til en fullstendig gjennomgang av alle konsekvenser og aspekter ved tiltakene og virkemidlene. Eventuelle virkemidler bør derfor utredes i tråd med utredningsinstruksen.

Norge blir en del av EUs klimarammeverk fra 2021

Norge skal oppfylle klimamålet for 2030 i samarbeid med EU, og vi blir en del av EUs klimarammeverk i perioden 2021-2030. Klimarammeverket består av tre pilarer: EUs kvotesystem på bedriftsnivå (EU ETS), innsatsfordelingen for ikke-kvotepliktige utslipp (ESR), og utslipp og opptak av klimagasser i skog og annen arealbruk (LULUCF). Det er egne utslippsmål og regelverk for hver av pilarene.

Figur A 1 viser de tre pilarene. Figuren viser også at det er en viss fleksibilitet mellom pilarene, og at det er koblinger mellom pilaren for innsatsfordelingen og pilaren for skog og annen arealbruk (LULUCF). Samarbeidet med EU åpner i tillegg for samarbeid mellom land om utslippsreduksjoner. Mandatet for Klimakur 2030 omfatter ikke en analyse av slike muligheter. Vårt oppdrag har vært å synliggjøre hva som skal til for å redusere ikke-kvotepliktige utslipp under innsatsfordelingsforordningen med 50 prosent ved hjelp av nasjonale utslippsreduksjoner, og å vurdere ulike tiltak og virkemidler for økning i opptak og reduksjon av klimagassutslipp i skog- og arealbrukssektoren (LULUCF).



Figur A 1. EUs klimarammeverk og fleksible mekanismer. Kilde: Klima- og miljødepartementet.

Lavutslippssamfunnet

En omstilling til lavutslippssamfunnet i tråd med FNs bærekraftmål er krevende. Vi ser en voksende erkjennelse av at oppfyllelse av klimamålene bare er ett av elementene i en nødvendig samfunnsomstilling. Etter at IPBES ("Naturpanelet") i 2019 la fram sin rapport om klodens økologiske tilstand, har behovet for å se klima i sammenheng med andre bærekraftsmål blitt enda tydeligere. Langsiktige klimaløsninger må finnes innen rammen av en bærekraftig forvaltning av naturressursgrunnlaget. Dagens kurs, med stort press på ressursgrunnlaget, må justeres. Nullutslippsteknologi er i seg selv ikke noen garanti for ressursmessig bærekraft.

Tiltakene for å realisere et bærekraftig lavutslippssamfunn må derfor spenne bredt. Innovasjon innen teknologiske lavutslippsløsninger er sentralt i denne omstillingen. Effektiv energi- og ressursbruk, kombinert med dekarbonisering av industriprosesser, transport og energisystem, er sentralt. Teknologiske løsninger alene er ikke tilstrekkelig, det er også behov for nye måter å bygge samfunnet som helhet, nye holdninger og endret atferd. Strukturell og sosial innovasjon er derfor nødvendig.

Omstilling til sirkulær økonomi er vesentlig på veien til lavutslippssamfunnet. Når produkter og materialer utnyttes lengst mulig ved smartere produksjon og design, og ressurser fra avfall brukes om igjen til å lage nye produkter, vil presset på både arealer og ressurser reduseres betydelig.

Omstillingen til et bærekraftig lavutslippssamfunn innebærer krevende nye løsninger på alle områder. Mandatet for Klimakur 2030 har vært smalere, med hovedvekt på å utrede enkelttiltak som kan redusere ikke-kvotepliktige utslipp i Norge i perioden 2021-2030, og tiltak for økning i opptak og reduksjon av klimagassutslipp i skog- og arealbrukssektoren. 2050-perspektivet og sirkulær økonomi er ikke helhetlig vurdert, men 2050-perspektivet er omtalt der det er særlig relevant, og tiltak på veien til sirkulær økonomi er berørt i forbindelse med redusert matsvinn og avfallshåndtering. Erkjennelsen av at det er global knapphet på landarealer er hensyntatt i analysen, se nærmere beskrivelse i kapittel 3 i del A.

Del A – 50 prosent reduksjon i ikke-kvotepliktig sektor

Innhold – Del A

1 Rapportstruktur for del A 9

2 50 prosent reduksjon i ikke-kvotepliktige utslipp 11

2.1 Hva innebærer en 50 prosent reduksjon? 11
2.2 Tiltak og utslippsreduksjonspotensial 13
2.3 Realisering av utslippsreduksjoner innebærer kostnader 23

3 Tilnærming til analysene 25

3.1 Innledning 25
3.2 Utslippsreduksjoner og kostnader vurderes relativt til referansebanen 26
3.3 Landarealer og bruk av biomasse i klimatiltak 28
3.4 Tiltaksanalyser 32
3.5 Barriereanalyse – grunnlag for å vurdere mulige virkemidler 35
3.6 Virkemiddelvurderinger 40

4 Veitransport 51

4.1 Oppsummering 51
4.2 Sammenstilling av tiltakene som er utredet 55
4.3 Referansebanen 55
4.4 Aktivitetstiltak 57
4.5 Elektrifisering av veitransport 64
4.6 Biodrivstoff inklusive biogass 90

5 Sjøfart, fiske og havbruk 95

5.1 Oppsummering 95
5.2 Innledning 99
5.3 Norges maritime næring 101
5.4 Den norske innenriksflåten 105
5.5 Fiskerinæringen 108
5.6 Alternative drivstoff 109
5.7 Referansebanen 117
5.8 Utslippsreduksjonspotensialet 121
5.9 Barrierer og virkemidler 126
5.10 Konsekvenser for berørte aktører 140
5.11 Usikkerhet og sensitivitet 141

6 Ikke-veigående maskiner og annen transport 145

6.2 Referansebane og overlapp med andre sektorer 148
6.3 Ikke-veigående maskiner og kjøretøy 149
6.4 Jernbane 161

6.5 Fritidsbåter 162
6.6 Bruk av flytende biodrivstoff i anleggsdiesel 163
6.7 Potensial for utslippsreduksjon fra snøscootere og bensindrevne motorredskaper 163
6.8 Luftfart 165
7 Jordbruk 167
7.1 Oppsummering 168
7.2 Innledning 171
7.3 Bakgrunn 171
7.4 Dagens utslipp og forventet utslippsutvikling 177
7.5 Tilnærming til analysen 180
7.6 Utslippsreduksjonspotensial av utredete tiltak 182
7.7 2050-perspektiv 230
7.8 Kunnskapsbehov 232
7.9 Dagens virkemidler og andre nasjonale mål 233
8 Industri 247
8.1 Oppsummering 247
8.2 Utslipp fra industri – bransje for bransje 249
8.3 Forventede utslipp fram mot 2030 255
8.4 Utslippsreduserende tiltak 256
8.5 Barrierer og virkemidler 259
9 Petroleum 269
9.1 Oppsummering 269
9.2 Sektorbeskrivelse 271
9.3 Referansebanen 272
9.4 Tiltak og utslippsreduksjonspotensial 274
9.5 Dagens virkemidler, barrierer og mulige nye virkemidler 276
10 Andre tiltak 281
10.1 Oppsummering 281
10.2 Oppvarming i bygg, fjernvarme og midlertidig byggvarme 283
10.3 Energiforsyning på Svalbard 290
10.4 Fluorholdige klimagasser i produkter 290
10.5 Avfall og avfallsforbrenning 294
11 Karbonfangst og -lagring 301
11.1 Oppsummering 301
11.2 Karbonfangst og -lagring på avfallsforbrenning 303
11.3 Flere prosjekter kan være aktuelle for bio-CCS 303
11.4 Barrierer 304
11.5 Eksisterende og mulige nye virkemidler 306

12 Kommunenes rolle 311
12.1 Oppsummering 311
12.2 Prosess – hvem har gitt innspill til kapittelet? 311
12.3 Innledning – Kommunenes rolle i å kutte klimagassutslipp 312
12.4 Potensial – hvilke tiltak kan kommunene påvirke i Klimakur 2030? 316
12.5 Barrierer kommunene møter i klimaarbeidet 317
12.6 Mulige nye og styrkede virkemidler 319
12.7 Liste over virkemidler 327
13 Ladeinfrastruktur og nett 341
13.1 Oppsummering 341
13.2 Innledning 343
13.3 Ladeinfrastruktur for elektrisk transport 344
13.4 Elektrifisering og strømnett 349
13.5 Konsekvenser for strømnett og ladeinfrastruktur av tiltakene i Klimakur 2030 353
13.6 Nødvendige investeringer i strømnettet 366
13.7 Barrierer og virkemidler 368
14 Energietterspørsel og mer om bioenergi 377
14.1 Forbruk av strøm og bioenergi 377
14.2 Tilgjengelighet og pris på flytende biodrivstoff 383
14.3 Tilgjengelighet og pris på biogass 387
14.4 Tilgjengelighet av og pris på trepellets og annet biobrensel 390
14.5 Klimaeffekt av biodrivstoff og biobrensler 391
14.6 Avanserte råstoff – A- og B-råstoff 393
15 Usikkerhetsvurderinger 397
15.1 Usikkerhet om framtidige utslipp uten nye tiltak (framskrivingene) 398
15.2 Usikkerhet i tiltaksvurderingene 403
15.3 Usikkerheter oppsummert 404
16 Hva kan virke på tvers av sektorer 407
16.1 Støtteordninger gjennom Enova er tverrsektorielle virkemidler 407
16.2 Økte avgifter kan gi et viktig bidrag 408
16.3 Krav i offentlige anskaffelser kan bidra til å utløse en lang rekke tiltak 410
16.4 Tilgjengelig ladeinfrastruktur er avgjørende for elektrifiseringstiltak 410
16.5 Kommuner har en viktig rolle på tvers av sektorer 410
16.6 Omsetningskrav for biodrivstoff er et relativt dyrt, men styringseffektivt virkemiddel 410
16.7 Informasjon må gis på riktig måte 411
16.8 Støtte til forskning er viktig med tanke på framtidens løsninger 411
16.9 Oppsummering av virkemidler som er vurdert 412

1 Rapportstruktur for del A

Del A tar for seg hvordan en kan utløse minst 50 prosent reduksjon i ikke-kvotepliktige sektor i 2030 sammenlignet med 2005. I tråd med mandatet har vi sett på eksisterende og nye tiltak i alle sektorer, vurdert barrierer og diskutert mulige virkemidler.

Tiltaksutredninger er grunnstammen i analysene gjort i Klimakur 2030. Vi har utredet 60 ulike tiltak som kan redusere ikke-kvotepliktige utslipp. Tiltakene er omtalt i sektorkapitlene og i egne **tiltaksark**.

Tiltaksmuligheter, reduksjonspotensial og -kostnader vil endre seg over tid. Denne rapporten gir et bilde av status per i dag. For alle de 60 tiltakene er det gjort en vurdering av barrierer og mulige virkemidler. Virkemiddelvurderingene er gjort på et relativt overordnet nivå. Det er derfor behov for videre analyser for å vurdere effekt og innretning av mulige virkemidler.

Hovedfunnene i tiltaksutredningene oppsummeres i sektorkapitler. I tillegg belyses utvalgte tverrgående eller viktige temaer i egne kapitler.

I **kapittel 2** gir vi en oversikt over alle tiltakene som er utredet og det samlede utslippsreduksjonspotensialet som er identifisert. Formålet med dette kapittelet er å gi leserne et bilde av helheten før man går nærmere inn i omtale av metode og de detaljerte sektorkapitlene.

I **kapittel 3** redegjør vi for den metodiske tilnærmingen som er brukt i arbeidet og i **kapitlene 4-11** går vi nærmere inn på vurderingene som er gjort i de ulike sektorene.

Kommunene er gjennom sine ulike roller en viktig aktør i omstillingen som er nødvendig og i **kapittel 12** går vi nærmere inn på kommunenes rolle. **Kapittel 13** handler om ladeinfrastruktur og nett. I **kapittel 14** analyseres energietterspørselen (både elektrisitet og bioenergi) tiltakene kan medføre og vi går dypere inn i problemstillinger knyttet til biodrivstoff.

Kapittel 15 i del A av denne rapporten bygger videre på analysen i kapittel 2, og gir vurderinger av ulike typer usikkerhet. I **kapittel 16** oppsummeres vurderinger på tvers av de ulike sektorene.

Alle tiltaksarkene for de 60 tiltakene er samlet i vedlegg I. I vedlegg II ligger metodeveilederen som er brukt som underlag for arbeidet med Klimakur 2030, og en oversikt over forutsetningene beregningene bygger på. I vedlegg III ligger Teknisk notat for elektrifisering av veitransport, med en grundigere analyse av markedsutvikling, tiltakskostnader og privatøkonomiske kostnader.

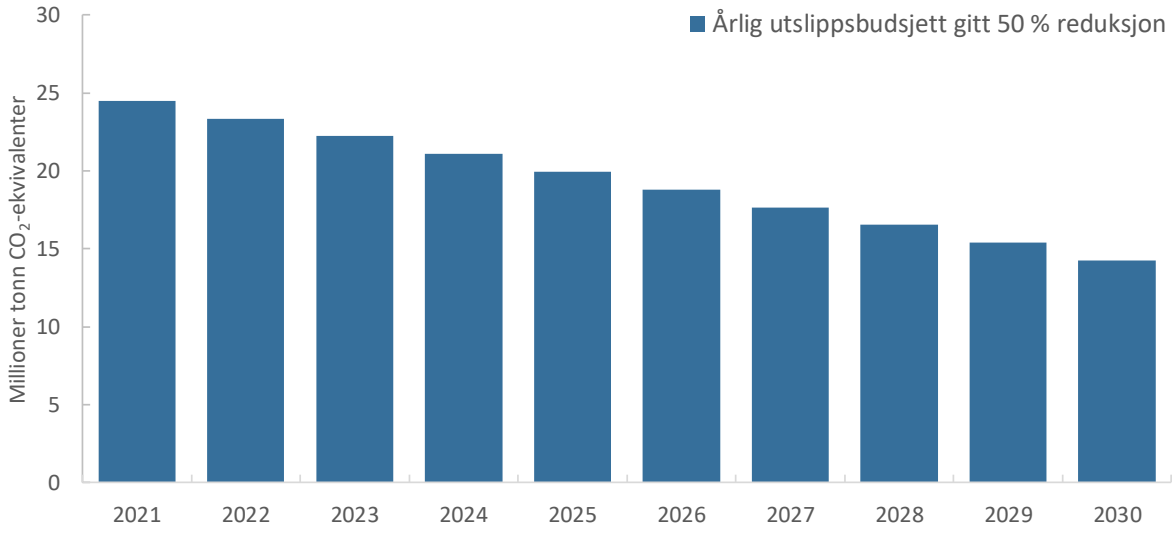
2 50 prosent reduksjon i ikke-kvotepliktige utslipp

Avtalen med EU innebærer at Norge får årlige utslippsbudsjetter for perioden 2021-2030. Dette kapittelet beskriver først hvilket budsjett som følger av å skulle oppnå 50 prosent reduksjon i ikke-kvotepliktige utslipp i 2030 sammenlignet med 2005, i tråd med EUs metodikk for utslippsbudsjett. Deretter oppsummeres utslippsreduksjonspotensialet for alle tiltakene som er utredet i Klimakur 2030. Formålet med kapittelet er å gi leserne et bilde av helheten før vi beskriver metodisk tilnærming til tiltaksanalysene i neste kapittel, som ramme for de påfølgende sektorkapitlene.

2.1 Hva innebærer en 50 prosent reduksjon?

Mandatet vårt sier følgende: "*Analysen skal ta utgangspunkt i utslipp i Norge, slik dette er definert i det norske utslippsregnskapet. Utslippsreduksjoner og opptak beregnes i tråd med gjeldende metodikk fra FN og for felles oppfyllelse med EU. 50 prosent reduksjon beregnes på samme vis som det utslippsbudsjettet Norge vil få for ikke-kvotepliktige utslipp ved felles oppfyllelse med EU.*"

Felles oppfyllelse med EU innebærer ikke bare måltall for utslippskutt i 2030, men også et regelverk for fastsettelse av nasjonale årlige utslippsbudsjett for perioden 2021-2030 for ikke-kvotepliktige utslipp.[15] Figur A 2 viser hva Norges utslippsbudsjett vil være, gitt at utslippene skal reduseres med 50 prosent i 2030 sammenlignet med 2005. Budsjettet er beregnet med utgangspunkt i utslippsregnskapet som ble publisert i november 2019.



Figur A 2. Utslippsbudsjett gitt et mål om 50 prosent reduksjon.

For hvert år i perioden 2021-2030 vil alle landene innenfor systemet få tildelt et antall utslippsenheter (kalt *Annual Emission Allocations)* tilsvarende utslippsbudsjettet sitt. Det er adgang til å spare utslippsenheter innad i perioden 2021-2030 og ved oppgjøret for et gitt år i perioden har landene også en begrenset adgang til å låne utslippsenheter fra kommende år.[16]

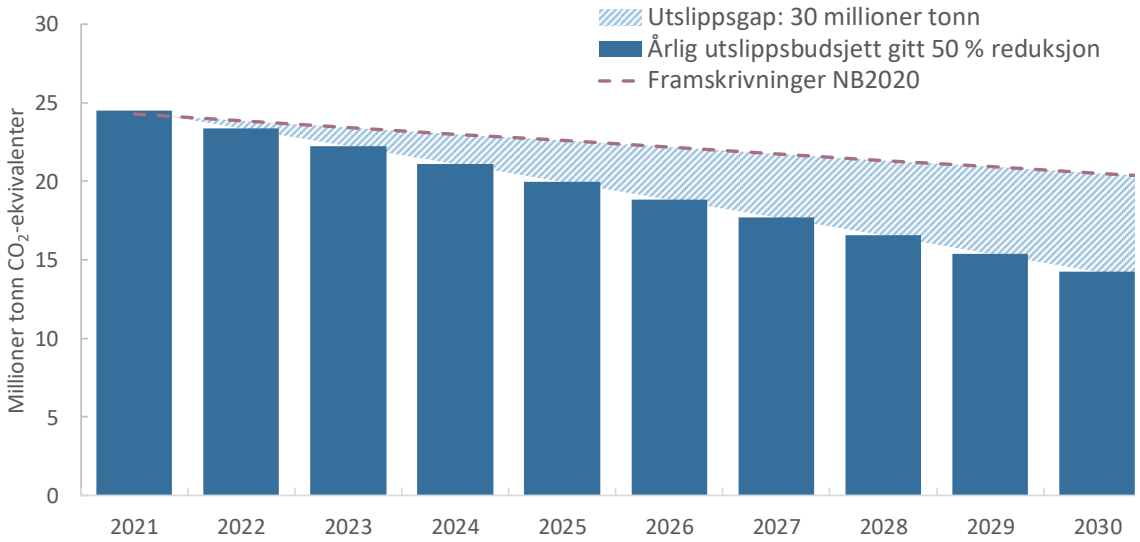
En reduksjon på 50 prosent gir et samlet utslippsbudsjett for Norge på om lag 194 millioner tonn CO_2-ekvivalenter for perioden 2021-2030.

[15] European Commission. Effort sharing 2021-2030: targets and flexibilities.
[16] EØS-notat (2019). Innsatsfordelingsforordningen. 01.10.19.

Med utslippsbudsjettmetoden til EU er det ikke bare utslippsnivået i 2030 som teller, men alle årene i perioden 2021-2030. For alle tiltakene som er utredet er derfor utslippsreduksjonspotensialet oppgitt som det samlede potensialet for perioden 2021-2030.

For å vurdere hvordan vi ligger an i forhold til et slikt utslippsbudsjett må man se på hvilke utslipp som forventes i perioden 2021-2030. Vi har benyttet utslippsframskrivingen som ble lagt fram i forbindelse med Nasjonalbudsjettet for 2020 (NB2020)[17]. Framskrivingene bygger på prognoser for blant annet utvikling i næringsliv, befolkning og økonomi, samt en videreføring av dagens vedtatte klimavirkemidler.

Utslippsframskrivingen gir en *indikasjon* på hvor stort gapet er mellom framtidige utslipp og et gitt utslippsbudsjett. Figur A 3 under illustrerer dette gapet. Figuren viser utslippsbudsjettet gitt en reduksjon på 50 prosent og utslippsframskrivingene lagt fram i NB2020. Gapet er avstanden mellom utslippsbudsjettet og utslippsframskrivingen.



Figur A 3. Utslippsbudsjettet om utslippsmålet var 50 prosent og med utslippsframskrivingene utarbeidet i forbindelse med NB2020.

Summen av framskrevne utslipp i årene 2021 til 2030 er om lag 224 millioner tonn CO_2-ekvivalenter. Et utslippsbudsjett for perioden på 194 millioner tonn innebærer dermed et utslippsgap på rundt 30 millioner tonn CO_2-ekvivalenter for perioden 2021-2030.

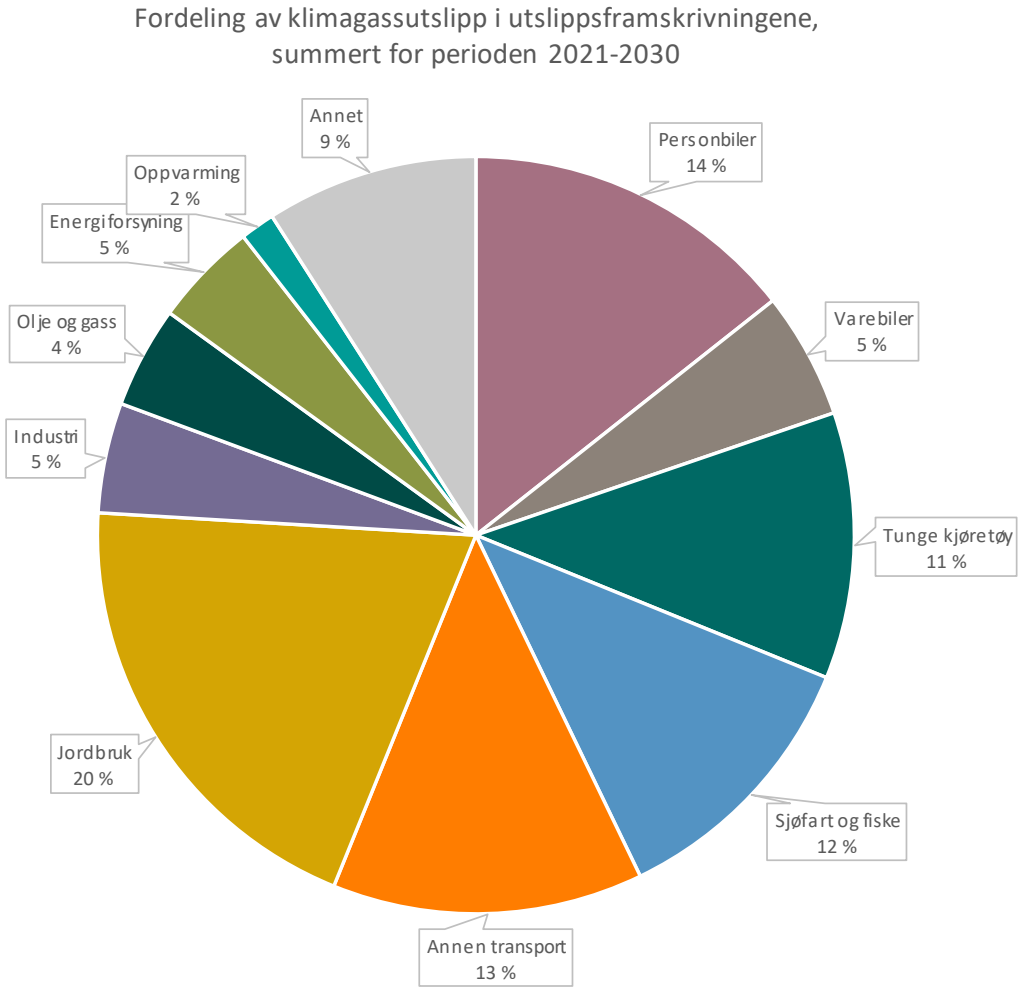
Samarbeidet med EU åpner for at deler av utslippsforpliktelsen kan oppfylles med fleksible mekanismer, som for eksempel samarbeid mellom land om utslippsreduksjoner. Mandatet for Klimakur 2030 er å synliggjøre hva som kan gjøres for å nå 50 prosent reduksjon i ikke-kvotepliktige utslipp nasjonalt.

Vi har utredet en lang rekke ulike tiltak som til sammen kan redusere utslippene i perioden 2021-2030 med mer enn 30 millioner tonn. Alle tiltakene forutsetter styrket virkemiddelbruk og at dette iverksettes relativt raskt. For de fleste tiltakene er det ikke gjort en kvantitativ vurdering av effekt av de ulike virkemidlene. Det er krevende å vurdere effekten av virkemidler, og det er derfor usikkerhet i hvor store utslippsreduksjoner man får ved en gitt virkemiddelbruk.

[17] Meld. St. 1 (2019–2020). Nasjonalbudsjettet 2020. Finansdepartementet.

Utslippsframskrivingen er også usikker. Dersom framskrivingene viser seg å være for optimistiske, vil det kreve ytterligere tiltak for å nå et gitt utslippsbudsjett. I kapittel 15 gjør vi en overordnet analyse av utslippsreduksjonene gitt usikkerheten i tiltakene og utslippsframskrivingene.

2.2 Tiltak og utslippsreduksjonspotensial

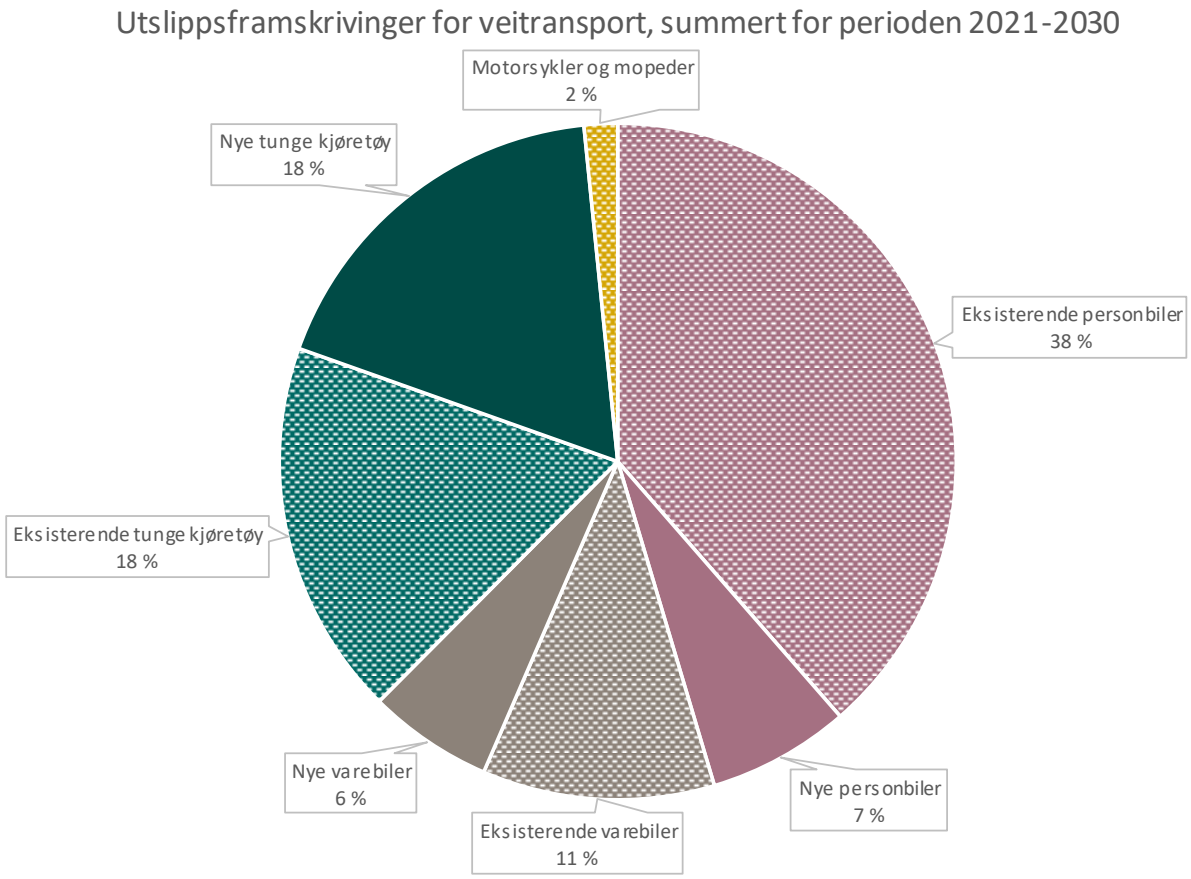


Figur A 4. Fordeling av utslippsframskrivingen for perioden 2021-2030 på ulike utslippssegment.

2.2.1 Utslipp fra eksisterende kjøretøy, fartøy og anleggsmaskiner dominerer

Figur A 4 illustrerer andelen av de samlede utslippsframskrivingene per sektor i perioden 2021-2030, der transportsektoren er fordelt på ulike transportsegment. Transportsektoren dominerer med 55 prosent av forventede utslipp i perioden. Jordbrukssektoren er nummer to med 20 prosent av forventede utslipp i perioden.

De forventede utslippene fra personbilsegmentet ville vært betydelig høyere uten dagens elbilpolitikk. I framskrivingene er det antatt at 50 prosent av nybilsalget er elbiler i 2020 og 75 prosent i 2030. Utfordringen i transportsektoren er lang levetid på kjøretøy og fartøy. Norske personbiler kjører typisk i 18 år, mens for skip er levetiden mye lenger. Dette gjør at i perioden fram mot 2030 er det *eksisterende* skip, kjøretøy og maskiner som dominerer utslippsbildet. Dette er illustrert i Figur A 5 under.



Figur A 5. Fordeling av utslippsframskrivingene for perioden 2021-2030 i transportsegmentet.

Omfattende utslippsreduksjoner i transportsektoren forutsetter dermed også tiltak som reduserer utslippene fra eksisterende kjøretøy og fartøy.

For veitransporten innebærer dette tiltak som gir redusert transportomfang eller bruk av biodrivstoff. For personbilsegmentet har vi utredet ett tiltak som innebærer redusert transportomfang, nemlig tiltaket *Nullvekstmål for personbiltransporten*. Tiltaket innebærer at det ikke skal være vekst i personbiltransport i de største byområdene. Redusert transportomfang i og utenfor disse områdene ville gitt ytterligere utslippsreduksjoner, det samme vil lavere fartsgrenser på motorveier. Dette er ikke utredet som egne tiltak i Klimakur 2030.

Tilsvarende må man for å få store kutt i sjøfarten gjennomføre tiltak på eksisterende skip. Eksempler på slike tiltak er å installere ny teknologi (såkalt retrofit), energieffektiviseringstiltak, innføring av fartsreduksjon eller bruk av biodrivstoff. Tiltak som bidrar til raskere utskifting av skipsflåten er ikke vurdert i Klimakur 2030.

Varebiler, lastebiler og busser og anleggsmaskiner har kortere levetid enn personbiler. Nullutslippsløsninger her vil dermed kunne gi betydelige utslippskutt fram mot 2030, men potensialet er noe begrenset av at det per i dag er få nullutslippsalternativer tilgjengelige.

2.2.2 Utslippsreduksjonspotensial er avhengig av hvor raskt tiltaket fases inn

Flere av tiltakene er en sammenstilling av mange mindre enkelttiltak. Et eksempel er tiltaket *Konvertering til elkraft i annen industri og bergverk* som innebærer at en rekke ulike industribedrifter erstatter olje- og gasskjeler med elkjeler. De fleste tiltak forutsetter en gradvis implementering over perioden. Dette omtaler vi som innfasingstakten. Andre eksempler er antagelsen om at et økende antall aktører kjøper elektriske kjøretøy eller at stadig flere enkeltpersoner spiser i tråd med

kostholdsrådene. Antatt innfasing er basert på en rekke vurderinger som teknologimodenhet, kostnader, mulige virkemidler og for noen tiltak politiske mål. Basert på innfasingen av tiltaket har vi beregnet reduksjonspotensial og tiltakskostnad.

Reduksjonspotensialet i perioden 2021-2030 er avhengig av innfasing som legges til grunn. For eksempel forutsetter tiltaket *100 prosent av nye tyngre varebiler er elektriske innen utgangen av 2030* en gradvis økning i andel av nybilsalget mot 2030. Antakelser om innfasingstakt er avgjørende for det samlede utslippsreduksjonspotensialet i perioden 2021-2030. Et annet eksempel er etablering av et anlegg for karbonfangst og -lagring (CCS), der antagelsen om når anlegg settes i drift naturlig nok er av stor betydning for tiltakets utslippsreduksjonspotensial i perioden 2021-2030.

Mange tiltak er avhengig av teknologisk og annen utvikling. Fordi vi antar fallende kostnader for elektriske kjøretøy vil kostnadene ved elektrifiseringstiltakene være avhengig av antatt innfasing. Tidligere innfasing gir høyere kostnader, men også større utslippsreduksjoner i perioden 2021-2030. Innfasingen som er lagt til grunn for de ulike tiltakene er beskrevet i tiltaksarkene.

Fordi utslippsreduksjonspotensialene i denne analysen forutsetter en styrking av virkemiddelbruken vil så godt som alle tiltakene gi mindre utslippsreduksjoner dersom teknologiutviklingen skjer saktere enn forventet eller virkemidlene ikke er så sterke at tiltakene utløses. Noen tiltak vil imidlertid også kunne gi større utslippsreduksjoner enn det vi har kommet fram til i analysene. Dette kan for eksempel skyldes raskere teknologiutvikling eller raskere atferdsendringer enn det vi har lagt til grunn.

2.2.3 En rekke ulike tiltak er utredet

I tråd med mandatet har vi tatt utgangspunkt i tiltakene i Klimalovrapporteringen 2019. I tillegg har vi gått systematisk gjennom utslippsregnskapet og vurdert mulige tiltak for nesten alle utslippskilder. Alle tiltak som har vært utredet tidligere er nå oppdatert, og en rekke nye tiltak er inkludert.

I arbeidet med Klimakur 2030 har målet vært å se på utslippsreduksjonsmuligheter i alle utslippssegmentene. Knapp tid har vært en begrensning, men tiltakene som er utredet gir et robust bilde av hvilke tiltak som samlet kan gi betydelige reduksjoner av ikke-kvotepliktige utslipp i perioden fram mot 2030. Det er viktig å understreke at dette ikke er et statisk bilde. Beslutninger tatt i dag vil påvirke framtidig utvikling. The Advisory Group on Costs and Benefits of Net Zero skriver om kostnader ved utslippsreduksjoner (CER): "*The most important fact about CER, as will become apparent below, is that they are dynamic (they change over time) and endogenous (how they change depends on the policies and actions of government, business, other social groups and individuals).*"[18]

Tabell A 1 gir en oversikt over tiltakene som er utredet, med utslippsreduksjonspotensial og kostnadskategori. Vurdering av framtidige kostnader innebærer usikkerhet, særlig for tiltak der man forventer rask teknologiutvikling i årene framover. Det er også usikkert hvor raskt tiltak kan gjennomføres. Vi har derfor valgt å legge alle tiltakene i kostnadskategorier for å synliggjøre usikkerhet, og ikke som absolutte tall som kan sammenstilles i en marginalkostnadskurve. I tiltaksarkene er mer informasjon om kostnadsestimatene oppgitt, inkludert forventet kostnadsutvikling fram mot 2030 for en del tiltak.

Tiltak innen sjøfart, fiske og havbruk omfatter en lang rekke skipskategorier og teknologier/drivstofftyper. Utslippsreduksjoner innen en skipstype kan oppnås med flere ulike teknologier/drivstoff, mens overordnet utvikling i antallet skip i hver skipstype er mindre variabelt. I

[18] The Advisory Group on the Costs and Benefits of Net Zero (2019). Report to the Committee on Climate Change; Costs and Benefits of Net-Zero Advisory Group.

denne analysen er tiltakene innen sjøfart, fiske og havbruk samlet i mer overordnede grupper, i hovedsak etter skipstype. De ulike skipstiltakene kan dermed omfatte tiltak i ulike kostnadskategorier.

En del av tiltakene overlapper med hverandre. Med dette menes at tiltakene påvirker hverandre. For eksempel vil etterspørselen etter biodrivstoff ved et gitt omsetningskrav være avhengig av hvor mange elbiler som selges. Slik overlapp er hensyntatt i tabellene, slik at tiltakene kan summeres. Biodrivstoff er inkludert etter andre tiltak.

I tabellene nedenfor er også noen få *nulltiltak* inkludert. Dette er utslippsreduksjoner vi vurderer at vil skje med dagens tiltak og virkemidler, som altså burde ligget i referansebanen/framskrivingene. Grunnen til at vi har inkludert nulltiltak er at regnestykket skal "gå opp" når vi beregner restutslipp ut fra referansebanen og utslippsreduksjonspotensialet i tiltakene.

Det største nulltiltaket skyldes endringer i utslippsregnskapet: Det er forskjellig oppdateringssyklus for utslippsregnskapet og framskrivingene, og det vil derfor oppstå situasjoner hvor det er gjennomført metodeendringer i utslippsregnskapet som vil ha påvirkning på framskrivingen. I Klimakur 2030 har vi et eksempel på dette innen olje- og gassvirksomheten, der utslippene fra kaldventilering offshore er betydelig nedjustert i utslippsregnskapet på grunn av ny kunnskap. Dette vil sannsynligvis bli inkludert i framskrivingen ved neste oppdatering.

Tabell A 1. Tiltakene som er utredet i Klimakur 2030.

		Utslippsreduksjonspotensial 2021-2030 (mill. tonn CO_2-ekv.)	Kostnadskategori (kr/tonn)
Veitransport			
T01	Nullvekstmål for personbiltransporten	0,76	500 - 1500 kr/tonn
T02	Overføring av gods fra vei til sjø og bane	0,48	> 1500 kr/tonn
T03	Forbedret logistikk for varebiltransport	0,42	< 500 kr/tonn
T04	Forbedret logistikk og økt effektivisering av lastebiler	1,19	< 500 kr/tonn
T05	100 % av nye personbiler er elektriske innen utgangen av 2025	2,54	500-1500 kr/tonn
T06	100 % av nye lette varebiler er elektriske innen utgangen av 2025	0,69	500-1500 kr/tonn
T07	100 % av nye tyngre varebiler er elektriske innen utgangen av 2030	0,28	< 500 kr/tonn
T08	50 % av nye lastebiler er el- eller hydrogenkjøretøy i 2030	1,13	500-1500 kr/tonn
T09	100 % av nye bybusser er elektriske innen utgangen av 2025	1,08	500-1500 kr/tonn
T10	75 % av nye langdistansebusser er el- eller hydrogenkjøretøy i 2030	0,17	500-1500 kr/tonn
T11	45 % av nysalg av motorsykkel (MC) og moped er elektriske i 2030	0,04	< 500 kr/tonn
T12	10 % av nye trekkvogner går på biogass i 2030	0,47	> 1500 kr/tonn
T13	Økt bruk av avansert flytende biodrivstoff i veitransport	2,55	> 1500 kr/tonn
Sum veitransport		**11,8**	
Sjøfart, fiske og havbruk			
S01	Teknisk-operasjonelle tiltak i sjøfart, fiske og havbruk (energieffektivisering)	0,13	Varierer
S02	Fartsreduksjon for fartøy	Ikke kvantifisert	Antatt < 500 kr/tonn
S03	Bruk av avansert biodrivstoff til skipsfart	1,19	> 1500 kr/tonn
S04	Landstrøm	0,83	Lagt til 500-1500 kr/tonn
S05	Tiltak på godsskip	0,19	Ammoniakk > 1500 kr/tonn LNG 500-1500 kr/tonn Plug-in > 1500 kr/tonn
S06	Tiltak på offshorefartøy	1,02	Hydrogen > 1500 kr/tonn Plug-in >1500 kr/tonn
S07	Tiltak på fiskefartøy	0,18	Plug-in >1500 kr/tonn
S08	Tiltak på bulkskip	0,09	Ammoniakk > 1500 kr/tonn LNG 500-1500 kr/tonn Plug-in < 500 kr/tonn
S09	Tiltak innen havbruk	1,07 (1,97) *	Ammoniakk 500-1500 kr/tonn Plug-in > 1500 kr/tonn
S10	Tiltak på ferger	1,36	Hydrogen > 1500 kr/tonn Plug-in < 500 kr/tonn **
S11	Tiltak på hurtigbåter	0,52	Hydrogen > 1500 kr/tonn Plug-in 500-1500 kr/tonn **

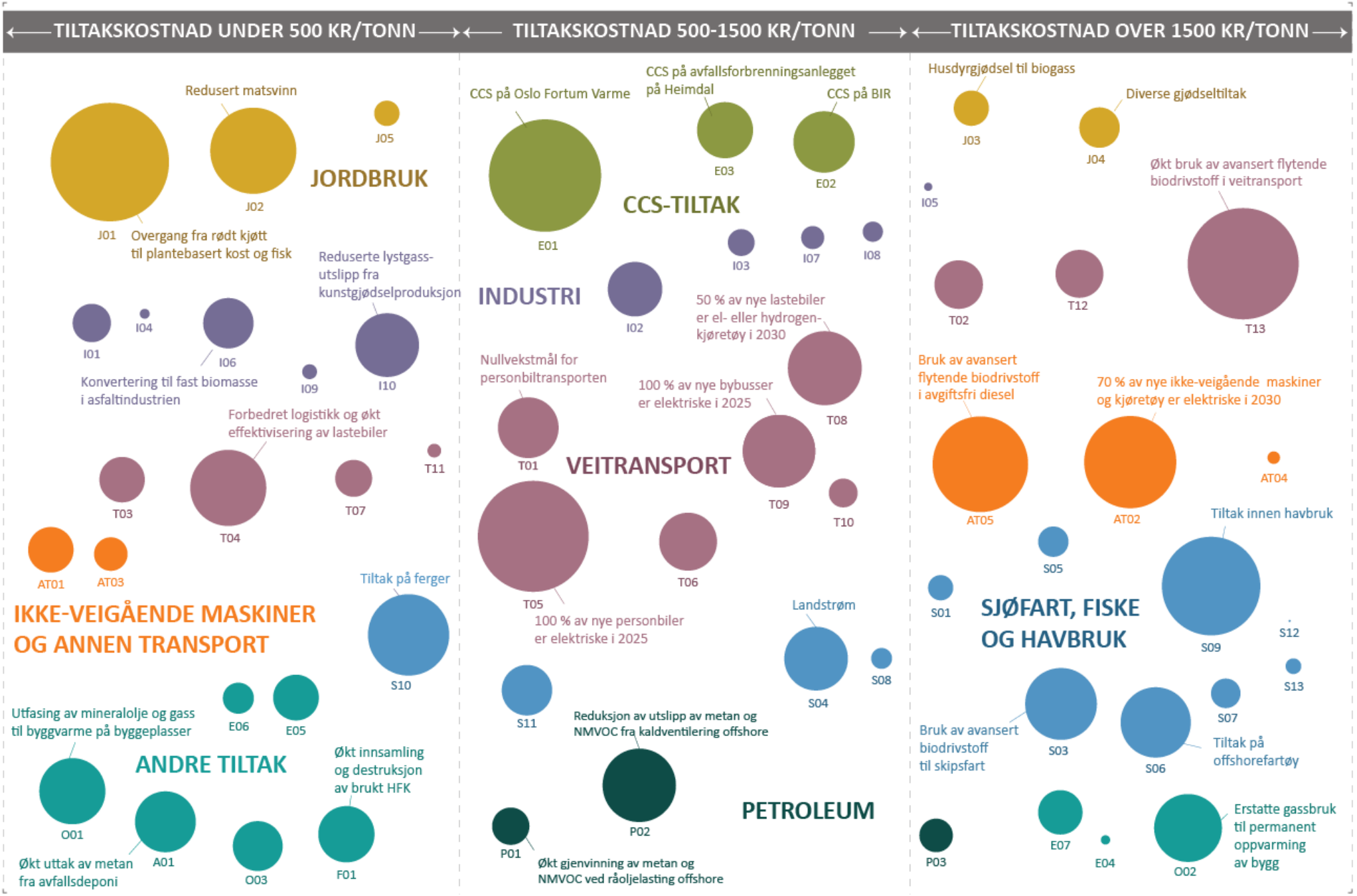
		Utslippsreduksjonspotensial 2021-2030 (mill. tonn CO_2-ekv.)	Kostnadskategori (kr/tonn)
S12	Tiltak på cruiseskip	0,00	Hydrogen > 1500 kr/tonn Plug-in >1500 kr/tonn
S13	Tiltak på andre spesialfartøy	0,05	Hydrogen > 1500 kr/tonn Plug-in > 1500 kr/tonn
Sum sjøfart, fiske og havbruk		**6,6 (7,5) ***	
Ikke-veigående maskiner og annen transport			
AT01	Forbedret logistikk og økt effektivisering av maskiner på bygge- og anleggsplasser	0,42	< 500 kr/tonn
AT02	70 % av nye ikke-veigående maskiner og kjøretøy er elektriske i 2030	1,75	> 1500 kr/tonn
AT03	Nullutslippsløsninger for jernbane	0,23	< 500 kr/tonn
AT04	Elektrifisering av fritidsbåter	0,03	> 1500 kr/tonn
AT05	Bruk av avansert flytende biodrivstoff i avgiftsfri diesel	1,89	> 1500 kr/tonn
S09	Tiltak innen havbruk	0,90 (1,97) *	> 1500 kr/tonn
O01	Utfasing av mineralolje og gass til byggvarme på byggeplasser	0,76 (0,89) *	< 500 kr/tonn
Sum annen transport		**6,0 (4,3) ***	
Jordbruk			
J01	Overgang fra rødt kjøtt til plantebasert kost og fisk	2,89	< 500 kr/tonn
J02	Redusert matsvinn	1,53	< 500 kr/tonn
J03	Husdyrgjødsel til biogass	0,25	> 1500 kr/tonn
J04	Diverse gjødseltiltak	0,33	> 1500 kr/tonn
J05	Stans i nydyrking av myr	0,12	< 500 kr/tonn
Sum jordbruk		**5,1**	
Industri, ikke-kvotepliktig utslipp			
I01	Energieffektivisering i annen industri og bergverk	0,30	< 500 kr/tonn
I02	Konvertering til elkraft i annen industri og bergverk	0,61	500-1500 kr/tonn
I03	Konvertering til biobrensel i annen industri og bergverk	0,15	500-1500 kr/tonn
I04	Konvertering til fjernvarme i annen industri og bergverk	0,02	< 500 kr/tonn
I05	Konvertering til hydrogen i annen industri og bergverk	0,01	> 1500 kr/tonn
I06	Konvertering til fast biomasse i asfaltindustrien	0,52	< 500 kr/tonn
I07	Konvertering i metallurgisk industri	0,11	500-1500 kr/tonn
I08	Konvertering i kjemisk industri	0,08	500-1500 kr/tonn
I09	Økt andel trekull i silisiumkarbidindustrien	0,04	< 500 kr/tonn

		Utslippsreduksjonspotensial 2021-2030 (mill. tonn CO_2-ekv.)	Kostnadskategori (kr/tonn)
I10	Reduserte lystgassutslipp fra kunstgjødselproduksjon	0,83	< 500 kr/tonn
Sum industri og bergverk		**2,7**	
Petroleum, ikke-kvotepliktige utslipp			
P01	Økt gjenvinning av metan og NMVOC ved råoljelasting offshore	0,28	500-1500 kr/tonn
P02	Reduksjon av utslipp av metan og NMVOC fra kaldventilering offshore	1,16	500-1500 kr/tonn (2/3 av potensialet er < 500 kr/tonn)
P03	Reduksjon av utslipp av metan og NMVOC fra petroleumsanlegg på land	0,23	> 1500 kr/tonn
Sum petroleum		**1,7**	
CCS-tiltak* **			
E01	CCS på Oslo Fortum Varme (avfallsforbrenningsanlegg i Oslo)	1,30	500-1500 kr/tonn
E02	CCS på BIR (avfallsforbrenningsanlegg i Bergen)	0,26	500-1500 kr/tonn
E03	CCS på avfallsforbrenningsanlegget på Heimdal (Trondheim)	0,26	500-1500 kr/tonn
Sum CCS		**1,8**	
Andre tiltak (oppvarming, energiforsyning, HFK og avfall)			
E04	Erstatte bruk av olje og gass i fjernvarme med fornybar energi	0,02	>1500 kr/tonn
O01	Utfasing av mineralolje og gass til byggvarme på byggeplasser	0,14 (0,89) *	< 500 kr/tonn
O02	Erstatte gassbruk til permanent oppvarming av bygg	0,95	>1500 kr/tonn
O03	Forsert utskifting av vedovner	0,51	< 500 kr/tonn
E05	Erstatte kullkraft med fornybar energi i Longyearbyen	0,43	< 500 kr/tonn
F01	Økt innsamling og destruksjon av brukt HFK	0,65	< 500 kr/tonn
E06	Økt utsortering av brukte tekstiler til materialgjenvinning	0,20	< 500 kr/tonn
E07	Økt utsortering av plastavfall til materialgjenvinning	0,40	>1500 kr/tonn
A01	Økt uttak av metan fra avfallsdeponi	0,76	< 500 kr/tonn
Sum andre tiltak		**4,1 (4,8) ***	
Diverse nulltiltak		**3,9**	
Samlet potensial for alle tiltak (2021-2030)		**43,6**	

** Utslippsreduksjonspotensialet fra tiltak S09 og O01 er fordelt på ulike sektorer. Total utslippsreduksjon fra tiltakene er angitt i parentes.*

*** Det er variasjon i kostnaden for ladeinfrastruktur for ferger og hurtigbåter. Kostnadskategorien vil kunne endre seg for de de stedene med størst kostnad for ny infrastruktur*

**** I tillegg vil tiltakene redusere utslipp av biogent CO_2 (fra forbrenning av biomasse) med om lag 2,2 millioner tonn i perioden 2021-2030.*


TILTAKSKOSTNAD UNDER 500 KR/TONN
TILTAKSKOSTNAD 500-1500 KR/TONN
TILTAKSKOSTNAD OVER 1500 KR/TONN
JORDBRUK
Redusert matsvinn
J01
J02
J05
Overgang fra rødt kjøtt til plantebasert kost og fisk
Reduserte lystgass-utslipp fra kunstgjødselproduksjon
I01
I04
I06
I09
I10
Konvertering til fast biomasse i asfaltindustrien
IKKE-VEIGÅENDE MASKINER OG ANNEN TRANSPORT
Forbedret logistikk og økt effektivisering av lastebiler
T03
T04
T07
T11
AT01
AT03
Tiltak på ferger
S10
ANDRE TILTAK
Utfasing av mineralolje og gass til byggvarme på byggeplasser
E06
E05
O01
A01
O03
F01
Økt innsamling og destruksjon av brukt HFK
Økt uttak av metan fra avfallsdeponi
CCS-TILTAK
CCS på Oslo Fortum Varme
CCS på avfallsforbrenningsanlegget på Heimdal
CCS på BIR
E01
E03
E02
INDUSTRI
I02
I03
I07
I08
VEITRANSPORT
Nullvekstmål for personbiltransporten
50 % av nye lastebiler er el- eller hydrogen-kjøretøy i 2030
100 % av nye bybusser er elektriske i 2025
T01
T05
T06
T08
T09
T10
100 % av nye personbiler er elektriske i 2025
Landstrøm
S04
S08
S11
Reduksjon av utslipp av metan og NMVOC fra kaldventilering offshore
P02
PETROLEUM
P01
Økt gjenvinning av metan og NMVOC ved råoljelasting offshore
Husdyrgjødsel til biogass
J03
Diverse gjødseltiltak
J04
I05
Økt bruk av avansert flytende biodrivstoff i veitransport
T02
T12
T13
Bruk av avansert flytende biodrivstoff i avgiftsfri diesel
AT05
70 % av nye ikke-veigående maskiner og kjøretøy er elektriske i 2030
AT02
AT04
Tiltak innen havbruk
S05
S01
SJØFART, FISKE OG HAVBRUK
S09
S12
S13
S07
Bruk av avansert biodrivstoff til skipsfart
S03
S06
Tiltak på offshorefartøy
P03
E07
E04
O02
Erstatte gassbruk til permanent oppvarming av bygg

2.2.4 Tiltakene har svært ulike kostnader

I figuren over er tiltakene sortert basert på utslippssegment og kostnadskategori. Kostnadskategori 1 er tiltakskostnad under 500 kr/tonn, kostnadskategori 2 er tiltakskostnad mellom 500 og 1500 kr/tonn og tiltak i kostnadskategori 3 har tiltakskostnad over 1500 kr/tonn. Tiltakskostnadene som presenteres er gjennomsnittskostnader, noe som betyr at det kan være vesentlige kostnadsvariasjoner, ikke bare mellom ulike tiltak innenfor samme kostnadskategori, men også innenfor det enkelte tiltak.

I kapittel 3 beskriver vi den metodiske tilnærmingen i mer detalj. Tiltaksanalyser er partielle analyser som ikke dekker alle kostnader eller gevinster for samfunnet om tiltaket skulle gjennomføres. Tiltaksanalysene er heller ikke virkemiddelanalyser, og kostnader knyttet til virkemidler for å utløse tiltaket er ikke inkludert. Dette betyr at tiltakskostnaden ikke representerer den fulle samfunnsøkonomiske kostnaden ved å gjennomføre tiltaket.

De fleste tiltak, og brorparten av utslippsreduksjonspotensialet, ligger i kostnadskategori 1 og 2. Mange av tiltakene i kategori 1 forutsetter atferdsendringer, for eksempel kostholdsendringer og redusert matsvinn, og det kan være vanskelig å identifisere mulige virkemidler. En del av skipstiltakene ligger i kategori 3. Dette skyldes at disse tiltakene innebærer bruk av umoden teknologi. Dersom man velger å satse på slike tiltak og dermed bidrar til utvikling av ny teknologi innebærer dette en mulig gevinst for samfunnet. Denne tilleggseffekten er vanskelig å kvantifisere og er dermed ikke inkludert i tiltakskostnaden.

Biodrivstofftiltakene skiller seg ut ved at tiltakene både gir store utslippsreduksjoner og er relativt dyre. I Klimakur 2030 er det forutsatt at økt bruk av biodrivstoff i transportsektoren skjer med avansert biodrivstoff. Dette er forutsatt for å redusere risikoen for at økt bruk bidrar til ytterligere press på landarealene i verden, og for å redusere risikoen for indirekte arealbruksendringer. Bruk av avansert biodrivstoff innebærer en tiltakskostnad på om lag 2000 kr/tonn. Usikkerheten i dette estimatet er stor, og prisene kan bli betydelig høyere dersom global etterspørsel etter avansert biodrivstoff øker mer enn det som er lagt til grunn her. For mer om dette se kapittel 14.

Den største delen av ikke-kvotepliktige utslipp fram mot 2030 skyldes forbrenning av fossilt drivstoff eller gass, og det meste av dette kan erstattes med avansert biodrivstoff, enten flytende biodrivstoff eller gass. Dette betyr at de nasjonale utslippene i teorien nesten kan reduseres med 50 prosent bare ved bruk av biodrivstoff. På et vis kan man derfor se på tiltakskostnaden for økt bruk av biodrivstoff som en mulig alternativkostnad for andre tiltak som er vurdert.

Tiltakskostnadene gir ikke tilstrekkelig grunnlag for å vurdere hvilke tiltak Norge bør gjennomføre. Andre hensyn, for eksempel et ønske om omstilling til lavutslippssamfunnet og fordelingsvirkninger, må også inkluderes. Tiltakskostnadene er basert på kvantifiserbare kostnader forbundet med de konkrete tiltakene, og omfatter ikke alle samfunnsøkonomiske kostnader, og heller ikke alle samfunnsøkonomiske gevinster ved utvikling av ny teknologi og nye verdikjeder. Tiltakskostnadene omfatter heller ikke globale effekter tiltakene kan ha, som for eksempel effekter i andre land som følge av import av biodrivstoff til Norge.

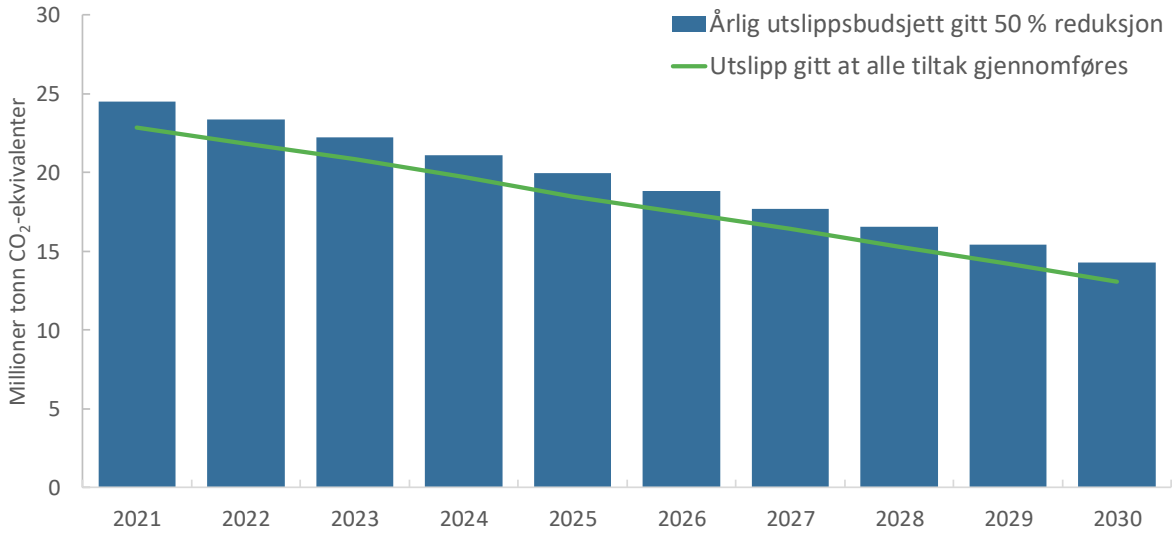
2.2.5 Samlet kan tiltakene som er utredet gi større utslippsreduksjoner enn utslippsgapet

Gapet mellom utslippsframskrivingene i Nasjonalbudsjettet for 2020 og 50 prosent utslippsreduksjon i 2030, ligger på om lag 30 millioner tonn CO_2-ekvivalenter for perioden 2021-2030. Tiltakene utredet

i Klimakur 2030 summerer seg til om lag 44 millioner tonn for perioden 2021-2030 når nulltiltakene er inkludert.[19]

Utslippsreduksjonspotensialet er dermed betydelig større enn utslippsgapet. Dette skyldes at vi har utredet de mulighetene som finnes og at vi i tråd med politiske ambisjoner har inkludert to relativt store biodrivstofftiltak. Utslippsreduksjonspotensialet utredet i Klimakur 2030 fordrer et mangfold av nye og forsterkede virkemidler som må på plass i løpet av relativt kort tid. Mange av tiltakene er krevende å gjennomføre med den innfasingen som er lagt til grunn. I kapittel 15 beskrives ulike typer usikkerhet i analysen.

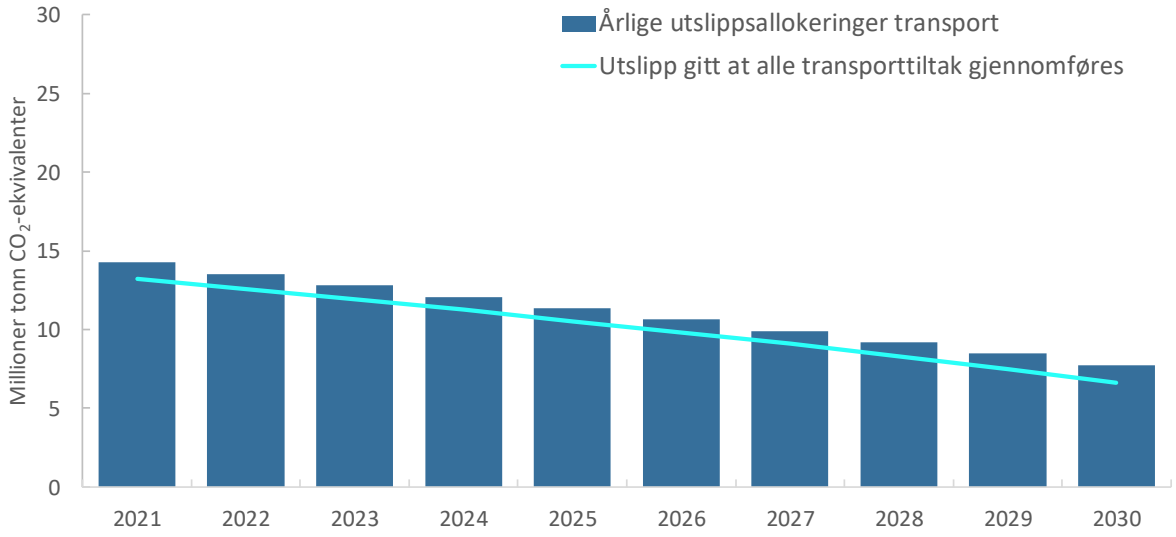
Figuren under illustrerer den nasjonale utslippsbanen gitt en utvikling i tråd med utslippsframskrivingen i NB2020 og at alle tiltak utredet i Klimakur 2030 gjennomføres med den innfasingen som er lagt til grunn. Utslippene i 2030 vil da være 56 prosent lavere enn i de var 2005.



Figur A 6. Utslippsbudsjettet gitt mål om 50 prosent reduksjon i utslippene og utslippsbane gitt gjennomføring av alle tiltakene som er utredet.

Regjeringen har en ambisjon om å halvere utslippene fra transportsektoren innen 2030 sammenlignet med 2005.[20] Gjennomføring av alle tiltakene som er utredet for transportsektoren innebærer, med den innfasingen som er lagt til grunn, at utslippene fra transportsektoren vil være 57 prosent lavere i 2030 enn de var i 2005. Dersom man legger til grunn utslippsbudsjett-metoden også for halveringsmålet for transport, vil gjennomføring av alle transporttiltakene overoppfylle et halveringsbudsjett med god margin. Dette er illustrert i figuren under.

[19] Dette inkluderer 3,9 millioner tonn CO_2-ekvivalenter fra nulltiltak.
[20] Statsministerens kontor (2019). Granavolden-plattformen. 17.01.19.



Figur A 7. Utslippsbudsjett for transportsektoren gitt et mål om 50 prosent reduksjon i utslippene, samt utslippsbanen gitt at alle tiltakene som er utredet i transportsektoren gjennomføres.

2.3 Realisering av utslippsreduksjoner innebærer kostnader

De fleste tiltakene vi har analysert innebærer, om de gjennomføres, merkostnader for samfunnet. Tiltakene vil kreve ny politikk som reguleringer, økte avgifter og subsidier. Hvordan politikken utformes avgjør hvordan merkostnadene fordeles (fordelingsvirkninger), og hvor store de samlede kostnadene blir. Innenfor tidsrammen av Klimakur 2030 har det i liten grad vært anledning til å vurdere konsekvenser av ulike virkemidler som kan være aktuelle. Dette er et naturlig oppfølgingspunkt.

Gode styringssignaler vil kunne redusere de samlede kostnadene. Bedre informasjon og vissheten om hvor vi skal, vil kunne sikre raskere og rimeligere omstilling. Eksempler er en langsiktig plan for opptrapping av CO_2-avgiften, formalisert samarbeid mellom ulike kommuner og fylkeskommuner, nettselskaper som planlegger og legger til rette for storstilt elektrifisering og at verdikjeden for mat har et tett og godt samarbeid slik at man unngår svinn eller overproduksjon.

SSB er i mandatet til Klimakur 2030 bedt om å analysere samlede kostnader ved utslippsreduksjonene ved hjelp av SNOW-NO, en generell likevektsmodell for den norske økonomien. Dette vil gi oss en makroøkonomisk vurdering av de samlede konsekvensene for Norge av en utslippsreduksjon i tråd med mandatet. Denne rapporten leveres i juni 2020.

3 Tilnærming til analysene

3.1 Innledning

I dette kapittelet omtales viktige sider ved tilnærmingen til analysene i arbeidet med Klimakur 2030, her oppsummeres dette kort.

Et *tiltak* er den fysiske handlingen som følger av en beslutning tatt av en samfunnsaktør (bedrift, husholdning, offentlig virksomhet) og som påvirker aktørens egne eller andres utslipp av klimagasser. Et tiltak kan være alt fra fysiske investeringer til endringer i arbeidsrutiner og daglige vaner. Klimakur 2030 fokuserer på tiltak som kan bidra til reduserte klimagassutslipp. *Virkemidler* er de styringsverktøyene som myndighetene, både statlige og regionale, har tilgjengelig for å utløse det konkrete tiltaket, for eksempel avgifter, subsidier, direkte regulering og informasjon.

Mandatet til Klimakur 2030 slår fast at "*Faggruppen skal beregne utslippsreduksjonspotensial og samfunnsøkonomisk tiltakskostnad (i kr/tonn CO_2-ekv.) for ulike klimatiltak*". Mandatet sier også at det så langt mulig skal beregnes privatøkonomiske kostnader som grunnlag for virkemiddelvurderingene. I Klimakur 2030 utredes de direkte merkostnadene som ulike tiltak innebærer, både sett fra samfunnets side (samfunnsøkonomiske tiltakskostnader) og fra aktørenes side (privatøkonomiske kostnader). Tiltaksanalysene ser på kvantifiserte samfunnsøkonomiske merkostnader. Tiltakene sammenlignes med en referansesituasjon; referansebanen. Merkostnader er her kostnaden for gjennomføring av tiltaket utover kostnadene som er vurdert å ligge inne i referansebanen.

Tiltakskostnader inkluderer så langt mulig prissatte kostnader og gevinster knyttet til gjennomføring av tiltaket. Dette betyr imidlertid ikke at alt er kostnadsfestet. Blant annet er ikke virkemiddelkostnader kvantifisert, og disse kan være betydelige. Dersom alle eller mange av tiltakene i Klimakur 2030 skal gjennomføres samtidig og i løpet av kort tid, vil det innebære ringvirkninger og samspillseffekter som i liten grad er kvantifisert. Unntaket her er virkninger på kraftforsyningen og kraftnettet, som er beskrevet i kapittel 13. Kostnadene som beregnes er gjennomsnittskostnader for aktørene som potensielt skal gjennomføre tiltaket. Det kan imidlertid være store kostnadsforskjeller mellom aktører, og det kan være forventet at kostnadene utvikler seg over tid. Dette er også vurdert i tiltaksanalysene.

Referansen vi bruker er referansebanen som består av historiske utslippstall fra SSB (utslippsregnskapet) og utslippsframskrivingen fra Finansdepartementet. For å kunne gjennomføre tiltaksanalysene er det ofte behov for mer detaljert informasjon enn det vi har fra framskrivingen. I slike tilfeller er framskrivingen tolket med supplerende informasjon. Den resulterende, mer detaljerte banen kaller vi *nullalternativet*, for å skille den fra referansebanen.

Mandatet til Klimakur 2030 sier at det skal gjennomføres en barriereanalyse og "*I tillegg til en generell vurdering av skatter og avgifter skal det vurderes konkret hvilke andre virkemidler som alene eller i kombinasjon kan utløse tiltakene, herunder regulering, støtte, offentlig anskaffelser og informasjon*". Barriereanalysene ser på hvilke hindringer som gjør at tiltakene ikke utløses av seg selv. Det er altså en vurdering av hva det er som hindrer at en aktør (bedrift, en enkeltperson eller offentlig myndighet) gjennomfører et tiltak. Den privatøkonomiske merkostnaden ved tiltaket er derfor regnet som en barriere, fordi kostnadene er et hinder for aktørene som skal iverksette og gjennomføre tiltaket. Årsakene til merkostnaden kan imidlertid variere betydelig mellom tiltakene. I noen tilfeller kan merkostnaden skyldes lav teknologisk modenhet og tilgjengelighet. I andre tilfeller kan det skyldes knapphet på nødvendige ressurser eller beskrankninger som gjør at en står overfor

høye og potensielt økende kostnader. I Klimakur 2030 har det vært viktig å vurdere årsakene til høye privatøkonomiske kostnader som et underlag for virkemiddelvurderinger.

Virkemiddelvurderingene er basert på barriereanalysene på tiltaks- og sektornivå. Det er generelt ikke gjort kvantifiserte vurderinger av styrken på virkemidler som skal til for å utløse tiltakene som er utredet, men det er vurdert hvilke virkemidler som kan være nødvendige for å utløse tiltakene, gitt den innfasingen som er lagt til grunn. Konsekvenser av tiltakene er i tråd med mandatet så langt mulig vurdert.

I tråd med mandatet for Klimakur 2030 er tiltaksanalysene gjennomført med enhetlig metodikk på tvers av sektorene med utgangspunkt i Miljødirektoratets metodenotat. Dette metodenotatet er ytterligere bearbeidet til en veileder i forbindelse med Klimakur 2030. Veilederen ligger som vedlegg II til rapporten. Teknisk beregningsutvalg for klima (TBU) ser på metoder for tiltaks- og virkemiddelanalyser, og metode for vurdering av klimaeffekt av statsbudsjettet. Utvalget kom med sin første rapport i juni 2019.[21] TBU kom med anbefalinger til tiltaksanalyser og virkemiddelanalyser. I arbeidet med Klimakur 2030 har vi sett hen til denne rapporten, blant annet ved å vurdere og synliggjøre usikkerhet der det er mulig, synliggjøre forskjeller mellom aktører og kostnadsutvikling over tid.

Bruk av biomasse og landarealer inngår i mange tiltak i Klimakur 2030, og dette innebærer både utfordringer og muligheter. Produksjon og bruk av biomasse må skje innenfor rammene av bærekraftig bruk av jordas landarealer, som er knappe og under press. Knappheten på landareal og biomasse har blitt hensyntatt i Klimakur 2030 ved særlig vektlegging av tiltak som bygger på viktige prinsipper for bærekraftig utnyttelse av biomasse, og det er forutsatt at økt bruk av biodrivstoff i transportsektoren skjer med avansert biodrivstoff.

3.2 Utslippsreduksjoner og kostnader vurderes relativt til referansebanen

Når vi utreder tiltak, er det med utgangspunkt i utslippsregnskapet. Det norske utslippsregnskapet utarbeides av SSB, og inneholder informasjon om de norske utslippene fordelt på 77 ulike utslippskilder.[22]

Tiltakene som utredes skal gi ytterligere utslippsreduksjoner utover de reduksjonene som forventes med dagens politikk og virkemidler. De må derfor vurderes i forhold til en referanse. Referansebanen består av historiske utslipp og utslippsframskrivinger. Framskrivingene utarbeides av Finansdepartementet i samarbeid med relevante departementer og etater, og bygger på prognoser for blant annet utvikling i næringsliv, befolkning og økonomi, samt en videreføring av dagens vedtatte klimavirkemidler. Framskrivingene som er benyttet i Klimakur 2030 ble utarbeidet i forbindelse med NB2020. Fordelingen av de ikke-kvotepliktige utslippene på ulike utslippssegmenter er gjort av Miljødirektoratet.

I tiltaksanalysen må man gjøre en vurdering av om utslippsreduksjonen av et gitt tiltak allerede (helt, eller delvis) er inkludert i den norske utslippsframskrivingen. Se Faktaboks A 2 for mer informasjon om utslippsregnskapet og framskrivingen. Kostnader og konsekvenser av tiltak skal også sammenlignes med kostnader og konsekvenser man forventer i fravær av tiltaket, altså kostnadene som antas å ligge i referansebanen.

I tiltaksanalysene er det behov for detaljert informasjon om underliggende trender for å skille hva som ligger i referansebanen og hva som skal inkluderes i tiltaket. Utslippsframskrivingen er på et

[21] Klima- og miljødepartementet (2019). Rapport fra Teknisk beregningsutvalg for klima 2019. 28.06.19.
[22] SSB (2019). Utslipp til luft. 01.11.19.

relativt overordnet nivå med lav detaljeringsgrad. Når utslippsreduksjonspotensial og tiltakskostnader skal utredes kreves det langt mer informasjon – som for eksempel forventet nybilsalg i de ulike kjøretøyssegmentene eller hvilke energieffektiviseringstiltak i skipsfart som er inkludert i utslippsframskrivingen. I tiltaksanalysen tolkes derfor framskrivingen. Denne tolkningen har vi kalt *nullalternativet*. Nullalternativet er altså i tråd med framskrivingen, men med mer detaljer. For sektorene der en slik tolkning er nødvendig er nullalternativet beskrevet i de ulike tiltaksarkene eller sektorkapitlene.

Norske utslippsforpliktelser er satt som et reduksjonsmål sammenlignet med et historisk år i referansebanen, mens tiltakenes utslippsreduksjonspotensial beregnes i forhold til framskrivingen. Gjennom avtalen med EU om felles oppfyllelse av utslippsmålet for 2030 får Norge en utslippsforpliktelse for de ikke-kvotepliktige utslippene med referanseår 2005. Avgrensningen i denne analysen er den samme som i det nasjonale utslippsregnskapet, som også vil gjelde i en felles oppfyllelse med EU. Dette vil si at utslippsreduksjonene som er vurdert så langt det har latt seg gjøre er avgrenset til reduksjoner innenfor Norges geografiske område. Eventuelle utslippseffekter utenfor Norge er beskrevet som tilleggseffekter så langt det har vært mulig.

Utslippsregnskapet og framskrivingene

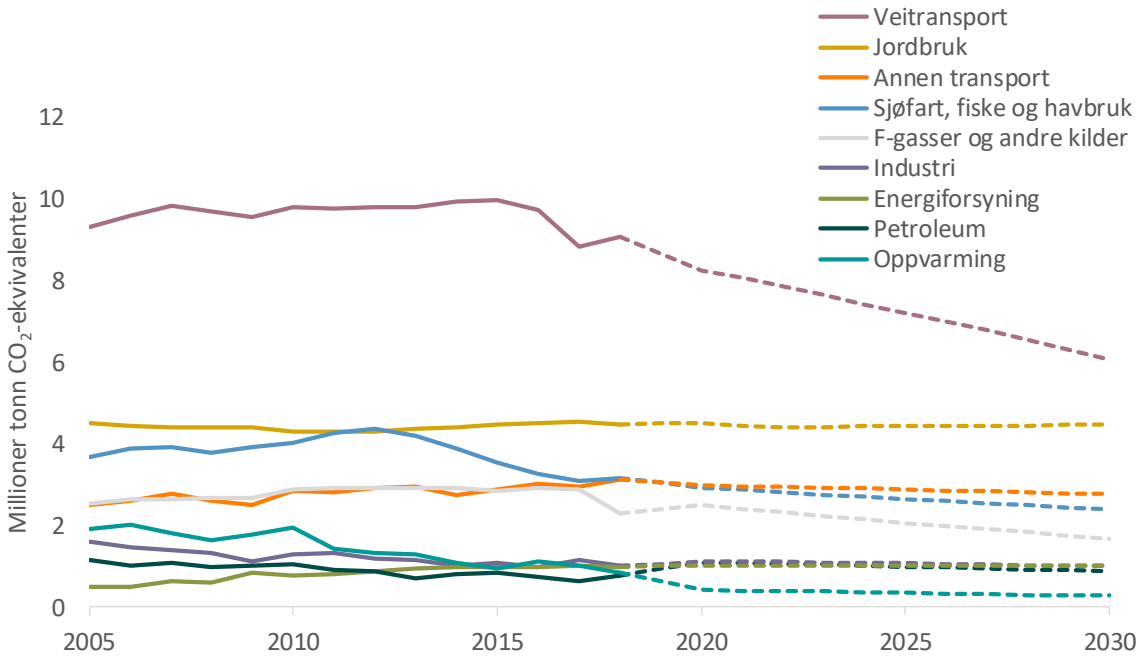
Utslippsregnskapet viser historiske utslipp av klimagasser fra 1990 til siste tilgjengelige år. Regnskapet utarbeides av Statistisk sentralbyrå, og rapporteres internasjonalt hvert år av Miljødirektoratet. I utslippsregnskapet brukes data som beskriver utvikling i aktivitet som genererer utslipp til å beregne utslippene. Utslippsregnskapet inneholder informasjon om de norske utslippene fordelt på 77 ulike utslippskilder, og viser også hvilke klimagasser som slippes ut, og hvilke energiprodukter som forårsaker forbrenningsutslippene. Utslippsregnskapet bygger blant annet på offisiell statistikk (energibalansen, statistikk over husdyrtall osv.) og rapporterte utslippsdata fra virksomheter. Usikkerheten varierer mellom datakilder, men generelt er den historiske utviklingen over tid for den enkelte utslippskilde pålitelig.

Utslippsframskrivingene utarbeides av Finansdepartementet i samarbeid med relevante departementer og Miljødirektoratet. Utgangspunktet for framskrivingene er utslippsregnskapet og nasjonalregnskapet fra Statistisk sentralbyrå. Utslippene er beregnet i den makroøkonomiske modellen SNOW, supplert med kildespesifikke studier for kilder som veitransport, olje- og gassutvinning, jordbruk, fluorholdige gasser og metan fra avfallsdeponi. Framskrivingen av klimagasser for olje- og gassutvinning er utarbeidet av Oljedirektoratet basert på informasjon fra operatørselskapene med tilleggsvurderinger av direktoratet.

Framskrivingen baserer seg i stor grad på historiske utviklingstrekk i utslippene og kjent kunnskap om framtiden, for eksempel planlagte nedleggelser eller produksjonsutvidelser på store industribedrifter. Underliggende utviklingstrekk, som befolkningsvekst (middelalternativet fra SSBs befolkningsframskriving), økonomisk vekst, forutsetninger om karbon- og oljepris, effektivisering og næringsutvikling er andre viktige forutsetninger i framskrivingen. Framskrivingen skal inkludere effekt av vedtatte tiltak og virkemidler. Tiltak som er foreslått, men ikke vedtatt, skal ikke tas inn, heller ikke fastsatte langsiktige mål uten tilhørende konkrete virkemidler. De offisielle framskrivingene er utarbeidet for årene 2020 og 2030.

Framskrivingen illustrerer hvordan utslippene kan utvikle seg dersom dagens klima- og miljøpolitikk videreføres. De underliggende forutsetningene for framskrivingen kan utvikle seg annerledes enn det som er lagt til grunn. Det vil påvirke framskrivingen, og dermed avstanden til utslippsbudsjettet.

Faktaboks A 2. Utslippsregnskapet og framskrivingene.



Figur A 8. Referansebanen: Ikke-kvotepliktige utslipp av klimagasser fordelt på sektorer. Historiske utslipp og framskrivinger. 2005-2030. Kilde: SSB, Miljødirektoratet og Finansdepartementet (NB2020).

3.3 Landarealer og bruk av biomasse i klimatiltak

3.3.1 Bakgrunn

Biomasse inngår i mange tiltak i Klimakur 2030, og disse kan til sammen bidra til betydelige utslippskutt i 2030 samtidig som dette innebærer utfordringer knyttet til økt press på globale landarealer. Tiltakene dreier seg om forbedret forvaltning av biomasse, erstatning av fossil energi med biomassebaserte drivstoff eller brensler, redusert bruk eller, samt om lagring av karbon fra biomasse.

Landarealene danner grunnlag for blant annet produksjon av mat, materialer, bioenergi og annen fornybar energi, men også for store deler av naturmangfoldet og økosystemtjenester vi er helt avhengige av. Klodens landarealer er under stort press.[23] Mens menneskers infrastruktur legger beslag på mindre enn én prosent av jordas isfrie landareal, legger dyrket mark beslag på ca. 12 prosent, beitemark på ca. 37 prosent og forvaltet skog og plantasjer på ca. 22 prosent. Bare rundt 16 prosent av landarealet er urørt natur, mens de resterende ca. 12 prosent er ørken eller annet uproduktivt areal.[24]

Alle vurderte scenarier i IPCCs spesialrapport om klimaendringer og landarealer, som begrenser global oppvarming til 1,5 grad, forutsetter bruk av klimatiltak som på ulike måter utnytter landareal. De fleste inkluderer ulike kombinasjoner av skogplanting på eksisterende og nye arealer, redusert avskoging og bruk av bioenergi. Bruk av bioenergi kan være et viktig bidrag til utslippsreduksjon, men kan samtidig legge press på landarealene dersom tiltakene gjennomføres i for stort omfang. Dette kan føre til ytterligere forringelse av landområder, og negative konsekvenser for matsikkerhet og bærekraftig utvikling. Det er mulig å holde global oppvarming under 1,5 grader med begrenset bruk

[23] IPBES (2019). Global Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services; IPBES (2018). Assessment Report on Land Degradation and Restoration.

[24] Se Figure SPM.1: Land use and observed climate change i IPCC (2019). Climate Change and Land. Summary for Policymakers.

av landarealer til bioenergi og CO_2-opptak, men dette fordrer raske og omfattende endringer i bruk av energi- og landsystemer, byplanlegging og infrastruktur, og store atferdsendringer.

Bruken av biomasse har begrensninger som må hensyntas i omstillingen til et lavutslippssamfunn. Bærekraftig produsert bioenergi og andre biomassebaserte produkter er globale knapphetsgoder. Dette innebærer imidlertid ikke at man ikke skal bruke biomasse. Knappheten av biomasse legger i stedet klare føringer for *prioriteringer* av bruken, og at produksjonen av biomasse må skje innenfor rammene av bærekraftig bruk av jordas landareal. Bærekraftig bruk innebærer i denne sammenhengen at hensynene til naturmangfold, matproduksjon og karbonlagring blir ivaretatt.

Som for andre klimatiltak, er biomassetiltakene i Klimakur 2030 avhengig av hvilke varer og ressurser som finnes tilgjengelig på det internasjonale markedet. Jordbruk og havbruk i Norge, og klimatiltak som innebærer bruk av biodrivstoff, er i dag avhengig av betydelig import av biomasseressurser, som for eksempel soya til fôr og biodiesel til veitransport. Den øvre rammen for bruk av biomasse i Norge i 2030 er altså ikke gitt av potensialet for bærekraftig produksjon i Norge, men det er likevel relevant å vurdere ressurssituasjonen i Norge, gitt forventninger om global knapphet på sikt. Dette er omtalt i kapittel 14.

Utfordringene og mulighetene for bruk av biomasse varierer betydelig mellom land og verdensdeler. I Norge er det betydelig knapphet på arealer som er egnet til matproduksjon, men vi har store skogarealer og en forventning om økt avvirkningsnivå framover fordi mer hogstmodent volum blir tilgjengelig. I tillegg har Norge en lang kystlinje og dermed tilgang til omfattende marine ressurser.

3.3.2 Prioritering for bruk av landarealer og biomasse

Alle IPCCs scenarier som begrenser oppvarming til én og en halv- eller to grader forutsetter økt produksjon og bruk av biomasse og store endringer i forvaltningen av landarealer. Langsiktig omstilling til et 2050-lavutslippssamfunn med bærekraftig ressursutnyttelse legger dermed føringer for Klimakur 2030, som i utgangspunktet ser på tiltak mot 2030. Vi er også bedt i mandatet om å gjøre rede for om virkemidlene bidrar til målet om at Norge skal bli et lavutslippssamfunn i 2050.

På grunn av global ressursknapphet vil ikke biomasse alene kunne erstatte fossil energi, selv om det skulle være teknisk mulig. Det betyr i praksis at vi må få mest mulig ut av de biomasseressursene vi velger å ta ut, samtidig som vi sikrer bærekraftig forvaltning av landarealer. Bioenergitiltakene i Klimakur 2030 innebærer bruk av ca. 5 TWh bioenergi i 2030. Bioenergiforbruket i Norge var til sammenligning 16 TWh i 2018. Med en så stor økning er det viktig at etterspørselen bidrar til nødvendig utvikling av teknologier, verdikjeder og regelverk, på nasjonalt og globalt nivå.

I lys av dette og i tråd med IPCCs anbefalinger har vi oppsummert noen hovedprinsipper vi mener er viktig for bærekraftig utnyttelse av biomasse:

- Tiltak som reduserer behovet for bruk av biomasse og landareal prioriteres over tiltak som øker bruken
- Økt produksjon av biomasse og opptak av CO_2 i jord og biomasse på landarealer prioriteres
- Biomasse brukes fortrinnsvis til produksjon av langlevde og høyverdige produkter, mens avfall og rester fra produksjonen brukes til bioenergi
- Bioenergi kobles med karbonfangst og -lagring (CCS) for å oppnå negative utslipp

I arbeidet med Klimakur 2030 har vi vektlagt disse prinsippene så langt som mulig. Under følger en kort og overordnet omtale av punktene i listen med eksempler på hvordan disse er hensyntatt.

Tiltak som reduserer behovet for bruk av biomasse og landareal bør prioriteres over tiltak som øker bruken

Tiltak som reduserer behovet for bruk av biomasse og presset på landarealer har vært prioritert i Klimakur 2030. I jordbrukssektoren handler dette blant annet om tiltak for overgang fra rødt kjøtt til plantebasert mat og fisk, forbedret grovfôrkvalitet, økt beiting for melkekyr, samt redusert matsvinn. Effekten på klimagassutslipp og arealbruk av disse tiltakene kan være både nasjonale og globale.[25] Redusert matsvinn innebærer for eksempel mer effektiv utnyttelse av jordbruksareal og reduserte klimagassutslipp både i Norge og fra land vi importerer mat fra. Vi har også sett på tiltak for økt ombruk og materialgjenvinning av tekstiler, som vil bidra til redusert etterspørsel etter ull og bomull.

Bruk av bioenergi som erstatning for fossile energiprodukter har få tekniske barrierer utover ressursknapphet for bioenergi. Denne knappheten er imidlertid en absolutt barriere på lengre sikt. I Klimakur 2030 har derfor andre tiltak fått prioritet over bioenergitiltak. For skipsfart, oppvarming, industri og veitransport betyr det prioritering av effektiviserings- og elektrifiseringstiltak, som logistikkoptimalisering, overgang til elkjel, elbiler og bruk av hydrogen.

Økt produksjon av biomasse og opptak av CO_2 i jord og biomasse på landarealer bør prioriteres

1,5-gradersmålet forutsetter omtrent en halvering av de globale klimagassutslippene innen 2030, og at CO_2-utslippene faller til netto null rundt 2050, for så å bli netto negative resten av århundret.[26] Netto negative utslipp innebærer gjennomføring av tiltak som gir negative utslipp, og for å nå målet om maksimalt 1,5 grader oppvarming må innfasingen av slike tiltak starte umiddelbart. Landarealer og biomasse kan bidra til negative utslipp gjennom blant annet økt opptak av karbon i biomasse og jord, restaurering og opprettholdelse av karbonrike arealer.

Felles oppfyllelse av klimamålet for 2030 med EU gir Norge en forpliktelse om netto null utslipp fra sektoren skog og annen arealbruk. Del B av Klimakur 2030 omtaler mulige klimatiltak i skog- og arealbrukssektoren. Skogen i Norge vokser sakte, og de fleste skogforvaltningstiltakene vil derfor ha full effekt først på lang sikt, mot slutten av omløpstiden. Det er likevel viktig å implementere tiltakene raskt, for å få denne effekten tidligst mulig. Planting av skog på nye arealer og på arealer i gjengroing, foryngelse med riktige treslag og høy tetthet, samt ungskogpleie i etterkant peker seg ut som de tiltakene som har størst potensial til å øke opptaket av klimagasser i sektoren. Nitrogengjødsling av skog og riktig hogsttidspunkt, særlig å unngå for tidlig hogst, er de skogforvaltningstiltakene som vil ha størst effekt på opptak av karbon fram mot 2030.

Årlig rapporteres det store utslipp fra arealbruksendringer i Norge, det vil si permanente omdisponeringer fra en arealbruk til en annen. Redusert arealbruksendring, særlig redusert avskoging, vil være viktig for å kunne oppfylle forpliktelsen om netto null utslipp fra sektoren skog og annen arealbruk i 2030. For å ivareta framtidige muligheter for fortsatt opptak, er det generelt viktig å unngå nedbygging av produktive arealer.

[25] FNs klimapanels spesialrapport om klimaendringer og landarealer viser at å redusere avlingstap og matsvinn, effektivisering i matproduksjonen, diettendring, skogslandbruk og økning av karboninnhold i jord er vinn-vinn-tiltak som reduserer utslipp samtidig som de bidrar til å løse flere utfordringer knyttet til landarealer og bidrar til bærekraftig utvikling.

[26] IPCC (2018). Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report.

Flere av tiltakene for å redusere utslipp fra jordbrukssektoren vil også redusere utslippene i arealbrukssektoren[27], siden de påvirker karboninnholdet i jorden. Eksempler på dette er forbud mot nydyrking av myr, dyrking av fangvekster og bruk av biokull.

Biomasse bør fortrinnsvis brukes til produksjon av langlevde og høyverdige produkter, mens avfall og rester brukes til bioenergi

Det meste som lages med ikke-fornybare innsatsfaktorer kan i prinsippet erstattes av biomassebaserte løsninger. På grunn av ressursknapphet bør imidlertid bruken av biomasse styres mot langlevde og høyverdige produkter. I Klimakur 2030 har vi lagt til grunn at biomasse først og fremst prioriteres til høyverdig bruk som mat, medisiner, materialer og kjemikalier, mens avfallet eller restene fra disse produksjonsprosessene er egnet for bioenergi. Langlevde produkter som bygningsmaterialer vil lagre karbon over sin levetid. En økning i mengden av slike produkter representerer derfor et midlertidig karbonlager, sammenlignbart med det vi finner i skog. Karbonlager i treprodukter rapporteres i klimagassregnskapet til FN og er inkludert i forpliktelsen om netto null utslipp fra sektoren skog og annen arealbruk i EU-regelverket.

I del B om skog og annen arealbruk løftes behovet for å kombinere økt biomasseproduksjon i skog med tiltak for å optimalisere kvaliteten på virket. Høy kvalitet på virket legger grunnlag for økt anvendelse av trevirke til langlevde produkter, som er den beste anvendelsen av trevirket i et klimaperspektiv. Tre brukt som bygningsmateriale har klimaeffekt både ved å erstatte andre bygningsmaterialer, og som midlertidig karbonlager. I tillegg kan sidestrømmer fra slik høyverdig bruk utnyttes som bioenergi. Kortlevde treprodukter som papp og papir kan resirkuleres flere ganger før det til slutt energiutnyttes, og på sikt kan energiutnyttelsen kombineres med CCS.

Prioritering av høyverdige og langlevde produkter er hensyntatt i Klimakur 2030 ved at det i hovedsak er lagt til grunn bruk av biodrivstoff basert på avfall og rester i tiltakene i transportsektoren. Det kan for eksempel være matavfall, husdyrgjødsel, fiskeslam, avløpsslam, og tallolje. I tillegg har vi lagt til grunn bruk av biprodukter fra skogindustrien, som også klassifiseres som avansert biodrivstoff. Slike råstoff er relativt kostbare å utnytte som bioenergi og har behov for videre teknologi- og verdikjedeutvikling. Målrettet norsk etterspørsel og støtte til produksjon av de mest avanserte råstoffene, kan bidra til dette, enten biodrivstoffet er produsert i Norge eller importert.

Flytende biobrensler som HVO[28] kan erstatte fossile energiprodukter, og kan ha høy nytte i fjernvarmesystemet når det brukes som reservelast. HVO er kostbart, men på grunn av lagringsegenskapene kan bruk av HVO som reservelast bidra til å redusere behovet for utbygging og overdimensjonering av strømnett, som totalt sett kan gi kostnadsbesparelser.

Bioenergi med positive koblinger mot matsystemet er også utredet. I Klimakur 2030 har vi sett på økt produksjon av biogass fra husdyrgjødsel og økt bruk av biogass for å stimulere til økt produksjon. Biogassproduksjon av husdyrgjødsel bidrar til reduserte klimagassutslipp fra lagring av husdyrgjødsel, samtidig som energi i gjødsla utnyttes. Også andre organiske avfallsråstoff til biogassproduksjon, som matavfall, bidrar positivt i matsystemet når næringsstoffene i restene fra produksjonen erstatter mineralgjødsel.

[27] Inkluderer skog, dyrket mark, beite, vann og myr, utbygde arealer og annen utmark. For denne sektoren rapporteres utslipp fra og opptak i karbonbeholdningene biomasse, død ved, strø og jord.

[28] HVO (hydrotreated vegetable oil) er biodiesel laget ved å hydrogenbehandle vegetabilsk olje eller animalske fettstoff. HVO har tekniske egenskaper tilnærmet lik fossil diesel. Kan være avansert eller konvensjonelt, avhengig av råstoffet det er laget av.

Krav til bærekraftsertifisering av bioenergi bidrar til bedre bruk av biomasse. Det er i dag kun myndighetskrav til bærekraftsertifisering av biodrivstoff brukt til veitransport, mens det ikke stilles slike krav til biogass, biofyringsolje, trepellets og andre biobrensler. Ved å utvide bærekraftskrav til å gjelde for all bioenergi vil risikoen for negative klima- og miljøeffekter reduseres. For mer om biodrivstoff og klimaeffekter se kapittel 14.

Bioenergi kan kobles med karbonfangst og -lagring (CCS)

Negative utslipp kan også oppnås gjennom oppsamling og lagring av bio-CO_2 fra produksjon eller bruk av bioenergi. Bio-CCS er ifølge IPCC blant de tiltakene med størst teknisk potensial for å bidra til utslippsreduksjoner.

I Klimakur 2030 har vi sett på tiltak for lagring av CO_2 fra avfallsforbrenningsanlegg, der en økende andel CO_2 vil ha biologisk opprinnelse. Vi har også sett på CCS fra biodrivstoffproduksjon, selv om dette ikke er kvantifisert som egne tiltak. I produksjonsprosessen for flytende biodrivstoff basert på skogsråstoff, oppstår betydelige mengder CO_2. Det samme gjelder produksjon av biogass som drivstoff. Fordi CO_2-en allerede er fanget og/eller er høykonsentrert, og fordi vi vet at flere biodrivstoffaktører allerede vurderer salg av CO_2, er det grunn til å tro at CCS fra biodrivstoffproduksjon kan være en relativt rimelig CCS-løsning, med potensial for samlet sett store utslippsreduksjoner.

Biodrivstoff brukes i transportsektoren, og CO_2-fangst fra bruk er derfor ikke aktuelt. På lengre sikt kan CCS etter forbrenning av biodrivstoff også oppnås dersom bruken sentraliseres, for eksempel ved bruk i industri eller biokraftverk som har større punktutslipp. Bruk av biodrivstoff som innsatsfaktor til bioplast vil også kunne åpne for CCS ved sluttbehandling av plastavfallet. Utslippskutt fra bio-CCS teller imidlertid ikke i det nasjonale klimaregnskapet i dag på grunn av internasjonale rapporteringsretningslinjer, og dette er en regulatorisk barriere. For mer om bio-CCS, se kapittel 11 om karbonfangst- og lagring.

3.4 Tiltaksanalyser

3.4.1 Tiltaksanalysene gir en systematisk vurdering av mulige tiltak

Mandatet til Klimakur 2030 slår fast at "*Faggruppen skal beregne utslippsreduksjonspotensial og samfunnsøkonomisk tiltakskostnad (i kr/tonn CO_2-ekv.) for ulike klimatiltak*". Et *tiltak* er den fysiske handlingen som følger av en beslutning tatt av en samfunnsaktør (bedrift, husholdning, offentlig virksomhet) og som påvirker aktørens egne eller andres utslipp av klimagasser. Et tiltak kan være alt fra fysiske investeringer til endringer i arbeidsrutiner og daglige vaner.

Analysen av tiltak tar utgangspunkt i utslippsregnskapet og kunnskapen vi har om de ulike utslippskildene. I tiltaksanalysene utredes anslag for utslippsreduksjonspotensial og samfunnsøkonomiske merkostnader ved tiltaket. Tiltakene som er analysert er svært ulike. Noen tiltak involverer å ta i bruk ny teknologi, for eksempel kjøpe elbil i stedet for bil med forbrenningsmotor. Andre tiltak dreier seg om å gjøre ting på en ny måte eller gjøre nye ting, for eksempel kaste mindre mat, eller spise mindre kjøtt. Tiltaksanalysene er en partiell analyse som ikke dekker alle kostnader for samfunnet om tiltaket skulle gjennomføres. Tiltaksanalysene er ikke en virkemiddelanalyse, og kostnader knyttet til virkemidler for å utløse tiltaket er ikke inkludert i tiltaksanalysene.

Vi bruker i denne rapporten begrepet "innfasing" av tiltak. Med innfasing mener vi hvor raskt tiltaket gjennomføres – eller fases inn, for eksempel målt i andel elbiler i nybilsalget på ulike tidspunkt. I de tilfellene hvor det finnes definerte politiske ambisjoner for utviklingen framover er de relevante tiltakene "skalert" i samsvar med de politiske ambisjonene/målsetningene. For eksempel er tiltaket

overgang fra dieselvarebil til elektrisk varebil skalert etter målet fra Nasjonal Transportplan 2018-2029 (NTP) om at "nye lette varebiler skal være nullutslippskjøretøy i 2025". Tilsvarende beregnes tiltakskostnader og utslippseffekter av ulike omsetningskrav for biodrivstoff. Her er *tiltaket* overgang fra fossilt drivstoff til biodrivstoff, mens *virkemiddelet* er omsetningskrav.

Teknisk beregningsutvalg for klima skriver: "*Tiltaksanalyser er basert på en prosjektanalysetilnærming, hvor prosjektene typisk er fysiske tilpasninger og teknologiløsninger for å redusere utslipp eller øke opptak av klimagasser. Analysen kartlegger potensial og kostnader ved utvidet eller ny bruk av kjente løsninger, og for tiltak fram i tid må det også anslås potensial og kostnader ved løsninger som ikke fullt ut er utprøvd, eller som bare foreligger "på tegnebordet" ved analysetidspunktet. En detaljert tilnærming gir mulighet til å identifisere kostnadselementene i mer detalj. Tiltakskostnaden beregnes individuelt fra tiltak til tiltak og analysen inneholder ikke virkemidler, slik at samspillseffekter mellom tiltakene eller med resten av økonomien gjennom virkemiddelbruk og atferdsresponser vanligvis ikke fanges opp.*"[29]

Formålet med tiltaksanalysene er å gi en systematisk vurdering av mulige tiltak som kan redusere klimagassutslippene i Norge og et anslag på kostnader forbundet med tiltakene. Tiltaksanalysene kan brukes til en første rangering av tiltak etter kostnadseffektivitet (kostnader per tonn CO_2-ekv. redusert), basert på de kostnader som er inkludert i analysen.

I tråd med mandatet er tiltaksanalysene gjennomført med enhetlig metodikk på tvers av sektorene med utgangspunkt i Miljødirektoratets metodenotat. Dette metodenotatet er ytterligere bearbeidet til en veileder i arbeidet med Klimakur 2030. Veilederen ligger som vedlegg II til rapporten.

3.4.2 Ikke alle kostnader er medregnet i tiltakskostnaden

Tiltakskostnaden er beregnet som nåverdien av de direkte samfunnsøkonomiske merkostnadene som er kvantifisert, dividert med utslippsreduksjonen i tonn over levetiden til tiltaket. Resultatet oppgis i kroner per tonn CO_2-ekvivalenter. Utslippsbrøken som benyttes er som følger:

$$\frac{Netto\ nåverdi\ av\ samlet\ samfunnsøkonomisk\ kostnad\ fra\ basisår\ til\ tiltakets\ slutt}{Summen\ av\ totale\ CO_2-ekvivalenter\ redusert\ fra\ basisår\ til\ tiltakets\ slutt}$$

Det er i tiltaksanalysen ikke satt en verdi på gevinsten ved utslippsreduksjonen, den måles i tonn, ikke kroner. Det betyr at tiltak med negativ tiltakskostnad er beregnet å være lønnsomme for samfunnet før verdien av utslippsreduksjonen er tatt hensyn til, gitt at våre analyser har fanget opp alle relevante effekter. Eventuelle virkemiddelkostnader er imidlertid ikke inkludert i en slik betraktning, og vil komme i tillegg til den beregnete tiltakskostnaden. Verdien av å redusere et utslipp med ett tonn vil avhenge av mange faktorer, og er også et resultat av politiske mål og avveininger. Dette har ikke vært en del av vurderingene i Klimakur 2030.

Merkostnadene er ofte høyere investeringskostnader, for eksempel at en elbil er dyrere enn en tilsvarende bil med forbrenningsmotor, og endring i driftskostnader, for eksempel at elbil er billigere i drift enn en diesel- eller bensinbil. Siden kostnadene er sett fra samfunnets ståsted skal også eksterne virkninger, for eksempel verdien av redusert luftforurensning, tallfestes. Skatter og avgifter regnes ikke med, siden det for samfunnet som helhet representerer en omfordeling av ressurser.[30] Så langt som mulig skal alle merkostnader, besparelser og andre prissatte effekter inkluderes i

[29] Atferdsresponser er hvordan aktørene reagerer på virkemidler og andre insentiver.

[30] Endring i innbetalte skatter og avgifter kan også gi samfunnsøkonomiske effekter, for eksempel dersom redusert innbetaling av avgift medfører at andre vridende skatter og avgifter må økes.

tiltakskostnaden. Effekter som ikke kan prissettes skal så langt som mulig kvantifiseres og omtales sammen med tiltakskostnaden.

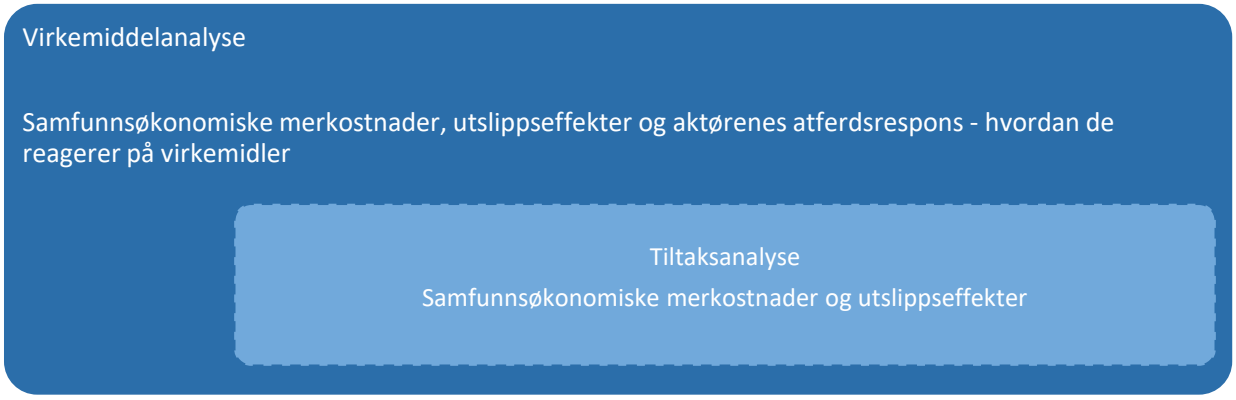
Tiltaksanalysene er en partiell analyse som ikke dekker alle kostnader for samfunnet om tiltaket skulle gjennomføres. Tiltaksanalysene er ikke en virkemiddelanalyse, og kostnader knyttet til virkemidler for å utløse tiltaket er ikke inkludert i tiltaksanalysene. Det kan for eksempel være administrative kostnader og effektivitetstap knyttet til virkemidler. Virkemiddelkostnader kan variere betydelig fra tiltak til tiltak og avhenger av hvilket virkemiddel man velger. Valg av virkemiddel vil også påvirke utslippsreduksjonspotensial og kostnader gjennom aktørenes atferdsrespons, det vil si hvordan aktørene responderer på virkemidlene. Ringvirkninger og samspillseffekter i økonomien er ikke med i analysen. Tiltaksanalysene gir en oversikt over hvordan utslippene kan reduseres, utslippsreduksjonspotensial og kostnader som kan benyttes inn i videre analyser av virkemidler og virkninger i økonomien.

Teknisk beregningsutvalg for klima mener man må sikte mot analyser hvor virkemidler, fysiske tiltak og utslippsreduksjoner ses i sammenheng når man beregner samfunnsøkonomiske kostnader av tiltak. Oppsummert er utvalgets hovedanbefalinger om tiltaksanalyser fra første rapport som følger:

- Det er behov for å klargjøre forutsetninger for og begrensninger i analysene, spesielt om kostnader og usikkerhet, og hvordan disse kan påvirke beregningsresultat.
- Tidsforløpets betydning for kostnadene må tas hensyn til i beregning og tiltaksutforming.
- Tiltaksanalysen er ikke tilstrekkelig for å utrede effekter av virkemidler.

Utvalget jobber videre med metodikk for virkemiddelanalyser og klimaeffekten av statsbudsjettet fram mot neste rapport i juni 2020.

I figuren under er det illustrert hvordan virkemiddelanalysen vil gå utover den analysen som ligger i tiltaksanalysene. En virkemiddelanalyse inkluderer en vurdering av aktørenes atferdsrespons. En virkemiddelanalyse kan være mer eller mindre omfattende, for eksempel se på ett segment, en sektor eller hele økonomien.



Figur A 9. Tiltaksanalyse og virkemiddelanalyse.

Tiltakskostnaden er en gjennomsnittsbetraktning basert på en rekke ulike antagelser. Antagelsene som er lagt til grunn for det enkelte tiltak er beskrevet i tiltaksark (vedlegg I). Her framgår det også hvilken innfasing som er lagt til grunn og hva som er de største usikkerhetsmomentene i analysen. I vedlegg II er metoden for tiltaksanalyser redegjort for i detalj. Dette vedlegget inkluderer også en oversikt over felles antagelser som er lagt til grunn, for eksempel energikostnader.

3.4.3 Variasjon i kostnader er synliggjort

Ett tiltak kan bestå av mange mindre tiltak, for eksempel innfasing av en rekke elektriske kjøretøy som er ulike eller som skal brukes av ulike aktører. Kostnadene kan variere betydelig innenfor et tiltak. For en del tiltak vil også kostnadene variere over tid, for eksempel dersom teknologiutvikling fører til en fallende kostnadskurve eller at knapphet på nødvendige ressurser fører til stigende kostnader i takt med at stadig flere gjennomfører tiltaket. Dette er belyst i tiltaksarkene i vedlegg I til rapporten, og i sektorkapitlene. Det er stor variasjon i hvor detaljert kostnadsinformasjon som er tilgjengelig for de ulike tiltakene. For en del tiltak er det derfor ikke mulig å synliggjøre kostnadsspenn i tiltaket.

Vurdering av framtidige kostnader innebærer usikkerhet, særlig for tiltak der man forventer rask teknologiutvikling i årene framover. Det er også usikkert hvor raskt tiltak kan gjennomføres. Vi har derfor valgt å legge alle tiltakene i kostnadskategorier for å synliggjøre usikkerhet, og ikke som absolutte tall som kan sammenstilles i en marginalkostnadskurve. I tiltaksarkene oppgis tiltakskostnader i mer detaljer, inkludert forventet kostnadsutvikling fram mot 2030 for en del tiltak. Kostnadskategoriene gir ikke nødvendigvis et helhetlig bilde av hvor krevende et tiltak er, eller hvor sterke virkemidler som skal til for å utløse tiltaket. Det kan for eksempel være store atferdsbarrierer for å utløse tiltaket, eller tiltaket forutsetter teknologiutvikling.

3.4.4 Konsekvenser er synliggjort så langt som mulig

I mandatet til Klimakur 2030 er det bedt om at konsekvenser skal vurderes: "*Konsekvenser og kostnader for ulike aktører og næringer, kostnader for staten, ikke-prissatte konsekvenser, fordelingsvirkninger, ressurstilgang og/eller –begrensninger, virkninger på globale utslipp og eventuelt andre konsekvenser av tiltak og virkemidler skal belyses så langt det lar seg gjøre innenfor tidsrammen. Det bør også gjøres rede for om virkemidlet er i tråd med prinsippet om at forurenser betaler og om det bidrar til målet om at Norge skal bli et lavutslippssamfunn i 2050.*" I kapittel 13 og 14 er konsekvenser for bioenergi og kraftsystemet vurdert. I tiltaksarkene og sektorkapitlene er andre konsekvenser for aktørene og samfunnet som helhet vurdert, men disse vurderingene er ikke en fullstendig analyse av konsekvenser av tiltakene.

3.5 Barriereanalyse – grunnlag for å vurdere mulige virkemidler

3.5.1 Barrierene er vurdert fra aktørenes ståsted

I mandatet til Klimakur 2030 er det spesifisert at det skal ses på barrierer, både tiltaks- og sektorspesifikke barrierer, og mer overordnede/generelle barrierer. Det vises også til FNs klimapanels definisjon:

"*A barrier is any obstacle to reaching a potential that can be overcome by a policy, programme, or measure.*"

I Klimakur 2030 skal vi svare på hvordan tiltak som til sammen reduserer utslippene med 50 prosent kan utløses. For å kunne svare på det må vi så langt mulig vurdere alle barrierer som hindrer at en aktør gjennomfører et tiltak. Eller som FNs klimapanel skriver: "*any obstacle*", *enhver hindring*, for at et tiltak kan gjennomføres som kan bygges ned ved hjelp av virkemidler. En barriereanalyse kan i noen sammenhenger dreie seg om å analysere årsaker til at private aktører ikke tilpasser seg til den samfunnsøkonomiske optimale løsningen. Ulike former for markedssvikt kan da være viktige årsaker. Det er imidlertid ikke gitt at tiltakene som er utredet i forbindelse med Klimakur 2030 er samfunnsøkonomisk lønnsomme eller ønskelige. Utgangspunktet for analysen er hvordan tiltaket *kan* utløses, og ikke om tiltaket *bør* gjennomføres. For å vurdere hva som skal til for at et tiltak i Klimakur 2030 utløses har derfor barrierene blitt vurdert fra ståstedet til aktøren som må gjennomføre

tiltakene, uavhengig av hva som eventuelt må til for å løse en underliggende markedssvikt. Det innebærer blant annet at der tiltakene forutsetter bruk av ny og umoden teknologi så er merkostnadene og virkemidlene vurdert ut fra hva det koster å ta teknologien i bruk til tross for at den er umoden, og ikke hva det vil kreve å ferdigutvikle og gjøre teknologien moden.

I Klimakur 2030 har formålet med barriereanalysen først og fremst vært å lage et underlag for å vurdere hvilke virkemidler som alene, eller i kombinasjon, kan utløse et tiltak. Derfor har det også vært viktig å vurdere om det er store forskjeller mellom ulike aktører, og om det kan forventes at barrierene endrer seg over tid, for eksempel på grunn av teknologiutvikling. I praksis vil det ofte være flere barrierer som hindrer at et tiltak gjennomføres fullt ut, og som regel kreves det ulike virkemidler for de ulike barrierene.

3.5.2 Merkostnadene er kvantifisert gjennom privatøkonomiske analyser

Det er mange ulike måter å kategorisere barrierer på. Sett fra aktørenes ståsted er høyere kostnader knyttet til tiltaket enn til alternativet i mange tilfeller den største barrieren, og det er i Klimakur 2030 gjennomført privatøkonomiske analyser for å kvantifisere merkostnaden for den private aktøren, eller kostnadsbarrierene.[31]

I de privatøkonomiske analysene inkluderes, til forskjell fra når tiltakskostnaden beregnes, skatter og avgifter aktørene betaler. Kalkulasjonsrenten justeres slik at den reflekterer avkastningskravet i den aktuelle sektoren. Eksterne nytte- og kostnadsvirkninger som støy og helseeffekter inkluderes ikke i den privatøkonomiske analysen, siden dette ikke er kostnader private aktører må betale med mindre aktivitetene som generer slike virkninger er ilagt avgifter. Vedlegg II har utdypende informasjon om metode og forutsetninger som er benyttet i de privatøkonomiske analysene. Der er det også gitt en oversikt over avkastningskrav/diskonteringsrenter og andre forutsetninger som er benyttet i Klimakur 2030. For noen av tiltakene er det i tillegg gjort privatøkonomiske analyser basert på krav om at merkostnaden ved investeringer skal være tilbakebetalt på kort tid, for eksempel 2-3 år.

I den privatøkonomiske kostnadsberegningen bør alle kostnader aktøren står overfor og som kan kvantifiseres inkluderes så langt som mulig. Enkelte kostnadselementer kan det være vanskelig å kvantifisere, for eksempel tidskostnader forbundet med gjennomføring av tiltak som for eksempel sortering av avfall, innhenting av informasjon og opparbeiding av kunnskap. Det kan være krevende å kvantifisere nyttetap knyttet til mer subjektive oppfatninger av kvalitet. Noen vil oppleve motorlyd som en viktig del av kvaliteten ved en bil, og dermed foretrekke biler med forbrenningsmotor framfor elbiler, mens andre vil oppleve det som en positiv kvalitet ved elbiler at de ikke har motorlyd. Noen vil oppleve biff som bedre mat enn bønner og andre tvert imot. Hvordan den enkelte opplever slike kvalitetsforskjeller varierer fra individ til individ. Nyttetapet ved å måtte velge det man opplever som minst attraktivt, for eksempel som følge av en regulering, kan være krevende å kvantifisere. Det gjelder på individnivå, men ikke minst når man i mange analyser, også i tiltaksanalysene, ser på gjennomsnittsaktøren. Tilsvarende utfordring vil gjelde om man skal se på konsekvensene på samfunnsnivå. Kostnader det ikke har vært mulig å kvantifisere er søkt beskrevet i tiltaksarkene og i sektorkapitlene.

Det har også vært viktig å se på kostnadsforskjeller mellom aktører og om det kan forventes at kostnadsbarrieren reduseres over tid uten nye virkemidler. Dette er viktig for å vurdere effekten av virkemidler.

[31] Vi bruker her begrepet privatøkonomiske analyser både for tiltak som gjennomføres av privatpersoner og av virksomheter (bedriftsøkonomiske analyser).

3.5.3 Andre barrierer

Det kan være ulike årsaker til at kostnader er høye. I barriereanalysene har det vært viktig å vurdere årsakene til høye kostnader, om det for eksempel er på grunn av umoden teknologi. Det gir grunnlag for å vurdere virkemidler som kan redusere kostnadsbarrieren, for eksempel ved hjelp av støtte til teknologiutvikling, endring i regulering eller prising av fossile utslipp.

Mangel på tilgjengelig teknologi vil som regel være en absolutt barriere for private aktører, men for samfunnet som helhet er det en barriere som kan bygges ned (ved hjelp av forsknings- og utviklings-virkemidler). Norge er også i mange sammenhenger avhengig av teknologiutviklingen internasjonalt. I noen tilfeller er teknologien tilgjengelig, men til høye kostnader (kostnadsbarrierer) og hvis teknologien er umoden innebærer tiltaket gjerne **teknologirisiko** (vil den nye teknologien fungere som forventet?).

Mangel på kunnskap/informasjon er også en barriere for mange tiltak. Det er viktig hvordan informasjon gis for at den skal være effektiv. Det er mange måter å gi god informasjon på, for eksempel gjennom merkeordninger, tilgjengelig informasjon på nett osv.

Infrastrukturbarrierer i form av **utilstrekkelig lade- og fylleinfrastruktur** er en hovedbarriere for tiltakseiere i transportsektoren. For å bygge ned denne barrieren må samfunnet som helhet overvinne andre barrierer – som manglende lønnsomhet for ladeinfrastruktureiere, behov for standardisering og behov for nettoppgraderinger. Infrastrukturbarrierer er også relevant i andre sektorer.

Ulike typer **regulatoriske barrierer** kan også være et hinder for at miljøteknologi utvikles og tas i bruk. Både reguleringer og standarder/minstekrav er i stor grad er tilpasset det gjeldende og kan uforvarende bli barrierer for nye løsninger og teknologier. I noen tilfeller kan det være enkelt å justere regulering slik at tiltak kan gjennomføres, i andre tilfeller kan det være vanskelig å endre regulering som kanskje er ment å ivareta andre viktige samfunnsmessige hensyn og mål. Dette kan for eksempel være sikkerhetshensyn eller mål som selvforsyning. I barriereanalysen er det vurdert om det er regulatoriske barrierer på tiltaks-, segment- eller sektornivå. I virkemiddelanalysen bør det så vurderes om, og i så fall hvordan, reguleringen kan endres for å utløse tiltaket.

Mange tiltak vil kreve koordinering mellom ulike aktører og **behov for koordinering** vil være en barriere. For eksempel krever utbygging av energistasjoner for alternative drivstoff at en lang rekke ulike typer aktører samordner sine planer, slik at kundegrunnlag, drivstofftilgang, leveranse av kjøretøy, rammevilkår, arealbehov m.m. sammenfaller i tid og sted. I umodne, i motsetning til modne, markeder går ikke slik koordinering nødvendigvis av seg selv.

Det er i Klimakur 2030 lagt vekt på å vurdere om det er **atferdsbarrierer** som hindrer at tiltakene utløses. Atferdsbarrierer er her definert som barrierer som skyldes at ulike aktører ikke er "rasjonelle" i den forstand at de ikke alltid velger å gjøre det som lønner seg økonomisk for dem eller maksimerer forventet nytte i tråd med tradisjonell økonomisk teori; ofte omtales dette som begrenset rasjonalitet.[32] Ifølge tradisjonell økonomisk teori vurderer man alle mulige alternativer og konsekvensene av dem nå og framover og velger det alternativet som over tid maksimerer forventet nytte eller profitt. I realiteten tas imidlertid mange beslutninger uten at man reflekterer over det – beslutningene er automatisert, med vaneatferd som resultat. Atferd påvirkes også av sosiale normer

[32] Begrenset rasjonalitet kan tolkes som avvik fra de grunnleggende forutsetningene for atferd i tråd med tradisjonell økonomisk teori, og grunnleggende aksiomer i økonomien som gir konsistens over tid og konsistente valg mellom alternativer.

og preferanser, ofte uten at vi er klar over det. I tillegg tenker vi ofte innenfor mentale modeller som påvirker hvordan vi oppfatter ting og hvordan vi tolker eller feiltolker informasjonen vi mottar.[33] Slike barrierer vil det ofte ikke være verken riktig eller mulig å kostnadsberegne. Atferdsbarrierer kan ha stor betydning for hvilke virkemidler som vil være effektive.

Grønn skattekommisjon (NOU 2015:15) skriver: "*Mangel på informasjon eller ikke-rasjonelle aktører er ofte barrierer for spredning av miljøteknologier. Studier i atferdsøkonomi finner blant annet at husholdninger verdsetter nåtiden uforholdsmessig mye høyere enn framtiden (nåtidskjevhet), og at noen investeringer i for eksempel energieffektiviseringstiltak derfor ikke blir gjennomført selv om de er privatøkonomisk lønnsomme. Begrensede kognitive ressurser kan også medføre at husholdningene tar valg som ikke er økonomisk rasjonelle, men følger enkle tommelfingerregler ved beslutninger som gjennomføres sjeldent. Dette kan for eksempel gjelde beslutninger som påvirker energibruk (kjøp av oppvaskmaskiner, utskifting av vinduer og liknende). For å overkomme slike barrierer kan ikke-økonomiske virkemidler som for eksempel informasjonskampanjer spille en viktig rolle som supplement til prising av miljøeksternaliteter.*"

Atferdsbarrierer som tapsaversjon, nåtidsskjevhet og referanseavhengige preferanser gjør at man har en tendens til å forbli i nåværende situasjon eller velge et kjent alternativ, selv om det er lønnsomt eller gir økt velferd å gjøre noe nytt. Ett mulig eksempel er at om du har en bensinbil i dag vil du i utgangspunktet fortsette å ha det uten egentlig å vurdere alternativer, og du vil kanskje ikke bytte til elbil selv om det er lønnsomt. Har du først overkommet barrieren og anskaffet deg elbil, vil du ha en større tilbøyelighet til at også neste bil blir en elbil. Atferdsbarrierer kan i mange tilfeller dreie seg om mangel på informasjon i vid forstand eller at man ikke oppfatter informasjon, eller feiltolker informasjon. Det betyr at informasjon er et viktig virkemiddel, men samtidig at det er avgjørende hvordan informasjonen gis. For eksempel er det vist at forhåndsvalgte alternativer i et skjema har stor effekt på hva folk velger, for eksempel når det gjelder sparing og organdonasjon. Informasjon som sammenligner det du gjør med hva naboer eller andre gjør har også stor effekt, dette er for eksempel brukt for å redusere strømforbruk.[34] En aktørs preferanser kan også endres over tid, for eksempel før og etter at et tiltak er gjennomført og påvirkes av eksisterende og endrete normer. Noen kan gå fra å foretrekke fossilbil og kjøtt til å foretrekke alternativene etter å ha prøvd dem. Preferansene kan også påvirkes av virkemidler. For eksempel argumenterer Nyborg og Rege for at røykeloven påvirket normer for hva som var sosialt akseptabel røykeatferd.[35]

En god forståelse av atferdsbarrierer er viktig med tanke på hvilke virkemidler som er best egnet til å utløse et gitt tiltak og hvordan de bør utformes. Det er økende oppmerksomhet rundt dette i politikkutvikling i mange land. Flere land og organisasjoner har opprettet "atferdsenheter", eller "nudge"-enheter, for å vurdere virkemidler som bygger på kunnskap om faktisk atferd. Det er også eksempler på at nudging tas i bruk av ulike offentlige instanser.[36] Se Faktaboks A 3 for mer.

---

[33] Kategoriseringen er basert på World Bank (2015). World Development Report 2015: Mind, Society, and Behavior. Praksisteori er en annen teoretisk tilnærming. Se også Ajzen (1991). Theory of planned behavior og Fishbein & Ajzen (2010). Theory of reasoned action.

[34] Se f. eks. van Kleef mfl. (2018) The effect of a default-based nudge on the choice of whole wheat bread.

[35] Nyborg & Rege (2003). On social norms: the evolution of considerate smoking behavior.

[36] For eksempel UK (nå privat organisasjon): Behavioural Insights Team; EU: Behavioural insights: applications in European countries; Australia: Behavioural Economics Team of the Australian Government; Verdensbanken: Mind, Behavior, and Development Unit. Norsk eksempel, se Skatteetaten (2014). Vert vi som skattebetalarar påvirka av «dulting»?.

Atferdsbarrierer

Atferdsbarrierer er barrierer som skyldes at ulike aktører ikke er "rasjonelle" i den forstand at de ikke alltid velger å gjøre det som lønner seg økonomisk for dem eller maksimerer nytte; ofte omtales dette som *begrenset rasjonalitet*.[37] Atferdsbarrierer har vært viktige å kartlegge i Klimakur 2030 fordi behovet for atferdsendring er et kjennetegn ved mange klimatiltak. Som for barrierer generelt er det definert mange ulike typer atferdsbarrierer. Eksempler er:

Sosiale normer og holdninger. Normer og holdninger former hvilken atferd og hvilke beslutninger man tar. Kosthold er et eksempel på noe som påvirkes av normer.[38]

Tapsaversjon. Forventet nedside, som behov for endret driftsmønster eller vaner, vektes tyngre enn forventet gevinst, noe som ikke er i tråd med tradisjonell nyttemaksimering.[39]

Nåtidsskjevhet - tidsinkonsistente preferanser. At for eksempel umiddelbar kostnad eller nyttetap vektes tyngre i beslutningen enn framtidige besparelser/nyttegevinst, utover vektingen gitt i avkastningskravet. Dette medfører at aktører opptrer som om de har høyere diskonteringsrate mellom i dag og neste periode enn mellom senere perioder. For eksempel vil mange vektlegge det å konsumere kjøtt i dag høyere enn framtidig helsegevinst av et sunnere kosthold i større grad enn det tradisjonell diskontering gir som resultat. Dette kan også være en barriere for investeringer i teknologi som gir reduserte driftskostnader, fordi investeringskostnaden veies tungt.[40]

Status quo-bias: Tilbøyelighet til å holde seg til kjente løsninger, f. eks. vil mange være tilbøyelige til å fortsette å spise kjøtt fordi de er vant til det, ikke nødvendigvis fordi de ville ha det verre om de endret kostholdet.

Vurdering av usikkerhet/sannsynlighet. Det er empirisk påvist at man ofte overvurderer lave sannsynligheter. Det kan gjøre at man kan overvurderer risikoen ved investeringer i ny teknologi.

Tommelfingerregler ved beslutninger som innebærer at man ikke tar beslutninger basert på all tilgjengelig informasjon (pay-backmetoden[41] er en mye brukt tilnærming som kan anses som en tommelfingerregel mer enn en lønnsomhetsberegning).

Referanseavhengige preferanser. Hvordan du vurderer alternativer er situasjonsavhengig. For eksempel kjøper vi ofte en 'medium' stor kaffe fordi liten virker for liten, og stor virker for stor – helt uavhengig av faktisk størrelse på koppene og kaffebehovet. Ved å endre 'referansekoppen' og gjøre porsjoner mindre kan man dermed redusere svinn.

Faktaboks A 3. Atferdsbarrierer.

[37] Det eksisterer mye litteratur innenfor feltet atferdsøkonomi. Kahneman og Tversky har vært blant pionerene på fagfeltet, og har skrevet flere artikler om hvordan både beslutninger og hvordan man tolker informasjon avviker fra det rasjonelle i tråd med tradisjonell økonomisk teori. For en delvis oppsummering av arbeidet, se f.eks. Kahneman (2002). Maps of Bounded Rationality. En rekke kognitive biases er omtalt i den populærvitenskaplige boken Kahneman (2011). Thinking fast an slow. For en introduksjon til fagfeltet, se også Samson, A. (red.) (2014). Behavioral Economics Guide 2014.

[38] Se f. eks. Nyborg mfl. (2016). Social norms as solutions.

[39] Se f. eks. Kahneman & Tversky (1979). Prospect Theory: An Anlysis of Decision under Risk.

[40] Se Frederick, Loewenstein & O'Donoghue (2002). Time Discounting and Time Preference: A Critical Review, for en gjennomgang av avvik fra tradisjonell teori for diskontert nytte. En metode for håndtere dette er å benytte hyperbolsk diskontering. Se f.eks. Laibson, D. (1998). Life-Cycle Consumption and Hyperbolic Discount Functions., og en gjennomgang av hyperbolsk diskontering på www.behavioral lab.org; Hyperbolic Discounting. Se også Hagen (2011). Concept rapport Nr. 27: *"Dette innebærer at tidspreferansene endrer seg over tid slik at en har sterkere preferanser for fremskyndet konsum på kort enn på lang sikt….Problemet med hyperbolske preferanser er at de kan føre til investeringsbeslutninger som er inkonsistente over tid."*

[41] Payback-metoden betyr at beslutningskriteriet er å hvor lang tid det tar før en investering er tjent inn, uten at det diskonteres.

3.6 Virkemiddelvurderinger

I tråd med mandatet har vi ikke anbefalt virkemidler, men sett på hvordan nivået på skatter og avgifter kan fungere som virkemiddel. I tillegg er det vurdert hvilke andre virkemidler som alene eller i kombinasjon kan utløse tiltakene, herunder regulering, støtte, offentlige anskaffelser og informasjon. Så langt det har vært mulig innenfor tidsrammen har vi også vurdert konsekvenser av de ulike virkemidlene. Når det gjelder konsekvenser har vi fokusert på kostnader for ulike aktører og fordelingsvirkninger, og hvorvidt virkemiddelet bidrar til at Norge skal bli et lavutslippssamfunn i 2050. Det er også gjort vurderinger av mulige konsekvenser og viktige vurderinger knyttet til økt bruk av bioenergi og elektrisitet i kapittel 14.

For de fleste tiltak som er utredet i Klimakur 2030 er virkemiddelvurderingene av tiltakene en første gjennomgang, og er ikke fullstendige virkemiddelanalyser.

3.6.1 Tiltaksspesifikk tilnærming til virkemidler

De ulike tiltakene og sektorene er i mange tilfeller svært forskjellige, både når det gjelder eksisterende virkemidler, mål, kostnader og teknologisk modenhet. Tilnærming til virkemiddelvurderingene har derfor også vært forskjellig fra sektor til sektor, og fra tiltak til tiltak, og det har i arbeidet med Klimakur 2030 vært benyttet ulike metoder.

I virkemiddelvurderingene på tiltaksnivå er det tatt utgangspunkt i aktørbildet og barriereanalysene, og vurdert hvilke virkemidler som alene eller i kombinasjon kan redusere/fjerne relevante barrierer. I en del tilfeller har innfasingen av de ulike tiltakene blitt justert etter en vurdering av tilgjengelige/mulige virkemidler.

Forståelse av aktørbildet er viktig. Både de aktørene som sitter med beslutningen om å gjennomføre tiltaket, men også aktører som kontrollerer viktige rammebetingelser for om tiltaket gjennomføres, er sentrale. For eksempel sitter kommunene med en nøkkelrolle for mange tiltak, og kommunenes rolle er omtalt i kapittel 12.

I en del tilfeller består klimatiltak av at mange aktører gjennomfører liknende type tiltak, for eksempel mange privatpersoners beslutning om å investere i elbil. I realiteten kan det være store kostnadsforskjeller mellom aktørene som skal gjennomføre samme type tiltak, og kostnader kan dessuten endre seg over tid. Det har implikasjoner for hvordan virkemiddelbruken må innrettes over tid for å utløse tiltaket. Om det er store kostnadsforskjeller betyr det at en eventuell karbonpris kan måtte settes svært høyt for å utløse den siste utslippsreduksjonen, mens en lavere pris kan utløses store deler av tiltaket.

Virkemiddelvurderingene i Klimakur 2030 er imidlertid ikke en fullstendig virkemiddelanalyse. Mange av vurderingene på tiltaksnivå er gjennomført kvalitativt med utgangspunkt i barriereanalysene. Det er også gjort noen kvantitative vurderinger av hvilken karbonpris som vil kunne utløse tiltaket basert på de privatøkonomiske kostnadsanslagene. Dette er nærmere omtalt i tiltaksark og sektorkapitler.

3.6.2 Ulike virkemidler har ulike egenskaper

Ulike typer virkemidler

I mandatet for Klimakur 2030 bes det om vurderinger av virkemidler som kan utløse tiltakene. Når virkemidler skal vurderes videre er det ulike egenskaper som kan vektlegges, og ulike virkemidler vil ha ulike effekter og egenskaper.

Teknisk beregningsutvalg for klima skriver: "*Klimapolitikken kan vurderes ut fra ulike kriterier, som effektiv ressursallokering, kostnadseffektivitet, styringseffektivitet, fordelingshensyn og institusjonell/politisk gjennomførbarhet. Effektiv ressursallokering handler om å fordele samfunnets*

knappe ressurser slik at de gir den høyeste avkastningen sett fra samfunnets side. Når ressursallokeringen ikke er effektiv har vi en form for markedssvikt. Et virkemiddel er kostnadseffektivt når det reduserer utslipp (eller når et gitt klimamål) til lavest mulig kostnad for samfunnet. Styringseffektivitet dreier seg om i hvilken grad virkemidlet sikrer at et gitt mål nås. Fordelingsvirkninger dreier seg om hvilke grupper i samfunnet som tjener eller taper på politikken. Institusjonell eller politisk gjennomførbarhet dreier seg om hvorvidt det er institusjonelle hindringer for et virkemiddel, og om virkemidlet har politisk støtte. Ved virkemiddelvurderinger kan det være ønskelig å vurdere hvordan et virkemiddel scorer på ett eller flere av de ovennevnte kriteriene."

I mandatet til Klimakur 2030 bes det om at det gjøres rede for om virkemidlet er i tråd med prinsippet om at forurenser betaler og om det bidrar til målet om at Norge skal bli et lavutslippssamfunn i 2050. Prinsippet kan tolkes på ulike måter. I mandatet til Grønn skattekommisjon står det: "*Utvalget skal legge prinsippet om at forurenser betaler til grunn for sitt arbeid. Innholdet i prinsippet kan tolkes på ulike måter, men kan primært tolkes slik at de som forbruker miljøgoder også skal belastes kostnadene ved miljøskadelig aktivitet.*"[42] Det er ikke alltid lett å slå fast hva kostnadene ved miljøskadelig aktivitet er, og dermed hva som vil være riktig karbonprisnivå.

Man kan også tolke 'forurenser skal betale'-prinsippet til en karbonpris på et nivå som gir utslippsreduksjoner i tråd med utslippsreduksjonsmål som er satt. Det er ikke alltid lett å fastslå hvilken utslippsreduksjon en gitt karbonpris vil gi. For å oppnå en utslippsreduksjon i tråd med mandatet til Klimakur 2030, er det svært sannsynlig at en avgift vil måtte settes betydelig høyere enn dagens nivå. Dette viser også framskrivingen av utslipp, som basert på dagens virkemidler viser utslipp som ligger over en utslippsbane med 50 prosent reduksjon. Prinsippet om at forurenser skal betale kan også tolkes mer vidt, til at det er overholdt om forurenser betaler for utslipp og eventuelle utslippsreduserende tiltak, uavhengig av nivå på prisen. En avgift og et kvotesystem for utslipp der kvotene auksjoneres vil da uansett være i tråd med prinsippet om at forurenser betaler. Regulering vil i mange tilfeller innebære at den som forurenser betaler for utslippsreduserende tiltak, men ikke at forurenser betaler for eventuelle restutslipp. Mange andre virkemidler, som støtteordninger, innebærer at det er fellesskapet som betaler for at utslippene reduseres, og ikke den som forurenser. Generelt kan vi derfor si at virkemidler som avgift vil være mest i tråd med prinsippet om at forurenser skal betale. Utover dette er det ikke gjort grundige vurderinger av om de enkelte virkemidlene som er vurdert i analysene er i tråd med prinsippet om at forurenser skal betale.

Virkemidler kan være kostnadseffektive, det vil si at utslippsreduksjonen som nås, skjer til lavest mulig kostnad for samfunnet. Virkemidler kan også være styringseffektive, det vil si at utslippsreduksjonen med sikkerhet treffer et forhåndsdefinert mål. I tråd med mandatet har vi i Klimakur 2030 fokusert på hvorvidt virkemiddelet kan utløse tiltaket. *Styringseffektivitet*, det vil si om virkemidlet sikrer at et gitt mål kan nås, har derfor vært en viktig del av vurderingene som er gjort.

Det finnes mange ulike typer virkemidler. Ofte skilles det mellom

1. **økonomiske virkemidler**, som avgifter, omsettelige kvoter og subsidier/støtteordninger,
2. **direkte regulering**
3. **informasjon** og
4. andre virkemidler, som **offentlige anskaffelser, frivillige avtaler** osv.

I de neste avsnittene vil vi kort gå gjennom de ulike virkemiddeltypene.

[42] Finansdepartementet (2014). Mandat for en ny grønn skattekommisjon. 27.06.14.

Økonomiske virkemidler

Over 80 prosent av klimagassutslippene i Norge er dekket av kvoteplikt og/eller CO_2-avgift. Av de ikke-kvotepliktige utslippene omfattes om lag 70 prosent av CO_2-avgift (2017). De senere årene har satsen blitt utjevnet og omfanget utvidet. Se Faktaboks A 5 med nærmere detaljer om avgiften.

Å sette en lik pris på alle utslippskilder slik at satte mål nås er i utgangspunktet den mest kostnadseffektive måten å regulere utslipp på. At avgift er effektivt forutsetter at det er mulig å sette en slik pris og at det ikke er markedssvikter, andre markedsintervensjoner som for eksempel regulering, eller atferdsmessige barrierer som gjør at prissignal ikke gir den ønskede insentiveffekten. Kvoteplikt og avgift på utslipp gir insentiv til å vri forbruk og produksjon i klimavennlig retning, og til at det utvikles utslippsreduserende teknologi.

Om man skal nå en gitt utslippsreduksjon innenfor en gitt periode kan imidlertid avgifter være lite styringseffektivt. I teorien kunne man justere avgiften opp og ned slik at man oppnår ønsket utslippseffekt, men dette vil være krevende å gjennomføre i praksis. Hyppige og uforutsigbare endringer i avgiftsnivå kan ha negative konsekvenser for ulike aktører. Fordelingseffektene av avgift gjør at det ofte er motstand mot å innføre avgifter. Det argumenteres derfor fra noen hold om at øremerking av midler fra miljøavgifter, enten slik at midlene går til miljøtiltak, eller som en lumpsum tilbake til bedrifter eller husholdninger, kan øke aksepten for avgifter som virkemiddel.[43] I Klimakur 2030 er det for de fleste tiltakene vurdert hvilket avgiftsnivå som kunne utløse tiltakene basert på de privatøkonomiske vurderingene, men det er likevel ikke gitt at disse beregningene tar høyde for alle kostnader eller andre barrierer, så disse beregningene må tolkes med forsiktighet. I tiltaksark og i sektorkapitler er det mer omtale av dette. Det har i liten grad vært gjort vurderinger av bruk av kvotesystem, eventuelt benytte muligheten som ligger kvotedirektivet til å inkludere utslippene i EUs kvotesystem EU ETS.

Det finnes mange støtteordninger som skal utløse utslippsreduserende tiltak og som skal bidra til at det utvikles utslippsreduserende teknologi. Støtte til teknologi er i mange tilfeller nødvendig for å få tilstrekkelig teknologiutvikling, siden teknologiutvikling gir positive virkninger for andre aktører enn den som utvikler teknologien. Teknologistøtte er dermed viktig for å korrigere for teknologieksternaliteter. Enova, Forskningsrådet og Innovasjon Norge forvalter ulike teknologistøtteordninger.

Det finnes også støtteordninger som skal vri forbruk eller produksjon mot alternativer med lavere utslipp. Jordbruksavtalen gir støtte til ulike tiltak som både kan gi økte utslipp og redusere utslipp. Støtte til utslippsreduserende tiltak er ikke i tråd med prinsippet om at forurenser skal betale, og kan føre til at det produseres eller konsumeres for mye av godet som subsidieres. Samtidig er støtteordninger ofte lettere å få aksept for i offentligheten. Støtte kan også være krevende å innrette optimalt med hensyn på hvilke insentiver ordningen gir, for eksempel kan støtte til en teknologi gjøre at andre teknologier med potensial ikke utvikles. Det er fare for at subsidier kan føre til økte priser hvis det for eksempel er lite konkurranse i markedet, noe som blant annet kan være tilfelle der det trengs ny teknologi. I Klimakur 2030 er også støtte vurdert som mulig virkemiddel for mange tiltak, uten at en nødvendigvis har vurdert alle positive og potensielt negative effekter av støtten.

Direkte regulering

Det finnes mange lover og reguleringer som direkte eller indirekte påvirker utslipp av klimagasser, se boks om direkte regulering. Regulering gjennom lov, forskrift eller for eksempel tillatelse, gir mulighet til å treffe den eller de aktivitetene man ønsker å treffe direkte. Regulering av utslipp kan

[43] Ofte kalt "karbonavgift til fordeling" (KAF).

være et upopulært virkemiddel, og dermed krevende å innføre, med mindre det er allmenn aksept for at utslipp fra den aktuelle kilden bør fjernes. Innenfor rammene som er satt gjennom særlig Grunnloven og internasjonale forpliktelser, samt legitime hensyn som forholdsmessighet og forutsigbarhet, kan direkte regulering være et fleksibelt og styringseffektivt virkemiddel. Se Faktaboks A 6 for mer om regulering.

Informasjon

Mange barrierer kan påvirkes av informasjon og kunnskap. For at informasjon skal ha effekt må den treffe riktig mottaker. I noen tilfeller kan informasjon om tiltaksmuligheter være tilstrekkelig for at tiltak utløses. Bransjesamarbeid og formalisert koordinering på tvers av nivåer og sektorer vil for mange av tiltakene som er utredet være nyttig. Atferdsbarrierer gjør at det er svært viktig hvordan informasjonen gis. *Nudging,* eller *dulting,* har blitt et begrep.[44] Eksempler på dette er hoteller som tar i bruk mindre tallerkener for å redusere matsvinn. Det er også godt dokumentert at hvor mye man sparer kan påvirkes gjennom hvordan sparebeslutninger presenteres.[45] Priser kan også oppfattes ulikt avhengig av hvordan de presenteres, og hvordan vi vurderer priser opp mot hverandre kan også lett påvirkes av hvordan de presenteres og rammes inn.[46]

Andre virkemidler

Offentlige anskaffelser oversteg 560 milliarder kroner i 2018,[47] noe som tilsvarer rundt 16 prosent av BNP. Offentlig sektor er dermed en betydelig aktør i flere markeder, og denne innkjøpsmakten kan benyttes for å akselerere det grønne skiftet.[48] Anskaffelsesloven § 5 og anskaffelsesforskriften § 7-9 stiller krav til ivaretagelse av klima- og miljøhensyn i offentlige anskaffelser.[49] I loven framgår det at statlige, fylkeskommunale og kommunale myndigheter og offentligrettslige organer skal innrette sin anskaffelsespraksis slik at den bidrar til å redusere skadelig miljøpåvirkning, og fremme klimavennlige løsninger der det er relevant. Av forskriften følger at oppdragsgiveren skal legge vekt på å minimere miljøbelastningen og fremme klimavennlige løsninger ved sine anskaffelser og kan stille miljøkrav og -kriterier i alle trinn av anskaffelsesprosessen der det er relevant og knyttet til leveransen. Der miljø brukes som tildelingskriterium, bør det som hovedregel vektes minimum 30 prosent. Se Faktaboks A 7 for mer om offentlige anskaffelser.

---

[44] Begrepet brukt på denne måten introduseres i Thaler & Sunstein (2005). Nudge: Improving Decisions About Health, Wealth, and Happiness. Her defineres nudge som: "*A nudge, as we will use the term, is any aspect of the choice architecture that alters people's behavior in a predictable way without forbidding any options or significantly changing their economic incentives. To count as a mere nudge, the intervention must be easy and cheap to avoid. Nudges are not mandates. Putting fruit at eye level counts as a nudge. Banning junk food does not.*"

[45] Benartzi & Thaler (2004). Save More Tomorrow (TM): Using behavioral economics to increase employee saving. Journal of Political Economy, 112 (S1): 164-164.

[46] Det finnes mye litteratur og empiri som illusterer dette på ulike vis. Både *mental accounting* og ulike *bias* er viktige årsaker til at vi oppfatter en pris ulikt avhengig av hvordan den presenteres. Tapsaversjon fører til at man verdsetter noe man eier i høyere enn noe man ikke eier, se f. eks. Kahneman mfl. (1991). Anomalies: The Endowment Effect, Loss Aversion, and Status Quo Bias. "Ankereffekten" påvirker også hvordan priser oppfattes; hvis du blir presentert et tilfeldig tall før du skal vurdere priser blir vurderingen lett påvirket. Se f. eks. Ariely mfl. (2003). Coherent Arbitrariness: Stable Demand Curves Without Stable Preferences. Ariely har også utgitt flere populærvitenskaplige bøker, blant annet Ariely (2008). Predictably Irrational: The Hidden Forces That Shape Our Decisions. Se også Kahneman (2011). Thinking Fast and Slow.

[47] SSB (2019). Offentlig forvaltnings inntekter og utgifter. 20.09.19.

[48] Grønn konkurransekraft. Rapport fra regjeringens ekspertutvalg for grønn konkurransekraft. 28.10.16.

[49] Anskaffelsesloven (LOV-2016-06-17-73); Anskaffelsesforskriften (FOR-2016-08-12-974).

Frivillige avtaler er også et virkemiddel som er brukt i klimapolitikken. Det har vært flere avtaler med norsk industri om klimagassreduksjoner. Regjeringen og organisasjonene i jordbruket (Norges Bondelag og Norsk Bonde- og Småbrukarlag) undertegnet 21. juni i år en intensjonsavtale om å arbeide for reduserte klimagassutslipp og økt opptak av karbon fra jordbruket.

Kombinasjon av flere virkemidler

I økonomisk teori vektlegges det ofte at det vil være ineffektivt å bruke flere virkemidler for å nå ett mål. For mange av tiltakene utredet i Klimakur 2030 er det allerede mange eksisterende virkemidler som virker på utslippet, og i tillegg er det for mange sektorer mål på andre områder enn klima som kan påvirkes av klimatiltak. De fleste av tiltakene som er utredet i Klimakur 2030 kjennetegnes av at det er ulike markedsmessige eller atferdsmessige barrierer som må bygges ned for at tiltaket skal bli gjennomført til minst mulig kostnad. Det er med andre ord flere mål som skal oppnås. I teorien kunne en veldig høy avgift utløst mange av tiltakene alene, men det vil i mange tilfeller av ulike årsaker være lite realistisk. Dersom tiltakene skal utløses forutsetter det derfor at ulike typer virkemidler kombineres, og det kan også være behov for å endre virkemiddelbruken over tid, for eksempel etter hvilket teknologiutviklingsstadium man er i. For eksempel kan man kombinere en avgift med et troverdig signal om økning over tid, støtte til teknologiutvikling og nødvendig infrastruktur, regulering som gjør det mulig å gjennomføre tiltak (fjerne regulatoriske barrierer) og virkemidler som bidrar til at aktørene har nødvendig informasjon for å gjennomføre tiltaket. Det er flere eksempler på avgifter som helt eller delvis refunderes eller kombineres med støtte: NOx-avgift kombinert med investeringsstøtte i NOx-fondet, avgift på HFK som refunderes ved innlevering og CO_2-avgift for fiskeflåten som er foreslått kombinert med kompenserende tiltak. Disse ordningene har lagt grunnlag for å innføre avgift og redusere utslipp, samtidig som næringene skjermes fra noen av de økonomiske konsekvensene.

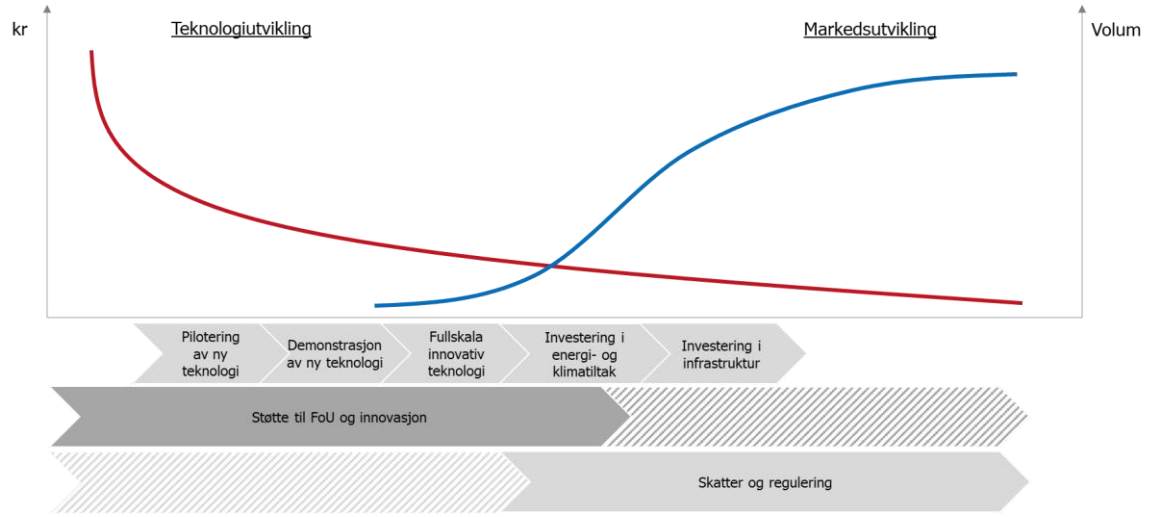
Atferdsbarrierer kan ha stor betydning for hvilke virkemidler som vil være effektive, jamfør Faktaboks A 3 om atferdsbarrierer. Private aktører (husholdninger og bedrifter) vil på grunn av slike barrierer ikke nødvendigvis handle og investere i tråd med det som er lønnsomt etter tradisjonelle økonomiske kriterier (nytte- og profittmaksimering). Dette innebærer for eksempel at CO_2-avgifter alene kanskje ikke vil utløse tiltak, selv om det med en gitt avgift lønner seg for aktørene å gjennomføre tiltaket. Bruk av tommelfingerregler, enkle beslutningsregler, når investeringer skal besluttes, for eksempel vurdere en investering ut fra hvor lang tid det tar før investeringen er dekket inn (payback-metoden) er ett eksempel. Barrierer som nåtidsskjevhet og tapsaversjon gjør at virkemidlene i større grad bør rettes mot investeringstidspunktet, samtidig som det er nødvendig å ta hensyn til atferd både for å øke aksepten for karbonprising og for effekten av karbonprising. Verdensbanken skriver i rapporten "Mind, Society and Behavior": "*It is clear that taxes on carbon emissions, property rights in carbon abatement, redistributive transfers, or other changes in economic incentives will be required to address climate change adequately. This chapter argues, however, that economic incentives are not the whole story and that inertia in behavior arises from psychological and ideological sources as well.*" [50] Verdensbanken understreker i denne rapporten at hvordan informasjon gis er avgjørende for hvordan den virker, og at det å bygge på sosiale normer for eksempel kan bidra til at folk gjennomfører energieffektiviseringstiltak.

Hva som er styrings- og kostnadseffektive virkemidler for å redusere utslipp fra en kilde kan utvikle seg over tid. Dersom et restriktivt virkemiddel varsles fram i tid, gir dette aktørene tid til å tilpasse seg, noe som innebærer lavere kostnader. Ett eksempel på dette er innføring av forbud mot bruk av mineralolje til oppvarming, der forbudet ble varslet flere år i forveien, noe som kombinert med

[50] World Bank (2015). World Development Report 2015: Mind, Society, and Behavior.

støtteordninger hos Enova medførte at utslippene ble redusert kraftig lenge før forbudet trådte i kraft.

Ulike virkemidler har forskjellig effekt i ulike deler av teknologiutviklingen – fra FoU-støtte til regulering og markedsbaserte virkemidler (som avgifter og kvoter). Vi er avhengige av at det både finnes kunnskap i samfunnet, og bedrifter som evner å investere og utvikle de løsningene vi trenger i velfungerende markeder. Det er utfordrende å ta stegene fra teknologiutvikling og tidlig bruk, til bærekraftig markedsvekst. 2030-målet og et lavutslippssamfunn i 2050 vil kreve både teknologiutvikling og markedsutvikling. Enovas støtte bidrar best til senfase innovasjon og markedsintroduksjon, og det er gjerne andre støtteordninger som er mer relevante i tidligere teknologiutviklingsfaser.



Figur A 10. Illustrasjon av ulike faser i teknologiutviklingsløpet og virkemidler. Kilde: Enova.

En varslet utvikling i virkemiddelbruken mot mer bruk av avgifter og mindre bruk av støtte kan også gjøre det enklere å trappe ned støtteordninger. En støtteordning som innføres uten at det er klart at den er midlertidig kan være vanskelig å fjerne, selv om forutsetningene for støtten er endret.

3.6.3 Ulike metoder kan belyse virkemidlene på ulike måter

Det finnes ulike metoder for å analysere virkemidler, og ofte vil ulike metoder egne seg for ulike virkemidler, jamfør "Rapport fra teknisk beregningsutvalg for klima".[51] Metoden kan også avhenge av hensikten med analysen. Det er forskjell på å vurdere om et virkemiddel vil gi ønsket effekt isolert sett og på å vurdere totale konsekvenser av ett eller flere virkemidler. En enkel vurdering av effekten av et virkemiddel som påvirker en pris kan gjøres med etterspørselselastisiteter. I partielle eller generelle likevektsmodeller kan man ta hensyn til effekter på tilbud/etterspørsel og priser i en sektor eller deler av/hele økonomien. For eksempel kan man fange opp tilbakevirkninger, såkalte "reboundeffekter", som for eksempel kan innebære at investeringer i ny og mer effektiv teknologi gir økt konsum av varer og tjenester. Man kan også ta hensyn til samspill mellom ulike virkemidler. En generell likevektsmodell vil kunne fange opp samspill og indirekte effekter i hele økonomien ved sektorovergripende virkemiddel, som for eksempel en CO_2-avgift. På den andre siden vil en generell modell som skal fange opp alle sektorer som regel være mer aggregert og mindre egnet til å si noe om hvilke konkrete tekniske tiltak som utløses av virkemiddelet. Eksempler på partielle

[51] Klima- og miljødepartementet (2019). Rapport fra Teknisk beregningsutvalg for klima 2019. 28.06.19.

likevektsmodeller er Jordmod for jordbrukssektoren, TIMES for energisektoren og ulike transportmodeller. SNOW er en modell for hele den norske økonomien.

I Klimakur 2030 er TIMES benyttet til å analysere det norske energisystemet (se Faktaboks A 4), og TØI har benyttet transportmodeller til å vurdere sammenhengen mellom drivstoffkostnader og transportmengde (se kapittel 4). Kostnadstall fra Jordmod er benyttet inn som grunnlag for de privatøkonomiske analysene i kostholdstiltaket. SSB benytter SNOW til å se på hele den norske økonomien i et eget oppdrag.

TIMES-modellen

I forbindelse med Klimakur 2030 er TIMES-modellen benyttet til å analysere det norske energisystemet. Modellen finner, innenfor satte modellbegrensninger, den mest kostnadseffektive sammensetningen av teknologier og energibærere som dekker behovet for energi i sluttbrukersektorene. Vi har modellert tre scenarioer, et basisscenario og to tiltaksscenarioer. De to tiltaksscenarioene når utslippsmålene for 2030 med ulike forutsetninger på tilgang av biobrensler/biodrivstoff. Resultatene viser at oppnåelse av utslippsmålene krever økt bruk av bioressurser og elektrisitet. Begrensninger på import av biobrensler/biodrivstoff øker prisen på bioressurser, noe som resulterer i mer bruk av elektrisitet. Økt kraftbruk i tiltaksscenarioene sammenlignet med basisscenarioet blir i hovedsak forsynt ved at norsk eksport av kraft til utlandet reduseres, men også ved hjelp av investeringer i ny produksjon. Overordnet ser det ut til at den økte strømbruken og forsyningen av strøm håndteres uten større utfordringer for energisystemet.

I tillegg til disse analysene har vi gjort en sensitivitetsanalyse på virkemidler som kan fremme bruken av elbiler og elvarebiler. Vi justerte på tre parametere. Den ene er CO_2-avgiften, den andre parameteren reflekterer elbilfordeler, og den tredje er subsidie av elbiler. Vi finner her at det kan være nødvendig med virkemidler som elbilfordeler og subsidier for å nå en andel elbiler/elvarebiler i kjøretøyparken i 2030, som tilsvarer det som er anslått i tiltaksscenarioet i Klimakur 2030. Økning i CO_2-avgift på fossilt drivstoff vil også virke inn, men det skal imidlertid svært høye avgifter til før det påvirker andelen elbiler og elvarebiler i særlig grad. Dette henger sammen med at CO_2-avgiften utgjør en liten andel av drivstoffkostnadene, og det trengs derfor en betydelig økning i avgiften før drivstoffkostnadene for bensin- og dieselkjøretøy blir store nok til at elkjøretøyene blir valgt.

Faktaboks A 4. TIMES-modellen.

Ingen enkeltstående analyse vil kunne svare på alle spørsmål. Det er derfor en fordel at det benyttes ulike metoder og ses på ulike sider ved utslippsreduksjoner og virkemidler. Ulike tilnærminger kan utfylle hverandre. Teknisk beregningsutvalg for klima vil se videre på metoder for virkemiddelvurderinger.

Når den samlede effekten av mange tiltak skal vurderes, som i Klimakur 2030, vil et generelt verktøy være egnet, da det kan gi informasjon om hvordan tiltak og aktører påvirker hverandre. SSB er i mandatet til Klimakur 2030 bedt om å analysere samlede kostnader ved utslippsreduksjonene ved hjelp av SNOW-NO, en generell likevektsmodell for den norske økonomien. Dette vil gi oss en makroøkonomisk vurdering av de samlede konsekvensene for Norge av en utslippsreduksjon i tråd med mandatet, men med mindre detaljert modellering av tiltak. Denne rapporten leveres i juni 2020.

Karbonpris og avgifter

CO_2-avgiften setter en pris på utslipp av karbon, og er et viktig virkemiddel i klimapolitikken. Også EUs kvotesystem EU ETS setter en pris på utslipp ved at utslipper må levere en kvote verdt prisen på kvoter tilsvarende sitt utslipp.

CO_2-avgiften på mineralske produkter og CO_2-avgiften på utslipp fra petroleumsvirksomheten på kontinentalsokkelen ble innført i 1991. Avgiftenes formål er å bidra til kostnadseffektive reduksjoner av utslipp av klimagassen CO_2.

CO_2-avgiften på mineralske produkter omfatter mineralolje, bensin, naturgass og LPG. Per 1.1.2018 tilsvarer den generelle satsen 500 kroner per tonn CO_2-ekvivalenter. Grønn skattekommisjon anbefaler at alle utslipp fra ikke-kvotepliktig sektor ilegges lik CO_2-avgift som skal tilsvare den generelle satsen.[52] Lik CO_2-avgift legger til rette for kostnadseffektive utslippsreduksjoner. Stortinget har i tråd med dette opphevet de fleste fritak og reduserte satser, og etter 1.1.2018 står de fleste utslippskilder overfor den generelle satsen.

Det er også andre avgifter som setter en pris på utslipp av klimagasser. Det er avgift på HFK/PFK (utenom PFK fra aluminiumsproduksjon), og engangsavgiften på kjøretøy er også blant annet basert på CO_2-utslipp.

Enkelte utslipp av klimagasser står ikke overfor avgifter eller kvoteplikt. Det gjelder til sammen omkring 30 prosent av de ikke-kvotepliktige utslippene i 2017, eller 8 millioner tonn CO_2-ekvivalenter. Det pågår prosesser for å vurdere mulige virkemidler for å redusere utslipp som ikke prises.

De viktigste utslippskildene uten avgifter eller kvoteplikt er jordbruk, som står for 55 prosent av utslippene uten avgift og kvoteplikt, samt avfallsforbrenning og avfallsdeponier, som hver står for 12 prosent. Ulike industriprosesser står for 6 prosent. De resterende utslippene er fordelt på en mengde mindre kilder og utgjør til sammen 15 prosent.

Metan står for 53 prosent av utslipp utenom avgifter og kvoteplikt, primært fra jordbruk og avfallsdeponi. Lystgass står for 25 prosent, i hovedsak fra jordbruk. CO_2 utgjør 21 prosent og stammer særlig fra avfallsforbrenning og industri. SF_6 står for én prosent hvorav det meste er fra store elektriske brytere. Utslipp av HFK og PFK er i sin helhet dekket av avgifter eller kvotesystemet.

Faktaboks A 5. Karbonpris og avgifter.

Direkte regulering, herunder forurensningsloven, som klimavirkemiddel

Lov 13. mars 1981 nr. 6 om vern mot forurensninger og avfall (forurensningsloven) har blant annet til formål å verne det ytre miljø mot forurensning, redusere eksisterende forurensning og sikre en forsvarlig miljøkvalitet. Utslipp av klimagasser omfattes av definisjonen av forurensning i forurensningsloven § 6.

Hovedregelen etter forurensningsloven er at forurensning er forbudt, med mindre det er lovlig etter loven selv eller tillatt etter vedtak i medhold av § 11. Forurensningsmyndigheten kan etter § 11 gi tillatelse til virksomhet som kan medføre forurensning, og stille vilkår for tillatelsen etter § 16. Slike vilkår er typisk utslippsgrenser og grenseverdier for forurensende utslipp.

I gjeldende tillatelser til forurensende virksomhet er klimagassutslipp i svært liten grad regulert utover et generelt krav om at bedriften plikter å redusere forurensning så langt som mulig. For virksomheter i kvotepliktig sektor følger det av § 11 annet ledd at tillatelse til kvotepliktige utslipp av klimagasser skal innvilges uten at det settes noen utslippsgrenseverdi i tillatelsen. Som følge av at utslipp av klimagasser i kvotepliktig sektor langt på vei anses uttømmende regulert gjennom kvotesystemet, er adgangen til å stille ytterligere krav til disse mer begrenset. Det kan imidlertid stilles krav til energieffektivitet og teknologikrav.

[52] NOU 2015:15. Sett pris på miljøet. Rapport fra grønn skattekommisjon.

Det er potensial for økt bruk av forurensningsloven for å redusere klimagassutslipp, særlig overfor ikke-kvotepliktige virksomheter. For nye tillatelser kan det eksempelvis stilles tekniske krav og vilkår om rapportering av hensyn til klima. Foruten regulering gjennom tillatelse etter § 11, kan regulering skje ved forskrift i medhold av forurensningsloven § 9. Ved forskrift i medhold av § 9 er det eksempelvis innført et forbud mot bruk av mineralolje til oppvarming av bygninger, som trer i kraft i 2020.

Forurensningsloven regulerer også avfallshåndteringen i Norge. Reguleringen av avfall bidrar til å redusere klimagassutslipp ved direkte regulering av for eksempel avfallsforbrenning[53] og deponering av avfall,[54] samt ved å legge til rette for ombruk og materialgjenvinning.

Forurensningsloven er bare en av flere lover som regulerer utslipp av klimagasser. Som følge av at klimautfordringene står høyt på agendaen internasjonalt, har en økende andel av reguleringen av klimagassutslipp i Norge sin opprinnelse i folkerettslige forpliktelser. Foruten EUs kvotesystem, er et eksempel på dette reguleringen av omsetningskrav og bærekraftskriterier for biodrivstoff i produktforskriften kapittel 3.[55] Et annet eksempel er reguleringen av fluorholdige gasser i produktforskriften kapittel 6a, som innebærer et kontrollregime for visse klimagasser.[56] I tillegg er det blant annet gitt regler om utslipp av klimagasser fra biler i medhold av veitrafikkloven[57] og utslipp av klimagasser fra skip er regulert i skipssikkerhetsloven og tilhørende forskrift.[58] Disse reglene gjennomfører både EU-rettsakter og andre folkerettslige forpliktelser.

En del regulering vil også ha indirekte virkning for utslipp av klimagasser. Viktige eksempler er regler som skal motvirke lokal luftforurensning, slik som forskrifter om utslipp til luft i medhold av forurensningsloven og forskrift om lavutslippssoner i medhold av veitrafikkloven.[59] Siden klima er et sektorovergripende tema kan også regelverk som ikke først og fremst regulerer utslipp og forurensning ha betydning for utslipp av klimagasser. Eksempelvis vil arealplanlegging i medhold av plan- og bygningsloven kunne spille en sentral rolle for omstillingen til et lavutslippssamfunn. Hensynet til klima i arealplanlegging handler både om å ta høyde for konsekvensene av klimaendringene og planlegge for reduksjon av klimagassutslipp, noe som er kommet til uttrykk i plan- og bygningsloven § 3-1 bokstav g). Ytterligere sektorlovgivning, som petroleumsloven og energiloven, kan også ha betydning for reduksjon av klimagassutslipp ved å sette rammeverket for næringsutøvelsen innen de ulike sektorene.

Faktaboks A 6. Direkte regulering, herunder forurensningsloven, som klimavirkemiddel.

[53] Se kapittel 10 i Avfallsforskriften (FOR-2004-06-01-930).
[54] Reglene om tillatelse til deponering av avfall innebærer blant annet krav til kontroll med deponigassen, se Avfallsforskriften § 9-9 (FOR-2004-06-01-930). Jf. vedlegg I nr. 4.
[55] Produktforskriften kapittel 3 gjennomfører blant annet direktiv 2009/28/EF (fornybardirektivet) og direktiv 98/70/EF (drivstoffkvalitetsdirektivet) i norsk rett, se Produktforskriften (FOR-2004-06-01-922).
[56] Produktforskriften kapittel 6a gjennomfører en rekke forordninger i norsk rett, se § 6a-1 i Produktforskriften (FOR-2004-06-01-922).
[57] Forskrift om krav til CO_2-utslipp m.m. for produsenter av person- og varebiler (FOR-2018-12-28-2247).
[58] Se eksempelvis §§ 12 og 12b i Forskrift om miljømessig sikkerhet for skip m.m. (FOR-2012-05-30-488).
[59] Forskrift om lavutslippssoner for biler (FOR-2016-12-20-1681).

Offentlige anskaffelser som klimavirkemiddel

Regjeringen sier i Meld. St. 22 (2018 – 2019). Smartere innkjøp – effektive og profesjonelle offentlige anskaffelser: *"Det offentlige er en stor forbruker, investor og markedsaktør. Regjeringen ønsker at offentlig sektor som kunde skal bidra til å ta i bruk og utvikle nye miljø- og klimavennlige teknologier, produkter og løsninger. Dette anses å være en viktig del av politikken for det grønne skiftet og for at Norge skal nå våre mål på klima- og miljøområdet."*

Modenhetsundersøkelsen fra 2018[60] viser imidlertid at kun 35 prosent av de offentlige virksomhetene svarer at de i svært stor grad, eller stor grad, har en plan for å innrette anskaffelsespraksisen sin i henhold til lovens krav om ivaretagelse av klima og miljø i anskaffelser. I tillegg svarer halvparten at de sjeldent eller aldri gjennomfører analyser av klima- og miljøbelastninger i enkeltanskaffelser. Klima og miljø er det området som scorer lavest i modenhetsmodellen generelt sett. Fylkeskommunene vektlegger ifølge undersøkelsen oftere klima og miljø i anskaffelser enn kommune og stat.

Offentlige anskaffelser er ansvarlig for store utslipp, og hadde i 2017 et klimafotavtrykk[61] på 11 millioner tonn CO_2. Klimafotavtrykket inkluderer både direkte og indirekte utslipp, både i Norge og utlandet, noe som er mer omfattende enn det som kartlegges i Klimakur 2030.[62] Dersom man fordeler utslippene på opprinnelsessted, får man følgende fordeling: Innenlands: 5,95 millioner tonn CO_2-ekvivalenter, utenlands: 5,2 millioner tonn CO_2-ekvivalenter. Det største klimafotavtrykket innenlands beregnet på denne måten tilhører sektorene bygg og anlegg, energi og transport. For statlige og kommunale virksomheter har sektoren bygg og infrastruktur det største klimafotavtrykket, mens fylkeskommunale virksomheter har størst klimafotavtrykk i sektoren transport. Selv om innkjøpene har sett en betydelig vekst de siste årene, har klimafotavtrykket vært stabilt siden 2009. Analysen fra Asplan Viak viser at det kjøpes mer klimavennlig over tid, og at utslipp per krone har blitt redusert med 17 prosent fra 2008 til 2017.

I en gevinstanalyse av ti miljøvennlige anskaffelser, gjennomført av Oslo Economics i 2017, konkluderes det med at klimagassutslippene (over livsløpet, altså utslipp både i Norge og utlandet) ble redusert med mellom 35 prosent og 90 prosent som en følge av at det ble tatt klima- og miljøhensyn, sammenlignet med anskaffelser uten særskilt hensyn til klima og miljø.[63] Rapporten peker på at gevinstpotensialet i totalmarkedet for tilsvarende anskaffelser i et livsløpsperspektiv innenfor bygg, transport, biodiesel og avfallsdunker, er stort. Hvis man antar at alle tilsvarende innkjøp framover mot 2030 oppnår tilsvarende effekt, er det samlede gevinstpotensialet i størrelsesorden én million tonn CO_2-ekvivalenter i redusert klimafotavtrykk. Rapporten peker videre på at hvis gevinstene i enkeltanskaffelsene er representative for alle typer anskaffelser, vil det være mulig for offentlig sektor å spare 4-11 millioner tonn CO_2-ekvivalenter årlig i klimafotavtrykk ved hjelp av grønne anskaffelser.

Faktaboks A 7. Offentlige anskaffelser som klimavirkemiddel.

[60] Difi (2018). Modenhet i anskaffelser. Hovedundersøkelse.

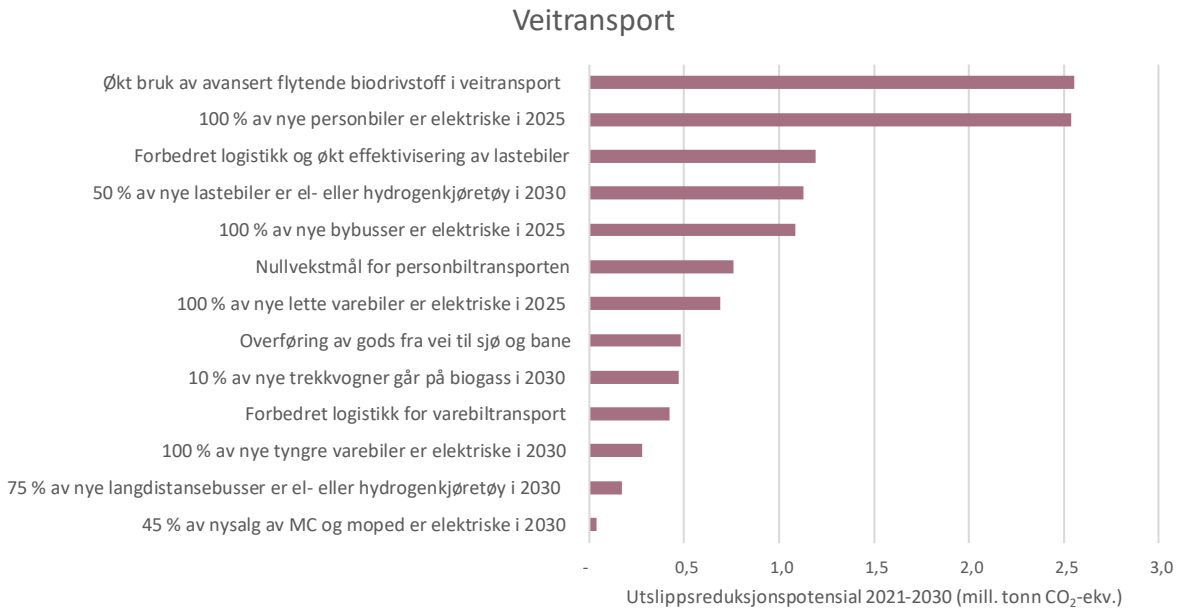
[61] Et klimafotavtrykk er et forbruksbasert regnskap over alle klimagassutslipp, direkte og indirekte, langs hele verdikjeden til en vare, tjeneste eller forbruket av varer og tjenester til aktør, f.eks. en kommune. Dette vil inkludere utslipp både i og utenfor Norge.

[62] Difi (2019). Klimafotavtrykket av offentlige anskaffelser. 04.03.19.

[63] Miljødirektoratet (2018). Gevinstanalyser av grønne anskaffelser. Rapport M-960|2018.

4 Veitransport

Faggrunnlaget for veitransport er hovedsakelig utarbeidet av ressurser internt i faggruppen. Tiltaket om godsoverføring fra vei til sjø og bane har blitt utarbeidet med innspill fra Jernbanedirektoratet. I tillegg har det blitt arrangert et innspillseminar om lastebiler. Vi har også mottatt skriftlige innspill fra en rekke aktører. Tiltakene som ser på forsert innfasing av elektriske kjøretøy bygger på arbeidet som ble gjort i forbindelse med kunnskapsgrunnlag for Miljøavtale med CO_2-fond.[64] Det ble da gjennomført omfattende samarbeid med mange aktører.



Figur A 11. Tiltak i veitransport.

4.1 Oppsummering

Ifølge utslippsframskrivingene fra NB2020 vil om lag en tredjedel av ikke-kvotepliktige klimagassutslipp i perioden 2021-2030 komme fra veitransport. Av disse kommer 45 prosent fra personbiler, 36 prosent fra tungtransport (lastebiler og busser) og 17 prosent fra varebiler. De resterende 2 prosent er fra motorsykler og mopeder.

Elektrifisering er det viktigste tiltaket for å redusere utslippene for personbiler, varebiler og tungtransport, se Figur A 11. For den eksisterende bilparken kan aktivitetsreduksjon og bruk av biodrivstoff redusere utslippene.

Aktivitetstiltak

Vi har beskrevet flere tiltak som innebærer redusert transportomfang. Disse tiltakene vil også bidra til et mer ressurseffektivt transportsystem. I tillegg til de politiske føringene som omfatter transportomfang (persontransportveksten i byområdene skal tas med kollektivtransport, sykkel og gange; og 30 prosent av godstransport på strekninger over 300 km skal overføres fra vei til sjø og bane) er det utredet logistikk- og effektiviseringstiltak for varebiler og lastebiler. Særlig tiltaket *Forbedret logistikk og økt effektivisering av lastebiler* har et stort utslippsreduksjonspotensial.

[64] Miljødirektoratet (2018). Miljøavtale med CO_2-fond: Modellering av kostnader og potensial for utslippsreduksjoner. Rapport M-1047|2018.

Tiltak som omfatter redusert transportomfang for nyttetransporten møter flere barrierer:

- Effektivisering av lastebilbruken gjennom for eksempel bruk av modulvogntog krever investeringer i veinettet og regulatoriske endringer.
- Skal logistikktiltakene gjennomføres må både bestillere og næringstransportaktørene tenke nytt.
- Manglende insentiver fordi transporttjenester er relativt billige.

Eksempler på mulige virkemidler for å utløse logistikktiltakene er økte drivstoffavgifter, krav i offentlige anskaffelser og bedre koordinering av anskaffelser, innføring av nullutslippssoner og tilrettelegging for etablering av omlastingssentre. Bruksavhengige avgifter, som CO_2-avgiften, har fordeler ved at de i tillegg til å gi insentiver til utslippsreduksjoner gjennom forbedret logistikk og effektivisering også gjør kjøp av elektrisk kjøretøy relativt mer lønnsomt.

Både nullvekstmålet og godsoverføring fordrer betydelige offentlige investeringer og bruk av en rekke ulike virkemidler, som tilskuddsordninger som gir insentiv til overføring av gods fra vei til sjø og bane.

Elektrifisering

Kostnadene for elektriske kjøretøy antas å fortsette å falle. I løpet av det neste tiåret forventes det at de batterielektriske modellene som kommer i det kommersielle markedet vil dekke tilnærmet alle transportsegment og bruksområder. I NTP 2018-29 er det satt ambisiøse mål for innfasing av nullutslippskjøretøy, der målet i mange kjøretøysegment er formulert som 100 prosent av salget fra et gitt år. Våre analyser viser at de politiske målene er teknisk mulig å nå, gitt tilstrekkelig ladeinfrastruktur og styrking av virkemidlene som legger til rette for forsert innfasing av elektriske kjøretøy. Det vil imidlertid kunne være krevende å nå 100 prosent av et segment fra et gitt år, og vi har i denne rapporten tolket NTP-målene som "tilnærmet 100 prosent av nybilsalget".

I personbilsegmentet gjør avgiftssystemet at elbiler er privatøkonomisk lønnsomme for de fleste nybilkjøpere allerede i dag. Modellutvalget vil bli mye større i løpet av få år, og utstyr som oppleves som nødvendig, som for eksempel tilhengerfeste og takboks, vil bli vanlige tilvalgsmuligheter. De nye modellene får stadig bedre batteri som gir økt rekkevidde og sjeldnere ladebehov. Dette vil gjøre elbilen mer aktuell også for dem som ikke har egen parkeringsplass med lademulighet. Samtidig er tilgang på offentlig tilgjengelig ladeinfrastruktur over hele landet og på viktige utfartsveier i perioder med mye trafikk, avgjørende for at alle nybilkjøpere skal velge å kjøpe elbil. Atferdsbarrierer som "vane" og mangel på kunnskap og erfaring med bruk av elbil, både hos forbrukere og forhandlere, må fortsatt overkommes.

For varebiler, tungtransport og busser gjør kombinasjonen av færre tilgjengelige elektriske modeller, høyere investeringskostnader (kjøretøy og ladepunkt) og fradrag for inngående moms ved innkjøp av kjøretøy og drivstoff at de elektriske modellene ikke er like konkurransedyktige som i personbilmarkedet. Potensialet for reduserte driftskostnader ved overgang til elektrisitet er imidlertid stort som følge av høy årlig kjørelengde og høyt drivstofforbruk. Investeringskostnadene er forventet å falle slik at også elektriske varebiler kan bli privatøkonomisk lønnsomme å anskaffe om få år, mens de tyngre segmentene trenger noe lengre tid. Videreføring av investeringsstøtte gjennom Nullutslippsfondet er et mulig virkemiddel for å videreutvikle disse markedene og skape læring. Andre muligheter er å øke kjøpsavgiftene for kjøretøy med forbrenningsmotor og/eller de bruksavhengige avgiftene. Samtidig er det viktig at ladeinfrastruktur blir bygget ut. For bybuss-segmentet er offentlige anskaffelser det viktigste virkemiddelet.

Biodrivstoff

Økt bruk av biodrivstoff vil redusere utslippene fra eksisterende kjøretøypark og de nye kjøretøyene som ikke bruker nullutslippsteknologi. Vi har utredet en opptrapping av omsetningskravet[65] i veitransport med 10 prosent avansert biodrivstoff i 2030, slik at ambisjonen i Granavolden-plattformen om 40 prosent innblanding (etter dobbeltelling) i 2030 nås. Gitt prisforutsetningene lagt til grunn for avansert biodrivstoff, og dagens avgiftsnivå, vil en slik opptrapping øke drivstoffkostnadene for veitransporten med underkant av 2 prosent i 2025 og omtrent 7 prosent i 2030.

Gitt at aktivitets- og elektrifiseringstiltakene beskrevet i dette kapitelet gjennomføres, reduseres det totale drivstofforbruket. En utvidelse av omsetningskrav innebærer da bare en liten økning i totalvolumet av biodrivstoff til veitransport i 2030 sammenlignet med i dag. Vi har også utredet bruk av biogass i trekkvogner, som er tilgjengelig tidlig i perioden og som kan dekke transportbehov som er mer krevende for batterielektriske trekkvogner.

Samlet utslippsreduksjon

Totalt vil en gjennomføring av alle tiltakene gi en utslippsreduksjon på 11,8 millioner tonn CO_2-ekvivalenter i perioden 2021-2030. Se Tabell A 2.

[65] Norge har et omsetningskrav for biodrivstoff til veitransport. Kravet innebærer at de som selger drivstoff må sørge for at 20 prosent av drivstoffet de omsetter til veitransport er flytende biodrivstoff. Avansert biodrivstoff teller dobbelt i omsetningskravet for å fremme bruken av dette. I tillegg er det et delkrav til avansert biodrivstoff.

Tabell A 2. Utslippsreduksjonspotensial for tiltak utredet for veitransport i Klimakur 2030.

Tiltak		Utslippsreduksjoner 2021-2030 (mill. tonn CO_2-ekv.)	Kostnadskategori (kr/tonn CO_2-ekv.)
Aktivitetstiltak			
T01	Nullvekstmål for personbiltransporten	0,76	500 - 1500 kr/tonn
T02	Overføring av gods fra vei til sjø og bane	0,48	> 1500 kr/tonn
T03	Forbedret logistikk for varebiltransport	0,42	< 500 kr/tonn
T04	Forbedret logistikk og økt effektivisering av lastebiler	1,19	< 500 kr/tonn
Elektrifiseringstiltak			
T05	100 % av nye personbiler er elektriske innen utgangen av 2025	2,54	500-1500 kr/tonn
T06	100 % av nye lette varebiler er elektriske innen utgangen av 2025	0,69	500-1500 kr/tonn
T07	100 % av nye tyngre varebiler er elektriske innen utgangen av 2030	0,28	< 500 kr/tonn
T08	50 % av nye lastebiler er el- eller hydrogenkjøretøy i 2030	1,13	500-1500 kr/tonn
T09	100 % av nye bybusser er elektriske innen utgangen av 2025	1,08	500-1500 kr/tonn
T10	75 % av nye langdistansebusser er el- eller hydrogenkjøretøy i 2030	0,17	500-1500 kr/tonn
T11	45 % av nysalg av motorsykkel (MC) og moped er elektriske i 2030	0,04	< 500 kr/tonn
Økt bruk av biodrivstoff			
T12	10 % av nye trekkvogner går på biogass i 2030	0,47	> 1500 kr/tonn
T13	Økt bruk av avansert flytende biodrivstoff i veitransport*	2,55	> 1500 kr/tonn
Samlet potensial for utslippsreduksjon (2021-2030)		11,8	
	Nulltiltak**	0,38	
Forventede utslipp i referansebanen (2021-2030)		**70,8 mill. tonn CO_2-ekv.**	

** +10 % avansert*

*** pga. antagelser om nybilsalg*

4.2 Sammenstilling av tiltakene som er utredet

Tiltakene som er utredet kan deles i tre kategorier: Aktivitetstiltak, elektrifiseringstiltak og økt bruk av biodrivstoff. Tiltak som reduserer utslipp fra samme kilde overlapper. Sagt på en annen måte: når bilparken i hovedsak består av elbiler, vil en økt prosentvis innblanding av biodrivstoff gi et mindre utslippskutt enn om bilparken hovedsakelig består av diesel- og bensinbiler. For å sikre at utslippsreduksjonspotensial ikke dobbeltelles er tiltakene skalert i forhold til hverandre, og kan dermed adderes.

Ved skalering er aktivitetstiltak først lagt til grunn, og deretter elektrifiseringstiltak. Utslippskuttene som følge av økt biodrivstoffinnblanding er så beregnet til slutt. Rekkefølgen er basert på to vurderinger:

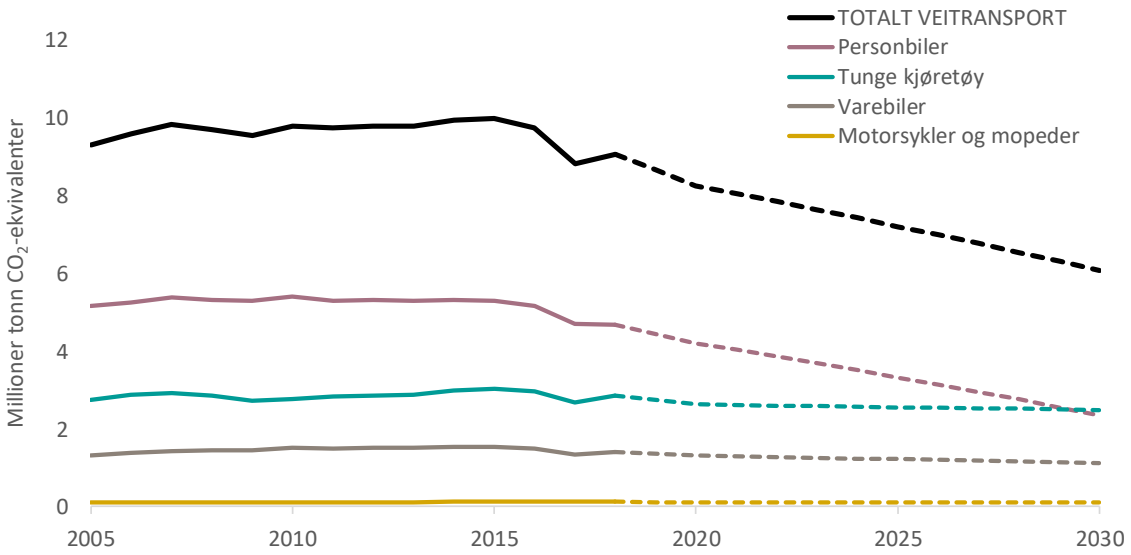
1. Bærekraft: Tiltak som reduserer aktivitet reduserer behovet for biler, materialer og infrastruktur. Disse tiltakene gir også mindre kø, luftforurensning og støy.
2. Omstilling til lavutslippssamfunnet: Biomasse er et knapphetsgode og elektrifiseringstiltak er dermed viktigere enn tiltak som øker bruken av biodrivstoff.

I tiltaksarkene oppgis også uskalerte utslippsreduksjonspotensial. Uskalert er elektrifiseringstiltakene noe større og biodrivstofftiltaket betydelig større.

I dette kapitelet beskrives tiltakene på et overordnet nivå. For mer detaljerte beskrivelser av forutsetningene som er lagt til grunn ved beregning av utslippsreduksjon og kostnader, samt analyse av barrierer og virkemidler, se tiltaksarkene i vedlegg I. Tiltakene som ser på forsert innfasing av elektriske kjøretøy er i tillegg beskrevet i detalj i et teknisk notat, se vedlegg III. Biodrivstoff er omtalt i detalj i kapittel 14, med gjennomgang av blant annet prisutvikling og tilgang på bærekraftig biodrivstoff.

4.3 Referansebanen

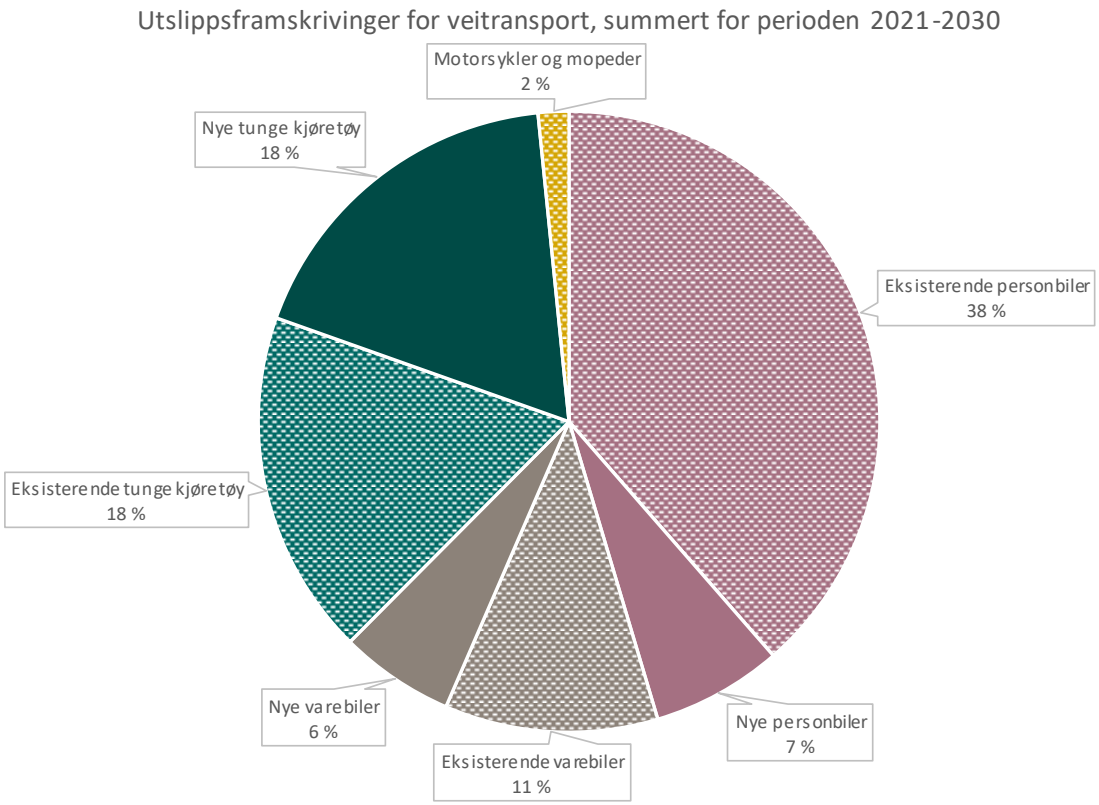
Fram til i dag har befolkningsvekst i kombinasjon med økonomisk vekst og reduserte bilavgifter gitt økende transportetterspørsel, både for person- og godstransport. Nordmenn eier flere biler, kjører mer og kjøper flere produkter som skal transporteres. Fram mot 2030 forventes fortsatt økning i kjørte kilometer, men fallende klimagassutslipp, se Figur A 12. Reduksjonen skyldes i all hovedsak innfasingen av elektriske og hybride personbiler. I referansebanen fra NB2020 er det lagt til grunn at 50 prosent av nye personbiler er elektriske i 2020, med en økning til 75 prosent i 2030.



Figur A 12. Referansebanen for veitransport. Historiske utslipp og framskrivinger. 2005-2030. Kilde: SSB, Miljødirektoratet og Finansdepartementet (NB2020).

Framskrivingen inkluderer også effekten av omsetningskravet for biodrivstoff. 20 prosent av drivstoff som selges til veitransport fra 2020 må være biodrivstoff, med et undermål om at 4 prosent av drivstoffet skal være avansert biodrivstoff. Avansert biodrivstoff dobbelt-telles, og dermed vil omsetningskravet kunne oppfylles ved å blande 4 prosent avansert biodrivstoff (som da telles som 8 prosent) og 12 prosent konvensjonelt biodrivstoff i drivstoff til veitransport. Dette innebærer en 16 prosent utslippsreduksjon. Dersom omsetterne av drivstoff velger å benytte mer avansert biodrivstoff, slik de ser ut til å gjøre, vil omsettingskravet kunne oppfylles med lavere innblanding enn 16 prosent. Dette innebærer høyere klimagassutslipp enn det som ligger i referansebanen. En antagelse om at omsetningskravet oppfylles med 10 prosent avansert biodrivstoff ville økt de samlede utslippene i referansebanen i perioden 2021-2030 med 6,2 millioner tonn CO_2-ekvivalenter. Samtidig ville utslippsreduksjonen fra de andre tiltakene vi har utredet blitt noe større fordi fossilandelen i drivstoff ville blitt høyere. Netto økning i utslipp etter tiltak ville blitt 5,3 millioner tonn.

Gitt referansebanen fra NB2020 er de samlede utslippene fra veitransport i perioden 2021-2030 i underkant av 71 millioner tonn. Figuren under viser fordeling mellom de ulike transportsegmentene og andelen av utslippene som kommer fra nye versus eksisterende kjøretøy. Personbiler i Norge lever tradisjonelt lenge, og kjøretøyparken endres dermed nokså sakte selv med en veldig høy andel elektriske kjøretøy i nybilsalget. Dette innebærer at det et betydelig utslippsreduksjonspotensial fra aktivitetstiltak, som reduserer utslipp fra også den eksisterende kjøretøyparken.



Figur A 13. Fordeling av klimagassutslipp fra veitransporten i perioden 2021-2030 i framskrivingen på kjøretøy som er kjøpt før 2021 ("eksisterende") og kjøretøy som kjøpes i perioden 2021-2030 ("nye").

4.4 Aktivitetstiltak

4.4.1 Nullvekst i personbiltransport krever en rekke ulike virkemidler

Det er utredet ett aktivitetstiltak som gjelder personbiltransporten, tiltak *Nullvekstmål for personbiltransporten.* Med en forventing om økt befolkning og økonomisk vekst, følger også en forventing om økt persontransport. Tiltaket innebærer at persontransportveksten i byområdene skal tas med kollektivtransport, sykkel og gange i stedet for med personbil. Den politiske føringen i Nasjonal Transportplan (NTP 2018-2029)[66] ligger til grunn.

Dette er et samletiltak satt sammen av flere enkelttiltak - redusere personbiltransport, øke gange, sykkel og kollektivtransport. Utslippsreduksjonspotensialet er beregnet med utgangspunkt i prosentandel personbilkilometer kjørt i de ni byområdene som har ambisjon om, eller som har inngått, byvekstavtaler. Prosentandelen (46 %) er hentet fra Miljødirektoratets utslippsregnskap for kommuner. Tiltaket er anslått å gi en utslippsreduksjon i perioden 2021-2030 på 0,76 millioner tonn CO_2-ekvivalenter.

Det er utfordrende å plassere tiltaket i en kostnadskategori fordi det består av en rekke ulike enkelttiltak og fordi kostnadskategorien vil avhenge av virkemidlene som benyttes. Et eventuelt redusert behov for investering i økt veikapasitet vil gi kostnadsbesparelser for samfunnet samtidig som utbygging av kollektivløsninger og sykkelveier i stort omfang vil kunne innebære betydelige investeringer. Også tids- og helse-kostnader/gevinster er vanskelig å kvantifisere. Nullvekstmålet er

[66] Samferdselsdepartementet. Nasjonal transportplan.

plassert i kostnadskategori 500-1500 kr/tonn CO_2-ekvivalenter, men usikkerheten er altså betydelig og deler av tiltaket kan ligge i en lavere kostnadskategori.

Sammensetning av enkelttiltakene og hvilke nytteeffekter som realiseres er avhengig av hvilke transportmidler som erstatter personbiltransport, fordelingen mellom kollektiv, sykkel og gange og hvilke insentiver som gis. Uavhengig av virkemidlene som velges vil unngått biltransport til fordel for kollektivtransport, sykkel og gange i byområdene ha positive effekter utover klima, herunder unngått utbygging av infrastruktur til bil, forbedret luftkvalitet, redusert støy og økt fysisk aktivitet. Økt kollektivtransport, sykkel og gange vil frigjøre kapasitet på veiene og avhjelpe kø-problematikk for de gjenværende trafikantene og dermed redusere tidskostnadene til denne gruppen. Ved å prioritere de enkelttiltakene som reduserer klimagassutslipp og bidrar til en positiv effekt for folkehelsen, samt eventuelt også bidrar til å redusere køkostnader, øker den samfunnsøkonomiske nytten av tiltaket.

Virkemidler bør innrettes for å senke kostnad og reisetid for alternative transportmidler

I dag følges nullvekstmålet hovedsakelig opp gjennom byvekstavtaler. Nullvekstmålet er sammensatt og det er gjort en rekke faglige vurderinger av både virkemidler og effekten av målet tidligere.[67] Både barriere- og virkemiddelbildet er komplekst og vi har kun gjort overordnede vurdering i denne utredningen. Generelt sett vil virkemidlene ha som mål å gjøre alternativene til bil, herunder kollektivtransport, sykkel og gange eller redusert transport, attraktive sammenlignet med biltransport.

De viktigste barrierene for den reisende er **kostnad** og **tid.** Sammenlignet med alternativene er reise med personbil i dag forbundet med tidsbesparelse som mange reisende verdsetter høyt, blant annet for å få hverdagen til å gå opp mellom arbeid, skole/barnehage og fritidsaktiviteter. For å redusere disse barrierene må persontransport med bil relativt sett ta mer tid og/eller koste mer, mens kollektivtransport, sykkel og gange og kombinasjonen av dem må bli rimeligere og/eller mer effektive. Eksempler på virkemidler som kan gjøre kollektivtransport, sykkel og gange mer konkurransedyktige mot bilen er: Økte bevilgninger til utbygging, forbedring og vedlikehold av kollektivtransport, gang- og sykkelveier o.l.; prioritering av kollektivtransport, sykkel og gange i arealplanleggingen, herunder innfartsparkeringer, sykkelparkeringer og kollektivknutepunkter; og nedprioritering eller prising av infrastruktur for bil, herunder parkering. Virkemidler som bidrar til å øke komfort og trygghet ved de alternative framkomstmidlene kan bidra til å senke terskelen for å benytte kollektivtransport, sykkel eller gange som transportform.

TØI har i forbindelse med Klimakur 2030 gjennomført en analyse av hvordan drivstoffavgifter kan påvirke transportmengde (se Faktaboks A 8). Analysene legger til grunn en økning i drivstoffkostnader på opp til 15 kroner per liter. Ifølge TØI vil en økning på 15 kroner per liter ikke være tilstrekkelig til at nullvekstmålet i byområdene oppnås uten at også andre virkemidler iverksettes.

Ved overgang fra personbil til kollektivtransport kan de reisende oppleve redusert **komfort**. Redusert komfort kan blant annet være knyttet til mindre komfortable seter, trengsel om bord eller uønsket interaksjon med andre reisende. Tilgang på sitteplasser er sentralt, og de positive sidene ved kollektivreiser, som for eksempel muligheten til å lese eller jobbe underveis, vil reduseres dersom det er plassbegrensninger om bord.

[67] Byutredninger og Oppsummeringsrapport: Statens vegvesen & Jernbanedirektoratet (2018). Byutredninger. Oppsummering av hovedresultater for åtte byområder.

Eksempler på investeringer som vil kunne avhjelpe behovet for **komfort og trygghet** for kollektiv, sykkel og gange er god gatebelysning, gang- og sykkelveier adskilt fra biltrafikk, høyfrekvent og direkte kollektivtransporttilbud, god kapasitet og god standard i kollektivtransporten. I tillegg kan informasjonsvirkemidler avhjelpe motstand mot endringer.

Kommunen har mange av virkemidlene, men det er behov for ytterligere samordning

Kommunene er sentrale aktører for å oppnå redusert transportomfang. Barrierene sett fra kommunens ståsted er sammensatte. For kommuner uten mulighet for byvekstavtaler er de økonomiske barrierene særlig store. Byvekstavtalene har også vært sentrale for å få oversikt og samordne de mange ulike aktørene som må mobiliseres for å få gjennomført aktivitetene tiltaket innebærer.

Uten en samordnet areal- og transportplanlegging over kommunegrenser kan varianter av "areallekkasjer" føre til økt transportbehov når en kommune tillater bygging som nabokommunen ikke tillater. Manglende kunnskap i kommunen, om reisevaner, atferd i befolkningen og transportteknologier er også en viktig barriere. Dette inkluderer manglende kunnskap om, og bekymring for, uheldige fordelingseffekter og motstand i befolkningen. Store veiprosjekter langs statlige veier som øker kapasitet på veiene og gir flere bilreiser, kan være barrierer for kommunen knyttet til å oppnå nullvekstmålet. Gjennomfartstrafikk er ikke inkludert i nullvekstmålet, men økt veikapasitet vil gi en økning i hverdagsreisene.

For å styrke kommunenes arealplanlegging slik at de legger til rette for kollektivtransport, sykkel og gange kan ytterligere kompetanseheving og ressursbruk være avgjørende. Et egnet virkemiddel kan være veiledning om oppfølging av klimahensyn på tvers av statlige planretningslinjer for bolig-, areal- og transportplanlegging, og klima- og energiplanlegging samt klimatilpasning.

Det kan også vurderes om staten kan tilby byvekstavtaler som er tilpasset og dimensjonert for mellomstore byområder, eventuelt andre insentivordninger for å premiere reduksjon av personbiltransporten. Utfordringer, mål og virkemidler for mellomstore byområder er nærmere beskrevet i transportetatenes leveranse i deloppdrag 5 inn til NTP2022-2033. For mer om kommunenes rolle, barrierer og virkemidler, se kapittel 12.

Analysen er avgrenset til nullvekst av persontransport i byområder med planer om byvekstavtaler

Tiltaket *Nullvekstmål for personbiltransporten* har potensial til å bli større i omfang. Mens staten har pekt på ni byområder som aktuelle for byvekstavtaler i forbindelse med Nasjonal transportplan 2018-2029, ønsker andre middels store byområder også adgang til å forhandle med staten om slike avtaler. Mange kommuner har i sine klima -og energiplaner ambisjoner om å hindre vekst i personbiltransporten. I tillegg har noen bykommuner ambisjoner om å redusere personbiltransporten innen 2030 (Bergen med 20 %, Oslo med 33 % og Arendal med 20 %). De lokale målene om reduksjon vil kreve omfattende styrking av virkemidler og er svært ambisiøse, men dersom de realiseres kan utslippsreduksjonspotensialet i tiltaket nær dobles.

Flere kommuner oppgir at det er en generell utfordring at vare- og nyttetransporten ikke er omfattet av nullvekstmålet. Vi har ikke vurdert effekten av å inkludere næringstransporten i dette tiltaket, men utredet logistikk-, effektiviserings- og elektrifiseringstiltak for næringstransport.

Gitt tidsrammen i arbeidet med Klimakur 2030, har vi ikke utredet aktivitetstiltak for personbiler utover nullvekstmålet, som for eksempel fartsreduksjon eller redusert transportomfang utover byområder.

Effekten av en økt drivstoffkostnad er beskjeden for personbiltransport, men noe høyere for godstransport

I forbindelse med Klimakur 2030 har Transportøkonomisk institutt (TØI) utført beregninger i transportmodellene på oppdrag fra Vegdirektoratet og Miljødirektoratet.[68] Det har blitt analysert hvor stor effekt en betydelig økning av drivstoffprisen vil ha på antall reiser og transportarbeidet. Noen av resultatene er oppsummert i tabellen under.

Transportarbeid er definert som [reiselengde x antall personer] for persontransport og [reiselengde x antall tonn gods transportert] for godstransport.

En økning av drivstoffkostnaden med 15 kr/liter for bensin- og dieselbilene gir en beskjeden nedgang i antall turer (-1,7 %), men en noe større effekt på transportarbeidet (km for bilfører, -6,6 %). Noe av grunnen til den lave effekten er at elbil-andelen av kjøretøyparken i modellen er rundt 45 prosent, og at denne ikke påvirkes av en økning i drivstoffpris, samt at hybridbilene påvirkes mindre enn rene bensin- og dieselbiler. Dersom man legger en tilsvarende økning i kilometerkostnad på alle bilene, for eksempel ved hjelp av veiprising, er effekten noe større. Totalt sett viser resultatene at en økning av drivstoff- eller kilometerkostnad alene ikke er et effektivt virkemiddel for å redusere personbiltrafikken. Det vil være nødvendig med ytterligere virkemidler, som forbedret areal- og transportplanlegging, forbedret kollektivtilbud og økte parkeringsavgifter.

For godstransporten viser modellkjøringene en større effekt av økt drivstoffpris, der en økning av dieselprisen med 15 kr/liter gir en reduksjon i transportarbeid på vei med rundt 15 prosent. I modellen overføres dette transportarbeidet til sjø og bane, som gir en vekst i transportarbeid med jernbane på 65 prosent og med 10 prosent på sjø. En av grunnene til at effekten på lastebiler er større enn for personbiler er at det ikke er antatt en høy andel hybrid- eller nullutslippslastebiler, slik at flere av kjøretøyene påvirkes av den økte prisen.

	Personbiler			Lastebiler
	Endring i antall turer	Endring i transportarbeid		Endring i transportarbeid
+ 5kr/liter for drivstoff	- 0,6 %	- 2,6 %		- 5,8 %
+ 15 kr/liter for drivstoff	- 1,7 %	- 6,6 %		- 14,8 %
Økning i kilometerkostnad for alle personbilene + 5kr/l	- 1,1 % for korte turer; - 3,4 % for lange turer	- 4,3 % for korte turer; - 4,4 % for lange turer		N.A.
Økning i kilometerkostnad for alle personbilene + 15kr/l	- 3,3 % for korte turer; - 6,7 % for lange turer	- 12,3 % for korte turer; - 9,0 % for lange turer		N.A.

Faktaboks A 8. Effekten av en økt drivstoffkostnad er beskjeden for personbiltransport, men noe høyere for godstransport.

Nullvekstmålet har fordeler ut over kutt i klimagassutslipp

Det å hindre vekst av personbiltransport i byområder har flere fordeler ut over redusert klimagassutslipp. Et byliv med fokus på økt gange, sykkel og kollektivbruk vil for de fleste oppleves som en mer attraktiv og levende by. En effektiv arealutnyttelse og fortetting rundt kollektivknutepunkter kan redusere reisebehov, og bidra til mer arbeidstid og/eller fritid for den enkelte. Økt tilrettelegging for sykkel og gange kan også bidra til økt fysisk aktivitet og dermed

[68] TØI (2020). Klimakur 2030 – Transportmodellberegninger.

bedring av folkehelsen. God arealplanlegging vil også redusere ressursbehovet totalt, deriblant behovet for etablering av samferdsels-, elektrisitets- og vann- og avløpsinfrastruktur.

4.4.2 Godsoverføring fra vei til sjø og bane krever store investeringer

I tiltaket *Overføring av gods fra vei til sjø og bane* er det tatt utgangspunkt i ambisjonen i NTP om at 30 prosent av transport over 300 km på vei skal overføres til bane og sjø.

Det er i dag mange barrierer for godsoverføring: merkostnad på grunn av lenger framføringstid, det vil si tiden det tar fra en vare er på vei fra avsender til den leveres hos mottaker, og lavere punktlighet sammenlignet med lastebil, manglende kapasitet på jernbanenettet i rushtid, flere aktører og flere omlastingspunkt for dør-til-dør-transport på sjø og bane, samt at jernbaneterminalene ikke har flatedekning og dekker ikke delmarkedene underveis.

I NTP 2018-2029 er det beregnet at planlagte, men ikke vedtatte investeringer på om lag 20 mrd. kroner, vil kunne utløse en overføring av gods til sjø og bane på om lag 10 prosent. Disse investeringene antas å føre til reduserte utslipp fra veitransport og en svak økning i utslippene fra sjøfart og bane. I sum er en slik overføring beregnet å gi utslippsreduksjoner på om lag 0,28 millioner tonn CO_2-ekvivalenter i perioden 2021-2030.

For å oppnå den politiske føringen om 30 prosent overføring vil det være behov for til dels betydelige investeringer i havner, jernbaneterminaler og annen infrastruktur utover det som er skissert i gjeldende NTP, i tillegg til ytterligere styrking av økonomiske insentiver og andre virkemidler. Godsoverføring i denne skalaen antas å gi utslippsreduksjoner på om lag 0,48 millioner tonn CO_2-ekvivalenter i perioden 2021-2030. Nylig oppdaterte skadekostnader fra TØI viser at kostnaden for godsoverføring vil være høyere enn anslått i NTP.[69] Det er svært krevende å beregne kostnaden av godsoverføring i en slik skala, men den antas å kunne være betydelig. Overføring på 30 prosent er derfor blitt plassert i kostnadskategorien over 1500 kr/tonn CO2-ekvivalenter, men deler av tiltaket vil ligge i lavere kostnadskategorier.

Veiprising, økte drivstoffavgifter og støtteordninger vil kunne bidra

I NTP er det anslått at økte toglengder, økt prioritet og hastighet for godstog, og lavere kostnadsnivå for containerskip kan gi en godsoverføring på 10 prosent.

Veiprising, et system der trafikantene betaler en avgift som så langt mulig tilsvarer de marginale eksterne kostnader de påfører andre trafikanter og samfunnsmedlemmer, vil kunne øke konkurransekraften til andre transportformer enn veitransport. I TØI-rapporten "Nordiske virkemidler for overføring av godstransport fra vei til sjø og bane"[70] foreslås det en flat sats på 60 øre per kilometer, innkrevd for eksempel gjennom GPS-basert veiprising. For Norges del innebærer dette et lavere nivå på brukerbetaling enn langtransporten betaler i dag, noe som ikke vil medvirke til økt godsoverføring til sjø og bane.

I forslag til statsbudsjett for 2020 vil regjeringen trappe opp den generelle CO_2-avgiften med fem prosent årlig, noe som er varslet for alle sektorer fram til 2025. Dersom veibruksavgiften på drivstoff til lastebiler samtidig skal reduseres slik at pumpeprisen ikke øker, vil dette svekke konkurransekraften til andre transportformer, som ikke betaler veibruksavgift og dermed ikke får den samme fratrekksmuligheten. Økt veibruksavgift for diesel vil kunne benyttes for å øke

[69] Rødseth mfl. (2019). Eksterne kostnader fra transport i Norge – Estimater for marginale skadekostnader for person- og godstransport, TØI-rapport 1704/2019

[70] Mjøsund mfl. (2019). Nordiske virkemidler for overføring av godstransport fra vei til sjø og bane. TØI-rapport 1706/2019.

konkurransekraften til alternative transportformer. Avgiften vil imidlertid ikke skille mellom kjøretøygrupper, og veiprising vil derfor være et mer målrettet virkemiddel fordi det kan skille på kjøretøygrupper.

Beregninger som TØI har utført i forbindelse med Klimakur 2030 antyder at en økning av drivstoffprisen med 5 kr/liter gir en reduksjon i transportarbeidet med lastebil på 6 prosent, mens en økning med 15 kr/liter gir en reduksjon på rundt 15 prosent. I scenarioet med 15 kroner økt kostnad per liter øker transportarbeid med jernbane med 65 prosent og transportarbeidet på sjø med 10 prosent.

Økte kilometerkostnader for godstransport på vei kan også kombineres med reduserte kilometer-kostnader for gods på vei som skal til jernbaneterminaler. Et slikt virkemiddel kan for eksempel kombineres med elektrifisert lokaldistribusjon på vei.

Økt støtte til transport av gods på bane og sjø er også et virkemiddel som kan bidra til økt godsoverføring. Støtten kan bygge på eksisterende insentivordninger. Såkalt økobonus er beskrevet i rapporten "Nordiske virkemidler for overføring av godstransport fra vei til sjø og bane". Ytelsesordninger for forsinkelser og kompensasjonsordninger for innstillinger for jernbane er også omtalt her. Et annet virkemiddel er sidesporsordningen, som består i at bedrifter kan søke om offentlig støtte til å etablere et tilbud i form av sidespor til eksisterende bane der det ikke er jernbane i dag. Fra 2019 forvalter Kystverket en tilskuddsordning for effektive og miljøvennlige havner, som blant annet skal bidra til å redusere tidsbruken i havn.

Forbedret økonomi ved transport på sjø og bane vil øke flatedekningen[71] til terminalene ettersom det blir lønnsomt å kjøre godset lengre avstander ut fra terminal og til kunden enn i dag.

Statlig leasing av godstog etter modell av det statseide aksjeselskapet "Norske tog" til persontrafikk, kan avhjelpe kapitalmangel for godsoperatørene på jernbane og gjøre det lettere å få kjøpt inn mer tidsriktig og energieffektivt togmateriell.

Økt toglengde på Bergens- og Dovrebanen for godsoverføring til jernbane

Jernbanedirektoratet har utredet økt toglengde på Bergens- og Dovrebanen for godsoverføring til jernbane. I Jernbanedirektoratets Godsstrategi NTP 2022-2033 er det utredet å øke standard toglengder fra 450 m til 600 m på Dovre- og Bergensbanen og kryssingssporforlengelser. Totalkostnad er på 1,6 milliarder 2019-kroner. Dette tilsvarer en overføring av 112 millioner tonnkilometer fra vei til jernbane. Støtte til merkostnader knyttet til anskaffelse av lokomotiv til 600 meter lange godstog er et mulig virkemiddel.

4.4.3 Forbedret logistikk og effektivisering av næringstransporten kan gi betydelig lavere utslipp

For varebiler og lastebiler er det utredet tiltak som ser på forbedret logistikk. For lastebiler er det i tillegg sett på effektivisering i form av større og lengre vogntog[72], *platooning,*[73] bedre utnyttelse av dagens infrastrukturkapasitet, det vil si en økning fra 50 til 60 tonn totalvekt for vanlige vogntog på veier som er åpnet for 60 tonn uten å endre grensen for aksellast på 10 tonn, og annen effektivisering. Tiltakene er basert på overordnede anslag og usikkerheten i utslippsreduksjonspotensial og kostnadsestimat er høy. Flere av veiinfrastrukturtiltakene som kreves

[71] Flatedekning er et mål på hvor stor andel av godskundene som befinner seg i en avstand fra godsterminal som gjør sjø- eller jernbanetransport aktuell på relasjonen.

[72] Modulvogntog (3 TEU) eller to vogntog sammen (4 TEU).

[73] Kjøretøyer som er elektronisk eller manuelt sammenkoblet, hvor kjøretøyene styres simultant.

for å tilrettelegge for tyngre og/eller lengre vogntog (utbedring av kryss, rundkjøringer osv.) vil være samfunnsøkonomisk lønnsomme.

Utslippsreduksjonen for logistikkoptimalisering for varebiler er beregnet til 0,42 millioner tonn CO_2-ekvivalenter for perioden 2021-2030. For lastebiler er utslippsreduksjonen som følge av logistikkoptimalisering og effektivisering beregnet til 1,19 millioner tonn CO_2-ekvivalenter. I begge tiltakene er det antatt en lineær innfasing fra 2021-2030. Spesielt effektivisering av lastebiler (større og lengre vogntog) kan tenkes å bli innført raskere enn vi har forutsatt. Beregninger utført i Nasjonal godstransportmodell viser i tillegg en større utslippseffekt av innføring av modulvogntog enn våre noe konservative antagelser. Totalt sett betyr dette at tiltaket kan gi en betydelig større utslippsreduksjon enn det som er vist her.

Logistikktiltakene krever atferdsendringer

Logistikktiltakene krever endret atferd, nye samarbeidsmåter og til en viss grad ny teknologi (software/app). De viktigste barrierene for logistikktiltakene er:

- Manglende samarbeid, både mellom leverandørene og mellom bestillerne
- Manglende/ikke god nok planlegging, både hos leverandørene og hos bestillerne
- Manglende insentiver

Bestillerne av varer forholder seg i dag ofte i begrenset grad til transport av varene som bestilles, mye fordi transportkostnaden som regel er innbakt i vareprisen; man bestiller mat, utstyr osv. og er mest opptatt av kvalitet og pris på selve varen. I mange bedrifter bestiller ulike enkeltpersoner utstyr og materiell, noe som gir hyppige leveranser av ting som ikke nødvendigvis er tidskritisk og kunne ha vært levert i større laster sjeldnere. Dette ville gi redusert samlet transport. Ved å forbedre planleggingen av bestillinger vil antall leveranser kunne reduseres betydelig. Analyser gjort i Oslo antyder et potensial på 50 prosent reduksjon ved å forbedre avropsdisiplinen (hvor ofte enkeltpersonene i et foretak gjør bestillinger) gjennom et felles bestillingssystem. I tillegg kan bestillere i samme område samarbeide i større grad, for eksempel ved at større kontorbygg bestiller alle leveransene sammen selv om det er flere leieboere i bygget.

Utvikling av verktøy som muliggjør at etater og bedrifter som er lokalisert i samme område kan bestille leveranser sammen, kan potensielt sett få ned antall bestillinger/leveranser. I tillegg må det jobbes med innkjøperkompetanse og avropsdisiplin. Dersom offentlige organer skal samarbeide om innkjøp seg imellom eller med private bedrifter, vil reglene om offentlig anskaffelse komme til anvendelse.[74] Så fremt kontrakten har en verdi som er lik eller overstiger 100 000 kroner (og ikke er eksplisitt unntatt regelverket) vil det kunne medføre en mer omstendelig prosess, særlig for en eventuell privat samarbeidspart.

Leverandørene er som regel i konkurranse med hverandre og har få insentiver til å samarbeide. Konkurransereglene, og særlig reglene om ulovlig prissamarbeid, kan gjøre leverandørene tilbakeholdne med å søke samarbeid om levering, selv om det er en mulighet for det innenfor rammen av regelverket.[75] Det har de siste årene kommet mange ulike softwareløsninger som kan gi betydelig forbedret utnyttelse av lastekapasiteten, forbedre ruteplanleggingen og total sett redusere

[74] Anskaffelsesloven (LOV-2016-06-17-73) og Anskaffelsesforskriften (FOR-2016-08-12-974).

[75] Lov om konkurranse mellom foretak og kontroll med foretakssammenslutninger (LOV-2004-03-05-12) begrenser adgangen for konkurrerende virksomheter til å samarbeide, men det er grunn til å tro at en viss samordning av levering er mulig så lenge det ikke medfører at man eksempelvis koordinerer priser.

CO_2-utslippene fra lastebiler betraktelig. Enkelte bedrifter som har tatt i bruk disse løsningene har halvert utslippene sine.[76] Det er mulig å etterspørre bruk av slike løsninger ved offentlig anskaffelse.

Massetransport (transport av stein, sand, jord osv. knyttet til bygging av infrastruktur) kan ha et stort potensial for forbedret logistikk. Ved bedre planlegging og regulering/tilrettelegging fra lokale myndigheter vil transportavstandene kunne reduseres. I tillegg er det viktig å skille forurensede fra rene masser og gjenbruke masser i så stor grad som mulig i byggingen. En positiv bivirkning av dette kan være at behovet for uttak av masser andre steder blir redusert.

Forbedret logistikk for varebiler innebærer forbedret planlegging og dermed lavere behov for "å hente den ene skruen man plutselig trengte". Sambestilling av flere aktører i samme området er også en mulighet. En viktig barriere er at transportkostnaden som regel er en liten del av den totale kostnaden, slik at insentivet til forbedret logistikk er liten. Økte transportkostnader ved hjelp av veiprising eller økte drivstoffkostnader vil kunne utløse noe av potensialet i tiltaket.

Effektiviseringstiltakene krever investeringer

Nye løsninger som modulvogntog på 25,25 eller 34 meter og platooning vil kunne gi mer effektiv transport og dermed reduserte klimagassutslipp. Modulvogntog vil kunne frakte tre eller fire containere samtidig, mens dagens semi-trailere bare frakter to containere. Stadig større deler av veinettet blir gjort tilgjengelig for kjøring med modulvogntog, noe som muliggjør økt bruk av slike lastebiler. Muligheten for å kjøre med de store, tunge lastebilene helt fram til bedriften der varen skal hentes/leveres kan være en barriere. Barrierene kan reduseres ved at nye veier dimensjoneres for slike tyngre kjøretøyer, og eksisterende veier utbedres ved å redusere antallet krappe kurver og trange rundkjøringer. Samtidig kan det sikres bæreevne på bruer og god snø- og isfjerning i de bratteste bakkene. Statens vegvesens handlingsprogram for 2018-2023 legger til grunn å investere 400 millioner kroner i tiltak for å åpne riksveinettet for modulvogntog. Det har vært dialog med transportnæringen for å sikre at midlene benyttes slik at de gir størst mulig effekt. Per 2017 var 3 950 km riksvei, 610 km fylkesvei og 100 km kommunale veier godkjent for modulvogntog. Oversikt over hvilke riks-, fylkes- og kommunale veier som er godkjent for modulvogntog finnes i de fylkesvise veilistene for modulvogntog. Der finnes også en oversikt over flaskehalser.

4.5 Elektrifisering av veitransport

4.5.1 NTP-målene er lagt til grunn for tiltakene

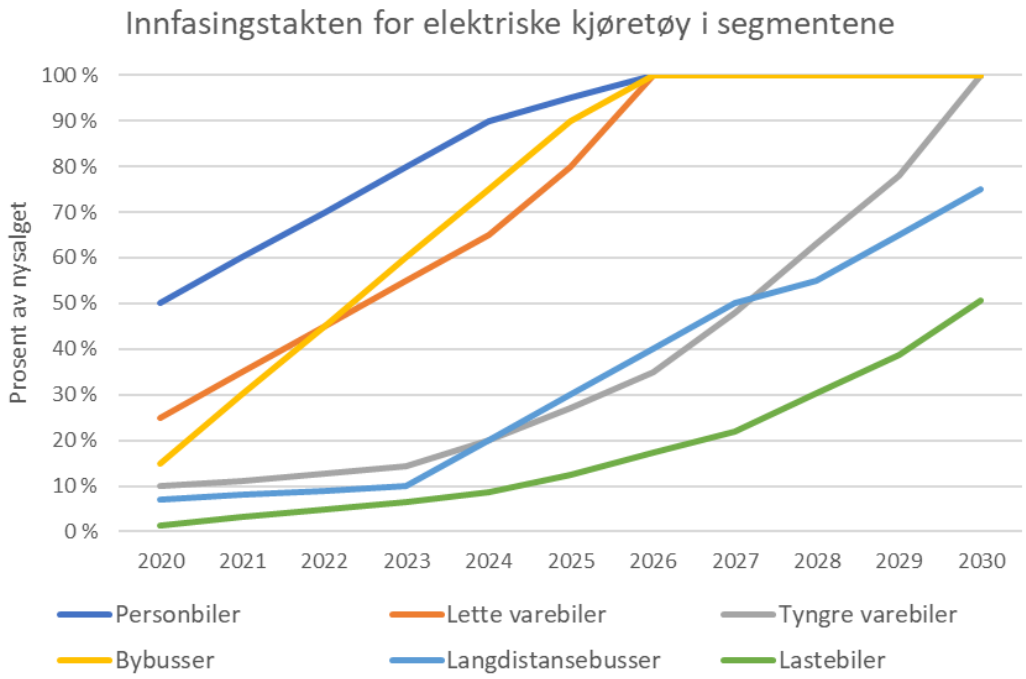
Det er utredet en rekke tiltak som ser på forsert innfasing av nullutslippskjøretøy. Målformuleringene for nullutslippskjøretøy fra NTP er lagt til grunn for innfasing og omfang, men kostnadsberegningene er basert på batterielektriske kjøretøy:

Følgende tiltak er utredet:

- *100 % av nye personbiler er elektriske innen utgangen av 2025*
- *100 % av nye lette varebiler er elektriske innen utgangen av 2025*
- *100 % av nye tyngre varebiler er elektriske innen utgangen av 2030*
- *50 % av nye lastebiler er el- eller hydrogenkjøretøy i 2030*
- *100 % av nye bybusser er elektriske innen utgangen av 2025*
- *75 % av nye langdistansebusser er el- eller hydrogenkjøretøy i 2030*
- *45 % av nysalg av motorsykkel (MC) og moped er elektriske i 2030*

[76] Mixmove.

Innfasingstakten som er lagt til grunn for de ulike segmentene er vist i Figur A 14. I NTP 2018-29 er målet i mange kjøretøysegment formulert som 100 prosent av salget fra et gitt år. Våre analyser viser at de politiske målene er teknisk mulig å nå, gitt tilstrekkelig ladeinfrastruktur og styrking av virkemidlene som legger til rette for forsert innfasing av elektriske kjøretøy. Det vil imidlertid kunne være krevende å nå 100 prosent av et segment fra et gitt år, og vi har i denne rapporten tolket NTP-målene som "tilnærmet 100 prosent av nybilsalget".



Figur A 14. Innfasingstakt for elektriske kjøretøy i de ulike kjøretøysgruppene.

For samtlige segment er det vurdert at batterielektrisk framdrift er den teknologien som er kommet lengst i markedet per i dag og som viser størst potensial for utslippsreduksjoner fram mot 2030. Hydrogendrift med brenselceller er i tillegg til bruk i skip en alternativ løsning for de tyngste lastebilene og trekkvognene, særlig dersom de i tillegg skal transportere gods over lange avstander.

Hydrogen som lagringsmedium kan også være en potensiell løsning innenfor stasjonær energi. Hvis industrien fortsetter å utvikles og skaleres opp framover kan produksjonskostnaden kunne bli så kraftig redusert at fornybart hydrogen kan nå et europeisk prisnivå for naturgass.[77] Man bør derfor følge utviklingen av hydrogenkjøretøy tett og vurdere behovet for fylleinfrastruktur for hydrogen. Regjeringen vil i løpet av 2020 legge fram en strategi for produksjon og bruk av hydrogen i Norge.[78]

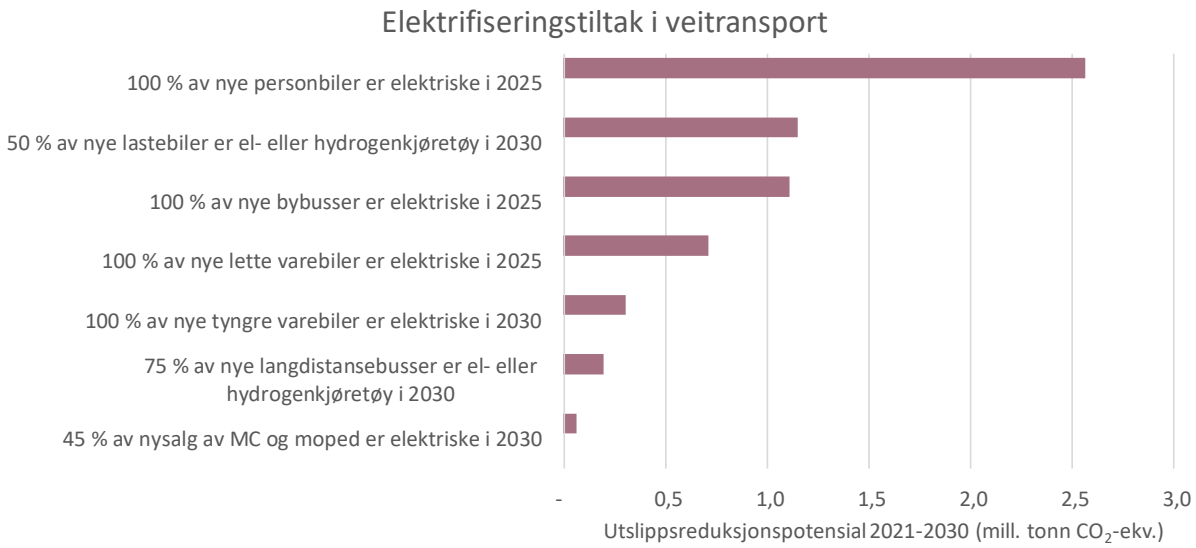
Våre kostnadsanalyser er basert på batterielektriske kjøretøy. Målene, og dermed tiltakene, gjelder nybilsalget, der et elektrisk kjøretøy erstatter et bensin- eller dieselkjøretøy. Vi har ikke sett på muligheten for å akselerere utskiftingen av den eksisterende flåten, for eksempel gjennom insentiver for raskere vraking av gamle bensin- og dieselbiler eller retrofit-løsninger der en bygger om tradisjonelle kjøretøy med forbrenningsmotor til batterielektrisk framdrift eller lignende. Det er

[77] Bloomberg (2019). Hydrogen's Plunging Price Boosts Role as Climate Solution. 22.08.19.
[78] KLD & OED (2019). Strategi for å auke bruk og produksjon av hydrogen. 11.02.19. Klima- og miljødepartementet & Olje- og energidepartementet.

heller ikke vurdert om virkemidler for å fremme nybilsalg av elektriske kjøretøy vil påvirke utskiftingstakten.

Elektrifiseringstiltakene utredet i Klimakur 2030 vil til sammen kunne gi en utslippsreduksjon på om lag 6,5 millioner tonn CO_2-ekvivalenter i perioden 2021-2030. Utslippsreduksjonen fra personbilene er størst, se Figur A 15.

Det er verdt å merke seg at tiltakene ikke inkluderer elektriske kjøretøy som er antatt inkludert i referansebanen.



Figur A 15. Utslippsreduksjon i perioden 2021-2030 som følge av elektrifiseringstiltak i veitransport.

4.5.2 Kostnadene forventes å falle over tid

Både tiltakskostnader og privatøkonomiske merkostnader er analysert ved hjelp av en modell utviklet av Miljødirektoratet. Alle inngangsparametre er beskrevet i vedlegg III *Teknisk notat*. Analysene er basert på gjennomsnittskjøretøy for henholdsvis elektrisk kjøretøy og kjøretøy med forbrenningsmotor innenfor hvert segment. Gitt de antagelsene som er gjort om utvikling i kjøretøyskostnader, kjørelengder, drivstoffbesparelser med mer, ligger nesten alle elektrifiseringstiltakene i kostnadskategorien 500-1500 kr/tonn CO_2-ekvivalenter. Unntaket er tiltaket *100 prosent av nye tyngre varebiler er elektriske innen utgangen av 2030*, som ligger i kostnadskategorien under 500 kr/tonn CO_2-ekvivalenter. Modellen er også brukt til å kjøre ulike scenarioer og sensitivitetsanalyser.

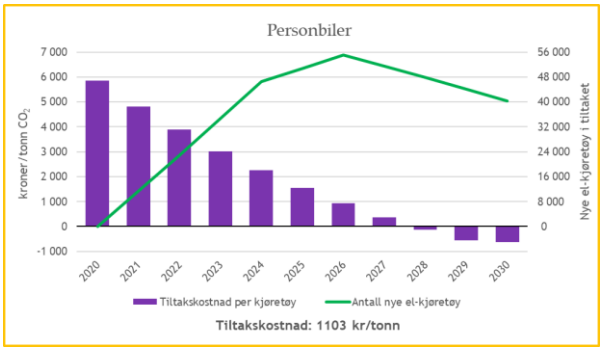
Kjøretøytiltakene er samletiltak som innebærer innfasing av tusenvis av ulike kjøretøy og tiltakskostnadene som er beregnet er dermed gjennomsnittsbetraktninger. De representerer både gjennomsnitt i kjøretøysegmentet, for eksempel gjennomsnittlig merkostnad for kjøp av elbil i stedet for bensinbil i 2020, og gjennomsnitt over tid, det vil si alle elbiler som kjøpes i perioden fram til 2030 og som ikke allerede er inkludert i utslippsframskrivingene. Forventningen om fallende kostnader gjør at tiltakskostnad for elbil anskaffet i 2020 er langt høyere enn tiltakskostnad for elbil anskaffet i 2030. Dermed blir innfasingen, med andre ord hvor mange elbiler som anskaffes på ulike tidspunkter, en viktig parameter for den gjennomsnittlige tiltakskostnaden.

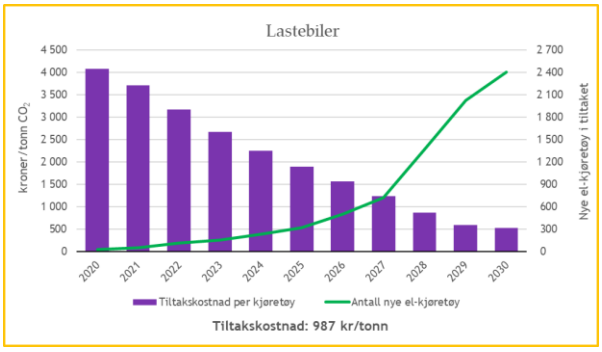
Tiltakskostnaden for alle segmentene er illustrert i Faktaboks A 9 som viser utvikling i tiltakskostnad per gjennomsnittskjøretøy per år for alle segmentene som er analysert.

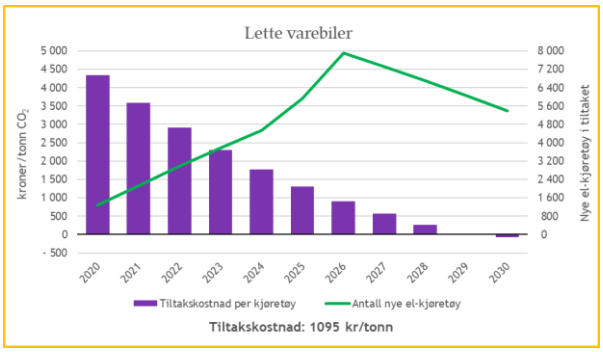
Tiltakskostnad for elektrifisering av veigående kjøretøy

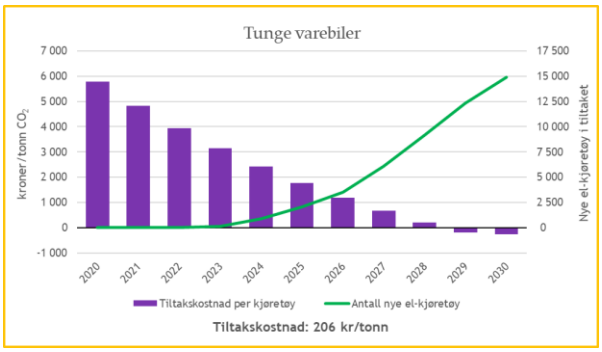
Figurene under viser tiltakskostnader for de ulike segmentene. Dette er utdypet i tiltaksarkene for hvert segment og inngangsdata og følsomhetsanalyser er beskrevet i vedlegg III Teknisk notat. Lilla søyler viser årlig tiltakskostnad for et elektrisk kjøretøy kjøpt det aktuelle året. Innfasingen i de ulike tiltakene er vist med grønn linje. Gjennomsnittlig tiltakskostnad for innfasingen står i tekst under hver figur.

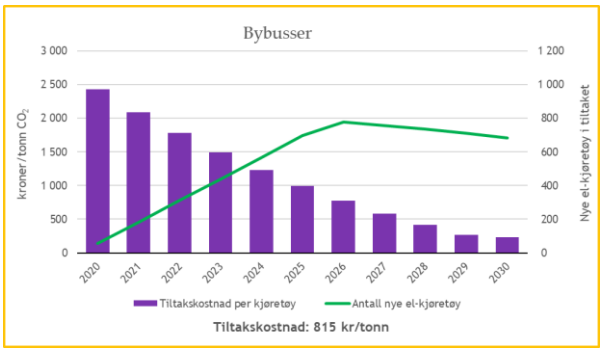
Det som påvirker tiltakskostnaden mest er:
- merkostnaden ved investering (kjøretøy og etablering av ladepunkt)
- innfasingstakten
- årlig kjørelengde og drivstofforbruk for referansekjøretøyet

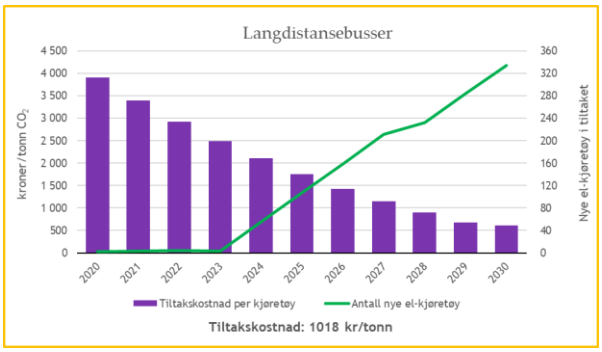












Faktaboks A 9. Tiltakskostnad for elektrifisering av veigående kjøretøy.

Våre analyser viser at på sikt blir tiltakskostnaden per kjøretøy negativ for de fleste kjøretøysegmentene. Da vil elektriske kjøretøy lønne seg for samfunnet selv uten verdsetting av klimagassutslipp, gitt at våre analyser har fanget opp alle relevante effekter og med forbehold om at kostnadene ved virkemidler for å realisere tiltakene ikke er inkludert, for eksempel skattefinansieringskostnader ved støtteordninger eller eventuelle merkostnader ved å stille klimakrav i offentlige anskaffelser. Personbilene har en gjennomsnittlig tiltakskostnad på rundt 1 100 kr/tonn CO_2-ekvivalenter. Vi har analysert segmentene små og store personbiler hver for seg, og de

små personbilene har vesentlig lavere tiltakskostnad enn de store. Mot slutten av analyseperioden er tiltakskostnaden per kjøretøy negativ for både små og store personbiler.

Tunge varebiler har en betydelig lavere tiltakskostnad enn lette varebiler av to grunner. For det første så fases tunge varebiler inn fem år senere enn de lette varebilene, det vil si på et tidspunkt da batterikostnader er antatt å være tilnærmet halvert. For det andre er drivstofforbruket i de tunge varebilene betydelig høyere enn i de lette varebilene, slik at både kostnadsbesparelsen og utslippsreduksjonen ved overgang fra diesel til elektrisitet blir større.

Lastebilene har en høy kostnad i starten av perioden, men en lav kostnad på slutten når det antas at de fleste av kjøretøyene anskaffes. En høy merkostnad i investering oppveies av store besparelser i drift som følge av høy kjørelengde og drivstofforbruk. Tiltakskostnaden for langdistansebussene er høyere enn for bybussene hovedsakelig på grunn av den store batteripakken som gir en høyere merkostnad ved innkjøp, samt et noe lavere drivstofforbruk og dermed lavere utslippsreduksjon. Tabellen under viser noen av antagelsene som er lagt til grunn i analysen.

Tabell A 3. Oversikt over noen utvalgte inngangsparametre i beregning av tiltakskostnad for elektriske person- og varebiler.

Parameter	Enhet	Små personbiler	Store personbiler	Lette varebiler	Tunge varebiler
Kjørelengde *	km/år	11 000	13 000	14 500	15 500
Batteristørrelse	kWh	55	80	75	105
Merkostnad innkjøp i 2020 uten avgift	kr/ kjøretøy	129 000	334 000	143 000	321 000
Merkostnad innkjøp i 2030 uten avgift	kr/ kjøretøy	- 2 000	15 000	22 000	21 000
Kjøp og montering av lader hos eier, snitt per kjøretøy	kr	16 000 + MVA	16 000 + MVA	16 000	16 000
Drivstofforbruk fossilt	l/mil	0,6	0,7	0,4	0,7
Strømforbruk el **	kWh/km	0,17	0,21	0,17	0,29
Andel som dekkes med ekstern lading	%	10 %	15 %	15 %	15 %
Årlige vedlikeholdskostnader, fossilt	kr/år	6 000	6 000	6 000	6 000
Årlige vedlikeholdskostnader, el-kjøretøy	kr/år	4 000	4 000	4 000	4 000

** Det er antatt en høy kjørelengde i starten og en lavere kjørelengde mot slutten av kjøretøyets levetid. Tall som er oppgitt her er snittet over kjøretøyets levetid.*

*** Beregnet ut ifra fossilt drivstofforbruk og virkningsgrad på 30 % i bensinmotor, 35 % i dieselmotoren i varebiler og 90 % i el-motoren. Ladetap på 10 % kommer i tillegg.*

Tabell A 4. Oversikt over noen utvalgte inngangsparametre i beregning av tiltakskostnad for elektriske busser og lastebiler.

Parameter	Enhet	Bybusser	Lang-distanse-busser	Lastebiler Lokal/ regional transport	Lastebiler Masse-transport	Lastebiler Lang-transport
Kjørelengde	km/år	58 000	68 000	30 000	25 000	50 000
Batteristørrelse	kWh	350	600	350	450	600
Merkostnad innkjøp i 2020 uten avgift	kr/ kjøretøy	1 600 000	2 700 000	1 400 000	1 700 000	2 200 000
Merkostnad innkjøp i 2030 uten avgift	kr/ kjøretøy	145 000	400 000	190 000	300 000	460 000
Kjøp og montering av lader hos eier, snitt per kjøretøy	kr	800 000	800 000	200 000	200 000	800 000
Drivstofforbruk fossilt	l/mil	4,3	4,0	3,5	5,0	5,0
Strømforbruk el *	kWh/km	1,7	1,8	1,6	2,2	2,2
Andel som dekkes med ekstern lading	%	20 %	25 %	10 %	10 %	30 %
Årlige vedlikeholds-kostnader, fossilt	kr/år	127 000	136 000	29 000	25 000	40 000
Årlige vedlikeholds-kostnader, el-kjøretøy	kr/år	96 000	105 000	21 000	17 000	28 000

** Beregnet ut ifra fossilt drivstofforbruk og virkningsgrad på 35 % i dieselmotoren i bybusser, 40 % i langdistansebusser og lastebiler og 90 % i el-motoren. Ladetap på 10 % kommer i tillegg.*

Både i beregningen av tiltakskostnader og i de privatøkonomiske analysene er kostnader for ladeinfrastruktur og nett hensyntatt. Hvordan dette er gjort er oppsummert i Faktaboks A 10. For mer om ladeinfrastruktur og nett, se kapittel 13.

Hvordan kostnader for ladeinfrastruktur er inkludert i analysene

For elektrifiseringstiltak i **veitransport** er kostnader for ladeinfrastruktur inkludert som beskrevet under.

1. Etablering av ladepunkt ved kjøp av kjøretøyet. For personbiler og varebiler er det antatt at ladepunktet koster 16 000 kroner per kjøretøy (pluss merverdiavgift for personbilene). En del elbilkjøpere vil nok ikke trenge å etablere et eget ladepunkt hjemme, men kostnaden inkluderer også ladepunkt i kontorbygg, parkeringsplasser osv. For busser og langtransportlastebiler er det antatt en kostnad på 800 000 kroner per kjøretøy. For lastebiler som brukes til lokal/regional distribusjon og til massetransport er det antatt en kostnad på 200 000 kroner per kjøretøy. Det er ikke lagt inn noen kostnadsreduksjon over perioden 2020-2030, til tross for at det er grunn til å tro at kostnadene for ladepunkt vil falle noe. Det er derimot heller ikke lagt inn anleggsbidrag som kan forekomme for enkelte aktører.

2. Strømforbruk til hjemmelading eller lading ved bedrift. Kostnaden vi har lagt til grunn inkluderer nettleie. Det forventes en realøkning i nettleien fram mot 2030 som inkluderer en del nettoppgraderinger.[79]

3. For alle segmentene antas også en andel hurtiglading, eller annen ekstern lading, til betydelig høyere kostnad per kWh enn hjemmelading. Prisen for hurtiglading inkluderer kostnader for bygging og drift av hurtigladestasjoner på kommersielle vilkår.[80]

For **ikke-veigående maskiner og kjøretøy** er kostnaden knyttet til etablering av ladepunkter og behovet for nettoppgradering svært usikkert. På store bygge- og anleggsplasser vil kostnadene kunne bli betydelige, men det er store variasjoner i maskinparken og hvordan maskinene brukes. Samlet er tiltak *70 prosent av nye ikke-veigående maskiner og kjøretøy er elektriske i 2030* plassert i kategorien over 1500 kr/tonn CO_2-ekvivalenter, blant annet på grunn av kostnader for ladeinfrastruktur og nett.

For **skip og ferger** er kostnaden for ladepunkt og nettoppgraderinger ikke inkludert i analysegrunnlaget fra DNV GL. Både ladepunkt på kai og nettoppgraderinger (anleggsbidrag) kan innebære betydelige kostnader. Spesielt for fergeleier som ligger langt fra nett med god kapasitet kan anleggsbidraget være betydelig (se kapittel 13). Disse kostnadene er vurdert når tiltakene er plassert i kostnadskategorier.

Faktaboks A 10. Hvordan kostnader for ladeinfrastruktur er inkludert i analysene.

4.5.3 Batterier – nøkkelteknologien for elektrifisering av transportsektoren

Dette kapittelet drøfter kostnadsutviklingen vi baserer oss på i den videre analysen, samt vurderinger om batteriers levetid og indirekte utslipp.

Batteri er i dag nøkkelteknologien for å få til et skifte mot avkarbonisering av transportsystemet. Men batteriindustrien er fortsatt i en tidlig fase – med umodne verdikjeder. Overordnet er det to bærekraftsrelaterte problemstillinger en må være klar over; påvirkningen på klimagassutslipp ved produksjon av kjøretøy og batterier, og bruk av metaller som finnes i små mengder i sjeldne jordarter.

Markedet for litium-ion-batterier har vokst kraftig de seneste årene. Fra å ha blitt brukt i hovedsak til forbrukerelektronikk som mobiltelefoner fra slutten av 90-tallet og i begynnelsen av 2000-tallet, brukes litium-ion-batterier nå i alt fra gressklippere til lastebiler og ferger. Fra 2010 har global årlig

[79] For strømpriser og nettleie som er benyttet i analysene, se vedlegg II Veileder: Vedlegg C.

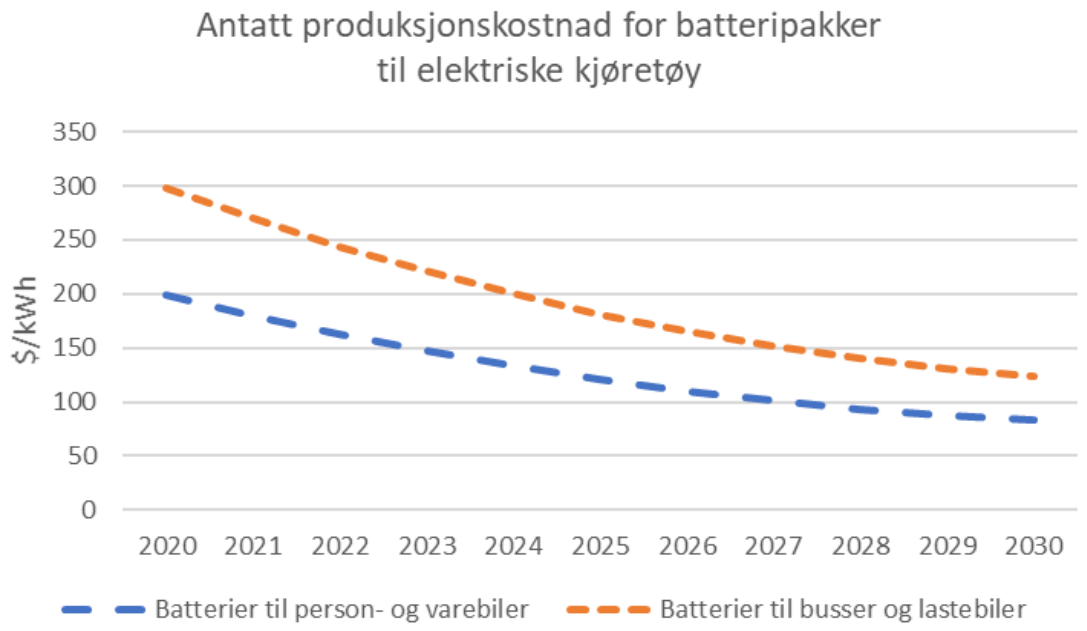
[80] Samlet kostnad for etablering av hurtiglading til person- og varebiler er konsistent med analysen gjort av NVE i kapittel 13.

kapasitetsøkning i industrien vokst med 500 prosent.[81] Utbygging av batteripakker for lagring av strøm i stor skala, som ved vind- eller solkraftverk, er også i rask utvikling.

Batteriprisene forventes å falle, men det er uklart hvor raskt

Den kanskje isolert sett viktigste faktoren for overgang til elektriske kjøretøy er den framtidige kostnadsutviklingen for batteriproduksjon. Dette er en industri i rivende utvikling, der kostnader synker samtidig som produksjonskapasitet bygges ut raskt. Ulike analyser peker på en kostnadsreduksjon på over 20 prosent per år de siste årene.[82] Batteriets levetid, energitetthet og vekt forbedres stadig og utviklingen ser ut til å fortsette i en positiv retning framover.

Den blå stiplede linjen i Figur A 16 viser de industrielle produksjonskostnadene per kWh per batteripakke til lette kjøretøy (person- og varebiler) som legges til grunn i den videre analysen. Den oransje linjen viser produksjonskostnadene som er lagt til grunn for de tyngre kjøretøyene (busser og lastebiler). Det er også kjørt scenarioer med ulike prisutviklinger.



Figur A 16. Kostnadsestimat for produksjon av batteripakker.[83]

Elbilbatterier beholder kapasiteten bedre enn antatt

Da de første moderne elbilene kom på markedet i perioden 2010-2011 var det knyttet stor usikkerhet både til batteriets kapasitet over tid og total levetid. Det har siden vist seg at det er liten grunn til bekymring om levetid og batteriene har vist seg å beholde kapasiteten i langt større grad enn forventet. Samtidig som batterikapasitet, og dermed rekkevidde, ventes å bli noe redusert over tid, pleier også eldre biler å ha en kortere årlig kjørelengde. I våre analyser er det lagt til grunn at

[81] Melin, H. (2019). The lithium-ion battery end-of-life market – A baseline study. For the Global Battery Alliance.

[82] BloombergNEF (2019). A Behind the Scenes Take on Lithium-ion Battery Prices. 05.03.19.

[83] Estimat er basert på Bloombergs årlige undersøkelse av priser i industrien, se BloombergNEF (2019). Battery pack prices fall as market ramps up with market average at $156/kWh in 2019. 03.12.19. Batterier til tunge kjøretøy er antatt dyrere pga. mer krevende bruksmønster og andre krav til driftssikkerhet.

elektriske kjøretøy vil ha like lang levetid som kjøretøy med forbrenningsmotor og at batteripakken ikke byttes i kjøretøyets levetid.

Produksjonskapasiteten av batterier til transport er i sterk vekst

Fram til nå er de største anleggene for batteriproduksjon i all hovedsak lokalisert til Kina, med unntak av Tesla sin "Gigafactory" i USA. Som svar på forventet etterspørselsøkning er det nå en trend mot økt aktivitet i Europa med flere store planlagte anlegg framover. Fram mot 2028 er det allerede planlagt nesten 70 store fabrikker globalt med total kapasitet til å produsere batteri på 1 450 GWh, nok til å lage 22 millioner elbiler årlig i 2028.[84]

EU er en pådriver innen batteridrift og ønsker utvikling av en europeisk industri rundt batterier, med særlig vekt på bærekraftig produksjon.[85,86] Det pekes også på europeisk batteriproduksjon som et ledd i satsing på næringsutvikling og økt forsyningssikkerhet for de europeiske bilprodusentene.

De siste årene har batteriproduksjonen vokst så raskt at myndighetene har slitt med å holde tritt[87], og deler av verdikjeden er preget av mangel på reguleringer. Mangel på regulering og transparens kan føre til at for eksempel arbeidsforhold lenger ut i verdikjeden (som ved mineralutvinning[88]) blir lidende.

Råvaretilgang forventes ikke å bli en barriere for batteriproduksjon

Både produksjon av den elektriske motoren og batteriet tar i bruk en rekke metaller som finnes i små mengder i sjeldne jordarter. Den raske endringen og utviklingen gjør det krevende å vurdere råvaretilgang framover i tid. Det ser ikke ut som at selve tilgangen til disse metallene vil bli en begrensende faktor over tid. Det kan potensielt oppstå periodevise mangler hvis etterspørsel eller markedet vokser raskere enn forutsett.[89]

Batteriprisene er som kjent på vei ned, og en stor del av denne prisnedgangen skyldes redusert forbruk av dyre råvarer inn i batteriproduksjon, eksempelvis redusert bruk av kobolt. Nyere generasjoner batterier forventes å bli helt koboltfrie. En overgang til mer bærekraftige råvarer ses også innenfor øvrig elektronikk til elbil. Eksempelvis sikter BMW på at neste generasjon el-motor skal være helt fri fra metaller fra sjeldne jordarter.[90,91]

For noen år siden ble risiko for mangel av litium til batterier flagget, men et voksende marked og økt etterspørsel har lagt til rette for utvinning fra nye kilder og tilgang til litium anses ikke lenger som en barriere. Økt etterspørsel og ny batterikjemi kan endre bildet. Det pekes eksempelvis nå på tilgang til nikkel[92] som en potensielt kritisk faktor for industrien.

Ombruk og materialgjenvinning av batterier vil styrke økonomien i elektrifisering

Avfallsbehandling av tradisjonelle batterier er en etablert storskala industri og nå begynner også selskaper å bygge ut kapasitet for å gjenvinne litium-ion-batterier. Ifølge gjeldende batteridirektiv i

---

[84] Simon Moores (2019). We are now at 68 lithium ion battery megafactories in the pipeline…. Innlegg på Twitter @sdmoores 12.01.19.
[85] Financial Times (2018). EU to offer billions of funding for electric battery plants. 15.10.18.
[86] The Driven (2018). EU promises billions to kickstart European EV battery industry. 16.10.18.
[87] e24 (2018). Bygger batterifabrikker i Norden: - Markedet vokser fortere enn produksjonen. 08.19.18.
[88] The Guardian (2017). Carmakers' electric dreams depend on supplies of rare minerals. 29.07.17.
[89] Transport & Environment (2017). Electrical vehicle life cycle analysis and raw material availability.
[90] Bil24 (2018). BMW skal redusere bruken av kobolt. 28.12.18.
[91] BMW Blog (2018). Upcoming Electric Motors from BMW Will Be Free of Rare Earths. 28.12.18.
[92] Benchmark Mineral Intelligence (2019). Nickel – the often forgotten battery metal.

EU er det batteri- eller bilprodusenten som er ansvarlig for å dekke kostnader knyttet til å ivareta og avfallsbehandle batterier. På grunn av elbilens levetid, og eventuell gjenbruk i andre sektorer, vil det fortsatt ta noen år før batterier gjenvinnes i stor skala.[93]

Bilbatterier vil kanskje også bli brukt til andre applikasjoner før det kasseres. Et batteri brukt i en elbil vil over tid miste noe lagringskapasitet, og ved et visst nivå vil det fungere dårlig til transport. Men batteriet kan fortsatt brukes til energilagring i andre sektorer. Denne industrien er i tidlig fase og mye utvikling gjenstår, men de fleste bil- eller batteriprodusenter er i gang med tester av brukte elbilbatterier til stasjonær lagring.[94]

Fordi batterier etter ombruk skal materialgjenvinnes er det naturlig å se for seg at materialene fra gamle batterier vil bli en råvarestrøm inn i ny produksjon. Ombruk og materialgjenvinning[95] av batterier fungerer godt ned på cellenivå. Northvolts anlegg i Sverige er planlagt å kunne materialgjenvinne litium fra kasserte batterier helt fra starten.[96] BMW, Unicore og Northvolt har etablert et samarbeid for å utvikle ny teknologi for å behandle kasserte batterier, særlig knyttet til gjenvinning av aluminium og kobolt som i stor grad lar seg materialgjenvinne.[97] Når det er sagt er det viktig å være klar over at batteripakker er komplekse system, med liten grad av standardisering på tvers av bilindustrien. Det gjør at avfallsbehandling av batterier kan bli en kompleks og kostbar prosess.

Elbiler kommer bra ut i livssyklusanalyser

Elbilen har ingen direkte utslipp av klimagasser i bruksfasen, men som for andre kjøretøy vil det oppstå utslipp i produksjonskjeden; ved produksjon av kjøretøy, batteri og eventuelt elektrisitet. For å forstå det totale og samlede utslippet for et kjøretøy over levetiden brukes livssyklusanalyser (LCA).

Livssyklusanalyser kan være krevende å lage fordi det er behov om detaljerte data om hele verdikjeden. Resultatene kan også være vanskelige å tolke. Hvilken metode som brukes og hvor systemgrensene settes har mye å si for resultatet.[98] Metastudier av LCA-analyser av elbiler og bensin- eller dieselbiler peker tydelig mot at elbilen kommer bedre ut når en ser på utslipp over levetiden til kjøretøyet, også basert på dagens europeiske kraftmiks.[99] De ekstra utslippene produksjonen av en elbil har sammenlignet med en bil med forbrenningsmotor ser ut å være spart inn på mellom 2-3 år med dagens kraftmiks i Europa.[100]

Et annet poeng er tidsperspektivet i slike analyser – som er viktig når man analyserer en industri i sterk utvikling. Både kjøretøyproduksjonen og kraftproduksjonen er i endring, og kraftsystemet utvikles mot stadig større andeler fornybar kraft. Til sammenligning er det enklere å beregne utslipp over livsløpet for en tradisjonell bil fordi direkte utslipp fra forbrenningsmotoren reduseres i mindre grad over tid.

---

[93] Transport & Environment (2019). Batteries on wheels: the role of battery electric cars in the EU power system and beyond. 04.06.19.
[94] Driving Electric (2019). How recyclable are batteries from electric cars? 25.01.19.
[95] Electrive.com (2019). Myth busting: Battery recycling does work. 20.01.19.
[96] NyTeknik (2019). Så ska Northvolt rädda litiumet vid återvinning av batterierna. 14.01.19.
[97] TU (2018). BMW skal lage resirkulerbare elbil-batterier - vil utvikle komplett verdikjede. 18.10.18.
[98] Transport & Environment (2014). Life Cycle Analysis of the Climate Impact of Electric Vehicles.
[99] EEA (2018). EEA report confirms: electric cars are better for climate and air quality. 22.11.18.
[100] ICCT (2018). Effects of battery manufacturing on electric vehicle life-cycle greenhouse gas emissions.

4.5.4 Elektrifisering av personbiler

Antall elbilmodeller er i kraftig vekst

Fram til nå har mange av elbilmodellene blitt produsert ved å tilpasse eksisterende bensin- eller dieselmodeller til en elektrisk drivlinje. Slike tilpasninger vil alltid være fordyrende og øke kompleksiteten i produksjonsprosessen. Dette gjelder også selve batteriet, som må tilpasses eksisterende dimensjoner.

Dette er nå i endring. En viktig trend for de modellene som kommer på markedet fra 2019/2020 er at de i stadig større grad er designet og bygget fra bunnen av som elektriske modeller. Det betyr at det de nærmeste årene vil finnes elektriske modeller med lang rekkevidde i alle segmenter i det kommersielle personbilmarkedet. Mange nye elbilmodeller har også egenskaper som dekker flere ulike behov, som lengre rekkevidde, hengerfeste og mulighet for takboks. Disse modellene har dermed egenskaper som gjør at gjennomsnittskunden ikke vil oppleve en moderne elbil som en "dårligere" bil sammenlignet med det tradisjonelle alternativet. Dette er i motsetning til mange av de første modellene, der elektrisk framdrift mer tydelig var et kompromiss mot andre egenskaper som rekkevidde, størrelse osv.

Selv med et forholdsvis beskjedent utvalg av ulike elbilmodeller har nybilsalget i enkelte måneder i 2019 passert over 50 prosent takket være avgiftsfritak og andre insentiver. Det ble i løpet av 2019 registrert ca. 25 ulike elbilmodeller i det norske nybilsalget[101], mot ca. 200 ulike modeller av bensin- eller dieselbiler[102]. Utvalget av elbilmodeller er ventet å øke betraktelig, blant annet som følge av at EU i 2020 innfører strengere utslippskrav og insentivordning som gir produsentene sterkere insentiver til å lansere elbilmodeller.

Mens det de siste årene har blitt lansert 2-3 nye elbilmodeller per år i det norske markedet forventer vi at det bare i løpet av 2020 vil kunne bli lansert opp mot 40 ulike nye elbilmodeller.

[101] Enkeltmodeller registret med flere enn 10 solgte biler i løpet av året.

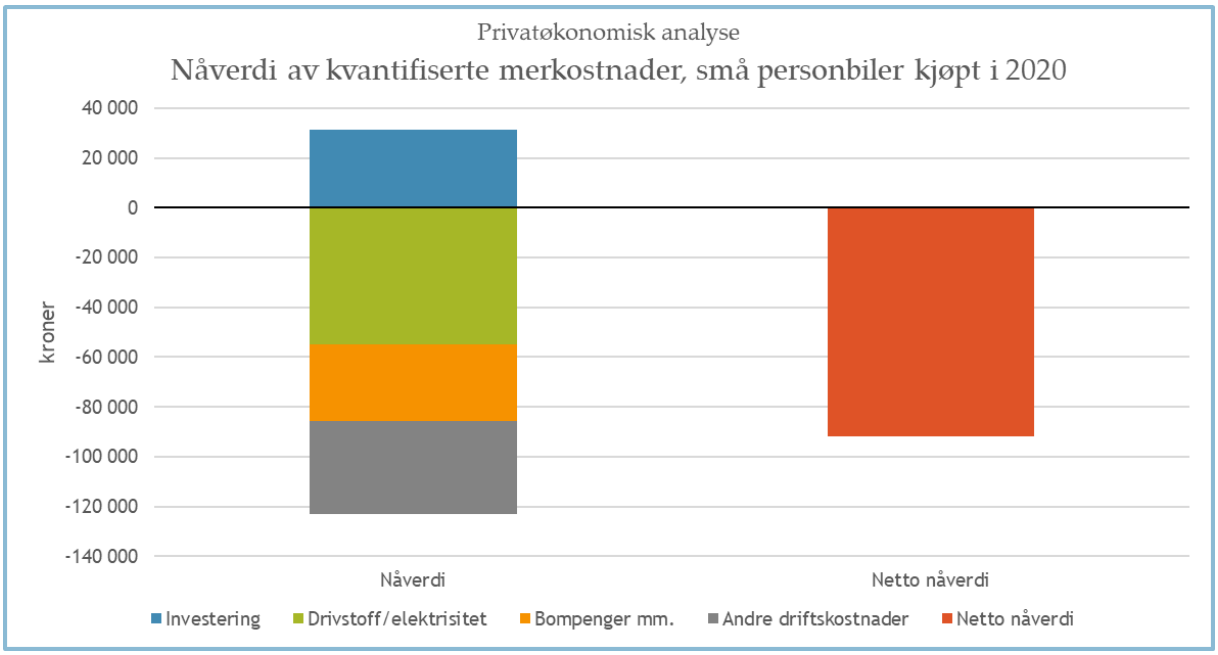
[102] Registret med flere enn 10 solgte biler i løpet av året. Ca. 150 modeller ble registrert i salg med bensinmotor (inkl. ikke ladbar hybridmotor), og ca. 100 med kun dieselmotor. Ca. 30 solgte modeller med motoralternativ ladbar hybrid er ikke inkludert i tallene.



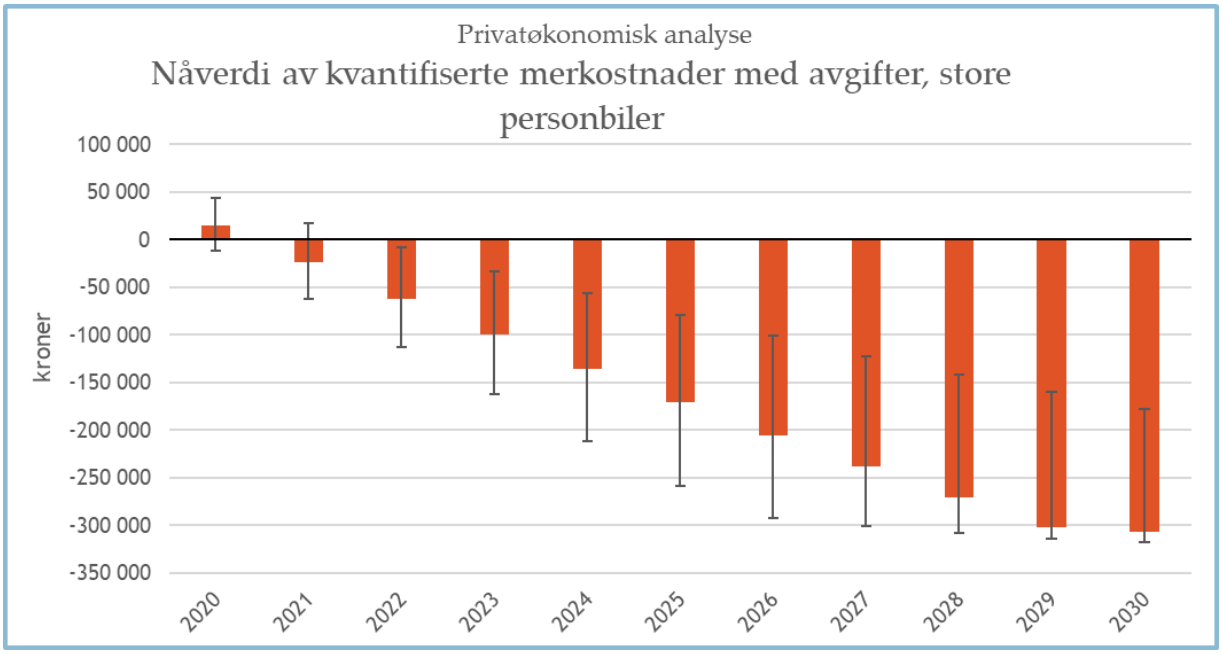
Figur A 17. Illustrasjon over de nye modeller elbiler som kan forventes bli introdusert i det norske markedet i 2020.

Det lønner seg for mange privatbilister å kjøpe elbil gitt dagens avgiftssystem

Privatøkonomiske analyser viser at det for gjennomsnittsbilisten kan lønne seg å kjøpe en elektrisk bil framfor en bensin- eller dieselbil allerede i dag – gitt eksisterende rammevilkår. Lave energikostnader og andre driftskostnader (ingen trafikkforsikringsavgift, bompengerabatt, fergerabatt, rabatt på parkering, lave vedlikeholdskostnader) veier opp for en noe høyere innkjøpspris. Dette resultatet er robust for ulike kjørelengder. Lønnsomheten øker over tid siden det er forventet at innkjøpskostnad for elbiler reduseres i takt med redusert kostnad for batterier, se Figur A 19. En forutsetning er at bilkjøperen har tilstrekkelig tilgang til ladeinfrastruktur slik at rekkevidde og tidsbruk knyttet til lading ikke oppleves som en ulempe. For mer om disse analysene og forutsetninger som er lagt til grunn, se vedlegg III.



Figur A 18. Nåverdi av merkostnader for små elbiler. Negativ netto nåverdi betyr at investeringen anslås som privatøkonomisk lønnsom, altså at driftsbesparelsene er større enn merkostnaden ved investering. Diskonteringsrente 11 %. 2019-kroner.



Figur A 19. Netto nåverdi av kvantifiserte merkostnader for store elbiler anskaffet i ulike år. Kostnader er diskontert til innkjøpsår. Diskonteringsrente 11 %. 2019-kroner. Avvikssymbolene viser hvordan lønnsomheten endres i et scenario med høye innkjøpskostnader (30 % økt batterikostnad og skalafordeler som oppnås for fullt først etter 20 år i stedet for 10 år i basisscenarioet) og i et scenario med lave innkjøpskostndaer (20 % redusert batterikostnad og skalafordeler som oppnås for fullt etter 7 år)

Ladeinfrastruktur er fortsatt en barriere

For forbrukerne har begrenset rekkevidde vært en viktig barriere for overgang til elbil – ikke minst i vinterhalvåret. Med økende batterikapasitet og mer brukserfaring, reduseres denne barrieren gradvis. Tilsvarende trend ser vi for andre egenskaper. De første små elektriske bilene i markedet hadde sikkerhetsutfordringer som har blitt løst. Mangel på hengerfeste og mulighet for takboks har

vært en barriere for mange potensielle brukere, men nå tilbys flere modeller med hengerfeste, til dels som konsekvens av at batterikapasiteten har blitt bedre.

Ettersom andelen elbiler i nybilsalget nå nærmer seg 50 prosent er flere barrierer mot å velge elbil ved nybilkjøp overkommet med dagens virkemidler. For å realisere målet om at 100 prosent av nybilsalget skal være nullutslippsbiler i 2025, er det fortsatt barrierer som må løses:

Ladeinfrastruktur: Salgsstatistikken viser at nybilsalget av elbiler er svært ujevnt fordelt over landet, mens Oslo og Hordaland ligger på ca. 60 prosent elbilandel har Hedmark og Oppland ca. 30 prosent og Finnmark ca. 10 prosent.[103] Dette kan ha flere årsaker, blant annet varierer bruksfordelene med elbil betraktelig. Det er allikevel god grunn til å tro at variasjonen også gjenspeiler at utbyggingen av ladeinfrastruktur ikke har kommet like langt i alle deler av landet.

En annen barriere for overgang til elbil kan være ladekø. Ettersom elbil, også ved hurtiglading, krever lenger tidsbruk enn å fylle bensin eller diesel vil kø ved etablerte ladere være mer kritisk. I en fase der antall elbiler på veien er i utvikling vil det være steder der antall tilgjengelige ladere går fra å være tilstrekkelig til at det er større etterspørsel enn det de eksisterende laderne kan dekke.

I tillegg vil det være noen som ikke har tilgang til egen garasje/parkeringsplass med lademulighet eller som har et vesentlig annerledes bruksmønster enn gjennomsnittsbilisten. Den videre utbyggingen av ladestasjoner, herunder hurtigladere og såkalt lynlading, reduserer tidskostnadene ved lading kontra fylling av drivstoff. En rekke nye aktører innen slik lading med stor effekt er nå i ferd med å etablere seg i Europa og i Norge. På sikt vil kombinasjonen av større batteripakker og gode lademuligheter gjøre at gateparkering blir et reelt alternativ. Foreløpig tyder mye på at utbygging av ladeinfrastruktur går for sakte sammenlignet med elbilsalget. NAF har nylig kartlagt planer i de største fylkene og byene i Norge og mener at vedtatt utbygging av infrastruktur for lading ikke henger med i utviklingen og forventet salg av biler. [104]

For mer om ladeinfrastruktur, og mulige virkemidler for å sikre nok ladeinfrastruktur, se kapittel 13 om ladeinfrastruktur og nett.

Atferdsbarrierer: Siden overgang til elbil innebærer en merkostnad i investeringsøyeblikket og besparelsene fordeler seg over flere år fram i tid, kan såkalt nåtidsskjevhet medføre at mange forbrukere opplever den høyere innkjøpsprisen som en barriere selv om den tjenes inn i løpet av noen år. Dessuten vil kapitalkostnader variere betydelig mellom forbrukere. De med relativt lav inntekt vil som regel ha høyere kostnader forbundet med å finansiere merkostnaden ved innkjøp. Forventet reduksjon i innkjøpskostnader medfører at slike barrierer reduseres – forutsatt at avgiftsendringer ikke motvirker denne trenden.

Vaner påvirker atferd og kan ofte føre til at man velger det "kjente" alternativet, det være seg bilmerke, -modell eller egenskaper. En mulig atferdsbarriere som er relevant for elbiler, er at enkelte brukere kan ha et bruksmønster der de noen få ganger i året kjøres på langtur, med tilhenger, eventuelt kombinert med begrenset tid til rådighet, slik at det er en ulempe med lengre stans enn de minuttene det tar å fylle en tank bensin. I stedet for å kjøpe en bil som dekker det aller meste av behovet gjennom året, og leie bil/dele bil noen få enkeltturer, foretrekke kanskje mange å heller kjøpe en bil som dekker alle situasjoner. Dette kan naturligvis være privatøkonomisk rasjonelt, ettersom det innebærer reelle kostnader å leie bil eller være med i bilkollektiv, det kan gi noe mer tidsbruk, det er mindre fleksibelt og det kan være begrenset tilgang på leiebil.

[103] Presentasjon fra Norsk Elbilforening, Teknologidagene 2019, Trondheim.
[104] NRK.no (2019). NAF er lite imponert over elbilsatsinga. 10.11.19.

Personbilmarkedet er nå inne i en fase preget av **usikkerhet**, både teknologisk og politisk/regulatorisk. Den raske teknologiske utviklingen for elbilene, som har gitt lavere innkjøpspriser, bedre egenskaper og flere funksjoner, kan påvirke salgsvolum dersom forbrukerne forventer at trenden vil fortsette i samme tempo. Årsaker kan være at man ønsker en enda bedre elbil eller at man er opptatt av videresalgspris (som påvirkes av nybilpriser med videre).

Modellutvalg: Som nevnt over er det de siste årene bare blitt lansert noen få nye elbilmodeller per år. De etablerte bilprodusentene tilbyr også kun enkeltmodeller i et fåtall segment. Med alle de planlagte lanseringene av nye elbiler de nærmeste årene, blant annet i de populære kompakt- og SUV-segmentene, vil denne barrieren i stor grad forsvinne.

Dagens virkemidler gir sterke insentiver

Ved videreføring av eksisterende fordeler forventes elbilen å bli svært konkurransedyktig for de aller fleste etter hvert som produksjonskostnadene faller videre. Det kan allikevel bli svært krevende å oppnå innfasingen som er lagt til grunn for tiltaket, som innebærer at absolutt alle nye personbiler som anskaffes fra 1. januar 2026 er elbiler. Det kan være stor spredning i merkostnadene mellom aktørene, blant annet på grunn av kostnadsforskjeller mellom store og små elbiler, variasjon i kjørelengder, tilgang på ladeinfrastruktur og finansieringskostnader. Det er også grunn til å anta at noen har sterke preferanser for å velge kjøretøy med diesel- eller bensinmotor framfor elmotor. Dette betyr at det må svært sterke virkemidler til for å få de "siste" aktørene til å velge elbil. Det er derfor grunn til å tro at det vil være betydelig enklere å nå et mål om for eksempel 95 eller 98 prosent av nybilsalget enn et mål om 100 prosent. Det er verdt å merke seg at det selv med en elbilandel av nybilsalget på 100 prosent vil være mulig å kjøpe bensin- og dieselbiler i mange år framover for de som har en sterk preferanse for disse eller et bruksmønster som de anser som uforenelig med en elbil – men da vil man måtte kjøpe en brukt bil i stedet for en ny bil. Innfasingen som vi har lagt til grunn i tiltaket gjør at elbilandelen av kjøretøybestanden er på 100 prosent rundt 2043 og at det fram til da vil være bensin- og dieselbiler på veiene.

Et forbud mot salg av biler med forbrenningsmotor er et mulig virkemiddel, men på det nåværende tidspunkt vil dette være i strid med harmoniserte EØS-regler om typegodkjenning av motorkjøretøy. Gjennom forordning 2007/715/EC artikkel 10 nr. 1, jamfør Direktiv 2007/46/EF, er Norge forpliktet til å tillate registrering og salg av personbiler som oppfyller EUs utslippskrav. Flere medlemsland i EU, deriblant Danmark og Frankrike, har lansert planer om å forby biler med forbrenningsmotor innen 2030/2040. Utfasing av biler med forbrenningsmotor har vært diskutert på EU-nivå, men det er usikkert om utfasingen vil skje gjennom forbud eller en gradvis innstramming av utslippskravene.[105]

Innføring av en svært høy engangsavgift vil fungere på samme måte som et forbud, men dersom den settes så høyt at det i realiteten utgjør et importforbud kan det bli ansett for å være en ulovlig importrestriksjon.[106] Det vil i så fall måtte vurderes om unntaket i EØS-avtalen artikkel 13 likevel åpner for en slik avgift.

Økt differanse i kjøpsavgift mellom elbil og kjøretøy med forbrenningsmotor, for eksempel gjennom engangsavgiften, vil trolig være den mest styringseffektive måten å øke elbilandelen i nybilsalget siden den påvirker investeringskostnader hos bilkjøperne direkte, til forskjell fra bruksavgifter.

Nullutslippssoner kan være et virkemiddel for å redusere miljøulemper og klimagassutslipp fra både personbiler og næringstransport. Flere større bykommuner har et ønske om å kunne innføre nullutslippssoner av klimahensyn, men mangler per i dag hjemmel i lov. Virkemiddelet vil imidlertid

[105] Se EU notat nr. 12545/1/19 REV 1. https://www.consilium.europa.eu/media/40961/st12829-en19.pdf
[106] EØS-avtalen artikkel 11. Se også EU-Domstolens avgjørelse i sak C-383/01 (De danske bilimportører).

være lite treffsikkert for å realisere dette tiltaket, og det er krevende å anslå effekten når det virker i kombinasjon med andre virkemidler. Se Faktaboks A 11 for mer om nullutslipssoner.

Nullutslippssoner

Nullutslippssoner innebærer at man begrenser trafikken i et avgrenset område, ved å kun tillate nullutslippskjøretøy. Til sammenligning innebærer en *lavutslippssone* at det ikke er forbud mot visse typer biler, men at det påløper et gebyr for å ferdes i sonen med visse typer biler[107]. Ved forskrift av 20. desember 2016 om lavutslippssoner for biler fikk kommunene hjemmel – etter samtykke fra Statens vegvesen – til å innføre midlertidige lavutslippssoner for å forbedre luftkvaliteten i et område utsatt for lokal luftforurensning fra biler. Forskriften gir ikke hjemmel til å etablere lavutslippssoner utelukkende av hensyn til klima. Det følger av veitrafikkloven § 7 første ledd at *"Kongen eller den han gir fullmakt kan forby bestemte grupper av kjøretøyer".* Ved kongelig resolusjon 15. oktober 2010 er Samferdselsdepartementet gitt fullmakt etter § 7 første ledd. Av statsrådsforedraget framgår at det først og fremst var hensynet til lokal luftkvalitet som lå til grunn for delegeringen.[108] Etter sin ordlyd kan bestemmelsen åpne for å etablere nullutslippssoner, men det er usikkert hvorvidt og i hvilken utstrekning bestemmelsen kan anvendes utelukkende av hensyn til klima.

På nåværende tidspunkt er det uklart om kommunene kan etablere nullutslippssoner, både av hensyn til lokal luftkvalitet og klima. Som planmyndighet har kommunen adgang til å regulere all arealbruk innenfor kommunen, og det følger av plan- og bygningsloven § 3-1 bokstav g) at planer etter loven skal "*ta klimahensyn, gjennom reduksjon av klimagassutslipp og tilpasning til forventede klimaendringer, herunder gjennom løsninger for … transport*". I praksis har det imidlertid vist seg vanskelig å gjennomføre dette hensynet ved for eksempel å innføre nullutslippssoner. For at kommuner som ønsker det skal kunne innføre nullutslippssoner i deler av kommunen både av hensyn til lokal luftkvalitet og klima, er det derfor trolig behov for presiseringer av kommunens adgang til å begrunne reguleringer etter plan- og bygningsloven i klimahensyn.

Faktaboks A 11. Nullutslippssoner.

4.5.5 Elektrifisering av varebiler

Modellene kommer

Varebiler er biler med kun en seterad og et stort lasterom. Disse bilene kan bli registrert med grønne skilt og betaler da en betydelig lavere engangsavgift enn biler med hvite skilt.[109] Brorparten av varebilene kjøpes inn til bruk i næringsvirksomhet, blant annet av håndverkere og til varedistribusjon. Nesten alle nyinnkjøpte varebiler eies av bedrifter (> 90 prosent), men statistikk fra SSB viser at rundt 50 prosent av varebilene eies av privatpersoner etter 8 år. Ifølge godsbilundersøkelsen til SSB brukes 43 prosent av bilene av håndverkere, 13 prosent brukes til godstransport og 44 prosent brukes til privat kjøring.

Elektriske varebiler utgjør en langt mindre andel av nybilsalget enn i personbilsegmentet. Varebiler og personbiler bygges ofte på samme plattform, men introduksjon av elektriske varebiler har så langt ikke blitt prioritert av bilprodusentene. Dette bildet ser nå ut til å endres raskt ettersom mange produsenter begynner å ta i bruk elektriske drivlinjer fra personbilmodellene sine på nye elektriske varebiler. Varebilene ser ut til å følge samme trend som personbiler, som først ble introdusert med

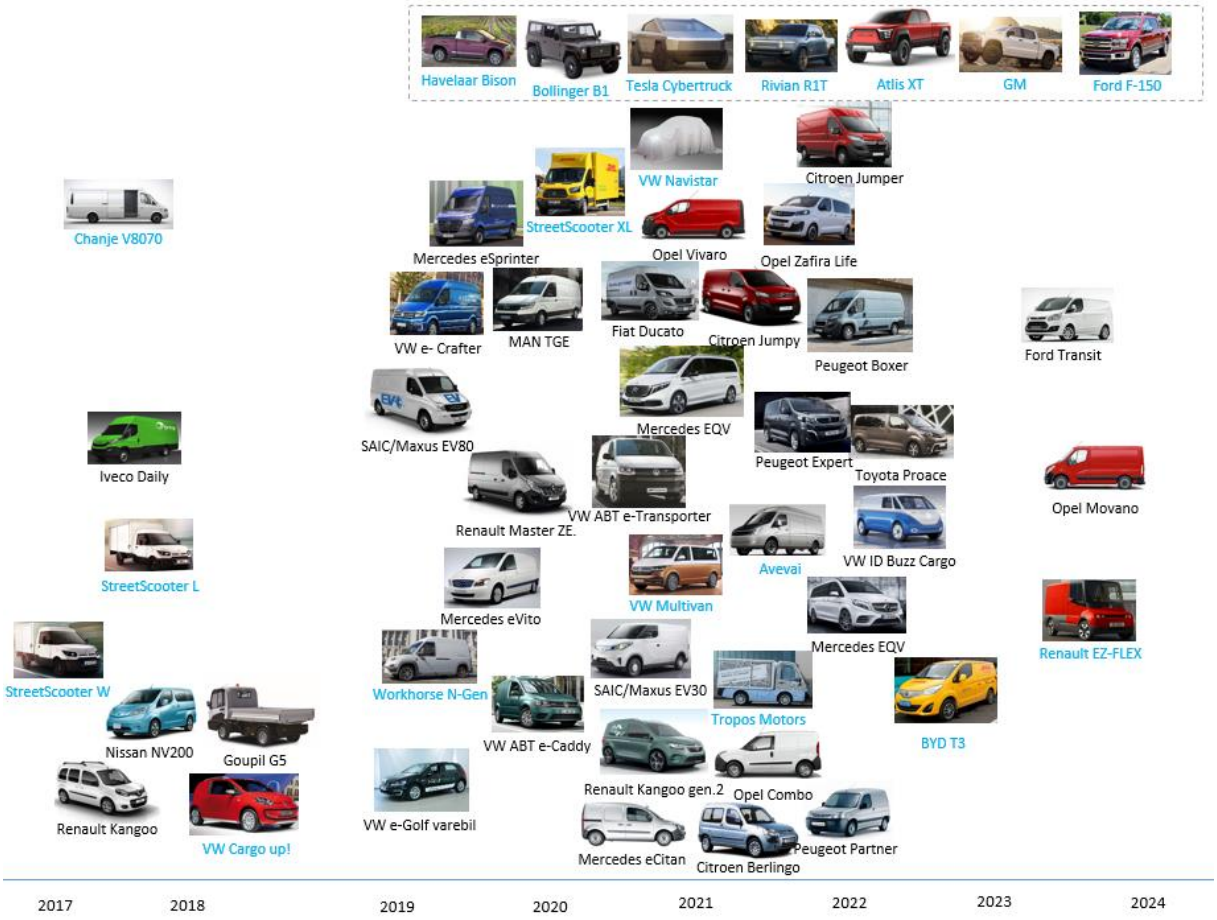
[107] Forskrift om lavutslippssone for biler (FOR-2016-12-20-1681).

[108] Delegasjon av myndigheit etter vegtrafikklova § 7 første ledd til å forby bestemde grupper av kjøretøy. Kongeleg resolusjon 15.10.10. (FOR-2010-10-15-1344).

[109] Unntatt varebiler klasse 1, men disse utgjør en svært liten andel av bilparken (< 2 %).

små batteripakker og gradvis fikk økt batterikapasitet. Nye modeller lanseres med betydelig økt rekkevidde og lastekapasitet.

I 2019 ble de første store, eller tunge, elektriske varebilene lansert i Norge[110]. Samtidig lanserte Enova en helt ny støtteordning (Nullutslippsfondet)[111] som gir bedrifter økonomisk støtte ved kjøp av elvarebil. Det er forventet at overgang til dedikerte produksjonslinjer for elektriske kjøretøy skal muliggjøre et bredere modellutvalg varebiler slik at mange nye modeller vil komme på markedet omkring 2022-2023. Dette er illustrert i Figur A 20.



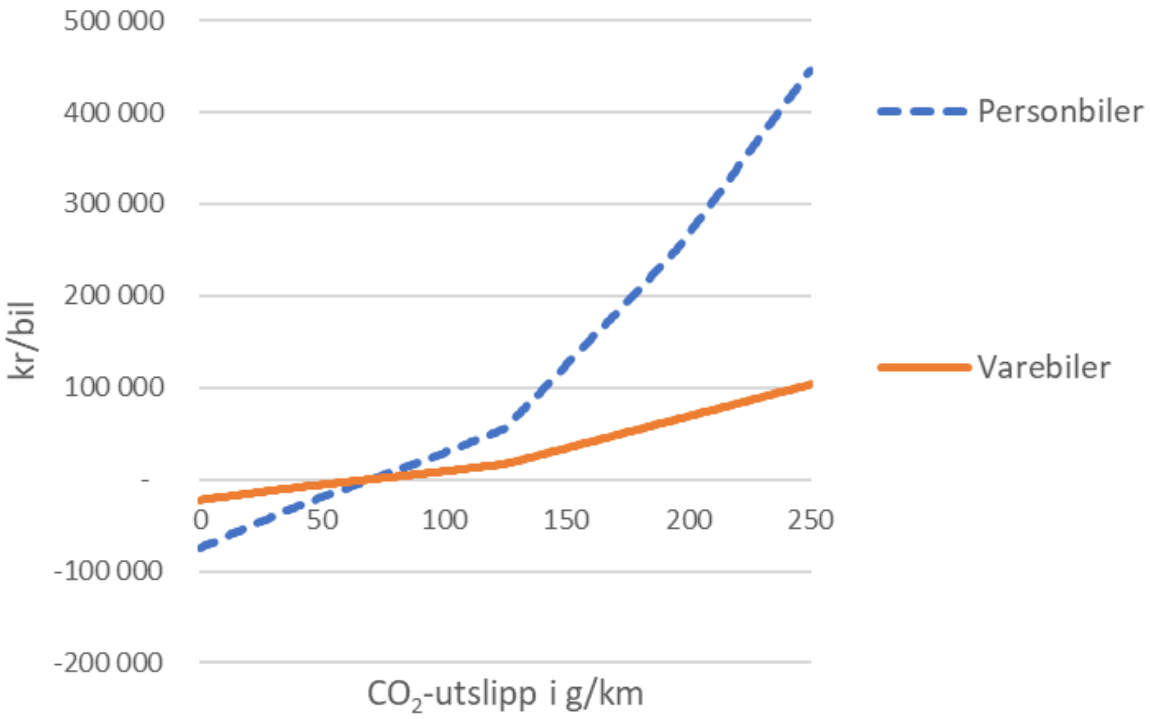
Figur A 20. Illustrasjon over nye elvarebilmodeller som kan forventes introdusert i det kommersielle markedet fram mot 2025. Innrammet øverst er noen annonserte elektriske pick-up-kjøretøy i det amerikanske markedet. Blå tekst indikerer at modell er lansert fra produsent, men med uklar intensjon om lansering i det norske markedet.

[110] Volkswagens e-Crafter, sammen med Volkswagen-konsernets søstermodell eTGE fra MAN.
[111] Enova.no. Støtte til kjøp av elektrisk varebil. Støtteordning.

Elvarebiler er snart lønnsomme for de fleste bedriftene

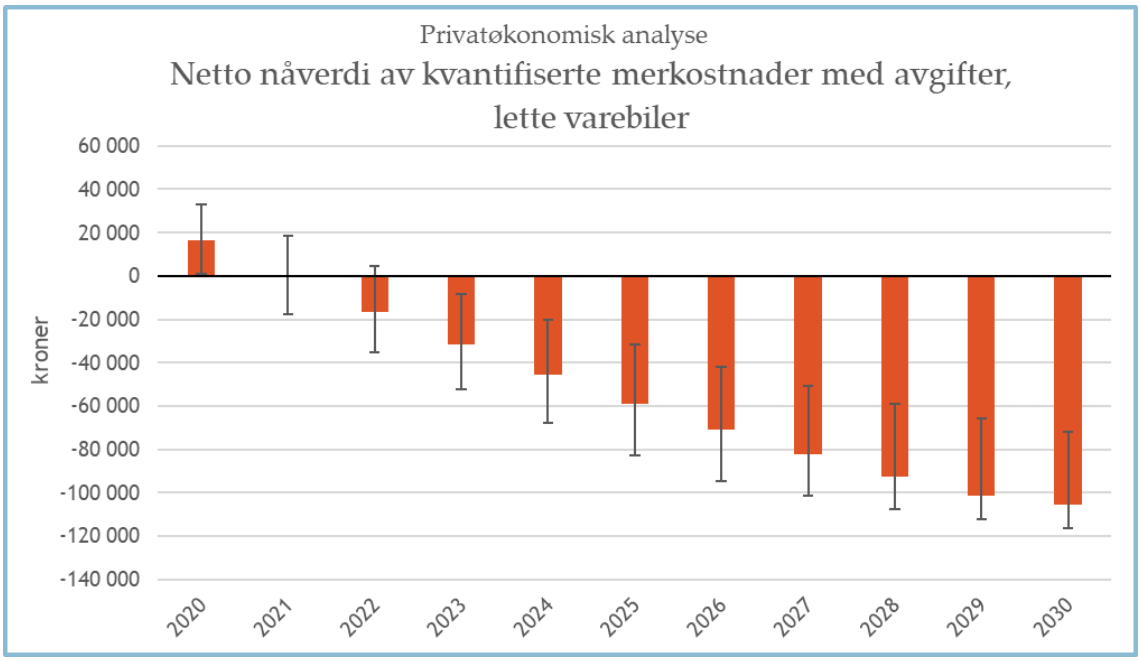
Varebiler er underlagt et annet avgiftsregime enn personbiler, noe som påvirker lønnsomheten:

1. Varebiler som kjøpes av bedrifter er ikke pålagt merverdiavgift. Momsfritaket for personbiler med nullutslipp treffer dermed ikke kjøperne av elvarebiler. I tillegg er CO_2-leddet i engangsavgiften lavere for "fossile" varebiler enn for "fossile" personbiler, se Figur A 21. Totalt sett betyr dette at merkostnaden ved investering i en elektrisk varebil er høyere enn for en elektrisk personbil.
2. Tilsvarende er driftsbesparelsene for elvarebiler noe lavere enn for elektriske personbiler ettersom bedriftene ikke betaler merverdiavgift på drivstoff og verkstedsutgifter osv.



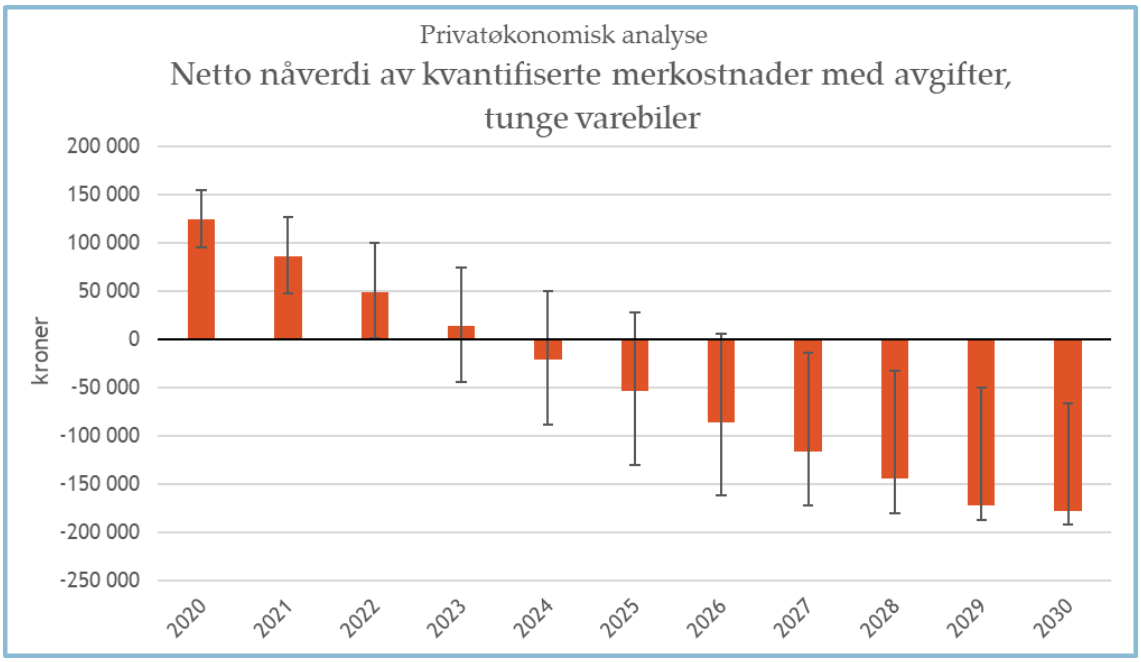
Figur A 21. CO_2-leddet i engangsavgiften i kr/kjøretøy i 2019

Figur A 22 viser utvikling i nåverdien av merkostnader for en gjennomsnittsbruker. Eventuell investeringsstøtte fra Enova er ikke inkludert i analysen. Gitt forventet kostnadsutvikling kan lette elektriske varebiler bli privatøkonomisk lønnsomme for gjennomsnittsbrukeren omkring 2021. For mer om disse analysene og forutsetningen som er lagt til grunn, se vedlegg III.



Figur A 22. Utvikling i netto nåverdi av privatøkonomiske merkostnader for lette elvarebiler. Diskontert til innkjøpsår. Diskonteringsrente 9,5 %. 2019-kroner. Avvikssymbolene viser hvordan lønnsomheten endres i et scenario med høye innkjøpskostnader (30 % økt batterikostnad og skalafordeler som oppnås for fullt først etter 20 år i stedet for 10 år i basisscenarioet) og i et scenario med lave innkjøpskostndaer (20 % redusert batterikostnad og skalafordeler som oppnås for fullt etter 7 år).

For tunge varebiler er merkostnaden ved innkjøp større, slik at kostnadsbesparelsene ved bruk ikke dominerer i det privatøkonomiske regnestykket før omkring 2024.



Figur A 23. Utvikling i netto nåverdi av privatøkonomiske merkostnader for tunge elvarebiler. Diskontert til innkjøpsår. Diskonteringsrente 9,5 %. 2019-kroner. Avvikssymbolene viser hvordan lønnsomheten endres i et scenario med høye innkjøpskostnader (30 % økt batterikostnad og skalafordeler som oppnås for fullt først etter 20 år i stedet for 10 år i basisscenarioet) og i et scenario med lave innkjøpskostndaer (20 % redusert batterikostnad og skalafordeler som oppnås for fullt etter 7 år).

Begrenset modellutvalg er den viktigste barrieren i dag

Barrierene for overgang til elvarebil ligner mye på de som gjorde seg gjeldende for personbiler for noen få år siden. I mellomtiden har batterikostnader blitt redusert og produsentene kan ta med seg læring fra personbilmarkedet, slik at utviklingen kan gå raskt når den først kommer i gang.

Modellutvalg: Fram til nå har markedet for elvarebiler begrenset seg til noen svært få i klassen små og lette varebiler. Dermed er mangel på modeller for mange varebilsegment fortsatt en betydelig barriere og det forventes at dette vil vedvare fram til omkring 2021-2022.

Rekkevidde: En viktig forskjell på personbiler og varebiler er at nyttelastbehovet er mye høyere for varebilene. Med den høyere nyttelasten er det per i dag ingen elektrisk varebil i markedet som har tilstrekkelig lang rekkevidde til at den kan konkurrere direkte med varebiler med forbrenningsmotor. Utviklingen går allikevel såpass raskt at vi har lagt til grunn at rekkevidden vil være god nok til at årlig kjørelengde fra 2020 er lik som for en tradisjonell dieselvarebil.

Kostnader: Beregningene våre viser at mange lette elektriske varebiler er svært nær å være privatøkonomisk lønnsomme å anskaffe allerede, særlig når støtte fra Nullutslippsfondet er medregnet. Tunge varebiler trenger mer tid, men for begge segmenter forventes innkjøpskostnadene å falle relativt raskt. Analysene våre er basert på gjennomsnittet i segmentene. Det vil være aktører som har et signifikant annerledes bruksmønster (kortere årlig kjørelengde, ingen bompasseringer, ikke tilgang til ladeplass, stort behov for hurtiglading osv.). For disse vil overgangen til elvarebil kunne være ulønnsomt i lengre tid.

Grønt landtransportprogram

NHO har foreslått at det etableres et Grønt landtransportprogram der myndighetene og næringslivet samarbeider om konkrete løsninger for å kutte klimautslippene fra næringstransporten på land. Forslaget om et "Grønt landtransportprogram" er inspirert av "Grønt skipsfartsprogram" som ble etablert i 2016. Formålet med programmet skal være å skape en arena for samarbeid og dialog mellom næringslivet og myndighetene om nødvendige grep og virkemidler for gjennomføring av halveringsmålet for transportsektoren innen 2030. Programmet vil kunne fungere som en referansegruppe for Enovas nye støtteordning (Nullutslippsfondet), slik at det treffer bedriftene og bidrar til størst mulig utslippsreduksjoner. Programmet skal skape konsensus om de viktigste barrierene mot å forsere det grønne skiftet i transportsektoren, og deretter utvikle omforente teknologiløsninger på ulike transportområder som distribusjon av varer, bydistribusjon, kollektivtransport, langtransport med tunge kjøretøyer og teknologivalg i anleggs- og landbrukssektoren. Næringsorganisasjonene skal stimulere sine medlemsbedrifter til deltakelse i programmet.

Faktaboks A 12. Grønt landtransportprogram.

Nullutslippsfondet kan bidra

Nullutslippsfondet er viktig for å skape et marked for elektriske varebiler. Gitt at kostnadene for de lette varebilene faller som forventet de nærmeste årene, vil det relativt raskt kunne bli lønnsomt for de fleste å anskaffe slike kjøretøy, og det vil da ikke lenger være anledning til å gi støtte som følge av statsstøtteregelverket. Tyngre elektriske varebiler trenger lenger tid for å bli lønnsomme, og en eventuell støtte gjennom Nullutslippsfondet vil kunne bidra til å løfte dette segmentet på samme måte som for de lette varebilene.

Som for personbilmarkedet vil det allikevel kunne bli svært krevende å oppnå en salgsandel på 100 prosent for de elektriske variantene. Det kan være stor spredning i bruksmønster (kjørelengder og

behov for lastekapasitet), samtidig som tilgang på ladeinfrastruktur vil kunne variere i ulike deler av landet. Det kan tenkes at det må svært sterke virkemidler til for å få de "siste" aktørene til å velge elbil.

Mulige virkemidler for å sikre en høy "elektrisk" andel i henholdsvis 2025 (lette varebiler) og 2030 (tunge varebiler) er økte avgifter ved kjøp av bil med forbrenningsmotor, for eksempel ved å bruke engangsavgiften eller bruksavhengige avgifter, jamfør drøfting av virkemidler i privatbilsegmentet. Innføring av nullutslippssoner og krav i offentlige anskaffelser er også mulige virkemidler, i tillegg til andre bruksfordeler som dedikerte laste- og losseplasser for nullutslippskjøretøy og tilgang på kollektivfelt. Utbygging av ladeinfrastruktur vil være avgjørende, men elvarebiler kan bruke samme infrastruktur som personbilene. Se for øvrig Faktaboks A 12 om Grønt landtransportprogram.

4.5.6 Elektrifisering av busser

Busser er i analysen delt i to kategorier: bybusser som er alle busser som har ståplasser og langdistansebusser som er busser med flere enn 17 passasjerer uten ståplasser.

Markedet for elektriske **bybusser** er kommet veldig mye lenger enn all annen elektrisk tungtransport på vei. I 2019 har flere byer i Norge og andre byer i Europa tatt steget fra små pilot- og testprosjekter til å ta i bruk hundretalls elbusser i reell persontransport. Ved utgangen av 2020 er det ventet at ca. 400 elektriske bybusser er i trafikk i Norge, av en total på ca. 15 000 busser (inkl. alle typer busser).



Figur A 24. Illustrasjon over de eksisterende og nye modeller elektriske busser som kan forventes i det kommersielle markedet fram mot 2023. Blå tekst indikerer modeller i det internasjonale markedet, men med mer usikker lansering i Norge.

I Kina produseres det allerede elektriske **langdistansebusser** i stor skala. Foreløpig importeres disse til Europa kun i pilotprosjekt. Langdistansebusser er et mye mindre segment enn bybusser, men de vil bruke den samme drivlinjen som elektriske bybusser eller lastebiler. Langdistansebusser er regionalbusser/pendlerbusser uten ståplass, flybusser, ekspressbusser og turistbusser. Tilsvarende som for varebiler sammenlignet med personbiler, er det grunn til å anta at utviklingen av langdistansebusser vil ligge noen år etter bybussene.

Utbygging av ladeinfrastruktur for langdistansebusser vil ta tid

Det vil være ulike barrierer for innfasing av elektriske bybusser og elektriske langdistansebusser som følge av ulik organisering og kjøremønster.[112]

Modellutvalg: For bybusser er utviklingen veldig lik den vi ser innenfor personbilsegmentet, bare noe forskjøvet ut i tid. Det har vært noen år med forskning, utvikling og prototyper fra bussprodusentene og småskala serier busser som er satt ut i pilotprosjekter. Så har det vært noen år med testing og en periode med meget rask teknologisk utvikling. Globalt har Kina vært den mest sentrale drivkraften.

Det er forventet at det fra 2020 tilbys elektriske bybusser, inkludert leddbuss, fra alle de store bussprodusentene i Europa. I tillegg ser vi nå at helt nye produsenter, som eksempelvis kinesiske BYD, kommer inn i det europeiske og norske markedet.

Det er nå også annonsert de første elektriske region- og langdistansebussene. Slike modeller finnes i dag i det amerikanske og kinesiske markedet, men foreløpig blir de ikke levert av de europeiske produsentene. Det kan forventes noen få modeller de neste årene, men langdistansesegmentet vil de neste årene preges av mangel på tilgjengelige modeller.

Kostnader: Høye innkjøpskostnader er en viktig barriere i et marked i tidlig utvikling. Basert på utviklingen så langt, og en økende politisk prioritering av nullutslippsløsninger i kollektivtrafikken, blant annet for å bedre luftkvaliteten i byene, forventes allikevel en sterk etterspørselsvekst framover som vil føre til at produsentene satser på dette segmentet. Reduserte batterikostnader vil gi lavere innkjøpspris mot 2030 også for busser.

Infrastruktur: Ladeinfrastruktur vil i ulike faser kunne begrense muligheten til å introdusere elektriske busser. Ladeinfrastrukturbehovet vil være segmentavhengig - med vesentlig ulike behov for busser i by- og langtransport. Effektbehov ved ladestasjonene kan være utfordrende, både ved depotlading der det kan være mange busser samtidig som er parkert over natt, eller hurtiglading ved stoppesteder langs en rute. Kostnader for ladepunkt vil kunne variere betydelig, avhengig av tilgang på nett og effekt, samt antall busser som deler på ladestasjonen.

I et bymiljø er det ofte begrenset plass til rådighet for etablering av ladeinfrastruktur. Utbygging vil også kunne møte regulatoriske barrierer i form av bestemmelser for hva som kan bygges eller endres, og tidkrevende søknads- og godkjenningsprosesser.

Kostnad for ladeinfrastruktur vil i en periode være en betydelig barriere da en kanskje må installere et nettverk med ladepunkter for relativt få busser. På lenger sikt er det tilsvarende mulig å tenke seg en oppside ved slik nettverksinfrastruktur som da potensielt kan deles mellom ulike transportformer som busser og lastebiler eller anleggsmaskiner.

Offentlige anskaffelser er et viktig virkemiddel, men ikke nok

Kollektivtransport i byene er kommunalt styrt, men kommunene eier ikke bussene selv. Ved å sette krav i offentlige anskaffelser til at operatørene skal benytte nullutslippsbusser, vil man kunne utløse

[112] Se eksempelvis Ruter (2018). Utslippsfri kollektivtransport i Oslo og Akershus. 08.01.18. Versjon 10.

store deler av tiltaket for bybusser og deler av tiltaket for langdistansebussene. De nærmeste årene gir dette økte kostnader for kommunene.

For langdistansebusser som er eid av private selskaper, og der teknologien er mer umoden, vil investeringsstøtte, for eksempel gjennom Nullutslippsfondet, kunne bidra til at tiltaket utløses med den innfasingen som er lagt til grunn. Gitt at kostnadene for bussene faller, vil det på et tidspunkt bli lønnsomt for de fleste å anskaffe slike kjøretøy. Da vil det ikke lenger være anledning til å gi støtte som følge av statsstøtteregelverket. Mulige virkemidler kan da være å øke CO_2-avgiften på diesel og/eller innføre kjøpsavgifter på fossile kjøretøy.

Det er i dag ikke grunnlag for kommersiell utbygging av ladeinfrastruktur for busser. For realisering av tiltakene er det avgjørende at nødvendig infrastruktur bygges ut. Den største utfordringen vil være for langdistansebussene. Eventuell støtte til ladeinfrastruktur bør i en tidlig fase sees i sammenheng med støtte til konkrete kjøretøy og bussruter. Det må også legges til rette for lademuligheter gjennom arealplanlegging og ved at det er tilstrekkelig kapasitet i nettet (effekt og volum).

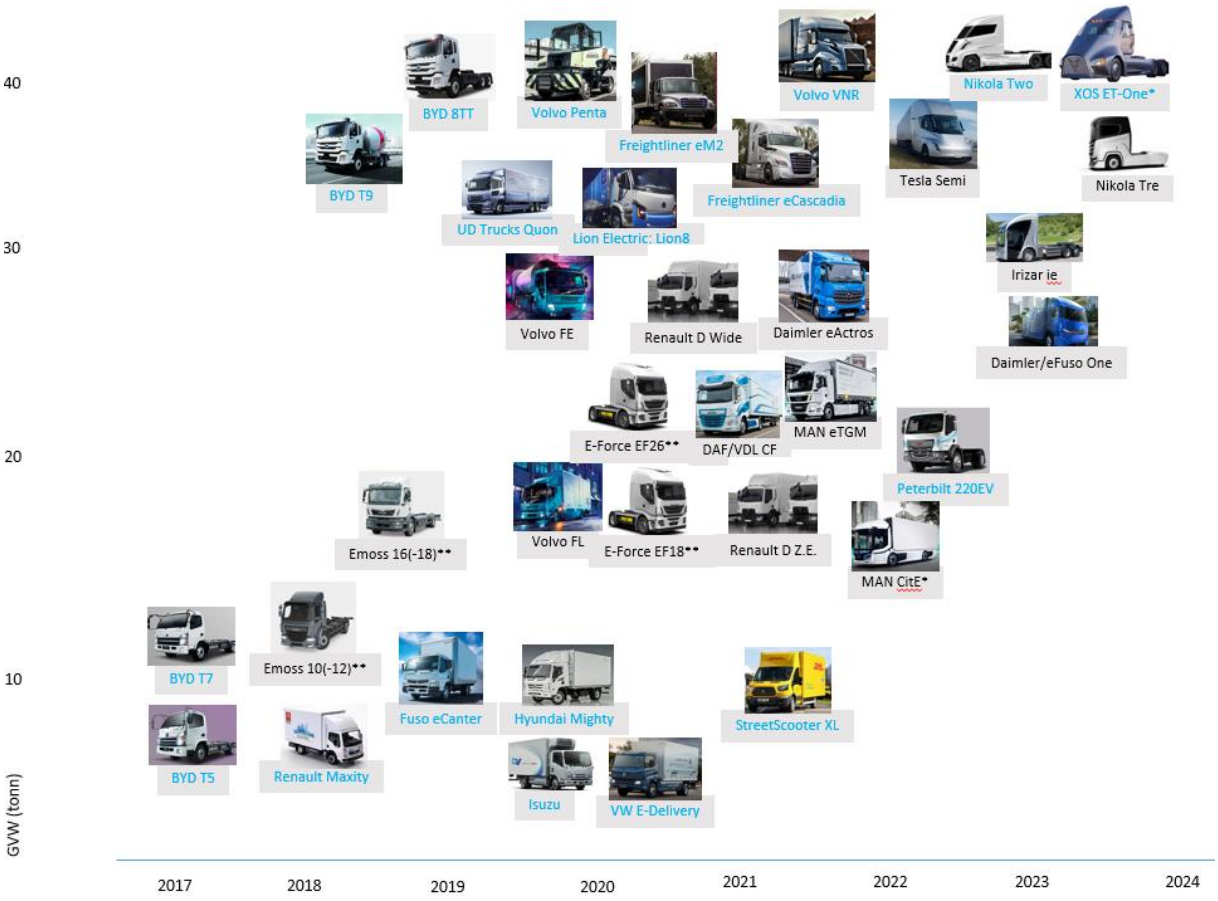
4.5.7 Elektrifisering av lastebiler

De seneste årenes teknologiske utvikling gjør batterielektrifisering av lastebiler mer realistisk. Fra noen få konsept for mindre lastebiler for noen år siden er nå stort sett alle de store lastebilprodusentene i gang med pilotprosjekter med tyngre lastebiler i reell trafikk.

Utvikling av elektriske lastebiler henger tett sammen med produksjonen av elektriske busser. Ofte lager samme produsent kjøretøy eller komponenter til begge segment. Busser ligger foran i utviklingen og elektriske drivlinjer som utvikles til buss finner så veien til lastebiler. Flere produsenter, eksempelvis Volvo med FE og FL-seriene, har lansert serieproduksjon av mellomstore elektriske lastebiler (rundt ca. 25 tonn) til bruk i bynær logistikk, med tydelige mål om oppskalering de neste årene.

Flere prototyper har vist at dagens teknologi også ser ut til å fungere godt i de tyngste klassene som brukes til langtransport, som Teslas Semi, Volvos VNR eller Freightliners eCascadia. Høy produksjonskostnad og mangel på ladeinfrastruktur gjør at disse modellene kan forventes i markedet først om noen år.

Figuren under illustrerer elektriske lastebilmodeller som kan forventes i det kommersielle markedet fram mot 2025. Blå tekst indikerer modeller i det internasjonale markedet, med usikker lansering i Norge. [*] indikerer konsept og [**] viser til *retrofit*-løsning basert på tradisjonelt chassis til diesellastebil. Tidsskalaen indikerer mulig tidspunkt for introduksjon av lastebiler basert på småskala serieproduksjon.



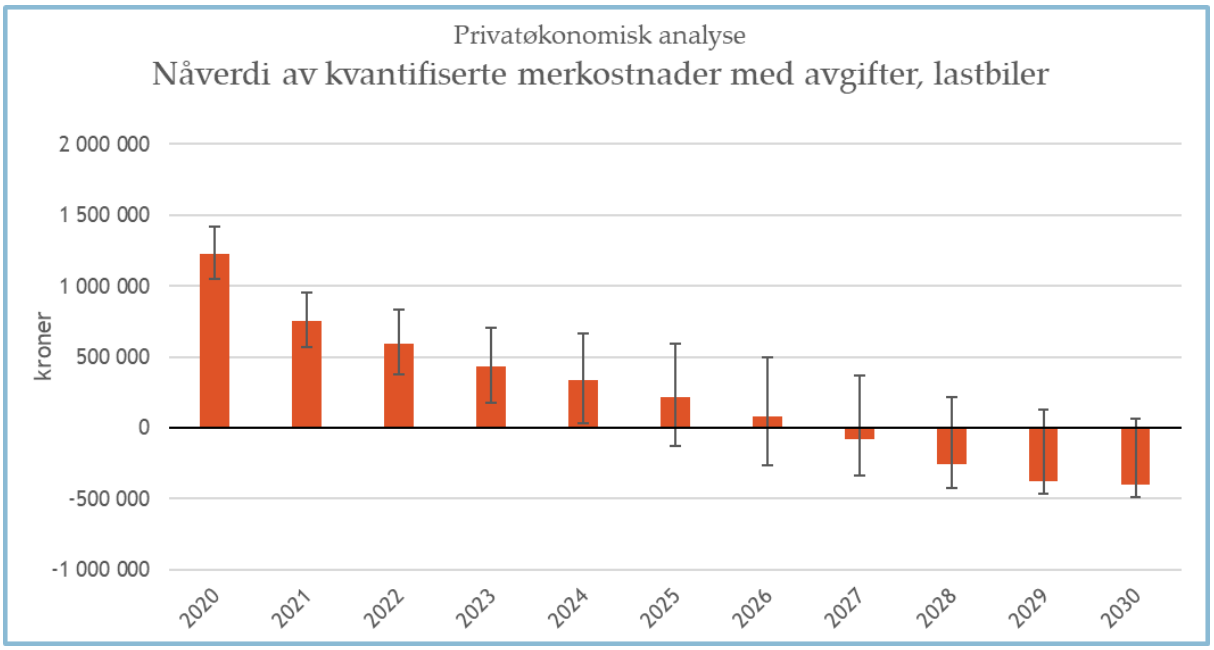
Figur A 25. Illustrasjon av nye modeller elektriske lastebiler og trekkvogner som forventes introdusert fram mot 2025. Blå tekst indikerer modeller i det internasjonale markedet, men med mer usikker lansering i Norge. [*] indikerer konsept og [**] viser til retrofit-løsning.

Investeringskostnaden for en elektrisk lastebil er i dag minst dobbelt så høy som for en konvensjonell lastebil, og det vil ta tid før dette endrer seg, både på grunn av behovet for store batteripakker og på grunn av at storskala produksjon av elektriske lastebiler ligger flere år fram i tid. Samtidig forventes elektriske lastebiler å bli langt billigere å drifte. Mens en eier av en personbil sparer ca. 13 500 kroner i energiutgifter per år ved overgang fra bensinbil til elbil i vår modell, vil en lastebileier kunne spare over 300 000 kroner i året.[113] Innsparingen i bompenger kan være opp mot 150 000 kroner per år for en lastebil ved videreføring av dagens rabatter for nullutslippskjøretøy ved bompasseringer.

I analysen er lastebiler delt inn i tre segmenter: lokal/regional distribusjon, langtransport og massetransport. Fordelingen på segmentene og antagelsene for hver av disse er beskrevet i tiltaksarket og vedlegg III, Teknisk notat.

Lastebilene som benyttes til lokal/regional distribusjon er antatt å bli privatøkonomisk lønnsomme tidligere enn de andre, som følge av en mindre batteripakke, se Figur A 26. Det vil være et stort spenn innad i hvert segment og lønnsomheten vil blant annet avhenge av størrelsen på batteripakken, årlig kjørelengde og behov for etablering i ladeinfrastruktur.

[113] Forutsetninger: Personbil på bensin, kjørelengde 16 000 km, forbruk 7 liter/100 km, bensinpris 15,42 kr/l = 17 272 kr/år. Personbil på elektrisitet, kjørelengde 16 000 km, forbruk 0,2 kWh/km, pris 1,13 kr/kWh. Lastebil på diesel uten moms: kjørelengde 80 000 km, forbruk 50 liter/100 km, dieselpris 11,73 kr/l = 469 000 kr/år. Lastebil på elektrisitet, kjørelengde 80 000 km, forbruk 2 kWh/km, pris 0,92 kr/kWh.



Figur A 26. Utvikling i netto nåverdi av privatøkonomiske merkostnader for el-lastebiler. Diskontert til innkjøpsår. Diskonteringsrente 9,5 %. 2019-kroner. Avvikssymbolene viser hvordan lønnsomheten endres i et scenario med høye innkjøpskostnader (30 % økt batterikostnad og skalafordeler som oppnås for fullt først etter 20 år i stedet for 10 år i basisscenarioet) og i et scenario med lave innkjøpskostndaer (20 % redusert batterikostnad og skalafordeler som oppnås for fullt etter 7 år).

Teknologisk framgang nødvendig for overgang til elektriske lastebiler

Den viktigste absolutte barrieren i dag er mangel på modeller og svært høy investeringskostnad. Per i dag kan bedriftene søke støtte hos Enova og få dekket deler av merkostnaden ved innkjøp av kjøretøy (batterielektrisk, biogass og hydrogen) og tilhørende lade-/fylleinfrastruktur[114], men bedriften vil fortsatt måtte ta en betydelig merinvestering. Investering i nullutslippsteknologi vil kunne oppleves som risikofylt, særlig for små bedrifter.

Bransjen er dominert av mange små bedrifter. Ifølge medlemsundersøkelsen til Norges Lastebileier-forbundet (NLF) har gjennomsnittsbedriften 13 årsverk og 60 prosent av medlemmene til NLF har fem eller færre årsverk. I tillegg er lastebilnæringen utsatt for konkurranse fra utenlandske biler og sjåfører (kabotasje). De små bedriftene med noen få lastebiler prioriterer å ha fleksibilitet for å kunne ta på seg mange forskjellige oppdrag langs ulike ruter. Den eksisterende infrastrukturen for å fylle diesel til lastebil dekker dette behovet på en god måte, mens det vil ta lang tid før ladeinfrastruktur er like fleksibel. Strukturen i bransjen vil derfor kunne gjøre det utfordrende å elektrifisere viktige deler av segmentet på kort sikt. Store bedrifter med store flåter kan derimot tillate seg å ha noen få "pilot-lastebiler" med ny teknologi som brukes i oppdrag der det passer best.

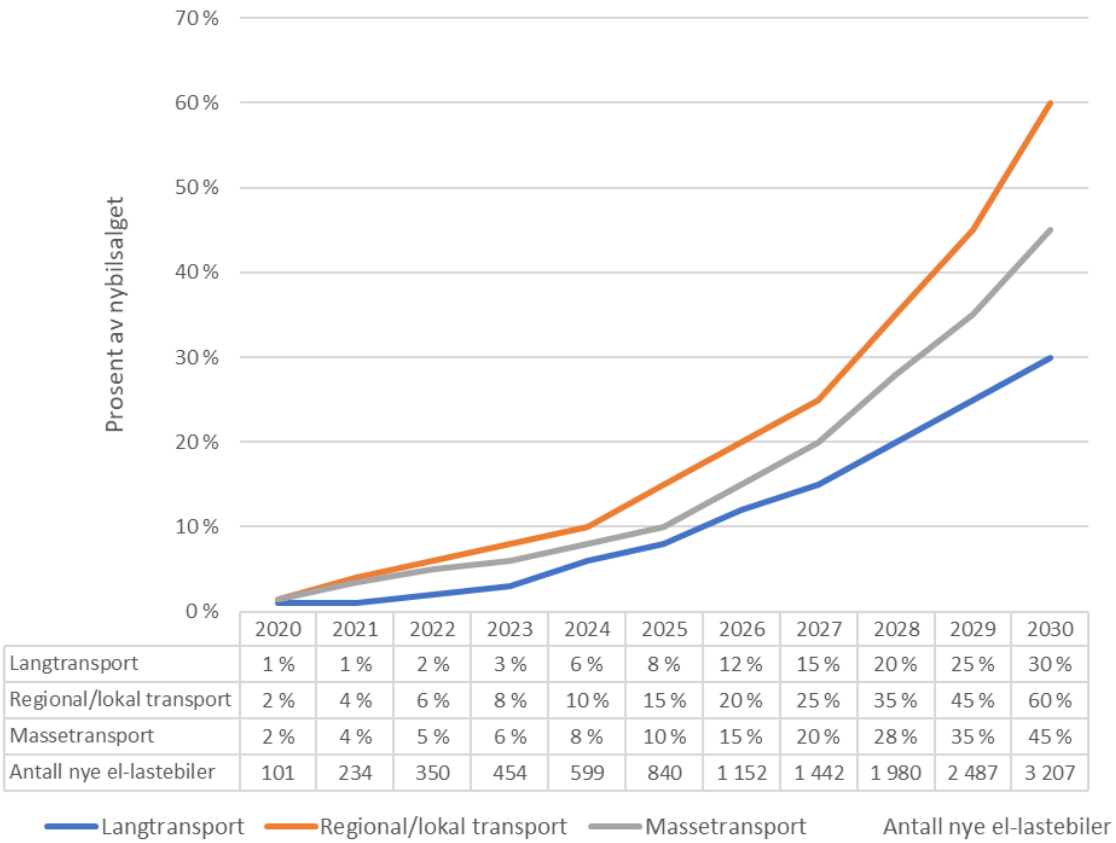
Regulatoriske barrierer må trolig bygges ned for å gjøre arealer tilgjengelige for ladeinfrastruktur og for å godkjenne selve kjøretøyene. I dag står mange lastebiler parkert i gater siden ikke alle bedrifter har nok plass på egne arealer, mens med el-lastebiler vil det være viktig å lade om natten. Kommuner kan bidra til å bygge ned barrieren ved å være tidlig ute med å regulere tomter til ladeinfrastruktur. Noen av de planlagte el-lastebilene vil trolig også bli både lengre og tyngre enn det som er tillatt på norske veier i dag.

[114] Enova.no. Energi- og klimatiltak i landtransport. Støtteordning.

Ladeinfrastrukturen som trengs for elektriske lastebiler vil være veldig ulik ladeinfrastrukturen til personbiler: De fleste lastebilene vil kreve lading i depot over natten, noen vil kreve påfyll i løpet av dagen i forbindelse med lasting, lossing og hvile av sjåføren, og langtransporten vil på sikt trenge lading på døgnhvileplassene. Lading i løpet av dagen må ha høy effekt (hurtiglading), mens de andre ladestasjoner ikke krever hurtiglading. Siden det kan være mange kjøretøy som skal lade samtidig, kan slike ladestasjoner likevel være utfordrende for nettinfrastrukturen og potensielt kostbare å etablere. Enova støtter ladeinfrastruktur for lastebiler uavhengig av om denne blir gjort offentlig tilgjengelig eller ikke. Teknologien for hurtiglading av el-lastebiler er umoden og kun et fåtall prosjekter er gjennomført eller under gjennomføring i Norge.

Lastebiler brukes veldig mye i noen få år, for så å bli brukt lite resten av levetiden. Dette muliggjør en rask omstilling. Et eksempel på dette er innføringen av Euro-kravene som regulerer utslipp av helseskadelige stoffer (partikler og NOx). I 2014 kom Euro VI-krav til utslipp fra nye lastebiler og allerede i 2018 var rundt 60 prosent av lastebilene blitt Euro VI. Siden de nyeste lastebilene brukes mest, kjøres nesten ¾ av kilometerne med den nye utslippsstandarden.[115]

Innfasingen som er lagt til grunn for tiltaket *50 prosent av nye lastebiler er el- eller hydrogenkjøretøy i 2030* er i tråd med når det forventes nye elektriske modeller i det kommersielle markedet og vist i Figur A 27.



	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Langtransport	1 %	1 %	2 %	3 %	6 %	8 %	12 %	15 %	20 %	25 %	30 %
Regional/lokal transport	2 %	4 %	6 %	8 %	10 %	15 %	20 %	25 %	35 %	45 %	60 %
Massetransport	2 %	4 %	5 %	6 %	8 %	10 %	15 %	20 %	28 %	35 %	45 %
Antall nye el-lastebiler	101	234	350	454	599	840	1 152	1 442	1 980	2 487	3 207

Figur A 27. Innfasingstakt for lastebiler i de ulike segmentene som prosentandel av nybilsalget. Tallene inkluderer nullutslippslastebiler som ligger i referansebanen.

[115] NLF (2019). NLFs konjunkturundersøkelse 2018-2019.

Virkemiddelbehovet vil reduseres over tid

I demonstrasjonsfasen kan Enovas ordning for betingede lån bidra til å avlaste risiko for bedrifter som ønsker å kvalifisere nye teknologier. Videreføring av investeringsstøtte til kjøretøy og ladepunkter vil være viktig for å løfte teknologien fram til den blir mer moden. I våre beregninger faller innkjøpskostnadene slik at det i gjennomsnitt kan bli privatøkonomisk lønnsomt å anskaffe el-lastebil mellom 2025 og 2030, men det vil være store kostnadsforskjeller innad i hvert segment. Kjøretøy med høy kjørelengde vil gi de største besparelsene i drivstoffkostnader og bompengeutgifter.

Andre mulige virkemidler er å øke CO_2-avgiften på diesel og/eller å øke kjøpsavgiftene på konvensjonelle kjøretøy. Bruksavhengige avgifter, som CO_2-avgiften, har fordeler ved at de i tillegg til å gjøre kjøp av elektrisk kjøretøy mer lønnsomt, også gir insentiver til utslippsreduksjoner gjennom bedret logistikk, fartsreduksjon og andre utslippsreduserende tiltak knyttet til driften av dieselkjøretøyene.

En signifikant del av godstransporten i Norge skjer for det offentlige: Mat, utstyr og forbruksvarer transporteres til sykehus, institusjoner, skoler, barnehager og kontorer. Andre eksempler er transport av avfall, samt materialer til bygging av offentlige bygg, veier og annen infrastruktur. Her kan krav i offentlige anskaffelser være en mulig pådriver for endringer i sektoren, både når det kommer til logistikkoptimalisering og innføring av nullutslippsteknologi.

Samlastsentre[116] i de store byene vil både kunne bidra til logistikkoptimalisering og bruk av nullutslippsteknologi til varetransport. Ved å "stanse" store leveranser ved samlastsentre og tilrettelegge for videre distribusjon i mer tilpassede kjøretøy, vil miljøbelastningen i byene kunne reduseres. Distribusjonen fra samlastsentrene kan i stor grad gjennomføres ved bruk av elektriske varebiler, elektriske lastebiler og elektriske lastsykler. Etablering av samlastsentre forutsetter at kommunene setter av arealer til dette formålet, og at innkjøpere i privat og offentlig virksomhet enten etterspør distribusjon via slike sentre eller at de "tvinges" til det gjennom etablering av nullutslippssoner.

Et moment ved utviklingen av virkemidler rettet mot lastebilnæringer er at deler av næringen er konkurranseutsatt mot utlandet. Dersom det innføres reguleringer (økonomiske eller direkte) i Norge som øker kostnadene for norske aktører, kan dette favorisere utenlandske transportører. Disse bruker ofte eldre teknologi enn snittet i den norske lastebilparken. En slik virkemiddelbruk kan dermed gi økte utslipp av klimagasser i et globalt perspektiv.

4.6 Biodrivstoff inklusive biogass

4.6.1 Økt omsetningskrav med avansert biodrivstoff i veitransport kan gi store utslippsreduksjoner

Norge har et omsetningskrav for biodrivstoff til veitransport. Kravet innebærer at de som selger drivstoff må sørge for at 20 prosent av drivstoffet de omsetter til veitransport er flytende biodrivstoff. Avansert biodrivstoff teller dobbelt i omsetningskravet for å fremme bruken av dette. I tillegg er det et delkrav til avansert biodrivstoff.

Det er utredet et tiltak som innebærer en gradvis opptrapping av omsetningskravet med 10 prosent avansert biodrivstoff i 2030, slik at ambisjonen i Granavolden-plattformen om 40 prosent innblanding (etter dobbeltelling) i 2030 nås.

[116] Samlastsenter eller omlastsenter i utkanten av byen muliggjør transport til senteret på store kjøretøy, for så å kunne laste godset over på mindre kjøretøy og organisere godset etter destinasjon.

Gitt prisforutsetningene lagt til grunn for avansert biodrivstoff (Se kap. 14.2), og dagens avgiftsnivå, vil en slik opptrapping øke drivstoffkostnadene for veitransporten med underkant av 2 prosent i 2025 og 7 prosent i 2030.

Totalt vil dagens omsetningskrav og opptrappingen lagt til grunn i tiltaket tilsvare et volum på 550 millioner liter i 2030. Dette volumet forutsetter at de andre tiltakene som er utredet for veitransport gjennomføres (elektrifisering og redusert transportomfang). Til sammenligning ble det i 2018 omsatt 500 millioner liter flytende biodrivstoff til veitransport i Norge, og i 2019 anslagsvis 700 millioner liter. Dersom ingen av de andre Klimakur-tiltakene i veitransport gjennomføres, vil forbruket av flytende biodrivstoff fra dagens omsetningskrav på 20 prosent og opptrappingen i tiltaket øke med over 250 millioner liter i 2030, til et totalt forbruk av flytende biodrivstoff i veitransport på over 800 millioner liter.

Flytende biodrivstoff fremmes også gjennom direkte etterspørsel fra enkeltkunder, for eksempel gjennom offentlige anskaffelser eller fra større transportselskaper. Dette forbruket overlapper helt eller delvis med omsetningskravet, og vi antar i våre analyser at det ikke bidrar til økt omsetning av flytende biodrivstoff i Norge. Det vil si at vi antar, som praksis hovedsakelig er i dag, at rene leveranser av flytende biodrivstoff til enkelte sluttbrukere, som et varetransportselskap, blir rapportert som en del av det lovpålagte omsetningskravet for biodrivstoff.

Norsk produksjon av avansert flytende biodrivstoff er i dag på om lag 20 millioner liter, men vil kunne øke til 300 millioner liter i 2024/2025 dersom annonserte planer igangsettes. For mer om global tilgjengelighet se kapittel 14 som omtaler biodrivstoff mer i detalj.

4.6.2 Biogass vurdert for trekkvogner

Biodrivstoff i form av biogass er ikke omfattet av omsetningskravet, og bruk av biogass i veitransportsektoren vil derfor bidra til økt totalt bruk av biodrivstoff. Dagens bruk (2018) av biogass som drivstoff er i overkant av 20 millioner Nm^3 (200 GWh), levert fra de totalt 14 biogassanleggene som lager biogass av drivstoffkvalitet i Norge.

Veitransportmarkedet er det markedet der biogass på kort sikt er nærmest å kunne konkurrere med fossil energi. Dette skyldes de relativt høye avgiftene i dette markedet, og at biogass i dag er fritatt fra disse. Biogass brukes i dag hovedsakelig i bussmarkedet, og 820 gassbusser var registrert i Norge i 2018. Bruk av biogass til busser er generelt noe dyrere enn bruk av diesel.[117] Krav om biogass i offentlige anskaffelser i bussmarkedet har vært et avgjørende virkemiddel for utbygging av biogassproduksjon i Norge, og økt konkurranse med flytende biodrivstoff og elektriske busser har resultert i en krevende markedssituasjon for dagens og potensielle nye biogassprodusenter i Norge.

I tillegg blir biogass benyttet til renovasjon og tungtransport, og i 2018 var ca. 300 gasslastebiler registrert.[118] I dag er det 34 fyllestasjoner for biogass i Norge, hvorav 25 er offentlig tilgjengelige anlegg som hovedsakelig er lokalisert i eller rundt byer på Østlandet.[119]

I Klimakur 2030 har vi analysert bruk av flytende biogass (LBG) til trekkvogner som brukes til langtransport. Flere av de største lastebilprodusentene, som Volvo, Iveco og Scania, serieproduserer LNG/LBG-trekkvogner med ytelser som ligger tett på tilsvarende dieselkjøretøy, og som kan bestilles med normale leveringstider og med et godt utbygd servicesystem. Selve LBG-kjøretøyene kan derfor

[117] Se f. eks: Departementene (2019). Plan for fossilfri kollektivtrafikk i 2025. Handlingsplan. 01.07.19.
[118] Gasskjøretøy kan også kjøre på fossil gass i form av naturgass eller LPG.
[119] Biogass Oslofjord (2019). Kartlegging av en nasjonal infrastruktur for biogass.

anses som moden teknologi. Et knippe transportselskaper tester i dag LBG, og i underkant av 50 slike lastebiler er registrert i Norge i 2019.

Biogasslastebiler er teknologisk modent også i andre lastebilsegmenter, for eksempel mellomstore lastebiler til bydistribusjon. Mellomstore elektriske lastebiler som er godt egnet for bydistribusjon forventes innen relativt få år. Det vil ta lenger tid før elektriske modeller eller hydrogen kan dekke store deler av langtransporten.

LBG-trekkvogner kan kjøre langt og trekke tungt, og innebærer små endringer i driftsrutiner for brukerne, som vil være en barriere for elektrifisering av dette transportsegmentet. Tilbudet og utvikling av biogasskjøretøy for langtransport reflekterer også denne utviklingen.

De viktigste barrierene for introduksjon av LBG-lastebiler er merkostnad for kjøretøy, mangel på fylleinfrastruktur og uavklarte rammevilkår. Tilgang på drivstoff kan i perioder også bli en barriere.

LBG-trekkvogner har **merkostnader** i alle ledd i forhold til tilsvarende diesellastebiler: de er dyrere i innkjøp, har høyere servicekostnader og bruker dyrere drivstoff. Med dagens virkemidler er den privatøkonomiske merkostnaden 200-300 000 kroner per kjøretøy per år (netto nåverdi av kvantifiserte merkostnader over kjøretøyets levetid).

Fyllestasjonene i Norge eies av to aktører som til sammen drifter tre fyllestasjoner for LBG: AGA på Alnabru (Oslo), Air Liquide på Borgerskogen (Vestfold) og AGA i Halden (Østfold). Også finske Gasum har annonsert planer om å etablere seg i Norge. I Europa er det i dag 230 LNG-stasjoner ifølge NGVA.[120]

Bransjen opplever **uavklarte rammevilkår** i form av at spørsmålet om biogass vil bli gitt rabatt i bomringen er uavklart. Aktørene i verdikjeden opplever også usikkerhet om biogassens rolle i lavutslippssamfunnet. I tillegg er det trolig behov for en klarere definisjon av massebalanseregler for biogassdistribusjon.[121]

Tilgang på drivstoff kan bli en barriere. I tiltaket *10 prosent av nye trekkvogner går på biogass* antas det salg av 150 trekkvogner i året, som gir en total bestand i 2030 på 1 450 med et totalt biogassforbruk på 300 GWh/år. Utbyggingen av LBG-fyllestasjoner er antatt å skje i takt med innfasingen av LBG-trekkvogner. Denne innfasingen innebærer at LBG-trekkvogner blir en nisje i langtransportsegmentet der etterspørselen kommer fra kunder som er villig til å betale noe mer for transporttjenester. Det antas at LBG-lastebilene vil gå på 85 prosent LBG, 10 prosent LNG (naturgass) og 5 prosent diesel. Etterspørsel etter biogass er antatt å føre til økt produksjon av biogass i Norge – da det er potensial for videre vekst. På kort sikt foreligger det konkrete planer om utbygging av kapasitet for LBG-produksjon på rundt 600 GWh, når også dagens kapasitet inkluderes. Konkurranseflaten mot kommende elektriske trekkvogner og avansert flytende biodrivstoff innebærer en betydelig usikkerhet, men markedspotensialet på 10 prosent er likevel konservativt

[120] The Natural & bio Gas Vehicle Association (NGVA Europe).

[121] Det finnes i dag ikke enhetlige retningslinjer bruk av massebalanse som prinsipp for å distribuere biogass, i motsetning til for flytende biodrivstoff, der retningslinjer er definert i veileder til Produktforskriften, se Miljødirektoratet (2013). Rapport M-10|2013. Retningslinjer for massebalanse er avklart også på EU-nivå.

anslått. Konkurranseflaten mot elektriske alternativer er blant annet antatt å være mindre i transportsegmentet der LBG-trekkvogner er best egnet.

I Klimakur 2030 utredes også bruk av LBG til skipsfart – for eksempel gjennom innføring av et omsetningskrav. Her antas det innfasing av ca. 900 GWh i 2030. Gitt at dette tiltaket gjennomføres vil det bli økt knapphet på norskprodusert LBG. Produksjonspotensialet for biogass i Norge i 2030 antas å være rundt 2500 GWh, og en stor del av dette kan teknisk sett oppgraderes til LBG.[122] Import av LBG er i dag ikke utbredt, men kan ikke utelukkes mot 2030. Les mer om biogass i kapittel 14.

Bruk av biogass i trekkvogner vil kreve styrket virkemiddelbruk

CO_2- og veibruksavgift for bensin og diesel og veibruksavgift på biodiesel styrker konkurranseevnen til biogass, som har fritak fra slike avgifter. Enova gir støtte til utbygging av fyllestasjoner og dekker inntil 50 prosent av merkostnaden for innkjøp av LBG-lastebiler. Offentlige anskaffelser brukes delvis også i dette transportsegmentet, men offentlig sektor har langt mindre styringsmuligheter her enn i for eksempel bussmarkedet. I tillegg støtter Enova produksjon av biogass gjennom investeringsstøtte. Selv med disse virkemidlene er ikke biogass fullt ut konkurransedyktig mot diesel. Vekst utover dagens nivå vil derfor kreve sterkere virkemiddelbruk.

Mulige nye virkemidler

- Offentlige anskaffelser som favoriserer biogass der elektriske løsninger ikke er tilgjengelige. Avtaleperiodene bør være mer lengre enn i normale kontrakter for å redusere risiko for transportaktørene. Offentlige anskaffelser er trolig ikke et tilstrekkelig virkemiddel til å utløse hele tiltaket da innkjøp av transporttjenester normalt ikke er et formål i seg selv i anskaffelsene.
- Reduserte bompengesatser for biogass-lastebiler, om mulig avgrenset til regional langtransport for å redusere den direkte konkurransen mellom elektriske lastebiler og biogasslastebiler.
- Støtte til utbygging av nettverk av fyllestasjoner
- Økt CO_2-avgift på diesel og/eller økt kjøpsavgift på diesel-lastebiler.

Økt bruk av biogass innebærer mer effektiv ressursutnyttelse

Investeringer i nye LBG-trekkvogner gir etterspørsel etter biogass. Produksjon av biogass kan bidra til utvikling av en sirkulær økonomi i Norge gjennom forbedret avfallshåndtering og ressursutnyttelse av organisk avfall eller rester, som for eksempel matavfall, fiskeslam og husdyrgjødsel. Brukes husdyrgjødsel som råstoff i produksjonen vil også tiltaket bidra til å redusere klimagassutslipp i jordbruket. Restene fra biogassproduksjon, biorest, har positiv klimaeffekt når det bidrar til å erstatte mineralgjødsel. Se mer om biogass i kapittel 7 om jordbruk. Økt biogassproduksjon gir også muligheter for økt utnyttelse av bio-CO_2 fra produksjonen, enten til CCS (se kapittel 11) eller bruk i drivhus, kullsyreproduksjon, tørris eller lignende. Vi antar for øvrig ikke at gasskjøretøy bidrar til redusert lokal luftforurensning sammenlignet med dieseltrekkvogner siden nyere tester viser at utslipp av partikler og NOx fra nye gass- og dieselkjøretøy er på ca. samme nivå.[123]

[122] Carbon Limits (2019). Ressursgrunnlag for produksjon av biogass i Norge i 2030.

[123] Se for eksempel Transport & Environment (2019). Do gas trucks reduce emissions? Rapport basert på testresultater fra TNO.

5 Sjøfart, fiske og havbruk

Faggrunnlaget for sjøfart, fiske og havbruk er utarbeidet av faggruppen basert på resultater fra en analyse DNV GL har utført på oppdrag fra Klimakur 2030. Sjøfartsdirektoratet har deltatt i arbeidet. I tillegg har Fiskeridirektoratet gitt innspill på tiltakene knyttet til fiskeri.



Figur A 28. Tiltak i sjøfart, fiske og havbruk. Det skraverte feltet viser utslippsreduksjonspotensial fra redusert bruk av anleggsdiesel, som er en egen utslippskilde i utslippsregnskapet.

5.1 Oppsummering

Sjøfart, fiske og havbruk er en sektor med store forskjeller mellom ulike segmenter. Det er mange ulike fartøyskategorier med svært ulikt operasjonsmønster, og hvilke teknologiske løsninger som er mulige er svært avhengig av seilingsmønster og energibruk. Skip er ofte produsert ved skreddersøm, og det er få standardløsninger som gjør det enkelt å implementere samme type teknologi i stor skala. På den annen side er sjøfarten en sektor der vi har hele verdikjeden i Norge – verft, utstyrsleverandører, rederier og innkjøpere av transporttjenester til sjøs, og kan dermed påvirkes med nasjonale virkemidler.

Analysen av mulige utslippsreduksjoner baserer seg på en tiltakspakke DNV GL har utarbeidet i forbindelse med Klimakur 2030. Regjeringens handlingsplan for grønn skipsfart har vært et viktig bakgrunnsdokument for arbeidet, særlig knyttet til barrierer og virkemidler.

Det største utslippsreduksjonspotensialet finner vi i skipssegmentene ferger, hurtigbåter, havbruk og offshoreskip. På grunn av spredningen i bruksmønster inneholder tiltakene i hvert segment flere ulike teknologier. På grunn av den store variasjonen i energibehovet for skipene kan man ikke legge opp til å for eksempel implementere batterielektrifisering på alle skip. Teknologier som er vurdert er ammoniakk, hydrogen, plug-in-batterihybridisering og flytende naturgass (LNG).

I tillegg til tiltakene som er spesifikke for ulike skipssegmenter er landstrøm et tiltak med betydelig utslippsreduksjonspotensial, siden en vesentlig del av energiforbruket fra skip skjer når de ligger ved kai. Energieffektivisering er også vurdert, men det forventes at en god del effektivisering vil skje uavhengig av nye tiltak og virkemidler, så det meste av potensialet som er identifisert ligger dermed allerede inne i framskrivingen.

Bruk av biodrivstoff i skipsfarten vil kunne være en viktig bidragsyter til utslippsreduksjoner. Biodrivstoffet i skipsfarten kan være både biogass (LBG) som erstatter LNG i flere fartøyskategorier, og avansert flytende biodrivstoff som erstatter tradisjonell marin gassolje. Virkemiddelet som er vurdert for biodrivstoff er et omsetningskrav.

De forskjellige teknologiene som er vurdert for sjøfart, fiske og havbruk har svært ulik modenhetsgrad. Teknologien er relativt moden for plug-in-hybridisering og LNG, mens teknologimodenhet anses som en vesentlig barriere for hydrogen og ammoniakk i perioden. Det er grunn til å anta at teknologibarrierene blir mindre mot 2030, men det er vanskelig å forutse når det vil være mulig å ta i bruk hydrogen og ammoniakk i større skala. Dette gjør innfasingen av tiltakene usikker.

På grunn av at sektoren er sammensatt av mange ulike skipssegmenter med ulikt bruksmønster, og fordi aktuelle teknologier har ulik grad av modenhet må det flere ulike virkemidler til for å bygge ned de ulike barrierene og utløse tiltakene, både rettet mot teknologiutvikling og mot markedsintroduksjon. I tillegg kan det være en barriere at det er tid- og ressurskrevende å få godkjenning nye teknologiske løsninger. Det eksisterer allerede en del støtte til innovasjon og teknologiutvikling for nye skip og teknologier, for eksempel Pilot-E og andre støtteordninger fra Enova, og ulike ordninger under Innovasjon Norge. Virkemidler som bidrar til å redusere risikoen ved investeringer i ny teknologi vil kunne være effektive. Dette kan for eksempel være gunstige låneordninger. Det offentlige kan også bidra til markedsintroduksjon gjennom bruk av anskaffelser. Dette er særlig aktuelt for ferger og hurtigbåter, der kommuner, fylkeskommuner og staten kjøper transporttjenester direkte. Vektig av null- og lavutslippsteknologier for transport av varer i offentlige anskaffelser vil kunne bidra til at offentlige anskaffelser kan bidra positivt også for andre skipssegmenter.

Tiltakene innen sjøfart, fiske og havbruk er generelt dyre tiltak, både investeringer og drift for noen av teknologiene. Etter hvert som nye teknologier blir mer modne vil kostnadene synke, men driftskostnader vil kunne være en vesentlig barriere også når teknologien er moden. Drivstoffavgifter, havneavgifter og eventuelle andre avgifter som kan differensieres mellom ulike energibærere kan bidra til å gjøre nullutslippsløsninger mer konkurransedyktige sammenlignet med fossile drivstoff. Utkoblbar tariff for å gjøre elektrisitet billigere er trukket fram av næringen som et mulig virkemiddel.

Tilgjengelighet av alternative drivstoff er avgjørende for at nye teknologier skal komme på plass. For plug-in-hybridisering må ladeinfrastruktur på plass, og det må vurderes hvordan den skal dimensjoneres og hvem som skal betale. For hydrogen, ammoniakk, LNG og biogass må det finnes lager- og fylleinfrastruktur slik at drivstoffet er tilgjengelig der skipene har behov for det. Det vil være ressurskrevende å etablere fulldekkende infrastruktur for alle teknologier over hele landet, men det må være samsvar mellom strategien på skipssiden og på infrastruktursiden.

Reguleringer kan være aktuelt som virkemiddel for å gi drahjelp til både energieffektivisering og implementering av ny teknologi. Fartsgrenser til sjøs er et eksempel på slik regulering, selv om dette ikke er inkludert som et eget tiltak. Fartsgrense til sjøs kan gi en konkurranseulempe mot andre transportformer der leveransetidspunkt er kritisk, men på den annen side blir driftskostnader redusert. Et alternativ som vil kunne redusere negative konsekvenser, men samtidig er mindre styringseffektivt, er frivillige ordninger som gir rabatt på havnevederlag og farvannsavgift ved redusert fart ved innseiling til og utseiling fra havn.

Mange av skipene i Norge opererer store deler av tiden i utenlandske farvann. Skip som oppholder seg mest utenfor norske farvann, og som ikke bunkrer i Norge, vil påvirkes mindre av norske

virkemidler. Det må antas at skipene bunkrer der det er rimeligst, og dersom kostnader ved fossile drivstoff i Norge øker betydelig er det fare for at konsekvensen ikke blir implementering av ny teknologi, men snarere at mer bunkring skjer utenlands for de som har mulighet til det. Skjerpede internasjonale krav, og internasjonale avtaler om utslippsreduksjoner, for eksempel CO_2-fond for skipsfarten som den internasjonale skipsfartsnæringen selv har foreslått, vil kunne bidra til likere konkurranseforhold og dermed redusere faren for karbonlekkasje.

Tiltakene er beregnet å gi et samlet utslippsreduksjonspotensial på 7,5 millioner tonn. Dette inkluderer 0,9 millioner tonn fra tiltak som reduserer bruken av anleggsdiesel, som i utslippsregnskapet bokføres som egen utslippskilde. Tabell A 5 oppsummerer utslippsreduksjonspotensialene og kostnadskategorier for tiltak utredet for sjøfart, fiske og havbruk. Det er verdt å merke seg at det er betydelig usikkerhet i det estimerte utslippsreduksjonspotensialet, både på grunn av usikkerhet om mulig innfasing som nevnt over, og på grunn av usikkert datamateriale for flere av segmentene innen sektoren. Denne usikkerheten går ikke i en spesiell retning, og utslippsreduksjonspotensialet kan være både over- og underestimert.

Den store variasjonen mellom og innen hver fartøyskategori gjør at det er krevende å trekke generelle konklusjoner om utslippsreduksjonspotensial og kostnader ut fra gjennomsnittsbetraktninger. For eksempel vil tiltakskostnaden for batteriferger variere betydelig mellom ulike fergestrekninger, der noen vil være samfunnsøkonomisk lønnsomme vil andre strekninger kunne bli kostbare, for eksempel på grunn av behov for utbygging av infrastruktur. Infrastrukturen som bygges kan imidlertid ha lengre levetid enn skipene.

Tabell A 5. Utslippsreduksjonspotensial for tiltak utredet for sjøfart, fiske og havbruk i Klimakur 2030.

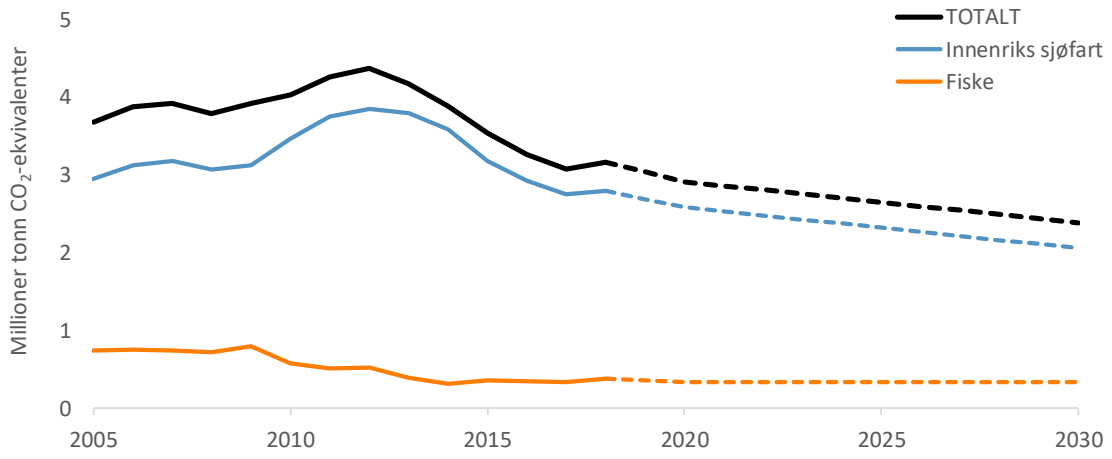
Tiltak		Utslippsreduksjoner 2021-2030 (mill. tonn CO_2-ekv)	Kostnadskategori (kr/tonn CO_2-ekv.)
S01	Teknisk-operasjonelle tiltak i sjøfart, fiske og havbruk (energieffektivisering)	0,1	Varierer
S02	Fartsreduksjon for fartøy	Ikke kvantifisert	Antatt < 500 kr/tonn
S03	Bruk av avansert biodrivstoff til skipsfart	1,2	> 1500 kr/tonn
S04	Landstrøm	0,8	Lagt til 500-1500 kr/tonn
S05	Tiltak på godsskip	0,2	Ammoniakk > 1500 kr/tonn LNG 500-1500 kr/tonn Plug-in > 1500 kr/tonn
S06	Tiltak på offshorefartøy	1,0	Hydrogen > 1500 kr/tonn Plug-in > 1500 kr/tonn
S07	Tiltak på fiskefartøy	0,2	Plug-in > 1500 kr/tonn
S08	Tiltak på bulkskip	0,1	Ammoniakk > 1500 kr/tonn LNG 500-1500 kr/tonn Plug-in < 500 kr/tonn
S09	Tiltak innen havbruk	1,1 (2,0) **	Ammoniakk 500-1500 kr/tonn Plug-in > 1500 kr/tonn
S10	Tiltak på ferger	1,4	Hydrogen > 1500 kr/tonn Plug-in < 500 kr/tonn *
S11	Tiltak på hurtigbåter	0,5	Hydrogen > 1500 kr/tonn Plug-in 500-1500 kr/tonn *
S12	Tiltak på cruiseskip	0,001	Hydrogen > 1500 kr/tonn Plug-in > 1500 kr/tonn
S13	Tiltak på andre spesialfartøy	0,05	Hydrogen >1500 kr/tonn Plug-in > 1500 kr/tonn
Samlet potensial for utslippsreduksjon (2021-2030)		**6,63 (7,53) ****	
Forventede utslipp i referansebanen (2021-2030)		**26,2 mill. tonn CO_2-ekv.**	

** Det er stor variasjon i kostnadene for ladeinfrastruktur for ferger og hurtigbåter, dette innebærer at enkelttiltak (f. eks elektrifisering av en gitt fergestrekning) vil kunne ligge i høyere kostnadskategori*

*** Samlet ustlippsreduksjonspotensial fra tiltak S09 er på 2,0 millioner tonn CO_2-ekv, hvor en andel kommer fra redusert bruk av anleggsdiesel. Utslipp fra anleggsdiesel bokføres i en egen utslippskilde i SSB-statistikk, og denne andelen av utslippsreduksjonen er inkludert i kapittel 6 Ikke-veigående maskiner og annen transport.*

5.2 Innledning

Sektorene innenriks sjøfart og fiske[124] stod ifølge SSBs utslippsstatistikk for rundt seks prosent av Norges utslipp i 2018. Figur A 29 viser utviklingen i utslippene fra innenriks sjøfart og fiske i perioden 2005-2018 og framskrivingen av utslippene mot 2030. Utslippstallene er basert på statistikk fra SSB fra drivstoff solgt i Norge til bruk i innenriks sjøfart og fiske, slik utslippsberegninger for sjøfart er definert i internasjonale retningslinjer og rapportert til klimakonvensjonen. Ifølge statistikken var utslippet av klimagasser fra innenriks sjøfart og fiske i underkant av 3,2 millioner tonn CO_2-ekvivalenter i 2018. Av disse var 2,8 millioner tonn fra innenriks sjøfart og resten fra fiske.



Figur A 29. Referansebanen for innenriks sjøfart og fiske. Historiske utslipp og framskrivinger 2005-2030. Kilde: SSB, Miljødirektoratet og Finansdepartementet (NB2020).

Regjeringen la i sommer fram regjeringens handlingsplan for grønn skipsfart[125]. Her stakes det ut en kurs med mulige tiltak og virkemidler for å redusere klimagassutslippene fra innenriks sjøfart og fiske. Handlingsplanen for grønn skipsfart inkluderer en lang rekke punkter som beskriver hvordan regjeringen vil legge til rette for en grønn omstilling i skipsfarten. Noen punkter av spesielt stor betydning for Klimakur 2030 er:

Regjeringen vil:

- *Ha en ambisjon om å halvere klimagassutslippene fra innenriks sjøfart og fiske innen 2030*
- *Stimulere til null- og lavutslippsløsninger i alle fartøyskategorier*
- *Stimulere til ytterligere grønn vekst og konkurransekraft i norsk maritim næring, og legge til rette for økt eksport av lav- og nullutslippsteknologi i maritim sektor*
- *Vurdere en miljøfordelsordning for null- og lavutslippsskip i NIS og NOR*[126]
- *Være en pådriver i FNs sjøfartsorganisasjon (IMO) sitt arbeid med reduksjon av klimagassutslipp*

Dette kapittelet bygger på arbeidet i handlingsplanen og tidligere rapporter knyttet til grønn skipsfart. Handlingsplanen for grønn skipsfart bygger sine analyser på utslippsberegninger basert på posisjonsdata (AIS-data), det samme gjør DNV GL som tidligere har gjennomført en rekke analyser av

[124] Omfatter også deler av utslippene fra havbruk. Utslipp fra havbruk stammer også fra bruk av anleggsdiesel, disse utslippene er plassert i en annen utslippskilde i utslippsregnskapet.
[125] Departementene (2019). Handlingsplan for grønn skipsfart. 20.06.19.
[126] Skipsregistre: Norsk internasjonalt skipsregister (NIS) og Norsk Ordinært Skipsregister (NOR).

norsk skipsfart basert på AIS-data[127]. Disse dataene har en annen avgrensning enn det nasjonale utslippsregnskapet, fordi de inkluderer alle skip som trafikkerer mellom to norske havner og som er utstyrt med AIS-sender, uavhengig av hvor drivstoffet bunkres. Fordelen med å benytte slike data er at man inkluderer en større andel av trafikken og at utslippene kan spesifiseres på fartøyskategorier. Det siste er nødvendig for å kunne beregne effekten av tiltak rettet mot ulike fartøyskategorier. Se for øvrig Faktaboks A 13 for mer om AIS.

I forbindelse med arbeidet med Klimakur 2030 har DNV GL gjort en ny studie av mulige tiltak på oppdrag fra faggruppen.[128] Modellen som benyttes beregner drivstofforbruk og utslipp per skip. Dersom all skipstrafikk mellom to norske havner inkluderes gir DNV GLs modell betydelig høyere utslipp enn det norske utslippsregnskapet for innenriks sjøfart og fiske. I analysen gjort i forbindelse med Klimakur 2030 har DNV GL derfor bare vurdert tiltak på skip som tilbringer mer enn 80 prosent av tiden i norske farvann, og man har antatt at skipene som stort sett oppholder seg i norske farvann som hovedregel kjøper drivstoffet i Norge. En annen grunn til at det er naturlig å konsentrere analysen om de skipene som tilbringer mest tid i norske farvann er at det er vanskelig å forutsette at alternative drivstoff er tilgjengelige i havner utenfor Norge. Med en avgrensning av skipene til de som tilbringer mer enn 80 prosent av tiden i norske farvann blir forskjellene mellom SSBs utslippsregnskap og utslippsberegningene basert på AIS-data betydelig mindre.

I Klimakur 2030 har faggruppen tatt utgangspunkt i DNV GLs beregninger av mulige utslippsreduksjoner og tiltakskostnader, men mange av tiltakene er nedjustert i lys av mulige virkemidler, teknologisk modenhet og vurderinger av hvordan tiltakene skal kobles til referansebanen.

Flere av tiltakene som er utredet baserer seg på til dels umoden teknologi, og hva som er en realistisk innfasingstakt av tiltakene er derfor usikkert. Det er også flere usikkerheter i datamaterialet som gjør at utslippsreduksjonspotensialet for det enkelte tiltak er usikkert. Usikkerheten kan slå begge veier, og utslippsreduksjonspotensialet kan være både større og mindre.

Hva er AIS?

AIS er et Automatisk Identifikasjons System og et antikollisjonshjelpemiddel som er innført av FNs sjøfartsorganisasjon IMO for å øke sikkerheten for skip og miljø, samt forbedre trafikkovervåking og sjøtrafikktjenester. AIS var opprinnelig, og er fortsatt, et hjelpemiddel for navigatører om bord på fartøy og for de maritime trafikksentralene som overvåker og regulerer trafikken. Etter hvert har man også sett et økende potensial i bruken av historiske AIS-data, som stadig oftere benyttes til analyseformål, som i Kystverket sin "Havbase".

En AIS-transponder om bord på et skip skal automatisk og med nødvendig nøyaktighet (noe dårligere nøyaktighet enn for GPS) og oppdateringsrate, forsyne andre skip og kyststaters myndigheter med informasjon fra skipet. Gjennom å både sende sin egen, samt motta andre skips informasjon, kan alle skip med AIS om bord danne seg et bilde av trafikksituasjonen i sitt nærområde.

I tillegg til AIS-transpondere til bruk om bord i skip omfattet av IMO SOLAS-konvensjonen fra 1974 (klasse A AIS), er det også utviklet AIS-transpondere for bruk på land (AIS basestasjoner), på fyr og merker, om bord i lystfartøy (AIS klasse B) samt i redningshelikopter og fly.

[127] Se for eksempel: DNV GL (2014). Sammenstilling av grunnlagsdata om dagens skipstrafikk og drivstofforbruk.; DNV GL (2016). Reduksjon av klimagassutslipp fra norsk innenriks skipsfart.; DNV GL (2018). Analyse av tiltak for reduksjon av klimagassutslipp fra innenriks skipstrafikk.

[128] DNV GL (2019). Reduksjon av klimagassutslipp fra innenriks skipstrafikk. Rapportnr 2019-0939. M-1626|2020. Oppdragsrapport for Miljødirektoratet.

Etter krav fra IMO skal fartøyer over 300 brutto registertonn i internasjonal fart, og/eller fartøy som fører farlig eller forurensende last, ha utstyr for sending og mottak av AIS-signaler. De fleste skip har i dag AIS med visse unntak. Det anslås at over 40 000 skip har AIS-utstyr klasse A om bord. Klasse B, som ikke er lovpålagt, sender med lavere effekt og lavere oppdateringsfrekvens enn klasse A, og benyttes i hovedsak om bord i fritidsfartøy og mindre fiskefartøy (under 15 meter).

Kilde: Kystverket

Faktaboks A 13. Hva er AIS?

5.3 Norges maritime næring

Norge har en internasjonalt ledende maritim næring, med en verdikjede bestående av rederier, maritime tjenester, verft og utstyrsleverandører. Denne sektoren skiller seg derfor fra mange andre sektorer ved at store deler av verdikjeden er underlagt norsk lovverk og derfor også norsk virkemiddelbruk. Næringen er i stor grad spesialisert innenfor høyteknologiske segmenter, særlig på grunn av tilknytningen til petroleumssektoren.

Den norske maritime næringen inkludert havbruk er Norges nest største eksportnæring etter olje og gass, og i 2018 bidro næringen til 8 prosent av verdiskapingen i Norge, til 17 prosent av norsk eksport og skapte verdier for 142 milliarder kroner.[129] Norge er ett av få høykostland hvor det fortsatt bygges skip. Disse skipene dekker et vidt spekter av bruksområder, som for eksempel passasjer- og cruiseskip, akvakultur, fiskeri og ferger. Felles for skipstypene er at de i all hovedsak er høyteknologiske.[129]

Det er en stor omstilling som må til for å nå ambisjonen om halvering av utslippene fra innenriks sjøfart og fiske innen 2030. Samtidig kan en slik omstilling gi den maritime næringen i Norge konkurransefortrinn globalt innenfor lav- og nullutslippsteknologi. Internasjonal enighet om utslippskutt for skipsfarten vil øke etterspørselen etter miljø- og klimateknologi også utenfor Norge (se kapittel 5.3.2). Deler av den maritime næringen er allerede engasjert i utvikling og utprøving av lav- og nullutslippsteknologi for skipsfart. Utviklingen av null- og lavutslippsferger har vært spesielt ambisiøs.

5.3.1 Aktørbildet er sammensatt

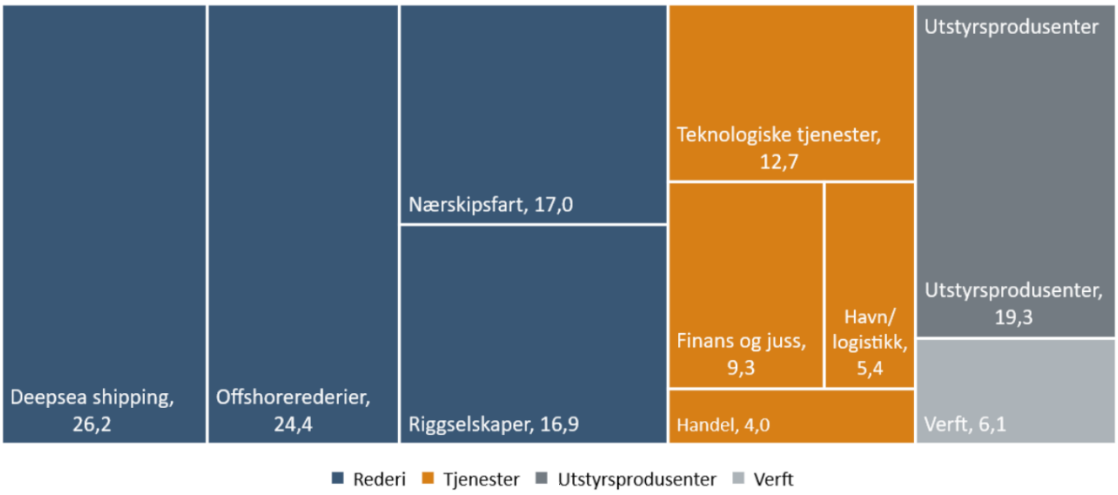
Menon[130] har laget en oversikt over norsk maritim næring og har delt den opp i fire hovedgrupper og ti undergrupper. Tabellen nedenfor beskriver hovedgruppene med undergrupper og andel av verdiskapingen i norsk maritim næring.

Tabell A 6. Gruppering av aktører i norsk maritim næring. Kilde: Menon[130]

Hovedgruppe	Undergruppe	Verdiskaping
Rederier	Deep sea, offshore, nærskipsfart og riggselskaper	60 %
Tjenesteleverandører	Finansielle og juridiske tjenester, havne- og logistikktjenester, teknologiske tjenester og handel	22 %
Utstyrsprodusenter		14 %
Verft		4 %

[129] Maritimt Forum (2019). Maritim verdiskapingsrapport 2019.
[130] Menon Economics (2018). Maritim verdiskapingsbok 2018.

Figur A 30 viser verdiskapingen i ulike deler av norsk maritim næring. Den største delen av verdiskapingen kommer fra de norske rederiene.



Figur A 30. Verdiskaping i norsk maritim næring i 2016 (tall i mrd. kroner).[131] *Kilde: Menon*[132].

Logistikkjeden dokumenteres i DNV GLs rapport "Kartlegging av aktørbildet i vei- og sjøtransportmarkedet".[133] Typisk vil en intermodal, sjøbasert logistikkjede ha minst fem aktører direkte involvert i vareflyt og minst to aktører involvert i koordineringen av kjeden. Aktører involvert i en sjøbasert logistikkjede er vareeiere, terminaloperatører, havner, agenter, speditører og havnearbeidere. Staten, fylkeskommunen eller kommunene kan ha prosjekter som innebærer at gods kan eller vil fraktes med skip, slik som for eksempel råmaterialer til byggeprosjekter. Miljøkrav i anskaffelser av fergetjenester er et annet eksempel på det offentliges rolle i maritim sektor.

Det finnes mer enn 200 norske rederier som eier mer enn ett skip

Rederiene skaper store eksportinntekter for norsk økonomi og står for den største sysselsettingen i næringen.

- **Deepsea rederiene** frakter gods mellom kontinentene. Dette er rederier som driver med bilfrakt (ro-ro skip), gass- og kjemikalietankere, oljetankere og bulkskip. Flere av disse fartøyene er sjelden innom norsk økonomisk sone (NØS).
- **Offshorerederiene** har skip som benyttes til å frakte gods og varer til og fra oljeplattformer, leteskip, installasjonsskip eller andre støtteskip. Norge har verdens nest største og mest avanserte offshoreflåte.
- Hovedvekten av **riggselskapene** eier flyttbare oljerigger/plattformer som produserer eller leter etter olje.
- **Nærskipsfarten** består av skip som går i trafikk langs kysten. Dette kan både være passasjerskip eller godsskip. Regionalfart til Europa, brønn- og fôrbåter er også inkludert i segmentet. Ifølge SSB er det om lag 1 000 foretak registrert i næringsgruppene "utenriks sjøfart med gods" og "innenriks sjøfart med gods".

[131] Fiskeri var ikke en del av studien til Menon.
[132] Menon Economics (2018). Maritim verdiskapingsbok 2018.
[133] DNV GL (2016). Kartlegging av aktørbildet i vei- og sjøtransportmarkedet. Rapportnr 118E2SA3-4. Oppdragsrapport for Kystverket.

- **Fiskeflåten** er delt inn i ulike størrelser og redskapsklasser. De fleste av de vel 6 000 fiskefartøyene er små, under 15 meter, mens bare rundt 250 fartøyer er større enn 28 meter. Fartøy over 28 meter står for over 80 prosent av kvantumet som bringes i land fra den norske fiskeflåten. Fiskefartøyene karakteriseres enten som kystfiskefartøy eller havgående fartøy. Skillet er delvis basert på størrelse, og delvis på fiskerettighetene som fartøyene har. I tillegg deles fartøyene inn etter redskapstype, og om de fisker etter bunnfisk (for eksempel torsk, hyse og sei) eller pelagisk fisk (for eksempel sild og makrell).

Det er flere typer tjenesteleverandører som bidrar til verdiskapingen i næringen

Tjenesteleverandører innen sjøfart, fiske og havbruk er:

- **Finansielle og juridiske tjenester** levert av bank og finanshus, meglerhus, advokatselskaper og forsikringsselskaper.
- **Havne- og logistikktjenester** levert av selskaper som drifter havneanlegg og forsyningsbaser, spedisjon, lasting og lossing, logistikk-rådgivning, samt lufttransport til og fra skip og rigger.
- **Teknologiske tjenester** som klassifisering, ingeniørtjenester, teknologisk FoU, skipsdesign og installasjonsarbeid, levert av en lang rekke virksomhetstyper.
- I tillegg undergruppen **Handel** som driver engros- og detaljhandel med utstyr og andre produkter til skip og flytende enheter.

Norske utstyrsleverandører leverer i hovedsak til offshorenæringen

Norske **utstyrsleverandører** er spredt på en lang rekke produktgrupper, mer eller mindre spesialisert mot skipssegmenter og andre flytende innretninger. Det er hovedsakelig aktivitet rettet mot offshore, som for eksempel utstyr til dynamisk posisjonering, boreutstyr, maling og motor- og framdriftssystemer.

Norske verft har en mer diversifisert ordrebok enn tidligere

Norske **verft** finnes langs store deler av norskekysten. Verftene bygger skip og har de seneste årene hatt størst aktivitet rettet mot offshorenæringen. Som følger av redusert etterspørsel for offshoreskip etter 2015 har verftene fått en mer diversifisert ordrebok.

5.3.2 Det er internasjonal enighet om å fase ut klimagassutslipp fra skipsfarten

I 2018 vedtok FNs sjøfartsorganisasjon (IMO) en ambisjon om at utslippene fra internasjonal skipsfart skal reduseres med minst 50 prosent innen 2050 fra nivået i 2008 (IMO-avtalen). Det ble også enighet om en visjon om å fase ut klimagassutslipp fra skipsfarten så raskt som mulig i dette århundret. Denne enighet kom etter økende internasjonalt press ettersom internasjonal skipsfart ikke er omfattet av Parisavtalen.

IMO-avtalen inneholder krav om at hvert skip skal bruke energien mer effektivt og at total transporteffektivitet for hele sektoren skal forbedres med minst 40 prosent innen 2030 og videre til 70 prosent innen 2050.

IMOs ambisjoner skal nå konkretiseres, og det er sannsynlig at de kommer til å stramme inn krav til energieffektiv design av nye skip, samt energieffektiv operasjon av alle skip, se Faktaboks A 14. Det forventes at global handel vil vokse betydelig de neste tiårene. Utslippene fra sektoren antas derfor å øke betraktelig om tiltak ikke iverksettes. For at det skal være realistisk å nå IMOs ambisjoner er det helt nødvendig med et teknologisk skifte og bruk av alternative drivstoff.

Oppnådd energieffektivitetsindeks (oppnådd EEDI)

Alle nye skip (det vil si skip med inngått byggekontrakt 1. januar 2013 eller senere) som faller inn under bestemte skipskategorier (bulkskip, gasstankskip, tankskip, containerskip, stykkgodsskip, kjøleskip, kombinasjonsskip, passasjerskip, roro-lasteskip og roro-passasjerskip) skal beregne sin oppnådde EEDI (Energy Efficiency Design Index). Beregningen av indeksen skal gjøres som beskrevet i retningslinjer fra IMO.

Alle nye skip som faller inn under bestemte skipskategorier (det vil si bulkskip, gasstankskip, tankskip, containerskip, stykkgodsskip, kjøleskip og kombinasjonsskip), og er over en viss størrelse, skal ha en energieffektivitetdesignindeks som er lik eller lavere enn en skipsspesifikk referanseverdi (påkrevd EEDI). Kravene til å ha en indeksverdi lavere enn referanseverdien vil bli gradvis strengere gjennom fire faser. Det antas at de neste fasene først kommer etter 2025.

Skipsenergieffektivitetsplan – SEEMP

Fra og med 1. januar 2013 skal alle skip ha en skipsenergieffektivitetsplan – SEEMP (Ship Energy Efficiency Management Plan) om bord. IMO har gitt retningslinjer for utvikling av SEEMP. Verifikasjon av at en slik plan er om bord vil skje ved første mellomliggende eller periodiske besiktigelse av IAPP-sertifikatet (International Air Pollution Prevention) etter 1. januar 2013.

Kilde: Sjøfartsdirektoratet

Faktaboks A 14. Oppnådd energieffektivitetsindeks (oppnådd EEDI). Skipsenergieffektivitetsplan – SEEMP.

Norge ledet forhandlingene som førte fram til IMOs klimavedtak i 2018 og det er regjeringens ønske å være en drivkraft i det videre arbeidet.

I tillegg til IMOs ambisjoner for utslippskutt er det tidligere etablert lavutslippssoner rundt deler av norskekysten for svovelutslipp. Fartøy som opereres i ECA-områdene[134] må oppfylle krav om utslippsgrenser som tilsvarer bruk av bunkers med maksimum 0,1 prosent svovelinnhold.



Figur A 31. ECA-området rundt norge. SOx-krav fra 2015, NOx-krav fra 2021.

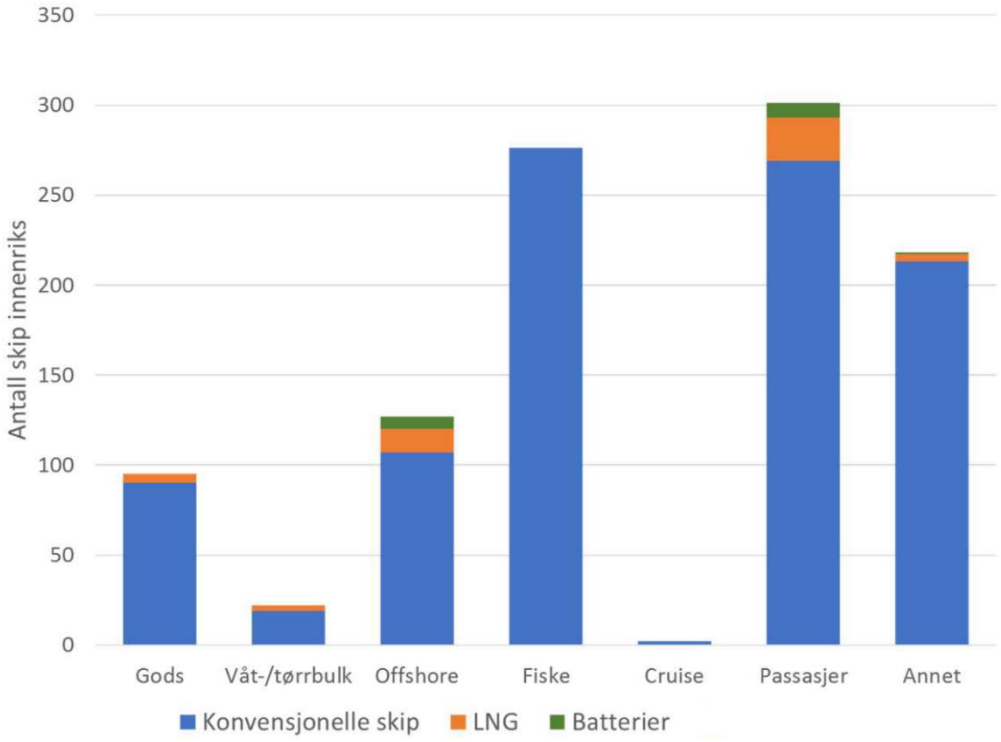
Fra 1. januar 2021 vil det også komme strengere krav til NOx-utslipp, der skip som bygges etter 2021 og skal seile i Nordsjøen eller Østersjøen må følge de strengeste NOx-kravene (Tier III – innebærer en

[134] ECA = Emission control area.

NOx-reduksjon på 76 prosent fra dagens nivå). I praksis betyr dette at nye skip må bygges som lav- eller nullutslippsskip, LNG-skip eller at det må installeres katalysatorer om bord (som f.eks. SCR-teknologi[135]) på konvensjonelle skip.

5.4 Den norske innenriksflåten

Kun et fåtall av dagens skip benytter klimavennlig drivstoff. Klima- og miljødepartementet fikk i 2019 levert en rapport fra DNV GL som analyserte status for grønn omstilling av skipsfarten i Norge.[136] I norsk økonomisk sone (NØS) var det i 2018 ifølge rapporten registrert 7 114 unike skip i syv forskjellige hovedkategorier for skipstyper. Av disse framgår det tydelig av rapporten at det til nå er et meget begrenset opptak av alternative drivstoff i skip.

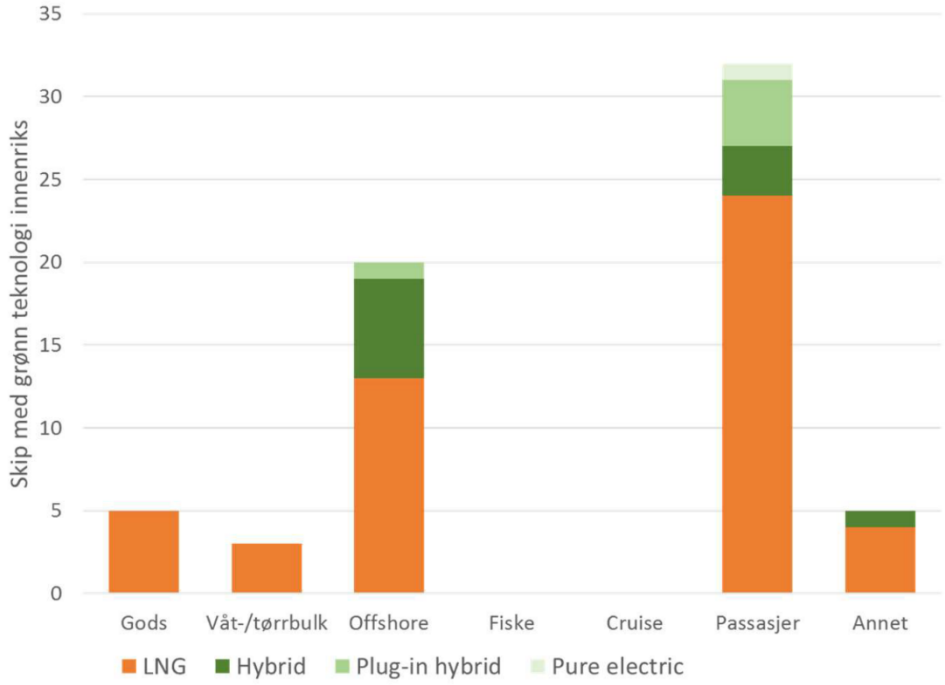


Figur A 32. Teknologistatus for innenriksflåten (skip som tilbringer mer enn 80 prosent av tiden i norske farvann) i 2017. Kilde: DNV GL[136]

Figur A 32 viser teknologistatus for innenriksflåten i 2017. Her går det fram at det er en del skip som benytter seg av batteri enten som eneste teknologi eller som hybridløsninger, hovedsakelig innenfor skipskategoriene offshore og passasjerskip. LNG er benyttet i flere ulike skipskategorier. Figur A 33 viser dette bildet i større detalj, og fordeling på ulike batteriløsninger. Figuren viser at det største innslaget av alternative drivstoff i 2017 var LNG. I 2018 og 2019 har en del batteriferger blitt satt i drift.

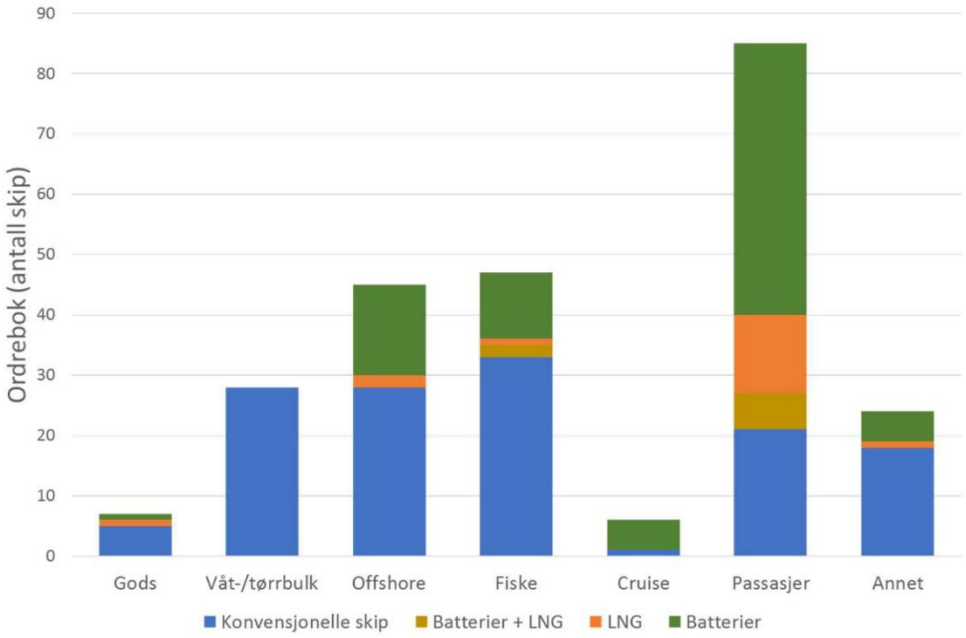
[135] Norges Rederiforbund (2019). Skipsfarten tar klimaansvar – foreslår fond til utvikling av null-utslippsteknologi. 17.12.19.

[136] DNV GL (2019). Barometer for grønn omstilling av skipsfarten. Rapportnr 2019-0080. Oppdragsrapport for Klima- og miljødepartementet.



Figur A 33. Skip med null- og lavutslippsteknologi, samt LNG i 2017. Kilde: DNV GL[137]

Ordreboken kan gi en viss indikasjon på hvordan markedet kommer til å utvikle seg framover. Figur A 34 viser at man kan forvente en økning av alternative teknologier og drivstoff på nye skip som trolig kommer til å operere i norske farvann.



Figur A 34. Ordrebok ved utgangen av 2017 for skip med Norge som oppgitt operasjonsområde, fordelt på skipstype og teknologi. Kilde: DNV GL[137]

[137] DNV GL (2019). Barometer for grønn omstilling av skipsfarten. Rapportnr 2019-0080. Oppdragsrapport for Klima- og miljødepartementet.

Det store innslaget av batterier på passasjerskip er knyttet til miljø- og klimakrav i fergeanbud. Det er fortsatt en betydelig andel konvensjonelle skip som ligger i ordreboken. Batterier betyr ikke nødvendigvis helelektrifisering, for eksempel er det flere skip som installerer batterier for å forbedre drivstofføkonomien ved såkalt peak-shaving eller som redundant kraftforsyning (spinning reserve). Det er betydelig usikkerhet knyttet til ordreestimatene, og oversikten over eksisterende ordre gir ikke informasjon om andre alternativer som hydrogen, biodrivstoff, seil og andre energieffektiviseringstiltak.

5.4.1 Alder og størrelse varierer

Både størrelse og alder på fartøyene vil ha konsekvenser for hvilke tiltak som egner seg for å redusere utslipp fra en gitt skipskategori. Tabell A 7 viser antall skip, gjennomsnittsalder, gjennomsnittsstørrelse, innenriks utslipp og andel av innenriks utslipp i ulike skipskategorier. Tabellen viser gjennomsnittsverdier, som ikke nødvendigvis representerer hele bredden i flåtens alder og størrelse innenfor en gitt skipskategori.

Som tabellen viser er det stor variasjon i alder, størrelse og andel av utslipp mellom de ulike skipskategoriene. I tiltaksarkene (vedlegg I) blir de aktuelle fartøyskategoriene videre diskutert.

Tabell A 7. Oversikt over antall, alder, størrelse, innenriks utslipp og andel av utslipp, fordelt på skipskategori (2017/2018) AIS-data [138]. Kilde: DNV GL [139]

Fartøyskategori	Antall skip i NØS (2018)	Innenriks CO_2-utslipp (mill. tonn) (2018)	Gj. snitt alder (år) (2017)	Gj. snitt størrelse (GT) (2017)	Andel av totale innenriks utslipp fra skip (2018)
Offshorefartøy	579	0,88	12	4 240	26 %
Passasjerskip	326	0,88	29 [140]	3 954	26 %
Godsskip	1 863	0,48	17	9 850	14 %
Våt- og tørrbulk	2 507	0,36	10	57 500	11 %
Cruiseskip	121	0,30	25	49 800	9 %
Andre spesialfartøy [141]	564	0,19	22	1 150	6 %
Hurtigbåt	79	0,14	12	250	4 %
Havbruk	95	0,12	14 [142]	1 600	4 %
SUM	6 134	3,36	16	24 425	100 %

[138] Utslippstall for fiskefartøy er ikke inkludert her.

[139] Tall for 2018 fra DNV GL (2019). Reduksjon av klimagassutslipp fra innenriks skipstrafikk. Rapportnr 2019-0939. M-1626|2020. Oppdragsrapport for Miljødirektoratet.; Tall for 2017 fra DNV GL (2019). Barometer for grønn omstilling av skipsfarten. Rapportnr 2019-0080. Oppdragsrapport for Klima- og miljødepartementet.

[140] Gjennomsnittsalder og størrelse inkluderer ferger, kystruten/ekspedisjon, øvrige passasjerbåter og større passasjerferger.

[141] Inkluderer statlige fartøy, forsking- og seismikkskip og taubåter.

[142] Gjennomsnittsalder og størrelse inkluderer bare brønnbåter.

5.5 Fiskerinæringen

5.5.1 Stor flåte av fiskefartøy, med mange redere

Norges Fiskarlag organiserer om lag 4 700 medlemmer spredt over hele landet, og har om lag 140 lokallag som er samlet i regionale fiskarlag. Medlemsmassen består av både båteiere og mannskap, og omfatter fiskere på alle typer fartøy, fra små sjarker til store havgående fartøy. Norges Fiskarlag organiserer enefiskere, lottakere og fiskebåtredere, og er en forening både for arbeidstakere, arbeidsgivere og enkeltmannsforetak. Organisasjonen har også egen tarifforganisasjon, der Mannskapsseksjonen og Båteierseksjonen representerer forhandlingspartene.[143]

Organisasjonen Fiskebåt organiserer en stor del av havfiskeflåten, ca. 200 fartøy. Hvert fartøy har ett medlemskap.[144] De fleste rederier eier én båt, men en del rederier har flere båter. Fiskebåt er en underorganisasjon i Norges Fiskarlag som har tariffavtale med Norsk Sjømannsforbund. Det medfører at fiskerne på norske trålere og i ringnotflåten i mindre grad enn andre fiskere er medlemmer i Norges Fiskarlag. I tillegg er en del fartøyer som fisker på pelagiske bestander organisert i foreningen Pelagisk Fiske.

Norges Kystfiskarlag organiserer rundt 700 medlemmer fordelt over hele landet, og har en rekke lokallag langs kysten. Organisasjonen tilbyr medlemskap for mannskap og fartøyeiere i kystflåten.[145]

5.5.2 Store fartøy står for mye av verdien og utslippene for fiskefartøy

Det er ingen skarpe skillelinjer eller inndelinger mellom fartøyenes størrelse, fangstredskap, hvor de driver fiske, og hvor de er organisert. Inndelingen av næringen, i fartøyer etter størrelse og driftsmønster, følger likevel noen hovedtrekk:

- Kystfiskeflåten, som blant annet omfatter sjarkflåten, driver fiske i fjorder og kystnære farvann. Fartøyene har vanligvis et mannskap på 1-2 personer.
- Stor-kystfiskeflåten driver fiske i fjorder og kystnære farvann, men kan også gå ut på havet, for eksempel i områdene rundt Bjørnøya og Svalbard, avhengig av hva det fiskes etter. Fartøyene har vanligvis et mannskap på 4-5 personer.
- Havfiskeflåten driver hovedsakelig fiske utenfor 12 mil-sonen. Dette er store fartøyer, med mannskap på 10-30 personer.

Tabell A 8 Oversikt over antall og innenriks utslipp fra fiskefartøy (2018) AIS-data [146]. Kilde: DNV GL[147].

Fartøyskategori	Antall fartøy med AIS (2018)	Innenriks CO_2-utslipp (mill. tonn) (2018)
Fiske	979	0,93

[143] Norges fiskarlag.
[144] Fiskebåt. Havfiskeflåtens organisasjon.
[145] Norges Kystfiskarlag.
[146] Utslippstall for fiskefartøy med AIS utstyr.
[147] DNV GL (2019). Reduksjon av klimagassutslipp fra innenriks skipstrafikk. Rapportnr 2019-0939. M-1626|2020. Oppdragsrapport for Miljødirektoratet.

Tabell A 9. Fartøyer og fangstverdi i den norske fiskeflåten per 2018. Kilde: Fiskeridirektoratet[148].

Den norske fiskeflåten i 2018				
Fartøystørrelser i meter	Antall fartøy	Fartøy prosentandel	Fangstverdi i 1000 kr	Fangstverdi i %
Under 11 m	4 909	82	2 456 232	12
11–15 m	655	11	1 744 030	9
15–21 m	116	2	639 770	3
21–28 m	103	2	1 231 862	6
28 m, eller over	242	4	13 917 104	69
Uspesifisert	-	-	55 939	-
Totalt	6 025		20 044 991	

Det er et stort avvik mellom den totale fiskeflåten og de fartøyene som dekkes i DNV GL sin AIS-statistikk og som samtidig bruker mer enn 80 prosent av tiden i norske farvann. I 2018 var dette kun 374 fartøyer.

De siste 30 årene har reguleringen av norsk fiske gått fra å være tilnærmet fritt fiske, til en situasjon der fiskeriene er kvoteregulert. For de viktigste kommersielle fiskeriene er det et krav for deltakelse at reder og fartøy har særskilt løyve i form av konsesjon i havfiskeflåten, eller deltakeradgang i kystfiskeflåten.

For å tilpasse fiskeflåten til ressursgrunnlaget og å legge til rette for økt effektivitet er det innført frivillige strukturkvoteordninger. Den tilsiktede konsekvensen av dette er en reduksjon i antallet fartøy som deltar i det regulerte fisket, og på denne måten tilpasse kapasiteten til kvotegrunnlaget.[149] Antall fiskefartøy har falt fra over 17 000 fartøyer i 1990 til ca. 6 000 i 2018, men installert motorkraft per fartøy har imidlertid økt i samme periode. Det betyr at antall fartøy har blitt redusert, men fartøyene har blitt større og mer effektive. Antallet aktive fiskere er også kraftig redusert.[150] Resultatet av forvaltningen av fiskebestandene og den gjennomførte strukturingen av fiskeflåten, er at fangsteffektiviteten per fisker har økt fra 6-7 tonn per år i 1945 til over 200 tonn per år i 2018. Økningen er spesielt tydelig i perioden etter 1990. Gjennom diverse strukturtiltak er den norske fiskeflåten i stor grad tilpasset en forsvarlig høsting av bestandene norske fiskere utnytter.[151]

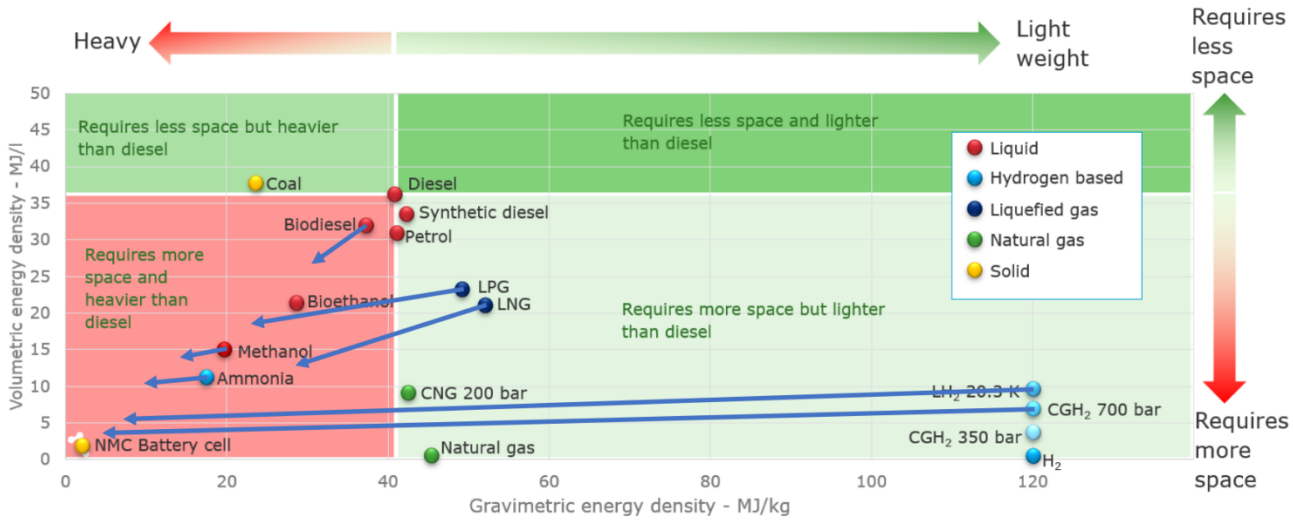
5.6 Alternative drivstoff

Bruk av nye energibærere kan reduserte utslipp av klimagasser innenfor skipsfarten. Noen energibærere vil passe i et bredt spekter av segmenter, mens andre bare er aktuelle for noen få. Det tekniske mulighetsrommet for ulike energibærere vil i stor grad være avhengig av størrelsen,

[148] Fiskeridirektoratet. Fartøy i merkeregisteret.
[149] Klimautvalet for fiskeflåten (2019). Klimatiltak og virkemiddel i fiskeflåten. Rapport fra et partssammensatt utvalg om klimavirkemidler i fiskerinæringa.
[150] Fiskeridirektoratet. Fartøy i merkeregisteret.
[151] Fiskeridirektoratet (2019). Årsrapport 2018.

energibehov og operasjonsmønster på skipet. I tillegg er det en rekke spesifikke barrierer knyttet til de ulike energibærerne.

Energibærerne har gitte fysiske egenskaper man må ta hensyn til ved vurderingen av egnetheten som alternativ til konvensjonelle drivstoff som MGO, MDO eller HFO.[152] Se Faktaboks A 15 for mer om ulike energibærere. Et skip kan ikke være for tungt, og drivstoffet kan ikke ta for mye plass fordi det går på bekostning av plass til gods eller passasjerer man skal frakte. I tillegg kan det være teknologisk usikkerhet eller regulatoriske barrierer. For eksempel må skip som skal benytte hydrogen som drivstoff tilfredsstille IMOs krav til drivstoff med lavt flammepunkt. Inntil det etableres preskriptive regler for hydrogen, vil en gjennomføre en "alternativ design-prosess" for å dokumentere likeverdig sikkerhetsnivå før godkjenning. Dette kan være en omfattende prosess.



Figur A 35. Energitetthet for ulike drivstoff. Figuren viser hvor stor plass og hvor mye vekt de ulike energibærerne tar. De blå pilene indikerer hvor energibærerne ender opp dersom man tar hensyn til lagringsmediet (f.eks. vekt og plass inkludert drivstofftanker). Kilde: DNV GL[153]

Energibærere

Gravimetrisk og volumetrisk energitetthet angir hvor mye vekt og volum en gitt energimengde har. Dette er viktig for flyteegenskaper og framdrift i mange fartøysegmenter. Diesel har både høy gravimetrisk og volumetrisk energitetthet. Batterier vil ha mindre energi per kilo sammenlignet med for eksempel LNG. En utfordring med batteriteknologi på skip vil derfor være den iboende lave volumetriske og gravimetriske energitettheten.

Energibærerne kan framstilles på ulike måter og energibærerne kan kombineres. For eksempel kan man bruke både LNG og batterier i samme fartøy. Kombinasjon av energibærere kan være en fordel og en nødvendighet i mange tilfeller. Spesielt i en tidlig teknologiutviklingsfase kan det være en fordel, og muligens en forutsetning, å ha en konvensjonell eller annen driftssikker energibærer som reserveløsning.

Både hydrogen, ammoniakk, biodrivstoff og elektrisitet kan framstilles fra både fornybare kilder og ikke-fornybare kilder. LNG er et fossilt drivstoff, men kan redusere CO_2-utslippene noe sammenlignet med andre

[152] MGO = marin gassolje, MDO = marin dieselolje/tungdestillat, HFO = heavy fuel oil/tungolje. MGO er det mest brukte drivstoffet i innenriks sjøfart.

[153] DNV GL (2019). Alternative Fuels Online Conference. Session 4: Comparison of alternative marine fuels - options and limitations.

fossile energibærere. De ulike energibærerne kan benyttes i forbrenningsmotorer, brenselceller, batterisystemer og i kombinasjoner.

Hydrogen
Når hydrogen er produsert kan det brukes til å konvertere den kjemiske energien til elektrisitet i en kjemisk prosess uten forbrenning, dette kan gjøres gjennom en brenselcelle. Polymer brenselceller (PEMBC) er den mest utbredte brenselcelleteknologien i dag og har en energieffektivitet mellom 35-70 prosent.

Hydrogenet kan lagres i komprimert eller flytende form. Ved komprimert hydrogen er hydrogenet fortsatt i gassform og dess høyere trykk gassen oppbevares under dess mer hydrogen kan oppbevares i en tank. For eksempel kan man oppnå en lagringstetthet på 20 kg/m^3 ved 300 bars trykk eller 40 kg/m^3 ved 700 bars trykk. Å opprettholde høyere trykk krever mer energi, slik at når man skal bestemme tanktrykk og -volum vil det være en avveining mellom investeringskostnader for tilstrekkelig lagringsvolum og kostnader forbundet med lagring.

For at hydrogenet skal bli flytende må det kjøles ned til ca. -253 ºC (20 ºK) i atmosfærisk trykk. Flytende hydrogen har en mye høyere lagringstetthet, 71 kg/m^3. Det kreves vesentlig mer energi til å produsere flytende hydrogen enn komprimert. Det betyr også at det er dyrere, men kan ha betydelige storskalafordeler. Det er i dag lite erfaring med flytende hydrogen i Norge, men hydrogenfergen som skal settes i drift på sambandet Hjelmeland – Skipavik – Nesvik i Rogaland i 2021 under Statens vegvesens utviklingskontrakt vil benytte flytende hydrogen.

Ammoniakk
Ammoniakk er en gass ved normale temperaturer og atmosfærisk trykk, men blir flytende ved 10 bars trykk og 25 ºC, eller -33 ºC og atmosfærisk trykk. Flytende ammoniakk har høyere energitetthet enn i gassform. Ammoniakk kan både brukes direkte som drivstoff, men også ha funksjon som hydrogenbærer, i stedet for å lagre hydrogen direkte. Flytende, vannfri ammoniakk har 50 prosent høyere hydrogentetthet enn flytende hydrogen. Ammoniakk krever derfor mindre lagringsplass om bord og kan bli vurdert som et transportmiddel for frakt av hydrogen.

Ammoniakk kan brukes i flytende form direkte i en forbrenningsmotor, eller det kan benyttes i en brenselcelle som lager strøm til en elektromotor. Her kan man da enten reformere ammoniakk til hydrogen som benyttes i brenselcellen, eller bruke ammoniakk direkte i en brenselcelle. Sistnevnte er på forskningsstadiet.

Det er i dag ingen forbrenningsmotorer eller brenselceller uten tekniske tilpasninger på markedet som kan bruke ammoniakk, men det foregår utviklingsarbeid som innen få år er ventet å gi motorer som kan benytte ammoniakk. Motorprodusenter rapporterer at motorer klargjort for ammoniakk kan være på markedet tidligst innen tre år. En av utfordringene med forbrenning av ammoniakk er forbrenningsegenskapene og utslipp av NOx. I tillegg er ammoniakk giftig og korrosivt.

Ammoniakk har høyere energitetthet enn hydrogen, og er relativt rimelig å lagre. Dette kan gjøre ammoniakk til et økonomisk gunstig alternativ for lengre seilaser.

LNG
Flytende naturgass (LNG) kan bidra til reduksjon av CO_2, NO_X, SO_X og partikler. LNG er et av de mest utbredte alternative drivstoffene i dag. Når naturgass kjøles ned til -162 ºC går den fra gassfase til væskefase. Volumet på gassen reduseres betraktelig og det betyr at man kan få med seg mer energi på et skip, enn om gassen er i gassform.

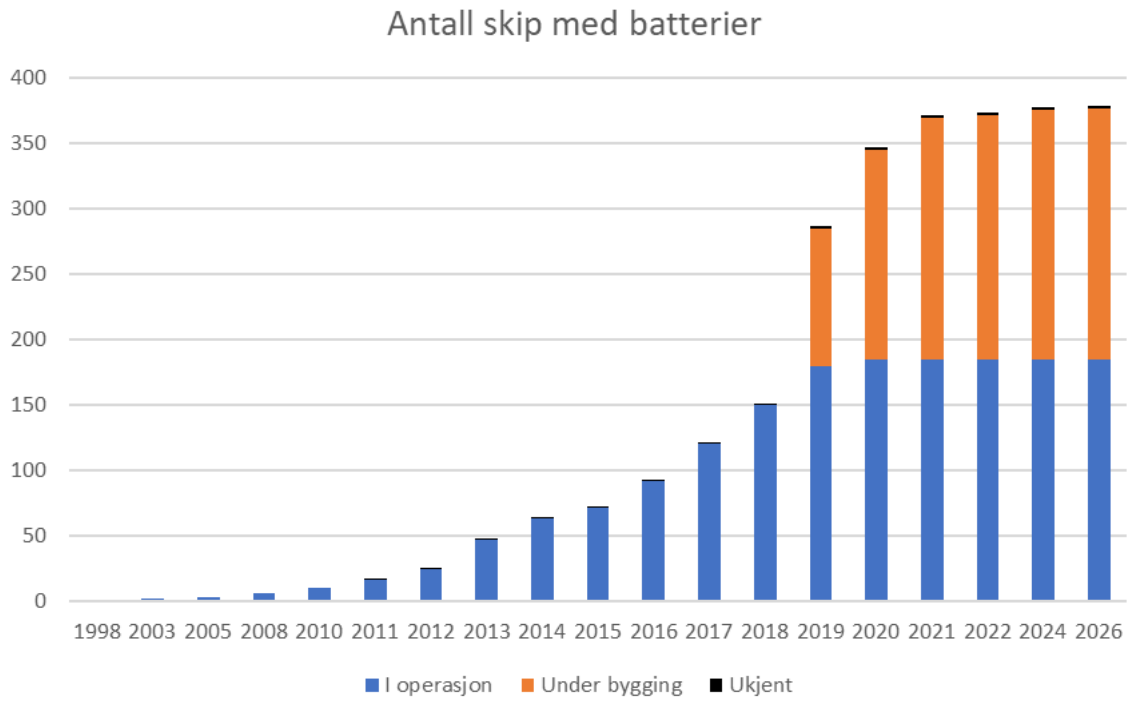
Faktaboks A 15. Energibærere.

Batterier en kjent teknologi, men er under stadig utvikling. Batterier til bruk i maritim sektor har vært mindre utbredt, men bruken har økt betraktelig de siste årene (Figur A 36). Batterier kan bidra til å redusere klimagassutslipp på flere måter:

- Framdrift: Batterier kan brukes som skipets "drivstoff" og kan kjøre en elektromotor som driver en propell og skaper framdrift.

- Reserveløsning: Batteriene brukes som en reserve for generatorer. Man har mindre behov for å ha generatorer kjørende som reserve. Det kan også være en generell reserve ved nødstilfeller.
- Effekttoppkutt: Energien fra batteriene kan brukes til å kutte effekttopper fra motorene. Batteriet blir en buffer og balanserer effekten fra motorene.
- Optimering: Batteriene kan bidra til å optimere operasjonen til generatorene, noe som kan redusere vedlikehold.
- Regenerativ effekt: Man kan gjenvinne energi fra løfteoperasjoner fra kraner, driller og lignende.

Ifølge Maritime Battery Forum[154] er det, per november 2019, 185 skip i drift globalt med batterier om bord som utfører ulike deler av operasjonen til fartøyet. 67 av disse har Norge som driftsområde. Globalt er det ytterligere 185 skip med batterier ligger i ordreboken, og det forventes at dette tallet vil stige. En betydelig andel av disse skipene er forventet å operere i norske farvann.



Figur A 36. Antall skip med batterier i operasjon og under bygging, per november 2019. Kilde: DNV GL[155]

Fartøyene kan driftes som rene batterifartøy, hybridfartøy eller plug-in hybrider og det vanligste i dag er som konvensjonelle hybrider. Rene batterifartøy har den høyeste utslippsreduksjonen ettersom fossile energikilder er fjernet.[156] Hybridfartøy bruker konvensjonell forbrenningsmotor (gass eller dieselmotor) til å lade opp batteriene underveis eller når det er gunstig. Plug-in hybridfartøy ligner på hybridfartøy, men de kan også lades opp ved kai via landstrømanlegg.

Batterier er tyngre og krever mer plass per mengde energi enn andre fossile alternativer (Figur A 7). Dette setter begrensninger for hvilke skip og hvor lange avstander man kan seile utelukkende med

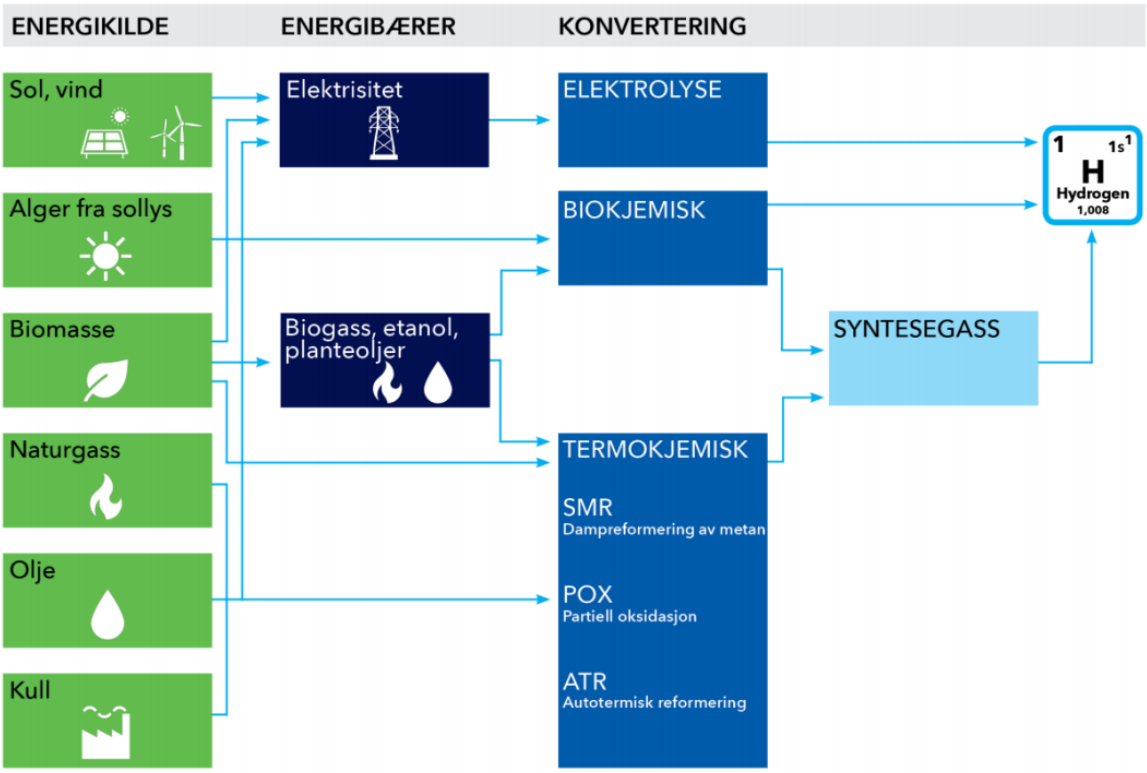
[154] DNV GL (2019). Alternative Fuels Insight platform. Data fra Maritime Battery Forum.
[155] DNV GL (2019). Alternative Fuels Insight platform.
[156] Alle fartøy har en tradisjonell motor om bord for redundans.

batterier som energibærer. Helelektrifisering (utelukkende batterier som energikilde) egner seg derfor med dagens batteriteknologi best til korte overfarter og til fartøy som har plass til batteriene. Ferger er spesielt godt egnet og elektrifiseringen av fergeflåten i Norge er godt i gang. Det forventes at det vil være rundt 80 batteriferger i drift i 2022, og det kan være opp mot 200 batteriferger i 2030.[157] Innenfor havbruk er det også gode muligheter for helelektrifisering. Også lasteskip med faste og korte avstander kan være aktuelle. Det er et potensial for utslippsreduksjoner via delelektrifisering (batterihybridisering), fordi batterier kan brukes på en rekke måter i alle fartøyskategorier, men det er bare aktuelt med helelektrifisering på et begrenset antall fartøy. Implementering i ulike fartøyskategorier utvikles kontinuerlig.

Per første kvartal 2019 var det 92 landstrømanlegg og 13 ladeanlegg for ferger i drift langs norskekysten.[158] DNV GLs evaluering av Enovas landstrømsatsing tyder på at kapasiteten ved en del av de etablerte landstrømanleggene ikke blir utnyttet fullt ut.[159] Dette ser i hovedsak ut til å skyldes manglende infrastruktur om bord på skipet.

Hydrogen

Hydrogen kan produseres på flere ulike måter, hvor de mest brukte metodene i dag er ved reformering av metanholdig gass, gassifisering av fossile brensler eller biomasse, og splitting av hydrogen fra vann via elektrolyse (Figur A 37). Produksjonen i Norge i dag er svært lav. Det produseres ikke flytende hydrogen i Norge i dag. I tillegg til produksjon må også infrastruktur for bunkring og distribusjon utvikles dersom hydrogen skal benyttes i skipsfarten.



Figur A 37. Produksjonsprosesser for hydrogen. Kilde: DNV GL[160] .

[157] Statens vegvesen (2019). Veien videre mot nullutslipp. Ferjekonferansen 2019.
[158] Kystverket. Kart over alternative drivstoff for sjøfarten.
[159] DNV GL, 2019. Evaluering av Enovas satsing på landstrøm. DNV GL-rapportnr. 2019-0114.
[160] DNV GL (2019). Synteserapport om produksjon og bruk av hydrogen i Norge. Rapportnr 2019-0039, Rev 1. Oppdragsrapport for Klima- og miljødepartementet og Olje- og energidepartementet.

Karbonfotavtrykket til produsert hydrogen varierer med produksjonsmetoden og energikilden. Ved produksjon via elektrolyse direkte fra norsk vannkraft er utslippet svært lavt. Ved reformering av naturgass er utslippene knyttet til produksjonen betydelig høyere, men kan reduseres dersom CO_2-utslippene fanges og lagres.

Hydrogen kan være aktuelt for flere skipstyper, men valg av energibærer må tilpasses og optimaliseres for de enkelte skip og rutenes energibehov og driftsprofiler. Det antas at ¾ av fergesambandene hovedsakelig vil kunne benytte seg av batterier.[161] De resterende sambandene kan være aktuelle for hybridløsninger med hydrogen og batterier. Når det gjelder hurtigbåter er det større krav til lav vekt, og hydrogen kan være mer aktuelt for en større andel av sambandene. For skip som bruker mye energi og har lange overfarter, gjerne internasjonalt, er det utfordrende for hydrogen å dekke energibehovet siden det tar mer plass og vekt enn dagens løsninger. En mulig løsning kan være bunkring underveis.

Utover fergesambandet i Rogaland, som skal driftes med en hydrogenferge i 2021, finnes det flere hydrogenprosjekter internasjonalt og nasjonalt. Pilot-E støtter flere hydrogenprosjekter: Prosjektet "HYBRIDskip" har som mål bygge om en eksisterende ferge til hydrogendrift; Hayvard Group ASA leder et prosjekt med ambisjoner om utslippsfri drift i verdensarvfjordene og deler av kystruten, med en kombinasjon av batterier og hydrogen; og Samskip AS skal utvikle containertransport basert på hydrogen. Flere konsortier som er med i Trøndelag fylkeskommune sin anbudskonkurranse for utslippsfritt hurtigbåtsamband har skissert hydrogen som energibærer. I tillegg vurderer også Viking Cruises et cruiseskip med brenselceller.

Forskning og utvikling på hydrogenløsninger som er relevante for skipsfarten støttes gjennom det statlige virkemiddelapparatet, blant annet gjennom ordningene Pilot-E, Forskningssenter for miljøvennlig energi (FME) og forskningsprogrammene ENERGIX og CLIMIT.

Ammoniakk

Det finnes i dag ingen bunkringsinfrastruktur for ammoniakk, men ammoniakk produseres i stor skala, hovedsakelig til gjødselformål. Fordelen med ammoniakk som energibærer er at det har høyere tetthet enn batterier og hydrogen. Det kan således være uten klimagassutslipp i både bruksfasen og i produksjonsfasen.

Kostnadene knyttet til bruk av ammoniakk om bord antas å være sammenlignbart med bruk av LPG, det vil si at kostnad for motoren er noe høyere enn for tradisjonell dieseldrift, samt merkostnader til lagringstanker. Kostnadene er imidlertid lavere enn for LNG.[162]

Ammoniakk er samlet sett vurdert til å være i en tidlig fase for eventuell bruk i skipsfarten men med stort potensial. Ettersom det ikke finnes skip som benytter energibæreren per i dag må det utvikles regelverk som dekker bruk om bord på skip. Et konsortium bestående av 14 europeiske selskaper, deriblant Eidesvik, Equinor, Prototech AS, Wärtsilä og NCE Maritime CleanTech fikk tidlig i 2020 støtte fra EUs forskingsprogram Horizon 2020, under Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking (FCH JU) til prosjektet ShipFC, der de skal teste bruk av ammoniakk i brenselceller på Viking Energy.[163] Planen er at det ombygde skipet skal seile på ammoniakk produsert fra elektrolyse i en testperiode på ett år fra 2024. Skipet driftes nå med LNG. Ammoniakk skal kunne dekke 60-70 prosent av

[161] Statens vegvesen (2019). Presentasjon for nærskipsfartsgruppen, Norges Rederiforbund, 18. sept. 2019.
[162] DNV GL (2019). Reduksjon av klimagassutslipp fra innenriks skipstrafikk. Rapportnr 2019-0939. M-1626|2020. Oppdragsrapport for Miljødirektoratet.
[163] NCE Maritime CleanTech (2020). Major project to convert offshore vessel to run on ammonia-powered fuel cell. 23.01.20.

energibehovet om bord under testperioden, mens skipet fortsatt vil kunne benytte LNG og resten med batterier. Det femårige prosjektet har et budsjett på 230 millioner kroner.

LNG (liquified natural gas – flytende naturgass)

DNV GL har beregnet at CO_2-utslippene ved bruk av LNG kan være fra litt høyere til om lag 25 prosent lavere enn ved konvensjonell dieseldrift. I gjennomsnitt forventer DNV GL 12 prosent reduksjon i utslipp av CO_2-ekvivalenter sammenlignet med MGO fram mot 2030. Utslippsregnskapet påvirkes blant annet av at det kan være utslipp av uforbrent metan fra skipene. Metan er en kraftig klimagass. Om man kombinerer LNG med batterier kan man redusere utslippene av metan, ettersom motoren kan opereres mer optimalt.

LNG kan være særlig aktuelt for skip med stort energibehov og lang avstand mellom havneanløp. Dette kan for eksempel være cruiseskip, gods- og bulkskip og offshorebåter. Det er over 32 cruiseskip globalt i ordre som planlegger å benytte LNG. Dette tilsvarer rundt en fjerdedel av ordreboken for cruiseskip.

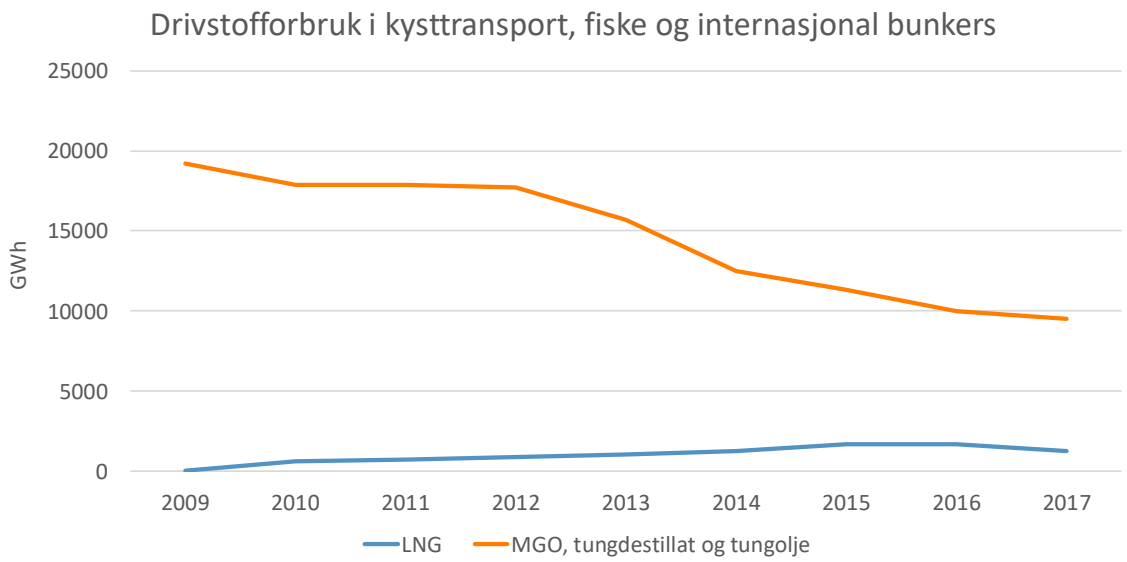
LNG brukes i dag som drivstoff i 66 skip i norske farvann[164], og det er i dag ti tankanlegg for bunkring av LNG i Norge.[165] Det er flest ferger og offshorefartøy som benytter LNG i dag (ca. 67 prosent av alle LNG-skip), men LNG benyttes i flere skipssegmenter. Blant annet benytter Fjordline LNG i to av sine bilferger som seiler til Danmark. I tillegg er det inngått to intensjonsavtaler om bygging av nye anlegg, og det planlegges et LNG-bunkringsfartøy til bunkring av Hurtigruten og Havila Kystruten i Bergen fra 2021. Noen LNG-skip er bygget med dual-fuel-motorer, slik at de kan benytte både LNG og MGO etter ønske.

For å oppnå ytterligere reduksjoner av klimagassutslippene ved overgangen til LNG, kan man benytte flytende biogass (LBG). LNG og LBG har de samme tekniske anvendelsesområdene, kan blandes og kan benyttes om hverandre på skip. Et av tiltakene i Klimakur 2030 er et omsetningskrav for biodrivstoff til sjøfart, der det antas at 900 GWh LBG benyttes i 2030.

I energivarebalansen til SSB er forbruket av LNG til kysttransport, fiske og internasjonal bunkers ca. 1 100 GWh i 2018, omtrent en tidel av forbruket av MGO, tungdestillat og tungolje, vist i Figur A 38. Til sammenligning er forbruket av LNG til innenriks bruk er ifølge AIS-dataene over 2 300 GWh. Dermed er det usikkerhet i det faktiske LNG-forbruket i norske farvann, som kan ha konsekvenser for hvor mye biogass som kan blandes inn i gassdrevne skip. SSBs tall er basert på en årlig undersøkelse om tilgang og forbruk av naturgass som sendes til alle leverandører av naturgass innenlands.

[164] Ifølge DNV GLs Alternative Fuels Insight platform er det, per oktober 2019, 66 skip som oppgir Norge som operasjonsområde.

[165] Kystverket. Kart over alternative drivstoff for sjøfarten.



Figur A 38. Forbruk av MGO, tungdestillat, tungolje og LNG i kysttransport, fiske og internasjonal bunkers, GWh. Kilde: SSB/Statistikkbanken.[166]

Figur A11 viser også hvordan energimengden fra MGO er halvert det siste tiåret. Dette kan skyldes at flere store båter bunkrer i utlandet, i tillegg til konjunktursvingninger i aktiviteten for innenriks sjøfart.

Biodrivstoff

Biodrivstoff omtales bredt i kapittel 14, mens vi her gir en oppsummering av tekniske aspekter som er spesifikt knyttet til bruk i sjøfart, fiske og havbruk. Biodiesel deles ofte i to typer etter produksjonsprosess. Den mest brukte FAME (fettsyre-metyl-ester) som ofte refereres til som førstegenerasjon biodiesel og HVO (hydrogenert vegetabilsk olje) som ligner mer på tradisjonell diesel.

Tekniske konsekvenser ved innblanding av FAME

En rekke tester med innblanding av FAME i diesel er gjennomført og generelt ser det ut til at de fleste marine dieselmotorer som kan bruke MGO også kan bruke MGO med inntil 7 prosent innblandet FAME (som et drivstoff i forbrenningen) uten at det kreves større tekniske modifikasjoner eller at det vil være motortekniske utfordringer om bord. I og med at FAME har andre egenskaper enn MGO/MDO kan innblanding av FAME kunne påvirke drivstoffsystemet om bord, og dermed driftssikkerheten til skipet. For å sikre driftssikkerheten må en rekke forholdregler følges. [167]

Tekniske konsekvenser ved innblanding av HVO

Det er ikke rapportert om tekniske utfordringer ved testing av HVO som drivstoff i skip, og det ser heller ikke ut til å være behov for tilpasninger i vedlikehold av tank, service og oljeskiftintervaller.[168]

[166] SSB/Statistikkbanken. Tabell 11562: Energivarebalanse. Tilgang og forbruk av ulike energiprodukter 1990 – 2018.

[167] Mer om innblanding av biodrivstoff finnes i Miljødirektoratets tidligere utredning om omsetningskrav i skipsfarten: Miljødirektoratet (2018). Kunnskapsgrunnlag for omsetningskrav i skipsfart.

[168] HVO har blitt benyttet uten utfordringer på flere fergestrekninger. Fram til Fjord1s konsesjon for driften av sambandet Hella-Dragsvik-Vangsnes i Sognefjorden ble avsluttet ved utgangen av 2019, benyttet fergene Sunnfjord, Lærdal og Selje 100 prosent HVO som drivstoff. Slikt biodrivstoff benyttes også av Torghatten Nords batterihybride ferger på sambandene Bognes-Skarberget og Drag-Kjøpsvik.

Tekniske konsekvenser ved innblanding av flytende biogass (LBG)

Det er ingen tekniske begrensninger ved å erstatte LNG i LNG-skip med LBG. Flytende biogass er helt lik sin fossile ekvivalent, flytende naturgass.

Andre energibærere

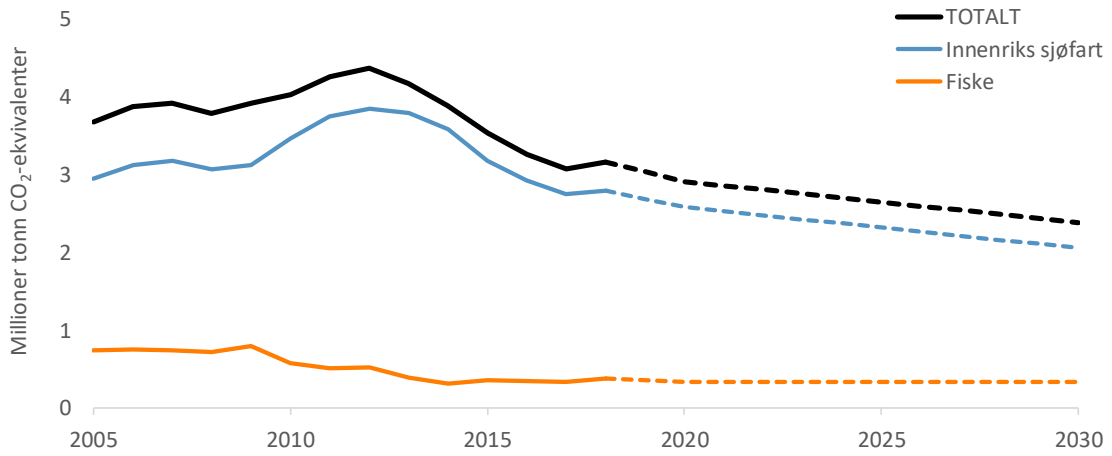
I tillegg til de energibærerne som er diskutert tidligere finnes det andre alternative drivstoff som kan være aktuelle, men som ikke er inkludert videre som tiltak i Klimakur 2030. DNV GL har begrenset sin analyse til et utvalg av energibærere (blant annet basert på tilgjengelig litteratur og analyser). Vi har i stor grad basert oss på DNV GL sitt utvalg av energibærere, men analysen er ikke uttømmende, og andre energibærere vil kunne være eller bli like gode alternativer. Dette gjelder blant annet metanol og andre syntetiske drivstoff.

Metanol kan brukes som drivstoff og kan produseres fra både naturgass og biomasse. Det er utarbeidet retningslinjer i IMO for bruk av metanol som drivstoff. Utenlandsfergen Stena Germanica går i fast rute mellom Gøteborg og Kiel og bruker biometanol som energikilde. I tillegg er det seks kjemikalieskip med norsk flagg som bruker metanol som drivstoff. I Kristiansund er det et bunkringsanlegg for metanol som i dag brukes til å forsyne offshoreplattformer, men NorSea Vestbase oppgir at fartøy kan bunkre metanol dersom det skulle være aktuelt.

5.7 Referansebanen

Alle tiltakene i Klimakur 2030 er beregnet med utgangspunkt i det nasjonale utslippsregnskapet fra SSB, som også er utgangspunktet for de norske klimaforpliktelsene. Når utslippsreduksjonspotensialet for et tiltak beregnes må det vurderes om tiltaket allerede (helt, eller delvis) er inkludert i den norske utslippsframskrivingen. Tiltaket må i så tilfelle nedjusteres for å sikre at utslippsreduksjonspotensialet ikke dobbeltelles i tiltak og i framskrivingene/referansebanen.

Referansebanen som ble publisert i forbindelse med Nasjonalbudsjettet for 2020 (NB2020) viser en nedgang i utslipp fra innenriks skipsfart og fiske mot 2030. Finansdepartementets framskriving er konsistent med SSBs utslippsregnskap, og bygger videre på utslippstrender de siste årene. Se Figur A 39 som viser klimagassutslipp fra innenriks sjøfart og fiske i perioden 2005-2030. Den nedadgående trenden i utslippene de senere årene kan skyldes flere ulike faktorer, som mer bunkring utenlands, energieffektivisering, skifte av energibærere og at skip er lagt i opplag, se Faktaboks A 16 om SSBs utslippsstatistikk.



Figur A 39. Referansebanen for innenriks sjøfart og fiske. Historiske utslipp og framskrivinger. 2005-2030. Kilde: SSB, Miljødirektoratet og Finansdepartementet (NB2020).

Utslippstall for sjøfart, fiske og havbruk

SSBs utslippsstatistikk omfatter utslipp fra drivstoff solgt i Norge til innenriks sjøfart og fiske. Statistikken viser at klimagassutslippene fra fiske og innenriks sjøfart har gått ned de siste årene, og lå på om lag 3,2 millioner tonn CO_2-ekvivalenter i 2018. Utslippene fra innenriks sjøfart har en estimert nedgang på 25 prosent fra 2018 til 2030, mens utslippene fra fiske er estimert å være forholdsvis konstante i perioden fram mot 2030. Utslippene i referansebanen er drøyt 2 millioner tonn CO_2-ekvivalenter fra innenriks sjøfart og 0,3 millioner tonn CO_2-ekvivalenter fra fiske i 2030.

Utslippene fra fiske og innenriks sjøfart fram mot 2030 tar utgangspunkt i framskrivinger av makroøkonomiske størrelser og vedtatte utslippsreduserende tiltak. Vekst i BNP i årene som kommer tilsier også en vekst innen aktiviteten i fiske og innenriks sjøfart framover. Det er forventet at transportbehovet øker, og det er en målsetning at en større del av transporten av gods skal gjennomføres med jernbane og sjøtransport, som innebærer en godsoverføring fra vei til sjø. Dette vil isolert sett øke utslippene fra sjøtransporten, mens det reduserer utslippene totalt sett. Det estimeres likevel en videre nedgang i utslippene fra 3,2 millioner tonn CO_2-ekvivalenter i 2018, til om lag 2,9 millioner i 2020 og nesten 2,4 millioner i 2030. Dette skyldes blant annet en forventet effektivisering i sektoren. Det kan være ved både teknisk-operasjonelle tiltak (energieffektivisering) og overgang til nullutslippsteknologi som vil skje med dagens virkemidler, for eksempel elektrifisering av ferger.

Aktiviteten i norsk økonomisk sone (NØS) målt i utseilt distanse har økt med 12 prosent fra 2013 til 2017. For passasjerfartøy har det vært en økning på 32 prosent, samtidig som det for offshore forsyningsskip var en reduksjon på 11 prosent. Disse tallene er basert på AIS-signaler hvor det ikke skilles mellom innenriks- og utenrikstrafikk. SSBs statistikk inneholder ikke informasjon om hvilke skipstyper og bruksområder som har redusert sine utslipp, og det er derfor vanskelig å si noe sikkert om årsaken til endringene. Mulige forklaringer er blant annet at mer av drivstoffet bunkrer utenlands, at mange skip har ligget i opplag etter oljeprisfallet i 2014, energieffektivisering, overgang til alternative drivstoff og økt bruk av landstrøm.

SSBs statistikk gir informasjon om utslipp av ulike klimagasser fordelt på innenriks sjøfart og fiske. Utslippene er også fordelt på to grupper energivarer: Naturgass og marine gassoljer. I henhold til denne statistikken var om lag 11 prosent av utslippene i 2018 fra bruk av naturgass. Resten var fra bruk av marine gassoljer. Til sammenligning var andelen naturgass rundt 1 prosent i 2005.

Faktaboks A 16. Utslippstall for sjøfart, fiske og havbruk.

I regjeringens handlingsplan for grønn skipsfart omtales regjeringens ambisjon om å halvere klimagassutslippene fra innenriks sjøfart og fiske innen 2030.[169] Analysene i handlingsplanen tar utgangspunkt i posisjonsdata for skip (AIS-data), og beregningene viste et utslipp på 4,8 millioner tonn i 2017, gitt at man inkluderer all skipsaktivitet mellom to norske havner. I forbindelse med Klimakur 2030 er det satt ut et oppdrag til DNV GL om å utrede mulige klimatiltak fram mot 2030. Rammen for DNV GLs analyse har vært femti prosent reduksjon i AIS-utslippene i tråd med handlingsplanen for grønn skipsfart. Utslippsberegningen handlingsplanen legger til grunn er betydelig høyere enn SSBs utslippsregnskap, som baserer beregningene på solgt mengde drivstoff til innenriks sjøfart og fiske, viste et utslipp på 3,0 millioner tonn CO_2-ekvivalenter i 2017, se Figur A 39.

DNV GLs tiltaksmodell inkluderer en framskriving som tiltakene knyttes mot. Utslippsframskrivingen i denne modellen er som nevnt basert på AIS-data. I tidligere versjoner av tiltaksmodellen, inkludert den som ble brukt i handlingsplanen for grønn skipsfart, har det ikke vært konsistens mellom disse utslippsframskrivingene og de offisielle utslippsframskrivnigene. Som en del av arbeidet med Klimakur 2030 har DNV GL i samarbeid med faggruppen oppdatert sin modell for å sikre konsistens

[169] Departementene (2019). Handlingsplan for grønn skipsfart. 20.06.19.

med de offisielle utslippsframskrivingene så langt det lar seg gjøre. For mer om dette, se Faktaboks A 18.

Resultatet av dette arbeidet er, for tiltak i alle andre fartøykategorier enn fiske, at det er vurdert at DNV GLs modell (etter korrigering for 80 % oppholdstid i Norge og inkludering av utslipp fra havbruksfartøy som ikke er utstyrt med AIS) gir utslippsreduksjoner som er sammenlignbare med avgrensningen i den offisielle referansebanen. Unntaket er teknisk-operasjonelle tiltak (energieffektivisering), der det er vurdert at en del av tiltakene er inkludert i referansebanen. Selv om det totale utslippet korrelerer godt med denne tilnærmingen er det usikkerhet i om plassering av utslipp i ulike skipssegmenter i DNV GLs analyse stemmer med fordelingen av solgt mengde drivstoff til ulike skipssegment, altså datagrunnlaget for det nasjonale utslippsregnskapet. Det gir igjen usikkerhet i utslippsreduksjonspotensialet for det enkelte tiltak.

For fiske har det ikke vært mulig å harmonisere historiske utslipp basert på AIS-data med historiske utslipp fra utslippsregnskapet. Utslippene fra fiske har vist en kraftig nedgang de siste årene, og framskrivingen fra Finansdepartementet er i hovedsak en videreføring av dagens nivå. DNV GLs modell antar også en relativt flat utvikling framover, men på et betydelig høyere nivå. Tiltakene DNV GL har utredet for fiske er derfor nedskalert for å bedre samsvare med de offisielle framskrivingene.

DNV GLs analyse gir detaljert informasjon om skipssegmenter

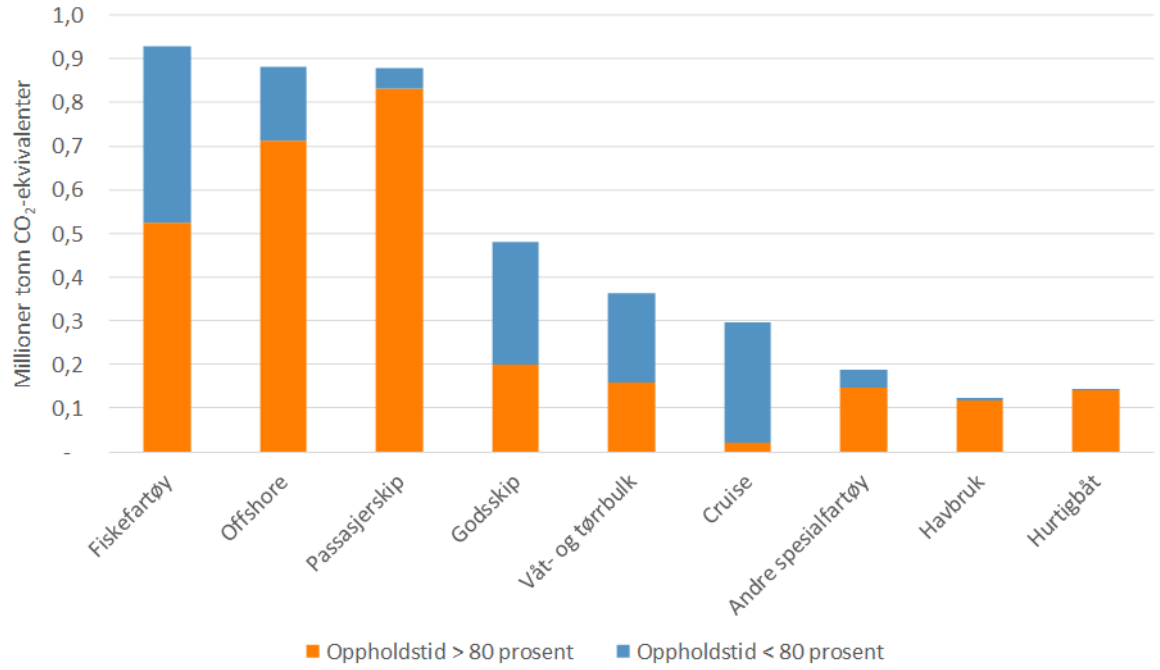
DNV GLs analyser er basert på posisjonsdata (AIS-data) og estimerer utslipp fra aktivitet og utslippsfaktorer for skip benyttet i innenriks sjøfart, uavhengig av om det er bunkret i eller utenfor Norge. Utslippsnivået er derfor vesentlig høyere enn i SSBs statistikk. Ulik avgrensning gjør også at utslippene kan vise forskjellig utvikling over tid.

DNV GL har oppdatert sin framskriving med utgangspunkt i AIS-data for 2018. Antagelser om framtidig aktivitetsvekst er gjort for hovedgrupper av skip, det vil si på et mer detaljert nivå enn i referansebanen. Tiltak som allerede er vedtatt er inkludert i DNV GLs referansebane. Dette omfatter blant annet fergesamband hvor det er inngått kontrakter med krav om minimumsutslipp av klimagasser, samt Kystruten hvor det for perioden 2021-2030 er stilt krav om minimum 25 prosent lavere klimagassutslipp enn i forrige avtaleperiode. Internasjonale energieffektiviseringskrav (EEDI-krav) er inkludert i referansebanen for lasteskip. For øvrige skipstyper er energieffektiviseringstiltak inkludert i referansebanen dersom de er bedriftsøkonomisk lønnsomme med en investeringshorisont på 5 år.

Skjerpede krav knyttet til utslipp av SO_X (0,1 % i Nordsjøen/0,5 % globalt fra 2020) og NO_X (tier III-krav i Nordsjøen for nye skip fra 2021) er også inkludert i modellen som beregner referansebanen. Dette medfører i stor grad økning av antallet LNG-skip i modellen.

I sin analyse beregner DNV GL et utslipp på 4,3 millioner tonn CO_2 i 2018, og 3,9 millioner tonn i 2030, en nedgang på 9 prosent. Mesteparten av nedgangen skyldes reduserte utslipp fra passasjerskip.

DNV GLs analyse er avgrenset til utslipp fra seilaser mellom to norske havner, i henhold til avgrensningen i det nasjonale utslippsregnskapet. I tillegg deles utslippene inn etter hvor mye av tiden skipene tilbringer i norske farvann. For mange av segmentene domineres innenriksutslippene av de skipene som i hovedsak er i norske farvann igjennom året. DNV GL trekker fram fiskefartøy, godsskip, våt- og tørrbulkskip og cruisefartøy som unntakene. I sum utgjør utslippet fra skip som befinner seg mer enn 80 prosent av tiden i norske farvann ca. 70 prosent av samlede innenriks utslipp.



Figuren over viser utslipp av CO_2 fra innenriks sjøfart i 2018 fra DNV GLs analyse, etter skipstype og oppholdstid i norske farvann (NØS). Av totalt nesten 4,3 millioner tonn CO_2-ekvivalenter ble litt over 20 prosent sluppet ut av fiskefartøy, mens resten kom fra innenriks sjøfart. Innen kategorien innenriks sjøfart er det offshore skip og passasjerskip som står for brorparten av utslippene. Figuren viser også at om lag en tredjedel av utslippene kommer fra skip som oppholder seg mindre enn 80 prosent i norsk økonomisk sone. I tillegg til utslippene som er vist i figuren kommer utslipp ved havneligge, med et beregnet utslipp på 1,2 millioner tonn. Dette estimatet inkluderer også havneutslipp fra fartøy i utenrikstrafikk.

Faktaboks A 17. DNV GLs analyse gir detaljert informasjon om skipssegmenter.

Bruk av AIS-data med den offisielle referansebanen

For å kunne gjøre en vurdering av hva resterende utslipp vil være etter tiltak er det viktig at det er samsvar mellom referansebanen og utgangspunktet for tiltaksanalysen. Innen sjøfart, fiske og havbruk har dette vært en utfordring, fordi DNV GLs analyser og SSBs utslippsregnskap viser svært forskjellige utslipp fra sektoren. Denne faktaboksen beskriver hvordan dette er håndtert i Klimakur 2030.

DNV GLs referansebane kan deles inn etter hvor mye av tiden fartøyene tilbringer i norske farvann. For mange av segmentene domineres utslippene av de skipene som i hovedsak er i norske farvann igjennom året. I tiltaksanalysen har DNV GL tatt utgangspunkt i skip i innenriks sjøfart som oppholder seg mer enn 80 prosent av tiden i norske farvann. DNV GL påpeker at siden innenriks utslipp domineres av et begrenset antall skip er det mulig å oppnå god effekt av tiltak på relativt få skip, og med tiltakskostnader som er lavere enn om tiltakene ble satt på skip med svært lave bidrag til innenriks utslipp. Samtidig vil skip som i hovedsak oppholder seg i norske farvann være lettere å påvirke gjennom virkemiddelbruk fra norske myndigheter. I Klimakur 2030 er det antatt at det i hovedsak er disse skipene som fyller drivstoff i norske havner, og som dermed også er inkludert i SSBs statistikk.

I analysen har vi tatt utgangspunkt i DNV GLs analyse av skip som går i innenriks sjøfart (mellom to norske havner), og som også tilbringer mer enn 80 prosent av tiden i norske farvann. DNV GLs analyse dekker bare utslipp fra skip som er utstyrt med AIS-sender. Særlig innen havbruk er det en del fartøyer som ikke har AIS-

sender, og som derfor ikke fanges opp i utslippsberegningen. Vi har lagt til et estimat for hvor mye dette utgjør. DNV GL har beregnet utslipp fra landligger/havneligge til å utgjøre 1,2 millioner tonn CO_2. Dette tallet omfatter imidlertid både innenriks og utenriks sjøfart, og for innenriks sjøfart for alle fartøyer uavhengig av hvor mye av tiden de oppholder seg i norske farvann. Vi har trukket fra et estimat av utslipp fra landligge for utenriks sjøfart og innenriks sjøfart fra fartøyer som tilbringer mindre enn 80 prosent av tiden i norske farvann.

Men dette som utgangspunkt har faggruppen vurdert at utslippsreduksjonspotensialet for tiltakene innen innenriks sjøfart og havbruk kan benyttes i analysen uten ytterligere justering for å få samsvar med referansebanen. Dette utgjør da nullalternativet for innenriks sjøfart og havbruk i tiltaksanalysen. Nullalternativet ligger 4 prosent høyere enn SSBs utslippsregnskap for 2018, og 19 prosent høyere enn Finansdepartementets framskriving for 2030. Dette er vesentlig mindre enn forskjellen mellom estimatet i Handlingsplan for grønn skipsfart og SSBs utslippsregnskap, der utslippene fra førstnevnte var nesten dobbelt så høye som i sistnevnte i 2017. Forskjellen representerer likevel en betydelig usikkerhet i analysen.

Mens Finansdepartementets referansebane framskriving viser en reduksjon i utslippene på 26 prosent fra 2018 til 2030, viser vårt nullalternativ en reduksjon på 16 prosent. Forskjellen i trend er delvis ivaretatt ved at utslippsreduksjonspotensialet for teknisk-operasjonelle tiltak (se tiltak S01 i vedlegg I) er nedskalert under en antagelse om at Finansdepartementets framskriving har lagt til grunn mer energieffektivisering enn DNV GLs framskriving.

For tiltak i alle andre fartøykategorier enn fiske antas at utslippsreduksjoner i DNV GLs referansebane (etter korrigering for 80 % oppholdstid i Norge og inkludering av andre havbruk-utslipp) tilsvarer samme utslippsreduksjon som i Finansdepartementets framskriving, med unntak av teknisk operasjonelle tiltak. For fiske er det vesentlige forskjeller i referansebanen, og tiltakene er skalert for å ta hensyn til denne forskjellen.

Faktaboks A 18. Bruk av AIS-data med den offisielle referansebanen.

5.8 Utslippsreduksjonspotensialet

DNV GL har på oppdrag fra faggruppen i Klimakur 2030 utredet mulige tiltak for å redusere utslippene fra sjøfart, fiske og havbruk.[170] Tiltakene omfatter teknisk-operasjonelle tiltak, fartsreduksjon og overgang til andre energibærere for skipenes framdrift. Energibærere som er vurdert omfatter plug-in hybrid, hydrogen, ammoniakk og LNG. I tillegg er utslippsreduksjonspotensialet ved landligge i havner vurdert, og innblanding av flytende biodrivstoff og biogass. I oppdraget skulle DNV GL vurdere teknisk mulige utslippsreduksjoner, men en fullstendig vurdering av mulige virkemidler ikke en del av oppdraget.

I DNV GLs analyse er tiltakene først utredet enkeltvis, og deretter satt sammen til en tiltakspakke for at beregnet utslippsreduksjonspotensialet skal kunne summeres mellom tiltak. Dette er nødvendig fordi flere tiltak potensielt kan gjennomføres på samme fartøy/segment, og det derfor er overlapp mellom de enkelte tiltakene. DNV GLs tiltakspakke kan sees på som ett av flere mulige scenarioer for å oppnå ønsket utslippsreduksjon. Andre kombinasjoner av teknologi/drivstoff innen et segment kan være like aktuelle. Til sammen består tiltakspakken fra DNV GL av 25 ulike tiltak. Utslippsreduksjoner innen en skipstype oppnås med flere ulike teknologier/drivstoff, og det er også usikkerhet i antallet skip som vil være tilgjengelige for tiltak i hver skipstype. I den videre analysen av tiltakene innen sjøfart, fiske og havbruk er tiltakene samlet i mer overordnede grupper, i hovedsak etter skipstype.

Tiltakenes utslippsreduksjonspotensial er vurdert i lys av underliggende utvikling i aktivitet og forventet utvikling i energieffektivisering og innfasing av null- og lavutslippsteknologier gitt dagens virkemidler (referansebanen). Faggruppen for Klimakur 2030 har i etterkant av DNV GLs analyse

[170] DNV GL (2019). Reduksjon av klimagassutslipp fra innenriks skipstrafikk. Rapportnr 2019-0939. M-1626|2020. Oppdragsrapport for Miljødirektoratet.

vurdert innretning på tiltakene, utslippsreduksjonspotensialet og innfasing i lys av kunnskap om mulige virkemidler.

Utslippsreduksjonspotensialet er underlagt en rekke forutsetninger. Innfasingstakten av nye teknologier er av stor betydning. Mange skip har levetid på 30-40 år, og mange av skipene som seiler i dag vil også seile i 2030. Det finnes tiltak som treffer disse skipene, men effekten vil ofte være en forbedring i effektivitet snarere enn en nullutslippsløsning. Teknisk-operasjonelle tiltak er et annet eksempel på dette. Retrofit[171] og overgang til andre energibærere er også mulige løsninger, men det er en høyere tiltakskostnad forbundet med retrofit sammenlignet med merkostnaden i et nybygg. I en tidsramme mot 2030 er det imidlertid begrenset hvor mange nye skip som skal bygges. Flere av skipene er også allerede planlagt med til dels eksisterende teknologi.

Det er ikke utredet tiltak for militære fartøy i Klimakur 2030.

5.8.1 DNV GLs utgangspunkt for analysen

Rammen for DNV GLs analyse har vært femti prosent reduksjon i AIS-utslippene i tråd med handlingsplanen for grønn skipsfart, men denne rammen har ikke vært førende for faggruppens videre bearbeiding av tallmaterialet. DNV GL har i så måte utredet en teknisk gjennomførbar tiltakspakke uten en fullstendig vurdering av om dette er innenfor hva som er oppnåelig med tilgjengelige virkemidler.

DNV GL har lagt følgende kriterier til grunn når tiltakspakken er valgt ut.

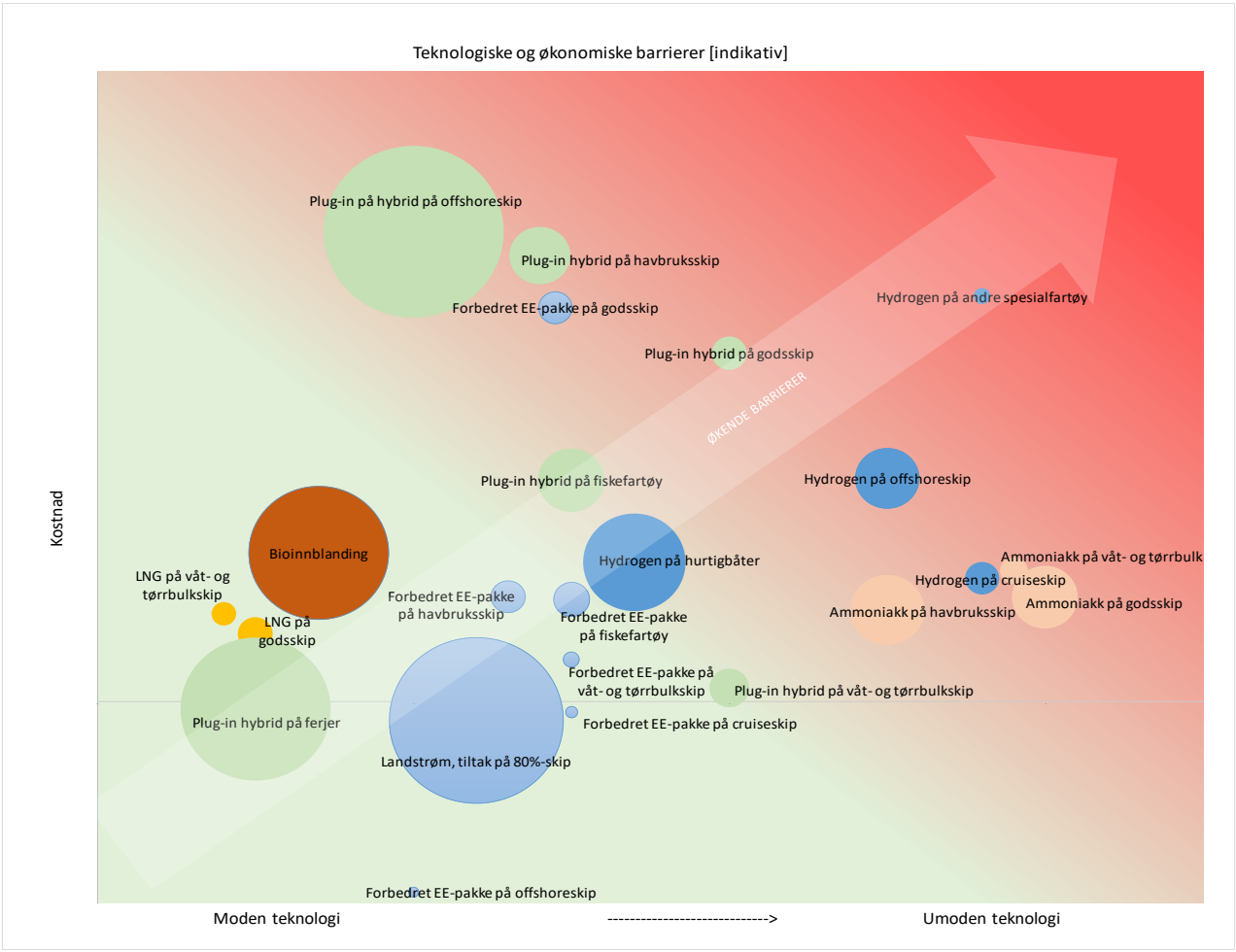
- Tiltakspakken må redusere innenriks CO_2-utslipp i 2030 med 50 prosent fra dagens nivå (2018) basert på AIS-data.
- Tiltakene må i så stor grad som mulig være realistisk gjennomførbare, med tanke på teknologisk modenhet, tilgjengelighet av drivstoff, og andre barrierer.
- Tiltakene må ha lavest mulig samfunnsøkonomisk tiltakskostnad.

Pakken krever omfattende bruk av flytende avansert biodrivstoff og biogass for å treffe ambisjonen om 50 prosent utslippsreduksjon. Totalt gir tiltakene i DNV GLs analyse en reduksjon på 1,7 millioner tonn i 2030, utover det som allerede ligger i referansebanen.

I tillegg har DNV GL utredet landstrøm som eget tiltak for alle aktuelle segmenter, med et samlet utslippsreduksjonspotensial for perioden 2021-2030 på 2,9 millioner tonn.

Figur A 40 gir en indikasjon på hvilke tiltak som faggruppen vurderer å ha de største barrierene knyttet til kostnad og modenhet i teknologi. Figuren viser størrelsen på tiltakene (før nedjustering) og korresponderende samfunnsøkonomisk tiltakskostnad basert på DNV GLs tiltakspakke. Vi har skjønnsmessig plassert tiltakene langs en akse fra moden til umoden teknologi, der de teknologiene vi ser i drift i dag er definert som moden teknologi. Modenheten til plug-in tiltak vil avhenge av graden av hybridisering, og må her ses på som indikativ. Modenheten til EE-tiltakene er også usikker.

[171] Retrofit er en den engelske betegnelsen for ombygging av skip.



Figur A 40. Oversikt over størrelsen på de ulike skipstiltakene fra DNV GLs analyse, tiltakskostnader og faggruppens vurdering av teknologisk modenhet

5.8.2 Justeringer av utslippsreduksjonspotensialet

Nedjusteringer av faggruppen har i hovedsak bestått av å:

1) Justere utslippsreduksjonspotensialene for å bedre samsvare med Finansdepartementets framskriving.
    a. Dette har medført at utslippsreduksjonspotensialene for fiske er betydelig nedjustert.
    b. Landstrømtiltaket er nedjustert for å ta hensyn til at utslipp fra havneligge også stammer fra skip i utenrikstrafikk.
    c. For de andre skipssegmentene er forskjellen mellom Finansdepartementets framskriving og DNV GLs referansebane mindre, og det er bare de teknisk-operasjonelle tiltakene som er nedjustert, under en antagelse om at 50 prosent av disse tiltakene allerede ligger inne i Finansdepartementets forutsetninger i referansebanen.

2) Vurdere innfasing av og størrelse på tiltakene i lys av identifiserte barrierer og virkemidler.

   a. Sammenlignet med DNV GLs analyse er innfasing av hydrogen- og ammoniakkskip forskjøvet tre år ut i tid.

   b. For de fleste fartøyskategoriene er plug-in hybridtiltak nedjustert med 50 prosent etter en vurdering av kostnadsbarrierene.

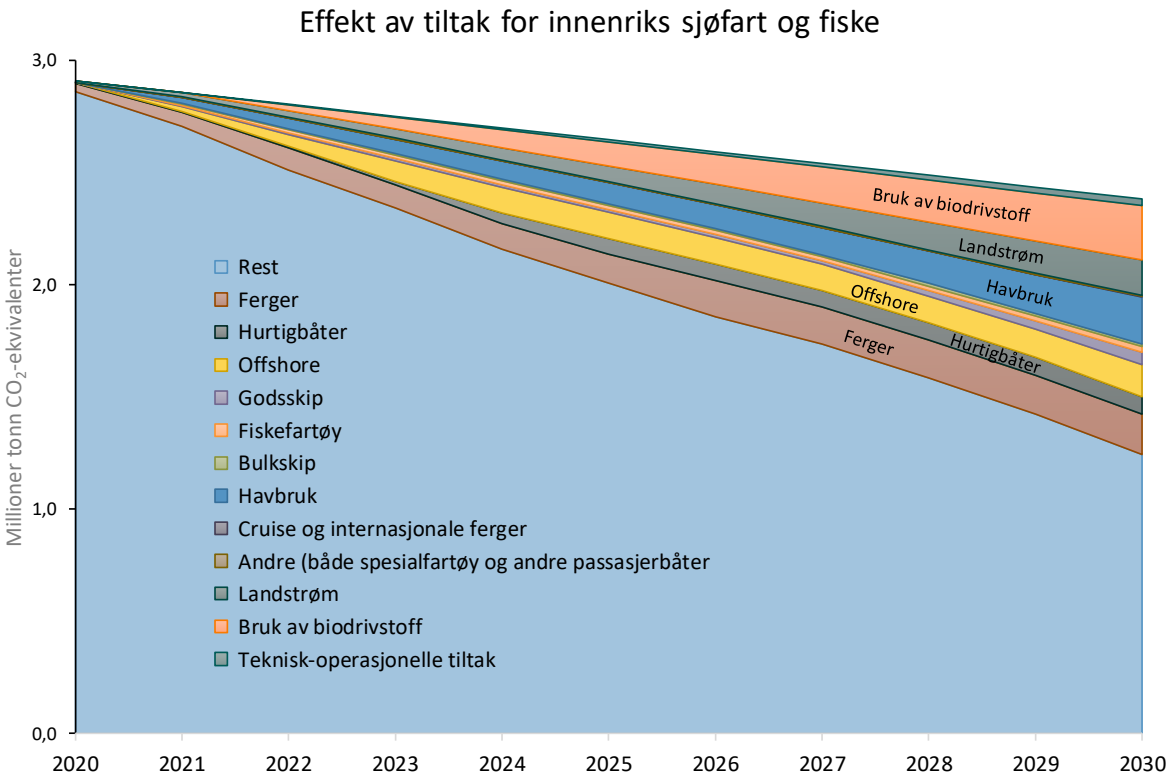
   c. For plug-in hybridtiltak på ferger og havbruksskip, og LNG-tiltakene er innfasing fra DNV GLs analyse beholdt, fordi dette anses som teknologisk modent.

Tabell A 10. Reduksjon av CO_2-utslipp (1 000 tonn) i 2030, per segment og per tiltak som er utredet.*

	Andre spesial-fartøy	Cruise	Fiske-fartøy	Gods-skip	Havbruk	Hurtig-båt	Off-shore	Passasjer-skip/ferge	Våt- og tørrbulk	Totalt
Ammoniakk	-			42	47				0	**89**
Hydrogen	1	0				27	26	0		**54**
LNG				9					8	**17**
Plug-in hybrid	5	0,2	25	4	164	51	117	179	5	**550**
Forbedret EE-pakke	-	2	9	7	9		1	-	3	**31**
Totalt (uten innblanding av biodrivstoff)	**6**	**2**	**34**	**62**	**220**	**78**	**144**	**179**	**16**	**741**
Biodiesel Biogass										**241**
Landstrøm										**157**
Totalt										**1138**

** Plug-in er utredet for alle fartøyskategorier, mens det er utredet enten hydrogen eller ammoniakk. Alle mulige kombinasjoner for tiltak er ikke utredet. Dette er ingen indikasjon for at det ikke er aktuelt med disse energibærerne.*

Figur A 41 viser utslippsreduksjonspotensial etter faggruppens justeringer. De største utslippsreduksjonene oppnås ved tiltak på ferger, offshoreskip og innen havbruksnæringen. I tillegg er landstrøm og innblanding av biodrivstoff viktige tiltak. For mer om de ulike tiltakene se tiltaksark i vedlegg I.



Figur A 41. Utslippsreduksjonspotensialet for ulike fartøysegmenter, 2021-2030. Kilde: NB2020 og DNV GL (2019) og justert av faggruppen i Klimakur 2030.

I perioden 2021 til 2030 viser framskrivingen fra Finansdepartementet et samlet utslipp på nærmere 22,9 millioner tonn CO_2-ekvivalenter i innenriks sjøfart (inkludert deler av utslippene fra havbruk) og 3,3 millioner tonn i fiske. Totalt vil tiltakene kunne redusere utslippene med 7,5 millioner tonn. Dette inkluderer 0,9 millioner tonn fra tiltak som reduserer bruken av anleggsdiesel, som i utslippsregnskapet bokføres som egen utslippskilde.

Hvor mye utslippene vil reduseres i perioden varierer betydelig mellom fartøyskategorier. I den ene enden av skalaen finner vi ferger, hurtigbåter og havbruk. Her er det estimert at tiltakene vil kunne redusere utslippene med rundt 30 prosent i perioden. I den andre enden finner vi cruise og internasjonale ferger, fiskefartøy og andre fartøy, i hovedsak spesialfartøy, der utredede tiltak vil redusere de samlede utslippene med under fem prosent.

I tillegg til utslippsreduksjonene beskrevet over kommer noen reduksjoner som ikke regnes inn i sjøfart, fiske og havbruk i utslippsregnskapet. Dette gjelder anleggsdiesel til havbruk, med et utslippsreduksjonspotensial på 0,9 millioner tonn CO_2-ekvivalenter i 2021-2030. Disse utslippsreduksjonene inngår i det overordnede regnestykket for Ikke-veigående maskiner og annen transport (kapittel 6), men fordi virkemidlene i stor grad vil være de samme som for andre tiltak innen sjøfart, fiske og havbruk er tiltaket omtalt sammen med andre tiltak i denne sektoren (tiltaksark S09 i vedlegg I).

Måloppnåelse for Handlingsplan for grønn skipsfart avhenger av hva man måler mot

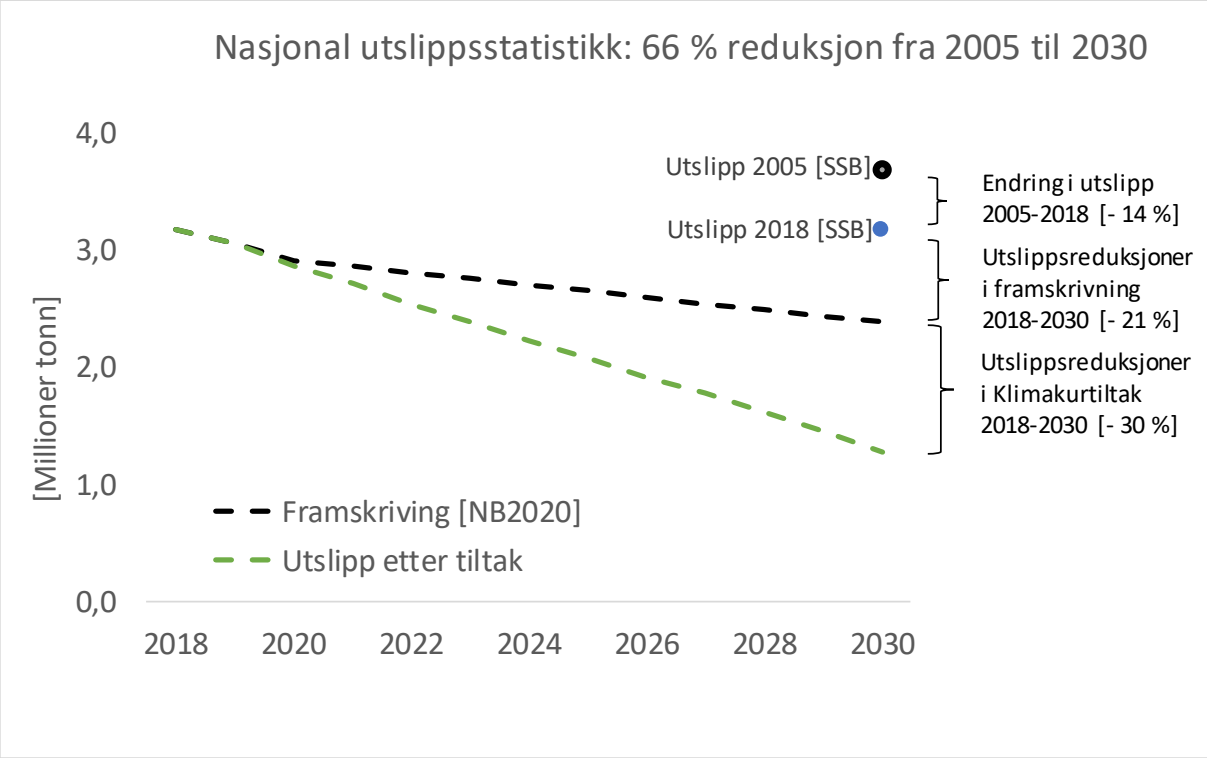
I handlingsplanen for grønn skipsfart er det satt et mål om 50 prosent reduksjon i utslippene fra innenriks sjøfart og fiske innen 2030. Det er ikke spesifisert hvilket år måloppnåelse skal vurderes i forhold til, og det framgår ikke tydelig hvilken avgrensning av utslippene målet er satt i forhold til.

Handlingsplanen tar utgangspunkt i utslippsberegninger basert på AIS-data, og omfatter alle innenriks utslipp fra skip mellom to norske havner.

Gitt at alle tiltakene som er utredet i Klimakur 2030 gjennomføres med den innfasingstakten som er lagt til grunn innebærer dette at AIS-utslippene i 2030 er 28 prosent lavere enn AIS-baserte utslipp i 2018. Tiltakene i Klimakur 2030 er utredet for skip som tilbringer mer enn 80 prosent av tiden i norske farvann, og den totale effekten av ett tiltak vil derfor kunne være noe høyere enn vist her.

Dersom man tar utgangspunkt i det nasjonale utslippsregnskapet og vurderer halveringsmålet i lys av Norges internasjonale forpliktelser der referanseåret er 2005, er bildet et annet. Med utgangspunkt i Finansdepartementets framskriving og tiltakene utredet i Klimakur 2030 for innenriks sjøfart og fiske vil restutslippet i 2030 kunne være på om lag 1,3 millioner tonn CO_2-ekvivalenter. Samlet sett gir dette en reduksjon på 66 prosent i 2030 sammenlignet med 2005.

Selv om faggruppen har valgt en mer konservativ innfasing enn det som lå til grunn i DNV GLs tiltakspakke vil et slikt utslippsreduksjonspotensial fortsatt være krevende å oppnå. For alle tiltakene finnes det betydelige barrierer og det vil være behov for flere og sterkere virkemidler enn det som finnes i dag.



Figur A 42. Utslippsreduksjoner sammenlignet med framskrivingene i NB2020.

5.9 Barrierer og virkemidler

Det er flere særtrekk ved sjøfart, fiske og havbruk som er viktige når barrierer og virkemidler skal vurderes. Videreutvikling av umoden teknologi er en forutsetning for flere av tiltakene, og dette vil igjen ha betydning for hvilke virkemidler som vil kunne utløse tiltakene. Store deler av verdikjeden befinner seg i Norge, og kan dermed påvirkes med nasjonale virkemidler. Det er derfor relevant å vurdere virkemidler både for teknologiutvikling, produksjon, drift og innkjøp av transporttjenester. Et annet viktig aspekt er at det er mange utenlandske aktører som opererer i norske farvann. Dette begrenser rekkevidden av nasjonale virkemidler for en del segmenter, i tillegg til at det betyr at deler

av sektoren er konkurranseutsatt. Skipsflåten består i tillegg av svært forskjellige typer fartøy, som er skreddersydd og designet for spesifikke formål. Virkemidler som gitte tilskudd og avgifter vil derfor kunne slå svært ulikt ut mellom ulike skip, i større grad enn hva som er tilfelle i for eksempel veitransporten.

Investeringskostnadene ved bygging av skip er svært høye og skip har lang levetid. Driftskostnader langt fram i tid påvirker derfor lønnsomheten i tiltak, samtidig som usikkerheten da naturlig nok blir større enn dersom levetiden var kortere, blant annet på grunn av usikkerhet i utviklingen i drivstoffpriser.

I vurderingen av virkemidler for utslippsreduksjoner innen sjøfart, fiske og havbruk er utgangspunktet et bredt spekter av aktører, og barrierer for utslippsreduksjoner er vurdert i lys av det. Umoden teknologi og begrensninger ved aktuelle energibærere utgjør betydelige teknologiske og økonomiske barrierer.

5.9.1 Virkemidler for klimatiltak i skipsfart

Handlingsplanen for grønn skipsfart kartlegger mulige virkemidler for klimatiltak i skipsfart. Under følger en kort oppsummering.

Reguleringer og krav

Skipssikkerhetsloven har til formål å trygge liv og helse, miljø og materielle verdier ved å legge til rette for god skipssikkerhet og sikkerhetsstyring, herunder hindre forurensning fra skip, sikre et fullt forsvarlig arbeidsmiljø og trygge arbeidsforhold om bord på skipet, samt et godt og tidsmessig tilsyn. Den har anvendelse for norske og utenlandske skip. Den gjelder for norske skip uansett hvor de befinner seg, og for utenlandske skip i Norges territorialfarvann og økonomiske sone, samt på norsk kontinentalsokkel.

IMOs miljøregelverk definerer særskilt strenge krav i enkelte farvann, eks. Nordsjøen og Østersjøen.

IMOs Polarkode er et regelverk som tar høyde for de særegne forholdene ved operasjon i polare farvann

Havretten gir kyststaten rett til å etablere særskilte regler i vårt eget farvann. Slike anløpskrav er for eksempel benyttet i Norges tungoljeforbud på Svalbard.

Forurensningsloven kan gjelde for forurensning fra havner så langt forurensningsmyndigheten bestemmer. Loven kan brukes til å regulere utslipp av klimagasser i havner, for eksempel i form av pålegg om landstrøm.

Havne- og farvannsloven skal legge til rette for god framkommelighet, trygg ferdsel og forsvarlig bruk og forvaltning av farvannet. I den nye havne- og farvannsloven som trådte i kraft 1.1.2020 er miljø blant lovens formål. I loven gis kommunen adgang til å avvise skip fra havnen når det er nødvendig for å unngå eller begrense lokal luftforurensning. **Kystverket** har ansvar for farleden og har hjemmel til å innføre hastighetsbegrensninger innenfor territorialgrensen.

I **offentlige anskaffelser** kan det stilles krav om null- og lavutslipp. Dette er spesielt aktuelt for offentlige ferge- og hurtigbåtanbud. Krav i offentlige anskaffelser kan bidra til utvikling av null- og lavutslippsteknologi og samtidig bidra til å skape et marked for den nye teknologien.

Innovative anskaffelser er et verktøy for å legge til rette for samarbeid mellom oppdragsgiver og leverandør om innovasjon. Dette er et virkemiddel for å fremme innovasjon og utvikling av løsninger som per i dag ikke er tilgjengelige i markedet. **Nasjonalt program for leverandørutvikling** har som

formål å øke innovasjonseffekten av offentlige anskaffelser. Klima og transport er prioriterte områder.

Avgifter

Skipsfarten er omfattet av generelt nivå på **CO_2-avgiften,** som er 1,35 kr/liter mineralolje (2019-nivå). Fra 2018 har avgiften også omfattet LNG og LPG. Fiske har til nå vært unntatt denne avgiften. Dette unntaket er fjernet fra og med 2020, kombinert med kompenserende tiltak. Da vil alle segmenter innen sjøfart, fiske og havbruk være underlagt CO_2-avgift. Regjeringen sier i regjeringsplattformen at den vil trappe opp CO_2-avgiften med fem prosent årlig fram til 2025. Gods- og passasjertransport i innenriks sjøfart, fiske og fangst i nære farvann og spesialskip i oppdrag til innretninger på kontinentalsokkelen har fritak for grunnavgift på mineralolje.

Regjeringen har innført redusert **el-avgift** for skip i næringsvirksomhet. En tilsvarende redusert avgiftssats gis til produksjon av hydrogen, herunder til transportformål. Framtidige endringer i nettleie og effekttariff vil kunne påvirke ladekostnaden for skip.

Norge innførte **avgift på utslipp av nitrogenoksider (NO_X)** i 2007. Skip med et framdriftsmaskineri med samlet installert motoreffekt på mer enn 750 kW er omfattet av avgiften. Det kan gis avgiftsfritak for utslipp som er omfattet av miljøavtale med staten om reduksjon av NO_X-utslipp. Se mer om denne under. Det er også **svovelavgift** på mineralolje som inneholder over 0,05 prosent vektandel svovel.

Om lag 25 offentlige havner har innført **miljørabattordninger** for avgifter og vederlag i havn, og Kystverket har siden 2015 hatt en miljørabatt for den statlige losberedskapsavgiften. De fleste rabattordningene gir rabatter basert på hvordan skipet rangeres i indekssystemer slik som ESI (Environmental Ship Index) og EPI (Environmental Port Index) for cruiseskip, men noen havner gir også rabatt til skip som bruker LNG som drivstoff.[172] Ordningene vektlegger i større grad NO_X- og SO_X-utslipp, framfor CO_2-utslipp.

Støtteordninger og forskning

Enova retter innsatsen mot å bygge ned barrierer og å drive fram varige markedsendringer ved å løfte teknologiinitiativer fra pilotfase og over i markedsintroduksjon og gjennom programmer som bidrar til etterspørsel etter energi- og klimateknologi. Enova har støtteordninger for ny teknologi og programmer knyttet til landstrøm for norske havner og for infrastrukturdelen av offentlige transporttjenester.

Innovasjon Norge kan gi støtte til innovasjonsprosjekter innen grønn skipsfart. Relevante støtteordninger er:

- Miljøteknologiordninger gir risikoavlastning for bedrifter som bidrar til økt verdiskaping gjennom å utvikle og teste ny teknologi
- Innovasjonskontrakter retter seg mot små og mellomstore bedrifter som vil utvikle helt nye, innovative produkter.
- Innovasjonslån eller lavrisikolån er relevante former for finansiell risikoavlastning for innovasjonsprosjekter innen grønn skipsfart.

[172] For eksempel gir Bergen Havn miljørabatt på anløpsavgift på 20 % for skip som har over 30 poeng i ESI og 50 % om ESI er over 50 poeng. EPI er også innført for å gi økonomisk insentiv til cruiseskip for å gjøre det mindre lønnsomt å ankomme havnen med forurensende skip. Kilde: Prisliste Bergen Havn (01.05.2019).

- I 2018 ble det opprettet en tilskuddsordning til pilot- og demonstrasjonsprosjekter i marin og maritim sektor.
- The Explorer er et digitalt utstillingsvindu som skal styrke Norges grønne, internasjonale profil

Norges forskningsråd har flere forskningsprogrammer som berører temaene hav og klima, miljø og miljøvennlig energi:

- MAROFF skal stimulere til investeringer i forsknings- og innovasjonsprosjekter som styrker den maritime næringens konkurransedyktighet, omstillingsevne og samarbeid mellom forskningsmiljøer og næringen.
- ENERGIX skal bidra til omstilling til lavutslippssamfunnet og fremme et konkurransedyktig norsk næringsliv. Programmet favner alt fra utvikling av energisystemet og fornybar energiteknologi til effektiv bruk av energi i bygg, industri og transport.
- Transport 2025 skal bidra til kunnskap, kompetanse og innovasjon for effektive, sikre og bærekraftige transportløsninger for framtiden.

Støtte gis også på tvers av institusjoner. Internasjonale programmer som EUs Horisont 2020 bidrar for eksempel til utvikling av null- og lavutslippsløsninger, blant annet innen sjøfart. På nasjonalt nivå legges det til rette for at virkemidler koordineres på tvers av etater. **PILOT-E** er et samarbeidsprosjekt mellom Enova, Innovasjon Norge og Norges forskningsråd, der målsettingen er å bidra til utvikling av helt nye produkter og tjenester innen miljøteknologi. PILOT-T er et samarbeid mellom Innovasjon Norge og Norges forskningsråd, og skal bidra til utvikling av ny teknologi og nye løsninger innen transportsektoren.

Klyngeprogrammet i regi av Innovasjon Norge, Siva og Forskningsrådet skal bidra til å forsterke innovasjons- og fornyelsesevnen i regionale innovasjonsmiljøer gjennom økt samspill og samarbeid innen næringsliv og mellom næringsliv, kunnskapsmiljøer og offentlige utviklingsaktører.

Katapultordningen støtter etablering av nasjonale sentre som tilbyr fasiliteter og kompetanse for testing og simulering av ny teknologi og nye løsninger.

GIEKs eksportgarantier og Eksportkreditt Norges eksportlån er utvidet fra statsbudsjettet for 2018 til å kunne finansiere kjøp av fiskebåter, ferger, brønnbåter, hurtigbåter og nærskipsfartsfartøy som bygges i Norge og som skal brukes i Norge. GIEKS byggelånsgarantiordning benyttes til å garantere for byggelån i forbindelse med bygging eller ombygging av skip, fartøyer eller innretninger til havs. Formålet er å sikre byggelån gjennom risikoavlastning for private banker. Ordningene skal bidra til å gjøre norske verft mer konkurransedyktige ved å gi lettere tilgang på finansiering og øke kapasiteten i det norske finansmarkedet.

NO_X-avtalen bidrar til reduksjoner i NO_X-utslippene ved at det gis avgiftsfritak for utslipp som er omfattet av miljøavtale med staten. **Næringslivets NO_X-fond** er etablert av næringsorganisasjonene som er parter i miljøavtalen. Hovedtyngden av støtten fra NO_X-fondet er gitt til prosjekter i maritim sektor. Tiltak som reduserer drivstofforbruk eller bidrar til energiomlegging vil også bidra til reduksjon av CO_2-utslipp.

Samarbeid mellom myndigheter og næringsliv

Norsk senter for nærskipsfart (Short Sea Promotion Centre – Norway) er et kompetansesenter for nærskipsfart i et europeisk nettverk av tilsvarende senter. Senteret skal bidra til å framskaffe og formidle kunnskap som er til nytte for aktører og myndigheter som bakgrunn for arbeidet med å

overføre gods fra vei til sjø, herunder synliggjøre klima- og miljøeffekter av sjøtransport i konkurranse med veitransport.

Grønt skipsfartsprogram er et partnerskapsprogram mellom det private og det offentlige. Programmets visjon er at Norge skal etablere verdens mest effektive og miljøvennlig kystfart.

5.9.2 Kostnader

Skipsflåten er ikke en ensartet gruppe skip, og selv innenfor de ulike fartøyskategoriene er det store forskjeller i form og størrelse. Dette gir seg utslag i stor variasjon når det kommer til tiltakskostnader. Batteridrevne ferger kan for eksempel være samfunnsøkonomisk lønnsomme, mens batterihybridisering av store skip med dårlig lademulighet har svært høy tiltakskostnad, i flere tilfeller over 10 000 kroner per tonn CO_2-reduksjon. Beregningene fra DNV GL gir gjennomsnittskostnader for tiltaket for hele fartøyskategorien. Kostnadene for hvert enkelt skip innenfor tiltaket vil kunne variere betydelig. Siden det i enkelte fartøyskategorier er tiltak på relativt få skip vil et gjennomsnitt kun gi begrenset informasjon om faktisk kostnadsnivå.

For tiltak med få fartøy vil det hefte spesielt stor usikkerhet rundt bruk av gjennomsnittlig kostnad. Et eksempel er plug-in hybrid for større skip, som ofte blir et relativt dyrt tiltak ettersom batteriene ofte lades lite og man får få utslippsreduksjoner per installert kWh. Det kan imidlertid finnes fartøy med faste bruksmønster som gjør at de kunne fått en god utnyttelse av batteripakken. Til sammenligning vil ferger og hurtigbåter få en tilnærmet optimal bruk av batteriene ettersom de vil være skreddersydd for sambandet den opererer i.

Det er også gjort privatøkonomiske analyser av de ulike tiltakene. Analysene viser at det er stor variasjon mellom de ulike tiltakene. Basert på de antagelsene som ligger til grunn er det for enkelte tiltak estimert at et påslag på dagens CO_2-avgift i størrelsesorden 500 kroner per tonn kan gjøre tiltaket lønnsomt for gjennomsnittsaktøren. For mange av tiltakene må avgiften økes med inntil 5 000 kroner per tonn, og for andre må avgiftene økes utover dette.

En avgift ville altså, basert på disse beregningene, måtte settes svært høyt for å utløse tiltakene som er utredet. Dette er som sagt gjennomsnittsbetraktninger, og kostnadene kan variere betydelig innenfor en fartøyskategori og for noen være betydelige høyere enn det disse beregningene viser.

I tillegg til at kostnadene varierer innenfor segmentene vil også marginene variere mellom redere og skipstyper. Mens noen stykkgodsskip har små marginer, har andre næringer større marginer og større rom for å ta risiko ved nye investeringer. Enkelte aktører har også lite egenkapital som kan gjøre det utfordrende å investere i ny teknologi. Det vil kunne variere fra segment til segment og fra marked til marked i hvilken grad eiere av fartøyer kan overføre merkostnadene til kunder. I noen tilfeller vil de kunne overføre hele kostnaden, noe som vil gjøre transporttjenester dyrere for kundene. I andre tilfeller kan det være vanskelig å overføre kostnadene, særlig om det er et marked med internasjonal konkurranse eller som har konkurranseflate mot veitransport. Det varierer hvor konkurranseutsatt segmentene er.

Mange av tiltakene er avhengige av at det utvikles og modnes ny teknologi for at de skal kunne gjennomføres og virkemidler for å utvikle ny teknologi vil derfor være viktige for å utløse mange av tiltakene. Det vil også være behov for investeringer i infrastruktur for lading og bunkring. Tabell A 11 viser kostnadsvurderinger for ulike tiltak.

Noen generelle kostnadsobservasjoner er listet opp under:

- Energieffektiviseringstiltak varierer betydelig i kostnad.
- Kostnadene for plug-in tiltak varierer etter hvor ofte skipene kan lade batteriene med landstrøm.
- LNG-tiltakene er relativt rimelige og veletablerte løsninger.
- Hydrogen- og ammoniakktiltakene ligger i øvre kostnads-sjikt, men disse kostnadene er usikre og avhengig av framtidig teknologiutvikling. For disse tiltakene er det også regelverksbarrierer som må løses.

Tabell A 11. Kostnadsvurderinger.

Tiltak	Samfunnsøkonomisk tiltakskostnad	Økning i CO_2-avgift som gjør tiltaket privatøkonomisk lønnsomt
• **Forbedret EE-pakke på offshoreskip** • **Forbedret EE-pakke på cruiseskip** • **Plug-in hybrid på ferger** • **Plug-in hybrid på hurtigbåter** • **LNG på våt- og tørrbulkskip**	De fleste tiltakene i denne kategorien er samfunnsøkonomisk lønnsomme. Unntakene er hurtigbåter og LNG-tiltaket som har en samfunnsøkonomisk kostnad mellom 500-1500 kr/tonn CO_2.	500 kroner
• **LNG på godsskip**	Tiltaket som har en samfunnsøkonomisk kostnad mellom 500-1500 kr/tonn CO_2	500-1500 kroner
• **Bioinnblanding** • **Ammoniakk på havbruksskip** • **Forbedret EE-pakke på våt- og tørrbulkskip** • **Plug-in hybrid på våt- og tørrbulkskip** • **Ammoniakk på godsskip** • **Ammoniakk på våt- og tørrbulk** • **Hydrogen på hurtigbåter** • **Hydrogen på cruiseskip** • **Forbedret EE-pakke på fiskefartøy** • **Forbedret EE-pakke på havbruksskip**	Tiltak på ammoniakk på havbruksskip, forbedret EE-pakke på våt- og tørrbulkskip og Plug-in hybrid på våt- og tørrbulkskip har samfunnsøkonomisk tiltakskostnad under 1500 kr/tonn CO_2. For de andre tiltakene ligger kostnaden rundt 2000 kr/tonn CO_2	1500-5000 kroner
• **Hydrogen på offshoreskip** • **Plug-in hybrid på fiskefartøy** • **Plug-in hybrid på godsskip** • **Plug-in hybrid på havbruksskip** • **Hydrogen på andre spesialfartøy** • **Forbedret EE-pakke på godsskip** • **Plug-in på hybrid på offshoreskip** • **Plug-in hybrid på cruiseskip** • **Plug-in hybrid på andre spesialfartøy**	Samfunnsøkonomisk kostnad korrelerer godt med bedriftsøkonomisk kostnad og ligger fra 3500 kr/tonn CO_2 eller høyere. Enkelte tiltak er svært kostbare med dagens teknologi, spesielt enkelte plug-in tiltak der skipene får relativt lite utslippsreduksjoner ut av batteriene.	> 5000 kroner

Kostnadsestimatene over er basert på hele det tiltakspotensialet DNV GL har utredet. Faggruppen har nedskalert utslippsreduksjonspotensialet for flere av tiltakene i DNV GLs analyse. Noen tiltak er forskjøvet i tid (for eksempel tiltak knyttet til bruk av hydrogen og ammoniakk), mens for andre tiltak er utslippsreduksjonspotensialet for enkelte år nedjustert. Dette er for eksempel gjort for noen av plug-in-tiltakene.

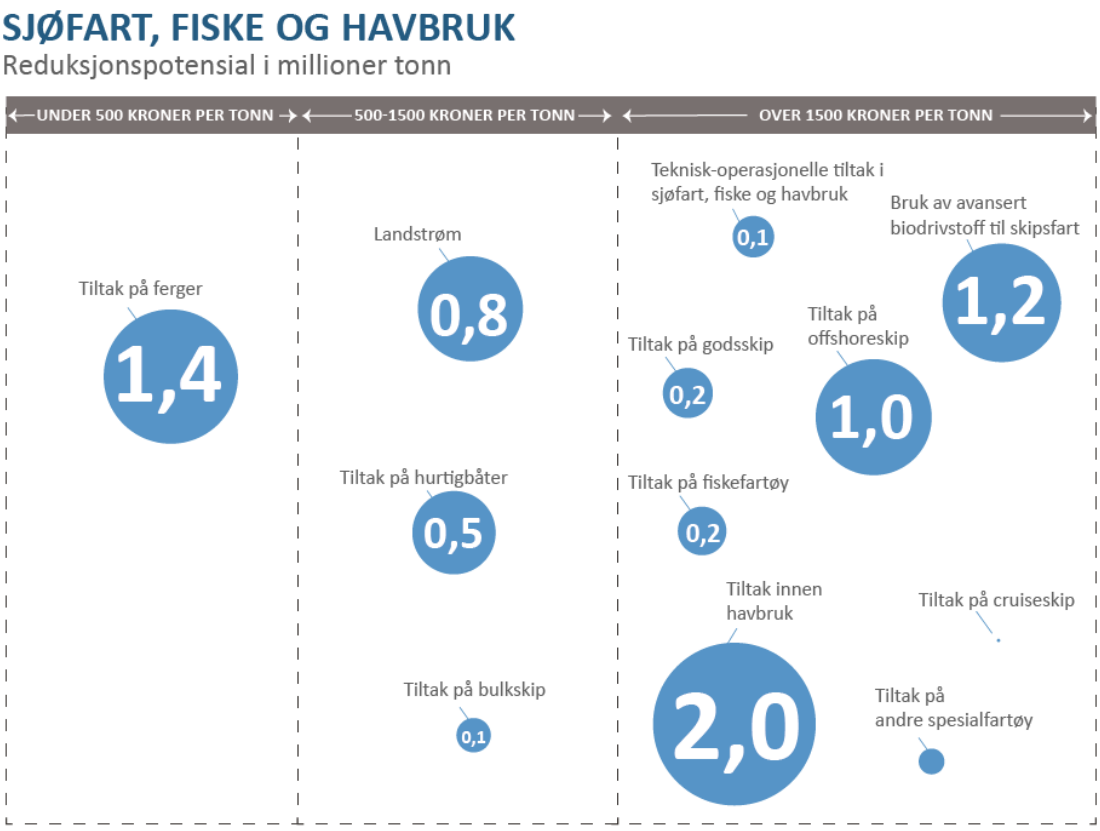
Hvordan tiltakene er skalert har betydning for i hvilken grad kostnadsestimatene fra DNV GLs analyse fortsatt er gyldige. For tiltak som er forskjøvet i tid er det grunn til å anta at kostnad per tonn ikke i vesentlig grad vil påvirkes, utover det faktum at drivstoffpriser for alternative drivstoff er forventet å bli lavere framover i tid, og effekten av diskontering. Tiltak som er nedskalert etter en kostnadsvurdering vil kunne bli rimeligere fordi det forventes at tiltakene implementeres først på de skipene der det er rimeligst.

For tiltak der utslippsreduksjonspotensialet er nedskalert for enkelte år er det mer krevende å vurdere konsekvenser for kostnader. Her kan man se for seg at det vil være den billigste delen av tiltaket, altså prosjektene som vil ha lavest merkostnad, som vil bli gjennomført. Da vil kostnad per tonn fra DNV GLs analyse kunne gi en overestimering av kostnaden for det skalerte tiltaket. Faggruppen har imidlertid ikke tilgang på detaljerte kostnadsdata som kan belyse denne problemstillingen, og DNV GLs kostnadsestimater er beholdt.

Siden flere av tiltakene er basert på umoden teknologi vil de første prosjektene i disse være piloter med mye nybrottsarbeid og til dels høye utviklingskostnader, samt utvikling av nye typegodkjenninger. Dette gjelder for eksempel for utvikling av autonome skip som skal seile i trafikkerte farleder, eller for nye energibærere som det ikke finnes et sikkerhetsregelverk for, for eksempel bruk av hydrogen på passasjerskip. DNV GL har tatt hensyn til at det vil skje en kostnadsutvikling over tid, med for eksempel fallende batterikostnader, men her er det også betydelig usikkerhet angående hvor raskt utviklingen vil gå.

DNV GLs analyse av kostnader omfatter bare kostnadene knyttet til fartøyet, altså merkostnadene ved investering i null- og lavutslippsteknologier ved bygging eller retrofit på selve skipet og merkostnader eller besparelser ved bruk av alternative drivstoff. Kostnader knyttet til infrastruktur ved alternative drivstoff er ikke inkludert. Det betyr at en del tiltak vil kunne være dyrere enn det DNV GLs analyse viser. Dette gjelder særlig for tiltak som krever ladeinfrastruktur, som plug-in-løsninger til framdrift, og landstrøm. Også der ammoniakk og hydrogen tas i bruk vil det være behov for nye distribusjons- og lagringssystemer som ikke er hensyntatt i analysen.

Vi har ikke tilstrekkelig datagrunnlag for å beregne den nøyaktige merkostnaden for lade- og fylleinfrastruktur på land, men for detaljer om ladeinfrastruktur vises det til kapittel 13. For tiltaket på ferger er det vurdert at infrastrukturkostnader ikke vil være så store at tiltaket vil måtte flyttes fra kostnadskategori under 500 kr/tonn. Tiltak på bulkskip er flyttet fra kostnadskategori under 500 kr/tonn i DNV GLs analyse til kostnadskategori 500-1500 kr/tonn, for å ta hensyn til infrastrukturkostnader. Tiltak på hurtigbåter (plug-in) forblir i kostnadskategori 500 – 1500 kr/tonn, selv om det tas hensyn til infrastrukturkostnader. De andre tiltakene hvor ladeinfrastruktur, distribusjons- og ladeinfrastruktur er aktuelt er allerede i den høyeste kostnadskategorien (>1500 kr/tonn). Figur A 43 viser tiltakene innen sjøfart, fiske og havbruk plassert i kostnadskategorier.



Figur A 43. Tiltak innen sjøfart, fiske og havbruk plassert i kostnadskategorier.

5.9.3 Andre barrierer innen sjøfart, fiske og havbruk

Som vist i forrige delkapittel er en vesentlig barriere for mange tiltak innen sjøfart, fiske og havbruk høye kostnader, og dette henger i stor grad sammen med umodne teknologiske løsninger. Organisatoriske barrierer (for eksempel hvordan kontrakter utformes) og regulatoriske barrierer (for eksempel sikkerhetsgodkjenning) gjør det også mindre lønnsomt og mer risikabelt å velge nullutslippsløsninger. For noen drivstoff vil det også være betydelige merkostnader, noe som gir høyere driftskostnader i tillegg til at økonomien fram i tid blir mer usikker.

Tilstrekkelig tilgang på bunkrings- og ladeinfrastruktur er en barriere for å ta i bruk nullutslippsløsninger. Dette medfører også usikkerhet knyttet til framtidig videresalg av et fartøy med nullutslippsteknologi, fordi størrelsen på det aktuelle andrehåndsmarkedet vil være avhengig av utbygd infrastruktur, også internasjonalt.

Mangel på kunnskap om nye løsninger og behov for koordinering mellom mange aktører er også en barriere for mange av tiltakene. Aktørbildet innen sektoren er komplekst, og mange aktører må involveres for at utslippsreduksjoner skal oppnås. Rederier og verft, tjenesteleverandører og innkjøpere av transporttjenester kan på ulike måter bidra til utslippsreduksjoner og opplever ulike barrierer.

Barrierene gjelder i større eller mindre grad for alle segmenter, men det er særlig høye barrierer for fartøy som skal gå langt mellom hver bunkring, som er store/tunge, som har særlige krav til regularitet/fart, eller som anløper mange forskjellige havner.

En tilleggsdimensjon for de segmentene som konkurrerer mot utenlandske aktører er hvordan særnorske miljøkrav på den ene siden vil kunne gi aktørene en konkurranseulempe, men på den

annen side et forsprang på konkurrentene dersom internasjonalt miljø- og klimaregelverk strammes inn. Dette vil kunne legge til rette for framtidig grønn konkurransekraft. Barrierer for de enkelte tiltakene er nærmere beskrevet i tiltaksarkene, se vedlegg I.

5.9.4 Styrking av dagens virkemidler - og etablering av nye

De mange ulike barrierene gjør at det er behov for en sammensatt pakke av nye og forsterkede virkemidler for å utløse tiltakene som er utredet. DNV GL skriver i sin rapport med referanse til ambisjonen om å halvere utslippene fra innenriks sjøfart og fiske fra Granavolden-plattformen at: *"Tidsrommet for gjennomføring er knapt og det foreligger både tekniske, økonomiske og praktiske barrierer, noe som tilsier at en kraftig forsterket virkemiddelbruk må på plass raskt skal det være noen som helst mulighet for å nå målsetningen."*

Kostnadsbarrieren må bygges ned for å utløse tiltakene

Gjennomgående gjelder det for alle segmenter at nullutslippsløsninger med dagens virkemidler vil ha høyere kostnader for aktørene enn tradisjonelle løsninger. Det er imidlertid flere årsaker til høye kostnader, og det vil derfor være behov for å redusere flere ulike barrierer for at tiltakene blir tilstrekkelig lønnsomme til at de utløses. Teknologien må utvikles slik at kostnadene reduseres, og økt etterspørsel etter nullutslippsløsninger kan bidra til markedsintroduksjon.

For eksisterende skip som skal bygges om er barrierene på teknisk og økonomisk side ekstra store. Gitt at tiltakene skal utløses i det tempoet som er utredet må merkostnaden enten bæres av sektoren eller kundene, eller staten kan dekke hele eller deler av merkostnaden. Myndighetene kan gjøre tiltakene mer lønnsomme blant annet ved å støtte teknologiutvikling og -implementering, bidra til nødvendig infrastruktur og at nødvendige reguleringer kommer raskt på plass, og ved å legge til rette for koordinering og kunnskapsdeling mellom aktørene.

Virkemidler for raskere teknologiutvikling og markedsintroduksjon

Over analyseperioden er det forventet at løsningene blir mer lønnsomme på grunn av teknologisk utvikling. En virkemiddelbruk som tilpasses kostnads- og teknologiutviklingen over tid kan være fornuftig. Utviklingen i internasjonalt regelverk kan også gi rom for strengere regelverk i Norge uten at dette går ut over konkurransesituasjonen til norske aktører.

Støtte til forskning og utvikling av nye teknologier vil bidra til at teknologiutviklingen skjer raskere. Det er allerede innført en rekke virkemidler som er relevante på tvers av de ulike segmentene. Norges Forskningsråd, Innovasjon Norge, Enova, og NOx-fondet støtter utvikling og implementering av ny teknologi og utbygging av nødvendig infrastruktur. Innfasingen lagt til grunn i denne analysen fordrer at virkemiddelapparatet for utvikling og implementering styrkes. Høyere avgifter på fossile løsninger vil gi insentiv til å velge nullutslippsløsninger, men kostnadsestimatene til DNV GL og faggruppens beregninger viser at avgiftene må være svært høye for at tiltakene skal utløses, også for mange av de segmentene der mer moden nullutslippsteknologi er tilgjengelig.

I tillegg kan krav om for eksempel energieffektivitet på skip eller maksimumskrav til utslipp bidra til utvikling av nye teknologier. Ettersom de fleste store skip har installert AIS har man god oversikt over skip, hvor det oppholder seg og hastigheten. Det er mulig å se for seg et virkemiddel etter samme modell som veiprising, med den fordelen at alle større skip allerede har installert GPS-enheter. Egenskaper ved skipene vil ha stor betydning for drivstofforbruk og utslipp. Et eventuelt prisingssystem bør ta hensyn til dette. Prisdifferensierte soner avhengig av lokale utslipp kan også vurderes som en del av et slikt virkemiddel.

Felles internasjonalt regelverk for klima og miljø kan sikre at reguleringene ikke slår skjevt ut mellom aktører i et internasjonalt marked. En bransjeorganisasjon for den internasjonale skipsfartsnæringen

har nylig foreslått en internasjonal avgift på drivstoff[173] som skal danne et fond til forskning og utvikling av lav- og nullutslippsløsninger. Det foreslås en avgift på 2 US$ per tonn drivstoff, som tilsvarer i overkant av fem kroner per tonn CO_2.

Gjennom å fortsette arbeidet med skjerpet internasjonalt regelverk for klima og miljø vil norske myndigheter bidra til å redusere risikoen for at utslipp flyttes til andre land ved innføring av nasjonale virkemidler som økt avgift. EU har diskutert muligheten for å etablere et kvotehandelssystem for skipsfart. Vi har ikke sett nærmere på konsekvensene av et kvotesystem for sjøfarten i denne analysen.

Staten kan velge å støtte nullutslippsløsninger i ulike segmenter, eventuelt kombinert med avgift eller regulering. En utvidelse av Nullutslippsfondet (se Faktaboks A 19) er en mulighet for å stimulere til markedsintroduksjon av klimavennlige teknologi. Enova kan gi økonomisk støtte til investeringer i batteriprosjekter på fartøyer, både nybygg og retrofit. Dette bidrar til en markedsendring hvor nullutslippsfartøy blir konkurransedyktige.

Risikoavlastning og bedre lånebetingelser kan være virkemidler som vil lette innfasing av nullutslippsløsninger. Toppfinansieringsordning fra GIEK og Eksportkreditt er trukket fram av næringen som et bidrag til grønnere skipsfart.[174] I 2018 fikk GIEK og Eksportkreditt Norge anledning til å finansiere kjøp av skip som bygges i Norge. Dette er en ordning som skal evalueres. Støtten kan gi lettere tilgang på nødvendig finansiering og kan bidra til risikoavlastning.

I noen tilfeller vil det også være høyere driftskostnader for nullutslippsløsninger, for eksempel vil hydrogen og ammoniakk være dyrere i bruk enn fossile alternativ. Mulige virkemidler er å øke avgiftene på fossile alternativer eller å stille krav i offentlige anskaffelser. Utkoblbar tariff kan bidra til å redusere kostnader knyttet til ladeinfrastruktur. Kunder på denne tariffen har en lavere nettleie mot at de kan bli koblet ut av nettselskapet. Dette kan også redusere kostnader for nettinvesteringer og avbruddskostnader. Dette er aktuelt mange skip har dieselmotorer som kan benyttes ved bortfall av lademuligheter. Støtte til driftskostnader vil i utgangspunktet være i strid med EØS-avtalens regler om statsstøtte. Etter notifikasjon kan imidlertid ESA vedta at slik støtte er forenlig med EØS-avtalen i henhold til Miljø- og energiretningslinjene (Guidelines on State aid for environmental protection and energy 2014-2020) og dens pkt. 3.3.

Nullutslippsfondet

Nullutslippsfondet er en ny satsning fra Enova. Fondet skal bidra til reduserte klimagassutslipp i næringstransport ved å stimulere til raskere markedsintroduksjon og økt bruk av klimavennlig teknologi og løsninger. Nullutslippsfondet benyttes til å støtte investeringer i energi- og klimatiltak (investeringsstøtte). Det første tiltaket som støttes gjennom Nullutslippsfondet er kjøp av lette batterielektriske varebiler. Tilbudet skal utvides til flere segmenter etter hvert som løsninger blir teknologisk modne men markedsmessig umodne. Tilbudet kan også utvides til å gjelde klimatiltak på kjøretøy eller fartøy.

Faktaboks A 19. Nullutslippsfondet.

Mange av skipene som brukes i norsk nærskipsfart er relativt gamle. Blant Norges Rederiforbunds medlemmer i nærskipsfart er snittalderen for skipene 22 år, mens den er 27 år for skipene til

[173] SCR = Selective Catalytic Reaction. Den eneste teknologien tilgjengelig i dag som kan rense vekk NOx-utslippene til et nivå som oppfyller de strengeste IMO-kravene (Tier III).
[174] Norges Rederiforbund m.fl. (2019). Grønn tiltakspakke for fornyelse av nærskipsfarten.

Kystrederienes medlemmer i denne sektoren.[175] En kondemneringsordning for skip i nærskipsfart ble etablert i 2016, men avviklet fra 2019. En slik ordning med tydelige kriterier ville, i kombinasjon med andre virkemidler som reguleringer eller insentivordninger, kunne bidra til å framskynde markedsintroduksjon for nullutslippsløsninger.

Virkemidler for økt etterspørsel etter nullutslippsløsninger

I ferge- og hurtigbåtsegmentene har det offentlige en rolle som innkjøper av transporttjenester, og kan være en pådriver for etterspørsel etter nullutslippsløsninger. I de øvrige fartøysgruppene er direkte offentlig etterspørsel mer begrenset, men ikke fraværende. For eksempel vil det offentlige, ofte indirekte, være innkjøper av transporttjenester (for eksempel med sjøtransport) ved større utbyggingsprosjekter. Ved å stille miljøkrav i slike tilfeller, innenfor rammene gitt i anskaffelsesregelverket, kan det offentlige bidra til å fremme lav- og nullutslippsløsninger i andre fartøysgrupper enn de offentlige anskaffelser tradisjonelt treffer.

Offentlige myndigheter kan også bidra til at andre aktører etterspør nullutslippsløsninger. Offshore- og havbruksskip betjener et marked som er underlagt konsesjoner og andre tillatelser. Fylkesmannen vurderer om det skal settes utslippskrav ved konsesjoner til havbruksnæringen, og kan på den måten bidra til at null- og lavutslippsløsninger velges ved etablering av oppdrettsanlegg. Regjeringen har uttalt at de vil vurdere å innføre krav om lav- og nullutslippsløsninger for nye driftsfartøy i forbindelse med petroleumsproduksjon. Også fiskeflåten kan påvirkes av kvotetildelinger, selv om det er usikkert i hvilken grad dette er egnet virkemiddel for å gi insentiver til klimatiltak. Det er i Klimakur 2030 ikke gjort en helhetlig vurdering av det juridiske handlingsrommet for kravstilling i sjøfart, fiske og havbruk.

For cruiseskip og lasteskip har det offentlige mindre markedsmessig involvering. For lasteskip kan det offentlige bruke innkjøpsmakt i noen grad, spesielt i segmenter med store leveranser til offentlige bygg og anleggsprosjekter. For cruiseskip med mer har myndighetene vist villighet til å pålegge strenge utslippskrav langs visse deler av kysten. Det er allerede innført utslippskrav i verdensarvfjordene, og Sjøfartsdirektoratet har fått i oppdrag å vurdere mulig utvidelse av disse kravene til også å gjelde andre kystområder.[176] Utslippskravene gjelder SO_X og NO_X, men vil også kunne redusere utslippene av klimagasser, avhengig av hvilken teknologisk løsning som velges for å etterkomme kravene.

Næringene kan stille krav til sine underleverandører. Et eksempel på en slik løsning finner vi hos Equinor, som setter krav om batterihybride skip, landstrøm og energieffektivisering i nye langtidskontrakter. De har også etablert en belønningsordning hvor besparelser på grunn av redusert drivstoffbruk deles med reder.[177]

Kostnadsbildet for elektrisitet i havn sammenlignet med fossile drivstoff til maskineriet om bord er viktige for å sikre at landstrøm tas i bruk der det er mulighet for det. Regjeringen har innført redusert el-avgift for skip i næringsvirksomhet, men størrelsen på effektleddet kan variere betydelig fra et nettselskap til et annet.

En barriere for å etterspørre gods fraktet med lav- eller nullutslippsskip kan være mangel på en transparent verdikjede der det tydelig kommer fram hvilke skip som frakter hvilket gods og hvor klimavennlig skipet er. Det finnes nyetablerte selskaper som tilbyr oversikt over hvor klimavennlig

[175] Norges Rederiforbund m.fl. (2019). Grønn tiltakspakke for fornyelse av nærskipsfarten.
[176] Sjøfartsdirektoratet (2019). Vurderer å utvide utslippskravene. 24.09.19.
[177] Departementene (2019). Handlingsplan for grønn skipsfart. 20.06.19.

skip er til befraktere, meglere eller andre innkjøpere av varer. Slik kan det bli enklere å velge mer energieffektiv og klimavennlig sjøtransport.

Godkjenning av nye teknologier er en viktig regulatorisk forutsetning

Regulatoriske barrierer gjelder på tvers av mange segmenter, men for noen segmenter/aktører gjelder det spesielle problemstillinger. Dette er særlig knyttet til sikkerhetsgodkjenning av nye teknologier. Løsningene med **ammoniakk og hydrogen** har mange likhetstrekk. Ingen av teknologiene er på markedet i dag, men de er under utvikling. Det er heller foreløpig ikke regelverk på plass som sikrer effektiv og sikker implementering. Spesielt for hydrogen vil godkjenning medføre en omfattende og krevende prosess, og myndighetene kan bidra ved å arbeide for å framskynde regelverksutforming både nasjonalt og internasjonalt. På noen områder kan det imidlertid også være behov for mer forskning, for å ha et godt faktagrunnlag for sikkerhetskrav. Godkjenningsprosessen for ammoniakk vil trolig være enklere da man har god kjennskap til dette gjennom frakt av råstoffet/energibæreren.

Markedsorganisering, mangel på kunnskap og behov for koordinering

Markedsorganisering, mangel på kunnskap og behov for koordinering er barrierer som må bygges ned for å utløse tiltakene. Hvordan ***markedet*** er organisert i dag er i noen segmenter en viktig barriere:

- Kortvarige kontrakter
- "Eie/leie"-problematikk: den som investerer får ikke gevinsten
- Kostnader for drivstofforbruk

Enkelte skip opererer på meget korte kontrakter. Aktørene som opererer på disse kontraktene vil ofte ha krav til kort tilbakebetalingstid når de vurderer innkjøp av nytt fartøy med ny teknologi. Det er mindre risiko ved investeringen for rederen hvis det er sikkerhet rundt oppdrag og inntjening langt fram i tid.

Rederiene bærer en stor del av den økonomiske risikoen ved overgang til ny teknologi, blant annet fordi det er en risiko for at ny teknologi er mindre driftssikker og kan føre til mislighold av kontrakter med dertil hørende økonomiske tap. Avhengig av utformingen av byggekontraktene kan verftene også ende opp med å ta en betydelig risiko ved bygging av nye skip med nye drivstoffløsninger. De har gjerne egne underleverandører som sørger for levering og installasjon av lav- og nullutslippsteknologi, og ved forsinkelser eller feil er det gjerne verftet som må ta store deler av ekstrakostnadene, eksempelvis i form av dagbøter ved forsinkelse. Gunstige lånebetingelser kan bidra til å redusere denne risikoen.

Hvem som betaler for drivstoffkostnader ved sjøtransport varierer, og avhenger av avtaleform mellom innkjøper av transporttjenestene og rederiene. I enkelte tilfeller er det rederiene som dekker utgiftene til drivstoff som en del av en fastprisavtale. En mer vanlig avtaletype er at drivstoffutgiftene er en variabel kostnad i avtalen mellom rederi og innkjøper av transporttjenester. Avtaler mellom rederi og innkjøper av transporttjenester hvor gevinster av for eksempel reduserte drivstoffkostnader ved energieffektivisering og elektrifisering deles mellom de ulike aktørene kan bidra til at kostnadsbyrden bli jevnere fordelt. Et kompliserende element er at skip iblant opereres av en annen part enn skipets eier, og da er det operatøren som enten betaler eller inngår avtale med vareeier om fordeling av drivstoffkostnader. Operatør vil imidlertid ikke ha noe insentiv til å investere i drivstoffbesparende tiltak på skipet ettersom operatøren ikke eier skipet selv.

Kunnskapen om nye løsninger må spres til aktørene, som i noen tilfeller kan være lite kjent med nye løsninger. Det vil være en teknologirisiko knyttet til nye løsninger, men den kan ofte oppfattes som større enn det den er. Det eksisterer allerede flere arenaer for kunnskapsdeling mellom aktører og myndigheter, og disse kan brukes som utgangspunkt for fortsatt og utvidet kunnskapsdeling.

Kunnskap rundt bygging av skip med alternative drivstoff, slik som hydrogen og ammoniakk kan være en barriere, ettersom kun et fåtall slike skip er bygget i dag. Pilotprosjekter slik som ombyggingen av Viking Energy til ammoniakkdrift kan bidra til viktig læring for norsk maritim bransje. Norske verft har vist at de kan omstille seg raskt, som vist da etterspørselen etter offshoreskip falt etter 2015.

Infrastruktur

Innfasing av nullutslippsteknologi krever utbygging av relevant bunkrings- og ladeinfrastruktur. Per 2019 består denne infrastrukturen av om lag 90 landstrømanlegg som er i drift eller under utbygging[178], 13 ladestrømanlegg dedikert for spesifikke fergesamband, og ti LNG-tankanlegg, i tillegg til en betydelig fleksibilitet for LNG-bunkring med tankbil.[179] Nett og ladeinfrastruktur er nærmere beskrevet i kapittel 13.

Det har de siste årene vært en betydelig utbygging av **landstrømanlegg**, i stor grad takket være støtte fra Enova. Før Enovas støtteordning ble opprettet i 2016, ble det også gitt støtte til en del landstrømanlegg gjennom NO_X-fondet. DNV GLs evaluering av Enovas landstrømordning[180] viser at det fra de Enova-støttede landstrømanleggene ble levert 19,6 GWh landstrøm i 2017 og 29,3 GWh i 2018. Til sammen tilsvarer dette et redusert drivstofforbruk på om lag 11 000 tonn marin gassolje (MGO) og en utslippsreduksjon på om lag 34 000 tonn CO_2. Enovas program "landstrøm i norske havner" hadde sin siste tildeling i juni 2019, og Enova vil våren 2020 etter planen lansere nye virkemidler for land- og ladestrøm i norske havner.

Infrastrukturen for bunkring av **LNG** består av om lag ti faste tankanlegg og et fleksibelt nettverk for bunkring av LNG fra tankbil. Et oljeprodukttankskip skal fram mot 2021 bygges om til å bli et LNG-bunkringsfartøy for Hurtigruten og Havila Kystrutens LNG-drevne fartøy, som skal bunkre ved kai i Bergen, samt for andre LNG-drevne fartøy i området som måtte behøve drivstoff. Som ledd i sine miljøsatsinger har Kristiansand Havn KF og Karmsund Havn IKS intensjonsavtaler om utbygging av tankanlegg for bunkring av LNG, men de har foreløpig vurdert at det ikke er tilstrekkelig etterspørsel etter LNG til at det er lønnsomt å bygge anleggene. I 2015 vurderte Energigass Norge at "gitt dagens markedsvolum, er infrastruktur for LNG og forsyning tilfredsstillende".[181] Det er imidlertid usikkert om denne infrastrukturen er tilstrekkelig til å imøtekomme etterspørselen fra LNG-drevne cruiseskip som er under bygging og som er aktuelle for seilas i norske farvann.

I dag finnes det ingen bunkringsinfrastruktur for ammoniakk eller hydrogen i Norge, men i forbindelse med hydrogenfergen for sambandet Hjelmeland-Nesvik-Skipavik som er planlagt for 2021 vil det også komme infrastruktur for bunkring til dette skipet. Planen er at Yara skal produsere ammoniakk til Viking Energy i 2024, men det er knyttet usikkerhet til bunkringen. Både hydrogen og ammoniakk produseres i dag, men det er lite erfaring med bunkring til skip. Drivstoffkostnaden vil

[178] Landstrømanlegg regnes her som anlegg med en spenning på minimum 400 V og en minimumseffekt på om lag 100 kW, jf. Kystverket. Kart over alternative drivstoff for sjøfarten.

[179] Det finnes også et tankanlegg for metanol i Kristiansund som brukes til transport av metanol til offshoreplattformer, men det er fullt mulig for skip å bunkre metanol som drivstoff også. Imidlertid er det ingen metanoldrevne skip som opererer i norske farvann.

[180] DNV GL (2019). Evaluering av Enovas satsing på landstrøm. Rapportnr 2019-0114.

[181] Energigass Norge, 2015: "Norskekysten LNG. Utvikling av infrastruktur for LNG som drivstoff i Norge".

blant annet avhenge av kostnader knyttet til transporten fra produksjonsanlegget til bunkringsanlegget. Infrastrukturen vil kreve plass og må risikovurderes.

Havnene er sentrale aktører i forbindelse med utbygging av landstrøm og annen infrastruktur for lav- og nullutslippsløsninger i sjøfarten. Bygging og forretningsdrift av drivstoffinfrastruktur er ikke blant havnenes tradisjonelle myndighets- eller forretningsområder. Foreløpige funn fra det Sintef-ledede forskningsprosjektet "Transition to Zero Emission Ports (TRAZEPO)" viser at det grønne skiftet i havnene ofte er drevet av engasjerte enkeltpersoner eller av at havnens eiere (typisk kommunen) stiller krav[182]. Havnens ansvar for å redusere luftforurensning og støy lokalt i henhold til forurensningsforskriften har også flere steder vært drivkraften for etablering av landstrøm ved sentrumsnære terminaler.

Krav til bruk av biodrivstoff

Bruk av biodrivstoff i skipsfart er med dagens avgiftsnivå ikke privatøkonomisk lønnsomt. Tiltaket for bruk av biodrivstoff til skipsfart er basert på innføring av et omsetningskrav for biodrivstoff i skipsfart. Sjøfartsdirektoratet og Miljødirektoratet har på oppdrag fra Klima- og miljødepartementet utredet mulig omsetningskrav for avansert biodrivstoff, inkludert biogass, i skipsfart og hvordan et slikt omsetningskrav eventuelt kan utformes. [183] Omsetningskravet utredet i Klimakur 2030 følger i grove trekk denne utredningen. I korte trekk skisserte utredningen følgende modell:

- Avgrensning til innenriks skipsfart og avansert biodrivstoff og avansert biogass, altså ikke bruk av konvensjonelt biodrivstoff.[184]
- Omsetterne av fossilt drivstoff til skipsfart kan samarbeide om oppfyllelse av omsetningskravet og rapportere sammen, slik som i omsetningskravet for veitransport.
- Bonusfaktor for LBG (flytende biogass) sammenlignet med avansert flytende biodrivstoff, for å redusere konkurranseulemper for LNG og LBG, og for å legge til rette for økt bruk av biogass. Dette kan for eksempel oppnås gjennom dobbeltelling av LBG.

Et slikt virkemiddel har potensial til å gi sterk økning i bruken av flytende biodrivstoff og biogass i skipsfart, men det er flere potensielt viktige problemsstillinger som ikke er konsekvensutredet:

- Tidligst mulige oppstartsår er usikkert. Her har vi lagt til grunn 2022.
- Juridiske, især konkurranserettslige, aspekter er ikke utredet.
- Dersom man ønsker å legge til rette for økt norsk biogassproduksjon er det usikkert om omsetningskrav er det mest hensiktsmessige virkemiddelet. Innføring av et omsetningskrav vil trolig føre til at flere av dagens støtteordninger for produksjon av biogass vil måtte avvikles.
- Det er usikkert om det er mulig å utforme en modell som sikrer at omsetningskravet i hovedsak oppfylles med bruk av biogass.

[182] SINTEF blogg (2019). Hva kan havna gjøre for å redusere utslipp hos seg selv og i transportsystemet? 01.10.19.
[183] Miljødirektoratet (2019). Svar på oppdrag om videre utredning av et omsetningskrav for avansert biodrivstoff, inkludert biogass i skipsfart, levert Klima- og miljødepartementet, 26.08.19.
[184] Det antas at avansert FAME av UCOME trolig ikke vil bli brukt grunnet tekniske barrierer.

- Sannsynligheten for økt utenlandsk bunkring er ikke analysert. Det er imidlertid liten grunn til at en moderat prisøkning som en følge av et omsetningskrav vil resultere i vesentlig karbonlekkasje.
- Det er usikkert om, og i hvilken grad, importert biogass kan og vil bli brukt i omsetningskravet

Per i dag er omsetningskrav kun utredet for flytende biodrivstoff og biogass i skipsfart. Det er mulig å tenke seg at et slikt omsetningskrav skal være rettet mot fornybar energi mer generelt, og dermed også kan omfatte for eksempel ammoniakk, hydrogen og elektrisitet. En slik innretning av et omsetningskrav vil øke kompleksiteten betraktelig, og det må gjøres vurderinger av hvordan dette kan gjennomføres administrativt, gitt mange aktører og ulike egenskaper knyttet til de ulike energibærerne. Dersom målet skal være å sikre økt bruk av ammoniakk, hydrogen og elektrisitet kunne man vurdere å innrette et krav slik at disse vil favoriseres, men det er i Klimakur 2030 ikke nærmere vurdert hvordan en slik innretning eventuelt kunne være eller hvilke konsekvenser det ville ha. Under et omsetningskrav vil det kunne være aktuelt å stille krav til klimagassreduksjon og bærekraftig produksjon også for andre energivarer enn flytende biodrivstoff og biogass, men det vil kreve betydelig metodeutvikling. Bærekraftskrav kan også knyttes til andre støtteordninger, for eksempel støtte til investeringer. Behovet for nye sikkerhetskrav må vurderes dersom et omsetningskrav utvides til nye energibærere. Et eventuelt omsetningskrav må vurderes mot statsstøtteregelverket for investerings- og produksjonsstøtte. Muligheten for en slik utvidelse av omsetningskravet må eventuelt utredes nærmere.

Fartsreduksjon, fartsgrenser og fartsoptimalisering

Etablering av en fartsgrense vil redusere skipsfartens drivstofforbruk og utslipp av klimagasser ved å redusere skipenes høyeste tillatte hastighet. Fartsreduksjon for sjøfart vil ha større effekt enn for veitransport fordi motstanden i vannet er betydelig høyere enn luft- og rullemotstanden. Det kan måtte gjøres tilpasninger eller unntak for enkelte fartøyskategorier. En fartsgrense vil være et relativt enkelt og kjent tiltak, men vil gi noen tilleggsvirkninger som lengre seilingstid for fartøyene og vil også kunne ha økonomiske konsekvenser for aktørene. Det vil også ha noen praktiske utfordringer med hensyn til informasjon, overvåkning og sanksjonering. Innføring av hastighetsbegrensning med hjemmel i havne- og farvannsloven kan gjøres av hensyn til framkommelighet, sikkerhet og miljø, og alle disse hensynene må ses i sammenheng med hverandre ved regulering. Fartsreduksjon vil også kunne bedre effekten av andre utslippsreduserende tiltak, for eksempel for plug-in hybridisering ved at energibehovet går ned. Økonomiske insentiver som redusert havneavgift for frivillig fartsreduksjon er et mulig virkemiddel som er blitt tatt i bruk i California med gode resultater.

Ny teknologi som bedre synliggjør drivstofforbruk, kombinert med automatisering av navigasjon, vil kunne bidra til signifikant reduksjon i drivstoff-forbruket ved mer optimalisert drift, og vil til en viss grad kunne være inkludert i de teknisk-operasjonelle tiltakene.

Fartsreduksjon vil også bidra til utslippsreduksjoner utover det som er inkludert i Klimakur 2030 fordi det også vil være rettet mot skipstyper som i stor grad går i internasjonal trafikk og dermed ikke er regnet med i tiltakene som er utredet. Dette gjelder særlig fartøyskategorier som containerskip, bulkskip og tankbåter.

5.10 Konsekvenser for berørte aktører

Konsekvensene for de ulike aktørene av at tiltakene som er utredet gjennomføres er avhengig av hvilke virkemidler som benyttes, og hvilke aktører som ender opp med å betale for merkostnadene knyttet til tiltakene. Konkurransesituasjonen til norske aktører vil også være avhengig av i hvilken

grad strengere miljøkrav innføres internasjonalt eller ikke. For rederiene vil særnorske krav kunne forverre konkurranseevnen, samtidig som norske verft og utstyrsleverandører vil kunne få et forsprang internasjonalt på grønne løsninger. For å redusere mulige negative konsekvenser er det viktig at norske myndigheter fortsetter arbeidet med å videreutvikle det internasjonale miljøregelverket.

Dersom merkostnaden dekkes av kundene innebærer det dyrere transporttjenester. Verdensbanken anslår at økte kostnader i internasjonal maritim transport som følge av innfasing av lav- og nullutslippsteknologi, kun vil gi marginale negative konsekvenser i form av økte varepriser, reduksjon i BNP, og i form av godsoverføring fra sjø til bane eller vei[185].

5.11 Usikkerhet og sensitivitet

Det er flere ulike typer usikkerheter i tallmaterialet i denne analysen. Noen av usikkerhetene slår direkte ut på hvor robust tiltaksanalysen for sjøfart, fiske og havbruk er, mens andre er av mindre betydning. Tabell A 12 gir en oppsummering av typer usikkerheter i analysen, og hvordan det vil slå ut på robustheten av vurderingene i tiltaksanalysen.

Det er usikkerhet både i referansebanen og i utslippsreduksjonspotensialet for tiltakene. Faggruppen vurderer imidlertid at den største usikkerheten ligger i hvordan den overordnede teknologi- og kostnadsutviklingen blir. Prosjekter må gå fra pilotprosjekter til markedsintroduksjon, og hvilke teknologier som blir implementert i noe omfang er vanskelig å forutsi. Dette avhenger av markedene som skal etableres, og teknologienes egnethet vil være avgjørende i tillegg til virkemidler for implementering. Egnetheten er noe usikker før piloteringen er gjennomført.

For noen skipstyper har større fartøy til en viss grad erstattet mindre fartøy de siste årene. Eksempelvis har større fiskefartøy overtatt for flere små, og utrangerte mindre godsskip har ikke blitt erstattet av nye skip av samme størrelse. Større skip har som regel lavere utslipp per tonnkilometer, men størrelsen muliggjør også en større aksjonsradius med den mulige bieffekten at de i større grad bunkrer utenlands. Det er usikkert om denne utviklingen fortsetter som de siste årene, eller om den forsterkes. Isolert sett vil dette gi en nedgang i utslipp fra innenriks sjøfart og fiske i det norske utslippsregnskapet, samtidig som utslipp fra internasjonal skipstrafikk vil stige tilsvarende. Effekten av en mulig karbonlekkasje er usikker og er ikke utredet nærmere.

[185] Verdensbanken (2019). Understanding the Economic Impacts of Greenhouse Gas Mitigation Policies on Shipping. Policy Research Working Paper 8695.

Tabell A 12. Ulike typer usikkerhet og sensitiviteter i analysen for sjøfart, fiske og havbruk.

Type usikkerhet	Forklaring	Illustrasjon av usikkerhet	Sensitivitet i tiltaksberegningene
Dagens utslipp	Det er forskjell mellom utslippene beregnet med AIS-data og med solgt mengde drivstoff i Norge. Dette kan tilskrives blant at skip bunkrer drivstoff i utlandet og bruker det i transporter mellom to norske havner. AIS-utslippsdata baserer seg på skipsbevegelse, og estimatene for utslipp fra havn når skipene ligger i ro, er usikre.	For innenriks sjøfart er beregnede utslipp med AIS-data 20 prosent høyere enn med solgt mengde drivstoff. For fiske er beregnede utslipp med AIS-data nesten 2,5 ganger så høyt som utslipp beregnet med solgt mengde drivstoff.	På overordnet nivå er det direkte sammenheng mellom størrelse på tiltak og størrelse på referansebane. DNV GLs analyse har tatt utgangspunkt i fartøy som tilbringer mer enn 80 prosent av tiden i norske farvann, og med denne avgrensningen vil tiltakene i innenriks sjøfart i liten grad påvirkes av hvilken referansebane tiltakene vurderes mot. Tiltak for fiske blir betydelig mindre når de skaleres mot den offisielle referansebanen.
Trend i referansebanen	Det er ikke like kraftig nedgang i framskrivingene av utslippene fra AIS-data som i den offisielle framskrivingen. Usikkert om effektivisering/ teknologiovergang kan forklare forskjellen.	Innenriks sjøfart i NB2020 viser en reduksjon på 26 prosent fra 2018 til 2030, mens AIS-dataene viser en nedgang på i 10 prosent.	Hvis vi bruker trenden fra AIS-framskrivingen for innenriks sjøfart (10 prosent reduksjon mot 2030), og beholder tiltakene uendret, vil resterende utslipp etter tiltak fra innenriks sjøfart i 2030 øke med om lag 50 prosent (fra 0,9 millioner tonn til 1,4 millioner tonn).
Utslipps-reduksjons-potensial	Mens utslippsregnskap og framskrivinger baserer seg på solgt mengde drivstoff tar utslippsreduksjons-potensialet utgangspunkt AIS-data. Det er usikkerhet i sammenhengen mellom de to, og det er derfor usikkert om reduksjonspotensialet som er beregnet for det enkelte skipssegment er i tråd med salg av drivstoff til ulike skipssegmenter.	Eksempler: 1) For landstrømtiltaket er det gjort estimater for å fordele utslippene på innenriks sjøfart (> 80 prosent i norske farvann) og utenriks sjøfart. Denne fordelingen har stor usikkerhet. 2) For havbruk er data for å beregne utslippsreduksjonspot ensial hentet fra flere datakilder. Det er usikkert om de totale utslippene er i tråd med utslippsregnskapet.	Eksempel: Hvis vårt estimat for hvor stor andel av drivstofforbruk i havn som går til innenriks sjøfart (>80 prosent av tiden i norske farvann) er underestimert med ti prosentpoeng vil det samlede utslippsreduksjonspotensialet for tiltaket være underestimert med 0,29 millioner tonn CO_2 i perioden 2021-2030.

Innfasingstakt	Usikkerhet i teknologimodenhet og effekt av virkemidler. Usikkerhet i antall nybygg.	For tiltak knyttet til bruk av hydrogen og ammoniakk som drivstoff, er det usikkert når teknologien er moden til storstilt innfasing. Det er også mer generell usikkerhet i effekt av virkemidler. Hvis virkemiddelpakken ikke er sterk nok vil tiltakene kunne bli skjøvet ut i tid eller innfaset i mindre omfang enn det vi har lagt til grunn i analysen.	I analysen har vi forskjøvet tiltak knyttet til ammoniakk og hydrogen med tre år sammenlignet med DNV GLs analyse. Dette reduserer det beregnede utslippsreduksjonspotensialet for disse tiltakene til bare 16 prosent av det opprinnelige estimatet.
Kostnader	Det er vanskelig å forutse hva prisene på teknologi vil være om 5-10 år, og investeringskostnadene er derfor usikre. Prisene på drivstoff bestemmes blant annet av etterspørselen i energimarkedene. Her er også usikkerheten stor.	Prisutvikling på teknologi avhenger blant annet av etterspørselen, risikovilje og hvilke virkemidler som tas i bruk. Det også vanskelig å forutse hvordan energimarkedene utvikles, spesielt for nye energibærere som hydrogen og ammoniakk samt utvikling i batterikostnader. Etterspørselen etter disse bestemmes blant annet av viljen til å fase ut fossile drivstoff. Det er også store forskjeller i kostnader for ulike prosjekter.	Kostnadsvurderingene viser at det er store forskjeller mellom de ulike gruppene av fartøy, antagelig også stor variasjon mellom fartøyene innenfor samme gruppe. Det er ingen teknologier som utpeker seg som spesielt kostnadseffektive. Antagelig er teknologivalget og teknologiens egnethet for det enkelte fartøy svært avgjørende for tiltakskostnaden. Endring i driftsmønstre kan derfor bli viktig for teknologienes egnethet og kostnad. Kostnadene ved infrastruktur for distribusjon av nye typer drivstoff som hydrogen, ammoniakk og biogass er ikke inkludert i tiltakskostnadene, og er i liten grad utredet.

5.11.1 Metanutslippene ved LNG-bruk er usikker

Sintef Ocean (2017) har foretatt utslippsmålinger av ulike typer LNG-motorer, blant annet med hensyn til metanutslipp.[186] De konkluderer med at det fremdeles er betydelig metanutslipp fra de LNG-motorene som i hovedsak er i bruk i dag. DNV GLs analyse, med 12 prosent reduksjon i utslippene ved overgang fra margin gassolje til LNG, inkluderer noe metanutslipp. Denne

[186] Sintef (2017). GHG and NOx emissions from gas fuelled engines.

utslippseffekten ligger også til grunn i Klimakur 2030. En ny motorteknologi kalt "High Pressure Dual Fuel" (HPDF) har ifølge Sintef ikke metanutslipp. Denne motortypen brukes i økende grad, blant annet i deep-sea-segmentet. Det er derfor fortsatt usikkerhet om hvilken effekt overgang til LNG har på klimagassutslippene på grunn av metanutslippene.

5.11.2 Betydelig usikkerhet i innfasingstakt for tiltakene

Analysen viser at innfasingstakt av tiltakene er av avgjørende betydning for utslippsreduksjons-potensialet for perioden 2021-2030. Dette kan illustreres med tiltakene for overgang til ammoniakk eller hydrogen som drivstoff. Ved å forskyve disse tiltakene fra DNV GLs analyse fram med tre år er utslippsreduksjonspotensialet beregnet i Klimakur 2030 for disse tiltakene i perioden 2021-2030 redusert til 16 prosent av DNV GLs estimat (fra 1,61 millioner tonn i perioden til 0,35 millioner tonn). Utslippsreduksjonspotensialet endres raskt ved innfasing av nye alternative drivstoff, derfor resulterer selv en moderat forsinkelse av tiltaket i tid en stor endring i reduksjonspotensial.

Usikkerheten i innfasingen ligger blant annet i det komplekse aktørbildet i sektoren og at de aktuelle teknologiene er i ulikt utviklingsstadium. Dette medfører at det vil være behov for mange ulike virkemidler for at tiltakene skal utløses - alt fra FoU-virkemidler som sikrer teknologiutvikling til virkemidler som reduserer kostnadsbarrierene ved å gjøre null- og lavutslippsteknologier konkurransedyktige på pris. Det er en forutsetning for innfasingen at nødvendig infrastruktur for alternative drivstoff og reguleringer er på plass.

Selv med implementering av et bredt spekter av virkemidler er det ikke sikkert at innfasingen blir som forutsatt i tiltaksanalysen, blant annet fordi fartøyene som skal skiftes ut har lang levetid, og fordi norsk skipsfart opererer i et internasjonalt marked der faktorer utenfor norske myndigheters kontroll også har stor påvirkning på utviklingen.

Mangfoldet av barrierer for tiltakene innen sjøfart, fiske og havbruk har ført til at faggruppen har justert innfasingen for mange av tiltakene, sammenlignet med DNV GLs analyse. Det er imidlertid ikke gitt at innfasingen faggruppen har lagt til grunn i analysen blir resultatet selv om virkemidlene blir forsterket. Utviklingen av ny teknologi innen sjøfarten kan også skyte fart, eller internasjonalt regelverk strammes inn, slik at innfasingen går raskere.

6 Ikke-veigående maskiner og annen transport

Faggrunnlaget for annen transport er hovedsakelig utarbeidet av ressurser internt i faggruppen. Tiltak på jernbane er utarbeidet av Jernbanedirektoratet. Vi har også mottatt skriftlige innspill fra en rekke aktører.

Ikke-veigående maskiner og annen transport består av traktorer, anleggsmaskiner og diverse andre maskiner (heretter omtalt under samlebegreper "ikke-veigående maskiner og kjøretøy"), mindre motorredskaper, samt annen transport enn veitransport og sjøfart, som jernbane og fritidsbåter. Luftfarten står globalt for betydelige utslipp. CO_2-utslipp fra sivil luftfart ikke er en del av innsatsfordelingsforordningen og mandatet for Klimakur 2030. På grunn av knapp tidsramme er det heller ikke utredet tiltak for militær luftfart.

Kategoriseringen av segmentene i dette kapittelet er basert på utslippskilder i utslippsregnskapet, og segmentene blir omtalt hver for seg i egne delkapitler. Tre av utslippskildene er gitt for spesifikke sektorer eller kjøretøy, dette er jernbane, fritidsbåter og snøscootere. De to resterende utslippskildene er en samling av ulike ikke-veigående maskiner, kjøretøy og redskaper fordelt på om de benytter seg av avgiftsfri diesel (anleggsdiesel) eller bensin. Se Faktaboks A 20 for mer om kategoriseringen.

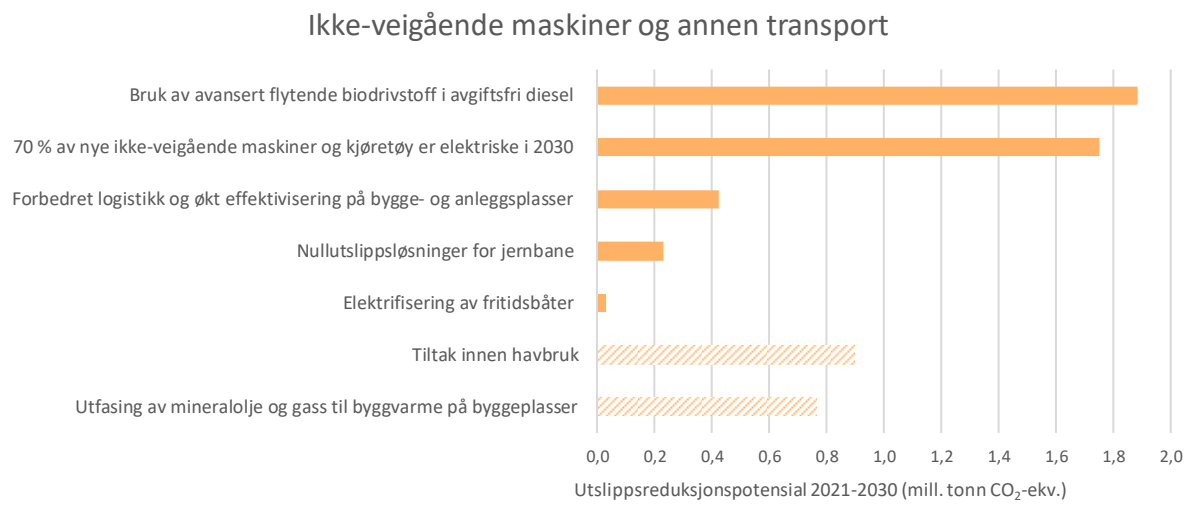
Kategorisering av ikke-veigående maskiner og kjøretøy og bensindrevne motorredskaper

I Klimakur 2030 brukes begrepet "ikke-veigående maskiner og kjøretøy" (ofte forkortet til "ikke-veigående maskiner") om alle maskiner og kjøretøy som benytter seg av anleggsdiesel, unntatt tog og skinnegående maskiner i jernbanesektoren, snøscootere og fritidsbåter. Utslippene fra disse maskinene er basert på salg av anleggsdiesel.

Det finnes ikke noe sentralt register som sier hvor mange eller hvilke maskiner som inngår i segmentet. Eksempler på maskiner som er inkludert er anleggsmaskiner (som for eksempel gravemaskiner og hjullastere), traktorer, gaffeltrucker og dieseldrevne aggregater. Det kan også være mindre redskaper som for eksempel gressklippere, men det er antatt at de fleste mindre motorredskaper benytter bensin. Disse omtales som "bensindrevne motorredskaper", og er for eksempel gressklippere, motorsager og løvblåsere.

Gjennomføringen av tiltak på ikke veigående maskiner og bensindrevne motorredskaper ligger i flere næringer, som for eksempel bygg- og anleggsbransjen, industri eller jordbruk.

Faktaboks A 20. Kategorisering av ikke-veigående maskiner og kjøretøy og bensindrevne motorredskaper.



Figur A 44. Tiltak i utslippskategorien ikke-veigående maskiner og annen transport. Tiltak innen havbruk og Utfasing av mineralolje til byggvarme er utredet i andre sektorer og omtales i henholdsvis kapittel 5 og 10. Utslippsreduksjonspotensialet som vises for disse to tiltakene er andelen som skyldes redusert bruk av anleggsdiesel, som trekkes fra referansebanen for ikke-veigående maskiner og annen transport.

6.1.1 Oppsummering

Ifølge utslippsframskrivingene fra NB2020 står ikke-veigående maskiner og annen transport, unntatt luftfart, for omtrent 13 prosent av ikke-kvotepliktige utslipp i perioden 2021-2030. Mesteparten av dette kommer fra ikke-veigående maskiner og kjøretøy, med en andel på 77 prosent. Fritidsbåter er den nest største utslippskilden.

Det er utredet et tiltak som innebærer at 70 prosent av nye ikke-veigående maskiner og kjøretøy er elektriske i 2030, som er basert på en bottom-up-modellering av maskinparken. Mange maskiner brukes relativt intensivt og skiftes ut i løpet av 7-8 år. Tiltaket vil kunne bidra til betydelig utslippsreduksjon i segmentet fram mot 2030, og DNV GL har anslått at nærmest alle anleggsmaskiner vil kunne elektrifiseres innen 2030. Tiltaket forutsetter imidlertid både at tilbyderne tilbyr utslippsfrie løsninger og at disse løsningene etterspørres. En betydelig merkostnad for store elektriske maskiner og begrenset tilgang på modeller med tilstrekkelig kapasitet er antatt å være de viktigste barrierene. Tiltaket forutsetter derfor betydelig forsterking av eksisterende virkemidler eller nye virkemidler.

Bygg- og anleggssektoren står for en stor andel av utslippene fra ikke-veigående maskiner. Offentlig sektor står for en betydelig del av etterspørselen, derfor kan krav i offentlige anskaffelser være et virkemiddel for å øke etterspørselen etter nullutslippsmaskiner. For å også bidra til økt internasjonal etterspørsel, kan internasjonalt engasjement for å fremme nullutslippsløsninger bidra til å påvirke de store maskinprodusentene til omstilling. I tillegg til å stille krav ved anskaffelser, kan det være mulig å gi kommuner større adgang til å stille krav om utslippsfri anleggsdrift som del av reguleringsplaner. Det kan være behov for å tydeliggjøre på hvilken måte dette kan reguleres innenfor plan- og bygningsloven, samt nærmere utredning av konsekvensene dersom man ønsker å iverksette dette.

Segmentet ikke-veigående maskiner er svært sammensatt og maskinene brukes i mange sektorer og til forskjellige formål. Noen maskiner er lettere å elektrifisere og allerede lønnsomme, mens andre vil være svært krevende å elektrifisere fram mot 2030. Forskjeller i teknisk potensial og et sammensatt aktørbilde fører til at barrierene for de som kjøper og benytter maskinene vil variere. Så lenge elektriske maskiner etterspørres i markedet er det forventet at kostnadsbarrieren reduseres over tid,

men investeringsstøtte kan fortsatt være et viktig virkemiddel, og særlig i tidlig fase. For å utløse utslippsreduksjonspotensialet som er utredet vil en støtte måtte dekke alle relevante næringer. For store prosjekter hvor mange maskiner er samlet på ett sted kan kostnader knyttet til å ha tilstrekkelig nettkapasitet og ladeinfrastruktur være en betydelig barriere. For å redusere denne barrieren kan støtteordninger også omfatte anleggsbidrag, infrastruktur og batteribanker.

I tillegg til elektrifisering er det potensial for å redusere utslipp fra ikke-veigående maskiner og kjøretøy ved å forbedre logistikk på bygge- og anleggsplasser og ved å bruke maskinene mer effektivt. Særlig potensialet for å redusere tomgangskjøring har fått oppmerksomhet blant aktører i bransjen, og er et tiltak som er relativt enkelt å gjennomføre for aktørene. Det er også potensial for å forbedre logistikken i store prosjekter. Tiltakene er antatt å føre til netto besparelse for aktørene, og atferd, vaner og mangel på kunnskap er vurdert som de viktigste barrierene. Virkemidler som kan bidra til å utløse tiltaket er informasjonsdeling og at det stilles krav til logistikkplanlegging i offentlige anskaffelser. Kravene kan også inkludere at de som utfører bygge- og anleggsprosjekter følger opp energiforbruk i byggefasen.

Jernbanedirektoratet har utredet muligheter for nullutslippsløsninger på jernbanestrekningene hvor det fremdeles benyttes diesel. Her er flere alternativer til dieseldrift vurdert. Basert på foreløpige samfunnsøkonomiske beregninger med Nordlandsbanen som case er det inkludert et tiltak som går ut på at dieseltogene erstattes med batterielektriske tog i kombinasjon med delelektrifisering av jernbanestrekningen. Dette er beregnet til å ha en tiltakskostnad på under 500 kr/tonn CO_2-ekvivalent.

Når det gjelder elektrifisering av fritidsbåter, medfører kort rekkevidde og mangel på modeller at potensialet for utslippsreduksjon er begrenset fram mot 2030. Båter med lav fart, som snekker, joller og seilbåter (når de går ved motordrift), er spesielt egnet for elektrifisering, men svært høy investeringskostnad er en stor barriere.

Avgiftsfri diesel (også kalt anleggsdiesel) brukes av alle segmentene i ikke-veigående maskiner og annen transport. Innblanding av flytende biodrivstoff kan gi store utslippsreduksjoner fra maskinene og kjøretøyene som ikke elektrifiseres. Det har blitt utredet en innblanding av 10 prosent bærekraftig avansert flytende biodrivstoff fra 2021 til 2030. Denne innblandingen er tilsvarende at anleggsdiesel inkluderes i dagens omsetningskrav til veitransport. Gitt at tiltakene som går på effektivisering og elektrifisering av maskiner, jernbane og fritidsbåter gjennomføres vil det totale drivstofforbruket reduseres fram mot 2030. Dermed reduseres også det totale volumet av biodrivstoff i anleggsdiesel fra 88 millioner liter i 2021 til 58 millioner liter i 2030. Gitt prisforutsetningene lagt til grunn for avansert flytende biodrivstoff vil en slik innblanding øke drivstoffkostnadene for aktørene som kjøper anleggsdiesel med 7 prosent i 2021 og 9 prosent i 2030.

Det er stor spredning i tiltakskostnadene for de fem tiltakene som er utredet på ikke-veigående maskiner og annen transport. For elektrifiseringstiltakene er det store variasjoner både mellom og innad i segmentene. Tiltaket *70 prosent av nye ikke-veigående maskiner og kjøretøy er elektriske i 2030* er plassert i kostnadskategori over 1 500 kr/tonn CO_2-ekvivalent, blant annet på grunn av stor usikkerhet knyttet til kostnader for ladeinfrastruktur og behov for nettoppgradering. Noen av tiltakene som er utredet overlapper hverandre. For å sikre at utslippsreduksjonspotensial ikke dobbeltelles er tiltakene skalert mot hverandre slik at de kan legges sammen. Ved skalering er det som for veitransport først tatt hensyn til logistikk og effektiviseringstiltak og deretter elektrifiseringstiltak. Utslippskuttene som følge av biodrivstoffinnblanding er beregnet til slutt.

Alle tiltakene er vist i Tabell A 13. Her inkluderes også to tiltak som er utredet i andre sektorer, hvor deler av utslippsreduksjonspotensialet bokføres i referansebanen for ikke-veigående maskiner og

annen transport. Dersom alle tiltakene (inkludert tiltak i andre sektorer) gjennomføres i henhold til beregningene vil utslippene fra segmentet annen transport være nesten 30 prosent lavere i 2030 enn de var i 2005, forutsatt at økonomi, befolkning, med mer utvikler seg som antatt i referansebanen. Det vil også være potensial for utslippsreduksjoner fra snøscootere og små bensindrevne motorredskaper. De representer en liten andel av utslippene og det er ikke gjort egne tiltaksberegninger, men potensialet er beskrevet i kapittel 6.7. Totalt vil gjennomføring av alle tiltakene gi et utslippsreduksjonspotensial på 6 millioner tonn CO_2-ekvivalenter i perioden 2021-2030.

Tabell A 13. Tiltak, beregnet utslippsreduksjon og kostnadskategori for tiltakene som er utredet for ikke-veigående maskiner og annen transport.

Tiltak		Utslippsreduksjoner 2021-2030 (mill. tonn CO_2-ekv.)	Kostnadskategori (kr/tonn CO_2-ekv.)
AT01	Forbedret logistikk og økt effektivisering av maskiner på bygge- og anleggsplasser	0,42	< 500 kr/tonn
AT02	70 % av nye ikke-veigående maskiner og kjøretøy er elektriske i 2030	1,75	> 1500 kr/tonn*
AT03	Nullutslippsløsninger for jernbane	0,23	< 500 kr/tonn
AT04	Elektrifisering av fritidsbåter	0,03	> 1500 kr/tonn
AT05	Bruk av avansert flytende biodrivstoff i avgiftsfri diesel	1,89	> 1500 kr/tonn
S09**	Tiltak innen havbruk	(0,90)	> 1500 kr/tonn
O01**	Utfasing av mineralolje og gass til byggvarme på byggeplasser	(0,76)	< 500 kr/tonn
Samlet potensial for utslippsreduksjon (2021-2030)		4,3 (6,0)	
Forventede utslipp i referansebanen (2021-2030)		26,9 mill. tonn CO_2-ekv.	

** Det er stor variasjon i kostnadene for ulike ikke-veigående maskiner. Dette innebærer at noen maskiner vil ligge de andre kostnadskategoriene.*
*** Tiltakene er utredet i andre sektorkapitler, men andelen utslippsreduksjoner som kommer fra redusert bruk av anleggsdiesel bokføres i referansebanen for ikke-veigående maskiner og annen transport.*

6.2 Referansebane og overlapp med andre sektorer

Figur A 45 viser referansebanen for ikke-veigående maskiner og kjøretøy og annen transport fra NB2020 fordelt på ulike typer maskiner og kjøretøy. I perioden 2021-2030 representerer dette 13 prosent av ikke-kvotepliktige utslipp. Utslippene har også økt gradvis siden 2005, mens det er forventet en reduksjon i utslippene fram mot 2030. Denne nedgangen skyldes forventet generell effektivisering og utvikling i aktivitet i de ulike næringene hvor maskinene benyttes.

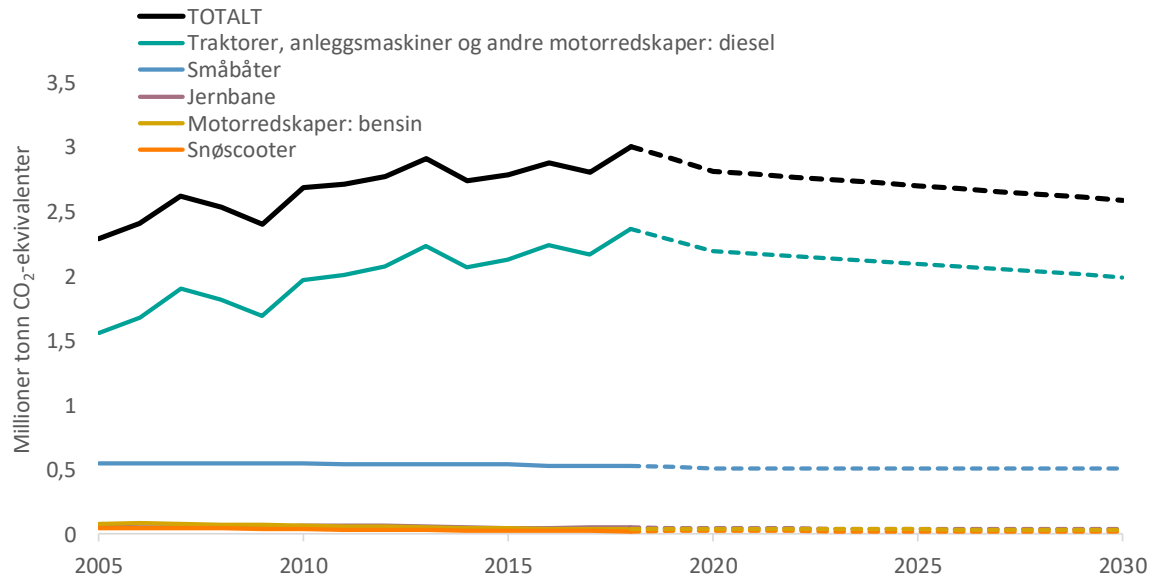
Ikke-veigående maskiner og kjøretøy som bruker anleggsdiesel[187] stod for nesten 80 prosent av utslippene i ikke-veigående kjøretøy og annen transport i 2018. I utslippsregnskapet er disse

[187] Disse utgjør hele utslippsposten "Traktorer, anleggsmaskiner og andre motorredskaper: diesel".

maskinene plassert i en egen kategori, men aktiviteten foregår i ulike næringer. Utslippene er beregnet med utgangspunkt i salg av avgiftsfri diesel, og tallene er relativt sikre selv om det er lite informasjon til å fordele utslippene på ulike bruksområder innenfor denne gruppen.

For to tiltak i andre sektorer er utslipp fra bruk av anleggsdiesel estimert, og det er derfor beregnet utslippsreduksjon fra redusert bruk av anleggsdiesel i disse tiltakene. Dette gjelder tiltakene *Tiltak innen havbruk* og *Utfasing av mineralolje og gass til byggvarme*. Utslippsreduksjonen som stammer fra bruk av anleggsdiesel vil føre til reduserte utslipp i utslippskilden "Traktorer, anleggsmaskiner og andre motorredskaper: diesel" i Figur A 45, og er derfor tatt med i vurdering av samlet utslippsreduksjonspotensial for denne kilden. Utslippsreduksjon fra disse tiltakene er tatt hensyn til når utslippsreduksjonspotensialet for de andre tiltakene i utslippskilden "Traktorer, anleggsmaskiner og andre motorredskapet: diesel" er beregnet.

Fritidsbåter stod for omtrent 18 prosent av utslippene fra ikke veigående maskiner og annen transport i 2018. Disse utslippene er basert på en modellberegning der man tar utgangspunkt i antallet fritidsbåter og ulike egenskaper ved bruken av dem, og det er større usikkerhet knyttet til utslippene fra fritidsbåter enn fra de andre segmentene. Jernbane, bensindrevne motorredskaper og snøscootere stod til sammen for nesten tre prosent av utslippene i 2018.



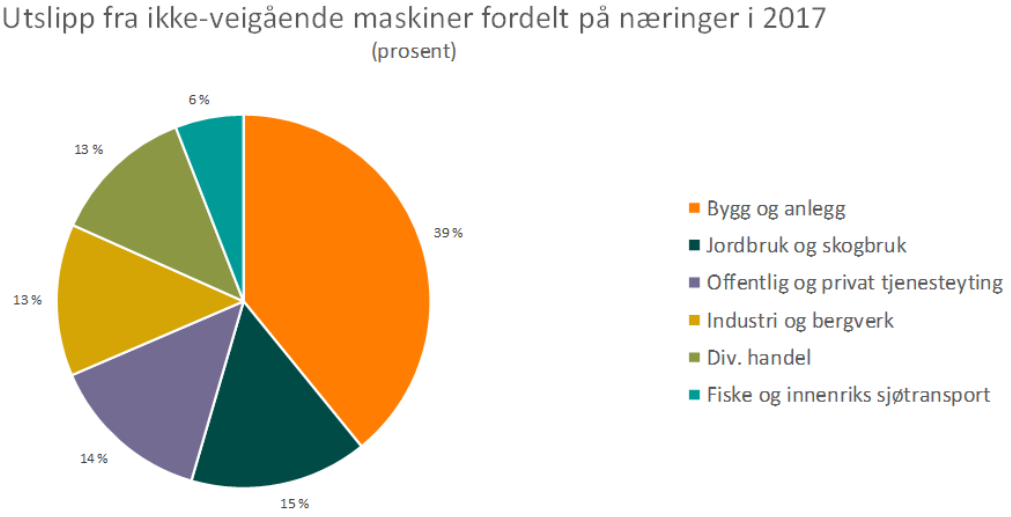
Figur A 45. Referansebanen for ikke-veigående maskiner og annen transport. Historiske utslipp og framskrivinger. 2005-2030. Kilde SSB, Miljødirektoratet og Finansdepartementet (NB2020).

6.3 Ikke-veigående maskiner og kjøretøy

Dette delkapittelet omhandler segmentet "ikke-veigående maskiner og kjøretøy". Det består av blant annet anleggsmaskiner, traktorer, gaffeltrucker, skogsmaskiner, men også noen mindre motorredskaper. Ikke-veigående maskiner og kjøretøy er plassert i utslippskilden "Traktorer, anleggsmaskiner og andre motorredskaper: diesel" i Figur A 45. Dette er et svært sammensatt segment, både fordi det består av mange forskjellige maskintyper, men også fordi de brukes i mange næringer og til svært ulike formål. I forbindelse med Klimakur 2030 har det blitt gjort et arbeid med å kartlegge fordelingen av utslippene på forskjellige forbruksgrupper og maskintyper. Dette har blitt gjort ved at utslippene har blitt beregnet bottom-up for ulike maskinkategorier for så å matches med utslippsstatistikken. Det er utredet to tiltak for ikke-veigående maskiner og kjøretøy som bygger på denne analysen.

6.3.1 Bygge- og anleggsbransjen står for mesteparten av utslippene

Ikke-veigående maskiner og kjøretøy bruker anleggsdiesel, som ikke er ilagt veibruksavgift. I SSBs energivarebalanse blir totalsalget av anleggsdiesel fordelt på ulike forbruksgrupper. Dette er basert på hvem oljeselskapene oppgir som kjøper av dieselen. Fordi en stor andel av salget går via videreforhandlere er imidlertid plasseringen på sluttbruker usikker. Det kan også være variasjoner i fordelingen fra år til år. Beregnede utslipp fordelt på ulike forbruksgrupper i 2017 basert på denne statistikken er vist i Figur A 2. Inndelingen i figuren er basert på SSBs næringsinndeling. Det er estimert at bygg- og anleggsbransjen står for mesteparten av utslippene, med en andel på omtrent 40 prosent i 2017. Andre sektorer som ifølge statistikken står for store deler av utslippene er jordbruk og skogbruk, samt industri og bergverk. Hva som ligger i de andre forbruksgruppene er lite kartlagt, men det kan for eksempel være maskiner som brukes på havner, flyplasser og til renovasjonstjenester.



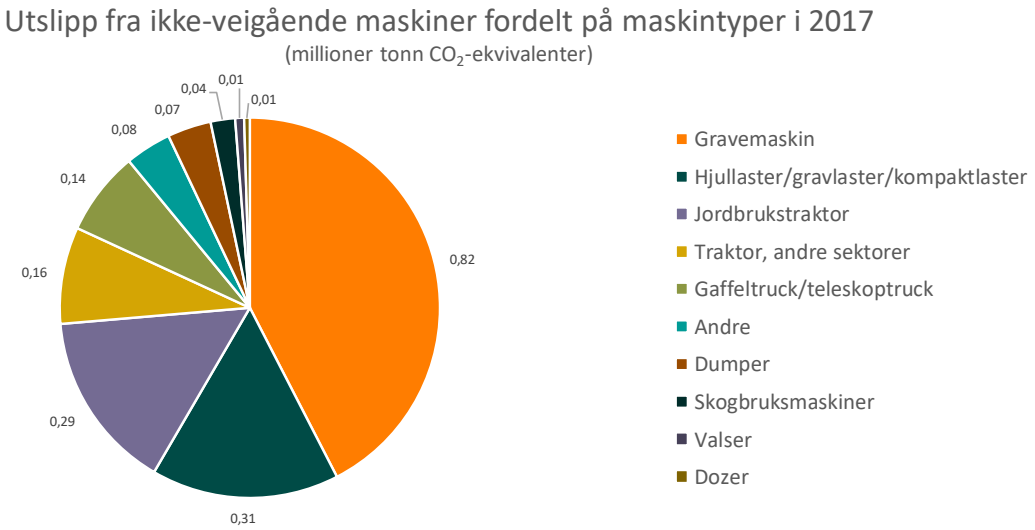
Figur A 46. Beregnet utslippsfordeling fra ikke-veigående maskiner og kjøretøy på ulike forbruksgrupper i 2017. Kilde: SSB/Statistikkbanken[188]

6.3.2 Gravemaskiner er maskintypen som brukes mest

Bottom-up beregningen av utslipp fra forskjellige maskintyper viser at det er gravemaskiner som bidrar til mesteparten av utslippene fra maskinparken. Resultatet av beregningen er vist i Figur A 47, hvor fordelingen av utslipp fra de kartlagte maskinkategoriene er vist for 2017.[189] Gravemaskiner blir etterfulgt av hjullastere og jordbrukstraktorer. I posten "Andre" inngår aggregater som brukes i andre sektorer enn byggebransjen, beltelastere, kompressorer, samt noen andre små maskintyper.

[188] SSB/Statistikkbanken. Tabell 11174: Salg av petroleumsprodukter, etter kjøpegruppe og produkttype. og Tabell 11562: Energivarebalanse. Tilgang og forbruk av ulike energiprodukter 1990-2018.

[189] Utslipp fra maskiner som er inkludert i andre tiltak (havbruk og varmeaggregater i byggebransjen) er ikke inkludert i figuren.



Figur A 47. Beregnet utslippsfordeling på ulike maskintyper i millioner tonn CO_2-ekvivalenter i 2017.

Utslippsberegningen er basert på en sammenstilling av tilgjengelig informasjon og statistikk om salg av maskiner, gjennomsnittlig levetid, motorstørrelse og aktivitetsdata som for eksempel antall brukstimer for ulike maskiner per år. Denne informasjonen registreres ikke for maskiner, og det er dermed betydelig usikkerhet knyttet til beregningen. Aktører i bransjen har også gitt innspill på tallene som ligger til grunn for beregningen.

6.3.3 Bruk av maskiner i ulike næringer gir forskjellig potensial for gjennomføring av klimatiltak

Ulike egenskaper ved næringene som benytter seg av ikke-veigående maskiner og kjøretøy gir ulike muligheter og barrierer for elektrifisering av maskinparken og andre tiltak som reduserer forbruket av diesel. For eksempel vil det i næringer som er preget av høy andel offentlig etterspørsel være mulighet til å stille krav til bruk av elektriske maskiner. Siden elektrifisering fører til lavere driftskostnader blir elektrifisering mer lønnsomt med høyere driftstid på maskinene. I hvilken grad næringene er kostnadsfølsomme vil påvirke hvor mye kostnadsbesparelser i drift som følge av effektivisering eller overgang til elektriske maskiner vil prioriteres av aktørene. Hvis maskinene benyttes mye medfører det også ofte høy utskiftningstakt som igjen betyr større potensial for overgang til elektriske alternativer på kort til mellomlang sikt. I næringer hvor maskiner benyttes på relativt geografisk avgrensede områder vil det være lettere å legge til rette for elektrisk drift – enten ved at man kan benytte kabeldrift (plug-in) eller man trenger færre ladestasjoner for batteridrift.

Tabell A 14 viser en sammenstilling av disse karakteristikkene for næringene hvor det finnes mest informasjon om bruken av ikke-veigående maskiner og kjøretøy. Dette er basert på en kartlegging i Sverige og det er antatt at hovedtrekkene som er presentert her er like i Norge.[190] Basert på fordelingen i Figur A 3 kan det se ut som næringene i tabellen representerer omkring 70 prosent av utslippene fra ikke-veigående maskiner. I tillegg til dette kommer for eksempel maskiner som brukes i for eksempel husholdninger, handelsnæring, til renovasjonstjenester og i havner.

[190] WSP Analys & Strategi (2017). Fossilfrihet för arbetsmaskiner. Oppdragsrapport for Statens Energimyndighet.

Tabell A 14. Oversikt over karakteristikker og egenskaper ved ulike næringer.

Næring	Betydelig andel offentlig etterspørsel	Kostnads-følsomhet	Arbeider på avgrenset område	Bruk per år og maskin
Bygg	Ja, delvis	Høy	Ja, delvis	Stort
Anlegg	Ja	Høy	Nei	Stort
Industri/bergverk	Nei	Høy	Ja	Veldig stort
Jordbruk	Nei	Litt høy	Delvis	Middels
Skogbruk	Nei	Veldig høy	Nei	Veldig stort
Offentlig sektor	Ja	Ganske lav	Ja, delvis	Lite

Bygg- og anleggssektoren

I denne sektoren jobber man først og fremst i prosjektform, og anleggsmaskinene blir sjelden værende på samme plass i mer enn noen år. I tillegg er sektoren preget av en tydelig bestiller-utfører-relasjon, der bestilleren også ofte er en offentlig etat. Utførerne har ofte underleverandører og spesialister som gjør deler av arbeidet. Prosjektbasert arbeid i kombinasjon med strukturen bestiller-utfører gjør at kostnadsbevisstheten er relativt høy.

Byggeprosjekter, der målet er å oppføre et hus, idrettshall, fabrikk og lignende, foregår på et geografisk avgrenset område, oftest i urbane områder med tilgang til elektrisk infrastruktur. Mange byggeplasser vil dessuten benytte tårnkran som allerede i dag drives med elektrisitet. Anleggsprosjekter kan være bygging av vei, jernbane og vannforsyning. Et slikt prosjekt vil naturlig nok være mye mer spredt enn en byggeplass. Et moderne veiprosjekt vil kunne foregå over en strekning på opp mot 20-30 km. Elektrifisering vil være mer krevende når kraften må være tilgjengelig over større avstander og til ulike deler av anlegget ettersom arbeidet skrider fram.

Det brukes et bredt spekter av anleggsmaskiner i bygge- og anleggsprosjekter, som har ulike krav til mobilitet og forskjellig effektbehov. Utslipp og bruk av maskiner vil variere mye fra prosjekt til prosjekt. En kartlegging utført av DNV GL basert på konkrete prosjekter i Oslo kommune viser at utslipp fra bruk av anleggsmaskiner på byggeplasser typisk utgjør 72-79 prosent av de direkte utslippene på byggeplassene.[191] Resten kommer fra tørking og oppvarming. Anleggsprosjekter benytter forholdsvis lavere prosentdel fossil energi til tørke og oppvarming. På anleggsplasser vil som regel bruk av gravemaskiner, hjullastere og dumpere stå for mer enn 80 prosent av CO_2-utslippene fra maskinparken.[192] Maskinene i bygge- og anleggsbransjen brukes ganske intensivt og det er relativt høy utskiftingstakt. Transportetatene antar en gjennomsnittlig levetid på 7-8 år i anleggsbransjen. Utskiftningstakten er høyest hos de største entreprenørene, som deretter ofte selger maskinene videre til mindre aktører.

[191] DNV GL (2018). Potensialet for utslippsreduksjon ved fossil- og utslippsfrie bygge- og anleggsplasser. Rapportnr 2018-0367, Rev. 1. Oppdragsrapport for Klimaetaten Oslo Kommune.

[192] Jernbanedirektoratet, Kystverket, Avinor, Nye Veier & Statens Vegvesen (2018). Muligheter og barrierer for fossilfrie anleggsplasser i transportsektoren.

Industri og bergverk

I industri og bergverk brukes flere typer maskiner, det er antatt at det først og fremst er snakk om gaffeltrucker, traktorer og hjullastere. I industrien flyttes ikke maskinene like ofte og arbeider stort sett på samme sted gjennom store deler av livsløpet. Dette gjør at man også kan kontrollere miljøet man jobber i, og deler av arbeidet foregår også helt eller delvis innendørs. I tillegg kan man anta at maskinene hovedsakelig eies av industriforetakene selv.

Jordbruk og skogbruk

Det er svært store forskjeller mellom jordbruksforetakene, både når det gjelder driftsomfang (størrelse) og produksjoner. Traktoren står for den største delen av utslipp knyttet til maskiner i jordbruket, men det finnes også andre maskiner som skurtreskere og diverse redskaper. Det brukes også noen andre maskiner for eksempel små hjullastere til blant annet foring av husdyr. I hovedsak blir maskinene kjøpt eller leaset av gårdene selv, men det finnes også samarbeid der maskiner eies og drives av et antall jordbruksforetak i fellesskap. Det blir i økende grad benyttet entreprenører til både årlige oppgaver som spredning av gjødsel eller tresking/rundballehåndtering, samt engangsoppgaver som drenering. Generelt sett brukes traktorene over ganske store områder, samtidig som det er intensivt i perioder og mindre intensivt i andre deler av året. Dette er avhengig av type produksjon. En del brukes også i annen næring utenom jordbruket, for eksempel til snøbrøyting om vinteren.

Profesjonelt skogbruk i dag innebærer i de fleste tilfeller at skogeier engasjerer entreprenørfirmaer for å gjennomføre hogst og utkjøring av tømmer. Maskinene som benyttes er i hovedsak hogstmaskiner og lastbærere. Det er ikke så mange maskiner som benyttes, men de brukes intensivt og over store områder. Dette medfører en høy utskiftningstakt på maskinene.

Offentlig sektor

I offentlig sektor benyttes maskiner til rydding og vedlikehold, for eksempel snømåking. I hovedsak benyttes det traktorer, noen hjullastere og små maskintyper, lignende de man finner i husholdninger. Mange av foretakene som utfører arbeid for offentlig sektor, som for eksempel snømåking, er også aktive i entreprenørsektoren eller jordbruket. Kommunene eier også ofte egne maskiner. I motsetning til de andre sektorene er det her enten offentlig eier eller bestiller av alle maskinene som benyttes, nemlig kommunene.

6.3.4 Markedet for utslippsfrie maskiner er i utvikling

Markedet for utslippsfrie ikke-veigående maskiner er i en tidlig fase, men det blir stadig flere og større elektriske modeller tilgjengelig på det norske markedet. Tilgangen i årene framover vil påvirkes av blant annet elektrifisering i samfunnet generelt, utvikling av batteriproduksjon og automatisering. Aktører i den norske bygge- og anleggsbransjen forventer tilgang på et bredt spekter av utslippsfrie anleggsmaskiner fram mot 2030, i hovedsak elektriske, men også noen hydrogenbaserte alternativer.[193] DNV-GL anslår at nærmest alle typer anleggsmaskiner vil kunne elektrifiseres innen 2030 med den forventede utviklingen innen batteriteknologi.[194] Det foregår også utviklingsprosjekter som går ut på automatisering av mindre elektriske maskiner. Et eksempel er et forskningsprosjekt på verdens første utslippsfrie pukkverk i Sverige. Her skal det blant annet tas i bruk batterielektriske ubemannede hjullastere.[195]

[193] DNV GL (2019). 1,5 °C - Hvordan Norge kan gjøre sin del av jobben. Rapportnr 2019-0284. Oppdragsrapport for Energi Norge.

[194] DNV GL (2018). Potensialet for utslippsreduksjon ved fossil- og utslippsfrie bygge- og anleggsplasser. Rapportnr 2018-0367, Rev. 1. Oppdragsrapport for Klimaetaten Oslo Kommune.

[195] Volvo CE. The world's first emission free quarry.

Batteri- og kabelelektriske maskiner er de mest utviklede teknologiene

Det vil være forskjellige begrensinger og muligheter for ulike maskintyper og ulike størrelser. Derfor kan flere typer utslippsfri framdrift av maskiner være egnet for ulike oppgaver og maskintyper. Utslippsfrie maskiner kan deles inn i følgende kategorier:

- Kabelelektrisk drift (også kalt plug-in elektrisk)
- Batterielektrisk drift
- Kombinert kabelelektrisk og batterielektrisk drift
- Kombinert brenselcelle og batterielektrisk drift
- Kombinert kabelelektrisk, brenselcelle og batterielektrisk drift

Teknologiene som er mest utviklet er kabelelektrisk, batterielektrisk og kombinert kabel- og batterielektrisk drift. Kabelelektriske maskiner kjøres på elektrisitet forsynt fra nettet via en kabel. Dette er moden teknologi, som har blitt benyttet i gruve- og tunnelarbeid i lengre tid av hensyn til HMS og luftkvalitet. Disse er ofte koblet til en container med tromler med kabler som kan flyttes rundt på byggeplassen etter behov. Maskiner som er plugget inn på denne måten har den store fordelen at man slipper kostnadene til batterier og at de kan kjøres nærmest kontinuerlig. Mobiliteten begrenses naturlig nok av at man må trekke en kabel etter maskinen. Kabelelektrisk i kombinasjon med batteri kan øke fleksibiliteten til maskinen betydelig. Maskinprodusenten Nastas kabelelektriske gravemaskiner er tatt i bruk i flere byggeprosjekter i 2018 og 2019. En av disse er oppgraderingen av Olav Vs gate i Oslo, som er verdens første utslippsfrie byggeplass.[196]

En oversikt over antall kabel- og batterielektriske maskiner innenfor de største maskinkategoriene som er tilgjengelige i dag eller forventet tilgjengelig i løpet av 2020 er gitt i Tabell A 15. De fleste av disse er relativt små, med en vekt på under ti tonn. Det har også kommet flere større modeller de siste årene. Disse er i stor grad ombygde dieselmaskiner. Leverandøren Pon har en ombygget gravemaskin på batteridrift på 25 tonn, og Nasta har en modell med batteridrift på 16 tonn, og en serie med kombinert kabel- og batterielektriske gravemaskiner på opptil 35 tonn. Den sistnevnte blir omtalt som verdens største utslippsfrie gravemaskin i drift.[197] I tillegg til maskinene i tabellen, finnes det flere modeller av elektriske gaffeltrucker, mobilkraner, maskiner til gruvedrift, samt mindre maskiner som stamper, vibroplate og valser.[198] Asko har også testet ut hydrogendrevne gaffeltrucker på ett av sine lager.[199]

Tabell A 15. Oversikt over batterielektriske og kabelelektriske maskiner som er tilgjengelige på markedet (eller annonserte).[198]

Maskintype	Batterielektriske	Kabelelektriske (inkl. kombinert kabel og batteri)
Dumper	9	0
Gravemaskin	9 (+3 usikker tilgjengelighet)	9
Hjullaster	5	0
Gruvedumper/gruvelaster	3	3

[196] Oslo kommune/KlimaOslo (2019). Gravemaskin med kabel i rompa kan bli et vanlig syn i Oslo. 25.09.19.
[197] Byggindustrien (2019). Nasta overleverte verdens største elektriske gravemaskin til en byggeplass. 03.06.19.
[198] Asplan Viak (2019). Muligheter for fossilfrie bygge- og anleggsplasser i Hordaland. Oppdragsrapport for Hordaland Fylkeskommune.
[199] Trondheim2030 (2018). ASKO trigget bilindustrien til handling. 08.11.18.

Elektrifisering av jordbruket kan potensielt kreve systemendring i maskinparken på gårdene

Elektrifisering i jordbruket kan være avhengig av systemendring i traktorparken på gården. Dette innebærer at man går fra en eller to store dieseltraktorer til flere lettere elektriske traktorer. En årsak til dette er at det stilles krav til vekt på traktorer som arbeider på åkeren for å unngå jordpakking. Dette, kombinert med at framdrift på dyrkejord er energikrevende og kan kreve store batteripakker, medfører at det er en ekstra barriere for å erstatte tyngre oppgaver, som for eksempel pløying av jord.

Deler av operasjonene i landbruket kan egne seg for elektriske ubemannede roboter. Traktoren brukes til en lang rekke funksjoner på det enkelte bruk, og teknologiutviklingen vil vise hvilke funksjoner som kan betjenes av helelektriske traktorer. Noen oppgaver vil være relativt enkle å elektrifisere, som for eksempel gjødsling og sprøyting. Det finnes elektriske kompakttraktorer i dag, blant annet fra den tyske produsenten Fendt, men denne er ikke tilgjengelig på det norske markedet ennå. Det er også satt i gang prosjekter for å utvikle elektriske autonome traktorer for bruk i jordbruket, men dette arbeidet er i en tidlig fase.[200] [201] Det er derfor svært stor usikkerhet knyttet til når disse er klare til å tas i bruk.

Hybridmaskiner kan også bidra til utslippsreduksjon der det er vanskelig å elektrifisere fram mot 2030

For noen maskintyper er det vanskelig å si hva mulighetene for kabel- eller batterielektrisk drift vil være fram mot 2030. Dette gjelder for store maskiner som har et høyt effektbehov og maskiner som er mye i bevegelse i områder med lite tilgang på infrastruktur. Dette inkluderer blant annet de store skogsmaskinene. I hvor stor grad disse maskinene kan erstattes av tilsvarende nullutslippsmaskiner vil avhenge av teknologiutvikling.

Det er likevel potensial for å ta i bruk mer effektive maskiner i disse segmentene på kort sikt. Det er startet produksjon av store gravemaskiner med kombinert diesel- og kabelelektrisk drift i Norge i dag, og den første ble overlevert til entreprenør høsten 2019. Ifølge Anleggsmagasinet er dette den første norskproduserte gravemaskinen på 15 år.[202] Disse maskinene har en vekt på 65-70 tonn og er ment for tunellarbeid. De skal benytte diesel for framdrift, mens selve lastingen i tunell vil foregå elektrisk. Mesteparten av dieselforbruket i en slik maskin er forbundet med lastingen, og maskinen vil dermed kunne redusere dieselforbruket betydelig, anslagsvis opp mot 50-60 prosent. Det er også tatt i bruk en stor hybrid hogstmaskin med batteri i Norge i 2019, som har 25 prosent lavere dieselforbruk og dermed også utslipp sammenlignet med en tradisjonell dieselmaskin.[203]

6.3.5 Betydelige investeringskostnader på dagens store anleggsmaskiner

At de fleste store elektriske maskiner som er tilgjengelige på markedet i dag er ombygde dieselmaskiner medfører at merkostnaden ved investering er betydelig sammenlignet tilsvarende dieselmaskiner. Basert på tall fra bransjen vil en ombygget batterielektrisk anleggsmaskin koste omtrent tre ganger mer enn en tilsvarende dieselmaskin. [204] Nasta anslår imidlertid at kostnaden kan synke ved at maskiner ombygges i større skala. Ved ombygging av maskiner i et volum på omtrent 100 eksemplarer sammenlignet med prototype anslår de at kostnaden kan reduseres med 20-30

[200] NIBIO. SolarFarm. Pågående prosjekt, 01.03.18 - 30.09.22.
[201] Landbruk.no (2019). Norge kan bli et foregangsland innen det elektriske landbruket. 28.05.19.
[202] Anleggsmagasinet (2019). AMV FL 70 Hybrid tar form. 19.07.19.
[203] Viken Skog (2019). Norges første hybride hogstmaskin leverer.
[204] Erfaringstall fra Østfold fylkeskommune og andre bransjeaktører.

prosent.[205] Ved serieproduksjon i stor skala (ikke ombygging) vil kostnaden synke ytterligere. Noen mindre batterielektriske modeller blir serieprodusert i dag. Merkostnaden ved innkjøp av disse ligger typisk på rundt 20-50 prosent, men dette vil variere med batteriteknologi, maskinstørrelse og maskintype.[206]

Mange anleggsmaskiner vil kunne bruke samme batterier som lastebiler, og det kan antas samme utvikling når det gjelder kostnadsreduksjoner og utvikling som for resten av transportsektoren (se kapittel 4.5.3). For anleggsmaskiner vil det imidlertid kunne være krav til for eksempel bestandighet mot støt og risting som kan gjøre batteriene mer kostbare. Fordi det ikke kreves batteri, eller mindre batterier, for kabelelektriske maskiner kan det antas at merkostnaden generelt er lavere, også til dels ved prototype-produksjon.

Elektriske maskiner vil føre til reduserte drifts- og vedlikeholdskostnader sammenlignet med dieselmaskiner. I tillegg kan det forventes lengre levetid for elektriske maskiner enn for fossile maskiner.[207]

6.3.6 Mer effektiv bruk av maskiner og elektrifisering kan bidra til betydelige utslippsreduksjoner

For ikke-veigående maskiner er det utredet to tiltak[208], ett som går ut på forbedret logistikk og mer effektiv bruk av maskiner og ett som innebærer elektrifisering av maskinparken. Til sammen har disse to tiltakene et beregnet utslippsreduksjonspotensial på 2,2 millioner tonn CO_2-ekvivalenter i perioden 2021-2030. De to tiltakene som er utredet er:

- *Forbedret logistikk og økt effektivisering av maskiner på bygge- og anleggsplasser*
- *70 % av nye ikke-veigående maskiner og kjøretøy er elektriske i 2030*

Tiltakene er skalert mot hverandre, noe som innebærer at utslippsreduksjonspotensialet fra elektrifiseringstiltaket er beregnet etter at logistikk- og effektiviseringstiltak på bygg- og anleggsplasser er gjennomført. I tillegg er det utredet to andre tiltak som også fører til reduserte utslipp fra anleggsdiesel i ikke-veigående maskiner. Disse tiltakene fører til utslippsreduksjoner i samme utslippskilde, men tiltaksbeskrivelsen, barrierer og virkemidlene er beskrevet i andre kapitler. Disse tiltakene er:

- *Tiltak innen havbruk* (omtales i kapittel 5)
- *Utfasing av mineralolje og gass til byggvarme på byggeplasser* (omtales i kapittel 10)

Referansebanen, det vil si utslippene fram mot 2030 dersom nye tiltak ikke gjennomføres, er utslippskilden "Traktorer, anleggsmaskiner og andre motorredskaper: diesel". Figur A 48 viser utslippsreduksjonspotensialet fra ulike kilder fram mot 2030 dersom tiltakene gjennomføres med den estimerte effekten. Utslipp fra de to tiltakene som er utredet i andre sektorkapitler vises med skraverte felt. Med det beregnede utslippsreduksjonspotensialet for disse tiltakene er utslippskilden "Traktorer, anleggsmaskiner og motorredskaper: diesel" nesten 40 prosent lavere i 2030 sammenlignet med referansebanen.

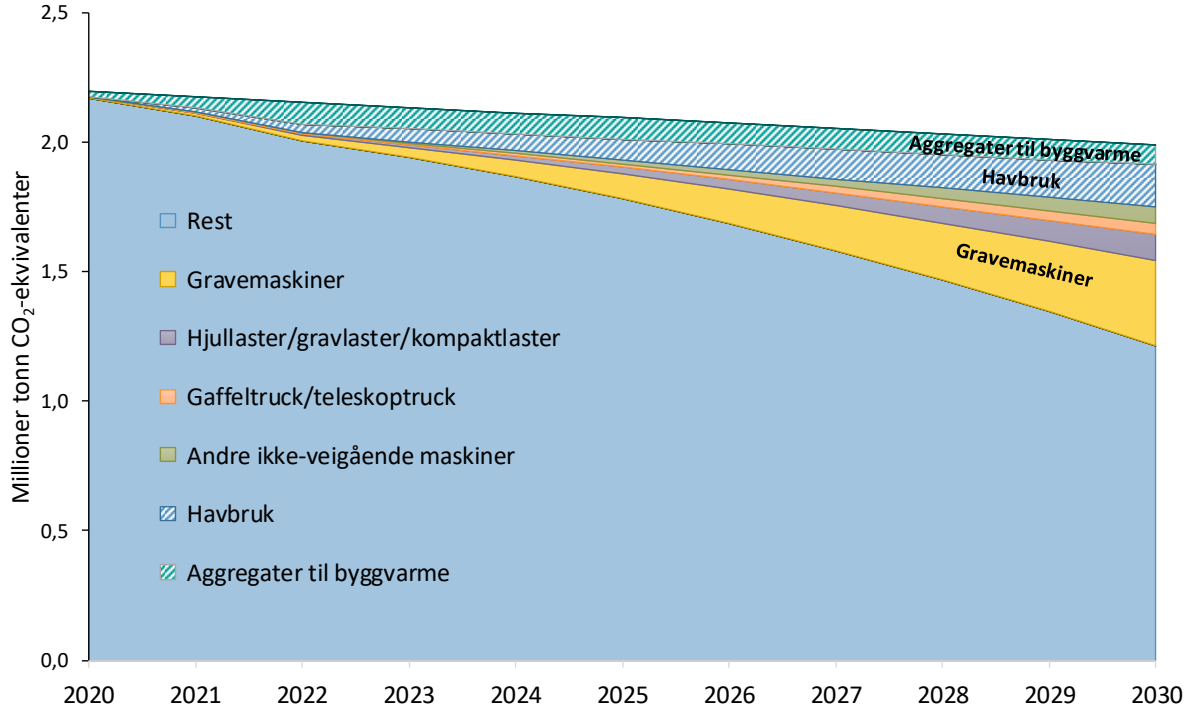
---

[205] Asplan Viak (2019). Muligheter for fossilfrie bygge- og anleggsplasser i Hordaland. Oppdragsrapport for Hordaland Fylkeskommune.

[206] Estimat basert på kostnadsinformasjon fra Østfold fylkeskommune og Wacker Neuson for modeller som er tilgjengelige i dag.

[207] Sintef (2018) 30 tonns utslippsfri gravemaskin. Teknologistatus, kartlegging og erfaringer.

[208] I tillegg vil bruk av biodrivstoff i anleggsdiesel føre til utslippsreduksjoner, men dette gjelder for alle segmenter i ikke-veigående maskiner og annen transport, og er omtalt i delkapittel 6.6.



Figur A 48. Beregnet utslippsreduksjonspotensial for tiltak på ikke-veigående maskiner og kjøretøy fra 2020-2030, fordelt på ulike utslippskilder. Her vises også tiltak som benytter anleggsdiesel og er omtalt i andre sektorkapitler med skraverte felt (Utfasing av mineralolje og gass til byggvarme på byggeplasser og Tiltak i havbruk).

6.3.7 Enkle tiltak kan føre til redusert dieselforbruk på maskiner i bygge- og anleggsbransjen

Tiltaket *Forbedret logistikk og økt effektivisering av maskiner på bygge- og anleggsplasser* går ut på å redusere utslipp fra bygge- og anleggsarbeid gjennom økt fokus på effektiv logistikk og andre tiltak som vil redusere forbruket av diesel i anleggsmaskinene. Tiltaket er basert på et overordnet anslag hvor forbruket reduseres med 10 prosent i 2030 med gradvis innfasing. Dette gir en utslippsreduksjon på 0,4 millioner tonn CO_2-ekvivalenter for perioden 2021-2030. Tiltaket er et samletiltak som inkluderer logistikk og optimalisering på bygge- og anleggsplassen og mer effektiv håndtering av maskinene. Dette er tiltak som i utgangspunktet ikke krever noen investeringer for å gjennomføres, men det kan tenkes at det fører til utgifter for aktørene på grunn av tidsbruk til opplæring, planlegging og oppfølging. Dette er vanskelig å kvantifisere, men det er lagt til grunn at eventuelle kostnader for aktørene vil oppveies av reduserte kostnader som følge av redusert dieselforbruk. Tiltakskostnaden er derfor anslått å være under null.

Effektiv håndtering av maskinene påvirker hvordan maskinene kjøres og vedlikeholdes. Tall Maskinentreprenørenes forbund (MEF) har fått fra maskinleverandører viser at det ikke er uvanlig at gravemaskiner går på tomgang 30-50 prosent av dagen.[209] Å redusere tomgangskjøring er tiltak det er enkelt å gjennomføre, samtidig som det fører til reduserte kostnader for bedriftene. Anleggsmaskiner er fra leverandørenes side ofte utstyrt med systemer som logger informasjon om bruk av maskinen, og dette kan benyttes til blant annet å innhente informasjon om andel tomgangskjøring. Dette kan brukes til å kartlegge forbruket og se effekten av tiltak i sanntid. Et

[209] Maskinentreprenørenes forbund (MEF) (2019). MEF vil få ned tomgangskjøringen.

eksempel fra en aktør som har hatt fokus på å redusere tomgangskjøringen har i løpet av et år gått fra et tomgangssnitt på 40,8 prosent til 14,3 prosent for 20 gravemaskiner.[210]

Logistikk og optimalisering omfatter alle typer tiltak som kan redusere behovet for å bruke maskinene. Dette inkluderer plassering av ulike funksjoner på byggeplassen som oppstilling av stasjonære maskiner og planlegging for å redusere behovet for forflytting av masser. Det krever imidlertid bygge- og anleggsplasser av en viss størrelse og kompleksitet for at en detaljert optimering skal gi vesentlig gevinst.[211] Erfaring fra maskinprodusenter tilsier at optimalisering av anleggsplassen kan gi utslippsreduksjoner på rundt 10 prosent.[212] Tiltaket er avgrenset til anleggsmaskiner som benytter seg av avgiftsfri diesel, men helhetlig fokus på logistikk kan også føre til reduserte utslipp fra veitransport av materialer og masser til og fra bygge- og anleggsplassen.

Atferd er den viktigste barrieren for mer effektiv bruk av anleggsmaskiner

Hovedbarrieren for gjennomføring av logistikk- og effektiviseringstiltaket er atferd. Tiltakene for å redusere dieselforbruket krever i utgangspunktet ingen investeringer og fører til reduserte driftskostnader for aktørene. Når det gjelder reduksjon av tomgangskjøring, er det antatt at manglende fokus og kunnskap blant ledelse og maskinførere, samt gamle vaner og myter er de fremste barrierene.

Mulige virkemidler er informasjonsdeling og kursing i økokjøring, samt kurs om bedre planlegging og logistikkoptimalisering. Det kan også stilles krav i offentlige anskaffelser om logistikkledelse og oppfølging av energiforbruk mens bygge- eller anleggsarbeidet pågår. Med stordata og ny teknologi kan det være mulig å ta i bruk software som logger drivstofforbruket til maskinene mer detaljert enn tidligere. Det kan tenkes at det vil være mulig for en offentlig byggherre å for eksempel tilordne bonus dersom leverandør oppnår et bestemt reduksjonsmål. Dette forutsetter trolig at byggherren inkluderer slik rapportering i kravstilling. Økte drivstoffpriser vil også kunne utløse tiltaket. Når det gjelder reduksjon av tomgangskjøring vil effekten av økte kostnader være avhengig at prissignalet når maskinføreren.

6.3.8 Det er utredet tiltak på at 70 prosent av nye ikke-veigående maskiner er elektriske i 2030

Det er utredet tiltak hvor andelen elektriske maskiner av nysalget økes fra én prosent i 2020 til 70 prosent i 2030. Utslippsreduksjonen er beregnet til 1,75 millioner tonn CO_2-ekvivalenter for perioden 2021-2030. Fordi noen segmenter og maskiner vil være mer krevende å elektrifisere enn andre, er det lagt til grunn ulik innfasing på de forskjellige maskintypene som er kartlagt, som til sammen tilsvarer 70 prosent i 2030. Som nevnt i delkapittel 6.3.4 kan hydrogendrift med brenselceller være en alternativ løsning, særlig for større anleggsmaskiner. På grunn av lavere modenhetsgrad er tiltaket operasjonalisert med elektriske maskiner. Det er imidlertid viktig å også følge med på utviklingen av hydrogenmaskiner framover.

Innfasingen av elektriske maskiner for ulike maskinkategorier er gjort med hensyn til gjennomsnittlig motorstørrelse, tilgjengelige elektriske modeller på markedet, informasjon om hvilke sektorer maskintypen benyttes i og andel elektriske maskiner i maskinkategorien i dag. For eksempel er det allerede et godt utvalg av elektriske gaffeltrucker og til dels mindre gravemaskiner, og innfasingen

[210] Anleggsmaskinen (2019). Enkelt grep ga enorm reduksjon i tomgangskjøringen. 19.09.19.
[211] Sintef (2018). Utslippsfrie byggeplasser, State of the art. Veileder for innovative anskaffelsesprosesser.
[212] Jernbanedirektoratet, Kystverket, Avinor, Nye Veier & Statens vegvesen (2018). Muligheter og barrierer for fossilfrie anleggsplasser i transportsektoren.

starter raskere for disse maskinene. Innfasingsmuligheten vil være avhengig av maskinstørrelsen, og det er lagt til grunn at det generelt sett er lettest og rimeligst å elektrifisere de mindre maskinene.

Det er lagt inn en raskere innfasing av elektriske gravemaskiner enn andre anleggsmaskiner. Det er antatt at gravemaskiner i hovedsak benyttes i bygg- og anleggssektoren. I tillegg arbeider de ofte relativt stasjonært, noe som gjør at de også har potensial for å elektrifiseres med kabel direkte koblet til strømnettet. I dag er det prototyper på elektriske gravemaskiner på 25 og 32 tonn i drift i Norge, og over 90 prosent av salget av gravemaskiner i 2018 var mindre enn 32 tonn.[213] Elektriske traktorer i jordbruket har en lavere innfasing enn andre maskintyper fordi det er antatt at det er flere barrierer knyttet til denne bruken (dette er beskrevet i tiltaksark AT02 i vedlegg I). Innfasingen er basert på en antakelse om at lettere oppgaver vil kunne erstattes av elektriske maskiner fram mot 2030.

Variasjon i bruk og kostnader for ulike maskintyper fører til at det er stor usikkerhet knyttet til den samlede tiltakskostnaden, og beregninger for enkeltmaskiner viser at det kan være veldig stor spredning. Faktorer som er usikre er andelen av maskiner som kan elektrifiseres med kabel og kostnadsreduksjon ved serieproduksjon. I tillegg er ikke kostnader for ladeinfrastruktur og mulig behov for nettoppgraderinger inkludert. På grunn av usikkerheten er tiltaket plassert i kostnadskategorien over 1500 kr/tonn CO_2-ekvivalenter.

De viktigste barrierene for elektriske maskiner er tilgang på modeller og investeringskostnad

Stor spredning i bruksområder og maskintyper i segmentet medfører at det kan være stor spredning i barrierene. For eksempel er det sannsynlig at et entreprenørfirma med en stor maskinpark vil oppleve andre barrierer for å kjøpe inn elektriske maskiner enn en bonde med et lite antall jordbruksmaskiner. Hvilke virkemidler som utløser tiltakene for de ulike aktørene, og hvordan aktørene kan nås vil derfor også variere. Det er likevel antatt at de viktigste barrierene vil gå på tvers av de fleste av aktører. I tillegg utpeker bygg- og anleggssektoren seg som den sektoren det er lettest å nå med virkemidler, samtidig som det er sektoren med størst potensial for utslippsreduksjoner.

De viktigste barrierene for innfasing av elektriske maskiner er tilgang på modeller med tilstrekkelig kapasitet og merkostnad ved investering. Både behovet for kapasitet og investeringskostnaden vil variere betydelig med ulike bruksområder og modeller. Kostnadsbarrieren er størst for batterielektriske maskiner, siden kostnadene knyttet til batteripakke er betydelig. Merkostnaden vil til en viss grad oppveies av betydelig reduserte driftskostnader som følge av både spart diesel og at elektriske motorer krever mindre vedlikehold. For store ombygde maskiner vil det antageligvis per i dag ikke være privatøkonomisk lønnsomt over maskinens levetid uten støtteordninger eller andre virkemidler. Anleggsdiesel er fritatt veibruksavgift, og kostnadsbesparelsene for aktørene per liter diesel som reduseres vil være mindre enn for segmenter som benytter autodiesel. For enkelte maskiner vil overgang til elektrisk drift være privatøkonomisk lønnsomt allerede i dag.

Basert på utviklingen i markedet for elektriske anleggsmaskiner, og batteriteknologi generelt, kan det forventes at barrierene som er knyttet til begrenset tilgjengelighet og kostnader vil kunne reduseres i årene framover. I hvor stor grad dette skjer vil imidlertid også være avhengig av at store internasjonale maskinprodusentene satser på dette området, og hvor raskt dette skjer. En potensiell barriere er at det ikke stilles eksplisitte krav til reduksjoner i utslipp fra ikke-veigående maskiner på europeisk nivå slik det gjøres for personbiler.[214]

[213] Basert på et detaljert uttrekk fra Maskingrossistnes salgsstatistikk.

[214] Bellona (2019) Zero Emission Construction Sites. Status 2019.

Stor spredning og usikkerhet knyttet til kostnader for nettoppgradering og ladeinfrastruktur

Det er stor usikkerhet knyttet til kostnadene for å etablere ladepunkter og behovet for nettoppgradering ved elektrifisering av ikke-veigående maskiner og kjøretøy. I hvor stor grad tilgang og etablering av infrastruktur vil være en barriere vil variere med for eksempel sektoren maskinene brukes i, antall elektriske maskiner samlet på samme sted, geografisk lokalisering og muligheter for etterbruk av ladeinfrastrukturen.

På bygge- og anleggsplasser skal flere maskiner arbeide sammen i en begrenset periode. Her er det viktig med god planlegging i en tidlig fase for å sikre tilstrekkelig infrastruktur fra start, samt å vurdere muligheter for etterbruk av infrastruktur. Barrieren er antatt å være størst ved anleggsarbeid som foregår på områder med lite etablert infrastruktur, spesielt ved bygging av samferdselsinfrastruktur. Les mer om ladeinfrastruktur og nett for ikke-veigående maskiner og kjøretøy i kapittel 13.

Offentlige anskaffelser kan være et viktig virkemiddel for å oppnå nullutslippsmaskiner

På grunn av relativt store merkostnader og andre barrierer i tidlig fase av omstillingen, vil det være nødvendig med betydelige forsterkende eller nye virkemidler for å oppnå utslippskuttene som ligger til grunn i tiltaket. Bygge- og anleggsbransjen står for store deler av utslippene fra bruk av maskiner, og er preget av stor grad av offentlige bestillere, på både statlig og kommunalt nivå. Derfor kan det å stille klima- og miljøkrav i offentlige anskaffelser være et sentralt virkemiddel for at tiltakene blir utløst. Offentlig sektors innkjøpsmakt kan bidra til å påvirke markedet ved økt etterspørsel etter maskiner. Dette vil også kunne gjøre overgangen lettere for sektorer som ikke er preget av offentlig etterspørsel. Det er også mulig å stille krav i andre sektorer som benytter maskiner. Dette kan for eksempel være krav til utslippsfrie havner, godshåndtering ved togterminaler, utslippsfrie maskiner på gjenvinningsstasjoner og lignende.

Det vil være en fordel dersom flere offentlige aktører går sammen om å etterspørre nullutslippsmaskiner, da dette vil gi økt forutsigbarhet og sikre etterbruk for dem som investerer i maskinene. Koordinering av kontraktsutforming og krav og dialog med bransjen i denne prosessen vil også være en fordel. For å ytterligere øke etterspørselen etter nullutslippsmaskiner i det internasjonale markedet kan norske myndigheters deltakelse i internasjonalt arbeid som fremmer dette temaet bidra til å påvirke de store internasjonale maskinprodusentene til omstilling.

I tillegg til å bruke sin innkjøpsmakt, kan kommuner gis en rolle som ekstra pådriver ved at det gis større adgang til å stille krav om utslippsfri anleggsdrift som del av reguleringsplaner. For å gjøre dette kan det være behov for å tydeliggjøre på hvilken måte dette kan reguleres innenfor plan- og bygningsloven. Konsekvensene av å benytte plan- og bygningsloven til å stille klimakrav i planbestemmelser må utredes nærmere dersom man ønsker å iverksette dette, herunder alle relevante kostnader og nytteeffekter. Se kapittel 12 for mer om plan- og bygningsloven som mulig virkemiddel.

Fortsatt investeringsstøtte for utslippsfrie maskiner vil kunne være et viktig virkemiddel for å redusere kostnadsbarrieren fram til nullutslippsmaskiner blir lønnsomme i markedet.[215] Støtteordninger som treffer alle sektorer er viktig for å oppnå en raskest mulig overgang til nullutslippsmaskiner. For å ta hensyn til mulige kostnadsbarrierer for etablering av infrastruktur, kan støtteordningene også inkludere støtte til infrastruktur, batteribanker og anleggsbidrag.

For å redusere risikoen for entreprenører og andre maskineiere er det viktig at offentlige kontrakter synliggjør betalingsvillighet for nullutslipp. Samtidig kan kontraktslengden stimulere til bruk av

[215] Det er etablert tilskuddsordninger for innkjøp av nullutslippsmaskiner gjennom Enova og Klimasats.

nullutslippsmaskiner. For segmenter der det ved kontraktsinngåelse ikke finnes nullutslippsmaskiner i markedet, er det for eksempel mulig å legge inn en reforhandling av kontrakten etter noen år. For segmenter der nullutslippsmaskiner er tilgjengelig er det ideelt om kontraktslengden er lang nok til å dekke avskrivningstiden på maskinen. Andre mulige virkemidler som kan bidra til at tiltaket utsløses er for eksempel økte priser på dieseldrevne maskiner, enten gjennom økt innkjøpskostnad og/eller driftskostnad, for eksempel ved økt CO_2-avgift.

6.4 Jernbane

Utslippene fra jernbane i referansebanen er på nesten 400 000 tonn CO_2-ekvivalenter i perioden 2021-2030. Det er per 2019 syv jernbanestrekninger[216] som ikke er elektrifiserte og hvor togene benytter anleggsdiesel. I statsbudsjettet 2020 er det vedtatt elektrifisering av to av strekningene. Tiltaket som er utredet på jernbane innebærer at alt dieselforbruk på de gjenværende strekningene erstattes med utslippsfrie alternativer fra 2025. Dette gir en samlet utslippsreduksjon på 230 000 tonn i perioden 2025-2030. Tiltaket er utredet av Jernbanedirektoratet, og basert på prosjekt NULLFIB (NULLutslippsløsninger For Ikke-elektrifiserte Baner)[217].

6.4.1 Batteri kombinert med delvis elektrisk banestrekning har trolig lavest samfunnsøkonomisk kostnad

Teknologier som er utredet i NULLFIB-prosjektet er: elektrifisering med kontaktledning-anlegg (KL-anlegg), delelektrifisering med KL-anlegg i kombinasjon med batteri, helbatteri, biodiesel, biogass og hydrogen.[218] Batteridrift i kombinasjon med delelektrifisering (heretter omtalt som delelektrifisering) innebærer at det kjøres batteritog som lades opp mens de kjører på seksjonsvise elektrifiserte deler av jernbanestrekningen og på batteri mellom disse seksjonene. Beregningene i prosjektet er gjort med Nordlandsbanen som case.

Både kostnadene for elektrifisering med KL-anlegg og de nye teknologiene anses som usikre, og utredningene som er utført i NULLFIB er på et overordnet nivå. Det har blitt vurdert et totalkostnadsbilde for de ulike teknologiene som inkluderer infrastrukturinvesteringer som KL-anlegg, energilagring, lokomotivinvesteringer, samt drifts- og vedlikeholdskostnader for de ulike teknologiene. Jernbanedirektoratets beregninger tyder på at kostnadene er lavest for teknologier som helbatteri og batteri med delelektrifisering, samt konvensjonell biodiesel.[219] Hydrogen og biogass kommer dårligere ut på grunn av en kombinasjon av høyere infrastrukturinvesteringer med hensyn på sikkerhet i tunneler og høye driftskostnader for lokomotivene sammenlignet med elektrisk drift. Utredningen så langt viser at helelektrifisering med KL-anlegg av Nordlandsbanen vil være svært kostbart.

Basert på de økonomiske og jernbanetekniske vurderingene fra NULLFIB-prosjektet, har Jernbanedirektoratet lagt til grunn at dieseltogene erstattes med delelektrifisering i kostnadsanslaget tiltaket. Samfunnsøkonomisk kostnad med denne løsningen er ventet å ligge under 500 kr/tonn CO_2-ekvivalenter.

Delelektrifisering av jernbanestrekningene i form av KL-anlegg er en velkjent teknologi, som med stor grad av sikkerhet kan implementeres på de ikke-elektrifiserte banestrekningene i dag. For

[216] Ikke-elektrifiserte banestrekninger er Meråkerbanen, Nordlandsbanen, Rørosbanen, Raumabanen, Solørbanen, Stavne-Leangenbanen og Numedalsbanen.

[217] Jernbanedirektoratet (2019). Mandat for forprosjekt: NULLFIB - NULLutslippsløsninger For Ikke-elektrifiserte Baner.

[218] Jernbanedirektoratet (2019). Gi innspill til NULLutslippsløsninger For Ikke-elektrifiserte Baner (NULLFIB)

[219] Biodiesel basert på landbruksvekster. Se mer om global klimaeffekt for biodrivstoff i kapittel 14.

persontogkjøretøy/togsett finnes det kommersielt tilgjengelige modeller på batteri i dag, men teknologien er umoden når det gjelder løsninger for godstogkjøretøy/lokomotiv.

Det er noe usikkerhet knyttet til hvor mye tiltaket vil koste, hvor lang tid elektrifiseringen vil ta og konsekvenser for driften i utbyggingsperioden. Et prøveprosjekt vil imidlertid avdekke usikkerhet og risiko knyttet til delelektrifisering. Persontog med batteridrift med kombinert bruk på elektrifiserte og ikke-elektrifiserte strekninger er kjent teknologi og blir i økende utstrekning benyttet i Europa for å erstatte diesel.[220,221]

For at tiltaket skal være gjennomførbart og effektivt, må de relevante aktørene ha en interesse av å gjennomføre endringen. Samtidig er det viktig at tiltaket lar seg finansiere. Mulige virkemidler kan være offentlig og/eller privat støtte til merkostnader for investeringsprosjekt eller til prøvedriftprosjekter. Det kan også gjennomføres et pilotprosjekt for å få mer erfaring med teknologien for norske forhold.

6.5 Fritidsbåter

Fritidsbåter representerer omtrent 19 prosent av de forventede utslippene fra ikke-veigående maskiner og annen transport fra 2021-2030 i NB2020. Segmentet består av en rekke ulike typer småbåter som seilbåter, motorbåter og vannscootere. Utslippene fra fritidsbåter er basert på en modellberegning der man tar utgangspunkt i antallet fritidsbåter og ulike egenskaper ved bruken av dem, og dette medfører usikkerhet i utslippene.

Tall fra Båtlivsundersøkelsen viser at det i 2017 var mer enn 500 000 motoriserte fritidsbåter i Norge.[222] Det finnes allerede noen elbåter på det norske markedet, men det er enda helt i startfasen, og utvalget er svært begrenset. Utvalget er også begrenset til segmentene som er enklest å elektrifisere, som båter som i dag har lav fart og små påhengsmotorer. Tiltaket som er utredet på fritidsbåter innebærer en gradvis innfasing av elektriske båter i nysalget. Med en gradvis innfasing til 2 000 elbåter i 2030 er det beregnet utslippsreduksjonspotensial på 0,03 millioner tonn CO_2-ekvivalenter fra 2021-2030.

Dagens batterier har høy vekt og liten energitetthet sammenlignet med en drivstofftank. I motsetning til luftmotstanden som elbiler møter har båter i vannet en enorm vannmotstand som krever et stort energiforbruk, særlig ved høyere fart. Det gjør at rekkevidden blir mye mindre i en elbåt enn i en elbil med samme batteristørrelse. Det er vanskelig å se for seg at batterielektriske fritidsbåter vil kunne erstatte fritidsbåter i alle segmenter med dagens bruksmønster på kort- og mellomlang sikt. I tillegg til mangel på teknologi med tilstrekkelig rekkevidde, er det en stor barriere at merkostnaden ved investering er svært høy.

Støtteordning ved innkjøp kan derfor være et mulig virkemiddel, enten gjennom eksisterende eller nye nasjonale eller kommunale støtteordninger. På mellomlang til lengre sikt kan hydrogenelektriske løsninger bli aktuelle. Dette vil kunne gi fritidsbåter med samme hastighet og bruksmønster som i dag. Hydrogen i fritidsbåter er fortsatt på pilotstadiet og tilbys ikke av fritidsbåtprodusenter i dag, og har i tillegg en betydelig infrastrukturbarriere.

[220] Siemens (2018). ÖBB and Siemens develop battery-powered train

[221] Stadler (2019). Stadler supplies 55 battery-operated FLIRT trains for the Schleswig-Holstein local transport association

[222] Kongelig Norsk Båtforbund (2018). Båtlivsundersøkelsen 2018.

6.6 Bruk av flytende biodrivstoff i anleggsdiesel

Anleggsdiesel benyttes i alle sektorer i annen transport. Det er utredet et tiltak som går ut på å bruke flytende biodrivstoff i stedet for fossil anleggsdiesel. Tiltaket er basert på å utvide dagens omsetningskrav i veitransport til å også omfatte anleggsdiesel, i tråd med anmodningsvedtak fra Stortinget: *"Stortinget ber regjeringen legge fram en plan for ytterligere opptrapping av omsetningskravet for biodrivstoff fram mot 2020. Planen skal legge opp til en overgang fra biodrivstoff basert på matvekster til mer avansert biodrivstoff med bedre bærekraft. Omsetningskravet for drivstoff til veitransport planlegges i denne forbindelse utvidet til å omfatte avgiftsfri diesel."*

6.6.1 Omsetningskrav med avansert flytende biodrivstoff i anleggsdiesel kan gi store utslippskutt

Dagens omsetningskrav til veitransport innebærer at de som selger drivstoff må sørge for at 20 prosent av drivstoffet de omsetter til veitransport er flytende biodrivstoff. Avansert biodrivstoff teller dobbelt i omsetningskravet for å fremme bruken av dette. I tillegg er det et delkrav til avansert biodrivstoff. Det er utredet et tiltak som innebærer bruk av flytende biodrivstoff i anleggsdiesel som oppfyller dagens omsetningskrav med 10 prosent avansert biodrivstoff i perioden 2021-2030. På grunn varierende lagringsforhold for anleggsdiesel, legges det til grunn at innblandingen skjer med avansert HVO-biodiesel, som har tilnærmet like egenskaper som fossil diesel.

Gitt prisforutsetningene lagt til grunn for avanserte flytende biodrivstoff (se kapittel 14), og dagens avgiftsnivå, vil en slik opptrapping i snitt øke drivstoffkostnadene for aktørene som benytter anleggsdiesel med henholdsvis 7 og 9 prosent i 2021 og 2030. En slik prisøkning vil øke insentivene for å gjennomføre andre tiltak som elektrifisering og logistikk.

Totalt vil innblandingen av flytende biodrivstoff i anleggsdiesel som er lagt til grunn i tiltaket tilsvare et volum på 88 millioner liter i 2021 og 58 millioner liter i 2030. Her ligger det til grunn at de andre tiltakene hvor anleggsdiesel benyttes gjennomføres. Reduksjonen fram mot 2030 skyldes dermed både redusert dieselforbruk i referansebanen, samt fra elektrifiserings- og effektiviseringstiltak.

Flytende biodrivstoff fremmes også gjennom direkte etterspørsel fra enkeltkunder, og det er forventet at dette vil øke for eksempel som følge av økt fokus på fossil- og utslippsfrie byggeplasser. Rene biodrivstoff som selges til enkeltkunder vil også regnes som en del av omsetningskravet, gitt tilsvarende utforming som dagens omsetningskrav til veitransport. Dette vil derfor overlappe helt eller delvis med en eventuell utvidelse av omsetningskravet til å også omfatte anleggsdiesel.

Norsk produksjon av avansert flytende biodrivstoff er i dag på om lag 20 millioner liter, men vil kunne øke til 300 millioner liter i 2024/2025 dersom annonserte planer igangsettes. For mer om total etterspørsel av biodrivstoff som følge av tiltakene i Klimakur 2030, samt global tilgjengelighet se kapittel 14.

6.7 Potensial for utslippsreduksjon fra snøscootere og bensindrevne motorredskaper

I framskrivingen representerer snøscootere og bensindrevne motorredskaper til sammen et utslipp på omtrent 350 000 tonn CO_2-ekvivalenter i perioden 2021-2030, hvor bensindrevne motorredskaper står for i overkant av 60 prosent. Referansebanen for både snøscootere og bensindrevne motorredskaper reduseres årlig med i overkant av to prosent fra 2020 til 2030. Det er ikke gjort noen grundige analyser av disse segmentene, og de har ikke noe tiltaksark. Et grovt estimat viser at reduksjonspotensialet for begge segmentene til sammen kan være i størrelsesorden 0,02 til 0,06 millioner tonn CO_2-ekvivalenter i perioden 2021-2030.

Som for andre ikke-veigående maskiner kan offentlige anskaffelser potensielt bidra til markedsintroduksjon for utslippsfrie motorredskaper. Eksempler på offentlige anskaffelser som kan bidra er kommuner som kjøper inn egne maskiner til vedlikehold.

6.7.1 Verdens første serieproduserte elektriske snøscooter er lansert

I henhold til kjøretøyregisteret finnes det litt over 90 000 snøscootere i Norge per 2018, og det registreres omtrent 1 300 nye i året. Snøscootere benyttes mest på fjellet og i landlige omgivelser. Bruksmønsteret varierer fra bruk i slalåmanlegg, reindrift, syketransport og frakt av varer til ren rekreasjonskjøring. Verdens første serieproduserte elektriske snøscooter ble lansert av kanadiske Taiga Motors i 2018 med en rekkevidde på 140 km.[223] Dette er en rekkevidde som kan dekke mange behov, som bruk i slalåmanlegg og til varelevering. Som for andre elektriske kjøretøy vil rekkevidden være lavere enn for bensindrevne snøscootere. Ny, forbedret batteriteknologi og optimalisering av drivlinjen tilsier imidlertid at rekkevidden øker også på denne typen kjøretøy.

Batteripakken på en snøscooter må være av en viss størrelse (10-20 kWh) for å ha tilstrekkelig rekkevidde for bruk på fjellet. Derfor vil merkostnaden ved investering være en betydelig barriere. Siden bruken av en snøscooter er sesongbetont vil det være færre måneder å fordele reduserte drivstoffkostnader på. Ettersom snøscootere benyttes fjellet og i landlige omgivelser om vinteren vil tilgangen til elektrisk strøm variere. Vanligvis vil strømuttak ved hus og hytter i spredt bebyggelse kunne etableres uten store kostnader. Snøscootere som benyttes til varetransport i mer eller mindre fast, ikke alt for lang rute vil lettere kunne elektrifiseres enn snøscootere som benyttes til utrykning i høyfjellet. Siden snøscootere benyttes på fjellet og i områder med fravær av annen lyd, kan redusert støy være en positiv tilleggseffekt.

I dag betales det engangsavgift for snøscootere, mens elektriske snøscootere har fritak for engangs- og merverdiavgift. På samme måte som for øvrige kjøretøy kan innføring av en CO_2-komponenet i engangsavgiften benyttes som virkemiddel for å favorisere nullutslippskjøretøy. Eventuelt kan øvrige komponenter settes til null i en periode for å gi ytterligere insentiver til valg av nullutslippskjøretøy.

6.7.2 Batterielektriske motorredskaper kan erstatte bensinredskaper

Bensindrevne motorredskaper er i hovedsak mindre håndholdte maskiner som gressklippere, motorsager, løvblåsere og lignende. Det finnes ingen oversikt over hvor mange maskiner som finnes i segmentet. Det kan antas at maskinene stort sett benyttes i husholdninger, til vedlikeholdsarbeid i kommuner, samt i landbruket. Sammenlignet med større maskiner, brukes trolig bensindrevne motorredskaper mindre og skiftes ut sjeldnere.

Det antas at det i mindre grad er tekniske begrensninger for å skifte motorredskapene til elektriske varianter enn for større maskiner, og at det for mange redskaper vil finnes tilgjengelige modeller med tilstrekkelig kapasitet på relativt kort sikt. Det eksisterer allerede mange elektriske motorredskaper, som store gressklippere og motorsager, og stadig flere småmaskiner blir elektrifisert. Det er en merkostnad ved investering på batteridrevne maskiner, og dette er sannsynligvis en viktig barriere. Merkostnaden vil nok i mange tilfeller veies opp av reduserte driftskostnader. I tillegg til at kostnad er en barriere, vil introduksjonen av elektriske motorredskaper være begrenset av hvor raskt dagens maskiner byttes ut. Det er imidlertid rimelig å anta at motorredskapene som brukes mest intensivt og står for mesteparten av utslippene også vil ha kortest levetid. Dette kan være redskap som brukes til kommunalt vedlikehold og i landbruket.

[223] Taiga Motors. Pure Snowmobiling.

6.8 Luftfart

6.8.1 Sivil luftfart er ikke en del av mandatet for Klimakur 2030

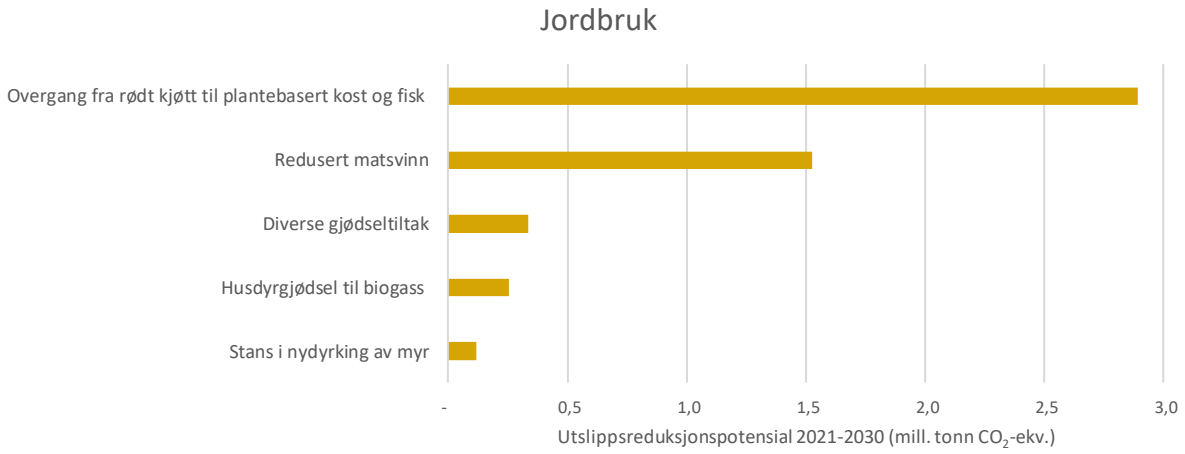
Luftfarten står globalt for betydelige utslipp. Utslippene fra innenriks flytrafikk (det vil si flyvninger mellom norske flyplasser, og militær luftfart) utgjorde 2,5 prosent av de totale norske klimagassutslippene i 2018. Den sivile lufttrafikken står for over 90 prosent av disse utslippene. Det er likevel ikke utredet tiltak for utslippsreduksjoner i luftfarten i Klimakur 2030. Ifølge mandatet for Klimakur 2030 skal arbeidet omhandle ikke-kvotepliktige utslipp innenfor innsatsfordelingsforordningen. Klimagassutslipp fra innenriks luftfart og flyvninger innen EØS-området er i hovedsak inkludert i det europeiske kvotesystemet.

Det er unntak fra kvoteplikten blant annet for militære flyvninger, offentlig subsidierte flyvninger med kapasitet under 30 000 seter per år, små fartøy og politi- og redningsflyvninger. Miljødirektoratet anslår at ca. 25 prosent eller mindre av utslippene fra all innenriks luftfart i Norge er ikke-kvotepliktig. Av dette er rundt halvparten militær luftfart innenfor innsatsfordelingsforordningen og rundt halvparten sivil luftfart utenfor innsatsfordelingsforordningen. Det er noe usikkerhet rundt den anslåtte andelen ikke-kvotepliktig utslipp, blant annet på grunn av ulik avgrensning og ulik metode for beregning av utslipp i rapportering til SSB og i rapportering av kvotepliktige utslipp til Miljødirektoratet.

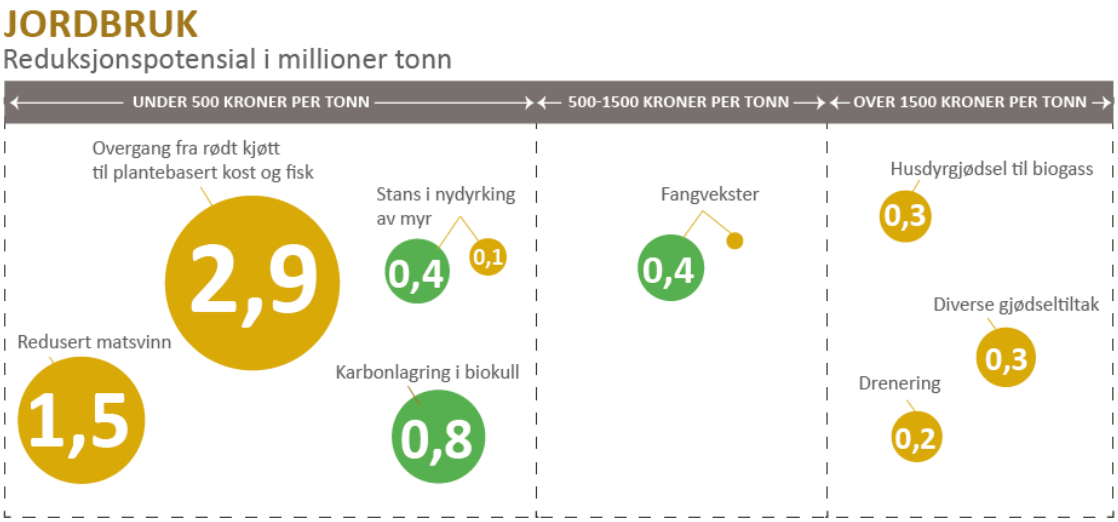
I EUs regelverk for innsatsfordelingsforordningen holdes CO_2-utslipp fra sivil ikke-kvotepliktig luftfart utenfor. Dette er begrunnet med at beregning av ikke-kvotepliktig utslipp for sivil luftfart er svært krevende og har høy usikkerhet. Rapportering på disse utslippene er ifølge EU en uforholdsmessig stor byrde for medlemsstater og bedrifter sammenlignet med størrelsen på utslippene. Det betyr at CO_2-utslipp fra sivil innenriks luftfart ikke er en del av innsatsfordelingsforordningen og Norges avtale om felles oppfyllelse med EU. Tiltak og virkemidler for sivil luftfart er derfor ikke utredet i Klimakur 2030. På grunn av den knappe tidsrammen for oppdraget er heller ikke tiltak for militær luftfart blitt utredet.

7 Jordbruk

Faggrunnlaget for jordbruket er hovedsakelig utarbeidet av ressurser internt i faggruppen. I tillegg har det vært hentet inn innspill og utredninger fra Helsedirektoratet, Digitaliseringsdirektoratet (tidligere Difi), Innovasjon Norge og Enova, NIBIO, Østfoldforskning, NMBU, Rambøll, Vista Analyse, Carbon Limits og Samfunnsøkonomisk Analyse. Det har vært gjennomført fem innspills-workshoper (kosthold, matsvinn og biogass), og det har vært avholdt møter med Norsk Landbrukssamvirke, NHO Mat og Drikke, Virke Dagligvare og Matprat.



Figur A 49. Tiltak i jordbruket som bokføres i jordbrukssektoren i utslippsregnskapet per i dag. "Diverse gjødseltiltak" er summen av fire gjødseltiltak.



Figur A 50. De kvantifiserte jordbrukstiltakene fordelt etter kostnadskategori. Figuren har ingen x- eller y-akse slik at boblene er vilkårlig plassert innenfor hver kostnadskategori. Størrelsen på boblene angir ulike utslippsreduksjonspotensial for perioden 2021-2030 og angitt for hvert tiltak i millioner tonn CO_2-ekvivalenter. Oransje bobler er utslippsreduksjoner i jordbruksektoren, og grønne bobler er utslippsreduksjoner i sektoren for skog og annen arealbruk. Fangvekster, Karbonlagring i biokull og Drenering kan ikke bokføres i dag.

7.1 Oppsummering

Ifølge utslippsframskrivingene fra nasjonalbudsjett 2020 (NB2020), vil 20 prosent av klimagassutslippene i ikke-kvotepliktig sektor i perioden 2021-2030 komme fra jordbruket. Av dette kommer om lag halvparten av utslippene fra dyrenes fordøyelse (tarmgass), en tredjedel fra gjødselhåndtering og resten fra dyrket myr med mer. Det er mulig å redusere utslippene i jordbrukssektoren betydelig innen 2030, men det krever rask igangsettelse av omfattende virkemidler.

Det er utredet 16 tiltak i jordbrukssektoren (diverse gjødslingstiltak er fem tiltak). Åtte av tiltakene som er utredet, kan bokføres i jordbrukssektoren i dag. Utslippsreduksjoner fra disse åtte tiltakene er vist i Figur A 49 over, hvorav fire kvantifiserbare gjødseltiltak er samlet i "Diverse gjødseltiltak". Ett av de kvantifiserte tiltakene, tiltaket *Stans i nydyrking av myr*, gir også utslippsreduksjoner i sektoren for skog og annen arealbruk (arealbrukssektoren) i perioden 2021-2030, se del B. Tre tiltak kan kvantifiseres, men ikke bokføres i dag. Fem tiltak kan ikke kvantifiseres fordi kunnskapsgrunnlaget er utilstrekkelig.

Tiltakene er sortert i tre kategorier: 1) forbedring av produksjon og ressursutnyttelse i jordbruket (11 tiltak, inklusive de fem som ikke kan kvantifiseres), 2) karbonlagring i jord (tre tiltak) og 3) kosthold og matsvinn (to tiltak).

Tiltak som forbedrer produksjon og ressursutnyttelse

Tiltak i denne kategorien er *Husdyrgjødsel til biogass*, *Diverse gjødseltiltak*, to fôrtiltak (*Fôrtiltak, tilsettingsstoffer* og *Fôrtiltak, grovfôrkvalitet*), *Dyrehelse, fruktbarhet og avl, Drenering* og *Økt beiting for melkeku*. Tiltakene gir reduserte utslipp per produsert enhet gjennom forbedring av produksjonen og/eller ressursutnyttelse. Utslippsreduksjonspotensialet for de fem tiltakene som kan kvantifiseres og bokføres i dag (*Husdyrgjødsel til biogass* og fire av tiltakene i *Diverse gjødseltiltak)*, er 0,59 millioner tonn CO_2-ekvivalenter i perioden 2021-2030. Dreneringstiltaket gir betydelig utslippsreduksjon (0,24 millioner tonn CO_2-ekvivalenter), men kan ikke bokføres. Det er behov for mer forskning og utvikling for å kunne kvantifisere utslippsreduksjoner for de to fôrtiltakene og tiltakene *Dyrehelse, fruktbarhet og avl*, *Økt beiting for melkeku* og *Presisjonsgjødsling* (inngår i tiltak *Diverse gjødseltiltak*).

Klimatiltakene må gjennomføres av jordbruksforetakene som ledd i driften. Forskriftskrav kan være aktuelt for å sikre tiltaksgjennomføring, men manglende privatøkonomisk lønnsomhet er en vesentlig barriere. Usikkerhet om nytten for egen drift og hvorvidt tiltakene har klimaeffekt kan også være et hinder for å gjennomføre tiltak. Tilskudd, informasjon og veiledning for at foretakene skal ønske og evne å ta i bruk tiltakene er derfor aktuelle virkemidler i tillegg til eventuelt forskriftskrav. For husdyrgjødsel til biogass er det også en barriere at det ikke er en lønnsom verdikjede og at spesielt kostnadene for transport av husdyrgjødsel er høye.

Tiltak som øker karbonbinding

Tiltakene *Stans i nydyrking av myr*, *Fangvekster*[224] og *Karbonbinding i biokull* reduserer utslipp først og fremst ved at karbon bundet gjennom fotosyntesen i større grad lagres i jorda og at en mindre andel frigjøres i form av CO_2. Av disse er det kun tiltak *Stans i nydyrking av myr* som kan bokføres i utslippsregnskapet i dag. Dette tiltaket har et utslippsreduksjonspotensial i perioden 2021-2030 på om lag 0,4 millioner tonn CO_2-ekvivalenter i arealbrukssektoren og 0,1 millioner tonn CO_2-

[224] Fangvekster er ulike typer planter (for eksempel raigras) som dyrkes sammen med korn eller andre åkervekster som høstes, og har som hensikt å bidra til et voksende plantedekke utover senhøsten og vinteren etter at høstingen er ferdig. Dette bidrar til å binde karbon i jorda.

ekvivalenter (lystgass) som bokføres i jordbrukssektoren. Tiltakene *Fangvekster* og *Karbonbinding i biokull* gir til sammen 1,24 millioner tonn CO_2-reduksjon i arealbrukssektoren og 26 000 tonn CO_2-ekvivalenter (lystgass) i jordbrukssektoren, men bokføres ikke i disse sektorene i dag.

Tiltakene vil kunne gjennomføres ved at jordbruksforetakene endrer sin driftspraksis. For fangvekster vil det være behov for rådgivning, forskning og utprøving av de vekstene som er mest egnet for norske forhold i tillegg til at det eksisterende tilskuddet blir tilgjengelig i større deler av landet. For tiltaket *Stans i nydyrking av myr* er det avgjørende for utslippsreduksjonspotensialet at den forestående forskriftsbestemmelsen som gjelder forbud mot nydyrking av myr gir begrenset mulighet for dispensasjon. For tiltaket *Karbonbinding i biokull* er det ikke en etablert verdikjede per i dag, eksempelvis er det i liten grad etablert infrastruktur for innsamling av organiske avfalls- og restfraksjoner eller et mottaksapparat for produsert biokull.

Kosthold og matsvinn

Tiltaket *Overgang fra rødt kjøtt til plantebasert kost og fisk* (heretter kalt kostholdstiltaket) gir utslippsreduksjoner fordi sammensetningen av norsk jordbruksproduksjon endres når forbruker endrer kostholdet i retning av mat med lavere klimaavtrykk.

For å beregne hvilken effekt endret kosthold har på klimagassutslipp, er det utarbeidet åtte scenarioer med ulik sammensetning av kostholdet. Dette er gjort ettersom det er mange måter å sette sammen et kosthold i tråd med Helsedirektoratets kostråd, samt at det er store usikkerheter i hvordan kostrådene vil følges i perioden. Modellberegningene er gjort innenfor rammene for dagens system i jordbruket og dagens klima. Energi-, fett- og proteininnhold ligger innenfor anbefalingene fra Helsedirektoratet i alle scenarioene.

Valg av scenario har stor betydning for både utslippsreduksjonspotensial for tiltaket og konsekvenser for jordbruksproduksjonen og det er derfor store usikkerheter knyttet til å velge ett scenario. Effekten på utslipp og konsekvenser for jordbruket i scenarioet som er valgt har tilnærmet verdier som ligger i midten av de ulike scenarioene.

Utgangspunktet for scenarioet som er valgt er at hele befolkningen følger kostrådet for rødt kjøtt og at de andre av Helsedirektoratets kostråd oppfylles helt eller i større grad enn i dag ved at redusert kjøttmengde erstattes med plantebasert kost og fisk. I forutsetningene ligger også at norskandelen av forbruket øker, altså at forbruket endres fra importerte varer til norskproduserte varer. Dette gjelder for både kjøttvarer og vegetabilske varer.

Kostholdstiltaket slik det er beskrevet over, er beregnet å redusere 2,9 millioner tonn CO_2-ekvivalenter i jordbrukssektoren i perioden 2021-2030, forutsatt at en rekke virkemidler kommer raskt på plass. Det er lagt til grunn at det vil ta noe tid å få på plass alle virkemidler som er nødvendig for å utløse tiltaket slik at hele potensialet for tiltaket først tas ut i 2032. Det er samtidig usikkerhet knyttet til om de vurderte virkemidlene vil ha den effekten på forbruket som er nødvendig for å få til kostholdsendringene.

Det er viktig å understreke at den estimerte utslippsreduksjonen og konsekvensene for kostholdstiltaket ikke er et forventet utfall, men et mulig utfall. Det ligger svært mange forutsetninger til grunn for beregningen. To scenarioer med samme mengde redusert rødt kjøtt kan gi relativt ulike utslippsreduksjoner og konsekvenser avhengig av hvilke typer rødt kjøtt som reduseres, hva det erstattes med og om norskandelen øker. Utslippsreduksjonene i de ulike scenarioene spenner fra 2 til 8 millioner.

Tiltaket *Redusert matsvinn* (heretter kalt matsvinntiltaket) gir utslippsreduksjoner fordi norsk jordbruksproduksjon reduseres når norskprodusert mat ikke lenger kastes. Matsvinntiltaket tar

utgangspunkt i bransjeavtalen for matsvinn med mål om å halvere matsvinnet i 2030 sammenlignet med 2015. Matsvinntiltaket kan redusere 1,5 millioner tonn CO_2-ekvivalenter i jordbrukssektoren i perioden 2021-2030, forutsatt at en rekke virkemidler kommer på plass raskt.

Begge tiltakene er beregnet å være samfunnsøkonomisk lønnsomme, mens den privatøkonomiske lønnsomheten varierer mellom aktører. For forbrukerne er matsvinntiltaket vurdert å være privatøkonomisk lønnsomt, mens kostholdstiltaket gir økte utgifter. Det er kun tatt hensyn til helsegevinst i beregning av samfunnsøkonomiske kostnader for kosthold.

Mangel på tid, kunnskap om reell holdbarhet og høye krav til matens utseende er en grunn til at mange kaster mat. For kosthold er den største barrieren at det vi spiser styres av våre verdier. Andre barrierer er vanestyrte innkjøp, smakspreferanse for rødt kjøtt, manglende kunnskap om klimaeffekt av matvarer og en polarisert kostholdsdebatt som kan forvirre forbruker. Det er betydelige atferdsbarrierer for både matsvinn- og kostholdstiltaket. Flere virkemidler må på plass dersom hele potensialet skal utløses og flere av disse vil kunne ha fordelingsvirkninger. For både matsvinn og kosthold vil ulike typer informasjonsvirkemidler være viktig. Barn og unge og foreldre med hjemmeværende barn er viktige målgrupper for begge tiltak. For kosthold er voksne menn en sentral målgruppe ettersom en betydelig andel spiser mer enn dobbelt så mye som Helsedirektoratet anbefaler.

Begge tiltakene er forbundet med komplekse verdikjeder med mange aktører som har ulike barrierer. Innsats gjennom hele verdikjeden, eksempelvis utvikling av produkter, nye produksjonslinjer og markeder, digitalisering og hyppigere bruk av krav i offentlige anskaffelser, er nødvendig for å gjennomføre både kosthold- og matsvinntiltaket slik de er beregnet her. Et utvidet samarbeid mellom aktørene i kjeden og myndighetene kan også bidra til måloppnåelse for begge tiltak.

En avgift på rødt kjøtt vil ha noe effekt på konsumet, men effekten begrenses av flere faktorer som blant annet risiko for økt grensehandel. En avgift vil kunne ha fordelingsvirkninger og ramme de mest ressurssvake hardest. Det er behov for mer kunnskap før en kan anslå klimaeffekten av en slik avgift og gjøre en grundigere vurdering av fordelingsvirkningene. En CO_2-avgift på matsvinnet vil være svært krevende å administrere fordi beregning av en slik avgift vil fordre måling og rapportering av sammensetning av matsvinnet i alle husholdninger og virksomheter og beregning av klimagassutslippene av dette matsvinnet. Effekten av en slik avgift er også usikker.

For å redusere usikkerhet i tiltaksutredningene og vurdere om vedtatt politikk i tilstrekkelig grad støtter opp under tiltak, er det behov for hyppigere landsrepresentative kostholdsundersøkelser. Tilsvarende kan en få bedre kartlegging av hva matsvinnet i husholdningene består av ved å utføre hyppigere plukkanalyser i flere kommuner.

Dersom jordbruksproduksjonen ikke er avstemt mot endringer i forbruket, kan det oppstå karbonlekkasje ved økt import eller overproduksjon og at matvarene ikke tas mot i markedet (matsvinn). Samtidig kan norsk matproduksjon tape markedsandeler mot import dersom sektoren ikke omstiller seg i takt med kostholdsendringene og mindre matsvinn.

Begge tiltakene kan gi raskere endringer i forbruk enn det som har vært til nå, noe som stiller enda større krav til forbrukstilpasset produksjonsplanlegging. Mer langsiktige prognoser for forbruk og produksjon av matvarer i Norge kan gi bedre grunnlag for investeringsbeslutninger i jordbruket, tildeling av tilskudd til jordbruket og tiltaks- og virkemiddelvurderinger.

Som følge av matsvinntiltaket, er det beregnet at norsk jordbruksproduksjon blir redusert med opptil 9 prosentpoeng i perioden 2016 - 2030 sammenlignet med referansebanen for samme periode.

Dersom kostholdstiltaket utløses slik det er beregnet her, vil konsekvensene for jordbrukssektoren være betydelige. Ammekuproduksjonen vil bli hardest rammet, med en nedgang i antall dyr på nesten 70 prosent sammenlignet med dagens produksjon. Samtidig forutsettes det en økning i produksjon av frukt, grønt og korn. For noen vil endring i relativ lønnsomhet føre til at man legger om til korn/grønnsaker i den grad arealene kan benyttes til dette. Store deler av det grovfôrbaserte husdyrholdet foregår i deler av landet der de klimatiske forholdene umuliggjør slik omlegging i dag. I disse områdene vil det være sannsynlig at en betydelig andel av driften avvikles. Det er rom for å produsere økningen av korn, frukt og grønt i Norge som skissert i tiltaket på tilgjengelige arealer, men det vil både kreve at det er etterspørsel i markedet og at det igangsettes økt forskning på og uttesting av nye produkter basert på de norske planteproduktene, sortsutvikling, teknologi for dyrking og lagring utover dagens vekstsesong, investeringer i verdikjeden med mer.

Sau og ammekyr utgjør den største andelen av dyr på beite i dag. En nedgang i ammekyr og sau som følge av endringer i kosthold vil gi negative konsekvenser for opprettholdelsen av biologisk mangfold og et helhetlig kulturlandskap. Omlegging fra husdyrproduksjon til korn eller grønnsaksarealer gir også økt risiko for avrenning av næringsstoffer til vann. Samtidig vil færre husdyr gi mindre forurensning fra gjødselbruk og gjødselhåndtering til vann og luft (metan og ammoniakk). Det er behov for å se videre på hvordan negative konsekvenser for jordbruket, endret kulturlandskap, effekter på biologisk mangfold og endringer i avrenning til vassdrag kan minimeres ved gjennomføring av kostholdstiltaket.

Både kostholds- og matsvinntiltaket gir også utslippsreduksjoner utenfor Norge slik de er utformet her.

7.2 Innledning

I dette kapittelet omtales tiltak som bokføres i jordbrukssektoren i utslippsregnskapet, samt jordbrukstiltak som ikke bokføres i noen sektor, men har en klimaeffekt. Først gis det en beskrivelse av bakgrunn om jordbrukssektoren og matproduksjon nasjonalt og globalt. Det er også gitt en beskrivelse av dagens utslipp og forventet utslippsutvikling, samt bakgrunn og forutsetninger for hvilke tiltak som er valgt og hvordan de er utredet. Etter dette gis en omtale av utslippsreduksjonspotensial av utredete tiltak. Tiltakene som er utredet kan deles i tre hovedgrupper:

1. Tiltak som forbedrer produksjon og ressursutnyttelse
2. Tiltak som øker opptak av karbon
3. Kosthold og matsvinn

Det er et omfattende virkemiddelapparat i jordbruket og andre sektorer som kan ha betydning for klimatiltakene. Det er gitt en generell omtale av dagens virkemidler til slutt i kapittelet og mer detaljerte beskrivelser for relevante virkemidler i tiltaksarkene.

For tiltak for landbruksmaskiner se kapittel 6 *Ikke-veigående maskiner og annen transport*, for veksthus se kapittel 10 *Andre tiltak* og for arealbruksendringer se del B *Skog og annen arealbruk*.

7.3 Bakgrunn

7.3.1 Matproduksjon, forbruk og klima i et globalt perspektiv

FNs bærekraftsmål for 2015 –2030 slår fast at ekstrem fattigdom og sult skal utryddes innen 2030 og at vi skal oppnå matsikkerhet, bedre ernæring og fremme bærekraftig landbruk (mål nr. 2). Samtidig

skal vi, ifølge mål nr. 13, handle umiddelbart for å stoppe klimaendringene og bekjempe konsekvensene, og forbruk og produksjon skal være ansvarlig ifølge mål nr. 12. Mål nr. 12 skal blant annet oppnås ved å halvere matsvinnet per innbygger på globalt nivå innen 2030, redusere avfallsmengden og gjøre økonomien mer sirkulær.

Klimaendringene påvirker matproduksjonen på ulike måter fra sted til sted. Ifølge FNs klimapanel forventes den globale matproduksjonen å bli redusert med rundt 1 prosent hvert tiår fra 2030-tallet på grunn av menneskeskapte klimaendringer. Til sammenligning trengs det rundt 14 prosent økning i matproduksjon per tiår for å holde tritt med økende etterspørsel.[225] FN oppfordrer blant annet på bakgrunn av dette alle land til å ta i bruk sine tilgjengelige ressurser til matproduksjon og tilpasse produksjonen til sine naturgitte forhold.[226]

FNs klimapanels spesialrapport om klimaendringer og landarealer viser at det er høyt press på landarealene.[227] De fleste scenarioer som begrenser oppvarmingen til under 1,5 grad vil kreve store arealer til påskoging, på tidligere skogarealer og nye arealer, og redusert avskoging og biomasse til energiformål. Klimatiltak i jordbruket kan imidlertid gjennomføres på måter som ikke konkurrerer om landarealer. Eksempler er å redusere avlingstap og matsvinn, effektivisering i matproduksjonen, diettendring, skogslandbruk og økning av karboninnhold i jord. Dette reduserer utslipp samtidig som de bidrar til å løse flere utfordringer knyttet til landarealer (som for eksempel forringelse av landområder) og bidrar til bærekraftig utvikling.

Mellom 22 og 37 prosent av de globale klimagassutslippene kommer fra matsystemet. Husdyr og risproduksjon pekes på som de største kildene til klimagassutslipp fra det globale jordbruket. Rundt 25-30 prosent av all mat produsert til mennesker på globalt nivå, blir ikke spist. I snitt spiser vi en tredel mer kalorier hver enn i 1961 og dobbelt så mye vegetabilsk olje og kjøtt. To milliarder voksne er overvektige eller lider av fedme, samtidig som 800 millioner mennesker fortsatt er underernærte.

OECD-FAO "Outlook 2019"[228], som gir framskrivinger for jordbruksproduksjon og matvarekonsum globalt, skriver at selv om det fortsatt vil være en økning av kjøttkonsum framover i tid, vil denne økningen være lavere enn tidligere. De forventer også en nedgang i kjøttkonsum i flere land, spesielt industriland. Samtidig viser de til at større bevissthet rundt klima/miljø og helse ved konsum av kjøtt vil ha en påvirkning på det globale kjøttforbruket, men at omfanget av dette er svært usikkert.

Klimaendringene vil påvirke norsk matproduksjon. Lengre vekstsesong ved temperaturøkning øker produksjonsmulighetene. Samtidig begrenses vekstsesongen blant annet av antall lystimer. Endringer i temperatur kan også gi utfordringer for plantevekster gjennom økte nedbørsmengder, nye fryse- og tineforhold, at skadedyr overlever vintersesongen osv.[229] Mer ekstremvær, i form av økte nedbørsmengder og –intensitet, samt tørkeepisoder, øker risikoen for avlingstap. Økte nedbørsmengder og nedbørintensitet kan også gi jordtap, ulagelige forhold for jordbruksproduksjonen (vanskeligere kjøreforhold ved så- og innhøsting, redusert tidsrom for beite, tråkk-skader, med mer), samt økte klimagassutslipp – eksempelvis økte lystgassutslipp fra høyt vanninnhold i jorda. Flere av tiltakene utredet her vil samtidig kunne bidra positivt til matproduksjonen i møte med klimaendringene. Eksempelvis er god drenering viktig dersom det

[225] IPCC (2014). Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Side 505.
[226] FAO (2005). Voluntary guidelines to support the progressive realization of the right to adequate food in the context of national food security.
[227] IPCC (2019). Special Report on Climate Change and Land.
[228] OECD/FAO (2019). OECD-FAO AGRICULTURAL OUTLOOK 2019-2028.
[229] Landbruk og klimaendringer. Rapport fra arbeidsgruppe avgitt 19. februar 2016.

kommer større nedbørsmengder og gjødseltiltakene bidrar til å hindre avrenning av næringsstoffer som kan bli en enda større utfordring ved økt nedbør.

7.3.2 Matproduksjon i Norge

Jordbrukets sentrale oppgave er å produsere mat, men det gir samtidig andre tjenester og fellesgoder og bidrar til verdiskaping. Jordbruket bidrar til bosetting og sysselsetting over hele landet, og til miljøgoder knyttet til kulturlandskap, naturmangfold og kulturarv. Samtidig er jordbruket en kilde til forurensning og negative påvirkninger av økosystemer, luft, jord og vann. For utfyllende beskrivelse, se St. meld 11 (2014-2015).[230]

Produksjon og sysselsetting

Klimatiske forhold (temperatur, nedbørsforhold, lengde på vekstsesong mm), jordsmonn og andre forhold er bestemmende for hvilke vekster som kan dyrkes i ulike deler av landet. Den regionale produksjonsfordelingen i Norge er betydelig preget av kanaliseringspolitikken som er ført fra 50-tallet, hvor en brukte en relativt høy kornpris til å få til en omlegging fra husdyrhold til kornproduksjon i de deler av landet som var egnet til det, hovedsakelig på flatbygdene på Østlandet og i Trøndelag, mens produksjon av gras og husdyr hovedsakelig ble flyttet ut i distriktene. Grønnsaksproduksjonen foregår i hovedsak på Øst- og Sørlandet. Norsk fruktproduksjon skjer primært i to områder, på Vestlandet (Hordaland og Sogn og Fjordane) og på Østlandet (Vestfold, Buskerud og Telemark).

I Norge er 3,7 prosent av landarealet jordbruksareal. Av dette er 2,9 prosent fulldyrka jord, 0,1 prosent er overflatedyrka jord og 0,7 prosent innmarksbeite. I tillegg benyttes store utmarksarealer som beite for storfe og småfe. I 2018 var det i overkant av 39 600 jordbruksbedrifter, med 184 000 landbrukseiendommer. Nær halvparten av jordbrukshusholdningene henter mindre enn 10 prosent av husholdningsinntekten fra næringen. Produktivitetsutviklingen i jordbruket ved teknologiske forbedringer og strukturendringer har gitt økt avling og ytelse per produsert enhet. Dette har igjen gitt redusert arbeidsforbruk og i perioden 2010-2018 er arbeidsforbruket gått ned med 2,1 prosent årlig.[231]

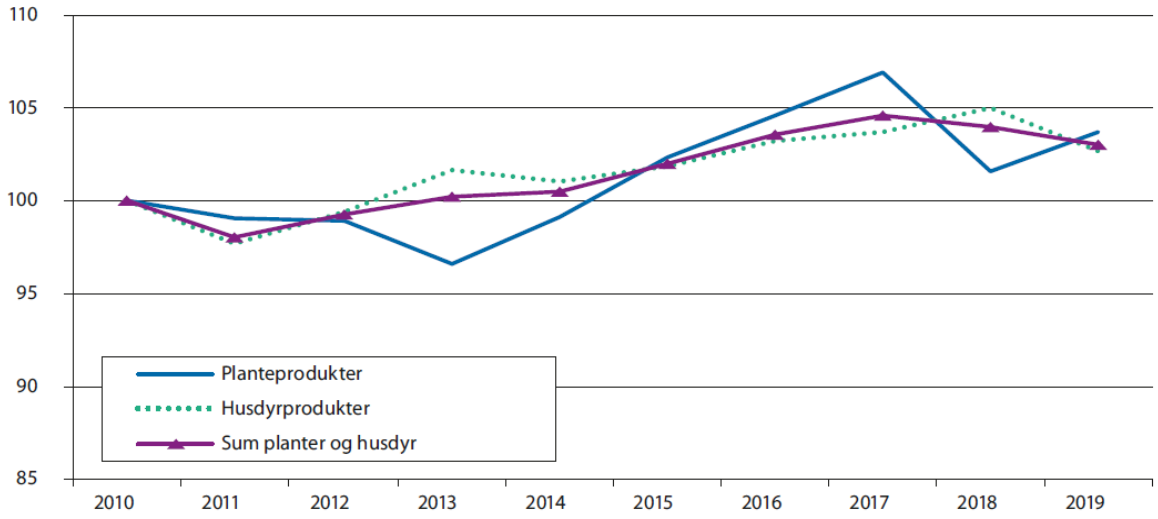
Det siste tiåret har det samlede produksjonsvolumet i jordbruket økt med 3 prosent. Produksjonen av husdyrprodukter har økt med 2,7 prosent, mens produksjonen av planteprodukter har økt med 3,7 prosent. Produksjonsvolumet for planteprodukter avhenger i stor grad av værforhold og kan derfor variere mye mellom år. Produksjonen av grønnsaker har den siste tiårsperioden økt med over 30 prosent, mens fruktproduksjonen har økt med 3 prosent. Produksjonen av bær er om lag uendret.

Produksjonen av husdyrprodukter har hatt en jevn økning fram til 2018, mens det er anslått en reduksjon fra 2018 til 2019 på i overkant av 2 prosent. Det har særlig vært det kraftfôrbaserte husdyrholdet som fjørfe og svin som har økt, i tillegg til deler av det grovfôrbaserte storfeholdet. Produksjonen av fjørfe har økt med nesten 24 prosent over de siste ti årene, mens svin har hatt en økning på i underkant av 2 prosent. Produksjonen av kumelk har gått noe ned de siste ti årene som følge av redusert etterspørsel. Storfekjøttproduksjonen har økt med 3,5 prosent siden 2010, men er anslått å få en reduksjon på om lag 3 prosent fra 2018 til 2019. Fram til 2016 ble det importert saue- og lammekjøtt. Etter en påfølgende periode med produksjonsoverskudd, nærmer det seg nå markedsbalanse på sau/lam.[231]

---

[230] Meld. St. 11 (2016–2017). Endring og utvikling— En fremtidsrettet jordbruksproduksjon. Landbruks- og matdepartementet.

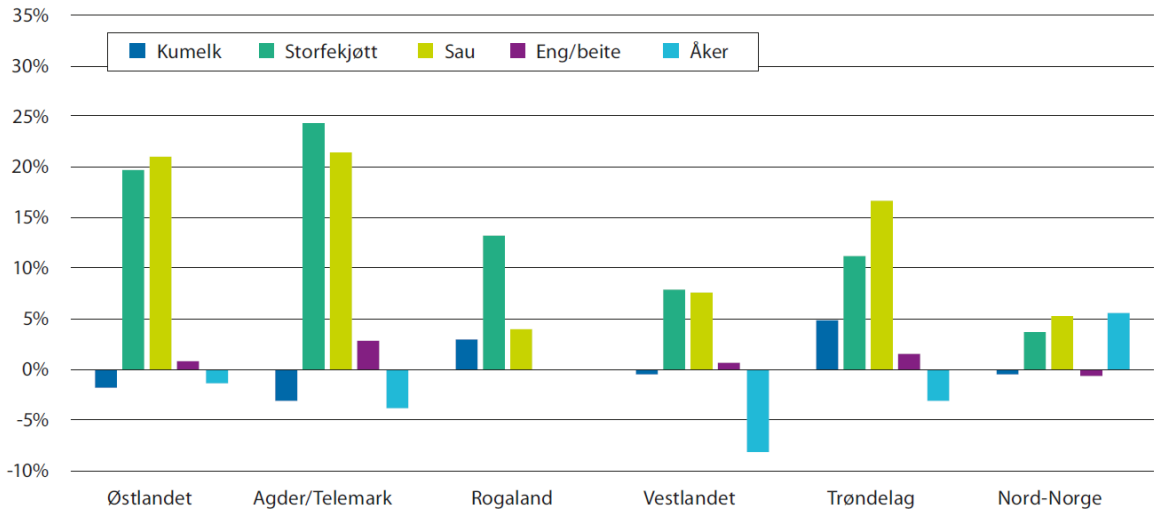
[231] Prop. 120 S (2018–2019). Endringer i statsbudsjettet 2019 under Landbruks- og matdepartementet, (Jordbruksoppgjøret 2019). Landbruks- og matdepartementet.



Figur A 51. Endring i produksjonsvolum fra 2010 til 2019, ifølge normalisert regnskap. Figur hentet fra Prop. 120 S (2018–2019)[232]. Kilde: Budsjettnemnda

Det har siden tidlig på 2000-tallet vært betydelig import av storfekjøtt ut over importkvotene Norge har forpliktet seg til, og den innenlandske produksjonen har økt siden 2014. Fra 2016 til 2018 har forbruket på engrosnivå gått ned med 5,7 prosent.

Figur A 52 viser endringer i produsert mengde jordbruksvarer fordelt mellom landsdelene fra 2014 til 2018.



Figur A 52. Endring i produsert mengde jordbruksvarer i landsdelene mellom 2014-2018. Figur hentet fra Prop. 120 S (2018–2019)[232]. Kilde: Budsjettnemnda

For husdyrprodukter er selvforsyningsgraden i Norge gjennomgående høy, mens den er klart lavere for planteprodukter. Naturgitte forhold gjør at selvforsyningsgraden er lavere for energirike

[232] Prop. 120 S (2018–2019). Endringer i statsbudsjettet 2019 under Landbruks- og matdepartementet (Jordbruksoppgjøret 2019). Landbruks- og matdepartementet.

plantevekster enn for husdyrprodukter med større proteininnhold. Selvforsyningsgraden for protein fra jordbruket er om lag 70 prosent.[233] Se avsnitt og figur om selvforsyning under.

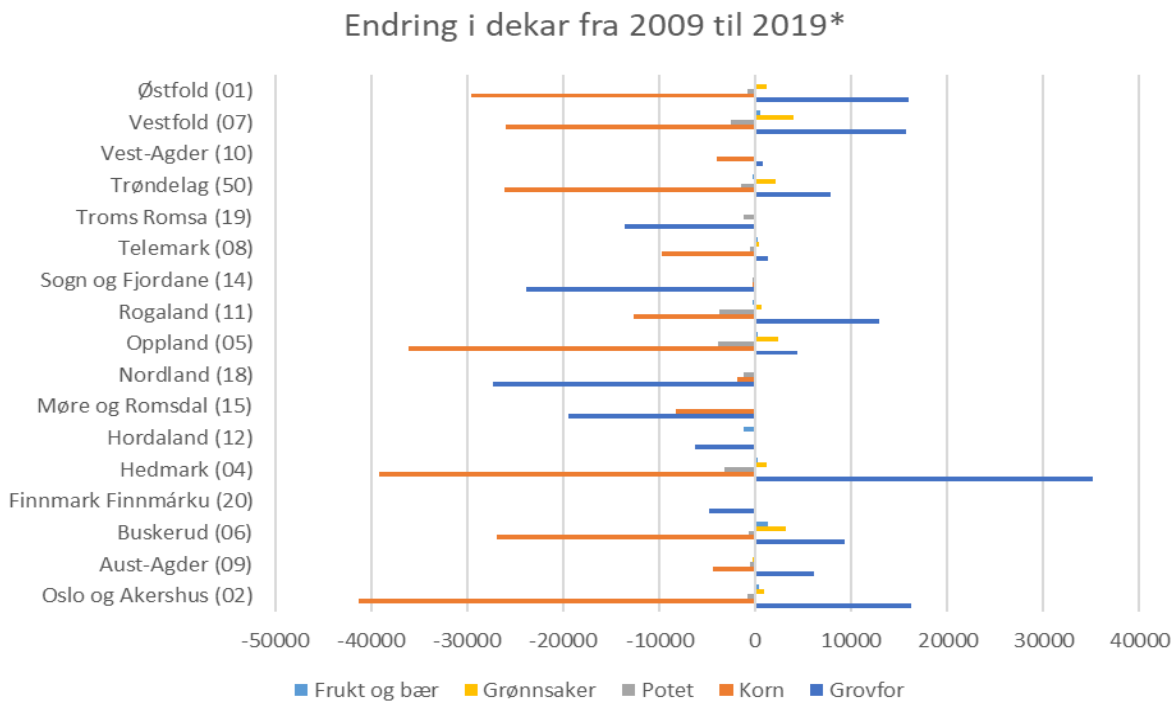
Jordbruket stod for 1,8 prosent av samlet sysselsetting i Norge i 2018, mot 4,1 prosent i 1999[233]. I tillegg leverer mange foretak varer og tjenester til landbruket, og det er en omfattende virksomhet knyttet til foredling og omsetning av landbruksvarer. Antall jordbruksbedrifter og årsverk har en årlig nedgang. På 2000-tallet var den gjennomsnittlige årlige nedgangen i antall årsverk 4,1 prosent. Etter 2010 har den årlige nedgangen vært klart lavere og er anslått til -1,4 prosent i perioden 2017-2020. Reduksjonen i antall jordbruksbedrifter er også avtagende og er nå på ca. 2 prosent per år.

Utviklingen i jordbruksareal

I perioden 1979–1999 økte det registrerte jordbruksarealet med 8,2 prosent. I perioden 1999–2018 er det estimert en reduksjon i totalt jordbruksareal på ca. 5 prosent. Registrert totalareal var på sitt høyeste i 1998. [233]

På landsbasis har andelen fulldyrket areal hatt en reduksjon på 3 prosent i perioden 2010 til 2018, mens andelen eng og beite har økt med 1 prosent i samme periode. Kornarealet har gått ned med 8 prosent siden 2010. Reduksjonen i jordbruksareal i drift fra 1999 til 2018 har først og fremst skjedd på Vestlandet, i Agder-fylkene og i Nord-Norge. I perioden 2010–2018 ble arealet av åpen åker på Østlandet redusert med i underkant av 90 000 daa, mens arealet av eng og beite har økt med om lag 89 000 daa. [233] Dette skyldes delvis økt hold av storfe og sau. I kornområdene har det også blitt stimulert til omlegging fra åker til eng i områder utsatt for erosjon og avrenning til vann og vassdrag.

Figur A 53 viser endring i areal for ulike jordbruksprodukter på fylkesbasis.



*Figur A 53. Endring i areal for ulike jordbruksprodukter på fylkesbasis etter gamle fylker. Kilde: Landbruksdirektoratet. *2019 er foreløpige tall*

[233] Prop. 120 S (2018–2019). Endringer i statsbudsjettet 2019 under Landbruks- og matdepartementet (Jordbruksoppgjøret 2019). Landbruks- og matdepartementet.

Omdisponering av dyrka jord til andre formål enn landbruk er også en grunn til reduksjon i jordbruksareal. Jordbruksareal omdisponeres til blant annet bolig- og fritidsbebyggelse og samferdsel. I 2018 ble det omdisponert 3561 daa dyrket jord. Siden 2010 er det omdisponert omtrent 60 000 daa dyrket jord, men nesten 150 000 daa areal er blitt godkjent til nydyrking i samme periode. Arealer kan også gå ut av drift på grunn av at de er små og marginale, noe som i større grad blir aktuelt med teknologiutvikling (større maskiner), samt større og færre bruk.

Fra 2005 er nytt digitalt kartgrunnlag tatt i bruk som kontrollgrunnlag ved søknad om produksjonstilskudd. Overgangen er nå fullført. Tall fra Landbruksdirektoratet viser at innføringen av det nye kartverket i perioden 2005–2013 ga en reduksjon i arealet på ca. 3,3 prosent. Effekten av nytt kartverk kan både skyldes mer nøyaktige målinger, og at endringer som har skjedd over tid først fanges opp når nytt kartverk tas i bruk.

7.3.3 Mål for landbruks- og matpolitikken

Landbrukspolitikken har fire overordnede mål: matsikkerhet, landbruk over hele landet, økt verdiskaping og bærekraftig landbruk med lavere utslipp av klimagasser.[234] Jordbrukets samfunnsoppdrag er lønnsom og trygg matproduksjon i tråd med forbrukernes interesser, produksjon av fellesgoder og bidrag til sysselsetting og verdiskaping i hele landet.

Matsikkerheten sikres gjennom nasjonal produksjon, handel og ivaretakelse av produksjonsgrunnlaget. De landbrukspolitiske virkemidlene skal, innenfor økonomiske, miljømessige og handelspolitiske rammer, bidra til økt produksjon der det er muligheter og marked for det.

Ressursgrunnlaget i Norge er spredt over hele landet og vilkårene for jordbruksdrift varierer. Det er et mål for landbrukspolitikken å legge til rette for lønnsom landbruksproduksjon i alle deler av landet.

Politikken skal også legge til rette for kostnadseffektiv og bærekraftig matproduksjon som gir grunnlag for sysselsetting og økt verdiskaping i hele verdikjeden. Styrke og innretning av de ulike landbrukspolitiske virkemidlene innebærer en avveining av ulike hensyn.

Et miljømessig bærekraftig landbruk innebærer ivaretakelse av jordbrukets varierte kulturlandskap med kulturverdier, naturmangfold og tilgjengelighet for allmennheten. Videre er redusert forurensning til vassdrag, reduserte utslipp av klimagasser, økt lagring av karbon og gode klimatilpasninger sentrale forutsetninger for å kunne oppnå et miljømessig bærekraftig jordbruk.

Jordbruket har et eget sektoransvar på miljø. Sektoransvaret blir i dag ivaretatt med et sett av virkemidler og oppgaver som er knyttet til å begrense ulemper ved jordbruksdrift og til å ivareta miljøverdier som er skapt av jordbruksdrift i kombinasjon med naturgitte forhold.

Noen av klimatiltakene som er omtalt i denne rapporten, kan være i motstrid til de landbrukspolitiske målene. Om lag 2/3 av jordbruksarealet i Norge brukes til grasproduksjon. Drøvtyggere har en unik evne til å omdanne gras og beiteressurser til melk og kjøtt. Dette er ressurser som i liten grad kan benyttes til annen type matproduksjon ettersom det i mange tilfeller er vanskelig å kunne dyrke andre vekster på disse arealene. Redusert kjøttproduksjon som i kostholdstiltaket vil i så måte kunne gå på bekostning av de landbrukspolitiske målene om matsikkerhet, landbruk i hele landet og de internasjonale målene om å øke matproduksjonen basert på landets ressurser. Det vil derfor bli viktig å innrette virkemidler slik at ulike hensyn balanseres i størst mulig grad.

[234] Meld. St. 11 (2016–2017). Endring og utvikling— En fremtidsrettet jordbruksproduksjon. Landbruks- og matdepartementet.

7.3.4 Frivillig klimaavtale for landbruket

Regjeringen og organisasjonene i jordbruket; Norges Bondelag og Norsk Bonde- og Småbrukarlag, undertegnet den 21.06.19 en intensjonsavtale om å arbeide for reduserte klimagassutslipp og økt opptak av karbon fra jordbruket. Det er satt et mål om at utslippene skal reduseres med 5 millioner tonn CO_2-ekvivalenter for perioden 2021-2030. Avtalen er ikke juridisk bindende.

Avtalen er delt i to, der del A omfatter tiltak jordbruket selv kan styre og gjennomføre. Jordbruket står ifølge avtalen fritt til å velge hvilke tiltak de ønsker å gjennomføre. Tiltak er blant annet avlsarbeid, bedre gjødselhåndtering og fossilfri energibruk i landbruket. Del B omfatter regjeringens arbeid med forbruksendringer som indirekte kan medføre reduksjoner i utslipp fra jordbrukssektoren. Tiltak som er nevnt er redusert matsvinn og endring i matforbruket.

7.3.5 Andre miljø- og helsemål med betydning for klimatiltak i jordbruket

Det er en rekke miljø- og helsemål som også har betydning for klimatiltakene som er utredet i denne rapporten. Klimatiltakene kan både gi større utfordringer med å nå disse målene, eller bidra til å oppfylle de. Relevante mål og forpliktelser for mange av tiltakene er innen vannmiljø, naturmangfold, langtransportert luftforurensning og avfallshåndtering/ressursgjenvinning. For kosthold og matsvinn er flere næringspolitiske tema, inkludert grensehandel, konkurranse- og forbrukerpolitikk også relevant. Folkehelse og mattrygghet er relevant for henholdsvis kosthold og matsvinn. Konsekvenser for tiltakene innenfor disse er nærmere beskrevet i tiltaksarkene for det enkelte tiltak. Målene er omtalt kort til slutt i dette kapittelet.

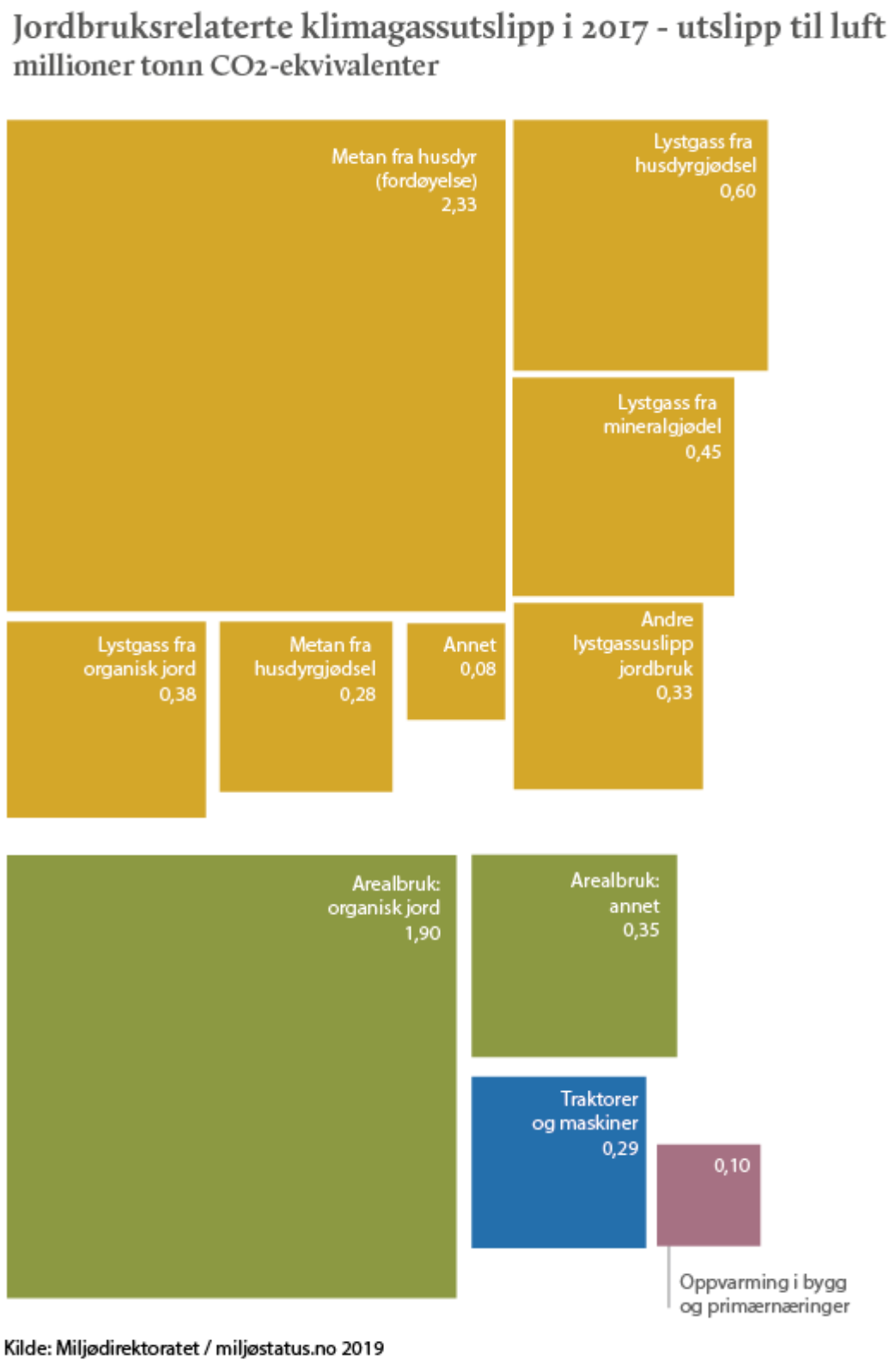
7.4 Dagens utslipp og forventet utslippsutvikling

7.4.1 Hovedsakelig metan- og lystgassutslipp

Det er hovedsakelig metan og lystgass som blir regnet inn i jordbrukssektorens klimagassregnskap. Jordbruket er den største kilden til utslipp av både metan og lystgass. Det meste av metanutslippene kommer fra dyrenes fordøyelse, spesielt fra drøvtyggere. Resten av metanutslippene kommer fra lagring av husdyrgjødsel. Størsteparten av utslippene av lystgass kommer fra spredning av kunst- og husdyrgjødsel. Resten av lystgassutslippene fra jordbruket kommer hovedsakelig fra dyrkede myrer, lagring av gjødsel og nedbrytning av vekstrester, som halm, i jorda.

Kalking og spredning av mineralgjødselen urea gir et mindre utslipp av CO_2 fra jordbruket. I tillegg kommer utslipp av CO_2 fra forbrenning av olje til oppvarming og diesel til landbruksmaskiner. I det norske klimagassregnskapet regnes disse utslippene inn under energi- og transportsektoren. Oppdyrking av myr fører også til utslipp av CO_2 gjennom nedbrytning og tap av karbon. Dette inngår ikke som utslipp fra jordbruk i klimagassregnskapet, men rapporteres årlig til FNs klimakonvensjon og til Kyotoprotokollen under arealbrukskategorien.

Figur A 54 viser klimagassutslipp fra jordbrukssektoren i 2017.



Figur A 54. Klimagassutslipp relatert til jordbruket i 2017 fra jordbrukssektoren, arealbrukssektoren og energisektoren. Millioner tonn CO_2-ekvivalenter. Kilde: Miljødirektoratet og Statistisk sentralbyrå 2018/Miljøstatus.no. For arealbrukssektoren er utslipp illustrert med to bokser, en for utslipp av CO_2 og metan fra drenert organisk jord og en for andre kilder (angitt som "annet"). Utslipp fra andre kilder er et netto utslipp, det vil si brutto utslipp minusopptak (negative utslipp) fra karbonlagring i mineraljord. Utslipp fra arealbrukssektoren og energisektoren inkluderer alle tre gasser (CO_2, CH_4 og N_2O), men består i hovedsak av CO_2.

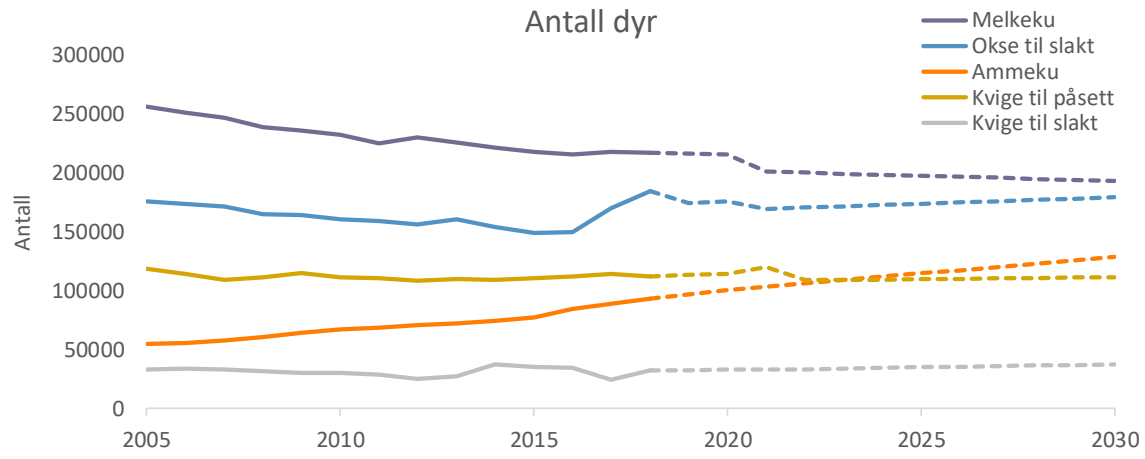
7.4.2 Stabile utslipp i jordbruket

Framskrivingene for jordbruk blir laget av Miljødirektoratet på oppdrag fra Landbruks- og matdepartementet (LMD). NIBIO leverer en del forutsetninger på oppdrag fra LMD, inkludert blant annet forventet utvikling i husdyrtall, areal kultivert myrjord, og trend for andel kraftfôr og melkeytelse for melkekyr.

Referansebanen for jordbrukssektoren (fra NB2020) viser relativt stabile klimautslipp fra jordbrukssektoren fram mot 2030. Viktigste forklaring til hovedtrend i klimagassutslipp fra jordbrukssektoren er forventet utvikling i forbruk av matvarer, som er sterkt avhengig av forventet utvikling i folkemengde.

Husdyrframskrivingen er beregnet med utgangspunkt i antatt forbruk på engrosnivå[235] og basert på befolkningsframskriving fra SSB fra juni 2018. Hegrenes & Walland (2019)[236] oppgir at volum av spiselige husdyrprodukt er kalibrert mot Helsedirektoratets statistikk over engrosforbruk per person, utvikling i forbruk over tid samt forbrukstrender. Framskrivingen tar hensyn til inntak av energi som i anbefalingene fra helsemyndighetene.

Forventet tilvekst og ytelse per dyr, og forventet import av storfekjøtt som følge av handelsavtaler, innvirker også på antall dyr i husdyrframskrivingen. Utviklingen i antall melkekyr er av stor betydning for trenden i utslippene for jordbrukssektoren. Hegrenes & Walland (2019) har i framskrivingen av melkekyr inkludert effekten av at subsidiene til eksport av ost avvikles fra og med 2021. Mest markert er bortfallet av eksportsubsidien for ost fra 2020 til 2021 da tallet på melkekyr reduseres med ca. 6,5 prosent for deretter å ligge relativt stabilt fram mot 2030. I framskrivingene er det også lagt til grunn økt melkeytelse i melkekuproduksjonen, noe som reduserer behovet for antall melkekyr. I referansebanen reduseres antall melkekyr fra 2017 med 11 prosent fram mot 2030 og med 15 prosent fram mot 2050. Befolkningsvekst gir økt etterspørsel av storfekjøtt fram mot 2050, men ettersom melkekuproduksjonen går ned, dekkes etterspørselsveksten av økning i spesialisert storfeproduksjon med ammeku. I referansebanen ligger det inne en økning i ammekuproduksjon på om lag 45 prosent innen 2030 og 57 prosent innen 2050. Utvikling i antall kyr er vist i Figur A 55 under.



Figur A 55. Antall dyr for storfekategoriene 2005-2017 og framskrivinger 2018-2030. Kilde: Walland & Hegrenes (2018).

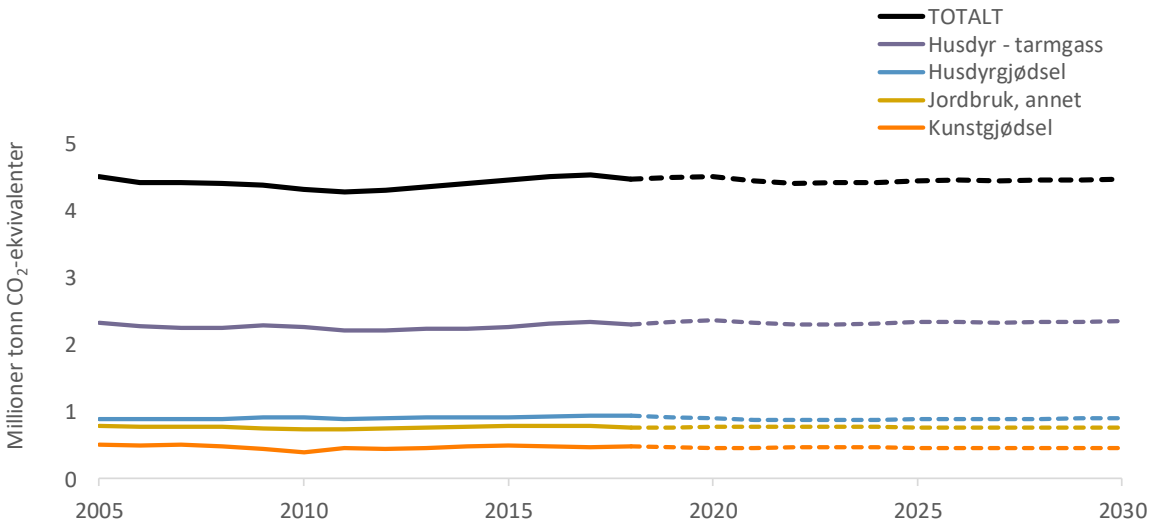
[235] Engrosnivå innebærer slakt inklusive bein, avskjær og spiselige biprodukter.

[236] Hegrenes, A. & F. Walland (2019). Oppdatert beregning av referansebaner husdyrpopulasjonene. NIBIO notat 03.05.19.

I framskrivingene er det også lagt inn en forventning om at økt tilgang på husdyrgjødsel til en viss grad erstatter bruk av mineralgjødsel. Det er også antatt at alt pelsdyrhold avvikles fra og med 2025, men dette har marginal utslippseffekt.

Referansebanen viser en nedadgående trend for utslipp av N_2O fra dyrket myr fram mot 2030. Totalt areal kultivert myrjord minker. Endringer i arealet dyrket myr avhenger i hovedsak av hvor store myrarealer som nydyrkes hvert år og i mindre grad av hvor store arealer som tas ut av bruk. Hegrenes & Walland (2019)[237] har i 2016 anslått at arealet av nydyrket myr er noe mindre enn 5000 dekar årlig. Estimatet er basert på nydyrkingstall fra KOSTRA for 2010-2014. Hegrenes & Walland (2019) estimerte i 2012 at 1-1,4 prosent av myrmarken årlig opphører å dyrkes. I framskrivingen av areal dyrket myr er det antatt at det er 4000 dekar nydyrking per år og 1,2 prosent nedgang i tidligere dyrket areal på grunn av overgang til mineraljord og myr tatt ut av drift. I utarbeidelsen av referansebane for arealbrukssektoren er det lagt til grunn en nydyrking av myr ned mot 2 000 dekar årlig.

Det er vedtatt forbud mot nydyrking av myr, men lovforbudet har ikke trådt i kraft ennå og inngår derfor ikke i referansebanen.



Figur A 56. Klimagassutslipp fra jordbrukssektoren 2005-2017, og framskriving for 2018-2030. Millioner tonn CO_2-ekvivalenter. Kilde: SSB, Miljødirektoratet og Finansdepartementet (NB2020).

7.5 Tilnærming til analysen

7.5.1 Valg av tiltak

Tiltak for å redusere jordbruksrelaterte klimagassutslipp er vurdert i ulike utredninger og tiltaksanalyser. Hvor store beregnede utslippsreduksjoner er, avhenger av forutsetningene som legges til grunn. Tiltakene har også ulik "modenhetsgrad" og enkelte tiltak har det ikke vært mulig å kvantifisere. Tiltakene som er vurdert og omtalt her er også de som er ansett til å være de mest aktuelle i rapporten fra Teknisk beregningsutvalg for klimagassutslipp i jordbruket.[238]

[237] Hegrenes, A. & F. Walland (2019). Oppdatert beregning av referansebaner husdyrpopulasjonene. NIBIO notat 03.05.19.

[238] Teknisk beregningsutvalg for klimagassutslipp fra jordbruket (2019). Jordbruksrelaterte klimagassutslipp. Gjennomgang av klimagassregnskapet og vurderinger av forbedringer. Rapport fra partssammensatt arbeidsgruppe. 01.07.19.

Andre tiltak kan være aktuelle, men er ikke tatt med fordi vi har utilstrekkelig kunnskap om effekter og/eller praktisk gjennomførbarhet. Tiltakene er inndelt i tre kategorier: 1) Tiltak som forbedrer produksjon og ressursutnyttelse, 2) Tiltak for økt karbonbinding og 3) Tiltak som endrer kosthold og reduserer matsvinn.

Beregning av utslippsreduksjoner er i tråd med metodikken i klimagassregnskapet som følger retningslinjer fra FNs klimapanel. Enkelte tiltak (eller deleffekter av tiltak) kan ikke bokføres i noen utslippssektor per i dag enten fordi det ikke er utviklet metode som dokumenterer effektene eller at Klimakonvensjonen foreløpig ikke har vedtatt å ta i bruk en ny metodikk. Dette er utførlig beskrevet i rapporten fra Teknisk beregningsutvalg for klimagassutslipp i jordbruk. Det foreligger imidlertid gode faglige holdepunkter for at tiltakene kan gi store utslippsreduksjoner.

7.5.2 Sektorspesifikke avgrensninger og forutsetninger

Når forutsetningene for utregningene i tiltaksarkene er satt, har det vært viktig å se på hvordan det kan være mulig å minimere målkonflikter, for eksempel å både ivareta matproduksjon og selvforsyningsgrad samtidig med å gi et lavere klimaavtrykk. Dette er blant annet grunnen til at det i kostholdstiltaket er lagt opp til økt norskandel i frukt, grønt og andre varer det skal spises mer av, slik at konsekvensene for jordbruket ikke blir like negative, samtidig som befolkningen går i retning av et mer klimavennlig kosthold.

I forutsetningene for tiltaksutredningene er det enten tatt utgangspunkt i et gjennomsnitt for aktiviteter i produksjonen, eller forutsatt "best practice". Det vil være store forskjeller mellom utslipp fra en produksjon med optimal drift og den minst optimale driften.

7.5.3 Analyse av barrierer

Barrierer har blitt analysert med utgangspunkt i aktørene som skal gjennomføre tiltakene. Vi har videre basert analysen på følgende kilder:

- Spørreundersøkelser (bl.a. Norske Spisefakta fra IPSOS, publikasjoner fra Forbruksforskningsinstituttet SIFO – OsloMet)
- Andre vitenskapelige publikasjoner
- Eksterne utredninger innhentet i forbindelse med Klimakur 2030
- Workshop om kosthold den 29.08.19, matsvinn den 30.08.19 og biogass den 19. og 20. juni 2019, samt 23.09.19 og dialog med sentrale aktører, bl.a. Norges Bondelag, Norsk Bonde- og småbrukarlag, Helsedirektoratet, Digitaliseringsdirektoratet (tidligere Difi), Norsk Landbrukssamvirke, NHO Mat og Drikke, Virke Dagligvare, Matprat, Innovasjon Norge og Enova
- Direktoratenes eksisterende kunnskapsgrunnlag
- Spørreundersøkelse utført i samarbeid med Norges Bondelag og Norsk Bonde- og småbrukarlag i september-oktober 2019

7.5.4 Resultater av barriereundersøkelsen

For å bedre forstå barrierer og mulige virkemidler knyttet til klimatiltak på gård ble en spørreundersøkelse distribuert til medlemmer i Norges Bondelag og Norges Bonde- og småbrukarlag i en periode på to uker høsten 2019. 387 bønder besvarte undersøkelsen, noe som utgjør en relativt lav andel av medlemsmassen. Dette gir risiko for seleksjonsskjevhet, for eksempel at de som er over gjennomsnittlig interessert i klima velger å svare på undersøkelsen. Likevel er det grunnet et høyt

antall respondenter totalt sett og stor variasjon i demografiske variabler[239] grunn til å anta at resultatene gir nyttig informasjon.

I undersøkelsen ble bøndene stilt spørsmål om hvorvidt de vurderte å gjennomføre ett eller flere av ni ulike klimatiltak de neste tre-fem årene, og barrierer og virkemidler knyttet til disse. Det var stor variasjon i hvorvidt respondentene vurderte å gjennomføre tiltakene de neste tre-fem årene (se Tabell A 16) men flere av tiltakene ble vurdert som irrelevant basert på produksjon, tilgjengelig areal eller klimatiske forhold.

Tabell A 16. Resultat fra spørreundersøkelse: hvorvidt respondenten vurderer å gjennomføre klimatiltakene de neste tre-fem årene. Prosent er beregnet på det totale antallet respondenter. Flere av tiltakene ble vurdert som irrelevant basert på produksjon, tilgjengelig areal eller klimatiske forhold.

Tiltak	Vurderer 'litt' eller 'sterkt' å gjennomføre de neste tre – fem årene*
Drenere	82 %
Spre husdyrgjødsel på mer miljøvennlig måte	52 %
Dyrke fangvekster	42 %
Bruk av bioenergi eller elektrisitet til oppvarming i driftsbygg	40 %
Bruk av biogjødsel fra biogassanlegg i stedet for mineralgjødsel	35 %
Utvidelse av lagerkapasiteten for husdyrgjødsel	35 %
Levering av husdyrgjødsel til et sambehandlingsanlegg for biogass	16 %
Levering av husdyrgjødsel til et gårds- eller naboanlegg for biogass	15 %
Omlegging fra husdyrhold eller fôrkorn til matvekster	14 %

**Prosent er beregnet på det totale antallet respondenter, ikke for de som har relevant produksjon.*

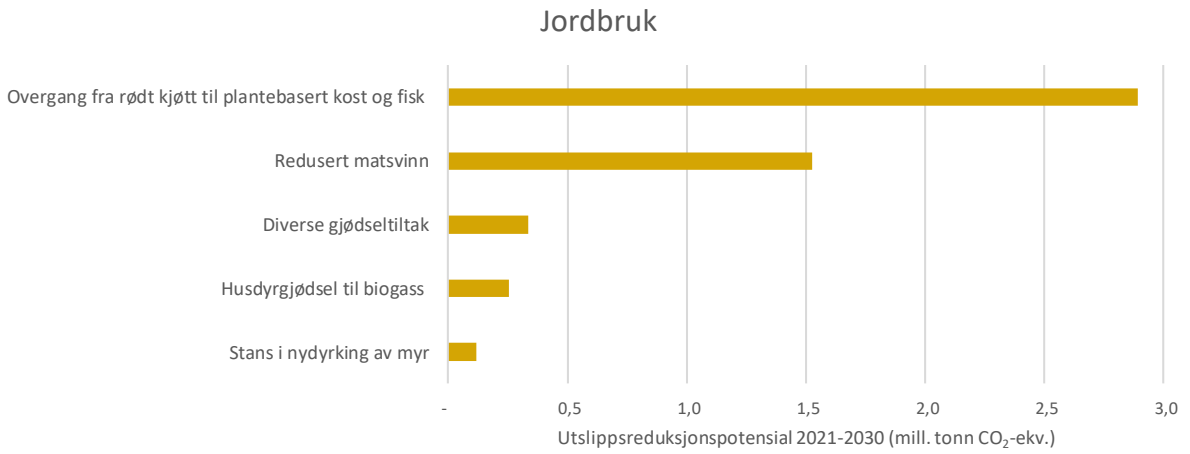
Bøndene ble også stilt spørsmål om klimaendringer. En ganske høy andel av bøndene oppga at de var bekymret for klimaendringer og en høy andel "føler ansvar for å redusere klimagassutslipp fra egen gård". Dette viser at det ligger et potensial i å motivere bønder til å gjennomføre klimatiltak. Holdningene varierte med alder, hvor eldre respondenter var mer bekymret for klimaendringer og følte et sterkere ansvar for å redusere utslipp fra egen gård enn de yngre. Selv om resultatene må leses med den potensielle seleksjonsskjevheten tatt i betraktning, peker dette på at virkemidler med fordel kan rettes mot yngre bønder. Hele 77,5 prosent av respondentene var imidlertid "helt" eller "ganske" enig i at myndighetene må gjøre mer for å tilrettelegge for klimatiltak i jordbrukssektoren og understreker behov for statlig støtte.

7.6 Utslippsreduksjonspotensial av utredete tiltak

I dette kapittelet presenteres tiltakene som er utredet og utslippsreduksjonspotensialet knyttet til disse. Mer informasjon om tiltakene finnes i Vedlegg I Tiltaksark. Figur A 57 viser

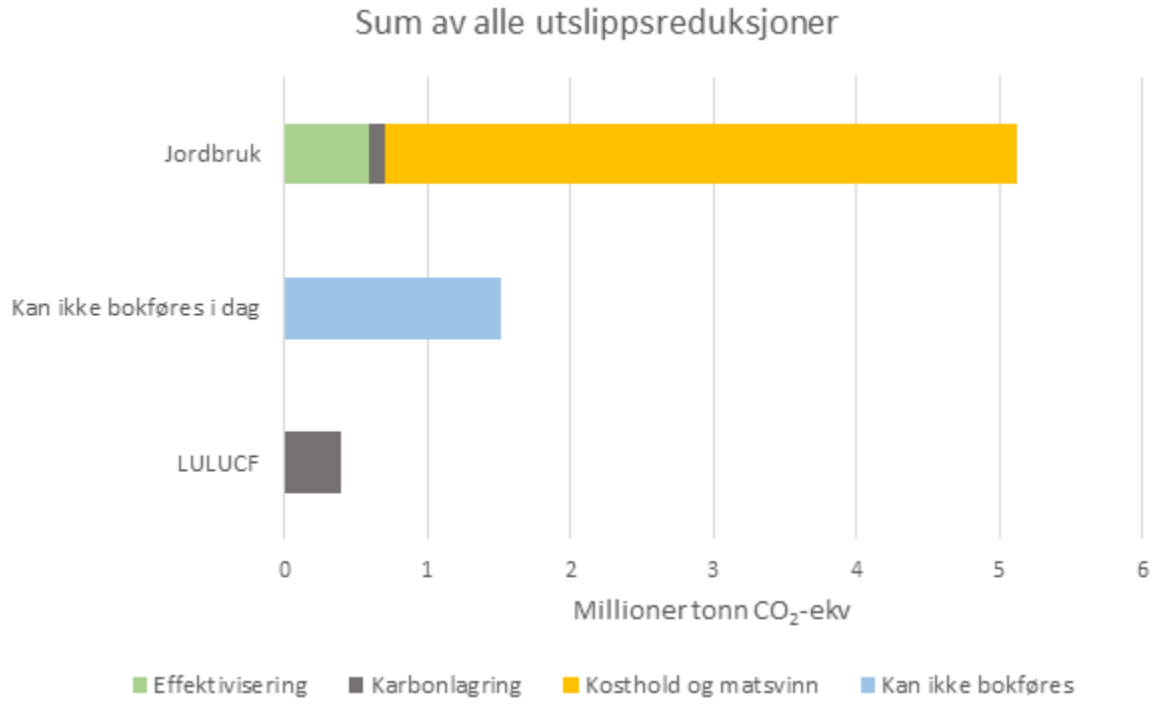
[239] Det var relativt god spredning på variablene alder, fylke, produksjon, gårdsstørrelse og erfaring. For variabelen kjønn var det imidlertid skjevheter, hvor ¾ av respondentene var menn og ¼ av respondentene var kvinner. Sistnevnte reflekterer nok også skjevheten i medlemsmassen til bondelagene.

reduksjonspotensialet for de utredete tiltakene som blir bokført i utslippsregnskapet for jordbruket per i dag og dermed kan telle med i beregningen av 50 prosent reduksjon i ikke-kvotepliktige utslipp.



Figur A 57. Utslippsreduksjoner i jordbrukssektoren kategorisert etter tiltak. "Diverse gjødeltiltak" er summen av fire gjødseltiltak. Se Tabell A 17 for detaljer.

Det er flere tiltak som ikke blir bokført i utslippsregnskapet i dag. I tillegg, er det flere tiltak som også har reduksjoner i andre sektorer. Figuren under viser det totale utslippsreduksjonspotensialet for alle tiltakene som er utredet, inkludert tiltak som bokføres i sektoren Skog og annen arealbruk (arealbrukssektoren) og tiltak som ikke bokføres i dag.



Figur A 58. Totale utslippsreduksjoner kategorisert etter sektor og type tiltak. Jordbrukssøylen i Figur A 58 er summen av alle søylene i Figur A 57. Se Tabell A 17 for detaljer.

Flere tiltak i jordbrukssektoren kan påvirke hverandre. Eksempelvis vil tiltak som reduserer antall dyr (redusert kjøttkonsum, redusert matsvinn og bedre dyrehelse) gi lavere mengde gjødsel. Dette gir lavere potensial for reduksjoner fra klimavennlig gjødselhåndtering og biogassproduksjon fra

husdyrgjødsel. En eventuell økning i åkerareal vil også gi økte utslipp i arealbrukssektoren skog og annen arealbruk.

Den estimerte nedgangen i jordbruksareal som følger av kostholdsendringer kan ha betydning for vurdering av areal som potensielt har behov for drenering og beregning av tilknyttede klimaeffekter. Redusert areal er også en medvirkende faktor for redusert utslippsendring for gjødselstiltak.

Modellering av ulike scenarioer og samspillseffekter har ikke vært mulig å gjennomføre innen fristen for dette oppdraget. Kostholdstiltaket reduserer potensialet for matsvinntiltaket og begge tiltakene reduserer potensialet for gjødselrelaterte tiltak på grunn av endringer i dyretall. For å ta høyde for dette, har vi grovt nedskalert tiltakene *Redusert matsvinn, Husdyrgjødsel til biogass*, *Miljøvennlig spredning av husdyrgjødsel* og *Dekke på gjødsellager – svin.* Utslippsreduksjoner av tiltakene som bokføres i jordbrukssektoren, kan derfor summeres. For tall som viser beregnet effekt dersom hvert av tiltakene gjennomføres i isolasjon, viser vi til tiltaksarkene.

I Tabell A 17 er alle utredete tiltak listet opp. Tiltakene er nedskalert for overlapp slik at utslippsreduksjonene kan summeres. Utslippsreduksjonene som bokføres i jordbrukssektoren inngår i beregningsgrunnlaget for 50 prosent reduksjon i ikke-kvotepliktig utslipp.

Tabell A 17. Oversikt over tiltak med utslippsreduksjoner i jordbrukssektoren.

Tiltak		Sektor	Utslippsreduksjoner 2021-2030 (millioner tonn CO_2-ekv)	Kostnadskategori (kr/tonn CO_2-ekv.)
Tiltak som forbedrer produksjon og ressursutnyttelse (effektivisering)				
J03	Husdyrgjødsel til biogass*	Jordbruk	0,253	> 1500 kr/tonn
J04-1	Dekke på gjødsellager – svin*		0,030	500-1500 kr/tonn
J04-2	Miljøvennlig spredning av husdyrgjødsel*		0,202	> 1500 kr/tonn **
J04-3	Bedre spredetidspunkt og lagerkapasitet for husdyrgjødsel		0,072	> 1500 kr/tonn
J04-4	Bedre arealmessig fordeling av husdyrgjødsel		0,030	> 1500 kr/tonn
J04-5	Presisjonsgjødsling		Ikke kvantifisert	
J07	Fôrtiltak, tilsetningsstoffer		Ikke kvantifisert	
J08	Fôrtiltak, grovfôrkvalitet		Ikke kvantifisert	
J09	Dyrehelse, fruktbarhet og avl		Ikke kvantifisert	
J10	Drenering	Kan ikke bokføres i noen sektor i dag	0,244***	> 1500 kr/tonn
J12	Økt beiting for melkeku	Jordbruk	Ikke kvantifisert	

Tiltak		Sektor	Utslippsreduksjoner 2021-2030 (millioner tonn CO_2-ekv)	Kostnadskategori (kr/tonn CO_2-ekv.)
Tiltak for økt karbonbinding				
J05	Stans i nydyrking av myr	Jordbruk	0,118	< 500 kr/tonn
		Skog og annen arealbruk	0,394	
J06	Fangvekster	Jordbruk, kan ikke bokføres	0,026	500-1500 kr/tonn
		Skog og annen arealbruk, kan ikke bokføres	0,417	
		Transport	-0,003	
J11	Karbonlagring i biokull****	Skog og annen arealbruk, kan ikke bokføres	0,825	< 500 kr/tonn
Kosthold og matsvinn				
J01	Overgang fra rødt kjøtt til plantebasert kost og fisk	Jordbruk	2,891	< 500 kr/tonn
J02	Redusert matsvinn*	Jordbruk	1,528	< 500 kr/tonn

** Nedskalerte beregninger for å kunne summere utslippsreduksjonene for tiltakene. Potensialet for biogass- og gjødseltiltakene forutsetter at kosthold- og matsvinntiltaket er gjennomført. Potensialet for matsvinntiltaket forutsetter at kostholdtiltaket er gjennomført.*

*** Spredning på åker kostnadskategori < 500 kr/tonn og spredning på eng kostnadskategori > 1500 kr/tonn.*

**** Dreneringstiltaket har også en effekt på klimagassutslippene utover perioden 2021-2030 og er beregnet til å ha en total effekt på 1,2 millioner tonn CO_2-ekvivalenter fram til 2080.*

*****Biokulltiltaket kan ikke bokføres idag, men kan på sikt inkluderes i sektoren for skog og annen arealbruk når metodikk og retningslinjer er på plass. Barrierer og virkemidler er derfor omtalt i rapportens del B.*

7.6.1 Tiltak som forbedrer produksjon og ressursutnyttelse

Under er det gitt en beskrivelse av barrierer og mulige virkemidler for tiltak som ut fra forutsetningene optimaliserer drifta for det enkelte jordbruksforetak, men også for tiltak som reduserer klimagassutslipp fra ulike kilder og prosesser.

Tiltak som ligger i denne kategorien er *Diverse gjødslingstiltak* (fem tiltak), *Husdyrgjødsel til biogass*, *Drenering*, *Fôrtiltak, grovfôrkvalitet*, *Fôrtiltak, tilsetningsstoffer*, *Økt beiting for melkeku* og *Dyrehelse, fruktbarhet og avl*. De fire sistnevnte tiltakene og tiltak rettet mot presisjonsgjødsling har det ikke vært mulig å kvantifisere utslippsreduksjoner for, grunnet manglende kunnskapsgrunnlag. Drenering bokføres ikke i utslippsregnskapet per i dag. Økt bruk av husdyrgjødsel til biogass er ikke et tiltak som direkte går på forbedring av produksjonen, men kan bidra til mer klimaeffektiv gjødselhåndtering på gården og derav bedre ressursutnyttelse.

Tiltakene medfører behov for investeringer og/eller økte driftskostnader i form av økt arbeidstidsforbruk, innleie av maskinkapasitet mv. De fleste tiltakene er derfor ikke privatøkonomisk lønnsomme. Kostnadene vil variere mellom foretakene, avhengig av forutsetninger. Tilskudd kan bidra til å bedre lønnsomheten for tiltakene, men endret lønnsomhet i produksjonen for foretakene vil også ha betydning for tiltaksgjennomføringen. Muligheter for økte produktpriser som følge av mer klimavennlig produksjon er ikke vurdert.

For effektiviseringstiltakene kan det være aktuelt å stille forskriftskrav for å bidra til gjennomføring av tiltak, eventuelt i kombinasjon med tilskudd, blant annet i forbindelse med nyinvesteringer i husdyrrom og gjødsellager.

Det er også andre barrierer for at tiltak gjennomføres, som mangel på tid/ledig arbeidskraft, lange transportavstander eller kunnskap om hva som gir klimaeffekt.

Ifølge spørreundersøkelsen som ble utført blant medlemmer i Norges Bondelag og Norges Bonde- og småbrukarlag er det et stort ønske om mer informasjon og veiledning. "Jeg må vite at tiltaket har positiv klimaeffekt" ble også trukket fram for alle tiltakene. Et godt og entydig kunnskapsgrunnlag om aktuelle tiltak er grunnlaget for rådgivning og informasjon om driftsmessige spørsmål. Mange av klimatiltakene trenger god utprøving i praksis for å bli ansett å ha effekt, siden lokale og driftsmessige forhold er avgjørende for måloppnåelse. Effektiv kunnskapsoverføring og god rådgivning er avgjørende for god agronomi og ressursutnyttelse, som også bidrar til lave utslipp fra produksjon. "Jeg må ha større tillit til at tiltaket (f.eks. teknologien) utvikles og støttes" ble oppgitt for alle tiltakene unntatt to.[240] Dette understreker viktigheten av tydelige og langsiktige signaler, regelverk og støtte for at det blir gjennomført klimatiltak på gårdsnivå.

Gjødslingstiltak

Gjødslingstiltak omfatter metoder for lagring og spredning samt bedre tids- og arealmessig fordeling av husdyrgjødsla som gir lavere klimagassutslipp. Deltiltakene som er nærmere beskrevet i tiltaksark er:

- *Dekke på gjødsellager – svin*
- *Miljøvennlige spredning av husdyrgjødsel*
- *Bedre spredetidspunkt og lagerkapasitet for husdyrgjødsel*
- *Bedre arealmessig fordeling av husdyrgjødsel*
- *Presisjonsgjødsling* (mineralgjødsel)

Samlet utslippsbesparelse av gjødslingstiltakene i tidsrommet 2021-2030 er estimert til om lag 330 000 tonn CO_2-ekvivalenter, hvor nesten to tredeler kommer fra miljøvennlig spredning av husdyrgjødsel. Presisjonsgjødsling kan redusere behovet for mineralgjødsel og lystgassutslipp knyttet til dette, men effekten dette har på utslippene er ikke kvantifisert.

Utslippsbesparelsene kommer særlig fra mindre tap av ammoniakk til luft og nitratlekkasje til vann, og derav indirekte utslipp av lystgass. Ved at mindre av nitrogenet tapes, gir det mulighet for å spare inn på bruken av nitrogen fra mineralgjødsel. Dette gir reduserte utslipp av lystgass som dannes fra spredning av mineralgjødsla. Viktige tilleggseffekt av tiltakene er at de reduserer utslipp av ammoniakk til luft og fosfor og nitrat til vann.

[240] Bruke biogjødsel fra biogassanlegg i stedet for mineralgjødsel; Mer miljøvennlig spredning av husdyrgjødsel.

Felles for tiltakene er at de medfører behov for investeringer og/eller at de gir økte driftskostnader i form av økt arbeidsforbruk, innleie av maskinkapasitet mv. Tiltakene innebærer at en tar bedre vare på næringsstoffene i gjødsla og foretakene vil derfor kunne spare på innkjøp av mineralgjødsel. For de aller fleste foretakene vil tiltakene likevel ikke være privatøkonomisk lønnsomme.

Aktuelle virkemidler for å utløse tiltakene vil være tilskudd som bidrar til privatøkonomisk lønnsomhet. Kostnadene vil også kunne variere mellom foretakene, avhengig av forutsetningene. Graden av tiltaksgjennomføring vil derfor være avhengig av tilskuddsnivå. Ved miljøvennlig spredning av husdyrgjødsel på eng med nedlegging og vanntilsetning, vil lønnsomhetsgrensen tilsvare et tilskudd på om lag 100 kroner per dekar. Ved spredning med rask nedmolding på åpen åker kan lønnsomhetsgrensen ligge ved et tilskudd på om lag 45 kroner per dekar.

Forskriftskrav vil kunne øke tiltaksgjennomføringen. I forslag til nytt gjødselregelverk er det forslag om å stille krav til dekke på gjødsellager for svin. Videre er det forslag til innskjerping av tillatt spredetidspunkt og kravet til areal for spredning av husdyrgjødsla. Ved at tiltakene reduserer tap av ammoniakk og nitrater, reduserer de også de indirekte utslippene av lystgass.

Drenering

God drenering av dyrket mark i drift er gunstig for plantevekst og næringsopptak, vannbalanse, gir bedre bæreevne og redusert risiko for jordpakking. Dreneringstiltaket innebærer at bonde/jordbruksforetak drenerer all jordbruksjord som er dårlig drenert og gjennom dette minker utslipp av lystgass som oppstår ved høyt vanninnhold i jorda. Tiltaket kan bidra med å redusere utslippene med om lag 240 000 tonn CO_2-ekvivalenter fra 2021-2030. Ettersom grøftene har en levetid på 50 år, vil dreneringen i denne perioden ha en effekt helt fram til 2080. Dette gir en samlet utslippsreduksjon på 1,2 millioner tonn CO_2-ekvivalenter for tiltaket. Tiltaket kan ikke bokføres i utslippsregnskapet i dag. Det er krevende å utarbeide en metodikk for å beregne lystgassutslipp som varierer med dreneringstilstand siden dette kommer an på lokale forhold som for eksempel jordtype og -tilstand, typografi og vær.

Manglende privatøkonomisk lønnsomhet er en hovedbarriere for dreneringstiltaket. Det er store engangskostnader forbundet med å drenere og inntjening av investeringene tar lang tid. Det er samtidig store forskjeller i kostnader ut fra hvilken metode man må benytte for å drenere. Dersom det er mye stein og hindringer i bakken, må gravemaskin benyttes.

Dette koster opp mot det tredobbelte av det bruk av rådalshjul (dyp plog bak traktoren) koster. Det er vurdert et areal på 640 000 dekar som i dag er dårlig drenert. Dersom hele dette arealomfanget skal dreneres, må det inkluderes arealer som både kan dreneres ved hjelp av rådalshjul og hvor det må benyttes gravemaskin. I dag blir det gitt et flatt tilskudd til drenering på 2000 kroner daa. Tilskudd for drenering med gravemaskin må ligge på minst 11 500 kr/daa for at tiltaket skal være privatøkonomisk lønnsomt. Tilskudd for drenering med rådalshjul må ligge på ca. 3000 kr/daa for at netto nåverdi skal bli null. Ettersom kostnadene er såpass ulike, kan et differensiert tilskudd ut ifra metode, eller et tilskudd som gis som en andel av kostnadene, være en løsning for å gjøre de privatøkonomiske kostnadene mellom de ulike metodene mindre. Det forventes at dette vil gi noe økte administrasjonskostnader for forvaltningen av ordningen, men at tilpassinger innenfor dagens ordning vil være mulig.

Det er også en utfordring for å utløse potensialet i tiltaket at leiejord i mindre grad blir drenert. Halvparten av jordbruksarealene som drives er leiejord per i dag. Mange leieavtaler er av kort varighet mens dreneringskostnaden har lang avkastningshorisont. En mer konsekvent oppfølging av avtalefestet, langsiktig bortleie for inaktive eiere av landbrukseiendom kan være et virkemiddel som imøtekommer dette.

Fôrtiltak inkl. beite, dyrehelse og fruktbarhet

Disse tiltakene har det ikke vært mulig å kvantifisere og bokføres heller ikke i utslippsregnskapet i dag. Felles for disse tiltakene er at det trengs mer kunnskap om effekten de har på klimagassutslipp.

Det blir forsket mye på ulike tilsetningsstoffer i fôr, for å få bedre kunnskap om utslippseffekter, eventuelt konsekvenser for produkter, samt praktisk anvendelse. Dersom en finner fram til tilsetninger som kan inkluderes i standardfôr til en overkommelig pris, må det antas at dette vil kunne bli brukt i betydelig omfang. Bedre grovfôrkvalitet gir som oftest lønnsomhet, og den største barrieren mot dette er primært tilgang på arealer for produsenten. Det kan imidlertid være potensial for mer optimalisert drift gjennom rådgivning, som for eksempel slik det i dag gjøres gjennom Grovfôr 2020[241]. Det mangler kunnskapsgrunnlag for å fastslå effekten av økt beite for melkeku, og det er derfor behov for mer forskning.

Klimagassutslipp fra husdyrhold er i stor grad koblet til antall dyr og mengden fôr dyrene spiser. Gitt et ønsket produksjonsnivå for ulike husdyrprodukter, vil avlstiltak, bedret dyrehelse og fruktbarhet og driftsmåter som innebærer færre dyr i produksjon og/eller lavere fôrforbruk per produsert enhet, også medføre lavere klimagassutslipp. Forbedringer er avhengig av langsiktig FoU-innsats.

Husdyrgjødsel til biogass

Tiltaket går ut på å øke utnyttelsen av husdyrgjødsel til biogassproduksjon fra dagens nivå (1 prosent) til 25 prosent i 2030. Tiltaket er beregnet til å gi en utslippsreduksjon på 253 000 tonn CO_2-ekvivalenter akkumulert i perioden 2021-2030 når det er nedskalert for å ta høyde for overlapp med andre tiltak.

Tiltaket har lagt til grunn at husdyrgjødsel behandles i fire ulike typer biogassanlegg: gårdsanlegg, bygdeanlegg, sambehandlingsanlegg og slambehandlingsanlegg. Gårdsanlegg vil benytte sin egen husdyrgjødsel og levere energi til eget bruk. De andre anleggene vil benytte husdyrgjødsel som ett av flere råstoff, og det er forutsatt at produksjonen er av et slikt omfang at produsert biogass kan oppgraderes til drivstoffkvalitet. Det er antatt at produksjon av biogass med drivstoffkvalitet bedrer lønnsomheten for biogassanleggene.

Utslippsreduksjonene i jordbruket ved utnyttelse av husdyrgjødsel til biogassproduksjon er beregnet som differansen mellom utslippene fra lagring og spredning av husdyrgjødsel i referansebanen og klimagassutslipp fra husdyrgjødsel som går til biogassproduksjon. Utslippsreduksjoner ved bruk av biogass for eksempel når biogass erstatter fossilt drivstoff, bokføres i den sektoren bruken skjer.

De ulike typene anlegg vil ha til dels ulike barrierer og vil kreve ulike virkemidler for at tiltakene som er utredet skal utløses. Det er også barrierer knyttet til markedet for anvendelse av biogass og biogjødsel (biorest).

Gårdsanlegg

Avsetningsmuligheter for biogass vil være en utfordring for mange gårdsanlegg. Med relativt lave energipriser utgjør overgang til biogass som energikilde på gården en begrenset kostnadsbesparelse for gårdbrukerne. Økte avgifter på fossil energi vil gi sterkere insentiver om bruk av biogass. Et annet mulig virkemiddel kan være å gi støtte per mengde energi produsert og utnyttet på gården. En slik ordning vil gi insentiver til å produsere og utnytte mer biogass på gården og dermed bruke mer husdyrgjødsel til biogassproduksjonen. I tillegg vil en slik ordning gi insentiver til god og effektiv drift

[241] Grovfôr 2020 er et samarbeidsprosjekt mellom femten organisasjoner og firmaer. Tine er prosjekteier. Prosjektet har som mål å øke avling og bruk av grovfôr i norsk mjølkeproduksjon og tilhørende kjøttproduksjon med 20 prosent i løpet av prosjektperioden fra 2016 til og med 2019.

og den mest miljøvennlige utnyttelsen av biogassen, for eksempel ved at man hindrer lekkasjer gjennom gode kontrollrutiner og foretrekker utnyttelse av gassen framfor fakling.

Mange husdyrbønder har lite kjennskap til dagens marked, teknologi og rammebetingelser for biogassproduksjon fra husdyrgjødsel. Per i dag finnes det ikke noe sted hvor man kan få samlet informasjon om for eksempel de nyeste forskningsresultatene på biogassområdet, oversikt over støtteordninger, oversikt over instanser/organisasjoner som skal kontaktes angående etablering av gårdsanlegg, oversikt over leverandører med mer. Dette kan gjøre barrieren for etablering av gårdsanlegg større. Det kan derfor vurderes å etablere et eget forum for gårdsanlegg. Et slikt forum kan bl. a. bidra med kurs for bønder som ønsker og trenger mer kunnskap om biogassproduksjon i småskala anlegg.

Dagens tilskuddsordning for levering av husdyrgjødsel er avgjørende for lønnsomhet i gårdsanlegg. At tilskuddsordningen forhandles hvert år over jordbruksavtalen oppfattes av aktørene som for lite forutsigbart til å kunne benyttes som grunnlag for en investeringsbeslutning. Tydelige signaler om varighet av støtteordningene vil gi større forutsigbarhet for aktørene.

Sentraliserte biogassanlegg (bygde-, sambehandling og slambehandlingsanlegg)

Husdyrgjødsel er et vesentlig mer kostbart råstoff å produsere biogass av sammenlignet med andre råstoff. Dette skyldes at husdyrgjødsel gir relativt lavt gassutbytte og har lavt tørrstoffinnhold (2-5 prosent). Transport av husdyrgjødsel fra gård til ulike typer sentraliserte biogassanlegg vil medføre transport av mye vann. Transportkostnader utgjør derfor én av de viktigste barrierene ved utnyttelse av husdyrgjødsel til biogassproduksjon. For flere typer anlegg vil avvanningstiltak være viktig for å redusere kostnadene ved transport av husdyrgjødsla. Imidlertid er det lite erfaring med avvanning av husdyrgjødsel i Norge i dag, og dermed også kostnadene ved de ulike teknologiene for dette. Det vil være behov for å utvikle systemer for å integrere avvanningsteknologi i en verdikjede for bruk av husdyrgjødsel til biogassproduksjon.

Eksisterende sam- og slambehandlingsanlegg har som oftest som formål å håndtere kommunalt avfall og er driftet av offentlig aktører. De er derfor omfattet av selvkostregelverket, og handlingsrommet innenfor dette regelverket oppleves uklart for en del aktører. Reelt sett har aktørene mulighet til å drive næringsvirksomhet og til å bruke husdyrgjødsel som råstoff innenfor selvkostregelverket. Et mulig virkemiddel kan være å utarbeide veiledning med informasjon om hvordan eksisterende biogassanlegg kan ta i bruk husdyrgjødsel.

Slik tiltaket er utformet vil det innebære økt tilførsel av råstoff til eksisterende sentraliserte biogassanlegg. Dette vil kreve at anleggene øker sin lagerkapasitet, både for råstoff og for produsert biorest. Det kan dermed være behov for å gi økt støtte til etablering av lagringskapasitet for husdyrgjødsel og biorest for å bygge ned denne barrieren.

Tiltaket forutsetter at det etableres flere bygdeanlegg som tar imot husdyrgjødsel. Et bygdeanlegg er et mellomstort biogassanlegg som i hovedsak benytter husdyrgjødsel som råstoff og som produserer biogass med drivstoffkvalitet. Både Enova og Innovasjon Norge gir i dag investeringsstøtte til biogassproduksjon. Et mulig virkemiddel kan være å gi et påslag til investeringsstøtten dersom anlegget planlegger å bruke husdyrgjødsel som substrat i biogassproduksjonen. Muligheten for å oppnå et noe høyere støttenivå vil gi sterkere insentiver til å vurdere husdyrgjødsel som substrat og kan trolig bidra til at flere planlagte biogassanlegg velger å bruke husdyrgjødsel i biogassproduksjonen.

Tiltaket baserer seg på at bioresten fra biogassproduksjonen har riktig kvalitet for at den kan benyttes som biogjødsel. For mange anlegg (særlig slambehandlingsanlegg) vil dette bety at de må

etablere en ny produksjonslinje ved siden av den eksisterende. Et mulig virkemiddel er å innføre støtteordninger for de anleggene som må investere i ny produksjonslinje når de tar imot husdyrgjødsel, som da vil komme som et tillegg til de andre støtteordningene.

Utvikling av eksisterende eller nye biogassanlegg innebærer omfattende og tidkrevende koordinering mellom en lang rekke offentlig og private aktører. Det finnes i dag Nasjonalt kontaktforum for biogass, som bransjen selv gir uttrykk for er nyttig, men det kan også være behov for støtte til utvikling av regionale eller temaspesifikke biogassnettverk, for eksempel regionale nettverk for utnyttelse av husdyrgjødsel og biorest.

Markedet for biogass og biogjødsel

Vekst i biogassproduksjon forutsetter forutsigbare, langsiktige og betalingsvillige markeder for bruk av biogass. I dag oppfattes markedsituasjonen for bruk av biogass som lovende, men usikker i alle markedssegmenter. Sluttbrukere av biogass er i liten eller ingen grad villig til å betale ekstra for biogass fra husdyrgjødsel kontra fra andre råstoff. For nærmere omtale av markedet for biogass, se kapittel 4, *Veitransport,* kapittel 5 *Sjøfart, fiske og havbruk*, kapittel 14 *Energietterspørsel og mer om bioenergi*, tiltaksark S03 *Bruk av avansert biodrivstoff til skipsfart* og tiltaksark T12 *10 prosent av nye trekkvogner går på biogass i 2030.*

Det er ikke et etablert marked for avsetning av biogjødsel (biorest) i dag. Kvaliteten til biogjødselen avhenger i stor grad av råstoffene som brukes i biogassproduksjonen. Dette kan skape usikkerhet hos mottakere av biogjødsla ved om den er egnet som gjødsel eller om den har andre negative egenskaper som for eksempel innhold av plast fra matavfall. For at biogjødsel skal bli benyttet i større skala i jordbruket, vil det være gunstig med en merkeordning for biogjødsel av god kvalitet.

7.6.2 Tiltak for økt karbonbinding

Denne kategorien gjelder tiltak som gir utslippseffekt ved at karbon bundet gjennom fotosyntesen i større grad lagres i jorda og at en mindre andel frigjøres i form av CO_2. Utslippseffektene vil for en stor del bokføres i arealbrukssektoren. Tiltakene er *Fangvekster, Karbonbinding i biokull* og *Stans i nydyrking av myr*.

Fangvekster

Fangvekster er ulike typer planter (for eksempel raigras) som dyrkes sammen med korn eller andre åkervekster som høstes, og har som hensikt å bidra til et voksende plantedekke utover senhøsten og vinteren etter at høstingen er ferdig. Et plantedekke som fortsatt vokser om høsten, kan bidra til et netto karbonopptak som lagres i plantemasse og underjordiske plantedeler. På den måten blir det økt karbonlagring i jorda. Fangvekster kan også både øke og redusere lystgassutslipp. Lystgassutslippene kommer fra nedbryting av plantematerialet, mens det gir en indirekte reduksjon i lystgassutslipp ved at fangvekstene reduserer avrenning av nitrogen til vann.

Tiltaket går ut på å øke arealet med fangvekster i korn fra ca. 23 000 daa i 2018 til om lag 820 000 daa i 2030. Dette er beregnet til å gi over 440 000 tonn CO_2-ekvivalenter i utslippsreduksjon over perioden. Tiltaket bokføres ikke i utslippsregnskapet. Størstedelen av tiltaket vil være innenfor sektoren skog og annen arealbruk (karbonbinding), men det vil også kunne gi reduksjoner av lystgass i jordbrukssektoren.

Det blir gitt tilskudd til fangvekster over regionale miljøprogram i dag, der satsene er fastsatt av fylkesmennene og derav varierer mellom fylkene. Tilskuddssatsene ligger på et nivå som gjør at det i de fleste tilfeller er lønnsomt, men varierer noe ut fra om man sår fangvekstene sammen med kornet eller ved høsting. Det er imidlertid bare fire fylker som har valgt å gi støtte til dette tiltaket i sitt fylke.

Det er usikkerhet knyttet til mulige driftsulemper og avlingsutslag som kan gjøre at mange vegrer seg for å så fangvekster. Fangvekster gir en avlingsnedgang, men dette varierer med type fangvekst.[242] Det kan ha både positiv og negativ innvirkning på ugras. Bruk av fangvekster har fram til nå blitt regnet som et tiltak mot avrenning og i liten grad blitt omtalt som et klimatiltak. Andre positive effekter ved tiltaket, som muligheter for økt biomangfold, bedre jordstruktur med mer er også i mindre grad formidlet.

Bruk av fangvekster er på mange måter et vinn-vinn-tiltak fordi bedre jordstruktur bidrar til å redusere avrenning samtidig som det kan øke karbonbindingen. For å at tiltaket skal utløses anses det som viktig at en kombinasjon av dette blir gjennomført:

1) Gjøre tilskuddet tilgjengelig i hele landet
2) Praktisk utprøving og rådgivning på hvilke sorter og arter som er best egnet, samt rådgivning rundt metoder, for å få redusert driftsulemper og avlingsutslag. I dette ligger behov for å styrke rådgivningen innenfor temaet
3) FoU på arter og sorter som er best egnet for norske forhold og som gir best klimaeffekt.
4) Tydelig informasjon fra forvaltning og forskningsmiljø om gevinstene ved bruk av fangvekster, både med tanke på avrenning, klima, biomangfold, jordstruktur osv.

Dersom tilskuddet blir tilgjengelig i hele landet, og oppslutningen øker, vil det være behov for ekstra midler i de regionale miljøprogrammene. Med en lineær innfasingstakt av tiltaket, er det beregnet at det vil være et behov fra 11,8 millioner kroner første året, økende opp mot 118 millioner kroner i 2030 dersom det skal benyttes tilskudd for å gjøre tiltaket lønnsomt for bøndene.

Karbonlagring i jord - biokull

Tiltaket går ut på at organiske avfalls- og restfraksjoner på gård eller i nærområdet omdannes til karbon med lang nedbrytningstid gjennom en prosess kalt pyrolyse (oppvarming av det organiske materiale uten tilgang på oksygen). Pyrolyseprosessen gir biokull som kan lagres og eventuelt tilføres i jordbruksjord, samt energi som kan brukes til oppvarming osv. Basert på utnyttelse av 5 prosent av restfraksjoner som oppstår i landbruket er reduksjonspotensialet estimert til 825 000 tonn CO_2 for perioden 2021-2030. Barrierer og virkemidler for tiltaket omtales i rapportens del B.

Stans i nydyrking av myr

I naturlig myr er det et torvlag med organisk materiale med høyt karboninnhold som på grunn av høytstående grunnvann og mangel på tilgang til luft brytes ned over svært lang tid. Når myr dreneres og nydyrkes, vil lavere grunnvann føre til økt oksygentilgang og påfølgende økning i mikrobiologisk aktivitet, nedbryting og mineralisering av organisk materiale, og karbontap til luft. Ved å stanse nydyrkingen av myr får man utslippsbesparelser gjennom at arealer som ellers ville blitt drenert og dyrket opp blir liggende urørt. Tiltaket kan i perioden 2021-2030 bidra med å redusere henholdsvis 118 000 og 394 000 tonn CO_2-ekvivalenter i jordbrukssektoren og sektoren skog og annen arealbruk.

Tiltaket legger til grunn det varslede forbudet mot nydyrking av myr. Den viktigste barrieren for tiltaket vil være tilgangen på alternative arealer for oppdyrking. Utforming av dispensasjonsbestemmelsen i revidert forskrift om nydyrking vil kunne ha stor innvirkning på klimaeffekten av et forbud mot nydyrking av myr. I områder med lite alternativt areal for oppdyrking, vil det fortsatt kunne dyrkes opp betydelige myrarealer dersom dispensasjonsadgangen blir vid. En

[242] Bøe, F. mfl. (2020). NIBIO-rapport til Klimakur 2030: Fangvekst som klimatiltak i Norge.

begrenset dispensasjonsadgang vil derfor være et sentralt virkemiddel for å utløse hele tiltakspotensialet.

7.6.3 Kosthold og matsvinn

I denne kategorien inngår tiltakene *Overgang fra rødt kjøtt til plantebasert kost og fisk* (heretter kalt *kostholdstiltaket*) og *Redusert matsvinn* (heretter kalt *matsvinntiltaket*). Kostholdstiltaket gir utslippsreduksjoner fordi sammensetningen av norsk jordbruksproduksjon endres når forbruker endrer kostholdet i retning av mat med lavere klimaavtrykk. Matsvinntiltaket gir utslippsreduksjoner fordi norsk jordbruksproduksjon kan reduseres når norskprodusert mat ikke lenger kastes.

Utslippsreduksjonene i disse tiltakene er metan- og lystgassutslipp som reduseres fra husdyrenes fordøyelse, lagring og spredning av husdyrgjødsel og bruk av mineralgjødsel. CO_2-utslipp fra endret arealbruk er ikke inkludert.

Utslippsreduksjonene for matsvinntiltaket beregnes som de utslippene som "spares" ved redusert produksjon i Norge av maten som ikke lenger kastes. Dersom produksjonen av maten som ikke lenger kastes opphører, fører det til lavere utslipp fra kilder til lystgass og metan i jordbrukssektoren sammenlignet med tiltakets referansebane.

Potensialet for utslippsreduksjoner for kosthold- og matsvinntiltaket er stort (anslagsvis hhv. 2,9 og 1,5 millioner tonn CO_2-ekvivalenter i perioden 2021-2030). Begge tiltak gir utslippsreduksjoner også utenfor Norge slik de er utformet her. En rekke virkemidler må iverksettes raskt for å hente ut hele potensialet. Begge tiltakene er beregnet å være samfunnsøkonomisk lønnsomme. Som for andre tiltak, er ikke virkemiddelkostnaden for tiltakene inkludert i den samfunnsøkonomiske tiltakskostnaden. Disse kostnadene vil avhenge av hvilke virkemidler som velges. Privatøkonomisk lønnsomhet varierer. For eksempel vil matsvinntiltaket være privatøkonomisk lønnsomt for forbruker, men ikke kostholdstiltaket. Da er helsegevinsten av endret kosthold ikke regnet med. I jordbruket vil kostholdstiltaket være privatøkonomisk lønnsomt for frukt- og grøntprodusenter, men ikke for husdyrprodusenter (unntatt fjørfe).

Dersom etterspørsel og produksjon ikke er godt balansert, kan vi få overskudd/underskudd av noen matvarer. Et kosthold i endring gjør dette mer krevende og kan gi overskudd både av rødt kjøtt, frukt og grønt. Dette kan gi økt matsvinn. Tilsvarende kan for eksempel forbrukerpreferanser for lam framfor sau gi betydelig matsvinn dersom ikke innsatsen økes for å omsette sau. Virkemidler for kosthold og matsvinn må derfor sees i sammenheng.

Begge tiltak forutsetter omfattende atferdsendringer hos forbruker. For at forbruker skal kunne gjøre gode valg, må de ha tilgang til god og enkel informasjon og attraktive produkter. Det er derfor behov for innsats i alle ledd i verdikjeden. Det som skjer i ett ledd i verdikjeden kan påvirke hva leddene både oppstrøms og nedstrøms i kjeden kan få til. Barrierer og virkemidler er derfor beskrevet for hver av de mest sentrale aktørene i verdikjeden. Verdikjeden for mat er kompleks og varierer til dels avhengig av produkt.

Det har ikke vært mulig å gjøre en fullstendig kartlegging av barrierer og virkemidler i hele kjeden innenfor tidsfristen for Klimakur 2030. En forenklet beskrivelse av aktørene i verdikjeden i det norske matmarkedet er gitt nedenfor.

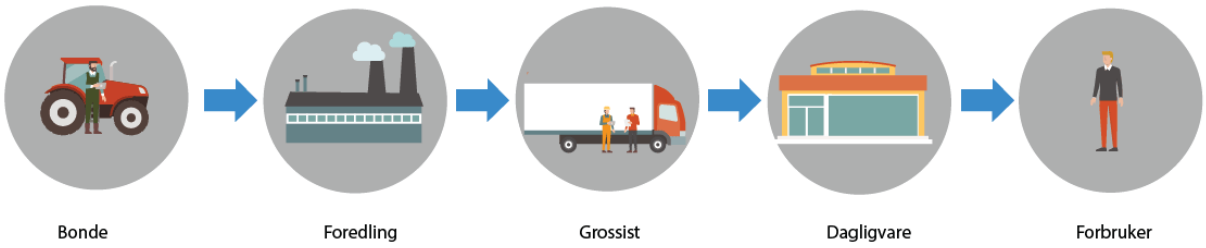
Aktører i verdikjeden i matmarkedet

Mat omsettes i mange kanaler. De to salgskanalene hvor forbruker handler mest, er dagligvaremarkedet og serveringsbransjen (hoteller, restauranter, catering/kantiner). I 2017 hadde

disse en omsetning på henholdsvis 173,7 og 78,6 milliarder kroner, noe som utgjorde i underkant av 90 prosent av totalmarkedet på 286,2 milliarder kroner.[243]

Et fåtall dagligvarekjeder dominerer matmarkedet

Dagligvaremarkedet i Norge er preget av konsentrasjon og vertikal integrasjon (eierinteresser/forpliktende samarbeid i flere ledd). Tre uavhengige paraplykjeder med vertikalt integrert grossistvirksomhet dominerer markedet. I 2017 hadde NorgesGruppen den største markedsandelen på 43,1 prosent, etterfulgt av Coop (29,7 prosent), REMA 1000 (23,4 prosent). I tillegg hadde Bunnpris 3,8 prosent av markedet. Øvrige dagligvarebutikker utgjorde kun 0,1 prosent av den totale omsetningen i dagligvarebutikkene.[244]



Figur A 59. Verdikjeden for mat.

NorgesGruppen, REMA 1000 og Coop har egne varelagre og distribusjonskanaler mens Bunnpris benytter seg av NorgesGruppens grossist. Det er ingen uavhengige grossister i dagligvaremarkedet. BAMA, som eies av bl.a. NorgesGruppen og REMA, har en betydelig posisjon som grossist og distributør for frukt og grønt. TINE og Ringnes leverer direkte til butikk.

Leverandørene produserer og/eller videreselger dagligvarer til dagligvarekjedene. Leverandørene har de siste årene møtt økende konkurranse på grunn av dagligvarekjedenes interesser i produsentleddet og satsing på egne merkevarer (EMV).

Innenfor frukt og grønt, meieri og kjøtt er konsentrasjonen i leverandørleddet høy. Tine foredlet om lag 80 prosent av all norsk melk i 2016[245] mens Norturas markedsandel i 2016 var på 45 prosent totalt sett for relevante produktsegmenter i dagligvaremarkedet.[246] Gartnerhallen, Norges største produsentorganisasjon for frukt og grønt, leverer over 60 prosent av all norskprodusert frukt, grønnsaker, bær og potet i markedet i tett samarbeid med BAMA som leverer til NorgesGruppen og REMA. Nordgrønt er produsentorganisasjon for Coop. Produsentforeningen av 1909 er vesentlig mindre og mer selvstendig, og leverer blant annet til Bunnpris. De tre produsentorganisasjonene samarbeider gjennom Grøntprodusentenes samarbeidsråd som jobber for markedstilpasning og prisanbefaling til produsenten.

Andre kanaler i konsumentmarkedet: Andre mindre salgskanaler omfatter kiosker- og bensinstasjoner, faghandelsbutikker, spesialforretninger for mat og drikke, grensehandelsbutikker, tax-freebutikker og nettbutikker. Kolonial.no er den eneste fullsortimentsbutikken på nett. I tillegg har det de siste årene blitt etablert ulike utsalgssteder for lokalt produsert mat, som Bondens marked, andelskooperativer og REKO-ringer (kontaktplattform mellom produsenter og forbruker i

[243] Virke (2018). Dagligvare- og serveringsmarkedet 2018.
[244] Menon (2018). Konkurranse i dagligvaremarkedet – konkurranse i alle ledd. Menon-publikasjon nr. 33/2018.
[245] Landbruksdirektoratet (2017). Evaluering av konkurransefremmende tiltak i prisutjevningsordningen for melk.
[246] Nortura (2017). Årsmelding – 2016.

nærområdet). Salget til disse utgjør en liten andel av den totale omsetningen av jordbruksvarer og var i 2018 om lag 450 millioner, men disse utsalgsstedene er imidlertid i vekst.[247]

Industrimarkedet, det vil si levering av råvarer til matindustrien/vareforedler, er uavhengig av konsumentmarkedet og er i stor grad basert på direkteavtaler mellom den enkelte produsent og industri.

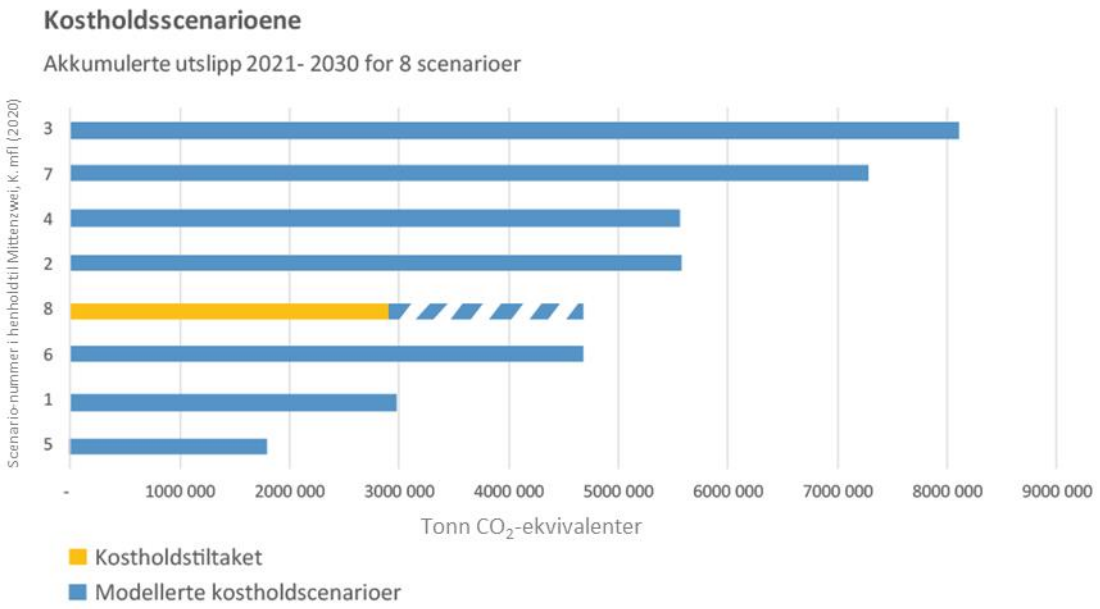
Kostholdstiltaket

Tiltaket *Overgang fra rødt kjøtt til plantebasert kost og fisk* (*kostholdstiltaket*) har et estimert utslippsreduksjonspotensial på 2,9 millioner tonn CO_2-ekvivalenter i jordbrukssektoren for perioden 2021-2030.

For å beregne hvilken effekt endret kosthold har på klimagassutslipp, er det utarbeidet åtte scenarioer med ulike sammensetninger av kostholdet. Det er utarbeidet scenarioer ettersom det er mange måter å sette sammen et kosthold i tråd med Helsedirektoratets kostråd på, samt at det er store usikkerheter i hvordan kostrådene vil følges i perioden. Det er også avgjørende for de nasjonale klimagassutslippene om det endrede matforbruket skal føre til endret matproduksjon i Norge eller om det skal føre til endringer i importandelen. Halvparten av scenarioene legger derfor til grunn økt import av korn, frukt og grønt, mens de resterende scenarioene legger til grunn økt norsk produksjon av de matvarene som påvirkes av kostholdsendringene. Energi-, fett- og proteininnhold i alle scenarioene ligger godt innenfor anbefalingene fra Helsedirektoratet. Scenarioene illustrerer derfor ulike valg. I alle scenarioene er det forutsatt at produksjonsstøtten per vare er uendret.

Valg av scenario har stor betydning for både utslippsreduksjonspotensialet for tiltaket og konsekvenser for jordbruksproduksjonen og det er derfor store usikkerheter knyttet til å velge ett scenario. Figur A 60 viser spennet i utslippsreduksjoner (2-8 millioner tonn CO_2-ekvivalenter) for de utredede scenarioene. Scenarioet som er valgt og utdypet nærmere i denne analysen, er et scenario med verdier som ligger i midten av de ulike scenarioene (scenario 8 i figur A 60). Se nærmere omtale av scenarioet som er lagt til grunn for kostholdstiltaket lenger ned.

[247] Landbruksdirektoratet (2019). Markedsrapport 2018. Vurdering av markedene for norske landbruksvarer. Rapport nr. 3/2019.



Figur A 60. Akkumulerte utslippsreduksjoner i perioden 2021-2030 for åtte scenarioer utredet i Mittenzwei mfl. (2020) når snittet av befolkningen følger det nasjonale kostrådet for rødt kjøtt og de andre kostrådene oppfylles helt eller i større grad enn i dag.Det ligger også ulike forutsetninger inne i scenarioene om økt forbruk av matkorn, frukt og grønt skal dekkes av økt norskandel eller økt import. Scenario 1-4 innebærer økt importandel mens scenario 5-8 innebærer økt norskandel. Se Mittenzwei mfl. (2020) for nærmere beskrivelse av forutsetningene som ligger til grunn for de åtte scenarioene. Kostholdstiltaket som er utdypet i denne rapporten er Scenario 8 og er nedskalert fra 4,7 til 2,9 millioner tonn CO_2-ekvivalenter etter en vurdering om å utsette innfasingen av tiltaket med to år (til 2023) sammenlignet med slik det er utredet i Mittenzwei mfl. (2020). Kilde: Mittenzwei mfl. (2020). Det skraverte blå området viser nedskaleringen.

Tiltaket innebærer at de delene av befolkningen som i dag spiser mer rødt kjøtt og bearbeidet kjøtt enn Helsedirektoratet anbefaler i sine kostråd (maksimalt 500 gram/uke), erstatter redusert mengde kjøtt med plantebasert kost (korn, potet, frukt og grønt, erter og nøtter) og fisk. I praksis betyr dette at det er regnet på et nasjonalt gjennomsnitt på 333 gram/uke i 2030 for å nærme seg at hele befolkningen konsumerer under 500 g/uke. Andel norskprodusert frukt og grønt er økt innenfor det som er mulig å produsere i 2030 etter beregninger fra Mittenzwei mfl. (2020)[248]. Økt norskandel er inkludert i tiltaket for å søke å ivareta bærekraftshensyn, spesielt med tanke på matsikkerhet, selvforsyning og sysselsetting. I tillegg vil det gi lavere karbon- og areallekkasje til utlandet, i tråd med Granavolden-plattformen. Det er også søkt å begrense risiko for biologisk mangfold og kulturlandskap.

Det er vurdert som krevende å få på plass tilstrekkelige virkemidler til å gjennomføre tiltaket innen 2030. Innfasing av tiltaket er derfor satt til å starte i 2023 (dvs. to års utsettelse sammenlignet med slik det er beregnet i Mittenzwei mfl. (2020)), det vil si ingen utslippsreduksjoner i 2021 og 2022, og at tiltaket først innfris i 2032. Dette er beheftet med stor usikkerhet. Utslippsreduksjonspotensialet når tiltaket innfases fra 2023 er beregnet til 2,9 millioner tonn CO_2-ekvivalenter for perioden 2021-2030 og 4,7 millioner tonn CO_2-ekvivalenter for 2021-2032, se Figur A 60. Nasjonalt snitt for konsum av rødt kjøtt antas å ligge over 333 gram/uke per person i 2030 når tiltaket innfases fra 2023.

[248] Mittenzwei, K. mfl. (2020). Klimakur 2030: Overgang fra rødt kjøtt til vegetabilsk og fisk. NIBIO notat til Miljødirektoratet og Landbruksdirektoratet. M-1497|2019.

Tiltaket er i kostnadskategorien under 500 kr tonn CO_2-ekvivalenter. De samfunnsøkonomiske kostnadene av tiltaket er knyttet til merkostnader ved innkjøp av matvarer som følge av kostholdsendringer og verdsetting av helsegevinst på grunn av lavere helsetjenestekostnader, redusert produksjonstap grunnet sykdom og økt livskvalitet. Tiltakskostnaden (kr/tonn CO_2-ekv.) er beregnet for ulike nivå for helsegevinster (lav, middels og høy) men kommer ut som samfunnsøkonomisk lønnsomt i alle tilfeller og spenner mellom -1200 og -2800 kr/tonn CO_2-ekvivalenter i gjennomsnitt per år over perioden 2021-2030. Det er særlig verdsettingen av økt livskvalitet som gjør tiltaket svært samfunnsøkonomisk lønnsomt. Det er imidlertid knyttet stor utsikkerhet til denne verdsettingen. Selv uten verdsetting av økt livskvalitet kommer tiltaket ut som samfunnsøkonomisk lønnsomt, bare ikke like sterkt (middelverdi -100 kr/tonn CO_2-ekv.). Se tiltaksark J01 *Overgang fra rødt kjøtt til plantebasert kost og fisk* i Vedlegg I for mer informasjon.

Barrierer som gjelder i flere ledd

Tematikken rundt kosthold og klima er kompleks og informasjonen kan være ubalansert fordi den reflekterer avsenders særinteresser. Dette bidrar til **bærekraftforvirring** hos forbruker. Med bærekraftforvirring menes at forbruker er usikker på hva slags mat man skal velge ut ifra bærekraftshensyn Dette kan både skyldes manglende kunnskap, men også at ulike matvarer kan imøtekomme ulike bærekraftskriterier (miljø – klima – helse – økonomi). I dialogen med aktører i de profesjonelle leddene har også mangel på omforent metodikk for å vurdere hva som er et bærekraftig kosthold blitt pekt på som en utfordring.

Flere av aktørene vi har snakket med oppgir at **virkemiddelapparatet er lite oversiktlig**. Dette henger blant annet sammen med at virkemidlene er fordelt mellom ulike sektorers ansvarsområder og skal svare ut en rekke ulike politiske målsetninger som tidvis kan være motstridende. I forbindelse med Klimakur 2030 har betydelig arbeid blitt lagt ned i å få en helhetlig oversikt over alle virkemidler som kan være relevante for å oppnå tiltaket, men oversikten er ikke uttømmende (se kapittel 7.9).

Matbransjen[249] og Helse- og omsorgsdepartementet har inngått en intensjonsavtale[250] for å tilrettelegge for et sunnere kosthold, og denne avtalen støtter opp under tiltaket gjennom satsing på mer av frukt, grønt, sjømat, grove kornprodukter og mindre mettet fett. Avtalen har imidlertid **ikke fokus på redusert konsum av rødt og bearbeidet kjøtt**. Dette er kostrådet som gir størst klimagevinst.

Mangelfullt datagrunnlag: Helsedirektoratet har gjennomsnittlig engrostall per innbygger. For å regne på klimagasseffekten av endringer i forbruket til de som spiser mer rødt kjøtt enn Helsedirektoratet anbefaler og deretter målrette virkemidler, trenger man tall for faktisk konsum og spredningen i dette tallgrunnlaget, både i dag og forventet utvikling. Dette er ikke tilgjengelig i dag.

Mulige virkemidler som gjelder i flere ledd

Et **formalisert tverrsektorielt samarbeid**, i form av eksempelvis et forvaltningsforum eller en arbeidsgruppe for bærekraftig kosthold, kan redusere bærekraftforvirringen gjennom å utarbeide og formidle et helhetlig og omforent kunnskapsgrunnlag som balanserer ulike hensyn. Dette vil være en krevende oppgave, men det er tilstrekkelig kunnskap tilgjengelig til å trekke opp noen overordnede felles linjer. På sikt kan dette arbeidet bygge på de kommende nordiske ernæringsanbefalingene[251] (NNR) som vil ha tydeligere fokus på bærekraft og danne grunnlaget for nye norske kostråd. NNR-arbeidet skal ferdigstilles i 2022. Mer tverrsektorielt samarbeid kan også bidra til å utvikle et helhetlig

[249] Matbransjen i avtalen er næringsorganisasjoner, mat- og drikkeprodusenter, dagligvarehandelen og serveringsbransjen.

[250] Intensjonsavtale om tilrettelegging for et sunnere kosthold.

[251] Helsedirektoratet (2019). Nordic Nutrition Recommendations 2022. 03.07.19.

virkemiddelapparat for bærekraftig kosthold og formidle/veilede i mulighetene som ligger i virkemiddelapparatet.

Pågående gjennomgang av det næringsrettede virkemiddelapparatet. Det pågår for tiden en helhetlig gjennomgang av virkemidlene for forskning og innovasjon i næringslivet i regi av Nærings- og fiskeridepartementet. Arbeidet skal avsluttes i 2020. Målet er å gjøre virkemiddeltilbudet mer oversiktlig, brukervennlig og effektivt. Det skal blant annet ses på næringsrettede midler i Forskningsrådet, Innovasjon Norge og SIVA og på grenseflatene mellom Enova og Skattefunn. Resultatene av dette arbeidet kan potensielt støtte opp under tiltaket, spesielt dersom bærekraft blir belyst i denne gjennomgangen.

En **utvidelse eller et supplement til intensjonsavtalen om et sunnere kosthold** slik at den også omhandler bærekraftig kosthold kan legge til rette for å nå både klima- og folkehelsemål. For å sikre en helhetlig tilnærming og kommunikasjon også med tanke på andre målsetninger (miljø, landbrukspolitikk, forbrukerpolitikk, osv.), vil det være hensiktsmessig at flere departementer deltar i et slikt samarbeid, for eksempel Helse- og omsorgsdepartementet, Klima- og miljødepartementet, Landbruks- og matdepartementet, Nærings- og fiskeridepartementet og Barne- og familiedepartementet. Det finnes eksempler på slike bransjeavtaler i andre land, for eksempel Green Protein Alliance i Nederland.

For å redusere usikkerhet i tiltaksutredningene og vurdere om vedtatt politikk i tilstrekkelig grad støtter opp under tiltak, vil **hyppigere landsrepresentative kostholdsundersøkelser** bidra. Norkost (18-70 år), som sist ble gjort i 2010-2011 er spesielt viktig, men med tanke på langsiktig effekter er det behov for at også Ungkost (4, 9 og 13 år) gjøres hyppigere enn i dag. Disse må i større grad enn i dag også fange opp spredningen i datagrunnlaget. Hyppigere undersøkelser vil også kunne danne grunnlag for bedre langsiktige prognoser (Se *Bedre analyser av forbruksendringer* lenger ned). Det er behov for bred tverrfaglig forskning og syntetisering av relevant forskning (se kapittel 7.8 i hovedrapporten del A).

Tabell A 18. Barrierer og mulige nye virkemidler på tvers av verdikjedeledd

Barriere	Mulige nye virkemidler
Bærekraftforvirring	• Formalisert sektorsamarbeid, eksempelvis et forvaltningsforum, rettet på formidling og et helhetlig virkemiddelapparat
Uoversiktlig virkemiddelapparat	• Pågående gjennomgang av det næringsrettede virkemiddelapparatet • Formalisert sektorsamarbeid, eksempelvis et forvaltningsforum, rettet på formidling og et helhetlig virkemiddelapparat
Mangel på samarbeid om redusert konsum av rødt kjøtt	Avtale mellom matbransjen og alle berørte departement som omhandler bærekraftig kosthold, kan være en utvidelse av eller supplement til intensjonsavtalen om et sunnere kosthold
Usikkerhet om forbruksendringer	Hyppigere Norkost- og Ungkostundersøkelser for å vurdere måloppnåelse og behov for ytterligere virkemidler
Mye kunnskap, krevende å få oversikt	Det finnes omfattende ny forskning på området, men det er behov for å sammenstille denne. Det kan med fordel også legges til rette for tverrfaglig forskning, eksempelvis gjennom et forskningskonsortium. En opptrapping av atferdsforskning er nødvendig.

Barrierer og mulige virkemidler i forbrukerleddet

Det er gjort omfattende kartlegginger av norske spisevaner. Både IPSOS[252] og Bugge & Alfnes (2018)[253] viser at det er økende interesse for å spise mindre kjøtt og mer vegetarmat. Begge viser at det er stor variasjon i spisemønstre i befolkningen. Ifølge Helsedirektoratet[254] har forbruket av grønnsaker, frukt og bær økt over tid, men gikk noe ned fra 2017 til 2018. Økningen i kjøttkonsumet har flatet ut. Totalt konsum og konsum av rødt kjøtt gikk litt ned i 2017 og 2018, men også hvitt kjøtt gikk ned i 2018. Fiskeforbruket, som er betydelig lavere enn kjøttkonsumet, har gått ned med 18 prosent fra 2008 til 2018. Innenfor fisk spises mest laks og ørret.[252] Ifølge IPSOS går forbruket av kylling og svin tilbake mens storfekjøtt øker.

Viktigste barriere er etablerte spisemønster styrt av vaner og verdier: IPSOS viser tydelig at hva du spiser korrelerer med verdier og holdninger. IPSOS deler befolkningen i fire grove verdisegmenter med fire ulike matkulturer. Noen utvalgte nøkkelkarakteristika for disse segmentene er oppsummert under.

Tabell A 19. IPSOS sine fire verdisegmenter i befolkningen og hva de spiser. Kilde: IPSOS (2018). Norske Spisefakta

De moderne materialistene • Yngre enn snittet og urbane • Opptatt av nye ting, status, livsnytelse og teknologi • Matkultur: Lite opptatt av kosthold, om matvarer er naturlig eller hvor de kommer fra. Matstoff på Youtube, bestiller på nett. Anti-helse, lettvinte løsninger, skulker måltider, spiser take away, kraftig og mettende mat, lite frukt, frossenpizza, amerikansk mat, taco, indisk, sushi, energidrikker, øl, håndverksøl	**De moderne idealistene** • Mer ressurssterke enn snittet • Opptatt av miljøvern og helse, individualitet, likestilling, individualitet og selvrealisering. • Matkultur: bredt matrepertoar, både norske og internasjonale spesialiteter. (marokkansk, gresk, tapas). Besøker kaffebarer, etniske restauranter og spesialbutikker. Er skeptisk til kjøtt og melk. Vegetar- og økologiinteresse. Drikker vin, bruker parmesan/feta, friske krydderplanter, squash og aubergine
De tradisjonelle materialistene • Mindre ressurssterke enn snittet • Opptatt av patriotisme, konformitet, har middels/dårlig helse • Matkultur: ubekymret med tanke på bærekraft og helse, lite interesse for det eksotiske, lite nysgjerrige ("late adapters"), storforbrukere av "gårsdagens produkter", positive til ferdigmat, har mikrobølgeovn og gass utegrill. Svenskehandler, går på kjøpesenter. Meget prissensitive.	**De tradisjonelle idealistene** • Eldre enn snittet og rurale • Opptatt av helse, nøysomhet, lovrespekt, tradisjoner og religion • Matkultur: planlegger i god tid og lager mat fra bunnen, fokus på tradisjonell norsk mat, naturlige råvarer, norsk oppfinnelse. Helsefokus og nøkkelhull. Melk er sunt, fisk, poteter, grønnsaker, fløte og brunost. Lite alkohol.

Materialistene (både de moderne og de tradisjonelle) spiser mest kjøtt. Lam er et unntak og spises i størst grad av de tradisjonelle idealistene og minst av de moderne materialistene. Ifølge IPSOS spises hvit fisk mest av de tradisjonelle idealistene og rød fisk mest av de moderne idealistene (mest ressurser) og minst av de tradisjonelle materialistene (minst ressurser). Kvinner er overrepresentert blant idealistene. Oslo er overrepresentert i de to moderne gruppene. Nord-Norge er

[252] IPSOS (2018). Norske Spisefakta 2018.

[253] Bugge, A. & F. Alfnes (2018). Kjøttefrie spisevaner – hva tenker forbrukerne? SIFO oppdragsrapport nr. 14-2018 for Norges forskningsråd.

[254] Helsedirektoratet (2019). Utviklingen i norsk kosthold 2019. Rapport IS-2866.

overrepresentert blant de tradisjonelle materialistene og Sør- og Vestlandet blant de tradisjonelle idealistene.

Dette innebærer at det vil variere hvor negativt det oppleves å redusere konsumet av rødt kjøtt i de ulike segmentene. Virkemidler vil ha ulik effekt i ulike deler av befolkningen. Det vil også være betydelige fordelingsvirkninger av flere virkemidler, spesielt ettersom de ulike gruppene har ulike inntektsnivå. I tillegg innebærer dette at flere, ulike virkemidler må på plass for å utløse hele tiltakets potensial.

Ifølge IPSOS planlegger bare hver fjerde nordmann innkjøpene sine.[255] Småbarnsfamilier er flinkest til å planlegge (37 prosent). Den typiske norske forbruker varierer mellom et begrenset antall middagsretter. Forskning viser at det er svært krevende å endre vaner.[256] For å legge til rette for at gode vaner etableres tidlig, er det mye å hente på satsing overfor **barn og unge**. Det vil imidlertid ta tid før dette gir betydelige utslag på utslippsreduksjonene. Satsing på barn og unge kan gjøres gjennom klimavennlige ernæringsråd til småbarnsforeldre, opplæring og mattilbud i barnehager og skoler. Flere departement har ansvar for informasjonsmateriell rettet mot skoler og barnehager. I tillegg subsidierer Helsedirektoratet skolefrukt og Nærings- og fiskeridepartementet har en tilskuddsordning med fokus på å øke fiskekonsum hos barn og unge (se *Dagens virkemidler og nasjonale mål*). Dersom skolesatsingen koordineres på tvers av sektorer i større grad enn det som gjøres i dag, kan dette gi et tydeligere og enklere budskap som støtter opp under oppnåelse av mål for både klima-, miljø-, folkehelse-, landbruks- og fiskeripolitikken. Ved å fjerne merverdiavgift på donasjon av mat til skoler, kan skolene også få tilgang til gratis råvarer til bruk i undervisningen.

Ifølge Bugge og Alfnes (2018)[257] legger nordmenn mest vekt på smak (78 prosent av respondentene), pris (68 prosent), ferskhet/friskhet (58 prosent) og sunnhet (57 prosent) når de handler matvarer. 57 prosent oppgir å være opptatt av at maten er sunn, men bare 16 prosent er opptatt av klima og miljø. Ifølge IPSOS[258] rangerer nordmenn sunnhet øverst (55 prosent) og deretter lav pris (51 prosent), naturlige råvarer (48 prosent) og produsert i Norge (44 prosent).

Mulige virkemidler knyttet til vaner og verdier, smak, pris, ferskhet/friskhet og norske matvarer er oppsummert i Tabell A 20 under. I tillegg er kunnskap omtalt som barriere. Krav til sunnhet er ikke omtalt som en barriere ettersom tiltaket er å spise mer i tråd med Helsedirektoratets kostråd. Noen utvalgte punkter er noe utdypet under tabellen. For fullstendig omtale av barrierer og mulige virkemidler, vises det til tiltaksark J01.

Tabell A 20. Barrierer og mulige nye virkemidler i forbrukerleddet.

Barriere	Mulige nye virkemidler
Vaner og verdier	• Styrket satsing på barn og unge i skole og barnehage • Satsingen kan med fordel være koordinert på tvers av sektorer slik at klima, folkehelse og andre bærekraftsspørsmål dekkes helhetlig • Smakstesting i mat- og helsefaget • Fjerning av merverdiavgift for donasjon av mat til skole
Preferanse for rødt kjøtt	• Produktutvikling av helt/delvis plante- og fiskebaserte produkter • Forbrukerdrevet produktutvikling ved hjelp av sensorisk testing og fokusgrupper. Nofimas FoodSMaCK-satsing forsker på dette

[255] IPSOS (2018). Norske Spisefakta 2018.

[256] Forskning.no (2013). Vaner viktigere enn selvkontroll. 28.05.13.

[257] Bugge, A. & F. Alfnes (2018). Kjøttefrie spisevaner – hva tenker forbrukerne? SIFO oppdragsrapport nr. 14-2018 for Norges forskningsråd.

[258] IPSOS (2018). Norske Spisefakta 2018.

Barriere	Mulige nye virkemidler
	• Smakstesting i barnehager, skole og butikker
Pris/privatøkonomisk kostnad	• En avgift på rødt kjøtt vil ha noe effekt på konsumet, men effekten begrenses av flere faktorer som blant annet risiko for økt grensehandel. Det er behov for mer kunnskap før en kan anslå klimaeffekten av en slik avgift. • En avgift kan ha fordelingsvirkninger og ramme de mest ressurssvake hardest. Det er behov for mer omfattende analyser av fordelingsvirkningene utover det som er gjort i dette arbeidet. • Gitt de høye privatøkonomiske kostnadene forbundet med tiltaket, er det nødvendig å vurdere virkemidler for å redusere pris på frukt, grønt og fisk eller andre virkemidler for å øke tilgang til slike matvarer dersom Merverdiutvalgets forslag om én sats for merverdiavgift vedtas • Dersom en avgift innføres, kan dette gjøres provenynøytralt og inntektene gå dels til kompenserende tiltak for de som har minst og dels til omstilling i landbruket
Krav til ferskhet/friskhet for norsk frukt og grønt	• Virkemidler for å sikre lengre holdbarhet for norsk frukt og grønt (se grossistleddet)

Kunnskap	• Kommunikasjonsstrategi for endring av atferd og følgeforskning for å vurdere effekt
	• Kunnskap og informasjon spisset på målgruppe og kanal, sentrale målgrupper er:
	  ○ Barn og unge og foreldre med hjemmeboende barn
	  ○ Voksne menn (fordi 25 prosent av disse spiser mer enn 1000 g per uke)

Manglende kunnskap om og preferanse for norskproduserte matvarer	• Samarbeid om offentlig kommunikasjon for å øke forbruket av norske matvarer (se Utvidelse eller et supplement til intensjonsavtalen om et sunnere kosthold over). Opplysningskontorene spiller en viktig rolle

Pris (privatøkonomiske kostnader): De privatøkonomiske kostnadene for husholdningene øker betydelig ved overgang til et kosthold med mindre forbruk av rødt kjøtt og mer plantebasert kost (korn, potet, frukt, grønt, erter og nøtter) og fisk. Helsegevinster er da ikke regnet med. Total økning for perioden 2021-2030 er om lag 4 milliarder 2019-kroner.[259]

Helsedirektoratet peker på at det er lite gunstig for oppnåelse av kostrådene at konsumprisindeksen har økt betydelig mer for fisk enn for kjøtt de siste ti årene (19 prosent økning for fisk og sjømat sammenlignet med 1 prosent økning for kjøtt fra 2015 til 2018).[260] Ifølge IPSOS spises det mest rød fisk/ørret i Norge og spesielt forbruket av laks er prisfølsomt. Pris for fisk, frukt og grønt kan derfor

[259] Mittenzwei, K. mfl. (2020). Klimakur 2030: Overgang fra rødt kjøtt til vegetabilsk og fisk. NIBIO notat til Miljødirektoratet og Landbruksdirektoratet. M-1497|2019.
[260] Helsedirektoratet (2019). Utviklingen i norsk kosthold 2018. Matforsyningsstatistikk og forbruksundersøkelser. Rapport IS-2804.

være en barriere for tiltaket. Storfe og sau, som er kjøttslagene med høyest klimagassutslipp, er de dyreste av kjøttslagene. Storfe er likevel det eneste kjøttproduktet som øker i konsum ifølge IPSOS.[261]

Differensiering av merverdiavgift og særavgift kan være mulig virkemiddel for å redusere forbruket av rødt kjøtt og øke forbruket av plantebasert kost og fisk. Korn, potet, frukt og grønt, erter og nøtter kan gjøres billigere gjennom å redusere sats for merverdiavgift. Rødt kjøtt kan gjøres dyrere gjennom å øke sats for merverdiavgift eller pålegge en særavgift. I markedet er effekten av økt/redusert merverdiavgift og særavgift i utgangspunktet identisk ved lik sats. Hvorvidt prisvridende virkemiddel vil dreie kostholdet fra rødt kjøtt og over til plantebasert kost og fisk, avhenger imidlertid av i hvor stor grad forbruker ender opp med hele gevinsten ved redusert avgift eller hele kostnaden ved økt avgift (om avgiftsendring overveltes forbruker), hvor prisfølsom forbruker er (priselastisitet), substitusjonsmuligheter (kjøpe rødt kjøtt i en billigere priskategori) og muligheten for å unngå avgiften (grensehandel). På oppdrag fra Miljødirektoratet har Samfunnsøkonomisk Analyse (SØA) sammenstilt kunnskapsgrunnlaget om prisvridende virkemidler i Norge.[262]

Utsalgsstedene bestemmer selv markedspris og kan av forskjellige hensyn velge å absorbere hele eller deler av gevinst/kostnad ved avgiftsendringer selv. SØA har ikke funnet informasjon om overvelting av særavgift, men de har funnet høy grad av overvelting ved redusert merverdiavgift.

Tilgang på data om priselastisitet i det norske markedet er begrenset, men SØA har vurdert sine funn som robuste. De finner blant annet at etterspørselen etter matvarer generelt er lite følsomme for prisendringer. SØA peker på at det vil være mer effektivt å øke prisen på rødt kjøtt enn å redusere prisen på grønnsaker og korn ettersom grønnsaker og korn er mindre priselastiske. De oppgir at det ikke er opplagt at en kombinasjon av økning i pris for rødt kjøtt og en reduksjon for andre matvarer, vil gi større dreining i konsumet enn en økning alene.

Ifølge IPSOS oppgir om lag halvparten av befolkningen at matvarer er for dyre (de to materialistiske gruppene). Dette indikerer at priselastisitet kan variere i ulike segmenter i befolkningen. Det finnes imidlertid lite informasjon om dette. Gustavsen & Rickertsen (2013) finner også at inntektsforskjeller har betydning for valg av matvarer, men at betydningen er størst for fisk og frukt. Dersom prisen på fisk og frukt reduseres vil de med lavest forbruk øke forbruket mest. For eksempel vil en 1 prosent prisreduksjon på fisk føre til økt forbruk på 1,4 prosent.[263]

SØA har ikke funnet norske data for å vurdere sannsynligheten for om forbruker vil endre til rødt kjøtt av lavere prisklasse (kjøttdeig i stedet for entrecôte) ved en prisøkning på rødt kjøtt. Det er behov for mer kunnskap om dette. Eksisterende kunnskapsgrunnlag om grensehandel er begrenset, men indikerer at risikoen for økt grensehandel er betydelig ved økning av prisen på kjøtt. Kjøtt ser ut til å være en viktig motivasjon for grensehandel, slik at deler av konsumet av rødt kjøtt kan bli opprettholdt ved økt grensehandel. Økt grensehandel vil forflytte utslippene fra produksjon av norsk kjøttkonsum til våre naboland, samt at det tilkommer økte klimagassutslipp fra transport. Se tiltaksark J01 *Overgang fra rødt kjøtt til plantebasert kost og fisk* for mer informasjon om grensehandel.

[261] IPSOS (2018). Norske Spisefakta 2018.
[262] SØA (2019). Effekter av prisregulerende virkemidler rettet mot mat. Oppdragsrapport for Miljødirektoratet. M-1492|2019.
[263] Gustavsen, G. & K. Rickertsen (2013). Adjusting VAT rates to promote healthier diets in Norway: A censored quantile regression approach.

Flere av dagligvarekjedene har testet ut reduserte priser på frukt, grønt og fisk på ulike måter. Da Kiwi "fjernet" merverdiavgiften ved å redusere pris for frukt og grønt med 15 prosent i en tidsbegrenset periode i 2007, økte salget med 24 prosent. I 2019 resulterte en tilsvarende fiskekampanje i en økning i fiskesalget på 42 prosent i en seksukersperiode.[264] Begge kampanjene ble støttet av omfattende markedsføringsmateriell slik at hele salgsøkningen ikke uten videre kan tilskrives prisreduksjonen alene, men det mer enn antyder at en reduksjon i merverdiavgiften kan ha betydning for salget av frukt, grønt og fisk.

Merverdiutvalget[265] har nylig foreslått at det innføres én sats for merverdiavgift for alle varer. Forslaget innebærer at merverdiavgift vil øke fra dagens reduserte sats for matvarer på 15 prosent til den alminnelige satsen på 25 prosent (evt. 23 prosent). De begrunner forslaget med at differensiering av merverdiavgift ikke er et målrettet virkemiddel fordi det gir lavere matvarepriser for alle, skaper vanskelige avgrensninger som gir økte administrative kostnader i verdikjeden og reduserer statens inntekter. De peker på at billigere frukt og grønt trolig vil øke forbruket for noen, men ikke for andre, og at de som er bevisst helseeffekten allerede har et forbruk som dekker anbefalte mengder av frukt og grønt. Målrettede tiltak, for eksempel subsidiert skolemat, kan ifølge Merverdiutvalget trolig nå ut til flere som har et reelt behov for å øke inntaket av frukt og grønt.

Flere av høringsuttalelsene til merverdiutvalgets forslag er negative og peker på at differensierte satser er et viktig virkemiddel for oppnåelse av miljø- og folkehelsemål, at forslaget øker risiko for grensehandelslekkasje og at kompenserende virkemidler ikke er tilstrekkelig utredet. Helsedirektoratet har i sitt høringssvar til forslaget tatt til orde for at det innføres nullsats for matvarer hvor et økt inntak vil bidra til folkehelsen (for eksempel grønnsaker, frukt og bær), og at næringsmidler som befolkningen med fordel kan innta mindre av bør ha full merverdiavgift (25 prosent). De uttaler at dette kan bidra til å redusere sosial ulikhet i helse og over tid gi en stor samfunnsbesparelse.[266]

Dersom utvalgets anbefaling blir vedtatt, faller også muligheten til å øke merverdiavgiften for rødt kjøtt bort slik at en særavgift vil være eneste aktuelle prisvridende virkemiddel. Det vil komme på toppen av en prisøkning på 8-10 prosentpoeng. Grønn skattekommisjon[267] anbefalte en avgift på rødt kjøtt (storfe, sau/lam og geit, ikke svin) og redusert produksjonsstøtte. Modellberegninger gjort av Mittenzwei (2015)[268] på vegne av kommisjonen indikerte at en reduksjon i støtten eller en avgiftsats på 410 kroner - 820 kroner per tonn CO_2-ekvivalenter isolert sett kan redusere utslippene av totale norske klimagassutslipp i størrelsesorden 5-7 prosent sammenlignet med referansebanen. Effekten var om lag den samme uavhengig av om valgt virkemiddel var redusert produksjonsstøtte eller avgift på forbruk. Det ble oppgitt at resultatene måtte tolkes med forsiktighet siden modellen er en forenkling av en kompleks virkelighet. Det ble blant annet ikke vurdert hva slags konsekvenser en avgift vil ha for import og grensehandel (karbonlekkasje).

Effekten av en særavgift på rødt kjøtt vil trolig være størst hos de tradisjonelle materialistene som er de minst ressurssterke, mest prissensitive og grensehandler mye. Disse er minst opptatt av bærekraft

[264] Dagbladet (2019). Til kamp mot moms på fisk. 03.03.19.
[265] Finansdepartementet (2019). Rapport fra utvalget som har vurdert enklere merverdiavgift. 15.05.19.
[266] Finansdepartementet (2019). Høring – NOU 2019: 11 Enklere merverdiavgift med én sats. Høringssvar Helsedirektoratet.
[267] Finansdepartementet (2018). Grønn skattekommisjon. 04.06.18.
[268] Mittenzwei, K. (2015). Reduserte klimagassutslipp fra produksjon og forbruk av rødt kjøtt: en virkemiddelanalyse med Jordmod. NIBIO Oppdragsrapport 1(16) 2015. Oppdragsrapport for Sekretariatet for Grønn skattekommisjon/Finansdepartementet.

og helse, spiser mer kjøtt enn gjennomsnittet (med unntak av lam). De opplever også at de har dårligst helse ifølge IPSOS, noe som kan være et argument for å innføre en slik avgift. Kryssprisselastisitetsdata tyder imidlertid ikke på at de vil kjøpe mer fisk dersom kjøttprisen går opp. Det er risiko for at de skifter til en billigere kategori av rødt kjøtt ved prisøkning (for eksempel erstatter entrecôte med kjøttdeig) eller øker grensehandlingen.

Hos de moderne idealistene som i utgangspunktet er motivert for å redusere konsumet av rødt kjøtt, vil avgiften trolig ha liten effekt. Ifølge et akseptstudium gjort av SSB er 57 prosent av befolkningen mot en slik avgift, 27 prosent er for og resten vet ikke. Respondentene ble også spurt om akseptabelt avgiftsnivå (0-145 kr/kg). Median var 0 kr/tonn, men gjennomsnittet var i størrelsesorden 9,8-11,6 kr/kg. De som støttet en avgift var unge, høyt utdannete, urbane mennesker, mente klimasaken var viktig og oppga at de spiste lite rødt kjøtt[269] Dette samsvarer med kategorien "moderne idealister" i IPSOS sin undersøkelse.

Gitt vurderingen i Mittenzwei (2015), er det sannsynlig at en avgift vil ha noe effekt på konsumet av rødt kjøtt, men effekten kan reduseres av flere faktorer som blant annet økt grensehandel (som ikke ble vurdert i 2015). For å gi en fullstendig vurdering av en avgift på rødt kjøtt trengs mer informasjon om forbrukeratferd, drivere for grensehandel, kunnskap om kryssprisselastisitet for ulike typer rødt kjøtt og i hvilken grad dagligvarehandelen skyver særavgiften over på forbruker, samt utdypende informasjon om fordelingsvirkninger. Ettersom tiltaket har en betydelig privatøkonomisk kostnad, vil avgift for rødt kjøtt ikke direkte bygge ned barrierene, men gjøre det mindre attraktivt å holde fast i dagens kosthold. Det er behov for å utvikle kunnskapsgrunnlaget om økonomiske virkemidler for å fremme salget av frukt, grønt og fisk. I handelsmeldingen lagt fram i 2018[270], ble det nedfelt at det skal utarbeides et årlig grensehandelsbarometer for å gi bedre statistikk om grensehandelen. Dersom en avgift innføres, kan fordelingsvirkninger dempes ved at inntektene omdisponeres dels til kompenserende virkemidler for de minst ressurssterke og dels til omstilling for landbruket.

Kunnskapsbarriere

Ifølge IPSOS oppleves kylling/hvitt kjøtt, hvit og rød fisk som betydelig sunnere enn storfekjøtt og svin, men det er liten forskjell i hvor bærekraftig de ulike kjøttslagene oppfattes. Hvit fisk oppleves som mest bærekraftig, rød fisk betydelig mindre, men noe bedre enn kjøtt. Samtidig oppgir IPSOS at oppdrettsnæringen sliter med omdømmeutfordringer.

Austgulen mfl.[271] finner at mangel på kunnskap om at redusert kjøttforbruk reduserer klimagassutslipp og kan være en reell barriere. En undersøkelse gjort av Opplysningskontoret for frukt og grønt i 2015 viser at de som hadde mest kunnskap var mer positive til å spise friske grønnsaker, og at manglende kunnskap om tilbereding av alternative retter til kjøtt var en barriere for mange for å dreie kostholdet over på mer vegetabilsk mat.[272]

Kunnskap og informasjon kan være viktige virkemidler som kan øke kunnskapsnivået hos forbruker, bidra til at forbruker tar informerte valg og endre forbrukeratferd på sikt. For å få til endringer i kostholdet, er det nødvendig med felles kommunikasjonsinnsats på tvers av sektorene og samarbeid mellom offentlig, privat og frivillig sektor.

---

[269] Grimsrud, K. mfl. (2019). Preferanser for Grønn skattekommisjons foreslåtte avgifter på rødt kjøtt og veitrafikk. I Samfunnsøkonomen nr. 2 2019, s 40-53.

[270] Meld. St. 9 (2018–2019). Handelsnæringen - når kunden alltid har rett. Nærings- og fiskeridepartementet.

[271] Austgulen, M. mfl. (2018). Consumer Readiness to Reduce Meat Consumption for the Purpose of Environmental Sustainability: Insights from Norway, Sustainability, 10(9), 3058

[272] OFG (2015). Totaloversikten 2010-2015. Opplysningskontoret for frukt og grønt.

Det må også utvikles budskap som treffer de målgruppene som trenger det mest i de kanalene de oppsøker informasjon. Det er viktig å nå barn og ungdom og foreldre med hjemmeboende barn. Ifølge Helsedirektoratet halveres inntaket av frukt og grønt og inntaket av fisk og sjømat reduseres dramatisk i overgang fra barn til ungdom. For å redusere inntaket av rødt kjøtt, er det også viktig å nå ut til voksne menn ettersom 25 prosent av disse spiser mer enn 1000 g per uke.

Informasjon om proteininnhold i grønnsaker, sopp og korn kan med fordel økes uavhengig av alder og kjønn. Matvaretabellen.no og appen Nutrimo fra Mattilsynet og Helsedirektoratet gir slik informasjon og kan med fordel gjøres mer kjent. Kampanjer i fysisk aktive miljøer, hvor fokus på proteininntak er spesielt høyt, kan gi stor endring.

Ettersom informasjon på pakningen er en av de fire viktigste matinformasjonskildene ifølge IPSOS, kan ulike merkeordninger bidra til at forbrukerne tar gode valg gjennom enkel og tilgjengelig informasjon forutsatt at det ikke blir for mange av dem og bruken av disse er konsistent. Nøkkelhullet (sunnere mat), Brødskalaen (grovhet) og Nyt Norge (bruk av norske råvarer) er frivillige merkeordninger som alle støtter opp under tiltaket. Det finnes ingen standard for klimamerking i dag, men Orkla har innført et merke for "Lavt klimaavtrykk" for sine TORO-produkter. Dette har bidratt til positiv dialog i bransjen.

Norske matvarer: Tiltaket forutsetter økt forbruk av norskproduserte matvarer. Ifølge IPSOS har nordmenn en klar preferanse for norske landbruksvarer. 86 prosent oppgir at det er litt til meget viktig at landbruksvarene er norskprodusert.[273] Dette støtter opp under tiltaket. Imidlertid kan ikke alle varer produseres i Norge. En dreining av forbruk i retning av frukt og grønt som kan produseres i Norge, vil innebære en betydelig atferdsendring i befolkningen utover det at man legger om kostholdet til mer plantebasert kost og fisk. Valget om å kjøpe norske matvarer framfor importerte matvarer, vil i stor grad bero på om man ønsker å bidra til jordbruksproduksjon i Norge. Bevisstgjøring rundt dette anses som en ekstra barriere utover selve omleggingen av kostholdet. Opplysningskontorene har en viktig rolle for å øke forbruket av norske matvarer.

Barrierer og mulige virkemidler i dagligvarehandelen

I Veikart for grønn handel 2050[274] sier næringen selv at de har potensial for å ta en katalysatorrolle for en grønnere produksjon og forbruk gjennom bl.a. vareutvalg, merking og plassering av varene, informasjon til forbruker og krav til leverandørene. Dette vil støtte opp under tiltaket.

Informasjon til forbruker: En barriere for informasjon til forbruker er **bærekraftforvirringen** omtalt under "*Barrierer som gjelder flere ledd*". Utover det er virkemidler for forbrukerinformasjon omtalt under "*Barrierer og virkemidler i forbrukerleddet*".

Introduksjon av nye produkter begrenses av butikkstruktur og etableringshindre i markedet: Butikkstruktur og markedsadgang har blitt nevnt som barrierer for nye produkter både i intervjuer og workshop. Det er mange, små butikker i Norge og i tettbygde strøk er butikktettheten høy. Dette gir utfordringer med mangel på hylleplass for nye produkter og lokal etterspørsel for alle butikker uavhengig av om de tilhører en av de store kjedene eller ikke. Denne barrieren forsterkes av at lavpriskjedene øker sin andel av totalmarkedet på bekostning av bredsortimentsbutikker.[275]

Maktkonsentrasjon og vertikal integrasjon i markedet har av noen blitt trukket fram som en egen barriere mot nye produkter. Andre mener maktkonsentrasjon og vertikal integrasjon ikke er en

[273] IPSOS (2018). Norske Spisefakta 2018.
[274] Virke & LO (2018). Veikart for grønn handel 2050.
[275] Nielsen: Scantrack data.

barriere i seg selv, men forsterker andre barrierer. I en rapport Oslo Economics og Oeconomica[276] har gjort på oppdrag fra Nærings- og fiskeridepartementet omtales stordriftsfordeler i innkjøp og tilgang til attraktive lokaler som de viktigste etableringshindrene i dagligvaremarkedet. Disse etableringshindrene styrker markedsposisjonen til de tre store kjedene. Andre hindre som omtales er mangel på uavhengige grossister og stordriftsfordeler i distribusjon. Rapporten peker på at det er krevende å bygge ned disse hindrene.

Vi har ikke gjort omfattende analyser av disse temaene selv og viser til flere pågående prosesser hvor utfordringer med butikkstruktur og etableringshindre blir adressert, bl.a. arbeider regjeringen med å styrke håndheving av konkurranselovgivningen og et utkast til lov om god handelsskikk i dagligvarebransjen. Våren 2020 vil det også komme en stortingsmelding om konkurransesituasjonen i dagligvaremarkedet. Vi har vurdert det som lite hensiktsmessig å vurdere ytterligere virkemidler før disse er lagt fram. Det vil være en fordel om stortingsmeldingen adresserer i hvilken grad konkurransesituasjonen begrenser mulighetene for nye bærekraftige produkter.

Introduksjon av nye produkter begrenses av etterspørselsrisiko: Introduksjon av nye produkter er forbundet med etterspørselsrisiko. De preferansene forbrukerne oppgir i spørreundersøkelser, samsvarer ikke nødvendigvis med hva de faktisk kommer til å kjøpe. Ifølge IPSOS[277]oppgir stadig flere at de ønsker å redusere sitt kjøttforbruk, hele 24 prosent i 2017. Ifølge Helsedirektoratet[278] var engros kjøttforbruk per innbygger imidlertid uendret fra 2008 til 2017, mens foreløpige tall for 2018 viser en reduksjon på 2 prosent fra 2017 til 2018. I veikart for grønn handel 2050[279] omtales gapet mellom liv og lære som en sentral barriere for grønn handel. Gapet gir risiko for tapt fortjeneste fordi kapital bindes opp i nye produkter som ikke selges eller må selges til nedsatt pris fordi de ikke tilfredsstiller forbrukerpreferansene. Ifølge Virke overlever få nye produkter det første året, og de viktigste merkene til eksempelvis Orkla ble lansert i perioden 1930-1980. Den underliggende barrieren er vaner (se over). Gitt markedstrendene kan nye bærekraftige produkter være mindre risikable enn andre nye produkter og dermed utgjøre en mulighet for kjedene framfor en barriere. Flere nye plantebaserte produkter har vært umiddelbare salgssuksesser. Dersom virkemidler rettet på å endre vaner lykkes, vil kjedene kunne tape terreng om nye produkter ikke tas inn. Hvorvidt vaner reelt endres, kan overvåkes gjennom hyppigere landsrepresentative undersøkelser som Norkost og Ungkost (se *Barrierer som gjelder i flere ledd*).

Annen hylleplassering kan kreve ombygging og ny kunnskap om forbrukeratferd: Omplassering av varer kan være dyrt fordi butikklokalene må bygges om. Samtidig oppgir NorgesGruppen at ny plassering av frukt og grønt, fisk og grovbrød har økt salget av disse varene betydelig.[280] Nettoeffekt på omsetning avhenger imidlertid også av hva som skjer med salget av varene som avgir plass. Det finnes mye internasjonal kunnskap om betydning av plassering for atferd, men kunnskap om betydning av plassering for norske forbrukere og effekt på omsetning i det norske markedet kan med fordel styrkes. Det kan være behov for en spissing av forsknings- og innovasjonsmidler for å få til mer slik testing i butikk, men vi har foreløpig ikke god nok oversikt over virkemiddelapparatet til å si dette med sikkerhet. Pågående gjennomgang av og bedre informasjon om virkemiddelapparatet kan øke kunnskapen på dette området (se *Barrierer som gjelder i flere ledd*).

[276] Oslo Economics & Oeconomica (2017). Etableringshindre i dagligvaresektoren.
[277] IPSOS (2018). Norske spisefakta 2018.
[278] Helsedirektoratet (2019). Utviklingen i norsk kosthold. Rapport IS-2866.
[279] Virke & LO (2018). Veikart for grønn handel 2050.
[280] Norgesgruppen (2017). Forskningsrapport om sunnere valg i butikk. 30.03.17.

Begrenset bruk av virkemiddelapparatet: I veikartet for grønn handel oppgis manglende kultur for å ta i bruk virkemiddelapparatet som en egen barriere. Ifølge Deloitte,[281] bruker 4 prosent av registrerte enheter i handel virkemiddelapparatet. Dette tallet er lavt i forhold til andre bransjer. Pågående gjennomgang av og bedre informasjon om virkemiddelapparatet kan ha betydning (se *Tverrgående barrierer og virkemidler*).

Tabell A 21. Barrierer og mulige nye virkemidler i dagligvarehandelen.

Barriere	Mulige nye virkemidler
Butikkstruktur begrenser vareutvalg **Markedsadgang/ etableringshindre kan begrense vareutvalg**	Avventer flere pågående prosesser: • Forslag til lov om god handelsskikk i dagligvarebransjen • Styrket håndheving av konkurranselovgivningen • Stortingsmelding om konkurransesituasjon i dagligvarebransjen til våren, kan med fordel vurdere tilgang til bærekraftige varer spesielt
Etterspørselsrisiko: for nye produkter	Usikkert om det er større barrierer for nye plante- og fiskebaserte produkter enn andre produkter. Man kan øke etterspørsel med virkemidler rettet mot forbruker (se Tabell A 20).
Plassering: kostnad ved ombygging og mangel på kunnskap om betydning for salg	• Ikke vurdert virkemidler for ombyggingskostnad, uvisst om en reell barriere • Kan være behov for spissing av forskningsmidler for mer kunnskap om plassering, men avventer pågående vurdering av virkemiddelapparatet
Lite bruk av virkemiddelapparatet	Avventer pågående gjennomgang av det næringsrettede virkemiddelapparatet

Barrierer og mulige virkemidler hos grossist

Grossistleddet kan bidra til gjennomføring av tiltaket ved å ta inn nye produkter og velge norskprodusert frukt og grønt i den grad dette er mulig. Ettersom grossistene eies av dagligvarekjedene, er barrierer for vareutvalg de samme som for dagligvarekjedene (over). For frukt og grønt er det imidlertid en utfordring for grossist at norske varer ikke er tilgjengelig eller ikke er tilstrekkelig attraktive hele året. For å øke norskandelen slik som beskrevet i tiltaket, må holdbarheten av norske varer og/eller den norske vekstsesongen forlenges gjennom utvikling av nye dyrkingsmåter som eksempelvis tunneldyrking (dyrking under tak/duk) og nye sorter. Se mer om dette under barrierer i produksjonsleddet.

Tabell A 22. Barrierer og mulige nye virkemidler i grossistleddet.

Barriere	Mulige nye virkemidler
Kundekrav til ferskhet/friskhet	• Forsknings- og innovasjonsvirkemidler for å utvikle teknologier som gir lengre holdbarhet for norsk frukt og grønt • Virkemidler for forlenget sesong (veksthus, sortsutvikling, osv., se produksjonsleddet)

Barrierer og mulige virkemidler i matindustrien/foredler

Matindustrien/foredler kan bidra til gjennomføring av tiltaket gjennom å utvikle nye produkter. Sentrale barrierer og mulige nye virkemidler er oppsummert i Tabell A 23. Se tiltaksark J01 *Overgang*

[281] Deloitte (2019). Områdegjennomgang av det næringsrettede virkemiddelapparatet.

fra rødt kjøtt til plantebasert kost og fisk i Vedlegg I for utfyllende informasjon. Produktsatsinger på norsk korn og kornprodukter (spesielt havre og bygg) og norske vegetabilske proteinkilder vil være viktig for å få gjennomført tiltaket.

Tabell A 23. Barrierer og mulige nye virkemidler for matindustri/foredler.

Barriere	Mulige nye virkemidler
Investering i produktutvikling og nye produksjonslinjer **Kommersialisering** **Redusert innovasjonsevne pga. prispress**	Avventer pågående prosesser for handelen: • Forslag til lov om god handelsskikk i dagligvarebransjen • Styrket håndheving av konkurranselovgivningen • Stortingsmelding om konkurransesituasjon i dagligvarebransjen til våren, kan med fordel vurdere tilgang til bærekraftige varer spesielt • Forskningssatsingen InnoFood ved Nofima ser på hvordan økt fokus på bærekraft påvirker innovasjon i næringsmiddel-industri og skal utvikle innovasjonsmodeller og verktøy som fører til økt verdiskaping

Markedsadgang	• Avventer pågående prosesser for handelen som over (lov om god handelsskikk, styrket håndheving av konkurranselovgivning, Stortingsmelding)
	• Alternativ markedsutvikling:
	  ○ Styrket satsing på alternative salgskanaler (Bondens marked, andelskooperativer, REKO-ringer)
	  ○ Økt krav til omsetning av lokalprodusert mat i dagligvarehandelen

Barrierer og mulige virkemidler i serveringsbransjen

Storkjøkkenmarkedet tilbyr måltidstjenester og kan bidra til gjennomføring av tiltaket gjennom måltidstilbudet, plassering av mat i kantine, informasjon til forbruker og krav til egne leverandører. Forbrukerbarrierene er i stor grad de samme som for dagligvarekjedene, men serveringsbransjen kan lettere teste ut etterspørselen ved å tilby alternative retter basert på matvarer de allerede har i sortimentet. Kunnskap hos kokkene om hva som er klimavennlig, sunn mat og hvordan dette kan tilberedes, kan være en minst like stor barriere. Krav til leverandørene kan også bidra til å gjennomføre tiltaket. 4Service[282] har eksempelvis innført bærekraftskrav for sjømat for sine leverandører. Ifølge IPSOS oppleves rød fisk som godt, sunt, men lite bærekraftig. Ved å innføre bærekraftskrav kan aktørene bidra til å øke fiskekonsumet. Økt kompetanse om slike muligheter og kjennskap til andre selskapers erfaringer med slike krav, vil kunne føre til at flere stiller krav. Dette kan gjøres gjennom nettverkssamlinger, eksempelvis i regi av en bransjeavtale (se *Barrierer som gjelder i flere ledd*).

Barrierer og mulige virkemidler i offentlige kjøkken

Offentlige virksomheter både i stat og kommune kjøper inn store mengder mat- og måltidstjenester hvert år. Disse skal stille miljøkrav i sine anskaffelser av mat- og måltidstjenester, jamfør anskaffelsesloven. Omfanget av miljøkrav som blir stilt av innkjøpere av mat- og måltidstjenester varierer ifølge Digitaliseringsdirektoratet (tidligere Difi). Enkelte kantiner oppgir at vegetarmat selger dårligere. Som for andre kantiner, er informasjon til forbruker og attraktive mattilbud viktig. Opplæring- og inspirasjonskurs for kokkene kan være et viktig virkemiddel.

[282] Bryn-Helsfyr.no (2019). 4Service tar grep for livet i havet. 24.10.19.

Mangel på kunnskap om hva som er klimavennlig mat og hvordan kravene skal stilles kan være andre barrierer. Digitaliseringsdirektoratet arbeider med å utarbeide retningslinjer for dette. I Veiviser for krav og kriterier til anskaffelser av mat og måltidstjenester[283] har Digitaliseringsdirektoratet i dag et krav om at det skal tilbys plantebaserte alternativer til utvalgte animalske produkter i avtalesortimentet. Digitaliseringsdirektoratet jobber med å utvikle krav og kriterier for en klimasmart meny med utgangspunkt i blant annet *EUs krav til plantebasert meny*[284] *og* ernæringsmessige vurderinger. Digitaliseringsdirektoratet vil også gjennomføre ulike aktiviteter for å øke kompetansen knyttet til bruk av kriteriesettet.

Noen kommuner stiller allerede krav til innkjøp av mat. Blant annet vil Oslo og Bergen stille krav til kjøttfrie måltid. Oslo vil halvere kjøttforbruket i kommunens kantiner og institusjoner innen utgangen av 2023. Økt kompetanse om slike muligheter og kjennskap til andre kommuners erfaringer med slike krav, vil kunne føre til at flere stiller krav. Det er mulig å få nettverksmidler for erfaringsdeling med andre kommuner gjennom Klimasatsordningen.

Tabell A 24. Barrierer og mulige nye virkemidler for offentlige kjøkken.

Barriere	Mulige nye virkemidler
Manglende attraktive mattilbud	Opplæring- og inspirasjonskurs for kokker
Mangel på kunnskap om hva som er klimavennlig mat og hvordan stille innkjøpskrav	Digitaliseringsdirektoratet jobber med å utarbeide kriterier for klimasmart meny og vil orientere om disse
Mangel på kunnskap om muligheter	Erfaringsdeling mellom kommuner. Det er mulig å få nettverksmidler gjennom Klimasatsordningen.

Konsekvenser for primærproduksjonen

De beregnede utslippseffektene i tiltaket kommer fra endret sammensetning og omfang av norsk jordbruksproduksjon. Hvordan konsekvensene av kostholdsendringer blir for jordbruket, vil avhenge av hvordan kostholdet endrer sammensetning, blant annet fordeling mellom ulike slag av rødt kjøtt (storfe, sau/lam, svin) og hvor raskt endringene skjer. Det er utredet åtte ulike scenarioer som er omtalt i innledningen av kapitlet.

Scenarioet som er valgt lagt til grunn for tiltaket[285] innebærer redusert produksjon av melkekyr, ammekyr og sau/lam med nesten 15[286], 70 og 40 prosent i 2030 sammenlignet med 2018. Samtidig forutsetter tiltaket økt produksjon av potet, frukt/bær, grønnsaker (inkludert belgvekster) og matkorn (spesielt innen bygg og havre). I forutsetningene ligger også at norskandelen av forbruket øker, altså at forbruket endres fra importerte varer til norskproduserte varer. Dette gjelder for både kjøttvarer og vegetabilske varer og er med på å øke selvforsyningsgraden. Det er utfordrende å øke norskandelen, spesielt i form av atferdsendringer hos forbruker og valg av innkjøp i dagligvarekjedene. Endringene i produksjon, sysselsetting og økonomi i jordbruket kan derfor bli

[283] Digitaliseringsdirektoratet. Kriterieveiviseren. Veiviser for bærekraftige offentlige anskaffelser.

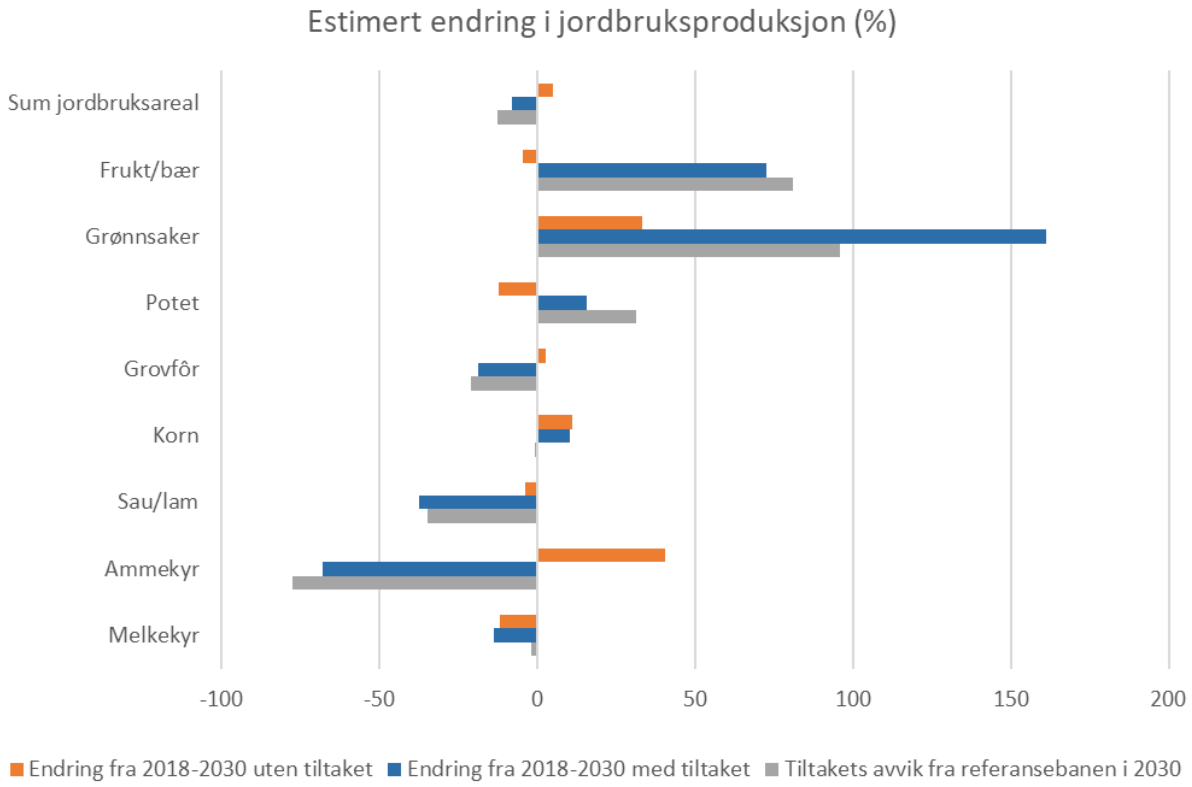
[284] Boyano, A. mfl. (2017). Revision of the EU GPP criteria for Food procurement and Catering Services, side 42.

[285] Mittenzwei, K. mfl. (2020). Klimakur 2030: Overgang fra rødt kjøtt til vegetabilsk og fisk. NIBIO notat til Miljødirektoratet og Landbruksdirektoratet. M-1497|2019.

[286] I referansebanen reduseres antall melkekyr med om lag 10 prosent i samme periode

større enn det som er vist under. Det er viktig å understreke at den estimerte utslippsreduksjonen og konsekvensene av tiltaket ikke er et forventet utfall, men et mulig utfall. Det ligger svært mange forutsetninger til grunn for beregningen. To scenarioer med samme mengde redusert rødt kjøtt kan gi relativt ulike utslippsreduksjoner og konsekvenser avhengig av hvilke typer rødt kjøtt som reduseres, hva det erstattes med og om norskandelen øker.

Figuren under illustrerer hvordan jordbruksproduksjonen vil endres dersom alle forutsetningene for tiltaket etter scenario 8 innfris.



Figur A 61. Estimert prosentvis endring i jordbruksproduksjon (areal og dyr) fra 2018 – 2030 med og uten kostholdstiltaket, samt differansen mellom tiltaket og referansebanen i 2030.

Antall melkekyr endres i liten grad i scenarioene sammenlignet med referansebanen på grunn av behovet for melk og melkeprodukter i 2030. Det er en liten nedgang på grunn av kostrådet for magre meierivarer som dreier forbruket i retning av magre melkeprodukter og som fører til en liten nedgang i mengde drikkemelk i scenarioet. Det er ammekuproduksjonen som i all hovedsak står for reduksjonen fra storfe. I scenarioene[287] er det også søkt å ta hensyn til jordbrukspolitiske målsettinger i utformingen av scenariene når de ikke har kommet i konflikt med klimamål eller kostråd. Selv om svin har lavere utslipp enn drøvtyggere, er svin og sau/lam redusert likt fordi sau utnytter utmark og er en typisk næring i distriktene. Ammekyr er redusert mest på grunn av høye utslipp og fordi de i mindre grad enn sau utnytter utmark.

Det er viktig for Norges evne til å produsere mat til egen befolkning at matproduksjonen tilpasses forbruket slik at ikke produksjonen endres i raskere takt enn forbruket. Dersom produksjonen blir lagt om før forbruket endres, er det stor fare for overproduksjon av noen matvarer og økt import av

[287] Mittenzwei, K. mfl. (2020). Klimakur 2030: Overgang fra rødt kjøtt til vegetabilsk og fisk. NIBIO notat til Miljødirektoratet og Landbruksdirektoratet. M-1497|2019.

andre matvarer. I tillegg kan overproduksjon gi økt matsvinn og unødvendige klimagassutslipp. Høyere produksjon enn etterspørsel vil slik gi svekket lønnsomhet ettersom det ikke blir tatt imot i markedet. Redusert produksjon av matvarer som rødt kjøtt, uten at forbruket endrer seg, vil ikke gi utslippsreduksjoner globalt. I stedet vil importen øke og utslippet fra kjøttproduksjon flyttes til andre land (karbon- og areallekkasje).

Det er i de fleste tilfeller lite aktuelt å eksportere store mengder norske jordbruksvarer, da produksjonskostnadene i Norge gjør prisen på norske jordbruksprodukter høyere enn i de fleste andre land. Fra 2020/2021 faller også muligheten til eksportstøtte bort jamfør WTO-regelverket. Endrete forbruksmønstre kan åpne for økt produksjon av andre matvarer (frukt, grønt, korn, belgvekster) i Norge.

Det er en risiko for at jordbruket ikke får økt den produksjonen som det etterspørres mer av raskt nok. Dersom det er underskudd på en vare, benyttes import for å dekke etterspørselen. Dersom underskuddet varer over tid, uten at norsk produksjon kompenserer for importen, vil det kunne etablere seg importmønstre som er vanskelig å utkonkurrere for norsk produksjon og norsk produksjon kan da tape markedsandeler. Konsekvensene for jordbruket vil da bli større enn det som er skissert her.

Husdyrproduksjonen i Norge ligger i hovedsak utenfor sentraliserte områder. Nedskalering av denne produksjonen kan derfor skape utfordringer med å opprettholde et landbruk over hele landet[288]. Faktiske konsekvenser i ulike regioner vil avhenge av hvordan differensiering av tilskudd mellom ulike områder blir innrettet.

Dersom produksjonstilskuddene innrettes på en måte som styrker lønnsomheten i husdyrproduksjonen i distriktene (utover det som gjøres i dag) mer enn i områder der det for eksempel ligger til rette for grønnsaks- og fruktproduksjon, kan det redusere noe av risikoen for nedlegging av produksjon i utkantene. Endringer i produksjonsstøtte og målpriser inngår i de årlige jordbruksoppgjørene, og gjøres på bakgrunn av etterspørsel i markedet med mer.

Gjennomføring av tiltaket kan også skape utfordringer med å opprettholde en variert bruksstruktur. Sannsynligvis er det produsentene med lavest lønnsomhetsmarginer som først vil falle fra og uten endringer i virkemidlene er det er nærliggende å anta at dette vil gjelde små bruk. For noen vil endring i relativ lønnsomhet føre til at man legger om til korn/grønnsaker dersom arealene kan benyttes til dette. Mesteparten av det grovfôrbaserte husdyrholdet foregår imidlertid i deler av landet der de klimatiske forholdene umuliggjør slik omlegging. I disse områdene vil det være sannsynlig at en betydelig andel av driften avvikles.

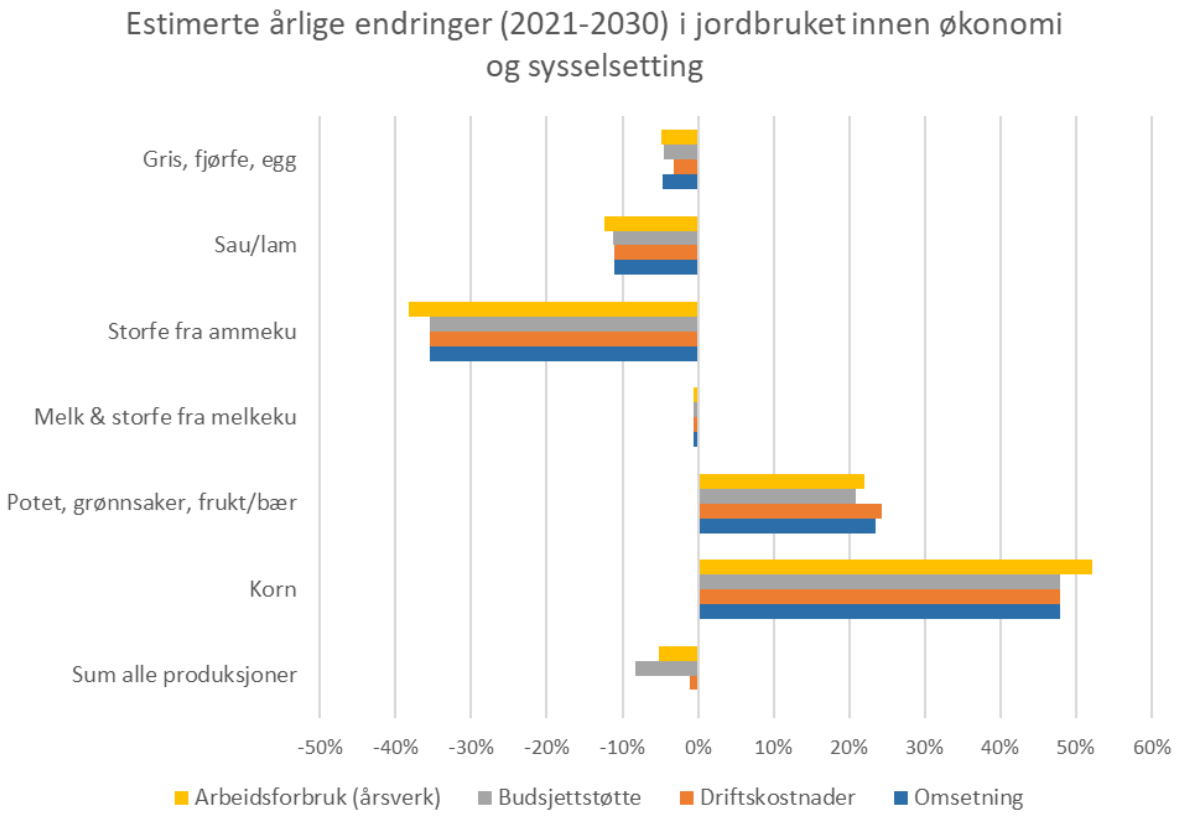
Foretaksøkonomiske konsekvenser

Tiltaket er beregnet å redusere årlige inntekter i primærproduksjonen i jordbruket med 4 prosent (530 millioner kroner) i gjennomsnitt i perioden 2021-2030 sammenlignet med referansebanen, inkludert tilskudd med dagens tilskuddssatser.[288] Inntektene er imidlertid ulikt fordelt mellom de ulike produksjonene, og for ammekuproduksjonen ligger inntektene per år i perioden 2021-2030 35 prosent lavere i gjennomsnitt sammenlignet med referansebanen (ca. 500 mill. kr) mens kornproduksjonen får økte inntekter på 50 prosent (ca. 150 mill. kr) i gjennomsnitt per år, sammenlignet med referansebanen. I Mittenzwei mfl. (2020) er det lagt til grunn uendret produksjonsstøtte per vare. Basert på dagens støttesatser, reduseres behovet for budsjettstøtte i jordbruket med 700 millioner kroner (-8 prosent) per år i gjennomsnitt i perioden 2021-2030

[288] Mittenzwei, K. mfl. (2020). Klimakur 2030: Overgang fra rødt kjøtt til vegetabilsk og fisk. NIBIO notat til Miljødirektoratet og Landbruksdirektoratet. M-1497|2019.

sammenlignet med referansebanen. Reduksjonen skyldes primært at kjøttproduksjon subsidieres mer per produsert enhet enn produksjonen av plantebasert kost. Arbeidsforbruket (antall årsverk) totalt sett er anslått å bli redusert med 5 prosent (om lag 2000 årsverk) per år i gjennomsnitt over perioden 2021-2030 sammenlignet med referansebanen.

Figuren under viser prosentvis endring innen de ulike produksjonene per år i gjennomsnitt, sammenlignet med referansebanen.



Figur A 62. Estimerte gjennomsnittlige årlige endringer i jordbruket som følge av kostholdstiltaket i perioden 2021-2030, sammenlignet med referansebanen (i 2019-kr og antall årsverk).

I 2018 lå antall årsverk i primærproduksjonen på nesten 46 000[289]. Sysselsettingen i jordbruket går ned hvert år, og er antatt å ligge på ca. 41 000 i referansebanen i 2030. Nedgangen i sysselsetting som følge av tiltaket (5000 årsverk i 2030) kommer i tillegg og tilsvarer om lag en fordobling av den forventede nedgangen. Spesielt vil sysselsettingen innen ammeku- og saueproduksjonen stå overfor omfattende endringer de neste 10 årene dersom tiltaket innfris. I dette er kun årsverk i primærproduksjonen inkludert. Nedgang i sysselsetting for slakterier og foredlere av norsk rødt kjøtt er ikke beregnet, men disse næringene vil også bli påvirket. Dersom kostholdstiltaket innfris med alle forutsetninger, vil antall årsverk i 2030 for ammekuproduksjonen være redusert med over 75 prosent sammenlignet med referansebanen. Dersom norskandelen av storfe fra ammeku ikke øker, vil samlet sysselsetting i ammekuproduksjonen gå ned med over 80 prosent sammenlignet med referansebanen. Tilsvarende vil antall årsverk i kornproduksjonen bare økes med 24 prosent og ikke 118 prosent dersom norskandelen ikke styrkes. Virkemidler som øker forbruket av norske jordbruksvarer, som styrking av opplysningskontorene som fremmer forbruk av norske varer og

[289] Prop. 120 S (2018-2019). Endringer i statsbudsjettet 2019 under Landbruks- og matdepartementet (Jordbruksoppgjøret 2019).

andre informasjonsvirkemidler, vil derfor være viktig for å bøte på de negative konsekvensene av kostholdstiltaket for jordbruket.

Tabell A 25. Sysselsetting (antall årsverk) i jordbruket i 2030 sammenlignet med referansebanen, med og uten økt norskandel.

Sysselsetting (antall årsverk) i 2030	Sum	Korn	Potet, grønns., frukt/bær	Melk & storfe fra melkeku	Storfe fra ammeku	Sau/lam	Gris, fjørfe, egg
Referansebane	41 139	732	4640	16561	6167	9302	3737
Tiltaket, økt norskandel	35 691	1598	6930	16321	1427	6090	3324
Tiltaket, uten økt norskandel	32 842	908	5 414	16 321	1 098	5 874	3 227
Endring	-5 448	866	2 290	-240	-4 740	-3 212	-413
Endring i %, økt norskandel	-13 %	118 %	49 %	-1 %	-77 %	-35 %	-11 %
Endring i %, uten økt norskandel	-20 %	24 %	17 %	-1 %	-82 %	-37 %	-14 %

Behov for ytterligere vurderinger av konsekvenser og virkemidler for omstilling

Det har ikke vært mulig å kartlegge alle konkrete konsekvenser for jordbruksproduksjonen innenfor tidsperspektivet for Klimakur 2030, spesielt hva slags effekt tiltaket vil få for jordbruksproduksjonen i ulike deler av landet. For å minimere de negative effektene av klimatiltaket innenfor viktige politiske målsettinger som matsikkerhet, spredt bosetting/landbruk i hele landet og produksjon av andre fellesgoder innen miljø med mer, er det behov for ytterligere vurderinger og analyser av hvilke mest målrettede, kompenserende virkemidler som kan settes inn. Det antas at styrket bruk av virkemidler i hovedsak kan skje innenfor rammen av det eksisterende virkemiddelapparatet, når man også inkluderer ekstraordinære tiltak som er benyttet ved større omstruktureringer. For å sikre lønnsomhet for de gjenværende husdyrprodusentene, samt få opp den produksjonen det etterspørres mer av, vil det imidlertid være behov for en prioritering innenfor de eksisterende virkemidlene rettet mot dette. Det kan også vurderes om den reduserte budsjettstøtten kan benyttes til kompenserende tiltak. Det er imidlertid behov for bedre og mer langsiktige prognoser av kosthold og produksjon, se neste kapittel.

Behov for bedre analyser av etterspørselsendringer

Det er stor usikkerhet i hva slags endringer i forbruksmønster og preferanser som vil skje framover, og i hvilket tempo det vil skje. For at jordbruket skal kunne tilpasse seg etterspørselsendringene uten overproduksjon eller tapte markedsandeler, er det viktig å ha gode prognoser for forbruksendringer og endringstakt framover. Per i dag er framskrivinger av forbruk brukt i framskrivinger for husdyr primært basert på historiske data og skjønn. Det som finnes av forbruksforskning innen matvaner er i liten grad samlet, systematisert og tilgjengeliggjort for jordbrukssektoren.

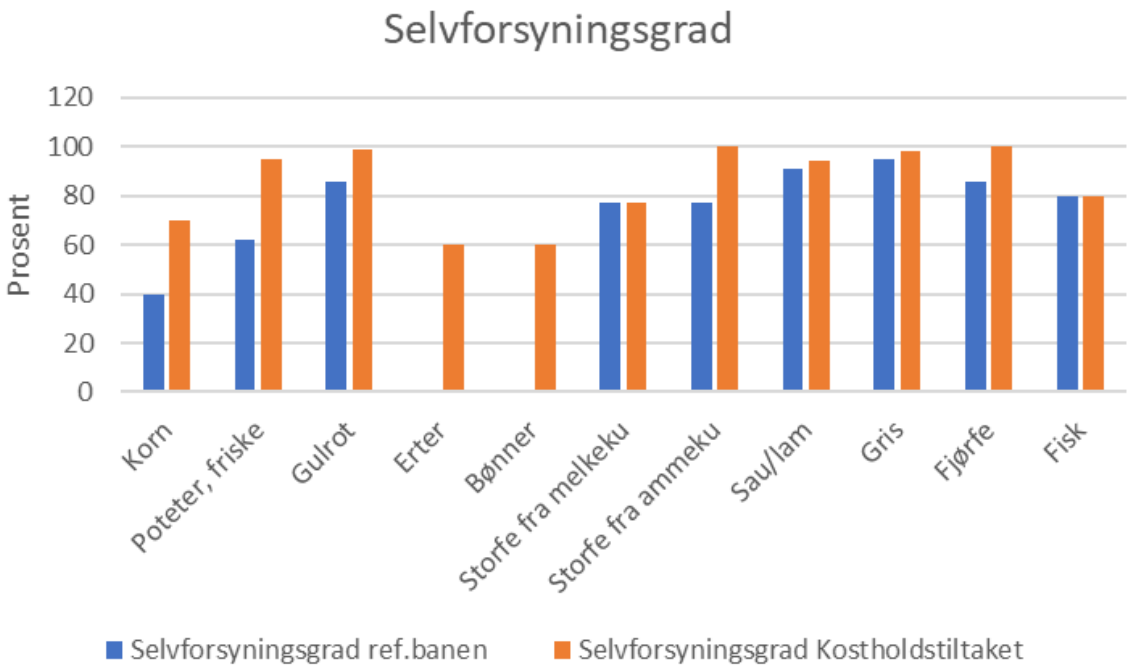
Det vil derfor være formålstjenlig å utvikle og systematisere bedre prognoser og estimater for forbruksendringer framover mot 2030 utover det som finnes i dag, samt gjøre dette tilgjengelig for forvaltning og sektoren som helhet. Modellering og analyser av forbruksmønstre og preferanser i et

mer langsiktig perspektiv, vil kunne legge ytterligere til rette for en etterspørselstilpasset produksjon og vil være viktig for vurderinger knyttet til prioritering av støtteordninger over jordbruksavtalen. Det vil også komme til nytte for både markedsreguleringen, forvaltningen og produsentene selv i en investeringsbeslutning. Det kan også bidra til å redusere usikkerhet i referansebanen når det gjelder framskrivinger av forbruk. Målet bør være å fange opp forbruksendringer på et tidlig tidspunkt for å kunne gi råd og prioriteringer for langsiktige investeringer og produksjonsplanlegging. Selv om det alltid vil være usikkerheter i slike framskrivinger, vil det likevel være en forbedring utover det som finnes av samlet informasjon i dag.

Selvforsyningsgrad

Selvforsyningsgraden angir hvor mye av forbruket som kommer fra norsk produksjon. Det er ikke korrigert for at norsk matproduksjon delvis er basert på importert fôr. Forutsetningene i tiltaket gir en økning av selvforsyningsgraden med 11 prosentpoeng til 59 prosent for energi sammenlignet med referansebanen i 2030. Tilsvarende øker selvforsyningsgraden basert på protein og fett med henholdsvis 6 og 3 prosentpoeng, til 76 prosent for protein og 61 prosent for fett. Dette forutsetter at man klarer å oppskalere norsk produksjon i tråd med etterspørselsendringene som er forutsatt i scenarioet.

Siden kostholdstiltaket innebærer økt norsk matproduksjon vil selvforsyningsgraden øke for noen av matvarene. Figur A 63 viser selvforsyningsgraden i 2030 i referansebanen og i kostholdstiltaket for noen utvalgte produksjoner. Selvforsyningsgraden øker for de fleste matvarene som her er oppgitt, også storfe fra ammeku. Selvforsyningsgraden for storfe fra melkeku og fisk holdes konstant. Storfe fra melkeku holdes konstant ettersom en økning i denne produksjonen utover referansebanen vil gi overskudd av melk og melkefett (ut ifra det estimerte konsumet som ligger i referansebanen).



Figur A 63. Selvforsyningsgrad i 2030 i referansebanen og i tiltaket for utvalgte produksjoner. Kilde: Mittenzwei mfl. (2020).

Tilpasningsmuligheter i jordbruket

Under omtales noen av de viktigste momentene for barrierer og muligheter for at jordbruket skal produsere mer av det som det eventuelt etterspørres mer av, men omtalen er ikke uttømmende. Det

har ikke vært mulig innenfor tidsrommet til denne utredningen å gi en total beskrivelse av alle barrierer og muligheter for jordbruket til å tilpasse seg et endret kosthold i tråd med tiltaket. For mer detaljert beskrivelse, se tiltaksark J01.

Naturgitte forhold og muligheter for frukt og grønt

Det er flere utfordringer rundt en omstilling i jordbruksproduksjonen til endret etterspørsel med økt produksjon av vegetabilske varer og redusert produksjon av kjøtt. Naturgitte forhold setter begrensninger for hva som er mulig å produsere av frukt, grønt og korn. En stor andel av jordbruksarealene benyttes derfor til fôrproduksjon i dag. Samtidig har økningen i frukt, grønt og matkorn (som skissert i tiltaket) tatt utgangspunkt i hva som er mulig å produsere i Norge i dag, gitt ulike forutsetninger[290] .

Vekstmuligheter må vurderes både i forhold til hva som er mulig å produsere og hva som er mulig å avsette i markedet. Det er i utgangspunktet mulig å produsere mer av både frukt, bær, grønnsaker (inkl. belgvekster) og poteter i Norge, både ved å utvide arealet og ved å øke arealene, omdisponere arealer til slike produksjoner, eller ved å øke avlingene på eksisterende areal. Abrahamsen mfl.[291] har for eksempel estimert et potensial for å dyrke erter og åkerbønne på et areal som er vel syv ganger større enn det som blir utnyttet i dag, og rundt åtte ganger større for oljevekster. Den totale mengden proteiner fra norsk produksjon vil potensielt kunne øke med 11 prosent. Det er stor interesse fra både nye og eksisterende produsenter for å øke produksjonen av frukt og grønt.[292] Den viktigste barrieren for at norsk produksjon av frukt og grønt skal øke, ligger derfor primært i manglende etterspørsel etter norskprodusert vare, både i foredlingsleddet, storhusholdning, dagligvare og hos forbrukere. Tilsvarende er det mulig å produsere mer bygg og havre til matkonsum, men det forutsetter også produktutvikling og endrete preferanser hos forbruker.

Vekstsesong er et hinder for tilgang på norskproduserte sesongvarer utenfor sesong. Dette gjør at norske varer ikke er tilgjengelig hele året eller ikke er tilstrekkelig attraktive hele året. Ifølge SIFO[293] er ferskhet/friskhet den tredje viktigste driveren for forbrukers valg av varer. I store deler av lagringssesongen konkurrerer norsk vare mot importvarer. For å øke salgsandelen av norskprodusert frukt og grønt også utenfor sesong, kan styrking av forskning og utvikling innen lagringsteknologi, samt innen sorter/arter som har bedre lagringsevne være aktuelt. Lysforholdene i Norge er også en begrensende faktor i forhold til smak, avlingsnivå og kvalitet. Kunstig lys i veksthus kan bare delvis kompensere for dette. Utvikling av metoder og teknologi for å forbedre lysforhold i veksthus og forlenging av sesong vil derfor også kunne bidra til økt norskandel over lengre perioder.

Etter jordbruksoppgjøret 2019 ble det nedsatt et rådgivende utvalg bestående av aktørene i verdikjeden, avtalepartene og virkemiddelapparatet, som skal legge fram en langsiktig plan for styrket innovasjon, vekst og økt norskandel for grøntproduksjoner (grønnsaker inkl. belgvekster, frukt, bær, potet og blomster). Utvalget skal blant annet vurdere markedsmuligheter og ulike markedskanaler, innovasjonsbehov, potensial for produkt- og sortsutvikling, bærekraftige løsninger i produksjonen, samt rekruttering. I dette arbeidet skal man kartlegge dagens situasjon, identifisere ulike muligheter og barrierer, samt forslag til løsninger på disse. Ettersom dette er et arbeid som er i

[290] Mittenzwei, K. mfl. (2020). Klimakur 2030: Overgang fra rødt kjøtt til vegetabilsk og fisk. NIBIO notat til Miljødirektoratet og Landbruksdirektoratet. M-1497|2019.

[291] Abrahamsen, U. mfl. (2019). Muligheter for økt proteinproduksjon på kornarealene. NIBIO BOK 5(1) 2019.

[292] Mittenzwei, K. mfl. (2017). Status og potensial for økt produksjon og forbruk av vegetabilske matvarer i Norge. NIBIO notat 06.04.17.

[293] Bugge, A. & F. Alfnes (2018). Kjøttefrie spisevaner – hva tenker forbrukerne? SIFO oppdragsrapport nr. 14-2018 for Norges forskningsråd.

prosess, er utfordringene og mulighetene for å øke norsk produksjon av frukt og grønt ikke nærmere beskrevet her.

Infrastruktur og investeringer
Det er store investeringer bundet opp i eksisterende bygninger, besetning/arealer, maskiner og spesialutstyr for de ulike type produksjonene. Dersom landbruksforetak skal gå over til ny produksjon, er det stor sannsynlighet for at man må bygge om eller bytte ut store deler av bygningsmassen og maskinparken, samt investere i nytt spesialutstyr. Har man høy gjeld og omfattende driftsapparat til dagens produksjon, kan det utgjøre en barriere for omstilling.

Økt tilgang på investeringsstøtte til de produksjonene som får økt etterspørsel (for eksempel IBU-midlene) kan redusere barrierene. Det vil også her være viktig å ha gode prognoser for etterspørselsendringer for å unngå langsiktige investeringer i de produksjonene som får lavere etterspørsel. Omleggingsstøtte for de husdyrprodusentene som ønsker og har mulighet til å gå over til annen type produksjon kan også bidra til raskere omstilling.

Kompetanseheving og rådgivning
De ulike primærproduksjonene fordrer i mange tilfeller spesialisert kompetanse, som i liten grad har direkte overføringsverdi til annen produksjon. Det er også stor forskjell i mengde arbeidsinnsats som trengs for ulike produksjoner. Kornproduksjonen kan drives med relativt beskjeden arbeidsinnsats, mens mange av grøntproduksjonene er svært arbeidsintensive og krever i perioder innleid hjelp i betydelig omfang. Styrking av kompetansemidler og rådgivning for de produksjonene som får større etterspørsel vil kunne bidra til å redusere utfordringer ved en eventuell omlegging til annen produksjon.

For at produsentene skal få bedre oversikt over hvilke muligheter de har til annen produksjon på sine arealer, kan egnethetskart ut ifra jordsmonn være et viktig verktøy. Det vil også være nyttig til bruk i rådgivningen for å se hvor det er egnet jordsmonn for å dyrke frukt, grønt, matkorn osv. Dette er i liten grad utviklet i dag. Økt satsning på jordsmonnskartlegging og utvikling av egnethetskart kan derfor være aktuelt.

Muligheter for mer norskprodusert matkorn
Tiltaket innebærer en økning i kornareal på 10 prosent (300 000 daa) sammenlignet med i 2018. I disse tallene skilles det ikke mellom areal for matkorn og fôrkorn. Det forutsettes likevel en økt andel av matkorn i 2030 sammenlignet med i dag, spesielt innen havre og bygg, som har bedre naturgitte forhold for matkornkvalitet enn mathvete.

Hovedandelen av kornet som produseres i Norge, produseres med formål om å brukes til fôr. De siste fem årene har 20 prosent av produsert korn vært av matkornkvalitet. Selv om produsenten søker å oppnå matkornkvalitet, er det ikke alltid mulig på grunn av værforholdene.

Den største andelen av matkornproduksjonen er hvete. Bygg, havre og rug av matkornkvalitet utgjør kun en liten del av totalen av matkorn, selv om kornsortene generelt er godt tilpasset norske produksjonsforhold og produksjonen er langt større enn behovet for matkorn. Dette skyldes primært lav etterspørsel. Det er derfor rom for å øke produksjonen av disse kornsortene, men det avhenger av en kombinasjon av etterspørselsendringer og produktutvikling og teknologi i foredlingsleddet. Det er i hovedsak hvete og rug som benyttes i industrielt brød- og bakverk.

Det er strengere kvalitetskrav til matkorn enn til fôrkorn, men mye av kornet er brukbart til begge formål. De store volumene av bakemel har en utvikling mot å gå til større og færre bakerier med mer

automatisering og industripreg. Dette stiller økte krav til jevn kvalitet på råvarene til bakemelet. Dette kan føre til at noe av det som kunne blitt benyttet som matkorn heller blir brukt som fôrkorn.

Dagens anleggskapasitet på kornmottakene gir små muligheter for økt sortering i ulike kornkvaliteter. Dette kan gjøre at korn som i utgangspunktet kan ha matkornkvalitet, blir lagt i siloceller med fôrkorn. Mer detaljert oppsplitting av kvalitetsklasser basert på sorter eller proteininnhold, kunne gjort at en større andel av kornet som produseres i dag kunne blitt brukt til produksjon av matmel.

For å øke andelen norsk matkorn, er økt satsing på produktutvikling av norske korn og kornprodukter (spesielt havre og bygg), utvidelse av kormottakenes sortering og lagerkapasitet, samt økt FoU innen mathveteproduksjon for norske forhold, særlig aktuelt.

Tabell A 26 gir en oversikt over mulige virkemidler for å styrke norsk jordbruksproduksjon i tråd med endret etterspørsel som forutsatt i tiltaket og for å kompensere de negative fordelingseffektene.

Tabell A 26. Mulige virkemidler for å styrke norsk jordbruksproduksjon i tråd med endret etterspørsel, samt å kompensere for fordelingsvirkninger.

	Mulige virkemidler for å tilpasse norsk jordbruksproduksjon
Budsjettstøtte	Styrke og gi prioriteringer innen eksisterende investeringsstøtte, kompetansemidler og rådgivning for de produksjonene som får større etterspørsel (eksempelvis støtte til utvidelse av kornmottakenes sortering- og lagerkapasitet)
	Omleggingsstøtte for husdyrprodusenter som ønsker å gå over til annen type produksjon
	Omfordeling av innsparte budsjettmidler over jordbruksavtalen for å stimulere til produksjon i tråd med kostholdsendringene
FoU	Sortsutvikling av frukt, grønnsaker og kornarter tilpasset norske forhold
	Utvikling av lagringsteknologi for å utvide muligheter til å tilby norsk frukt- og grønt utover ordinær sesong
	Forskning og utvikling på matprodukter/foredling fra norske, vegetabilske proteinkilder
	Forskning, utvikling og praktisk utprøving for muligheter til produksjon av frukt og grønt (inkl. belgvekster) og økt matkornandel på fôrkornarealer
	Produktutvikling og -satsninger på norske korn og kornprodukter (spesielt havre og bygg)
	Økt forskning og utvikling på norsk hveteproduksjon for å heve kvaliteten og gi større andel mathvete, samt å gjøre mathveteproduksjonen bedre rustet for tørke/mer intensive nedbørsepisoder.
	Egnethetskart for dyrking av vekster og økt satsning på jordsmonnskartlegging. Dette vil være et viktig verktøy for primærprodusentene for å vurdere hva slags produksjon de potensielt sett kan produsere på sine arealer, samt til bruk i rådgivningen for å se hvor det er egnet jordsmonn for å dyrke frukt, grønt, matkorn osv.
Kunnskapsutvikling/ Utredninger	Utdypende vurderinger av konsekvensene for norsk jordbruk og distriktshensyn (sysselsetting, produksjonstap, tap av miljøgoder, nye muligheter), samt analyser av målrettede, kompenserende virkemidler
	Mer langsiktig modellering og analyser av forbruksmønstre
	Utredning av muligheter for målretta beitebruk for å redusere tapet av biologisk mangfold i kulturlandskapet

Miljøkonsekvenser

Tiltaket vil også kunne ha negative konsekvenser for produksjon av andre fellesgoder fra jordbruket. Dette gjelder blant annet opprettholdelse av kulturlandskap og biologisk mangfold. En så omfattende nedgang i antall beitedyr som i tiltaket vil ha en betydelig effekt på de artene og naturtypene som er avhengig av beite. Gjengroing på grunn av opphørt eller redusert beiting er antatt å påvirke over 400 trua arter negativt allerede i dag. Alle naturtypene som er avhengige av slått og beite (kulturbetingete naturtyper)[294] er truet i dag.[295]

Samtidig innebærer tiltaket en økning i korn, potet- og grønnsaksarealer, som har en høyere risiko for avrenning sammenlignet med beite og grovfôrarealer. Effekten dette vil ha på vannmiljøet, avhenger av hvilke arealer som blir lagt om og hvor de ligger, men det er en risiko for at det blir mer krevende å oppnå målene etter vannforskriften. På den andre siden, vil færre husdyr gi mindre forurensning fra husdyrgjødsel.

Kompenserende virkemidler for å stimulere til økt og målrettet beiting fra de dyra som er igjen hvis tiltaket innfris, samt kompenserende virkemidler for å redusere avrenning, vil være viktig for å kunne møte nasjonale og internasjonale mål og forpliktelser. Det eksisterer flere virkemidler for dette i dag, men det vil være behov for styrking. Dette er eksempelvis regionale miljøprogram i jordbruket, tilskudd til trua naturtyper, tilskudd til trua arter, tilskudd til tiltak i verdifulle kulturlandskap, tilskudd til tiltak i utvalgte kulturlandskap i jordbruket. Målrettet stimulering av beiting på de arealene som har størst naturverdier, for eksempel gjennom handlingsplaner, kan også være en mulighet.

Klimagassutslipp fra økt norsk produksjon av fisk inngår ikke i jordbrukets utslippsregnskap og er ikke tatt med i beregningen av utslippsreduksjoner i jordbrukssektoren og den samfunnsøkonomiske tiltakskostnaden. Kostholdstiltaket forutsetter økt forbruk av fisk som dekkes gjennom både økt import og økt norsk produksjon. Norskandelen for fisk er imidlertid uendret.

Matsvinntiltaket

Matsvinntiltaket innebærer at det kartlagte matsvinnet halveres fra 2015 til 2030 i tråd med hovedmålet i matsvinnavtalen som er inngått mellom myndighetene og matbransjen.[296] Når mindre mat kastes, reduseres behovet for å produsere mat. Utslippsreduksjoner som følger av redusert behov for å produsere norsk mat er estimert til 1,8 millioner tonn CO_2-ekvivalenter i jordbrukssektoren for perioden 2021-2030. Forutsatt at kostholdstiltaket gjennomføres parallelt med matsvinntiltaket, er det gjort en skjønnsmessig nedskalering av matsvinntiltaket til 1,5 millioner tonn CO_2-ekvivalenter.

Tiltaket er i kostnadskategorien under 500 kr/tonn CO_2-ekvivalenter. Redusert matsvinn kan gi redusert ressursbruk og betydelig samfunnsøkonomisk gevinst. Stensgård mfl. (2019) har beregnet samfunnsøkonomiske kostnader for alle de kartlagte leddene i verdikjeden.[297] Total

[294] Slåttemark (CR), Kystlynghei (EN), Strandeng (VU), Semi-naturlig strandeng (EN), Semi-naturlig eng (VU), Boreal hei (VU).
[295] Artsdatabanken (2017). Norsk rødliste for arter 2015. 01.11.17.
[296] Departementene (2017). Avtale om å redusere matsvinn. 23.06.17.
[297] Stensgård, A. mfl. (2020). Samfunnsøkonomisk analyse av halvering av matsvinn i henhold til bransjeavtalen om redusert matsvinn – Klimakur 2030. NIBIO rapport. M-1495|2019.

samfunnsøkonomisk gevinst er i rapporten beregnet til 19 milliarder kroner, og tiltakskostnaden til rundt -10 000 kr/tonn CO_2-ekvivalenter.[298]

Tiltaket fordrer vesentlige endringer i atferd i husholdningene, samt en fortsatt og styrket innsats hos flere aktører i verdikjeden, inklusive matindustrien, grossister, dagligvarehandel, hotell, kantiner og KBS (kiosk-, bensin- og servicehandel).

Matsvinn i primærnæringen, sjømatnæringen og offentlige storkjøkken er foreløpig ikke kartlagt og inngår derfor ikke i reduksjonspotensialet for tiltaket. Potensialet her vil eventuelt komme i tillegg til potensialet vurdert i tiltaket. Kartlegging pågår og tall forventes å komme inn gradvis fra 2020. Dagens matsvinn og reduksjonspotensialet er derfor høyere enn beskrevet i tiltaket. Matsvinntiltak gjennomføres også i de ikke-kartlagte leddene, og barrierer og virkemidler er derfor beskrevet også for disse aktørene i den grad det har vært mulig selv om disse ikke bidrar til å gjennomføre reduksjonspotensialet som er beskrevet her.

Privatøkonomisk analyse

Den privatøkonomiske kostnadsanalysen viser at det er lønnsomt for husholdningene og serveringsbransjen å gjennomføre tiltaket.[299] De andre verdikjedeleddene som skal gjennomføre tiltaket (dagligvarehandel, grossist og industri) har derimot merkostnader. Disse representerer kostnadsbarrierer i form av investeringskostnader, FoU, økte driftskostnader og reduserte driftsmarginer. Tiltaket er estimert til å være privatøkonomisk lønnsomt for husholdningene på grunn av reduserte matvarekostnader. Samtidig er det regnet med at redusert matsvinn innebærer en tidskostnad for husholdningene. Det er stor usikkerhet knyttet til sammenhengen mellom tidsbruk og redusert matsvinn, og økt tidsbruk utover det som er lagt til grunn i tiltaket vil redusere den privatøkonomiske lønnsomheten.

Barrierer og mulige virkemidler i forbrukerleddet

Mangel på tid og kunnskap hos forbrukere: Forbrukerundersøkelser utført på vegne av Matvett viser at den største delen av matsvinnet som oppstår i husholdningsleddet skyldes mat som blir glemt i kjøleskap/matskap (31 prosent av matsvinnet). Dette kobles opp mot at tid er en viktig faktor for matsvinn, hvor undersøkelsene viser at personer i full jobb og med flere barn kaster mest. Den nest-største årsaken til at matsvinn oppstår i husholdningsleddet er passert holdbarhetsdato (26 prosent av matsvinnet). Dette kan skyldes manglende kunnskap og kompetanse om hva som er reell holdbarhet for ulike matvarer. [300]

Virkemiddelbruk som på ulike måter informerer og øker kunnskapen hos forbruker vil være særdeles viktig for å redusere matsvinnet i forbrukerleddet. Ett eksempel er supplerende holdbarhetsmerking som "Best før, ofte god etter". Hvordan informasjonen gis er avgjørende for hvor effektiv den er. I denne utredningen er det ikke gjort studier på hvordan ulike informasjonsvirkemidler kan innrettes

[298] Kostnadsberegningene for matsvinntiltaket er gjort med en annen versjon av referansebanen enn utslippsreduksjonene. Utslippsreduksjonene er beregnet i tråd med referansebanen NB2020. Dette har imidlertid relativt liten effekt for kostnadene (resultatene er robuste), fordi det er liten variasjon mellom de to referansebanene som er benyttet.

[299] Stensgård, A. mfl. (2020). Samfunnsøkonomisk analyse av halvering av matsvinn i henhold til bransjeavtalen om redusert matsvinn – Klimakur 2030. NIBIO rapport. M-1495|2019.

[300] Stensgård, A. mfl. (2019). Matsvinn i Norge - Rapportering av nøkkeltall 2015-2018 Østfoldforskning OR.32.19

for å gi optimal effekt. Denne typen virkemidler kan være lite styringseffektive, og virkemiddelkostnaden vil variere.

Teknologiske innovasjoner kan tilrettelegge for mindre matsvinn. En barriere for å redusere matsvinnet er at forbrukerne ofte har liten tid til planlegging av innkjøp og måltider. Hver fjerde nordmann planlegger ikke innkjøpene sine [301]. "Smarte" kjøleskap kan hjelpe husholdningene å holde oversikt over hva som befinner seg i kjøleskapet. Slike kjøleskap er dyre per i dag. Det kan også utvikles app-er som hjelper forbrukere å holde oversikt over beholdning og innkjøp. Handling på nett kan også bidra til å spare tid og redusere svinn (nett-handling, eller å handle sjeldnere, betyr også ofte at man planlegger innkjøpene og måltidene bedre, og dermed reduserer svinn).

Ny teknologi kan også bidra til at mindre mat blir kastet på grunn av holdbarhetsdato, som for eksempel "keep-it"-merking og teknologi for å absorbere etylengassen som forderver frukt og grønt raskt. Det er også nyttig om alle ledd i et produkt (som f.eks. hver yoghurt i en flerpakning) har holdbarhetsdatoen oppført slik at forbruker er sikker på holdbarhet når deler av produktet/pakningen er fjernet. Produktmerking differensiert etter hvordan maten oppbevares eller tilberedes (se *Strenge krav i matinformasjonsregelverket* nedenfor) kan også redusere matsvinnet.

Støtte til økt bruk av alternative ordninger for produksjon og kjøp av lokalmat (f.eks. gjennom Økologisk Norge som allerede har en koordinerende rolle) kan bidra til å øke kunnskap og føre til endringer i holdninger og atferd. Eksempler på slike ordninger, som allerede eksisterer, er andelslandbruk, REKO-ringer, matkooperativer, urbant landbruk og skolehager. Økt bevissthet om hvor maten kommer fra og hvor mye arbeid som går med til å produsere den vil kunne påvirke forbruker til å kaste mindre.

Forbrukerundersøkelsene viser at de under 40 år kaster mest, mens de over 65 år kaster minst.[302] I løpet av årene forbrukerundersøkelsene har pågått har det skjedd et demografisk skifte, som er synlig i besvarelsene ved at en ser at generasjonen som kaster minst mat har blitt eldre. Det kan knyttes til at den yngre generasjonen ikke har tilegnet seg samme matkunnskap som etterkrigsgenerasjonen. Denne generasjonsforskjellen kan bety at matkastingen vil kunne øke over tid. Spørreundersøkelsene viser at alle unge kaster mye, uavhengig av kjønn, inntekt, arbeidssituasjon og bosted, men at det er ulik atferd og holdninger som påvirker matkastingen.[303] De yngste (18-32 år) er dårligst til å oppbevare maten riktig, noe som peker på en kunnskapsbarriere.

Mulige virkemidler for økt kunnskap og holdningsendring kan med fordel konsentrere seg om bedre opplæring i skolen. Bedre utdanning i bruk av sansene for vurdering av kvaliteten på mat, opplæring i hva datomerking betyr og kreativ bruk av restemat eller uperfekte grønnsaker kan integreres både i mat og helsefag i skolen og i kokkeutdanningen.

Matsvinnavgift: En CO_2-avgift på matsvinnet vil være svært krevende å administrere fordi beregning av en slik avgift vil fordre måling og rapportering av sammensetning av matsvinnet i alle husholdninger og virksomheter, og beregning av klimagassutslippene av dette matsvinnet. Effekten av en slik avgift er også usikker. Forbrukerundersøkelsene gjort av Østfoldforskning[302] viser at de med

[301] IPSOS (2018). Norske Spisefakta 2018.

[302] Stensgård, A. mfl. (2018). Matsvinn i Norge - Rapportering av nøkkeltall 2015-2017 Østfoldforskning OR.28.18

[303] Prestrud, K. (2020). Unge og matsvinn. Østfoldforskning, M-1493|2019

høy inntekt kaster en større andel mat, men sammenhengen mellom inntekt og mengde matsvinn er svak.

Merverdiavgiftsutvalgets[304] forslag om en felles sats for merverdiavgift for alle matvarer vil øke prisen for matvarer med 8-10 prosentpoeng dersom anbefalingen tas til følge. Dette kan potensielt øke forbrukers oppfatning av verdien av mat, men det er ikke grunnlag for å bekrefte eller avkrefte dette i dag. Dersom merverdiavgiften ikke endres, kan en vurdere økt merverdiavgift (eller en særavgift på toppen av ny merverdiavgift) for de matvarene det kastes mest av. Ifølge Østfoldforskning kastes det mest frukt og grønt, brødvarer og middagsrester. [302] For frukt, grønt og brødvarer kan det være flere grunner til dette, for eksempel at disse matvarene er mer krevende å oppbevare og har generelt kortere holdbarhet etter kjøpsdato. Prisøkning på frukt, grønt og brødvarer vil imidlertid gjøre det enda vanskeligere å gjennomføre kostholdstiltaket og oppnå nasjonale kostråd fordi det vil ytterligere øke betydelige privatøkonomiske kostnader for tiltaket. Se for øvrig vurdering av avgift omtalt under kostholdstiltaket.

Barrierer og mulige virkemidler i verdikjeden

Økt deltagelse i bransjeavtalen: Deltakelse fra flere aktører i alle ledd av verdikjeden er viktig for at målene i avtalen som matbransjen og myndighetene har inngått om reduksjon av matsvinn skal oppnås. 55 prosent av matindustrien er representert, målt i markedsandel. Fra dagligvarebransjen er omkring 98 prosent av virksomhetene tilsluttet avtalen. Tallet er litt lavere for serveringsbransjen, der kiosk/bensinstasjon er representert med 50 prosent av markedsandelen, hotellnæringen med 53 prosent, kantiner med 82 prosent mens for restaurantnæringen er det kun en liten andel (8 prosent) av bransjen som har tilsluttet seg avtalen. Fra sjømatnæringen er ca. 80 prosent av virksomhetene som bringer sjømatprodukter til det norske markedet representert gjennom sjømatnæringens kartleggingsprosjekt.

Informasjonsarbeid om bransjeavtalen kan bidra til å få flere aktører med. Gode eksempler på aktører som har redusert matsvinn kan løftes fram. Vervekampanjer er også en mulighet. Ytterligere rekruttering kan også gjøres fra offentlig sektor. For eksempel er ikke kommuner, skoler, barnehager, sykehjem eller andre offentlige virksomheter som drifter egne kjøkken deltakende i bransjeavtalen i dag. Kravene i Digitaliseringsdirektoratet (tidligere Difi) sin nye veileder ved kjøp av kantinetjenester[305] er utarbeidet i tråd med bransjeavtalen, og for eksempel kan bestilleren kreve at leverandøren har signert bransjeavtalen. Dette kan være et effektivt virkemiddel for å få flere aktører inn som deltakere.

Høye krav og utsortert mat: I dag kastes store mengder mat som fortsatt er spiselig på grunn av høye krav til utseende og kvalitet fra forbrukere og dagligvarekjeder. Det kastes også spiselig mat på grunn av etablerte forsyningsmønstre fra dagligvare og spisevaner hos forbruker, for eksempel at varer som sauekjøtt har lav etterspørsel, og at dagligvare ofte ikke tilbyr dette. Kundekrav om "perfekte" og "etablerte" varer er dermed en viktig barriere for å få ned matsvinnet.

Oppmuntring til økt forbrukeraksept av produkter som ikke passer inn i strenge kvalitetsstandarder eller etablerte spisemønster kan være et viktig virkemiddel for å redusere matsvinnet. I utvalgte Bunnpris-butikker gis det for eksempel 30 prosent rabatt på "snåle" frukt og grøntvarer, og informasjonsplattformer som MatPrat.no har oppskrifter for sau.

Etablering av nye markeder for utsortert mat kan bidra til å redusere svinnet. Her kan man utnytte mindre perfekte varer eller dyr/deler av dyr som normalt ikke tas i bruk. Resultatet kan være både

[304] NOU 2019: 11. Enklere merverdiavgift med én sats. Finansdepartementet.
[305] Digitaliseringsdirektoratet. Kriterieveiviseren. Veiviser for bærekraftige offentlige anskaffelser.

nye matvarer og såkalte "plussprodukter" altså kosmetikk, skinn, proteinpulver, kosttilskudd o.l. Dette kan bidra til næringsutvikling.

Kostnader ved investering i nye maskiner for å forbedre kvalitet og utseende, samt omlegging av produksjon for å utnytte utsortert mat, er imidlertid en barriere. Innovasjonsstøtte for å ta i bruk den utsorterte maten kan være et viktig virkemiddel. Flere bedrifter i matindustrien etterspør en form for Enova-støtte (se *Virkemidler for forskning og innovasjon* nedenfor) for matsvinn-investeringer.[306] På matsvinn-workshopen som ble avholdt som en del av Klimakur 2030-arbeidet ble også markedsbarrieren understreket. Deltagere mente det var vanskelig å få innpass for nye produkter eller mindre leverandører hos de store kjedene (Norgesgruppen, Coop og Rema) som ofte har sterke og etablerte forhold til leverandører.

Myndighetene kan bidra til økt bruk av utsortert mat. I første runde kan det utvikles bedre prognoser for forbruksetterspørsel, som vil hjelpe med produksjonsplanlegging og unngå overproduksjon (se *Behov for bedre analyser av etterspørselsendringer* over). I tillegg kan det offentlige som en viktig markedsaktør bidra til bruk av slik mat, for eksempel gjennom eget innkjøp, anskaffelseskriterier og styrking av opplysningskontorene (som MatPrat) sin rolle på matsvinnområdet.

Teknologisk utvikling og digitalisering: Lite utbredt digitalisering i ordresystemer, lagerkontroll og strekkoder kan være en barriere for at dagligvarehandelen reduserer matsvinnet sitt. Bransjen er allerede i en omstillingsprosess, for eksempel knyttet til innføring av nye digitale ordresystemer og bruk av programvarer som sporer utløpsdatoer. Slike systemer kan bidra til mer effektiv drift, bedre oversikt, deling av data og økt samarbeid mellom verdikjedeleddene, noe som kan bidra til betydelig svinnreduksjon på tvers av verdikjedeleddene i matbransjen.[306] Et annet eksempel er ny digital standard for strekkoder (som QR-koder) som inkluderer holdbarhetsinformasjon. Dette vil kunne gi butikkansatte bedre oversikt over hvilke matvarer som nærmer seg utløpsdato, og veldedige organisasjoner som butikker har samarbeid med kan få tilgang til denne holdbarhetsoversikten og dermed bedre forutse hvilke matvarer de vil motta de nærmeste dagene.[307] Konkurransehensyn kan imidlertid være en barriere for digital utveksling mellom verdikjedeleddene, og her kan et tydeligere regelverk rundt eierskap og riktig bruk av slike data være et virkemiddel for bedre samarbeid.

Det finnes allerede teknologiske løsninger, som apper, som identifiserer produkter som går ut på dato og fasiliterer salg av overskuddsmat. Optimalisering av produkt- og emballasjedesign, som for eksempel bedre åpne-/lukke-mekanismer og mindre porsjoner for single husstander, samt bedre lagringsteknologi, kan også redusere svinn. Et styringseffektivt virkemiddel for å få fart på teknologiutvikling og digitalisering kan være en skarpere innretning av innovasjons- og FoU-støtten til matindustrien, for eksempel ved å vurdere innovasjonsgrad eller verdiskapnings-potensial etter andre kriterier (se *Virkemidler for forskning og innovasjon* nedenfor). I "Veikart for grønn handel 2050" etterspør næringen flere insentiver for sirkulære tiltak og investeringer, som for eksempel en MiljøFUNN-ordning etter modell av SkatteFUNN (se *Virkemidler for forskning og innovasjon* nedenfor).[308] Næringen påpeker at tiltak bør rettes spesielt mot små og mellomstore bedrifter som har stort potensial i en sirkulær økonomi, men begrensede ressurser til innovasjon og utvikling.

[306] Stensgård, A. mfl. (2020). Samfunnsøkonomisk analyse av halvering av matsvinn i henhold til bransjeavtalen om redusert matsvinn – Klimakur 2030. NIBIO rapport. M-1495|2019.
[307] Vold, I. & H. Storaker (2018). Digitale løsninger for reduksjon av matsvinn: systemkrav og rammebetingelser. Masteroppgave, NTNU, Fakultet for informasjonsteknologi og elektroteknikk (IE).
[308] Virke & LO (2018). Veikart for grønn handel 2050.

Strenge krav i matinformasjonsregelverket: Deltagere på matsvinn-workshopen som ble avholdt som en del av Klimakur 2030-arbeidet trakk fram at matinformasjonsforskriften, herunder regelverket om holdbarhetsmerking, kan være en barriere for å redusere matsvinn. Regelverket skal sikre at maten er trygg å spise, men fordi den bare tillater én datomerking (sammen med en beskrivelse av oppbevaringsvilkårene som skal overholdes for å sikre den angitte holdbarheten) kan den føre til svinn av visse varer. Det er opp til produsentene å avgjøre hva som er rett merking av det enkelte produkt, og hvorvidt det skal brukes "siste forbruksdag", framfor "best før", som er merkingen man stort sett bruker. For fisk har det vært en praksis med streng tolkning av dette. Et eksempel er fisk som primært skal selges for rå konsumering (som sushi) og er datomerket med "siste forbruksdag" for dette. Slik fisk har lengre holdbarhet om den varmebehandles før konsum. Regelverket tillater ikke to datomerkinger for rå versus varmebehandlet mat, noe som kan føre til at fisk som fremdeles kan spises, kastes i dagligvareleddet eller hos forbruker. En regelverksendring som gir rom for flere holdbarhetsdatoer kan være et styringseffektivt virkemiddel for å redusere matsvinn. En annen tilnærming kan være at produsenten selv legger til en beskrivelse av tilberedningsvilkår som kan forlenge holdbarhet på produktet. Matinformasjonsregelverket åpner for dette, men en viktig forutsetning er at slike tilleggsopplysninger ikke fører til forvirring hos forbruker. Fordi dette innspillet ikke nødvendigvis kom fra et representativt utvalg av aktører er det vanskelig å estimere hvor stort omfanget av dette problemet er og hvor mange produkter det gjelder.

God handelsskikk og strengere krav til oppfølging av etiske retningslinjer: Forslag til lov om god handelsskikk ble sendt på høring i mai 2019. Loven skal blant annet sørge for mer forutsigbare avtaler mellom leverandørene og resten av bransjen.[309] Ett av hovedpunktene i lovforslaget er krav om regler om ansvar for håndtering av svinn og reklamasjoner, og om oppsigelser og fjerning av varer fra sortimentet i alle avtaler mellom dagligvarekjeder og leverandører. Fordeling av ansvar for matsvinn vil kunne gjøre samarbeidet på tvers av verdikjeden og med donasjonsaktører betraktelig mer effektivt. Dermed vil lov om god handelsskikk kunne være et styringseffektivt virkemiddel for reduksjon av matsvinn dersom endelig lovtekst er hensiktsmessig utformet.

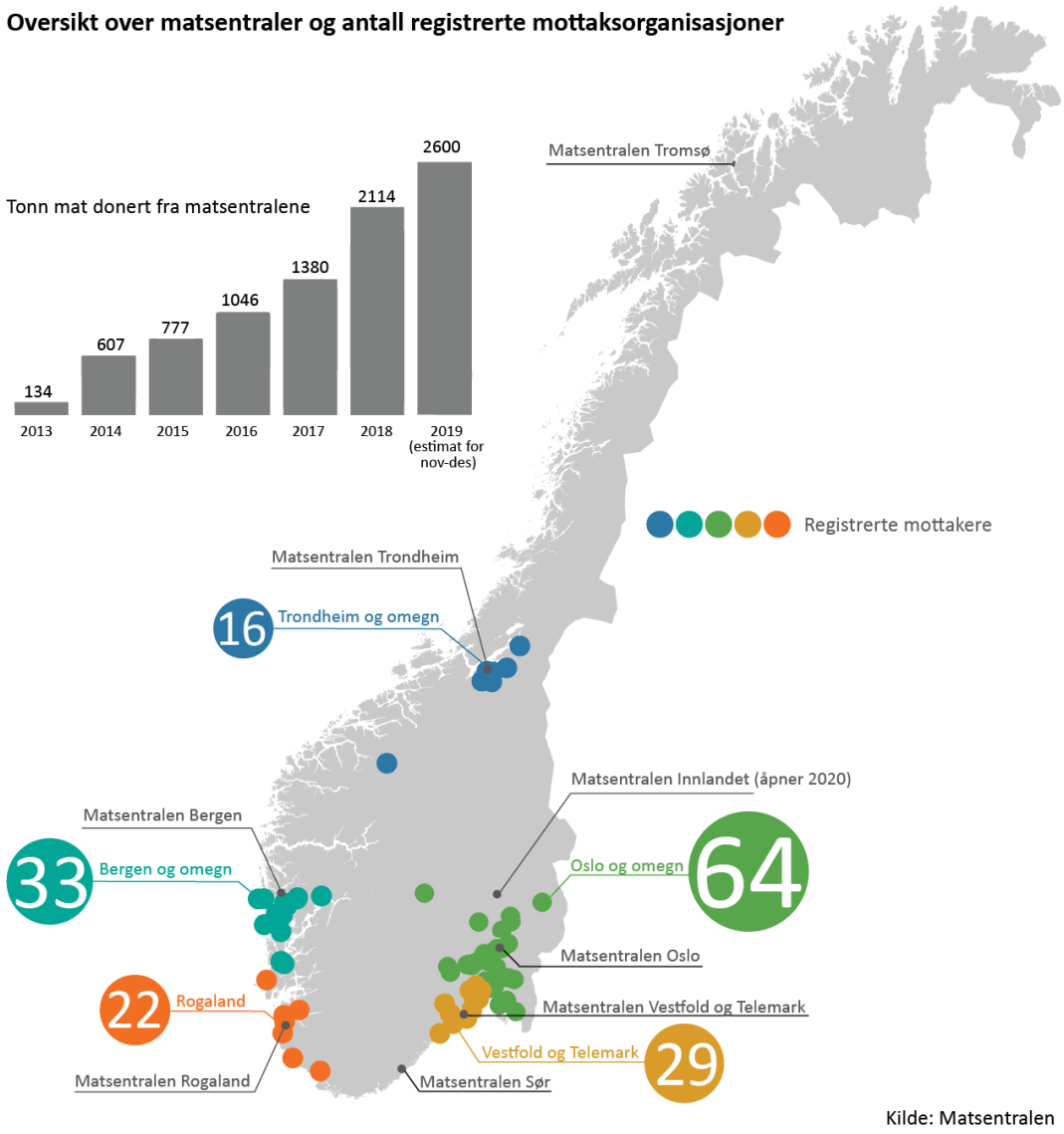
I november 2019 la etikkinformasjonsutvalget fram sin utredning om hvorvidt næringsdrivende skal pålegges en informasjonsplikt knyttet til samfunnsansvar og oppfølging av leverandørkjeder.[310] Utvalget foreslår en lov om åpenhet om virksomheters leverandørkjeder, kunnskapsplikt og aktsomhetsvurderinger. Utredningen har fellestrekk med Miljøinformasjonsloven, som blant annet regulerer rettighetene for tilgang til informasjon om virksomheters miljøpåvirkning. En eventuell informasjonslov som den utredet av etikkinformasjonsutvalget vil kunne styrke og synliggjøre forbrukernes informasjonsrettigheter, og det er mulig at dette vil ha fordeler også for reduksjon av matsvinn (som økt forbrukerbevissthet og bedre samarbeid i verdikjeden), da dette er en problemstilling knyttet til flere aspekter av bærekraft.

Forslag til Matkastelov og manglende mottaksapparat for donasjon: Optimal ressursbruk forutsetter at mest mulig av matsvinnet forebygges. Innsatsområder for dette er beskrevet over. Matvett, mat- og serveringsbransjens selskap for å forebygge og redusere matsvinn, oppgir at nedprising av varer er det mest effektive tiltaket for å forebygge matsvinn når et overskudd likevel oppstår. Sekundært skal overskuddsmat som er trygg å spise, doneres.

Stortinget ba i anmodningsvedtak 489 i Innst. 127 S (2017-2018) regjeringen fremme forslag til en **matkastelov** som omfatter næringsmiddelindustrien og matvarebransjen og påbyr å donere all spiselig overskuddsmat til veldedige formål og sekundært til dyrefôr. Forslaget er til behandling. En

[309] Nærings- og fiskeridepartementet (2019). Ny dagligvarelov. 26.04.19.
[310] Barne- og familiedepartementet (2019). Utvalg foreslår etikkinformasjonsplikt. 28.11.19.

matkastelov er ikke ønsket av alle aktørene i matbransjen, og flere peker på bransjeavtalens fleksibilitet, frivillighet og samarbeidsform som avgjørende for suksess. En forutsetning for matdonasjon og en eventuell matkastelov er at mattryggheten ivaretas. Mangel på mottaksapparat flere steder i landet er en barriere for donasjon. Matsentralen oppgir overfor Østfoldforskning at det fortsatt er store mengder spiselig mat som kunne ha vært donert med et bedre mottaksapparat.[311] En pågående kartlegging viser også at Matsentralens samarbeidsorganisasjoner har et behov som tilsvarer ca. 50 prosent økning i donasjonsmengdene. Det er syv matsentraler i Norge per i dag (en åttende i Innlandet planlegges for 2020). Matsentralene omfordeler overskuddsmat fra produsenter, grossister og dagligvare til om lag 260 kunder, stort sett veldedige organisasjoner. I tillegg finnes flere mindre mottak. Figur A 64 viser en oversikt over mottaksapparatet i den grad det har vært mulig å få oversikt over dette. Figuren viser at potensialet for donasjon er økende, men at store deler av landet ikke har et mottakssystem.



Figur A 64. Kartet er basert på Matkartet fra Matsentralen.no og gir en oversikt over landets matsentraler og registrerte mottaksorganisasjoner (ikke utfyllende). Tall fra Matsentralen.

[311] Prestrud, K. & K.-A. Lyng (2019). Matdonasjon og matsvinnarbeidet i norske kommuner. Østfoldforskning OR.46.19.

Matsentralen delfinansieres i dag av ideelle organisasjoner, matbransjen, bedrifter, organisasjoner og myndigheter. Økt støtte fra bransjen og myndigheter kan legge grunnlag for flere matsentraler. Lokale mottaksapparat i kommunal regi kan tette hull i mottaksapparatet utenfor de største byene. Et samlet matdonasjonsapparat kan bidra til erfaringsdeling, utvikling av felles retningslinjer og donoravtaler, samt bedre logistikk og registrering av nye aktører.[312] Nettverk i kommunal regi kan få nettverksmidler fra Klimasatsordningen[313]. En ny nasjonal standard for strekkodemerking (se *Teknologisk utvikling og digitalisering i matnæringen* under) kan også bidra til bedre og billigere drift av mottaksstasjonene.

For dyrt å donere mat: På matsvinnworkshop avholdt i regi av Klimakur 2030 og i møte med en aktør, kom det opp at matbransjen kaster mat fordi dette er billigere enn å donere den og at det mangler insentiver for å unngå at maten blir matsvinn. For sjokolade- og sukkervarer, alkoholfrie drikkevarer og drikkevareemballasje har særavgifter vært en barriere for donasjon. I november 2019 besluttet imidlertid regjeringen å fjerne slike avgifter ved donasjon til veldedige formål.[314] For drikkevarer kan også tapt refusjon av pant være en hindring mot donasjon. Vi er kjent med at drikkevarebransjen er i dialog med matsentralene om dette, og forventer at aktørene selv foreslår en hensiktsmessig løsning.

Matvett peker på at fjerning av moms på matgaver til skoler, barnehager og lignende aktører som ikke er veldedige organisasjoner kan føre til økt donasjon.[315] Dette vil kunne føre til at mindre mat kastes og det vil også kunne bli brukt til opplæring og holdningsarbeid, for eksempel i mat- og helsefaget i skolen.

Innføring av en avgift på forbrenning av restavfall vil kunne være et insentiv til økt utsortering av matavfall og potensielt gjøre det mer attraktivt å unngå matsvinn. Utslipp fra ikke-kvotepliktige avfallsforbrenningsanlegg er ikke omfattet av CO_2-avgift per dags dato. I Meld. St. 41 (2016–2017) Klimastrategi for 2030 – norsk omstilling i europeisk samarbeid, ble det varslet at regjeringen vil "innføre prising av utslipp av klimagasser fra avfallsforbrenningsanlegg", men det mangler insentiver for å redusere forbrenning av biologiske materialer med dagens regelverk. Se kapittel 12.2.1 *Avfallsforbrenning* i rapporten for mer informasjon om avfallsforbrenningsanlegg. En avgift på forbrenning av restavfall vil kun ha en indirekte effekt på matdonasjon, og er dermed ikke et treffsikkert virkemiddel for å øke mengden overskuddsmat som doneres framfor å kastes. Dersom en slik avgift innføres vil det også være viktig å pålegge en tilsvarende avgift på avfall som eksporteres til land uten en slik avgift, for å sikre like konkurransevilkår i avfallsmarkedet og for å unngå karbonlekkasje. Miljømyndighetene utreder et forskriftsfestet krav om utsortering og biologisk behandling av biologisk avfall, som vil kunne ha en indirekte effekt på matdonasjon[315], på grunn av merkostnader som følge av ekstra arbeid og utstyr knyttet til avfallshåndteringen. I Tabell A 27 er barrierer og mulige virkemidler for redusert matsvinn kort oppsummert.

[312] Prestrud, K. & K.-A. Lyng (2019). Matdonasjon og matsvinnarbeidet i norske kommuner. Østfoldforskning OR.46.19.

[313] Miljødirektoratet/Miljøkommune.no (2019). Klimasats - støtte til klimasatsing i kommunene. 13.11.19.

[314] Finansdepartementet (2019). Regjeringen fritar matgaver til veldedighet for avgifter knyttet til sjokolade- og sukkervarer, alkoholfrie drikkevarer, drikkevareemballasje og sukker. 20.11.19.

[315] Prestrud, K. & K.-A. Lyng (2019). Matdonasjon og matsvinnarbeidet i norske kommuner. Østfoldforskning OR.46.19.

Tabell A 27. Oversikt over barrierer og mulige virkemidler for å redusere matsvinn i ulike ledd i verdikjeden.

Aktør	Barrierer	Tiltak som kan forsterkes under Bransjeavtalen og mulige nye virkemidler
Kartlagte ledd		
Forbruker	Lite tid	FoU-midler til utvikling av teknologi (f.eks. smarte kjøleskap og apper) og dulting (nudging)
	Lite kunnskap om holdbarhet	Opplæring i holdbarhet
		Opplæring i mat- og helsefaget
		FoU-midler til optimalisering av emballasje
		Påby at alle deler av et produkt holdbarhetsmerkes
	Store- eller flerpakninger	Støtte/oppmuntring til utvikling av pakninger for mindre/single husstander gjennom dialog med bransjen
		Oppfordring eller regulering om mindre salg av flerpakninger (f.eks. "tre i én")
	Høye kvalitetskrav og plussprodukter	Informasjonsvirkemidler om hva man kan gjøre med mindre perfekte varer ("snåle grønnsaker") eller deler av dyr slik at forbruker etterspør slike varer i butikk
		Tydeligere rolle for opplysningskontorene når det gjelder matsvinn og krav om at en andel av midlene skal brukes til opplysningsformål for matsvinn
		Integrere bruk av restemat og utsortert mat i mat- og helsefag i skolen og kokkeutdanningen, fritak for merverdiavgift ved matdonasjon til skoler (eksisterende fritak gjelder kun ved donasjon til veldedig organisasjon)
		Krav om at offentlige storkjøkken skal ta inn "snåle" grønnsaker
		FoU- og innovasjonsmidler for å ta i bruk utsortert mat i matvareindustrien (enten til nye eller "plussprodukter")
	Etablerte spisevaner*	Tilgjengeliggjøre informasjon om hvordan man tilbereder varer, eksempelvis sau og høns, eller hvordan man bruker flere deler av dyret
		Offentlige anskaffelser for å ta unna overskuddsvarer
		Holdningsarbeid – øke forståelsen for arbeids- og ressursinnsats i landbruket (f.eks. via bruk av REKO-ringer, andelslandbruk, urbant landbruk o.l.)
	Matinformasjonsforskriften (én holdbarhetsmerking)	Tillate ekstra datomerking differensiert etter oppbevarings- eller tilberedningsmetode
		Pålegge/oppfordre produsent til å beskrive tilberedningsvilkår

Aktør	Barrierer	Tiltak som kan forsterkes under Bransjeavtalen og mulige nye virkemidler
Serverings-bransjen	Manglende kunnskap	Bedre opplæring i kokkeutdanningen
	Høye kundekrav	Demonstrere god bruk av utsorterte varer eller restemat
	Varierende deltagelse i Bransjeavtalen	Informasjonsarbeid om Bransjeavtalen
		Vervekampanjer
		Matkastelov, etikkinformasjonslov, lov om god handelsskikk
Dagligvare-handel	Høye kundekrav om utvalg og kvalitet, og konkurranseforhold (kunden er lojal til merkevaren)	Promotere utsorterte ("snåle") matvarer
		Forbedre oppbevaringsløsninger (f.eks. mindre eksponert mat)
		Rabattert matutsalg på slutten av dagen, f.eks. gjennom en app, som TooGoodToGo
	Kostnader: investering og drift, reduserte driftsmarginer	Innovasjonsmidler for å digitalisere manuelle operasjoner for å redusere lønnskostnader
	Kostnader knyttet til donasjon	Gjøre matkasting mindre attraktivt gjennom innføring av forbrenningsavgift på restavfall eller krav om utsortering og biologisk behandling av biologisk avfall
		Matkastelov, etikkinformasjonslov, lov om god handelsskikk
	Mangel på ressurser/tid knyttet til donasjon	Nettverkssamarbeid i kommunal regi
	Langt til nærmeste matsentral (donasjon)	Samlet matdonasjonsapparat, lokale samarbeid og mottaksapparat
		Øke den økonomiske støtten til Matsentralen for opprettelse av flere matsentraler/matstasjoner
	Mangel på oppbevarings-plass og kjølesystem	Tilby investerings- og/eller koordineringsstøtte (f.eks. til lagringsteknologi)
	Store mengder matvarer som må brukes raskt	Samarbeid mellom butikker og skoler/barnehager for bruk av overskuddsmat som en del av undervisningen (mat- og helsefaget)
		Støtte til offentlige kjøkken som utnytter disse ferskvarene, evt. også i samarbeid med matindustri
	Lagerpersonell (og de frivillige fra Matsentralen) mangler kunnskap om hvilke matvarer (kvaliteter) som kan doneres	Informasjonskampanjer og brukerveileder rettet mot ansatte i dagligvare (og matindustri) om mattrygghet og råvarekvalitet.

Aktør	Barrierer	Tiltak som kan forsterkes under Bransjeavtalen og mulige nye virkemidler
Grossist	Ikke-optimal logistikk	FoU-midler til utvikling av bedre lagringsteknologi og emballasje
		Digitalisering
	Investeringskostnader	Investerings-- eller innovasjonsstøtte, f.eks. MiljøFUNN-ordning etter modell av SkatteFUNN
	Varierende deltagelse i Bransjeavtalen	Informasjonsarbeid om Bransjeavtalen
		Vervekampanjer
		Matkastelov, etikkinformasjonslov, lov om god handelsskikk
Matindustri og vare-foredler	Kostnader: investering og drift, reduserte driftsmarginer	Skarpere innretning av FoU-midler til utvikling av produkter og bedre lagringsteknologi
		Investerings- eller innovasjonsstøtte, f.eks. MiljøFUNN-ordning etter modell av SkatteFUNN eller opprette en form for "Enova-støtte" for matsvinninvesteringer
		Bedre markedsprognoser for å unngå overproduksjon av varer
	Høye kvalitetskrav nedstrøms i verdikjeden	Promotere utsorterte ("snåle") matvarer gjennom økt samarbeid og informasjonsdeling på tvers av verdikjeden
		Styrking av opplysningskontorene for mat
		FoU- og innovasjonsmidler for å ta i bruk utsortert mat i matvareindustrien (enten til nye eller "plussprodukter")
	Manglende samarbeid i verdikjeden	Digitalisering
		Delte FoU- og innovasjonsprosjekter
	Markedsbarriere	Støtte nye salgskanaler
	Varierende deltagelse i Bransjeavtalen	Informasjonsarbeid om Bransjeavtalen
		Vervekampanjer
		Matkastelov, etikkinformasjonslov, lov om god handelsskikk
	Langt til nærmeste matsentral (donasjon)	Samlet matdonasjonsapparat, lokale samarbeid og mottaksapparat
		Øke den økonomiske støtten til Matsentralen for opprettelse av flere matsentraler/matstasjoner
	Driftskostnader (donasjon)	Gjøre matsvinn mindre attraktivt gjennom innføring av forbrenningsavgift på restavfall eller krav om utsortering og biologisk behandling av biologisk avfall
	Ekstra kostnader ved donasjon av mat som ikke er pakket til forbruker (halvfabrikata)	Nettverkssamarbeid i kommunal/regional regi

Aktør	Barrierer	Tiltak som kan forsterkes under Bransjeavtalen og mulige nye virkemidler
Ikke-kartlagte ledd		
Primær-produsent	Høye kvalitetskrav og etablerte spisemønster	Tilskudd til kjøp av maskiner som reduserer behovet for utsortering
		Skarpere innretning av innovasjonsmidler til utvikling av produkter og bedre lagringsteknologi
		Promotere utsorterte ("snåle") matvarer
		Bedre markedsprognoser for å unngå overproduksjon av varer
		Styrking av opplysningskontorene for mat
	Kunnskap (agronomi, produksjonsplanlegging)	Informasjonsarbeid gjennom bondelagene, Norsk landbruksrådgivning og utdanningsløpet til bonden
	Kostnader: utstyr/teknologi for bedre høsting, sortering osv.	Tilskudd til kjøp av maskiner/teknologi som reduserer behovet for utsortering
		Skarpere innretning av innovasjonsmidler til utvikling av nye produkter/produksjonslinjer
		Digitalisering
	Varierende deltagelse i Bransjeavtalen	Informasjonsarbeid om Bransjeavtalen
		Vervekampanjer
		Matkastelov, etikkinformasjonslov, lov om god handelsskikk
Offentlige storkjøkken	Manglende systemer for arbeid med og rapportering av matsvinn	Økt bruk av kriterieveiviser fra Digitaliseringsdirektoratet for anskaffelser av måltidstjenester
		Informasjonsarbeid og veiledning, f.eks. "Matvalget"
		Støtte gjennom Klimasats-midler
	Manglende deltagelse i Bransjeavtalen	Informasjonsarbeid om Bransjeavtalen
		Vervekampanjer
		Matkastelov, etikkinformasjonslov, lov om god handelsskikk

**Se nærmere omtale av etablerte spisemønstre under kostholdstiltaket*

Måloppnåelse

Selv om virkemidlenes effekt er vanskelig å anslå, er det andre faktorer som gjør det sannsynlig at det estimerte reduksjonspotensialet kan oppnås. Store mengder matsvinn er ikke kartlagt eller er under kartlegging, hvilket betyr at matsvinnet lagt til grunn i tiltaksanalysen er underestimert. Det vil si at dersom virkemidlene fører til kun delvis måloppnåelse, så er det likevel sannsynlig at reduksjonspotensialet oppnås eller overgås, på grunn av forventet reduksjon i det matsvinnet som

ikke er kartlagt og kvantifisert i denne tiltaksanalysen. At matbransjen oppnådde 12 prosent reduksjon i matsvinnet mellom 2015 og 2018[316] og dermed er godt på vei mot målet om 15 prosent reduksjon i 2020, samt en økende oppslutning om Bransjeavtalen, indikerer at en videre reduksjon i disse leddene er sannsynlig framover selv uten ytterligere virkemidler. Men det er ikke her gjort en vurdering av forventet måloppnåelse av Bransjeavtalen slik den er innrettet per i dag. Det skal gjennomføres en vurdering av Bransjeavtalen i 2020.

Konsekvenser og tilleggseffekter

Lavere matsvinn gir konsekvenser for norsk jordbruksproduksjon, ettersom det er behov for å produsere mindre mat. Reduksjonen i norsk jordbruksproduksjon fram til 2030, som følge av redusert matsvinn, motvirkes imidlertid av en økning i matproduksjonen i referansebanen. Nedgangen blir derfor mindre enn den ellers ville blitt som følge av redusert matsvinn isolert sett (se tiltaksark J02 og innledning av dette kapitlet).

Utslippsreduksjoner som ikke er inkludert i analysen er fra ikke-kartlagte ledd i verdikjeden. Disse skal også redusere sitt matsvinn. Effekten det får for norsk produksjon er ikke medregnet i analysen, men konsekvenser for jordbruket er vurdert i tiltaksarket (J02).

Redusert matsvinn har også positiv effekt for flere andre miljøhensyn (f.eks. forsuring, eutrofiering, fotokjemisk oksidasjon, utslipp av NOx og partikler med mer) og gir redusert bruk av flere ressurser, f.eks. vann, primærenergi og fosfor. Tiltaket fører også til utslippsreduksjoner som følge av redusert behov for emballasje og transport og lagring (se tiltaksarket).

Tiltaket vil utløse utslippskutt også i andre land ettersom totalt matsvinn også inkluderer svinn av importerte varer. Ved beregning av effekt for norsk jordbruksproduksjon er det lagt til grunn samme fordeling mellom importert og norskprodusert matsvinn som det er for importert og norskprodusert konsum i dag, det vil si henholdsvis 48 og 52 prosent.

7.6.4 Global utslippseffekt av tiltakene

Jordbruket importerer store mengder driftsmidler som benyttes i matproduksjonen. Det importeres også matvarer som det er underdekning på i markedet og/eller er avtalte importkvoter. Produksjonen av disse produktene og varene beslaglegger arealer og gir klimagassutslipp i andre land. Klimagassutslippene rapporteres i det landet der de framstilles og ikke der de forbrukes. For matvarer er det blant annet en stor importandel på frukt og grønt. Varer som egg, melk, svin og lam har en lav importandel. Det er også høy importandel på fôr og fôrråvarer til norske husdyr, og tilnærmet alle vegetabilske råvarer til fiskefôr importeres. Andre driftsmidler i jordbruket som importeres inkluderer handelsgjødsel, emballasje, plastfolie, traktorer, maskiner, redskaper og utstyr.

Det er krevende å sammenligne klimagassutslipp fra et produkt mellom land og eventuelt skulle angi hvor stor en karbonlekkasje kan bli, sammenlignet med om samme produkt blir produsert i Norge. Kunnskapen om utslipp fra produksjonen av importerte varer er ofte begrenset. Utslipp forbundet med internasjonal transport i luft eller på vann blir i henhold til FNs rapporteringslinjer ikke bokført i nasjonale utslippsregnskap. Dette gjør sammenligningsgrunnlaget utfordrende.

Kostholds- og matsvinntiltaket gir utslippsreduksjoner også utenfor Norge slik de er utformet her.

Ulike virkemidler vil gi ulik effekt på hva som importeres eller produseres i Norge. En helhetlig analyse av dette er ikke gjort i dette arbeidet. Eventuelle forsøk på å hindre karbonlekkasje i ett ledd

[316] Stensgård, A. mfl. (2019). Matsvinn i Norge - Rapportering av nøkkeltall 2015-2018 Østfoldforskning OR.32.19

av verdikjeden, kan gi utfordringer i andre deler av verdikjeden. Eksempelvis kan økende produksjon av hvete bidra til å heve norskprodusert andel i kraftfôret. Økt norskprodusert protein til kraftfôr, vil imidlertid gå på bekostning av den norske kornproduksjonen, siden proteinrike vekster konkurrerer med kornproduksjonen om de mest produktive arealene.

7.6.5 Areallekkasje

På samme måte som at produksjon av innsatsfaktorer og matvarer i utlandet gir karbonlekkasje, opptar det også arealer. Selv om den norske importen av kjøtt er liten i et globalt perspektiv, vil det kunne gi positive ringvirkninger for bruken av arealer i andre land dersom kjøttforbruket i Norge, i tråd med tiltaket, dekkes av norsk produksjon i størst mulig grad. En nedgang i kjøttproduksjon i Norge vil gi mindre press på utenlandske arealer brukt til fôrproduksjon. Økt norskandel for korn, frukt, grønt med mer begrenser også areallekkasje til utlandet.

7.6.6 Avhengighet av globale løsninger/løsninger i andre land

Utviklingen i jordbruket er avhengig av teknologiutvikling som ikke nødvendigvis skjer i Norge, for eksempel innen maskinparken. Samtidig er det ofte behov for tilpassing til norske forhold, ettersom det ofte kan være krevende topografi og små bruk i Norge sammenlignet med mange andre land. Utover dette, vil også produktutvikling på matvarer og forbrukertrender globalt kunne spille positivt inn på tiltakene.

7.7 2050-perspektiv

For å oppnå ønsket innfasingstakt og utslippsreduksjonsmålene for 2050, er følgene forhold fra tiltaksanalysene i jordbrukssektoren relevant:

Demografisk skifte krever satsing på de yngre

Ifølge SIFO[317] uttrykker de yngste (< 30 år) større preferanse for kjøtt enn de eldste, og spiser oftere kjøtt og betydelig mindre fisk og sjømat enn de eldre. Forbrukerundersøkelsene viser også at de under 40 år kaster mest mat, mens de over 65 år kaster minst.[318] I 2014 var det aldersgruppen over 60 som kastet minst mat, altså har gruppen som kaster minst blitt eldre.[318] Dette kan tyde på et generasjonsskifte fra etterkrigsgenerasjonen som vokste opp på 50- og 60-tallet. Dette generasjonsskiftet vil følgelig påvirke matkastingen negativt over tid. I et 2050-perspektiv blir det derfor viktig å snu disse trendene ved å jobbe målrettet mot yngre forbrukere, som for eksempel gjennom mat- og helsefaget i skolen og utvikling av kjøtterstatningsprodukter.

Klimaendringer

I tiltaksanalysene for Klimakur 2030 er det antatt at klimaet forblir uendret. Vi vet imidlertid at klimaendringer vil skje fram mot både 2030 og 2050. FNs Klimapanel påpeker i sin spesialtapport om klimaendringer og landarealer at det forventes hyppigere ekstremvær som følge av klimaendringer, noe som vil gjøre tilgangen på mat mer ustabil.[319] Grunnet temperaturøkning kan vekstsesongen i Norge forlenges med mellom 1-3 måneder fram mot år 2100, avhengig av utslippsscenario og landsdel.[320] Jordbruket vil påvirkes av økt nedbør og hyppigere ekstremvær som flom og tørke. Det er stor usikkerhet om hvordan klimaendringer i sum vil påvirke jordbruksforhold- og produksjon fram mot 2050, men behovet for omstilling vil være stort og klimatilpasning er nødvendig for å

[317] SIFO (2018). Vi spiser ikke mindre kjøtt for miljøets skyld. 29.11.18.

[318] Stensgård, A. mfl. (2018). Matsvinn i Norge - Rapportering av nøkkeltall 2015-2017 Østfoldforskning OR.28.18

[319] IPCC (2019). Special Report on Climate Change and Land.

[320] Norsk klimaservicesenter (2015). Klima i Norge 2100. Rapport M-406|2015. Oppdragsrapport for Miljødirektoratet.

opprettholde matproduksjonen. Det vil også være nødvendig med forskning på avl, gener og sortsutvikling for å gjøre dyr og planter mer klimarobuste.

Økende globalt behov for matproduksjon

Ifølge FN, trengs det rundt 14 prosent økning i matproduksjon per tiår for å holde tritt med økende etterspørsel.[321] Samtidig forventes det at klimaendringene vil skape utfordringer for den globale matproduksjonen. Sammenlignet med andre deler av verden, ventes landene i Norden å bli moderat berørt av klimaendringene.

Det forutsettes lavere innenlandsk etterspørsel etter kjøtt i Norge som følge av kostholdstiltaket. Det naturgitte fortrinnet i Norge for grasbasert matproduksjon (kjøtt, melk mv) i utmark og på innmarks-arealer som bare egner seg for grasproduksjon, representerer en mulighet/reserve for matproduksjon som kan tilbys et internasjonalt marked dersom klimaendringene bidrar til matmangel globalt. Dette forutsetter at jordbruksarealene holdes egnet for produksjon og ikke omdisponeres til andre formål fram til etterspørselen melder seg.

FN oppfordrer alle land til å ta i bruk sine tilgjengelige ressurser til matproduksjon og tilpasse produksjonen til sine naturgitte forhold[322] samtidig med at klimagassutslippene skal reduseres. For Norge er dette en utfordring på grunn av det store omfanget av arealer som kun kan benyttes til grovfôrproduksjon i dag. Man kan se for seg at større internasjonalt samarbeid om jordbruksproduksjon og bruk av arealressursene framover vil kunne bidra til å imøtekomme deler av denne utfordringen.

Hva skal vi spise i framtiden?

Der er stor usikkerhet rundt hva framtidens kosthold vil være. FNs Klimapanels spesialrapport om klima og landarealer understreker at diettendring til plantebasert kost (som grove kornprodukter, belgfrukter, frukt, grønnsaker, nøtter og frø) og animalske produkter med lavt CO_2-avtrykk produsert i bærekraftige systemer må til om man skal holde oppvarmingen under 1,5 grader.[323] Hva man skal spise i Norge vil også avhenge av forbrukertrender, teknologiutvikling samt jordbruks- og handelsforhold.

I veikart 2050 fra landbruk, mat- og drikkenæringen til utvalget for grønn konkurransekraft blir trender fram mot 2050 beskrevet, hvor produktutvikling og sirkulærøkonomi spiller en viktig rolle. De har vurdert at råvarer som makro- og mikroalger, gress, insekter og restråstoff vil kunne benyttes som mat og fôr, innsatsfaktorer i øvrig produksjon eller bearbeides i bioraffinerier. De antar også at avfall er eliminert i 2050 fordi prisutvikling på plussprodukter, større ressursknapphet og økt effektivitet i alle ledd har skapt merverdi i eksisterende forretningsmodeller.

Veien dit er imidlertid usikker. For å oppnå klimamål også i 2050 trengs det derfor mer kunnskap om og tilrettelegging for diettendring i Norge (se *Kunnskapsbehov* nedenfor).

Kunnskapsutvikling

Tiltaksutredningene i jordbrukssektoren peker på behovet for mer forsknings- og utviklingsarbeid (FoU) for å kunne oppnå utslippsmålene, og dette er ikke minst viktig i et 2050-perspektiv. Teknologi for å redusere klimaavtrykket til jordbruksproduksjon og opprettholde og forbedre matproduksjon

---

[321] IPCC (2014). Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Side 505.

[322] FAO (2005). Voluntary guidelines to support the progressive realization of the right to adequate food in the context of national food security.

[323] IPCC (2019). Special Report on Climate Change and Land.

må videreutvikles. Samtidig bør det utvikles bedre teknologi og metodikk for å måle utslipp fra jordbruket som ikke per i dag er en del av det offisielle utslippsregnskapet. Behovet for forskning på atferdsendringer kommer også tydelig fram fra tiltaksanalysene, spesielt tiltakene om endret kosthold (J01) og redusert matsvinn (J02) (se *Kunnskapsbehov* nedenfor).

7.8 Kunnskapsbehov

Klimatiltakene i jordbrukssektoren dreier seg dels om å redusere utslipp fra ulike kilder, dels om å optimalisere gårdsdrift, og dels om å endre atferd. I tiltaksarkene er det pekt på en rekke kunnskapshull rundt størrelsen på utslipp fra ulike kilder, effektiv måloppnåelse og effekten av tiltak. Kunnskapsbehov som er identifisert i arbeidet med Klimakur 2030 er forsøkt oppsummert under.

Utslipp

For **gjødslingstiltakene** er det betydelig usikkerhet rundt utslippsfaktorer og forhold som påvirker størrelsen av utslipp av metan fra husdyrgjødsellager, ammoniakk og derav lystgass. Tap av ammoniakk fra husdyrgjødsel oppstår i husdyrrom, gjødsellager og ved spredning. Det er manglende kunnskap om utslipp fra ulike løsninger for utforming av husdyrrom og lagring. Tapsfaktorene for ulike spredemetoder og under ulike sprede-forhold er også usikre.

Lystgassutslipp fra jordbruksarealer regnes med en fast faktor på 1 prosent av tilført nitrogen i mineralgjødsel og husdyrgjødsel. Imidlertid påvirkes størrelsen av lystgassutslippene av ulike forhold. Lystgassdannelsen er ulik for husdyrgjødsel og mineralgjødsel, og ulik på mineraljord og organisk jord. Det er behov for bedre kunnskap om forhold som påvirker lystgassdannelsen og utslippene fra dyrka jord, og hva som dermed kan være mulige tiltak for å få ned utslippene.

Metan fra drøvtyggere er den største enkeltkilden til utslipp fra jordbruket. Det er kjent at tilsetningsstoffer i **fôret**, kvalitet og sammensetning av fôret, og genetisk variasjon er faktorer som påvirker metanproduksjonen hos dyra. Imidlertid er der manglende kunnskap for å sikkert kunne fastslå effekter bl.a. når det gjelder ulike typer tilsetningsstoffer til fôr, kvalitet på grovfôr, effekt av beiting og potensialet for forbedringer gjennom avl.

Det er mangel på norske langtidsstudier av effekter ved **fangvekster** på karbonlagring og lystgassutslipp. Vi mangler også kunnskap om hvilke arter og såmetoder som er mest effektive.

Innen **drenering** er det behov for bedre dokumentasjon av lystgassutslipp fra jord med ulik dreneringsgrad for å gi bedre estimat av effekten av tiltaket. Dersom det skal være mulig å få inkludert drenering i utslippsregnskapet, er det behov for videre utvikling av metode for å skille mellom god og dårlig drenert jord, samt bedre datamateriale for hvor mye som faktisk er dårlig drenert i dag.

Ved **nydyrking av myr** er det er behov for mer kunnskap om klimaeffekter av nye dyrkningsmetoder på kort og lang sikt, blant annet effekter knyttet til omgraving av myr.

Det er per i dag ikke identifisert en lønnsom måte å produsere **biokull** på i Norge, selv medregnet bi-inntekter fra energiproduksjon. Dette skyldes i hovedsak at det ikke er etablert en verdikjede eller marked for biokull. Det er behov for mer kunnskap om både effektiv/lønnsom produksjon, klimaeffekt og anvendelsesområde for biokull.

Atferd

Grunnet sjeldne kostholdsundersøkelser og plukkanalyser er det for **kostholds- og matsvinn-tiltakene** kunnskapshull rundt hvilken mat som faktisk spises og kastes. Det er også usikkerhet rundt hvordan kostholdet vil utvikle seg i femtiden og hvor effektive virkemidler vil være i å styre

forbrukstrendene. Det er også kunnskapshull knyttet til hvordan man best kan **optimalisere drift og gjennomføre nye klimatiltak** i verdikjeden for mat (fra bonde til bord).

FNs Klimapanel påpeker at raske og inngående endringer i landsystemer, atferd og livsstil er nødvendig for å holde den globale oppvarmingen under 1,5 grader.[324] Likevel vet vi at varige atferdsendringer er vanskelig å få til. I England skal de som en del av sin 25-årige miljøstrategi undersøke mulighetene for en atferds-strategi.[325] Gitt hvor sentrale atferdsendringer er for å utløse jordbruks-tiltakene kan en tilsvarende innsats for atferdsendringer være nyttig også i Norge. Slik kan man fylle kunnskapshullene på en koordinert og tverrsektoriell måte, og bidra til å løse svært komplekse problemer i sammensatte verdikjeder. For eksempel pågår det allerede mye relevant forskning på dette området[326], men kunnskapsgrunnlaget kan med fordel syntetiseres. Det kan også gis insentiv til nye tverrsektorielle og tverrfaglige initiativ for oppstart etter 2020, men innretning for et slikt initiativ har ikke blitt vurdert.

7.9 Dagens virkemidler og andre nasjonale mål

Jordbruk og mat reguleres av en rekke virkemidler på flere sektorers ansvarsområder. Eksisterende virkemidler er overordnet oppsummert her.

7.9.1 Virkemidler i jordbrukssektoren

Det finnes en rekke virkemidler som fremmer produksjon av jordbruksvarer i Norge. De tre grunnpilarene for norsk matproduksjon er 1) tollvernet som skjermer norsk produksjon, 2) markedsreguleringsmekanismer som balanserer produksjonen etter forbruket og 3) produksjonsstøtte som fremmer og utjevner lønnsomheten mellom produksjoner, geografiske områder og bruksstørrelser. Det meste av regelverket er hjemlet i jordlova, omsetningsloven og tolloven. I tillegg har vi økonomiske virkemidler som fremmer miljøformål og ulike investeringstiltak.

Jordbruksavtalen

Jordbruksavtalen har som formål å regulere tiltak som er egnet til å fremme fastlagte mål for jordbruket, og som ikke er uttømmende regulert ved lov, stortingsvedtak eller forskrift. Jordbruksavtalen forhandles hvert år mellom stat og næringsorganisasjonene, og tar for seg virkemiddelapparatet i jordbruket og omfatter prisbestemmelser (målpriser), bestemmelser om fondsavsetninger, markedsreguleringsbestemmelser, pristilskudd, produksjonstilskudd med mer. Målet med forhandlingene er blant annet å bli enige om forutsetninger for inntekt for næringa det kommende året, samt gi prioriteringer innen de ulike virkemidlene.

Budsjettnemnda for jordbruket leverer en omfattende analyse av utviklingen i jordbruket, som et viktig grunnlag for forhandlingene. Eksempelvis omtaler de markedsbalansen for ulike produksjoner, om målprisene oppnås eller om det er udekkede markedsmuligheter for norskprodusert vare. De beregner også lønnsomhet i næringa ut fra referansebruk. Dette, inkludert virkemiddelvurderinger

[324] IPCC (2018). Summary for Policymakers: Global Warming of 1.5°C.

[325] HM Government (2018). A Green Future: Our 25 Year Plan to Improve the Environment, side 82: "*Scoping out an evidence-based behaviour change strategy to enable further actions by individuals, communities, businesses and government beyond 2019*."

[326] FoodProFuture er et godt eksempel på et konsortiumsprosjekt i krysningsfeltet forskning og innovasjon. Lignende prosjekter pågår for eksempel hos NHH (FOOD research project) og Nofima (InnoFood), men få prosjekter har tidshorisont forbi 2021.

fra de andre underliggende etatene til LMD, danner noe av grunnlaget for det som inngår i statens tilbud til næringa. Mer informasjon om Jordbruksoppgjøret finnes på regjeringen.no.[327]

Regulatoriske virkemidler

For landbruksvarer som produseres i Norge er hovedregelen at det generelle **importvernet** som er bundet i WTO er prohibitivt. Det vil si at tollsatsene er satt så høyt at ordinær import er ulønnsomt. Import av landbruksvarer som ikke er i konkurranse med varer vi produserer i Norge, kan i all hovedsak importeres tollfritt. Det legges til rette for supplerende import gjennom kvoter med redusert tollsats og tollnedsettelser. Hovedprinsippet er at norske varer skal dekke det norske markedet så langt det er mulig før det suppleres med importerte varer. Dette blir ivaretatt gjennom kvoteordninger (WTO-kvoter og EU-kvoter) og administrative tollnedsettelser på enkeltvarer.

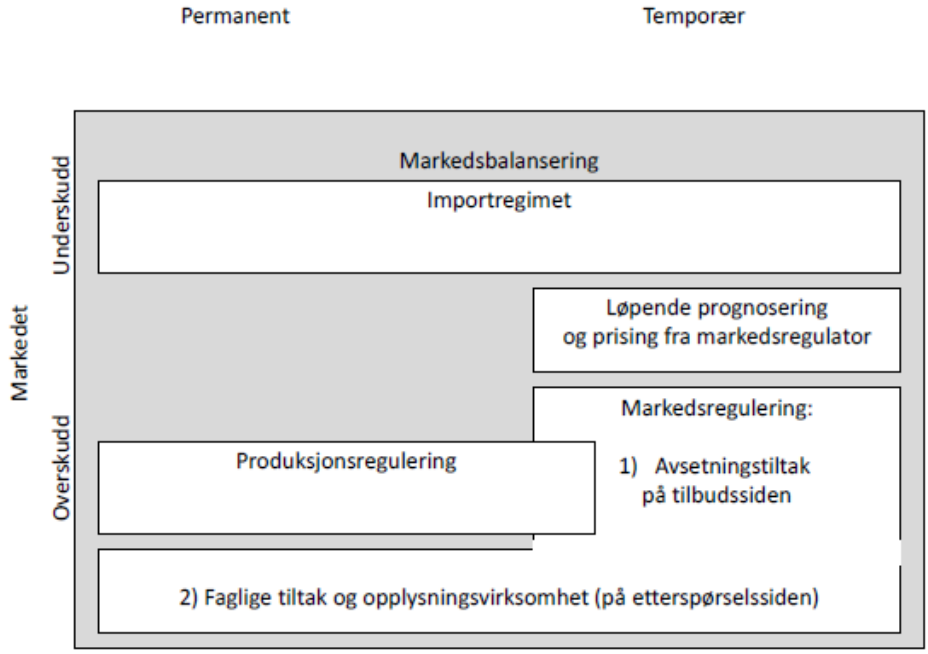
Hovedformålet med **markedsbalanseringen** er å balansere varetilførselen til markedet. Ordningen blir finansiert av bøndene selv ved at kostnadene ved dette fordeles på all produksjon gjennom avgifter (per kilo eller liter ved salg). Samvirkeorganisasjonene i landbruket er gitt den utøvende rollen som markedsregulator innenfor hovedproduksjonene. Markedsregulatorene er Norske Felleskjøp (kornvarer), Tine (melk og melkeprodukter) og Nortura (kjøttvarer og egg). Unntaket er hagebrukssektoren (frukt og grønt mm) som ikke har markedsregulator.

Markedsbalanseringen skal skje i samsvar med regelverket som er fastsatt og forvaltes av Omsetningsrådet. Omsetningsloven er det juridiske grunnlaget for markedsbalanseringssystemet, og Omsetningsrådet (OR) er etter loven satt til å forvalte dette. Omsetningsrådet er et offentlig, partssammensatt forvaltningsorgan. Rådet har et hovedansvar for markedsbalanseringen av jordbruksvarer. Etter omsetningsloven skal rådet forvalte avgiftsmidler til reguleringsformål.

Markedsbalanseringen er et viktig virkemiddel for å regulere produksjonen i tråd med etterspørselen, altså å hindre overproduksjon og gi riktig pris til produsent og forbruker.

Markedsbalanseringen omfatter avsetningstiltak, produksjonsregulering, faglige tiltak og opplysningsvirksomhet (opplysningskontorene). Markedsregulatorene er ansvarlige for å iverksette tiltakene. Ved overskudd av norskprodusert vare blir det iverksatt avsetningstiltak som kan være bruk av lager for å unngå for mye av et produkt på markedet i en periode, salg til nedskrevet pris, bruk til fôr, reguleringseksport (fram til 1.1.2020) med mer. Produksjonsregulering skal bidra til at produksjonen tilpasses markedet i et mer langsiktig perspektiv. Eksempler på produksjons-regulerende tiltak er førtidsslakting av verpehøns, reduserte slaktevekter på gris, samt oppkjøp av melkekvoter for å redusere melkeproduksjonen. Faglige tiltak kan for eksempel være knyttet til veiledning av produsenter, forsøksvirksomhet eller forskning.

[327] Prop. 120 S (2018–2019). Endringer i statsbudsjettet 2019 under Landbruks- og matdepartementet, (Jordbruksoppgjøret 2019). Landbruks- og matdepartementet.



Figur A 65. Sammenheng mellom ulike virkemidler i markedsbalanseringen. Kilde: Landbruks- og matdepartementet

Formålet med **kvoteordningen for melk** er å tilpasse melkeproduksjonen til avsetningsmulighetene i markedet innenfor de målsetninger Stortinget har fastsatt, herunder distriktsprofil og variert bruksstruktur. Tilpasningen til markedet skjer ved at Landbruks- og matdepartementet på slutten av året fastsetter et forholdstall som viser hvor stor del av bondens tildelte kvote han kan produsere påfølgende år.

Husdyrkonsesjonsregelverket regulerer det kraftfôrbaserte husdyrholdet og omfatter all svine- og fjørfeproduksjon. Ordningen skal legge til rette for spredning av svine- og fjørfeproduksjonen på flere enheter, ved å regulere produksjonsomfanget hos den enkelte produsent. Regelverket har ikke et markedsbalanseringsformål.

Økonomiske virkemidler

De økonomiske virkemidlene i jordbruket blir forhandlet fram gjennom jordbruksavtalen og blir justert årlig ut ifra hensyn til lønnsomhet for produsent, behovet i markedet, målpriser (forbrukerhensyn) og andre avveininger eller politiske målsettinger.

Produksjonstilskuddene har blant annet som formål å bidra til et aktivt og bærekraftig jordbruk innenfor de målsettinger Stortinget har trukket opp. Det er delmål for hver ordning. Tilskuddene går både til arealer i drift og til husdyrproduksjoner og er med på å gi lønnsomhet i produksjonen.

Formålet med areal- og kulturlandskapstilskuddet er å medvirke til skjøtsel, vedlikehold og utvikling av kulturlandskap gjennom aktiv drift og til å holde jordbruksareal i drift i samsvar med gjeldende landbrukspolitiske mål. Kulturlandskapstilskuddet gis med lik sats per dekar for alt jordbruksareal i drift. Som et tiltak for å nå målet om aktivt jordbruk over hele landet gis det i tillegg et arealtilskudd der satsene per dekar er differensierte ut fra type produksjon og hvor i landet produksjonen skjer. Dette skal bidra til å styrke og jevne ut inntektene mellom ulike produksjoner og mellom distriktene.

Tilskudd til husdyr har som formål å bidra til å styrke og jevne ut inntektene mellom ulike produksjoner og bruksstørrelser i husdyrholdet. Tilskuddet blir beregnet på grunnlag av antall

dyr/antall slakt/antall bikuber, og hvor satsene er differensiert mellom dyreslag og distrikt. Tilskuddet blir avgrenset oppad ved et maksimalbeløp per foretak per år. Beitetilskuddene skal stimulere til pleie av kulturlandskap og oppnå god utnyttelse av utmarksbeiteressursene.

Det gis også pristilskudd til produsenter av egg, kjøtt, ull og melk. Formålet med pristilskuddene er å styrke inntektene til bonden og jevne ut distriktsforskjeller som skyldes ulike produksjonsvilkår. Tilskuddet utbetales sammen med oppgjør for levert vare. Det vil si at eggpakkeri, slakteri og meieri formidler pristilskuddene på vegne av staten. Pristilskuddene omfatter distriktstilskudd, frakttilskudd med mer. Det gis også distriktstilskudd til produsenter av frukt, bær og grønnsaker, samt matpotet i Nord-Norge, disse tilskuddene søkes om sammen med produksjonstilskuddene. Formålet med ordningen er å bedre inntekten for produsentene innen grøntsektoren og bidra til en geografisk spredt produksjon. Tilskuddet gis per kilo råvare, og satsene er differensiert mellom distrikt og kultur. For å motta tilskudd må man ha omsatt mer enn et fastsatt minstekvantum. For grønnsaker er det i tillegg fastsatt et maksimalkvantum for hvor stort kvantum det kan gis tilskudd for.

Regionale miljøprogram er fylkesvise tilskudd til jordbruksforetak dersom de gjennomfører miljø- og klimatiltak, som for eksempel miljøvennlig spredning av husdyrgjødsel.

Landbrukets utviklingsfond (LUF) har en rekke økonomiske virkemidler som er spisset mot klima og landbruk. Dette er støtte for drenering, støtte for levering av husdyrgjødsel til biogassanlegg, støtte for å gjennomføre spesielle miljøtiltak i jordbruket (SMIL), utredningsmidler gjennom klima- og miljøprogrammet og økologisk jordbruk. LUF har også virkemidler som skal bidra til næringsutvikling, kunnskapsutvikling, kompetanseheving og rekruttering i landbruket.

Midler til investering og bedriftsutvikling i landbruket (IBU-midler) har et todelt formål. De skal bidra både til utvikling av ny næringsvirksomhet på landbrukseiendommen, og til utvikling og modernisering av det tradisjonelle landbruket. Det gis nasjonale føringer til IBU over jordbruksoppgjøret, mens regionale føringer legges av partnerskapene i fylkene. For 2020 ble det blant annet gitt nasjonale føringer for at støtte til frukt-, grønt- og veksthusnæringen, tilskudd til tørke- og lageranlegg i kornproduksjonen og investeringsprosjektet til produksjoner med markedspotensial skal prioriteres. Det var også en føring om at det kan bli gitt inntil 100 millioner kroner i risikolån.

Det ordinære IBU-regelverket legges til grunn for vurdering av tildeling av støtte. Dette innebærer at det for eksempel kan gis tilskudd til nyplanting innen frukt- og bærdyrking, tekniske investeringer i lager og sorteringsanlegg, tiltak som gir arronderingsmessige forbedringer og bedre driftsløsninger for frukt- og bærdyrking.

I forbindelse med Stortingets behandling av statsbudsjettet 2018 ble det bevilget 75 millioner kroner som en engangsbevilgning til investeringsstøtte i landbruket over kapittel 1149, post 75. Bevilgningen ligger utenfor jordbruksavtalen, men det ble lagt til grunn samme regelverk for disse midlene som for IBU-midlene. Stortinget la til grunn at støtte skulle innrettes slik at den gikk til produksjoner med markedsmuligheter i det norske markedet. Frukt- og grøntnæringen, kornproduksjon og storfeproduksjon ble særskilt prioritert.

Virkemidler for forskning og innovasjon

Forskningsmidlene for jordbruk og matindustri (FFL/JA) finansierer forskning og innovasjon i hele verdikjeden fra primærledd til industri- og forbrukerledd. Prosjektene skal dekke viktige kunnskapsbehov og ha god brukermedvirkning. Midlene disponeres i første rekke til forsknings- og innovasjonsprosjekter etter åpen utlysning. Innovasjonsprosjektene eies av bedriftene, men gjennomføres i samarbeid med forskningsmiljø. Det settes også av noe midler til utredninger og

forprosjekter etter åpen utlysning. I 2019 ble blant annet tema som økt bærekraftig matproduksjon basert på norske ressurser i hele landet, reduserte klimagassutslipp og klimatilpasset produksjon, skog og klima, utmark, dyrehelse og dyrevelferd, samt ny teknologi og samfunn løftet fram i utlysningene. Flere av satsingene for 2019 er innenfor grøntnæringen, herunder plantehelse og presisjonsgjødsling. FFL/JA bidrar med finansiering av Forskningsrådets miljøprogram (MILJØFORSK). Bevilgningen skal bidra til økt bærekraft og redusert miljøbelastning fra norsk matproduksjon. Forskningsmidlene har to finansieringskilder:

Fondet for forskningsavgift på landbruksprodukter (FFL) skal finansiere forskning knyttet til landbruksprodukter som nyttes til å framstille nærings- og nytelsesmidler, samt fôrkorn til husdyr. Avgiften er brukernes bidrag til å fremme forskning som skal komme en bransje eller en produksjon til gode og de ulike sektorer i matvarekjeden som betaler forskningsavgift, skal komme rimelig ut med hensyn til fordeling av avgiftsmidlene. FFL finansieres gjennom en forskningsavgift på norske og visse importerte landbruksprodukter, og midlene forvaltes av et styre bestående av aktører fra jordbruket og matindustrien. FFL bidrar også til finansiering av forskningsinstituttet Nofima gjennom støtte til Nofimas strategiske programmer.

Forskningsmidlene over jordbruksavtalen (JA) har som formål å utvikle ny kunnskap til landbruks- og matsektoren. Prioriteringene skal støtte opp under de landbruks- og matpolitiske målene, og være i tråd med prioriterte innsatsområder fastsatt i årlige jordbruksoppgjør. JA-midlene forvaltes av et styre bestående av avtalepartene. JA bidrar også til finansiering av Graminor og forskning innen plantefordeling, samt norsk-svensk samarbeid om hesteforskning.

Tilskudd til regionale tilretteleggingstiltak skal bidra utvikling av konvensjonell eller økologisk drift i landbruket eller til utvikling av andre landbruksbaserte næringer.

Nasjonale tilretteleggingsmidler skal støtte nasjonale eller fylkesoverskridende tilretteleggingstiltak innen næringsutvikling og kompetanseheving med mål om å styrke verdiskapinga i landbruket. Målgruppe er organisasjoner, institusjoner og foretak som har som formål å fremme fellesgoder knyttet til næringsutvikling og kompetanseheving på tvers av fylkesgrenser eller med nasjonale mål.

Klima- og miljøprogrammet i jordbruket støtter informasjonstiltak og utredninger som tar for seg klimatilpasning, klimagassutslipp, vannmiljø, kulturlandskap og/eller naturmangfold i jordbruket. Prosjekter som kommer raskt ut til næringsutøverne blir prioritert. Det er også regionale klima- og miljøprogrammidler (Fylkesmannen).

Virkemidler for informasjon og rådgivning

Tilskudd til regionale rekrutterings- og kompetansetiltak skal bidra til rekruttering og kompetanseheving hos næringsutøvere.

Det eksisterer ulike **rådgivningsapparat** for at produsentene skal få lønnsomhet i produksjonen og markedsadgang for sine produkter, samt drive på en mest mulig optimal måte med hensyn til blant annet klima og miljø. Flere aktører, som blant annet Norges Landbruksrådgivning, landbruksforvaltningen, samvirkeorganisasjonene i landbruket og KSL (Kvalitetssystemet i landbruket) har alle omfattende informasjons- og rådgivningsvirksomhet.

Matmerk har som formål å skape preferanse for norskprodusert mat, gjennom arbeid med kvalitetsstyring, kompetanse og synliggjøring av norske konkurransefortrinn og opprinnelse overfor matprodusenter, handel og forbrukere.

7.9.2 Andre miljømål som påvirkes av klimatiltak i jordbruket

Internasjonale og nasjonale mål for vannmiljø

Norge har undertegnet en rekke forpliktende internasjonale miljøavtaler/direktiver som angår vannmiljø. I disse er det satt egne mål som sektorene må innarbeide i sektorpolitikken.
Det som særlig berører vannmiljø er Nitratdirektivet og EUs rammedirektiv for vann. Nitratdirektivet har krav om redusert nitrogengjødsling i nedbørfelt med avrenning til sårbare områder. EUs rammedirektiv for vann er implementert i Norge gjennom vannforskriften fra 2007. Vannforskriftens formål er å beskytte og om nødvendig forbedre miljøtilstanden i vannforekomstene. Klimatiltakene gjødsling og fangvekster, vil kunne bidra til å bedre vannmiljøet. For kostholdstiltaket vil det både være noen fordeler for vannmiljø ved mindre husdyrgjødsel fra færre husdyr, samt gi utfordringer med økt avrenning dersom det blir en økning i arealer med åpen åker.

Internasjonale og nasjonale mål for langtransportert luftforurensning

Göteborgprotokollen og NEC-direktivet (Takdirektivet) har som formål å unngå utslipp til luft som bidrar til overskridelse av kritiske belastningsgrenser for økosystemer og helse. Norge har blant annet forpliktet seg til å redusere utslipp av ammoniakk, hvor hovedkilden er gjødsling i jordbruket. Gjødslingstiltakene utredet her vil bidra til å redusere ammoniakkutslippene. Kostholdstiltaket og matsvinntiltaket vil virke indirekte, ved at det blir færre husdyr.

Internasjonale og nasjonale mål for avfall

Norsk avfallspolitikk skal legge til rette for høy utnyttelse av ressursene i avfallet og trygg håndtering av farlig avfall. Det overordnede nasjonale målet er at avfall skal gjøre minst mulig skade på mennesker og naturmiljø. Det er også et mål at veksten i mengden avfall skal være vesentlig lavere enn den økonomiske veksten i landet, målt i BNP. Matavfall er et prioritert område innen avfallsforebygging i EUs reviderte avfallsregelverk. Norge skal rapportere årlig på mengde matavfall som oppstår fra og med året 2020. Det vurderes nå hvordan man kan utvikle løsninger som ivaretar Norges rapporteringskrav til EU i sammenheng med at det etableres løsninger for rapporteringer under den nasjonale bransjeavtalen for reduksjon av matsvinn. Tiltaket *Redusert matsvinn* vil således være et viktig tiltak for å følge opp disse målene.

Internasjonale og nasjonale mål for naturmangfold

Norge har undertegnet en rekke internasjonale avtaler som berører naturmangfold. De mest relevante er konvensjonen for biologisk mangfold (UNCBD) og bærekraftsmålene (SDG). Naturmangfoldloven er det viktigste virkemiddelet vi har for å ta vare på naturmangfold i Norge. Loven gjelder for alle sektorer som forvalter naturmangfold eller tar beslutninger som har konsekvenser for naturmangfoldet. Aktiviteter som i utgangspunktet reguleres av annen lovgiving skal derfor også trekke inn prinsippene fra naturmangfoldloven. De fleste klimatiltakene i jordbruket vil ha betydning for naturmangfoldet.

7.9.3 Nasjonale folkehelsemål

Regjeringen har gjennom Folkehelsemeldingen fremmet at folkehelsearbeidet skal legge til rette for god helse for alle og bidra til mindre sosial ulikhet i helse. Tidlig innsats blant barn og unge er viktig. Samtidig skal folkehelsearbeidet gjelde alle livsfaser. Vi lever lenger, og det krever tilrettelegging for aktivitet, deltakelse og god livskvalitet i høy alder. Folkehelsearbeidet pågår i stort sett alle sektorer og på alle forvaltingsnivå. Det er definert tre overordnede mål for folkehelsearbeidet:

- Norge skal være blant de tre landene i verden som har høyest levealder
- Befolkningen skal oppleve flere leveår med god helse og trivsel og reduserte sosiale helseforskjeller
- Vi skal skape et samfunn som fremmer helse i hele befolkningen

I tillegg til de nasjonale målene har Norge forpliktet seg til å følge WHOs globale mål for reduksjon av ikke-smittsomme sykdommer. Målet er 25 prosent reduksjon av for tidlig død av kreft, hjerte- og karsykdommer, diabetes og kols innen 2025. Dette er forlenget til en tredjedels reduksjon innen 2030 i FNs bærekraftsmål.

Et usunt kosthold en av de viktigste risikofaktorene for sykdom og for tidlig død av ikke-smittsomme sykdommer. "Nasjonal handlingsplan for bedre kosthold i befolkningen (2017–2021)" ble lansert 2017. Et av målene i handlingsplanen er å øke forbruket av grønnsaker, frukt og bær, grove kornvarer og fisk med 20 prosent innen 2021.

For å få til endringer i kostholdet må det gjøres en innsats på tvers av sektorene og i et samarbeid mellom offentlig, privat og frivillig sektor.

7.9.4 Virkemidler for klima og miljø

Regulatoriske virkemidler for klima og miljø

I utgangspunktet er all forurensning forbudt etter forurensningsloven § 7, men det følger av § 8 første ledd nr. 1 at vanlig forurensning fra jordbruk er tillatt etter loven i den utstrekning det ikke er gitt særlige forskrifter som regulerer virksomheten. En slik forskrift er gitt for forurensning fra gjødselvarer mv. av organisk opphav. I tillegg er planering av landbruksareal til maskinelt jordbruk regulert etter forurensningsforskriften kapittel 4. Andre tiltaksrelevante reguleringer er rettet på avfallshåndtering og nydyrking av myr.

Avfallshåndtering er regulert i forurensningsloven og tilhørende avfallsforskrifter. EUs avfallsdirektiv er del av EØS-avtalen, og det er nå til vurdering om det reviderte direktivet skal tas inn i sin helhet i norsk regelverk. Tiltak for avfallsforebygging og dokumentasjon av resultater ved bruk av indikatorer er del av dette. Det angis også nye definisjoner for "municipal waste" og biologisk avfall. Matavfall er et prioritert område innen avfallsforebygging og matavfallsmengder skal rapporteres til kommisjonen hvert år fra 2020. Målinger skal foretas i henhold til metoder i rettsakter kommisjonen har utarbeidet. Tilnærmingen til matkjeden er i grove trekk i samsvar med tilnærmingen under bransjeavtalen om reduksjon av matsvinn, men det er også en del ulikheter mellom rapporteringen EU vil kreve på matavfall og de sektorvise rapporteringene som er etablert under bransjeavtalen om matsvinn. Bransjeavtalen for reduksjon av matsvinn er omtalt under tverrgående virkemidler ettersom den er inngått av fem ulike departement.

Ifølge avfallsdefinisjonen i forurensningsloven § 27 første ledd vil organisk restmateriale fra jordbruket anses som avfall. Som avfall regnes ikke biprodukter. Dommer fra EU-domstolen tilsier at blant annet husdyrgjødsel i noen tilfeller kan anses som biprodukter. Hvorvidt noe er å anse som avfall får betydning for videre bruk, altså hva som er lovlig håndtering.

Avfallsprodusenten skal sørge for at avfallet blir brakt til lovlig avfallsanlegg eller gjennomgår gjenvinning, slik at det enten opphører å være avfall eller på annen måte kommer til nytte ved å erstatte materialer som ellers ville blitt brukt.

I **gjødselsammenheng** er det det siste alternativet som er mest aktuelt. Bruk av avfallsbaserte gjødselvarer er med andre ord bare lovlig dersom gjødselvaren erstatter gjødsel som ellers ville blitt brukt (for eksempel mineralgjødsel).

Krav til tilvirking, lagring og bruk av gjødselvarer er regulert i forskrift om gjødselvarer mv. av organisk opphav, heretter omtalt som gjødselvareforskriften. Gjødselvareforskriften er hjemlet i matloven, jordloven, forurensningsloven og folkehelseloven. Mattilsynet er myndighet for del II som

regulerer tilvirking av gjødselvarer, mens kommunen er myndighet for del III som regulerer lagring og bruk.

Gjødselvareforskriften stiller blant annet krav til hvilke råvarer som kan inngå i en organisk gjødselvare, lagring av husdyrgjødsel og avløpsslam, spredetidspunkt for gjødselvarer, krav til spredeareal og spredemengde for husdyrgjødsel, bruk av avløpsslam og grenseverdier for tungmetaller i gjødselvarer, bruksområder og dosering etter tungmetallinnhold. Mineralgjødsel er ikke dekket av dagens forskrift. Forslag til revidert regelverk er til behandling hos departementene.

Nytt EU-regelverk om merking av gjødselvare; gjødselforordningen, vil få betydning for import og eksport av organiske gjødselvarer.[328] CE-merket gjødsel vil kunne omsettes på det norske markedet og konkurrere med norske produkter samtidig som Norge vil få tilgang til det europeiske markedet.

Stortinget vedtok 11. april endringer i jordloven § 11, hvor bestemmelser om **nydyrking** kan nå også gis for å redusere utslipp av klimagasser. Lovendringen gjør det mulig å innføre et forbud mot nydyrking av myr i forskrift om nydyrking. Det er imidlertid rom for dispensasjon. Landbruks- og matdepartementet arbeider med utforming av forbud og dispensasjonshjemmel i forskrift om nydyrking. I tillegg er regelverk knyttet til kulturlandskap og vannforvaltning, hjemlet i Naturmangfoldloven, relevant for tiltak som påvirker dyreholdet, samt at biogassanlegg er underlagt forskrift om håndtering av farlig stoff hjemlet i brann- og eksplosjonsvernloven.

Naturmangfoldloven gjelder alle sektorer i Norge som forvalter naturmangfold eller som tar beslutninger som har konsekvenser for naturmangfoldet. Aktiviteter som i utgangspunktet reguleres av annen lovgivning skal derfor trekke inn prinsippene fra naturmangfoldloven.

Handelsnæringen har plikter etter **Miljøinformasjonsloven § 16 (lov 31. mai 2009 nr. 31)** som gir enhver rett til å få informasjon fra private virksomheter om hvordan virksomheten og deres produkter kan påvirke miljøet.

Økonomiske virkemidler for klima og miljø

De økonomiske virkemidlene i jordbrukssektoren er i all hovedsak del av jordbruksforhandlingene. Mineralgjødsel er fritatt for CO_2-avgift. Det er CO_2-avgift på fossilt drivstoff til maskinpark og oppvarming av landbruksbygg, men unntak for CO_2-avgift for naturgass og LPG i veksthusnæringen.

Stortinget ba i desember 2016 regjeringen om å innføre lik CO_2-avgift i ikke-kvotepliktig sektor i 2018, med foreløpig unntak for landbruket og fiskerinæringen. I 2018 vedtok Stortinget at biologiske prosesser ikke skal avgiftsbelegges.

Virkemidler for forskning og innovasjon, inkludert støtteordninger

Det finnes en rekke støtteordninger for klimarelevant forskning og innovasjon, herunder gjennom Norges forskningsråd, Innovasjon Norge, Enova med flere.

En oversikt over hovedaktørene er listet nedenfor. For en helhetlig gjennomgang, se områdegjennomgangen av det næringsrettede virkemiddelapparatet bestilt av Finansdepartementet og Nærings- og fiskeridepartementet.[329] Denne rapporten konkluderer med at virkemiddelapparatet er komplekst og anbefaler forenkling, mer regional styring og at det bør satses mer på små og mellomstore bedrifter. Dette er konklusjoner som finner gjenhør i tiltaksanalysene – spesielt for kostholds- og matsvinn-tiltakene (se J01 og J02).

[328] EØS-notat (2016). Ny gjødselforordning. 16.09.16.

[329] Nærings- og fiskeridepartementet (2019). Rapport - Gjennomgang av det næringsrettede virkemiddelapparatet. 08.11.19.

Klimasats: Gjennom Miljødirektoratets støtteordning for klimasatsing i kommunene, Klimasats, ble det i 2019 innvilget totalt over 233 millioner kroner til kommuner og fylkeskommuner for prosjekter som skal redusere utslipp av klimagasser og bidra til omstilling til lavutslippssamfunnet.[330] Deler av disse midlene kan brukes til å planlegge og utrede klimatiltak, og til nettverk og erfaringsdeling.

De siste fire årene har totalt 24 prosjekter fått innvilget støtte til arbeid med reduksjon av matsvinn og/eller overgang til mer klimavennlige menyer. Klimasats har også gitt støtte til prosjekter for biogass, biokull, gjødsel i klimasammenheng, og andre tiltak som går på klimasmart landbruk og kompetanseheving.[331]

Enova: Enova skal bidra til reduserte klimagassutslipp og styrket forsyningssikkerhet for energi, samt teknologiutvikling som på lengre sikt også bidrar til reduserte klimagassutslipp. Enova skal etablere virkemidler med sikte på å oppnå varig markedsendring. Enovas hovedvirkemiddel er tilskudd, rådgivning og lån (f.o.m. 2018). Enova ble overført fra OED til KLD 1. mai 2018.

Det er imidlertid et ønske fra NHO og handelsnæringen at Enova (sammen med de andre aktørene i virkemiddelapparatet) må få et tydeligere mandat til å støtte grønne omstillingstiltak i handelen. Samtidig ytres det et ønske om at Enovas klimavirkemidler i større grad må kobles på virkemidlene som i dag ligger under Forskningsrådet og Innovasjon Norge for å sikre økt innovasjon og næringsutvikling.

Innovasjon Norge: Innovasjon Norge er et statlig særlovselskap med formål å øke innovasjon i næringslivet, bidra til å utvikle distriktene og profilere norsk næringsliv.

De kan tilby landsdekkende innovasjonslån. Dette benyttes som toppfinansiering av prosjekter som private aktører ikke vil ta hele risikoen ved å finansiere. Regjeringen foreslår å øke lånerammen for landsdekkende innovasjonslån med 200 millioner kroner, til totalt 1,4 milliarder kroner, i statsbudsjettet for 2020. Lånerammen er økt med 900 millioner kroner siden 2013.

Innovasjon Norge har også en etablerertilskuddsordning skal støtte gründerideer med stort vekstpotensial. Innovasjon Norge har selv handlingsrom til å prioritere midler mellom innovasjonslån og etablerertilskudd.

I tillegg tilbyr de innovasjonskontrakter (tidligere forsknings- og utviklingskontrakter) som er tilskudd til et forpliktende og målrettet samarbeid mellom to eller flere parter innenfor næringslivet eller mellom næringslivet og det offentlige.

Bioøkonomiordningen for biomarine ressurser kan gi tilskudd blant annet til utvikling av produkter, kartlegging av markedspotensial, forbedret produksjon og tilgjengeliggjøring av bioressurser.

Norges Forskningsråd: Norges Forskningsråd investerte 9,8 milliarder kroner i 2018, hvorav 697 millioner ble bevilget til temaet klima og 1 100 millioner ble bevilget til temaet mat. I tillegg til å finansiere prosjekter fra forskningsorganisasjoner (som er Forskningsrådets mest sentrale målgruppe) har Forskningsrådet en rekke finansieringsordninger for forskningsbasert innovasjon og kunnskapsbygging i næringslivet.

SkatteFUNN (Skattefradrag for Forskning og Utvikling i et Nyskapende Næringsliv) er en rettighetsbasert skattefradragsordning som skal motivere norsk næringsliv til å øke sin satsing på forskning og utvikling. Støtten gis som fradrag i skatt, for kostnader knyttet til gjennomførte forsknings- og utviklingsaktiviteter. Fradraget er på inntil 20 prosent for små og mellomstore bedrifter og 18 prosent for store bedrifter. Kostnader til egenutført FoU har en ramme på 25

[330] Miljødirektoratet. Søknadsarkiv – Klimasats.
[331] Miljødirektoratet/Miljøkommune (2019). Klimasats - støtte til klimasatsing i kommunene. 13.11.19.

millioner kroner per inntektsår. Kostnader til innkjøpt FoU fra godkjente FoU-institusjoner har en ramme på 50 millioner kroner per inntektsår. Støtten til FoU gjennom Skattefunn-ordningen har økt fra 1,7 mrd. kroner i 2013 til 4,1 mrd. kroner i 2017.

BIONÆR har som hovedmål å utløse forskning som bidrar til økt, mer lønnsom og bærekraftig produksjon i de biobaserte næringene. Programmets ansvarsområde er forskning for innovasjon og forvaltning i verdikjedene knyttet til jordbruk, skogbruk, reindrift og andre landbaserte bionæringer – inkludert nye bioressurser, nye anvendelser av bioressurser, matforedling og matindustri.

KLIMAFORSK dekker hele bredden av forskning og annen kunnskapsproduksjon om klima. Forskningen skal gi grunnleggende kunnskap om naturlige variasjoner i klimasystemet og menneskenes påvirkning på klimaet, klimaets påvirkning på natur og samfunn, samfunnets tilpasning til klimaendringer, og virkemidler og tiltak for å redusere klimagassutslipp.

MILJØFORSK finansierer forskning som skal gi mer kunnskap om landbasert miljø, ferskvann og luft. Målet er at et bedre beslutningsgrunnlag skal gjøre det enklere for forvaltning, næringsliv og samfunnet ellers å fremme grønn omstilling.

BIA (brukerstyrt innovasjonsarena) er en åpen konkurransearena hvor næringslivet tar initiativ til prosjektene, og utgangspunktet er bedriftenes egne strategier og behov. Prosjekter fra ulike områder konkurrerer om å få støtte på grunnlag av forskningskvalitet, innovasjonsgrad og verdiskapingspotensial. BIA støtter de beste prosjektene uansett bransjetilhørighet, med unntak av de områdene som dekkes av tematisk rettede programmer i Forskningsrådet.

PILOT-X-ordningen brukes når det er behov for å samordne flere typer virkemidler hos virkemiddelaktørene for å oppnå høyere tempo i utviklingen, økt forutsigbarhet for næringslivet og større finansiell slagkraft. Utlysningene er rettet mot store samfunnsutfordringer og brukes innen områder der det er nødvendig å koble aktører som ikke nødvendigvis til vanlig arbeider sammen. Prosjektet skal ende opp i en pilot eller fullskala løsning som tas i bruk.

Innovasjonsprosjekt i næringslivet (IPN-prosjekter) er et bedriftsledet prosjekt med omfattende innhold av FoU-aktiviteter. Et IPN-prosjekt skal bidra til fornyelse og økt verdiskaping for bedriftene som deltar i prosjektet, og gi samfunnsøkonomiske gevinster ved at ny kunnskap og nye løsninger blir tilgjengelig. Norges forskningsråd lyste ut 1,25 milliarder kroner til IPN-prosjekter i 2019. I årets jordbruksavtale ble det lagt opp til en styrking av forskningen innenfor grøntnæringen. Styret for Forskningsmidler over jordbruksavtalen (JA) lyste derfor ut 40 millioner kroner til satsing på frukt, grønt og bær som del av fellesutlysning av innovasjonsprosjekter på til sammen 100 millioner kroner med FFL og BIONÆR.

SIVA: Selskapet for industrivekst, SIVA, ble etablert i 1968 og er statens virkemiddel for tilretteleggende eierskap og utvikling av bedrifter og nærings- og kunnskapsmiljø i hele landet, med et særlig ansvar for å fremme vekstkraften i distriktene. Hovedmålet er å utløse lønnsom næringsutvikling i bedrifter og regionale nærings- og kunnskapsmiljø. SIVA har følgende innovasjonsprogram:

Inkubasjonsprogrammet skal utvikle framtidens næringsliv gjennom å identifisere, videreutvikle og kommersialisere gode ideer til nye bedrifter, og gi ny vekst i etablert næringsliv. En inkubator er et innovasjonsselskap og tilbyr et faglig og sosialt miljø hvor gründere, bedrifter, akademia, FoU-miljøer, investorer og andre kobles sammen. Per 1. januar 2019 deltar 34 inkubatorer i det nasjonale inkubatorprogrammet.

Næringshageprogrammet har som hovedmål å bidra til økt verdiskaping, vekst og utvikling av norsk næringsliv, fortrinnsvis i distriktene. Næringshageprogrammet skal i tillegg være et virkemiddel for fylkeskommunen og bidra til at fylkeskommunens rolle som regional utviklingsaktør styrkes. Næringshager er bedriftsfellesskap som arbeider for utvikling av næringslivet i sin region. Per 1. januar 2019 deltar 40 næringshager i det nasjonale næringshageprogrammet

Klyngeprogrammet "Norwegian Innovation Clusters" (NIC) tilbyr faglig og finansiell støtte til utvikling av næringsklynger som er nasjonalt eller internasjonalt konkurransedyktige innen sitt fagområde. NIC er et samarbeid mellom Innovasjon Norge, Siva og Forskningsrådet. Programmet blir finansiert av Nærings- og fiskeridepartementet og Kommunal- og moderniseringsdepartementet.

Norsk katapult er en ordning med nasjonale sentre som tilbyr fasiliteter, utstyr, kompetanse og nettverk. Katapult-sentrene skal gjøre det enklere for bedrifter å utvikle ideer raskere, bedre og med mindre risiko. Katapult-sentrene får offentlig støtte for å bistå små og mellomstore bedrifter over hele landet.

Virkemidler for mat og folkehelse

Kartlegging av befolkningens kosthold: Kartleggingen av befolkningens kosthold baserer seg i hovedsak på statistikk av landets matforsyning, forbruksundersøkelser i privathusholdninger og kostholdsundersøkelser i utvalg av befolkningen. Helsedirektoratet utgir årlig "Utviklingen i norsk kosthold" med de nyeste tallene om matvareforbruk og kostens næringsinnhold på engrosnivå. I denne inngår matforsyningsstatisikken som gir informasjon om den totale omsetningen av matvarer i landet. Statistisk sentralbyrås forbruksundersøkelser viser hvor mye mat som blir anskaffet (dvs. kjøpt, tatt av egen produksjon, fått som gave o.l.) av et representativt utvalg av privathusholdninger i en 14 dagers periode. Undersøkelsen er gjennomført årlig i perioden 1975–2009 og sist i 2012. Kostholdsundersøkelsene måler inntaket av mat og drikke i landsrepresentative utvalg av befolkningen og gir data for inntak av energi og næringsstoffer. Det er gjennomført slike undersøkelser i ulike aldersgrupper: Spedkost (0–12 måneder), Småbarnskost (2 år), Ungkost (4, 9 og 13 år) og Norkost (18–70 år). Den foreløpig siste Norkost, Norkost 3, ble gjennomført i 2010-11. Undersøkelsene har blitt gjennomført av Universitetet i Oslo på oppdrag fra helsemyndighetene. Fra 2016 har Folkehelseinstituttet ansvaret sammen med Mattilsynet. I tillegg gjennomfører SIFO og IPSOS jevnlige spørreundersøkelser. IPSOS har utgitt Norske Spisefakta hvert andre år siden 1980-tallet.

Andre virkemidler: Helsedirektoratets kostråd og ernæringsanbefalinger er basert på Nordic Nutrition Recommendations som er under oppdatering og skal foreligge i 2022. Bærekraftperspektiv skal ha et tydeligere fokus enn tidligere. Sentrale virkemidler som støtter opp under kostrådene er Nasjonal handlingsplan for et bedre kosthold (2017-2021) og intensjonsavtale om tilrettelegging for et sunnere kosthold som Helse- og omsorgsdepartementet har inngått med matbransjen (næringsorganisasjoner, mat- og drikkeprodusenter, dagligvarehandelen og serveringsbransjen). Helsedirektoratet har blant annet retningslinjer for kosthold i helse- og omsorgstjenesten og mat og måltider i skolen og forvalter *Skolefrukt*, et subsidiert tilbud til alle grunnskoler for å øke inntak av frukt og grønt. Etter folkehelseloven er Helsedirektoratet og Folkehelseinstituttet pålagt å støtte kommunenes arbeid som plan- og folkehelsemyndighet og har blant annet utviklet en veiviser for kostholdsarbeidet i kommunene. På kostholdsområdet har kommunene ansvar for eksempelvis i kantiner i kommunale virksomheter, mat og måltid i barnehage, skoler og institusjoner og matomsorg i hjemmetjenestene. Helsedirektoratet har omfattende informasjonsmateriell og gjennomfører kontinuerlige informasjonskampanjer om kostrådene og Nøkkelhullet. Kostrådskampanjen #MerAv har siden 2018 vært gjennomført årlig, og støtter opp mål i Handlingsplan for bedre kosthold (2017-2021) om økt inntak av grønnsaker, frukt og bær, grove

kornprodukter og fisk med 20 prosent innen 2021, samt innsatsområde 4 i intensjonsavtalen for et sunnere kosthold mellom myndigheter og matvarebransje.

Mattilsynet og Helsedirektoratet forvalter den nordiske merkeordningen Nøkkelhullet sammen. Nøkkelhullsordningen er hjemlet i Nøkkelhullforskriften. I tillegg drifter disse to etatene med flere Matportalen.no med informasjon om sunn og trygg mat, samt Matvaretabellen.no og kostholdsplanleggeren.no. Helsedirektoratet har befolkningsrettet informasjon om kosthold på nettportalen helsenorge.no, samt på egne temasider i sosiale medier (facebook og instagram).

Mattilsynet har tiltaksrelevante virkemidler knyttet til blant annet mattrygghet og informasjon til forbrukerne. Gjødselvareregelverket er omtalt over (under *Regulatoriske virkemidler for klima og miljø*). Krav til holdbarhetsmerking er hjemlet i matinformasjonsforskriften. Matbransjen etablerte i 2018 i tillegg en bransjestandard for supplerende holdbarhetsmerking ("*Best før, ofte god etter*").

Virkemidler for økt konsum av fisk og sjømat: Nærings- og fiskeridepartementet har en tilskuddsordning som har som formål å stimulere til tiltak som bidrar til å øke sjømatkonsumet hos befolkningen. Tiltak rettet mot barn og unge blir prioritert. Norges Sjømatråd/godfisk.no, som finansieres gjennom en lovpålagt avgift på all eksport av norsk sjømat, arbeider for å øke forbruket av produkter fra fiskeri- og havbruksnæringen. "Fiskesprell" er et samarbeid mellom Nærings- og fiskeridepartementet, Helse- og omsorgsdepartement og Noregs sjømatråd og fiskesalgslagene. Næringen bidrar med midler til drift av programmet og støtte til råvareinnkjøp. Pengene går til kurs for ansatte i barnehage, skole, SFO/AKS og fagutdanning, fagmateriell, inspirasjonshefter og økonomisk støtte til innkjøp av sjømat.

Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond (FHF) er et offentlig forvaltningsorgan underlagt Nærings- og fiskeridepartementet, og finansieres 100 prosent av næringen selv gjennom en FoU-avgift på eksporten av all sjømat på 0,3 %. Midlene som forvaltes for sjømatnæringen investeres i næringsrettet FoU for å bidra til lønnsomhet og vekst.

Tverrgående virkemidler

Bransjeavtalen for matsvinn

Regjeringen og den norske matbransjen inngikk i 2017 en frivillig, men forpliktende avtale om å redusere matsvinnet i Norge. Avtalen er undertegnet av fem departementer og 12 bransjeorganisasjoner og favner hele matkjeden, fra primærproduksjon, industri, grossist, dagligvare og serveringsbransje til husholdninger. Avtalen innebærer at matsvinnet i hele kjeden skal reduseres med 50 prosent fra 2015 til 2030, med delmål på 15 prosents reduksjon innen 2020 og 30 prosent innen 2025. Det er ikke vedtatt separate mål for de ulike leddene i kjeden, men samarbeid på tvers av kjeden er et eget punkt i avtalen.

Offentlige anskaffelser

Offentlige virksomheter kjøper inn store mengder mat og måltidstjenester hvert år. Det offentlige kan dermed bidra til å redusere klimagassutslipp fra matproduksjonen gjennom å redusere matsvinn og ved å etterspørre mat med lavere karbonfotavtrykk og slik innrette sin anskaffelsespraksis til å bidra til å redusere miljøbelastningen fra innkjøp, jamfør anskaffelsesloven.[332]

For å klare dette er det nødvendig å stille krav i anbudsprosessene. Digitaliseringsdirektoratet (tidligere Difi) har utviklet en veiviser for krav og kriterier til anskaffelser av bærekraftig mat og drikke, hvor det er foreslått tre krav/kriterier offentlige innkjøpere kan bruke. Kravene er i samsvar

[332] Anskaffelsesloven §5 (LOV-2016-06-17-73).

med bransjeavtalen om reduksjon av matsvinn. Digitaliseringsdirektoratet vil også utarbeide et nytt krav som skal bidra til enklere rapportering av matsvinn fra offentlige kjøkken.

Kriterieveiviseren har også et krav som etterspør plantebaserte alternativer og hvor det plantebaserte alternativet skal framheves i bestillingsløsningen. Digitaliseringsdirektoratet jobber med å utvikle krav og kriterier for en klimasmart meny hvor de vil se nærmere på blant annet *EUs krav til plantebasert meny,*[333] og ernæringsmessige vurderinger. Videre har Helsedirektoratet utarbeidet en veileder for å stille krav om ernæring i anskaffelser av måltidstjenester og mat og drikke. Veilederen har vært på høring og publiseres på nyåret 2020. Det er også flere av de andre kravene i Digitaliseringsdirektoratets veiviser som kan bidra til reduserte klimagassutslipp på globalt nivå, blant annet innen redusert avskoging (bærekraftig soya og palmeolje), merking av opprinnelsesland og emballasjekriterier.

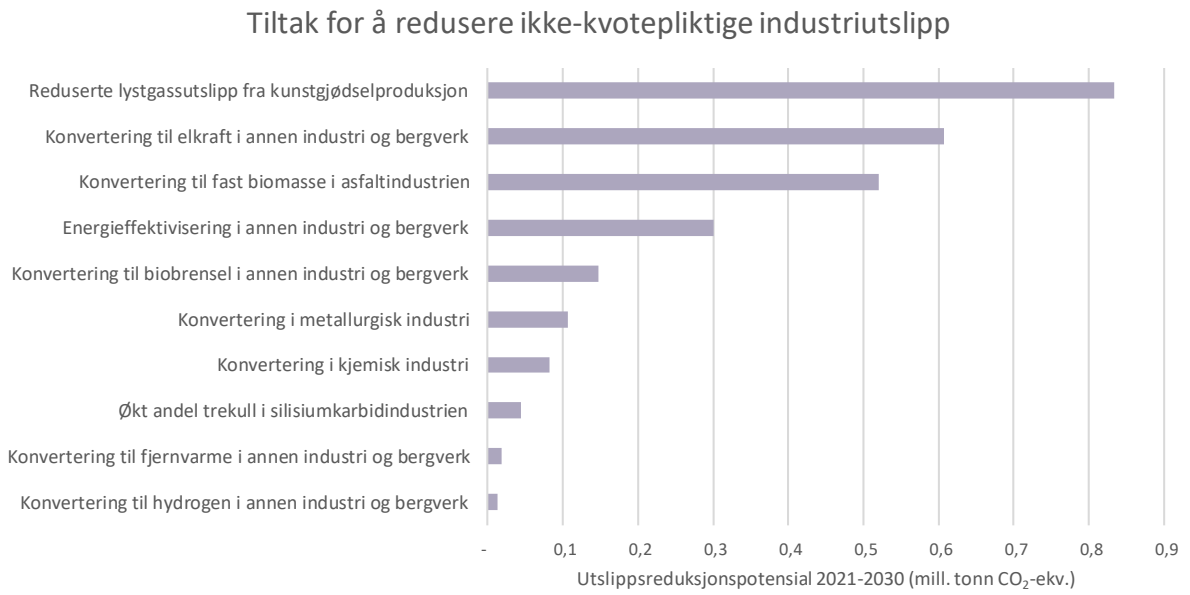
Merverdiavgift for mat

Merverdiavgift for matvarer er i dag 15 prosent, det vil si 10 prosentpoeng under den den alminnelige satsen på 25 prosent. I forbindelse med merverdiavgiftsreformen i 2001 ble det besluttet å redusere avgiften for matvarer for å begrense grensehandel og fordelingsvirkninger som følge av høyere matvarepriser. Merverdiavgiftsutvalget[334] vurderte for kort tid siden hvorvidt merverdiavgiftssystemet skulle forenkles og hvorvidt differensiering av merverdiavgift er egnet for å fremme miljø- og helsefordeler. Forslaget, som ikke er politisk behandlet ennå, vil om vedtatt innebære at merverdiavgiften på mat økes til enten 23 eller 25 prosent. Merverdiavgift for donasjon av mat til veldedige organisasjoner er fjernet. Regjeringen besluttet i 2019 å fjerne også særavgifter på sjokolade- og sukkervarer, alkoholfrie drikkevarer og drikkevareemballasje ved donasjon til veldedige virksomheter.

[333] Boyano, A. mfl. (2017). Revision of the EU GPP criteria for Food procurement and Catering Services, side 42.
[334] NOU 2019: 11. Enklere merverdiavgift med én sats. Finansdepartementet.

8 Industri

Faggrunnlaget for industri er utarbeidet av ressurser internt i faggruppen. Tiltakene som gjelder "annen industri og bergverk" er basert på en utredning fra Norsk Energi på oppdrag fra Miljødirektoratet.



Figur A 66. Tiltak for å redusere ikke-kvotepliktige industriutslipp.

8.1 Oppsummering

Om lag fem prosent av de ikke-kvotepliktige klimagassutslippene i Norge i perioden 2021-2030 vil komme fra industri, ifølge utslippsframskrivingene fra NB2020 (tilsvarer sektoren "Industri og bergverk" i utslippsregnskapet). Ikke-kvotepliktige utslipp fra industri kommer fra svært mange virksomheter innenfor ulike bransjer som næringsmiddelindustri, vareproduksjon, kjemisk industri, metallurgisk industri, oljeraffinering, mineralproduktindustri (for eksempel asfaltverk), kullgruvedrift og treforedling. Mange av virksomhetene er små, både med tanke på klimagassutslipp og antall ansatte.

I 2018 kom om lag to tredjedeler av de ikke-kvotepliktige utslippene fra industri fra stasjonær forbrenning. Dette er hovedsakelig bruk av olje og gass til varmeproduksjon i kjeler og til direktefyring i prosesser. Resten var prosessutslipp, som er utslipp som kommer direkte fra industrielle prosesser, altså ikke fra energiproduksjon.

Konvertering til fornybare alternativer

De mulige tiltakene vi har utredet kan inndeles i følgende kategorier:

- Energieffektivisering og varmegjenvinning
- Konvertering fra fossile brensler til fornybare alternativer
- Bruk av annen ny teknologi

Energieffektivisering, varmegjenvinning og konvertering til fornybare alternativer er tiltak som reduserer utslipp fra stasjonær forbrenning av brensler. Tiltak rettet mot bruk av annen ny teknologi er tiltak som reduserer prosessutslipp. Tiltakene som er utredet er oppsummert i Tabell A 28.

Det er tiltakene for konvertering til fornybare energibærere som samlet utgjør det største potensialet for utslippsreduksjoner. Reduksjon av prosessutslipp krever ofte ny teknologi og kan derfor være mer krevende.

Atferdsbarrierer og mulige virkemidler

Våre analyser viser at det er privatøkonomisk[335] lønnsomme energieffektiviseringstiltak og klimatiltak som ikke blir gjennomført. Bakgrunnen for dette kan være barrierer som manglende kunnskap om, og fokus på, reduksjoner av klimagassutslipp. Mulige nye virkemidler for å bygge ned denne typen barrierer kan være krav om klimaledelse, informasjonsarbeid og/eller tilskuddsordninger, som vil komplementere CO_2-avgiften.

Etter hva vi erfarer, er en annen årsak til at tiltak ikke blir gjennomført, at industribedrifter ofte ønsker slike merinvesteringer tilbakebetalt innen ett til tre år. Om vi legger dette til grunn, viser våre analyser at CO_2-avgiften må være minst 2 000 kr/tonn CO_2 for at eksempelvis konverteringstiltak (fra olje og gass til fornybare alternativer) blir lønnsomme nok til at virksomhetene gjennomfører dem.

Et mer treffsikkert virkemiddel for å redusere utslippene fra stasjonær forbrenning kan være et varsel om forbud mot forbrenning av fossile brensler. For et fåtall industribedrifter med stasjonær forbrenning vil en overgang til fornybare alternativer være svært vanskelig å gjennomføre. Et eventuelt forbud kan derfor suppleres med at forurensningsmyndigheten etter søknad kan gi tillatelse til bruk av fossilt brensel.

Prosessutslippene kommer fra en rekke ulike produksjonsprosesser, og er forskjellige fra virksomhet til virksomhet. Et mulig virkemiddel for å skape et økonomisk insentiv for å redusere prosessutslipp er å innføre CO_2-avgift for bruk av kull, koks og petrolkoks, og å legge avgift på lystgassutslipp. En del av disse prosessutslippene er vanskelige å redusere, og det kan være behov for helt ny teknologi og nye prosesser. I slike tilfeller vil en avgift være en merkostnad for virksomhetene som det, uten ny teknologi, ikke er mulig å gjøre utslippsreduserende tiltak for å unngå.

I og med at den enkelte virksomhets prosessutslipp er særegne, kan det det være hensiktsmessig med virkemidler som kan tilpasses forholdene i den enkelte virksomheten. Dermed kan man i takt med teknologiutvikling innfase nye krav til utslippsreduserende tiltak når dette er mulig. Forurensningsloven gir hjemmel til å regulere CO_2-utslipp. Forurensningsmyndigheten kan i forskrift eller enkeltvedtak innføre krav om klimaledelse, stille krav om tilrettelegging for klimavennlige løsninger ved nyetableringer/større utbygginger og stille krav om å utrede klimatiltak. Forurensningsmyndigheten kan også i tillatelsene til de enkelte virksomhetene i større grad enn i dag sette utslippsgrenser for klimagasser.

Av andre virkemidler kan offentlige anskaffelser bidra til å gi en omlegging gjennom kravstilling i enkelte bransjer. Dette gjelder for eksempel for asfaltproduksjon, hvor det offentlige er den største kunden. For å sikre omstilling til lavutslippsteknologi i industrien vil også virkemidler som fremmer forskning og utvikling av ny prosessteknologi fortsatt være viktig. I Klimastrategi for 2030[336] framgår det at regjeringen vil videreføre satsingen på forskning og utvikling, implementering og spredning av lavutslippsteknologi.

[335] Vi bruker her begrepet privatøkonomiske analyser både for tiltak som gjennomføres av privatpersoner og av virksomheter (bedriftsøkonomiske analyser).

[336] Meld. St. 41 (2016–2017). Klimastrategi for 2030 – norsk omstilling i europeisk samarbeid. Klima- og miljødepartementet.

Mulige utslippsreduksjoner i perioden 2021-2030

Basert på de utredede tiltakene er det i løpet av perioden 2021-2030 mulig å redusere de ikke-kvotepliktige utslippene fra industrien med 2,7 millioner tonn CO_2-ekvivalenter. Dersom alle tiltakene gjennomføres vil utslippene fra ikke-kvotepliktig industri være 65 prosent lavere i 2030 enn de var i 2005.

Tabell A 28. Oversikt over utredede tiltak i ikke-kvotepliktig industri.

Tiltak		Utslippsreduksjoner 2021-2030 (mill. tonn CO_2-ekv.)	Kostnadskategori (kr/tonn CO_2-ekv.)
Energieffektivisering og varmegjenvinning (utslipp fra stasjonær forbrenning)			
I01	Energieffektivisering i annen industri og bergverk	0,30	< 500 kr/tonn
Konvertering fra fossile brensler til fornybare energikilder (utslipp fra stasjonær forbrenning)			
I02	Konvertering til elkraft i annen industri og bergverk	0,61	500-1500 kr/tonn
I03	Konvertering til biobrensel i annen industri og bergverk	0,15	500-1500 kr/tonn
I04	Konvertering til fjernvarme i annen industri og bergverk	0,02	< 500 kr/tonn
I05	Konvertering til hydrogen i annen industri og bergverk	0,01	> 1500 kr/tonn
I06	Konvertering til fast biomasse i asfaltindustrien	0,52	< 500 kr/tonn
I07	Konvertering i metallurgisk industri	0,11	500-1500 kr/tonn
I08	Konvertering i kjemisk industri	0,08	500-1500 kr/tonn
Ny teknologi og fornybare reduksjonsmidler (prosessutslipp)			
I09	Økt andel trekull i silisiumkarbidindustrien	0,04	< 500 kr/tonn
I10	Reduserte lystgassutslipp fra kunstgjødselproduksjon	0,83	< 500 kr/tonn
Samlet potensial for utslippsreduksjon (2021-2030)		**2,67**	
	Nulltiltak*	0,45	< 500 kr/tonn
Forventede utslipp i referansebanen (2021-2030)		**10,53 mill. tonn CO_2-ekv.**	

* *Tiltak ved REC Solar (utløses av dagens virkemidler)*

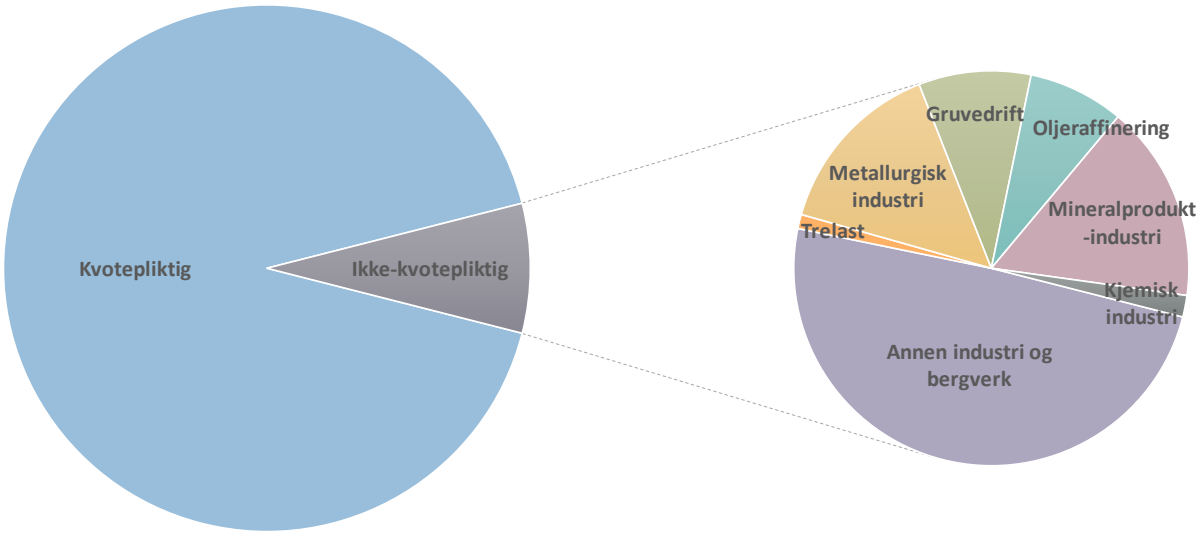
8.2 Utslipp fra industri – bransje for bransje

8.2.1 Ikke-kvotepliktige utslipp fra industri

Totalt sto norsk landbasert industri i 2018 for utslipp tilsvarende tolv millioner tonn CO_2-ekvivalenter. Rundt 90 prosent av disse utslippene var omfattet av EUs kvotesystem (EU ETS) (Figur A 67). Ikke-kvotepliktige utslipp fra industrien var i 2018 i underkant av én million tonn CO_2-ekvivalenter. Ifølge

statistikk fra SSB var det per 1. januar 2019 i overkant av 22 700[337] virksomheter i industrien, men ikke alle har utslipp av klimagasser. Rundt 90 av disse virksomhetene har kvotepliktige utslipp.

Ikke-kvotepliktige klimagassutslipp fra industrien kommer både fra virksomheter som ikke er kvotepliktige og fra kvotepliktige virksomheter som har enkelte utslipp som ikke er omfattet av kvoteplikt. Det aller meste av klimagassutslipp fra store industribedrifter i Norge er kvotepliktig, som følge av at de kommer fra en av de kvotepliktige aktivitetene som framgår av klimakvoteforskriften § 1-1[338].



Figur A 67. Fordeling mellom kvotepliktige og ikke-kvotepliktige industriutslipp i 2018.

Et stort antall mindre virksomheter og fem store

Ikke-kvotepliktige utslipp fra industri kommer fra et stort antall ulike virksomheter. Det er ofte små utslippskilder i de enkelte virksomhetene.

Selv om ikke-kvotepliktige utslipp stort sett kommer fra små punktutslipp, er det enkelte virksomheter som har større utslipp som ikke er omfattet av kvoteplikten. Det er spesielt fem virksomheter vi finner grunn til å nevne, og som alle årlig har ikke-kvotepliktige utslipp på over 15 000 tonn CO_2-ekvivalenter. Disse fem er: Yara Porsgrunn (kunstgjødselfabrikken), Fiven Norge Lillesand, REC Solar, Hydro Aluminium Holmestrand og Elkem Carbon.

En mer detaljert beskrivelse av de ulike industribransjene finnes i kapittel 8.2.2.

Stasjonær forbrenning og prosessutslipp

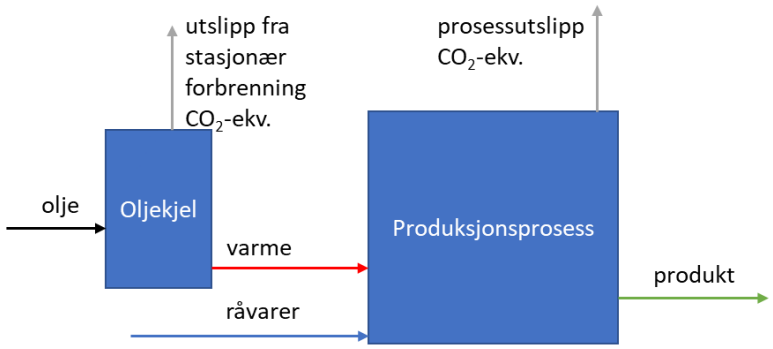
Klimagassutslippene fra industri er delt inn i to hovedtyper i utslippsregnskapet, utslipp fra stasjonær forbrenning og prosessutslipp, se Faktaboks A 21.

[337] SSB (2019). Virksomheter. 30.01.19.
[338] Klimakvoteforskriften (FOR-2004-12-23-1851).

Stasjonær forbrenning og prosessutslipp

Stasjonær forbrenning: Forbrenning av brensler for andre formål enn transport. For industri med ikke-kvotepliktige utslipp gjelder dette hovedsakelig bruk av olje og gass til varmeproduksjon i kjeler og til direktefyring i prosesser. Varmen brukes inn i de ulike produksjonsprosessene.

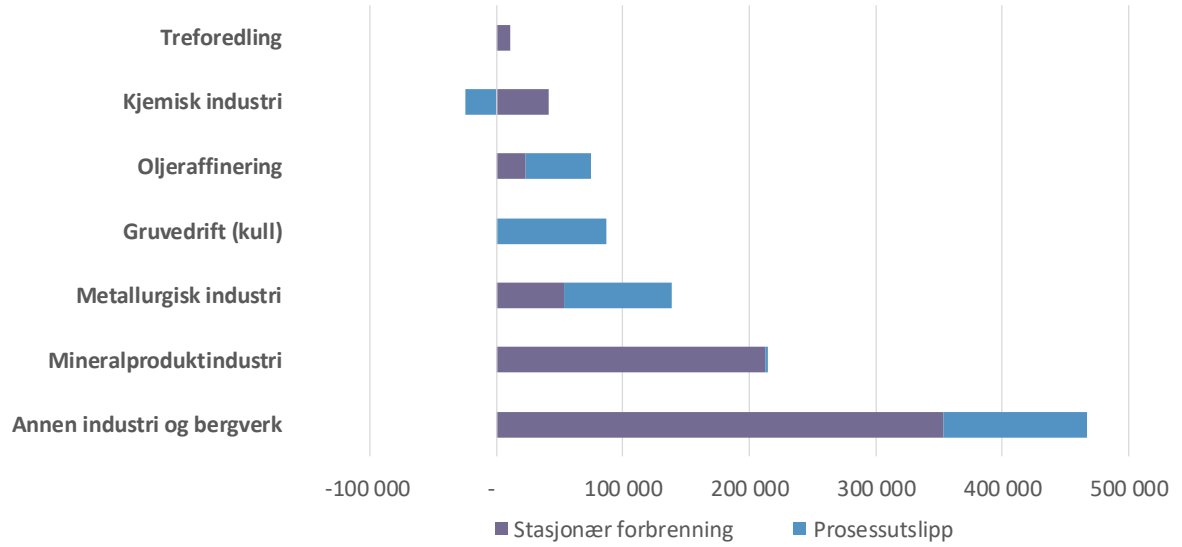
Prosessutslipp: Utslipp som kommer direkte fra industrielle prosesser, altså ikke fra energiproduksjon. Blant annet har metallurgisk, kjemisk og mineralsk industri produksjonsprosesser som innebærer kjemiske reaksjoner med råvarer (for eksempel kull, råfosfat, kalkstein og malm) som gir utslipp av klimagasser som CO_2 og N_2O (lystgass). I tillegg kommer det også en del diffuse utslipp fra industrielle prosesser. Dette er utslipp av klimagasser som metan og NMVOC (flyktige organiske forbindelser unntatt metan) ved lekkasjer fra ventiler, rør og liknende på prosessanlegg.



Faktaboks A 21. Stasjonær forbrenning og prosessutslipp.

8.2.2 Utslipp fra syv ulike industribransjer

Ikke-kvotepliktige utslipp fra industri er fordelt på følgende syv bransjer i utslippsregnskapet: Annen industri og bergverk, mineralproduktindustri, kjemisk industri, gruvedrift, oljeraffinering, metallurgisk industri og treforedling. Det er store forskjeller mellom bransjene når det gjelder fordelingen mellom utslipp fra stasjonær forbrenning og produksjonsprosesser (Figur A 68).



Figur A 68. Utslipp fra stasjonær forbrenning og prosessutslipp i 2018 fordelt på de ulike industribransjene med ikke-kvotepliktige utslipp.[339]

[339] De negative prosessutslippene for kjemisk industri er en følge av bokføringsregler i utslippsregnskapet. Dette er nærmere forklart i delkapittelet om kjemisk industri.

Annen industri og bergverk

Annen industri og bergverk er den største grupperingen av industribransjer, både i antall virksomheter og totale ikke-kvotepliktige utslipp. I 2018 kom 49 prosent av ikke-kvotepliktige industriutslipp fra disse virksomhetene. Dette er en samlepost i utslippsregnskapet, og omfatter i underkant av 17 000 virksomheter. Av disse er 95 prosent små virksomheter med 50 eller færre ansatte. Virksomhetene kan kategoriseres i seks forskjellige bransjer: næringsmiddelindustri, vareproduksjon, bergverk, tekstilindustri, trelast og reparasjon og installasjon.

Stasjonær forbrenning

I 2018 kom rundt 75 prosent av utslippene fra annen industri og bergverk fra stasjonær forbrenning, og de fleste virksomhetene har kun slike utslipp. Næringsmiddelindustrien står for rundt 70 prosent av utslippene fra stasjonær forbrenning. Disse kommer fra bruk av fossile brensler til ulike termiske prosesser som for eksempel oppvarming, varmebehandling, dampproduksjon og tørking. Utslipp fra stasjonær forbrenning fra vareproduksjon står for rundt 20 prosent av utslippene fra stasjonær forbrenning i annen industri og bergverk. Bergverk, tekstilindustri, trelast og reparasjon og installasjon står til sammen for de resterende 10 prosentene.

Prosessutslipp

De resterende 25 prosent av utslippene fra annen industri og bergverk er prosessutslipp. Disse kommer fra ulike prosesser hvor CO_2 benyttes som innsatsmiddel, for eksempel fra bryggerier som benytter CO_2 i sin produksjon, men også CO_2 til bruk i veksthus, og til rensing av vann og liknende. I tillegg er det noe utslipp av CO_2 fra produksjon av brød, øl og andre produkter som gjærer. Sistnevnte utslipp er CO_2 som egentlig stammer fra produksjon i kjemisk industri, men som blir brukt videre i annen industri og bergverk. Dette er en bokføringsregel i utslippsregnskapet. Les mer om dette i delkapittelet *Kjemisk industri*. Samlet var disse prosessutslippene på 113 000 tonn CO_2 i 2018.

Tiltak

Norsk Energi har utredet utslippsreduserende tiltak knyttet til stasjonær forbrenning fra annen industri og bergverk. Tiltakene inkluderer energieffektivisering, varmegjenvinning og konvertering til fornybare energibærere. Tiltakene er nærmere beskrevet i kapittel 8.4. Prosessutslippene fra annen industri og bergverk ble av Norsk Energi vurdert som vanskelige å redusere, og var ikke en del av utredningen. Vi har heller ikke utredet tiltak for disse prosessutslippene.

Mineralproduktindustrien

Mineralproduktindustrien er den nest største bransjen hva gjelder ikke-kvotepliktige utslipp fra industri. I 2018 sto denne bransjen for 16 prosent av ikke-kvotepliktige industriutslipp. I hovedsak stammer utslippene i denne bransjen fra asfaltproduksjon, men også noe fra produksjon av betong-, keramikk- og glassprodukter.

Stasjonær forbrenning

Så å si alle utslipp i denne bransjen stammer fra stasjonær forbrenning. Det er utslipp fra asfaltproduksjon som er den største kilden.

Prosessutslipp

Prosessutslippene fra mineralproduktindustrien utgjør bare rundt 1 prosent av utslippene fra denne bransjen. Dette er en restmengde av importert soda (natriumkarbonat).

Tiltak

Vi har utredet tiltak på konvertering til pellets til bruk i stasjonær forbrenning for asfaltindustrien. Tiltaket er basert på to prosjekter, hos Veidekkes asfaltfabrikker i Moss og Stange, som er støttet av

Enova. Tiltaket går ut på at denne konverteringen også gjennomføres i de rundt 80 resterende asfaltverkene i Norge.

Metallurgisk industri

Metallurgisk industri sto i 2018 for i underkant av 15 prosent av de ikke-kvotepliktige industriutslippene. Utslippene kommer fra produksjon av jern, stål, ferrolegeringer, aluminium, anoder og andre metaller.

Stasjonær forbrenning

Rundt 40 prosent av utslippene fra denne bransjen stammer fra stasjonær forbrenning, av LPG, lett fyringsolje og propan. Hydro i Holmestrand, som produserer valsede aluminiumsprodukter, bruker LPG i sine støperi og lakkanlegg, og er en av virksomhetene med størst ikke-kvotepliktige utslipp.

Prosessutslipp

Om lag 60 prosent av ikke-kvotepliktige utslipp fra metallurgisk industri er prosessutslipp. Av disse utgjør utslipp fra bruken av antrasitt som reduksjonsmiddel for produksjon av nytt silisium i REC Solars solcelleproduksjon over halvparten. Elkem Carbons produksjon av karbonelektrodematerialer, fôringsmaterialer og spesialiserte karbonprodukter er også en stor punktkilde for prosessutslipp i denne bransjen. Utslippene kommer fra fakling av avgass fra kalsinering av antrasitt og petrolkoks.

Tiltak

Basert på Norsk Energis utredning av konverteringstiltak for annen industri og bergverk, har vi laget et samletiltak på konvertering av stasjonær forbrenning i metallurgisk industri til fornybare alternativer. Vi har også utredet et tiltak på gjenbruk av spon fra solcelleproduksjon i produksjonen til REC Solar[340] som vil redusere prosessutslippene deres. Tiltaket er basert på et prosjekt som er støttet av Enova.

Kjemisk industri

Kjemisk industri sto i 2018 totalt oppført med to prosent av de ikke-kvotepliktige utslippene fra industri. Det tilsvarer rundt 17 000 tonn CO_2-ekvivalenter i utslippsregnskapet. I praksis var imidlertid utslippene fra denne bransjen i 2018 på 208 000 tonn CO_2-ekvivalenter. Årsaken til at de totale utslippene til slutt ikke vises som mer enn 17 000 tonn CO_2-ekvivalenter i denne bransjen, er at det også er et negativt utslipp av CO_2 som er ført under kunstgjødselproduksjonen. I 2018 var dette negative utslippet på -191 000 tonn CO_2. Dette skyldes bokføringsregler i utslippsregnskapet. I regnskapet inkluderes utslipp fra Yara Porsgrunn, unntatt CO_2 som regnes som et produkt (altså til videre bruk), i kjemisk industri. De kvotepliktige utslippene fra Yara er i sin helhet ført under kvotepliktige utslipp fra kunstgjødsel. Ikke-kvotepliktig utslipp fra kjemisk industri beregnes som forskjellen mellom utslippene inkludert i utslippsregnskapet minus de kvotepliktige utslippene og blir da nesten tilsvarende CO_2 som produkt, med negativt fortegn. Utslippene fra faktisk bruk av CO_2 som produkt blir ført andre steder i utslippsregnskapet, som under næringsmiddelindustrien, som er beskrevet i delkapittelet *Annen industri og bergverk*. Dette gjør at total mengde ikke-kvotepliktige utslipp stemmer.

Stasjonær forbrenning

Stasjonær forbrenning av olje og gass i kjemisk industri utgjorde i overkant av 40 000 tonn CO_2-ekvivalenter i 2018.

[340] Enova.no (2019). Solcelle-nyvinning får 110 millioner. 17.09.19.

Prosessutslipp

Prosessutslippene kommer i hovedsak fra to større virksomheter, i tillegg til en del diffuse utslipp fra petroleumsbasert kjemisk virksomhet. I underkant av 88 000 tonn CO_2-ekvivalenter kommer fra kunstgjødselproduksjon fra Yara Porsgrunn, som ikke er en kvotepliktig aktivitet. Av disse fordeler 63 000 tonn CO_2-ekvivalenter seg på utslipp av lystgass, mens de resterende 25 000 tonn CO_2-ekvivalentene er fra utslipp av CO_2 knyttet til kunstgjødselproduksjon. Fiven Norge Lillesand hadde CO_2-utslipp på 54 000 tonn i 2018 fra bruk av petrolkoks som reduksjonsmiddel i silisiumkarbidproduksjonen. Diffuse utslipp av metan og NMVOC fra lekkasjer i rør og utstyr og fra punktkilder i petroleumsbasert kjemisk virksomhet utgjorde i 2018 rundt 17 000 tonn CO_2-ekvivalenter.

Tiltak

Basert på Norsk Energis utredning av konverteringstiltak for annen industri og bergverk har vi laget et samletiltak på konvertering av stasjonær forbrenning i kjemisk industri til fornybare alternativer. Vi har også utredet tiltak for reduserte lystgassutslipp fra kunstgjødselproduksjon på Yara Porsgrunn. Tiltaket består i å bygge et renseanlegg som ved hjelp av å tilsette ozon til avgassen fra kunstgjødselprosessen, kan redusere utslippene av lystgass betydelig. I tillegg har vi et mindre tiltak på økt bruk av trekull i silisiumkarbidindustrien.

Gruvedrift (kull)

Gruvedrift sto i 2018 for omtrent åtte prosent av ikke-kvotepliktige industriutslipp. Utslippene i denne bransjen er fra gruvevirksomheten på Svalbard. Alle utslipp fra gruvedrift på Svalbard regnes inn under det norske utslippsregnskapet.

Stasjonær forbrenning

Det er ikke utslipp fra stasjonær forbrenning for gruvedrift.

Prosessutslipp

Det meste av prosessutslipp er diffuse utslipp av metan fra gruvene. I 2018 var utslippene herfra på 87 000 tonn CO_2-ekvivalenter. I 2017 var utslippene på 81 000 tonn CO_2-ekvivalenter. I 2017 stammet 2 000 tonn CO_2-ekvivalenter fra gruver drevet av Store Norske Spitsbergen Kulkompani AS (Store Norske), 25 000 tonn CO_2-ekvivalenter fra gruver drevet av det statseide russiske selskapet Trust Arktikugol og 54 000 tonn CO_2-ekvivalenter var diffuse utslipp fra allerede nedlagte gruver. Vi har ikke denne beregnede fordelingen for tallene for 2018 ennå.

Tiltak

Vi har ikke utredet noen tiltak for reduksjon av utslipp fra selve gruvedriften på Svalbard, men viser til tiltaket *Erstatte kullkraft med fornybar energi i Longyearbyen* i kapittel 10, som omhandler konvertering fra kull til pellets i kraftvarmeverket.

Treforedling

Treforedling sto i 2018 for rett i overkant av én prosent av ikke-kvotepliktige industriutslipp, eller rundt 11 000 tonn CO_2-ekvivalenter. Som følge av at de største treforedlingsbedriftene er kvotepliktige, kommer de ikke-kvotepliktige utslippene fra en rekke mindre treforedlingsbedrifter.

Stasjonær forbrenning

De ikke-kvotepliktige utslippene fra treforedling kommer fra stasjonær forbrenning av olje og gass.

Prosessutslipp

Det er ingen ikke-kvotepliktige prosessutslipp fra treforedling.

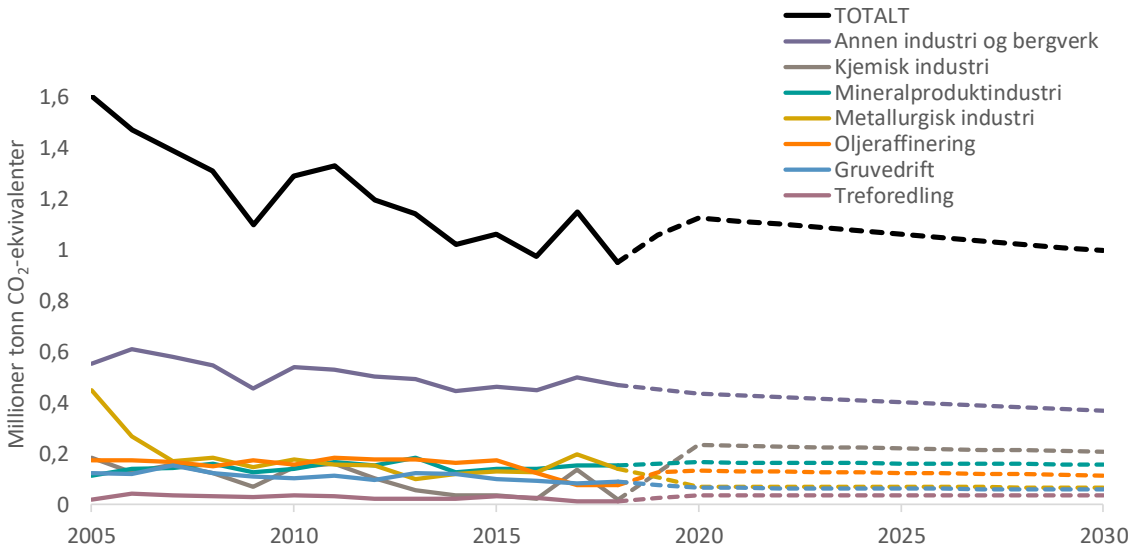
Tiltak

Konvertering fra fossile til fornybare alternativer er trolig en mulighet for treforedlingsindustrien, men dette er ikke utredet nærmere.

8.3 Forventede utslipp fram mot 2030

8.3.1 Referansebanen er svakt nedadgående fra 2020

Utslippene fra ikke-kvotepliktig industri er redusert fra i overkant av 1,6 millioner tonn CO_2-ekvivalenter i 2005 til 1 million tonn CO_2-ekvivalenter i 2018. Utslippsreduksjonen er primært knyttet til effektivisering av prosesser, energioptimalisering og konvertering fra olje til gass og fornybare energikilder. Noen nedleggelser av virksomheter har også bidratt til denne nedgangen.



Figur A 69. Referansebanen for ikke-kvotepliktige utslipp fra industri.

Referansebanen fra NB2020 viser en jevn reduksjon i årene 2020 til 2030. I 2030 er ikke-kvotepliktige utslipp i referansebanen beregnet til rundt 1 050 000 tonn CO_2-ekvivalenter. Det er høyere enn utslippene var i 2018. Figur A 69 viser at det ligger inne en økning spesielt i kjemisk industri fram til 2020 i referansebanen. Mye av denne økningen skyldes en forventet økning i utslipp fra petrokjemisk industri.

8.3.2 Nullalternativet – vår tolkning av referansebanen

Nedgangen i utslipp i referansebanen fra 2020 og utover, tilsvarer en årlig reduksjon på i underkant av to prosent. Det er ikke presisert hvilke tiltak som utløser disse utslippsreduksjonene. Ved å dele opp referansebanen i stasjonær forbrenning og prosessutslipp, framgår det at det meste av denne reduksjonen er forventet å komme fra stasjonær forbrenning, mens prosessutslippene bare reduseres med rundt en halv prosent årlig. Vi har lagt til grunn at det meste av reduksjonen i referansebanen skyldes energieffektivisering, men også at noe skyldes konvertering av fossile brensler til fornybare alternativer. Denne tolkningen er "nullalternativet" som tiltakene justeres mot for å sikre at vi ikke har med tiltak som allerede er inkludert i utslippsframskrivingene.

8.4 Utslippsreduserende tiltak

8.4.1 Stasjonær forbrenning – et betydelig potensial for utslippsreduksjoner

Ifølge utredningen fra Norsk Energi kan energieffektivisering, varmegjenvinning og konvertering fra fossile brensler til fornybare energibærere kutte utslippene fra stasjonær forbrenning i annen industri og bergverk med ca. 95 prosent. Ved sammenstilling av tiltakene har Norsk Energi forutsatt at tiltakene gjennomføres i den rekkefølgen som er illustrert i Figur A 70, altså at isolering skjer først, og konverteringstiltakene til slutt. Det er forutsatt at energiledelse allerede er gjennomført der dette har vært et krav.

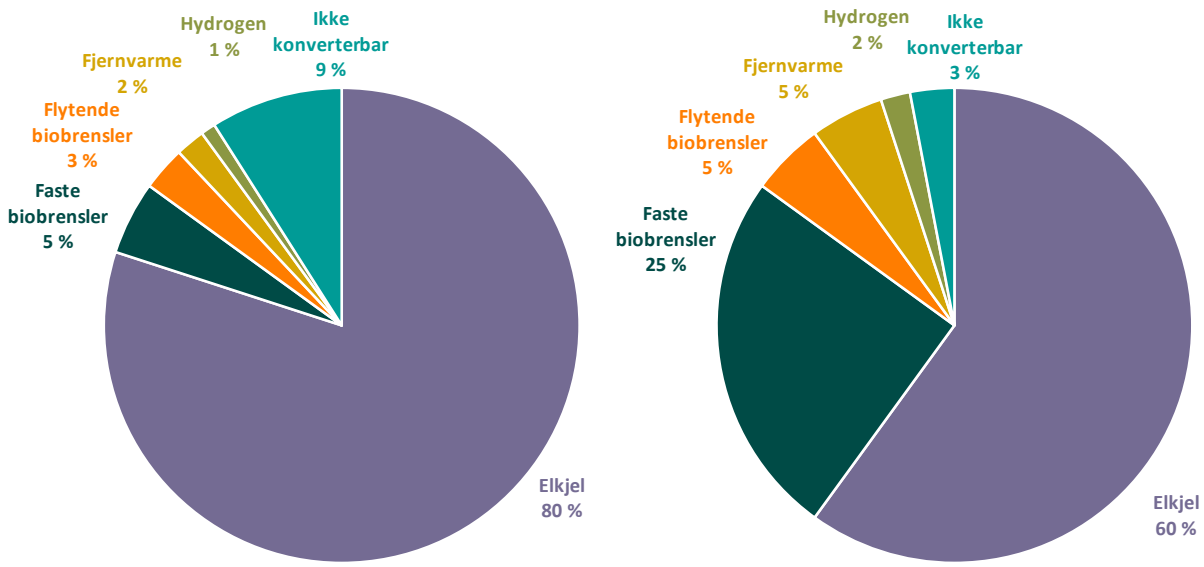


Figur A 70. Prioritert rekkefølge for gjennomføring av tiltak.

For konverteringstiltakene har Norsk Energi antatt en fordeling mellom ulike fornybare alternativer ut fra hva virksomhetene selv ville valgt å bytte til per i dag, men har også anslått hva som er teknisk mulig. Ettersom det er utfordringer knyttet til økt bruk av biomasse, har vi lagt til grunn at der det er teknisk mulig konverterer virksomhetene til elektrisitet framfor å gå over til biobrensel. En grundigere drøfting rundt bruk av biomasse finnes i kapittel 3.3 *Landarealer og bruk av biomasse i klimatiltak*.

Andel virksomheter som konverterer til hver av de ulike fornybare alternativene i tiltakene vi har utredet, er vist i Figur A 71. Tallene er basert på vurderinger gjort av Norsk Energi i deres utredning, hvor det ble anslått at elkraft vil kunne erstatte 40 til 80 prosent av det stasjonære energiforbruket i bransjen. DNV GL[341] har vurdert reduksjonspotensialet ved elektrifisering av sektoren til ca. 70 prosent. Vi har i våre tiltak lagt til grunn at 80 prosent av virksomhetene som benytter olje konverterer til elektrisitet, og at 60 prosent av virksomhetene som i dag benytter gass gjør det samme.

[341] DNV GL (2017). Kartlegging av muligheter for reduksjon av ikke-kvotepliktig utslipp gjennom elektrifisering i utvalgte sektorer. Rapportnr 2017-1193. Oppdragsrapport for Energi Norge AS.



Figur A 71. Andel av virksomhetene som konverterer fra henholdsvis olje (venstre) og gass (høyre) til de forskjellige fornybare alternativene.

Vi har utredet tiltak for konvertering fra bruk av olje og gass til fornybare alternativer også for stasjonær forbrenning i metallurgisk industri og kjemisk industri, basert på utredningen fra Norsk Industri. Vi har da benyttet de samme antagelsene om hvor stor andel av virksomhetene som bytter til hver av de fornybare energibærerne, som vist i Figur A 71.

8.4.2 Prosessutslipp - mer krevende å få til utslippsreduksjoner

Prosessutslipp, som for eksempel utslipp fra bruk av kull, koks og petrolkoks i prosesser, lystgass, diffuse utslipp av metan og CO_2 fra bryggerier, kan også reduseres. En del av utslippene er imidlertid mer krevende å kutte enn utslipp fra stasjonær forbrenning. Årsaken til dette er at utslippene kommer direkte fra de industrielle prosessene og det vil ofte kreve store endringer, for eksempel helt ny prosessteknologi, å fjerne utslippene. Vi har derfor ikke utredet tiltak som kan redusere prosessutslipp i samme omfang.

8.4.3 Oversikt over tiltakene som er utredet

Tiltakene innenfor annen industri og bergverk er utredet av Norsk Energi i 2018, og kan overordnet kategoriseres som energieffektiviserings- og konverteringstiltak.

Vi har tatt utgangspunkt i antakelsene og utregningene som Norsk Energi har brukt i sin utredning av konverteringstiltak, til å lage tilsvarende konverteringstiltak for metallurgisk og kjemisk industri. Tiltak for konvertering til fast biomasse for produksjon av asfalt i mineralproduktindustrien er en oppskalering for hele bransjen basert på to Enova-støttede prosjekter. Tiltaket for gjenbruk av sagspon i solcelleproduksjon i metallurgisk industri er et enkelttiltak ved REC Solar, basert på et prosjekt hos virksomheten som har fått støtte fra Enova. Tiltaket for økt andel av trekull til produksjon av silisiumkarbid i kjemisk industri er en videreføring av tiltak fra Klimakur 2020. Reduserte utslipp av N_2O (lystgass) fra kunstgjødselproduksjon, også det i kjemisk industri, er basert på et pågående prosjekt ved Yara Porsgrunn.

Tabell A 29 oppsummerer tiltakene som er utredet, samlet utslippsreduksjonspotensial i perioden 2021-2030 samt gjennomsnittlige tiltakskostnader.

Tabell A 29. Oversikt over utredede tiltak. i ikke-kvotepliktig industri.

Tiltak		Utslippsreduksjoner 2021-2030 (mill. tonn CO_2-ekv.)	Kostnadskategori (kr/tonn CO_2-ekv.)
Energieffektivisering og varmegjenvinning (utslipp fra stasjonær forbrenning)			
I01	Energieffektivisering i annen industri og bergverk	0,30	< 500 kr/tonn
Konvertering fra fossile brensler til fornybare energikilder (utslipp fra stasjonær forbrenning)			
I02	Konvertering til elkraft i annen industri og bergverk	0,61	500-1500 kr/tonn
I03	Konvertering til biobrensel i annen industri og bergverk	0,15	500-1500 kr/tonn
I04	Konvertering til fjernvarme i annen industri og bergverk	0,02	< 500 kr/tonn
I05	Konvertering til hydrogen i annen industri og bergverk	0,01	> 1500 kr/tonn
I06	Konvertering til fast biomasse i asfaltindustrien	0,52	< 500 kr/tonn
I07	Konvertering i metallurgisk industri	0,11	500-1500 kr/tonn
I08	Konvertering i kjemisk industri	0,08	500-1500 kr/tonn
Ny teknologi og fornybare reduksjonsmidler (prosessutslipp)			
I09	Økt andel trekull i silisiumkarbidindustrien	0,04	< 500 kr/tonn
I10	Reduserte lystgassutslipp fra kunstgjødselproduksjon	0,83	< 500 kr/tonn
Samlet potensial for utslippsreduksjon (2021-2030)		**2,67**	
	Nulltiltak*	0,45	< 500 kr/tonn
Forventede utslipp i referansebanen (2021-2030)		**10,53 mill. tonn CO_2-ekv.**	

* *Tiltak ved REC Solar (utløses av dagens virkemidler)*

8.4.4 Tiltakskostnadene er relativt lave

Mange av de utredede tiltakene er ifølge våre analyser allerede samfunns- og privatøkonomisk lønnsomme eller har lave tiltakskostnader (< 500 kr/tonn). For mer om disse beregningene se tiltaksark i vedlegg I. Innfasingstakten for tiltakene vil kunne påvirke kostnadene noe. For eksempel kan det redusere kostnadene å fase inn konverteringstiltakene gradvis over tid, slik at virksomhetene for eksempel bytter energibærer fra olje til elektrisitet først når oljekjelene har nådd forventet levetid og uansett ville blitt erstattet. Det kan også være enkelte kostnader virksomhetene vil møte som ikke er kvantifisert, for eksempel medgått arbeidstid til implementering, endrede rutiner eller nedprioritering av andre arbeidsoppgaver i virksomhetene for å frigjøre tid.

8.5 Barrierer og virkemidler

8.5.1 Dagens virkemidler

Avgifter – ikke avgift på bruk av kull, koks og petrolkoks eller utslipp av lystgass og metan

Industrivirksomheter betaler per i dag CO_2-avgift for bruk av mineralolje, naturgass og LPG, med enkelte unntak. Per 1. januar 2018 tilsvarer den generelle satsen 500 kroner per tonn CO_2-ekvivalenter. Avgiftenes formål er å bidra til kostnadseffektive reduksjoner i utslipp av klimagassen CO_2. Se mer om CO_2-avgift på mineralprodukter i kapittel 3.6.3.

Det er per i dag ikke CO_2-avgift på utslipp fra kull, koks og petrolkoks, og det er heller ikke avgift på utslipp av lystgass og metan.

Forurensningsloven – energiledelse og teknologikrav

Det er i dag rundt 750 industrivirksomheter med tillatelse etter forurensningsloven fra Miljødirektoratet eller fylkesmannen. I gjeldende tillatelser er klimagassutslipp bare unntaksvis særskilt regulert, som for eksempel lystgassutslipp fra kunstgjødselproduksjonen hos Yara Porsgrunn. Utslipp av klimagasser må ellers anses å være tillatt i gjeldende tillatelser etter forurensningsloven, i og med at slike utslipp er en kjent og påregnelig del av industrivirksomhet.

I tillatelsene etter forurensningsloven framgår det at virksomhetene plikter å redusere forurensning så langt som mulig uten urimelige kostnader, og at utskiftning av utstyr må tilfredsstille prinsippet om bruk av beste tilgjengelige teknikker (BAT). Dette innebærer at virksomheter med tillatelse etter forurensningsloven har en plikt til å redusere ikke-kvotepliktige klimagassutslipp så langt som mulig og at nytt utstyr må tilfredsstille BAT hva gjelder ikke-kvotepliktige klimagassutslipp.

Så å si alle virksomheter med flere utslippskilder og større utslipp har i dag krav i tillatelsen om å etablere system for energiledelse. Kravet innebærer at virksomhetene skal ha en kontinuerlig, systematisk og målrettet vurdering av tiltak som kan iverksettes for å oppnå en mest mulig energieffektiv produksjon og drift. Virksomheten vurderer selv om de vil gjennomføre tiltak og setter sine egne mål. Systemet skal inngå i bedriftens internkontroll (styringssystem) og følge prinsippene og metodene angitt i Norsk standard for energiledelse (NS 50 001:2011).

I forbindelse med større tekniske endringer, produksjonsøkninger og nyetableringer har Miljødirektoratet i noen saker stilt krav om å redegjøre for klimaeffekter og mulige langsiktige lavutslippsløsninger for virksomheten.

Støtte fra Enova til energi- og klimasatsninger i industrien

Enovas program "Energi- og klimasatsninger i industrien"[342] skal bidra til at energi- og klimaeffektive løsninger blir mer tilgjengelige i markedet, og at de tas i bruk hurtigere og i større omfang enn de ellers ville blitt. Industrivirksomhetene kan søke om støtte innen ulike temaer. Det lyses ut minimum tre tema per søknadsfrist. For satsningene i 2020 er spillvarmeutnyttelse (støtte til varmepumper prioriteres) og utfasing av fossil varme (til fast biobrensel og varmepumper) satt som tema som vil gjelde for alle de tre utlysningene/søknadsfristene. I tillegg er elektrifisering av fossilt drevne mekaniske arbeidsprosesser annonsert for søknadsfristen 31. januar 2020. Virksomhetene kan få støtte til en andel av merkostnaden ved å ta i bruk mer energi- og klimavennlige løsninger. Søknadene konkurrerer om midlene og rangeres etter blant annet kostnadseffektivitet (kWh/kr eller CO_2/kr).

[342] Enova.no. Energi- og klimasatsinger i industrien. Støtteordning.

8.5.2 Barrierer for reduserte utslipp fra stasjonær forbrenning

De fleste virksomhetene er små, med under 50 ansatte. I de fleste tilfeller er det langt færre ansatte enn det også. I tillegg er det enkelte større virksomheter. Med få ansatte kan det være vanskelig å prioritere selv lønnsomme klimatiltak som energieffektivisering, så lenge det ikke er av vesentlig betydning for kjernevirksomheten.

Atferdsbarrierer og ikke-prissatte kostnader

Når det gjelder energieffektiviserings- og varmegjenvinningstiltak som er privatøkonomisk lønnsomme, antar vi at mangel på fokus, kunnskap og kjennskap til muligheter for utslippsreduksjoner er vesentlige atferdsbarrierer for reduksjon av klimagassutslipp. Gjennom erfaringer fra søknadsbehandling ser Enova at energieffektivisering ikke er et prioritert arbeid i konkurranse mot mer produksjons- eller produktrelaterte investeringer.

For store tiltak, som konvertering til fornybare energibærere, er tilbakebetalingstid en faktor. Et konverteringstiltak kan være privatøkonomisk lønnsomt, men likevel ikke bli prioritert. De privatøkonomiske tiltakskostnadene vi har utredet viser at mange av tiltakene blir lønnsomme med en tilbakebetalingstid på mellom fem og ti år. Etter vår erfaring legger industrivirksomheter ofte inn en tilbakebetalingstid på mellom ett og tre år som et krav for å vurdere å gjennomføre et tiltak. Det eksisterer således en nåtidsskjevhet[343] hos virksomhetene, og som følge av dette utsettes eller nedprioriteres tiltak. En slik nedprioritering kan skje også selv om virksomhetene er klar over at tiltakene er både klimamessig og økonomisk gunstige i et lengre perspektiv.

I tillegg til de prissatte kostnadene kan det også være ikke-prissatte kostnader som er lite synlige i en kalkyle. På grunn av slike ikke-prissatte kostnader kan tiltakene være mindre lønnsomme for virksomhetene enn det lønnsomhetsvurderingene tilsier. Slike kostnader kan for eksempel innebære medgått arbeidstid til gjennomføringen av tiltaket, nedprioritering av andre arbeidsoppgaver for å frigjøre tid, eventuelle (tids)kostnader til kursing og opplæring i nye rutiner eller nytt utstyr eller tid som går med til informasjonsinnhenting og planlegging av tiltaket.

For de tiltakene som krever forholdsvis ny teknologi vil det også være tekniske barrierer. Virksomhetene kan være skeptiske til endringer som de tror kan medføre teknologirisiko. Dette kan være tilfelle for de som vurderer å installere for eksempel høytemperaturvarmepumper. Det kan også gjelde virksomheter som vurderer en overgang fra fossile brensler til hydrogen.

Kostnadsbarrierer ved overgang til fornybare energikilder

De fleste av tiltakene som gjelder konvertering fra fossile brensler til fornybare energibærere vil ha en kostnadsbarriere, selv om kostnadene stort sett er relativt moderate. Ved bytte til el-kjel kan framføring av kraft i enkelte tilfeller være kostbart på grunn av høy kostnad for nettilkobling. Ved direkte fyring vil et bytte fra fossilt brensel til elektrisitet også kunne medføre ombygginger og endringer av prosessen. Ved ombygging vil det være både kostnadsbarrierer og tekniske barrierer. En del industribedrifter har allerede installert el-kjeler som deler av eller hele året ikke blir benyttet som hovedkilde fordi elkraft er mer kostbart enn alternativene. Dette gjelder spesielt om vinteren når det er høyere effektledd på nettariffen. For konvertering til biobrensler er også høyere pris på brenselet en kostnadsbarriere.

Begrenset eller manglende infrastruktur

Manglende infrastruktur kan være en barriere ved bytte av energibærer. For eksempel kan begrenset lokal nettkapasitet være en barriere for overgang til elektrisitet. For biobaserte brensler er

[343] At for eksempel umiddelbar kostnad eller nyttetap vektes tyngre i beslutningen enn framtidige besparelser/nyttegevinst, utover vektingen gitt i avkastningskravet. Se mer om dette i kapittel 3.5.3.

distribusjonskapasiteten svak i deler av landet. Overgang til fjernvarme forutsetter at bedriften ligger i umiddelbar nærhet til et fjernvarmenett.

Markedsbegrensninger

For biobaserte brensler og hydrogen vil det være markedsbarrierer som manglende leveransesikkerhet, knapphet på ressursene og sterk konkurranse med andre sektorer. Slike markedsbarrierer fører til usikkerhet rundt pris.

8.5.3 Utslipp fra stasjonær forbrenning - vurdering av mulige virkemidler

CO_2-avgift må betydelig opp for å utløse tiltak

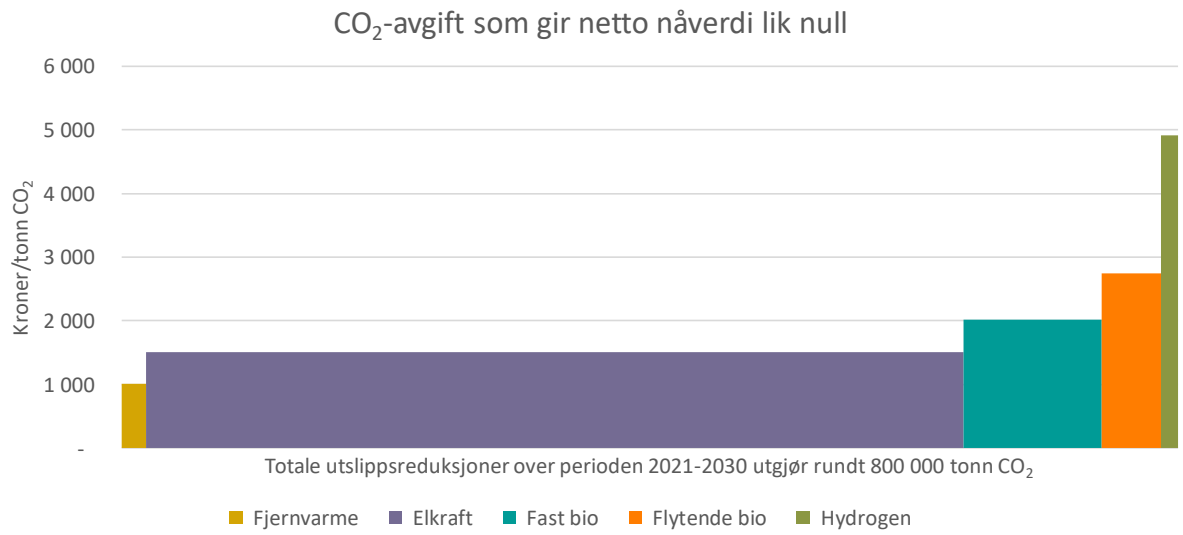
Det varierer hvor store kostnader industrivirksomheter har til innkjøp av brensler til forbrenning. Avgift knyttet til stasjonær forbrenning treffer derfor virksomhetene ulikt. En økning i CO_2-avgiften på utslipp eller innsatsfaktorer vil på kort sikt øke produksjonskostnadene til virksomhetene og gjøre overgang til mindre utslippsintensive løsninger mer lønnsomt. En avgiftsøkning vil være i tråd med prinsippet om at forurenser betaler.

Vi har gjennomført privatøkonomiske analyser[344] både for virksomheter som i dag fyrer med gass og de som fyrer med olje. Analysene er basert på kvantifiserte kostnader. Energieffektiviseringstiltakene er stort sett privatøkonomisk lønnsomme allerede i dag, mens det er knyttet en merkostnad av varierende størrelse til konverteringstiltakene for virksomhetene. Som det framgår under vurderingen av barrierer er det både kostnadsbarrierer og atferdsbarrierer som gjør at disse tiltakene ikke utløses.

Vi har tatt utgangspunkt i virksomheter som i dag fyrer med gass, og kostnadene de vil møte ved en overgang til fornybare alternativer. Dette fordi gass i dag er en rimeligere energibærer enn fyringsolje. Kostnadsgapet ved en overgang til fornybare alternativer som er dyrere, er dermed større dersom man konverterer fra gass. Dermed vil hele potensialet utløses først når konvertering fra gass utløses.

Analysen er gjort i to steg. Først har vi beregnet hvilken CO_2-avgift som skal til for få en positiv netto nåverdi for de ulike konverteringstiltakene. Dette er illustrert i Figur A 72.

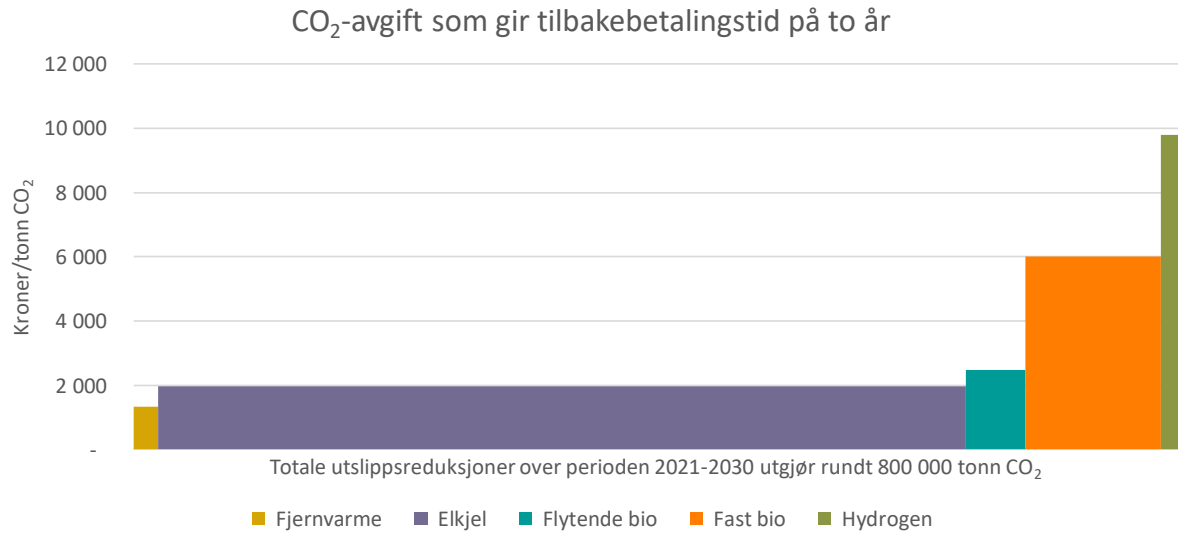
[344] Vi bruker her begrepet privatøkonomiske analyser både for tiltak som gjennomføres av privatpersoner og av virksomheter (bedriftsøkonomiske analyser). Les mer om dette i kapittel 3.2.2.



Figur A 72. Oversikt CO_2-avgift som må til for å få en positiv netto nåverdi ved konvertering fra gass til ulike fornybare alternativer.

Selv om netto nåverdi av tiltakene er positiv i analysen, er tilbakebetalingstiden i mange tilfeller på opp mot ti år. I realiteten er det mange beslutningstakere som ikke gjennomfører tiltak med mindre tilbakebetalingstiden ligger mellom ett og tre år.

Vi har derfor også analysert hvilket avgiftsnivå som skal til for at ulike tiltak blir så lønnsomme at investeringene er tjent inn på to år. Som Figur A 73 viser vil en CO_2-avgift på rundt 2 000 kr/tonn CO_2 kunne gi en tilbakebetalingstid på to år for et konverteringstiltak fra gass til elkjel. Det er et lite potensial i å konvertere til flytende biomasse, men en CO_2-avgift på rundt 2 400 kr/tonn CO_2 vil kunne gjøre en slik investering lønnsom på kort sikt. De relativt sett høyere kostnadene ved ombygging til fast biomasse og hydrogen gjør at CO_2-avgiften må ligge på henholdsvis 6 000 og 10 000 kr/tonn CO_2 for at disse skal tilbakebetales i løpet av to år.



Figur A 73. CO_2-avgift som må til for å få en tilbakebetalingstid på to år på investestering i konvertering fra gass til ulike fornybare alternativer.

Selv om usikkerheten ikke er uvesentlig, er det vår vurdering at dagens avgifter må økes betydelig dersom avgifter alene skal utløse disse tiltakene.

Forbud mot fossil fyring

For å få en forsert overgang til fornybare brensler i industrien i tråd med tiltakene som er utredet, er et mulig virkemiddel et forbud mot fossil fyring for ikke-kvotepliktig industri. Et slikt forbud vil etter vår vurdering være et styringseffektivt og treffsikkert virkemiddel. Basert på Enovas erfaring vil et forbud kunne sette fart i innovasjons- og investeringsviljen.

Det er vedtatt forbud mot bruk av mineralolje til oppvarming av bygninger fra 2020[345]. Et tilsvarende forbud kan innføres for fossil fyring i ikke-kvotepliktig industri i forskrift med hjemmel i forurensningsloven § 9[346]. Et forbud kan utformes slik at det også omfatter bruk av naturgass. For noen få industriprosesser vil en overgang til elektrisitet eller eventuelt biobrensel være svært vanskelig å gjennomføre. Et eventuelt forbud bør derfor suppleres med en mulighet til å søke om særskilt tillatelse til fyring med fossilt brensel. Alternativt, dersom det i tilstrekkelig grad kan spesifiseres hvilke virksomheter som ikke skal være underlagt forbudet, kan det formuleres et unntak for disse i en eventuell forskrift. Dette er forhold som vil måtte utredes nærmere ved en eventuell innføring av et slikt forbud.

Et forbud vil føre til en merkostnad for bedriftene, hovedsakelig knyttet til selve overgangen. Et eventuelt forbud kan derfor vedtas noen år i forkant av ikrafttredelse slik at flest mulig kan bytte energibærer i forbindelse med at de uansett må skifte ut gamle forbrenningsenheter. For å redusere kostnadsbyrden kan man undersøke om det er mulig å supplere et eventuelt forbud med tilskuddsordninger[347], der bedriftene kan søke om å få dekket noe av kostnaden i en overgangsperiode før forbudet innføres. For de virksomhetene som allerede er underlagt regulering og tilsyn, enten gjennom tillatelse etter forurensningsloven § 11 eller forskrift gitt med hjemmel i forurensningsloven, er det grunn til å tro at håndhevingen av forbudet kan legges til myndigheter som allerede fører tilsyn med virksomhetene.

Selv om et slikt forbud vil omfatte mange virksomheter, vil det for den enkelte virksomhet likevel i praksis kun være snakk om å skifte ut den ene energikilden de har med en annen. For noen av virksomhetene kan det i imidlertid i tillegg være behov for ombygginger som medfører høyere kostnader knyttet til energiomleggingen.

Et eventuelt forbud mot fossil fyring vil måtte utredes i tråd med utredningsinstruksen, med en fullstendig konsekvensutredning. I forbindelse med et slikt arbeid er det blant annet sentralt å vurdere hva som eventuelt vil være en hensiktsmessig avgrensning av forbudet.

Støtteordninger

Tilskuddsordninger der industrivirksomheter kan søke om støtte for å bytte fra fossile til fornybare energikilder vil være et mulig virkemiddel for å fase ut deler av det fossile brenselet i industrien. Gjennom en tilskuddsordning kan det for eksempel gis støtte til prosjektering av ombygging for å kunne gå over til elektrisitet som energibærer, selve ombyggingen og/eller støtte til bytte fra fossil kjel til el-kjel. Slike støtteordninger kan innføres alene, men kan også være aktuelt i kombinasjon med økte avgifter eller et forbud mot fossile brensler. Det kan imidlertid være ulovlig statsstøtte å gi

[345] Se Forskrift om forbud mot bruk av mineralolje til oppvarming av bygninger (FOR-2018-06-28-1060).
[346] Et eventuelt forbud må utredes i tråd med Instruks om utredning av statlige tiltak (utredningsinstruksen) (FOR-2016-02-19-184).
[347] I utgangspunktet er det ulovlig med statsstøtte til tiltak som gjennomføres som følge av et forbud eller et varslet framtidig forbud.

tilskudd til tiltak som gjennomføres som følge av et forbud eller et varslet framtidig forbud. Dette må undersøkes dersom man vurderer tilskuddsordning i kombinasjon med et forbud.

Krav om klimaledelse

Klima- og miljødepartementet har i eget oppdrag bedt Miljødirektoratet om å utrede muligheten for å innføre krav om klimaledelse i petroleumssektoren og landbasert industri etter samme prinsipp som energiledelse (både kvotepliktige og ikke-kvotepliktige utslipp). En slik regulering kan skje gjennom tillatelse etter forurensningsloven § 11 eller ved forskrift i medhold av forurensningsloven § 9.

Et krav om klimaledelse er et mulig virkemiddel for å bidra til at virksomheter bryter barrierer for utslippsreduksjoner og gjennomfører utslippsreduserende tiltak. Et slik krav kan fastsettes i forskrift eller tas inn i virksomhetenes tillatelser etter forurensningsloven etter samme prinsipp som energiledelse. Innholdet i kravet kan være en kontinuerlig, systematisk og målrettet vurdering av tiltak som er egnet for å redusere utslippene. Ved en eventuell innføring av krav om klimaledelse kan det vurderes om det bør stilles krav til sertifisering.

Innføring av krav om klimaledelse kan, i kombinasjon med andre virkemidler som CO_2-avgift og støtteordninger til klimatiltak gjennom Enova, bidra til å utløse klimatiltak i industrien. Klimaledelse kan også bidra til å stimulere til nytenkning (forsknings- og utviklingsprosjekter) og utløse prosjekter som kanskje ellers ikke ville blitt utløst.

Et krav om klimaledelse vil kreve ressurser hos virksomhetene. Samtidig vil klimaledelse kunne gi en bevisstgjøring og kunnskap som i enkelte tilfeller kan bli lønnsom for den enkelte virksomhet gjennom synliggjøring og realisering av privatøkonomisk lønnsomme tiltak. Innføring av krav om klimaledelse vil medføre noen administrative kostnader for forurensningsmyndighetene knyttet til oppfølging og tilsyn.

Bruk av forurensningsloven

Forurensningsmyndigheten kan i medhold av forurensningsloven pålegge den enkelte virksomhet å utrede mulige utslippsreduserende tiltak. For virksomheter med tillatelse etter forurensningsloven § 11 kan forurensningsmyndigheten endre vilkårene i tillatelsen, for eksempel om det kommer ny teknologi som gjør det mulig å redusere utslippene i vesentlig grad. Tillatelsen kan i alle tilfeller endres når det har gått minst ti år etter at den ble gitt.

Vedtak om utredninger eller gjennomføring av tiltak kan for eksempel gis på bakgrunn av kunnskap fra et eventuelt klimaledelsessystem eller dersom ny teknologi tilsier at aktuelle tiltak bør utredes nærmere eller tas i bruk. Se mer om direkteregulering av prosessutslipp i kapittel 8.5.5.

Offentlige anskaffelser

For enkelte bransjer kan offentlige anskaffelser bidra til å gi en omlegging gjennom kravstilling. Dette gjelder særlig bransjer som asfaltverk og pukkverk, hvor det offentlige er den desidert største kunden. Offentlige anskaffelser kan også stimulere til innovasjon ved å skape nisjemarkeder, og slik bidra til at klimavennlige løsninger blir utviklet og tatt i bruk. Les mer om offentlige anskaffelser i kapittel 3.6.2.

8.5.4 Prosessutslipp – barrierer

Det kan være betydelige tekniske barrierer for å redusere prosessutslipp. For eksempel vil noen prosessutslipp fra metallurgiske/kjemiske prosesser være vanskelig å fjerne. Dette gjelder for eksempel utslipp som stammer fra at råvarer eller reduksjonsmidler som kull, koks og petrolkoks benyttes i en kjemisk reaksjon for å lage produkter. Virksomheter med slike prosessutslipp kan

redusere utslippene noe ved prosessoptimalisering, men store utslippskutt vil ofte ikke være mulig uten at det går ut over produksjonen. For å få store utslippskutt er det i slike tilfeller nødvendig å utvikle ny teknologi og nye prosesser, noe som er tidkrevende og kostbart.

Prosessutslipp inkluderer også diffuse utslipp av metan og NMVOC fra kjemisk industri og oljeraffinerier. Dette er klimagasser som lekker ut av komplekse prosessanlegg med mange rør og tekniske enheter. Disse utslippene vil det i større grad være mulig å begrense, men vanskelig å unngå helt. Dermed er det også her tekniske barrierer.

Utslipp av lystgass, CO_2 fra kull, koks og petrolkoks og metan er ikke avgiftsbelagt. Derfor er det ikke et økonomisk insentiv for bedriftene til å redusere utslippene, noe som kan være en kostnadsbarriere.

Enkelte prosessutslipp kan reduseres ved å bytte råvare eller kjøpe råvarer av en bestemt kvalitet som gir lavere utslipp. Råvarene må da i så fall være tilgjengelige i markedet, noe som ikke alltid er tilfelle. Slike markedsbarrierer kan gjelde blant annet råfosfat til gjødselproduksjon, der det ikke nødvendigvis er tilgang på de råvarene som gir lavest utslipp.

Reduksjon av prosessutslipp krever ofte inngående kunnskap om prosessen og om råvarer, noe som kan være krevende for myndighetene å skaffe seg. Manglende informasjon er en barriere som kan gjøre det vanskelig for myndighetene å regulere prosessutslipp på en effektiv måte.

8.5.5 Prosessutslipp – mulige virkemidler

Bruk av forurensningsloven

Siden den enkelte virksomhets prosessutslipp er særegne, kan det det være hensiktsmessig med virkemidler som kan tilpasses forholdene i den enkelte virksomheten. Dermed kan man i takt med ny teknologiutvikling innfase nye krav til utslippsreduserende tiltak når dette er mulig.

Et mulig virkemiddel kan være å bruke forurensningsloven i større grad enn i dag til å regulere ikke-kvotepliktige klimagassutslipp. Innføring av krav om klimaledelse etter modell av energiledelse kan bidra til bevisstgjøring og kunnskap om nyeste teknologi. Videre kan det gis pålegg om tilrettelegging for klimavennlige løsninger og utredning av klimatiltak. Les mer om klimaledelse og direkteregulering i medhold av forurensningsloven i kapittel 8.5.3.

Forurensningsmyndigheten kan også i tillatelsene til de enkelte virksomhetene i større grad enn i dag sette utslippsgrenser for klimagasser, eventuelt i kombinasjon med vilkår om å utrede utslippsreduserende tiltak.

Utslipp av lystgass fra kunstgjødselproduksjon hos Yara Porsgrunn er regulert med utslippsgrense i virksomhetens tillatelse etter forurensningsloven, og følges opp av Miljødirektoratet. Dette har redusert utslippene vesentlig, og renseanlegget som dette tiltaket omfatter er bygget og under testing.

Direkte regulering av klimagassutslipp etter forurensningsloven med nærmere fastsatte utslippsgrenser, vedtak om å utrede klimatiltak o.l., vil kreve ressurser fra både forurensningsmyndigheten og virksomhetene. Disse virkemidlene er imidlertid kun aktuelle for et begrenset antall virksomheter.

For å kunne sette hensiktsmessige utslippsgrenser krever det at forurensningsmyndigheten har inngående kjennskap til blant annet prosesser og tilgjengelig teknologi. For virksomheten vil det påløpe kostnader i forbindelse med pålagte utredninger av mulige teknologiske løsninger og/eller

utvikling av ny teknologi som kan gi reduserte utslipp. Deretter vil virksomheten ha ytterligere kostnader ved en eventuell implementering og drift av ny teknologi.

CO_2-avgift for kull, koks og petrolkoks og avgift for lystgassutslipp

For å sikre at virksomhetene med prosessutslipp får et økonomisk insentiv for å redusere utslippene, er et mulig virkemiddel å innføre avgifter. CO_2-avgiften kan utvides til også å omfatte kull, koks og petrolkoks som brukes som innsatsmidler (reduksjonsmidler) i produksjonsprosesser. Det er imidlertid snakk om få virksomheter med ikke-kvotepliktige utslipp fra bruk av kull, koks og petrolkoks. Dersom en innføring av avgift betyr at også kvotepliktige virksomheter som benytter kull, koks og petrolkoks som innsatsmidler må betale avgift, for deretter å søke om refusjon av innbetalt avgift, kan dette bety økte administrative kostnader.

Utslipp av lystgass er det også mulig å underlegge avgift. Det er imidlertid kun én punktkilde for lystgass i Norge, og virksomheten er konkurranseutsatt. For en del av virksomhetene med prosessutslipp vil det kreve ny teknologi og nye prosesser for å oppnå større utslippskutt. I slike tilfeller vil en avgift kunne gi en merkostnad for virksomhetene som det ikke er mulig å gjøre tiltak for å unngå.

Utslipp av metan og NMVOC er hovedsakelig diffuse utslipp som kan være vanskelig å måle, og det må derfor ses nærmere på de måletekniske utfordringene før man kan vurdere en mulig avgift. Dersom det er teknisk mulig å måle utslippene, kan en avgift være et hensiktsmessig virkemiddel for å redusere utslippene av metan og NMVOC.

Inkludere lystgassutslipp fra kunstgjødselproduksjon i EUs klimakvotesystem

EUs klimakvotedirektiv åpner for at et land kan innføre kvoteplikt for aktiviteter eller klimagasser som i utgangspunktet ikke er omfattet av kvotesystemet, gjennom såkalt "opt-in"[348]. Utslipp av lystgass fra kunstgjødselproduksjon i Norge kan derfor i prinsippet inkluderes i kvotesystemet i Norge. Det er imidlertid ikke mulig med "opt-in" av enkeltvirksomheter som sådan. En eventuell "opt-in" krever godkjenning av EU-kommisjonen etter en vurdering av blant annet effekten på det indre markedet i Europa, potensiell konkurransevridning, miljøintegriteten til EU ETS og om de planlagte måle- og rapporteringssystemene er pålitelige. Det er kun Yara Porsgrunn som har slike utslipp i Norge. Så vidt Miljødirektoratet kjenner til er det to andre anlegg i Europa med en tilsvarende prosess.

Ny prosessteknologi - midler til forskning og utvikling

I "Klimastrategi for 2030"[349] som ble presentert i juni 2017 framgår det at regjeringen vil videreføre satsingen på forskning og utvikling, implementering og spredning av lavutslippsteknologi.

Viktige statlige aktører for slik teknologiutvikling i industrien er Forskningsrådet, Innovasjon Norge og Enova som dekker forskjellige deler av innovasjonskjeden. Grunnforskning gjøres ved universiteter, høyskoler og forskningsinstitutter. Mye av forskningen som gjøres her er finansiert av institusjonene selv med støtte fra Forskningsrådet. I det videre innovasjonsløpet har Forskningsrådet flere typer støtteordninger som er aktuelle for industrien, fram til pilottesting. Pilotering av nye teknologier kan delfinansieres gjennom Innovasjon Norge, og storskala demonstrasjon og markedsintroduksjon kan få støtte fra Enovas programmer. Støtteintensiteten til de forskjellige aktørene er begrenset av statsstøtteregelverket i EU og er i den forstand harmonisert innad i Europa.

---

[348] Artikkel 24 i EUs klimakvotedirektiv (2003/87/EU).

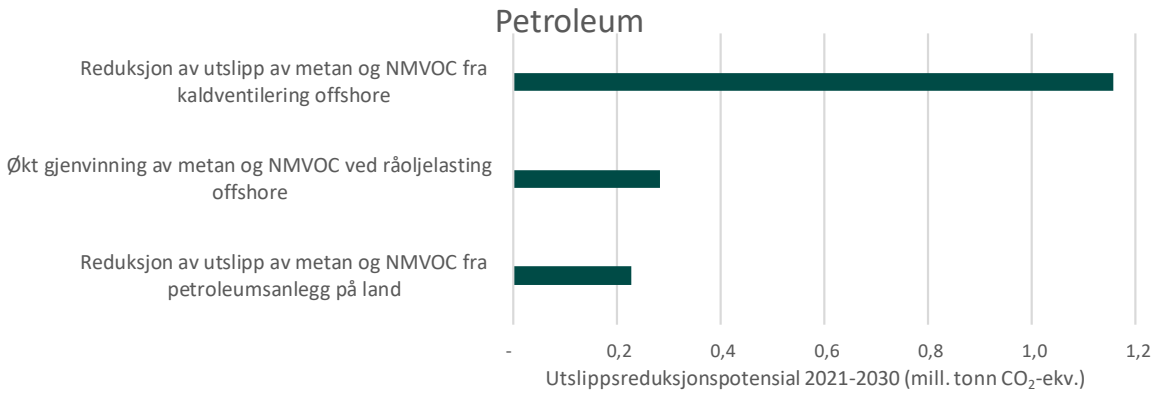
[349] Meld. St. 41. (2016-2017). Klimastrategi for 2030 – norsk omstilling i europeisk samarbeid. Klima- og miljødepartementet.

I perioden fra 1. januar 2017 til utgangen av 2020 er Enovas formål å bidra til reduserte klimagassutslipp og styrket forsyningssikkerhet for energi, samt å stimulere teknologiutvikling som på lengre sikt vil gi reduserte klimagassutslipp. Enova skal fremme a) reduserte klimagassutslipp som bidrar til å oppfylle Norges klimaforpliktelse for 2030, b) økt innovasjon innen energi- og klimateknologi tilpasset omstillingen til lavutslippssamfunnet, og c) styrket forsyningssikkerhet gjennom fleksibel og effektiv effekt- og energibruk.

Støtte kan ikke gis for oppfyllelse av krav i forskrift eller tillatelser i medhold av forurensningsloven, men Enova kan gi støtte til tiltak som går utover hva som er å anse som beste tilgjengelige teknikker (BAT) og til demonstrering av ny teknologi.

9 Petroleum

Faggrunnlaget for petroleum er hovedsakelig utarbeidet av faggruppen. Oljedirektoratet har gitt innspill til arbeidet. VOC Industrisamarbeidet (VOCIC) har gitt innspill til tiltaket *Økt gjenvinning av metan og NMVOC ved råoljelasting offshore.* Tiltakene som gjelder reduksjon av metan og NMVOC[350] fra offshore-innretninger og petroleumsanlegg på land er basert på utredninger fra petroleumssektoren i 2019.



Figur A 74. Tiltak i petroleumssektoren.

9.1 Oppsummering

Ikke-kvotepliktige utslipp fra petroleumssektoren utgjorde 0,9 millioner tonn CO_2-ekvivalenter i 2018. Framskrivingene viser et utslipp på 9,7 millioner tonn CO_2-ekvivalenter i perioden 2021-2030. På grunn av ny kunnskap om utslipp fra kaldventilering har vi, *før* beregning av tiltak i Klimakur 2030, nedjustert framskrivingen for direkteutslipp (kaldventilering og diffuse utslipp) med om lag 2,7 millioner tonn CO_2-ekvivalenter samlet for perioden 2021-2030. Vi har utredet tiltak som reduserer utslippene med ca. 1,7 millioner tonn CO_2-ekvivalenter i samme periode. Tabell A 30 gir en oversikt over de tre tiltakene, og tilhørende utslippsreduksjonspotensial og tiltakskostnad.

[350] NMVOC = non-methane volatile organic compounds (flyktige organiske forbindelser utenom metan).

Tabell A 30. Oversikt over utredede tiltak, utslippsreduksjoner og kostnadskategori.

Tiltak		Utslippsreduksjoner 2021-2030 (mill. tonn CO_2-ekv.)	Kostnadskategori (kr/tonn CO_2-ekv.)
P01	Økt gjenvinning av metan og NMVOC ved råoljelasting offshore	0,28	500-1500 kr/tonn
P02	Reduksjon av utslipp av metan og NMVOC fra kaldventilering offshore *	0,74 0,23 0,19	< 500 kr/tonn 500-1500 kr/tonn > 1500 kr/tonn
P03	Reduksjon av utslipp av metan og NMVOC fra petroleumsanlegg på land *	0,06 0,05 0,12	< 500 kr/tonn 500-1500 kr/tonn > 1500 kr/tonn
Samlet potensial for utslippsreduksjon (2021-2030)		**1,67**	
	Nulltiltak**	2,66	
Forventede utslipp i referansebanen (2021-2030)		**9,7 mill. tonn CO_2.ekv.**	

** P02 og P03 er samletiltak hvor reduksjonspotensialet inneholder noen besluttende enkelttiltak og disse vil dermed utløses ved dagens virkemidler.*
*** Framskrivingen for kaldventilering skal justeres ned. Tallet utgjør forskjellen mellom gammel og ny framskriving. Se kapittel 9.3.3.*

For petroleumstiltakene er merkostnader den viktigste barrieren. Flere av enkelttiltakene som reduserer kaldventilering offshore er beregnet til å være privatøkonomisk lønnsomme, men gjennomføres likevel ikke. Dette er løsninger som allerede finnes på andre innretninger. Mulige årsaker kan være begrensninger knyttet til hvor mange prosjekter som kan gjennomføres hvert år og at tiltak må gjennomføres under driftsstans. En annen årsak kan være at avgiftsøkningen for 2017 på naturgass som slippes direkte ut til luft, har hatt for kort tid til å virke.

Mulige virkemidler er en innskjerping av utslippsgrenser for kaldventileringstiltak i gjeldende tillatelser etter forurensningsloven forutsatt at disse er sikkerhetsmessig gjennomførbare. Tilsvarende gjelder for reduksjon av punktutslipp og diffuse utslipp fra petroleumsanleggene på land. Et supplerende virkemiddel vil kunne være innføring av krav om klimaledelse.

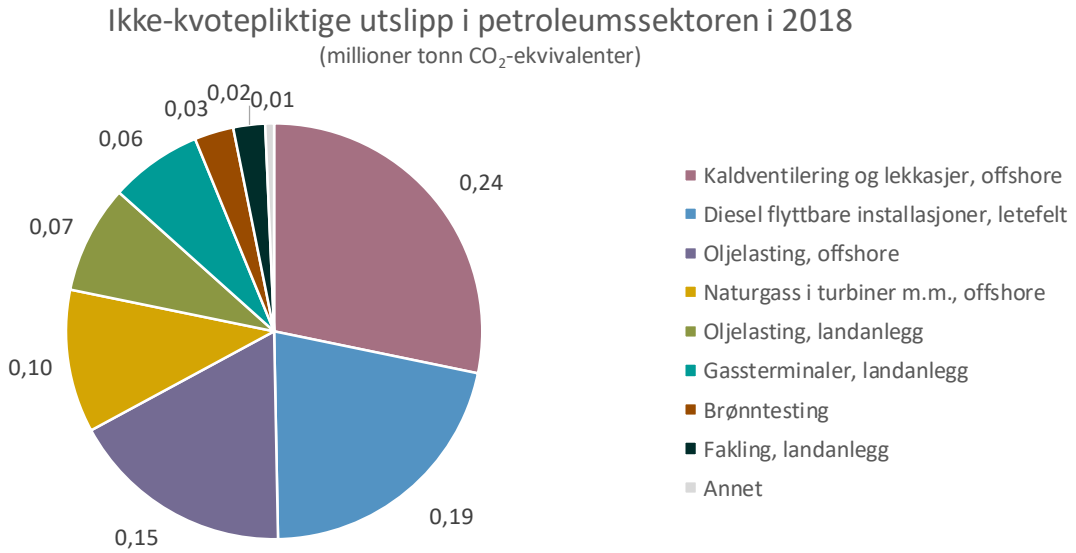
En økning i CO_2-avgiften vil kunne bidra til å utløse flere kaldventileringstiltak offshore. Standardisering av målemetoder vil redusere usikkerheten i rapporterte utslippstall fra landanleggene, slik at det på sikt vil kunne være mulig å innføre en avgift tilsvarende som for offshore.

Utslipp av NMVOC fra råoljelasting er regulert gjennom en utslippsgrense fastsatt i operatørenes tillatelse etter forurensningsloven og en innskjerping av dagens utslippsgrense vil kunne utløse tiltak.

9.2 Sektorbeskrivelse

Petroleumssektoren omfatter alle faste og flyttbare innretninger på norsk sokkel og mottaks- og behandlingsanlegg på land[351]. Sektoren tilsvarer sektoren "Olje- og gassutvinning" i det nasjonale utslippsregnskapet.

Kvotepliktige utslipp utgjorde 94 prosent av utslippene i petroleumssektoren i 2018. Petroleumssektoren er underlagt kvoteplikt for alle forbrenningsutslipp der samlet innfyrt termisk effekt overstiger 20 MW, det vil blant annet si alle olje- og gassfelt som er i produksjon i dag. I tillegg har Sleipner og Hammerfest LNG kvotepliktige CCS-aktiviteter. Ikke-kvotepliktige utslipp fra sektoren var ca. 0,9 millioner CO_2-ekvivalenter i 2018 (se Figur A 75). Dette er i hovedsak utslipp av metan og NMVOC[352] som slippes direkte ut i atmosfæren ved kaldventilering av naturgass, fra punktutslipp på landanleggene, og fra lasting av råolje og petroleumsprodukter (se Faktaboks A 22). I tillegg kommer utslipp av CO_2 fra energiproduksjon om bord på flyttbare innretninger som benyttes til leteboring.



Figur A 75. Ikke-kvotepliktige utslipp i petroleumssektoren i 2018. Fakling offshore er utelatt fra grafen pga. regnskapsjusteringen forklart i kapittel 9.3.2.

Tiltaksmuligheter ved de to oljeraffineriene Equinor Mongstad og Esso-Slagentangen er av praktiske årsaker inkludert i tiltaksarket for petroleumsanlegg på land. Prosessutslipp fra oljeraffineriene inngår imidlertid i sektoren "Industri og bergverk".

[351] Mottaks- og behandlingsanlegg på land omfatter Gassco Kollsnes, Gassco Kårstø, Gassco Nyhamna, Hammerfest LNG-anlegg og råoljeterminalene på Sture og på Mongstad.
[352] Flyktige organiske forbindelser utenom metan.

Direkteutslipp av metan og NMVOC

Kaldventilering: Dette er ventilering av naturgass direkte til atmosfæren som resultat av design og planlagte operasjonelle løsninger. Utslippene skjer vanligvis gjennom dedikerte rørsystemer (utslippspunkter) eller felles utslippspunkt, såkalt felles atmosfærisk ventileringspunkt. Utslipp fra kaldventilering kan i mange tilfeller unngås for nye innretninger ved at anlegget designes slik at kilder til kaldventilering føres tilbake til prosessen.

Andre punktutslipp: Dette er hydrokarbonholdige avgasser som slippes ut til atmosfæren gjennom faste, dedikerte utslippspunkter. Utslippene er et resultat av design og planlagte operasjonelle løsninger. Eksempler på utslippspunkter er pusteåpninger mellom tankatmosfære og friluft på lagertanker for råolje og petroleumsprodukter, utslipp fra kompressortetninger, utlufting av avgasser fra vannrenseanlegg. Punktutslipp kan i mange tilfeller unngås ved å ta høyde for tiltak i designfasen.

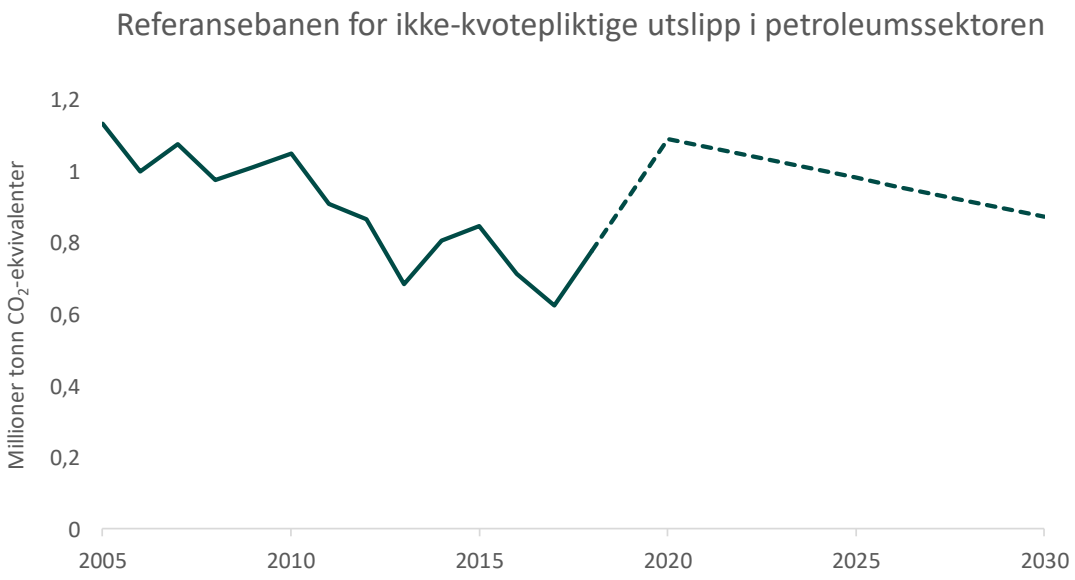
Diffuse utslipp: Dette er lekkasjer av hydrokarbongasser direkte til atmosfæren gjennom bl.a. flenser, pakkbokser i ventiler, slanger og fleksible rørsystemer. Lekkasjer kan ikke elimineres fullt ut, men kan minimeres ved å anvende gode/riktige materialer, utstyr og design og gjennom vedlikehold og lekkasjedeteksjon.

Faktaboks A 22. Direkteutslipp av metan og NMVOC.

9.3 Referansebanen

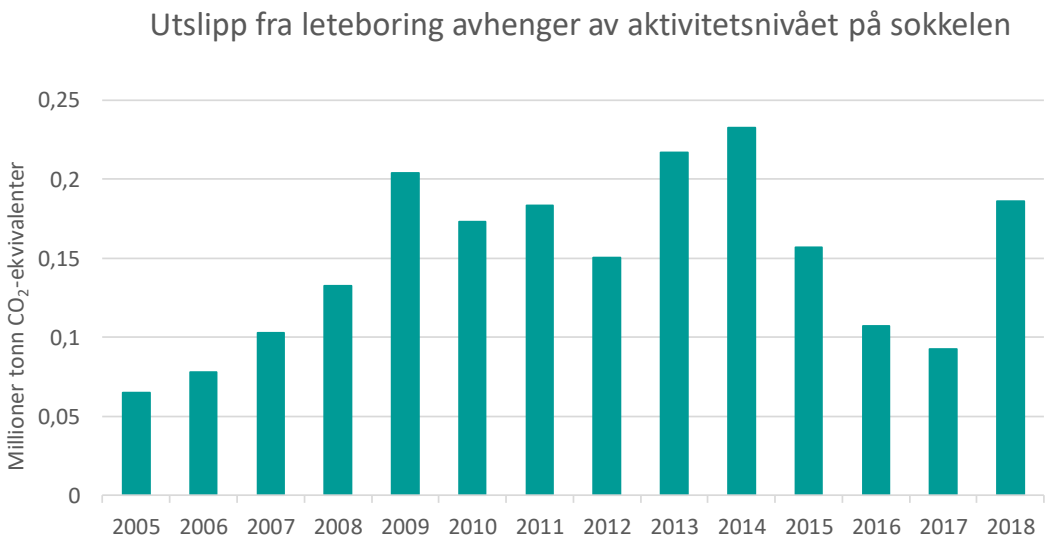
9.3.1 Framskrivingene av utslippene i petroleumssektoren blir utarbeidet av Oljedirektoratet

Figur A 76 viser ikke-kvotepliktige utslipp fra petroleumssektoren i perioden 2005-2017, og framskrivinger for 2018-2030. Utslippsframskrivingene for petroleumssektoren utarbeides av Oljedirektoratet, og bygger på utslippsprognoser innrapportert fra oljeselskapene og direktoratets vurdering av mindre modne ressurser (høyere ressursklasser). Fordelingen på kvotepliktige og ikke-kvotepliktige utslipp gjøres av Miljødirektoratet.



Figur A 76. Referansebane for ikke-kvotepliktige utslipp i petroleumssektoren. Historiske utslipp og framskrivinger. 2005-2030. Kilde: SSB, Miljødirektoratet og Finansdepartementet (NB2020).

Framskrivingene for utslipp fra leteboring vil være tett knyttet til antagelser om framtidig leteaktivitet på sokkelen. Utslippene fra leteboring økte fra 12 prosent i 2017 til 22 prosent av de ikke-kvotepliktige utslippene i sektoren i 2018 (Figur A 77).



Figur A 77. CO_2-utslipp fra leteboring i perioden 2005-2018.

Utslippsprognosene som innrapporteres fra selskapene til Oljedirektoratet er ikke på et slikt detaljeringsnivå at de beskriver hva som inngår av planlagte utslippsreduserende tiltak. I motsetning til kvotepliktige utslipp fra sektoren, er det i framskrivingen for ikke-kvotepliktige utslipp ikke inkludert en generell effektiviseringsfaktor. Der vi er kjent med at tiltak er besluttet, er det gjort en nærmere avklaring mot operatør mht. om disse tiltakene er inkludert i innmeldte prognoser eller ikke. Tiltak som er inkludert i operatørenes utslippsprognoser anser vi som en del av framskrivingene. Besluttede tiltak som ikke inngår i utslippsprognosene er en del av reduksjonspotensialet i Klimakur 2030, men utløses med dagens virkemidler.

9.3.2 Regnskapsjustering fører til lavere tall for ikke-kvotepliktige utslipp

SSBs utslippsregnskap brukes til rapportering til FNs klimakonvensjon. Under innsatsfordelingsforordningen skal man beregne ikke-kvotepliktige utslipp som totale utslipp rapportert til FN fratrukket kvotepliktige utslipp ifølge EUs kvotesystem (EU ETS).

På grunn av forskjeller i beregningsmetode mellom utslippsregnskapet og EU ETS er utslipp fra fakling høyere i ETS enn i regnskapet. Dette fører til at det ikke er fullt samsvar mellom ikke-kvotepliktige utslipp ifølge *innsatsfordelingen* og utslipp fra de ikke-kvotepliktige aktivitetene i *regnskapet*.

Den praktiske virkningen av dette er at ikke-kvotepliktige utslipp i petroleumssektoren som er tilgjengelig for tiltak er litt større enn det beregningen til innsatsfordelingen viser.

9.3.3 Beregningsmetodikk for bestemmelse av utslipp fra kaldventilering offshore er endret, men ikke tatt i bruk i framskrivingene ennå

Direkteutslipp (kaldventilering og diffuse utslipp) av metan og NMVOC fra innretningene på norsk sokkel har blitt kartlagt gjennom et prosjekt som Add Novatech har gjennomført på oppdrag fra Miljødirektoratet i perioden 2014-16[353]. Prosjektet ble gjennomført i nært samarbeid med bransjen og myndighetene (Miljødirektoratet, Oljedirektoratet og Petroleumstilsynet). Kartleggingen har resultert i etablering av ny beregningsmetodikk for kvantifisering av utslipp av metan og NMVOC fra kaldventilering som har medført en betydelig nedgang i rapporterte utslipp av metan og en viss

[353] Miljødirektoratet (2016). Kaldventilering og diffuse utslipp fra petroleumsvirksomheten på norsk sokkel, M-509, M-510, M-511, M-512, M-513 og M-514

nedgang for NMVOC. Generiske kvantifiseringsmetoder er etablert for flertallet av utslippskildene. Kun et mindre antall kilder er basert på innretningsspesifikke metoder.

Ny beregningsmetodikk er benyttet av operatørene i deres årsrapporter for 2017-18, men var ikke inkludert i den versjonen av utslippsregnskapet som er utgangspunkt for framskrivingen som benyttes i Klimakur 2030. Reduksjonspotensialet er basert på ny beregningsmetodikk. Historiske utslipp i Figur A 76 er i november 2019 justert ned i henhold til ny beregningsmetodikk, mens framskrivingene fremdeles er basert på gammel metodikk. Dette forklarer "hoppet" i referansebanen i overgangen mellom historiske utslipp og framskrivingene i Figur A 76.

Utslippsregnskapet er nå blitt oppdatert med ny metodikk, og framtidige framskrivinger vil ta utgangspunkt i dette regnskapet. Vi har, *før* beregning av tiltak i Klimakur 2030, nedjustert framskrivingen for direkteutslipp (kaldventilering og diffuse utslipp) med om lag 2,7 millioner tonn CO_2-ekvivalenter samlet for perioden 2021-2030. Nedjusteringen tar utgangspunkt i gjennomsnittlig endring i utslippene fra kaldventilering og diffuse utslipp for årene 2015 til 2017.

Selv om ny beregningsmetodikk gir et mer nøyaktig estimat av utslippene av metan og NMVOC fra kaldventilering, er det viktig å merke seg at utslippene er basert på beregninger og ikke måles, og er derfor beheftet med usikkerhet.

9.3.4 VOC-utslipp fra landanleggene er vanskelig å kvantifisere

Grunnlaget for kvantifisering og rapportering av utslipp av metan og NMVOC fra landanleggene, har til nå i hovedsak vært basert på resultater fra målekampanjer på anleggene. I løpet av de siste årene har imidlertid alternative måle- og beregningsmetoder blitt prøvd ut. Disse metodene har gjennomgående gitt et lavere utslippsestimat enn det som tidligere har blitt rapportert fra målekampanjene, uten at det har blitt entydig klarlagt hva som er årsaken til dette. Mange av landanleggene har fra og med 2018 benyttet alternative måle- og beregningsmetoder (dvs. kildespesifikke beregningsmetoder) for bestemmelse av punktutslipp og diffuse utslipp. Endringen medfører en nedgang i rapporterte utslipp av metan og NMVOC fra landanleggene.

VOC-utslipp fra petroleumsanleggene på land er vanskelig å kvantifisere og det er derfor betydelig usikkerhet knyttet til rapporterte utslippstall. EU har derfor satt i gang et arbeid med å få på plass en VOC-målestandard som er forventet å foreligge i 2021.

9.4 Tiltak og utslippsreduksjonspotensial

Det er utredet tre tiltak innenfor petroleumssektoren. Tabell A 30 gir en oversikt over utslippsreduksjonspotensialet for de tre tiltakene, og tilhørende tiltakskostnad.

Tiltaket som gjelder kaldventilering offshore (P02) er et samletiltak. Tilsvarende gjelder for tiltaket som er utredet for petroleumsanleggene på land (P03). Dette tiltaket omfatter prosessutslipp (punktutslipp og diffuse utslipp) og lagring og lasting av råolje og petroleumsprodukter.

9.4.1 Integrerte gjenvinningsanlegg kan redusere VOC-utslipp ved råoljelasting

Det er i dag ca. 20 skytteltankere som opererer på norsk sokkel. Grovt regnet har ca. halvparten av skipene installert anlegg for å gjenvinne VOC[354] som damper av under lasting, såkalt aktiv reduksjonsteknologi.

[354] VOC = flyktige organiske forbindelser.

Tiltaket innebærer innfasing av fem skip med integrerte VOC-gjenvinningsanlegg innen 2030, og at gjenvunnet VOC erstatter bruk av marin gassolje (MGO) som drivstoff på skipene. Disse fem skipene erstatter skip som ikke har denne teknologien.

VOC-gjenvinningsteknologien som forutsettes tatt i bruk på de fem skipene forutsettes å gi i størrelsesorden 95 prosent utslippsreduksjon på hvert skip, tilsvarende det som oppnås på eksisterende skip som har teknologien installert i dag.

9.4.2 Gjenvinning, fakling og driftsoptimalisering kan redusere kaldventilering offshore

For tiltaket som gjelder reduksjon av kaldventilering offshore, er reduksjonspotensial og tiltakskostnader basert på utredninger av tiltaksmuligheter fra operatørene, sist oppdatert i 2019. Tiltakene som er utredet omfatter bl.a. driftsoptimalisering som reduserer mengden gass som ventileres, gjenvinning av gassen ved at den sendes i retur til prosessen eller til forbrenning i fakkel. Dette er løsninger som er implementert på eksisterende innretninger i dag, og tiltaket benytter derfor kjent teknologi.

Fire av tiltakene som inngår i samletiltaket utgjør i underkant av 60 prosent av reduksjonspotensialet. Tre av disse tiltakene har en tiltakskostnad på under 500 kr/tonn CO_2-ekvivalenter. Ett av disse tiltakene gjelder Snorre A og går ut på å bytte ut brenngass som spyle- og teppegass med nitrogen i oppsamlingssystemer og lagertank for oljestrømmer som skal tilbakeføres til prosessen. Tiltaket er besluttet og forventes å være implementert innen utgangen av 2020. For offshore utgjør allerede besluttede tiltak ca. en fjerdedel av reduksjonspotensialet for dette samletiltaket.

9.4.3 Reduksjonspotensial er også identifisert for landanleggene

Hovedkildene til utslipp av metan og NMVOC fra petroleumsanleggene på land er prosessutslipp (punktutslipp og diffuse utslipp), lasting av råolje og petroleumsprodukter, avdampning fra tankanlegg og vannrenseanlegg samt uforbrente utslipp fra turbiner, kjeler og fakler.

Landanleggene har etter pålegg fra Miljødirektoratet utredet mulige tiltak for å redusere utslippene av metan og NMVOC. Reduksjonspotensialet som er identifisert er basert på utredninger gjennomført i 2019. Tiltakene som er utredet omfatter bl.a. vedlikehold, driftsoptimalisering, gjenvinningsløsninger og reduksjonstiltak knyttet til lagring og lasting av råolje og petroleumsprodukter.

Petroleumsanleggene på land er omfattet av BAT[355]-referansedokumentet (BREF) for olje- og gassraffinerier og skal derfor forholde seg til BAT-konklusjonene gitt i EUs beslutning "Decision 2014/738/EU". Samletiltaket for landanleggene inkluderer også tiltak som gjennomføres for å oppfylle krav om BAT, men som ikke er inkludert i referansebanen. Et eksempel på et slikt tiltak, er tiltaket som implementeres på Mongstad for å møte kravet om 95 prosent gjenvinning av NMVOC fra produktlasting. Anlegget skal etter planen være satt i drift i 2019. For landanleggene utgjør allerede besluttede tiltak ca. en femtedel av reduksjonspotensialet for dette samletiltaket.

9.4.4 Tiltak som ikke er utredet

Vi har ikke utredet tiltak på flyttbare innretninger, men hybridisering/batteridrift og kraftforsyning fra nærliggende produksjonsinnretning har tidligere vært nevnt i forbindelse med mulig reduksjon av kvotepliktige utslipp fra flyttbare innretninger. Siden de samme innretningene benyttes til aktiviteter som er både kvotepliktige og ikke-kvotepliktig, er de samme tiltakene aktuelle for å redusere utslipp fra ikke-kvotepliktige aktiviteter.

[355] BAT = beste tilgjengelige teknikker.

Vi har heller ikke utredet tiltak for å redusere uforbrente utslipp av naturgass fra turbiner på faste innretninger. Det vil være naturlig å se disse utslippene i sammenheng med de kvotepliktige utslippene, og tiltak rettet mot energiproduksjon. Målinger av utslipp av metan og NMVOC fra forbrenning av naturgass i turbiner på sokkelen, indikerer også at utslippene fra gassturbinene er langt lavere enn hva som framkommer ved bruk av dagens standardfaktorer.

Størrelsen på utslippene fra flyttbare innretninger og fra turbiner framgår av Figur A 75.

9.5 Dagens virkemidler, barrierer og mulige nye virkemidler

9.5.1 Økt gjenvinning av metan og NMVOC ved råoljelasting offshore

Selskapene kan samarbeide om å oppfylle dagens krav til utslippsreduksjoner

Utslipp av NMVOC fra råoljelasting er ikke underlagt CO_2-avgift i dag. Utslippene har siden 2002 blitt regulert gjennom en utslippsgrense fastsatt i operatørenes tillatelser etter forurensningsloven. Kravstillingen åpner for at operatørene kan samarbeide om utslippsreduksjoner, ved at utslippsgrensen anses å være oppfylt så fremt gjennomsnittlig utslipp ved alle lastepunktene på sokkelen ligger under den fastsatte grensen. Operatørene har etablert det såkalte VOC Industrisamarbeidet (VOCIC) for å sikre at kravene til VOC-utslipp overholdes. VOCIC finansierer tiltak og besørger også felles årlig utslippsrapportering til Miljødirektoratet. På denne måten reduseres de samlede kostnadene for bransjen som helhet. Tiltak som har blitt gjennomført til nå for å overholde krav i tillatelser etter forurensningsloven, har bidratt sterkt til oppfyllelse av utslippstaket som er fastsatt for NMVOC under Gøteborgprotokollen.

Kostnader er viktigste barriere for å få på plass integrerte VOC-gjenvinningsanlegg på nye skip. Investeringskostnader og driftskostnader er høye for slike anlegg. Det vil også være en usikkerhet knyttet til tilbakeleveringer og utfasing av skip på grunn av alder, leveringstid og innfasing av nye skip med aktiv reduksjonsteknologi og at skip går ut av norske farvann. VOCIC har imidlertid håndtert noe av denne usikkerheten ved å demontere anlegg med aktiv reduksjonsteknologi fra skip som er tatt ut av drift på norsk sokkel, slik at disse anleggene kan installeres på nye skip.

Tiltaket vil kunne gjennomføres ved å innskjerpe gjeldende krav etter forurensningsloven

Et mulig virkemiddel er innføring av en avgift. En slik avgift må imidlertid være høy for at tiltaket skal utløses, og for at den skal gi insentiv til utslippsreduksjoner, må det være etablert et pålitelig måleregime.

Dagens regulering av råoljelasting offshore bidrar til å oppfylle forpliktelsen som følger av Gøteborgprotokollens mål for 2020 for NMVOC. For å få utløst ytterligere tiltak, vil en mulighet være å innskjerpe gjeldende utslippsgrense i tillatelser etter forurensningsloven. En slik innskjerping vil innebære at utslippsgrensen blir strengere enn det som til nå har vært ansett som beste tilgjengelige teknikker (BAT). Miljødirektoratet kan fastsette utslippsgrenser som er strengere enn BAT for å oppfylle nasjonale mål og internasjonale forpliktelser, eller dersom det foreligger andre særlige grunner for dette.

Kravstillingen bør være langsiktig og forutsigbar for å gi operatørene (VOCIC) rimelig tid og mulighet til å innrette seg etter nye krav. Dette hensynet kan for eksempel ivaretas ved en gradvis innskjerping av utslippsgrensen fram mot 2030 gjennom en nedtrappingsplan. Gode erfaringer med dagens regulering tilsier at prinsippet med felles gjennomføring bør vurderes videreført ved innskjerping av krav i tillatelsen.

I tillegg til krav rettet mot petroleumsvirksomheten etter forurensningsloven, kan det vurderes om det kan stilles krav etter skipssikkerhetsloven om at alle skip som skal operere på norsk sokkel skal ha VOC-anlegg med aktiv reduksjonsteknologi. Kravene vil da kunne rettes mot rederne, og ikke mot operatørene av lastepunktet slik tilfellet er i dag. Implementering og konsekvenser av denne type virkemiddel må i så fall utredes nærmere med hensyn til ansvarsforhold, styringseffektivitet, kostnadseffektivitet, sanksjonsmuligheter, osv.

9.5.2 Reduksjon av metan og NMVOC fra innretninger offshore og petroleumsanlegg på land

Kostnader er viktigste barriere for tiltak som er sikkerhetsmessig og teknisk gjennomførbare

Tiltakene P02 og P03 er samletiltak, hvor størrelsen på utslippene varierer for de ulike kildene og har stor påvirkning på investerings- og tiltakskostnaden. Det samme gjelder feltets og landanleggets gjenværende levetid. For noen av utslippskildene vil sikkerhet og tekniske forhold være avgjørende for om tiltak kan gjennomføres. For eksempel, vil det være tilfeller hvor det ikke er teknisk mulig å rute gassen til fakkel på grunn av for høyt fakkeltrykk, eller at det ikke er mulig å gjenvinne gassen til prosessen på grunn av høyt oksygeninnhold.

Direkteregulering etter forurensningsloven kan innskjerpes

Direkteutslipp av metan og NMVOC reguleres i dag gjennom utslippsgrenser fastsatt i tillatelser etter forurensningsloven. Utslippsgrensene skal som hovedregel være basert på BAT.

Utslippsreduksjonspotensialet som er identifisert for innretninger offshore og petroleumsanleggene på land kan utløses ved å innskjerpe gjeldende utslippsgrenser dersom tiltakene er sikkerhetsmessig, teknisk og økonomisk gjennomførbare når det tas hensyn til gjenværende levetid for felt og anlegg på land. Miljødirektoratet kan fastsette utslippsgrenser som er strengere enn BAT for å oppfylle nasjonale mål og internasjonale forpliktelser, eller dersom det foreligger andre særlige grunner for dette ut fra en helhetlig vurdering av fordeler og ulemper ved tiltaket.

En økning i CO_2-avgiften vil kunne bidra til å utløse flere kaldventileringstiltak offshore

Kaldventilering, inklusive diffuse utslipp, av metan og NMVOC, er underlagt direkte reguleringer i tillatelser i medhold av forurensningsloven. Ca. 75 prosent av kildene til kaldventilering er omfattet av CO_2-avgift i dag. Avgiftssatsen på naturgass som slippes direkte ut til luft på sokkelen ("metanavgift") er 7,41 kroner per Sm^3 (tilsvarende 459 kr per tonn CO_2-ekvivalenter) i 2019. Metanavgiften økte betydelig i 2017. Avgiften for naturgass som forbrennes ("sokkelavgift") er til sammenligning 1,08 kroner per Sm^3 (tilsvarende 462 kr per tonn CO_2-ekvivalenter) gass i 2019.

Reduksjonspotensialet som er beregnet for tiltak P02 inkluderer også kilder som ikke er avgiftspliktige. Ca. 75 prosent av utslippsreduksjonspotensialet i analysen er dekket av avgift i dag. Dette er utslipp som det er mulig å kvantifisere med rimelig grad av nøyaktighet, og som dermed er egnet for avgift.

Våre analyser indikerer svært varierende kostnader ved å gjennomføre tiltakene. Ca. 35 prosent av reduksjonspotensialet kommer fra enkelttiltak som framstår som privatøkonomisk og samfunnsøkonomisk lønnsomme allerede i dag. Av tiltakene som ikke er privatøkonomisk lønnsomme i dag, og som har en tiltakskostnad under 1 500 kr, vil en avgift i størrelsesorden 70 kr per Sm^3 (tilsvarende 4 300 kr per tonn CO_2-ekvivalenter) gjøre disse tiltakene lønnsomme gitt forutsetningene i analysen. Dette utgjør ca. 50 prosent av det totale reduksjonspotensialet. Tilsvarende måtte avgiften vært i størrelsesorden 800 kr per Sm^3 (tilsvarende 50 000 kr per tonn CO_2-ekvivalenter) for at alle tiltakene som er utredet skulle framstått som lønnsomme for aktørene. En økning av metanavgiften vil kunne utløse flere kaldventileringstiltak.

Deler av utslippet av metan og NMVOC fra landanleggene vil kunne dekkes av en CO_2-avgift

Direkteutslipp av metan og NMVOC fra landanleggene er ikke underlagt CO_2-avgift (metanavgift) i dag, med unntak av utslippene fra Hammerfest LNG. Pågående arbeid med implementering av måle- og beregningsprogram i samsvar med BAT og standardisering av målemetoder vil redusere usikkerheten i målte og/eller beregnede utslipp, slik at det på sikt vil kunne være mulig å innføre en avgift for punktutslipp som lar seg kvantifisere med rimelig nøyaktighet. Innføring av avgift vil i tillegg til å utløse tiltak også være et insentiv til å bestemme utslippene mer nøyaktig.

Krav om klimaledelse vil kunne bidra til at utredede tiltak gjennomføres

Klima- og miljødepartementet har i eget oppdrag bedt Miljødirektoratet om å utrede muligheten for å innføre krav om klimaledelse i petroleumssektoren og landbasert industri etter samme prinsipp som energiledelse (både for kvotepliktige og ikke-kvotepliktige utslipp). Innføring av krav om klimaledelse er presentert i kapittel 10.5.3 for industri, og er også aktuelt for petroleumssektoren.

I tillatelser i medhold av forurensningsloven er det stilt krav om etablering av system for energiledelse. Tilsvarende krav er stilt i HMS-forskriftene for petroleumsvirksomheten offshore, jf. aktivitetsforskriften § 61a. Kravet innebærer at virksomhetene skal ha en kontinuerlig, systematisk og målrettet vurdering av tiltak som kan iverksettes for å oppnå en mest mulig energieffektiv produksjon og drift. Systemet skal inngå i virksomhetenes styringssystem og følge prinsippene og metodene angitt i Norsk standard for energiledelse.

Innføring av krav om klimaledelse etter samme prinsipp som energiledelse kan, i kombinasjon med andre virkemidler som CO_2-avgift, bidra til økt oppmerksomhet og bevisstgjøring om egne utslipp og tiltaksmuligheter, og at privatøkonomiske lønnsomme tiltak blir utløst.

Årlig rapportering til Miljødirektoratet av energieffektiviseringstiltak og oppnådde CO_2-reduksjoner er etablert for felt i drift på norsk sokkel. Operatørene rapporterer også om besluttede klimatiltak. Dette inkluderer tiltak som reduserer utslipp fra kaldventilering. Sektoren er således godt i gang med å kartlegge egne utslipp og tiltaksmuligheter. Et krav om klimaledelse vil kunne innebære at virksomhetene må sette seg et mål for reduksjon av klimagassutslipp. Et slikt mål vil kunne bidra til at tiltak vurderes kontinuerlig og at utredede tiltak gjennomføres.

Utslippsreduserende tiltak offshore taper i konkurranse med andre prosjekter

Flere av enkelttiltakene er beregnet til å være privatøkonomisk lønnsomme gitt forutsetningene i denne analysen, men gjennomføres likevel ikke.

Mulige årsaker kan være begrensninger knyttet til hvor mange prosjekter som kan gjennomføres hvert år på en offshoreinnretning og at tiltak må gjennomføres under driftsstans. Dette gjør at prosjekter som reduserer klimagassutslipp møter sterk konkurranse fra andre prosjekter, eksempelvis vedlikeholdsprosjekter, prosjekter for økt utvinning og prosjekter knyttet til sikkerhet. Slike begrensninger og andre ikke-prissatte kostnader er ikke inkludert i kalkylene, og kan bidra til at lønnsomheten i tiltakene overvurderes. Det kan også være at selskapene prioriterer tiltak med kortere tilbakebetalingstid. En annen årsak kan være at dagens avgiftsnivå kun har virket siden 2017 og at gjennomføring av tiltak krever lengre planlegging for å kunne utløses.

For nye anlegg og ved større modifikasjoner vil flere barrierer kunne unngås

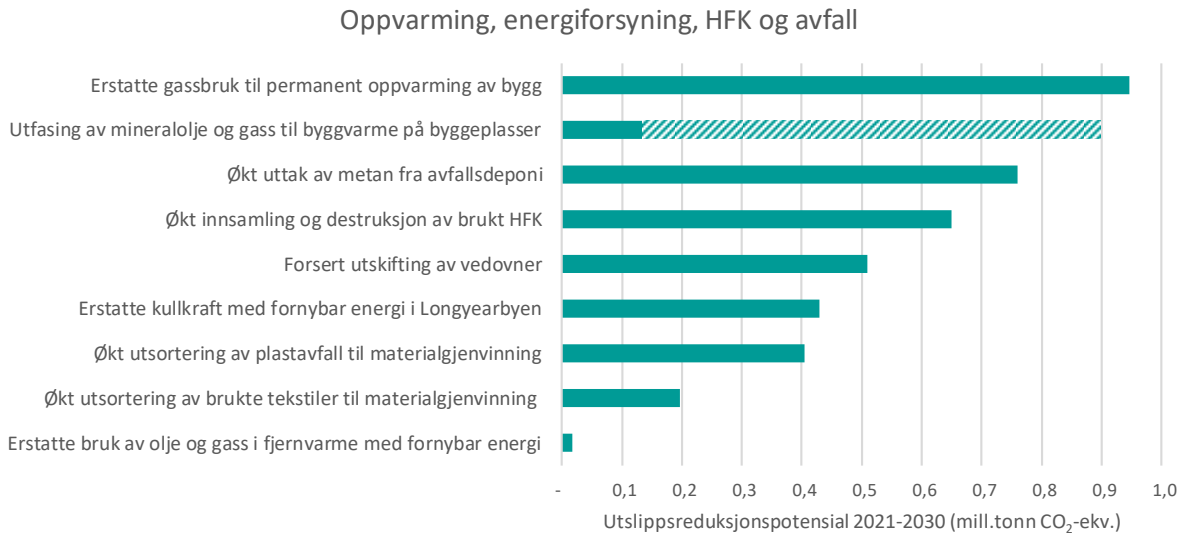
Ved å fokusere på gjenvinningstiltak og utslippsreduserende tiltak i designfasen vil utslippene av metan og NMVOC for nye innretninger offshore og anlegg på land kunne reduseres vesentlig og til lavere kostnader. Gjenvinningstiltak er BAT for nye innretninger offshore, men det vil kunne være innretnings- og anleggsspesifikke unntak. Tilsvarende vil gjelde for nye anlegg på land.

I tillatelsene etter forurensningsloven framgår det at ved utskifting av utstyr må prinsippet om bruk av BAT tilfredsstilles, med sikte på å motvirke forurensning.

Dette vilkåret kan utvides og presiseres slik at virksomhetene ved større modifikasjoner blir forpliktet til å vurdere om tilgjengelige klimatiltak kan implementeres uten vesentlig ekstrakostnad, samt at de plikter å legge til rette for at mer klimavennlige løsninger kan tas i bruk når disse blir tilgjengelige. Vurderingene kan inngå i system for klimaledelse.

10 Andre tiltak

Dette kapittelet omtaler tiltak som reduserer utslipp fra oppvarming av bygg, energiforsyning, fluorgasser og avfallssektoren. Hver sektor med tilhørende tiltak beskrives for seg. Faggrunnlaget er i hovedsak utarbeidet av faggruppen basert på underliggende utredninger.



Figur A 78. Tiltak i oppvarming, energiforsyning, HFK og avfall. Det skraverte feltet viser utslippsreduksjonspotensial fra redusert bruk av anleggsdiesel, som har egen utslippskilde i utslippsregnskapet. Denne utslippsreduksjonen trekkes derfor fra referansebanen for ikke-veigående maskiner og annen transport (kapittel 6).

10.1 Oppsummering

Til sammen er utslippsreduksjonspotensialet for tiltakene i dette kapittelet beregnet til omtrent 4,85 millioner tonn CO_2-ekvivalenter. Seks av de ni tiltakene ligger i kostnadskategorien under 500 kr/tonn CO_2-ekvivalenter, mens tre tiltak er plassert i kostnadskategorien over 1500 kr/tonn CO_2-ekvivalenter. Det største utslippsreduksjonspotensialet stammer fra tiltakene *Erstatte gassbruk til permanent oppvarming av bygg* og *Utfasing av mineralolje og gass til byggvarme på byggeplasser.* De fleste tiltakene vil kreve betydelig økt CO_2-avgift for å utløses, mens for andre tiltak er det vurdert andre virkemidler, som direkte regulering og informasjonsvirkemidler. Sentrale barrierer og mulige virkemidler er beskrevet under for hver sektor.

Oppvarming

Mulige virkemidler for å *erstatte gassbruk til permanent oppvarming av bygg* er økt CO_2-avgift på gass, fjerne fritak fra CO_2-avgift for veksthus, subsidier til å bytte til andre varmeløsninger, eller reguleringer i form av bruksforbud eller omsetningskrav eller liknende. Beregningene av privatøkonomiske merkostnader viser at det kreves en betydelig økt avgift for å gjøre de fossilfrie alternativene til gass konkurransedyktige, fra omtrent 900 kroner per tonn CO_2 for veksthus, til omtrent 2000 kroner per tonn for husholdninger.

Dersom det skal være bedriftsøkonomisk lønnsomt å *erstatte bruk av olje og gass i fjernvarme med fornybar energi*, må avgiften være på minimum 2 200 kroner per tonn CO_2 man slipper ut. Et mulig alternativ til økt avgift er forbud.

Utfasing av mineralolje og gass til byggvarme på byggeplasser vil i mange tilfeller gi tilsvarende eller lavere energikostnader enn fossile alternativ på grunn av høyere energieffektivitet (gjelder primært

der det erstatter mineralolje, og i mindre grad for gass). Byggvarme utgjør en liten og lite synlig del av både totale kostnader og tidsbruk i et byggeprosjekt. Noen barrierer for utfasing av mineralolje og gass er mangel på kunnskap om alternativer, og økt behov for tidlig planlegging for å ta i bruk alternativer. Mulige virkemidler er regulering i form av bruksforbud, åpne for krav i reguleringsplaner eller krav i offentlige anskaffelser, økonomiske virkemidler i form av økt avgift eller tilskudd, og informasjonsarbeid i form av pilotprosjekter, standarder, veiledere med mer

For *forsert utskifting av vedovner* er en viktig barriere manglende regulering av utslipp fra vedfyring for å begrense utslippene av helseskadelig luftforurensning. Et virkemiddel som vil kunne utløse i hvert fall deler av tiltaket er forbud mot vedfyring i områder med store helsekostnader knyttet til luftforurensning.

For å *erstatte kullkraft med fornybar energi i Longyearbyen* er den viktigste barrieren finansiering, og statlig delfinansiering er et sentralt virkemiddel.

Fluorgasser

Eksempelberegninger for vanlige kuldemedier viser at avgiftsrefusjonsordningen for brukt HFK-gass gjør det lønnsomt for aktører å samle inn og returnere de vanligste typene gass per i dag, selv om aktøren har betydelige transport- og tidskostnader knyttet til innsamlingen. En del av utslippsreduksjonspotensialet på kort sikt bør kunne utløses uten å øke avgiftsnivået for å gjøre det mer lønnsomt å returnere gass. Styrket tilsyn av kravene i EU-forordningene om å hindre lekkasjer og om plikt til avtapping og oppsamling av gass vil kunne bidra til at mer gass samles opp og destrueres. I tillegg kan det være nødvendig med økt informasjon til aktørene og mer tilgjengelige returpunkter.

Avfall

Utslipp av deponigass er i dag ikke omfattet av avgift. Det er krevende å treffe disse utslippene med avgift fordi man ikke har oversikt over hvor utslippene skjer og det er vanskelig å måle dem. Dagens regelverk stiller krav til tiltak for å ha kontroll med opphoping og utlekking av deponigass for deponi som er i drift. Det stilles også krav til at deponigass skal samles opp og energiutnyttes eller fakles på alle deponi som tar imot biologisk nedbrytbart avfall. Reguleringen er imidlertid ikke justert etter innføringen av forbudet mot deponering av biologisk nedbrytbart avfall for å også omfatte deponi som ikke er i drift. Endret regulering, for eksempel for å stille krav om vedlikehold av eksisterende anlegg for metanuttak, vil være et mulig virkemiddel for å få utløst tiltaket *økt uttak av metan fra avfallsdeponi*.

For å oppnå *økt utsortering av plast til materialgjenvinning* er det forutsatt betydelige investeringer i ettersorteringsanlegg av restavfall. Dette utgjør en økonomisk barriere for kommunale og private avfallsselskap. For *økt utsortering av brukte tekstiler til materialgjenvinning* vil tidskostnaden og ulemper knyttet til utsortering utgjøre en barriere for husholdningene. For avfallsselskapet vil lønnsomhetsvurderingen avhenge av hvorvidt de kan ta seg betalt for tekstilavfallet som samles inn.

Tiltaket *økt utsortering av plast til materialgjenvinning* er basert på et allerede foreslått virkemiddel, nemlig krav om utsortering og materialgjenvinning i avfallsforskriften for kommuner og virksomheter som genererer husholdningsliknende avfall. Kvoteplikt eller økonomiske virkemidler som avgift på avfallsforbrenning er eksempler på virkemidler som kan gjøre det mer lønnsomt for avfallsselskapene å investere i innsamlings- og/eller ettersorteringsløsninger, samt å gi husholdningene insentiver til økt utsortering. For at en eventuell avgift på avfallsforbrenning ikke skal medføre økt eksport, kan det være aktuelt å også vurdere en tilsvarende avgift på avfall som eksporteres til forbrenning i land uten en slik avgift. Økonomiske virkemidler kan også bidra til at sekundær råvare blir mer konkurransedyktig.

10.2 Oppvarming i bygg, fjernvarme og midlertidig byggvarme

10.2.1 Utslippsreduksjonspotensial

Klimagassutslippene fra utslippssegmentet "Oppvarming av bygg" er små i Norge sammenlignet med de fleste andre land. Årsaken er at en svært stor andel av energibehovet dekkes av elektrisitet og noe fra fjernvarme.[356] De direkte klimagassutslippene fra oppvarming av bygg i Norge utgjør 1,6 prosent av de totale utslippene av klimagasser i 2018.[357] Utslippene kommer i hovedsak fra oppvarming med gass, vedfyring, olje og parafin. Bruk av gass til oppvarming var den største utslippskilden fra oppvarming av bygg i 2018, med ca. 36 prosent av utslippene. Blant annet på grunn av det varslede forbudet mot fyring med mineralolje til oppvarming av bygninger, som trer i kraft fra 1.1.2020, har utslipp fra bruk av fyringsolje og parafin blitt betydelig redusert de siste årene. I 2018 var fyringsolje og parafin den nest største utslippskilden, og sto for til sammen ca. 27 prosent av utslippene fra oppvarming av bygg. De totale utslippene fra oppvarming av bygg er redusert med 56 prosent mellom 2005 og 2018, hovedsakelig på grunn av reduksjonen i bruk av fyringsolje og parafin. Endringer i energipriser og skjerpede energikrav til nye bygg kan være andre viktige årsaker til nedgangen. Spesielt husholdningene har redusert utslippene sine fra oppvarming. Utslippene fra næringsbygg, bygg i primærnæringer og utslipp i bygg- og anleggsvirksomhet har foreløpig ikke hatt den samme nedgangen. Det er store variasjoner i utslippene fra år til år. En lang og kald vinter vil gi større energiforbruk til oppvarming, og har historisk ført til høyere utslipp. Prissvingninger mellom olje og elektrisitet kan også gi variasjon i bruk av olje, og dermed påvirke utslippene fra år til år. Ifølge de siste framskrivingene, ventes det en fortsatt reduksjon i klimagassutslippene fra oppvarming av bygg mot 2020 og 2030. Den viktigste grunnen er forbudet mot bruk av mineralolje til oppvarming av bygg.

Vedfyring gir utslipp av CO_2, men siden utslippene kommer fra ved – som er biologisk materiale – regnes de som nøytrale i klimagassregnskapet. Derimot regnes metan- og lystgassutslippene fra vedfyring med som klimagassutslipp fra oppvarming. Disse sto i 2018 for henholdsvis ca. 25 og 1,2 prosent av klimagassutslippene fra Oppvarming av bygg. De resterende utslippene kommer fra tungolje/spillolje, kull/koks, samt andre ikke oppgitte energivarer (11 prosent i 2018). Basert på utslippsframskrivingene i NB2020 er det lagt til grunn et forventet utslipp fra oppvarming av bygg på omtrent 3,3 millioner tonn CO_2-ekvivalenter i perioden 2021-2030, mens tiltakene utredet (*Erstatte gassbruk til permanent oppvarming av bygg* og *Forsert utskifting av vedovner*) er forventet å redusere utslippene med i omtrent 1,5 millioner tonn.

Det er stor usikkerhet knyttet til hvor mye fossil energi som brukes til midlertidig byggvarme i dag, og dermed hvor store klimagassutslippene er fra dette. I utslippsframskrivingene er det lagt til grunn en svak nedgang i utslipp fra kategorien der midlertidig byggvarme med anleggsdiesel inngår.[358] Basert på en bottom-up analyse fra DNV GL[359] er det lagt til grunn at 10 prosent av disse utslippene stammer fra midlertidig byggvarme. Utslippsregnskapet viser et utslipp på 38 000 tonn CO_2-ekvivalenter i 2018 i oppvarming i bygg- og anleggsvirksomhet. De siste årene har dette i all hovedsak vært fra bruk av gass. I denne utslippskilden er det også forventet en svak nedgang i utslippene, og

[356] Utslipp fra produksjon av elektrisitet og fjernvarme regnes som indirekte utslipp i oppvarmingssektoren, og bokføres andre steder i klimagassregnskapet. Bygninger gir også direkte utslipp av f-gassene HFK-er fra varmepumper og kuldeanlegg. Disse utslippene bokføres også andre steder i klimagassregnskapet.

[357] SSB/Statistikkbanken. Tabell 08940: Klimagasser, etter kilde, energiprodukt og komponent 1990-2018.

[358] Dette gjelder kilden *Traktorer, anleggsmaskiner og andre motorredskaper.*

[359] DNV GL (2017). Fossil- og utslippsfrie byggeplasser. Rapportnr 2017-0637. Oppdragsrapport for Energi Norge, Norsk Fjernvarme i samarbeid med Bellona, og Enova SF.

den samme trenden er lagt til grunn for utslipp fra gass. Basert på disse antakelsene er forventede utslipp fra midlertidig byggvarme med gass og mineralolje i 2021-2030 omtrent 1 millioner tonn CO_2-ekvivalenter ifølge referansebanen. Tiltaket *Utfasing av mineralolje og gass til byggvarme* er beregnet å redusere disse utslippene med 0,9 millioner tonn CO_2-ekvivalenter over samme periode.

Fossilt brensel utgjør en stadig mindre andel av innsatsfaktorene til produksjon av fjernvarme. De siste årene har andelen vært på rundt fem prosent, og dette brukes så å si bare til spisslast og reservelast. Bransjeforeningen Norsk Fjernvarme har som mål at medlemmene innen 2020 utelukkende skal bruke CO_2-nøytrale og fornybare energivarer til grunnlast og spisslast i normalår.[360] Da vil fossil energi til fjernvarmeproduksjon kun brukes til reservelast, altså energikilder som vanligvis ikke er i bruk, men som står klare til å ta over dersom det skulle skje noe med de kjelene man vanligvis bruker. Dette er også i tråd med selskapenes tilpasning til rammebetingelser og omdømme. Mange selskaper er allerede CO_2-nøytrale i dag, og andre har konkrete planer om en overgang til å bare bruke fornybar energi. Utslipp fra ikke-kvotepliktig fjernvarme ekskl. avfallsforbrenning bokføres under energiforsyning i utslippsregnskapet. Det er forventet at utslippene vil reduseres uten bruk av nye virkemidler (utslippsreduksjoner som skulle vært inkludert i referansebanen), som omtalt nederst i Tabell A 31. Tiltaket er beregnet å kunne redusere utslippene med 0,02 millioner tonn utover dette.

Tiltakene under oppvarming i bygg, fjernvarme og midlertidig byggvarme er oppsummert i Tabell A 2. Til sammen vil de utredede tiltakene kunne redusere utslippene med omtrent 2,4 millioner tonn CO_2-ekvivalenter i perioden 2021-2030. Den største andelen utslippsreduksjoner stammer fra utfasing av gass til oppvarming og utfasing av mineralolje og gass til byggvarme. Det er flere typer usikkerhet knyttet til anslagene, som er beskrevet i de enkelte tiltaksarkene.

[360] Hentet den 12.09.19 fra Norsk Fjernvarme. Energikilder.

Tabell A 31. Utredede tiltak som reduserer utslipp fra oppvarming i bygg, fjernvarme og midlertidig byggvarme.

Tiltak		Utslippsreduksjoner 2021-2030 (mill. tonn CO_2-ekv.)	Kostnadskategori (kr/tonn CO_2-ekv.)
E04	Erstatte bruk av olje og gass i fjernvarme med fornybar energi	0,02	> 1500 kr/tonn
O01	Utfasing av mineralolje og gass til byggvarme på byggeplasser	0,14 (0,89) **	< 500 kr/tonn
O02	Erstatte gassbruk til permanent oppvarming av bygg	0,95	> 1500 kr/tonn
O03	Forsert utskifting av vedovner	0,51	< 500 kr/tonn
Samlet potensial for utslippsreduksjon (2021-2030)		**1,61 (2,37) ** **	
	Nulltiltak*	0,37	

** Noen utslippsreduksjoner utover det som ligger i referansebanen vurderer vi at vil skje med dagens virkemidler. For oppvarming gjelder dette tiltak E04 Erstatte bruk av olje og gass i fjernvarme med fornybar energi, hvor 0,19 millioner tonn CO_2-ekvivalenter forventes redusert gjennom utfasing av kjeler til grunnlast og spisslast som allerede er i gang, og som forventes å skje uten ytterligere virkemidler. Dette er nærmere beskrevet i tiltaksarket i vedlegg I. I tillegg er det tatt hensyn til en feil i referansebanen med hensyn til fordelingen av utslipp mellom kvotepliktig og ikke-kvotepliktig sektor. Dette gir en ytterligere reduksjon i forhold til referansebanen på omtrent 0,18 millioner tonn CO_2-ekvivalenter over perioden 2021-2030.*
*** Samlet ustlippsreduksjonspotensial fra tiltak O01 er på 0,89 millioner tonn CO_2-ekv, hvor den største andelen kommer fra redusert bruk av anleggsdiesel. Utslipp fra anleggsdiesel bokføres i en egen utslippskilde i SSB-statistikken, og disse utslippsreduksjonene er inkludert i kapittel 6 Ikke-veigående maskiner og annen transport.*

10.2.2 Politiske føringer

I Granavolden-plattformen av januar 2019 står det at regjeringen vil *"innlemme bruk av mineralolje til byggtørk og byggvarme i forskrift om forbud mot bruk av mineralolje til oppvarming av bygninger. Forbudet innføres fra 2022, slik at bransjen gis tilstrekkelig tid til å innrette seg etter forbudet. Det vil gis unntak ut over dette tidspunktet der det er nødvendig".* Forslaget om å forby mineralolje til byggvarme har vært på høring og forslaget ligger til behandling. Det har ikke vært på høring å forby bruk av gass til byggvarme.

Regjeringen har i Granavolden-plattformen også kommunisert at de vil redusere lokal luftforurensning. En tilleggseffekt av tiltak for å redusere klimagassutslipp fra vedfyring er at helseskadelige utslipp også reduseres. I Klimameldingen fra 2017 står det at: *"Regjeringen vil utrede mulighetene for reduksjon av utslipp fra bruk av gass til oppvarming av bygninger"*.[361] Klima- og miljødepartementet (KLD) og Olje- og energidepartementet (OED) har derfor bedt Miljødirektoratet og Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) om å utrede dette. Utredningen ble levert 1. oktober

[361] Meld. St. 41 (2016-2017). Klimastrategi for 2030 – norsk omstilling i europeisk samarbeid. Klima- og miljødepartementet.

2019.[362] Bruk av gass til oppvarming av bygninger er i forbindelse med dette kartlagt av Norsk Energi (2019a)[363] på oppdrag av Miljødirektoratet og NVE.

Det står videre i Klimameldingen fra 2017 at: Regjeringen vil *"utrede mulighetene for reduksjon av utslipp fra bruk av mineralolje i fjernvarme til oppvarming av bygninger"*.

10.2.3 Kostnad

En viss overgang til **fornybar energi i ikke-kvotepliktige fjernvarmeanlegg** er forventet å skje uten ytterligere virkemidler, og dermed uten merkostnader relativt til den forventede utviklingen. Dette gjelder utskifting av fossilt i grunnlast og spisslast og omfatter omtrent 0,19 millioner tonn CO_2-ekvivalenter. Dette er en utskifting som i stor grad allerede er i gang, ifølge en undersøkelse gjennomført av Norsk Energi (2019b)[364] på oppdrag fra NVE. Tiltaket som er utredet innebærer utskifting av fossilt i reservelast og reduserer utslippene ytterligere med omtrent 0,02 millioner tonn til en beregnet kostnad på over 1500 kr/tonn. For overgang fra fossil gass til biogass er det bare den økte brenselskostnaden som utgjør en kostnadsforskjell. Ved overgang fra fossil olje til bioolje eller elkjeler veier investeringer relativt tungt fordi kostnaden skal fordeles på liten brukstid. Man er også avhengig av gode lagrings- og driftsegenskaper dersom biofyringsolje skal kunne brukes som reservelast. Dette krever biofyringsolje av høy kvalitet og til en betydelig merkostnad i forhold til fossil olje.

Kostnadene knyttet til **utfasing av mineralolje og gass til byggvarme** skyldes primært økte energikostnader. Flere rapporter og innspill fra bransjen antyder at energikostnadene ved bruk av mineralolje er høyere enn flere av alternativene. En kartlegging fra Norsk Energi (2019a)[365] på oppdrag fra NVE og Miljødirektoratet viser at energikostnadene ved bruk av gass er lavere enn de fleste fossilfrie alternativene. En kartlegging fra DNV GL (2017)[366] konkluderer med at omlegging fra fossil energi (både olje og gass) til elektrisitet eller fjernvarme til byggvarme kan gi lik eller lavere energikostnad på grunn av bedre energieffektivitet. Investeringskostnadene er ikke prissatt for dette tiltaket, men Asplan Viak har på oppdrag fra Miljødirektoratet gjort en kartlegging i bransjen (levert november 2019[367]) som tilsier at det er lite eller ingen vesentlig merkostnad for investering i de fossilfrie alternativene. Overgang til fossilfrie løsninger kan likevel innebære kostnader knyttet til omstilling og usikkerhet om erstatningene er gode nok, for eksempel usikkerhet knyttet til tilstrekkelig effekt i kalde perioder. Forsinkelser på byggeplassen kan også potensielt medføre høye kostnader. Tiltaket er plassert i kostnadskategorien under 500 kr/tonn CO_2-ekvivalenter, med betydelig usikkerhet. Tiltaket er forventet å ha gevinster knyttet til redusert luftforurensning og bedre HMS på byggeplassen, men disse effektene er ikke kvantifisert.

Erstatte gassbruk til permanent oppvarming av bygg er plassert i kostnadskategorien over 1500 kr/tonn CO_2-ekvivalenter. Tiltakskostnaden er et anslag basert på vurderinger og LCOE-beregninger (levelized cost of energy) utført av Norsk Energi (2019a)[363], som viser total kostnad per kWh ved bruk av gass sammenlignet med andre energiløsninger, som elektrisitet, fjernvarme, bioolje, biogass,

[362] Miljødirektoratet og NVE (2019): Besvarelse av oppdrag: Utredning av bruk av gass til oppvarming (Ikke publisert).
[363] Norsk Energi (2019a). Kartlegging: Bruk av gass til oppvarming. (Ikke publisert).
[364] Norsk Energi (2019b). Kartlegging av kjelinstallasjoner over 1 MW som benytter fossilt. Oppdragsrapport for NVE (ikke publisert).
[365] Norsk Energi (2019a). Kartlegging: Bruk av gass til oppvarming. (Ikke publisert).
[366] DNV GL (2017). Fossil- og utslippsfrie byggeplasser. Rapportnr 2017-0637. Oppdragsrapport for Energi Norge, Norsk Fjernvarme i samarbeid med Bellona, og Enova SF.
[367] Asplan Viak (2019: Notat: Tilleggsutredning alternativer til mineralolje på byggeplass. (Ikke publisert).

pellets eller grunnvarmepumpe. Å erstatte gass med fossilfrie løsninger gir ut fra disse vurderingene og beregningene både økte driftskostnader og investeringskostnader for nesten alle typer løsninger. Unntaket er bytte til biogass. Her er driftskostnadene høyere enn med fossil gass, men brukeren har da ikke investeringskostnader ettersom utstyret man bruker til fossil gass også kan brukes til oppgradert biogass. Tiltaket er plassert i kostnadskategorien over 1500 kr/tonn CO_2-ekvivalenter, men med en usikkerhet om kostnader knyttet til hvilke løsninger som velges i praksis, noe som også avhenger av hvilket virkemiddel som eventuelt velges for å utløse tiltaket.

Vedfyring gir utslipp av klimagassene metan og lystgass i tillegg til blant annet partikler og flyktige organiske forbindelser (nmVOC). Tiltaket *Forsert utskifting av vedovner* kombinerer overgang fra vedfyring til panelovner og luft-til-luft varmepumper, og utskifting til "beste" i stedet for "nyeste" vedovner. Beste vedovner tilsvarer svanemerkede ovner, mens nyeste vedovner er de som har utslipp i tråd med EUs økodesignforordning.[368] Tiltaket innebærer merkostnader knyttet til overgang fra vedfyring til panelovner eller varmepumpe fordi eldre vedovner byttes ut før endt levetid, og dette medfører investeringskostnader. Investeringskostnaden er betydelig høyere for overgang til varmepumpe enn panelovner. Etter 2040 innebærer tiltaket i tillegg at noen bytter til panelovn eller varmepumper i stedet for til nyere vedovner.[369] I disse tilfellene er det en beregnet en besparelse for overgang til panelovn, fordi det er lavere investeringskostnader for panelovner enn en nyere vedovn.

Merkostnader eller besparelser knyttet til drift når husholdninger går fra vedfyring til panelovner eller varmepumper er vanskelig å beregne. Her kan det være viktige ikke-prissatte kostnader knyttet til tidsbruk og andre ulemper eller fordeler knyttet til håndtering av ved som er tett knyttet til den enkelte husholdnings preferanser. Dersom man ser på de rene energikostnadene gir overgang fra eldre vedovner til både panelovner og varmepumper besparelser, og varmepumpene i større grad enn panelovnene på grunn av høy virkningsgrad på varmepumper. Besparelsene er mindre, men likevel tilstede, ved overgang fra nyere vedovner på grunn av høyere virkningsgrad på nyere vedovner. Disse beregningene er til en viss grad følsomme for antakelsen om prisen på ved.

I tillegg til ikke-prissatte driftskostnader knyttet til vedfyring har vi heller ikke prissatt ulempen for husholdningen ved eventuell preferanse for varme fra vedovn framfor panelovner eller varmepumpe. Det er ikke naturlig å anta at disse varmekildene er perfekte substitutter, og det er sannsynligvis ikke-prissatte kostnader knyttet til en slik overgang for husholdningene.

For samfunnet oppveies imidlertid eventuelle økte kostnader i stor grad av en betydelig besparelse fra helsegevinster, primært på grunn av redusert utslipp av PM_{10}. Helsegevinsten er beregnet med 375 kr/kg reduserte PM_{10} og 50 kr/kg reduserte NO_X utslipp. Det er stor usikkerhet forbundet med verdsetting av helseskadelige utslipp. Helsegevinsten vil bli størst dersom tiltaket gjennomføres i områder med høy befolkningstetthet, fordi forbedret luftkvalitet da vil påvirke flere. I tillegg er det usikkerhet rundt kostnadsdata og typisk vedforbruk. Tiltaket er beregnet å ligge i kategorien under 500 kr/tonn.

10.2.4 Barrierer og virkemidler

I all hovedsak er det teknisk mulig å redusere klimagassutslipp fra oppvarming, og alternativene er tilgjengelige. Noen hovedbarrierer for å redusere utslipp fra oppvarming kan oppsummeres med: Økte energi-/brenselskostnader, behov for investeringer i nytt utstyr, omstillingskostnader, og behov for endret planlegging/atferd.

[368] EØS-notat (2016). Økodesign - varmeovner fyrt med fast brensel. 22.03.16; Økodesignforskriften §31 (FOR-2011-02-23-190); Kommisjonsforordning (EU) 2015/1185 av 24. april 2015, se VEDLEGG II, punkt 2. a) ii).
[369] Analyseperioden for tiltaket er 2020-2050.

Den viktigste barrieren for å **erstatte bruk av olje og gass i fjernvarme med fornybar energi** er merkostnadene knyttet til fornybare brensler. Fossil olje kan enkelt erstattes med bioolje, og fossil gass kan enkelt erstattes med biogass, men brenselskostnadene vil da bli til dels mye høyere. Skal man for eksempel bruke bioolje til reservelast, så trenger man beste kvalitet med meget gode lagringsegenskaper, noe som medfører en betydelig merkostnad.

En annen barriere er metoden for beregning av nettleie for elkjeler. Bruk av effekttariffer kan innebære at nettleien for en måned beregnes ut fra den timen man har det høyeste effektuttaket. Dersom man bruker elkjel til reservelast, og for eksempel bare bruker den et par timer i måneden, vil nettleien bli så høy på grunn av dette forbruket at det blir svært kostbart å bruke elkjelen som reservelast. NVE legger opp til å adressere denne problemstillingen i høringen om ny utforming av nettleien, som er ventet første del av 2020. Likeså kan overgang til elektrisitet utløse anleggsbidrag for å dekke behov for utvidet kapasitet i kraftnettet. Begge deler vil være avhengig av lokale forhold.

Dersom man ønsker å sikre at det ikke brukes fossile brensler i fjernvarmeproduksjon, vil et styringseffektivt virkemiddel være å forby denne bruken. Forbudet mot bruk av fossil olje til oppvarming av bygg trådte i kraft 01.01.2020, og et forbud i fjernvarmesektoren vil gjøre at bygg som bruker fjernvarme er sikret å være like miljøvennlige som andre bygg.

Et annet virkemiddel kan være økt CO_2-avgift. Dersom det skal være bedriftsøkonomisk lønnsomt å kvitte seg med olje og gass i reservelast i fjernvarme, må avgiften være på minimum 2 200 kroner per tonn CO_2 man slipper ut.

Økonomisk støtte og subsidier er også mulige virkemidler. Myndighetene kan for eksempel gi støtte til å klargjøre oljekjeler til bruk av bioolje, eller til investering i andre typer kjeler eller akkumulatortank dersom man skroter fossil olje- eller gasskjel. Man kan også innføre økonomiske insentiver som gjør at prisen på bioolje og biogass blir konkurransedyktig med fossile brensler.

For å fase ut fossil energi (olje og gass) til byggvarme, viser ulike kartlegginger at det i all hovedsak er teknisk mulig å erstatte fossil energi til byggvarme, og at fossilfrie og utslippsfrie alternativer er tilgjengelige. Omlegging fra fossil energi til elektrisitet eller fjernvarme til byggvarme vil i mange tilfeller gi tilsvarende eller lavere energikostnader på grunn av høyere energieffektivitet (gjelder primært der det erstatter mineralolje, og i mindre grad for gass). En kartlegging fra Asplan Viak (2019)[370], på oppdrag fra Miljødirektoratet, indikerer at det er liten eller ingen vesentlige merkostnader for investeringer i fossilfri byggvarme. Ulike barrierer hindrer likevel at disse tiltakene gjennomføres. DNV GL (2017)[371] konkluderer med at barrierene er sammensatt, og skyldes blant annet mangel på kunnskap og økt behov for planlegging. Nye løsninger kan for eksempel kreve bedre planlegging i form av tidligere kontakt med nettselskap eller fjernvarmeselskap enn det som er vanlig i dag. DNV GL finner at i underkant av 80 prosent svarer at mangel på kunnskap og krav er den viktigste barrieren, mens kun 15 prosent mener at pris er viktigste barriere.

Et mulig virkemiddel er å innlemme mineralolje til byggvarme i forbudet mot bruk av mineralolje til oppvarming av bygninger. Som følge av politisk føring i Granavolden-plattformen har dette nylig vært på høring. Det vil i så fall innebære at bruk av mineralolje til byggvarme blir forbudt fra 1.1.2022. I prinsippet er det også mulig å innlemme bruk av gass til byggvarme i samme regulering, men konsekvensene av dette har ikke vært utredet foreløpig. Et forbud mot mineralolje og fossil gass til byggvarme vil være et styringseffektivt virkemiddel, og gitt at det ikke gis unntak vil forbudet i

[370] Asplan Viak (2019: Notat: Tilleggsutredning alternativer til mineralolje på byggeplass. (Ikke publisert.)
[371] DNV GL (2017). Fossil- og utslippsfrie byggeplasser. Rapportnr 2017-0637. Oppdragsrapport for Energi Norge, Norsk Fjernvarme i samarbeid med Bellona, og Enova SF.

prinsippet føre til at all bruk av fossil gass og mineralolje til byggvarme opphører. For å begrense kostnader knyttet til forsert utskifting av utstyr kan forbudet annonseres tidlig for å gi aktørene tid til å tilpasse seg. Det kan også vurderes supplerende virkemidler, for eksempel støtteordninger, informasjon og veiledning basert på testing og dokumentasjon av fossilfrie løsninger.

Når det gjelder å **erstatte gassbruk til permanent oppvarming av bygg**, er det antatt at det er teknisk mulig å erstatte det meste av bruken av fossil gass til oppvarming av bygg med andre kilder. Den viktigste barrieren er antagelig kostnader for å konvertere til en annen oppvarmingsløsning. Dette er både økte driftskostnader og investeringskostnader for ny løsning. For bytte til biogass er energikostnadene høyere enn med fossil gass, men brukeren har da ikke investeringskostnader for å installere ny løsning, ettersom samme utstyr kan brukes for fossil gass som til oppgradert biogass. Lyse Neo i Rogaland blander for eksempel inn en andel biogass i sitt naturgassnett, som de selger etter massebalanseprinsippet.

For noen løsninger vil det være tekniske og markedsmessige barrierer knyttet til geografi og leveringssikkerhet av ulike løsninger. For eksempel er ikke biogass eller fjernvarme tilgjengelig overalt. Biopropan (LBG) er også en lite tilgjengelig løsning per i dag, selv om det teknisk sett kan erstatte fossil propan (LPG) direkte. Det kan videre være tekniske utfordringer for enkelte segmenter, for eksempel oppvarming av driftsbygninger i landbruket som benyttes til fjørfeproduksjon, da disse aktivitetene betyr at byggene har behov for høy tilført effekt på oppvarming. Usikkerhet om potensielle erstatninger for gass kan levere tilstrekkelig effekt, gjør at det blir færre (og dyrere) alternativer tilgjengelig for disse aktørene.

Noen mulige virkemidler som kan fremme utfasing av gass til oppvarming er økt CO_2-avgift på gass, og å fjerne fritak fra CO_2-avgift for veksthus. Beregningene av privatøkonomiske merkostnader viser at det kreves en betydelig økt avgift for å gjøre de fossilfrie alternativene til gass konkurransedyktige, fra omtrent 900 kroner per tonn CO_2 for veksthus, til omtrent 2000 kroner per tonn for husholdninger. Et annet mulig virkemiddel er bruksforbud, for eksempel forbud mot bruk av gass til oppvarming av bygg, eventuelt med nødvendige avgrensninger og unntaksbehov. En tredje mulighet er omsettingskrav eller tilsvarende, for eksempel krav til omsetterne av gass om omsetning av en viss andel fornybar energi i forhold til omsatt volum, for eksempel biogass eller biopropan, eventuelt med en opptrapping over tid. En siste mulighet er støtte til alternativene til gass til oppvarming, for eksempel gjennom Enova og Innovasjon Norge.

For **forsert utskifting av vedovner** er en viktig barriere manglende bruk av kommunenes hjemmel til å regulere utslipp av vedfyring for å begrense utslippene av helseskadelig luftforurensning. Ettersom gevinsten ved redusert lokal luftforurensning ikke kun tilfaller husholdningen er dette normalt en ekstern virkning som ikke er del av kostnadsbildet til husholdningen. For husholdningene kan likevel overgang fra vedfyring til panelovner eller varmepumper medføre besparelser, fordi besparelsene knyttet til redusert energibruk kan veie opp for investeringskostnaden. Imidlertid kan man se for seg at for enkelte vil ulempen ved å bytte fra varme fra vedovn til andre varmekilder også kunne være betydelig. Når husholdninger fortsetter med vedfyring til tross for mulige besparelser knyttet til energikostnader må man legge til grunn at man tillegger varme fra vedovn en høyere verdi enn varme fra panelovn eller varmepumpe. Dette vil variere mellom husholdninger og gjør det vanskelig å skalere virkemidler for å utløse tiltaket. Et mulig virkemiddel som vil kunne utløse i hvert fall deler av tiltaket er forbud mot vedfyring i områder med store helsekostnader knyttet til luftforurensning. Man kan også se for seg at informasjon om faktiske energikostnader ved vedfyring og de negative effektene av vedfyring på lokal luftforurensning vil kunne bidra til å utløse tiltaket.

10.3 Energiforsyning på Svalbard

Dagens energiforsyning i Longyearbyen på Svalbard er i hovedsak basert på kraft- og varmeproduksjon med bruk av lokalt utvunnet kull. Utslippene fra kullkraftverket er ikke omfattet av kvoteplikt eller CO_2-avgift. I 2018 utredet Thema Consulting Group og Multiconsult mulige alternative løsninger for framtidig energiforsyning i Longyearbyen, på oppdrag fra Olje- og energidepartementet.[372] Av de fornybare alternativene til kull, er nytt kraftvarmeverk med trepellets som brensel beregnet å ha de laveste kostnadene, men det finnes også andre alternativer. Tiltaket utredet her forutsetter derfor at kraftvarmeverket legges ned i 2025 og erstattes med et kraftvarmeverk med trepellets. Tiltaket gjelder kun energiforsyningen i Longyearbyen, ikke de andre bosetningene på Svalbard. I referansebanen er det antatt at dagens kullkraftverk må skiftes ut i 2038.

Tabell A 32. Tiltak for å redusere utslipp fra kullkraft på Svalbard.

Tiltak		Utslippsreduksjoner 2021-2030 (mill. tonn CO_2-ekv.)	Kostnadskategori (kr/tonn CO_2-ekv.)
E05	Erstatte kullkraft med fornybar energi i Longyearbyen	0,429	< 500 kr/tonn

Innføring av biopellets som hovedlast har et estimert utslippsreduksjonspotensial på omtrent 0,43 millioner tonn CO_2-ekvivalenter samlet i perioden 2021-2030. Det vil fortsatt kunne være et årlig restutslipp på om lag 1500 tonn CO_2 fra bruk av fossil diesel - avhengig av behovet for reserve- og spisslast utover hovedløsningen.

Dagens anlegg må, av forsyningssikkerhetsgrunner, uansett erstattes senest i 2038. Et nytt anlegg basert på biopellets antas å ha levetid på 25 år - fram til 2050. I vurderingen av merkostnader for bygging og drift av nytt anlegg sammenlignes det nye anlegget med videre drift av dagens anlegg basert på kull fram til 2038, og at kullkraftanlegget erstattes med energiproduksjon basert på det billigste alternativet, som er LNG og vindkraft fra 2038.

Den samfunnsøkonomiske tiltakskostnaden sett over levetiden til det nye anlegget er beregnet til 400-500 kr/tonn, med betydelig usikkerhet. Energiverket eies av Longyearbyen lokalstyre. Den viktigste barrieren for gjennomføring av dette tiltaket er behovet for finansiering Statlig delfinansiering vil derfor være et aktuelt virkemiddel for gjennomføring.

10.4 Fluorholdige klimagasser i produkter

F-gasser (fluorholdige gasser) skiller seg fra de andre klimagassene ved at de finnes i produkter eller er forurensninger fra industriprosesser, og ikke finnes naturlig i atmosfæren. Gassene deles inn i perfluorkarboner (PFK), svovelhexafluorid (SF_6) og hydrofluorkarboner (HFK). Mange av dem er svært sterke klimagasser.

[372] Thema Consulting Group & Multiconsult (2018). Alternativer for framtidig energiforsyning på Svalbard. Oppdragsrapport for Olje- og energidepartementet.

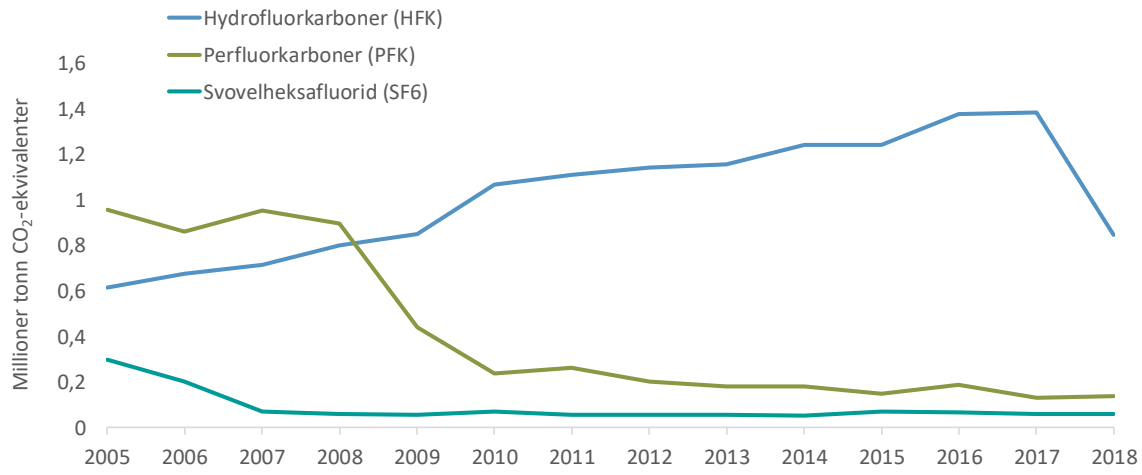
Tabell A 33. Tiltak for å redusere utslipp av fluorholdige gasser.

Tiltak		Utslippsreduksjoner 2021-2030 (mill. tonn CO_2-ekv.)	Kostnadskategori (kr/tonn CO_2-ekv.)
F01	Økt innsamling og destruksjon av brukt HFK	0,650	< 500 kr/tonn

I 1990 utgjorde PFK-gassene nesten åtte prosent av de totale klimagassutslippene i Norge. Utslippene kom fra produksjon av aluminium. Forbedringer i teknologi og driftsrutiner har gitt store utslippsreduksjoner, og utslippene i 2018 var på 0,14 millioner tonn CO2-ekvivalenter. Disse utslippskildene er del av klimakvotesystemet, og er ikke videre omtalt her.

Utslippene av SF_6 er nå 0,11 prosent av de totale utslippene av klimagasser, og den dominerende kilden er lekkasjer fra høyspentbrytere. Regjeringen vurderer å innføre en avgift på bruk av SF_6, jf. Prop. 1 LS (2019–2020) for budsjettåret 2020. Skatter, avgifter og toll 2020. Ytterligere tiltak eller virkemidler er derfor ikke omtalt her.

Lekkasjer av HFK-gasser fra kuldeanlegg, luftkondisjonering og varmepumper er den desidert største kilden til utslipp av F-gasser. I 1990 var utslippene nærmest ubetydelige, men fra midten av 1990-tallet økte bruken kraftig, fordi HFKer ble faset inn som erstatninger for ozon-nedbrytende KFK- og HKFK-gasser. Utslippene av HFKer var i 2018 på 0,84 millioner tonn CO_2-ekvivalenter.



Figur A 79. Historisk utvikling av utslipp fra HFK, PFK og SF_6.

Eksisterende regulering av HFK-gasser

I 2003 ble det innført en særavgift på HFK. Avgiften omfatter HFK som importeres i bulk og HFK som inngår i andre produkter. Det er ingen produksjon av HFK i Norge. Avgiftsnivået er økt vesentlig de siste årene fra om lag 230 kroner per tonn CO_2-ekvivalenter i 2013 til 544 kroner per tonn CO_2-ekvivalenter i 2020.[373] Avgiften på HFK er i dag på samme nivå som den generelle CO_2-avgiften for ikke-kvotepliktig sektor, regnet i kroner per tonn CO_2-ekvivalenter.

[373] Prop. 1 LS (2019–2020). For budsjettåret 2020 — Skatter, avgifter og toll 2020. Finansdepartementet.

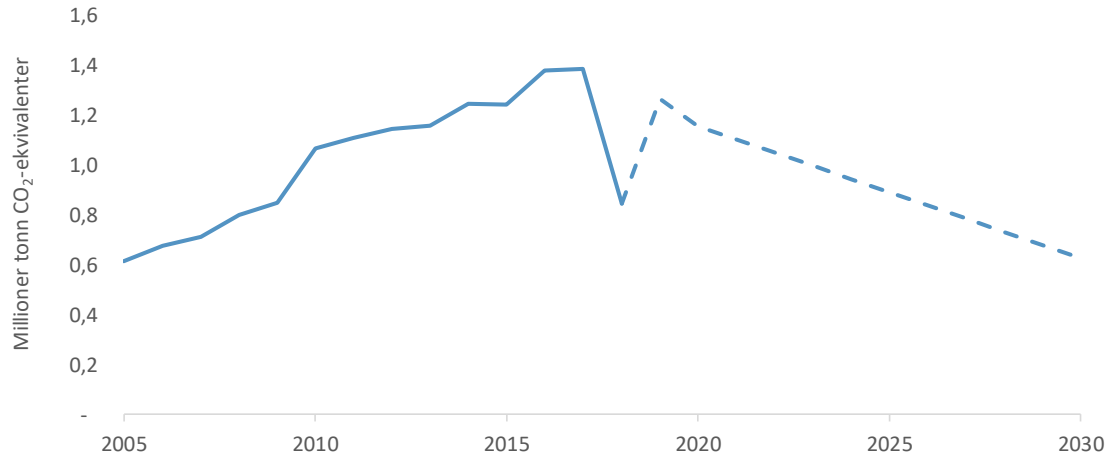
HFK-gassene er også regulert i forskrifter under forurensningsloven, veitrafikkloven og produktkontroll-loven. I forskrift om gjenvinning og behandling av avfall (avfallsforskriften) er HFK-gassene definert som farlig avfall. Tilsiktede utslipp er derfor forbudt, og det er krav til forsvarlig håndtering av gassene når produkter med gassen tas ut av bruk. For gass som leveres inn til destruksjon utbetales en refusjon tilsvarende avgiftssatsen.

Bruk av HFK-gasser i luftkondisjonering i kjøretøy er regulert i forskrift om tekniske krav og godkjenning av kjøretøy, deler og utstyr (kjøretøyforskriften). Forskriften gjennomfører EUs direktiv for mobil luftkondisjonering.

I forskrift om begrensning i bruk av helse- og miljøfarlige kjemikalier og andre produkter (produktforskriften) stilles det krav til forsvarlig håndtering av HFK-gasser, lekkasjekontroller, sertifisering for personell og bedrifter som håndterer gassen samt forbud mot bruk i enkelte produkter. Forskriften gjennomfører EUs forordninger om fluorholdige gasser, hvorav den reviderte F-gass-forordningen ble implementert i forskriften i desember 2018. I 2018 ble det også innført importrestriksjoner inkludert et regime for å fase ned import av HFK i bulk. Dette ble introdusert for å innfri våre forpliktelser under Montralprotokollens Kigali-tillegg, som trådte i kraft i 2019.

10.4.1 Utslippsreduksjonspotensial

Det er ventet at utslippene av HFK vil reduseres betydelig framover som følge av endringene i produktforskriftens kapittel 6a som ble innført desember 2018 og som følge av reguleringen i kjøretøyforskriftens kapittel 20. I produktforskriftens kapittel 6a er det innført importkontroll på HFK i bulk med en nedfasing av importmengden fram mot 2030. Videre er det, ved implementeringen av EUs reviderte F-gass-forordninger, innført en rekke begrensninger på å sette ut på markedet kuldeanlegg med høy GWP og bruksbegrensninger bl.a. i form av forbud mot etterfylling av HFK-gass med GWP over 2500. Gjennom kravene i kjøretøyforskriftens kapittel 20, er det ikke lenger tillatt å registrere nye personbiler eller lette varebiler som har luftkondisjoneringsanlegg med HFK gass med GWP på over 150. Disse innførte virkemidlene vil føre til at en rekke kulde- og fryseanlegg og luftkondisjoneringsanlegg fases ut av bruk mot 2030. Det er derfor ventet at utslippene vil reduseres fra 1,4 millioner tonn CO_2-ekvivalenter i 2017 til i underkant av 0,9 millioner tonn i 2025 og i overkant av 0,6 millioner tonn CO_2-ekvivalenter i 2030. Utslippsregnskapet viser en stor nedgang i utslipp av HFK fra 2017 til 2018. Den reelle endringen er sannsynligvis mer gradvis.



Figur A 80. Referansebanen for HFK-gasser.

Som vist i referansebanen, er det ventet at allerede innførte virkemidler vil medføre at en rekke tiltak i sektoren blir gjennomført og at utslippene reduseres betydelig. Det er betydelig utsikkerhet forbundet med framskrivingene. Et usikkerhetsmoment er hvor raskt eldre utstyr skiftes ut som følge av reguleringene. Forskriften fastsetter begrensninger i å selge nye produkt og anlegg med HFKer med høyt oppvarmingspotensial (GWP), samt forbud mot etterfylling av de sterkeste gassene. Men det er ikke satt forbud mot å ha anlegg med disse sterke HFKene i drift.

Videre er det usikkerhet om hva disse sterkeste gassene blir erstattet med. Det er stor forskjell i om de blir erstattet av de såkalte naturlige kjølemediene (CO_2, ammoniakk, propan) sammenlignet med om de blir erstattet av HFKer som har GWP rett under grenseverdiene for de ulike forbudene.

For å utløse ytterligere utslippsreduksjoner er det utredet et tiltak knyttet til økt innsamling og destruksjon av brukt gass. Tiltaket går ut på å øke innsamling og destruksjon av brukt HFK som ikke lenger er i bruk. I årene som kommer vil en rekke luftkondisjoneringsanlegg og kuldemøbler blir faset ut av bruk, enten fordi anlegget er skroteferdig, eller fordi de ikke lenger kan etterfylles på grunn av nye reguleringer i produktforskriften.

Tiltaket vil til en viss grad bli utløst som en del av allerede iverksatte virkemidler, og betydelige utslippsreduksjoner er dermed tatt inn i referansebanen. Tiltaket er foreslått for å kunne ta ut en ytterligere andel av de potensielle utslippsreduksjonene.

Det er trolig også et ytterligere potensial for å redusere utslippene fra drift og kondemnering av frys- og kjøleanlegg samt luftkondisjoneringssystemer i spesielt næringsbygg. I 2020 gjennomføres det en gjennomgang av beregningsmodellen for utslippene av HFK, inkludert levetid for ulike anlegg, lekkasjerate i drift og utslipp ved kondemnering av anlegg. Det har derfor ikke vært hensiktsmessig å beregne mulig utslippsreduksjonspotensial fra et slikt tiltak, og det er derfor ikke omtalt videre her.

10.4.2 Kostnad

Økt innsamling og destruksjon av brukt HFK innebærer primært merkostnader for aktørene som leverer inn brukt gass. Stiftelsen Returgass som håndterer gassen og utbetaler statlig refusjon, dekker sine utgifter til returordningen gjennom et behandlingsgebyr per kilo innlevert gass. Vi legger til grunn at merkostnadene for Stiftelsen Returgass (SRG) ved økt innsamling og destruksjon dekkes av økte inntekter fra behandlingsgebyr.

Avgiftsrefusjonsordningen medregnes ikke i den samfunnsøkonomiske kostnaden. Dermed består merkostnaden ved tiltaket primært av aktørenes merkostnader knyttet til innsamling og transport av brukt gass. Denne kostnaden vil variere mellom aktører og avhenger blant annet av hvor store anlegg gassen skal tappes fra og avstand til returpunkt. Vi har ikke prissatt denne merkostnaden, men plasserer skjønnsmessig dette tiltaket i kategorien 0-500 kroner per tonn CO_2-ekvivalenter.

10.4.3 Barrierer og virkemidler

For den enkelte aktør som vurderer lønnsomheten ved å samle inn og levere brukt HFK gass er avgiftsrefusjonsordningen sentral. Eksempelberegninger for vanlige kuldemedier viser at det er svært lønnsomt for aktører å samle inn og returnere fra varmepumper og AC-anlegg i biler med gassene som finnes i disse per i dag, selv om aktøren har betydelige transport- og tidskostnader knyttet til innsamlingen. Lønnsomheten vil imidlertid bli betydelig dårligere i framtiden når man samler inn gass med lavere GWP og dermed lavere avgiftssats.

Eksempelberegningene tyder på at den viktigste barrieren ikke er kostnader, men at det er behov for mer informasjon om pliktene til å samle opp gass, om refusjonsordningen og om returpunktene for å få til atferdsendring. Informasjonsvirkemidler og økt kontroll fra Miljødirektoratet av firma som

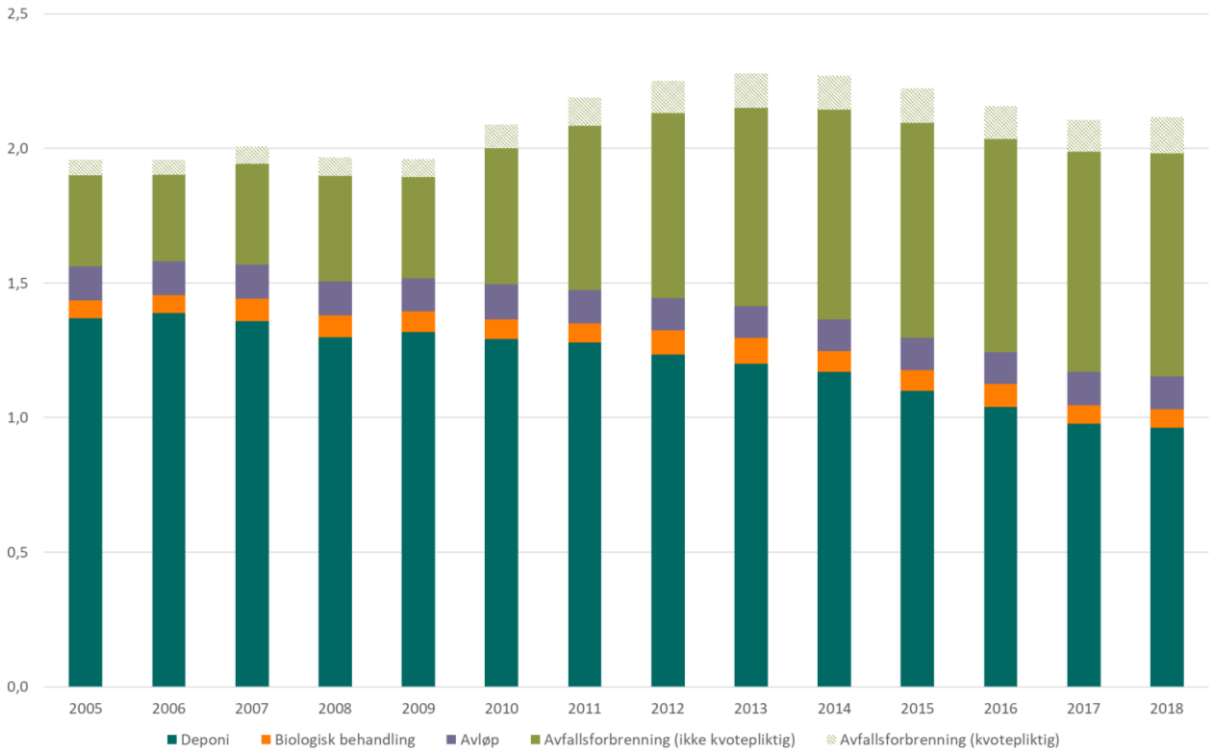
håndterer apparater med kuldemedier er mulige virkemidler. Det er allerede samarbeid med bransjeorganisasjoner som Varme, Kulde og Energi og nettverket for Nasjonal handlingsplan for bygg- og anleggsavfall. Dette kan intensiveres og utvides til også å omfatte mer direkte samarbeid med spesifikke bransjeorganisasjoner som bransjeforeningen av storkjøkkenleverandører, Bilimportørenes landsforening/Auroretur AS o.l. Behovet for økt oppmerksomhet rundt det å samle inn og levere brukt HFK-gass vil øke dersom man skal opprettholde en høy returgrad når beholdningen av HFK-gasser byttes ut med gasser med lavere GWP og dermed lavere retursats.

10.5 Avfall og avfallsforbrenning

Utslipp fra sektoren inkluderer utslipp fra avfallsdeponi (metan), biologisk behandling av avfall (komposteringsanlegg og biogassproduksjon), ikke-kvotepliktig avfallsforbrenning med og uten energiutnyttelse[374] og utslipp fra avløp. De utredede tiltakene i avfallssektoren fører til reduserte utslipp fra avfallsforbrenning og avfallsdeponigass.

Deponi og avfallsforbrenning er de største kildene til klimagassutslipp innen sektoren. Utslipp fra avfallsdeponi stod for 49 prosent av utslippene fra avfall og ikke-kvotepliktig avfallsforbrenning i 2018, mens ikke-kvotepliktig avfallsforbrenning stod for omtrent 42 prosent. Videre stod avløp for 6 prosent og biologisk behandling av avfall 3 prosent. Siden 2005 har klimagassutslippene i avfallssektoren økt med 4,3 prosent, hovedsakelig på grunn av økende utslipp fra avfallsforbrenning. Disse utslippene har blitt 2,5 ganger høyere siden 2005, mens utslipp fra avfallsdeponi har blitt redusert med nesten 30 prosent over samme periode. Forbudet mot deponering av biologisk nedbrytbart avfall har vært et sentralt virkemiddel som har bidratt til å redusere deponering og øke mengden avfall til forbrenning med energiutnyttelse. Figur A 81 viser utslippsutviklingen for avfallssektoren, inkludert utslipp fra avfallsforbrenning for perioden 2005-2018.

[374] Avfallsforbrenning med energiutnyttelse (produksjon av fjernvarme og/eller elektrisitet) er bokført under energiforsyning og ikke avfall i utslippsregnskapet på grunn av bokføringsreglene for utslippsrapportering til FN. I 2018 var 14 prosent av utslippene fra avfallsforbrenning kvotepliktige.



Figur A 81. Utviklingen av klimagassutslipp fra avfallssektoren og avfallsforbrenning med energiutnyttelse for perioden 2005-2017. mill. tonn CO_2-ekv.

Basert på utslippsframskrivingene forventes det samlede utslipp fra ikke-kvotepliktig avfallsforbrenning og avfallsdeponi på omtrent 14,5 millioner tonn CO_2-ekvivalenter i perioden 2021-2030. Tiltakene som er utredet er oppsummert i Tabell A 1, og vurderes å kunne redusere utslippene fra disse kildene med omtrent 1,36 millioner tonn CO_2-ekvivalenter over hele perioden 2021-2030. Det største utslippsreduksjonspotensialet kommer fra økt metanuttak fra avfallsdeponi og økt utsortering og materialgjenvinning av plast, som fører til reduserte utslipp fra avfallsforbrenning.

Tabell A 34. Utredede tiltak som reduserer utslipp fra avfall og avfallsforbrenning.

Tiltak		Utslippsreduksjoner 2021-2030 (mill. tonn CO_2-ekv.)	Kostnadskategori (kr/tonn CO_2-ekv.)
E06	Økt utsortering av brukte tekstiler til materialgjenvinning	0,20	< 500 kr/tonn
E07	Økt utsortering av plastavfall til materialgjenvinning	0,40	> 1500 kr/tonn
A01	Økt uttak av metan fra avfallsdeponi	0,76	< 500 kr/ton
Samlet potensial for utslippsreduksjon (2021-2030)		1,36	

10.5.1 Avfallsforbrenning

Anlegg der samlet innfyrt termisk effekt overstiger 20 MW er kvotepliktige, med unntak av anlegg for forbrenning av farlig og kommunalt avfall. Anlegg som forbrenner avfall med hovedformål å produsere energi til industri eller industriell produksjon, er også inkludert i kvotepliktig sektor.

Omtrent 14 prosent av utslippene fra avfallsforbrenning med energiutnyttelse er omfattet av kvoteplikt.

Utslipp fra ikke-kvotepliktige avfallsforbrenningsanlegg er ikke omfattet av CO_2-avgift per dags dato. Utslippene fra disse anleggene utgjorde om lag 0,8 millioner tonn CO_2-ekvivalenter i 2018. I Meld. St. 41 (2016–2017) Klimastrategi for 2030 – norsk omstilling i europeisk samarbeid ble det varslet at regjeringen vil "innføre prising av utslipp av klimagasser fra avfallsforbrenningsanlegg". I Prop. 1 LS (2010-2020) vises det til at regjeringen vil arbeide videre med å innlemme avfallsforbrenningsanlegg for husholdningsavfall i EUs kvotesystem eller innføre CO_2-avgift på forbrenning av avfall.

10.5.2 Omstilling til sirkulær økonomi er viktig for et lavutslippssamfunn

Regjeringsplattformen[375] sier at Norge skal være et foregangsland i utviklingen av en grønn, sirkulær økonomi som utnytter ressursene bedre, og utarbeide en nasjonal strategi om sirkulær økonomi. Den nasjonale strategien vil ferdigstilles i løpet av 2020.

Sirkulær økonomi er høyt på dagsorden i EU og en rekke nye og reviderte regelverk blir relevante i Norge gjennom EØS-avtalen. Norge arbeider med gjennomføring av EUs reviderte avfallsregelverk, som blant annet har høye og langsiktige mål for forberedelse til ombruk og materialgjenvinning av ulike avfallstyper. EU-kommisjonen har varslet at de vil legge fram en ny handlingsplan om sirkulær økonomi tidlig i 2020, der det er ventet at de særlig vil fremme tiltak og virkemidler for sirkulær økonomi innen tekstil, plast, bygg, mat/drikke, transport og elektronikk, i tillegg til mer generelle grep rettet mot bl.a. design for sirkulær økonomi, forbruk og velfungerende marked for sekundære råvarer.

Sirkulær økonomi innebærer et utvidet syn på hva som er ressurser og hvordan de kan utnyttes mest mulig effektivt. I en verden der presset på naturressursene øker sterkt, er det avgjørende for miljøet og klimaet at ressurser brukes og ombrukes mer effektivt. Utvinning av materialer som brukes i produkter bidrar sterkt til utslipp av klimagasser. Bedre utnyttelse av materialer gjennom en mer sirkulær økonomi bidrar til å redusere disse utslippene samt utslipp fra avfallsbehandling. EU-kommisjonens lavutslippsstrategi viser at omstilling til en sirkulær økonomi er viktig for et lavutslippssamfunn i 2050,[376] og at omstillingen til et lavutslippssamfunn må være godt i gang innen 2030. Sirkulær økonomi er derfor også svært relevant i et 2030-perspektiv.

Design for lengre varighet og sirkulær økonomi, mer effektiv materialbruk, smartere forbruk, ombruk, økt materialgjenvinning av kasserte produkter og bruk av avfallsbasert råvare i nye produkter, er strategier for en sirkulær økonomi. Utvikling av nye forretningsmodeller står også sentralt. Rapporter anslår at i underkant av halvparten av klimagassutslippene globalt er knyttet til produksjon av varer, som kjøretøy, klær, mat, og andre hverdagsprodukter.[377] I Norge er store potensial blant annet knyttet til produktgrupper som tekstiler, plast, mat, byggevarer og elektriske og elektroniske produkter. Dette er i tråd med satsingsområder i EU. Å utvikle en sirkulær økonomi vil

[375] Statsministerens kontor (2019). Granavolden-plattformen. 17.01.19.
[376] EU-Kommisjonens melding med en ny og oppdatert lavutslippsstrategi for 2050 (LTS2050): A Clean Planet for all. A European strategic long-term vision for a prosperous, modern, competitive and climate neutral economy fra 28. november 2018, med underliggende grunnlagsdokument som meldingen baserer seg på.
[377] Ellen MacArthur Foundation (2019). Completing the Picture: How the Circular Economy Tackles Climate Change.

også bidra til å nå FNs bærekraftsmål 12 om bærekraftig produksjon og forbruk,[378] og til å redusere den negative utviklingen innen biologisk mangfold.[379]

Omstilling til et lavutslippssamfunn innebærer betydelig ressursbruk i form av råvarer og produkter, eksempelvis batterier og byggematerialer. Effektiv bruk av kritiske råvarer kan sørge for tilgang til materialer som trengs i produksjon av nødvendig infrastruktur, produkter og utstyr til en omstilling til lavutslippsløsninger. Ombruk og materialgjenvinning av blant annet batterier vil trolig være avgjørende for å sikre tilstrekkelig tilgang til kritiske råvarer i framtiden. Nye forretningsmodeller som fremmer leie eller leasing, framfor å eie, gir insentiv for produkter med lang levetid som er egnet for oppgradering og reparasjon. Dermed stimuleres sirkulær økonomi uten at aktiviteten i økonomien synker. Bruk av avfallsbaserte råvarer i nye produkter kan stimuleres gjennom insentiver til å foredle avfall til best mulig kvalitet og til å bruke slike råvarer i produksjon av nye varer.

Utslippsreduksjonspotensial

I kategorien avfall er to tiltak utredet innen sirkulær økonomi på nåværende tidspunkt, tiltak *Økt utsortering av brukte tekstiler til materialgjenvinning* og tiltak *Økt utsortering av plastavfall til materialgjenvinning.* Redusert tekstilforbruk er også vurdert som tiltak, men på grunn av overlapp med tiltaket *Økt utsortering av brukte tekstiler til materialgjenvinning* er det ikke inkludert som eget tiltak i Klimakur 2030. I tillegg til å innebære et skifte mot en mer sirkulær økonomi, vil disse tiltakene føre til reduserte utslipp fra avfallsforbrenningsanlegg gjennom redusert forbrenning av avfall som gir fossile CO_2-utslipp. Disse tiltakene er valgt fordi det foreligger tilstrekkelig kunnskap til å kvantifisere et potensial for utslippsreduksjoner innenfor tidsfristen for oppdraget. Tiltakene følger også av krav i EUs rammedirektiv for avfall, som er innlemmet i EØS-avtalen. *Økt utsortering av plastavfall til materialgjenvinning* er utredet i forbindelse med pågående arbeid med en forskriftsregulering av krav til utsortering og materialgjenvinning av biologisk avfall og plastavfall.[380] I framtidige analyser bør ytterligere tiltak for sirkulær økonomi analyseres, som innen bygg og anleggssektoren, elektriske og elektroniske produkter, redusert bruk av unødvendig plast osv.

En stor del av klimagassutslippene knyttet til materialbruk kommer utenfor Norge. Dermed vil de største utslippsreduksjonene ved overgang til en mer sirkulær økonomi komme i andre land. Den samlede reduksjonen i ikke-kvotepliktige utslipp i Norge for disse to tiltakene er i perioden 2021 til 2030 anslått til å være 0,6 millioner tonn CO_2-ekvivalenter. I tillegg anslås tiltakene å føre til en reduksjon på i overkant av 1 million tonn CO_2-ekv. i andre land i samme periode.

Det største reduksjonspotensialet for utslipp fra avfallsforbrenning som er utredet i Klimakur 2030 er knyttet til CCS-tiltakene som er beskrevet i kapittel 11. I beregningen av utslippsreduksjonspotensialet for tiltakene *Økt utsortering av brukte tekstiler til materialgjenvinning* og *Økt utsortering av plastavfall til materialgjenvinning* er det tatt hensyn til overlapp med CCS-tiltakene på Fortum Oslo Varme, BIR Avfallsenergi Bergen og avfallsforbrenningsanlegget på Heimdal i Trondheim. Det er antatt at mengden avfall som energiutnyttes i Norge ikke reduseres selv om man utløser begge utsorteringstiltakene. Avfallsmengen er antatt å holdes konstant gjennom redusert eksport av avfall til Sverige, eller økt import. Dermed påvirkes ikke utslippsreduksjonspotensialet for CCS-tiltakene av utsorteringstiltakene. Imidlertid fører CCS på tre store avfallsforbrenningsanlegg til

[378] European Commission (2019). Reflection paper towards a sustainable Europe by 2030.
[379] Council of the European Union (2019). Outcome of proceedings. More circularity - Transition to a sustainable society - Council conclusions. 12791/19.
[380] Miljødirektoratet (2018). Forslag til forskriftsregulering av krav til utsortering og materialgjenvinning av biologisk avfall og plastavfall. Oversendt Klima- og miljødepartementet 1. oktober 2018. Vår ref. 2015/5010.

at utslippsreduksjonspotensialet for økt utsortering av plast og tekstiler reduseres etter hvert som CCS-anleggene settes i drift.

Kostnader

Tiltaket *Økt utsortering av brukte tekstiler til materialgjenvinning* er beregnet å være samfunnsøkonomisk lønnsomt, selv før man tar hensyn til verdien av utslippsreduksjonen, på grunn av reduserte kostnader for avfallsforbrenning og den høye prisen på brukte tekstiler fra Norden i det internasjonale markedet. Kostnadene knyttet til innsamling og sortering av brukte tekstiler er beregnet å være relativt små. Tiltaket *Økt utsortering av plastavfall til materialgjenvinning* er derimot beregnet å ha en høyere kostnad per tonn CO_2-ekvivalenter, over 1500 kroner per tonn. Dette skyldes et omfattende behov for nye sorteringsløsninger og administrativt arbeid knyttet til implementering og oppfølging.

Begge tiltakene er nødvendig for å sikre overholdelse av krav i EUs rammedirektiv om avfall, som er innlemmet i EØS-avtalen.

Barrierer og virkemidler

Tiltaket *Økt utsortering av plastavfall til materialgjenvinning* står overfor barrierer knyttet til både kostnader, teknologi, infrastruktur, reguleringer og atferd. For å oppnå økt utsortering av plast er det forutsatt betydelige investeringer i ettersorteringsanlegg av restavfall, dette utgjør en økonomisk barriere. Videre er det for tiden underkapasitet på anlegg for materialgjenvinning av plast i Europa. Mangelen på kapasitet, og høye priser på materialgjenvinning er derfor også en økonomisk barriere som bidrar til at sekundære råvarer i liten grad er konkurransedyktig sammenlignet med primære råvarer i dag. EU arbeider med en rekke tiltak og virkemidler som skal bidra til å endre denne situasjonen.

Deler av tekstil- og plastavfallet har lav kvalitet, og er lite egnet for materialgjenvinning med dagens teknologi. Dette kan ses på som en teknologisk barriere som kan reduseres med ny teknologi for utsortering og materialgjenvinning. Design for sirkulær økonomi, standardisering, reguleringer på produktsiden, informasjonstiltak og tilpasset infrastruktur med mer, vil være avgjørende for å oppnå god kvalitet på materialgjenvunnet råvare. Atferden til forbrukere og aktører i avfallshåndteringen har også stor betydning for å oppnå høy andel materialgjenvinning og tilstrekkelig kvalitet.

For plastemballasje er det innført produsentansvarsordning med krav til minimum andel materialgjenvinning i avfallsforskriften kapittel 7. Drikkevareemballasje av plast har insentiver for materialgjenvinning gjennom avfallsforskriften kapittel 6 og miljøavgift for drikkevareemballasje, som er regulert gjennom særavgiftforskriften. Tiltaket *Økt utsortering av plastavfall til materialgjenvinning* bygger på Miljødirektoratets utredning og anbefaling av et krav i avfallsforskriften til kommuner og næringsvirksomheter om økt utsortering og materialgjenvinning av plastavfall.

For tekstilavfall finnes det i dag ikke nasjonale virkemidler for utsortering og materialgjenvinning, men i de fleste kommuner finnes det bringeordninger for innsamling. Det stilles krav til separat innsamling av tekstilavfall i EUs reviderte rammedirektiv om avfall, og miljømyndighetene vil vurdere hvordan dette kravet gjennomføres i Norge. Med mindre husholdningen får betalt for tekstiler som utsorteres vil husholdningene kun bære kostnaden ved utsortering, og ikke ta del i gevinsten. I dette tilfellet vil tidskostnaden og ulemper knyttet til utsortering utgjøre en barriere for husholdningene. For avfallsselskapet vil lønnsomhetsvurderingen avhenge av hvorvidt de kan ta seg betalt for tekstilavfallet som samles inn. Gitt den høye verdien til utsorterte tekstiler i markedet kan man se for seg at en henteordning kan være lønnsom for avfallsselskapet. For å utløse tiltaket er det nødvendig å sikre at aktørene som bærer kostnadene ved utsortering og innsamling (husholdningene og

avfallsselskapene) får ta del i gevinsten fra utsorteringene. Kvoteplikt eller økonomiske virkemidler som avgift på avfallsforbrenning er eksempler på virkemidler som kan gjøre det mer lønnsomt for avfallsselskapene å investere i innsamlings- og/eller ettersorteringsløsninger. For at en eventuell avgift på avfallsforbrenning ikke skal medføre økt eksport, kan det være aktuelt å også vurdere en tilsvarende avgift på avfall som eksporteres til forbrenning i land uten en slik avgift. Økonomiske virkemidler kan også bidra til at sekundær råvare blir mer konkurransedyktig.

10.5.3 Avfallsdeponigass

Deponering av biologisk nedbrytbart avfall har vært forbudt i Norge siden 2009. Utslipp av metan fra tidligere deponert avfall er ikke omfattet av avgift eller kvoteplikt. Mengden deponert organisk avfall er sterkt redusert etter innføringen av forbud mot deponering av våtorganisk avfall i 2002, og forbud mot deponering av annet biologisk nedbrytbart avfall i 2009. Det deponeres fortsatt små mengder organisk avfall. I 2018 ble det deponert 8000 tonn avløpsslam som ikke oppfylte kravene fra gjødselvareforskriften.

Avfallsforskriften krever at det skal treffes tiltak for å ha kontroll med opphopning og utlekking av deponigass. Den driftsansvarlige skal vurdere omfanget av gassproduksjonen i deponiet, og forurensningsmyndigheten kan stille krav om gassoppsamling dersom det er behov for det. Deponigass består primært av metan og karbondioksid som dannes når deponert avfall brytes ned. De største deponianleggene i Norge har metanuttak. Gassen benyttes til å produsere elektrisitet eller varme, eller fakles. Klimagassutslipp fra deponi i Norge beregnes etter modell fra FNs Klimapanel.[381] Potensialet for metanutslipp beregnes basert på total mengde organisk avfall deponert og beregnede utslipp utledes ved å trekke metanuttak rapportert fra de norske anleggene fra potensielle utslipp. I 2008 tilsvarte metanuttak 28 prosent av de beregnede potensielle metanutslippene fra deponi. Siden 2008 har denne andelen blitt redusert og tilsvarer de fem siste årene 15 prosent av de potensielle utslippene. I 2018 ble 6 660 tonn metan tatt ut, av dette ble 55 prosent faklet, 42 prosent ble benyttet til å produsere varme mens 3 prosent ble brukt til elproduksjon. 89 anlegg har rapportert metanuttak minst en gang i perioden fra 1988 til 2018. I 1988 hadde ett anlegg uttak av metan mens 67 anlegg har rapportert metanuttak i 2018.

Det er potensial for å redusere utslipp fra deponi gjennom å øke mengden metan som samles og behandles. Dette tiltaket har blitt identifisert av noen kommuner som sendte søknad til klimasats og fra Oslo kommune som har lagt tiltaket i klimabudsjettet sitt.

I referansebanen er det lagt til grunn at mengden organisk avfall som deponeres holdes konstant på 2016-nivå og at andelen metanuttak er stabil i perioden 2017-2030 og tilsvarer ca. 15 prosent av potensielle metanutslipp fra deponi. Tiltaket utredet her forutsetter at metanuttaket økes gradvis fra 15 prosent til 28 prosent av utslippene, som tilsvarer nivået i 2008, mellom 2021 og 2025 og stabiliseres på 28 prosent til og med 2030. Dette gir et utslippsreduksjonspotensial på ca. 0,76 millioner tonn CO_2-ekvivalenter i perioden.

Kostnader

I forbindelse med Klimakur 2020[382] ble det vurdert investeringskostnader og driftskostnader for oppgradering av eksisterende uttaksanlegg. Vi har ikke informasjon om kostnader for etablering av

[381] IPCC (2006). IPCC waste model. Guidelines for national greenhouse gas inventory, Volume 5.
[382] Klif mfl. (2010). Klimakur 2020. Tiltak og virkemidler for å nå norske klimamål mot 2020. Rapport TA 2590/2010.

nye uttaksanlegg. Basert på kostnadene knyttet til oppgradering av anlegg utredet i Klimakur 2020 er tiltaket plassert i kostnadskategorien under 500 kr/tonn CO_2-ekvivalenter.

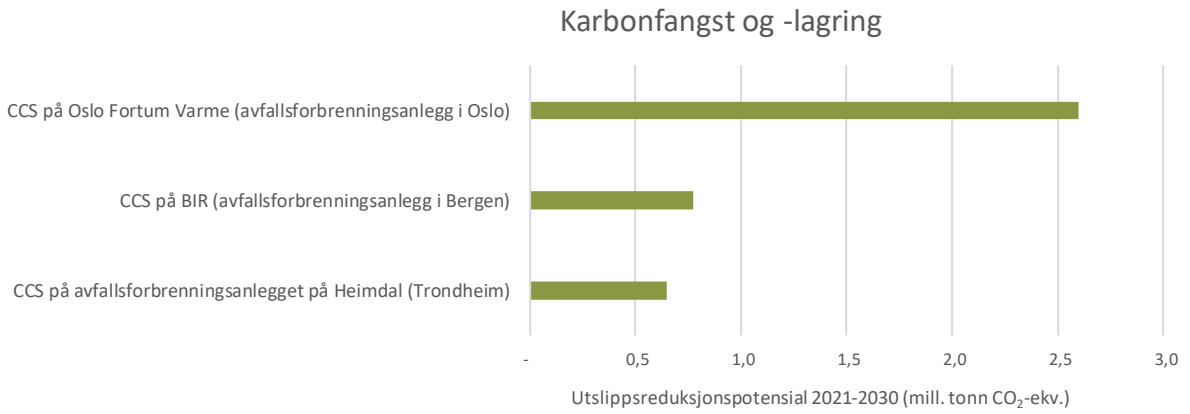
Barrierer og virkemidler

Dagens regelverk stiller krav til tiltak for å ha kontroll med opphoping og utlekking av deponigass for deponi som er i drift. Det stilles også krav til at deponigass skal samles opp og energiutnyttes eller fakles på alle deponi som tar imot biologisk nedbrytbart avfall. Reguleringen er imidlertid ikke justert etter innføringen av forbudet mot deponering av biologisk nedbrytbart avfall for å også omfatte deponi som ikke er i drift. Endret regulering, for eksempel å stille krav om vedlikehold av eksisterende anlegg for metanuttak, kan være et mulig virkemiddel for å få utløst tiltaket. For å kunne håndheve regelverket kan det også være behov for en kartlegging av anleggene med metanuttak. Deretter må det vurderes hvilke anlegg som har størst potensial for metanuttak, og muligheter for oppgradering av disse anleggene.

For å kunne forbrennes med energiutnyttelse eller fakles må deponigassen inneholde en viss mengde metan. Norge har forbud mot deponering av biologisk nedbrytbart avfall. Dette medfører at metankonsentrasjoner i deponi reduseres over tid. Dette vil kunne være en viktig barriere i gamle deponier som ikke produserer en tilstrekkelig høy konsentrasjon metan i deponigass.

11 Karbonfangst og -lagring

Faggrunnlaget er i hovedsak utarbeidet av faggruppen, med innspill fra Gassnova. I dette kapittelet beskrives noen muligheter for karbonfangst og -lagring (CCS) av ikke-kvotepliktige utslipp, og vi har inkludert tre prosjekter i tiltaksanalysen. Alle disse tre er avfallsforbrenningsanlegg, men det finnes også andre prosjekter som kan være aktuelle. Samtidig er karbonfangst og -lagring der flere kilder deler lager og transportinfrastruktur en systemløsning, og det finnes i dag ikke en slik CCS-verdikjede hvor fangstprosjekter kan kjøpe lagringstjenester. Vi beskriver derfor flere barrierer, markedssvikter og virkemidler som er aktuelle ved etableringen av en slik kjede.



Figur A 82. CCS-tiltak. Utslippsreduksjonspotensialet inkluderer både fossile og biogene utslipp.

11.1 Oppsummering

Avfallsforbrenningsanlegg er blant de største punktkildene til ikke-kvotepliktige utslipp. Deler av avfallet som brennes er fossilt, og fangst og lagring av CO_2 fra forbrenningen vil redusere ikke-kvotepliktige utslipp. Anleggene forbrenner imidlertid også organisk materiale (bio-CO_2). Klimaeffekten av bio-CO_2 regnes som null i klimagassregnskapet, men effekten på global oppvarming vil være lik for CCS-tiltak på bio-CO_2 og CO_2 fra fossile kilder. Dersom bio-CO_2 fanges og lagres (bio-CCS) får man såkalte negative utslipp.

Mulige utslippsreduksjoner i perioden 2021-2030

Vi har utredet CCS-tiltak for Fortum Oslo Varme sitt avfallsforbrenningsanlegg på Klemetsrud, avfallsforbrenningsanlegget på Heimdal i Trondheim og BIR avfallsenergi i Bergen. Dersom tiltakene gjennomføres, vil de kunne redusere utslippene med 4 millioner tonn CO_2-ekvivalenter i perioden 2021-2030, gitt forutsetningene i analysen. 1,8 millioner tonn CO_2-ekvivalenter vil være fossile utslipp og 2,2 millioner tonn CO_2-ekvivalenter vil være bio-CO_2. Dersom alle de tre tiltakene gjennomføres vil de til sammen kunne bidra til utslippsreduksjoner på 0,8 millioner tonn CO_2-ekvivalenter i året. Tiltakene fases inn relativt sent i perioden, og har derfor et vesentlig potensial etter 2030. For at fangst og lagring av bio-CO_2 skal inkluderes i Norges utslippsforpliktelser må FNs og EUs regelverk for bokføring av negative utslipp endres. Regelverksendringer vil også kunne bidra til økt satsing på bio-CCS utenfor Norge som ifølge FNs klimapanel er en avgjørende løsning for å nå 1,5-gradersmålet.

Tabell A 35. Utslippsreduksjoner fra CCS-tiltak inkludert i Klimakur 2030, inkludert reduserte utslipp av bio-CO_2 .

Tiltak		Utslippsreduksjoner 2021-2030 (mill. tonn CO_2-ekv)	Kostnadskategori (kr/tonn CO_2-ekv.)
E01	CCS på Oslo Fortum Varme (avfallsforbrenningsanlegg i Oslo)	2,6	500-1500 kr/tonn
E02	CCS på BIR (avfallsforbrenningsanlegg i Bergen)	0,8	500-1500 kr/tonn
E03	CCS på avfallsforbrenningsanlegget på Heimdal (Trondheim)	0,6	500-1500 kr/tonn

Karbonfangst og -lagring er aktuelt også for andre ikke-kvotepliktige kilder. Ved produksjon av biodrivstoff og biobrensel er for eksempel større mengder bio-CO_2 ofte et biprodukt i produksjonsprosessen. Denne bio-CO_2en antas å være teknisk ukomplisert å inkludere i en eksisterende CCS-infrastruktur. Det er også uavklart hvordan bio-CCS på kvotepliktige anlegg som sementfabrikker, smelteverk og treforedlingsindustri skal kunne bokføres. Negative utslipp er ikke dekket av EUs klimakvotesystem i sin nåværende form.

Mangler insentiver for investering

Etablering av anlegg for karbonfangst, transport og geologisk lager er store investeringer med lang levetid. Det er per i dag ingen eksisterende virkemidler som dekker CCS-tiltakene som er inkludert i Klimakur 2030 etter forskning-, utvikling- og demonstrasjonsstadiet. Avfallsforbrenningsanlegg har i dag heller ingen insentiver for bio-CCS. Fortum Oslo Varme inngår i fullskala CCS prosjektet, sammen med Norcem og Northern Lights.[383] Prosjektets formål er å redusere kostnader og investeringsbarrierer for etterfølgende CO_2-håndteringsprosjekter, blant annet ved å etablere transport- og lagringsinfrastruktur for CO_2.

For å kunne forsvare ressursbruken i et CCS-prosjekt må aktørene anta at klimavirkemidlene strammes inn i løpet av få år, og den politiske usikkerheten er dermed vesentlig. I tillegg møter prosjektene teknologiske barrierer, markedsmessige utfordringer og regulatoriske barrierer.

I Prop. 1 LS (2019-2020) vises det til at regjeringen vil arbeide med å innlemme alle avfallsforbrenningsanlegg for husholdningsavfall i EUs klimakvotesystem eller innføre CO_2-avgift på forbrenning av avfall. En avgift alene vil ikke overkomme de markedsmessige og regulatoriske barrierene de første CCS-prosjektene møter. En avgift vil også kunne gi norske avfallsforbrenningsanlegg en konkurranseutfordring mot utenlandske konkurrenter.

Siden CCS ikke er en etablert løsning i et fungerende marked, og insentivene i dag ikke er tilstrekkelig for å gjøre prosjektene lønnsomme, forutsetter tiltakene som er utredet støtte. Etter hvert som det finnes teknologisk modne løsninger for CCS i fungerende markeder, vil behovet for støtte avta, og framtidige prosjekter kan drives av generelle virkemidler – som avgifter – dersom disse er sterke og treffsikre nok.

[383] Northern Lights er et partnerskap mellom Equinor, Norske Shell og Total E&P Norge som utreder transport- og lagringsdelen av fullskalaprosjektet

11.2 Karbonfangst og -lagring på avfallsforbrenning

11.2.1 CCS på avfallsforbrenningsanlegg kan kutte CO_2-utslipp fra sektoren, og gi negative utslipp.

Så lenge plastavfall forbrennes er det ingen enkel måte å redusere utslippene fra anleggene på, da disse stammer fra nettopp forbrenningsprosessen. Samtidig gjør dette at karbonfangst og -lagring kan være særlig aktuelt. Deler av avfallet som brennes er fossilt, og fangst og lagring av CO_2 fra disse kildene bidrar til nasjonale klimaforpliktelser. Anleggene forbrenner imidlertid også organisk materiale (bio-CO_2).

Klimaeffekten av bio-CO_2 regnes som null i utslippsregnskapet fordi biomassen har tatt opp CO_2 gjennom sin levetid. Dersom bio-CO_2 fanges og lagres (bio-CCS) kan man oppnå negative utslipp. Effekten på global oppvarming vil være lik for CCS-tiltak på bio-CO_2 og CO_2 fra fossile kilder. I de fleste lavutslippsscenarioene IPCC har vurdert, fjernes CO_2 fra atmosfæren i svært stor skala. Bio-CCS er en mulighet for å oppnå slike reduksjoner, sammen med skogplanting.

Fortum Oslo Varme, avfallsforbrenningsanlegget på Heimdal og BIR avfallsenergi forbrenner avfall og forsyner henholdsvis Oslo, Trondheim og Bergen med energi. Vi har utredet tiltak for disse tre anleggene fordi dette er store avfallsforbrenningsanlegg og fordi tiltakene er en del av de tilhørende kommunenes klimaplaner. Tiltakene går ut på å fange CO_2 etter forbrenning av avfallet (post-combustion) ved bruk av aminteknologi og flytendegjøring, og frakt av CO_2 via et mellomlager på kai til permanent lagring. Biomasseandelene er antatt å være 50 prosent for Fortum Oslo Varme, 60 prosent for avfallsforbrenningsanlegget på Heimdal og 70 prosent for BIR avfallsenergi.

Fortum Oslo Varme er ett av to fangstanlegg i Statens prosjekt for demonstrasjon av fullskala fangst, transport og lagring av CO_2 (fullskalaprosjektet). Hensikten med fullskalaprosjektet er å demonstrere at CCS-teknologi kan brukes i en hel kjede hvor CO_2 fanges fra en industrivirksomhet, fraktes på skip til et mellomlager på kai og videre i rør til injeksjon for permanent lagring offshore. En detaljert gjennomgang av fullskalaprosjektet utarbeides av Gassnova og OED. Denne utredningen vil gjennomgå ekstern kvalitetssikring i tråd med statens ordning for kvalitetssikring av store offentlige prosjekter, og bidra til å danne et helhetlig beslutningsgrunnlag for prosjektet. Fullskalaprosjektet vil legges fram til behandling i Stortinget for investeringsbeslutning av regjeringen i Prop. 1 LS (2020-2021). For tiltaket på Fortum Oslo Varme i Klimakur 2030 er utslippspotensial, biomasseandel og kostnadskategori basert på offentlig tilgjengelig informasjon fra fullskalaprosjektet.[384]

For BIR avfallsenergi og avfallsforbrenningsanlegget på Heimdal er utslippsreduksjonspotensialet og biomasseandel basert på dagens utslipp fra anleggene. Plassering i kostnadskategori er gjort med bakgrunn i en utredning utført av SINTEF og Vista Analyse på oppdrag fra Miljødirektoratet.[385]

11.3 Flere prosjekter kan være aktuelle for bio-CCS

11.3.1 Bio-CO_2 er tilgengelig som et biprodukt fra produksjon av avansert biodrivstoff

Ved produksjonen av biodrivstoff og biobrensel skilles det i mange tilfeller ut større mengder CO_2 i produksjonsprosessen. Dette gjelder i hovedsak for moderne produksjonsanlegg og særlig for biogassproduksjon. Bio-CO_2 fra disse produksjonsprosessene vil være høykonsentrert, til dels allerede fanget og antas å være teknisk ukompliserte å inkludere i en eksisterende CCS-infrastruktur.

[384] Atkins & Oslo Economics (2018). Kvalitetssikring (KS2) av demonstrasjon av fullskala fangst, transport og lagring av CO_2 – Tilleggsvurdering fase 2.

[385] Vista Analyse & SINTEF Tel-Tek (2019). Kostnader ved karbonfangst og -lagring i Norge.

Potensialet er imidlertid relativt begrenset gitt dagens produksjonsnivå. De fleste av dagens norske biodrivstoffanlegg er relativt små, og logistikkostnadene ved transport og lagring av CO_2 kan bli relativt høye uten en hensiktsmessig samordning med andre prosjekter. Flere eksisterende, og mulige nye biodrivstoffanlegg utreder imidlertid mulighetene for salg av CO_2 med næringsmiddelkvalitet. Dette kan indikere relativt lave fangst- og mellomlagringskostnader. Fokuset på å fange CO_2 for salg heller enn for lagring handler i hovedsak om en vurdering av inntektspotensialet på kort sikt.

Ved realisering av kjente planer for produksjon av flytende biodrivstoffproduksjon i Norge og vekst i norsk biogassproduksjon, vil mengden bio-CO_2 kunne øke betydelig. I land som Sverige og Finland er potensialet for fangst større, og dette kan gi en mulighet for inntekter til en eventuell norsk CCS-kjede.

11.3.2 Bio-CCS fra kvotepliktige utslipp kan muligens regnes mot måloppnåelsen for ikke-kvotepliktige utslipp

En rekke kvotepliktige virksomheter har til dels store utslipp av bio-CO_2, for eksempel Norcem Brevik, Norske Skog Saugbrugs, Norske Skog Skogn, Borregaard, og flere smelteverk som produserer ferrosilisium.

Bio-CO_2 teller som null i EUs klimakvotesystem (EU ETS), og det er uklart hvordan CCS på disse kildene skal regnes mot klimamålene, og hvordan de skal reguleres. EU ETS er ikke i dag innrettet for å håndtere utslippsreduksjoner fra bio-CCS, og et alternativ kunne være at CCS-tiltak på slike kilder kunne regnes mot måloppnåelsen for ikke-kvotepliktige utslipp. Dette forutsetter regelverksendringer i EU-systemet, og innsatsfordelingsforordningen dekker ikke dette per i dag.

11.4 Barrierer

I det følgende beskrives barrierer for fullskalaprosjektet, som Fortum Oslo Varme er en del av, og barrierer for nye CCS-prosjekter etter at en infrastruktur for transport og lagring av CO_2 er etablert. CCS er en systemløsning, og det finnes ikke en CCS-kjede i dag. Vi beskriver derfor også markedssvikter og framtidige virkemidler som kan være er aktuelle ved etableringen av en slik kjede.

11.4.1 Ingen åpenbar forretningsmodell for CCS-prosjekter i dag

Etablering av anlegg for karbonfangst, transport og geologisk lager krever store investeringer med lang levetid. For de tre tiltakene som er utredet finnes det i dag ingen inntektsside til en slik investering. Avfallsforbrenningsanleggene har også høye andeler bio-CO_2 i røykgassen, og anleggene har ingen insentiver for bio-CCS (se diskusjon om virkemidler i 11.5.). CCS-prosjektene har derfor ingen forretningsmodell i dag.

For å kunne forsvare ressursbruken i et CCS-prosjekt må aktørene anta at klimavirkemidlene strammes inn i løpet av få år, og at denne innstrammingen gjøres uten å skape konkurransevridning mot aktører i andre land som ikke er underlagt like strenge klimavirkemidler. Denne politiske usikkerheten er vesentlig. Den samme politiske usikkerheten gjør at det er usikkert for aktører som vurderer å investere i lager om de kan regne med framtidige inntekter fra flere fangstprosjekter.

11.4.2 Læring, teknologiutvikling og skala vil sannsynligvis redusere kostnadene

En andel av lagerkostnaden er inkludert i tiltakskostnaden for tiltaket på Fortum Oslo Varme, som vil være et av de første anleggene som skal benytte lageret. Kostnadsestimatet legger til grunn en årlig kapasitet på 1,5 millioner tonn CO_2 i lagerprosjektet, og at tiltaket ved Fortum Oslo Varme belastes for sin andel av dette. Stordriftsfordeler i lageret gjør at kostnadseffektiviteten blir vesentlig bedre jo

flere prosjekter som gjennomføres. Etter at lageret er bygget vil det med moderate investeringer kunne håndtere svært mye større CO_2-mengder enn det som kommer fra dette ene fangstprosjektet.

Fullskalaprosjektet baserer seg på løsninger som er i bruk hver for seg, men som er kommersielt umodne for bruk for denne type industri eller i en hel kjede. Det mangler etablerte standarder og metoder som kan brukes i prosjektet. Dette bidrar til at kostnadene i dette prosjektet vil være vesentlig høyere enn i senere prosjekter. Erfaringsmessig kan reduksjonene i investeringskostnad som følge av reduserte teknologiske barrierer isolert sett være i størrelsesorden 60 prosent eller mer etter hvert som det bygges flere av samme type anlegg.[386] Ulike studier antar typisk at kostnadene vil falle 8–10 prosent per dobling av installert kapasitet.[387] Disse kostnadsreduksjonene vil ikke komme de første prosjektene til gode, og nytteverdien av prosjektet blir spredd (positiv ekstern virkning). De aller første prosjektene vil dermed være dyre for aktørene, og forutsetter støtte for å gjennomføres. Etter hvert som teknologien og markedene blir mer modne og kostnadene faller kan andre virkemidler, som avgift, kunne gi tilstrekkelig insentiv.

Ett enkelt prosjekt vil ikke alene bringe en teknologi, for Fortum Oslo Varme sin del post combustion aminteknologi, fra en umoden til en moden løsning med uttømt læringspotensial. Den store fordelen med aminrensing er at teknologien er tilstrekkelig validert til å brukes i et faktisk prosjekt for CO_2-fangst fra røykgass, blant annet som følge av aktivitetene ved Technology Center Mongstad (TCM) og Boundary Dam-prosjektet i Canada. Det er en nokså generell løsning som med noen justeringer kan tilpasses mange ulike typer anlegg, og i tillegg ettermonteres på eksisterende anlegg. Karbonfangst består imidlertid av en gruppe ulike løsninger, og det finnes mange andre fangstkonsepter som over tid kan utvikles videre. De fleste fangstløsningene har det til felles at de er store, kompliserte anlegg som i de fleste tilfeller skal integreres i andre store, kompliserte anlegg. Potensialet for forbedringer er derfor stort.

Forskning, utvikling og demonstrasjon (FoU&D) av nye eller forbedrede CCS-løsninger er som all annen FoU&D forbundet med kunnskapseksternaliteter. Det vil si at de positive effektene av slik aktivitet ikke eksklusivt tilfaller de som investerer i den. Grønn skattekommisjon[388] påpekte at slike eksternaliteter typisk er større for miljøteknologiprosjekter fordi disse prosjektene normalt har en lavere kunnskapsbase enn annen teknologiutvikling, og fordi de er avhengige av et politisk skapt marked en gang i framtiden, som det er knyttet stor usikkerhet til hvorvidt vil materialisere seg.

Prosjekter som involverer transport og lagring av bio-CO_2 fra produksjonen av biobrensler har derimot ingen vesentlige teknologiske barrierer. Disse prosessene har CO_2 som biprodukt, og tilsvarende som for CCS-prosjektene på Sleipner og Snøhvit må CO_2 fjernes som en del av produksjonen av det endelige produktet. Det samme kan for eksempel være tilfelle for produksjon av hydrogen fra naturgass og direktereduksjon av metalloksider med naturgass. Slike prosjekter kan ganske tidlig kunne benytte en eventuell infrastruktur som bygges opp i forbindelse med et demonstrasjonsprosjekt.

11.4.3 Det er markedsmessige utfordringer i CCS-kjeden

Det finnes i dag ingen lagringsaktører som tilbyr industriaktører å lagre CO_2 på kommersielle vilkår, og dette vil derfor være et viktig bidrag fra fullskala CCS-prosjektet. Ved opprettelsen av en første CCS-kjede vil de forskjellige aktørene være avhengige av de andre prosjektene i kjeden, som de ikke

[386] Se Røkke & Eldrup (2011). Hva koster egentlig CO2-håndtering?

[387] Se diskusjon i Atkins & Oslo Economics (2016). Kvalitetssikring (KS1) av KVU om demonstrasjon av fullskala fangst, transport og lagring av CO2, s 70.

[388] NOU 2015:15. Sett pris på miljøet — Rapport fra grønn skattekommisjon. Finansdepartementet.

har kontroll over. Fangstaktøren vil være avhengig av prosjektet for transport og lagring, og vice versa. Samtidig vil infrastruktur for CO_2-lagring kunne bli et naturlig monopol for lagring av CO_2 i sin region (ufullkommen konkurranse). Dette har paralleller i regulering av blant annet i avfallshåndtering og gassrørledningsnettet offshore. At det eksisterer et lager vil likevel være en stor fordel for etterfølgende fangstprosjekter.

Det er få teknologileverandører som kan levere tilstrekkelig validerte karbonfangstløsninger i dag. Fangst-, transport- og lagringsaktørene og teknologileverandørene vil særlig for disse tidlige prosjektene ha vesentlig høyere kunnskap enn andre aktører. Siden kunnskapen om CCS-prosjekter er lav hos finansielle aktører vil finansiering og forsikring av prosjektet sannsynligvis være dyrere enn for andre prosjekter på grunn av risikotillegg, og sannsynligvis dyrere enn for etterfølgende CCS-prosjekter. Støtte og tilrettelegging fra det offentlige for å få i gang de første prosjektene og sikre at infrastruktur og logistikk er på plass vil redusere risiko og usikkerhet.

Dersom fangstaktører må dekke en vesentlig del av kostnadene ved CCS-prosjektet, og konkurrerende aktører i inn- og utland samtidig slipper å betale for sine utslipp av CO_2 vil dette føre til konkurransevridning – og antagelig forhindre gjennomføringen av fangstprosjekter. Avfall kan for eksempel sendes til forbrenningsanlegg i andre land (se beskrivelse av avfall i kapittel om andre utslipp).

11.4.4 Dagens reguleringer er ikke godt nok tilpasset CCS

Relevante reguleringer for CCS-virksomhet er i liten grad testet på reelle prosjekter. Dette er en usikkerhet for de første prosjektene, og fullskala CCS prosjektet vil "teste" flere relevante reguleringer dersom det blir gjennomført. Det er noe uklart hvordan lagringsdirektivet[389] og EUs kvotesystem vil komme til anvendelse på denne typen prosjekter. Det er for eksempel ikke klart hvordan man rettslig skal håndtere at bio-CO_2, ikke-kvotepliktig CO_2, og kvotepliktig CO_2 går i samme nettverk for transport og geologisk lagring av CO_2. En annen utfordring er at ingen reguleringer eller eksisterende virkemidler er tilpasset bio-CCS og muligheten for negative utslipp, ergo gir de heller ingen insentiver for bio-CCS per i dag. De internasjonale retningslinjene for rapportering av utslippsregnskap i henhold til bl.a. FNs Klimakonvensjon og innsatsfordelingsforordningen åpner ikke i dag for godskriving av negative utslipp fra bio-CCS. Disse regulatoriske barrierene må håndteres i etableringsfasen.

11.4.5 Flere land har vært skeptiske til CCS

I deler av verden oppfatter befolkningen CO_2-lagring som usikkert (i Tyskland er landbasert CO_2-lagring i praksis forbudt). Dette er et mindre problem med lagring offshore som planlegges i Norge. Fullskalaprosjektet kan bidra til å redusere disse barrierene i andre land ved å vise at fangst, transport og lagring kan gjennomføres på en trygg måte, og kanskje også utløse fangstprosjekter i Europa. Dette kan være en positiv tilleggsvirkning av de første prosjektene.

11.5 Eksisterende og mulige nye virkemidler

CCS er ikke i dag en etablert løsning i et fungerende marked. Det er derfor behov for virkemiddelbruk for å få etablert en verdikjede. I oppskaleringsfasen (de første prosjektene etter demonstrasjonsfasen) vil det også kunne være behov for støtte, men i mindre grad dersom etableringsprosjektene har lykkes i å redusere noen av de mange barrierene og markedssviktene som holder igjen utviklingen av CCS. Etter hvert som teknologisk modne løsninger for CCS blir tilgjengelige

[389] Direktiv 2009/31/EF tatt inn i norsk rett i Forskrift til lov om petroleumsvirksomhet, kapittel 4 (FOR-1997-06-27-653), Forurensningsforskriften, kapittel 35 (FOR-2004-06-01-931) og Forskrift om lagring og transport av CO_2 på sokkelen (FOR-2014-12-05-1517).

i fungerende markeder, vil behovet for subsidier o.l. avta, og videre oppskalering kan drives av generelle virkemidler, som avgifter, dersom disse er sterke og treffsikre nok.

Det er per i dag ingen virkemidler som dekker CCS-tiltakene som er inkludert i Klimakur 2030 etter forskning-, utvikling- og demonstrasjonsstadiet. Det har ikke vært stilt krav om å begrense CO_2-utslippene fra ikke-kvotepliktig avfallsforbrenning i tillatelsene etter forurensningsloven, og det er ikke avgift på denne typen utslipp. Det er varslet at fossile ikke-kvotepliktige utslipp fra avfallsforbrenningsanlegg skal prises, men en avgift ville måtte være svært høy for å gi tilstrekkelig insentiv til at de utredete tiltakene utløses og det er vanskelig å se hvordan en avgift alene skal utformes for å gi insentiver til negative utslipp.

I det følgende gir vi en redegjørelse av relevante reguleringer og gir noen betraktninger rundt mulige virkemidler for å legge til rette for framtidige CCS-tiltak. Vurderingene er sett opp mot et generelt teknologimodningsløp, og dermed ikke begrenset til de tre prosjektene som er utredet i Klimakur 2030. Dette er altså virkemiddelvurderinger som går utover tiltakene slik de er skissert med hensyn på utslippsreduksjoner og innfasing. For oppskalering av CCS er det særlig viktig at en velfungerende infrastruktur kommer på plass.

Tabell A 36. Oppsummering barrierer og mulige virkemidler.

<table>
<tr><th></th><th colspan="3">Mulige virkemidler</th></tr>
<tr><th>Barriere</th><th>Etableringsfasen</th><th>Oppskaleringsfasen</th><th>Etablert løsning</th></tr>
<tr><td>Politisk usikkerhet</td><td>Utvetydige klimamål</td><td colspan="2">Generelle virkemidler i tråd med klimamål
Skjerming mot eventuell konkurransevridning</td></tr>
<tr><td>Investeringskostnader</td><td>Støtte (høy)</td><td>Støtte</td><td></td></tr>
<tr><td>Driftskostnader</td><td>Støtte</td><td colspan="2">Skatter og avgifter
Direkte kjøp av negative utslipp
Offentlige anbud, produktkrav
Regulering</td></tr>
<tr><td>Markedsutvikling fangstteknologier</td><td colspan="3">FoU&D-virkemidler (subsidier)</td></tr>
<tr><td>Markedsutvikling lagring</td><td>Etableringsstøtte</td><td>Regulert tariff
Støtte til leting og utvikling av nye lagerlokaliterer</td><td></td></tr>
<tr><td>Markedsutvikling finanstjenester</td><td>Støtte (indirekte)</td><td colspan="2" rowspan="3"></td></tr>
<tr><td>Regulatoriske barrierer</td><td>Regelverksendinger</td></tr>
<tr><td>Sosial aksept</td><td>Informasjon</td></tr>
</table>

11.5.1 I etableringsfasen kan støtte være nødvendig

En løsning for å overkomme de initielle kostnadene ved å etablere en CCS-kjede, og flere av barrierene og markedssviktene beskrevet over, er å støtte de første CCS-prosjektene innenfor rammene av statsstøtteregelverket. Dette vil bli dekket av beslutningsgrunnlaget for fullskalaprosjektet, og er ikke videre beskrevet her.

Støtte kan også kan være aktuelt for de neste fangstprosjektene (særlig uten vesentlige endringer i avgiftssystemet). På samme måte som andre klima- og miljøprosjekter, vil nivået på en slik støtte avhenge av hvilke andre virkemidler som tas i bruk, og utformingen av og forretningsmodellen for hvert enkelt prosjekt. For CCS-prosjekter vil det også avhenge av hvilke vilkår og eventuelle tariffer som knyttes til transport og lagring for de neste prosjektene.

En kilde til slik finansiering kan være støtteordninger i EU, som Innovation Fund. Dette vil også bli redegjort for i beslutningsgrunnlaget for fullskalaprosjektet.

11.5.2 Skatte- og avgiftssystemet i sin nåværende form vil ikke utløse disse prosjektene

Hverken avfallsforbrenning eller bio-CO_2 er dekket av dagens avgiftssystem, som derfor må endres hvis avgift skal brukes for å gi insentiver for CCS-prosjekter på ikke-kvotepliktige utslipp. I Prop. 1 LS (2019-2020) vises det til at regjeringen vil arbeide med å innlemme alle avfallsforbrenningsanlegg for husholdningsavfall i EUs kvotesystem eller innføre CO_2-avgift på forbrenning av avfall.

Dersom en avgift alene skal gjøre prosjektene privatøkonomisk lønnsomme tyder våre analyser på at den må være rundt 3 500 kr/tonn CO_2-ekvivalenter for å utløse det første prosjektet, og at dette så gradvis faller mot rundt 1 000 kr/tonn CO_2-ekvivalenter for tilsvarende anlegg som demonstrasjonsprosjektene.[390]

En avgift alene vil imidlertid ikke overkomme de markedsmessige eller regulatoriske barrierene, og bare delvis påvirke markedssviktene i FoU&D-kjeden – som er en forutsetning for å redusere kostnadene videre. En avgift vil også kunne gi norske avfallsforbrenningsanlegg en konkurranseutfordring mot utenlandske konkurrenter.

I en analyse utført av Vista Analyse og SINTEF for Miljødirektoratet ligger privatøkonomiske kostnader for et nytt anlegg etter at flere anlegg allerede er etablert, eller såkalt "n-th of a kind", i spennet 1 300 og 3 100 kr/tonn CO_2-ekvivalenter for norske punktutslipp. Dette forutsetter videre at post-combustion amin teknologi med 90 prosent rensegrad benyttes, dedikert energiverk og at lager er tilgjengelig til en tariff.[391] For avfallsforbrenning er det antatt at energi som allerede produseres av anlegget vil kunne brukes og den privatøkonomiske kostnaden er i analysen oppgitt å være i området 1 400 og 2000 kr/tonn CO_2-ekvivalenter.

CO_2-avgiften er i dag på forbruk av brensel og ikke på utslipp av CO_2

CO_2-avgiften på punktutslipp på land er i dag lagt på forbruk av brensel og ikke på utslipp av CO_2. I sin nåværende form vil CO_2-avgiften derfor ikke gi noe insentiv for CCS. For tiltakene vurdert i Klimakur 2030 er dette først og fremst relevant for hvordan en eventuell avgift for avfallsforbrenning utformes.

Dersom det er ønskelig å knytte en CO_2-avgift for avfallsforbrenning til forbruk av brensler, kan en mulig løsning være å opprette en avgiftsrefusjonsordning for CO_2 som lagres geologisk.

Avfallsforbrenningsanlegg kan ikke velge hvilke produkter som kjøpes og kasseres

Selv om avfallsforbrenningsanlegg i mange tilfeller kan velge hvilket avfall som tas inn på anlegget er det allikevel slik at aktørene i avfallshåndteringssystemet som sådan i begrenset grad kan påvirke sammensetningen av avfallet som genereres i samfunnet. Det kan være vanskelig å internalisere

[390] Dersom avgiften utformes for å premiere bio-CCS, og investeringen i lageret dekkes av det første prosjektet.
[391] Vista Analyse & SINTEF Tel-Tek (2019). Kostnader ved karbonfangst og -lagring i Norge.

kostnaden ved klimagassutslipp som forårsakes av forbrukervalg ved å legge en klimagassavgift eller andre utslippsbegrensninger på avfallshåndtering.

Det kan være aktuelt å inkludere avfallsforbrenning i EU-ETS

Det kan være en mulighet å inkludere avfallsforbrenning i EU ETS gjennom en opt-in prosess eller annen tilpasning slik at avfallsforbrenning blir å anse som en kvotepliktig aktivitet. Avfallsforbrenningsanlegg er i enkelte andre land inkludert i EU ETS, for eksempel i Sverige. Det kan være forhold som begrenser mulighetene for opt-in.

Kvoteprisen i EU ETS vil sannsynligvis ikke være høy nok til å utløse demonstrasjon og oppskalering av CCS-løsninger i perioden for Klimakur 2030. Mye av utslippene fra avfallsforbrenningsanleggene er også bio-CO_2, som det ikke må svares kvoter for under EU ETS, og EU ETS gir dermed ikke i sin nåværende form et insentiv til bio-CCS ved en eventuell opt-in av avfallsforbrenning.

Det virker ikke intuitivt å legge en avgift på bio-CO_2

Bio-CO_2 teller som null utslipp i utslippsregnskapet, og overgang til økt produksjon og bruk av bærekraftig biomasse er et viktig klimatiltak i de aller fleste lavutslippsscenarier. Det virker derfor ikke intuitivt å ilegge CO_2-utslipp fra forbrenning av biomasse en generell CO_2-avgift.

11.5.3 Direkte kjøp av negative utslipp kan gi en forretningsmodell for bio-CCS

CCS på bio-CO_2 har samme klimaeffekt som CCS på fossilt CO_2. Dersom bio-CCS spesielt, eller negative utslipp generelt, skal bli realisert, må virkemiddelbruken stimulere slike prosjekter. Det er ikke tilfelle i dag. En mulighet kan være at staten kjøper slike utslippsreduksjoner direkte, for eksempel ved auksjoner eller gjennom en sertifikatordning.

11.5.4 Offentlige anskaffelser og produktkrav kan brukes for å forhindre konkurransevridning

Det vil være utfordrende å rulle ut CCS i en tidlig fase uten å skape konkurransevridning mot andre land og regioner med en svakere klimapolitikk. En mulighet for å stimulere til gjennomføring av CCS-tiltak som er mindre utsatt for konkurransevridning, kan være gjennom offentlige anskaffelser eller produktkrav. For noen typer prosjekter, kanskje hovedsakelig i kvotepliktig sektor, vil CCS på produksjonen kun i begrenset grad påvirke totalprisen på de endelige produktene de inngår i. For eksempel er kostnadene til sement og stål en begrenset del av kostnadene i et byggeprosjekt. Å bruke offentlige anskaffelser eller produktkrav gjennom for eksempel teknisk forskrift kan derfor være mulige virkemidler. Prosjektene som er inkludert her er av en litt annen karakter, siden avfallsforbrenning ikke inngår som en komponent i andre produkter.

Avfallsforbrenningsanleggene som er inkludert i Klimakur 2030 er tilknyttet norske kommuner. Kommunene kan for eksempel gjennom anbudsprosessene for avfallshåndteringen stille ulike krav, og dermed bidra til å gjøre CCS på disse anleggene aktuelt. Vi har ikke undersøkt disse mulighetene nærmere i Klimakur 2030 - dette bør utredes videre.

11.5.5 Forskning, utvikling og demonstrasjon kan redusere kostnadene videre

Gassnova har som oppdrag å realisere karbonfangst og lagring, og har det overordnede ansvaret for CCS-programmet CLIMIT sammen med Norges forskningsråd. Gassnova følger opp statens eierskap i Technology Centre Mongstad (TCM) som har bidratt til å modne fangstteknologier, og kan bidra til videre modning av forskjellige fangstteknologier i framtiden. Også andre aktiviteter finansiert gjennom virkemiddelapparatet for forskning og innovasjon har vært direkte knyttet til CCS-aktiviteter.

Fortsatt støtte til FoU&D gjennom virkemiddelapparatet for forskning og innovasjon kan bidra til å realisere videre kostnadsreduksjoner og spre informasjon og kunnskap om CCS, og bidra til å utvikle flere leverandører av ulike CCS-teknologier.

11.5.6 Behov for regulatoriske tilpasninger i EU og FN for å få godskrevet bio-CCS prosjekter

Negative utslipp som følge av geologisk lagring av CO_2 med biologisk opprinnelse kan i dag ikke inkluderes i utslippsregnskapet som rapporteres til FN som utslippsreduksjoner for oppfyllelse av våre forpliktelser etter FNs Klimakonvensjon. Det er heller ikke mulig å regne inn karbonnegative tiltak som fangst og lagring av bio-CO_2 under innsatsfordelingsforordningen som Norge har forpliktet seg til overfor EU. Effekten på global oppvarming vil være lik for CCS-tiltak på bio-CO_2 og CO_2 fra fossile kilder. Dette taler for at det bør bli mulig å oppfylle klimaforpliktelsene også med bio-CCS.

Slik rapporteringen til EU er innrettet i dag etter innsatsfordelingsforordningen vil en endring forutsette at rapporteringen til FN også endres. Muligheten for å inkludere karbonnegative utslipp må dermed avklares med EU. Norge er et foregangsland på CCS og må trolig regne med å gå foran i arbeidet med denne typen regelverksendringer. Vi er kjent med at enkelte andre land også jobber med disse problemstillingene. Sverige, Nederland og UK jobber også aktivt med slike spørsmål.

11.5.7 Dagens biodrivstoffregime gir insentiver for CCS, men kan forsterkes

For biodrivstoffproduksjon åpner fornybardirektivet for at utslippsreduksjoner som en følge av CCS i produksjonsprosessen kan godskrives biodrivstoffproduktet. Dette gir biodrivstoffprodukter med sertifiserte negative utslipp, som kan gi økt betalingsvillighet hos sluttbrukere. Systemet med minimumskrav for klimagassreduksjoner for biodrivstoff i EUs fornybardirektiv gir imidlertid svake insentiver til CCS fordi overoppfyllelse av kravet ikke premieres. For råstoff og produksjonsanlegg som har utfordringer med å oppfylle minimumskravene, som på sikt kan øke, kan CCS være nødvendig for å løfte biodrivstoffproduktet over minimumskravet. Enkeltland som Tyskland og Sverige har innført reduksjonspliktsystemer, der biodrivstoff produsert med CCS blir mer verdifullt, men generelt er dagens virkemidler for svake for å etablere CCS i produksjon av biodrivstoff og biobrensel. Høyere vekting av biodrivstoff produsert med CCS kan også være mulig innenfor det norske omsetningskravet.

12 Kommunenes rolle

12.1 Oppsummering

Dette kapittelet handler om hvordan kommuner og fylkeskommuner[392], heretter omtalt som kommuner, kan påvirke klimagassutslipp i en rekke sektorer. Kommunene kan i sine roller som samfunnsutviklere, myndighetsutøvere, tjenesteytere, innkjøpere, eiere og driftere, påvirke ulike klimatiltak, enten fordi de er pådrivere og tilretteleggere, eller fordi de kan hindre gjennomføringen av tiltak. Kommunene kan ha en særlig viktig rolle i å bidra til utslippsreduksjoner innen vei- og sjøtransport, anleggsmaskiner og avfallshåndtering med karbonfangst og -lagring i ikke-kvotepliktig sektor innen 2030. Kommunene kan også bidra til utslippskutt innenfor avfall og deponi, jordbruk og matproduksjon, samt oppvarming.

Kommunene har en rekke ulike virkemidler, og handlingsrommet kan utnyttes i større grad enn i dag. Kommunene møter imidlertid en rekke barrierer, som merkostnader, regulatoriske barrierer, og behov for ressurser, som finansiering og kompetanse. Kapittelet peker på konkrete muligheter som kan styrke kommunenes klimaarbeid med utgangpunkt i kommunenes ulike roller og dagens virkemidler. Vi har pekt på muligheter som ligger i strategisk bruk av anskaffelser, helhetlig samfunns- og arealplanlegging, inkludert energiplanlegging, og det store potensialet som ligger i kommunenes rolle som samfunnsutviklere. Vi har oppsummert gjennomgangen i fem punkter som kan bidra til å styrke rammevilkårene for lokalt klimaarbeid, og kommunenes rolle som klimaaktør:

1. Gi kommunene en tydelig rolle i klimapolitikken – forventninger og verktøy
2. Økt og enkelt tilgjengelig økonomisk støtte til kommuner – til omstilling og investeringer
3. Tydeliggjøre og utvide det juridiske handlingsrommet, spesielt innenfor plan- og bygningsloven
4. Satse på offentlige anskaffelser – sikre etterlevelse og implementering av klimahensyn
5. Vurdere å innføre klarere krav til rapportering og systematisk integrering av klimahensyn i kommunens beslutningssystemer.

12.2 Prosess – hvem har gitt innspill til kapittelet?

Kapittelet tar utgangspunkt i de sektorvise tiltaksanalysene i Klimakur 2030, med vekt på kartleggingen av barrierer og virkemidler. I arbeidet med kapittelet har faggruppen mottatt en rekke nyttige innspill fra flere av kommunene med en ambisiøs klimapolitikk og stort potensial for utslippsreduksjoner[393], samt KS. Kommunale energi- og klimaplaner og tidligere utredninger er blant de skriftlige kildene. Kapittelet bygger også på resultater fra følgeevalueringen av Klimasats[394], herunder en spørreundersøkelse blant kommuner som har søkt om støtte til lokale klimatiltak fra ordningen. Følgeevalueringen dekker 1500 søknader fra minst 279 kommuner i perioden 2016-2019.

[392] Der fylkeskommunens roller skiller seg vesentlig fra kommunen, har vi forsøkt å bemerke dette spesielt. Det gjelder særlig innenfor arealplanlegging og kollektivtransport.
[393] Oslo kommune, Trondheim kommune, Østfold fylkeskommune.
[394] Menon Economics (2019). Følgeevaluering av Klimasats. Rapport M-1553|2019. Oppdragsrapport for Miljødirektoratet.

12.3 Innledning – Kommunenes rolle i å kutte klimagassutslipp

Klimakur 2030 kartlegger mulighetene for å halvere utslipp av ikke-kvotepliktige klimagassutslipp innen 2030. Dette kapittelet tar utgangspunkt i at kommunene som aktører kan bidra til å fremme eller hindre klimatiltakene som er beskrevet i Klimakur 2030. Kapittelet trekker fram de tiltakene hvor kommunene i betydelig grad har en påvirkningsmulighet gjennom en eller flere av sine roller. Kapittelet gir deretter en oversikt over mulige virkemidler som kan styrke kommunenes arbeid for å bygge ned barrierer og utløse tiltakene.

12.3.1 Lokale tiltak kan ha global betydning og bidra til bærekraftig utvikling – og fremme nasjonal klimapolitisk måloppnåelse

Mange norske kommuner og byer ligger langt framme i overgangen til lavutslippssamfunnet. Storbyområdene i Norge har den høyeste andelen elektrisk mobilitet i verden. Samtidig velger stadig færre bil og flere kollektivtransport i byene. Klimaløsninger med betydelig spredningspotensial nasjonalt, i Europa og andre deler av verden, prøves først ut i Norge. Styring og organisering, transport, karbonfangst og -lagring, byggeaktivitet og infrastruktur, bioenergi, oppvarming, avfall og avløp, og kutt i indirekte utslipp, er eksempler på områder der særlig norske byer går foran. Kommunene tar dermed en viktig rolle i å skape markeder og vinne erfaringer med klimatiltak som kan ha et globalt spredningspotensial og som bidrar til å sette fart på en global omstilling. Slik har norske kommuner et godt utgangspunkt for å utvikle og forsterke sin rolle som foregangsaktører i klimaarbeidet, også i en internasjonal sammenheng.[395]

Dette er viktig ikke minst fordi klimaomstilling er en nødvendig forutsetning for en bærekraftig utvikling og gjennomføringen av FNs bærekraftsmål. "Nasjonale forventninger til regional og kommunal planlegging 2019-2023" understreker at fylkeskommuner og kommuner er nøkkelaktører for å realisere en bærekraftig samfunnsutvikling og realisering av bærekraftmålene i Norge: "De er nærmest befolkningen, lokale bedrifter og organisasjoner. Samtidig er de ansvarlig for mye av den sosiale og fysiske infrastrukturen som påvirker befolkningens levekår og utviklingsmuligheter."[396] I klimaomstillingen vil nasjonale rammebetingelser, tett samspill på tvers av nivåer, og lokalt samarbeid fortsatt være viktig. Eksempelvis er høy andel elbiler i byene resultat av nasjonale rammebetingelser og kommuner med lokale virkemidler. Felles mål og innsats gjennom byvekstavtalene sørger for grunnleggende investeringer i kollektivinfrastruktur, og bidrar til redusert biltrafikk.

Flere kommuner har satt seg høye mål om utslippsreduksjoner innen kommunens geografiske område mot 2030. Tabell A 37 viser utslippsmålene til åtte av de mest ambisiøse kommunene. Selv om kommunene tar utgangspunkt i ulike referanse- og målår, viser tabellen at ambisjonsnivået gjennomgående er høyere enn det nasjonale målet. En aktiv statlig tilrettelegging for å styrke klimaarbeidet lokalt kan bidra til å oppfylle norske klimamål.

[395] CICERO (2018). Hva sier spesialrapporten om 1,5 °C om lavutslippsomstilling for Oslo? Report 2018:13.
[396] Kommunal- og moderniseringsdepartementet (2019). Nasjonale forventninger til regional og kommunal planlegging 2019–2023.

Tabell A 37. Utslippsmål mot 2030 for utvalgte kommuner i Norge. Kilde: Miljødirektoratet, kommunenes energi- og klimaplaner og klimabudsjetter.

Kommune	Utslippsmål	Eksempler på tiltak i de lokale planene hvor kommunene peker på behov for nye eller styrkede statlige virkemidler
Bergen	100 % fossilfri i 2030	CCS på avfallsforbrenning, byvekstavtale mot 2030, raskere overgang til nullutslippsteknologi i kjøretøyparken
Oslo	95 % utslippskutt i 2030 sammenlignet med 2009	CCS på avfallsforbrenning anleggsplasser utslippsfrie fra 2025, raskere overgang til nullutslippsteknologi i kjøretøyparken
Stavanger	80 % utslippskutt i 2030 sammenlignet med 2015	Byvekstavtale mot 2030, raskere overgang til nullutslippsteknologi i kjøretøyparken
Trondheim	80 % utslippskutt i 2030 sammenlignet med 1991	CCS på avfallsforbrenning, anleggsplasser utslippsfrie fra 2025, raskere overgang til nullutslippsteknologi i kjøretøyparken
Bodø	60 % utslippskutt i 2030 sammenlignet med 2009	Byvekstavtale mot 2030
Arendal	76 % utslippskutt i 2040 sammenlignet med 1991	Byvekstavtale mot 2030
Tromsø	85 % utslippskutt i 2030 sammenlignet med 2009	
Fredrikstad	60 % utslippskutt i 2030 sammenlignet med 2016	

12.3.2 Kommunen som aktør har ulike roller i ulike sammenhenger

Utslipp fra egen virksomhet kan kommunene i stor grad påvirke selv, for eksempel utslipp fra egne kjøretøy, energiforsyning i egne bygg og gjennom klimakrav i egne innkjøp. Det største potensialet for å bidra til utslippsreduksjoner har kommunen imidlertid gjennom å påvirke gjennomføringen av klimatiltak hos andre aktører i flere av sektorene som inngår i Klimakur 2030. Kommunen har ulike roller som er relevante i klimaarbeidet:

- **samfunnsutvikler** – pådriver, tilrettelegger og samarbeid med befolkning, næringsliv
- **myndighetsutøver** – planmyndighet, herunder for areal- og transport, tilskuddsforvalter
- **tjenesteleverandør** – utøver av tjenester som utdanning, helse, omsorg, kollektivtrafikk
- **eier og drifter** – bygg, infrastruktur, skog, egen transport, kommunale selskaper, fondsplasseringer
- **innkjøper** – varer og tjenester

I utøvelsen av de ulike rollene kan kommunene både hindre og være pådrivere for klimatiltak. Kommunene kan være **pådrivere** ved å tilrettelegge og bidra til større volum og raskere gjennomføring av tiltak, for eksempel ved å sette krav i offentlige anskaffelser som gir økt marked for klimavennlige produkter og tjenester fra næringslivet, eller ta en rolle som samordnere i aktiv tilrettelegging av arealer og aktiviteter, sette i gang pilotprosjekter, be om ytterligere virkemidler og handlingsrom. Motsatt kan kommuner **hindre** gjennomføringen av klimatiltak, eksempelvis ved å forsinke næringslivets skifte til nullutslippskjøretøy ved å ikke legge til rette for tilstrekkelig fylle- og ladeinfrastruktur.

Spesielt om fylkeskommunens oppgaver

Gjennomgangen av barrierer og virkemidler i analysen tar hovedsakelig utgangspunkt i kommunenes situasjon, ettersom fylkeskommunene og kommunene deler mange av de samme rollene som er relevante for å utløse klimatiltak. Det er likevel enkelte oppgaver og funksjoner som skiller fylkeskommunene fra kommunene i klimasammenheng. Fylkeskommunene har som regional samfunnsutvikler en formell rolle i å fremme næringsutvikling. Fylkeskommunene har en særlig påvirkningsmulighet i å tilpasse yrkesfagutdanningene til lavutslippssamfunnet, ettersom fylkeskommunen er ansvarlig for videregående skole. Fylkeskommunene gir også planfaglig veiledning til kommunene, og bør ta initiativ til samordning av knutepunktprosjekter der ikke andre aktører har tatt initiativ.

Som myndighetsutøver er fylkeskommunene regional planmyndighet og de regionale planene legger føringer for kommunale arealplaner. Regionale planer er spesielt viktige for å ivareta transport- og bosettingsmønstre. Fylkeskommunene kan fremme innsigelser til kommunale planer som er i strid med regionale planer, eller som er i strid med nasjonale føringer, herunder planer som ikke i tilstrekkelig grad ivaretar klimahensyn i bolig-, areal- og transportplanlegging. Fylkeskommunene skal innarbeide klimahensyn i regionale planer eller utarbeide egne regionale klima- og energiplaner. I saker etter plan- og bygningsloven er fylkeskommunene høringspart, og skal se til at kommunen ivaretar klimahensyn i kommuneplaner og reguleringsplaner, med mulighet til å fremme innsigelser. Noen fylkeskommuner forvalter også tilskuddsordninger til kommuner, blant annet for klimatiltak og næringsutvikling.

Som tjenesteleverandør, og dermed som innkjøper, er ansvaret for kollektivtransport særegent for fylkeskommunene. Fylkeskommuner kan benytte innkjøp til å realisere nullutslippsløsninger for busser, ferger, og hurtigbåter. Som ansvarlig for kollektivtrafikken kan fylkeskommunene også bidra til transportløsninger som støtter opp om en helhetlig arealbruk.

Som eier og drifter av flere publikumsrettede virksomheter, videregående skoler og kontorarbeidsplasser, har fylkeskommunene ansvar for å lokalisere disse slik at de bidrar til reduksjon av biltransport, økt gange, sykkel- og kollektivtransport og bedre bymiljø i tråd med statlige planretningslinjer for bolig-, areal-, og transportplanlegging (SPR-BATP). Som veieiere har fylkeskommunen ansvaret for å bygge, drifte og vedlikeholde veier. Fylkeskommunen har i forbindelse med regionreformen også overtatt drift og vedlikehold av fylkesveiene fra Statens vegvesen. Fylkeskommunen har med dette anledning til å gjennomføre ulike klimatiltak, for eksempel i forbindelse med anleggsdrift. Som veieier kan fylkeskommunen også ivareta behovet for nødvendig infrastruktur for kollektiv og sømløs omstigning mellom reisemidler i forbindelse med knutepunktutvikling.

12.3.3 Hva forventer staten og hva gjør staten for kommunene i dag?

Kommunene har etter statlige planretningslinjer (SPR) for klima- og energiplanlegging og klimatilpasning[397] et pålagt ansvar for å bidra til å redusere klimagassutslippene. Det er ikke satt noe tallfestet mål for hvor mye kommunene skal bidra til å kutte, hva slags tiltak de skal gjennomføre, eller i hvilke sektorer. Det er imidlertid forventet i SPR at kommunene setter seg "ambisiøse mål" og bruker "et bredt spekter av sine roller og virkemidler i arbeidet med reduksjon av klimagassutslipp".

En undersøkelse fra fylkesmennene og Miljødirektoratet i 2018 viser at 80-90 prosent av kommunene har egne klima- og energiplaner i tråd med SPR.[398] Miljødirektoratets inntrykk fra undersøkelsen er at det er svært varierende i hvilken grad klimaplanen har vært et reelt styringsverktøy, og ført til implementering av konkrete tiltak. Anslagsvis er over halvparten av planene ikke revidert siden ca. 2010. Om lag én tredjedel av kommunene oppgir imidlertid at de er i gang eller skal revidere klimaplanen nå. Det finnes ingen samlet oversikt over hvordan kommunene har fulgt opp klimaplanene, hvor mange kommuner som har gjennomført konkrete klimatiltak, hva de har gjennomført, eller effekten av planer og tiltak.

Miljødirektoratets inntrykk, basert på blant annet økningen i søknader til Klimasats, kontakt med fylkesmennene og kommunene, er at oppmerksomheten om klima har økt i mange kommuner, og flere kommuner ser ut til å gjennomføre klimatiltak. Opprettelsen av Klimasats i 2016 framstår som en driver. Men det er fortsatt stor variasjon mellom kommunene, både når det gjelder ambisjonsnivå, integrering av klimaarbeidet i kommunenes oppgaver, samt prioritering av ressurser og kompetanse til gjennomføring. I dag benytter staten ulike virkemidler for å fremme klimatiltak nasjonalt, for eksempel økonomiske virkemidler som kvoter, tilskudd og avgifter og regulatoriske virkemidler som forbud og påbud. I tillegg har staten noen virkemidler som setter rammer og påvirker kommunenes handlingsrom for klimatiltak, der de viktigste er:

- **Regulatoriske virkemidler**, der særlig plan- og bygningsloven med forskrifter, herunder statlige planretningslinjer for klima- og energiplanlegging og klimatilpasning, og statlige planretningslinjer for samordnet bolig-, areal- og transportplanlegging, samt renovasjonsregelverket, står sentralt.
- **Økonomiske virkemidler** der særlig byvekstavtaler, Enova, Klimasats og samferdselsmidler er viktige, men også fylkesmennenes fordeling av skjønnsmidler. Det gis også betydelige midler til forskning som er relevant for kommunes arbeid.
- **Veiledning** til kommuner gis først og fremst fra Digitaliseringsdirektoratet (tidligere Difi) og Leverandørutviklingsprogrammet knyttet til klimavennlige offentlige anskaffelser, fra KMD og fylkesmennene om klimavennlig arealplanlegging og landbruk, og bred veiledning i kommunalt klimaarbeid fra Miljødirektoratet. Veiledning i energibruk og energiplanlegging gis fra NVE.
- **Møteplasser**, som forum, seminarer, nettverk for erfaringsutveksling.
- **Andre typer verktøy** som anskaffelseskriterier, utslippsregnskap, arealregnskap og beregningsmaler i regi av ulike aktører.

[397] Statlige planretningslinjer for klima- og energiplanlegging og klimatilpasning (FOR-2018-09-28-1469).
[398] Oppsummering til KLD fra Miljødirektoratet i brev datert 24.04.19 med tittel "Oversikt over status for lokale klima- og energiplaner 2018".

12.3.4 De viktigste virkemidlene kommunene har til rådighet i dag

Kapittel 3 gjennomgår ulike typer virkemidler, som økonomiske, regulatoriske, informasjon, og andre virkemidler. Mange av de sektorovergripende og mest omfattende virkemidlene ligger på statlig nivå, som CO_2-avgifter, kvoter, statlige støtteordninger og utforming av lovverk.

Vi trekker her fram noen sentrale virkemidler som kommunen kan benytte seg av i sine ulike roller. Det er ikke en uttømmende liste av alle kommunene virkemidler i klimaarbeidet.[399] Blant de viktigste virkemidlene kommunene har i dag i sine ulike roller vil vi trekke fram:

- **Innkjøpsmakt** gjennom offentlige anskaffelser. Gjennom strategisk etterspørsel i innkjøp kan kommunene bidra betydelig til innovasjon og bruk av klimaløsninger.
- **Samfunnsplanlegging og arealplanlegging** etter plan- og bygningsloven er et svært viktig, langsiktig virkemiddel. Loven pålegger kommunene å ta klimahensyn i planleggingen. Plan- og bygningsloven gir kommunen virkemidler for å redusere klimagassutslipp, blant annet gjennom å konsentrere utbygging, sette restriksjoner på bilbruk og parkering, tilrettelegge for kollektivtransport-, gående- og syklende, sette krav om ladestasjoner, og ivareta karbonrike arealer som skog og myr.
- **Samfunnsutviklerrollen** innebærer at kommunene virker som tilretteleggere og pådrivere. Kommunene kan legge til rette for medvirkningsprosesser i lokalsamfunnet, bidra til nettverk og samarbeid mellom lokale aktører, eller drive annet informasjons- og koordineringsarbeid.
- **Fysisk tilrettelegging** for at innbyggere og næringsliv kan ta klimavennlige valg i hverdagen, spesielt innen transport, for eksempel utbygging og drift av gang- og sykkelveier, parkeringspolitikk, bompenger og tilrettelegging av lademuligheter.

At kommunene har virkemidler tilgjengelige i dag betyr ikke at de benyttes fullt ut og tilstrekkelig til at tiltakene som er kartlagt i Klimakur 2030 blir utløst. I praksis innebærer lokalt klimaarbeid en variert bruk av virkemidler på tvers av kommunens roller. Å lykkes med dette forutsetter planmessighet og ressurser hos kommunen, for eksempel som del av kommunens klimaplan. Et viktig eksempel der det er nødvendig at kommunenes ulike roller og virkemidler fungerer godt sammen er i gjennomføringen av byvekstavtaler.

12.4 Potensial – hvilke tiltak kan kommunene påvirke i Klimakur 2030?

Av tiltakene som er kartlagt i Klimakur 2030 kan kommunene særlig påvirke tiltak innen sektorene veitransport, sjøfart og arealbruk, anleggsmaskiner, og en del andre tiltak. Kommunen er ikke den eneste eller viktigste aktøren for de fleste tiltakene, men er i mange tilfeller likevel en nødvendig, eller på annen måte medvirkende, aktør for gjennomføringen av tiltak. Potensialet for utslippsreduksjoner tilskrives sektorene og de ulike tiltakene, ikke kommunen som aktør eller sektor. Tabell A 38 nedenfor viser at kommunal klimapolitikk i betydelig grad kan bidra til å utløse ytterligere tiltak for å redusere ikke-kvotepliktige utslipp innen 2030.

Norge har gjennom klimaloven et mål om at Norge skal bli et lavutslippssamfunn i 2050.[400] Målsetningen i loven innebærer at alle sektorer og aktører i samfunnet, inkludert kommuner, må bidra til å redusere utslippene og øke opptaket av klimagasser betydelig fra dagens nivå.

[399] For en mer komplett gjennomgang av tilgjengelige virkemidler fordelt på type virkemiddel og per sektor, se CICERO mfl. (2018). Potensial og barrierer for lokale klimatiltak, side 31-39.
[400] Klimaloven (LOV-2017-06-16-60).

En stor del av potensialet for utslippsreduksjoner gjennom kommunal aktivitet er knyttet til virkemidler som har en indirekte eller langsiktig effekt, som er viktig både i et 2050-perspektiv og for globale utslippsreduksjoner, men som ikke ligger inne i det norske utslippsregnskapet som er hovedrammen for Klimakur 2030. Eksempler er utslippsreduksjoner sett i et livssyklusperspektiv, ved ikke å rive bygg, gjenbruke materialer, bruke byggematerialer med lavere utslipp i produksjonsfasen, samt unngåtte framtidige utslipp som følge av vellykket arealplanlegging.

Prosesser rundt lokalt klimaarbeid kan fremme en helhetlig klimaomstilling på samfunnsnivå. Potensialet i rollen som samfunnsutvikler for å fremme overgangen til lavutslippssamfunnet er for eksempel diskutert i rapporten "Kortreist kvalitet. Hva betyr omstilling til et lavutslippssamfunn for kommunesektoren?".[401] Rapporten peker på hvordan kommunene kan bidra til klimaomstilling innenfor transport, bolig og mat, ved blant annet å utnytte sine lokale fortrinn. Slike utvidede systemgrenser er egnet til å synliggjøre det bredere og langsiktige potensialet i kommunal klimapolitikk. Kommunenes arbeid tilknyttet bredere problemstillinger, som sirkulærøkonomi, naturbevaring, folkehelse og bredden i FNs bærekraftsmål, kan også medvirke til en mer helhetlig og langsiktig klimaomstilling i lokalsamfunnene.

12.5 Barrierer kommunene møter i klimaarbeidet

En rekke barrierer er relevante for kommunenes klimaarbeid. Disse kan være knyttet til kommunenes eget klimaarbeid, slik som kommunenes interne organisering og gjennomføring av klimaarbeid, og knyttet til kommunenes ytre rammebetingelser.[402]

For kommunenes interne organisering og gjennomføring av klimaarbeid, er mangel på institusjonalisering, legitimitet og ressurser relevante barrierer. I mange kommuner er ikke arbeidet **institusjonalisert** i den forstand at det ikke er organisert i praksis og rutiner. Videre kan manglende **legitimitet** for klimatiltak virke som en barriere for kommunepolitikere, i administrasjonen eller blant innbyggere. Stilt overfor kommunenes mange samfunnsoppgaver kan klimatiltak tape i prioriteringskampen.[403] I vurderingen av slike barrierer er merkostnader, kompetanse og usikkerhet relevante problemstillinger. **Merkostnadene i form av arbeid** kommer ved at kommunene må organisere arbeidet annerledes, få bedre kjennskap til nye markeder og produkter, forankre nye tiltak administrativt og politisk, og innføre nye former for samarbeid. Kommuner kan mangle kapasitet til å gjennomføre klimatiltak i egen regi eller til å tilrettelegge tilstrekkelig for at andre aktører kan gjennomføre tiltak. Det er i mange tilfeller også **økonomiske merkostnader** forbundet med investeringer og drift av løsninger med lavere klimagassutslipp. Selv når kostnadene sett i et livsløpsperspektiv, inkludert investering og drift, er de samme eller lavere, kan kommunene hindres av opplevde merkostnader når kostnadene skal fordeles i årlige investerings- og driftsbudsjetter. Kommunene har ofte behov for å selv innhente erfaringer som oppleves relevante. Begrenset kompetanse og opplevd **usikkerhet** om hva som er gode klimavalg være en barriere for

[401] Civitas, CICERO & Insam (2016). Kortreist kvalitet. KS FoU-prosjekt nr. 154025.

[402] Åpenbare barrierer for mange klimatiltak er mangel på teknologiske løsninger og merkostnader forbundet med klimavennlige varer eller tjenester. Spesifikke barrierer som gjelder for enkelttiltak er beskrevet i tiltaksarkene i vedlegg I.

[403] CICERO, Civitas & Vestlandsforskning (2018). Potensial og barrierer for kommunale klimatiltak. Rapport 2018:03. Rapport M-981|2018. Oppdragsrapport for Miljødirektoratet.

klimaarbeidet. Dette kan også gjelde usikkerhet knyttet til om løsninger som er tilgjengelige i markedet dekker de faktiske behovene.[404]

For kommunenes ytre rammebetingelser kan barrierer være fravær av tydelige statlige forventninger, regulatoriske barrierer, og en areal- og transportplanlegging med mangelfull samordning på tvers av forvaltningsnivåer og over kommunegrenser. Svake eller uklare forventninger til hva som er kommunenes rolle og ansvar for utslippsreduksjoner, kan bidra til at klimatiltak ikke vinner fram i prioriteringene av ressursene i kommunene. Det kan være uheldig at det ikke er konkretisert hvilke utslippskilder kommunene bør prioritere. Det kan også bidra til utfordringer at noen kommuner har mål og ambisjoner som går lenger enn de nasjonale utslippsmålene, med den følgen at kommunens forventninger til statlig virkemiddelbruk ikke samsvarer med det staten tilbyr. Mange av dagens virkemidler er frivillige å ta i bruk, og rammevilkårene fra staten kan framstå som uten tydelige krav til gjennomføring, rapportering og oppfølging av ambisjoner eller tiltak.[405] Utilstrekkelige eller uklare reguleringer er en barriere som kommunene ikke kan overkomme uten at staten bidrar, for eksempel ved klargjøringer eller endringer som muliggjør en mer aktiv rolle for kommunene. Dette kommer særlig til uttrykk i forbindelse med kommunenes areal- og transportplanlegging, som omtalt i kapittel 12.6.3 under.

12.5.1 Ambisiøse kommuner ønsker tydelige forventninger og flere virkemidler

En spørreundersøkelse blant kommunale saksbehandlere utført for Miljødirektoratet i forbindelse med følgeevaluering av Klimasats-ordningen i 2019[406], viser at kommunene etterlyser økt statlig finansiering, tydelige regulatoriske virkemidler, økt kompetanse og veiledning.[407] Særlig storbyene med ambisiøse klimamål etterlyser tydelige nasjonale signaler om ambisjonsnivå og gode rammevilkår for lokale klimatiltak. Oslo kommune understreker poenget i sitt faggrunnlag til ny klimastrategi for 2030, s. 56-59:

> "Føringer fra staten vil kunne bidra til å redusere Oslos klimagassutslipp med 75 prosent, sammenlignet med utslippene i 2009 (...) Kommunene er avhengige av staten for å videreutvikle handlingsrommet blant annet gjennom videreutvikling av kommunens hjemmelsgrunnlag for å stille klimakrav." [408]

[404] Difi (2018). Modenhet i anskaffelser. Hovedundersøkelse viser at det er stort potensial for å styrke klima som hensyn i anskaffelser. Kun 35 prosent av de offentlige virksomhetene svarer at de i stor eller svært stor grad har en plan for å innrette anskaffelsespraksisen sin i henhold til lovens krav om ivaretagelse av klima og miljø i anskaffelser. Halvparten svarer at de sjeldent eller aldri gjennomfører analyser av klima- og miljøbelastninger i enkeltanskaffelser.

[405] CICERO/Klima (2015). Myk politikk gir myke resultater i Klima - Et magasin om klimaforskning fra CICERO. 07.05.15.

[406] Menon Economics (2019). Følgeevaluering av Klimasats. Rapport M-1553|2019. Oppdragsrapport for Miljødirektoratet.

[407] I spørreundersøkelsen svarte 84 % at de ønsket "mer finansiering", 42 % ønsket "skjerpet lovverk" og 28 % ønsket "kunnskap/nettverk". Det var mulig å krysse av for flere alternativer. Det er ikke utdypet hva kommunene la i svaret.

[408] Klimaetaten, Oslo kommune (2019). Oslo kommunes faggrunnlag for klimastrategi 2030.

12.6 Mulige nye og styrkede virkemidler

For å styrke kommunen som klimaaktør er det viktig å legge til rette for at kommunene kan virke effektivt i sine ulike roller. Spesielt i rollene som samfunnsutvikler, innkjøper og myndighetsutøver kan kommunene dra nytte av tydeliggjorte eller styrkede virkemidler.

12.6.1 Kommunen som lokal motor i samfunnsutviklingen – samarbeid og den viktige pådriverrollen

Samarbeid mellom ulike aktører – staten, fylker og kommuner, næringsliv, forskning og organisasjoner, vil være avgjørende for å lykkes med en bred klimaomstilling i samfunnet. I "Noregs lågutsleppsstrategi for 2050" vedlegg 1 til statsbudsjettet for 2020 heter det at "Regjeringa vil styrke grunnlaget for klimapolitikken og medverke til langsiktige og føreseielege rammer slik at alle aktørar kan dra i riktig retning".[409]

Kunnskap om hvordan en legger til rette for gode prosesser som involverer de riktige aktørene vil være viktig. Denne typen samarbeid kan bidra til å utløse klimatiltak i mange ulike sammenhenger. Kommunen har i rollen som samfunnsutvikler betydelig frihet og handlingsrom til å være en pådriver og tilrettelegger for klimatiltak. For kommunen vil det være viktig å løse flere oppgaver samtidig. Dersom en kan vise at lokale klimatiltak også kommer kommunens innbyggere og næringsliv til gode på annet vis, for eksempel ved å bidra til bedre luftkvalitet, mindre kø, flere arbeidsplasser eller sparte driftsutgifter, kan det styrke oppslutningen om de aktuelle klimatiltakene.

Økt erfaringsutveksling mellom kommunene om hvordan de tar i bruk samfunnsutviklerrollen kan være nyttig. Hordaland fylkeskommune har tatt en slik rolle gjennom prosjektet "Koordinering av nasjonal hydrogenflåtebestilling".[410] I prosjektet samler fylkeskommunen interesserte transportører, bestillere av transporttjenester, leverandører av hydrogenstasjoner og finansbransjen som låner ut penger til kjøretøy og fartøy. Målet er å realisere en sammenhengende verdikjede og legge til rette for samarbeid om større bestilling der man kan få gode tilbud på kjøretøy og fartøy med nullutslippsteknologi. Et annet eksempel som viser betydningen av samarbeid mellom mange aktører er Trøndelag fylkeskommunes utlysning av en utviklingskontrakt for utslippsfrie hurtigbåter i samarbeid med ti andre fylkeskommuner, med finansiell støtte fra staten og egeninnsats fra næringen.[411] Offentlige innkjøperes samordnede etterspørsel etter utslippsfri anleggsdrift gjennom innovative anskaffelser er et tredje eksempel.[412] Flere fylkeskommuner tar en lignende aktiv rolle gjennom Klimapartnere, som er et partnerskap mellom akademia, offentlige og private virksomheter for å bidra til reduserte klimagassutslipp.

12.6.2 Kommunen som innkjøper: Strategisk bruk av innkjøp kan gi økt implementering av klimaløsninger

Sektoranalysene viser at offentlige anskaffelser er et viktig virkemiddel for å bidra til å utløse og framskynde mange klimatiltak. Gjennom målrettet bruk av innkjøp kan kommunene bidra til teknologiskifte, særlig knyttet til transport og bygg- og anleggsmaskiner. Strategisk bruk av innkjøperrollen krever imidlertid betydelig kompetanse og vilje i kommunene, tilgang på god innkjøpsbistand og tilstrekkelig finansiering til å dekke merkostnader.

Regelverket for klima- og miljøhensyn i offentlige anskaffelser er i utgangspunktet tydelig, og ble ytterligere styrket med endringene i 2017. Undersøkelser viser imidlertid at disse hensynene kun i

[409] Prop. 1 S (2019-2020). Statsbudsjettet 2020, vedlegg 1.
[410] Klimasatstildeling 2019 til Hordaland fylkeskommune
[411] Klimasatstildeling 2017 til Trøndelag fylkeskommune
[412] Se felles og veiledende kunngjøring fra fellesinitiativet for utslippsfrie bygge- og anleggsplasser

begrenset grad ivaretas.[413] Det indikerer at det er behov for ytterligere grep for å sikre effektiv implementering og etterlevelse av klima- og miljøkrav i offentlige anskaffelser. Dette er viktig av flere grunner: for at regelverket skal ha tilstrekkelig legitimitet, for å sikre like konkurranseforhold, for å gi forutsigbarhet for markedsaktørene på hva slags krav de kan forvente, for at det blir et marked for de som kan levere klimaløsninger, og for å sikre at intensjonen om klimagevinster for samfunnet og lavere kostnader for det offentlige realiseres i praksis.

Anskaffelser som strategisk klimavirkemiddel kan styrkes gjennom økt bevisstgjøring og tydeligere forventninger fra statens side, for eksempel et utvidet tilsynsregime, rapportering eller annen form for styrket kontroll med etterlevelse. I dag er det kun Riksrevisjonen som har hjemmel til å føre tilsyn med praktisering av miljøkravene i innkjøpsregelverket.

Forankring, kompetanseheving og rutiner i alle ledd som er involvert i innkjøp i kommunene er nødvendig for å bruke innkjøp som strategisk klimavirkemiddel. Mange vil ha nytte av å forankre innkjøp som klimavirkemiddel i en innkjøpsstrategi. Kommunene trenger kapasitet for å arbeide med dette. For mange kommuner vil det være effektivt å samarbeide med andre kommuner. Kapasitetsøkning kan for eksempel ytterligere stimuleres med støtteordninger og mer veiledning fra staten. Klimasats-ordningen gir støtte til nettverksarbeid mellom kommuner, som er en måte å sikre kapasitetsøkning gjennom samarbeid og erfaringsutveksling.

Praktisk bistand i anskaffelsesprosessene er et viktig virkemiddel som kan styrkes ytterligere. I dag tilbyr Digitaliseringsdirektoratet (tidligere Difi) slik bistand. Leverandørutviklingsprogrammet bistår i spesielt innovative anskaffelser og det finnes enkelte regionale ressurser som tilbyr kommunene innkjøpsstøtte, slik samarbeidsordningen Klima Østfold gjør for Østfold. Fleksible kontrakter og innkjøpsprosesser som åpner for raskere innfasing av ny klimavennlig teknologi er nødvendig for å unngå å bli låst til dårligere løsninger i klimasammenheng. Veiledning i slike prosesser og løsninger er eksempler på praktisk bistand som kan ytes kommunene. I denne sammenhengen er det også relevant å tilby økt bistand og verktøy for å beregne klimagassutslippene som er forbundet med alternative tilbud.

Samordnet etterspørsel fra en større gruppe innkjøpere bidrar til å gjøre det attraktivt å utvikle nye løsninger og produkter i markedet. For å få ytterligere effekt av samordnet etterspørsel kan kommunal, fylkeskommunal og statlig sektor, herunder statlige foretak, gå sammen for å bidra til å øke etterspørselen etter gode klimaløsninger. Slikt samarbeid om å etterspørre klimavennlige løsninger ser vi nå i forbindelse med krav om utslippsfrie bygge- og anleggsplasser. For eksempel stilte en rekke aktører seg bak en felles kunngjøring til markedet i 2017.[414]

Dialog med markedet om hva som er ønsket løsning og hva markedet er i stand til å levere kan være egnet til å fremme innovative løsninger. Det kan i denne sammenhengen også være hensiktsmessig

[413] Se f.eks. Inventura (2016). Ivaretakelse av miljøaspekter i offentlige anskaffelser, status 2015, som viste at bare én fjerdedel av de 244 anskaffelsene de så på, som hadde stilt miljøkrav, og bare 0,4 prosent vektet miljø med 30 prosent eller mer. Se også Menon Economics (2016). Utredning om insentiver/ordninger for risikoavlastning for innovative offentlige anskaffelser, som viser at Norge scorer lavt på bruk av offentlige anskaffelser som et virkemiddel for å fremme innovasjon i forhold til de andre nordiske landene. En masteroppgave i jus fra UiB i 2017, Kontroll av oppdragsgivers plikt til å stille miljøkrav, viste at under en tredjedel av 127 anbud innenfor offentlig transport hadde stilt miljøkrav, etter at nye krav hadde trådt i kraft. Difi (2018). Modenhet i anskaffelser. Hovedundersøkelse, viser at klima og miljø er det området som scorer lavest i modenhetsmodellen.

[414] Felles og veiledende kunngjøring fra fellesinitiativet for utslippsfrie bygge- og anleggsplasser.

at offentlige innkjøpere arbeider internasjonalt innen områder med behov for internasjonal teknologiutvikling. Et slikt eksempel er Oslo kommunes initiativ til å etablere et globalt forum for utslippsreduksjoner i bygg- og anleggssektoren. Initiativet har som hensikt å påvirke det globale leverandørmarkedet for anleggsmaskiner og byggematerialer til å tilby nullutslipps- og lavutslippsløsninger. Trondheim og Oslo kommuner deltar også i et initiativ på europeisk nivå kalt Big Buyers Initiative, som har som formål å samordne etterspørsel etter klimaløsninger, for eksempel utslippsfrie byggeplasser, på europeisk nivå.

Økonomisk støtte til å dekke merkostnadene og avlaste risiko er et dokumentert behov.[415] Forutsigbar støtte som ikke krever omfattende søknadsprosesser gjør det lettere for kommuner å gjennomføre ambisiøse klimatiltak i anskaffelser. Kommunene kan søke noe støtte gjennom Klimasats. Dersom den økonomiske rammen for Klimasats økes, og det gis flere søknadsfrister gjennom året kan Klimasats i enda større grad bidra til klimavennlige offentlige anskaffelser.

12.6.3 Kommunene som myndighetsutøvere: Plan- og bygningsloven (PBL) og andre reguleringer som mulige virkemidler i lokalt klimaarbeid

Plan- og bygningsloven (PBL) er et virkemiddel som gir kommunene handlingsrom i rollen som myndighetsutøvere, blant annet for å ivareta klimahensyn i planlegging. Planlegging etter loven skal bidra til å samordne statlige, regionale og kommunale oppgaver og gi grunnlag for vedtak om bruk og vern av ressurser. Kommunenes bruk av PBL for å redusere klimagassutslipp kan styrkes. For at PBL skal kunne være et egnet regulatorisk virkemiddel i kommunalt klimaarbeid kan det være behov for å tydeliggjøre klima som formål[416] og å tydeliggjøre på hvilken måte reguleringsbestemmelser vedtatt etter PBL kan stille krav til konkrete tiltak begrunnet i klimahensyn. Utover en klargjøring av hjemlene i PBL til å stille klimakrav, kan det også være behov for en klargjøring av forholdet til annen nasjonal lovgivning som byggteknisk forskrift (TEK), byggesaksforskriften, forurensningsloven og veitrafikkloven.

Flere kommuner har gitt uttrykk for at en tydelig adgang til å vektlegge klimagassutslipp kan gi kommunene større mulighet til å stille krav om fossil- eller utslippsfri anleggsdrift som del av reguleringsplaner. Dette gjelder også for eventuelt å bruke reguleringsbestemmelser etter PBL og relevante forskrifter til å stille krav om materialers klimaavtrykk, noe som kan bidra til markedsendring og lavere utslipp både innenfor og utenfor kvotepliktig sektor i et livssykluserspektiv. Mulige positive og negative konsekvenser av å benytte PBL til å stille klimakrav i planbestemmelser må utredes nærmere dersom man ønsker å iverksette dette, dette er ikke gjort i Klimakur 2030.

Flere av kommunene med ambisiøse klimamål viser til "nullutslippssoner" som nødvendige for å redusere klimagassutslipp fra veitransport. Nullutslippssoner innebærer at man begrenser trafikken i et avgrenset område, ved å kun tillate nullutslippskjøretøy. Til sammenligning innebærer en lavutslippssone at det ikke er forbud mot visse typer biler, men at det påløper et gebyr for å ferdes i sonen med visse typer biler.[417] Ved forskrift av 20. desember 2016 om lavutslippssoner for biler fikk

[415] Se Menon, TØI og KS FoU (2019). Kostnader ved overgang til fossilfri kollektivtransport, i tillegg til tidligere nevnte rapporter om barrierer og følgeevalueringen av Klimasats.

[416] Hanssen & Aarsæther (red) (2018). Plan og bygningsloven – en lov for vår tid. Universitetsforlaget. Bind 2. Kapittel 19. Klima;
Bugge, H. (2016). Norge som lavutslippssamfunn. Hvordan utvikle plan- og bygningsloven som klimapolitisk virkemiddel? Utredning for Kommunal- og moderniseringsdepartementet. 17.06.16.

[417] Forskrift om lavutslippssone for biler (FOR-2016-12-20-1681).

kommunene hjemmel – etter samtykke fra Statens vegvesen – til å innføre midlertidige lavutslippssoner for å forbedre luftkvaliteten i et område utsatt for lokal luftforurensning fra biler. Forskriften gir ikke hjemmel til å etablere lavutslippssoner utelukkende av hensyn til klima. Det følger av veitrafikkloven § 7 første ledd at "Kongen eller den han gir fullmakt kan forby bestemte grupper av kjøretøyer". Ved kongelig resolusjon 15. oktober 2010 er Samferdselsdepartementet gitt fullmakt etter § 7 første ledd. Av statsrådsforedraget framgår at det først og fremst var hensynet til lokal luftkvalitet som lå til grunn for delegeringen.[418] Bestemmelsen synes å åpne for å etablere nullutslippssoner, men det er usikkert hvorvidt og i hvilken utstrekning bestemmelsen kan anvendes utelukkende av hensyn til klima. På nåværende tidspunkt er det uklart om kommunene kan etablere nullutslippssoner, *både* av hensyn til lokal luftkvalitet og klima. Som planmyndighet har kommunen adgang til å regulere all arealbruk innenfor kommunen, og det følger av plan- og bygningsloven § 3-1 bokstav g) at planer etter loven skal "ta klimahensyn, gjennom reduksjon av klimagassutslipp og tilpasning til forventede klimaendringer, herunder gjennom løsninger for … transport". I praksis har det imidlertid vist seg vanskelig å gjennomføre dette hensynet ved for eksempel å innføre nullutslippssoner. For at kommuner som ønsker det skal kunne innføre nullutslippssoner i deler av kommunen både av hensyn til lokal luftkvalitet og klima, kan det derfor trolig være behov for presiseringer av kommunens adgang til å begrunne reguleringer etter plan- og bygningsloven i klimahensyn.

En alternativ innretting for et slikt virkemiddel kan være å vedta bestemmelser med samme effekt med utgangspunkt i PBL, med en avklaring av hvordan slike bestemmelser stiller seg til Samferdselsdepartementets myndighet etter veitrafikkloven § 7. Disse mulighetene er ikke nærmere utredet.

12.6.4 God planlegging som grunnlag for utslippsreduksjon – kommunenes avgjørende rolle

Lokal energiplanlegging kan fremme lavutslippssamfunnet

For at kommunene skal kunne bidra til en helhetlig klimapolitikk, er det viktig å ta høyde for framtidsrettede energiløsninger i arealplanleggingen. Behovet for en sterkere samordning av kommunenes arealplanlegging og helhetlig energiplanlegging i regi av nettselskap og myndigheter kommer særlig til uttrykk i forbindelse med områdeplanlegging og transportplanlegging. Det kan være aktuelt med lokal produksjon og lagring av elektrisitet og varme, samt lokal utveksling mellom bygninger, kjøretøy og skip, og distribusjonsnettet. En styrking av kommunenes rolle, og styrket samarbeid i planlegging av energitilgang, kan bidra til å redusere kostnadene knyttet til ladeinfrastruktur og gi bedre energiressursutnyttelse. Nettselskapene er pliktige til å bistå kommunene i energiplanleggingen. Det er viktig at kommuner og nettselskaper koordinerer lokale energiplaner og utvikling av kraftsystemet slik at tiltak og løsninger blir framtidsrettet og kostnadseffektive. Slik planlegging kan bidra til reduserte ikke-kvotepliktige utslipp fra produksjon av fjernvarme, vei- og sjøtransport. Dagens regelverk, basert på eksisterende byggteknisk forskrift og konsesjonsordningene for elektrisitet og fjernvarme, gjør imidlertid at kommunene har få egne virkemidler i sin energiplanlegging som er forpliktende for utbyggere og byggeiere.

En mulig tilnærming til nye virkemidler kan være å gi kommunene anledning til å stille krav om helhetlige energiløsninger i forbindelse med områdereguleringer, slik som krav om smart samhandling mellom bygg i lokale ringnett for fjernvarme, eller om lokal produksjon, lagring og distribusjon av elektrisitet. Også for eksisterende bygningsmasse kan kommunenes rolle innen

[418] Delegasjon av myndigheit etter vegtrafikklova § 7 første ledd til å forby bestemde grupper av kjøretøy. Kongeleg resolusjon 15.10.10. (FOR-2010-10-15-1344).

energieffektivisering styrkes. Økt kommunal innsats innen energiplanlegging og -oppfølging kan gi økte kompetansekrav og kostnader for kommunene.

Kommunene har en viktig rolle i å regulere arealer for klimatiltak – behov for veiledning og insentiver

Et aktuelt virkemiddel for å styrke kommunenes arealplanlegging er målrettet veiledning som viser hvordan klimahensyn på helhetlig vis kan følges opp på tvers av statlige planretningslinjer for bolig-, areal- og transportplanlegging og klima- og energiplanlegging og klimatilpasning. Dette kan skje gjennom bruk av gode eksempler, verktøy og veiledning. Tett oppfølging fra fylkesmennene kan også innebære en skjerpet forventning om at klimahensyn vektlegges i planer, også med innsigelser.

Et eksempel er behovet for sikre at kommuner regulerer arealer for lade- og fylleinfrastruktur til transport i et omfang som er tilpasset økt innfasing av nullutslippskjøretøy og -fartøy. God veiledning kan også være nyttig for å vise hvordan en målrettet parkeringspolitikk kan gi insentiver til redusert bilbruk. Bevaring av karbonrike arealer som skog og myr er et annet aktuelt tema for styrket veiledning og styrking av sentrale styringsdokumenter. I mai 2019 fastsatte regjeringen *Nasjonale forventninger til regional og kommunal planlegging 2019–2023*. Her er det gitt som en forventning at fylkeskommunene og kommunene "*vektlegger arbeidet med å redusere utslipp av klimagasser, inkludert utslipp fra arealbruksendringer, (...)*". Dette var første gang de nasjonale forventningene tok opp at fylkeskommunenes og kommunenes klimaarbeid på plansiden også skal omfatte utslipp relatert til omdisponering av karbonrike arealer. I notat fra april 2019[419] har Miljødirektoratet gått gjennom hvordan karbonrike arealer er ivaretatt i sentrale styringsdokumenter for arealplanlegging. Se utdypende omtale i kapittel 6.3.2 i del B *Skog og annen arealbruk*.

Det er behov for bedre kunnskap om klimakonsekvensene av valg og prioriteringer på areal- og transportområdet. Dette gjelder for utslipp fra aktiviteten på arealet, for eksempel fra transport og bygging, for klimasårbarhet, for å bevare karbonlagre i areal og unngå utslipp fra arealbruk/arealbruksendringer.

Virkemidler som fremmer sammenheng i arealplanleggingen mellom kommuner kan bidra til at kommunene arbeider på tvers av kommunegrensene, slik som tilrettelegging for fortetting langs kollektivknutepunkt og kollektivakser. Kommunene kan selv bidra gjennom forpliktende regionale arealplaner, mens statlige insentiver med fordel kan legge til rette for helhetsløsninger slik at en unngår uheldig konkurranse mellom kommunene om etablering av næringsareal eller boliger. Byvekstavtaler er eksempler på helhetlig planlegging på tvers av kommunegrenser, hvor lokale, regionale og statlige prioriteringer søkes avstemt. Tilsvarende avtaler, hvor lokale parter i et avtaleområde inngår et forpliktende samarbeid med staten med mål om utslippsreduksjoner, kan være aktuelle for å fremme andre klimahensyn og -løsninger i planlegging over kommunegrenser. En kan tenke seg slike ordninger for bevaring av særlig karbonrike arealer eller i planlegging av tiltak for økt opptak av karbon i biomasse. Et annet eksempel vil være å utvide byvekstavtalene til å gjelde næringstransport i tillegg til persontransport. Slike avtaleformer basert på samarbeid, som byvekstavtaler, belønningsordninger og liknende virkemidler, kan i større grad ha klimapolitisk måloppnåelse som formål og resultatmål.

Statens areal- og lokaliseringspolitikk har stor påvirkning på utslipp lokalt. Staten kan bidra ved å i størst mulig grad ta høyde for lokale klimamål og følge statlige planretningslinjer for samordnet bolig-, areal- og transportplanlegging i sine beslutninger. Det er av betydning for klimamåloppnåelsen at også staten bygger på en måte som ikke generer økt transportbehov. Dette gjelder både for bygg, som sykehus, og for annen infrastruktur, som veier og kollektivknutepunkt. Slike beslutninger legger

[419] Miljødirektoratet (2019). Hensyn til karbonrike arealer i styringsdokumenter. Notat 12.04.2019.

ofte langsiktige føringer for transportbehov og annen planlegging, og kan derfor avstemmes mot lokale klimaplaner som del av beslutningsgrunnlaget.

12.6.5 Tydelige nasjonale forventninger kan styrke lokalt klimaarbeid

Å tydeliggjøre statens forventning til kommunenes ambisjoner og resultater i klimaarbeidet kan bidra til å styrke kommunenes bidrag til en klimavennlig samfunnsutvikling. En slik tydeliggjøring kan vise til hvilket ambisjonsnivå for utslippsreduksjoner som er ventet fra kommunene, og på hvilken måte det er forventet at de skal bidra. Kommunene etterspør for eksempel klarere forventninger om hvilke utslipp og tiltak de skal ta et særlig ansvar for. Det kan i denne sammenhengen være relevant å beskrive hvilke områder det særlig bør tas høyde for i kommunal klimaplanlegging, slik at kommunene kan prioritere relevante tiltak.

Det er store lokale forskjeller i hvilke sektorer som bidrar vesentlig til utslipp og hvilke tiltak som gir størst effekt. Det vil for eksempel være betydelige forskjeller mellom by-, industri- og landbrukskommuner. Den lokale konteksten er derfor av betydning når staten utformer klimapolitiske virkemidler overfor kommunene. På den ene siden kan det være et vesentlig hensyn å ikke differensiere kommunenes tilgang til statlige virkemidler, mens det på den andre siden kan være fordelaktig å målrette virkemiddelbruken mot der potensialet for utslippsreduksjon er størst.

Kommunenes rapportering til staten innen klimaarbeidet kan også i større grad knyttes til gjennomførte tiltak og måloppnåelse, for eksempel gjennom KOSTRA. På den måten kan kommunenes framgang og resultater i klimaarbeidet tas inn i statens styring av kommunene og i utformingen av klimapolitiske virkemidler. Det kan vurderes klarere forventninger til å systematisk integrere klimahensyn i alle kommunens aktiviteter.

12.6.6 Videreutvikling av statlige verktøy og veiledere kan styrke lokalt klimaarbeid

Kommunene bør ha kunnskap om klimagassutslippene og klimatiltak, og staten kan bidra til kommunenes klimaplanleggingsarbeid gjennom veiledning og tilrettelegging av data og verktøy. Kommunenes behov for detaljert informasjon, resultatindikatorer, framskrivinger og referansebaner vil variere betydelig mellom kommunene.

Miljødirektoratet publiserer årlig[420] **utslippsregnskap** for Norges kommuner og tilbyr verktøy i form av maler for å beregne effekten av ulike klimatiltak. Årlig oppdatert, kommunefordelt utslippsregnskap er et viktig verktøy for kommunene.

Det kommunale klimagassregnskapet publiseres to år etter at utslippene fant sted. Årsaken er at det bygger på det nasjonale utslippsregnskapet, og at viktige data for det kommunale klimagassregnskapet ikke er tilgjengelige før det nasjonale regnskapet er på plass. Mange kommuner ser behov for at informasjon om utslippene gjøres raskere tilgjengelig, slik at kommunene kan drive effektiv resultatoppfølging og planlegging.

Det er lagt opp til kontinuerlig forbedring for å bidra til at lokale klimatiltak i størst mulig grad blir fanget opp i utslippsregnskapet. Målsettingen er at utslippsregnskapet skal være et best mulig styringsverktøy for kommunene. Datatilgjengelighet på lokalt nivå er avgjørende for å lage et mest mulig pålitelig kommunefordelt utslippsregnskap. For å styrke kvaliteten på det kommunale utslippsregnskapet kan ytterligere innrapportering fra kommuner, næringsliv og befolkning være nødvendig for å bringe fram nødvendig datagrunnlag. Dette vil på den ene siden gi gevinst i form av

[420] Årlig oppdatering for alle sektorer unntatt arealbrukssektoren, som oppdateres hvert 5. år.

forbedringer i det kommunale utslippsregnskapet, men på den annen side økt rapporteringsbyrde, potensielt for mange aktører.

Utarbeidelse av kommunale **resultatindikatorer**, for eksempel antall elbiler eller antallet anskaffelser hvor klimahensyn er en del av tildelingskriteriene, kan gi en indikasjon på måloppnåelsen mens kommunene venter på publisering av et nytt år i klimagassregnskapet. Statlig veiledning om mulige kommunale resultatindikatorer og mulige data som kan benyttes, kan lette kommunenes arbeid. Datatilgjengelighet er en utfordring også for å lage gode resultatindikatorer.

Det er forventninger i SPR for klima- og energiplanlegging og klimatilpasning om at planene bør inneholde framskrivinger av utslippene i kommunen om det ikke gjennomføres nye tiltak, forventet etterspørsel etter energi og forventet ny energiproduksjon, og at framskrivingsperioden bør være minst ti år. Kommunene etterspør lettere tilgjengelige **data til framskrivinger og referansebaner.** Flere kommuner gjør antakelser om nasjonale trender og de lokale effektene av nasjonale virkemidler i sine framskrivinger mot de lokale 2030-målene. Det er ressurskrevende og gir stor usikkerhet for den enkelte kommune å gjøre vurderinger av effekten av nasjonale virkemidler. Det kan stilles spørsmål ved om dette er en hensiktsmessig forventning til alle kommuner. Det kan vurderes om staten kan tilrettelegge en form for lettere tilgjengelig standardframskrivinger for kommunene for viktige nasjonale tiltak. Forutsetningene som ligger til grunn for den nasjonale framskrivingen vil kunne dekke noe av dette behovet.

Veiledning om sammenhengen mellom utslippskilder, virkemidler og tiltak kan forenkle kommunenes arbeid med å prioritere mellom ulike satsningsområder på klima. Veiledning i planlegging etter SPR for klima- og energiplanlegging og klimatilpasning, og veiledning til og eksempler på klimatiltak i kommunene kan videreutvikles. Det lokale klimaarbeidet er i rask utvikling, og det er derfor grunnlag for kontinuerlig utvikling av veiledningsmateriell.

Staten kan bidra med veiledning om utvikling av **styringsverktøy**, som klimabudsjett og andre verktøy for å systematisk integrere klimahensyn i kommunale beslutninger. Utslippsfaktorer og beregningsverktøy for å tallfeste klimaeffekten av tiltak kan også være aktuelle hjelpemidler.[421]

Det kan også være behov for **planleggingsverktøy** for samordnet transport- og arealplanlegging som i større grad tar høyde for at den samlede effekten av virkemidler ikke gir vekst i persontrafikken, samt verktøy som belyser hvordan vedtak i arealsaker påvirker nullvekstmålet. Kommunal- og moderniseringsdepartementet, Vegdirektoratet, KS, Jernbanedirektoratet og Miljødirektoratet utvikler i fellesskap arealdataverktøyet (ADV), som skal være et verktøy for stat og kommune til å vurdere hvordan lokalisering av boliger, næringsvirksomhet og annen infrastruktur vil påvirke transportbehovet.[422]

12.6.7 Økt økonomisk støtte til omstilling og investeringer

Både Enova og Klimasats er viktige tilskuddsordninger for kommunene, men er i seg selv ikke tilstrekkelig til å overkomme kostnadsbarrierene og utløse potensialet som ligger i lokale klimatiltak.

[421] Miljødirektoratet har utarbeidet 16 beregningsmaler som kan brukes til å beregne effekt på direkte klimagassutslipp. Utslippsfaktorer som benyttes i Norges utslippsregnskap er tilgjengelig i Miljødirektoratet (2019). Greenhouse Gas Emissions. National Inventory Report. M-1271I2019. I Storbritannia publiserer staten fullstendige og årlig oppdaterte lister med utslippsfaktorer til fri bruk for virksomheter.

[422] Les mer om samarbeidet på nettsidene til KIT-samarbeidet

Beregninger fra Menon Economics & TØI[423] viser for eksempel et betydelig investeringsbehov for fylkene på kollektivtrafikk og ferge/hurtigbåt for å nå målsetninger om nullutslipp i årene framover. Det er behov for å mobilisere tilstrekkelige økonomiske midler til både omstilling på lang sikt og investeringer i klimateknologi. Det er også en utfordring at investeringer ikke følges opp med økte driftsmidler.[424] For å belønne kommuner med høye ambisjoner og målrettet klimaarbeid kan også statlige støtteordninger utformes for å gi insentiver for ambisjonsnivå eller resultater.

[423] Menon Economics & TØI (2019). Kostnader ved overgang til fossilfri kollektivtransport. Oppdragsrapport for KS.

[424] Norheim mfl. (2016). Framtidig behov for økt tilskudd til kollektivtransport. UA rapport 74/2016.

12.7 Liste over virkemidler

Tabell A 38 lister opp virkemidler som kommunene har i dag og som kan utnyttes i større grad, knyttet til hver sektor i Klimakur 2030. Videre lister tabellen opp muligheter for å styrke kommunens virkemidler og bidrag til klimagassreduksjon. Kommunene kan bidra til å kutte ikke-kvotepliktige utslipp i betydelig grad, hovedsakelig som medvirkende aktør i samarbeid med andre.

Formålet med tabellen er å peke på ulike muligheter som *kan* styrke kommunene som aktør i tiltakene som er utredet i Klimakur 2030. De mulige virkemidlene kan dermed også ha overlappende effekter, være gjensidig utelukkende, ha uheldige konsekvenser og fordelingsvirkninger, slik at de bør utredes nærmere. Det er heller ikke gitt at kommunen er den aktøren som bør utnytte alle disse mulighetene. Særlig en del av forslagene i rollen som samfunnsutvikler kan potensielt ivaretas av andre, eller av kommunen i samarbeid med andre. Tabellen er ikke uttømmende, slik at det kan også være andre mulige virkemidler som kan utløse tiltakene.

Noen roller som peker seg ut på tvers av mange tiltak og sektorer er kommunens store påvirkningsmakt på markedet gjennom klimakrav i offentlige anskaffelser, for eksempel innenfor anleggsmaskiner og transporttjenester, samt kommunens viktige rolle som myndighetsutøver for å tilrettelegge for klimaløsninger, for eksempel innenfor veitransport, sjøtransport og arealbruk.

Tabell A 38. Liste over mulige nye virkemidler og virkemidler kommunene har og kan bruke mer.

Sektor: **Veitransport** **Tiltak: Nullvekstmålet, forbedret logistikk, nullutslippskjøretøy**	*Totalt reduksjonspotensial i millioner tonn CO_2 innenfor sektoren 2021-2030: 12,26*	Grad av kommunal påvirkning: **Stor**. Kan være både pådriver og hindre tiltak.
Kommunens roller og virkemidler i dag, som kan utnyttes i større grad: • Planlegge arealbruk slik at framtidig transportbehov reduseres, som planmyndighet og samfunnsutvikler. • Styrke framkommelighet, trygghet og tilgjengelighet for gange, sykkel og kollektivtrafikk som planmyndighet og veieier. • Regulere areal for lading og energistasjoner (biogass, hydrogen, batterielektrisk) i arealplaner for å muliggjøre teknologiskifte, som planmyndighet. • Begrense parkeringsplasser og stille krav om sykkelparkering, parkering for bildeling og lading for elbiler i arealplaner, som planmyndighet. • Differensiere parkeringsavgifter på offentlige parkeringsplasser for å fremme klimavennlige kjøretøy, som eier. • Dedikere parkeringsplasser og laste- og losselommer til utslippsfrie kjøretøy, som eier og veimyndighet.		

- Kreve etablering av ladeinfrastruktur i nybygg av garasjer og parkeringsplasser i planbestemmelser, som planmyndighet.
- Tilrettelegge ladeinfrastruktur for drosjer, næringsliv og private, gjennom etablering eller kommunalt tilskudd til etablering, som samfunnsutvikler.
- Drive langsiktig energiplanlegging sammen med nettselskap for å sikre koordinering og informasjonsflyt om planer for elektrifisering i kommunene.
- Styrke lokalt nett, overgang til elektriske løsninger og effektiv og fleksibel bruk av energi, som eier av strømselskaper.
- Gjøre det enklere for innbyggere å reise klimavennlig: tilrettelegge for delebiler, mobilitetspunkt, kollektivtilbud, snarveier, gang og sykkelveier, sykkelparkering, prioritering for kollektivtrafikk, som eier og drifter, og samfunnsutvikler.
- Lage bylogistikkplan i tett samarbeid med næringslivet, som samfunnsutvikler og planmyndighet.
- Anskaffe nullutslippskjøretøy til egen bruk, som eier og innkjøper.
- Etterspørre nullutslipp, samlast og ruteeffektivisering ved vare- og tjenesteleveranser, som innkjøper.
- Tilrettelegge samlastingssentraler, for egne varer og i samarbeid med det private, som eier og samfunnsutvikler.
- Optimalisere kjøreruter og knytte kjøringen til behov, og gjennomføre tjenestene fossilfritt eller utslippsfritt, eks i avfallsinnhenting og skysstjenester, som eier og drifter eller innkjøper.
- Redusere reiser gjennom aktiv bruk av IKT-løsninger, og etterspørre slik bruk fra statlige myndigheter og samarbeidspartnere, som eier og drifter.
- Pådriver for nullutslippsløsninger gjennom å bringe transportører og de som benytter transporttjenester, samt energileverandører sammen for å finne utslippsfrie løsninger både på land, og overgang fra vei til sjø, eks Hordaland Fylkeskommune samordnet hydrogenbestilling, som samfunnsutvikler.
- Pådriver for biogassproduksjon som eier av avfallsselskap og pådriver overfor jordbruket.
- Tilby prøvekjøring av elsykkel og null- og lavutslippskjøretøy[425], som samfunnsutvikler.
- Etterspørre nullutslipp- eller lavutslippsløsninger i kollektivtransport, fylkeskommunen som innkjøper.
- Utvikle og forbedre kollektivtilbudet, fylkeskommunen som tjenesteyter.
- Kreve nullutslippsløsninger i taxiløyve gjennom forskrift, fylkeskommunen som løyvemyndighet

[425] Klimasatstildeling 2018 til Østfold fylkeskommune, Test av større fossilfrie maskiner og kjøretøy

Muligheter for å styrke kommunens virkemidler og bidrag:

- Staten kan tydeliggjøre mål om klimagassreduksjon i byvekstavtalene med kommunene, og avtalene kan omfatte næringstransport.
- Staten kan klargjøre kommunenes hjemmel til nullutslippssoner/miljøsoner av hensyn til klima, eks. sone der kun nullutslippskjøretøy er tillatt. Det synes å være hjemmel etter veitrafikkloven § 7 første ledd (ikke begrenset til luftkvalitetsformål), men denne myndigheten er tillagt Samferdselsdepartementet.[426]
- Staten kan klargjøre om kommunene har hjemmel til å vedta bestemmelser om miljøkvalitet i kommuneplanens arealdel som kan benyttes for å begrense CO_2-utslipp fra trafikk.[427]
- Både stat og kommune kan i større grad støtte opp under knutepunktutvikling ved å følge opp SPR BATP slik at kommunene kan nå sine utslippsmål.
- Statens avgiftssystem kan i større grad stimulere til klimavennlige jobbreiser ved å for eksempel redusere skattlegging av klimavennlige reiser og skattlegge aktivitet som gir utslipp, som gratis bilparkering på jobben, slik at kommunene får større insentiv til å innføre tiltak som fremmer klimavennlige reiser.
- Staten kan oppfordre til å unngå, eller forby, innkjøp eller leasing av nye person- og varebiler i kommunene, f.eks. forskriftsendring i forskrift om energi- og miljøkrav ved anskaffelse av kjøretøy til veitransport.
- Tilrettelegge muligheter for å teste utslippsfrie kjøretøy og maskiner i kommunene før innkjøper[428], eks tilrettelegge for kortere leieavtaler før innkjøp.
- Staten kan øke støtte til merkostnader for investering og drift av kollektivtransport med nullutslipps- og lavutslippsløsninger i kollektivtrafikken og til drift av kollektivtransport ved bedring av transporttilbudet, samt til klimavennlig infrastruktur, som sykkelinfrastruktur og kollektivinvesteringer.
- Stat og kommune kan inngå byvekstavtaler for flere byområder enn de ni som er aktuelle i dag, samt inngå avtaler som tar utgangspunkt i klimagassutslipp og andre kjøretøykategorier enn personbiltrafikk.
- Fullføre InterCity-planene, og optimalisere klimagassreduksjonen gjennom tilrettelegging for bruk av toget, rundt togstasjonene og mellom togstasjoner og målpunkt
- Framskaffe tilstrekkelig data- og informasjonsgrunnlag for å kunne lage gode bylogistikkplaner og fremme dette samarbeidet, jamfør TØI.[429] Dette vil kreve et forsterket samarbeid mellom statlige, private og kommunale aktører om innhenting av data.

[426] Kilde: Oslo kommune, innspill til Miljødirektoratet i forbindelse med Klimakur 2030.

[427] Bugge, H. (2016). Norge som lavutslippssamfunn. Hvordan utvikle plan- og bygningsloven som klimapolitisk virkemiddel? Utredning for Kommunal- og moderniseringsdepartementet. 17.06.16.

[428] Eksempel på slik tilrettelegging i regi av Østfold fylkeskommune. Test av fossilfrie maskiner og kjøretøy. Klimasats-prosjektet.

[429] Fossheim mfl. (2017). Faglig grunnlag for bylogistikkplaner i Norge. TØI-rapport 1588/2017.

Sektor: **Sjøfart, fiske og havbruk** **Tiltak: Energieffektivisering, fartsreduksjon, nullutslippshavner, lav- og utslippsfrie fartøy**	*Totalt reduksjonspotensial i millioner tonn CO_2 innenfor sektoren 2021-2030: 6,26*	Grad av kommunal påvirkning: **Stor,** spesielt for skipsfart knyttet til kommunale havner. Kan være en barriere ved å hindre bygging av landstrøm. Kan være viktig pådriver.

Kommunens roller og virkemidler i dag, og som kan utnyttes i større grad:

- Regulere for lade- og fylleinfrastruktur i arealplaner, som planmyndighet.
- Bygge ladeinfrastruktur, som havneeier.
- Gjøre egne fartøy og innkjøpte tjenester utslippsfrie, evt. fossilfrie på kort sikt, som innkjøper og eier.
- Fylkeskommunen har spesielt ansvar for å få nullutslipp i hurtigbåter og ferger, oftest gjennom innkjøp av tjenester.
- Pådriver for nullutslippsløsninger gjennom å bringe brukerne av havnene sammen og finne utslippsfrie løsninger både i eksisterende sjøfart, og overgang fra land til sjø, eks. kystfiske i Flakstad, bulkskip i Oslo, sjøbuss som klimavennlig alternativ til veitransport i Kristiansand[430], som samfunnsutvikler.
- Kreve bruk av landstrøm, der det er tilgjengelig.[431]
- Differensiere anløpsavgift eller kaivederlag avhengig av utslipp.
- Samordne offentlig etterspørsel til skipsbransjen, og gjerne invitere andre etterspørrere med. Gjerne modell etter innovativ anskaffelse av utslippsfrie anleggsplasser[432]. Støtte fra leverandørutviklingsprogrammet er nyttig.

Muligheter for å styrke kommunens virkemidler og bidrag:

- Staten kan tydeliggjøre og bidra til å alminneliggjøre bruk av virkemidler i havnene, eks differensierte havneavgifter og krav om bruk av landstrøm.
- Staten kan gi hjemmel til å kreve elektrifisering av installasjoner i nære sjøområder, eks oppdrettsanlegg/FM kreve elektrifisering av hensyn til klimagassutslipp i tillatelse etter forurensningsloven.[433]

[430] Klimasatstildeling 2016 og 2018 til Flakstad kommune; Klimasatstildeling 2019 til Oslo kommune; Klimasatstildeling 2019 til Kristiansand kommune

[431] Eksempel Kirkenes havn stiller krav om at skip med kailigge over 48 timer skal benytte landstrøm.

[432] Innovativ anskaffelse av utslippsfrie bygg- og anleggsplasser

[433] Energi og Klima (2019). Når staten seier nei til klimakutt. 04.11.19.

- Staten kan videreføre støtte til å utvikle utslippsfrie hurtigbåter og ferger.
- Staten kan utvide støtte til merkostnader i innkjøp av utslippsfrie løsninger i kollektivtransport
- Staten kan styrke kommunens virkemidler for lokal energiplanlegging, herunder energiutveksling til skip.

Sektor: **Annen transport** **Tiltak: Logistikk og effektivisering i bygg og anleggsvirksomhet, utslippsfrie maskiner, elektriske fritidsbåter**	*Totalt reduksjonspotensial i millioner tonn CO_2 innenfor sektoren 2021-2030: 4,34*	Grad av kommunal påvirkning: **Stor** påvirkning på anleggsmaskiner dersom det offentlige samordner krav i anskaffelser

Kommunens roller og virkemidler i dag, og som kan utnyttes i større grad:

- Etterspørre utslippsfrie og lavutslippsløsninger i byggetjenester, som innkjøper
- Etterspørre utslippsfrie og lavutslippsløsninger i driftstjenester og i egen maskinpark, som innkjøper, eier og drifter
- Kreve biodrivstoff i egen drift og i tjenester (kortsiktig tiltak), som innkjøper
- Kommunen samarbeide med netteier om tidlig koordinering av kapasitetsbehov i nettet for anleggsplasser, for eksempel Oslo kommune og Hafslund[434], eks Stavanger lading i trafostasjoner[435]

Muligheter for å styrke kommunens virkemidler og bidrag:

- Staten kan klargjøre regelverk og muligheter kommunen har til å sette krav om utslippsfrie byggeplasser i ikke-kommunale utbygginger
- Staten kan tydeliggjøre forventninger til kommunene om tiltak for å utløse utslippsfrie byggeplasser i 2025
- Staten kan utvide støtte til kommunenes merkostnader i innkjøp
- Tilrettelegge for at kommunene låner eller leier maskiner for å teste ut før anskaffelse
- Bidra til å samordnes etterspørsel fra stat og kommune

[434] Hafslund (2018). Utslippsfrie byggeplasser. 12.06.18.
[435] Klimasatstildeling 2019 til Stavanger kommune.

Sektor: **Ladeinfrastruktur og nett** **Integrert i ulike tiltak**	*Totalt reduksjonspotensial i millioner tonn CO_2 innenfor sektoren: Ikke tallfestet*	Grad av kommunal påvirkning: **Stor** på ladeinfrastruktur, **middels** på nett.
Kommunens roller og virkemidler i dag, og som kan utnyttes i større grad: • Stille arealer til disposisjon, som planmyndighet og grunneier • Tidlig informasjon og koordinering med nettselskap om behov for nettilknytning • Tilrettelegge lading på kommunale arealer • Rådgi innbyggere i etablering av ladeinfrastruktur, spesielt borettslag og sameier • Støtteordninger for etablering av lading • Tilrettelegge lading for yrkesbiler		
Sektor: **Jordbruk**[436] **Tiltak: Overgang fra kjøtt til vegetabilsk og fisk, redusert matsvinn, biogass fra husdyrgjødsel, andre gjødseltiltak, stans i nydyrking av myr, fôrtiltak, biokull, fangvekster**	*Totalt reduksjonspotensial i millioner tonn CO_2 innenfor sektoren 2021-2030: 5,77*	Grad av kommunal påvirkning: **Middels**, mest som pådriver gjennom landbrukskontorene. For mat er påvirkningsgraden større.
Kommunens roller og virkemidler i dag, og som kan utnyttes i større grad: Jordbruk • Pådriver for samarbeid mellom byggenæringen og jordbruket om sambruk av utslippsfrie varmeaggregater, som samfunnsutvikler • Fylkeskommunen kan ta en særlig rolle som pådriver gjennom jordbruksopplæringen i videregående skole, som eier og drifter		

[436] Tiltaksanalysen for jordbrukssektoren inkluderer tiltak som bokføres i jordbrukssektoren i utslippsregnskapet, samt tiltak som ikke bokføres i noen sektor, men har en klimaeffekt. Jordbruksdrift gir også utslipp som bokføres i transport-, energi- og LULUCF-sektoren (Skog og annen arealbruk), blant annet fra bruk av landbruksmaskiner, energi til driftsbygg og fra endring av karbonlagre i jord. Disse tiltakene er omtalt i de sektorene hvor de bokføres.

- Bruke støtteordningene kommunen forvalter på landbruksområdet målrettet for å redusere utslipp, som myndighet
- Pådriver for økt kunnskap og erfaringsutveksling om klimatiltak i jordbruket og klimahensyn i offentlige anskaffelser gjennom for eksempel kurstilbud, nettverkssamarbeid, undervisningsopplegg og som samfunnsutvikler
- Pådriver for økt innsamling av landbruksplast, som samfunnsutvikler
- Stans i nydyrking av myr, se sektor *Skog og annen arealbruk — arealbruksendringer*

Mat

- Omlegging til klimavennlig mat i egen matservering, som eier og drifter
- Økt bruk av krav og kriterier i offentlige mat- og drikkeanskaffelser, som innkjøper
- Matsvinntiltak i egen drift og i innkjøpte tjenester, som innkjøper og eier og drifter, stille krav i innkjøp.
- Pådriver for redusert matsvinn og klimavennlig mat i bedrifter og befolkning, som samfunnsutvikler
- Ta en koordinerende rolle i matdonasjon, f.eks. gjennom et tettere samarbeid mellom kommunale virksomheter og donorer, og legge til rette for matdonasjon ved å tilby billig leie av lokaler for matsentraler/matstasjoner
- Øke fokus på matsvinn og klimavennlig kosthold i mat- og helsefaget, som skoleeier
- Ta i bruk kriteriesett for matsvinn og krav til plantebaserte alternativer til animalsk protein, samt Digitaliseringsdirektoratet (tidligere Difi) sitt nye kriteriesett for klimasmart meny så snart dette er på plass, som innkjøper
- Delta i bransjeavtalen for matsvinn og kartlegge eget matsvinn. Merk at utslippsreduksjonspotensialet i utredet tiltak ikke inkluderer matsvinn i offentlig sektor ettersom dette ikke er kartlagt i dag

Biogass

- Kartlegge potensial for biogassproduksjon og være pådriver for etablering av biogassanlegg, bruk av gassen og bioresten
- Koordinere og være pådriver for økt utnyttelse av matavfall, husdyrgjødsel og andre organiske ressurser i kommunen til biogass, både fra jordbruk og andre primærnæringer

Muligheter for å styrke kommunens virkemidler og bidrag:

Mat:

- Staten kan inkludere kommunale virksomheter som skoler og barnehager i fritaket for moms og særavgifter ved donasjon av mat, slik at donor ikke får utgifter ved donasjon til disse

Biokull:

- Øke erfaring med og kunnskap om produksjon og bruk. Kunnskapsoverføring fra kommune til kommune kan være viktig. Teknologi for fullskala anlegg er ikke på plass[437]

Sektor: **Industri** **Tiltak: Energi- og varmegjenvinning, konvertering til ikke-fossil energi**	*Totalt reduksjonspotensial i millioner tonn CO_2 innenfor sektoren 2021-2030: 2,67*	Grad av kommunal påvirkning: **Liten,** mest som pådriver

Kommunens roller og virkemidler i dag, og som kan utnyttes i større grad:

- Pådriver for energiutveksling mellom industribedrifter, som samfunnsutvikler
- Pådriver for mer fornybar energi til industrien, som samfunnsutvikler

Sektor: **CCS-tiltak** **Tiltak: CCS-tiltak i avfallsforbrenning på anleggene Oslo Fortum varme, BIR og Statkraft Varme, og på biodrivstoffanlegg**	*Totalt reduksjonspotensial i millioner tonn CO_2 innenfor sektoren 2021-2030: 4,02*	Grad av kommunal påvirkning: **Liten**, for avfallsforbrenning så lenge ikke CCS-verdikjeden er på plass

Kommunens roller og virkemidler i dag, og som kan utnyttes i større grad:

- Etterspørre avfallsforbrenning med CO_2-fangst, i rollen som innkjøper

[437] Oslo kommune (2019). Kunnskapsgrunnlag for satsingsområder Klimastrategi 2030, side 204.

- Tilrettelegge og etablere CCS på egne avfallsanlegg, i rollen som eier
- Tilrettelegge for samarbeid mellom avfallsforbrenningsanlegg og private industribedrifter om CCS
- Kommunene kan tilrettelegge areal for mellomlagring av CO_2 før utskipning til lagringssted

Muligheter for å styrke kommunens virkemidler og bidrag:

- Det finnes ikke fullstendig verdikjede for CO_2-lagring i dag. Etablering av fullskalaanlegg med fangst, transport og lagring vil kreve omfattende samarbeid mellom kommunale, private og statlige aktører, og det er behov for økt statlig finansiering
- Prise CO_2-utslipp fra forbrenning av avfall som insentiv til kommunene for å redusere mengde avfall som forbrennes (regjeringen har varslet at det skal innføres prising av utslipp av klimagasser fra avfallsforbrenningsanlegg., jf. 1 LS (2010-2020))

Sektor: **Andre tiltak** **Tiltak: Økt utsortering og redusert tekstilforbruk**	*Totalt reduksjonspotensial i millioner tonn CO_2 innenfor sektoren 2021-2030: ikke oppgitt*	Grad av kommunal påvirkning: **Middels** – stor på husholdningsavfall, liten på næringsavfall

Kommunens roller og virkemidler i dag, og som kan utnyttes i større grad:

- Samarbeide med frivillige organisasjoner om innsamling, gjenbruk og reparasjon av klær
- Undervise i redesign som del av kunst og håndverk i skolen, jf. ny læreplan i grunnskolen i 2019
- Høy utsorteringsgrad i eget avfall, som eier og drifter
- Bidra til kompetanseøkning i lokal handelsstand om deleordninger og nye forretningsmodeller i handelen, som samfunnsutvikler
- Innføre kildesortering, som forurensningsmyndighet etter forurensningsloven § 30, annet og tredje ledd.

Muligheter for å styrke kommunens virkemidler og bidrag:

- Innføre krav til kildesortering av tekstiler i private husholdninger vil redusere utslipp fra husholdningsrenovasjonen i kommunene. Varslet at dette blir plikt etter EØS-regler fra 2025.

Sektor: **Andre tiltak** **Tiltak: Økt utsortering av plast til materialgjenvinning**	*Totalt reduksjonspotensial i millioner tonn CO_2 2021-2030: 0,4*	Grad av kommunal påvirkning: **Middels** – stor på husholdningsavfall, liten på næringsavfall
Kommunens roller og virkemidler i dag, og som kan utnyttes i større grad: • Fastsette krav om utsortering for husholdninger gjennom kommunal forskrift om tvungen renovasjon • Høy utsorteringsgrad i eget avfall, som eier og drifter • Kreve høy utsorteringsgrad og lav avfallsgenerering i egne bygg- og anleggsprosjekter, som innkjøper • Pådriver for økt utsortering av landbruksplast, som samfunnsutvikler • Etterspørre gjenbruksplast i artikler, som innkjøper		
Sektor: **Andre tiltak** **Tiltak: Økt uttak av metan fra avfallsdeponi**	*Totalt reduksjonspotensial i millioner tonn CO_2 2021-2030: 0,76*	Grad av kommunal påvirkning: **Stor**, deponier oftest kommunalt eid
Kommunens roller og virkemidler i dag, og som kan utnyttes i større grad: • Optimalisere opptak av metan ved å utbedre eksisterende anlegg og/eller utvide oppsamlingen, som eier og drifter • Etablere opptak i nedlagte deponier der det ikke er uttak i dag, som eier og drifter • Finansiere tiltakene gjennom renovasjonsgebyret, som myndighet		
Muligheter for å styrke kommunens virkemidler og bidrag: • Fylkesmannen kan fornye tillatelser etter § 18 i forurensningsloven og stille krav til økt uttak fra kommunale deponier, tillatelser kan endres etter 10 år • Fylkesmannen kan øke tilsynet med at tillatelsene til kommunale deponier etter forurensningsloven overholdes, og slik være pådriver for kommunale tiltak • Økonomisk støtte til etablering og utbedringer av metanoppsamlingsanlegg • Staten kan legge avgift på metanutslipp fra kommunale deponi, og slik øke incitament til kommunale tiltak		

Sektor: **Andre tiltak** **Tiltak: Erstatte bruk av olje og gass til oppvarming, i fjernvarme og byggvarme**	*Totalt reduksjonspotensial i millioner tonn CO_2 2021-2030: 1,87*	Grad av kommunal påvirkning: **Middels**, da de fleste bygg er private, statlig regulering er antagelig viktigere

Kommunens roller og virkemidler i dag, og som kan utnyttes i større grad:

- Fase ut fossil gass til permanent oppvarming i egne bygg, eksempel eks. Mære vgs, som eier og drifter
- Pådriver for utfasing av fossil gass i private bygg, eksempel Bergen kommune kartlegger omfang[438], som samfunnsutvikler
- Kreve tilknytningsplikt til fjernvarme, som myndighetsutøver
- Lokale tilskuddsordninger til konvertering fra gass til fornybar energi, som samfunnsutvikler
- Aktiv eierstyring for å fase ut fossil energi i fjernvarme der kommunen er eier av lokale energiselskaper og forbrenningsanlegg, som eier
- Kreve utslippsfri midlertidig oppvarming og tørking på bygge- og anleggsplasser, som innkjøper
- Pådriver for utslippsfri byggvarme i utbygginger i privat regi, dialog med til utbygger om utslippsfri byggvarme, som samfunnsutvikler
- Pådriver for samarbeid mellom byggenæringen og landbruket om sambruk av utslippsfrie varmeaggregater, som samfunnsutvikler

Muligheter for å styrke kommunens virkemidler og bidrag:

- Staten kan styrke kommunens rolle som energiplanlegger gjennom støtteordninger og regelverk
- Staten kan klargjøre regelverk og muligheter kommunene har til å sette krav om utslippsfrie byggeplasser inkludert byggvarme
- Staten kan støtte eventuelle merkostnader ved konvertering fra gass til fornybar energi

[438] Klimasatstildeling 2018 til Bergen kommune.

Sektor: **Andre tiltak** **Tiltak: Forsert utskifting av gamle vedovner**	*Totalt reduksjonspotensial i millioner tonn CO_2 2021-2030: 0,51*	Grad av kommunal påvirkning: **Stor** der vedfyring medfører luftforurensning over grenseverdier, **liten** i øvrige områder.
Kommunens roller og virkemidler i dag, og som kan utnyttes i større grad: • Lokale reguleringer, støtteordninger, informasjon (vedfyring) • Forbud mot vedfyring på forurensede dager, som myndighet Informasjon om effekt av vedfyring på klima (og luftkvalitet), for eksempel i samarbeid med feiertjenestene, som samfunnsutvikler		
Muligheter for å styrke kommunens virkemidler og bidrag: • Informasjon om effekt av vedfyring på klima til kommunene		
Sektor: **Andre tiltak** **Tiltak: Bruk av HFK som kjølemedium**	*Totalt reduksjonspotensial i millioner tonn CO_2 2021-2030: 0,65*	Grad av kommunal påvirkning: **Liten**, statlig regulering er viktigere
Kommunens roller og virkemidler i dag, og som kan utnyttes i større grad: • Fase ut bruk av HFK i egen drift og eiendom		
Sektor: **Skog og annen arealbruk** **Tiltak: Treslagsvalg og tetthet i foryngelse, skogpleie, tilgang på biomasseressurser**	*Totalt reduksjonspotensial i millioner tonn CO_2 innenfor sektoren 2021-2030: ikke estimert*	Grad av kommunal påvirkning: **Middels**, mest som forvalter av tilskuddsmidler.
Kommunens roller og virkemidler i dag, og som kan utnyttes i større grad: • Bruke tilskuddsmidlene/støtteordningene kommunen forvalter på landbruksområdet målrettet for å redusere utslipp • Pådriver gjennom for eks. kursing for klimaoptimal skjøtsel, spesielt overfor de mange små skogeierne, som samfunnsutvikler • Forvalte egen skog klimavennlig, som eier		

Sektor: **Skog og annen arealbruk** **Tiltak: Arealbruksendringer**	*Totalt reduksjonspotensial i millioner tonn CO_2 innenfor sektoren 2021-2030: ikke estimert*	Grad av kommunal påvirkning: **Stor**, gjennom arealplanlegging

Kommunens roller og virkemidler i dag, og som kan utnyttes i større grad:

- Bevare karbonrike arealer gjennom bevisst arealdisponering, som planmyndighet
- Bruk av beregningsverktøy for arealbruksendringer kan øke bevisstheten om klimaeffekt av endret arealbruk.
- Statlig planretningslinje for klima- og energiplanlegging og klimatilpasning: Kommunene og fylkeskommunene skal i sin overordnede planlegging innarbeide tiltak og virkemidler for å redusere utslipp av klimagasser, der det også tas hensyn til effektiv ressursbruk for samfunnet. Dette bør inkludere tiltak mot avskoging, og eventuelt økt opptak av CO_2 i skog og andre landarealer, som myndighet

Muligheter for å styrke kommunens virkemidler og bidrag:

- Øke bevissthet og kunnskap blant en lang rekke beslutningstakere om klimaeffekten av arealbruksendringer for å hindre vanskelig reversible vedtak om omdisponering
- Forbedret metodikk og økt kunnskap for å beregne klimaeffekten av forskjellige arealbruksendringer
- Staten kan tydeliggjøre forventning om vurdering av klimaeffekt av arealbruksendringer i alle arealplanforslag der det foreslås endringer i arealbruken, jamfør SPR for klima- og energiplanlegging og klimatilpasning.
- Vurdere om fylkesmannen bør fremme innsigelse dersom klimaeffekten av arealbruksendringer ikke er drøftet og beregnet i planforslag

13 Ladeinfrastruktur og nett

Kapittelet er utarbeidet av ressurser internt i faggruppen. En rekke aktører har bidratt med spesifikke opplysninger brukt i kapittelet. Dette er markert med kildehenvisninger.

13.1 Oppsummering

Utviklingen av ladeinfrastruktur er godt i gang, men det er langt igjen til målet

Alle elektriske transportmidler har behov for en ladeinfrastruktur, men teknologien, utbredelse og kostnadene til de ulike transportmidlene er vidt forskjellig. Ladeinfrastrukturen til **personbiler** er forholdsvis godt utbygd, men det er behov for langt flere hurtigladestasjoner. Både **lette og tunge varebiler** kan trolig bruke samme ladeinfrastruktur som personbiler. Det er nå nesten 200 elektriske **bybusser** i Norge og det finnes ulike løsninger for å lade disse, men teknologien er ikke standardisert. Ladeteknologien for elektriske **langdistansebusser** er i utprøvingsfasen, men kan trolig baseres på samme teknologi som bybusser. Det er derimot uklart hvordan det skal etableres en allmenn tilgjengelig ladeinfrastruktur for disse bussene. Det samme gjelder for elektriske **lastebiler** som er avhengig av lading utenfor et fast tilholdssted. Elektriske **ferger** har ulike ladeløsninger som er tilpasset fergesambandet, og standardisering av løsninger kan redusere kostnadene. For elektrifisering av andre **skipstyper** er det nødvendig med landstrømanlegg som både kan sørge for landstrøm og ladestrøm til batterier om bord i skipene. Ettersom landstrømanleggene må kunne kobles til en rekke ulike skip og ha høye ladeeffekter blir disse anleggene dyre. Behovet for utbygging av ladeinfrastruktur for **ikke-veigående maskiner** vil variere. På bygge- og anleggsplasser er det viktig med tidlig planlegging for å sikre tilstrekkelig ladeinfrastruktur fra oppstart og mulig etterbruk av infrastrukturen.

Nettkostnadene kan holdes lave hvis nettet utnyttes effektivt

Hvor mye nytt nett som må bygges for å møte elektrifiseringen i Klimakur 2030 er avhengig av hvor mye lading som skjer i perioder med god kapasitet i nettet. Dette vil avhenge både av tiltakene som gjennomføres, og virkemidlene som tas i bruk. Eksempelvis vil det bli dyrere dersom kundene ikke får prissignaler som gir insentiver til å unngå å lade i timene der forbruket er høyest.

Det er i dette dokumentet anslått at det totalt vil koste 8 milliarder kroner for nødvendige nettinvesteringer for elektrifisering av veitransport og ferger. Dette er et usikkert tall og kan være lavere og høyere avhengig av effektuttaket i de periodene nettet allerede er hardt belastet. Mangel på virkemidler vil også kunne medføre at tallet blir høyere. Nettkostnadene fordelt på redusert CO_2-utslipp for de ulike sektorene holder seg stort sett mellom 50 og 100 kroner per tonn CO_2 redusert, hvor ferger og busser ligger i det øvre sjiktet. Nødvendige investeringer i ladeinfrastruktur er omtrent tre ganger så høy som for strømnettet, men disse kostnadene er inkludert i tiltakskostnadene for hvert enkelt tiltak i Klimakur 2030.

Det kan ta lang tid å bygge ut nettet

Tilgang til strømnettet er generelt ingen stor barriere for å nå elektrifiseringstiltakene i Klimakur 2030. Noen tiltak kan allikevel føre til dyre nettoppgraderinger, som i mange tilfeller må betales av de som trenger nett. For større skip enn ferger kan det være mer krevende å bygge nett for å nå målene om elektrifisering, spesielt hvis disse skal bruke strøm til framdrift og har behov for høye ladeeffekter. Hvis dette i stor grad fører til et behov for å bygge ut regional- og transmisjonsnett, som kan ta flere år, vil tiden det tar å bygge ut strømnettet være en stor barriere for å nå elektrifiseringsmålet.

Anleggsbidrag og effekttariffer skal redusere nettkostnadene

For den enkelte aktør vil det være en barriere at nettilknytning og bruk av ladeanlegg koster mye. For samfunnet vil det være en generell utfordring å gjennomføre elektrifiseringstiltakene dersom kostnadene for strømnettet ikke holdes nede, og nettleien for vanlige husholdninger blir for høy. De viktigste virkemidlene fra myndighetene for å holde nettkostnadene nede er anleggsbidrag og prissignal gjennom nettleia. Anleggsbidraget synliggjør nettkostnadene når for eksempel en hurtigladestasjon eller et landstrømanlegg ber om tilknytning eller økt kapasitet. Ved å gi et prissignal til aktøren bidrar anleggsbidraget til at nettkostnadene holdes nede.

Nettleien skal reflektere den grunnleggende kostnadsstrukturen i strømnettet, som er nettkapasitet til et høyt strømforbruk i enkelte timer. I praksis betyr dette å prise effektforbruk, eller gi et prissignal som gir høyere pris i timene med høyest samlet strømforbruk. Dette bidrar til en mer rettferdig kostnadsfordeling av nettleien og til å jevne ut forbruket over døgnet. I mange tilfeller vil ladeinfrastruktureieren ha mulighet til å være fleksibel, og tilpasse sitt forbruk for å redusere effekttoppene. Dette kan for eksempel gjøres ved smart styring av effektuttak, flytte lading til natta, eller ved hjelp av batterier. En barriere for å ta i bruk smarte styringssystemer er lav lønnsomhet. En nettleiestruktur med større vekt på effektleddet eller tidspunkt for strømforbruket vil bedre denne lønnsomheten.

Investeringsstøtte er viktig for utbygging av ladeinfrastruktur

Den viktigste barrieren for utbygging av ladeinfrastruktur er manglende lønnsomhet. Investeringsstøtte og en omlegging av effekttariffer fra månedsmaks til døgnmaks vil trolig gi bedre lønnsomhet for hurtigladestasjoner i distriktene. Samtidig er mangelen på tilgjengelig ladeinfrastruktur en viktig barriere for innfasing av nye elektriske kjøretøytyper. Enovas investeringsstøtte til etablering av ladeinfrastruktur er derfor viktig for å få i gang markedet.

En ny type strømkunde ønsker nett, men de trenger veiledning

Å tilknytte kunder til strømnettet er en av kjerneoppgavene til nettselskapene, og de har plikt til å gi tilknytning til nettet til alle som ønsker det. Nettselskapenes utfordringer med elektrifisering av transport er først og fremst at man kan få stor vekst i nye kundegrupper, og på steder i nettet hvor det tradisjonelt ikke har vært stort forbruk. For kunden kan prosessen med å tilknytte seg strømnettet oppfattes vanskelig og ta lengre tid enn eierne av ladeinfrastruktur ønsker. I tillegg har de ofte lite kunnskap om strømnettet, og mange nettselskap mener de ofte får upresise bestillinger fra nye kunder.

For å bidra til en enklere og mer effektiv tilknytningsprosess er det viktig at nettselskapene gir informasjon om tilknytningen på en lettfattelig måte. For større anlegg som store ladestasjoner, landstrøm og fergeanlegg, bør det i en tidlig fase etableres en god dialog mellom lokale nettselskaper, kommuner og aktører som har behov for strømnett. Her kan kraftsystemutredningene spille en større rolle enn i dag. Energi Norge har initiert et prosjekt for å lage en veileder som skal bidra til bedre kommunikasjon mellom nettselskapet og ladeaktører. Prosjektet vil samle erfaringer fra nettselskapene og aktørene fra gjennomførte prosjekter med tilknytning til busselskaper, fergeselskaper, borettslag og oppdrettsanlegg.

Myndighetene kan stille strengere krav til nettilknytningsprosessen

Samfunnet forventer i økende grad at nettselskapene skal bidra til et smart energisystem, raskere respons og bedre informasjonsflyt. Dette er også viktig i forbindelse med elektrifisering av transport, hvor for eksempel mange aktører mener det tar for lang tid å få utarbeidet estimat på anleggsbidrag. Reguleringsmyndigheten for Energi har igangsatt en utredning av ulike former for regulering som kan bidra til at nettselskapene leverer tjenester som er tilpasset samfunnets nye krav og forventinger.

13.2 Innledning

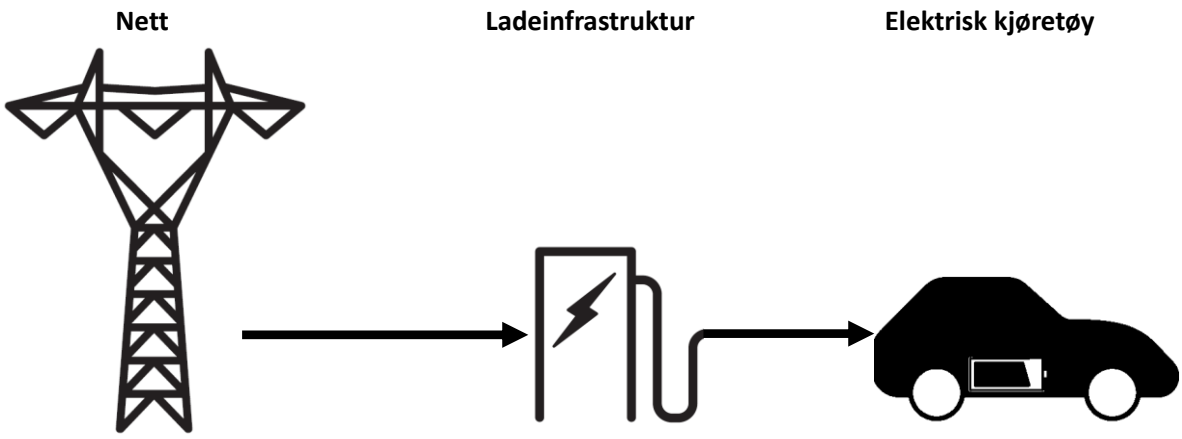
En rekke av tiltakene i Klimakur 2030 innebærer elektrifisering av transport. De tiltakene som gir mest reduksjon i CO_2-utslippene sammenlignet med referansebanen er elektriske personbiler, bybusser, lastebiler og ferger, samt elektrifisering av havbruk (oppdrettsanlegg osv.), ulike skip og ikke-veigående anleggsmaskiner. Tabellen under er en oversikt over utslippsreduksjonene fra elektrifiseringstiltakene i Klimakur 2030. For å gi en komplett oversikt har vi tatt med alle tiltak, også de vi ikke har studert nærmere i dette kapittelet. Vi har valgt å hovedsakelig omtale de elektrifiseringstiltakene som gir stor utslippsreduksjon og i tillegg har behov for ladeinfrastruktur.

Tabell A 39. Oversikt over tiltak i Klimakur 2030 som handler om elektrifisering, samt hvilken utslippsreduksjon elektrifiseringen gir.

Elektrifisering av sektor/tiltak	Utslippsreduksjon pga. overgang til el. 2021- 2030 (mill. tonn CO_2-ekv.)	Antall elektriske enheter (kjøretøy osv.) i 2030 (estimerte tall)
Personbiler	2,54	1 660 000
Lette varebiler	0,69	144 000
Tyngre varebiler	0,28	79 000
Lastebiler	1,13	18 000
Bybusser	1,08	8 000
Langdistansebusser	0,17	2 000
Ferger	1,36	200
Skip med landstrøm	0,83	1900
Hybridskip med elektrisk framdrift	1,84	160
Havbruk*	1,07	500
Ikke-veigående anleggsmaskiner	1,75	-
Ikke vurdert i dette kapittelet:		
Motorsykler og mopeder	0,04	-
Fritidsbåter	0,03	6 600
Industri	0,61	-

**Elektrifisering av oppdrettsanlegg og innfasing av plug-in hybrid til havbruksskip.*

Figur A 83 illustrerer infrastrukturen som er nødvendig for å lade elektriske kjøretøy eller transportmidler. Ladingen av elektriske transportmidler krever at ladeinfrastruktur er tilgjengelig i stor nok grad med tanke på antall ladere, og at ladeinfrastrukturen er hensiktsmessig geografisk fordelt. I tillegg må kraftnettet som forsyner ladeinfrastrukturen ha tilstrekkelig kapasitet til å håndtere dette økte forbruket uten at dette går utover andre kunder. Dersom tiltakene i Klimakur 2030 skal gjennomføres er det behov for å øke omfanget av ladeinfrastrukturen i Norge, samtidig som dette vil kreve en oppgradering av nettet vårt for å kunne tåle den økte belastningen.



Figur A 83. Illustrasjon over energitransporten fra nettet til ladeinfrastruktur og til lading av et elektrisk transportmiddel. I dette kapittelet beskriver vi konsekvenser for nett og ladeinfrastruktur.

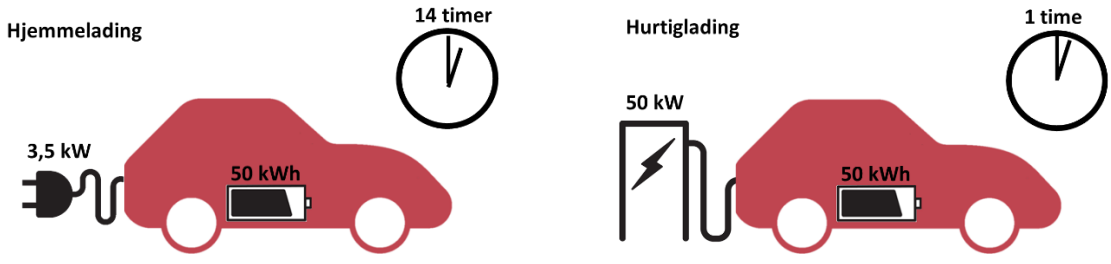
Vi har i dette kapittelet beskrevet status og behovet for både ladeinfrastruktur og nett. Vi har også estimert kostnaden for å gi noen sammenlignbare størrelser. Kostnaden for ladeinfrastruktur er i hovedsak inkludert i tiltaksanalysen, men en del kostnader for strømnett kommer i tillegg. Grunnen til dette er blant annet at det er ulike metoder for å beregne kostnaden for tiltak med levetid på rundt 10 år, og nett som har levetid på 40 år.

13.3 Ladeinfrastruktur for elektrisk transport

13.3.1 Effektbehovet til elektriske transportmidler avhenger av batteristørrelse og ladetid

En av de store fordelene med elektrisitet som et alternativt drivstoff er at det allerede er bygget ut en omfattende infrastruktur for dette drivstoffet, i motsetning til for eksempel hydrogen. Strømnettet er godt utbygd i hele landet og i tillegg er strøm relativt billig. Vanlige stikkontakter er imidlertid ikke egnet for å lade elbiler[439] eller andre elektriske kjøretøy, så det er derfor behov for en egen ladeinfrastruktur som kan levere en høy nok *ladeeffekt*[440]. Ladeeffekt angis som regel i kilowatt (kW) eller megawatt (MW), som tilsvarer tusen kilowatt.

En elektrisk bil kan lades hjemme ved hjelp av en ladeboks. Med en enkel ladeboks som kan levere 3,5 kW, vil det ta 14 timer å lade fra tomt til fullt batteri hvis batteriet i bilen er på 50 kWh. Dette krever at bilen lades over natta. Det finnes kraftigere ladebokser (11 kW) som kan redusere ladetiden til 4-5 timer, men dette forutsetter at man har en inntakssikring som tillater denne ladeeffekten.

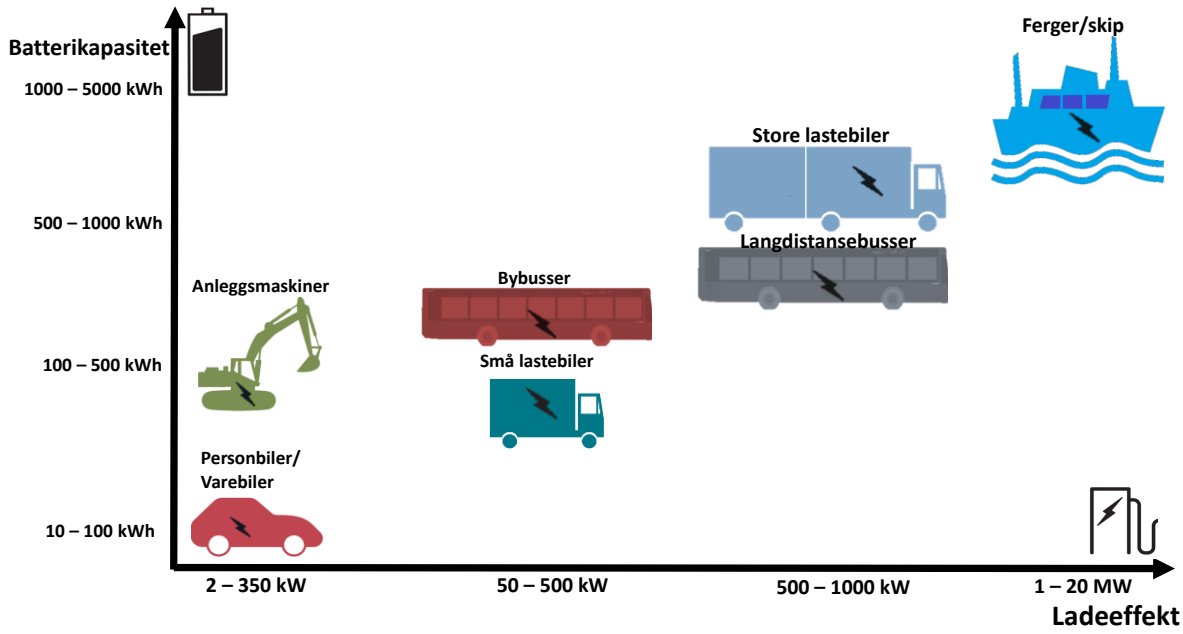


Figur A 84. Ladehastigheten for en elbil avhenger av ladeeffekten, og er betydelig mindre med hurtiglading.

[439] Les mer hos DSB (2017). Elbil – lading og sikkerhet.
[440] Ladeeffekten angir hvor mye strøm man kan overføre på en angitt tid.

Hurtigladestasjoner kan levere mye høyere ladeeffekter, og redusere ladetiden betraktelig. Ifølge Nobil[441] finnes det i dag omtrent 2000 hurtigladestasjoner som kan levere fra 50 kW, der en bil med batteri på 50 kWh i teorien lades opp på ca. én time. Ladingen vil i praksis gå litt saktere i begynnelsen og slutten dersom ladingen skal skje fra helt tomt til helt fullt batteri. Utviklingen av ladeinfrastrukturen går i retning av enda høyere ladeeffekter. Det er allerede bygd flere superhurtigladestasjoner (150 kW), og enkelte lynladere (opp til 350 kW). Dette reduserer ladetiden til 10-20 minutter. Det er imidlertid ikke alle bilmodeller som kan lades på de høyeste effektene.

I tillegg til personbiler er det flere andre transportmidler som vil elektrifiseres framover. De viktigste transportmidlene er varebiler, lastebiler, busser og ferger. I tillegg kommer elektrifisering av anleggsmaskiner, oppdrettsanlegg og andre større skip. Disse har ulike batteristørrelser, og ulike behov når det gjelder ladeinfrastruktur og ladeeffekter. Figuren under gir en grov oversikt over hvilke ladebehov de ulike transportmidlene har. Generelt kan man si at høyt ladebehov langt fra eksisterende nett, fører til behov for mye nytt strømnett.



Figur A 85. Typiske ladeeffekter på elektriske transportmidler, nå og i framtiden. Spennet for effektbehov for hvert transportmiddel indikerer forskjellen mellom saktelading og hurtiglading.

13.3.2 Status for utbygging ladeinfrastruktur

Forskjellige elektriske kjøretøy krever ulik ladeinfrastruktur tilpasset ladeeffekten og antall kjøretøy. Hurtigladestasjoner for elbil bygges for å kunne lade flere elbiler samtidig, mens en fergekai kun skal lade en ferge av gangen. Dette påvirker hvilke aktører som vil stå bak utbyggingen av ladeinfrastruktur.

Ladeteknologien for **personbiler** er beskrevet tidligere i dette kapittelet. Utbyggingen av ladeinfrastruktur for elektriske personbiler er naturlig nok kommet lengst. Hurtigladestasjoner etableres av private aktører[442] med eller uten støtte av Enova. Det er også en rekke lokale private

[441] info.nobil.no.

[442] Grønn Kontakt, Ionity, Fortum Charge & Drive, Tesla, Bilkraft.

aktører, kommuner og nasjonale virksomheter som tilbyr lading på parkeringsplasser, flyplasser og trafikknutepunkt.

Både **store og små varebiler** kan trolig benytte samme teknologi for hjemmelading og hurtiglading som personbiler. Ladeinfrastruktur for **lastebiler** er ikke etablert. Lastebilene har trolig et behov for ladeeffekter opp mot 500 - 1000 kW for å lade større batteri på kort tid, eller 50 kW for å lade over natta. Det er foreløpig uklart hvordan det skal etableres en allment tilgjengelig ladeinfrastruktur for lastebiler.

Ladeløsninger for **bybusser** kan enten skje på endeholdeplasser, underveis på bussruten eller på bussdepoter. Lading av elbusser skjer enten som hurtiglading for elbil på 50 kW eller med en pantografløsning som kan lade bussene i løpet av 10 - 20 minutter. Ladeeffekten vil kunne bli opp mot 600 kW. Det finnes ingen elektriske **langdistansebusser**, og ladeløsningene for disse er heller ikke etablert. Ladeeffektene må trolig være som for lastebiler, fordi batteriene blir større enn for bybusser. I likhet med lastebiler er det usikkert hvordan ladeinfrastrukturen for langdistansebusser skal etableres.

Ladeteknologien til **ferger** består av enten ladeplugg, pantograf eller induksjonslading. Ladingen skjer mens ferga ligger til kai, typisk mellom 5 og 15 minutter. Ladeeffekten på etablerte fergeladere ligger på 2-3 MW, men kan bli opp mot 10 MW på enkelte fergesamband. Det er vanlig at enten fylkeskommunen eller rederiene som vinner anbudet til bygging eller ombygging av fergene eier selve ladeinfrastrukturen, mellom strømnettet og ferga.

Landstrømanlegg som skal forsyne **skip** som ligger til land og skal lade for å forsyne utstyr om bord eller for lading til framdrift, vil kunne ligge på opp mot 20 MW.

13.3.3 Begrepsbruk og kostnader for ladeinfrastruktur

Det finnes mange ulike begreper for lading av kjøretøy, og i tillegg varierer begrepsbruken mellom kjøretøygruppene. Vi har derfor valgt å samle begrepsbruken benyttet i Klimakur 2030 i Tabell A 40, sammen med tilhørende ladeeffekt, anslag på pris for laderen og anleggsbidrag, samt hvordan tilkoblingen til kjøretøyet fungerer. Informasjonen er hentet fra flere ulike kilder, og både begrep, ladeeffekt og kostnad vil variere avhengig av hvilken kilde man benytter.

Tabell A 40. Oversikt over begrepsbruk, ladehastigheter, kostnader og anslag på anleggsbidrag for ulike typer lading. Informasjonen er hentet fra flere ulike kilder, og spesielt kostnadene er kun anslag som kan variere mye. Kilder: Ladestasjoner.no, Statens Vegvesen, "Handlingsplan for infrastruktur for alternative drivstoff i transport", Fortum Charge&Drive, og AtB/Brakar/Skyss/Ruter, "Landstrøm i norske havner" av DNV GL.

Kjøretøy	Navn	Ladeeffekt per kjøretøy	Prisanslag per lader	Anleggsbidrag nett (store variasjoner)	Tilkoblingsløsning/ plugg
Elbil, varebil	Normallading	< 11 kW	20 000		Type 2
	Semihurtiglading	22 kW	60 000		Type 2
	Hurtiglading	50 kW	350 000	250 000	CCS/Chademo
	Superhurtiglading	150 kW	450 000	300 000	CCS
	Lynlading	< 350 kW	1 200 000	350 000	CCS
Buss, lastebil	Depotlading	50 kW	250 000		CCS
	Hurtiglading	300 kW	3 000 000	500 000	Pantograf
	Superhurtiglading	600 kW	4 000 000	650 000	Pantograf
	Megalading	1 000 kW	Vi har ikke mer informasjon om denne typen lader		
Havgående fartøy	Fergelading	1-10 MW	15 000 000	17 000 000	Ulike løsninger
	Landstrømanlegg*	0,1-12 MW	< 120 000 000*		Ulike løsninger

**Dette er kostnaden for et helt landstrømanlegg som kan koble til inntil tre skip samtidig. Det er usikkert hvor mye ladestrøm anlegget kan levere.*

Prisanslag per lader er antatte gjennomsnittskostnader inkludert installasjon og grunnarbeid der det er behov for det. En 50 kW lader koster i seg selv rundt 150 000 kroner, men spesielt kostnad for grunnarbeid vil variere mye og kan utgjøre en stor del av kostnadene. Depotlading på 50 kW er billigere enn hurtiglading for elbil på 50 kW fordi det krever mer grunnarbeid osv.

Videre vil kostnaden for strømnett fram til laderen (anleggsbidraget) variere mye avhengig av lokasjon. Markedet for ladeinfrastruktur er i sterk utvikling og noen antyder en prisreduksjon på 50 prosent på ett år for hurtigladere for elbil[443].

Kostnadene er i hovedsak de samme som er benyttet ellers i Klimakur 2030, men det er ikke mulig å oversette kostnadene direkte ettersom flere kjøretøy kan dele på én lader.

13.3.4 Det er konkurranse i markedet for ladetjenester

Alle som selger strøm må i utgangspunktet ha omsetningskonsesjon.[444] Reguleringsmyndigheten for Energi[445] har nå bestemt at ladetjenester for elektriske person- og varebiler skal unntas omsetningskonsesjonsplikt. Dette inkludere tilbydere av ladetjenester i borettslag/sameie, i tilknytning til næringsbygg samt hurtigladestasjoner og offentlige parkeringsanlegg med tilgjengelige ladetjenester. Dette kan bidra til å redusere barrieren for å etablere ladeanlegg.

[443] TU (2019). Elbilene får større batterier. Nå skal det bli enklere å lade dem raskt. 22.05.19.
[444] NVE (2019). Omsetningskonsesjon. 31.10.19.
[445] NVE–RME. Reguleringsmyndigheten for energi (RME).

Tilbud og etterspørsel etter ladetjenester følger de samme prinsippene som for andre varer og tjenester; Tilbyderne står fritt til å prise tjenestene på den måten som de finner mest hensiktsmessig og effektiv. Dersom en kunde mener at prisen for å lade på en ladestasjon for elbiler er for høy, kan elbileieren lade hjemme, på jobb eller kjøre til en annen ladestasjon for å lade, det siste tilsvarende som for bensinstasjoner for bensinbiler. Elektriske personbiler har flere ulike lademuligheter å velge mellom.

13.3.5 Lønnsomhet og støtte til ladeinfrastruktur

Det er i dag kommersielt grunnlag for elbillading i sentrale deler av Sør-Norge, hvor det bygges hurtigladestasjoner uten offentlig støtte. Nord for Trondheim begynner det å bli god dekning for elbillading langs hovedkorridorene. I områder med mindre trafikk er det mange steder ikke lønnsomt å etablere infrastruktur for hurtiglading, og det vil trolig også gjelde i framtiden selv med 100 prosent elbilandel.

Enova er statens virkemiddel for å bygge ned tekniske og markedsmessige barrierer for introduksjon og utbredelse av null- og lavutslippsteknologi i transportsektoren i en tidlig fase. Enova skal også bygge opp under en markedsdrevet utvikling av infrastruktur for disse teknologiene. Virkemidlene skal utformes med sikte på å utløse prosjekter som ellers ikke ville blitt realisert. Enova har støttet etablering av hurtigladestasjoner i transportkorridorer i Norge og i kommuner som ikke har hatt et hurtigladetilbud på plass.

Enova støtter i dag områdeutbygging av hurtigladere for elbil. Støtteordningen er konkurransebasert og dekker områder som har lav elbilandel og få eller ingen hurtigladere. Under støtteprogram for energi- og klimatiltak i landtransport kan Enova støtte ladestasjoner til kjøretøy (som benyttes til næringsrelatert gods- og passasjertransport) dersom det er søkt støtte til kjøretøy som krever utbygging av ny infrastruktur.

Under nullutslippsfondet har Enova etablert en ordning for støtte til elvarebil. Ved søknad om støtte til elvarebil gis også støtte til innkjøp av lader når elvarebilen er registrert i kjøretøysregisteret.

Kommuner og fylkeskommuner som skal kjøpe transporttjenester kan få støtte fra Enova til etablering av infrastruktur for lading. Dette gjelder ladeanlegg til ferger, passasjerbåter og tunge kjøretøy. I tillegg har noen fylkeskommuner og kommuner etablert egne ordninger for investeringsstøtte til ladeinfrastruktur for elbil.[446]

Utbygging av landstrømanlegg til skip har blitt støttet av Enova, og er ikke kommersielt lønnsomt enda. Det er foreløpig få skip som kan lade på landstrømanleggene, noe som gir liten utnyttingsgrad og lengre tilbakebetalingstid. Enova tar sikte på å starte et nytt støtteprogram for landstrøm i starten av 2020.

13.3.6 Status for standardisering av ladeinfrastrukturen

Ettersom elektrifisering av transportsektoren i stor grad er i konsept- og oppstartsfasen rundt om i verden, mangler det internasjonalt aksepterte standarder på flere områder, blant annet ladeplugger. For lading av elbil går det i retning én standardkontakt for hjemmelading og én for hurtiglading. Etter *direktiv for utbygging av infrastruktur for alternative drivstoff*,[447] skal alle offentlige tilgjengelige ladestasjoner tilby "type 2"-plugg som beskrevet i EN 62196-2. Disse kontaktene kan også benyttes for varebiler. For lading av busser, lastebiler, ferger og skip er det ikke etablert noen standarder. Det

[446] Se for eksempel Tilskudd til etablering av hurtigladere i Akershus fylkeskommune.
[447] Direktiv 2014/94 EU.

foregår en del arbeid for å standardisere ladingen, men teknologisk er det trolig for tidlig å standardisere lading for disse områdene fordi man enda ikke vet hva som er beste løsning.

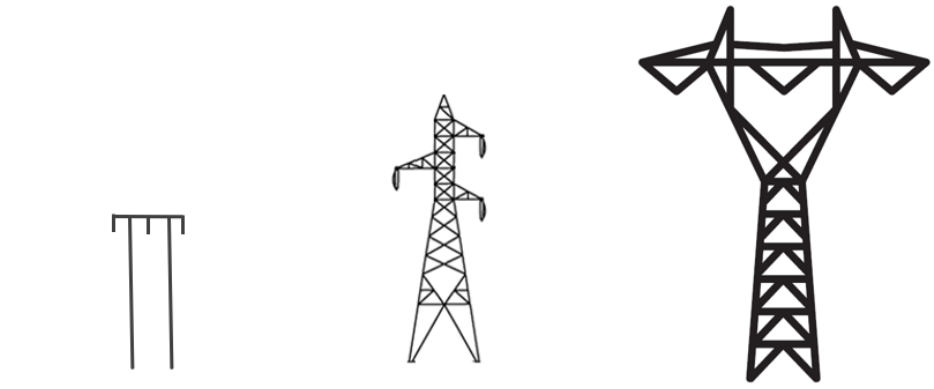
Selv om det er viktig å etablere standarder for lading av alle transportmidler, er det spesielt viktig å etablere dette for ladestasjoner som skal lade kjøretøy og skip fra en rekke ulike produsenter. Eksempel på dette er landstrømanlegg eller hurtigladestasjoner for lastebiler og langdistansebusser.

13.3.7 Framtiden kan by på mange spennende ladeløsninger

Det forskes for tiden mye på nye ladeløsninger, og det er ikke sikkert at lading av elektriske kjøretøy i 2030 kun skjer på ladestasjoner eller parkeringsplasser. Flere forskningsmiljøer jobber med elektrifisering av veistrekninger for å kunne lade kjøretøy mens de er i bevegelse, og dermed slipper ladestopp. Slik lading kan enten skje ved tilkobling til en kjøreledning over veien eller en skinne i veibanen, eller ved hjelp av induktiv lading som innebærer at kjøretøyene lades uten direkte kontakt med strømtilførselen. Elektriske veistrekninger kan redusere behovet for hurtiglading og dermed gi lavere kostnader for strømnettet enn tradisjonelle ladeløsninger.

13.4 Elektrifisering og strømnett

Elektrifisering av transport og andre sektorer kan føre til et behov for å bygge ut strømnettet. Strømnettet i Norge har tre nivåer: transmisjonsnett, regionalnett og distribusjonsnett. Transmisjonsnettet overfører mye strøm over lange avstander mens regionalnettet fordeler strømmen videre ut til distribusjonsnettet. De fleste forbrukere er tilkoblet distribusjonsnettet, mens mange industrikunder er koblet direkte til regionalnettet siden de bruker mer strøm og effekt. Figuren under viser dette skjematisk, med spenningsnivå, overføringskapasitet for ledninger og byggetid for de ulike nettene.



	Distribusjonsnett	Regionalnett	Transmisjonsnett
Spenningsnivå	11 – 22 kV	45 – 132 kV	300 – 420 kV
Linjekapasitet	< 40 MW	50 – 400 MW	500 – 4000 MW
Transformatorkapasitet	< 20 MW	10 – 150 MW	50 – 300 MW
Utbyggingstid	3 mnd – 1 år	1 – 5 år	2 – 10 år

Figur A 86. Oversikt over de tre nettnivåene i Norge, med tilhørende spenningsnivå, hvilken effekt de er i stand til å levere, samt utbyggingstid. Utbyggingstid angir et spenn fra små tiltak som bytte av trafo, til bygging av ny ledning (fra behovsanalyse til ferdig ledning).

13.4.1 Behovet for ny nettkapasitet varierer mellom tiltakene

Elektrifisering av transport krever ladeinfrastruktur og fører i mange tilfeller til at nettselskapene må tilknytte nye kunder og bygge mer nett.

For å møte den økende elektrifiseringen av biler, busser og ferger som vi har sett så langt, har det hovedsakelig vært behov for å øke kapasiteten i distribusjonsnettet. Kapasiteten i regionalnettet har stort sett vært god nok til å håndtere det økte forbruket. Dersom det innføres virkemidler som fører til elektrifisering av transport i tråd med tiltakene i Klimakur 2030, forventer vi at det også vil være behov for å øke kapasiteten i regionalnettet enkelte steder[448]. Statnett har sett på konsekvensene for kraftnettet av økt elektrifisering. Deres analyser viser at høyere kraftforbruk fra transportsektoren i liten grad gir et økt behov for nettutbygginger i transmisjonsnettet, men kan framskynde mange investeringer.[449] Det finnes eksempel på at elektrifisering av enkelte fergesamband blir vanskelig på grunn av begrenset kapasitet i transmisjonsnettet, men dette hører til unntakene.

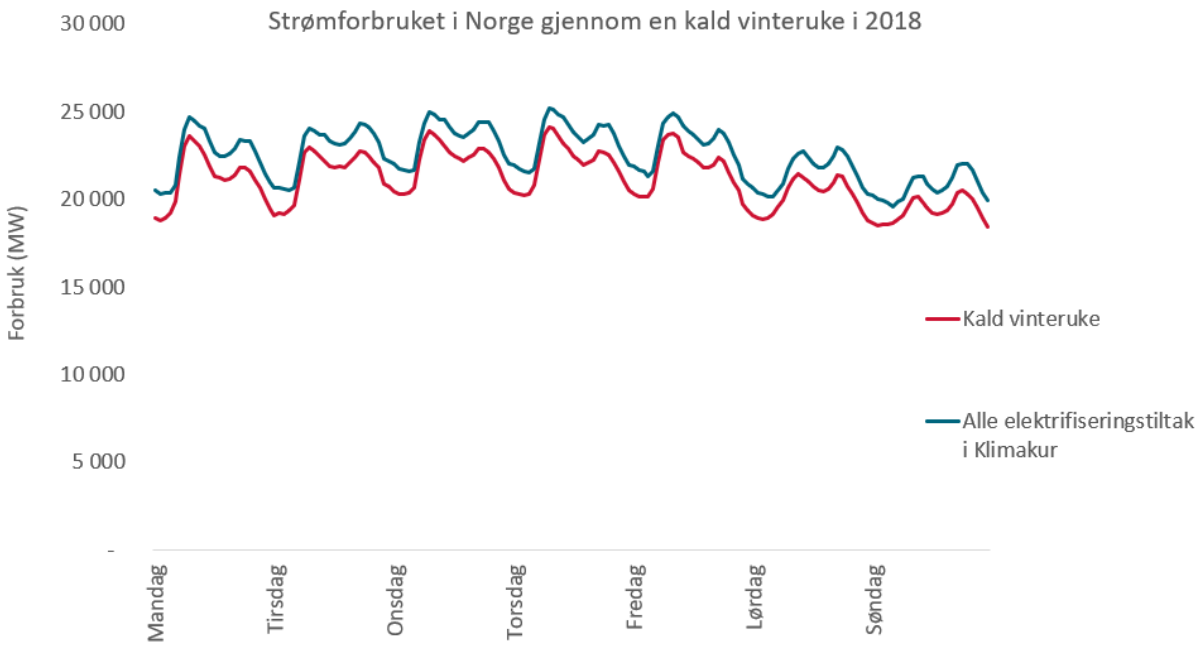
Hvor mye nett som må bygges ut avhenger av tre faktorer: Effektbehov, avstand til eksisterende nett med tilstrekkelig kapasitet og hvor fleksibelt forbruket er. Elektrifisering av ferger er et eksempel på nytt forbruk som ofte fører til behov for nettutbygging. Effektbehovet er høyt, kaiene er gjerne plassert i områder med svakt nett og ladingen må skje når ferga ligger til kai. Elektriske biler medfører på den annen side sjeldnere investeringer i strømnett, fordi ladingen kan gjennomføres over lengre tid og gjerne om natten slik at ekstrabelastningen på strømnettet blir mindre. I tillegg skjer mye av ladingen hjemme og effektbehovet fordeles dermed på et stort antall punkter i strømnettet. I områder med både mange elbiler og svakt strømnett, for eksempel hytteområder, kan flere elbiler likevel føre til behov for å øke kapasiteten i strømnettet.

13.4.2 Lading på natta er gunstig for nettet

Strømnettet er i hovedsak dimensjonert for å håndtere de timene i døgnet der vi bruker mest strøm. Disse timene omtales som forbrukstopper og inntreffer på morgenen og ettermiddagen på kalde vinterdager. Dette skyldes at mange elektriske apparater blir skrudd på når man står opp og når man kommer hjem fra jobb.

Figur A 87 viser Norges strømforbruk en kald uke i 2018. Strømforbruket er høyest på morgenen og ettermiddagen, mens det er betydelig lavere på natta. Forskjellen kan være enda større lokalt, eksempelvis i byer der det er mange husholdninger og lite industri. Det er derfor gunstig om lading av elektriske transportmidler kan skje på natta. Dette medfører mindre belastning på strømnettet og mindre behov for nettforsterkninger. For å illustrere betydningen av elektrifiseringstiltakene i Klimakur 2030 har vi lagt strømforbruket til alle tiltakene vist i Tabell A 39, og i tillegg lagt til en økning for vinterforbruk av transport. Kurven viser at strømforbruket får en liten økning i topplast, men dette kan endre seg med hvor fleksibelt det nye strømforbruket er.

[448] NVE (2017). Har strømnettet kapasitet til elektriske biler, busser og ferger? Rapport 77/2017.
[449] Statnett (2019). Et elektrisk Norge – fra fossilt til strøm. Notat.



Figur A 87. Figuren viser strømforbruket i Norge en kald vinteruke i 2018, og i tillegg er strømforbruket fra alle elektrifiseringstiltak som er foreslått i Klimakur 2030 lagt til. Det er tatt hensyn til høyere strømforbruk fra kjøretøy om vinteren.

13.4.3 Nettselskapet har plikt til å gi tilknytning til nettet

I Norge er det i overkant av 100 nettselskap som eier og drifter strømnettet. Etter energiloven har nettselskapene en plikt til å tilknytte alle nye kunder som ønsker strømforsyning eller eksisterende kunder som ønsker å øke sitt strømforbruk.[450] Det er det lokale nettselskapet som eier nettet i det aktuelle området som er ansvarlig. Nettselskapene plikter å utrede, planlegge, omsøke og investere i strømnettet dersom det er nødvendig. Nettselskapet skal i utgangspunktet levere det kunden etterspør[451], men kan søke fritak fra plikten hvis nettselskapet mener kostnaden er urimelig høy.

13.4.4 Nettilknytningen skal skje så fort som mulig, men det kan ta lang tid

I regional- og transmisjonsnettet skal nettselskapene sette i gang arbeidet med å gi tilknytning til strømnettet uten ugrunnet opphold, slik at det så snart som mulig blir driftsmessig forsvarlig å tilknytte forbruket.

Tiden det tar å øke kapasiteten i strømnettet varierer mye mellom de tre nettnivåene. Dersom en tilknytning på ett nettnivå medfører behov for investeringer på et overliggende nettanlegg, må dette koordineres, og utbyggingen vil ta lenger tid.

I transmisjonsnettet går det gjerne 2-10 år fra planleggingen begynner til nytt nett er på plass. I regionalnettet kan det gå 1–5 år. Både i transmisjons- og regionalnett må nettselskapet søke om konsesjon for hvert enkelt nettiltak, som bidrar til å forlenge tidsforløpet. Forbrukere kan tilknyttes før nettet er ferdig bygget ut, dersom nettselskapet og forbruker kommer fram til en midlertidig

[450] Nettselskapene har plikt til bygge nett til alle sine kunder innenfor områdekonsesjonen *(leveringsplikt).* For kunder tilknyttet på høyere spenningsnivåer eller som er produsenter, har nettselskap (anleggskonsesjonæren) plikt til å gi tilknytning til kundene (*tilknytningsplikt).*

[451] Se mer info i arket NVE (2018). Tilknytning av forbrukere og produsenter til strømnettet.

avtale i den perioden hvor det ikke er tilstrekkelig nettkapasitet. Det må da være alternative tiltak som gjør at det er driftsmessig forsvarlig å tilknytte forbruket.

I distribusjonsnettet har nettselskapene områdekonsesjon og tiltakene er som regel mindre omfattende. For mindre nettiltak i distribusjonsnettet kan det være snakk om måneder fra et behov meldes inn, til tiltaket er gjennomført.

Dersom tilknytningen utløser behov for investeringer i strømnettet er det krav til prosessen og beregningen av anleggsbidrag.[452] Blant annet er det krav til at nettselskapene skal inngå skriftlig avtale om anleggsbidrag hvor det også skal beskrives estimert tidspunkt for ferdigstillelse av anlegget.

13.4.5 Langsiktig planlegging av strømnettet

Annethvert år utarbeider noen utpekte nettselskap kraftsystemutredninger (KSU) for det norske kraftnettet. Utredningene skal blant annet beskrive dagens kraftnett, vurderinger av framtidig behov, og forventede tiltak og investeringer i nettet.[453] For å sikre en effektiv nettutvikling er det viktig at nettselskapene i sin planlegging på et tidlig tidspunkt fanger opp endringer i etterspørselen etter elektrisitet, for eksempel til transportformål. Regelverket legger i dag opp til at nettselskapene skal involvere større nettkunder i utarbeidelsen av kraftsystemutredningene. Dette kan bidra til at planer om etablering av ladeinfrastruktur er med i planleggingen av kraftnettet.

13.4.6 Strømnettet er brukerfinansiert gjennom nettleien og anleggsbidrag

Strømnettet i Norge er finansiert gjennom brukerne av nettet. Det vil si kraftkrevende industri, annen næring, kraftprodusenter, husholdninger, hytter og alle andre som er tilknyttet strømnettet og bruker strøm. Dette skjer gjennom nettleien og anleggsbidrag.

Anleggsbidrag. Dersom en nettkunde ber om nettilknytning, økt kapasitet eller kvalitet, og kundens bestilling utløser behov for nettinvesteringer, skal nettselskapet kreve at kunden betaler hele eller en andel av investeringskostnaden gjennom et anleggsbidrag. Anleggsbidrag skal bidra til at aktørene får mer effektive prissignal om lokalisering, dimensjonering og etablering.

Basert på erfaringene med anleggsbidrag, ble det fra 01.01.2019 gjort flere endringer i regelverket. Hovedregelen er nå at kunden betaler en forholdsmessig andel av anleggskostnadene, hvor andelen beregnes som kundens effektbehov delt på økt kapasitet i nettanlegget. Hvis nettselskapet mener at tilknytningen er kundespesifikk, kan de kreve at hele kostnaden dekkes av kunden. Dersom denne vurderingen viser seg å være feil, og det likevel knytter seg til flere innen en 10-årsperiode, er imidlertid nettselskapet pliktig å tilbakebetale til kunden.

Investeringer i kraftnettet som ikke dekkes av anleggsbidrag, må betales av nettselskapets kunder gjennom høyere nettleie. Nettselskapene skal følge de samme prinsippene når de fastsetter anleggsbidrag, uavhengig av nettnivå. For høyere nettnivåer er det imidlertid enkelte særlige bestemmelser. Bakgrunnen for dette er at det i regional- og transmisjonsnettet vanligvis er vanskeligere å henføre hele nyttevirkningen av en investering til én bestemt kunde eller en avgrenset kundegruppe. Kunder som utløser investeringer i regional- og transmisjonsnettet vil dermed normalt ikke avkreves 100 prosent av nettinvesteringen.

[452] Kravene til beregning og prosess rundt anleggsbidrag er beskrevet i kapittel 16 i Forskrift om økonomisk og teknisk rapportering, inntektsramme for nettvirksomheten og tariffer (FOR-1999-03-11-302).
[453] Kravene til innhold og prosess for kraftsystemutredningene er beskrevet i Forskrift om energiutredninger (FOR-2012-12-07-1158).

Nettleien er betaling for bruk av nettet og tilgangen på kapasitet. Reguleringsmyndigheten for energi (RME) beregner årlig en tillatt inntektsramme for hvert nettselskap. Inntektsrammen fastsettes slik at inntekten over tid skal dekke kostnadene ved drift og avskrivning av nettet, samt gi en rimelig avkastning på investert kapital gitt effektiv drift, utnyttelse og utvikling av nettet. Nettselskapene henter inn tillatt inntekt fra kundene gjennom nettleien.

Nettleien består for de fleste husholdningskunder av et fastledd og et energiledd (øre/kWh). Større kunder betaler normalt også et effektledd (kr/kW/år), som avhenger av hvor mye strøm kunden bruker på én gang i definerte perioder. Utformingen skal så langt som mulig bidra til effektiv utnyttelse og utvikling av nettet. Dette er aktuelt for de fleste større ladestasjoner og landstrømanlegg. Nettselskapet fordeler selv nettleien mellom ulike kunder, forutsatt at dette skjer med utgangspunkt i relevante nettforhold og objektive og ikke-diskriminerende prinsipper.

For at nettet skal bli billigst mulig, er det viktig at kundene har insentiver til å foreta gode valg og gjøre riktige tilpasninger. Fordi nettets kostnader i hovedsak er bestemt av behovet for kapasitet, jobber Reguleringsmyndigheten for Energi (RME) med en innføring av effektledd også for mindre kunder.

13.5 Konsekvenser for strømnett og ladeinfrastruktur av tiltakene i Klimakur 2030

Kostnad for ladeinfrastrukturen har sterk sammenheng med antall og type kjøretøy som skal lades, men det er mange ulike faktorer som spiller inn for å avgjøre hvor mye nett som må bygges når noe elektrifiseres. Generelt er det behov for mer nett hvis effektbehovet er stort og avstanden til eksisterende nett er stor.

Vi har i de neste kapitlene beskrevet hvilke ladeinfrastrukturløsninger det er behov for til de ulike kjøretøytiltakene og beregnet kostnaden til dette. Vi har også forsøkt å estimere påvirkningen på nettet og hvor dyrt dette blir. Nettkostnadene vil variere mye avhengig av hvor i Norge nettet må bygges, så tallene vi baserer oss på er gjennomsnittstall.

13.5.1 Personbiler

Personbiltiltaket i Klimakur 2030, *Nye personbiler skal være nullutslippskjøretøy i 2025*, legger til grunn at nullutslippskjøretøy er elbiler. Tiltaket vil føre til 1,66 millioner elbiler på norske veier i 2030, en andel av personbilparken på 55 prosent. Dette er 0,45 millioner flere elbiler enn i nullalternativet. I tillegg vil man med tiltaket ha 187 000 hybridelektriske biler i 2030, en nedgang fra 446 000 i nullalternativet. En slik utvikling vil medføre en økning i Norges totale strømforbruk på om lag 3 prosent.

Personbiler lades som oftest hjemme, og på kveld og natt

Hurtiglading står for en liten del av ladingen, fordi elektriske personbiler som regel lades hjemme. Kapittel 13.3.1 gir en innføring i hjemmelading av elbil. Investeringskostnadene for å tilrettelegge for hjemmelading er i området 10 - 30 000 kroner per ladepunkt, inkludert installasjonskostnad. Generelt vil en høyere ladehastighet føre til høyere kostnader, men ladesystem med laststyring trekker også prisen opp. Det siste er spesielt aktuelt for garasjeanlegg i borettslag osv. som ønsker å tilpasse ladingen etter eksisterende sikringsstørrelse til garasjen. Man kan da unngå nettinvesteringer for å øke kapasiteten inn til garasjeanlegget, og totalt sett vil dette bli en billigere løsning.

Hurtigladestasjoner krever alltid utbygging av nett

For å legge til rette for en overgang til elbil for de uten tilgang til hjemmelading, og de som benytter bilen over lengre strekninger, er det behov for et godt utbygd nettverk av hurtigladere. Hurtiglading

gir ladeeffekter fra 50 kW og helt opp til 350 kW, men per 2019 er det kun noen få bilmodeller som kan lade på 150 kW eller mer. Det er ulike meninger om hvor mange hurtigladere som er nødvendig. Elbilforeningen mener at det er behov for én hurtiglader per 125 elbiler, mens Nasjonal transportplan legger til grunn at det i 2030 er nødvendig med én hurtiglader per 200 elbiler. Med 1,7 millioner elbiler vil NTP-målet tilsvare et behov for 6300 nye hurtigladere, i tillegg til de om lag 2000 vi har i dag.

Ved disse ladeeffektene er det alltid behov for å bygge ut distribusjonsnettet, men det er sjeldenbehov for å utvide regionalnettet. Anleggsbidraget varierer veldig mye fra prosjekt til prosjekt, men per hurtiglader antyder Enova et gjennomsnittlig anleggsbidrag på omtrent 250 000 kroner.

Flere elbiler vil føre til nettinvesteringer, men mindre hvis de lades på natta

Det er sjelden at det er behov for å oppgradere nettet for at kun én kunde skal ha hjemmelading for elbil. Kapasitetsproblemer kan oppstå når mange skal lade elbilen samtidig i samme område. I all hovedsak vil nok strømnettet tåle 1,66 millioner elbiler, men når på døgnet elbilene lades er sentralt for hvor mye nett det er behov for å bygge. En elbil står stille omtrent 98 prosent av tiden, det åpner for muligheten til å lade på tidspunkt når belastningen i nettet er lav, som om natten.

NVE skrev om nettkapasitet til elbiler i 2016[454] og 2017[455]. For å finne kostnaden på distribusjonsnettet har vi tatt utgangspunkt i en rapport utarbeidet av DNV GL og Pöyry i 2019[456]. I rapporten ser de på økte investeringskostnader i distribusjonsnettet ved en nær fullelektrifisert personbilpark i 2040. Her kommer det fram at det ikke vil være økt behov for å bygge ut nettet, hvis elbilene i all hovedsak lades på natten. Hvis elbilene lades om ettermiddagen og ved behov (scenario 2) vil investeringsbehovet i nettet øke med 4,4 milliarder kroner fram til 2040. I et scenario der alle elbiler lades hver ettermiddag blir investeringskostnaden 11 milliarder kroner, men det er nok lite trolig at dette blir et utbredt lademønster hvis det innføres effekttariffer for husholdningskunder.

Ifølge DNV GL og Pöyry er antallet biler i deres analyse sammenlignbart med personbiltiltaket i Klimakur 2030. Ved å anta en lineær økning i investeringskostnadene fra i dag vil investeringene fram til 2030 utgjøre 2,3 milliarder for scenario 2, som er det kostnadsscenariet vi velger å bruke i Klimakur 2030. Innføringen av effekttariffer kan bidra til å redusere kostnaden til null, men for å ikke underestimere kostnadene velger vi derfor scenario 2.

Lading i mindre sentrale strøk kan ta lengre tid på grunn av mindre kapasitet i nettet

Elbillading har et stort effektuttak sammenlignet med de fleste elektriske apparater man bruker i hjemmet, noe som kan føre til dårligere spenningskvalitet i områder med liten ledig kapasitet i nettet. Konsekvensene av dette er det vanskelig å regne på ettersom graden av ledig kapasitet i nettet varierer fra sted til sted, men generelt er kapasiteten lavere i landlige områder sammenlignet med i mer sentrale strøk. I praksis innebærer dette at de som bor i områder med dårlig kapasitet ikke kan lade på hastigheter raskere enn 3,5 kW, som ikke er tilstrekkelig for å fullade et stort elbilbatteri gjennom natta.

[454] NVE (2016). Hva betyr elbiler for strømnettet? Rapport 74/2016.
[455] NVE (2017). Har strømnettet kapasitet til elektriske biler, busser og ferger? Rapport 77/2017.
[456] DNV GL & Pöyry Management Consulting (2019). Kostnader i strømnettet - gevinster ved koordinert lading av elbiler. Ekstern rapport nr 51-2019. Oppdragsrapport for NVE.

13.5.2 Store og små elektriske varebiler

Alle nye varebiler kan være elektriske innen 2030

I Klimakur 2030 finnes det to tiltak for varebiler: *Nye lette varebiler skal være elektriske i 2025* og *Nye tyngre varebiler skal være elektriske i 2030*. Tiltakene innebærer omtrent 139 000 lette og 75 000 tunge elektriske varebiler i 2030, mot henholdsvis 70 000 og 33 000 i nullalternativet.

Små varebiler har mange likhetstrekk med personbiler

De små varebilene som finnes på markedet i dag bruker de samme batteriene og drivverkene som elektriske personbiler. Den årlige kjørelengden til små varebiler og personbiler er også relativt lik. Derfor er det grunn til å anta at små varebiler og personbiler vil ha liknende behov for ladeinfrastruktur og dermed påvirkning på nettet. Varebilene kjøres noe mer, men jevnere enn personbiler, og lades i stor grad utenfor arbeidsdagen.

Nettkostnadene forbundet med personbiler kan overføres til store og små varebiler

Privateide varebiler vil være direkte sammenlignbare med personbiler når det kommer til ladeinfrastruktur, og vil ha samme påvirkning på nettet som personbiler. Bedrifter er prissensitive og har gjerne insentiver til å lade på natten, og vil derfor gjøre mesteparten av ladingen når det er god kapasitet i nettet. Slike aktører er dessuten ofte lokalisert i industrielle områder hvor nettkapasiteten er spesielt god utenfor arbeidstiden. Dette kan være et argument for at varebiler vil resultere i mindre kostnader for nettet enn elbiler, men det kan veies opp av forventningen om høy samtidig lading av varebiler. Med dette tatt i betraktning mener vi at kostnadsestimatene for lading av både store og små varebiler, er de samme per bil som for personbiler.

13.5.3 Elektriske lastebiler

Lastebiler som brukes i urban distribusjon vil elektrifiseres først

Tiltaket for lastebiler legger til grunn at 50 prosent av nye lastebiler i 2030 er elektriske. Ifølge nullalternativet vil det være ca. 5 000 el-lastebiler på veien i 2030. Tiltaksbanen i Klimakur 2030 vil føre til at dette tallet øker til 13 000.

Det er stor forskjell på en lastebil som driver varedistribusjon i urbane strøk og en lastebil som driver med langtransport. Distribusjonsbiler er som regel lettere, kjører kortere distanser per dag og klarer seg med et mindre batteri. Siden bare halvparten av de nye lastebilene i 2030 vil være elektriske som følge av tiltaket, er det forventet at brorparten av de elektrifiserte kjøretøyene driver regional og lokal distribusjon eller benyttes til massetransport. I tiltaket skal ni av ti lastebiler drive henholdsvis regional og lokal transport og til massetransport, og kun én av ti brukes til langtransport. Denne fordelingen kan bety mye for kostnadene til ladeinfrastruktur og nett. Lastebiler som kjører langtransport krever høyere ladehastigheter og et godt utbygget ladenettverk. Store ladehastigheter krever også større overføringskapasitet i strømnettet.

Lastebiler som brukes til lokal distribusjon kan bruke liknende ladeinfrastruktur som bybusser

Forutsatt at energitettheten i batterier fortsetter å øke, vil de fleste lastebiler som brukes til lokal distribusjon og massetransport kunne kjøre hele arbeidsdagen uten å lade. Vi tror derfor at det er lite behov for megalading (1 MW) for disse lastebilene. Ettersom en lastebil vil ha en batterikapasitet på om lag 400 kWh, vil det allikevel være behov for en lader på 50 kW for å lade tilstrekkelig over natta. Dette tilsvarer dagens hurtiglading for elbiler, eller saktelading for bybusser. I et ladedepot vil flere sakteladere trolig kunne kombineres på dagtid for å levere hurtiglading på opptil 300 kW, i likhet med den løsningen Tesla har brukt under testing av sin trekkvogn.[457]

[457] Electrek (2018). Tesla Semi made it 'across the country alone' … 25.08.18.

For lastebilene som driver med lokal varedistribusjon vil laderne sannsynligvis bli satt opp på depot hos transportaktørene. Dette kan føre til behov for oppgradering av distribusjonsnettet i områder med mye lagervirksomhet.

Lastebiler som driver med massetransport har mer uforutsigbare kjøreruter og endepunkter, og de har ikke nødvendigvis mulighet til å kjøre til et fast depot ved arbeidsdagens slutt. Disse kjøretøyene kan derfor få behov for midlertidige ladestasjoner ved byggeplasser dersom ladingen ikke skal skje ved hjelp av hurtigladere. Det er svært avhengig av byggeplassen hvorvidt slik lading kan medføre merkostnader for nettet. Dersom byggeplasser skal oppnå nullutslipp er de avhengig av god tilgang på strøm, uavhengig av ladebehovet til massetransporten. Byggeplasser som bruker mye strøm på dagtid vil ha god kapasitet til å levere strøm til lastebiler om natten.

De største lastebilene kan kreve hurtiglading på 1 MW

Det er svært vanskelig å si noe om kjøremønsteret til batterielektriske kjøretøy som driver langtransport siden det enda ikke finnes noen kommersielt tilgjengelige modeller. Sjåførene er presset på tid og har ikke råd til å tape tid på lading. Hviletidsbestemmelsene kan derfor ha betydning for mønsteret i ladebehovet for elektriske trekkvogner. Etter 4,5 timer kjøring må sjåførene hvile i 45 minutter, ifølge EØS-regelverket.[458] I tillegg må sjåførene ha en lengre hvilepause på 9-11 timer en gang i døgnet. Dette vil si at langdistanselastebiler vil ha tid til et lengre ladestopp hvert døgn, og en stor batteripakke på 1,5-2 MWh vil kunne begrense behovet for de høyeste ladehastighetene. Dersom batteriene derimot dimensjoneres for 4,5 timer kjøring vil det være behov for svært høye ladehastigheter i de 45 minuttene som sjåføren må ta pause. Grovt regnet vil slike hurtigladestasjoner for trekkvogner måtte levere 1 MW per ladepunkt.

Et hurtigladenettverk for tung- og langtransport kan være en betydelig barriere

Et nettverk av ladere på denne størrelsen, kanskje tilknyttet til de snaut 50 døgnhvileplassene i landet, vil sannsynligvis ha en betydelig utbyggingskostnad. Lønnsomheten vil sannsynligvis være lav i en lang periode før antallet kjøretøy som benytter seg av denne løsningen tar seg opp. Det vil være betydelig usikkerhet knytte til å bygge opp en slik ladeinfrastruktur, spesielt før en standardisert lademetode for slik transport er på plass.

Hydrogenbrenselscelle som rekkeviddeforlenger kan spare nettinvesteringer

I lastebilbransjen trekkes hydrogen ofte fram som en viktig nullutslippsløsning. Denne teknologien er noe mer umoden enn rene batterielektriske lastebiler, og det er derfor usikkert om hydrogenlastebiler vil være kommersielt tilgjengelige før 2030. Det jobbes mye med hydrogen blant produsentene, og løsningen er gjerne at hydrogenbrenselsceller brukes til å lade et batteri mens lastebilen kjører. Lastebilen benytter altså ikke hydrogen direkte til framdrift, men for å redusere behovet for ladestopp. Dette kan redusere behovet for hurtiglading av lastebiler, og dermed ladeinfrastruktur og investeringer i nettet.

Kostnadene i strømnettet er svært usikre

Nettkostnader kan være en barriere for å elektrifisere lastebiler, spesielt for lastebilene som kjører langt eller ikke har faste oppholdssteder utenfor arbeidsdagen. Selv for depotlading er ladehastighetene som kreves av lastebiler tilsvarende hurtiglading for personbil, og det vil medføre nettkostnader å bygge ut ladeinfrastruktur. Kostnadene kan kanskje sammenlignes med de som utløses av busser, se neste kapittel.

[458] Forskrift om kjøre- og hviletid i EØS (FOR-2007-07-02-877).

13.5.4 Elektriske by- og langdistansebusser

Over halvparten av norske busser kan være elbusser i 2030

Tiltakene i Klimakur 2030 for busser innebærer at nye bybusser skal være elektriske fra 2025 og at nye langdistansebusser skal være elektriske fra 2030.

Hvis samtlige nye bybusser vil være elektriske fra 2025, vil det i 2030 være 8 000 elektriske bybusser. For langdistansebusser vil tiltaket medføre 2 000 elektriske busser i 2030. Det betyr at om lag 60 prosent av den totale bussparken i Norge er elektrifisert i 2030.

Lading av by- og regionbusser er avhengig av lokale forhold

Det finnes ulike løsninger for busslading som gir ulike investeringer og ulik ladeprofil. Små batteripakker i bussene gir lavere investeringskostnad per buss, men trenger hyppigere lading på høy effekt. De vanligste er hurtiglading underveis i ruta, hurtiglading utenfor rushtid og lading kun om natten. I tillegg er det mulig med trolleybuss med batteri, som lader fra overhengende ledning mens den kjører. Det siste er spesielt aktuelt i Bergen som allerede har kjøreledninger for trolleybuss.



Figur A 88. Ulike løsninger for lading av buss. Fra venstre: pantograflading, omvendt pantograf og trolleybuss. Foto: NVE.

Valg av ladeinfrastruktur for by- og regionbusser er et komplisert valg, som er styrt av lokale forhold. Antall ruter i et område og områdets topologi kan være avgjørende for om man velger en felles ladeløsning for flere ruter, eller om man håndterer hver bussrute for seg. Rutenes lengde, frekvens og passasjerprofil kan også være viktig for hva slags type buss, batteripakke og lademåte som velges. I tillegg har gjerne ladeinfrastrukturen lang levetid, som regel lenger enn bussene og kontraktene som bussoperatørene forholder seg til. Dette fører til at eierskap og gjenbruksverdi også er viktige parameter inn i en investering i infrastruktur.

Selskapene prioriterer ulikt i sine valg av busstype, ladeinfrastruktur og ladestrategi. Det er også ulike strategier i selskapene angående hvorvidt de ser for seg en elektrifisering av regionbusser eller ikke. Dette reflekterer at lokale forhold er svært viktige. Av den grunn er det vanskelig å si noe om de valgene som kommer til å tas av de ulike busselskapene på de rutene som ikke ennå er planlagt elektrifisert.

Ulike lademønster gir ulike lade- og nettinvesteringer

Lademåte og lademønster kan ha betydning for effekttopper lokalt og regionalt, som igjen vil føre til investeringsbehov i strømnett.

Ruter, AtB, Brakar og Skyss[459] har bidratt med tall på infrastrukturkostnader for elbusser til Klimakur 2030. Basert på denne informasjonen er det tydelig at det er store forskjeller i kostnader for nett- og ladeinfrastruktur fra prosjekt til prosjekt. Viktige faktorer er størrelsen på prosjektet (antall ruter), antall busser per rute og hvorvidt man velger lading i rutetraséen eller lading på depot.

[459] Kjøpere av kollektivtransporttjenester i hhv. Oslo, Trondheim, Drammen og Bergen.

Tallgrunnlaget vi har mottatt viser at det i snitt koster 800 000 kroner for ladeinfrastruktur og om lag 150 000 kroner i nettinvesteringer per buss. Hvis det investeres i én hurtiglader for 2-4 busser i snitt, samsvarer kostnaden for ladeinfrastruktur godt med informasjon i Trafikverkets "Elbussar i Sveriges kollektivtrafik", som refererer til en kostnad for en hurtiglader ligger mellom 1,5 og 3 millioner svenske kroner. Fordi elbusser bruker tid på å lade mener Ruter[460] at det kreves omtrent 10 prosent flere elbusser enn konvensjonelle busser, og noe mer hvis man velger lading på depot framfor hurtiglading underveis.

Nettinvesteringene er altså betydelig lavere enn kostnaden for ladeinfrastrukturen. Samtidig har busser en type forbruk som i mindre grad gir lading når forbruket av strøm er som høyest, ettersom disse tidene på døgnet sammenfaller med rushtid, når bussene er i trafikk. Dette kan være med på å redusere investeringer i nytt kraftnett. Belastningen på nettet er også mindre om bussene lader på depot eller om natta, og sammenlignet med om bussene lades underveis på ruten, eller ved endeholdeplass.

Lading av langdistansebuss bør ses i sammenheng med annen langtransport

Uttrykket langdistansebuss i Klimakur 2030 inkluderer også busser som går kortere distanser, som flybusser og turistbusser. Sannsynligvis vil langdistansebusser som går kortere distanser og som dermed ikke har behov for lading underveis i ruta elektrifiseres først fordi barrierene er mindre. Litt avhengig av teknologiutviklingen for batterier kan det oppstå behov for lading underveis i ruta for langdistansebuss. Det er mulig å se for seg at tungtransport og busser bruker den samme ladeinfrastrukturen, som beskrevet under delkapittelet om lastebiler.

13.5.5 Elektrifisering av ferger

Det er i dag omtrent 130 fergesamband på riks- og fylkesveinettet i Norge som hovedsakelig driftes på marin diesel (MGO). I forbindelse med Klimakur 2030 har DNV GL utarbeidet en rapport[461] for Miljødirektoratet for å se på utslippsreduksjoner i maritim sektor, herunder ferger. I denne rapporten er det lagt til grunn at 46 fergesamband blir batterielektriske i nullalternativet, og ytterligere 76 samband blir batterielektriske med tiltak. Det antas at de resterende åtte fergesambandene enten blir hydrogenferger grunnet stort energiforbruk eller mangel på nettkapasitet, eller blir erstattet med bro eller tunnel. Fergetiltaket inkluderer ikke vurderinger for mulige erstatninger som bro eller tunnel, men utelukkende innføring av ny teknologi som batterier og hydrogen.

Ladeinfrastrukturen til batterielektriske ferger er etablert, men det er behov for teknologisk utvikling

Ladeinfrastrukturen til ferger består av en installasjon på kaia som lader ferga mens den ligger stille. Det er flere ladeløsninger som er i bruk på elektriske fergesamband i dag, både ladeplugg, pantograf og induksjonslading. I tillegg er det behov for systemer for automatisk fortøyning, oppgradering av nett og øvrige kostnader til grunnarbeid, bygninger, testing og idriftsettelse.

Ladeanlegg til fergesamband brukes kun av fergene som trafikkerer de ulike sambandene, og ladeeffekten disse tilbyr varierer fra sted til sted. Ladeeffekten på fergelading er avhengig av tilgjengelig nettkapasitet, overfartstiden, rutetider og batterikapasiteten som er installert på fergen. Ladeeffekter på etablerte, bestilte og planlagte elferger ligger mellom 1 og 10 MW, med en ladetid på mellom 5 og 15 minutter.

Utviklingen av ladeløsninger er fortsatt i en tidlig fase, og det er ikke utviklet en standard for ladeanlegg til fergesamband. Derfor er det ikke gitt at elektriske ferger fra et annet fergesamband

[460] Ruter (2018). Utslippsfri kollektivtransport i Oslo og Akershus. 08.01.18. Versjon 10.

[461] DNV GL (2019). Reduksjon av klimagassutslipp fra innenriks skipstrafikk. Rapport nr. 2019-0939. M-1626|2020. Oppdragsrapport for Miljødirektoratet.

kan trafikkere en strekning dersom det blir behov for det. Det er også behov for utvikling av nye ladekonsepter, som f. eks at batteriene lades jevnt på kaia og så losses om bord på fergen ved ankomst (batteribytte), vil kunne bidra til lavere ladeeffekter. Det er imidlertid usikkerhet knyttet til hvor raskt denne teknologiendringen kan skje.

Kostnaden for selve ladeinfrastrukturen til en ferge utenom nettoppgraderinger ligger på mellom 8 og 22 millioner kroner per fergekai, og avhenger av blant annet effektbehovet. I beregninger for totalkostnader er det lagt til grunn en kostnad på 15 millioner kroner per fergekai, og i snitt to fergekaier per fergesamband.

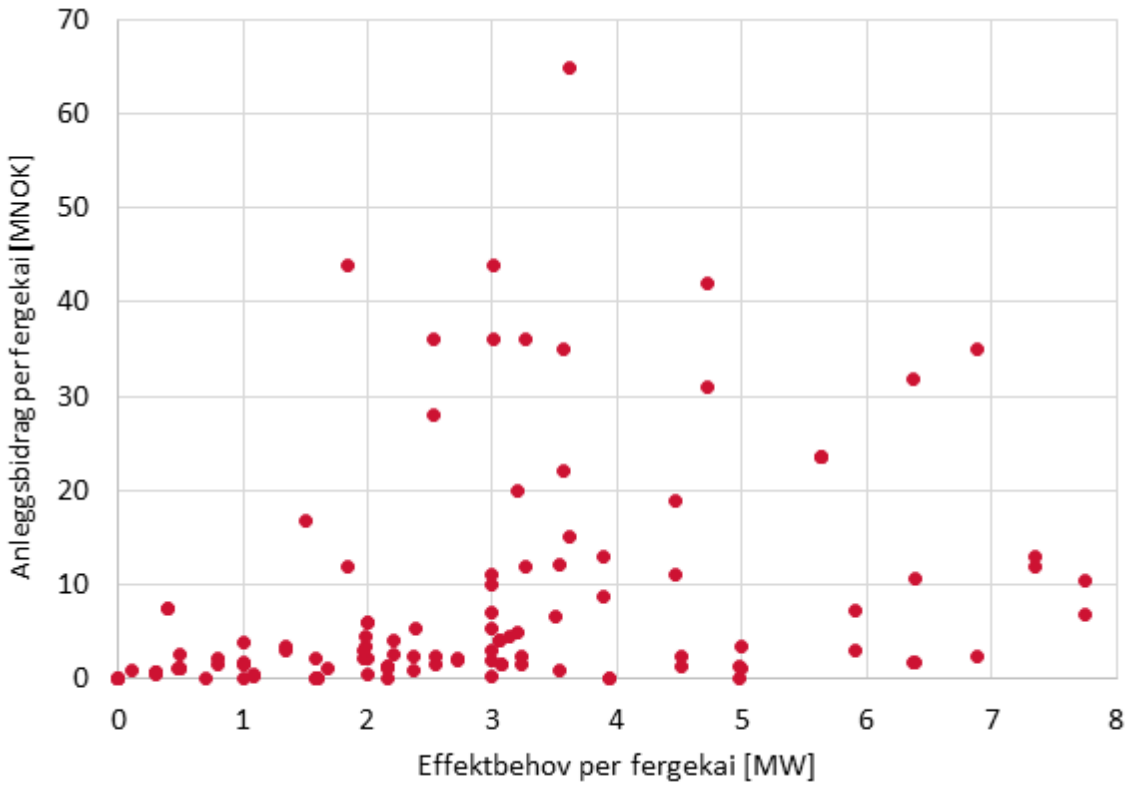
Det er likevel grunn til å tro at kostnadene vil falle fra dagens nivå med teknologisk forbedring, standardisering og et økt salgsvolum. Det er derfor sannsynlig at totalkostnaden er overestimert.

Fergelading krever betydelige oppgraderinger i distribusjonsnettet

Mange av fergekaiene i Norge ligger på steder der dagens nett ikke vil takle lading av ferger. Dette innebærer at ledninger og transformatorer i distribusjonsnettet ikke er dimensjonert for det høye effektbehovet fergelading krever. Det kan også bety at lademønstrene til fergene, med høyt uttak noen få ganger i timen og null uttak ellers, forårsaker spenningsvariasjoner i nettet som er utenfor akseptable nivåer for de øvrige kundene.

I disse tilfellene må nettselskapet oppgradere nettet fra nærmeste transformatorstasjon i regionalnettet og fram til kaia. I noen tilfeller vil det også være behov for oppgradering av transformatorstasjoner i regionalnettet. Det er imidlertid ikke sannsynlig at elektrifisering av ferger vil ha en vesentlig betydning for transmisjonsnettet, selv om det finnes ett eksempel i Romsdalen der transmisjonsnettet er en begrensning på fergelading. Basert på erfaringer og estimater, vil mesteparten av kostnadene for nettilknytning av fergelading skyldes oppgraderinger i distribusjonsnettet.

En rapport fra DNV GL fra 2015 viste at kostnaden for å oppgradere nettet ligger i størrelsesorden mellom 1 og 50 millioner kroner per fergekai. I mange tilfeller er kostnaden uavhengig av effektbehovet. Et effektbehov på 2 MW kan utløse investeringer på 40 millioner kroner ett sted, mens et tilsvarende ladebehov et annet sted kun vil utgjøre noen millioner kroner, se figuren under. Faktorer som geografiske forhold, tilstanden på dagens nett, øvrige kunder og avstand til nærmeste regionalnettstasjon vil være faktorer som har større betydning for oppgraderingskostnadene enn selve effektbehovet.



Figur A 89. Forhold mellom anleggsbidrag for oppgraderinger i nettet og effektbehov på fergekaia.

Siden 2015 er det utarbeidet mer detaljerte estimater på hva det koster å oppgradere nettet fram til ulike fergekaier. I mange tilfeller har nettkostnadene økt sammenlignet med hva som har blitt antydet til fergeselskapene og bestillerne i tidlig fase. Noe av årsaken til dette er at effektbehovet og lademønstre har blitt forandret sammenlignet med hva som er kommunisert tidligere, og at andre forbrukere har lagt beslag på kapasiteten i mellomtiden. En annen utfordring er at nettselskapene kan ha gjort forenklede analyser som ikke avdekker at det i noen tilfeller vil være behov for helt andre tiltak enn det som er blitt forespeilet. I hvilken grad en fergekai skal ha reserveforsyning eller ikke vil også ha stor påvirkning på kostnadene.

Basert på kjente og estimerte anleggsbidrag er det lagt til grunn en gjennomsnittlig kostnad på 17 millioner kroner i nettoppgraderinger i distribusjonsnettet per fergesamband.

Regionalnettet vil også påvirkes direkte av fergelading

I motsetning til en del av de andre tiltakene, der lading i stor grad kan skje på natta, vil dette ikke være tilfelle for fergelading. Med fergeavganger døgnet rundt og lading flere ganger i timen, er det grunn til å tro at ladeeffekten fra fergene vil bidra til høyere forbrukstopper i regionalnettet. Det finnes allerede eksempler på at det er behov for oppgraderinger i regionalnettstasjoner som følge av fergelading, og dette vil kunne utgjøre en betydelig kostnad.

Batteribanker er ofte en dyrere løsning enn direktelading fra nettet

I noen tilfeller kan nettkostnadene bli så høye at det kan lønne seg for å installere batteribanker på land for å redusere effektuttaket. Disse batteriene kan lade med jevn og lavere effekt fra nettet for så å lade batteriene på fergen raskt ved fergeanløpet. Dette ble løsningen for den første elektriske fergen MF "Ampere", som trafikkerer sambandet Lavik–Oppedal over Sognefjorden.

Basert på anbud de siste årene ser det ut til at løsningen med store batteribanker på land ikke blir standardløsningen de aller fleste steder. Totalkostnaden for batteribanker ligger i dag på 6,5 – 15 millioner kroner per fergekai, noe som kan utgjøre mer enn anleggsbidraget for nettoppgraderinger alene. Dessuten har batterier kortere levetid enn nett, og krever mer elektroteknisk kompetanse fra fergeselskapene. Derfor blir direktelading fra nettet ofte den foretrukne løsningen.

På noen fergesamband er det likevel snakk om å kombinere direktelading av ferger med mindre batteribanker som kan ta effekttoppene, og dermed senke effektbehovet. Dermed vil batteribanker av ulik størrelse bli valgt på steder der kostnadene for nettoppgraderingene er høye, eller som en overgangsløsning fram til nettet er oppgradert. Kostnadsreduksjoner på batterier vil også kunne bidra til at denne løsningen velges for flere samband i framtidige anbudskonkurranser.

13.5.6 Elektrifisering av hurtigbåter

Det er i dag 79 hurtigbåtsamband i Norge, der flere båter går i rute på hver strekning. Det finnes i dag ingen hurtigbåter som går på strøm, men det finnes flere konsepter som er under utvikling[462]. I Klimakur 2030 er det lagt til grunn at totalt 33 båter på 27 av sambandene blir batterielektriske innen 2030 i tiltaket.

En hurtigbåt har en marsjfart på opp mot 30 knop, og kan bruke like mye energi som en ferge til tross for at båten kun frakter passasjerer og ikke biler i tillegg. Både batterikapasiteten og ladeeffekten vil derfor kunne ligge på samme nivå som en ferge, i størrelsesorden 1000 kWh batteristørrelse og 1 – 5 MW ladeeffekt.

Et konsept som er utviklet av Brødrene Aa, Aero 25[463], tar utgangspunkt i en hurtigbåt med en batteripakke på omtrent 1100 kWh som kjører strekningen Trondheim - Vanvikan. Hurtigbåten vil bruke om lag 325 kWh på en overfart, og vil benytte en ladeeffekt på 1750 kW gitt en ladetid på 12 minutter.

Det finnes ingen erfaringstall for kostnader knyttet til ladeinfrastruktur og nettoppgraderinger som følge av hurtigbåter, men det er ikke unaturlig å ta utgangspunkt i enhetskostnadene som er benyttet for fergene.

13.5.7 Diverse nye skipstiltak

I tillegg til elektrifisering av ferger og hurtigbåter, er det også aktuelt å elektrifisere andre deler av den maritime sektoren. Rapporten til DNV GL beskriver to hovedtiltak som omfatter elektrifisering: landstrøm og plug-in hybridfartøy. Landstrøm innebærer at skip som ligger til kai dekker energibehovet til lys, varme, elektriske maskiner og eventuelt hotelldrift ved hjelp av elektrisitet fra land framfor å bruke skipets dieselgeneratorer. Dette krever utbygging av landstrømanlegg rundt om på havner og terminaler langs kysten.

Disse landstrømanleggene kan også benyttes til å lade batterier på plug-in hybridskip, som får dekket deler av energibehovet til framdrift med strøm. I "Handlingsplan for infrastruktur for alternative drivstoff i transport"[464] omtales dette som ladestrøm.

I nullalternativet er det lagt til grunn at Kystruten mellom Bergen og Kirkenes, som i dag består av 11 skip driftet av Hurtigruten, blir plug-in hybrider for neste kontraktsperiode fra 2021 til 2030. Skipene vil bli driftet av både Hurtigruten og Havila Kystruten, og samtlige skip vil kunne bli ladet med samme type plugg, både til hotelldrift og til å lade batteriene om bord, med en total effekt på 2,3 MW. Rundt

[462] Trøndelag fylkeskommune (2019). Framtidas hurtigbåter gir null utslipp. 12.09.19.
[463] Brødrene Aa mfl. (2019). Rapport fase 2. Utviklingskontrakt utslippsfri hurtigbåt. Doffin 2017-138144.
[464] Departementene (2019). Handlingsplan for infrastruktur for alternative drivstoff i transport. 01.07.19.

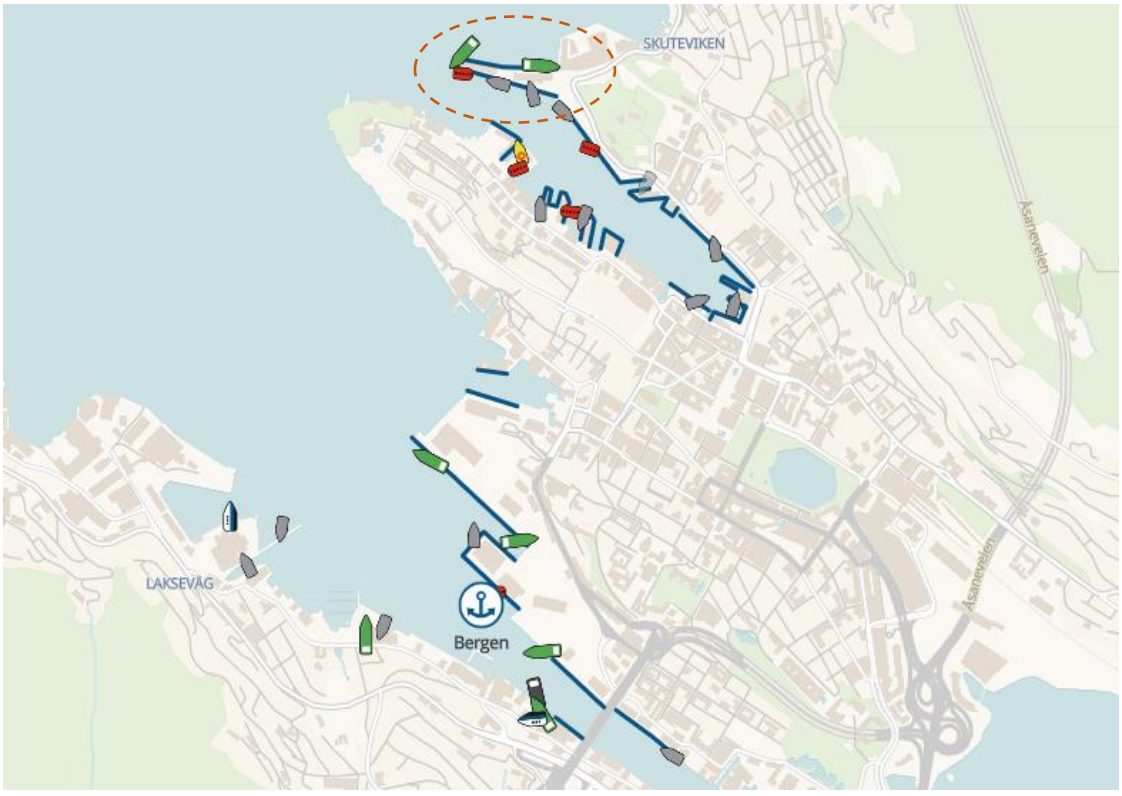
halvparten av effekten vil gå til landstrøm, mens den resterende halvparten vil benyttes til å lade batteriene.

Zero har gjort en kartlegging[465] som viser at de aller fleste havner vil ha muligheten til å tilby tilstrekkelig med ladeeffekt innen 2021 da det etableres en rekke landstrømanlegg for tiden. Likevel vil det være noen havner der det kun kan leveres i overkant av 1 MW enn så lenge. Rapporten peker også på en rekke barrierer som er relevant for landstrømanlegg til andre typer skip, blant annet at manglende dialog mellom havner, rederier og nettselskap kan være en utfordring.

I tiltaksanalysen til DNV GL er det lagt til grunn at i underkant av 2000 skip har mulighet for å bruke landstrøm i 2030, og at det finnes over 100 plug-in hybridskip som går delvis på strøm. Det er en forutsetning i analysen at det er tilgjengelig infrastruktur som kan benyttes til både landstrøm og ladestrøm for ulike typer skip. Dette vil kreve en stor utbygging av landstrømanlegg i norske havner.

Det er behov for mange ulike landstrømanlegg for å forsyne skip med kraft fra land

Ifølge Kystverket er det totalt 239 havner i Norge. Hver havn har flere kaier, dette er vist i Figur A 90 som viser et kartutklipp av Bergen havn. Havna består av totalt 23 kaier, og hver kai har flere terminaler som huser alt fra cruiseskip til fiskefartøy. Kaiene Skolten nord og syd er markert med en stiplet sirkel, og her skal det bygges et landstrømanlegg med fire uttak (plugger.) Anlegget har en kostnad på rundt 120 millioner kroner og takler et totalt effektuttak på 30 MW. Anleggsbidraget for landstrømanlegget utgjør 15 millioner kroner, og utgjør en lite andel av den totale totalinvesteringen. Dette har sammenheng med god kapasitet i regionalnettet i området.



Figur A 90. Kartutsnitt fra Barentswatch (https://www.barentswatch.no/havner) av Bergen havn.

For at flere typer skip skal kunne koble seg til nettet er det behov for landstrømanlegg på mange kaier og terminaler i en havn. Ulike typer skip trenger forskjellig ladeeffekt, spenning og frekvens,

[465] Zero (2019). Kartlegging av lademuligheter og landstrøm for Kystruta. Zeronotat.

avhengig av batteristørrelse og annet elektrisk utstyr om bord. Derfor må en havn kunne tilby en rekke løsninger for å dekke behovet til de skipene som anløper regelmessig. Det vil imidlertid ikke lønne seg å etablere kostbar infrastruktur for skipskategorier som har lavt energibehov eller som ankommer sjelden.

Mangel på standarder for tilkobling, spenning og frekvens trekker prisen for landstrømanlegg opp. Det arbeides med å lage standardiserte løsninger, blant annet gjennom Landstrømforum som arbeider med dette på tvers av nettselskaper, leverandører og rederier. Det vil allikevel ta mange år før man får utarbeidet standarder som reduserer prisen for landstrømanlegg betydelig.

Tiltakene i Klimakur 2030 vil kreve et fullt utbygd landstrømnettverk i Norge

Ifølge Kystverket finnes det 92 landstrømanlegg i Norge i dag av en viss størrelse (over 100 kW), men de aller fleste kan ikke levere mer enn 1 MW. DNV GL antar at tilgjengeligheten for landstrøm øker fra 15 prosent i dag til 100 prosent i 2030 som følge av utbygging av landstrømanlegg, slik at alle skip som har utstyr om bord kan koble seg til nettet for hotelldrift eller for å lade batteriene.

Kostnadsspennet for et landstrømanlegg strekker seg fra noen få millioner kroner for mindre anlegg til over 100 millioner kroner for store anlegg, og avhenger blant annet av effektbehovet. Antall spenningsnivå på landstrømanlegget, og eventuelle behov for frekvensomformere for å forsyne skip med 60 Hz vil også bidra til høyere kostnader.

Tall fra Enova viser at totalkostnaden for 87 landstrømanlegg som har fått støtte utgjør i underkant av 1 milliard kroner, inkludert kostnader til nettoppgraderinger. Noen av disse anleggene er ikke fullført enda, og vil bidra til å øke tilgjengeligheten på landstrøm for norske skip. Med utgangspunkt i at tilgjengeligheten inkludert anlegg under bygging vil bli på 20 prosent, vil kostnaden for å øke tilgjengeligheten til 100 prosent være totalt 5 milliarder kroner, altså en økning på 4 milliarder kroner utover det som allerede er investert i dag. Tallet er heftet med stor usikkerhet.

Trolig vil denne investeringen kun være tilstrekkelig for å forsyne skip med landstrøm til hotelldrift, slik at lading av batterier i plug-in hybridskip vil kreve ytterligere investeringer. Det er imidlertid svært usikkert hva kostnaden vil være knyttet til lading av de 129 skipene som er lagt til grunn i Klimakur 2030.

Påvirkning på nettet kan bli betydelig, men kostnaden er svært usikker

Enova anslår at kostnaden for nettinvesteringer, inkludert transformator, kabelframføring og anleggsbidrag, kan utgjøre ca. 10 prosent av de totale kostnadene for et landstrømanlegg. Det er imidlertid usikkert hvor mye kostnadene for nettoppgraderingene kan bli dersom det blir flere landstrømanlegg i samme havn som til sammen bruker mye strøm samtidig.

Med ladeeffekter på 1-20 MW på ett enkelt skip, kan den teoretiske forbrukstoppen i enkelte store havner bli over 100 MW dersom alle skip lader samtidig. Dette vil ikke bare kreve tiltak i distribusjonsnettet, men også ha en stor påvirkning på regionalnettet og i mange tilfeller transmisjonsnettet. Dette vil i så fall medføre store kostnader for oppgraderinger av nettet som følge av landstrømanlegg.

Samtidig vil det være mulig å redusere forbrukstoppen ved å utnytte at ladebehovet for ulike skip varierer i løpet av året. I Bergen blir for eksempel kaianleggene som benyttes av cruiseskip på sommeren brukt til landstrøm for supplybåter på vinterstid. De benytter ikke de samme pluggene, men bidrar til en bedre utnyttelse av det eksisterende kraftnettet.

Det finnes per i dag ikke nok datagrunnlag for å beregne kostnaden for oppgraderinger av nettet som følge av landstrømanlegg som skal brukes til både landstrøm og ladestrøm. Pöyry og Menon

Economics utfører derfor en analyse for Enova og NVE for å se på hvordan landstrøm og ladestrøm til plug-in hybridskip kan påvirke nettet dersom det blir en storstilt elektrifisering av maritim sektor. Rapporten vil imidlertid ikke ferdigstilles i tide til at resultatene kan bli benyttet i Klimakur 2030.

13.5.8 Havbruk - elektrifisering av oppdrettsanlegg

Det er i dag ca. 1000 oppdrettsanlegg i Norge. I dagens oppdrettsanlegg brukes enten dieselaggregat eller strøm fra land til å forsyne oppdrettsanlegg og servicefartøy med strøm. Enova har anslått at 60 prosent av oppdrettsanleggene allerede er tilknyttet strømnettet. Anleggene som er elektrifisert fram til nå er de som ligger nærmest land og har lavest tilknyttingskostnad, de resterende 40 prosentene av anleggene vil sannsynlig være dyrere å elektrifisere enn de første 60 prosentene.

Næringen ønsker å vokse betydelig fram mot 2050, med opp til en fire- til femdobling av årlig produsert mengde sjømat. Det betyr at det potensielt kan bli flere oppdrettsanlegg som kan elektrifiseres fram mot 2030.

Nettkostnaden for å koble et oppdrettsanlegg til nettet er i snitt 5 millioner kroner

Det maksimale effektforbruk fra dagens fiskeoppdrettsanlegg ligger i området 50 - 1000 kW, men det gjennomsnittlig effektbehov er som regel langt lavere. Foreløpige data fra et område hvor det er tilknyttet i underkant av ti oppdrettsanlegg viste at effekttoppene var jevnt fordelt og førte til lavere belastning i nettet enn om alle anleggene brukte mye strøm samtidig.

Oppdrettsanlegg er plassert i områder med gode sjø- og strømningsforhold for oppdrett, noe som ikke alltid vil sammenfalle med enkel tilgang til nett. Oppdrettsanlegg som ligger langt unna nett vil være dyrere å elektrifisere enn oppdrettsanlegg som ligger nær nett.

For et oppdrettsanlegg som ligger ca. 3 km fra nærmeste nettstasjon er kostnaden for en strømkabel og nødvendig elektrisk utstyr for å koble seg til nettet estimert til ca. 5 millioner kroner. I noen tilfeller er det uproblematisk å koble ett eller flere oppdrettsanlegg til distribusjonsnettet, mens i andre vil nettselskapet måtte forsterke nettet for å håndtere en større belastning. Hvis det er oppdrettsanlegget som utløser nettiltakene må de betale sin andel via anleggsbidrag. I noen tilfeller vil kostnaden for å ruste opp nettet være like stor eller større enn selve nettilknytningen av oppdrettsanlegget.

Oppdrettsanlegg på land er betydelig mer energi- og effektkrevende

Oppdrettsanlegg på land har et langt høyere energi- og effektbehov enn oppdrettsanlegg i sjøen. Landbaserte anlegg må bruke energi på pumping av vann, oppvarming/kjøling og andre prosesser sjøbaserte anlegg slipper. Hvis hele dagens produksjon av laks og ørret ble flyttet opp på land ville det årlige strømforbruket i Norge øke med mellom 7 og 11 TWh.

Det er eksempel på nettselskap som har fått forespørsel om 50 - 80 MW effektuttak til landbasert oppdrettsanlegg. Dette er et betydelig effektforbruk som sannsynligvis vil kreve utbygging av alle tre nettnivå og kanskje koste et tresifret millionbeløp i nettinvesteringer. En større flytting av oppdrettsanlegg fra sjøen opp på land vil dermed potensielt utløse store nettinvesteringer.

13.5.9 Ikke-veigående maskiner og kjøretøy

Ikke-veigående maskiner og kjøretøy består av mange ulike maskintyper som benyttes i ulike sektorer. Dette inkluderer alt fra små gaffeltrucker, traktorer til store gravemaskiner og hjullastere. Dette er i dag maskiner og kjøretøy som nesten utelukkende går på diesel, eller biodiesel.

Bygg og anlegg: Omtrent 40 prosent av utslippene fra ikke-veigående maskiner kommer fra bygg- og anleggssektoren. Elektrifisering av anleggsmaskiner og anleggsutstyr vil redusere behovet for dieseldrevne maskiner og dermed redusere utslippene. Bortsett fra enkelte maskintyper, som for

eksempel tårnkraner, er det til nå er det bare et fåtall bygge- og anleggsplasser som har tatt i bruk elektriske maskiner.

Elektrifisering av ikke-veigående maskiner og kjøretøy skiller seg fra andre transportsegmenter ved at mange av maskinene benyttes til relativt stasjonære formål. Derfor kan det tenkes at deler av elektrifiseringen kan gjøres med maskiner som arbeider direkte tilkoblet strømnettet (kabelelektriske maskiner) eller en kombinasjon av batteridrift og kabelelektrisk drift, hvor batteriet tar effekttoppene. Det er tatt i bruk en 17,5 tonns gravemaskin med dette konseptet i Olav Vs gate i Oslo. Hvor stort potensialet er for denne typen maskiner er usikkert, og det er begrenset til maskinene som brukes til stasjonære formål.

Ladeeffekt på nivå med hurtiglading av personbiler

Elektrifisering av anleggsmaskiner er fortsatt i startfasen sammenlignet med elbiler. Vi har fokusert på elektriske gravemaskiner fordi det er gravemaskiner som står for den største andelen av utslippene innenfor bygg og anleggsmaskiner.

Det er laget noen utgaver av elektriske gravemaskiner, og de fleste er i vektklasser under ti tonn. Eksempler på tilgjengelige modeller på 9 og 16 tonn har en batterikapasitet på henholdsvis 180 kWh og 300 kWh, tre til seks ganger større batterikapasitet enn i elbiler. Denne kapasiteten gir en normal driftstid på 5-8 timer. For å fullade batteriene igjen over natten bør ladeeffekten per gravemaskin være på 22 - 50 kW, i samme størrelsesorden som hurtiglading av elbil. Det finnes også utgaver med ekstern lader som kan hurtiglading på 150 kW som gjør at de kan lade fullt på 45 minutter.

Moderat påvirkning på distribusjonsnettet

Det er vanskelig å gi et nøyaktig svar på hvordan en overgang til elektriske anleggsmaskiner vil påvirke distribusjonsnettet. For et standard byggeprosjekt har DNV GL anslått at effektbehovet vil være av samme størrelsesorden som når bygget er i drift, men dette vil variere fra bygg til bygg ut ifra hvor effektkrevende grunnarbeidene er, og om det ferdige bygget er tilknyttet fjernvarme eller ikke. Tilknytting til fjernvarme reduserer det maksimale effektbehovet. For mange byggeprosjekt vil dette bety at hvis nærmeste nettstasjon blir dimensjonert for et ferdig bygg, så vil nettstasjonen sannsynligvis også være i stand til å håndtere en stor andel elektriske anleggsmaskiner i byggeperioden. Det kan være en utfordring at man ønsker å starte anleggsarbeidet før nettet er ferdig bygget ut. Ved en bedre koordinering mellom byggherre og nettselskap kan nettet være på plass før anleggsarbeidet begynner.

Flere infrastrukturprosjekt, som vei, bane, vann og avløp, vil ikke ha samme strømbehovet når de er fullførte som under bygging. En mulig løsning er å etablere ladeinfrastruktur for andre kjøretøy i ettertid, men dette krever mye planlegging.

Som for andre elektriske kjøretøy er ladeeffekten den viktigste faktoren for å anslå påvirkningen på strømnettet. Ved nattlading og små ladeeffekter er utfordringene mindre enn hurtiglading av flere maskiner midt på dagen. Generelt vil bruk av anleggsmaskiner i sentrale strøk oftere ligge i nærheten av et godt utbygd nett, mens bygging i rurale områder vil ha mindre tilgjengelig nett som kan kreve større innvesteringer i nytt nett. Hvis nettet må oppgraderes som følge av mange elektriske anleggsmaskiner vil innvesteringen stort sett være avgrenset til distribusjonsnettet, men det er vanskelig å sette en nøyaktig kostnad på dette.

Jordbruk og skogbruk: Det er estimert at 15 prosent av utslippene fra ikke-veigående maskiner og kjøretøy kommer fra traktorer og andre landbruksmaskiner. Det er foreløpig få elektrifiserte landbruksmaskiner som er tilgjengelig utover noen prototyper. Det gjør det utfordrende å tallfeste hvor mye strømnettet må oppgraderes ved en større elektrifisering av sektoren.

Strømforbruket for ulike gårder varierer ut fra hvilken type produksjon de har. Noen type gårder, som melkegårder, bruker en del strøm jevnt gjennom året. Hvis ladeinfrastrukturen er i samme størrelsesorden som dagens strømforbruk vil nettinvesteringene være lave. Nettkostnadene kan potensielt bli høye hvis det er behov for å bygge ut nettet fordi avstanden mellom gårdene ofte er lange.

13.6 Nødvendige investeringer i strømnettet

Det skal investeres mye i strømnettet i årene framover. Enkelte beregninger viser at de totale investeringsplanene i strømnettet beløper seg til 135 milliarder kroner fra 2018 til 2027[466]. Ettersom dette anslaget ble gjort for noen år siden, før elektrifiseringen skjøt fart, er det lite trolig at disse kostnadene inkluderer en omfattende elektrifisering som beskrives i Klimakur 2030.

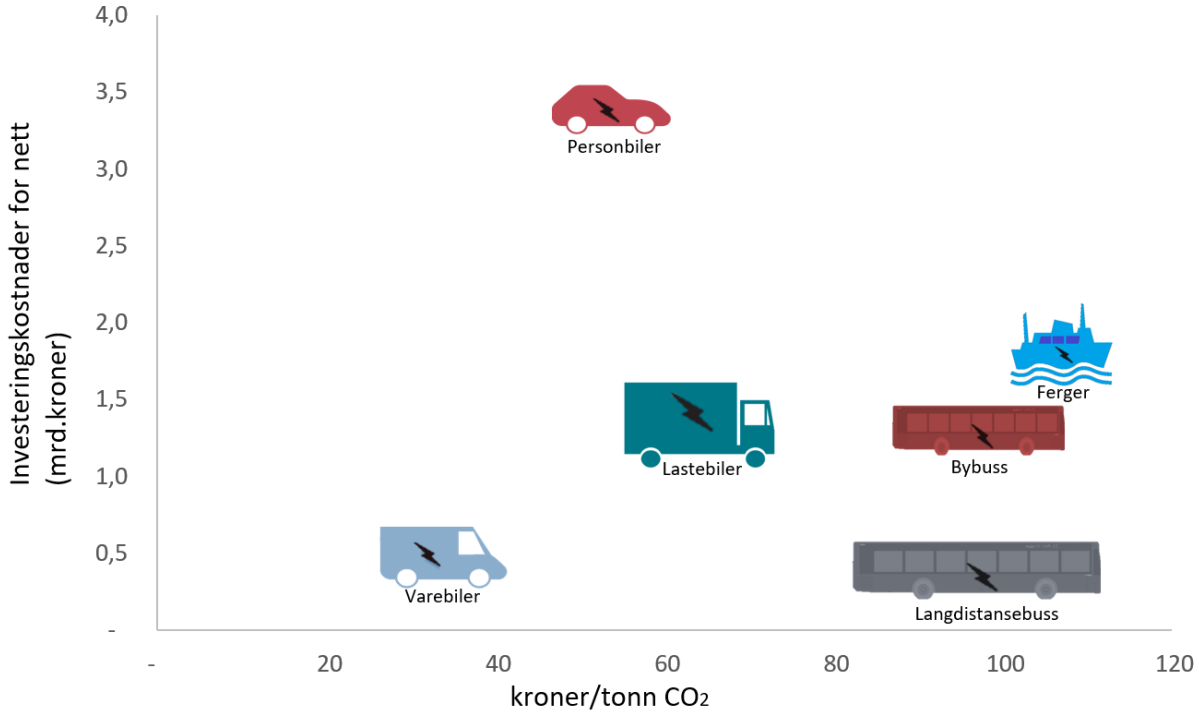
Nettkostnadene kan holdes lave hvis ledig kapasitet utnyttes effektivt

For å vurdere elektrifiseringstiltakene fra Klimakur 2030 for strømnettet, har vi beregnet nettkostnaden for veitransporttiltakene samt for ferger. Dette er sektorer som vi mener det er mulig å antyde et kostnadsestimat for, selv om det fortsatt er store usikkerheter i tallene. Kostnadene kan være høyere eller lavere avhengig av om man utnytter nettet smart og lader når kapasiteten i nettet er god.

De totale nettinvesteringene som er nødvendig for å utløse tiltakene for veitransport og ferger i Klimakur 2030 er omtrent 8 milliarder kroner, inkludert nødvendige investeringer i referansebanen. Investeringene på de ulike sektorene er vist i Figur A 91. Som figuren viser er det personbiler som krever de høyeste investeringskostnadene, men dette har en naturlig sammenheng med at det er mange elektriske personbiler i tiltaket.

Kostnaden på 8 milliarder er kun et estimat og viser i hovedsak en størrelsesorden på nettkostnadene. Som nevnt kan kostnaden også være lavere eller høyere avhengig av hvor mye ladingen påvirker nettet i de periodene nettet allerede er hardt belastet. Det er også avhengig av om nettselskapene planlegger for elektrifiseringen når de reinvesterer i eksisterende nett. Det er også store regionale forskjeller i kostnadsestimatene, og typisk så vil nettselskapene langs kysten investere relativt mer på grunn av elektrifisering av sjøtransport. De elektrifiseringstiltakene som ligger inne i referansebanen til Klimakur 2030 vil også kreve nettinvesteringer. Anslagsvis ligger dette tallet på drøye 3 milliarder, som altså kan trekkes fra summen på 8 milliarder for å se direkte på tiltakskostnaden sammenlignet med referansebanen.

[466] NVE (2018). Status og prognoser for kraftsystemet 2018. Rapport 103/2018.



Figur A 91. Oversikt over nåverdi av investeringskostnader for strømnett som er nødvendig for å utløse tiltakene i Klimakur 2030 (inkludert referansebanen), samt en anslått kostnad per tonn CO_2 redusert.

Nettkostnaden per tonn CO_2 redusert er mellom 50 og 100 kroner

Figuren viser også spesifikke nettinvesteringer per tonn CO_2 redusert, for å kunne sammenligne med tiltakskostnaden for hver kategori. Nettkostnadene for de ulike sektorene holder seg stort sett mellom 50 og 100 kroner per tonn CO_2 redusert, hvor varebiler er litt under og ferger litt over dette kostnadsspennet. Personbiler er det tiltaket som krever mest nettinvesteringer, men samtidig fører elbilene til stor reduksjon i CO_2-utslippene. En del av nettinvesteringene er også anleggsbidrag til hurtigladestasjoner, som allerede er inkludert i tiltakskostnaden for personbiler. Ferger har de høyeste spesifikke investeringskostnadene, noe som skyldes at fergelading ofte fører til bygging av mye nytt nett.

Ladeinfrastrukturen er dyrere enn nettkostnadene

Investeringer i ladeinfrastruktur er i hovedsak inkludert i de ulike tiltakskostnadene, men fordi nettanlegg blant annet har en mye lenger levetid er det ikke tatt med. Investeringer i ladeinfrastruktur for veitransport og ferger (kategoriene nevnt over) er på 30 milliarder kroner, men dette er også et usikkert tall som kan bli en del lavere med teknologilæring og standardisering av lademetoden.

Forutsetninger

De fleste forutsetningene for utregningene er nevnt i kapittel 13.4 og 13.5. For å beregne kostnaden på regionalnettet har vi tatt utgangspunktet i innrapporterte kostnadsdata fra nettselskapene i eRapp[467], og fordelt på maksimal effekt overført i regionalnettet. Disse tallene viser at investerings- og driftskostnader for regionalnettet er omtrent 0,2 millioner kr/MW/år. Dette tallet har vi så

[467] Alle omsetningskonsesjonærer plikter å innlevere økonomisk og teknisk rapportering til NVE ved hjelp av tjenesten eRapp2, jf. NVE (2019). Økonomisk og teknisk rapportering. 31.10.19.

multiplisert med en estimert økning av toppeffekten på regionalnettet som de ulike tiltakene fører til. Regionalnettkostnaden sin andel av nettinvesteringene er på omtrent 20 prosent. Videre vil mer enn halvparten av nettkostnadene finansieres med anleggsbidrag, men andelen varierer mellom tiltakene. Spesielt hjemmelading av personbiler kan føre til behov for nettoppgraderinger uten anleggsbidrag hvis mange lader på de kaldeste timene i året.

Totalkostnaden på 8 milliarder kroner er nåverdi av nyinvesteringer fram til 2030. Vi har ikke trukket fra restverdi etter 2030, og heller ikke trukket fra nødvendige nettinvesteringer i referansebanen. Denne metoden er vanlig ved utregning av nettkostnader for elektrifisering i andre sammenhenger enn Klimakur 2030.

En annen viktig forutsetning for kostnadene per tonn CO_2 redusert er å anta at nettet som bygges kan føre til utslippsreduksjoner tilsvarende Klimakur 2030 ut levetida til nettanleggene. Sammenlignet med tiltakskostnadene, som hovedsakelig er i området 500-1500 kroner per tonn CO_2 redusert for de aktuelle tiltakene, anser vi nettkostnadene som relativt lave.

Lade- og nettkostnader for andre sektorer

Kostnadene for andre nettoppgraderinger er veldig usikre og vi mener det ikke gir så mye mening å aggregere opp kostnadene vi har beskrevet tidligere.

Vi har beregnet at kostnadene for landstrømanlegg er betydelig, og nettkostnadene for landstrømanleggene kan også bli svært høye. Dette er imidlertid avhengig av effektbehovet til landstrømanleggene, og ikke minst hvor mye ladestrømmen trekker.

13.7 Barrierer og virkemidler

Å gi tilknytning til nye eller eksisterende kunder er en av kjerneoppgavene til nettselskapene. Tilknytningsplikten sikrer at nettet blir bygd, men for den enkelte aktør med tilknytningsbehov kan det oppfattes som en barriere at anleggsbidraget og nettleia blir høy og at det tar lang tid å få nettilknytning. For samfunnet kan det være en generell utfordring for å gjennomføre elektrifisering dersom kostnadene for strømnettet ikke holdes nede, og tariffen for vanlige husholdninger blir høyere enn det folk aksepterer.

For ladeinfrastruktur kan først og fremst manglende lønnsomhet være en barriere for utbygging, ikke minst før markedene er fullt etablert. Videre er det konkurransebarrierer som skyldes tekniske standarder, pris- og betalingsmodeller for lading. Nye aktører fører også til nye roller som ladeinfrastruktureiere som må fylles, i tillegg til at standardiserte grensesnitt må utvikles over tid. Barrierer og virkemidler for ladeinfrastruktur er oppsummert i Tabell A 41.

Tabell A 41. Oversikt over barrierer og virkemidler som er aktuelle i tilknytning til strømnettet.

Hoved-barriere	Barrierer	Løsning	Virkemiddel
Strømnett			
Høye kostnader	Høye kostnader for å bygge nett	Gi riktige prissignaler om nettkostnadene. Vil bidra til å utnytte eksisterende kapasitet i nettet, økt bruk av smarte styringssystemer og batterier, flytte forbruk og andre tiltak.	Anleggsbidrag Effekttariffer e.l.
	Høy nettariff for enkelte hurtigladestasjoner	Innføre en effekttariff med en annen avregningsperiode.	Effekttariffer som ikke avregnes etter månedsmaks
	Usikkerhet i nettkostnader og anleggsbidrag	Redusere risikoen for økte kostnader for nettilknytning ved at nettselskapet maksimalt kan kreve 15 % utover det estimerte anleggsbidraget ved etterberegning.	Regel om forutsigbarhet i anleggsbidraget. (innført 1.1.2019)
Tilknytningsprosessen til strømnettet kan oppleves som tidkrevende og komplisert	Nye aktører med begrenset kunnskap om hvordan nettet fungerer	Privatpersoner og borettslag/sameier trenger bedre informasjon	Nettselskapene har lett tilgjengelig informasjon om f.eks. elbillading eller økt nettkapasitet
	Dårlig koordinering mellom nettselskap og aktørene som ønsker tilknytning kan føre til at tilknytning drar ut i tid	For større ladeanlegg bør det i en tidlig fase etableres en god dialog mellom nettselskap og ladeaktører.	Identifisere elektrifiseringsbehov tidlig i KSU-arbeidet. Aktørene må kommunisere med hverandre.
	Ladeaktørene kan oppleve at nettselskapene kommer med manglende eller sen avklaring på hva som er tilgjengelig effekt og anleggsbidrag	Bedre kommunikasjon mellom nettselskapet og de nye kunder (busselskaper, fergeselskaper, borettslag og oppdrettsanlegg)	Energi Norge utarbeider veileder for tilknytning av ladeinfrastruktur.
	Nettselskapene tilfredsstiller ikke alltid aktørenes forventninger om å bidra til et smart energisystem, rask respons og økt informasjonsflyt	Vurdere ulike former for regulering som kan bidra til at nettselskapene leverer tjenester av rett kvalitet som er tilpasset nye krav, forventinger og kundegrupper	Reguleringsmyndigheten for energi (RME) har en pågående utredning som skal vurdere dette.

13.7.1 Nettkostnadene bør holdes lave

Som beskrevet tidligere betales strømnettet av dem som bruker det. For å sikre at nettselskapene drifter og bygger nettet effektivt er nettselskapene bundet av en omfattende regulering. For å sikre at kunden vil veie sitt behov for kapasitet opp mot det det koster å bygge nettet, har man to hovedvirkemidler for å gi riktige prissignaler, anleggsbidrag og effekttariffer. Et viktig hensyn som skal ivaretas gjennom disse virkemidlene, er at en aktør som utløser en kostnad for systemet, også dekker denne kostnaden.

Anleggsbidrag gir et prissignal til den som ønsker nett

Anleggsbidraget synliggjør kostnadene når noen ber om tilknytning eller økt kapasitet, eksempelvis for en hurtigladestasjon til elbil eller et landstrømanlegg. Aktøren internaliserer dermed i større grad nettkostnaden ved tiltaket, slik at unødvendig dyre tiltak i mindre grad bygges ut.

Ved å gi et prissignal til aktøren, bidrar anleggsbidraget også til at det er den samfunnsmessig billigste løsningen som velges. Dette skjer ved at den som har bedt om tilknytningen kan vurdere anleggsbidraget som viser kostnaden for nettilknytningen opp mot andre løsninger, blant annet ladeløsninger med lavere effektbehov og smarte styringssystemer, bruk av batterier og andre tiltak for å redusere energi- og effektbehovet. Anleggsbidraget vil også bidra til å etablere ladeanlegget et sted med kort vei til eksisterende nett med god kapasitet, fordi anleggsbidraget da blir lavere.

Forutsigbarhet i anleggsbidraget

For å redusere barrieren med uforutsigbarhet i anleggsbidraget er det innført en regel om at nettselskapet nå maksimalt kan kreve 15 prosent utover det estimerte anleggsbidraget ved etterberegning. Tidligere kunne nettselskapet kreve hele overskridelsen dekket av kunden. Risikoen er derfor bedre fordelt mellom kunde og nettselskap enn tidligere. Regelen bidrar også til å skape forutsigbarhet for aktører som etterspør nettilknytning eller økt kapasitet.

Det er fortsatt noen aktører som mener det tar for lang tid å få et anslag på anleggsbidrag fra nettselskapene, og dette kan absolutt være en barriere for å gjennomføre elektrifisering. Denne problemstillingen er også et viktig element når Reguleringsmyndigheten for Energi vurderer strengere regulering av nettselskapene, som beskrevet senere i dette kapittelet. Det er for øvrig også viktig at de som etterspør anleggsbidrag er tydelige på hva som er effektbehovet.

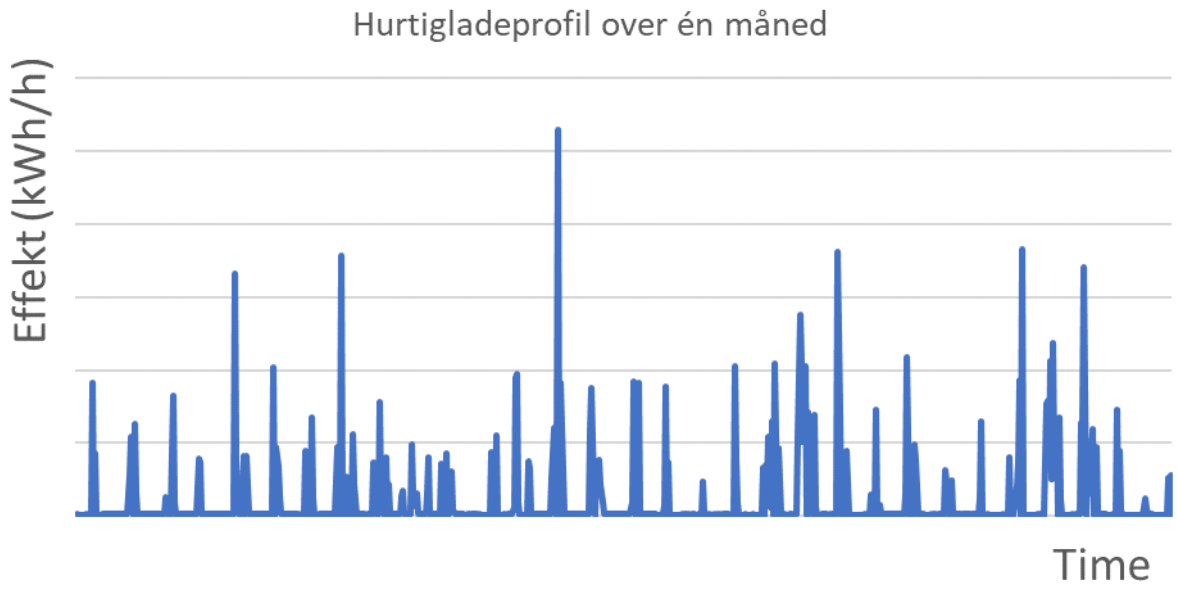
Ny utforming av nettleien kan redusere behovet for nytt nett

Som beskrevet i kapittel 13.4.2 så bygges kapasiteten i strømnettet for de kaldeste vintertimene i året, og det er utbygging av denne kapasiteten som er den største kostnadsdriveren i nettet. Det er med andre ord relativt billig å bruke nettet i timer med god kapasitet. En nettleie som reflekterer denne kostnadsstrukturen er både mer rettferdig og vil bidra til å flytte elbillading og annet strømforbruk bort fra timene med liten kapasitet i nettet. Dette kan gjøres ved å beregne nettleien til en kunde ut fra hvor mye strøm som brukes samtidig, eller hvor mye strøm som brukes i timer som typisk har høyt forbruk (morgen og ettermiddag om vinteren). For praktiske formål bruker vi begrepet effekttariff om en slik utforming i Klimakur 2030.

I dag er det typisk større aktører med effektuttak over 100 kW som har effekttariffer. Nettleien bestemmes da ofte ut fra kundens høyeste effekttopp(er) i løpet av en måned (månedsmaks). Tradisjonelt har denne utformingen vært velegnet for kunder med jevnt forbruk eller for de som kan planlegge forbruket fram i tid. Denne tarifferingen kan imidlertid gi en høy kostnad for kunder med lite forbruk, men høye effekttopper. Dette gjelder spesielt hurtigladestasjoner i distriktene, som da må betale mye for effekttoppene, men får lite inntjening fordi de selger lite strøm. Dette er skissert med Figur A 92.

Utformingen av nettleien er i stor grad opp til det enkelte nettselskap. Disse frihetsgradene bidrar til at nettselskapene kan utforme nettleien slik at denne i størst mulig grad reflekterer forholdene i det lokale nettet. En viktig regel ved utformingen av nettleien, er at den skal være generell og gjelde for alle nettselskapets kunder i en kundegruppe. Inndelingen i kundegrupper tar utgangspunkt i at nettleien kan differensieres etter objektive og ikke-diskriminerende vilkår, basert på relevante nettforhold. Følgelig vil det ikke være tillatt å lage spesialtariffer, eksempelvis for ladestasjoner for transport. Det er imidlertid mulig å ha en effekttariff som er basert på dagmaks i steder for månedsmaks, forutsatt at differensieringen skjer i tråd med kravene skissert over. En annen mulighet er å tidsdifferensiere effektleddet, slik at uttak i timer nettet ikke har begrenset kapasitet, er billigere enn timer med begrenset kapasitet. Begge disse tarifferingsmodellene vil trolig gi bedre lønnsomhet for hurtigladestasjoner, uten at vi tror det vil svekke insentivene til å utnytte nettet effektivt.

Reguleringsmyndigheten for Energi legger opp til å adressere denne problemstillingen i forslaget til ny nettleie som er planlagt sendt på høring tidlig i 2020.



Figur A 92. Skissert effektbehov per time for en hurtigladestasjon gjennom en hel måned. Ved bruk av månedsmaks vil én effekttopp bestemme nettleia for den måneden, men lite bruk ellers gir lav lønnsomhet for ladeaktøren.

Alternativer til å bygge strømnett

I noen tilfeller kan ladeinfrastruktureieren være fleksibel, og tilpasse sitt forbruk for å redusere effekttoppene. Det vil bidra til å redusere nettutbyggingene.

Forbrukerfleksibilitet er en betegnelse på forbruk som kan tilpasses etter forhold i nettet, for eksempel å flytte eller redusere forbruk når det er liten kapasitet. Den mekanismen som finnes i dag for forbrukerfleksibilitet, og som er mest aktuell for elektrifisering av transport, er utkoblbar tariff.[468] Kunder på denne tariffen har en lavere nettleie mot at de kan bli koblet ut av nettselskapet. Som regel kan de bli koblet ut hvis nettet de er tilknyttet mangler kapasitet i en gitt periode, for eksempel på grunn av feil eller omkoblinger. Ved å ha kunder på denne tariffen kan nettselskapene spare både nettinvesteringer og avbruddskostnader. For ferger og skip på landstrøm er denne ordningen spesielt aktuell fordi både skip og de aller fleste fergene har dieselmotorer som de kan starte opp hvis de ikke har tilgang på strøm. Markedsbaserte metoder for anskaffelse og bruk av fleksibilitet i distribusjonsnettet skal testes ut flere steder, og Reguleringsmyndigheten for energi følger disse tett for å vurdere om det er behov for å videreutvikle reguleringen for å i større grad legge til rette for dette.

Smarte styringssystemer kan redusere effekttoppene i nettet ved å automatisk flytte forbruk til tider med bedre kapasitet i nettet. Sagt på en annen måte er dette automatisk utnyttelse av forbrukerfleksibilitet, for eksempel gjennom en app som lader bilen når strømmen er rimelig. Teknologien for styring av last er moden, og det er ikke tilgjengeligheten på teknologien i seg selv som er en barriere. Vi mener at barrieren for å ta i bruk smarte styringssystemer i hovedsak er lav lønnsomhet. Lønnsomheten er avhengig av hvor mye man kan spare på anleggsbidrag, nettleie eller strømpris. Nettleia til ordinære kunder er basert på energiforbruket, uavhengig av når på døgnet

[468] NVE (2019). Utkoblbart forbruk. 31.10.19.

man bruker energi eller av hvor mye effekt man bruker. Ordinære kunder har heller ikke blitt avmålt strømforbruket på timesbasis, slik at man ikke har kunnet tilpasse seg variasjoner i strømprisen fra time til time. Med installasjonene av AMS-målerne som måler forbruket per time er det nå mulig å innføre timesprising på strøm samt effekttariffer. Dette vil bedre lønnsomheten i smarte styringssystemer, som igjen vil kunne føre til redusert behov for nettinvesteringer.

Batterier i nettet kan redusere effekttoppene og dermed spare nettinvesteringer. Dette har blitt gjort for elektriske ferger, som forklart under kapittel 13.5.5. Batterier er riktignok dyrt og har kortere levetid enn de fleste andre komponenter i strømnettet, noe som er viktige elementer for å vurdere om det er lønnsomt med batterier.

13.7.2 Raskere tilknytning til nettet.

Den andre hovedbarrieren for nettilknytning av ladeinfrastruktur kan være at tilknytningsprosessen kan oppfattes uklar og at den tar lengre tid enn eierne av ladeinfrastruktur forventer. Bakgrunnen for dette kan være flere ting, som at det dreier seg om aktører som ikke har samme kjennskap og kunnskap til kraftsektoren som tradisjonelle aktører som industribedrifter, petroleum og kraftprodusenter. Ladeinfrastrukturaktørene har kortere tidsfrister enn de tradisjonelle aktørene som har tilknyttet seg nettet, siden det ofte totalt sett vil være enklere prosess å etablere et ladepunkt, enn å utvide en stor industribedrift. Regulering sier at nettselskapene har leverings- og tilknytningsplikt til alle nye kunder som ber om tilknytning eller ønsker en forsterkning av eksisterende tilknytning. Plikten gjelder uten ugrunnet opphold. Tiden det tar fra en kunde henvender seg og ber om tilknytning til tilknytningen er gjennomført avhenger av om det er ledig kapasitet i nettet. I de tilfellene en ny tilknytning eller forsterkning utløser behov for investering må kunden vente med å tilknytte seg til investeringen er gjennomført. Som beskrevet tidligere kan dette ta fra noen måneder til flere år.

Viktig med god informasjon

For at tilknytningsprosessene med storstilt elektrifisering skal gå effektivt er det viktig med koordinering mellom nettselskap, kommune, fylkeskommune og ladeeiere. Her vil det være forskjell på om det er en privatperson som ønsker å installere elbilalder, eller om det er en større aktør som skal etablere flere fergeladere eller hurtigladestasjoner.

En barriere for nye aktører kan være at de nye aktørene har begrenset kunnskap om hvordan både nettutbygging og reguleringen av kraftsystemet fungerer. Samtidig er det mange nettselskap som må forstå behovene til de nye aktørene.

Nettselskapene bør ha lett tilgjengelig informasjon til både privatpersoner og kommersielle aktører for hvordan de skal gå fram hvis de ønsker å installere elbillader hjemme, eller etablere nye ladestasjoner.

Ladeaktørene og nettselskapene må kommunisere bedre

Dårlig koordinering mellom nettselskap og aktørene som ønsker tilknytning kan være en barriere som fører til at nye prosjekter drar unødvendig ut i tid.

For større anlegg som store ladestasjoner, landstrøm og fergeanlegg bør det i en tidlig fase etableres en god dialog mellom lokale nettselskaper og aktører som har behov for strømnett til ladeanlegg. Det er også viktig at nettselskapet har forståelse for behovet til kunden, slik at de kan foreslå løsninger som gir lavere nettkostnader og dermed lavere anleggsbidrag. For eksempel kan hurtigladestasjoner i noen tilfeller være fleksible med tanke på effekt og plassering. Å flytte en hurtigladestasjon noen hundre meter eller redusere effektbehovet, kan gi ganske store utslag på anleggsbidraget. Kunden bør derfor informere nettselskapet om at de er fleksible med tanke på effektbehov og plassering.

Nødvendige nettinvesteringer kan ta lenger tid å få på plass enn det nye forbruket. Det er viktig at nettselskapet blir informert av aktøren som planlegger nytt forbruk, for eksempel en ladestasjon eller landstrømanlegg, tidlig i prosessen. Forpliktende avtaler mellom det aktuelle nettselskapet og aktøren som skal tilknyttes, kan bidra til god koordinering og redusert risiko for unødige utredninger og feilinvesteringer hos begge parter.

De regionale kraftsystemutredningene (KSU) skal vurdere mulig utvikling i behov for overføringskapasitet og skape felles forståelse i samfunnet for endringer i kraftsystemet.[469] I arbeidet inviteres nettselskapene, kommuner, fylkeskommunen, fylkesmannen, større nettkunder og relevante interesseorganisasjoner. KSUen gjelder hovedsakelig for regional- og transmisjonsnettet, som er de nettnivåene som tar lengst tid å bygge ut. Det er viktig at elektrifiseringsbehov som kan påvirke dette nettnivået blir identifisert tidlig i KSU-arbeidet så man kan ta høyde for dette i planleggingen av nytt nett.

Dele kunnskap og erfaring mellom nettselskaper

En barriere som ladeinfrastrukturaktørene trekker opp i forbindelse med elektrifisering er manglende eller sen avklaring fra nettselskap på hva som er tilgjengelig effekt i nettet. Aktørene som ønsker tilknytning kan i noen sammenhenger ønske informasjon om hvor i nettet det er enklest eller mest hensiktsmessig å tilknytte seg, slik at de kan vurdere ulike tilknytningspunkt eller prioritere hvor de ønsker å tilknytte seg først. Enkelte aktører opplever også at prosessene rundt tilknytning varierer mye mellom nettselskapene.

Det i overkant av 100 nettselskaper i Norge. Siden aktørene som ønsker tilknytning for elektrifisering av transport kan ha andre behov enn de tradisjonelle nettkundene er det viktig at nettselskapene utveksler erfaringer seg imellom for å sikre at prosessene rundt tilknytning blir best mulig.

Energi Norge har satt i gang et prosjekt for å samle erfaringer fra nettselskapene som allerede har gjennomført prosjekter med tilknytning til busselskaper, fergeselskaper, borettslag og oppdrettsanlegg. Energi Norge vil lage en veileder med informasjon om utfordringer og erfaringer sett fra begge parter. Målet er at veilederen skal også bidra til bedre kommunikasjon mellom nettselskapet og de nye kundene, og skal være ferdig til mai 2020.

Vurdere strengere regulering av nettselskapet

Dagens regulering av prosessene rundt tilknytning gir generelle føringer for nettselskapet på de ulike stegene som må gjennomføres og stiller krav om at hvert steg skal skje uten ugrunnet opphold. Utviklingen i samfunnet generelt øker forventningene til nettselskapene om å bidra til et smart energisystem, raskere respons og økt informasjonsflyt gjennom for eksempel økt bruk av digitalisering i nettselskapenes arbeid med drift og utvikling av nettet, og av tjenestene brukerne ser når de er i kontakt med nettselskapet. Det er også aktuelt i forbindelse med elektrifisering av transport. De overordnede oppgavene for nettselskapene er de samme, men nettselskapene må være i stand til å ivareta disse oppgavene på en måte som er tilpasset forventningene, og også levere tjenester til nye kundetyper.

Energimyndighetene er opptatt av å sikre at reguleringene i tilstrekkelig grad bidrar til at nettselskapene tilpasser virksomheten til utviklingen i samfunnet og tar i bruk ny teknologi som gjør det mulig å utvikle og utnytte nettet mer effektivt.

[469] Arbeidet med KSU er regulert gjennom Forskrift om energiutredninger (FOR-2012-12-07-1158).

Reguleringsmyndigheten for energi har en pågående utredning[470] av ulike former for regulering som kan bidra til at nettselskapene leverer tjenester av rett kvalitet som er tilpasset nye krav og forventinger til nettvirksomheten, til lavest mulig kostnad for strømkundene.

Tabell A 42. Oversikt over barrierer og virkemidler som er aktuelle i tilknytning til ladeinfrastruktur

Hoved-barriere	Barrierer	Løsning	Virkemiddel
Ladeinfrastruktur			
Manglende lønnsomhet	Ikke tilstrekkelig ladeinfrastruktur i områder med mindre trafikkgrunnlag	Støtte til ladeinfrastruktur i områder hvor markedsgrunnlaget ikke er tilstrekkelig til at ladeinfrastrukturen blir lønnsom.	Økonomisk støtte fra Enova, fylkeskommuner og kommuner.
	Barrierer for markedsmodenhet	Investeringsstøtte i form av konkurranse kan være et godt virkemiddel for å få i gang markedet.	Økonomisk støtte fra Enova, fylkeskommuner og kommuner.
Konkurransebarrierer som skyldes tekniske standarder, uklart eierskap og betalingsløsninger	Mangel på standardisering av ladeinfrastruktur innen sjø- og tungtransport på vei	Gjennom Norsk Elektroteknisk Komite (NEK)s landstrømsforum jobber man for å oppnå felles problemforståelse, og prioritere standardisering for å lykkes med elektrifiseringen.	Samarbeid i NEK landstrømsforum. Felles krav til bruk av standarder i EU
	Tungvinte betalingsløsninger på ladestasjoner	Tilgang til betalingstjenester reguleres i EUs tredje og fjerde elmarkedsdirektiv (gjelder i utgangspunktet kun kraftleverandører og nettselskap) og i EUs direktiv 2016/2366 om betalingstjenester.	Regulering gjennom EU-regelverk. Kan vurdere regulering på sikt
	Uklart grensesnitt mellom ladeinfrastruktur og strømnettet	Reguleringsmyndigheten for energi (RME) kan avklare hvilke spenningsnivåer som normalt skal levers fra nettselskapet. NVE fortsetter å klargjøre hva som er praksis når det kommer til grensesnitt for nye typer kunder.	Myndighetene kan avgjøre praksis for grensesnitt for tilknytning til strømnettet
	Uklart eierskap til ladeinfrastruktur	Ansvarlig for anbudsprosesser bør etablere en beste praksis for eierskap.	

13.7.3 Manglende lønnsomhet er viktigste barriere for utbygging av ladeinfrastruktur

God tilgjengelighet på lading er en forutsetning for å elektrifisere transportsektoren, men manglende bedriftsøkonomisk lønnsomheter er en barriere for å bygge tilstrekkelig ladeinfrastruktur. Faktorer som utfordrer lønnsomhet kan være lav og variabel bruk av laderen, rimelig hjemmelading og tariffstruktur på nettleien. Som beskrevet i avsnitt 13.3.5 kan det for eksempel være spesielle

[470] Presentert på Norges Energidager 18.10.19: Menon Economics (2019). Krav til nettselskapene. Vurdering av aktuelle tilpasninger i regulering av nettvirksomheten.

utfordringer for å få lønnsomhet utenfor sentrale strøk i Norge. Støtte fra Enova eller andre aktører til utbygging av ladeinfrastruktur vil bidra til å redusere denne barrieren.

Barrierer for markedsmodenhet

For elbillading er det i dag flere aktører som bygger ladeinfrastruktur over hele landet. Selv om det er utfordringer med lønnsomheten enkelte steder er det et generelt markedsgrunnlag for hurtiglading for elbiler. For elektrifisering av fergesamband og landstrøm i havner er det ulike aktører som bygger nødvendig ladeinfrastruktur.

For elektrisk langdistansetransport på vei, som langdistansebusser og tungtransport, er det en generell høna-og-egget-problematikk. Det er en betydelig barriere å bygge allmenn tilgjengelige ladestasjoner før det finnes et marked av ladende kjøretøy.

Enova vurderer at investeringsstøtte i form av konkurranse om støtte ofte er et godt virkemiddel for å få i gang markedet. Når virkemiddel og støtteprogram skal utvikles er det viktig med god kunnskap om markedet slik at støtten innrettes slik at de mest kritiske delene av infrastrukturen bygges ut først. Det er imidlertid viktig å legge til rette for et marked med aktører som utvikler forretningsmodeller som ikke baserer seg på støtte, slik at markedet for infrastruktur for alternative drivstoff på sikt vil fortsette å utvikle seg uten offentlig støtte.

13.7.4 Konkurransebarrierer som skyldes tekniske standarder, pris- og betalingsmodell

Teknisk standardisering

Utvikling av standarder er drevet av behov og tar tid. Norge er tidlig ute med elektrifisering, og det er ikke utviklet standarder på alle områder. Innen elbillading har standardiseringen kommet langt, mens det innen flere fartøyskategorier for skip og båter gjenstår mye. Eksempelvis gir landstrømstandardene[471] per i dag begrenset mulighet for rask tilkobling.

For at en standard skal være levedyktig må den aksepteres av markedet, tas i bruk og vedlikeholdes/videreutvikles. En utfordring kan være at den enkelte aktør ikke ser den umiddelbare nytten ved å legge tid og ressurser i standardiseringsarbeidet, eller i å benytte standarder i sine produkter. For ferger spesifikt vil kort tid fra anbudsprosess til utbygging av nødvendig infrastruktur innebære at det ikke er tid til å vente på ferdige standarder, og proprietære løsninger blir valgt.

Norsk Elektroteknisk Komite (NEK) har ansvaret for norsk standardiseringsarbeid innen elektrisitet. Gjennom landstrømforum[472] tilstreber NEK å oppnå felles forståelse mellom aktører for hvilke utfordringer man står overfor og hvilke prioriteringer som er nødvendig, med hensikt å tydeliggjøre hvilken utvikling innen regelverk, standardisering og praksis som kan være hensiktsmessig for å lykkes med elektrifiseringen.

Betalingsløsningene må være enkle

Kompliserte betalingsløsninger kan være en stor barriere for brukerne av hurtigladestasjoner for personbiler. Ved å kreve registrering på ulike apper med brukernavn og passord, registrering av kredittkort flere ulike steder osv., kan det oppleves som svært tungvint å lade på ulike ladestasjoner. Etter hvert som elbiler blir vanligere, vil det også bli et større antall elbileiere som ikke har mulighet til (eller ønsker) å bruke nye og moderne betalingsløsninger.

---

[471] IEC/ISO/IEEE 80005-1 High Voltage Shore Connection (HVSC) Systems; IEC/ISO/IEEE 80005-2 High and low voltage shore connection systems – Data communication for monitoring and control; IEC/ISO/IEEE 80005-3 Low Voltage Shore Connection (LVSC) Systems.

[472] NEK. Landstrømsforum.

Tilgang til betalingstjenester reguleres i EUs tredje (og fjerde) elmarkedsdirektiv (gjelder i utgangspunktet kun kraftleverandører og nettselskap) og i EUs direktiv om betalingstjenester (direktiv 2016/2366). Det kan være hensiktsmessig å regulere betalingsløsningene som tilbys på ladestasjoner, men det må vurderes hvilket regelverk som skal regulere dette.

13.7.5 Nye bransjer og sektorer som ikke har hatt kontakt før skaper rom for nye aktører

Med elektrifisering møtes sektorer som tradisjonelt ikke har hatt kontakt før. For skinnegående trafikk finnes få og store, gjerne offentlig eide, selskaper som er ansvarlig for elektrisk infrastruktur, som Bane NOR og Sporveien. Når øvrige deler av transportsektoren skal elektrifiseres, vil nye kundegrupper som tradisjonelt ikke har hatt kontakt med kraftbransjen, måtte forholde seg til ukjent regelverk og nye utfordringer.

En annen barriere er uklarhet i hvem som skal eller ønsker å investere i ladeinfrastruktur. Dette gjelder spesielt for langtransport som har behov for å hurtiglade mellom stoppesteder og som ikke kan benytte ladeinfrastrukturen til elbiler, som langdistansebuss og lastebiler. I by og region gjøres gjerne investeringen i ladeinfrastruktur av en administrativ enhet med ansvar for kollektivtransport i dette området. Det er foreløpig ingen tydelige aktører som går foran for å bygge en ladeinfrastruktur til lastebiler og langdistansebusser. Det har naturlig nok sammenheng med at det ikke finnes mange elektriske kjøretøy av denne typen, men for at kjøretøyene skal komme må det også finnes ladeinfrastruktur. Det er mulig å se for seg at ladeinfrastrukturen kan utvikles gjennom regionale pakker, der transportørene og nettselskap i et område går sammen om å utvikle lading og investere i elektriske kjøretøy, slik som i prosjektet EL6[473].

For elbillading er det i dag flere aktører som bygger ladeinfrastruktur over hele landet. For elektrifisering av fergesamband og landstrøm i havner, er det i mindre grad aktører som har tatt på seg rollen som infrastrukturutbygger på flere steder. Hver havn og hvert fergesamband har stått for utbyggingen selv. Dette kan føre til uklarhet om roller og det kan oppleves som en barriere at det ikke er etablerte aktører som har tatt rollen som utbygger av ladeinfrastruktur. Samtidig ser man at det dukker opp selskaper som for eksempel Plug[474], som vil bygge ut landstrømanlegg i flere havner.

13.7.6 Grensesnitt mellom ladeaktører og nettselskap er i stor grad avklart

Med nye aktører som ønsker å tilknytte seg nettet, oppstår det også nye problemstillinger knyttet til hvordan man skal definere grenseskillet mot strømnettet. For aktørene som ønsker tilknytning kan det være en barriere at det i en periode kan være uforutsigbarhet i hvor eiergrenseskillet mellom ladeanlegget og nettselskapet nettinfrastruktur går. Manglende standardisering på grensesnitt kan gi et uklart bilde.

For å for å bidra til klarhet rundt grensesnitt i for nettilknytning har NVE blant annet publisert faktaark[475] for tilknytning av forbrukere og produsenter til strømnettet. Faktaarket gir en oversikt over regelverket for tilknytning av kraftbrukere og kraftprodusenter på ulike nettnivåer, og hvilke nettanlegg som krever konsesjon etter energiloven. Samtidig er det viktig at NVE fortsetter å klargjøre hva som er etablert praksis når det kommer til grensesnitt for nye typer kunder.

[473] EL6 – På vei mot elektrisk lastebiltransport langs E6.
[474] BKK (2019). BKK etablerer landstrømselskap sammen med Bergen Havn. 21.09.18.
[475] NVE (2018). Tilknytning av forbrukere og produsenter til strømnettet. Faktaark nr. 4 11/2018.

14 Energietterspørsel og mer om bioenergi

Tiltakene i Klimakur 2030 kan øke strømforbruket i Norge med 5,8 TWh mot 2030, utover forbruket som allerede ligger i referansebanen. Ytterligere elektrifisering av transportsektoren bidrar mest til denne oppgangen. Det norske kraftsystemet kan håndtere elektrifiseringstiltakene i Klimakur 2030. Totalt anslår NVE at det vil bli brukt 153 TWh strøm i Norge i 2030. Dersom foreslåtte tiltak i Klimakur 2030 blir gjennomført, kan dette øke strømforbruket til 159 TWh i 2030. Det vil da fortsatt være et estimert kraftoverskudd på 15 TWh i Norge.

Tiltakene i Klimakur 2030 vil også øke forbruket av bioenergi. Elektrifisering og aktivitetstiltak i transportsektoren vil redusere drivstofforbruket, og dermed forbruket av biodrivstoff. Justert for dette kan det bli økt behov for bioenergi på ca. 2,7 TWh fra 2018 til 2030.

For å redusere risikoen for at økt bruk av biodrivstoff bidrar til ytterligere press på landarealene i verden, og redusere risikoen for indirekte arealbruksendringer, er det i Klimakur 2030 lagt til grunn at økt bruk av biodrivstoff i transportsektoren kun skjer med avansert flytende biodrivstoff og biogass. For å stimulere til økt produksjon av mer avansert biodrivstoff og biobrensel, og minimere risikoen for indirekte effekter ytterligere, kan en se på virkemidler som fremmer andre avanserte råstoff enn brukt matolje og animalsk fett. Karbonfangst og -lagring av CO_2 fra biodrivstoffproduksjon vil øke klimaeffekten av avansert biodrivstoff. I tillegg kan det stilles bærekraftskriterier til all bruk av biodrivstoff og biobrensler. Dette vil sikre et minimumskrav til klimaeffekt av drivstoffet og brenselet også i bygg, industri og fjernvarme, stimulere til bærekraftig produksjon, samt redusere risikoen for at ikke-bærekraftig biodrivstoff og biobrensler forskyves til sektorer hvor det ikke stilles krav.

14.1 Forbruk av strøm og bioenergi

Dette delkapittelet gir en oversikt over endringene i forbruk av bioenergi og strøm som ville følge av tiltakene i Klimakur 2030 om de ble gjennomført, i perioden fra 2018 til 2030. Oversikten viser at etterspørselen etter elektrisitet og bioenergi øker i referansebanen og vil øke ytterligere som følge av tiltakene i Klimakur 2030. Det beregnede strømforbruket i 2030 vurderes opp mot NVEs anslag på produksjon av strøm i 2030.

14.1.1 Det norske kraftsystemet kan håndtere elektrifiseringstiltakene i Klimakur 2030

Tiltakene som er utredet i Klimakur 2030 vil øke etterspørselen etter noen typer energivarer, og strøm er energivaren som vil øke mest basert på antagelsene som er gjort. Det er beregnet at tiltakene kan øke strømforbruket med 5,8 TWh mot 2030. Dette er utover forbruksøkningen av strøm som allerede ligger i referansebanen. Til sammen kan dette gi en oppgang i strømforbruk innenfor ikke-kvotepliktig aktivitet på 9,4 TWh fra 2018 til 2030. Tabell A 43 gir oversikt over forventet endring i strømforbruk i referansebanen i forhold til 2018 og ytterligere økning dersom tiltakene i Klimakur 2030 gjennomføres.

Tabell A 43 viser at det er innen veitransport og i sektoren sjøfart, fiske og havbruk at strømforbruket i ikke-kvotepliktig sektor kan øke mest mot 2030. I veitransport kan strømforbruket øke fra 0,3 TWh i 2018 til 6,2 TWh i 2030, dersom alle tiltakene i Klimakur 2030 blir gjennomført. Innen sjøfart, fiske og havbruk kan det også bli en betydelig oppgang, opp mot 2 TWh.

Andre tiltak som elektrifisering av dieseltog, elektriske anleggsmaskiner, redusert bruk av fossil energi i ikke-kvotepliktig industri, redusert bruk av ved og utfasing av fossil oppvarming i husholdninger og yrkesbygg, vil også bidra til oppgang i strømforbruket.

I 2018 ble det produsert 147 TWh strøm og brukt til sammen 136 TWh strøm i alle sektorer i Norge. Fram mot 2022 er det ventet at produksjonen av strøm vil øke betydelig, hovedsakelig på grunn av mer vindkraft. Etter 2022 er det antatt lavere vekst i strømproduksjonen. NVE har anslått at det kan bli produsert 174 TWh strøm i Norge i 2030. NVE forventer også at forbruket av strøm vil øke mye de nærmeste årene. Det er utvidelser og nye store anlegg innen kraftintensiv industri, petroleumsnæringen og datasentre som er de viktigste årsakene til denne oppgangen. Det meste av utslippene i disse næringene er kvotepliktige. Elektrifisering av transportsektoren vil også bidra til økt strømforbruk, men mengden strøm til transport er likevel beskjeden sammenlignet med strømforbruket i kraftintensiv industri og samlet forbruk i husholdninger og tjenesteytende næringer. I NVEs anslag på strømforbruk mot 2030 ligger det inne et forbruk av strøm i transportsektoren lik referansebanen i NB2020. Totalt anslår NVE at det vil bli brukt 153 TWh strøm i Norge i 2030. Dersom foreslåtte tiltak i Klimakur 2030 blir gjennomført, kan dette øke strømforbruket til i ca. 159 TWh i 2030. Det vil da fortsatt være et kraftoverskudd på 15 TWh i Norge.

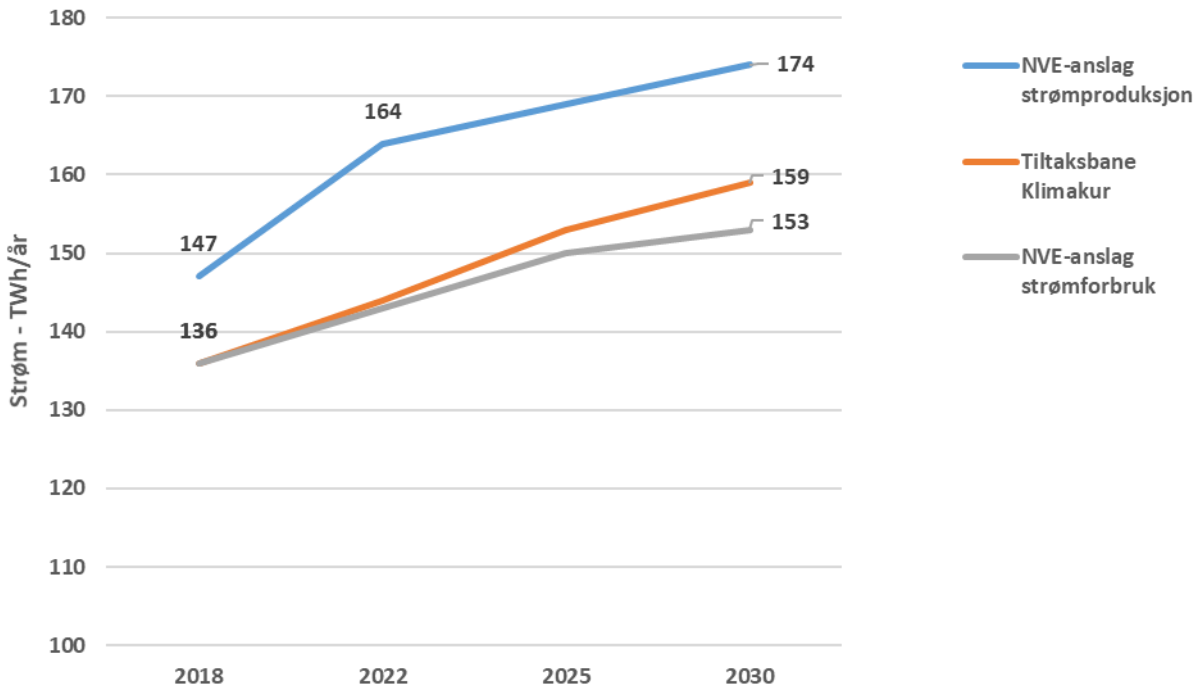
Tabell A 43. Strømforbruk fra ikke-kvotepliktige aktiviteter og økt forbruk i referansebanen for 2030 og fra tiltak i Klimakur 2030. Kilde: SSB og Miljødirektoratet.

	Strømforbruk 2018	Referansebane økt forbruk i forhold til 2018	Tiltak økt forbruk utover ref.bane.	Strømforbruk 2030 etter tiltak
Næring	**TWh**	**TWh**	**TWh**	**TWh**
Veitransport	**0,3**	**+3,2**	**+2,7**	**6,2**
Personbiler	0,3	+2,4	+1,2	3,9
Varebiler		+0,3	+0,4	0,7
Busser		+0,2	+0,6	0,8
Lastebiler (inkl. trailere)		+0,3	+0,5	0,8
Sjøfart, fiske og havbruk		**+0,3**	**+1,7**	**2,0**
Ferger		+0,3	+0,3	0,6
Skip			+0,5	0,5
Landstrøm			+0,6	0,6
Havbruk (oppdrett)			+0,3	0,3
Bane	**0,6**		**+0,1**	**0,7**
Maskiner			**+0,7**	**0,7**
Ikke-kvotepliktig industri	**7**	**+0,1**	**+0,6**	**7,7**
Bygninger	**66,1**			**66***
Sum ikke-kvotepl. aktiviteter	**74**	**+3,6**	**+5,8**	**83,3**

** Ufasing av olje og gass til oppvarming i bygg vil øke strømforbruket, men dette vil bli veid opp av mer energieffektive boliger og yrkesbygg mot 2030.*

Usikkerheten i NVEs langsiktige kraftanalyser øker med tidshorisonten. Fram til 2022 bygger analysene på kjente planer for ny kraftproduksjon og nye store kraftbrukere. Ny vindkraft er den viktigste kilden til økt kraftproduksjon i Norge de neste tre årene og de fleste anleggene som planlegges og bygges i dag vil stå ferdige i løpet av 2022. NVE anslår at kraftproduksjonen i Norge vil nå 164 TWh i 2022 og dette er et ganske sikkert estimat. Dette estimatet gjelder for et år med vind og nedbør likt et normalår.

Tilsvarende er de fleste nye store anleggene på forbrukssiden fram til 2022 under bygging og vil stå ferdig dette året. Vi anslår at dette vil øke strømforbruket i Norge til 143 TWh i 2022. Det betyr at det i 2022 vil være et kraftoverskudd på 21 TWh i Norge. Etter 2022 blir usikkerheten i NVEs estimater stadig større, men det er relativt sikkert at vi vil ha kraftoverskudd i Norge fram til 2030. Dette gir rom for mer elektrifisering i mange sektorer. Kraftoverskuddet er illustrert i Figur A 93, som viser utvikling i samlet produksjon og forbruk av strøm i Norge mot 2030, i NVEs framskriving og med tiltakene i Klimakur 2030 på toppen av NVEs anslag på strømforbruk i 2030.



Figur A 93. Anslag på produksjon og forbruk av strøm i Norge mot 2030. Kilde: NVE.

Elektrifiseringen av transportsektoren stopper ikke opp etter 2030. Det er derfor viktig å ta høyde for at strømforbruket til transport kan øke betraktelig mot 2040. Den totale veksten i strømforbruk dempes likevel av redusert strømforbruk i bygninger. NVE forventer at strømforbruk i bygninger kan gå ned, etter hvert som det blir stadig mer energieffektive bygg, elektriske apparater og belysning. I tillegg kan varmere klima gi lavere oppvarmingsbehov.

Hydrogen kan også bli en viktig energivare i overgangen til lavutslippssamfunnet. Dette gjelder spesielt for tunge transportmidler som skal gå langt, for eksempel trekkvogner på vei og skip. I Klimakur 2030 er det lagt inn noe bruk av hydrogen i tiltakene for sjøfart, fiske og havbruk. Det er også en aktuell mulighet i andre sektorer. Dersom hydrogen blir laget ved elektrolyse vil dette kreve mye strøm. I NVEs langsiktige kraftmarkedsanalyse fra 2019, er det lagt inn at det produseres stadig mer hydrogen i Norge og at det i 2040 brukes over 2 TWh strøm til elektrolyse av hydrogen. Dette vil

gi mellom 1 og 1,5 TWh hydrogen, avhengig av virkningsgraden i produksjonsprosessen. Det er ikke vurdert om dette er nok til å dekke tiltakene i Klimakur 2030. Dette er et forsiktig anslag på produksjon av hydrogen i Norge og det kan bli oppjustert når vi ser at denne industrien kommer i gang.

I Klimakur 2030 er ammoniakk sett på som mulig drivstoff i skipsfart. Det ligger som en forutsetning for dette at ammoniakken produseres med hydrogen som enten kommer fra elektrolyse med fornybar kraft, eller fra reformering av naturgass med CCS. Produksjon av ammoniakk kan også øke forbruket av strøm i kvotepliktig industri.

14.1.2 Tiltakene øker forbruket av bioenergi

I 2018 ble det til sammen brukt 16 TWh bioenergi i Norge. Dette forbruket er fordelt på 5,7 TWh ved i husholdningene, 0,2 TWh bioenergi i tjenesteytende næringer, 3,3 TWh bioenergi i industrien, 2,4 TWh flis til produksjon av fjernvarme og 4,5 TWh biodrivstoff. Biodrivstoff til transport varierer betydelig fra år til år, i 2019 var forbruket over 6 TWh.

Biodrivstoff

Biodrivstoff er flytende eller gassformig brensel til transport, mens biobrensel er brensel til andre energiformål som oppvarming og elektrisitet. Biodrivstoff og biobrensel kan produseres av en rekke ulike råstoff. Konvensjonelt biodrivstoff lages typisk av matoljer fra raps, soya eller palme. Avansert biodrivstoff og biobrensel er laget av såkalte avanserte råstoff, det vil si rester, avfall, samt biprodukter fra treforedlingsindustri og kommersielt umodne råstoff som alger og bakterier. Råstoffene som anses som avanserte er angitt i produktforskriften, hvor råstoffene er inndelt i del A og del B. Del A inneholder råstoff som innebærer bruk av teknologi som er mer innovativ og mindre moden (matavfall, husdyrgjødsel, avløpsslam, tallolje, rester, avfall og biprodukter fra skogindustrien m.m.), mens del B inneholder brukt matolje og animalsk fett - modne råstoff som i stor grad er fullt utnyttet i dag.

Faktaboks A 23. Biodrivstoff.

Hvor mye forbruket av bioenergi vil øke mot 2030 er usikkert. Det er faktorer som trekker i begge retninger. Omsetningskravet for biodrivstoff i veitransport øker fra 12 til 20 prosent fra 2020. Dette kan gi en økning i forbruket. Biodrivstoff utover omsetningskravet blir pålagt veibruksavgift i løpet av 2020. Dette kan redusere bruken av biodrivstoff. En høyere andel avansert biodrivstoff kan også redusere volumet innblandet biodrivstoff helt ned til 10 prosent, ettersom avansert biodrivstoff teller dobbelt under omsetningskravet.

I referansebanen ligger et forbruk på 4,6 TWh (500 millioner liter) flytende biodrivstoff i 2030, som følge av omsetningskravet. Dette er omtrent på nivå med det samme som ble brukt i 2018. Tiltakene i Klimakur 2030 gir betydelig flere elektriske kjøretøy og mindre transportarbeid enn det som ligger i referansebanen. Dette vil gi lavere forbruk av bensin og diesel i veitransport og dermed redusere volumet biodrivstoff som følge av omsetningskravet til 3 TWh (330 millioner liter) i 2030. Selv om mange av tiltakene i Klimakur 2030 innebærer økt bruk av bioenergi, vil redusert bruk av ved i husholdningene og lavere volum biodrivstoff i veitransport begrense veksten. Totalt er det anslått en netto oppgang i bruk av bioenergi på ca. 2,7 TWh fra 2018 til 2030.

Tabell A 44 gir oversikt over økt og redusert forbruk av bioenergi i ulike sektorer dersom tiltakene i Klimakur 2030 gjennomføres. For biodrivstofftiltakene er forbruket beregnet årlig, mens for andre tiltak er mengdene basert på tidligere utredninger eller grove anslag med høy usikkerhet. For ytterligere detaljer om tiltakene henvises det til sektorkapitlene og tiltaksarkene.

Tabell A 44. Forbruk av bioenergi i Norge i 2018 og endringer mot 2030 som følge av Klimakur 2030.

Forbruk av bioenergi (TWh)	
Samlet bruk av bioenergi i 2018	**16**
Biodrivstoff	4,5*
Bioenergi i industri, bygg og fjernvarme	11,5
Økt forbruk i 2030 som følge av tiltak i Klimakur 2030	**+ 5,0**
10 % høyere innblanding i veitransport (HVO-biodiesel[476])	+ 1,9
Biogass i trekkvogner	+ 0,3
Biogass i skipsfart	+ 0,9
HVO-biodiesel i skipsfart	+ 0,1
HVO-biodiesel i anleggsdiesel	+ 0,6
Bioenergi til byggvarme (inkl. biogass)	+ 0,1
Bioenergi i ikke-kvotepliktig industri (inkl. biogass)	+ 0,6
Biokull i landbruk	+ 0,3
Biopellets på Svalbard	+ 0,2
Redusert forbruk i 2030 som følge av tiltak i Klimakur 2030	**- 2,3**
Lavere bruk av biodrivstoff pga. elektrifisering og aktivitetstiltak	- 1,6
Redusert vedfyring	- 0,7
Netto endring fra 2018 til 2030 som følge av tiltak i Klimakur 2030	**+ 2,7**
Flytende biodrivstoff	+ 1,0**
Biogass	+ 1,3
Fast virke (ved, flis, pellets, biokull)	+ 0,4

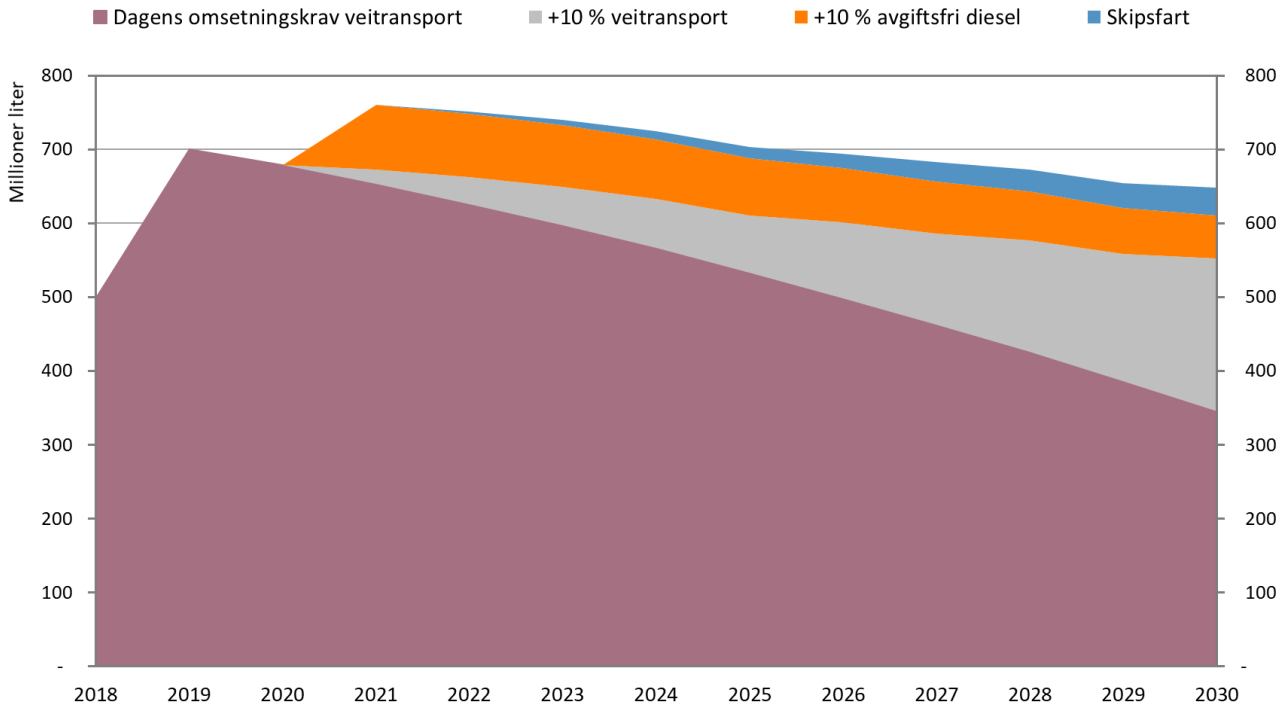
** Forbruket av biodrivstoff i 2018 tilsvarer omtrent beregnet forbruk av biodrivstoff i 2030 i referansebanen*
*** Samlet forbruk av flytende biodrivstoff i veitransport, skip og ikke-veigående maskiner i 2030 blir 4,5 TWh + 1,0 TWh = 5,5 TWh.*

[476] HVO (hydrotreated vegetable oil) er biodiesel laget ved å hydrogenbehandle vegetabilsk olje eller animalske fettstoff. HVO har tekniske egenskaper tilnærmet lik fossil diesel. Kan være avansert eller konvensjonelt, avhengig av råstoffet det er laget av.

Betydelig økning av biogass og nedgang av totalt drivstoffkonsum

En rekke biogasstiltak gjør at forbruket av biogass er beregnet å øke med 1,3 TWh i 2030 dersom tiltakene gjennomføres. I 2018 ble det brukt ca. 0,25 TWh til transportformål. Biogass i skipsfart er det desidert største tiltaket, etterfulgt av biogass i trekkvogner. Det er også antatt noe bruk til oppvarming og industri.

Volumet av flytende biodrivstoff som følge av tiltakene er vist i Figur A 94. Volumet biodrivstoff fra dagens omsetningskrav på 20 prosent vil reduseres betydelig fram mot 2030 som følge av økende antall elbiler i utslippsframskrivingen i NB2020 og tiltakene i Klimakur 2030. Totalforbruket vil øke noe med biodrivstofftiltakene i Klimakur 2030 i starten av perioden, men reduseres fram mot 2030 til om lag 650 millioner liter. Dersom de andre Klimakur-tiltakene ikke gjennomføres vil forbruket av biodrivstoff i tiltakene bli vesentlig høyere.



Figur A 94. Forbruk av flytende biodrivstoff i transport fra 2018 til 2030 fra dagens omsetningskrav i veitransport på 20 prosent og tiltakene i Klimakur 2030, forutsatt at alle andre Klimakur-tiltak gjennomføres. Volumet biodrivstoff fra dagens omsetningskrav vil reduseres betydelig fram mot 2030 som følge av økende antall elbiler i utslippsframskrivingen i NB2020 og tiltakene i Klimakur 2030.

Økt bruk av bioenergi vil kreve mye biomasse

I dag blir det meste av det flytende biodrivstoffet som brukes i Norge importert. Hvis dette alternativt blir produsert innenlands vil det kreve mye biomasse. Dersom de 4,5 TWh biodiesel og bioetanol som ble brukt i 2018 skulle blitt produsert i Norge, ville det krevd et sted fra 6 til 8 TWh biprodukter og rester fra skog, basert på ressursanslagene til kjente planer for produksjon av biodrivstoff. I Norge har St1, Silva Green Fuel og Biozin planer om å bygge fabrikker for produksjon av biodrivstoff fra skogsvirke. Dersom den økte etterspørselen etter biogass skal dekkes av norsk biogass må produksjonen økes betydelig. Produksjonen av pellets må også øke dersom etterspørselen skal møtes uten økt import. Produksjon av biodrivstoff i Norge er nærmere omtalt senere i kapittelet.

Ved vurdering av hvor mye bioenergi som kan dekkes av innenlandske bioressurser, må man også ta hensyn til eventuell økt etterspørsel etter bioenergi fra kvotepliktige aktiviteter. Spesielt innen kvotepliktig industri kan etterspørselen etter bioenergi øke betraktelig, både som brensel og som råstoff i form av trekull i stedet for fossilt kull eller til materialproduksjon. I luftfart er det fra 2020 et omsetningskrav på avansert biodrivstoff på 0,5 prosent. I NTP 2018-2029 er regjeringens ambisjon 30 prosent biodrivstoff i luftfart i 2030.[477] En eventuelt storstilt produksjon av biodrivstoff til veitransport, ikke-veigående maskiner og skipsfart i Norge, vil derfor konkurrere med andre formål skogen kan brukes til.

14.2 Tilgjengelighet og pris på flytende biodrivstoff

14.2.1 Flere konkrete planer for norsk produksjon av avansert biodrivstoff fram mot 2030

Norsk produksjon av flytende biodrivstoff er i dag på 140 millioner liter, hvor 20 millioner liter er avansert bioetanol fra Borregaard basert på avfall og rester fra norsk skogindustri. Resten av produksjonen er FAME-biodiesel[478] fra Adesso Bioproducts i Fredrikstad, framstilt av importert raps. Mesteparten av denne FAME-biodieselen eksporteres. I tillegg planlegges fire konkrete industriprosjekter for produksjon av avansert biodrivstoff (del A) basert på eksisterende biprodukter fra skogindustrien i Norge, vist i Tabell A 45.

Tabell A 45. Planlagt produksjon av flytende biodrivstoff i Norge.

Aktør, sted	Råstoff	Volum per år	Mulig oppstart	Type biodrivstoff
St1, Follum	Industriflis 500 000 m^3	50 mill. liter	2023	Etanol (+biogass og biokull)
Silva Green Fuel, Tofte	Industriflis	100 -150 mill. liter	2024/2025	Halvfabrikata Drop-in bensin, diesel og jetdrivstoff (del A)
Biozin, Åmli	Industriflis 700 000 m^3	120 mill. liter	2023	Halvfabrikata til raffinerier. Drop-in bensin, diesel og jetdrivstoff (del A)
Quantafuel, Østlandet	Industriflis	10 mill. liter	Ukjent	Biojetdrivstoff (del A)

Prosjektene har en samlet investeringsramme på anslagsvis 14 milliarder kroner. Aktørene planlegger blant annet å ta i bruk industriflis som per i dag eksporteres ut av landet, og de oppgir at produksjonsvolumene ikke vil føre til økt uttak av tre fra norsk skog. Selv om det ikke planlegges å ta i bruk råstoff som fører til direkte økning i uttaket fra norsk skog, kan det likevel tenkes at økt etterspørsel indirekte vil føre til økt uttak. Investeringsbeslutning for anleggene har vært utsatt flere

[477] 30 % biodrivstoff i luftfart i 2030 tilsvarer 390 millioner liter basert på framskrivingene av innenriks luftfart i NB2020 og utenriks luftfart i Norges rapportering til UNFCCC. Etterspørselen etter biodrivstoff vil kunne reduseres dersom det innføres elektriske fly på kortbanenettet i Norge. Reduksjonen er grovt anslått til 15 millioner liter biodrivstoff i 2030, basert på antagelse om 75 % reduksjon i drivstofforbruk.

[478] FAME (fatty acid methyl ester) er biodiesel framstilt fra vegetabilske oljer, som for eksempel soya-, raps- og palmeolje. Har en helt annen kjemisk struktur enn fossil diesel.

ganger, av ulike årsaker. Mulig produksjonsstart er nå i år 2023/2024, med et produksjonsvolum på totalt ca. 300 millioner liter årlig. Et slikt volum vil kunne dekke halvparten av anslått etterspørsel etter biodrivstoff i Norge i 2030 medregnet tiltakene utredet i Klimakur 2030, men ikke medregnet ambisjonen om 30 prosent biodrivstoff i luftfart og etterspørsel til kvotepliktig aktivitet.

14.2.2 Forventet økning i global produksjon av avansert flytende biodrivstoff

Global produksjon av flytende biodrivstoff til transportformål har økt kraftig i løpet av de siste 10-15 årene, og biodrivstoff representerer omtrent 3,4 prosent av alt drivstoff som benyttes i transportsektoren på global basis. Globalt ble det produsert 153 milliarder liter (omtrent 1 050 TWh) biodrivstoff i 2018.[479] De største produsentlandene er USA og Brasil, etterfulgt av Kina, Tyskland og Indonesia. Biodrivstoff er en global handelsvare, og selv om det er en klar sammenheng mellom et lands produksjon og forbruk av biodrivstoff, foregår det betydelig handel mellom nasjoner.

Avanserte råstoff er en begrenset ressurs. Produksjonen av avansert biodrivstoff utgjorde omtrent tre milliarder liter i 2017, som tilsvarer i underkant av 3 prosent av den globale produksjonen av biodrivstoff.[480] Så godt som all produksjon av avansert biodrivstoff var HVO-biodiesel. HVO-produksjonen domineres av et fåtall aktører og selges i dag ikke på et åpent marked, noe som gjør at prisene ikke nødvendigvis er satt ut fra produksjonskostnadene. Hovedprodusentene av HVO (både konvensjonell og avansert) i Europa er Neste Oil, Preem og UPM, der Neste Oil står for over 90 prosent av totalproduksjonen. UPM og Preem produserer for det meste avansert HVO fra tallolje. Neste Oil benytter flere ulike typer råstoff i produksjon av HVO, deriblant konvensjonelle råstoff som palmeolje.

CIT Industriell Energi har på oppdrag fra Miljødirektoratet vurdert global produksjon av avansert biodrivstoff fram mot 2030. Dette er basert på en kartlegging av eksisterende produksjonsanlegg og kjente planer for nye anlegg. Biodrivstoff deles generelt inn i tre kategorier avhengig av hvilken type råstoff som benyttes, se Faktaboks A 23.

CIT Industriell Energi estimerer en økning i produksjonen fra 3,3 milliarder liter i 2018 til mellom 13-18 milliarder liter avansert biodrivstoff i 2030. Av dette utgjør avansert HVO og andre former for drop-in[481] biodiesel 7-10 milliarder liter, men den nøyaktige fordelingen på A- og B-råstoff er usikker. Det er eksempelvis ventet en betydelig økning i svensk og finsk produksjon, basert på tallolje, sagflis og andre skogsråstoff. Den forventede veksten skyldes blant annet at det reviderte fornybardirektivet har satt forpliktende mål for alle EU-land om bruk av 14 prosent fornybar energi i transportsektoren i 2030, hvor minst 1,75 prosent må være avansert biodrivstoff (del A-råstoff). Til sammenligning er dagens avansertandel i Europa på 0,2 prosent.[482]

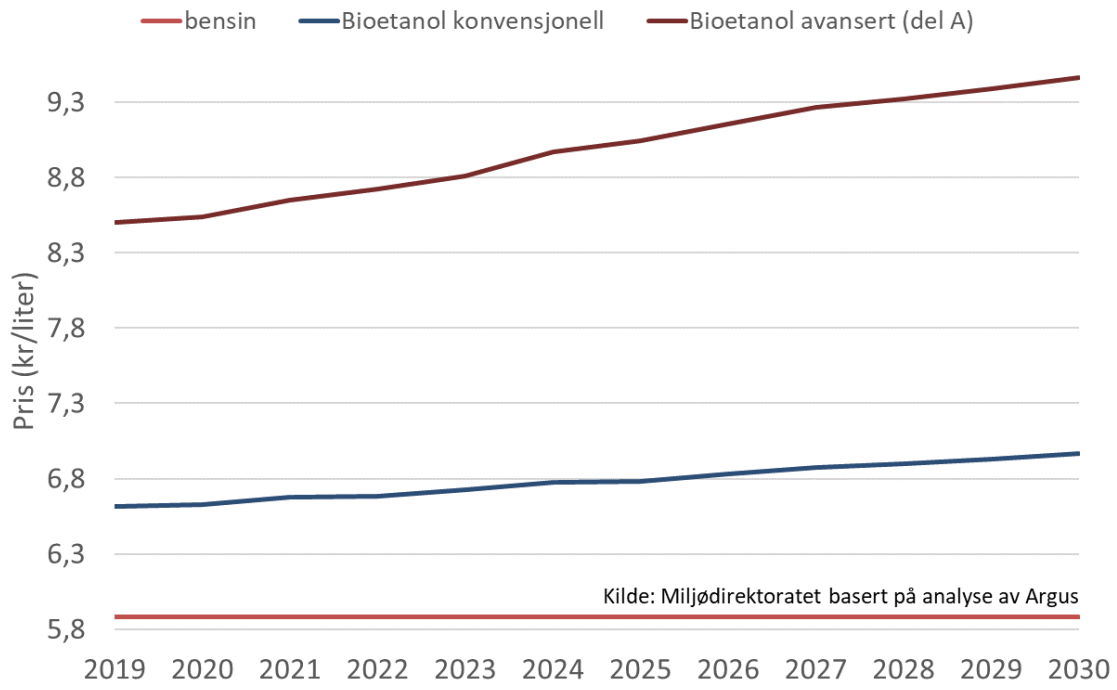
14.2.3 Økende pris på biodrivstoff fram mot 2030

Argus Consulting utarbeidet våren 2019 en markeds- og prisanalyse for ulike typer flytende biodrivstoff og biobrensel for Miljødirektoratet. Prisestimatene fra Argus er blant annet basert på forventet etterspørsel i EU som følge av kravene i fornybardirektivet. Det er stor usikkerhet, og forventet prisoppgang er på mellom 7 og 30 prosent fra 2019 til 2030. Biodrivstoff og biobrensel av

[479] REN21 (2019). Renewables 2019 – Global status report.
[480] CIT Industriell Energi (2019). Production of liquid advanced biofuels - global status. Rapport M-1420|2019. Oppdragsrapport for Miljødirektoratet.
[481] Med drop-in menes biodrivstoff som er funksjonelt likt fossilt drivstoff og kan blandes inn i eksisterende infrastruktur. HVO er en type drop-in biodrivstoff.
[482] USDA Foreign Agricultural Service (2019). EU Biofuels Annual 2019.

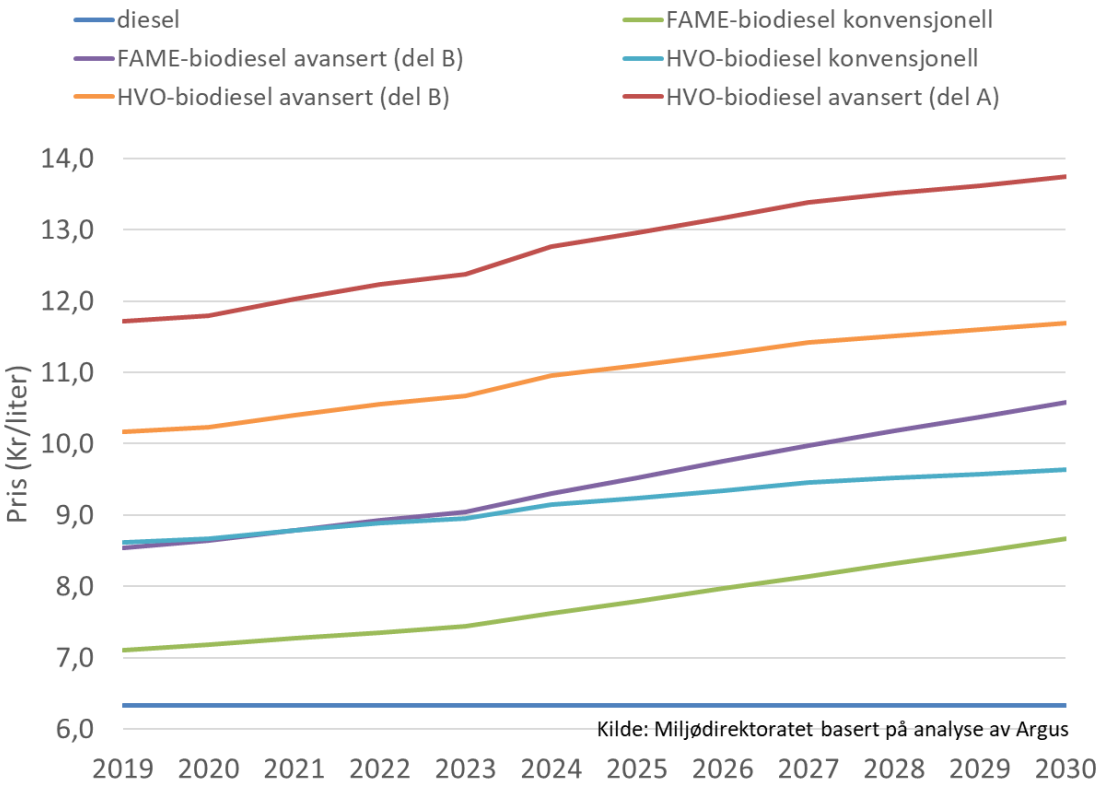
avanserte råstoff (del A) er 50 prosent dyrere eller mer i hele perioden enn biodrivstoff/brensel av konvensjonelt råstoff, og rundt 20 prosent dyrere enn biodrivstoff og biobrensel basert på brukt matolje og animalsk fett (del B). Volumet avansert biodrivstoff fra tiltakene i Klimakur 2030, dersom de gjennomføres, er trolig ikke stort nok til å påvirke den globale prisen på avansert biodrivstoff, men dersom den *globale* etterspørselen etter avansert biodrivstoff øker, vil prisene kunne øke betydelig utover estimatene i analysen.

Figur A 95 viser prognose for prisutvikling for bioetanol med flat pris på fossil bensin. Prisene er oppgitt i liter, og på grunn av lavere energiinnhold i bioetanol må det blandes inn mer enn én liter etanol for å erstatte én liter bensin. Prisene inkluderer ikke avgifter. Bioetanol framstilles ikke fra fett, og avansert bioetanol er derfor kun laget av råstoff på del A-lista. Avansert bioetanol antas å være 60 prosent dyrere enn bensin i 2030. I dagens standardbensin i det norske markedet kan det blandes inn inntil 5 prosent bioetanol. Det finnes imidlertid også andre biokomponenter som kan blandes inn i bensin i dag, som bio-nafta. Ettersom volumene foreløpig er små, er de ikke vist her.



Figur A 95. Prognose for prisutvikling for bioetanol med flat pris på fossil bensin. Priser uten avgifter (kr/l). Basert på analyse fra Argus Media og bearbeidet av Miljødirektoratet.

Figur A 96 viser prisprognose for ulike typer biodiesel og antatt flat pris på fossil diesel. Prisene er uten avgifter. For HVO er det oppgitt priser for konvensjonell og avansert del A og del B. Avansert FAME-biodiesel produseres nesten utelukkende fra brukt matolje og animalsk fett, og det er dermed kun oppgitt pris for del B. Avansert HVO del A antas å bli omtrent 90 prosent dyrere enn fossil diesel i 2030.



Figur A 96. Prognose for prisutvikling for biodiesel med flat pris på fossil diesel. Priser uten avgifter (kr/l). Basert på analyse fra Argus Media og bearbeidet av Miljødirektoratet.

Gitt disse prisene har Miljødirektoratet beregnet de samfunnsøkonomiske tiltakskostnadene (kroner per tonn CO_2 redusert) for de ulike biodrivstofftiltakene. Ulike typer flytende biodrivstoff og biobrensel har forskjellige egenskaper og tekniske begrensninger og dermed ulike bruksområder. Dette gjelder særlig for FAME-biodiesel, som av tekniske årsaker er mindre egnet til bruk i skipsfart, fritidsbåter og anleggsektoren. For informasjon om tekniske detaljer og tiltakskostnader for hvert spesifikt biodrivstofftiltak henvises det til tiltaksarkene.

14.3 Tilgjengelighet og pris på biogass

14.3.1 Begrenset produksjon i dag

Tilgangen på biogass er begrenset i Norge i dag, men har potensial for betydelig vekst. I 2018 ble biogass tilsvarende drøye 0,5 TWh produsert i Norge, hvorav ca. 40 prosent ble oppgradert til drivstoffkvalitet.[483] De resterende mengdene ble brukt som strøm/varme til intern bruk på biogassanlegget eller faklet.

Produksjonen av biogass som drivstoff er i vekst og vil ifølge Energigass Norge være rundt 400 GWh i 2020. I Norge er det nå 14 anlegg som oppgraderer biogass til drivstoffkvalitet. Foreløpig har kun to av disse produksjonsanlegg for flytendegjøring av gassen (LBG), nemlig Biokraft på Skogn og RBA (EGE, Oslo kommune). En viktig driver har vært at både Volvo, Scania og Iveco har lansert serieproduserte trekkvogner for LBG, som har tilnærmet lik yteevne som tilsvarende dieselkjøretøy. Tungtransportmarkedet er et potensielt stort marked for biogass i Norge og ellers i Europa. Skalafordeler, logistikkfordeler og nye markedsmuligheter veier tungt i vurderingene for LBG-produksjon, som er en mer kostbar teknologi enn komprimert biogass (CBG). Fordi LBG er et teknisk substitutt for LNG, åpner LBG-produksjon også markedsmuligheter i skipsfart og industri. I disse markedene er imidlertid den bedriftsøkonomiske merkostnaden i dag vesentlig større enn i veitransportmarkedet. Dette skyldes lavere avgiftsnivå på fossil energi.

På slutten av 2018 ble verdens største anlegg for produksjon av flytende biogass (LBG), Biokraft, Skogn, satt i drift. Biokraft har en produksjonskapasitet på 125 GWh, og prosjekterer dobling av denne kapasiteten. Flere nye biogassanlegg med LBG-produksjon, som VEAS i Asker og SNG på Stord, er under prosjektering, og eksisterende anlegg, som Greve biogass, vurderer eller planlegger LBG-produksjon. På kort sikt foreligger det konkrete planer om utbygging av kapasitet for LBG-produksjon på rundt 600 GWh, når også dagens kapasitet inkluderes.

14.3.2 Stort potensial for biogassproduksjon i Norge i 2030

Tidligere potensialstudier for biogass har estimert det realistiske produksjonspotensialet til mellom 2,3 og 5 TWh, som innebærer ca. 230-500 millioner Nm^3, dersom det oppgraderes til drivstoffkvalitet.[484] På oppdrag fra Miljødirektoratet har Carbon Limits levert en oppdatert potensialstudie, som inkluderer alle mulige avfall- og restråstoff for biogassproduksjon basert på anaerob utråtning.[485,486] De analyserte avfallstypene egner seg i liten grad til annen type drivstoffproduksjon, og kan ha en stor positiv tilleggseffekt dersom restene fra biogassproduksjonen blir utnyttet som gjødsel, eller jordforbedringsprodukter. Se mer i kapittel 7 om bruk av husdyrgjødsel til biogassproduksjon. Carbon Limits har beregnet det realistiske brutto produksjonspotensialet i 2030 til 2,5 TWh. Realisering av det identifiserte potensialet kan ikke forventes å nås med dagens virkemidler.

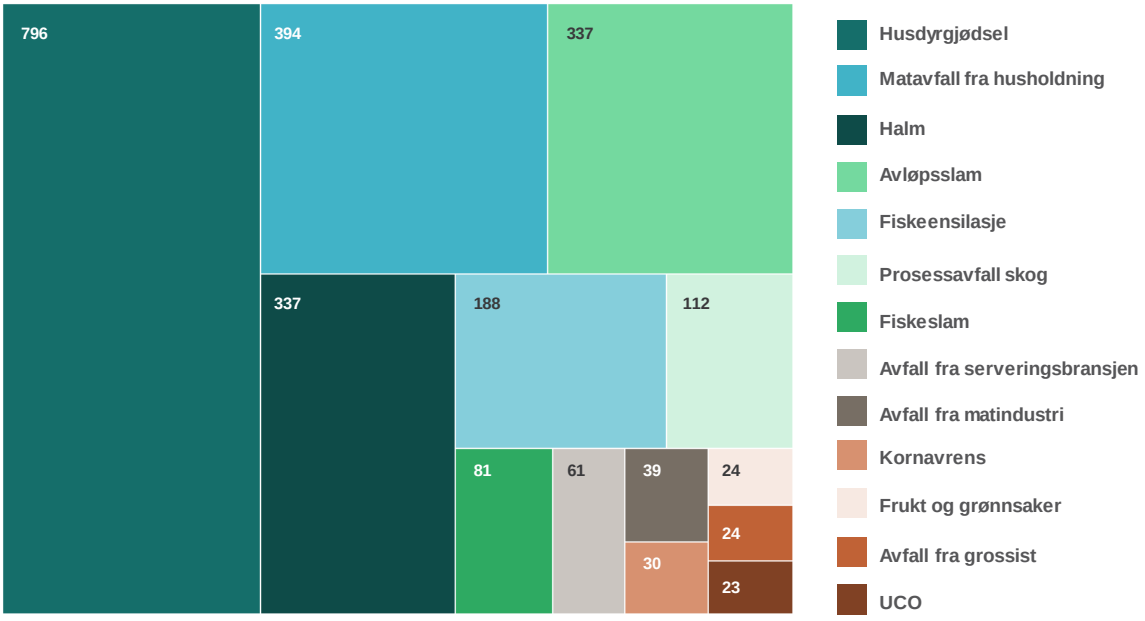
---

[483] Produsentenes egenrapportering til Miljødirektoratet.

[484] Se Klif (2013). Underlagsmateriale til tverrsektoriell biogass-strategi og NVE (2017). Klimavirkninger av ikke-skogbasert bioenergi.

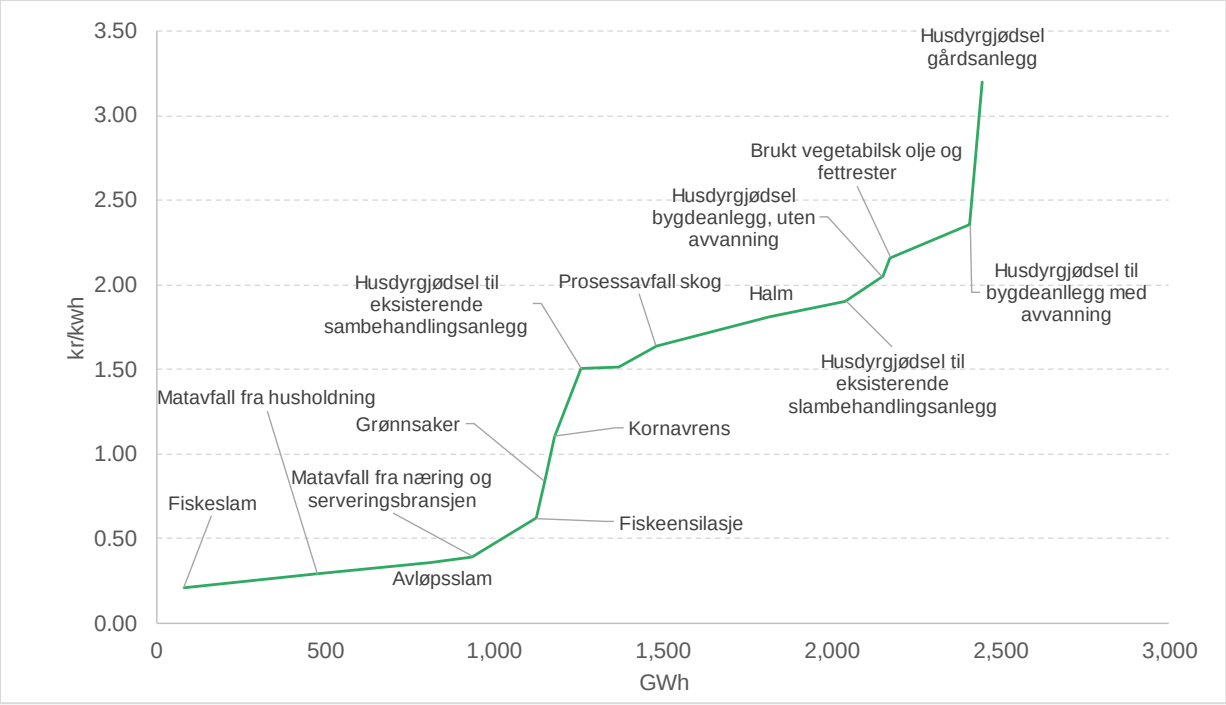
[485] Carbon Limits (2019). Ressursgrunnlaget for produksjon av biogass i Norge i 2030. Oppdragsrapport for Miljødirektoratet.

[486] Anareob utråtning er den klart dominerende produksjonsmetoden for biogass, som innebærer utråtning av organisk materiale i råtnetanker (biogassreaktor), fortrinnsvis heterogent avfall eller rester, med produksjon av biogass og biorest som resultat. Biogass kan også produserer med såkalt gassifisering eller ved syntetisk framstilling (power to gas), men har vært utenfor Carbon Limits oppdrag.



Figur A 97. Estimert realistisk potensial for biogassproduksjon i Norge i 2030 (i GWh). Kilde: Carbon Limits[485]

Produksjonskostnadene for biogass som drivstoff *uten subsidier* er estimert til å spenne fra 0,3-2,5 kr/kWh for de ulike råstoffene, se Figur A 98. I tillegg tilkommer distribusjonskostnader for levering til sluttkunde på rundt 0,3 kr/kWh hvis levert til veitransport. Til sammenligning er prisen til hos sluttkunde i veitransportmarkedet i dag rundt 1 kr/kWh. Bedriftsøkonomisk lønnsom utnyttelse av *hele* biogasspotensialet ville betinge sluttbrukerpris på over 2,5 kr/kWh, eller kostnadsreduserende subsidier, eller en kombinasjon av prisøkning og subsidier.



Figur A 98. Tilbudskurve for biogassproduksjon i Norge i 2030 (i GWh). Kostnadsanslagene inkluderer gatefee, men ikke distribusjonskostnader og dagens subsidier. Kilde: Carbon Limits[485]

14.3.3 Import av biogass kan spille en rolle

Europeisk produksjon av biogass var på 2000 TWh i 2017.[487] ICCT anslår potensialet for biogass til drivstoff i 2030 å være ca. 5000 TWh, altså ca. 5 milliarder Nm^3/liter.[488] Biogass er bare unntaksvis et produkt som handles mellom land, men det er grunn til å anta økt handel mot 2030: Det er i begrenset grad handelsrettslige barrierer for import av biogass, men i stedet regulatoriske og kostnadsmessige barrierer som forklarer den begrensede handelen. De regulatoriske barrierene dreier seg om at det ikke foreligger et helhetlig og harmonisert system for handel med biogass basert på massebalanseprinsipper, slik det er for flytende biodrivstoff.[489] I tillegg er de økonomiske støttesystemene for biogass har vært innrettet mot produksjon av strøm, i mindre grad mot erstatning av fossil gass i gassnett, og i liten eller ingen grad mot utnyttelse som drivstoff. Det er konkrete initiativer i Europa for å få på plass et slikt system. Kostnadsbarrieren handler om at biogass, utenfor gassnett, er relativt kostbart å transportere. Utviklingen av LBG reduserer denne barrieren.

Med forsterkede utslippsreduksjonsmål for transportsektoren, skjer det nå en vridning fra strømproduksjon av biogass til bruk som drivstoff i transportsektoren i flere land, som Storbritannia og Italia. En effekt av det er at Storbritannia importerer biogass fra kontinentet basert på massebalanseprinsipper. Allerede i dag importeres ca. 1 TWh biogass til Sverige fra andre land, primært Danmark. Svenske myndigheter har ikke lyktes med å begrense denne importen.[490]

14.3.4 Prisen på biogass antas å øke i takt med prisen på flytende biodrivstoff

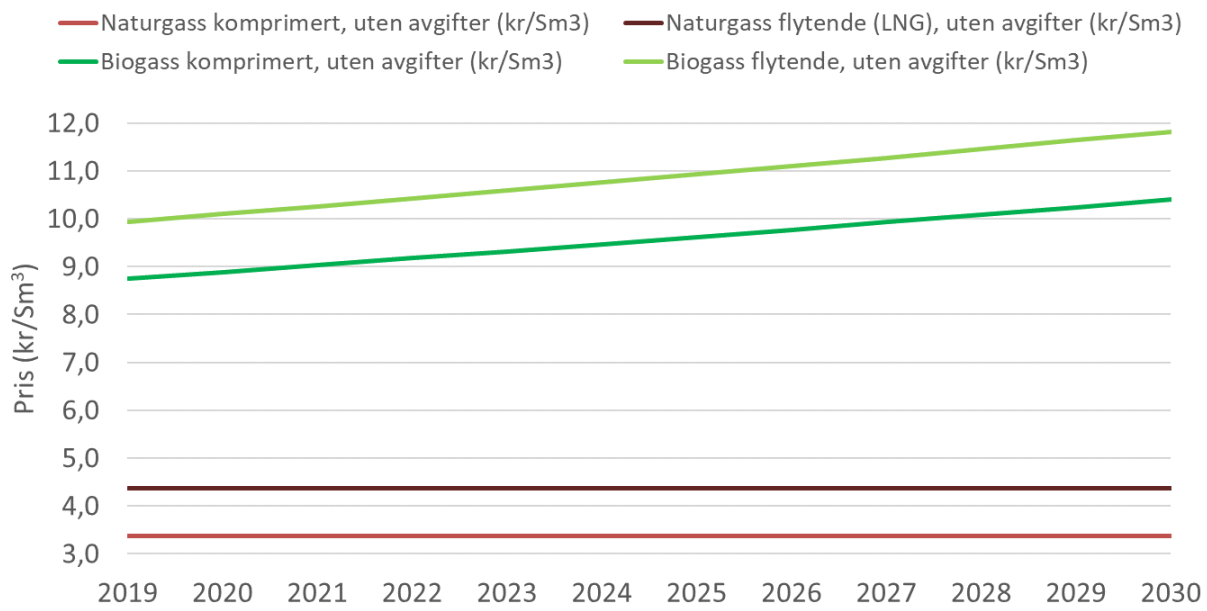
Biogass omsettes ikke med offentlig tilgjengelige priser, men Miljødirektoratet har gjennomført en prisanalyse for å estimere dagens priser i Norge og forventet prisutvikling mot 2030. Fordi LBG-markedet er i en tidlig utviklingsfase er det større usikkerhet i framtidig utsalgspris enn for avansert HVO. Det er få aktører i det norske markedet og dermed begrenset konkurranse. Prisen på LBG settes generelt i det mest betalingsvillige markedet, og det er i dag i veitransportmarkedet. LBG i Norge er i sterk konkurranse med avansert HVO (del B) i veitransportmarkedet og LBG-prisen følger derfor HVO-prisen tett. Prisen på LBG er omtrent lik som for avansert HVO. Miljødirektoratets vurdering tilsier at LBG-prisen vil følge den forventede prisutviklingen til avansert HVO mot 2030, altså øke med ca. 20 prosent til 2030. Med virkemidler for bruk av biogass i andre sektorer enn veitransportsektoren, vil prisen på LBG kunne bli like høy som i veitransport.

[487] EURACTIV (2019). Biomethane in the EU. 30.10.19.

[488] Potensialet forutsetter støttesats på 17,- per kubikk produsert (tilsvarer ca. 1 liter diesel). Potensialet kommer i hovedsak biogass fra gassifisering fra treavfall og såkalt power to gas. Baldino m. fl. (2018). The potential for low-carbon renewable methane in heating, power, and transport in the European Union. ICCT WORKING PAPER 2017-26.

[489] Se f. eks. EURACTIV (2019). Calls grow for EU-wide certificates to boost market for 'green gas'. 03.10.19.

[490] Se dom i saken mellom E.ON og Energimyndigheten: "The case was taken to the European Court of Justice (ECJ) by the Swedish court (Förvaltningsrätten I Linköping): The E.ON – Energimyndigheten case C 549/2015."



Figur A 99. Forventet prisutvikling for biogass (CBG og LBG) eks. avgifter med flat pris på naturgass. Kilde: Miljødirektoratets prisanalyse 2019 i forbindelse med Klimakur 2030.

14.4 Tilgjengelighet av og pris på trepellets og annet biobrensel

Andre flytende biobrensler brukes i hovedsak til oppvarming, og biofyringsolje er en betegnelse på de kvalitetene som kan benyttes til fyring. Det finnes ulike kvaliteter biofyringsolje, og noe av det som tilbys på markedet er tilsvarende kvalitet som FAME og HVO som benyttes i veitransport. Biofyringsolje er hittil lite brukt, men tilbys i store deler av landet.[491] Prisen på biofyringsolje vil variere med kvaliteten. For de kvalitetene som tilsvarer HVO og FAME, kan det antas at prisen vil tilsvare biodieselprisene gitt i Figur A 96. Noen anlegg kan benytte seg av mindre bearbeidede biofyringsolje, og prisen vil da være lavere.

De faste biobrenslene som benyttes mest i Norge er ved, flis og foredlede brensler som pellets og briketter.[492] Markedet for ved er fragmentert og i begrenset grad kommersialisert. Det ble brent i overkant av 1,1 millioner tonn ved i Norge i 2016, ifølge SSB.[493] Det er i større grad tilgjengelig informasjon om produksjon og forbruk i markedet for foredlede brensler. Ifølge Nobio var omsetning av pellets i Norge på 69 000 tonn (323 GWh, gitt en brennverdi på 4,7 kWh/kg[494]) i 2016, og omsetningen har vært relativt stabil fra 2009-2016.[495] Årlige variasjoner skyldes variasjon i valg av brenselsmiks i nær- og fjernvarmebransjen. Den norske produksjonen i 2016 var på ca. 56 900 tonn (267 GWh), som vil si at det var en netto import på om lag 12 000 tonn (57 GWh). Gjennomsnittsprisen på pellets levert i bulk har også vært relativt stabil i perioden, og lå på 35,3 øre/kWh (eks. mva.) i 2016.[495]

[491] NVE (2019). Teknologianalyser 2018. Biofyringsolje er et reelt alternativ når mineralolje fases ut i 2020. Faktaark nr. 2/2019.
[492] NVE (2014). Bioenergi i Norge. Rapport nr 41/2014.
[493] SSB (2018). Mindre ved brennes i gamle ovner. 16.01.18.
[494] NIBIO. Kalkulator for brennverdi og energimengde.
[495] Nobio (2016). Bioenergi i Norge. Markedsrapport for pellets 2016.

14.5 Klimaeffekt av biodrivstoff og biobrensler

Biodrivstoff og biobrensler kan gi betydelige utslippsreduksjoner når det erstatter fossile drivstoff, forutsatt at det er produsert bærekraftig, og ikke forårsaker negative indirekte effekter lokalt eller globalt. For å kunne gi positiv klimaeffekt må biomassen som minimum være høstet fra landarealer som forvaltes på en bærekraftig måte, og som har et stabilt eller økende karbonlager over tid. I tillegg må utslippene over hele verdikjeden til biodrivstoffet være lave.

I nasjonale klimaregnskap er det utfordrende å synliggjøre hele klimaeffekten av bioenergi over livsløpet, da utslippene rapporteres i ulike sektorer. Under FNs klimakonvensjon regnes ikke CO_2-utslipp fra forbrenning av biomasse med i utslippene fra de ulike utslippskildene. Prinsippene for rapporteringen legger til grunn at slik forbrenning ikke fører til mer tilførsel av CO_2 til det naturlige karbonkretsløpet så lenge det plantes på nytt etter avvirkning (ikke avskoging). Det er derfor bioenergi brukt i energisektoren blir behandlet som karbonnøytralt når det forbrennes. Alle endringer i karbonlagrene på grunn av biomassehøsting eller arealbruksendring relatert til bioenergi er rapportert i sektoren Skog og annen arealbruk. Bruk av gjødsel fanges opp i landbrukssektoren, mens transportutslipp og konvertering fra biomasse til bioenergi rapporteres i energisektoren.

14.5.1 EUs bærekraftskriterier innebærer minimumskrav

I 2009 introduserte EU bærekraftskriterier for biodrivstoff og flytende biobrensler i drivstoffkvalitetsdirektivet[496] og fornybardirektivet[497]. Formålet var å sikre at biodrivstoff og flytende biobrensler skal gi en vesentlig reduksjon i klimagassutslipp over hele livsløpet, sammenlignet med fossile energikilder, og forhindre at områder med høy økologisk verdi eller høyt karbonlager skal konverteres til jordbruksområder for dyrking av vekster til bioenergi.

Kriteriene er et sett med minimumskrav som må være oppfylt for biodrivstoff og flytende biobrensler som er omfattet av økonomiske støtteordninger eller skal kunne regnes med i EU-landenes mål om fornybar energi. Kriteriene må oppfylles for hver aktør langs hele verdikjeden for biodrivstoffet, for eksempel biomasseprodusenter, eksportører, biodrivstoffraffinerier, petroleumsselskaper, osv.

Det stilles ingen bærekraftskrav til biogass, biofyringsolje, trepellets og andre biobrensler

I Norge er det kun flytende biodrivstoff som omfattes av omsetningskravet i veitransport (og i luftfart fra 2020) og flytende biodrivstoff og biobrensel som brukes i kvotepliktig sektor som må oppfylle EUs bærekraftskriterier. Det er ingen krav til at biogass, biofyringsolje, trepellets og andre biobrensler som brukes i andre sektorer må oppfylle bærekraftskriteriene. Det er derfor ingen garanti for at produksjonen av denne bioenergien har lave klimagassutslipp eller ikke har ført til avskoging. Ettersom kriteriene kun omfatter deler av markedet, er det risiko for forskyvning av bioenergi med dårlig klimaeffekt til sektorer eller land hvor det ikke stilles bærekraftskrav. Det er ikke mulig å forhindre slike lekkasjeeffekter uten at det stilles bærekraftskrav til alle produkter fra biomasse.

Ved å utvide bærekraftskriteriene eller liknende ordninger til gjelde all bioenergi vil risikoen minimeres og det vil stimulere til mest mulig bærekraftig produksjon. Dette kan for eksempel gjøres ved å sette oppfyllelse av bærekraftskriteriene som vilkår for avgiftsfordeler, som i Sverige hvor det må dokumenteres at kriteriene er møtt for å få fritak fra CO_2-avgift. I det reviderte fornybardirektivet som trer i kraft i EU fra 2021 er det også for første gang introdusert bærekraftskriterier for fast

[496] Drivstoffkvalitetsdirektivet (FQD) 98/70/EF.
[497] Fornybardirektivet (RED) 2009/28/EF.

biomasse og biogass som benyttes til andre formål enn transport.[498] Det reviderte fornybardirektivet er nå til vurdering for EØS-relevans i regjeringen, og det er uavklart om, hvordan og når det skal implementeres i Norge.

Kriteriene innebærer krav til utslippsreduksjon over livsløpet

Bærekraftskriteriene består av to deler: en del om reduksjon av klimagassutslipp over livsløpet og en om arealbruk. Kriteriene om arealbruk stiller krav om at det ikke skal tas i bruk arealer som er viktige for karbonlagring og naturmangfold til å produsere råstoff til biodrivstoffproduksjon. Eksempler på slike arealer er regnskog og torvmyr. Biodrivstoff og biobrensel som er produsert av avfall eller rester fra produksjonsprosesser trenger ikke oppfylle disse arealkriteriene, men må oppfylle kravet til reduksjon av klimagassutslipp. Eventuelle klimagassutslipp som følge av andre arealbruksendringer skal inkluderes i livsløpsberegningen for klimagassutslipp.

For å få med utslipp over hele verdikjeden må man se på utslipp tilknyttet alle faser av biodrivstoffproduksjonen, og dette gjøres med livsløpsanalyser. Det er store variasjoner i utslipp knyttet til biodrivstoff/brensel, som er avhengig av blant annet hvilken type råstoff det er laget av, geografisk lokasjon og produksjonsteknologi. I henhold til bærekraftskriteriene må det dokumenteres at biodrivstoffet/brenselet gjennom livsløpet reduserer de totale klimagassutslippene med minst 50 prosent, sammenlignet med livsløpsutslippene fra produksjon og forbrenning av fossil bensin og diesel. Nye produksjonsanlegg for biodrivstoff/brensel må oppfylle et krav om 60 prosent reduksjon i klimagassutslippene.

Beregningen av livsløpsutslipp i henhold til bærekraftskriteriene inkluderer utslipp fra utvinning eller dyrking av råstoffet, endringer i karbonlagre forårsaket av direkte arealbruksendringer, samt utslipp fra foredling og transport. CO_2 fra produksjonsprosessen kan trekkes fra livsløpsberegningen dersom det går til lagring (CCS) eller bruk (CCU), for eksempel hvis CO_2 lagres geologisk eller brukes til å erstatte fossilt CO_2 i kommersielle produkter. Godskrivningen av fangst og bruk av CO_2 gjelder kun for CO_2 med biologisk opprinnelse. Systemet med minimumskrav for klimagassreduksjoner for biodrivstoff i EUs fornybardirektiv gir imidlertid svake insentiver til CCS eller CCU fordi overoppfyllelse av kravet ikke premieres. Enkeltland som Tyskland og Sverige har innført reduksjonspliktsystemer, der CCS- eller CCU-biodrivstoff ville vært mer verdifullt, men generelt er dagens virkemidler for svake for å etablere CCS og CCU i produksjon av biodrivstoff og biobrensel. CCS er nærmere omtalt i kapittel 11.

Hvis biodrivstoffet er produsert av avfall eller rester fra landbruksvekster og foredling, anses klimagassutslippene fra prosessene som skjer før råstoffet samles inn som null. Dette fører til at biodrivstoff og biobrensel produsert av avfall og rester normalt har lavere livsløpsutslipp enn biodrivstoff produsert fra andre råstoff.

14.5.2 Biodrivstoff medfører risiko for utslipp fra indirekte arealbruksendringer (ILUC)

Indirekte arealbruksendringer innebærer at det blir produsert råstoff til biodrivstoff/brensel på arealer hvor det tidligere har vært jordbruk eller skogbruk, og at dette fører til en forskyvning av jordbruk eller skogbruk til nye områder. Indirekte arealbruksendringer forekommer i liten grad i Norge, men er høyst aktuelt siden nesten alt flytende biodrivstoff importeres. Nydyrking kan medføre klimagassutslipp og negative effekter for naturmangfold og matsikkerhet hvis

[498] Revidert Fornybardirektiv (RED II) 2018/2001/EU.

arealbruksendringen fører til avskoging, drenering av myr eller nye skogsområder tas i bruk til skogsdrift. Denne effekten er vanskelig å tallfeste. Risikoen for ILUC gjelder primært for konvensjonelt biodrivstoff/brensel, og særlig for palmeolje og soya. Også stivelsesrike vekster som korn og sukkerarter medfører risiko for indirekte arealbruksendringer, men i noe mindre grad. Risikoen for indirekte arealbruksendringer er mindre for avansert biodrivstoff og biobrensel, og fraværende i enkelte tilfeller, som for eksempel biogassproduksjon av husholdningsavfall, husdyrgjødsel og avløpsslam.

Importert biodrivstoff må tilfredsstille samme bærekraftskriterier som norskprodusert biodrivstoff, men kan ha høyere risiko for indirekte arealbruksendringer, dersom produsentlandet ikke har tilstrekkelig forvaltning av skog- og landarealer. Det kan også være særlig vanskelig å overvåke sosioøkonomiske forhold som utrygge arbeidsforhold og menneskerettigheter ved import fra utviklingsland, og vurdering av slike forhold inngår ikke i bærekraftskriteriene.

Bærekraftskriteriene tar ikke høyde for indirekte arealbruksendringer

Livsløpsanalyser inkluderer som oftest bare direkte og målbare utslipp gjennom hele livsløpet til biodrivstoffet. Dette gjelder også for metodikken i bærekraftskriteriene, og utslipp fra ILUC er ikke inkludert. De direkte livsløpsutslippene i bærekraftskriteriene følger utslippene i en spesifikk verdikjede, og kan beregnes med relativt stor grad av nøyaktighet for ett enkelt parti med biodrivstoff. Indirekte utslipp angis derimot ikke for en spesifikk verdikjede, og må modelleres på makronivå med en høyere grad av usikkerhet.

Palme og soya har høyere ILUC-risiko enn andre råstoff

EU har i 2019 definert kriterier for å bestemme om et råstoff kan klassifiseres til å ha høy risiko for ILUC.[499] Kriteriene baserer seg på observert global ekspansjon av produksjonsareal for ulike råstoff i områder med høyt karbonlager.[500] Palmeolje og soya er råstoffene med høyest årlig nettoøkning i produksjonsareal. Det er imidlertid kun palmeolje som overskrider grenseverdien og klassifiseres til å ha høy ILUC-risiko. For palmeolje er andelen av ekspansjonen i skog med høyt karbonlager og våtmarker på henholdsvis 45 og 18 prosent. For soyaproduksjon er 8 prosent av ekspansjonen i skogsområder med høyt karbonlager. Det blir også angitt kriterier for å sertifisere biodrivstoff med lav ILUC-risiko. Det vil si at selv om et råstoff som palmeolje generelt har høy risiko for ILUC, kan biodrivstoff som er produsert av palmeolje sertifiseres som lav-ILUC biodrivstoff dersom dette kan dokumenteres.

14.6 Avanserte råstoff – A- og B-råstoff

14.6.1 Avanserte råstoff har større klimanytte og kan bidra til bedre ressursutnyttelse

For å redusere presset på landarealer er det økende fokus i verden på å gå over fra å produsere biodrivstoff og biobrensel fra vekster som brukes til mat og dyrefôr, som mais, soya og raps, til å produsere biodrivstoff/brensel fra avanserte råstoff som for eksempel husdyrgjødsel eller avfall og rester fra skogbruk. I Klimakur 2030 er det lagt til grunn at økt bruk av biodrivstoff i transportsektoren kun skjer med avansert flytende biodrivstoff og biogass. Dette er for å redusere

[499] The European Commission (2019). Report on the status of production expansion of relevant food and feed crops worldwide.

[500] Kriteriene for klassifiseringen er at produksjonsarealet for et råstoff må ha hatt en gjennomsnittlig årlig økning på 1 % og 100 000 hektar fra 2008 til 2016. Samtidig må 10 % av denne ekspansjonen ha skjedd på landområder med høyt karbonlager, som regnskog eller våtmarker. Gjennomgangen skal revideres i 2021.

risikoen for at økt bruk bidrar til ytterligere press på landarealene i verden, og redusere risikoen for indirekte arealbruksendringer (indirect land use change, ILUC). Dette er også i samsvar med føringer og nye krav fra EU, som stiller økende krav til avansert biodrivstoff, og som gradvis faser ut støtten til biodrivstoff og biobrensel med høy ILUC-risiko.

Det er viktig å være klar over at selv om et råstoff anses som et avfall eller restprodukt, betyr ikke det at råstoffet ikke utnyttes i dag, eller at det ikke kan utnyttes til noe annet enn biodrivstoff/brensel eller annen energigjenvinning. Vridning av bruk av biomasse fra en sektor eller marked til en annen med høyere betalingsvillighet har i utgangspunktet begrenset klimanytte, men kan bidra til å øke verdien på biomasse. Biodrivstoff og brensel fra avfallsressurser som i liten grad allerede blir utnyttet, har imidlertid større klimanytte og bidrar til forbedret ressursutnyttelse i samfunnet. Gjennom biogassproduksjon kan også næringsstoffer i restene fra produksjonen resirkuleres dersom det utnyttes som biogjødsel.

Dobbeltelling og klassifisering av avansert drivstoff er en viktig del av EUs biodrivstofflovgivning. Listen over dobbeltellende og avansert biodrivstoff er vist i Tabell A 46, og inneholder et bredt spekter av råstoff fra rester, avfall, samt biprodukter fra treforedlingsindustri og kommersielt umodne råstoff som alger og bakterier. Nærmest all brukt matolje og animalsk fett som er tilgjengelig til biodrivstoffproduksjon på verdensmarkedet hentes allerede ut, og disse råstoffene har lavere produksjonskostnader enn råstoffene på del A.

14.6.2 Norge anser B-råstoff som avansert drivstoff, i motsetning til EU

I EU og i Norge teller både A-råstoff og B-råstoff dobbelt, det vil si at en enhet av slikt biodrivstoff/biobrensel telles som to enheter konvensjonelt i oppfyllelsen av omsetningskravet. I EU anses ikke B-råstoff som avanserte, i motsetning til i Norge. I det reviderte fornybardirektivet er det i tillegg satt et tak på hvor mye B-råstoff EU-landene kan bruke til å oppfylle fornybarmålet. I omsetningskravet i Norge er det ingen begrensning.

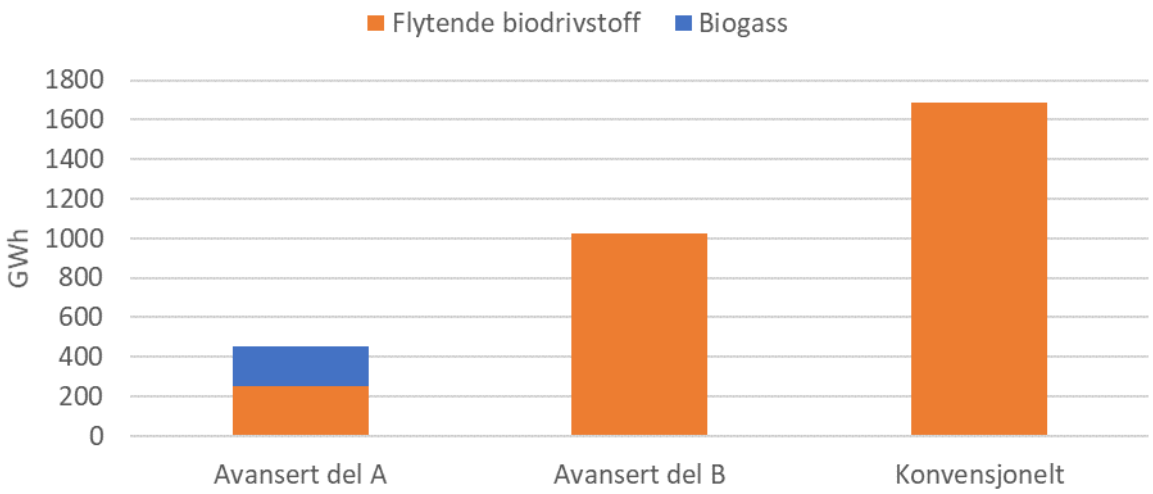
Brukt matolje anses vanligvis som avfall i EU. Dette er imidlertid ikke tilfelle utenfor EU, og iblant annet USA, Kina og Sør-Korea anvendes brukt matolje til dyrefôr. Dobbeltellingen gir matolje høy økonomisk verdi, og det er krevende å kontrollere at matoljen faktisk er brukt og er avfall. Til sammen gjør dette at dette råstoffet er særlig utsatt for risiko for svindel.[501] Del B-råstoffene har også andre mer høyverdige bruksområder, og kan ha høyere ILUC-risiko enn andre avansert råstoff.

[501] Argus (2019). EU waste biodiesel: Checks and balances. 05.08.19.

Tabell A 46. Råstoff som klassifiseres som avansert biodrivstoff/brensel og som dobbeltelles i norsk regelverk (omsetningskravet i produktforskriften). I EU har råstoffene på del A og del B dobbeltelling, men bare del A anses som avansert.

Del A – avanserte råstoff (i Norge og i EU)	Del B (avansert i Norge, ikke i EU)
Alger	Brukt matolje
Biomassefraksjon av blandet kommunalt avfall	Animalsk fett klassifisert som kategori 1 og 2
Bioavfall fra private husholdninger	
Biomassefraksjon av industriavfall som ikke er egnet for bruk i næringsmiddel- eller fôrkjeden	
Halm	
Husdyrgjødsel og slam fra renseanlegg	
Avløpsvann fra palmeoljemøller og tomme palmefruktklaser	
Talloljebek	
Råglyserin	
Bagasse	
Pressrester av druer og vinberme	
Nøtteskall	
Agner	
Kolber som er renset for maiskjerner	
Biomassefraksjon av avfall og rester fra skogbruk og trebasert industri, dvs. bark, greiner, førkommersielle tynninger, blader, nåler, trekroner, sagmugg, sagspon, svartlut, brunlut, fiberslam, lignin og tallolje	
Annet celluloseholdig materiale som ikke er næringsmiddel	
Annet lignocellulosemateriale unntatt sag- og finértømmer	
Bakterier	

Salg av biodrivstoff i Norge skjer i hovedsak på grunn av omsetningskravet for biodrivstoff i veitransport. Biodrivstoff er ellers generelt ikke konkurransedyktig mot fossilt drivstoff. Delkravet til avansert biodrivstoff ble innført i 2017. Ettersom biodrivstoff av brukt matolje og animalsk fett (del B-råstoff) regnes som avansert biodrivstoff i Norge, og har lavere pris enn del A-råstoff, har dette ført til at mesteparten av bruken av avansert biodrivstoff i Norge kommer fra disse råstoffene, vist i Figur A 100. Teknologi- og markedsutviklingseffekten av målrettet etterspørsel etter biodrivstoff fra brukt matolje og animalsk fett, er trolig lav fordi nærmest all brukt matolje og animalsk fett som er tilgjengelig på verdensmarkedet, allerede brukes til biodrivstoffproduksjon.



Figur A 100. Forbruk av biodrivstoff (GWh) i veitransport i 2018 etter type råstoff. Kilde: Miljødirektoratet.

14.6.3 A-råstoff kan fremmes over B-råstoff i omsetningskravet

På grunn av begrenset potensial for økt produksjon, i tillegg til høyere risiko for indirekte effekter og svindel, kan omsetningskravet utformes på en måte som ikke likestiller råstoff på del A og del B. Mulige måter å skille på del-A og del-B råstoff innenfor omsetningskravet kan blant annet være:

- Introdusere et tak på hvor mye del B-råstoff som kan telle inn i delkravet til avansert biodrivstoff eller i omsetningskravet
- Et delkrav til avansert biodrivstoff i omsetningskravet som kun inkluderer del A-råstoff
- Endre dobbeltellingen slik at A-råstoff teller mer, B-råstoff mindre eller en kombinasjon

Eventuelle endringer i lovverket må konsekvensutredes, og må varsles i god tid slik at produsenter, leverandører og omsetterne har tilstrekkelig tid til tilpasning.

15 Usikkerhetsvurderinger

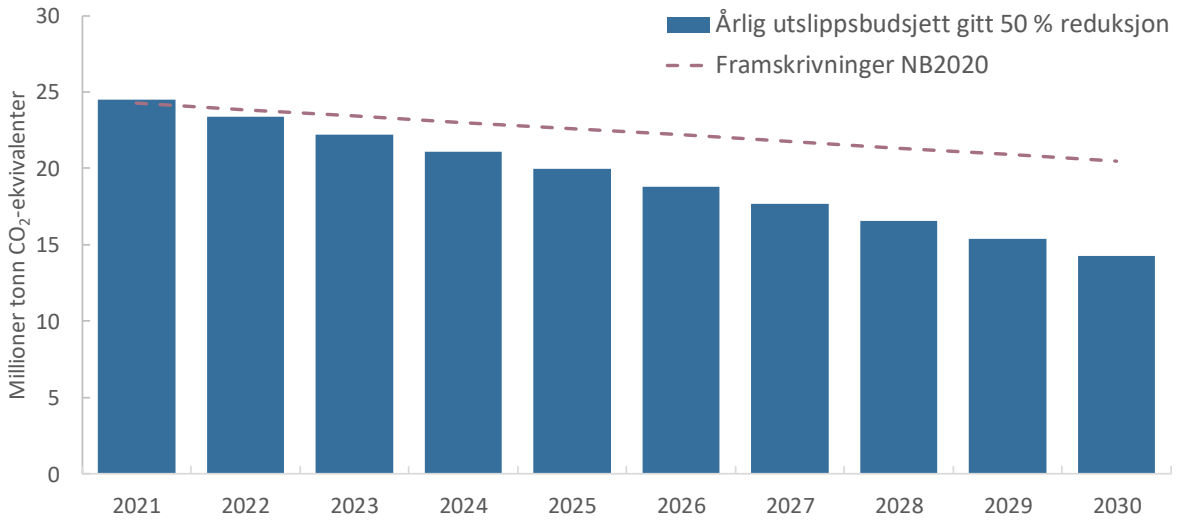
I kapittel 2 gjennomgikk vi det sammenstilte utslippsreduksjonspotensialet og i hvordan tiltakene utredet i Klimakur 2030 bidrar til utslippsreduksjoner i perioden 2021-2030. I dette kapittelet diskuterer vi nærmere ulike usikkerhetsfaktorer knyttet til forutsetninger i framskrivingene og i tiltaksutredningene. Utslippsreduksjonspotensialet som er beskrevet i sektorkapitlene er oppsummert i tabellen under.

Tabell A 47. Samlet utslippsreduksjonspotensial i perioden 2021-2030 (utover referansebanen).

	Utslippsreduksjonspotensial 2021-2030 (millioner tonn CO_2-ekv.)
Veitransport	11,8
Sjøfart, fiske og havbruk	7,5
Ikke-veigående maskiner og annen transport	4,3
Jordbruk*	5,1
Industri, ikke-kvotepliktige utslipp	2,7
Petroleum, ikke-kvotepliktige utslipp	1,7
CCS-tiltak**	1,8
Andre tiltak (oppvarming, energiforsyning, HFK og avfall)	4,8
Nulltiltak***	3,9
Samlet potensial for alle tiltak (2021-2030), uten biogene utslipp	**43,6**

** For jordbruk er oppgitt potensial begrenset til det som kan bokføres i jordbrukssektoren i utslippsregnskapet. Det er kun mulig å bokføre de utslippsreduksjonene som FNs klimapanel har utviklet en metode for, og Klimakonvensjonen har vedtatt å ta metoden i bruk. Enkelte jordbrukstiltak reduserer også utslipp i sektoren Skog og annen arealbruk (LULUCF). Dette er ikke inkludert i tabellen.*
*** Tiltaket vil også redusere biogene utslipp med 2,2 millioner tonn i perioden 2021-2030. Biogene utslipp er utslipp fra forbrenning av biomasse. Utslipp av bio-CO_2 regnes som null i klimagassregnskapet. Fjerning av slike utslipp gjennom fangst og lagring innebærer dermed såkalte negative utslipp. Negative utslipp som følge av lagring av CO_2 med biologisk opprinnelse kan i dag ikke rapporteres til FN som utslippsreduksjoner for oppfyllelse av våre forpliktelser etter FNs Klimakonvensjon.*
**** I tabellen er også såkalte nulltiltak inkludert. Dette er utslippsreduksjoner vi vurderer burde ligget i referansebanen/framskrivingene.*

I kapittel 2 beskrev vi utslippsgapet gitt framskrivingene i NB2020 og 50 prosent reduksjon i ikke-kvotepliktige utslipp. Dette er illustrert i Figur A 101. Det akkumulerte gapet mellom årlige allokerte utslippsreduksjoner og utslippsframskrivingen i perioden 2021-2030 er i underkant av 30 millioner tonn CO_2-ekvivalenter.



Figur A 101. Utslippsbudsjettet om utslippsmålet var 50 prosent og med utslippsframskrivingene utarbeidet i forbindelse med NB2020.

Vi har utredet 60 ulike tiltak som til sammen kan redusere utslippene med om lag 40 millioner tonn CO_2-ekvivalenter i perioden 2021-2030 i forhold til framskrivingen gitt i NB2020. Tiltakene som er utredet gir samlet sett om lag 10 millioner tonn CO_2-ekvivalenter mer i utslippsreduksjoner enn utslippsgapet på 30 millioner tonn. Det er likevel ikke gitt at utslippene reduseres med 50 prosent om man bare utløser tre fjerdedeler av tiltakene. Det er knyttet ulike typer usikkerhet til analysene som er gjort. Det er usikkerhet i utslippsframskrivinger, kostnadsanslag og reduksjonspotensial. Det er også vanskelig å forutsi når ny teknologi vil bli tilgjengelig og hvor fort ulike typer atferd vil kunne endres. Usikkerhetene innebærer at det kan bli både enklere og vanskeligere å oppnå det reduksjonspotensialet vi har beregnet.

Det som skaper den største usikkerheten med tanke på måloppnåelse er ikke tallfestingen i enkeltanalysene, men kompleksiteten og behovet for rask omstilling. Utslippsreduksjonspotensialet utredet i Klimakur 2030 fordrer et mangfold av nye og forsterkede virkemidler som må på plass i løpet av kort tid. Det vil kreve ikke bare politisk vilje, men også kunnskap og ikke minst ressurser og innsats hos mange myndighetsaktører og private aktører for å få dette på plass.

15.1 Usikkerhet om framtidige utslipp uten nye tiltak (framskrivingene)

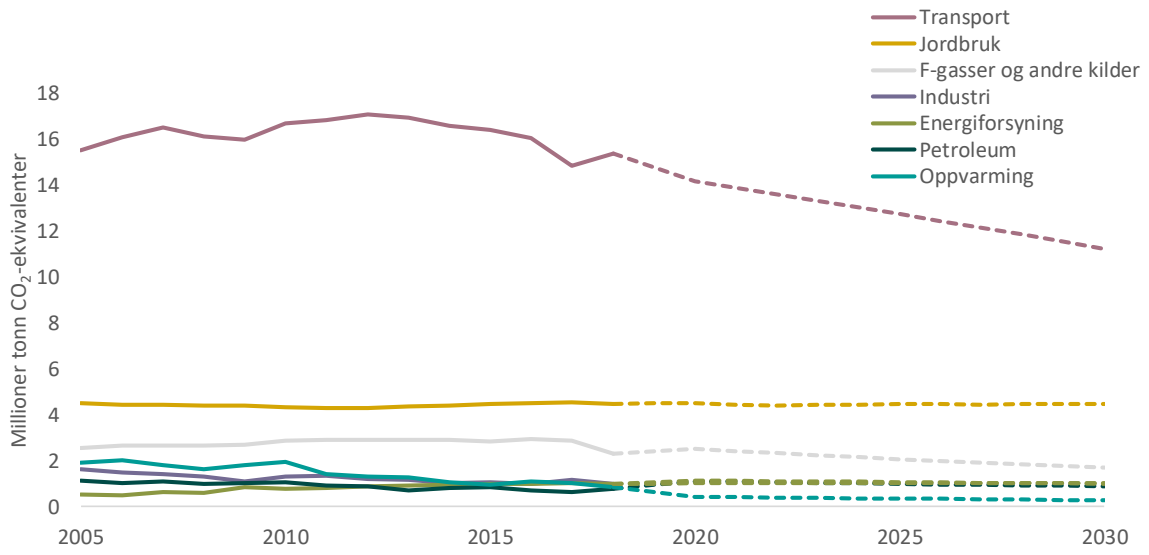
15.1.1 Startpunktet er sikkert

Utslippsframskrivingene i NB2020 er ikke prognoser, men modelleringer av framtidige utslipp basert på en rekke antagelser. Det gjøres antagelser om befolkningsvekst, økonomisk utvikling og ikke minst effekter av dagens virkemiddelbruk. Framskrivingen kan sees på som ett av flere mulige scenarier for framtidig utslippsutvikling, gitt dagens tiltak og virkemidler.

Startpunktet på modelleringene er imidlertid rimelig sikkert – nemlig dagens utslipp. Disse er beregnet ut fra ulike statistikker over aktivitet som genererer utslipp. Så framskrives utslippene, og da øker usikkerheten utover i tid. For å vurdere hvor robust vår analyse er, har vi vurdert hvordan usikkerheten om forutsetningene i framskrivingene påvirker sannsynligheten for å redusere utslippene med 50 prosent. Det viktige har vært å se på mulige utviklingstrekk som vil føre til at utslippene blir høyere enn forventet, da dette betyr at det må ytterligere innsats til for å nå et gitt klimamål.

Framskrivingene utarbeides av Finansdepartementet i samarbeid med andre departementer og ulike etater, og bygger på flere ulike modeller, se kapittel 3. For å gjøre en grundig analyse av usikkerheten i framskrivingene og hvor følsomt utslippsnivået er for endringer i ulike variabler, skulle vi ideelt sett utført scenariokjøringer ved bruk av de samme modellene. I dette kapittelet gjør vi en langt grovere analyse basert på den kunnskapen vi har om dagens utslippskilder og hva som er antatt i framskrivingene. Målet med analysen er å si noe om de viktigste usikkerhetsfaktorene som kan gi betydelige utslag.

Som vist i figuren under forventes det i framskrivingen en betydelig nedgang i transportutslippene, en relativt flat utvikling i jordbruket og noe nedgang i de små utslippssegmentene. Nedenfor diskuterer vi ulike usikkerhetsfaktorer omkring framtidig utslippsutvikling i de ulike sektorene.



Figur A 102. Referansebanen: Ikke-kvotepliktige utslipp av klimagasser fordelt på sektorer. Historiske utslipp og framskrivinger. 2005-2030. Kilde: SSB, Miljødirektoratet og Finansdepartementet (NB2020).

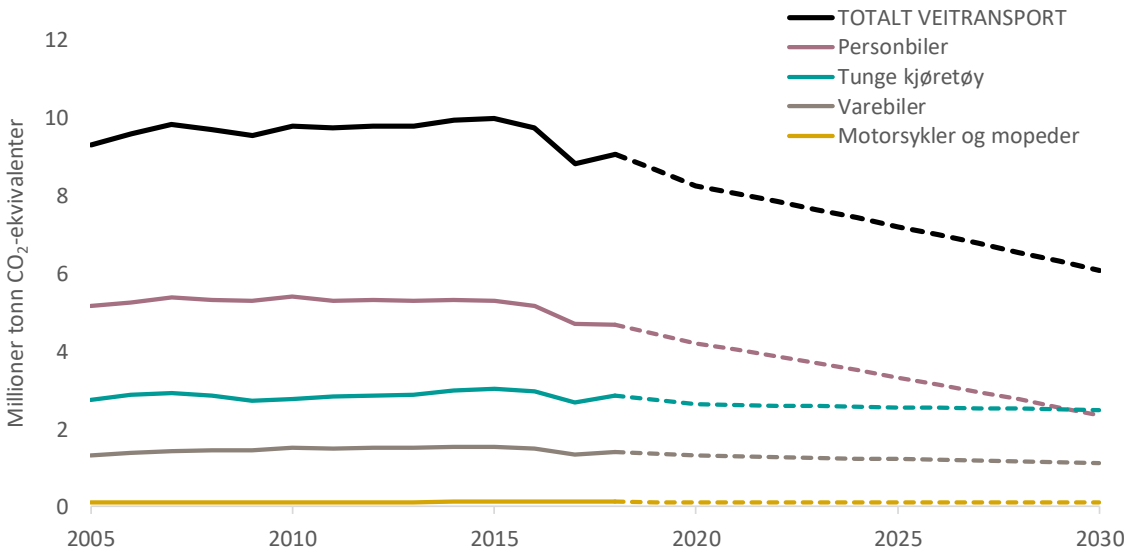
15.1.2 Transportsektoren er viktigst

Transportsektoren er den klart største sektoren innenfor ikke-kvotepliktige utslipp (se Figur A 102). Utslippene kommer fra en rekke enkeltutslippskilder, det vil si det enkelte kjøretøy, fartøy eller maskin. Brorparten av disse enkeltutslippskildene eksisterer allerede, men det vil i perioden fram mot 2030 også komme mange nye kjøretøy, maskiner og fartøy. Antagelsene om utvikling i aktivitetsnivå og hva slags drivstoff disse går på er viktige parametere i framskrivingene av transportutslippene.

Følgende hovedantagelser er lagt til grunn for veitransport i NB2020:

- Elektriske personbiler: Andel av nybilsalget er 45 prosent i 2019, 50 prosent i 2020 og deretter er det antatt en lineær økning til 75 prosent i 2030. Hybridbiler antas å stå for 25 prosent av nybilsalget i 2030.
- Elektriske varebiler: Andel av nybilsalget er 12,5 prosent i 2020 og deretter er det antatt en lineær økning til 37,5 prosent i 2030.
- Biodrivstoff: Fra 2020 er innblandingsandelen satt til 16 volumprosent for alt drivstoff til veitransport.

Forventede utslippsbaner for de ulike kjøretøyssegmentene er vist i Figur A 103.



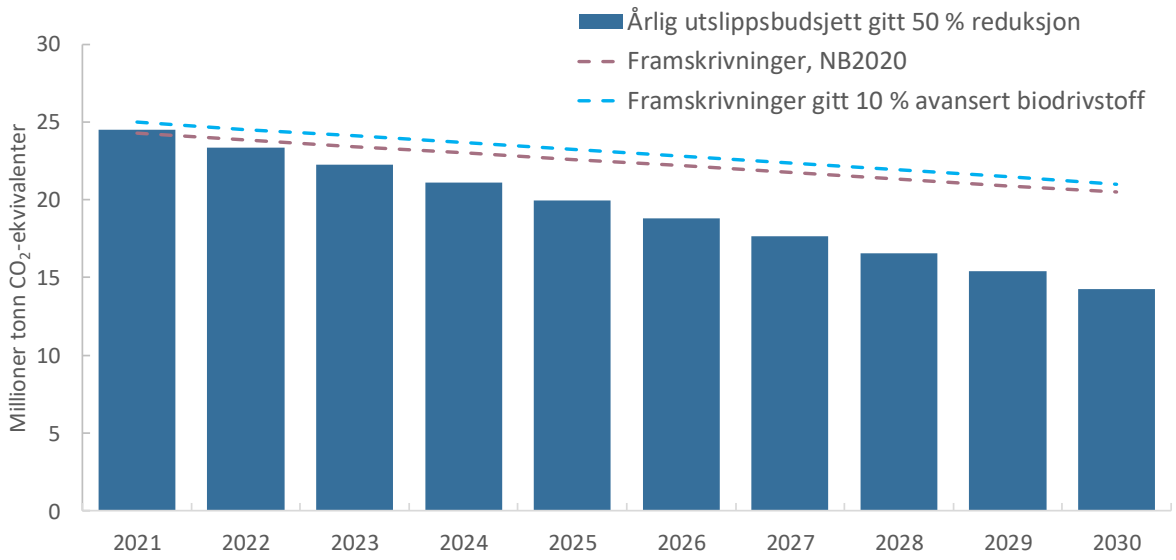
Figur A 103. Referansebanen for veitransport. Historiske utslipp og framskrivinger. 2005-2030. Kilde: SSB, Miljødirektoratet og Finansdepartementet (NB2020).

Utviklingen innen elektriske kjøretøy er usikker, men gitt våre analyser av forventet utvikling i personbilmarkedet og dagens andel av elbiler i nybilsalget, anser vi ikke 75 prosent elbilandel i nybilsalget i 2030 som en urealistisk høy andel. I tillegg er elbilandelen i stor grad styrt av avgiftspolitikken, og politikerne har en ambisjon om at 100 prosent av nybilsalget skal være nullutslippsbiler fra 2025. Andelen elektriske varebiler framstår som mer usikker – spesielt de nærmeste årene. Dette er imidlertid et mindre segment, og usikkerheten slår i mindre grad ut på totale utslippsreduksjoner.

Effekten av omsetningskravet er et viktig usikkerhetsmoment

Et betydelig usikkerhetsmoment knyttet til de framskrevne transportutslippene er antagelsen om innblanding av 16 volumprosent biodrivstoff i alt drivstoff til veitransport. Dette er basert på et omsetningskrav på 20 prosent og en andel avansert biodrivstoff (som dobbelt-telles) på fire prosent.

I realiteten kan omsetningskravet oppfylles med en volumprosent på 10 prosent – gitt at alt biodrivstoff er avansert biodrivstoff. Per i dag er avansert biodrivstoff ikke dobbelt så dyrt som konvensjonelt biodrivstoff, noe som skulle tilsi at avansert velges så langt det er mulig. I tillegg er det stor oppmerksomhet rundt bærekraftsutfordringer forbundet med konvensjonelt biodrivstoff. Dette tilsier at utslippseffekten av omsetningskravet kan bli lavere enn det som er lagt til grunn i utslippsframskrivingen i NB2020. Dersom omsetterne i årene framover velger å bare bruke avansert biodrivstoff, øker det totale utslippsgapet mellom NB2020 og målet om 50 prosent reduksjon med ca. 6 millioner tonn. Dette er illustrert i figuren under. Samtidig vil utslippsreduksjonen fra veitransporttiltakene bli noe større fordi fossilandelen i drivstoff øker, slik at netto økning i utslipp etter tiltak blir 5 millioner tonn.

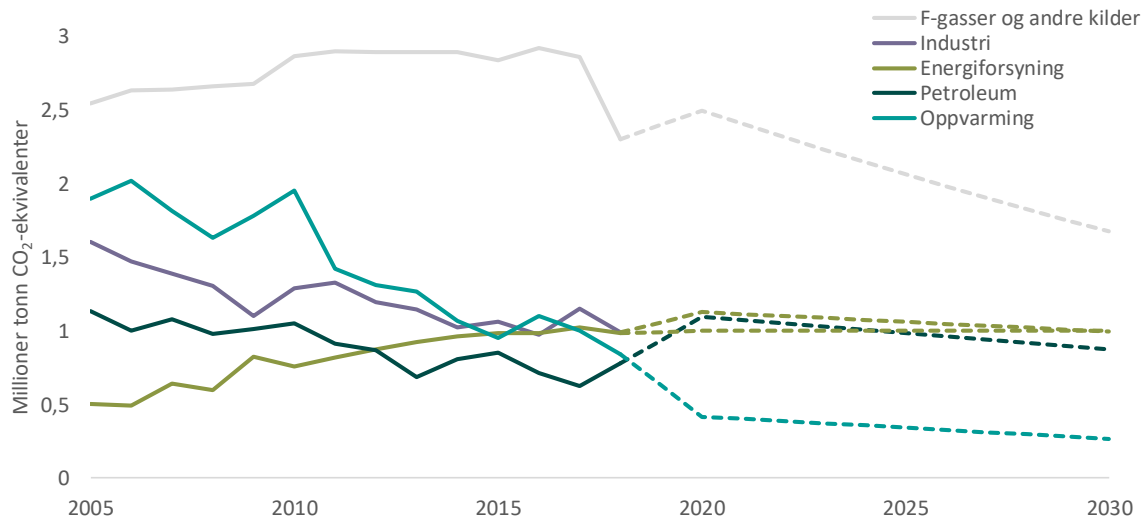


Figur A 104. Framskrivinger med 16 prosent biodrivstoff (fire prosent avansert) fra NB2020 og 10 prosent.

15.1.3 Også usikkerhet i mindre utslippssektorer

Figur A 105 viser framskrevne utslipp fra de mindre utslippssegmentene. For flere av segmentene er det i framskrivingen antatt en årlig energieffektivisering på én prosent. Da dette er mindre utslippssegmenter betyr denne antagelsen lite for totalbildet. Hvis forutsetningen om en prosent årlig energieffektivisering ikke slår til, vil utslippsgapet være 0,35 millioner tonn større.

Det er lagt til grunn en betydelig reduksjon i utslippene av fluorholdige gasser (F-gasser) i perioden mot 2030 fordi det er ventet at allerede innførte virkemidler vil medføre at en rekke tiltak for å redusere utslipp av HFK-gasser blir gjennomført. Et usikkerhetsmoment er hvor raskt eldre utstyr skiftes ut som følge av reguleringene. Som et regneeksempel på hvordan utslippsgapet vil påvirkes av senere utskifting har vi beregnet effekten av at reduksjonen mot 2030 blir ti prosent lavere enn det som ligger i referansebanen. Dette vil øke gapet med om lag 0,9 millioner tonn CO2-ekvivalenter. Et annet usikkerhetsmoment er nivået på historiske utslipp fram mot 2018. Den kraftige nedgangen i beregnede utslipp fra 2017 til 2018 viser at det er en del usikkerhet rundt dette nivået.



Figur A 105. Referansebanen for ikke-kvotepliktige utslipp, uten transport og jordbruk. Historiske utslipp og framskrivinger. 2005-2030. Kilde: SSB, Miljødirektoratet og Finansdepartementet (NB2020).

15.1.4 Økt aktivitet vil påvirke utslippsbildet i alle sektorer, men mest i næringstransport

Både økonomisk vekst og befolkningsvekst er viktige for klimagassutslippene i flere sektorer. Den største effekten på ikke-kvotepliktige utslipp av økt vekst i økonomien og befolkningen vil sannsynligvis være i transportsektoren, siden både økt folketall og forbedret økonomi vil gi en økning i transportetterspørsel.

Varebiler, tungtransport, skip og ikke-veigående kjøretøy står for om lag 40 prosent av forventede utslipp i perioden 2021-2030. Det er en sterk korrelasjon mellom økonomisk vekst og økt forbruk. Økt forbruk, både i form av varer og tjenester, genererer transport. For å illustrere hvordan endringer i underliggende forutsetninger påvirker utslippsestimatene har vi gjort følgende grove overslag:

- Varebiler og lastebiler: Vi har tatt utgangspunkt i den antatte veksten i transportarbeidet som er lagt til grunn i NB2020. For lastebiler er transportarbeidet 7 prosent høyere i 2030 enn i 2020, og for busser er transportarbeidet 8 prosent høyere i 2030 enn i 2020. For varebiler er transportarbeidet 9 prosent høyere i 2030 enn i 2020. I en sensitivitetsberegning der vi legger til grunn at økningen i transportarbeidet mot 2030 er 50 prosent høyere enn i framskrivingen øker utslippene fra varebiler og tunge kjøretøy med om lag 0,8 millioner tonn CO_2-ekvivalenter i perioden 2021-2030.
- Vi har mindre detaljkunnskap om framskrivingen av utslipp for ikke-veigående kjøretøy og sjøfart og fiske, men som en regneøvelse har vi brukt samme prosentvise økning i utslipp fra disse segmentene som beskrevet for vare- og lastebiler over. Dette resulterer i at utslippene fra disse segmentene øker med 1,1 millioner tonn CO_2-ekvivalenter i perioden 2021-2030, sammenlignet med framskrivingen.

Samlet gir dette en økning i utslippene uten nye tiltak (framskrivingen) i perioden 2021-2030 på om lag 2 millioner tonn CO_2-ekvivalenter. Utslippsgapet øker tilsvarende.

Utslippsframskrivingene legger til grunn at kjørelengde med personbil per person er konstant, men at det totale trafikkarbeidet vil variere med befolkningsvekst. For å vurdere hvor sensitive utslippsframskrivingene er for denne forutsetningen har vi analysert effekten av å øke det totale trafikkarbeidet med to prosent per år i stedet for de 0,67 prosent som er lagt til grunn i framskrivingen. Dette er ikke et forventet scenario, men heller ikke utenkelig når man ser bakover i tid. Den samlede økningen kan skyldes økt kjørelengde per person eller at vi blir flere mennesker enn det som ligger til grunn i framskrivingene. En slik økning ville gitt 3,8 millioner tonn høyere utslipp fra personbiler i perioden 2021-2030. Samlet vil de mulige scenarioene beskrevet over kunne øke utslippsgapet betydelig.

Framskrivingene for klimagassutslipp fra jordbruket blir i stor grad basert på befolkningsveksten. Det er lagt til grunn dagens trender i forbruk for å framskrive endringer i de ulike husdyrproduksjonene og antall husdyr fram mot 2030. De gjeldende jordbruksframskrivingene tar utgangspunkt i den midlere befolkningsveksten til SSB som har en økende befolkning fram mot 2030. Sensitivitetsberegninger viser at klimagassutslipp fra jordbruket kan variere med mindre enn 50 000 tonn CO_2-ekvivalenter (+/- 1 % av dagens utslipp) per 100 000 personer, noe som er godt innenfor andre usikkerhetsmomenter, for eksempel usikkerhet i beregningene av utslipp fra kilder til metan og lystgass i utslippsregnskapet.

Underliggende faktorer som befolkningsutvikling og økonomisk utvikling trenger ikke nødvendigvis være direkte koblet til utslippsutvikling. Ved å legge til rette for at vekst ikke generer utslipp vil koblingen bli svakere. Dette er ikke bare relevant gjennom klimatiltak som reduserer utslippene, men også ved annen samfunnsplanlegging. Et eksempel er arealplanlegging, der man gjennom

disponering av arealer og lokalisering av større bygg som generer transport kan styre utviklingen i retning av løsninger som i minst mulig grad øker transportbehovet.

15.2 Usikkerhet i tiltaksvurderingene

Analysene vi har gjort omfatter mer enn 60 ulike tiltak som samlet er antatt å kunne redusere utslippene i perioden 2021-2030 med ca. 40 millioner tonn CO_2-ekvivalenter i forhold til referansebanen gitt i NB2020. Så godt som alle tiltakene kjennetegnes av at flere barrierer må bygges ned for at tiltakene skal gjennomføres. For de fleste tiltakene forutsetter innfasingen som er lagt til grunn, og dermed utslippsreduksjonspotensialet vi har beregnet, endring i mer enn ett virkemiddel. Det kan også være nødvendig å justere enkelte virkemidler underveis i perioden i takt med teknologiutviklingen og endringer i kostnadsbildet. Med andre ord, dette er ingen enkel oppgave - en rekke av dagens virkemidler må forsterkes, og nye må innføres for å redusere ikke-kvotepliktige utslipp med 50 prosent.

Usikkerheten i de enkelte tiltakene er beskrevet i tiltaksarkene. Vi har som en del av tiltaksutredningene vurdert innfasingen i lys av mulige virkemidler, for å sikre at potensialene for utslippsreduksjoner vi beskriver er mulig å oppnå. En god del tiltak er som følge av dette nedjustert i forhold til tidligere analyser, der fokuset kun var på teknisk potensial. For noen av tiltakene er det derimot mulig å oppnå raskere innfasing og større utslippsreduksjoner dersom virkemiddelbruken forsterkes sammenlignet med det vi har vurdert.

Mange av tiltakene er såkalte samletiltak, som for eksempel tiltaket *Konvertering til elkraft i annen industri og bergverk* og tiltaket *Utfasing av mineralolje og gass til byggvarme på byggeplasser*. Slike tiltak er basert på overordnede analyser av en rekke ulike aktører og det kan være store ulikheter innen disse segmentene som analysene ikke fanger opp. Her har man likevel relativt god informasjon om de samlede utslippene. Dette betyr at dersom det varsles om et framtidig forbud vil tiltaket kunne gi de utslippsreduksjonene som er utredet. Erfaringer fra det varslede forbudet mot bruk av mineralolje til oppvarming viser at effekt kan oppnås allerede før forbudet inntreffer, men det vil fortsatt være usikkerhet om innfasing av tiltaket fram mot et forbud.

For tiltak som dreier seg om reduksjon av større punktutslipp fra stasjonære kilder er usikkerheten i årlig utslippsreduksjonspotensial relativt lav. Den samlede utslippsreduksjonen i perioden 2021-2030 kan likevel være usikker, fordi det ikke nødvendigvis er sikkert når investeringsbeslutning tas og tiltakene settes i gang. Eksempler på slike tiltak er *CCS på Oslo Fortum Varme* og *Reduserte lystgassutslipp fra kunstgjødselproduksjon*.

For flere av tiltakene er det usikkerhet i tallmaterialet for beregning av utslippsreduksjonspotensialet. Innen sjøfart, fiske og havbruk er det for eksempel usikkerhet i hvordan utslippene i utslippsregnskapet fordeler seg på ulike skipssegmenter, og utslippsreduksjonspotensialet for det enkelte tiltak er derfor usikkert. Usikkerheten kan slå begge veier, og utslippsreduksjonspotensialet kan være både større og mindre.

For tiltakene som innebærer atferdsendringer i befolkningen er det store usikkerheter i hvor stor grad dette vil bli realisert innen 2030. For tiltaket *Redusert matsvinn* er det forutsatt i utslippsberegningene at det er oppnådd en halvering av matsvinnet i 2030 fra 2015. For tiltaket *Overgang fra rødt kjøtt til plantebasert kost og fisk* må befolkningen som helhet spise under 500 gram rødt kjøtt per uke for at hele utslippspotensialet skal utløses. Det er utarbeidet ulike scenarioer med kosthold i tråd med de nasjonale kostrådene som illustrerer mulige varianter av hvordan kostholdet i gjennomsnitt av befolkningene kan endres sammenlignet med i dag, og hva det vil si for norsk matproduksjon. Det er ikke mulig å slå fast med sikkerhet hva folk faktisk kommer til å

spise i 2030 og hvordan befolkningen velger å innrette kosten sin, selv innenfor kostrådene. Endring av verdier (som styrer hva vi spiser), vaner og holdninger er krevende og kan forutsette omfattende virkemiddelbruk over en lenger periode. Verdikjeden knyttet til mat er også lang og kompleks, noe som gjør det krevende å vurdere virkemidler for å treffe endret atferd hos forbruker som er siste ledd i kjeden.

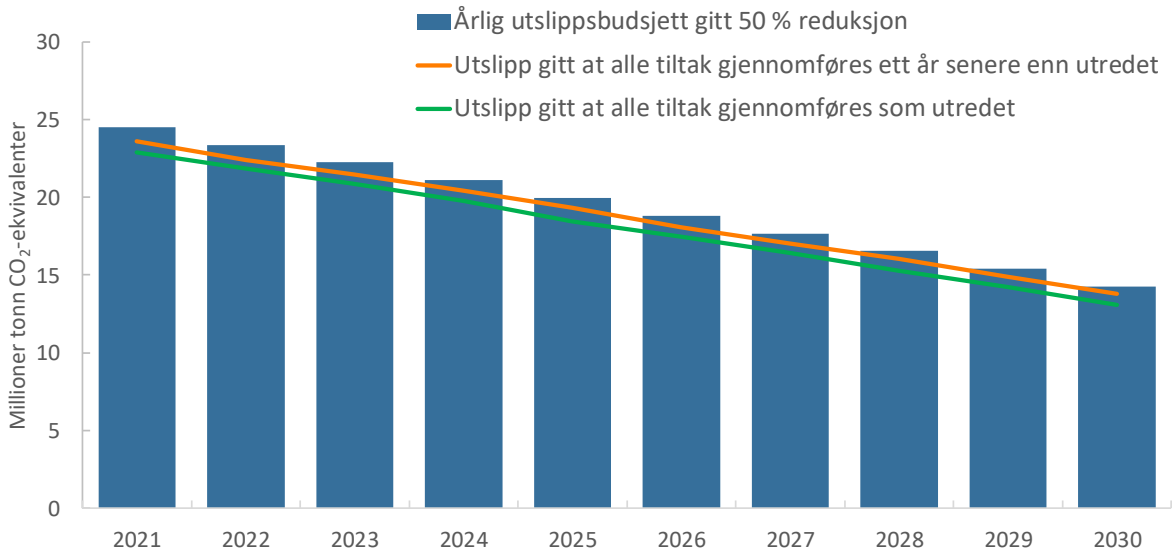
15.2.1 Kostnadsestimat er usikre

For alle tiltakene er kostnadsestimatene som ligger til grunn for både de samfunnsøkonomiske tiltakskostnadene og de privatøkonomiske kostnadene usikre. Dette gjelder blant annet tiltakene som omfatter bruk av ny teknologi. For transporttiltakene er det lagt inn antagelser om framtidige kostnadsreduksjoner, blant annet for prisen på batterier. Usikkerheten her er ikke hvorvidt batterikostnader vil falle, men det er usikkerhet knyttet til *hvor mye, når* og *hvor fort* dette vil skje. Vi mener vi har hatt en relativ konservativ tilnærming til mulig kostnadsutvikling. For en del tiltak er det kjørt ulike kostnadsscenarioer. Disse er beskrevet i tiltaksarkene. Teknologisk utvikling og tilhørende kostnadsreduksjoner kan gå raskere eller tregere enn det vi har forutsatt.

Usikkerhet om kostnader er en av flere grunner til at det er krevende å si noe om potensiell effekt av mulige virkemidler. Dermed innebærer usikre kostnadsestimater også usikre reduksjonspotensial.

15.2.2 Kobling mellom virkemidler og tiltak er avgjørende

Gitt omfanget og kompleksiteten i tiltakene og virkemidlene som er utredet, kan man se for seg et scenario der en del av tiltakene fases inn senere enn det som er lagt til grunn i våre analyser. Dette innebærer lavere utslippsreduksjoner i perioden 2021-2030. Figur A 106 illustrerer effekten av å utsette tiltak. Her er det antatt at alle tiltakene gjennomføres, men ett år senere enn det vi har lagt til grunn. Resultatet er at det samlede utslippsreduksjonspotensialet i perioden 2021-2030 reduseres med om lag 7 millioner tonn CO_2-ekvivalenter.



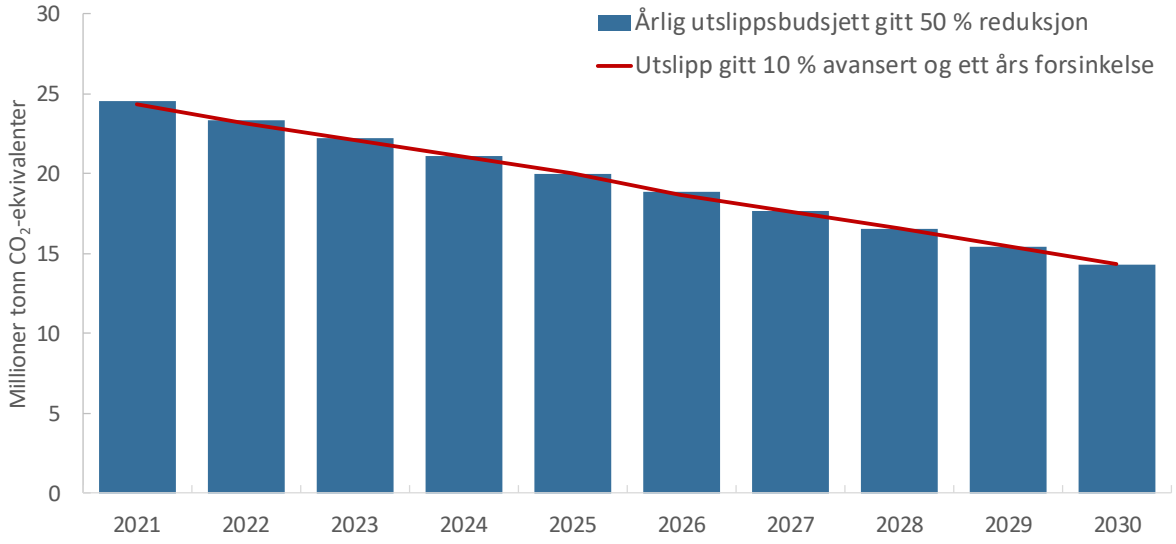
Figur A 106. Utslippsgap i henhold til analysen og dersom alle tiltak gjennomføres ett år senere enn utredet.

15.3 Usikkerheter oppsummert

Oppsummert er det, gitt omfanget og kompleksiteten i tiltakene og virkemidlene som er utredet, en risiko for at man vil kunne ende opp med lavere samlet utslippsreduksjon i perioden 2021-2030 enn 40 millioner tonn CO_2-ekvivalenter selv om alle tiltakene iverksettes. Samtidig er det mulig at

utslippsframskrivingen fra NB2020 er for optimistisk med tanke på effekten av dagens virkemidler, og at befolkningsvekst og/eller økonomisk vekst blir høyere enn forventet.

Figur A 107 illustrerer et scenario der omsetningskravet for biodrivstoff oppfylles med 10 prosent avansert biodrivstoff og at alle tiltak gjennomføres, men med ett års forsinket oppstart. I et slikt scenario vil utslippene bli tilnærmet lik 50-prosentbudsjettet.



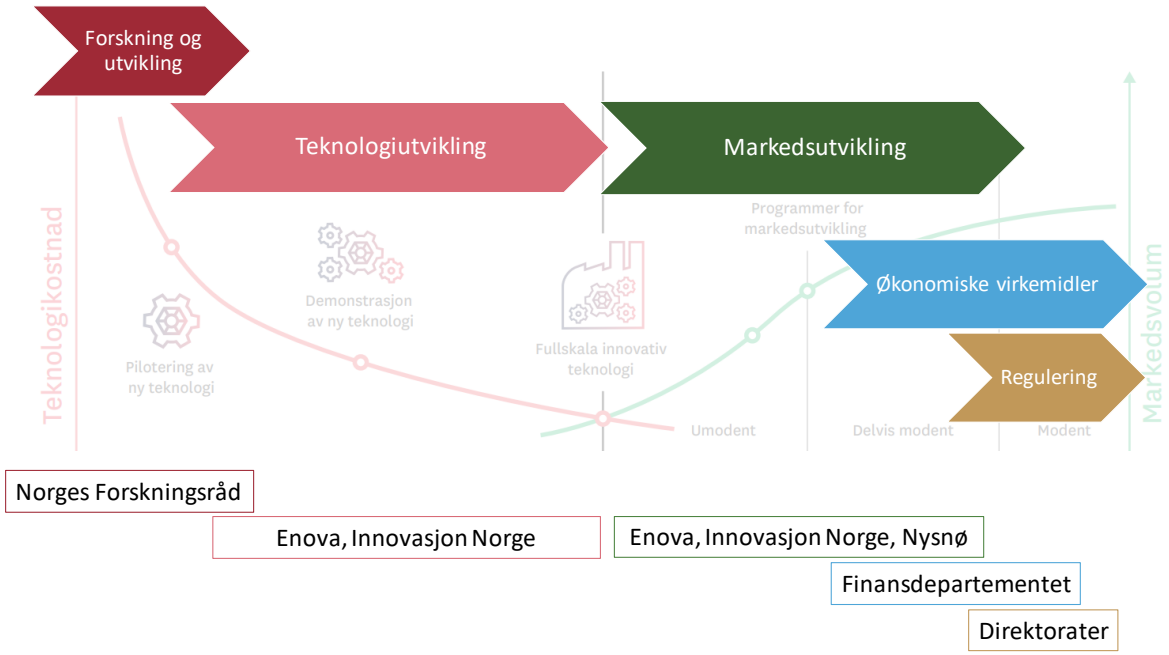
Figur A 107 Utslipp gitt at alle tiltak gjennomføres, men ett år senere enn utredet og at omsetningskravet for veitransport oppfylles med 10 prosent avansert biodrivstoff.

16 Hva kan virke på tvers av sektorer

I tiltaksark og sektorkapitler har vi vurdert mulige virkemidler og viktige faktorer som må være på plass for at tiltakene som er utredet skal utløses. En del av disse virkemidlene er relevante i flere ulike sektorer. I dette kapittelet ser vi på viktige fellesfaktorer og virkemidler på tvers av sektorer. Kapittelet avsluttes med en tabell som oppsummerer en lang rekke virkemidler som har vært vurdert.

16.1 Støtteordninger gjennom Enova er tverrsektorielle virkemidler

Enova gir støtte til både utvikling og implementering av ny teknologi. Enova jobber etter to hovedlinjer: Støtte for å få fram nye løsninger gjennom demonstrasjon av nye energi- og klimaløsninger (teknologiutvikling), og støtte for å få gode løsninger ut i markedet (markedsutvikling). Enovas virkemidler er med andre ord innrettet mot enten å redusere teknologikostnaden og -risikoen eller å øke markedsvolumet.



Figur A 108. Støtteordninger i ulike faser av teknologi- og markedsutvikling. Kilde: Enova.

Behov for teknologiutvikling varierer på tvers av sektorene. I transportsegmentet skiller sjøfarten seg fra kjøretøy på vei og anleggsmaskiner. I maritim sektor har Norge aktører langs hele verdikjeden og nye løsninger kan utvikles nasjonalt. Mange av tiltakene krever fortsatt teknologiutvikling; framdriftsløsninger basert på både ammoniakk og hydrogen er i dag på pilot- og demonstrasjonsstadiet. For tiltak innen sjøfart, fiske og havbruk som er i teknologiutviklingsfasen er støtte fra Enova et viktig virkemiddel. Også i andre sektorer, som industri og jordbruk, er det behov for teknologiutvikling, for eksempel karbonfangst- og lagring og produktutvikling i matindustrien.

Nullutslippskjøretøy er avhengige av teknologiutvikling internasjonalt. Markedet er fortsatt umodent, men erfaringen med den norske elbilpolitikken viser at etterspørsel fra en liten nasjon i en tidlig fase kan utgjøre en betydelig andel av markedet og dermed bidra til å påskynde teknologiutviklingen og satsingen på nullutslippsteknologi. Når teknologien er tilgjengelig vil støtte kunne bidra til å få teknologien ut i markedet. For eksempel kan en forlengelse/styrking av Enovas Nullutslippsfond bidra til forsert innfasing av nullutslippskjøretøy brukt i næringstransport. Fondet vil også kunne gi støtte til fartøy når disse er kommet til markedsutviklingsfasen.

Prisene på elektriske kjøretøy forventes imidlertid å falle raskt, og nullutslippskjøretøy i ulike segmenter forventes å bli privatøkonomisk lønnsomme for næringsaktørene på ulike tidspunkter i løpet av de neste 10 årene. Da vil det som en følge av statsstøtteregelverket ikke lenger være anledning til å gi støtte til slike løsninger gjennom Enova. Det vil imidlertid fortsatt kunne gjenstå en del barrierer som må overkommes.

16.2 Økte avgifter kan gi et viktig bidrag

16.2.1 Avgiftsnivået må være høyt for å utløse tiltak alene

Økte avgifter på fossile alternativer vil gjøre null- og lavutslippsløsninger mer konkurransedyktige. En del av de ikke-kvotepliktige utslippene har ikke avgift i dag. Mer enn halvparten av utslippene fra ikke-kvotepliktig industri og petroleum er for eksempel per i dag ikke avgiftsbelagt. Utslippene fra jordbruket er heller ikke avgiftsbelagt. En stor del av disse utslippene er vanskelig å avgiftsbelegge fordi det er vanskelig å måle utslippene. Det kan dermed være behov for å benytte andre virkemidler. I tillegg forutsetter mange av tiltakene utredet i Klimakur 2030 potensielt krevende endringer i vaner og atferd, eller forsert innfasing av ny teknologi i segmenter med mange ulike aktører.

Analysene i Klimakur 2030 av atferdsbarrierer i ikke-kvotepliktig industri indikerer at avgiftene må økes til minst 2000 kr/tonn for å utløse de rimeligste konverteringstiltakene. Beregninger fra Transportøkonomisk institutt (TØI) utført i forbindelse med Klimakur 2030[502] viser at selv en betydelig økning av drivstoffprisen gir en beskjeden nedgang i antall turer, men en noe større effekt på transportarbeidet. Noe av grunnen til den lave effekten er at elbil-andelen av kjøretøyparken i modellen er rundt 45 prosent, og at disse ikke påvirkes av en økning i drivstoffpris, samt at hybridbilene påvirkes mindre enn rene bensin- og dieselbiler. Dersom man legger en tilsvarende økning i kilometerkostnad på alle bilene, for eksempel ved hjelp av veiprising, er effekten noe større. Totalt sett indikerer resultatene lat en økning av drivstoff- eller kilometerkostnad alene ikke er et effektivt virkemiddel for å redusere personbiltrafikken.

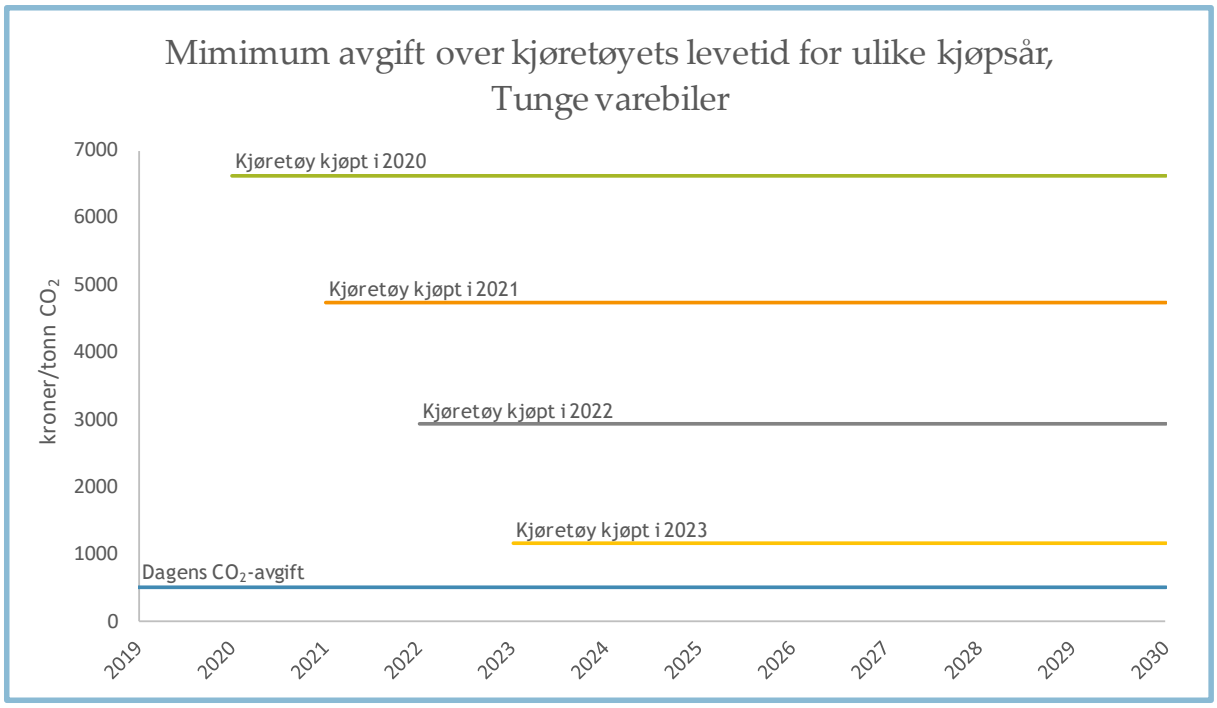
Det er ofte store kostnadsvariasjoner innen et utslippssegment, og vil man at avgiften skal utløse hele potensialet til et tiltak må den treffe marginalkostnaden, med andre ord aktøren med den høyeste kostnaden knyttet til reduksjon av utslippene. Ut fra forventningen om fallende kostnader utover i tid kan det imidlertid være langt dyrere å kjøpe elektriske kjøretøy for de første aktørene enn det er senere i perioden. Dette kan illustreres med elektriske varebiler. Figur A 109 viser hvilket avgiftsnivå som må til for at det skal bli privatøkonomisk lønnsomt for en gjennomsnittlig bedrift å anskaffe en "tung" elektrisk varebil framfor en dieselvarebil på ulike tidspunkter.[503] For at det skal være privatøkonomisk lønnsomt for gjennomsnittsbrukeren å kjøpe en tung elvarebil i 2020 vil CO_2-avgiften på drivstoff måtte økes til om lag 6000 kr/tonn.[504] Forventningen om fallende kostnader gjør avgiftsnivået som er nødvendig for å utløse kjøp av tunge elvarebiler senere i perioden lavere.

I forbindelse med Klimakur 2030 har NVE gjort en kjøring av TIMES. Modellen gir som resultat at en betydelig økning i CO_2-avgiften på drivstoff i liten grad gir flere elbiler enn i basisscenarioet. Dette skyldes trolig at CO_2-avgiften utgjør en liten andel av drivstoffkostnadene, slik at prosentvis store økninger i avgiften ikke gir store nok økninger i drivstoffkostnadene til at elbilene blir valgt.

[502] TØI (2019) Klimakur 2030 - transportmodellberegninger

[503] Modellert kjøretøy som representerer gjennomsnittet for segmentet – i innkjøpskostnader og bruk. Med tung varebil menes varebil over 1706 kilo.

[504] Beregningen forutsetter at det ikke gis støtte i tillegg.



Figur A 109. Minimum avgift over kjøretøyets levetid for ulike kjøpsår for tunge varebiler.

Virkemidler som påvirker investeringskostnaden, for eksempel kjøpsavgifter på fossile løsninger eller investeringsstøtte for nullutslippsløsninger, kan i mange utslippssegmenter ha relativt større effekt enn virkemidler som påvirker driftskostnadene. Dette skyldes blant annet flere atferdsfaktorer; for eksempel at man vektlegger kostnad i dag mer enn besparelser i morgen (nåtidsskjevhet). Mange regner uansett ikke ut nåverdien av en investering, det gjelder både privatpersoner og bedrifter. Bedrifter bruker gjerne tommelfingerregler og har for eksempel krav om tilbakebetalingstid på to-tre år. For disse aktørene vil en økt avgift på investering i fossile alternativer "slå rett inn" i analysen, mens framtidige avgifter på for eksempel drivstoff hensyntas i for liten grad. Begrenset tilgang på investeringskapital kan også gjøre at investeringskostnaden blir viktigere enn framtidige driftsbesparelser.

16.2.2 Forpliktende avgiftsøkninger gir et viktig styringssignal

På tross av begrensningene nevnt over er det viktig å ikke undervurdere effekten av avgifter på tiltakene utredet i Klimakur 2030. Avgifter treffer bredt og vil også kunne utløse tiltak vi ikke har utredet. Høyere avgifter vil gi økte insentiver til å finne nye muligheter til å redusere utslipp, og gir et viktig langsiktig signal.

Forutsigbare avgiftsøkninger vil forsterke avgiftens effekt. Dagens CO_2-avgift er 508 kr/tonn. I Granavolden-plattformen har regjeringen sagt at den vil øke CO_2-avgiften med 5 prosent årlig til 2025. Analysene vi har gjennomført indikerer at for mange av tiltakene vil en slik økning ikke være tilstrekkelig for å utløse disse. I Granavolden-plattformen sier regjeringen også at økte pumpepriser som følge av økt CO_2-avgift og økte krav til omsetningskrav for biodrivstoff i sin helhet skal motsvares med reduserte avgiftssatser på drivstoff ilagt veibruksavgift. Den økte CO_2-avgiften vil i så fall ikke gi reduserte utslipp fra veitransport.

Mange investeringsbeslutninger har lang tidshorisont. En avgiftsøkning, for eksempel mot 2000 kroner i 2030, vil kunne utløse noen slike tiltak og samtidig gi et viktig insentiv i utløsende retning for andre tiltak. I Tabell A 48 er den varslede avgiftsøkningen fra Granavolden-plattformen framskrevet til 2030, og i tillegg er det illustrert en CO_2-avgiftsbane som går til 2000 kroner i 2030. Dette tilsvarer

en årlig økning på 13 prosent. Til sammenligning er 2000 kr/tonn den estimerte merkostnaden ved bruk av avansert biodrivstoff.

Tabell A 48. CO_2-avgift med fortsettelse av Granavoldens opptrapping og opptrapping fram til 2000 kroner per tonn i 2030.

2019-kroner	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Granavolden-plattformen	508	533	560	588	617	648	681	715	751	788	827	869
Økning til 2000 kroner i 2030	508	575	652	738	836	947	1073	1215	1376	1559	1766	2000

16.3 Krav i offentlige anskaffelser kan bidra til å utløse en lang rekke tiltak

Offentlige anskaffelser er pekt på som et viktig virkemiddel for mange av tiltakene som er utredet. Hovedårsaken er at det offentlige gjennom sine anskaffelsesprosesser kan bidra til å skape et marked for teknologier og løsninger som er umodne eller som har nettverkseksternaliteter. Eksempler er null- og lavutslippsteknologiløsninger i ferger og busser og utslippsfrie anleggsplasser. Offentlige anskaffelser kan også bidra til atferdsendring over tid, for eksempel gjennom krav om bærekraftig kosthold og matsvinnhåndtering i anskaffelser av mat- og måltidstjenester.

16.4 Tilgjengelig ladeinfrastruktur er avgjørende for elektrifiseringstiltak

Tilgjengelig ladeinfrastruktur er en viktig faktor for mange av tiltakene. For aktørene i transportsektoren er ladeinfrastruktur en såkalt absolutt barriere, verken privatpersoner eller næringsliv vil velge elektriske løsninger hvis mangel på ladeinfrastruktur begrenser kjøremønstre betydelig. Dette gjelder spesielt langtransport hvor det nå finnes få kjøretøy, men som også trenger en etablert ladeinfrastruktur for å fases inn.

Strømnettet er ikke en stor barriere for de fleste tiltakene, men i mange tilfeller kan det være dyrt og ta lang tid å bygge tilstrekkelig nett. Videre vil dette bidra til at det tar lang tid å sette opp ladepunkt. Viktige tiltak for å redusere denne barrieren er å identifisere det nye forbruket tidlig, samt å sørge for tidlig kommunikasjon mellom ladeaktørene og nettselskapene.

16.5 Kommuner har en viktig rolle på tvers av sektorer

Kommunene kan i sine roller som myndighetsutøvere, tjenesteytere, innkjøpere, eiere og driftere, og samfunnsutviklere påvirke ulike klimatiltak. Innenfor vei- og sjøtransport, anleggsmaskiner og avfallshåndtering med karbonfangst og -lagring kan kommunene ha en særlig viktig rolle for å bidra til klimagasskutt. God areal- og transportplanlegging er avgjørende i overgangen til lavutslippssamfunnet. Kommunene kan også bidra til utslippskutt innenfor avfallshåndtering og deponi, jordbruk og oppvarming.

16.6 Omsetningskrav for biodrivstoff er et relativt dyrt, men styringseffektivt virkemiddel

Omsetningskrav for biodrivstoff er et virkemiddel som kan benyttes i flere utslippssegment. Virkemiddelets fordel er at det er styringseffektivt og at det kan kompensere for manglende implementering av andre tiltak. I tillegg vil et omsettingspåbud spre kostnaden ved økt biodrivstoffbruk på mange brukere. Vi har lagt til grunn at økning i omsetningskrav er basert på bruk

av avansert biodrivstoff for å sikre bærekraft og global utslippseffekt. Som beskrevet i kapittel 14 er det estimert at avansert HVO-biodiesel del A vil være omtrent 90 prosent dyrere enn fossil diesel i 2030. Dette innebærer en tiltakskostnad på om lag 2000 kr/tonn. Usikkerheten i dette estimatet er betydelig.

16.7 Informasjon må gis på riktig måte

Mangel på informasjon og kunnskap er en viktig barriere for mange tiltak. Kunnskap og informasjon kan være potensielt viktige virkemidler som kan øke kunnskapsnivået hos forbruker og relevante aktører, og bidra til at man kan ta informerte valg og endre atferd. For at informasjon skal være treffsikker er det viktig at budskapet skreddersys til den enkelte gruppe. Forbrukere og verdikjeder består ofte av vidt forskjellige grupper og aktører. Informasjon kan i noen tilfeller være tilstrekkelig til at tiltak utløses, men ofte må informasjon støttes opp om av andre virkemidler (som for eksempel regulering, avgift eller forbedret infrastruktur). Mer kunnskap om hvordan man best innretter informasjonsvirkemidler for å oppnå ønsket atferdsendring er viktig.

I jordbrukskapittelet snakker vi om "bærekraftforvirring". I dette ligger det at forbrukere kan bli forvirret om hva de bør velge av matvarer hvis de ønsker å kjøpe det som er mest bærekraftig. Det er mange hensyn som kan gå i ulik retning, og som gjør det komplisert å si om noen matvarer er mer bærekraftige enn andre. Eksempelvis kan noen klimavennlige matvarer ha negative effekter for naturmiljøet (vann og biomangfold). Ulik kommunikasjon fra ulike aktører i media, men også fra myndighetenes side, kan være opphav til denne forvirringen. En samlet, koordinert kommunikasjon fra myndighetenes side, er derfor viktig. Nye teknologiske løsninger som gir deg skreddersydd og umiddelbar informasjon kan også være gode informasjonsvirkemidler.

Likeledes vil bransjesamarbeid og formalisert koordinering på tvers av nivåer og sektorer være nyttig for mange av tiltakene som er utredet, for eksempel når det kommer til informasjonsdeling.

Atferdsbarrierer kan også brytes ned ved hjelp av *nudging,* eller *dulting*.[505] Eksempler på dette er hoteller som tar i bruk mindre tallerkener for å redusere matsvinn og butikker som tilrettelegger plassering for å insentivere til økt kjøp av frukt og grønt. Både for matsvinntiltaket og for kostholdstiltaket vil tilrettelegging gjennom dulting sammen med informasjonsvirkemidler være viktig for å endre atferd.

16.8 Støtte til forskning er viktig med tanke på framtidens løsninger

Tiltakene vi har vurdert dreier seg om å implementere ofte umodne, men eksisterende, teknologier og løsninger. Vi har derfor ikke gitt en helhetlig beskrivelse av virkemiddelapparatet for forskning – som for eksempel Forskningsrådet og Innovasjon Norge. Klimamålet for 2030 er et skritt på veien mot målet om å være et lavutslippssamfunn i 2050. Forskning på nullutslippsløsninger er avgjørende for å klare den omstillingen lavutslippssamfunnet innebærer, og for å nå de langsiktige målene. FoU vil også kunne bidra til betydelige kostnadsreduksjoner for mange av tiltakene.

[505] Begrepet brukt på denne måten introduseres i Thaler & Sunstein (2005). Nudge: Improving Decisions About Health, Wealth, and Happiness. Her defineres nudge som: "*A nudge, as we will use the term, is any aspect of the choice architecture that alters people's behavior in a predictable way without forbidding any options or significantly changing their economic incentives. To count as a mere nudge, the intervention must be easy and cheap to avoid. Nudges are not mandates. Putting fruit at eye level counts as a nudge. Banning junk food does not.*"

16.9 Oppsummering av virkemidler som er vurdert

Tabell A 49 gir eksempler på virkemidler som er vurdert, og hvilke tiltak de kan bidra til å utløse. Tabellen er ikke uttømmende. Innen jordbruk er for eksempel verdikjeden fra produsent til forbruker lang og kompleks, og virkemidlene i tabellen må anses som eksempler. I sektorkapitler og tiltaksark er det nærmere beskrevet hvordan ulike virkemidler kan bidra til at tiltakene utløses.

I arbeidet med Klimakur 2030 har det ikke vært gjort en fullstendig gjennomgang av alle konsekvenser og aspekter ved tiltakene og virkemidlene. Eventuelle virkemidler bør derfor utredes i tråd med utredningsinstruksen.

Det at et virkemiddel "treffer" et tiltak betyr ikke at virkemiddelet vil være nødvendig eller tilstrekkelig til å utløse tiltaket. Vi har ikke utredet effekt og mulige konsekvenser av alle virkemidlene. Hvordan virkemidlene eventuelt kan utformes er heller ikke vurdert.

Fargekoder i tabellen:

VEITRANSPORT
SJØFART, FISKE OG HAVBRUK
IKKE-VEIGÅENDE MASKINER OG ANNEN TRANSPORT
JORDBRUK
INDUSTRI
PETROLEUM
CCS-TILTAK
ANDRE TILTAK

Tabell A 49. Eksempler på virkemidler som er vurdert, og hvilke tiltak de kan bidra til å utløse.

Mulige virkemidler	Treffer følgende tiltak
Avgifter	
Økt CO_2-avgift og andre avgifter på aktivitet som gir klimagassutslipp	Vil gi drahjelp til brorparten av tiltakene som omfatter avgiftsbelagt aktivitet, herunder: • Reduksjon av metan og NMVOC fra kaldventilering offshore • Reduksjon av utslipp av metan og NMVOC fra petroleumsanlegg på land (Hammerfest LNG) • Erstatte bruk av olje og gass i fjernvarme med fornybar energi • Utfasing av mineralolje og gass til byggvarme på byggeplasser • Erstatte gassbruk til permanent oppvarming av bygg • Nullvekstmål for personbiltransporten • Overføring av gods fra vei til sjø og bane • Forbedret logistikk for varebiltransport • Forbedret logistikk og økt effektivisering av lastebiler • 100 % av nye personbiler er elektriske innen utgangen av 2025 • 100 % av nye lette varebiler er elektriske innen utgangen av 2025 • 100 % av nye tyngre varebiler er elektriske innen utgangen av 2030 • 50 % av nye lastebiler er el- eller hydrogenkjøretøy i 2030 • 75 % av nye langdistansebusser er el- eller hydrogenkjøretøy i 2030 • 100 % av nye bybusser er elektriske innen utgangen av 2025 • 45 % av nysalg av motorsykkel (MC) og moped er elektriske i 2030 • 10 % av nye trekkvogner går på biogass i 2030

Mulige virkemidler	Treffer følgende tiltak
	• Forbedret logistikk og økt effektivisering av maskiner på bygge- og anleggsplasser • 70 % av nye ikke-veigående maskiner og kjøretøy er elektriske i 2030 • Elektrifisering av fritidsbåter • Tiltak innen havbruk (En stor del av fartøyene benytter anleggsdiesel) • Husdyrgjødsel til biogass • Alle tiltak for sjøfart, fiske og havbruk • Energieffektivisering i annen industri og bergverk • Konvertering til elkraft i annen industri og bergverk • Konvertering til biobrensel i annen industri og bergverk • Konvertering til fjernvarme i annen industri og bergverk • Konvertering til hydrogen i annen industri og bergverk • Konvertering til fast biomasse i asfaltindustrien • Konvertering i metallurgisk industri • Konvertering i kjemisk industri
Innføring av CO_2-avgift	Vil gi drahjelp til tiltak på utslippskilder som kan være egnet for avgift, men som ikke er avgiftsbelagt i dag, herunder: • Reduksjon av utslipp av metan og NMVOC fra petroleumsanlegg på land • Erstatte gassbruk til permanent oppvarming av bygg (gass i veksthus har fritak fra CO_2-avgift i dag) • Økt utsortering av brukte tekstiler til materialgjenvinning • Økt utsortering av plastavfall til materialgjenvinning • Økt andel trekull i silisiumkarbidindustrien • Reduserte lystgassutslipp fra kunstgjødselproduksjon • Overgang fra rødt kjøtt til plantebasert kost og fisk • Redusert matsvinn
Økte kjøpsavgifter på kjøretøyer med bensin eller diesel-motor	• 100 % av nye personbiler er elektriske innen utgangen av 2025 • 100 % av nye lette varebiler er elektriske innen utgangen av 2025 • 100 % av nye tyngre varebiler er elektriske innen utgangen av 2030 • 50 % av nye lastebiler er el- eller hydrogenkjøretøy i 2030 • 75 % av nye langdistansebusser er el- eller hydrogenkjøretøy i 2030 • 100 % av nye bybusser er elektriske innen utgangen av 2025 • 45 % av nysalg av motorsykkel (MC) og moped er elektriske i 2030 • 10 % av nye trekkvogner går på biogass i 2030 • Elektrifisering av fritidsbåter
Skatte-/avgiftsfritak	• Bruk av biogass til skipsfart (skattekompensasjon) • Elektrifisering av fritidsbåter (fritak for mva. på elektriske fritidsbåter) • Redusert matsvinn: Fjerning av merverdiavgift på matdonasjon til skoler, barnehager og lignende aktører som ikke er veldedige organisasjoner • Overgang fra rødt kjøtt til plantebasert kost og fisk: Redusert merverdiavgift for frukt, grønt og fisk

Mulige virkemidler	Treffer følgende tiltak
Fjerne refusjonsordning for grunnavgift på mineralske produkter som brukes til gods- og passasjertransport i innenriks farvann og til installasjoner	• Flere tiltak for sjøfart, fiske og havbruk (Krav kan stilles til skip)
Differensiering av havneavgifter (ESI og EPI)	• Flere tiltak for sjøfart, fiske og havbruk (Lavere avgifter for skip med god profil)
Direkte reguleringer	
Forbud mot bruk av fossile brensler i industrien	• Konvertering til elkraft i annen industri og bergverk • Konvertering til biobrensel i annen industri og bergverk • Konvertering til fjernvarme i annen industri og bergverk • Konvertering til hydrogen i annen industri og bergverk • Konvertering til fast biomasse i asfaltindustrien • Konvertering i metallurgisk industri • Konvertering i kjemisk industri
Forbud mot bruk av mineralolje og gass til oppvarming	• Erstatte bruk av olje og gass i fjernvarme med fornybar energi • Utfasing av mineralolje og gass til byggvarme på byggeplasser • Erstatte gassbruk til permanent oppvarming av bygg
Forbud mot bruk av gamle vedovner	• Forsert utskifting av vedovner
Krav om vedlikehold av eksisterende anlegg for metanuttak	• Økt uttak av metan fra avfallsdeponi
Krav om utsortering og materialgjenvinning i avfallsforskriften	• Økt utsortering av plast til materialgjenvinning • Økt utsortering av brukte tekstiler til materialgjenvinning
Innskjerping av utslippsgrenser i Forurensningsloven	• Økt gjenvinning av metan og NMVOC ved råoljelasting offshore • Reduksjon av metan og NMVOC fra kaldventilering offshore • Reduksjon av utslipp av metan og NMVOC fra petroleumsanlegg på land • Økt andel trekull i silisiumkarbidindustrien • Reduserte lystgassutslipp fra kunstgjødselproduksjon
Innføring av krav om klimaledelse i Forurensningsloven	• Energieffektivisering i annen industri og bergverk • Konvertering til elkraft i annen industri og bergverk • Konvertering til biobrensel i annen industri og bergverk • Konvertering til fjernvarme i annen industri og bergverk • Konvertering til hydrogen i annen industri og bergverk • Konvertering til fast biomasse i asfaltindustrien • Konvertering i metallurgisk industri

Mulige virkemidler	Treffer følgende tiltak
	• Konvertering i kjemisk industri • Reduksjon av metan og NMVOC fra kaldventilering offshore • Reduksjon av utslipp av metan og NMVOC fra petroleumsanlegg på land
Fartsgrense for fartøy	• Fartsreduksjon for fartøy
Nullutslippssoner	• Innfasing av el- og hydrogenkjøretøy • Tiltak på cruiseskip (f.eks. i fjordene) • Alle tiltak for sjøfart, fiske og havbruk. (Kan være soner med maksimale utslippsgrenser, eventuelt avgift for å operere i sonen.)
Omsetningskrav	• Bruk av avansert biodrivstoff til skipsfart • Økt bruk av avansert flytende biodrivstoff i veitransport • Bruk av avansert flytende biodrivstoff i avgiftsfri diesel
Utslippskrav for driftsfartøy i forbindelse med petroleumsvirksomhet	• Tiltak på offshorefartøy • Tiltak på bulkskip (olje-/gasstankere for eksempel.)
Innføring av krav i konsesjoner for havbruk (spesielt i utviklingskonsesjoner)	• Tiltak innen havbruk
Arbeid med internasjonalt regelverk	• Alle tiltak for sjøfart, fiske og havbruk (IMO) • CCS-tiltak (godskriving av bio-CCS i internasjonale forpliktelser)
Innføre matkastelov	• Redusert matsvinn
Tillate ekstra datomerking i Matinformasjonsforskriften	• Redusert matsvinn
Lov om god handelsskikk	• Redusert matsvinn
Innføre informasjonsplikt	• Redusert matsvinn (forutsatt at matsvinn dekkes i etikkinformasjonsutvalgets foreslåtte lov om åpenhet, kunnskapsplikt og aktsomhetsvurderinger)
Oppfølging av eksisterende reguleringer	• Økt innsamling og destruksjon av brukt HFK • Etterlevelse av krav i offentlige anskaffelser vil treffe mange tiltak jamfør "offentlige anskaffelser" under
Støtte	
Tilskudd til jordbruket	• Overgang fra rødt kjøtt til plantebasert kost og fisk • Redusert matsvinn • Husdyrgjødsel til biogass • Diverse gjødseltiltak • Drenering • Fangvekster

Mulige virkemidler	Treffer følgende tiltak
Støtte til teknologiutvikling gjennom FoU-virkemidler (Norges forskningsråd, Innovasjon Norge mv)	• Flere tiltak for sjøfart, fiske og havbruk • Alle jordbrukstiltakene (produkt- og sortsutvikling, lagringsteknologi for kostholdstiltaket og matsvinntiltaket; forbedring av produksjon og ressursutnyttelse i jordbruket; karbonlagring i jord)
Nullutslippsfondet til Enova	• 100 % av nye lette varebiler er elektriske innen utgangen av 2025 • 100 % av nye tyngre varebiler er elektriske innen utgangen av 2030 • 50 % av nye lastebiler er el- eller hydrogenkjøretøy i 2030 • 75 % av nye langdistansebusser er el- eller hydrogenkjøretøy i 2030 • 100 % av nye bybusser er elektriske innen utgangen av 2025 • 45 % av nysalg av motorsykkel (MC) og moped er elektriske i 2030 • 10 % av nye trekkvogner går på biogass i 2030 • 70 % av nye ikke-veigående maskiner og kjøretøy er elektriske i 2030 • Elektrifisering av fritidsbåter • Flere tiltak for sjøfart, fiske og havbruk
Enova (øvrige programmer)	• Erstatte bruk av olje og gass i fjernvarme med fornybar energi • Utfasing av mineralolje og gass til byggvarme på byggeplasser • Erstatte gassbruk til permanent oppvarming av bygg • Husdyrgjødsel til biogass • Kostholds- og matsvinntiltakene: Omlegging i matindustrien dekkes i dag ikke av Enova eller lignende støtteprogram • Flere tiltak for sjøfart, fiske og havbruk • Energieffektivisering i annen industri og bergverk • Konvertering til elkraft i annen industri og bergverk • Konvertering til biobrensel i annen industri og bergverk • Konvertering til fjernvarme i annen industri og bergverk • Konvertering til hydrogen i annen industri og bergverk • Konvertering til fast biomasse i asfaltindustrien • Konvertering i metallurgisk industri • Konvertering i kjemisk industri
Støtte til utvidelse av matdonasjonsapparat	• Redusert matsvinn
Øvrige eller nye støtteordninger (Klimasats, Innovasjon Norge, NO_x-fondet mv)	• Erstatte bruk av olje og gass i fjernvarme med fornybar energi • Utfasing av mineralolje og gass til byggvarme på byggeplasser • Erstatte gassbruk til permanent oppvarming av bygg • 70 % av nye ikke-veigående maskiner og kjøretøy er elektriske i 2030 • Elektrifisering av fritidsbåter • Tiltak på hurtigbåter (Klimasats, mulig rettighetsbasert dekning for merkostnader) • Flere tiltak for sjøfart, fiske og havbruk • Overføring av gods fra sjø til vei og bane • Flere jordbrukstiltak: kosthold- og matsvinntiltakene; forbedring av produksjon og ressursutnyttelse i jordbruket; karbonlagring i jord

Mulige virkemidler	Treffer følgende tiltak
	• Husdyrgjødsel til biogass ved å gi støtte til økt lagerkapasitet til husdyrgjødsel og biorest eller støtte til ny produksjonslinje for å ta imot husdyrgjødsel i eksisterende sentraliserte biogassanlegg
Pante- og tilskuddsordninger for utskifting av vedovner	• Forsert utskifting av vedovner
Vrakpantordninger	• Alle teknologitiltak på godsskip, offshorefartøy, fiskefartøy, bulkskip, havbruk, hurtigbåter, cruiseskip og andre spesialfartøy
Støtte til ladeinfrastruktur	• 100 % av nye personbiler er elektriske innen utgangen av 2025 • 100 % av nye lette varebiler er elektriske innen utgangen av 2025 • 100 % av nye tyngre varebiler er elektriske innen utgangen av 2030 • 50 % av nye lastebiler er el- eller hydrogenkjøretøy i 2030 • 75 % av nye langdistansebusser er el- eller hydrogenkjøretøy i 2030 • 45 % av nysalg av motorsykkel (MC) og moped er elektriske i 2030 • 70 % av nye ikke-veigående maskiner og kjøretøy er elektriske i 2030 • Elektrifisering av fritidsbåter • Tiltak innen sjøfart, fiske og havbruk
Andre virkemidler	
Offentlige anskaffelser	• 100 % av nye bybusser er elektriske innen utgangen av 2025 • Forbedret logistikk for varebiltransport • Forbedret logistikk og økt effektivisering av lastebiler • 100 % av nye lette varebiler er elektriske innen utgangen av 2025 • 100 % av nye tyngre varebiler er elektriske innen utgangen av 2030 • 50 % av nye lastebiler er el- eller hydrogenkjøretøy i 2030 • 10 % av nye trekkvogner går på biogass i 2030 • Konvertering til fast biomasse i asfaltindustrien • 70 % av nye ikke-veigående maskiner og kjøretøy er elektriske i 2030 • Forbedret logistikk og økt effektivisering av maskiner på bygge- og anleggsplasser • Elektrifisering av fritidsbåter • Tiltak på ferger og hurtigbåter (Drift av offentlige samband) • Flere tiltak for sjøfart, fiske og havbruk (Krav kan stilles til skip ved transporttjenester) • Utfasing av mineralolje og gass til byggvarme på byggeplasser • Overgang fra rødt kjøtt til plantebasert kost og fisk • Redusert matsvinn
Statlige og kommunale investeringer	Tilrettelegging fra statlig hold slik at virkemidler lettere kan tas i bruk i kommunene og husholdninger • Nullvekstmål for personbiltransporten • Overføring av gods fra sjø til vei og bane • Forbedret logistikk og økt effektivisering av lastebiler • Forbedret logistikk og økt effektivisering av lastebiler • CCS på Oslo Fortum Varme (avfallsforbrenningsanlegg i Oslo)

Mulige virkemidler	Treffer følgende tiltak
	• CCS på BIR (avfallsforbrenningsanlegg i Bergen) • CCS på avfallsforbrenningsanlegget på Heimdal (Trondheim) • Erstatte kullkraft med fornybar energi i Longyearbyen
Frivillige avtaler	• Overgang fra rødt kjøtt til plantebasert kost og fisk (Avtale mellom matbransjen og alle berørte departement)
Merkeordninger	• Forsert utskifting av gamle vedovner • Overgang fra rødt kjøtt til plantebasert kost og fisk
Kunnskap/informasjon	Vil gjelde brorparten av tiltakene, spesielt: • Flere jordbrukstiltak: kosthold- og matsvinntiltakene; forbedring av produksjon og ressursutnyttelse i jordbruket • Økt innsamling og destruksjon av brukt HFK
Etablering/styrking av Formalisert tverrsektorielt samarbeid/nettverk	• Husdyrgjødsel til biogass • Tiltak for økt bruk av biogass (trekkvogner, skip, m.m.) • Overgang fra rødt kjøtt til plantebasert kost og fisk • Redusert matsvinn
Utkoblbar tariff	• Alle hel- og delelektrifiseringstiltak for skip

Del B – Skog og annen arealbruk

Innhold – Del B

1 Skog og annen arealbruk 421
1.1 Oppsummering 421
2 Innledning 425
2.1 Bakgrunn 425
2.2 Mandat 425
2.3 Avgrensninger og oppbygging av kapittelet 426
2.4 Arbeidsmetode og -prosess 427
3 Opptak og utslipp av klimagasser i sektoren 429
3.1 Historisk opptak og utslipp av klimagasser 429
3.2 Framskrivinger 430
3.3 Sektoren i et endret klima 432
4 Dagens rammeverk for skog og annen arealbruk 435
4.1 Skog og annen arealbruk i EUs klimarammeverk mot 2030 435
4.2 Dagens virkemidler for gjennomføring av tiltak 436
4.3 Regelverk som må følges ved gjennomføring av tiltak 440
5 Mulige tiltak for økt opptak og redusert utslipp 443
5.1 Skogarealer 443
5.2 Dyrket mark 470
5.3 Beite 473
5.4 Vann og myr 474
5.5 Karbon i treprodukter 476
6 Arealbruksendringer – omfang, årsaker og mulige virkemidler 479
6.1 Innledning 479
6.2 Arealbruksendringer i Norge 479
6.3 Dagens virkemidler som påvirker karbonutslipp relatert til arealbruksendringer 484
7 Usikkerheter 495

1 Skog og annen arealbruk

Arbeidet med skog og arealer er utført av representanter fra Miljødirektoratet og Landbruksdirektoratet, der Miljødirektoratet har koordinert arbeidet. NVE har vært involvert i arbeidet med arealbruksendringer. Som del av arbeidet er det satt ut oppdrag til NIBIO for å oppdatere kunnskapsgrunnlag på tidligere omtalte tiltak, der det er relevant, og å utarbeide et overordnet kunnskapsgrunnlag om mulige nye tiltak.

1.1 Oppsummering

Sektoren omfatter arealbrukskategoriene skog, dyrket mark, beite, vann og myr, bebyggelse, og annen utmark, og arealbruksendringer mellom disse. I tillegg omfattes karbonlagring i treprodukter. Framskrivinger av netto opptak av klimagasser i sektoren viser en nedadgående trend mot 2050. Dette skyldes en kombinasjon av økende andel gammel skog (skog som ikke lenger er i sin mest produktive fase), økt hogst på grunn av at mer hogstmodent volum blir tilgjengelig framover, og lavere investeringer i skogkultur de siste tiårene. Netto opptaket i sektoren forventes imidlertid fortsatt å være høyt, på 20,3 millioner tonn CO_2-ekvivalenter i 2030 og 19,9 millioner tonn CO_2-ekvivalenter i 2050.

I EUs klimarammeverk mot 2030 er sektoren skog og annen arealbruk en egen pilar med en egen forpliktelse om at utslippene fra sektoren ikke skal overstige opptaket (netto null utslipp). Gitt bokføringsregler i EUs klimarammeverk, kan Norge likevel forvente å måtte bokføre et netto utslipp av klimagasser på rundt på 1,2 millioner per år, eller **akkumulert** 12 millioner tonn CO_2-ekvivalenter for perioden 2021-2030, uten nye tiltak, mye på grunn av årlige utslipp fra avskoging[506]. Det er imidlertid store usikkerheter knyttet til disse beregningene.

Nye tiltak kan bidra til å ta opp mer eller slippe ut mindre CO_2, i forhold til referansenivåene i EUs bokføringsregler. Skulle Norge få et beregnet netto utslipp fra sektoren, kan dette dekkes inn gjennom kjøp av skog- og arealbrukskreditter fra EUs medlemsland eller gjennom utslippsreduksjoner under innsatsfordelingsforordningen (ikke-kvotepliktig sektor). Ved et beregnet netto opptak fra sektoren, kan en liten andel[507] benyttes for å oppfylle forpliktelsen for ikke-kvotepliktig sektor.

I Klimakur 2030 er etatene bedt om å utrede ulike tiltak og virkemidler for økning i opptak og reduksjon av utslipp av klimagasser i arealbrukssektoren. Del B gir en første vurdering av mulige tiltak i sektoren. Det vil imidlertid være behov for ytterligere utredninger for å blant annet kvantifisere tiltakenes utslippsreduksjonspotensial og tiltakskostnader.

Behov for fokus på karbonopptak i alle ledd i skogproduksjonen

Skog er arealkategorien som har de største årlige endringene i karbondynamikk, og der det er størst mulighet til å øke årlig opptak eller redusere årlig utslipp av klimagasser. Nitrogengjødsling av skog, økt plantetetthet og skogplanteforedling er tiltak som allerede er implementert, men det fulle potensialet er ikke enda utløst.

Skogen i boreale områder vokser sakte, de fleste skogforvaltningstiltakene vil derfor ha full effekt først på lang sikt, mot slutten av omløpstiden som er 60-120 år avhengig av bonitet. Det vil derfor være viktig å implementere tiltak raskest mulig for at skogen skal kunne fylle sine roller som

[506] Med avskoging mener vi et permanent tap av skog i produksjon.

[507] Norges adgang til under visse betingelser å benytte utslippskreditter fra skog og annen arealbruk til oppfyllelse av målet under innsatsfordelingen er fastsatt til 1,6 millioner tonn over perioden 2021-2030, tilsvarende 0,16 millioner tonn per år.

karbonsluk og som biomasseressurs til langlevde produkter og til bioenergi som erstatning for fossile ressurser. Planting av skog på nye arealer og på arealer i gjengroing, foryngelse med riktige treslag og høy tetthet, samt ungskogpleie i etterkant peker seg ut som de tiltakene som har størst potensial til å øke opptaket av klimagasser i sektoren.

Noen av tiltakene som har effekt på lang sikt vil imidlertid kunne føre til utslipp i 2030, særlig tiltak der man tar ut biomasse for å optimalisere produksjonen på arealet, som planting på gjengroingsarealer og tynning. Tiltak som fører til mer uttak av biomasse eller til mer kvalitetsvirke ved hogst, vil imidlertid bidra til utslippsreduksjoner i andre sektorer på kort sikt, dersom fossile råvarer erstattes med tre.

Nitrogengjødsling av skog og riktig hogsttidspunkt, særlig å unngå at foryngelseshogst gjøres for tidlig, er de skogforvaltningstiltakene som vil ha størst effekt på opptak av karbon fram mot 2030.

For å øke netto opptaket av klimagasser i skog er det viktig å ha fokus på karbonopptak i alle ledd i skogproduksjonen. Flere tiltak er avhengig av hverandre. Foryngelse med riktig treslag og en tetthet som utnytter arealets produksjonsevne er en forutsetning for å maksimere karbonopptak. Ved ungskogpleie og tynning opprettholdes karbonopptaket i trærne med best forutsetning for bruk i langlevde treprodukter.

Et endret klima vil gi lengre vekstsesong på grunn av høyere temperaturer. Man kan imidlertid også forvente økt frekvens av naturlige forstyrrelser som vindfall, insektskader og skogbrann som kan bidra til utslipp av klimagasser. Høy beredskap kan begrense utslipp fra slike hendelser. Tiltak som ungskogpleie og tynning kan også bidra til å gjøre skogen mer robust overfor naturlige forstyrrelser.

Kostnader knyttet til skogtiltak

Det har ikke blitt gjennomført fullstendige tiltaksanalyser som del av Klimakur 2030, men bare en første vurdering av mulige klimatiltak i skog. De fleste tiltakene som omtales i denne rapporten er tiltak som allerede gjennomføres i skogen i dag ut ifra et næringsperspektiv, men der det kan gjøres endringer enten i metode eller omfang for å optimalisere mulighetene for opptak av klimagasser. Det vil si at vi har erfaringer med kostnader og inntekter knyttet til tiltakene. Generelt har skogtiltak en merkostnad for skogeier, med en forventing om merinntekt først langt fram i tid, ofte til neste generasjon(er). Den bedriftsøkonomiske lønnsomheten av tiltakene vil avhenge av bonitet og skogeiers avkastningskrav.

Foreløpige beregninger av tiltakskostnad for noen tiltak, og erfaringer med kostnader i skogbruket, indikerer at tiltakene er i den laveste kostnadskategorien under 500 kr/tonn CO_2-ekvivalenter, flere trolig i den nedre del av intervallet.

Tiltakene kan ha negative effekter for naturmangfold og andre miljøverdier

De fleste av de skisserte skogtiltakene innebærer mer intensive produksjonsformer og har potensial for å påvirke både naturmangfold og andre miljøverdier. Om det oppstår konflikt mellom klima- og naturmangfoldhensyn, og i tilfelle hvor stor konflikten er, avhenger både av tiltaket i seg selv, lokalitet, skalering og hvordan tiltaket blir gjennomført.

Tiltak på arealer som allerede brukes til aktiv skogproduksjon vil trolig ha mer akseptabel effekt på naturmangfold og andre miljøverdier enn tiltak som tar i bruk arealer der det i dag er mer ekstensiv drift. Særlig for tiltak på slike arealer kan det være behov for miljøkriterier.

Tiltakene er i stor grad omfattet av skogbrukets virkemidler og styringssystemer

Siden mange av tiltakene allerede gjennomføres i dag, er de omfattet av dagens juridiske og økonomiske virkemidler for skogbruket. Det vil si at vi har systemer for å utvide og innføre nye tiltak

innenfor dagens virkemiddelapparat. Noen tiltak kan implementeres direkte, mens for andre kan det være behov for justeringer i de juridiske og økonomiske virkemidler, eller utvikling av kriterier for hvor og hvordan tiltakene bør gjennomføres som vilkår for utbetaling av støtte.

De eksisterende ordningene for resultatkartlegging og forvaltningskontroll i skogbruket kan brukes for å følge opp gjennomføringen også av nye tiltak. For enkelte tiltak kan det være aktuelt å utvide eller gjøre endringer i de eksisterende systemene for å øke kontrollen og dermed sikre at tiltaket er gjennomført etter hensikten og at det gir akseptable effekter for naturmangfold og andre miljøverdier.

Administrative kostnader knyttet til virkemidlene vil avhenge av behov for kriterier og ønske om kontroll.

Fokusere på tiltak som kan realiseres raskt

For å få til rask gjennomføring av nye tiltak, kan det være hensiktsmessig å fokusere de tiltakene som har positiv klima- og næringseffekt, samtidig som de gir akseptable effekter for naturmangfold og andre miljøverdier.

Eksempler på slike tiltak er skogplanteforedling, foryngelse med riktige treslag som tar hensyn til både naturmangfold og ønske om økt karbonopptak, høy tetthet ved foryngelse, ungskogpleie og riktig hogsttidspunkt. I tillegg vil nitrogengjødsling av skog og planting av skog på nye arealer gi akseptable effekter for naturmangfold og andre miljøverdier dersom de gjennomføres i tråd med anbefalte miljøkriterier.

Tiltak i jordbrukssektoren vil også kunne ha effekter i sektoren for skog og annen arealbruk

Flere tiltak for å redusere utslipp fra jordbrukssektoren vil også redusere utslippene i arealbrukssektoren, siden de påvirker karbondynamikken i jord. Eksempler på dette er forbud mot nydyrking av myr, fangvekster og biokull. Samlet er det beregnet at disse tiltakene vil kunne gi et gjennomsnittlig årlig redusert netto utslipp fra jord på om lag 0,16 millioner tonn CO_2-ekvivalenter, eller akkumulert 1,6 millioner tonn CO_2-ekvivalenter for perioden 2021-2030[508]. I tillegg vil gjennomsnittlig 0,014 millioner tonn CO_2-ekvivalenter kunne bokføres i jordbrukssektoren årlig. Den faktiske utslippsreduksjonen vil imidlertid avhenge av blant annet hvordan virkemidlene utformes og når tiltakene igangsettes. Dersom det innføres dispensasjonsmuligheter i forbindelse med et forbud mot nydyrking av myr, vil utslippsreduksjonspotensialet reduseres.

Store årlige utslipp fra arealbruksendringer

Årlig rapporteres det store utslipp fra arealbruksendringer, det vil si permanente omdisponeringer fra en arealbruk til en annen. Arealbruksendringen som medfører størst utslipp er avskoging, med et årlig utslipp på vel 2 millioner tonn CO_2-ekvivalenter. Endringer i Plan- og bygningsloven med tilhørende forskrifter og statlige planretningslinjer, virkemidlene som styrer arealbruken innenfor landbruket og veiledninger tilknyttet konsesjonsbehandling etter energiloven, kan gi tydeligere signaler til beslutningstakere om hvordan karbonrike arealer som skog og myr bør hensyntas i ulike prosesser. Dette kan bidra til en reduksjon i omfanget av omdisponeringer, og dermed i utslippet av klimagasser. Det kan også påvirke hvilke arealer som blir omdisponert, og dermed føre til at utslippet relatert til omdisponeringer blir redusert.

Tiltak for å begrense nedbygging av arealer vil ofte være til fordel for klima, landbruk og miljø. Det vil være særlig viktig å rette fokuset mot å redusere omfanget av arealbruksendringer, særlig avskoging,

[508] Bare rundt 0,4 millioner tonn vil kunne bokføres med dagens metode. Se kapittel 7.5.1 *Valg av tiltak*, i del A av rapporten.

for å kunne oppfylle forpliktelsen om netto null utslipp fra sektoren skog og annen arealbruk i 2030. For å ivareta framtidige muligheter for fortsatt opptak, er det viktig å unngå nedbygging av produktive arealer generelt.

2 Innledning

2.1 Bakgrunn

Norge har meldt inn mål til FNs klimakonvensjon om å redusere klimagassutslippene med minst 40 prosent innen 2030 sammenlignet med utslippsnivået i 1990, som Norges bidrag til Parisavtalen. I 2015 vedtok Stortinget at Norge vil gå i dialog med EU om en avtale om felles oppfyllelse av utslippsmålet. I oktober 2019 inngikk Norge en avtale med EU om felles oppfyllelse av utslippsmålet. Dette innebærer at EUs vedtatte klimarammeverk mot 2030 også vil være gjeldende for Norge[509].

I EUs klimarammeverk mot 2030 er sektoren skog og annen arealbruk en egen pilar med en egen forpliktelse om at utslippene fra sektoren ikke skal overstige opptaket (netto null utslipp). Det er egne regler for hver arealbrukskategori som bestemmer hvor mye av det faktiske opptaket og utslippet som kan telle med i vurderingen av om utslippsforpliktelsen for sektoren er oppfylt.

I klimagassregnskapet som årlig rapporteres inn til FNs klimakonvensjon består sektoren skog og annen arealbruk (LULUCF) av arealbrukskategoriene skog, dyrket mark, beite, vann og myr, bebygde arealer og annen utmark, samt arealbruksendringer mellom disse. I tillegg inkluderes også karbonlagring i treprodukter. I 2017 stod sektoren for et netto opptak av 25 millioner tonn CO2-ekvivalenter. Gitt EUs regler for bokføring, kan Norge likevel forvente å måtte bokføre et netto utslipp fra sektoren, mye på grunn av store årlige utslipp fra avskoging, se kapittel 4.1. Nye tiltak kan bidra til å ta opp mer eller slippe ut mindre CO_2, i forhold til referansenivåene i EUs bokføringsregler.

2.2 Mandat

I mai 2019 fikk Miljødirektoratet, Landbruksdirektoratet, Statistisk sentralbyrå, Enova, Vegdirektoratet, Kystverket og Norges vassdrags- og energidirektorat i oppdrag fra sine respektive departementer å gjennomføre en utredning med helhetlige forslag til tiltak og virkemidler for å oppfylle Norges klimamål i 2030. Det skal utredes ulike tiltak og virkemidler som kan utløse minst 50 prosent reduksjon i ikke-kvotepliktige utslipp i 2030 sammenlignet med 2005. Det skal i tillegg utredes ulike tiltak og virkemidler for økning i opptak og reduksjon av klimagassutslipp i skog- og arealbrukssektoren (LULUCF). Faggruppen koordineres av Miljødirektoratet. Se innledende kapittel i rapporten for mer informasjon om mandatet for Klimakur 2030.

I mandatet står det at "*det skal gjøres en oppdatering og vurdering av ytterligere tiltak i skog- og arealbrukssektoren. Dette omfatter også binding av karbon i jordbruksarealer og tiltak for reduserte utslipp fra nedbygging*. (...) *For langsiktige tiltak innen LULUCF sektoren må effekter vurderes i en klimarelevant tidshorisont utover 2030. Tiltak i LULUCF-sektoren må sees i sammenheng med andre sektorers behov for biomasse for å oppnå sine klimamål.*"

Vi tolker mandatet dithen at vi ikke skal utrede hvordan vi kan oppfylle forpliktelsen om netto-null utslipp fra sektoren skog og annen arealbruk under EUs klimarammeverk, men vise hvilke muligheter som finnes for å redusere utslipp og øke opptaket i sektoren.

[509] Prop. 94 S (2018-2019). Samtykke til deltakelse i en beslutning i EØS-komiteen om innlemmelse i EØS-avtalen av rettsakter som inngår i felles oppfyllelse med EU av utslippsmålet for 2030, beskriver hvilke deler av EUs klimaregelverk som legges til grunn for oppfyllelse av Norges 2030-forpliktelse, med nødvendige tilpasninger for å sikre like vilkår og lik oppfølging og avgrensning til utslippsmålet for 2030.

2.3 Avgrensninger og oppbygging av kapittelet

Ifølge FNs klimapanels 1,5-graders rapport[510] innebærer 1,5-gradersmålet omtrent en halvering av de globale klimagassutslippene innen 2030, og at CO_2-utslippene faller til netto null rundt 2050, for så å bli netto negative resten av århundret[511]. Innfasingen av negative utslippsløsninger for å oppnå dette må imidlertid starte umiddelbart.

Landarealer og biomasse kan bidra til negative utslipp gjennom blant annet 1) økt opptak av karbon i biomasse og jord, 2) redusert utslipp fra avskoging og fra nedbygging av andre karbonrike arealer, 3) hensiktsmessig bruk av langlevde produkter som bygningsmaterialer, der restprodukter brukes til bioenergi og biologiske produkter som erstatning for fossile løsninger og 4) gjennom oppsamling og lagring av bio-CO2 fra for eksempel biodrivstoffproduksjon eller bio-kraftverk (bio-CCS).

I det videre omtaler vi hvordan ulike tiltak kan bidra til økt opptak i eller redusert utslipp fra landarealer i Norge (punkt 1 og 2 over). Vi omtaler ikke hvordan biomasse fra skogen bør brukes for å erstatte mest mulig fossilt karbon, eller muligheter for bio-CCS i Norge (punkt 3 og 4 over). For mer informasjon om hvordan dette er håndtert i Klimakur 2030, se rapportens del A, kapittel 3.3 og kapittel 14.

Tiltakene som er inkludert i Klimakur 2030 kan i prinsippet grupperes i tre kategorier; 1) kvantifiserte tiltak, 2) tidligere omtalte tiltak og 3) mulige nye tiltak. For den første gruppen gir vi en kort beskrivelse av tiltakene og status for disse, og omtaler eventuelt restpotensial og forslag til hvordan de kan realiseres. For de to andre gruppene gir vi en overordnet beskrivelse av tiltakenes potensial for økt opptak eller redusert utslipp av klimagasser, kostnader, barrierer, gjennomførbarhet (virkemidler) og tilleggseffekter som effekter på naturmangfold.

Målet med arbeidet er blant annet å synliggjøre hvor målkonflikter mellom klima, naturmangfold og næring er fraværende eller små. Vi sorterer tiltakene med formål om å kunne gi innspill til departementene om hvilke tiltak som kan være særlig relevante å utrede ytterligere etter Klimakur 2030, slik at tiltak som gir effekt mot 2030 og/eller som antas å være gjennomførbare på kort sikt og som har "vinn-vinn-vinn" effekter for klima, næring og miljø kan prioriteres i det videre arbeidet.

Kapittel 1 gir en oppsummering av del B om skog og annen arealbruk**. Kapittel 2** gir en innledning til arbeidet, mens **kapittel 3** gir en oversikt over historiske og framtidige utslipp og opptak av klimagasser i sektoren. **Kapittel 4** gir en kort innføring i dagens rammeverk for sektoren.

I **kapittel 5** omtales effektiv forvaltning av arealer i et klimaperspektiv for hver enkelt arealkategori, henholdsvis skog, dyrket mark, beite og vann og myr. For skog grupperer vi tiltakene i følgende grupper: treslagsvalg og tetthet i foryngelse, skogpleie (inkludert tynning) og foryngelseshogst. I tillegg er det grupper av tiltak som vil kunne kategoriseres som tilgang på biomasseressurser og risikoreduserende tiltak. Sistnevnte vil være særlig relevant i et endret klima. For å øke opptaket av klimagasser i skog er det viktig å ha fokus på karbonopptak i alle ledd i skogproduksjonen. Fokuset vil være å forvalte skogen på en slik måte at volum og kvaliteten på virket optimaliseres. Denne optimaliseringen vil legge til rette for økt anvendelse av trevirke til langlevde produkter, som er den beste anvendelsen av trevirket i et klimaperspektiv. En økning i produksjon av langlevde produkter vil over tid fanges opp i regnskapet for karbonlagring i treprodukter. Vi omtaler bare effekter på

[510] IPCC (2018). Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report.

[511] In model pathways with no or limited overshoot of 1.5°C, global net anthropogenic CO_2 emissions decline by about 45 % from 2010 levels by 2030 (40–60 % interquartile range), reaching net zero around 2050 (2045-2055 interquartile range).

klimagassregnskapet i sektoren skog og annen arealbruk. Effekten ved ulik bruk av biomasse vil omtales i respektive kapitler i del A av rapporten.

Dette kapittelet gir en overordnet omtale av tiltakene. Se tiltaksark i vedlegg I *Tiltaksark: Skog og annen arealbruk* for mer detaljer om enkelttiltakene.

Kapittel 6 omtaler arealbruksendringer mellom arealkategorier, og klimagassutslipp relatert til dette. Vi ser på drivere og virkemidler som påvirker dagens arealbruk, og hvordan virkemidlene kan endres, videreutvikles eller benyttes for å redusere omdisponeringen av karbonrike arealer. Vi har fokusert på tre grupper av omdisponeringer: 1) omdisponeringer etter Plan- og bygningsloven (PBL), 2) omdisponeringer innenfor landbruket og 3) omdisponeringer tilknyttet nye kraftanlegg.

I **kapittel 7** omtales usikkerheter.

2.4 Arbeidsmetode og -prosess

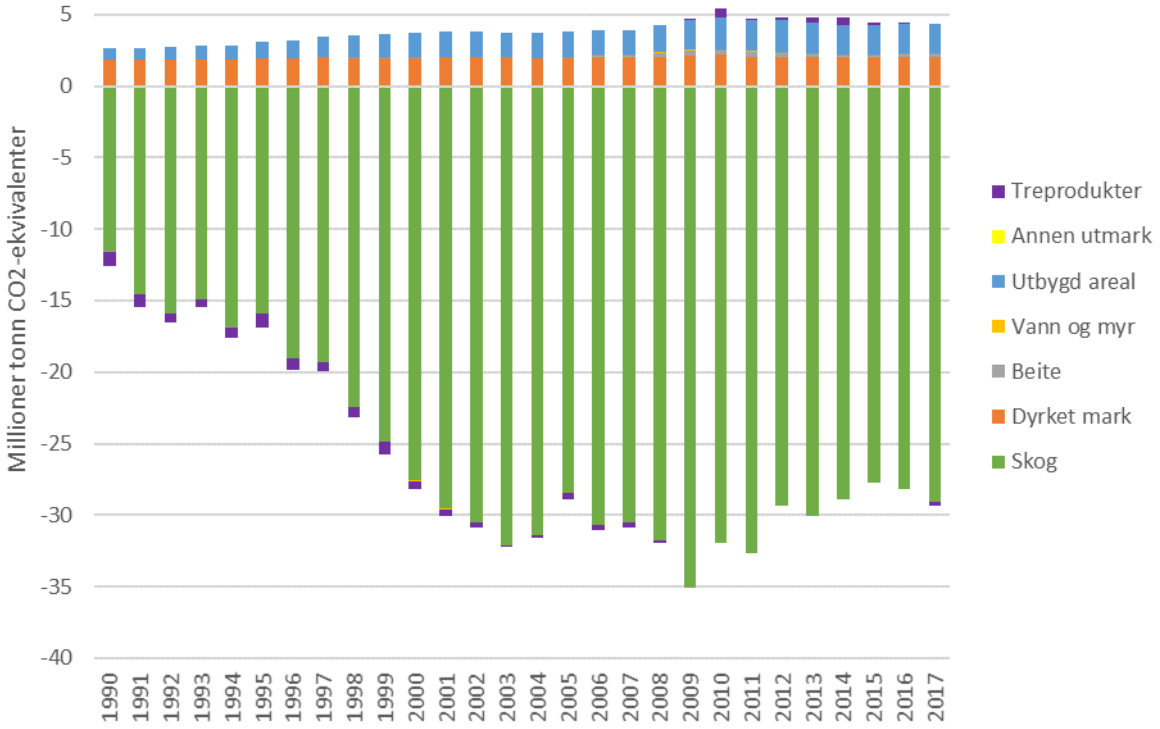
I arbeidet er det tatt utgangspunkt i tidligere arbeid utført som del av Klimakur 2020[512], og senere utredninger av mulige tiltak og virkemidler for økt opptak og redusert utslipp av klimagasser fra sektoren. Som del av arbeidet er det satt ut oppdrag til NIBIO for å oppdatere kunnskapsgrunnlag på tidligere omtalte tiltak, der det er relevant, og å utarbeide et overordnet kunnskapsgrunnlag om mulige nye tiltak.

[512] Klif mfl. (2010). Klimakur 2020.

3 Opptak og utslipp av klimagasser i sektoren

3.1 Historisk opptak og utslipp av klimagasser

Skog og annen arealbruk spiller en viktig rolle for klima, og kan både gi opptak og utslipp av klimagasser. Figur B 1 viser at nettoopptaket i sektoren var 25 millioner tonn CO_2-ekvivalenter i 2017. Av dette var opptaket i skog, som står for om lag en tredel av Norges fastland, i overkant av 29 millioner tonn (vist i negative tall). I 2017 var det også et lite opptak av karbon i treprodukter. Utslippet fra de andre arealkategoriene var nærmere 4,5 millioner tonn CO_2-ekvivalenter, der de største klimagassutslippene er relatert til utslipp fra jord og vegetasjon i forbindelse med etablering av bebyggelse og oppdyrking av jord for jordbruksformål.



Figur B 1. Utslipp og opptak av klimagasser fra skog og annen arealbruk fra 1990-2017, i millioner tonn CO_2-ekvivalenter. Kilde: Miljødirektoratet mfl. (2019) [513]

Siden 1990 har karbonlagret i levende biomasse i skog økt med om lag 40 prosent. Økningen er primært et resultat av aktiv skogskjøtsel i perioden etter andre verdenskrig. I perioden 1955-1992 ble det årlig plantet mer enn 60 millioner trær. Trær som ble plantet i denne perioden har vært og er delvis fortsatt i sterk vekst, samtidig som avvirkningen har vært lavere enn tilveksten. Årlig avvirkning har vært stabil på ca. 10 millioner kubikkmeter i året, men har økt noe de siste årene.

Omdisponering av arealer som skog, myr, dyrket mark og beite til bebyggelse (eksempelvis boligbygging, veier, skiløyper og jernbane) gir økte utslipp av CO_2 fra jord og vegetasjon. I utslippsregnskapet registreres et umiddelbart utslipp når trær avvirkes (med unntak av biomassen som går til treprodukter). Ved arealendring beregnes utslipp fra jord i en overgangsperiode på 20 år.

[513] Miljødirektoratet mfl. (2019). Greenhouse Gas Emissions 1990-2017. National Inventory Report. Rapport M-1271|2019.

Det vil variere hvor raskt og i hvor stor grad utslipp fra jord faktisk finner sted, og fordelingen av utslipp over 20 år er dermed en forenkling som gjøres av regnskapshensyn.

Utslippet fra dyrket mark stammer i hovedsak fra nedbryting av organisk jord. Drenering av organisk jordsmonn (torvjord) fører til at karbonet i jorda oksideres. Generelt vil drenering av torvjord føre til økt utslipp av CO_2 og redusert utslipp av metan (CH_4). Drenering vil også kunne påvirke utslippene av lystgass (N_2O). Denne prosessen tar mange år, og det årlige utslippet beregnes i regnskapet for skog og annen arealbruk, hvor både utslipp tidligere drenert jord samt ny drenert torvjord inkluderes.

Drenering utføres for å klargjøre arealer for bebyggelse, til skogdrift og til jordbruk. En liten andel av torvjorden er drenert for å ta ut torv til dyrkingsmedier og jordforbedringsprodukter. Fra 2007 er det ikke lenger tillatt å nygrøfte myr og sumpskog med sikte på skogproduksjon, men det er tillatt å suppleringsgrøfte og vedlikeholde tidligere grøfter. I klimagassregnskapet inkluderes utslipp fra uttak og bruk av torv fra norsk produksjon.

Karbonlager i treprodukter fordeles på tre kategorier: sagtømmer, trebaserte produkter og papp/papir. Endringer i lageret reflekteres ved salg av trevirke. I prinsippet vil økt bruk av treprodukter gi et økt lager, ved at mer treprodukter tilføres lageret enn hva som brytes ned og går ut av lageret. Dette gir et netto opptak. Redusert bruk vil kunne gi et tilsvarende utslipp. Som det framgår av Figur B 1 var det et netto opptak fra kategorien i perioden 1990-2008, netto utslipp i perioden 2009-2016, og igjen et lite netto opptak i 2017. Den viktigste faktoren til netto utslipp var nedgang i eksport av papir- og kartongprodukter som følge av nedleggelse av papirfabrikker. Utslaget i 2009 var forårsaket av resesjonen, og var hovedsakelig grunnet reduksjon i nasjonalt forbruk av trelast.

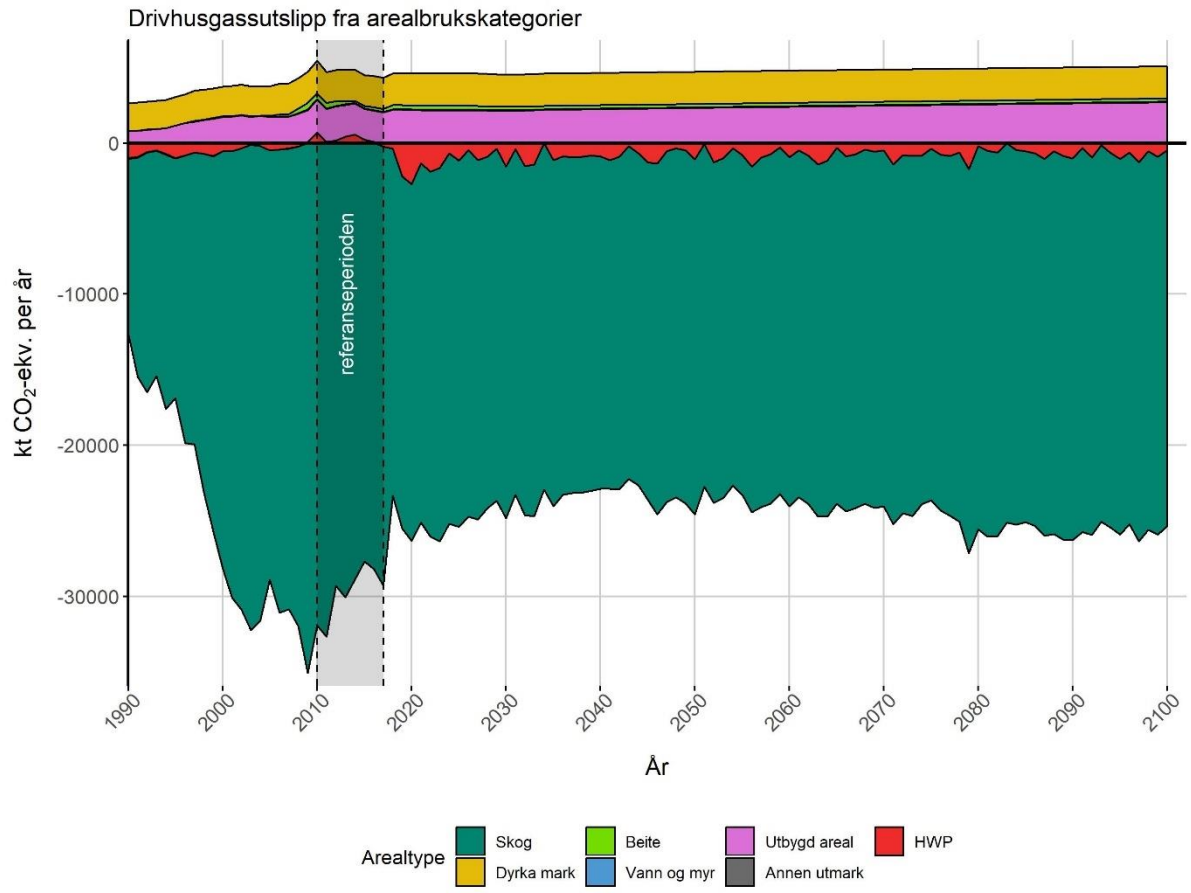
Det er usikkerheter knyttet til alle utslippsberegninger i sektoren. Det er et kontinuerlig pågående arbeid for å bedre kvaliteten på dataene som inngår i beregningene.

3.2 Framskrivinger

NIBIO har utarbeidet nye framskrivinger av forventet utslipp og opptak i sektoren skog og annen arealbruk mot 2100.[514] Figur B 2 viser årlig netto utslipp fra alle arealbrukskategorier i CO_2-ekvivalenter, der negative tall betyr netto opptak av klimagasser. Rapporterte arealer og utslipp fra referanseperioden 2010-2017 danner grunnlag for beregningene. Det vil blant annet si at skogforvaltningen i denne perioden ligger til grunn for framskrivingen. Tall fram til og med 2017 er historiske tall rapportert til FN som del av det norske klimagassregnskapet[515], mens tall fra og med 2018 er framskrivinger. Figuren viser årlig opptak og utslipp fra både arealer og arealer i overgang.

[514] Søgaard, G. mfl. (2019). Framskrivninger for arealbrukssektoren – under FNs klimakonvensjon, Kyotoprotokollen og EUs rammeverk NIBIO. NIBIO Rapport 5(114) 2019.

[515] Miljødirektoratet mfl. (2019). Greenhouse Gas Emissions 1990-2017. National Inventory Report. Rapport M-1271|2019.



Figur B 2. Årlig netto utslipp fra alle arealbrukskategorier i CO_2-ekvivalenter fra 1990-2100. Negative tall betyr årlig netto opptak. Tall fram til og med 2017 er historiske tall rapportert til FN som del av det norske klimagassregnskapet[515], mens tall fra og med 2018 er framskrivinger. Figuren viser årlig opptak og utslipp fra både arealer og arealer i overgang. Kilde: Søgaard mfl. (2019)[516]

Framskrivingene viser at det kan forventes at netto opptaket i sektoren vil fortsette å avta fra dagens nivå på 25 millioner tonn CO_2-ekvivalenter til 21,7 millioner tonn CO_2-ekvivalenter i 2020 og videre til 20,3 og 19,9 millioner tonn CO_2-ekvivalenter i henholdsvis 2030 og 2050. Etter 2050 vil netto opptaket stabiliseres og på sikt øke, og forventes å være 20,3 millioner tonn CO_2-ekvivalenter i 2100.

Skog utgjør den største kategorien. Årlig opptak i skog forventes å gå fra 29 millioner tonn CO_2-ekvivalenter i 2017 til 23,6 millioner tonn CO_2-ekvivalenter i 2020 og videre til 23,3 millioner CO_2-ekvivalenter i 2030. I 2050 og 2100 er opptaket forventet å være henholdsvis 23,5 og 24,9 millioner tonn CO_2-ekvivalenter. Årsaken til nedgangen i årlig opptak i skog, som er observert siden 2010, skyldes en kombinasjon av økende andel gammel skog (skog som ikke lenger er i sin mest produktive fase), økt hogst på grunn av at mer hogstmodent volum blir tilgjengelig framover, og til dels lavere investeringer i skogkultur de siste tiårene. Også årsaken til et økt opptak mot slutten av perioden er sammensatt, og skyldes trolig en kombinasjon av et høyere hogstvolum (som vil påvirke skogens alderssammensetning) og økt tilvekst som følge av klimaendringer. Implementerte tiltak i skogen ligger inne i framskrivingen, og kan også være med på å forklare trenden med økende netto opptak fra rundt 2050.

[516] Søgaard, G. mfl. (2019). Framskrivninger for arealbrukssektoren – under FNs klimakonvensjon, Kyotoprotokollen og EUs rammeverk NIBIO. NIBIO Rapport 5(114) 2019.

Utslippet fra alle de andre arealbrukskategoriene, utenom annen utmark, er forventet å øke noe fra dagens nivå. Utslippet fra utbygd areal vil øke mest, fra 2 millioner tonn CO_2-ekvivalenter i 2017 til 2,7 millioner tonn CO_2-ekvivalenter i 2100. Karbonlageret i treprodukter (HWP) forventes å variere fra år til år som følge av variasjoner i hogstvolum, men hovedsakelig viser framskrivingen årlig netto lagring. For nasjonalt forbruk er det trelast som bidrar til de største svingningene mellom år, mens for eksport er det papir og kartongprodukter som bidrar til svingningene.

Modellen som er benyttet er utviklet for å lage framskrivinger på kort sikt. Det vil si at utsikkerhetene vil øke utover i tidsperioden. Framskrivingene viser likevel hvilken trend vi kan forvente.

3.3 Sektoren i et endret klima

3.3.1 Klimaendringers effekt på skog

Med mer ekstreme klimahendelser og endringer i klima i ulike årstider er det viktig å forstå hvordan disse vil påvirke skogens tilstand, tilvekst og produksjon. Ifølge Søgaard mfl. (2017)[517], vil et endret klima ha betydning for skogens vekst og produksjon. Det er forventet at økte temperaturer og en lengre vekstsesong vil bidra til høyere total produksjon på bestand og enkelttrær. Temperaturendringer og endring i nedbørsmønstre kan også føre til flere skader og at enkelte områder blir mindre egnet for barskog.

Pretzsch mfl. (2014)[518] viser en betydelig økning i total produksjon for vanlig gran og europeisk bøk i Sentral-Europa sammenlignet med 1960. Studien kobler den økte veksten til en lengre vekstsesonger og økte temperaturer. Imidlertid, så viser Ma mfl. (2012)[519] til en redusert produksjon i Canada hvor tilgang til vann er den begrensende faktoren. Det er spesielt områder med skrinn jord som er utsatt for redusert produksjon på grunn av mindre mulighet til å lagre vann.

Det er en generell enighet i litteraturen at klimaendringer vil ha en positiv effekt på vekst og produksjon i boreal skog, men det er større usikkerhet om hva effekten av et endret økosystem vil ha på skogen.[517]

En økning i temperaturen vil generelt føre til mer tørke, men det er også forventet mer nedbør. Klimascenarioet gir ikke et klart svar på om tørkeskader vil øke siden effekten avhenger av hvordan nedbør og temperatur fordeler seg gjennom sommeren. Tørke fører til økt stress på trær, lavere produksjon, og i verste fall økt mortalitet. Tørkestress fører også til at trærne er mindre motstandsdyktige mot insektangrep og soppangrep. Historisk sett har tørkeskade i vekstsesongen rammet spesielt granskog på Øst- og Sørlandet.[520]

Storm og vind har vært den største skadeårsaken i Europa. Regnet i kubikkmeter utgjorde stormskader og snøskader henholdsvis 53 prosent og 3 prosent de siste 50 årene.[521] Det er forventet en økning i stormskader særlig på høst- og vinterstid. Årsaken er en forventet svakere økning i

[517] Søgaard, G. mfl. (2017). Skogbehandling for verdiproduksjon i et klima i endring. NIBIO Rapport 3(99) 2017.
[518] Pretzsch, H. mfl. (2014). Forest stand growth dynamics in Central Europe have accelerated since 1870, Nature Communications Årg. 5 (2014), s. 1–10.
[519] Ma, Z. mfl. (2012). Regional drought-induced reduction in the biomass carbon sink of Canada's boreal forests, Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America Årg. 109 (2012), s. 2423–2427
[520] Solberg, S. mfl. (2013). Grantørkeprosjektet. Sluttrapport Norsk institutt for skog og landskap. Rapport 22/2013.

frekvensen av episoder med sterk vind, økt nedbørsmengde og svekket stabilitet grunnet mindre tele og våtere jord vinterstid.

I et endret klima er det forventet en mer glidende overgang mellom årstidene. Dette kan føre til at trærne ikke er herdet og ikke i like stor grad kan motstå brå temperaturendringer som fører til økt risiko for frostskader. Det er spesielt temperaturvariasjonen rundt null grader som er utfordrende.

Det forventes en økning i insektskader på grunn av høyere temperatur og lengre vekstsesong. En lengre vekstsesong kan føre til økt aktivitet, som for eksempel at granbarkbiller får to eggleggingsperioder i løpet av en sommer.[521] I tillegg kan endret nedbørsmønster med lange tørkeperioder og vind føre til svekket forsvarsevne til vertstrærne. Det er granbarkbillen som er det insektet som gjør størst skade på barskog. Mye tyder også på at granbarkbillen trives i et varmere klima. De nordlige granskogene i Europa har så langt sluppet unna omfattende skader fra granbarkbiller, men det er indikasjoner på at skadeomfanget og utbredelsen øker. Det var en kraftig økning av billeskader og observasjoner i Nordland og Nord-Trøndelag mellom 2001-2009 hvor det var varme og tørre år, og nedgang av slike observasjoner ved lavere temperaturer siden 2010.

Det er råtesopp som utgjør størst skade på barskog, hvor rotkjukeråte er mest utbredte. Ved slutthogst, var hvert femte tre infisert av rotkjuke.[522] Rotkjukeråte er mer utbredd i varmere land, noe som kan tyde på en økt utbredelse ved et varmere klima. Temperaturendringene kan også føre til endret leveområde for sopp som historisk ikke har vært et problem.

Et varmere og våtere klima kan gi økt produksjon om man utnytter potensialet. Her er god skogbehandling nøkkelen til å lykkes. Å finne riktig skogbehandling er utfordrende siden store deler av kunnskapsgrunnlaget er fra en tid da skogen vokste saktere enn den gjør i dag. Det er viktig å vurdere økonomien ved forskjellige skogtiltak, men med større usikkerhet ved et endret klima må man avveie risiko mot framtidig inntekt, og det kan være nødvendig med tiltak som er risikoreduserende.

Punktene under oppsummerer kunnskapsgrunnlaget om skog i et endret klima, som presentert over:

- Lengre vekstsesong på grunn av høyere temperaturer.
- Høyere nivåer av CO_2 og temperaturer resultert i økt vekst.
- Det er forventet mer nedbør, men også endring i nedbørsmønster, som kan føre til tørkeperioder.
- En kan forvente økt skadefrekvens grunnet klimaendringene.

3.3.2 Klimaendringers effekt på andre arealbrukskategorier

De andre arealbrukskategoriene er dyrket mark, beite, og vann og myr. Arealkategorien dyrket mark er jordbruksareal som er dyrket til vanlig pløyedybde og kan benyttes til åkervekster og eng. Beite består her av innmarksbeite eller overflatedyrket jord som årlig blir brukt til beite og som ikke kan pløyes. Vann og myr inkluderer innsjøer, elver, myrer og annet areal som er regelmessig under vann deler av året. Til forskjell fra skog er største delen av karbonet i dyrket mark, beite og myr lagret i jorda, i form av levende biomasse og dødt organisk materiale. Det er usikkert hva effekten blir av et endret klima, men som med skog kan høyere temperaturer og mer nedbør føre til lengre vekstsesong

[521] Søgaard, G. mfl. (2020). Klimakur 2030 – beskrivelse av utvalgte klimatiltak knyttet til skog. NIBIO Rapport 6(9) 2020.
[522] Huse, K. J. mfl. (1994). Råte i gran registrert på stubber etter hogst vinteren. Rapport. Skogforsk 23/94.

og økt biomasseproduksjon, men også økt nedbrytning. Det er imidlertid usikkert hva nettoeffekten blir på karbonbeholdningen i jord og i biomasse.

Grunnet større temperaturvariasjoner vil en tidligere start på vekstsesongen kunne føre til skade på avling og vegetasjon.[523] Mer intense nedbørsepisoder øker fare for erosjon. Økt nedbør kan også føre til at jordsmonnet blir raskere mettet av vann og kan føre til økt avrenning til vann og vassdrag.[524] Økt avrenning og erosjon kan føre til større tap av jordkarbon. En annen effekt av en lengre vekstsesong kan være økning i pågående gjengroing av beitemark og føre til mer skog på sikt.

Myr er viktig som karbonlager. Det er forventet at myrene vil få økt utbredelse under et varmere og våtere klima, med unntak av palsmyr.[525] Palsmyr er en myrtype som består av en permanent iskjerne og har blitt sterkt påvirket av endret klima, noe som har ført til en betydelig tilbakegang for denne myrtypen de siste 100 årene. Det er forventet at myrtypen vil forsvinne fra norsk natur i løpet av de neste 100 år.[525]

Selv om det er forventet en økning i årsnedbør, er det forventet lengre tørkeperioder om sommeren på Sør- og Østlandet. En følge av økt tørke og eventuelt lengre perioder uten nedbør, kan være uttørking av små innsjøer og bekker. Tørke kan også føre til en senkning av grunnvannstand i lavlandsmyrer. Redusert grunnvannstand vil gi tilgang på oksygen som sammen med økte temperaturen kan føre til en raskere nedbryting av torv.[525] En raskere nedbryting vil føre til et større utslipp av klimagasser.

[523] Landbruk og klimaendringer. Rapport fra arbeidsgruppe avgitt 19. februar 2016.
[524] Forsgren, E. mfl. (2015). Klimaendringenes påvirkning på naturmangfoldet i Norge. Norsk institutt for naturforskning (NINA).
[525] Aarrestad, P. mfl. (2015). Naturtyper i klimatilpasningsarbeid. Effekter av klimaendringer og klimatilpasningsarbeid på naturmangfold og økosystemtjenester. Norsk institutt for naturforskning (NINA).

4 Dagens rammeverk for skog og annen arealbruk

Internasjonale og nasjonale målsettinger og forpliktelser samt nasjonale lover og forskrifter setter rammer for sektoren skog og annen arealbruk, heretter kalt arealbrukssektoren. Under går vi igjennom EUs klimarammeverk for skog og arealer mot 2030, dagens virkemidler for gjennomføring av tiltak, og lover og forskrifter som er relevant for gjennomføring av klimatiltak i arealbrukssektoren.

4.1 Skog og annen arealbruk i EUs klimarammeverk mot 2030

Norge skal oppfylle klimamålet for 2030 i samarbeid med EU, og vi blir en del av EUs klimarammeverk i perioden 2021-2030. Det betyr at Norge får en forpliktelse om netto null utslipp fra arealbrukssektoren. Forpliktelsen omfatter arealkategoriene avskogede arealer, påskogede arealer, forvaltet skog, dyrket mark, beite og våtmark (fra 2026), der det er egne bokføringsregler for alle arealkategoriene. Utslipp og opptak fra de ulike arealkategoriene i forpliktelsesperioden skal regnes mot et referansenivå. Referansenivået for avskogede og påskogede arealer er 0. Det vil si at totale utslipp og opptak fra disse kategoriene skal regnes med i forpliktelsen. Referansenivået for dyrket mark, beite og våtmark er det gjennomsnittlige opptaket eller utslippet i perioden 2005-2009. Avvik fra gjennomsnittsnivået i denne perioden regnes med i forpliktelsen. For forvaltet skog skal faktisk opptak og utslipp i forpliktelsesperioden regnes mot en framoverskuende referansebane. Referansebanen tar utgangspunkt i historisk skogforvaltningspraksis i perioden 2000-2009. Endringer i nettoopptak som følge av endret skogforvaltningspraksis etter denne perioden, for eksempel gjennom nye tiltak som gjødsling eller lavere hogst enn forutsatt i referansebanen, vil kunne regnes som opptak i bokføringen av forvaltet skog. Det er imidlertid satt et tak på hvor mye som kan bokføres fra forvaltet skog på 3,5 prosent av utslippene i andre sektorer i 1990.

Basert på framskrivingene utarbeidet av NIBIO, kan Norge forvente å måtte bokføre et utslipp på rundt på 1,2 millioner per år, eller **akkumulert** 12 millioner tonn CO_2-ekvivalenter fra arealbrukssektoren for perioden 2021-2030, mye på grunn av årlige utslipp fra avskoging[526]. Det er imidlertid store usikkerheter knyttet til disse beregningene.

Hogstnivået er den enkeltfaktoren som påvirker framskrivingen av utslipp og opptak fra forvaltet skog mest. Ifølge SSBs avvirkningsstatistikk er hogstnivået i dag rundt 12 millioner m^3 i året[527], og er forventet å øke i årene framover på grunn av mer hogstmoden skog i tilgjengelige områder. I referansebanen for forvaltet skog (FRL) som er meldt inn til EU, ligger det til grunn et gjennomsnittlig hogstnivå på om lag 16 millioner m^3 per år[528], eller om lag 14,5 millioner m^3 dersom man trekker fra topp og ikke salgbart virke (bult). I regelverket er det en kompensasjonsordning som innebærer at Norge kan avvirke om lag 2 millioner m^3 mer per år enn hogstnivået i referansebanen, uten at vi må beregne det som et utslipp. Anvendelse av kompensasjonsordningen forutsetter at et sett med vilkår for kompensasjon er til stede både for Norge og EU som helhet. Hogstnivået i framskrivingen er i gjennomsnitt om lag 15,7 millioner m^3 per år i forpliktelsesperioden 2021-2030.[529]

[526] For mer informasjon om avskoging i Norge, se Miljødirektoratet (2018). Tiltak og virkemidler for redusert klimagassutslipp fra avskoging i Norge. Rapport M-1043|2018.

[527] Inkludert ved og industrivirke fra avskoging (ca. 700 000 m^3), uten topp og bult, uten bark.

[528] Inkludert industriell avvirkning, annen hogst (ved) og topp og bult (8 %), uten bark. Volum fra avskoging er ikke inkludert.

[529] Søgaard, G. mfl. (2019). Framskrivninger for arealbrukssektoren – under FNs klimakonvensjon, Kyotoprotokollen og EUs rammeverk NIBIO. NIBIO Rapport 5(114) 2019.

I regelverket er det egne bestemmelser for hvordan man skal bokføre utslipp fra naturlige forstyrrelser som for eksempel skogbrann, vindfall og insektangrep. Gitt et sett med kriterier, blant annet at man kan dokumentere at hendelsen ikke er menneskeskapt, kan slike utslipp ekskluderes fra bokføringen.

Skulle Norge få et beregnet netto utslipp fra sektoren, kan dette dekkes inn gjennom kjøp av skog- og arealbrukskreditter fra andre stater eller gjennom utslippsreduksjoner under innsatsfordelingsforordningen (ikke-kvotepliktig sektor). Ved et beregnet netto opptak fra sektoren, kan en liten andel[530] benyttes for å oppfylle forpliktelsen for ikke-kvotepliktig sektor.

Les mer om EUs regelverk for skog og annen arealbruk, blant annet i Prop. 94 S (2018-2019)[531].

4.2 Dagens virkemidler for gjennomføring av tiltak

4.2.1 Norsk skogpolitikk og virkemidler

Gjennomføringen av norsk skogpolitikk støtter seg til en rekke tiltak og virkemidler. Disse virkemidlene omfatter lovgivning, skattepolitikk, økonomiske støtteordninger, forskning og veiledning.

Den norske skogpolitikken ble sist gjennomgått i Meld. St. 6 (2016-2017) Verdier i vekst – Konkurransedyktig skog- og trenæring, og har blitt justert gjennom de årlige budsjettproposisjonene.

Den gjeldende skogbruksloven[532] ble vedtatt av Stortinget i 2005 og trådte i kraft 1. januar 2006. Skogbruksloven gjelder for all skog og skogsmark, uansett eierskap.

Virkemiddelbruken i skogpolitikken har tidligere ikke vært direkte rettet mot maksimale klimabidrag i form av CO_2-opptak, men har hatt som hovedhensikt å fremme verdiskaping og sikre det biologiske mangfoldet, samt vise hensyn til landskapet, friluftslivet og kulturverdiene i skogen. Regjeringen ønsker imidlertid å legge sterkere vekt på klimahensyn i forvaltningen av norske skoger (se. Meld. St. 6 (2016-2017)). Det utformes derfor nye virkemidler eller gjøres endringer i dagens for å framheve klimahensyn. Dagens virkemidler påvirker imidlertid indirekte mulighetene til å øke opptaket og redusere utslippet av CO_2, i og med at det påvirker skogens tilvekst. Som følge av utredninger av mulige klimatiltak i skogbruket, fikk skogbruket i 2016 en tilskuddsbevilgning begrunnet i klima som skulle brukes til skoggjødsling, tettere planting og planteforedling.

I det følgende beskriver vi kort virkemidler som følger av skogbruksloven.

Forskrift om tilskudd til nærings- og miljøtiltak i skogbruket

Forskrift om tilskudd til nærings- og miljøtiltak i skogbruket[533] åpner for å gi støtte til langsiktige investeringer i skogbrukstiltak. Tiltakene omfatter blant annet skogkultur, herunder planting, ungskogpleie og andre kvalitetsfremmende tiltak, miljøtiltak i skog, nybygging og ombygging av skogsveier og drift i bratt terreng (taubane med mer). Landbruksdirektoratet fordeler tilskuddsmidlene til fylkene med bakgrunn i mottatte behovsvurderinger. Fra 2020 vil kommunene

[530] Norges adgang til under visse betingelser å benytte utslippskreditter fra skog og annen arealbruk til oppfyllelse av målet under innsatsfordelingen er fastsatt til 1,6 millioner tonn over perioden 2021-2030, tilsvarende 0,16 millioner tonn årlig.

[531] Prop. 94 S (2018–2019). Samtykke til deltakelse i en beslutning i EØS-komiteen om innlemmelse i EØS-avtalen av rettsakter som inngår i felles oppfyllelse med EU av utslippsmålet for 2030. Utenriksdepartementet.

[532] Lov om skogbruk (skogbrukslova) (LOV-2005-05-27-31).

[533] Forskrift om tilskudd til nærings- og miljøtiltak i skogbruket (FOR-2004-02-04-447).

forvalte disse midlene for alle skogbrukstiltakene. Midlene bevilges gjennom Jordbruksavtalen over Landbrukets Utviklingsfond (LUF).

Forskrift om tilskudd til skogbruksplanlegging med miljøregistrering

Skogbruksplaner er et viktig verktøy for skogeiere som ønsker å drive en aktiv og bærekraftig forvaltning av sin skogeiendom. Skogbruksplanlegging innebærer inventering og taksering i skog og tolkning av flybilder for beskrivelse av skogressurser og miljøverdier på den enkelte eiendom. Skogbruksplanene inneholder avvirkningsanalyser, oversiktstabeller, bestandslister, behandlingsforslag og miljøregistreringer. Alle registrerte miljøverdier er offentlig tilgjengelige. Forskrift om tilskudd til skogbruksplanlegging med miljøregistreringer[534] har som formål å stimulere til slik planlegging. Forvaltning av tilskuddsordningen ligger til Fylkesmannen. Midlene tildeles over LUF.

Forskrift om skogfond

Skogfondsordningen[535] innebærer at skogeieren er pliktig til å sette av 4-40 prosent av bruttoverdien av skogvirket som avvirkes, til langsiktige investeringer i skogen. Alle skogeiendommer har en egen skogfondskonto, og innenfor angitte avsetningsintervall er det opp til den enkelte skogeier hvor mye som skal settes av. Skogfondsmidlene er ikke rentebærende for skogeier, men utløser skattefordeler ved bruk til investeringer på skogeiendommen i tråd med forskriften. Ved bruk av skogfond til langsiktige investeringer i skogen, vil skogeier få en skattefordel ved at bare 15 prosent av fondsuttaket inntektsføres, mens skogfondet utgiftsføres fullt ut i det det settes inn.[536] Skogfondsmidlene kan brukes med skattefordel til en rekke tiltak, herunder skogkulturtiltak, bygging og vedlikehold av skogsveier, miljøtiltak, skogbruksplanlegging med miljøregistreringer, investeringer i bioenergitiltak, forsikring mot stormskader og brann, og kompetansehevende tiltak med videre. Skogfondsordningen utgjør en hovedpilar blant de økonomiske virkemidlene i skogpolitikken.

Forskrift om berekraftig skogbruk

Forskrift om berekraftig skogbruk[537] har til formål å fremme et bærekraftig skogbruk som sikrer miljøverdiene i skogen, aktiv foryngelse og oppbygging av ny skog, samt sikre god helsetilstand i skogen i tråd med skogbruksloven. Forskriften fastsetter en plikt til å forynge arealet etter hogst og fastlegger blant annet minste plantetall som skal legges til grunn for godkjenning av tilfredsstillende foryngelse. Skogeier er pliktig til å ta hensyn til biologisk mangfold, friluftsliv og kulturverdier ved gjennomføring av skogtiltak. Dette er sentrale avveininger og hensyn som skal legges til grunn for et bærekraftig skogbruk.

Forskrift om planlegging og godkjenning av landbruksveier

Forskriften om planlegging og godkjenning av landbruksveier[538] fastlegger en søknadsplikt for bygging og ombygging av skogsveier med hovedformål landbruksvirksomhet. Kommunen behandler søknaden etter å ha innhentet nødvendige uttalelser fra andre myndigheter og interesser som er berørt av tiltaket.

4.2.2 Norsk PEFC Skogstandard

Norsk PEFC Skogstandard[539] er den reviderte utgaven av den opprinnelige Levende Skog Standard. Revisjonen er gjennomført i et samarbeid mellom skogbrukets næringsorganisasjoner,

[534] Forskrift om tilskudd til skogbruksplanlegging med miljøregistreringer (FOR-2004-02-04-449).
[535] Forskrift om skogfond o.a. (FOR-2006-07-03-881).
[536] Lov om skatt av formue og inntekt (skatteloven) § 8.2 Skogdrift (LOV-1999-03-26-14).
[537] Forskrift om berekraftig skogbruk (FOR-2006-06-07-593).
[538] Forskriften om planlegging og godkjenning av landbruksveier (FOR-2015-05-28-550).
[539] PEFC. N 02. Norsk PEFC Skogstandard (2016).

skogindustrien, fagbevegelsen og friluftslivsorganisasjoner og skal fremme et bærekraftig skogbruk med god balanse mellom skogproduksjon, miljøhensyn og sosiale interesser. Skogstandarden blir benyttet som et viktig grunnlag for skogsertifisering i Norge. Modellen ble etablert i 1998 og er revidert i 2005, 2010 og 2015. Sertifisering gjennom Norsk PEFC Skogstandard eller FSC-standard er ikke et direkte element i det offentlige rammeverk, men har en kobling til lovverket ved at det i bærekraftforskriften er nevnt at viktige livsmiljøer og nøkkelbiotoper skal ivaretas i tråd med Norsk PEFC Skogstandard.

4.2.3 Jordbrukspolitikk

Jordbrukets juridiske virkemidler: jordloven og forskrift om nydyrking

Formålet med jordloven er at arealressursene i Norge skal brukes på en måte som er til mest mulig gagn for samfunnet og de som har yrket sitt i landbruket.

Etter jordloven er det forbudt å bruke dyrka jord til formål som ikke tar sikte på jordbruksproduksjon. Det er heller ikke tillatt å bruke dyrkbar jord på en måte som gjør at den for framtiden ikke er egnet til jordbruksproduksjon. Kommunen kan likevel gi tillatelse til omdisponering dersom det er andre samfunnsinteresser som gjør at jordbruksinteressene må vike.

Omdisponering av dyrka jord skjer både som enkeltvedtak etter jordloven, men som oftest tas dyrka jord i bruk til andre formål som følge av planer vedtatt etter plan- og bygningsloven. De siste ti årene har det i gjennomsnitt årlig blitt omdisponert rundt 6 000 dekar dyrka jord til andre formål enn landbruk. I 2015 behandlet Stortinget regjeringens jordvernstrategi og vedtok et mål om at den årlige omdisponeringen skal ligge på maksimalt 4 000 dekar innen 2020.

Jordloven inneholder også bestemmelser om driveplikt. Dette er en personlig og varig plikt som innebærer at jordbruksareal skal drives kontinuerlig. Driveplikten skal bidra til å sikre matproduksjon, samtidig som jordbruksarealets produksjonsegenskaper og kulturlandskapet blir ivaretatt.

Forskrift om nydyrking er hjemlet i jordloven. Formålet med forskriften var opprinnelig å sikre at nydyrking skjer på en måte som tar hensyn til natur- og kulturlandskap. I 2019 vedtok imidlertid Stortinget å endre lovhjemmelen slik at forskriften også kan inneholde bestemmelser for å redusere utslipp av klimagasser. Endringer i forskriften som hjemler forbud mot nydyrking av myr har vært på høring. Formålet med forbudet er å redusere klimagassutslipp som følge av nydyrking av myr.

Jordbrukets økonomiske virkemidler

De nasjonale miljømålene og virkemidler for miljø- og klimaarbeidet i jordbruket er samlet i nasjonalt miljøprogram. For temaet klima og arealbruksendringer vil relevante tilskuddsordninger typisk være de som skal bidra til å holde jordbruksarealene i hevd. Disse fordeler seg på nasjonalt, regionalt og kommunalt nivå.

Relevante tilskuddsordninger på nasjonalt nivå:

- **Areal- og kulturlandskapstilskuddet** er et tilskudd som gis til jordbruksarealer i drift. Det skal medvirke til å styrke og jevne ut inntektene mellom ulike produksjoner og distrikt innenfor planteproduksjon og grovfôrbasert husdyrproduksjon. Tilskuddet blir regnet ut på grunnlag av dekar jordbruksareal i drift, og satsene er differensiert mellom vekster og distrikt.
- **Tilskudd til husdyrproduksjon** har som formål å medvirke til å styrke og jevne ut inntektene mellom ulike produksjoner og bruksstørrelser i husdyrholdet. Tilskuddet blir beregnet på grunnlag av antall dyr/antall slakt, og hvor satsene er differensiert mellom dyreslag og distrikt. Tilskuddet blir avgrenset oppad ved et maksimalbeløp per foretak per år. Beitetilskuddene skal fremme beiting på innmark og utmark.

Relevante tilskuddsordninger på regionalt nivå:

- **Regionale miljøprogram** er fylkesvise tilskudd til jordbruksforetak dersom de gjennomfører miljø- og klimatiltak, herunder skjøtsel og drift av typiske kulturmarkstyper.

Relevante tilskuddsordninger på kommunalt nivå:

- Når det investeres i miljøtiltak utover hva som kan betraktes som normal drift så kan det søkes om tilskudd til deler av investeringen gjennom ordningen **Spesielle miljøtiltak i jordbruket** (herunder istandsetting og skjøtsel).
- **Tilskudd for tiltak i beiteområder** har som formål å legge til rette for beiting, blant annet gjennom fellestiltak.
- 45 definerte områder med miljø- og landskapsmessige kvaliteter er utvalgt og får tildelt midler til skjøtsel, drift og investeringer gjennom ordningen **Utvalgte kulturlandskap i jordbruket**.

Se mer om dagens virkemidler i jordbruket i kapittel 7 i rapportens del A.

4.2.4 Plan- og bygningsloven

Plan- og bygningsloven er sentral for all arealforvaltning. Formålet med loven er at den skal fremme bærekraftig utvikling til beste for den enkelte, samfunnet og framtidige generasjoner. I lovens § 3-1 er listet opp ulike oppgaver og hensyn som skal ivaretas i planleggingen, blant annet hensyn til reduksjon av klimagassutslipp. Arealplanlegging innebærer å finne løsninger på dilemmaer og avveie målkonflikter, men loven gir i liten grad føringer for hva som skal prioriteres i konkrete saker. Loven gir først og fremst rammer for prosesser, utredning og medvirkning.

Hver kommune skal ha en arealplan for hele kommunen (kommunens arealdel) som fastsetter framtidig arealbruk. Alle områder skal i nødvendig utstrekning vise arealformål og hensynssoner. Arealformål Bebyggelse og anlegg (1) og Samferdselsanlegg og teknisk infrastruktur (2) tilsvarer utbygd areal i klimagassregnskapet, det samme gjør også deler av Grønnstruktur (3) og Forsvaret (5). Hovedformål Landbruks-, natur- og friluftsformål samt reindrift (LNFR-områder) vil dekke områder som kan defineres under alle arealbrukskategorier, også utbygd areal.

Det aller meste av skog, myrområder og dyrka mark ligger i arealer som er avsatt til LNFR i kommuneplanens arealdel. Plan- og bygningsloven regulerer ikke endringer innenfor LNFR-områder, for eksempel nydyrking og omdisponering fra skog til beite og landbruksveier. Se kapittel 6 *Arealbruksendringer* for mer informasjon om arealbruksendringer innenfor landbruket.

Reguleringsplaner brukes til å angi arealbruken mer detaljert. I en reguleringsplan som legger til rette for et byggetiltak, kan kommunen fastsette at mindre naturområder innenfor planområdet ikke skal bebygges, og at en del trær skal blir stående. Slike løsninger har i første rekke effekt for trivsel, lokalklima og naturmangfold. I klimasammenheng kan det likevel være positivt, slik at utslippene ved utbygging ikke blir større enn nødvendig.

Planer og tiltak med antatt store miljøvirkninger skal konsekvensutredes. Reglene om konsekvensutredning står i plan- og bygningsloven, men omfatter både arealplaner og tiltak og planer etter sektorlovverk. Reglene gjelder for eksempel planlegging av større energianlegg som behandles i medhold av energiloven og/eller vassdragslovgivingen. Hensikten med konsekvensutredninger er at hensynet til miljø og samfunn skal bli tatt i betraktning under forberedelsen av planer og tiltak, og når det tas stilling til om og på hvilke vilkår planer eller tiltak kan gjennomføres. Det er et krav i forskrift om konsekvensutredninger om at virkninger for klima skal

konsekvensutredes. Miljødirektoratet har nå et oppdrag om å gjøre et slikt utredningskrav mer operativt, se kapittel 6.3.5.

4.3 Regelverk som må følges ved gjennomføring av tiltak

Under omtaler vi naturmangfoldloven og kulturminneloven som skal legges til grunn for all offentlig beslutningstaking og forskriftene gjødselvareforskriften og vannforskriften som for noen tiltak stiller krav som vil måtte tas hensyn til, og som kan gi restriksjoner ved gjennomføring av tiltak i arealbrukssektoren.

4.3.1 Naturmangfoldloven

Formålet til naturmangfoldloven[540] er at "*naturen med dens biologiske, landskapsmessige og geologiske mangfold og økologiske prosesser tas vare på ved bærekraftig bruk og vern, (…)*" (§ 1). Loven inneholder blant annet regler om forvaltning av arter, herunder ordningen med prioriterte arter, bestemmelser om områdevern, fremmede organismer og utvalgte naturtyper.

Naturmangfoldloven kapittel II inneholder generelle bestemmelser om bærekraftig bruk som gjelder ved all forvaltning som berører natur. Forvaltningsmålet for naturtyper er at de skal ivaretas innenfor deres naturlige utbredelsesområde, med det artsmangfoldet og de økologiske prosessene som kjennetegner den enkelte naturtype. Målet er også at økosystemers funksjoner, struktur og produktivitet ivaretas så langt det anses rimelig. For artene er målet blant annet at artene og deres genetiske mangfold ivaretas på lang sikt, og at de forekommer i levedyktige bestander i sine naturlige utbredelsesområder.

I tillegg til forvaltningsmål for naturtyper, økosystemer og arter, inneholder kapittelet en generell aktsomhetsplikt (§ 6) som gjelder ved alle tiltak som berører natur og som ikke utføres i henhold til en tillatelse.

Naturmangfoldloven § 7 bestemmer at prinsippene i §§ 8 til 12 skal legges til grunn for offentlig beslutningstaking. Dette innebærer at naturvernlovens bestemmelser om eksempelvis kunnskapsgrunnlaget (§ 8), føre-var-prinsippet (§ 9), økosystemtilnærming og samlet belastning (§ 10) er relevant både ved utforming av eksempelvis virkemidler og tilskuddsordninger, og ved tildeling av tilskudd til en enkelt skogeier.

4.3.2 Kulturminneloven

Kulturminneloven[541] slår fast at kulturminner og kulturmiljøer med deres egenart og variasjon skal vernes både som del av vår kulturarv og identitet og som ledd i en helhetlig miljø- og ressursforvaltning. Et kulturmiljø kan fredes av Kongen for å bevare områdets kulturhistoriske verdi, og kan omfatte naturelementer når de bidrar til å skape områdets egenart, jamfør kulturminneloven § 20. I tillegg har loven bestemmelser om blant annet automatisk fredede kulturminner og fredning av kulturminner og områdene rundt disse.

Vurderinger i henhold til kulturminneloven vil gjelde ved alle tiltak i arealbrukssektoren.

4.3.3 Gjødselvareforskriften

Forskrift om gjødselvarer med mer av organisk opphav[542] trådte i kraft 20. juli 2003, med senere endringer. Formålet med forskriften er å sikre tilfredsstillende kvalitet på gjødselvareprodukter av organisk opphav som reguleres av forskriften, forebygge forurensningsmessige, helsemessige og

[540] Lov om forvaltning av naturens mangfold (naturmangfoldloven) (LOV-2009-06-19-100).
[541] Lov om kulturminner (kulturminneloven) (LOV-1978-06-09-50).
[542] Forskrift om gjødselvarer mv. av organisk opphav (FOR-2003-07-04-951).

hygieniske ulemper ved tilvirkning, lagring og bruk av disse gjødselvarene samt legge til rette for at disse produktene kan utnyttes som en ressurs. Forskriften skal også bidra til en miljøforsvarlig forvaltning av jordsmonnet og ivareta hensynet til biologisk mangfold. Gjødselvareforskriften omfatter parker, private og offentlige hager, samt landbruksarealer og spredning (mengder tillatt) av organiske gjødselvarer på disse områdene. Den omfatter ikke skogarealer og spredning av gjødselvarer i skog.

Forskriften er nå under revisjon. Målet med revideringen er å sikre at næringsstoffer i organisk avfallsbasert materiale og husdyrgjødsel utnyttes best mulig som ressurs i planteproduksjon og som kilde til bioenergi. Samtidig som nye regler til lagring og spredetidspunkter av gjødsel skal søke å minimere både avrenning av fosfor og nitrogen til vassdrag og kystvann, og utslipp av ammoniakk og klimagasser til luft.

Per i dag regulerer forskriften kun gjødsel av organisk opphav, men det er foreslått at forskriften også skal regulere bruken av mineralgjødsel på jordbruksareal.

4.3.4 Vannforskriften

Vannforskriften[543] trådte i kraft 1. januar 2007, og gjennomfører EUs rammedirektiv for vann (direktiv 2000/60/EF).

Et viktig formål med vannforskriften er å sikre en mer helhetlig og økosystembasert vannforvaltning i Norge ved utarbeiding av helhetlige, sektorovergripende, regionale vannforvaltningsplaner og tiltaksprogrammer i henhold til vanndirektivet:

- Vannet skal forvaltes som en helhet fra fjell til fjord, det vil si at det er de naturgitte grensene for nedbørsfeltene og tilhørende kystområder som danner forvaltningsgrensene.
- Overflatevann, grunnvann og kystvann skal ses i sammenheng.
- Forvaltning av vannmengder, vannkvalitet og økologi i vann skal ses under ett.
- Dette forutsetter samordning mellom ulike sektorer som bruker og påvirker vann, og mellom styringsmyndigheter.

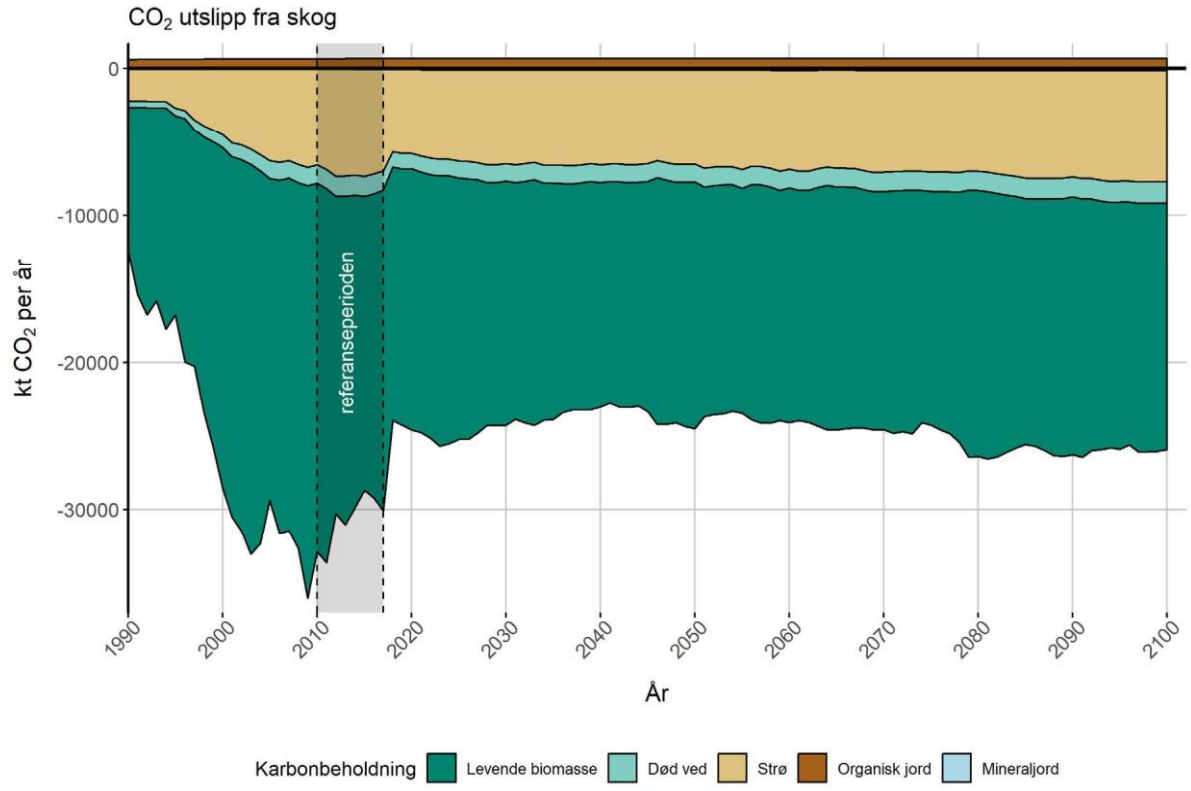
Forskriften er hjemlet i forurensningsloven, plan- og bygningsloven, naturmangfoldloven og vannressursloven og forvaltes av Klima- og miljødepartementet og Olje- og energidepartementet i fellesskap.

[543] Forskrift om rammer for vannforvaltningen (FOR-2006-12-15-1446).

5 Mulige tiltak for økt opptak og redusert utslipp

5.1 Skogarealer

Netto opptaket i skogen fordeles på fem karbonbeholdninger: levende biomasse, død ved, strø, mineral jord og organisk jord. Figur B 3 viser hvordan opptak og utslipp av CO_2 i skogen fordeler seg på disse karbonbeholdningene mot 2100.



Figur B 3. Årlig opptak og utslipp av CO_2 i skog fra 1990 til 2100 fordelt på levende biomasse, død ved, strø, organisk jord og mineraljord, i kt CO_2. Utslipp av lystgass og metan kommer i tillegg. Kilde: Søgaard mfl. (2019)[544]

Figur B 3 viser at levende biomasse, død ved, strø og mineraljord har et årlig opptak av klimagasser, mens organisk jord har et årlig netto utslipp. Utslippet fra drenert organisk jord forventes å være relativt stabilt framover, da det er forbud mot ny drenering av myr for skogproduksjon. Skogareal på organisk jord kan imidlertid bli påvirket ved at jordbruksarealer gror naturlig igjen, eller ved omdisponering av skogareal til nydyrking eller nedbygging.

For å øke opptaket av klimagasser i skog er det viktig å ha fokus på karbonopptak i alle ledd i skogproduksjonen. Fokuset vil være å forvalte skogen på en slik måte at volum og kvaliteten på virket optimaliseres. Denne optimaliseringen vil legge til rette for å øke anvendelse av trevirke til langlevde

[544] Søgaard, G. mfl. (2019). Framskrivninger for arealbrukssektoren – under FNs klimakonvensjon, Kyotoprotokollen og EUs rammeverk NIBIO. NIBIO Rapport 5(114) 2019.

produkter, som er den beste anvendelsen av trevirket i et klimaperspektiv. En økning i produksjon av langlevde produkter vil over tid fanges opp i regnskapet for karbonlagring i treprodukter.

I Klimakur 2020[545] ble tiltakene planting av skog på nye arealer som klimatiltak, målrettet gjødsling av skog, økt skogplanteforedling og økt plantetetthet kvantifisert med potensial og tiltakskostnad.

Senere har planting av skog på nye arealer som klimatiltak[546] og målrettet gjødsling av skog[547] blitt utredet ytterligere for å vurdere hvilke arealer tiltakene kan gjennomføres på etter en avveining mellom hensyn til klima, naturmangfold og andre miljøverdier og næring, og for å gi råd til departementene om hvilke miljøkriterier som bør ligge til grunn for tiltakene og hvilke virkemidler som må til for at tiltakene skal bli gjennomført. Det er også blitt utarbeidet rapporter om bruk eller vern av skog[548], avskoging[549] og om bruk av utenlandske treslag[550].

Flere andre tiltak er omtalt i tidligere lavutslippsrapporter utarbeidet av Miljødirektoratet (2014 og 2015)[551]. I forbindelse med arbeidet med Klimakur 2030 har NIBIO fått i oppdrag å oppdatere dette kunnskapsgrunnlaget samt å vurdere ytterligere tiltak i sektoren.[552]

I det videre beskriver vi mulige tiltak for å øke nettoopptaket i skogen. For å gjøre det grupperer vi tiltakene i følgende grupper: treslagsvalg og tetthet i foryngelse, skogpleie (inkludert tynning) og foryngelseshogst. I tillegg omtaler vi tiltak som har en risikobegrensende effekt, det vil si tiltak som kan redusere risiko for hendelser som kan medføre utslipp eller redusere karbonlagret i skog som skogbrann, vindfall og råteskader, og vi omtaler tiltak som kan øke tilgang på biomasseressurser.

Vi gir i tillegg en beskrivelse av status for tiltakene som allerede er implementert gjennom ny støtteordning fra 2016 (se kapittel 4.2.1), samt en vurdering av om det er et restpotensial.

Flere av tiltakene som skisseres forutsetter et mer intensivt drevet skogbruk og næring som benytter nye arealer. For alle tiltakene kreves det derfor en avveining mot andre samfunnsinteresser – især naturmiljøet. En overordnet beskrivelse av blant annet tiltakenes effekt på naturmangfold og andre miljøverdier er inkludert i kapittel 5.1.4.

Videre gir vi en overordnet omtale av mulige barrierer for å gjennomføre klimatiltak i skogbruket, og mulige virkemidler for å utløse potensialet i tiltakene.

For mer detaljer om tiltakene, se tiltaksark i vedlegg I *Tiltaksark: Skog og annen arealbruk*.

[545] Klif mfl. (2010). Klimakur 2020.
[546] Miljødirektoratet mfl. (2013). Planting av skog på nye arealer som klimatiltak. Rapport M-26|2013.
[547] Miljødirektoratet mfl. (2014). Målrettet gjødsling av skog som klimatiltak. Rapport M-174|2014.
[548] Miljødirektoratet mfl. (2016). Vern eller bruk av skog som klimatiltak. Rapport M-519|2016.
[549] Miljødirektoratet (2018). Tiltak og virkemidler for redusert klimagassutslipp fra avskoging i Norge. Rapport M-1043|2018.
[550] Miljødirektoratet & Landbruksdirektoratet (2019). Utredning av forbud mot utsetting av utenlandske treslag til skogbruksformål. Rapport M-1378|2019.
[551] Miljødirektoratet (2014). Kunnskapsgrunnlag for lavutslippsutvikling. Rapport M-229|2014; Miljødirektoratet (2015). Klimatiltak og utslippsbaner. Rapport M-386|2015.
[552] Søgaard, G. mfl. (2020). Klimakur 2030 – beskrivelse av utvalgte klimatiltak knyttet til skog. NIBIO Rapport 6(9) 2020.

5.1.1 Mulige tiltak

Gruppe 1: Treslagsvalg og tetthet i foryngelse

Foryngelse av skog er prosessen med å få opp ny skog etter en hogst (foryngelseshogst), som skogeierne etter skogloven er pliktig til å gjøre. Skog kan forynges ved planting, såing eller naturlig foryngelse. Dette er et av de viktigste tiltakene skogeier gjør i skogen. Forsømmer man foryngelsen kan man tape produksjon, kvalitet og inntekter, og det vil videre påvirke skogens potensial til å ta opp og binde karbon.

Skogplanteforedling

Bruk av foredlet plantemateriale gir økt tilvekst og bedre kvalitet på trevirke. Skogplanteforedling innebærer å foredle fram skogplanter som er mer robuste og gir høyere produksjon enn bestandsfrø sanket i skogen. Skogplanteforedling vil si å etablere et genetisk utvalg av plusstrær (ved innsamling av podekvist) i frøplantasjer for videreforedling ved utvalg av frø fra de trærne som har de beste egenskapene for klimatilpasning, kvalitet og vekst. Det er antatt at man på sikt vil kunne oppnå en foredlingsgevinst på 25 prosent økt tilvekst.

I dag plantes det på 50-60 prosent av det totale foryngelsesarealet, og ved planting er det nesten utelukkende gran som brukes. På det resterende arealet er det krav om at det skal tilrettelegges for naturlig foryngelse.

Det benyttes i dag 90 prosent foredlet plantemateriale i det som plantes av gran, med en foredlingsgevinst på 10-15 prosent økt volumproduksjon. Målsettingen er at andelen foredlet plantemateriale av gran vil ligge på opp mot 100 prosent mot 2030 på lavere og midlere høydelag på Østlandet, gitt allerede bevilgede midler til skogplanteforedling. I alle de andre sonene vil det være et underskudd på foredlet frø de neste 20 årene. Andelen foredlet materiale, og foredlingsgevinst, er lavest i Midt-Norge og Nord-Norge. I tillegg vil det være en risiko for knapphet på foredlet frø i alle områder på grunn av kapasitetsbegrensninger i frøplantasjene som forsyner områdene. Om 30 år forventes det at andelen foredlet plantemateriale er 100 prosent i hele landet, med en foredlingsgevinst på 10-25 prosent avhengig av region.

I Norge har skogplanteforedlingen vært konsentrert rundt gran – bare Trøndelag og høyereliggende områder på Østlandet har tilgang på foredlet frø av furu. Potensialet for økt virkesproduksjon ved foredlet plantemateriale er like høyt hos furu som hos gran. Et annet tiltak som kan akselerere skogplanteforedlingen er bruk av vegetativ forynget materiale, såkalt klonskogbruk. Det er mulig med en økning i produksjonen på over 50 prosent sammenlignet med bruk av bestandsfrø.[553]

Det har også være lite fokus på foredling av lauvtreslag i Norge, som også har et potensial for tømmer- og biomasseproduksjon. I et endret klima er det viktig å ha et bredere spekter av arter å velge til foryngelse enn det vi har i dag, selv om gran har størst produksjonspotensial per arealenhet.

For å høste en foredlingsgevinst fra furu og lauv betinger det at en større andel av disse treslagene forynges ved såing eller planting. Såing er bare aktuelt for furu, men har vært lite benyttet som foryngelsesmetode. Planting av disse treslagene byr på større utfordringer enn planting av granarter. Det er større risiko for avgang som følge av konkurrerende vegetasjon, skadegjørere som gnagere og hjortevilt. Det er også vanskeligere enn for granartene å treffe riktig proveniens (stedegenhet), noe som kan gå utover kvalitet og vekst for trærne.

[553] Søgaard, G. mfl. (2020). Klimakur 2030 – beskrivelse av utvalgte klimatiltak knyttet til skog. NIBIO Rapport 6(9) 2020.

NIBIO[553] har simulert effekten av økt innsats på skogplanteforedling. Resultatene viser at tiltaket gir et lite årlig meropptak i 2030, men større effekt på lengre sikt.

Miljødirektoratet og Landbruksdirektoratet har i rapport fra 2019[554] utredet konsekvensene for miljø, næring og klima av et eventuelt forbud mot utsetting av utenlandske treslag til skogbruksformål. Rapporten ligger nå til vurdering hos Klima- og miljødepartementet og Landbruks- og matdepartementet. Bruk av utenlandske treslag som klimatiltak er derfor ikke utredet ytterligere i Klimakur 2030.

Markberedning

Ved markberedning blottlegger man mineraljorda slik at man får gode spireplasser for frø eller planteplasser for småplanter. Markberedning kan på den måten være et effektivt tiltak for å oppnå tilfredsstillende foryngelse, med raskere etablering og bedre vekst i bestandet, siden det reduserer skader på foryngelsen og konkurranse fra annen vegetasjon. Ved blottlegging av mineraljorda gjennom markberedning øker temperaturen i jorda. Dette gir økt vekst, fordi tilgang på næringsstoffer øker, og dermed økt opptak av CO_2 fra levende biomasse i den nye skogen.

Temperaturøkningen i jorda øker omsetningen av næringsstoffer og dermed også utslippene fra jord, men det er usikkert hvor stor og varig denne effekten er. Effekten kan også kompenseres av at økt tilvekst som følge av markberedningen fører til økt karbonbinding i jord. Effekten på karbon i skogsjorden vil være avhengig av omfanget av markberedning og valg av metode. Det finnes en del feltstudier og litteraturstudier om markberedning, og resultatet med hensyn på karbonbalansen i jord varierer. Ifølge Søgaard mfl. (2020)[555] gir markberedning et netto opptak av CO_2 i jord og biomasse samlet over omløpet. For å minimere tap av karbon fra jord anbefales det imidlertid at det fokuseres på å gjennomføre **skånsom markberedning**, der en begrenset del av arealet påvirkes.

Markberedning kan ha konsekvenser knyttet til naturmangfold og andre miljøverdier. Det kan gi økt avrenning og utvasking av næringsstoffer og humus og påvirke biologisk mangfold og kulturminner som ikke er registrert. Noen opplever også tiltaket som negativt for landskapsbildet og friluftslivet.

Plantetettheten

Plantetettheten i foryngelsen påvirker produksjonen og regulering ved skogbehandling. Det gir også større muligheter for uttak av tømmer ved tynning og bedre tømmerkvalitet ved foryngelseshogst. Skogbruksloven (§ 6) og Forskrift om berekraftig skogbruk (§ 6, 7 og 8) stiller krav om at skogeier skal legge til rette for tilfredsstillende foryngelse innen tre år etter hogst, samt se til at det er samsvar mellom hogstform og foryngelsesmetode. Forskriften definerer minste lovlige plantetall per dekar, i tillegg til at den anviser tilrådelig plantetall for optimal planteproduksjon.

Landbruksdirektoratet foretar årlig en resultatkartlegging for å innhente informasjon om hvordan skogbruket drives i henhold til gjeldende skogpolitikk. Kartleggingen i felt foretas av kommunale skogfunksjonærer. I denne resultatkartleggingen gjør registrator blant annet en bedømming av om foryngelsesplikten etter Forskrift om berekraftig skogbruk er oppfylt. I resultatkartleggingen for 2010

[554] Miljødirektoratet & Landbruksdirektoratet (2019). Utredning av forbud mot utsetting av utenlandske treslag til skogbruksformål. Rapport M-1378|2019.

[555] Søgaard, G. mfl. (2020). Klimakur 2030 – beskrivelse av utvalgte klimatiltak knyttet til skog. NIBIO Rapport 6(9) 2020.

til 2016 bedømmes at 78 prosent av det kontrollerte arealet møter kriteriene for oppfylling av foryngelsesplikten.[556] Resultatene i det enkelte fylke varierer fra 85 prosent til 50 prosent.

Landsskogtakseringens registreringer viser at 80 prosent av plantefeltene og 36 prosent av feltene med naturlig foryngelse har utviklingsdyktige bartreplanter over minste lovlige plantetetthet etter bærekraftforskriften 3 til 7 år etter hogst.[556] Tar man også med utviklingsdyktige lauvtreplanter, som inngår i oppfylling av foryngelsesplikten, har 94 prosent av plantefeltene og 71 prosent av feltene med naturlig foryngelse mer en minste lovlige plantetetthet.

I et klima- og bærekraftperspektiv vil det være viktig å **sikre at plantetetthet som et minimum heves til minste lovlige plantetetthet i foryngelsen.**

I 2016 fikk skogbruket en støtteordning begrunnet i klima som skulle brukes til blant annet **tettere planting**, der det kan gis 80 prosent tilskudd for planting av inntil 50 planter mer per dekar utover et fastsatt bonitetsavhengig minimumstall. Hensikten med støtteordningen har vært å heve plantetallet til den øvre del av intervallet for tilrådd plantetall etter bærekraftsforskriften. Statistikk fra skogfondsordningen for årene 2017 og 2018 viser at på 53 prosent av plantearealet med gran ble det gitt tilskudd til tettere planting. I gjennomsnitt ble det plantet med 35 planter ekstra per dekar. Det ble i disse årene gitt tilskudd til tettere planting også av andre treslag, men omfanget var begrenset fordi gran i hovedsak er det eneste treslaget som er aktuelt ved planting.

For denne ordningen er det et restpotensial ved å øke andelen av plantearealet som tar i bruk ordningen. Det kan trolig også være mulig å øke plantetettheten på plantearealet utover de 35 ekstra planter per dekar, selv om det kan være grunner til at plantetallet ikke har vært høyere. Videre kan ordningen med tilskudd gi en tilleggseffekt ved at flere velger å plante framfor å satse på naturlig foryngelse av gran.

NIBIO[557] har simulert effekten av økt plantetthet på 100 prosent av arealet som i dag blir plantet med gran. Resultatene viser at årlig meropptak i 2030 er lite, men større på lengre sikt.

Optimal plantetetthet i et klimaperspektiv kan også ligge høyere enn det som er næringsmessig optimalt.[557] Dette er imidlertid ikke vurdert videre i Klimakur 2030.

Planting av skog på nye arealer

Planting av skog på nye arealer blir trukket fram av FNs klimapanel som et av de viktigste tiltakene for å møte klimautfordringene vi står ovenfor. Tiltaket, slik det er definert i rapport utarbeidet av Miljødirektoratet, Landbruksdirektoratet og NIBIO i 2013[558], kan både være treslagsskifte på eksisterende skogarealer og skogplanting på åpne arealer, det vil si ved arealbruksendring fra andre arealer. I rapporten fra 2013, ble det signalisert at det vil være mulig å finne arealer som er interessante å plante ut fra både klima- og næringshensyn som gjør at tiltaket kan gjennomføres i et omfang på minst 50 000 dekar per år over en 20-årsperiode, med akseptable effekter for naturmangfold og andre miljøverdier.

Med utgangspunkt i utredninger om planting av skog på nye arealer som klimatiltak, ble det i 2015-2018 gjennomført en pilotfase for planting av skog på nye arealer som klimatiltak. I løpet av de tre årene ble det plantet gran på i overkant av 6 000 dekar i de tre pilotfykene Rogaland, Trøndelag

[556] Granhus, A. mfl. (2018). Tilstand i foryngelsesfelt. Analyse basert på data fra Resultatkartleggingen, Landsskogtakseringen og Økonomisystem for skogordningene (ØKS). NIBIO Rapport 4(159) 2018.
[557] Søgaard, G. mfl. (2015). En vurdering av utvalgte skogtiltak - innspill på veien mot Lavutslippssamfunnet 2050
[558] Miljødirektoratet mfl. (2013). Planting av skog på nye arealer som klimatiltak. Rapport M-26|2013.

(tidligere Nord-Trøndelag) og Nordland. Disse trærne forventes å ta opp om lag 700 000 tonn CO_2 over de neste 85 årene. I tillegg kan trevirke fra hogst brukes til å erstatte fossilt råstoff. Dersom arealet hadde grodd igjen naturlig ville karbonopptaket vært vesentlig lavere, om lag 250 000 tonn. Evalueringen viser at tiltaket gir positiv klimanytte for alle boniteter, gjengroingsgrader og hogsttidspunkt som ble vurdert. Tiltakskostnaden har tidligere vært beregnet til 50 kroner per tonn CO_2. Pilotfasen har vist at kostnadene har vært noe høyere, men planting er fortsatt et billig tiltak sammenlignet med andre tiltak for å redusere utslipp eller øke opptak av klimagasser.

Miljødirektoratet og Landbruksdirektoratet leverte våren 2019 en sluttrapport og evaluering av pilotordningen til Klima- og miljødepartementet og Landbruks- og matdepartementet. Tiltaket ligger nå til vurdering i departementene. Vi viser til sluttrapporten og evalueringen[559] for ytterligere vurderinger av dette tiltaket.

Plante gran under en lavskjerm av bjørk

Et alternativ ved planting på gjengroingsarealer, som var et av utgangspunktene i pilotfasen for planting av skog på nye arealer, er å plante gran under en lavskjerm av bjørk. Bjørkeskjermen har en høyere årlig tilvekstrate sammenlignet med de nye granplantene som står under. Ved å kombinere disse to treslagene vil en la bjørkeskjermen vokse i den perioden grana bruker på å etablere seg og har lav tilvekstrate, slik at effekten av tiltaket, i form av økt opptak av CO_2, kommer tidligere. Bjørkeskjermen må avvirkes når grana har etablert seg fordi granas toppskudd skades ved greinpisking når grana når opp i bjørkekronene. En lavskjerm av bjørk kan være et godt alternativ ved planting på gjengroingsarealer, men avvirkningen av bjørkeskjermen medfører store driftskostnader og ved hogst av bjørkeskjermen er det stor risiko for å skade grantrærne en skal satse på framover.

Grøfterensk etter hogst

Grøfterensk etter hogst er et tiltak for å opprettholde produksjonen på skogarealer der det tidligere er utført grøfting. I 2006 ble det innført forbud mot nygrøfting av myr og sumpskog med sikte på skogproduksjon (jf. §5 i Forskrift om berekraftig skogbruk, med ikrafttredelse 1.7.2006). Derfor vil det ikke være en økning av grøftede myrarealer i skog, bortsett fra om det plantes på myrarealer som tidligere er drenerte for jordbruk.

Historisk har det vært en betydelig aktivitet med grøfting, hvor både fastmark og myr har blitt drenert.[560] Foreløpig tall fra landsskogtakseringen viser at 2 700 km^2 skogareal er blitt grøftet for å fremme skogproduksjon.

Ifølge Bjørnstad (2019)[561] vil det etter hogst på noen typer arealer bli midlertidig 5-10 cm høyere grunnvannsnivå i vekstsesongen. Dette reduserer mulighetene til god foryngelse og skogproduksjon. Ved å rense eksisterende grøfter reduseres vannstanden på arealet, noe som kan føre til økt produksjon og dermed også økt opptak av klimagasser.

Grøfterensk kan øke nedbrytningen i jord noe på grunn av bedre lufttilgang, og dermed føre til et økt utslipp fra jord. I prinsippet vil grøftene være drenerende selv om de ikke renses, og fører dermed uansett til nedbrytning og utslipp. Rensk av grøftene fører til at produksjonen i levende biomasse øker og kan kompensere for et eventuelt utslipp, og i tillegg gi et meropptak. I de tilfeller der omfattende grøfterensk eller suppleringsgrøfting må til for å opprettholde produksjonen på arealet,

[559] Miljødirektoratet & Landbruksdirektoratet (2019). Pilotfasen for 'Planting av skog på nye areal som klimatiltak'. Sluttrapportering og evaluering. Rapport M-1161|2019.
[560] Søgaard, G. mfl. (2020). Klimakur 2030 – beskrivelse av utvalgte klimatiltak knyttet til skog. NIBIO Rapport 6(9) 2020.
[561] Bjørnstad, B. (2019). Grøfting av fastmark. Skogkurs resymé nr. 11.

kan det være aktuelt å heller vurdere restaurering av arealet ved å plugge grøftene. Se kapittel 5.4.1 for mer om restaurering av myr.

Gruppe 2: Skogpleie

I skogpleie har man fokus på å bedre vekstforholdene for framtidstrærne, det vil si de trærne som ut ifra treslag og kvalitet vil gi størst mulig verdi for skogeier. Etter hvert som trærne vokser, vil de konkurrere om ressurser som lys, vann og næring. Ved å fjerne uønskede trær og annen konkurrerende vegetasjon unngår man at framtidstrærne skades eller hemmes, og legger grunnlaget for produksjon av kvalitetsvirke. Dette er også viktig i et klimaperspektiv.

Ungskogpleie

Ungskogpleie er avgjørende for hvilke muligheter man har til å påvirke kvalitet, stabilitet og volumproduksjon ved framtidig skogbehandling. Ved å gi framtidstrærne plass til å utvikle krone og rotsystem på et tidlig stadium, får man god stabilitet. Dette minsker risiko for vindfall, spesielt om man planlegger å tynne bestandet i framtiden.

Med utgangspunkt i data fra landsskogtaksering har NIBIO estimert behovet for ungskogpleie i barskog.[562] Ut ifra disse dataene er det estimert et klart behov for ungskogpleie på om lag 970 000 dekar, som tilsvarer 7,1 prosent av det totale ungskogarealet i barskog. I tillegg er det estimert et usikkert behov på 4 450 000 dekar (43,6 prosent), mens ungskog uten behov utgjør om lag 4 770 000 dekar (45,8 prosent). Ungskogarealet i tiårsperioden 2009-2018 har i gjennomsnitt vært på 273 500 dekar og hogstarealet har vært på 400 000 dekar.

I beregningene fra NIBIO forutsettes at etterslepet av areal med klart behov og 30 prosent av arealet med usikkert behov ungskogpleies i løpet av en femårs periode, i tillegg til at hele hogstarealet ungskogpleies. Om det blir gjennomført ungskogpleie i denne størrelsesorden er det forventet et gjennomsnittlig årlig meropptak i stammevirke på henholdsvis 0,1 millioner tonn og 0,25 millioner tonn CO_2-ekvivalenter over omløpet, dersom en forutsetter 10 prosent og 30 prosent økt omløpstid uten ungskogpleie. Estimatene er beheftet med stor usikkerhet, men det er tydelig at et økt fokus på ungskogpleie vil kunne gi økt opptak av CO_2.

Tynning

Tynning er et tiltak for å bedre vekst og kvalitet på de trærne som vil gi høyest verdi ved hogst gjennom å regulere konkurransen mellom trærne, slik at veksten akkumuleres på færre trær. Når bestandet slutter seg blir lys en minimumsfaktor for vekst. Manglende tilgang på lys gjør at de nederste greinene på treet dør. Treets vekst og muligheter for opptak av CO_2 avhenger av størrelsen på treets grønne barmasse. Tynningens viktigste funksjon er å beholde en tilstrekkelig andel grønn barmasse for å styre veksten til de trærne som har best kvalitet. Tynning kan også forbedre bestandet sin stabilitet ovenfor storm og snøskader, hvis utført mens bestandet er ungt, og kan dermed benyttes som metode for å bevare karbonlageret og sunnhet i bestandet over tid slik at det er mulighet for noe utsettelse av tidspunktet for foryngelseshogst. I gran vil det være en forutsetning at tynningen er utført slik at infeksjon av rotråte er begrenset. Ved tynning har man også den første muligheten til å få inntekter fra skogen.

Tynning er ikke et klimatiltak i seg selv siden det gir lavere totalvolum og dermed redusert karbonlager over tid, men det legger til rette for optimal kvalitet på trevirket ved hogst. Dersom større andel av treet kan benyttes som langlevde produkter som erstatter fossile ressurser, vil man få økt karbonlager i treprodukter og reduserte utslipp i andre sektorer. Tynning vil også kunne gi mer

[562] Søgaard, G. mfl. (2020). Klimakur 2030 – beskrivelse av utvalgte klimatiltak knyttet til skog. NIBIO Rapport 6(9) 2020.

virke til bioenergi, som også kan redusere fossile utslipp. I tillegg kan det gi synergi- og samspillseffekter, og er ofte en forutsetning for å få optimal effekt av andre tiltak, se kapittel 5.1.2.

Nitrogengjødsling

Gjødsling er et tiltak for å øke opptaket av klimagasser på eksisterende skogarealer. Der hvor mangel på nitrogen begrenser skogens tilvekst, vil gjødsling gi økt diameter- og høydevekst, og dermed øke det årlige CO_2-opptaket. Engangsgjødsling med nitrogen gir økt tilvekst i 8-10 år framover.

Basert på rapporten "Målrettet gjødsling av skog som klimatiltak", utarbeidet av Miljødirektoratet, Landbruksdirektoratet og NIBIO i 2014[563], ble det fra 2016 gitt tilskudd til gjødsling av skog. Det ble lagt noen kriterier til grunn for støtteordningen, i tråd med innspillene gitt i rapporten. Det ble blant annet identifisert en geografisk sone (hensynssonen) som var sårbar for ekstra tilførsel av nitrogen, der det ble satt et tak på hvor store arealer som kunne gjødsles. Taket ble satt til maksimum 25 000 dekar over en femårsperiode.

Det har generelt vært god respons på støtteordningen, der aktiviteten har vært størst i tradisjonelle skogstrøk. Til nå har 230 000 dekar blitt gjødslet. Innenfor hensynssonen ble taket nådd det tredje året, noe som trolig vil begrense gjødselarealet de to siste årene. Utenfor sonen har det blitt gjødslet totalt 205 000 dekar i perioden 2016-2018. Det totale årlige gjødslingsarealet var i 2016 på 83 000 dekar og i 2017 på 91 000 dekar. Gjødslearealet falt til 56 000 dekar i 2018, blant annet på grunn av at taket på gjødselareal i hensynssonen ble nådd. Potensielt gjødselareal ble i rapporten fra 2014 vurdert til å være 50 000-100 000 dekar i året.

Basert på erfaringer med støtteordningen de to første årene, er det i framskrivingene utarbeidet av NIBIO lagt til grunn at det gjødsles på 40 000 dekar i året.[564] Det antas da at taket på 25 000 dekar blir nådd over en femårs periode (5 000 dekar per år), og at det gjødsles 35 000 dekar per år utenfor hensynssonen. Dersom det faktiske gjennomsnittlige gjødselarealet over en femårsperiode er over 40 000 dekar i året, vil effekten kunne bokføres mot framskrivingen. Effekten av tiltaket vil uansett kunne bokføres mot referansebanen for forvaltet skog mot 2030, som er spilt inn til EU, siden den er basert på gjødselarealet i den historiske referanseperioden 2000-2009.

Ordningen, hensynssonen og taket, skal vurderes etter fem år ut fra erfaring og kunnskap om hvilke effekter gjødsling har for miljø. Vi har derfor ikke gjort videre analyser av tiltaket i Klimakur 2030.

Gjødsling med treaske på torvmark

I skog på **torvmark** kan det være aktuelt å gjødsle med aske. På torvmark er det som regel ikke mangel på nitrogen som hemmer veksten, men mangel på andre næringsstoffer som fosfor og kalium. Disse næringsstoffene finnes i aske. Askegjødsling av torvmark hever pH, øker mikrobiell aktivitet og omsetning, gir bedre forhold for foryngelse og øker skogproduksjonen. Det er vist at produksjonen på torvmark kan mer en tidobles etter tilførsel av aske[565], selv om en dobling av tilveksten nok er et mer vanlig nivå[566]. Gjødsling med aske på torvmark er ikke tillatt i Norge i dag,

[563] Miljødirektoratet mfl. (2014). Målrettet gjødsling av skog som klimatiltak. Rapport M-174|2014.
[564] Søgaard, G. mfl. (2019). Framskrivninger for arealbrukssektoren – under FNs klimakonvensjon, Kyotoprotokollen og EUs rammeverk NIBIO. NIBIO Rapport 5(114) 2019.
[565] Moilanen, M. mfl. (2002). Effects of wood-ash on the tree, growth, vegetation and substrate quality of a drained mire: a case study. Forest Ecology and Management 171: 321–338.
[566] Augusto, L. mfl. (2008). Wood ash applications to temperate forest ecosystems - potential benefits and drawbacks. Plant Soil 306: 181-198.

fordi "Forskrift om gjødselvare med mer av organisk opphav" ikke definerer skog som et av arealene det kan spres aske på.

Fordi aske ikke inneholder nitrogen, ser man på **mineraljord** ofte små effekter på tilveksten etter en ren askegjødsling. På god mark av mineraljord har askegjødsling en liten effekt, mens et forsøk med kombinert aske og nitrogenbehandling har vist økt vekst.[567] Askegjødslingen viste ingen effekt på jordvannkjemien, mens en kombinert aske og nitrogenbehandling viste effekter som liknet effektene av nitrogengjødsling.[568,567]

Gruppe 3: Foryngelseshogst

Valg av hogsttidspunkt ved foryngelseshogst påvirker skogen sin evne til å binde karbon over tid. I tillegg vil valg av hogstform kunne påvirke det framtidige karbonopptaket. Under diskuterer vi effekten av å endre hogsttidspunkt i forhold til dagens observerte hogstalder, og effekten ved ulike hogstformer av foryngelseshogst.

Optimalt hogsttidspunkt

I skogbruket er det to teoretiske tilnærminger til hogsttidspunktet, den biologisk optimale og den økonomisk optimale.

Den biologiske alderen er det hogsttidspunktet som gir maksimal volumproduksjon over gjentatte omløp, og er når den årlige løpende tilveksten (ÅLT) er lik årlig middeltilvekst (ÅMT), det vil si når marginaltilveksten er lik gjennomsnittstilveksten. Dette er den maksimale årlige middeltilvekst – $ÅMT_{maks}$ – som kan oppnås i omløpet.

Ved vurdering av økonomisk hogsttidspunkt er verdiøkningen av tilveksten avgjørende. Er verdiøkningen av tilveksten mindre enn det avkastningskravet[569] som skogeier har til investeringen, inntreffer bestandet økonomisk hogstmodent. Tidspunktet for økonomisk hogstmodenhet inntreffer tidligere enn for biologisk hogstmodenhet. Hvor lenge før avhenger av rentenivå og bonitet.

I dag avvirkes skog også før den er ansett for å være økonomisk hogstmoden. Med utgangspunkt i observert avvirkning og informasjon fra produksjonstabellene, har Bergseng mfl. (2018)[570] tidligere beskrevet klimaeffekten av å øke hogsttidspunktet til ulike hogstaldre. De finner at hoveddelen av dagens avvirkning som skjer før skogen når hogstklasse V, skjer i sen hogstklasse IV. Dette sammenfaller i stor grad med hva som med rimelige forutsetninger vil være økonomisk optimal hogstalder. Undersøkelsen viser at om lag 5 prosent avvirkes før sen hogstklasse IV. Skogeiers behov for inntekt, behov for annen bruk av arealet eller stor risiko for skader ved storm eller insektangrep kan være årsaker til et tidlig hogsttidspunkt. Tidlig hogst skjer hovedsakelig på gode boniteter i gran. Ved å **unngå tidlig hogst**, det vil si å overholde all skog til en gitt minste alder for hogst, kan man få økt årlig karbonopptak. NIBIO har vurdert at overholdelse av hogsttidspunkt til minimum nedre aldersgrense for hogst etter Norsk PEFC Skogstandard vil potensielt kunne gi et økt årlig karbonopptak på om lag 0,3 millioner tonn CO_2, mens en overholdelse av hogsttidspunkt til skogen når 75 prosent av alder ved $ÅMT_{maks}$ kan øke det årlige karbonopptaket med om lag 1 million tonn CO_2. Disse estimatene kan være noe overestimert, siden det blant annet er lagt til grunn at alle

[567] Hanssen, K. H. mfl. (2019). Fertilization of Norway spruce forest with wood ash and nitrogen affected both tree growth and composition of chemical defence. Forestry (in review).
[568] Clarke, N. mfl. (2018). Short-term effects of hardened wood ash and nitrogen fertilisation in a Norway spruce forest on soil solution chemistry and humus chemistry studied with different extraction methods.
[569] Inkludert verdien av skogsmark (grunnverdi).
[570] Bergseng, E. mfl. (2018). Utredning om hogst av ungskog. NIBIO Rapport 4(39) 2018.

arealene som avvirkes tidlig har optimal tetthet og heller ikke vil ha forventet lavere tilvekst framover grunnet ulike skadegjørere, klimarelaterte skader eller andre forhold som kan redusere tilveksten.

Tiltaket **forlenget omløpstid**, som er omtalt i tidligere lavutslippsrapporter fra Miljødirektoratet[571], innebærer å overholde skogen 30-70 år utover økonomisk hogstmodenhetsalder. Dette vil kunne øke karbonlageret, men det vil gi redusert årlig tilvekst/karbonopptak i forhold til arealets maksimale produksjonsevne. Samtidig må det tas høyde for risikoen for at hele eller deler av lageret kan gå tapt på grunn av større kalamiteter som brann, og storm, eller ikke bygges opp som forventet på grunn av råte, tørkestress og skader etter insektangrep i eldre skog. Tiltaket vil redusere tilgjengelig volum for avvirkning de nærmeste årene.

Risikoen for storm- eller insektskader og råte øker med alderen på bestandet. Dette kan også være grunnen til at en andel av skogen avvirkes før den er økonomisk hogstmoden. Risiko for skader må derfor også tas med i vurdering av hogsttidspunkt og i virkemidlene for å utsette hogsttidspunkt.

Hogstformer

Det finnes både åpne og lukkede hogstformer. Åpne hogstformer er flatehogst og frøtrestillingshogst, mens skjermstillingshogst, fjellskoghogst, gruppehogst og bledningshogst er lukkede hogstformer. Ved forynging av furu må det brukes en åpen hogstform for å få en tilfredsstillende foryngelse, siden furu er et lyselskende treslag.

Et av argumentene for lukket hogst framfor åpen hogst er mindre utslipp av karbon fra jord. I litteraturgjennomgangen "Karbondynamikk ved ulike hogstformer og avvirkningsstrategier"[572] , som viser til produksjonsmodellen og langsiktige feltforsøk, konkluderes det med at det ikke er en vesentlig forskjell i karbonlageret for skog som er skjøttet etter flatehogst kontra bledningshogst, når en sammenligner karbonutslippet over en tidsperiode tilsvarende et bestands omløp.

Ifølge Dalsgaard mfl. (2015)[572] er det forventet et tap av jordkarbon på mellom 7-22 prosent ved en åpen hogst av en viss størrelse uavhengig av om en gjennomfører markberedning eller ikke, mens lukkede hogster og tynning sjelden gir signifikante effekter på jordkarbon.

Forskningen er imidlertid tydelig på at total produksjon går ned ved lukket hogst. Det største produksjonstapet er knyttet til konverteringen fra ensjiktet skog til flersjiktet skog, hvor selve konverteringen kan ta mellom 50-100 år. Det er stor usikkerhet rundt hvor stor effekten blir av å endre fra flatehogst til bledningshogst, og det er store kunnskapshull.

Lukkede hogstformer medfører som regel høyere driftskostnader og reduksjon i avvirkningsnivå.

Gruppe 4: Risikobegrensende tiltak

I risikobegrensende tiltak er fokuset å redusere skader på skog som følge av insektangrep, skogbrann, vindfall, råte og beiting. Tiltakene bidrar til å redusere risikoen for potensielt store framtidige klimagassutslipp, og de bidrar til å sikre kvaliteten på trevirket og karbonlageret i skogen fram til hogsttidspunkt. Under beskriver vi aktuelle tiltak for å redusere dagens skade og mulige framtidige skader. Dagens skader blir fanget opp i landsskogtakseringen, og dermed i rapporteringen av klimagassregnskap til FNs klimakonvensjon og til EU, men i framskrivingen (se kapittel 3.2) er det ikke

[571] Miljødirektoratet (2015). Klimatiltak og utslippsbaner mot 2030 Kunnskapsgrunnlag for lavutslippsutvikling. Rapport M-386 |2015.

[572] Dalsgaard, L. mfl. (2015). Karbondynamikk ved ulike hogstformer og avvirkningsstrategier. En litteraturstudie med fokus på Oslo kommuneskog. Skog og landskap oppdragsrapport 04/2015. Oppdragsrapport for Oslo kommune, Bymiljøetaten.

tatt hensyn til en økning i framtidige skader av et endret klima. Det er forventet en viss økning i skader av et endret klima, se kapittel 3.3.

Utslipp fra naturlige forstyrrelser som skogbrann, vindfall og insektskader kan, i henhold til EUs klimarammeverk, ekskluderes fra bokføringen av utslipp og opptak mot 2030, så fremt man blant annet kan dokumentere at hendelsen ikke er menneskeskapt.

Råtebekjempelse

Råte skader først og fremst gran og forårsaker betydelige verditap. Rotkjukeråten er den største skadegjøreren og smitten skjer gjennom åpne sårflater eller ved overføring av smitte gjennom sammenvokste røtter. Stubbesnittflatene ved tynning eller foryngelseshogst er de største inngangsportene for rotråtesoppen. Smitten skjer raskt etter at treet er skjært av stubben. En behandling for å hindre angrep av rotråtesoppen bør derfor skje umiddelbart etter at treet er skjært av stubben. Behandling kan gjøres ved at stubben påføres en ureaoppløsning eller en soppblanding (Rotstopp) som hindrer at rotråtesoppen etablerer seg.

Rotkjukeråten kan føre til at biomasse brytes ned, som medfører et utslipp av CO_2, og at kvaliteten og styrken på trevirket reduseres slik at det ikke kan brukes til langlevde produkter. Dessuten vil energiinnholdet i trevirke reduseres.

Mulige tiltak for å begrense råteskader kan være å legge hogsten til perioder med frost eller snø på bakken eller bruk av stubbebehandling ved hogst i mildere perioder (temperatur over +5 grader). Stubbebehandling er å påføre en ureaoppløsning eller rotstopp på stubben ved tynninger og foryngelseshogster. Et effektivt tiltak på spesielt utsatte markslag kan være skifte av treslag. Dette er i veldig lite grad praktisert i dag, fordi andre treslag gir redusert produksjon i forhold til gran.[573]

Andre risikobegrensende tiltak

Andre risikobegrensende tiltak er en samlepost for tiltak som søker å redusere skader på skog som følge av insektangrep, beiteskader, skogbrann og vindfall. Tiltakene bidrar til å redusere risikoen for potensielt store framtidige klimagassutslipp, og de bidrar til å sikre kvaliteten på trevirket og karbonlageret i skogen fram til hogsttidspunkt.

Det er behov for mer kunnskap for å si noe om netto klimaeffekt og kostnad av de enkelte tiltakene.

Økt stormstabilitet er et tiltak for å minimere skadene på skog fra sterk vind. Det er forskjellige tiltak som kan være aktuelle for å gjøre skogen mer robust for vind i et endret klima.

Kortsiktige tiltak kan være å fokusere på hvordan man reduserer risikoen for vindskader på bestand etter hogst. Et alternativ er at man planlegger hogst og tynning opp mot risikoen for skade på behandlet bestand og nærliggende bestand, blant annet ved å tilpasse bestandsgrensen slik at man reduserer kanten og vindfanget med større bestandsgrenser. I tillegg er tidspunktet for tynning viktig for bestandet sin stormstabilitet. En sen tynning kan endre bestandsstabiliteten og øke risikoen for skader. Effekten av lukket hogst på stabiliteten er mer usikker og hvor det ifølge Søgaard mfl. (2020)[573] er motstridende resultater fra økt risiko til redusert risiko.

Langsiktige tiltak er å påvirke stabiliteten til enkelttre. Det som danner grunnlaget for stabiliteten til enkelttre er rotsystemets forankring og stammens egenskaper mot brekk og bøy. En måte å påvirke stabiliteten til enkelttre er å regulere ned tett ungskog. Ifølge Søgaard mfl. (2020)[573] er utført ungskogpleie i Norge stort sett tilfredsstillende med tanke på stabilitet, men det er kun halvparten av

[573] Søgaard, G. mfl. (2020). Klimakur 2030 – beskrivelse av utvalgte klimatiltak knyttet til skog. NIBIO Rapport 6(9) 2020.

plantet skog som blir pleiet. En annen faktor er skogråte, som kan redusere både styrken og stabiliteten på trær. Ved råte eller risiko for råte bør man vurdere relevante mottiltak (se råte). Et annet tiltak er å vurdere treslagsskifte, hvor for eksempel furu er mer stormsterk enn gran. I tillegg har lauvtrær et mindre vindfang på vinteren hvor man forventer de fleste stormene. Å endre treslag må imidlertid vurderes opp mot blant annet et potensielt tap i volumproduksjon.

Skogbrannbekjempelse er et tiltak for å redusere skadeomfanget fra brann. I perioden 1990 til 2017 var det gjennomsnittlige årlige utslippet fra skogbrann 9 000 tonn CO_2-ekvivalenter.[574] Det er usikkert om det blir flere skogbranner i Norge i et endret klima.[575] Flere store skogbranner i Nord-Amerika og Russland kan imidlertid tyde på at man også i Norge bør ha økt fokus på skogbrannbekjempelse framover, selv om det i Nord-Amerika og Russland er store ikke-forvalta skoger der forutsetningene for å drive slokningsarbeid er vanskeligere enn i Norge.

For å redusere skadeomfanget fra skogbrann er det viktig med bekjempende tiltak og forebyggende tiltak. Slokking av skogbrann i Norge har endret seg etter den store skogbrannen i Froland i 2008, ved at det har blitt økt fokus på tidlig slukking og mer effektiv overvåkning. Det endrede fokuset ser ut til å være effektivt, da det ved mange skogbranner i 2018 var lite skade på skog i forhold til antall skogbranner.

Et viktig tiltak er å redusere risikoen for brann. I Norge har det vært liten tradisjon for å forebygge skogbrann gjennom skogskjøtsel. Det enkleste tiltaket ifølge Søgaard mfl. (2020) [576] er å øke lauvandelen, da lauvtrær er mindre utsatt for brann enn bartrær. Et annet tiltak kan være å etablere barrierer av lauvtrær for å bryte opp barskogen i landskapet ved å utnytte naturlige og kunstige barrierer. Tiltakene må vurderes i en helhetlig sammenheng da de i seg selv kan gi redusert produksjon og med det også redusert klimaeffekt.

Når det gjelder **insektskader**, så er det viktigste tiltaket å forhindre utbrudd gjennom forebygging.

Av de eksisterende skadegjørerne, er den største trusselen fra barkbiller. Effektive tiltak mot barkbiller er å sikre at skogen er i best mulig helsetilstand, slik at trærne er i stand til å forsvare seg. En kan også vurdere treslagsskifte på områder som ikke er egnet for gran.

Uavhengig av et endret klima er det et stort skadepotensial fra invaderende arter, og for å hindre spredning er det viktig med tiltak for å redusere risikoen for at fremmede insekter etablere seg i Norge. Foreslåtte tiltak i Søgaard mfl. (2020)[576] er importrestriksjoner og styrking av ordninger for import av biologisk plantemateriale.

I Norge forårsaker elg, hjort og rådyr skader på skog i varierende grad, hvor det er elg og hjort som påfører skader av betydning. Med utgangspunkt i landsskogtakseringen er dagens skadeomfang estimert til 11,6 prosent av det samlede ungskogarealet. Søgaard mfl. (2020) [576] mener de ikke har faglig grunnlag for å si noe om effekten på karbonopptaket av **beiting fra hjortevilt**. Er beitetrykket for høyt slik at det fører til økt avgang og dermed for få trær til å utnytte markens produksjonsevne, kan det føre til et større produksjonstap, som vil redusere karbonopptaket.

Søgaard mfl. (2020)[573] peker på flere tiltak som kan bidra til å redusere skadeomfanget fra beiting av hjortevilt, som bestandsregulering gjennom jakt, inngjerding av foryngelsesfelt, å vente med

[574] Miljødirektoratet mfl. (2019). Greenhouse Gas Emissions 1990-2017. National Inventory Report. Rapport M-1271|2019.
[575] Søgaard, G. mfl. (2017). Skogbehandling for verdiproduksjon i et klima i endring. Rapport 3(99) 2017.
[576] Søgaard, G. mfl. (2020). Klimakur 2030 – beskrivelse av utvalgte klimatiltak knyttet til skog. NIBIO Rapport 6(9) 2020.

ungskogpleie, tiltak for å øke mengden vinterfôr og tiltak som kan øke tettheten i furuforyngelsen. Det trengs imidlertid mer kunnskap for å si noe om netto klimaeffekt og kostnader knyttet til tiltakene.

Gruppe 5: Tilgang på biomasseressurser

Skogen leverer i dag mange ressurser i form av tømmer, fiber, fôr og bioenergi, og vil framover bli en enda viktigere ressursleverandør i lavutslippssamfunnet. De fleste lavutslippsscenarier til FNs klimapanel benytter svært mye biomasse for å nå klimamålene, og hviler tungt på økt opptak av karbon og negative utslippsløsninger som bio-CCS (se mer om dette i kapittel 3.3 i rapportens del A). Det er derfor viktig å sørge for at skogen også i framtiden kan levere de nødvendige ressursene, uten at dette går på bekostning av skogens langsiktige evne til å ta opp og lagre mer karbon enn man henter ut i biomassen. Det er et potensial å hente ut mer biomasse fra tynning, men uttaket må vurderes opp mot total produksjon over omløpet. Det er også viktig at markens produksjonsevne blir utnyttet og at man unngår hogst for tidlig i ungskog, se gruppe 2 og 4 for tiltak relatert til tynning og riktig hogsttidspunkt.

Tilgang på biomasseressurser vil påvirkes mest av avvirkningsnivået. Framskrivingene fra NIBIO[577] viser en forventing om økt hogst fra dagens nivå på rundt 12 millioner m^3 i året til 15,7 millioner m^3 i 2030[578], på grunn av at det blir mer hogstmoden skog i tilgjengelige områder. Dersom hogsten blir høyere enn avvirkningsnivået som ligger i referansebanen for forvaltet skog som er spilt inn til EU, må det bokføres et utslipp av klimagasser fra denne hogsten.

NIBIO[579] har tidligere vurdert hvilket hogstnivå som vil være forenlig med en bærekraftig skogforvaltning, eller bærekraftig ressursuttak, for perioden 2021-2030 med basis i tilgjengelige skogressurser. De oppsummerer med at dersom man ser isolert på mulig hogstkvantum mellom 2021-2030 gir tilgangen på hogstmoden skog et stort handlingsrom for et betydelig økt hogstnivå. På lang sikt vil man kunne hogge årlige volum på 17 millioner m^3 (skogkubikk) med dagens skogforvaltning, 10 prosent vern og dagens miljøhensyn. Dette vil imidlertid kreve ganske intensiv drift og at man har bedre utnyttelse av alle treslag. I dag er det mest gran som avvirkes (64 prosent). Jo høyere hogstvolum, jo mer hogst av furu og bjørk vil være nødvendig. Det fordrer at det skapes et marked for lønnsom drift av disse treslagene raskt. Samtidig nevnes det at produksjonen vil kunne økes betraktelig ved mer intensiv skogbehandling (nye skogforvaltningstiltak). De konkluderer med at et bærekraftig og mer realistisk årlig hogstnivå i perioden 2021-2030 trolig ligger et sted mellom 14 og 18 millioner m^3 skogkubikk avvirket som slutthogst og tynning. I henhold til Meld. St. nr. 6 (2016-2017) Verdier i vekst – konkurransedyktig skog- og trenæring skal eventuell økt aktivitet i skogbruket kombineres med styrkede miljøhensyn i skogbruket ved aktiv bruk av virkemidlene i naturmangfoldloven og skogbrukets virkemidler.

Under omtaler vi muligheter for å utnytte mer av hogstavfallet som grener og toppet (GROT), som i dag blir liggende igjen på hogstflaten og brytes ned over tid.

Utnyttelse av hogstavfall (GROT)

Tiltak for en optimal skogproduksjon vil øke tilveksten og dermed opptaket i skogen, og/eller redusere utslippene ved å legge til rette for at en økt andel av det nyttbare tømmeret kan brukes i langlevde produkter. Det vil likevel alltid være fraksjoner som ikke kan brukes til langlevde produkter,

[577] Søgaard, G. mfl. (2019). Framskrivninger for arealbrukssektoren – under FNs klimakonvensjon, Kyotoprotokollen og EUs rammeverk NIBIO. NIBIO Rapport 5(114) 2019.
[578] Inkludert ved og industrivirke fra avskoging (ca. 700 000 m^3), uten topp og bult, uten bark.
[579] NIBIO notat om bærekraftig hogstnivå (NIBIO 20.06.2018)

men som likevel kan utnyttes til andre formål. Sekundærråstoff fra sagbruksindustrien, ulike flisfraksjoner, kapp og bark, er i stor grad utnyttet i dag til ulike formål, men sekundærråstoffene fra skogen, greiner og topper (GROT), heltre og stubber og røtter, er i liten grad utnyttet. De potensielle volumene fra alle sekundærråstoff vil øke med økt tilvekst. Sekundærråstoffene fra sagbruksindustrien er en del av det som allerede tas ut av skogen i dag, men en økning i sekundærråstoffene fra skogen vil medføre et økt uttak av biomasse. For arealbrukssektoren medfører et økt uttak av biomasse isolert sett til et lavere nettoopptak i sektoren, men for klimagassregnskapet sett under ett vil dette likevel kunne føre til utslippsreduksjoner. Dette forutsetter at skogen drives på en bærekraftig måte slik at karbonet kan tas opp gjennom ny tilvekst på arealene, og at det økte uttaket av biomasse erstatter bruk av fossile ressurser.

GROT utgjør rundt 30 prosent av biomassen til et tre og er hogstavfall som blir liggende igjen i skogen etter avvirkning. Dette kan tas ut og flises for bruk som energivare, og er pekt på som en betydelig potensiell ressurs for energiproduksjon. Svært lite av dette tas ut i dag grunnet dårlig lønnsomhet og praktiske utfordringer. Mengden GROT, med dagens hogstnivå, er på rundt 3,7 millioner fastkubikkmeter.[580] Med hensyn til næringsbalanse og naturmangfold bør imidlertid ikke mer enn 50-60 prosent[581] tas ut, tilsvarende rundt 3,5 TWh.

Uttak av GROT er ikke inkludert i ressursgrunnlaget lagt til grunn i vurderingene i kapittel 14 i rapportens del A, da det er stor usikkerhet rundt kostnaden og betalingsvilligheten til skogindustrien.

5.1.2 Synergi- og samspillseffekter

Tilfredsstillende foryngelse etter hogst og etablering av skog på nye arealer er en forutsetning for å kunne maksimere vekst og opptak av CO_2. Foryngelse må skje med det treslaget som utnytter vekstforholdene på stedet best og med et tilstrekkelig plantetall på arealet når skogen er etablert. I foryngelsesfasen må en forvente 10 til 15 prosent avgang av planter på grunn av insektskader og konkurranse fra annen vegetasjon. Siden trærnes kvalitet og egenskaper for produksjon varierer må det være en tetthet i et etablert bestand, slik at det i skogpleien er muligheter for å regulere treantallet, og på den måten sikre at de beste trærne står igjen for videre produksjon. På høye boniteter gir gran som regel den beste produksjonen, mens furu som regel er best på lave boniteter. På midlere boniteter er markfuktighet en viktig faktor i valget mellom gran og furu og en blanding av disse treslagene er ofte et godt alternativ. For å utnytte markas produksjonsevne må treslaget som gir høyest produksjon ha en tetthet som ligger innenfor det anbefalte treantallet for boniteten.

Når bestandet er etablert blir lys fort en minimumsfaktor for det enkelte tre sin vekst. Ungskogpleie må derfor gjøres. Hvis ungskogpleien forsømmes, vil det føre til økt konkurransen om lys og næring. Ungskogpleie er derfor nødvendig for å maksimere treets volumproduksjon, og dermed opptaket av CO_2.

Tynning gjøres når trærne har blitt minst 10 meter høye og det kan tas ut nyttbart tømmer. Lønnsomheten i tynning er svak og det blir i dag sjelden utført tynning hvis en på forhånd vurderer at tiltaket ikke gir overskudd.

Hvis ungskogpleie ikke er utført vanskeliggjør dette tynningen fordi bestandet er tettere, noe som gjør at flere trær med små dimensjoner og lav verdi må tas ut. I de fleste tilfeller vil det derfor ikke være mulig å foreta en lønnsom tynning i bestand der det ikke er utført ungskogpleie. Tynningen foretas som regel maskinelt, noe som krever en tilstrekkelig sikt i bestandet. Er ungskogpleien ikke

[580] Alfredsen, G. mfl. (2018). Sekundærråstoff fra trebaserte verdikjeder i Norge. NIBIO Rapport 4(93) 2018.
[581] Bergseng, E. mfl. (2012). Bioenergiressurser i skog: Kartlegging av økonomisk potensial. Vol. 32. NVE Rapport.

utført, må en derfor foreta en forhåndsrydding der smådimensjonene fjernes for å oppnå tilstrekkelig sikt.

I tynning reduseres karbonlageret i skogen. På grunn av små dimensjoner er det en liten andel av tynningsvirket som nyttes til langlevde produkter. Det meste går til massevirke og energiformål. Produksjonen på den gjenstående biomassen øker, men økningen er sjelden så stor at den dekker tapt produksjon fra den biomassen som er tatt ut i tynningen. Men med større dimensjoner og bedre kvalitet på de gjenstående trærne får man en høyere verdi og en større andel som kan nyttes til langlevde produkter, og på den måten redusere fossile utslipp i andre sektorer.

5.1.3 Kostnader

Vi har ikke gjennomført fullstendige tiltaksanalyser med beregning av tiltakskostnad i Klimakur 2030, men bare gjort en første vurdering av mulige klimatiltak i skog. De fleste tiltakene som omtales er tiltak som allerede gjennomføres i skogen i dag ut ifra et næringsperspektiv, men der man kan gjøre endringer for å optimalisere mulighetene for opptak av klimagasser. Det vil si at vi har erfaringer med kostnader og inntekter knyttet til tiltakene.

Foreløpige beregninger av tiltakskostnad for noen tiltak og erfaringer om kostnader i skogbruket indikerer at tiltakene er i den laveste kostnadskategorien under 500 kr/tonn CO_2-ekvivalenter, flere trolig i den nedre del av intervallet.

De fleste skogtiltakene har lave bedriftsøkonomiske kostnader. Generelt har skogtiltak en merkostnad for skogeier, med en forventing om merinntekt først langt fram i tid, kanskje til neste generasjon(er). Den bedriftsøkonomiske lønnsomheten av tiltakene vil avhenge av bonitet og skogeiers avkastningskrav (se kapittel 5.1.5 *Mulige nye virkemidler*).

5.1.4 Virkninger på naturmangfold og andre miljøinteresser

De fleste av de skisserte skogtiltakene innebærer mer intensive produksjonsformer og har potensial for å påvirke både naturmangfold og andre miljøverdier. Om det oppstår konflikt mellom ulike klima- og naturmangfoldhensyn, og i tilfelle hvor stor konflikten er, avhenger både av tiltaket i seg selv og hvor, hvor mye av og hvordan tiltaket blir gjennomført.

Tiltakene har til hensikt å fremme produksjonstrærne, og dette vil ofte gå på bekostning av andre arter. Et eksempel er lauvtrearter og undervegetasjon som blir skygget ut av gran, og arter som igjen er avhengige av disse. På bestandsnivå vil tiltakene i stor grad innebære en endring i naturmangfoldet sammenlignet med skog som får utvikle seg naturlig ved at skogartene blir mer dominerende. For mange arealer er imidlertid ikke alternativet å utvikle en naturskog, men at produksjonsskogen drives litt mindre intensivt. Om og i hvor stor grad dette eventuelt vil påvirke naturmangfoldet i bestandet over tid (for eksempel flere omløp) er mer usikkert.

Langsiktig overlevelse av arter og naturtyper avhenger som oftest av utviklingen på landskapsnivå. Et landskap vil bestå av en rekke områder eller bestander med ulike egenskaper. For å bevare det naturlige naturmangfoldet er det avgjørende at det finnes egnede arealer og bestander med tilstrekkelig størrelse og at sjeldne og trua arter har muligheter til å spre seg mellom disse. Likeledes vil bestandsskogbruk med høy tetthet av gran kunne påvirke nøkkelarter i skogøkosystemet. Et eksempel er forekomster av blåbær som er viktig for flere arter og som kan påvirkes av skogtiltakene.

Dette betyr at det i tillegg til å vurdere virkninger på bestandsnivå også må gjøres vurderinger av virkninger på landskapsnivå ved utforming og dimensjonering av tiltak og virkemidler, i tråd med naturmangfoldlovens bestemmelser om samlet belastning. Slike vurderinger vil naturlig kunne resultere i begrensninger både på hvilke naturtyper tiltak kan gjennomføres på og hvor store deler av

et landskap tiltak kan gjennomføres på. I tillegg til miljøtilpasninger i det ordinære skogbruket, vil omfang og innretning av skogvernet kunne være med på å styre behovet for begrensninger.

Aktivt skogbruk vil også kunne påvirke friluftslivet gjennom endringer av tilgjengelighet og gjennom opplevelsesverdier. Av de utredede tiltakene er det sannsynligvis planting av skog på nye arealer og treslagsskifte som, ved endring av det visuelle inntrykket, har størst potensial for å kunne påvirke friluftsliv og landskapsopplevelse. Samtidig vil slike skogtiltak være positivt for friluftslivet ved at tilgjengeligheten til arealet øker. Andre tiltak vil i mindre grad påvirke bruks- og opplevelsesinteresser, dersom ordinære hensyn til flerbruk blir ivaretatt.

5.1.5 Barrierer

Det produktive skogarealet i Norge (86,7 millioner dekar) består av mange eiendommer[582] med varierende størrelse som gir forskjellige forutsetninger for å drive skogbruk. Av disse eies rundt 77 prosent av privatpersoner, 7,5 prosent av selskaper og sameier, 7 prosent av staten, 3 prosent av kommuner og 5,5 prosent er allmenninger. Dette gir mange beslutningstakere i det norske skogbruket med forskjellig kunnskap og interesse for skogbruk. Dette er en styrke ved at det sikres et variert skogbruk, men det er krevende å nå ut med tiltak og virkemidler til en så stor og variert gruppe.

Tabell B 1. Antall eiendommer fordelt på eiendomsstørrelser. Inkluderer eiendommer med over 25 dekar produktivt skogsareal. Kilde: SSB[582]

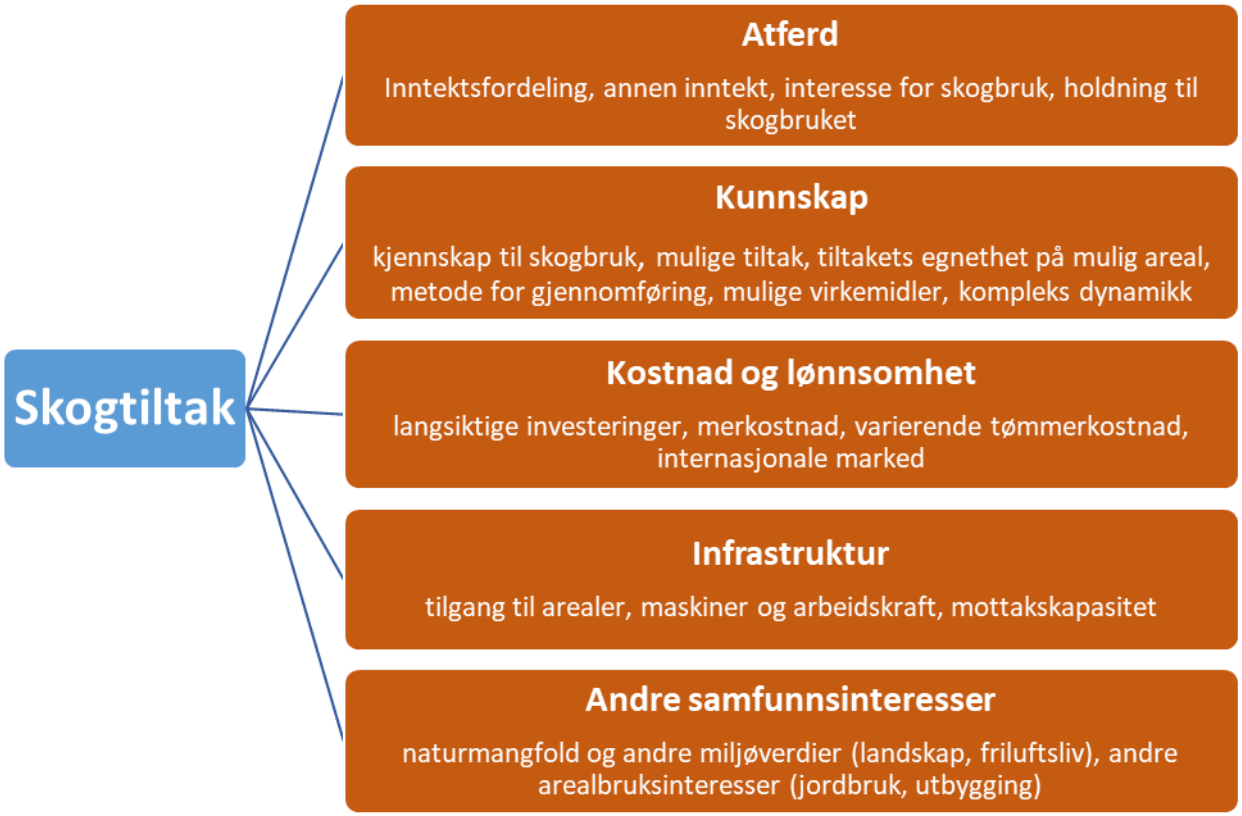
Produktivt skogareal	Antall eiendommer	Andel av totalt antall eiendommer (%)	Andel av produktivt areal (%)
25-99 dekar	43571	34,3	3,5
100-249 dekar	33218	26,1	7,8
250-499 dekar	21963	17,3	11,1
500-999 dekar	15499	12,2	15,5
1 000-1 999 dekar	7976	6,3	15,7
2 000-4 999 dekar	3589	2,8	15,1
5 000-19 999 dekar	988	0,8	12,3
20 000 dekar eller mer	234	0,2	19,1
Sum	127038	100,0	100,0

Gjennomsnittseiendommen er på rundt 450 dekar, men det er stor variasjon i areal per eiendom, og rundt 10 prosent av eiendommene (> 1 000 dekar) dekker rundt 60 prosent av det produktive skogarealet i Norge. Det kan derfor være nødvendig å variere virkemidlene mot forskjellige grupper av beslutningstakere. Det vil i slike tilfeller være viktig å være bevisst på at eiendomsstørrelse ikke alltid samvarierer med størrelsen på egnede arealer for et bestemt klimatiltak.

Skal en nå en så stor gruppe beslutningstakere er det viktig at virkemidlene er enkle og tydelige.

[582] SSB (2019). Skogeiendommer. 26.11.19.

Figur B 4 gir en oversikt over grupper av barrierer som kan være aktuelle for gjennomføring av skogtiltak. Under gir vi en overordnet beskrivelse av de ulike barrierene, peker på hvilke av dagens virkemidler som kan brukes til å overgå barrierene.



Figur B 4. Skjematisk oversikt over mulige barrierer for gjennomføring av skogtiltak.

Atferd

Statistikken over eiendomsstørrelser viser at 60 prosent av eiendommene er under 250 dekar. Med den store endringen i tømmerverdi i forhold til utviklingen av lønnsinntekter har familiens inntekt fra skogen fått redusert betydning. Man må opp i eiendomsstørrelse på kanskje 5 000 dekar eller mer før skogbruksinntekt utgjør en vesentlig del av totalinntekt. Dette medvirker til at driftssystemene endrer seg slik at hogst på en liten eiendom nå skjer med flere års mellomrom, mens volumet som tas ut den enkelte gang er større. Dette gjør at betydningen av og interessen for skogen som inntektskilde for familien blir mindre.

I og med at skogen som inntektskilde for familien reduseres, vil det også for mange være slik at interessen og holdningen til skogbruk endres. Det finnes imidlertid flere tjenestetilbydere i skogbruket som aktivt kontakter skogeier og tilbyr tjenester for gjennomføring av skogtiltak.

Skogstrøkene på Østlandet, Midt-Norge, Sør-Østlandet og sørlige deler av Nordland har lange tradisjoner med skogbruk. Her har skogbruk hele tiden vært en del av den tradisjonelle næringsvirksomheten og både driftsapparat, infrastruktur og foredlingsindustri er utviklet og tilpasset i disse områdene. Sør-Vestlandet, Vestlandet og Nord-Norge nord for Saltfjellet er skogreisingsstrøk der det har blitt tilplantet omkring 3,5 millioner dekar, hovedsakelig fra 50-tallet til 90-tallet. Også i deler av disse områdene har skogbruk i perioder vært en viktig næringsvei, men skogressursene var mindre og det har ikke vært samme utvikling i driftsapparat, infrastruktur og foredlingsindustri. Atferd er derfor trolig en større barriere i disse delene av landet.

Atferd er en barriere som kan gjelde for alle typer tiltak i skogen, avhengig av blant annet eiendomsstørrelse og kunnskap. Juridiske virkemidler, økonomiske virkemidler og informasjon kan alle være virkemidler som kan bidra til å utløse tiltak der atferd er en barriere.

Kunnskap

Kunnskap er en forutsetning for å drive skogbruk. Kunnskap om skogbruk tilbys både i videregående skoler, høyskoler og universitet. Skogeier har også tilbud om korte kompetansehevende kurs. I og med at betydningen av inntekt fra skogen er redusert i forhold til familiens lønnsinntekt, vil også mange vurdere hvor mye tid som kan legges ned i å heve egen kompetanse. Men det er klart at økt kunnskap øker interessen for å drive skogbruk. Det er derfor stor sammenheng mellom skogeiers kunnskapsnivå og aktiviteten som skjer i skogen.

Hvis skogeier ikke har kunnskap og ferdigheter om når og hvordan skogtiltak gjøres, kan dette leies av tjenestetilbyderne i skogbruket. Næringsaktørene i skogbruket er ofte direkte involvert i en hogst og har også rutiner for å følge opp foryngelstiltak i tilknytning til en hogst. Det er næringsaktørene som i hovedsak sitter på fagkunnskapen, mens det er skogeieren som avgjør om tiltak skal iverksettes.

Når det gjelder skogpleietiltak, og da særlig ungskogpleie, er det skogeier som må ta initiativ til å få tiltak gjennomført. Med lavt kunnskapsnivå og lite interesse vil det derfor være større risiko for at slike tiltak ikke blir gjennomført.

Informasjon og veiledning er gode virkemidler for å øke aktiviteten både innen delområder og for hele skogbruket, der kunnskap er den avgjørende barrieren. Mangel på kunnskap om mulige virkemidler vil kunne være en barriere i seg selv.

Kostnad og lønnsomhet

Generelt har skogtiltak en merkostnad for skogeier, med en forventing om merinntekt først langt fram i tid, kanskje til neste generasjon(er). De viktigste faktorene som påvirker lønnsomheten er driftskostnader, forventning om tømmerpris og tidsperspektivet, inkludert krav til avkastning på kapital (rentekrav).

Tømmerpris og driftskostnader

Tømmerprisen varierer med etterspørselen etter tømmer i markedet og nivået på tømmerpris påvirker skogeiers motivasjon for å investere i skogbrukstiltak. Trenden de siste 50-60 årene, er at tømmerprisen har hatt en betydelig mindre vekst enn den generelle prisveksten[583]. Det vil si at mens tømmerprisen har vært relativt stabil, har lønninger og kostnader vært økende.

Tømmer er en internasjonal handelsvare og i Norge følger prisene verdensmarkedet, og prisene svinger. Etter finanskrisa i 2008 har det vært en jevn nominell prisøkning, men prisene er nå på vei nedover. Prisene i Norge er lavere enn i de andre landene i Skandinavia. En del av forskjellen kan forklares med driftsforhold og lengre transport til industri, men også stor eksportandel.

Gjennom mekanisering og rasjonalisering har noen av arbeidsoppgavene, blant annet hogst, hatt et noenlunde tilsvarende forløp som tømmerprisen. For andre arbeidsoppgaver, blant annet planting og ungskogpleie, har en ikke greid å mekanisere og rasjonalisere i samme grad, og kostnadene til dette har derfor økt mer enn tømmerprisen. Dette gjør at en større del av skoginntekten må brukes til tiltak som skal opprettholde produksjonen.

[583] SSB (2016). Tømmerverdien tre ganger så høy for 50 år siden. 07.12.16.

Økte massevirkepriser[584] de siste årene har bedret lønnsomheten i tynning, men selv i optimale tynningsbestand er det krevende å få tilfredsstillende lønnsomhet før dimensjonene av bartre er så store at det er muligheter for å ta ut noe sagtømmer.

En annen faktor er at industrien ikke betaler mer for de største dimensjonene, dette kan føre til at det er mindre insentiver for skogeier til å la skogen vokse mot hogstalderen som er optimal fra et klimahensyn.

Forventning om framtidig tømmerpris fører til usikkerhet for skogeier ved vurdering av investeringer i skogbrukstiltak, og kan være en forklaring på endringer i skogkulturaktiviteten. Om vi med sterkere fokus på bruk av fornybare råvarer vil få en endring i tømmerprisen er det foreløpig ikke mulig å si noe om.

Langsiktig tidsperspektiv

Omløpstiden, tiden fra en foryngelse etableres til den kan realiseres ved hogst, i norsk skogbruk er lang – 60 til 120 år, avhengig av bonitet. Med en så lang investeringshorisont blir det stor usikkerhet i forhold til prisendringer. I alle lønnsomhetsberegninger for skog tar en derfor utgangspunkt i at dagens pris- og kostnadsforhold er like gjennom hele investeringsperioden. Investeringer i skogbrukstiltak har en lav lønnsomhet sett opp mot alternative investeringsmuligheter, men en er forholdsvis trygg på at avkastningen vil være positiv.

Investering i foryngelsestiltak er det tiltaket som har lengst investeringshorisont i skogbruket. Skogeiers barrierer for å investere i foryngelsestiltak vil variere. Utgangspunktet for de fleste vil være å begrense investeringen til det som gir den beste næringsøkonomiske avkastningen. På middels og lav bonitet er lønnsomheten ved å investere i skogkultur lavere enn på høy bonitet. Dette kan føre til at planting på midlere og lave boniteter ikke blir prioritert og skogeier ser det mest hensiktsmessig å la skogen forynge seg naturlig. Tabell B 2 viser produktivt skogareal fordelt på bonitet, samt produksjonsevnen på de ulike bonitetene i m^3 per dekar per år og tonn CO_2-ekvivalenter per dekar per år. Naturlig foryngelse kan øke omløpstiden med 10-30 år avhengig av bonitet. I et omløp på 120 år kan det være vanskelig å se nødvendigheten av en investering som kan redusere omløpet med 10-30 år. Dette kan også bety at skogeier etablerer en foryngelse med lavere tetthet enn det som gir det høyeste karbonopptaket.

Tabell B 2. Totalt produktivt skogareal fordelt etter bonitet/produksjonsevne.

Bonitet	Andel av produktivt skogareal (%)	Produksjonsevne m^3/daa, år	Produksjonsevne CO_2-ekv. Tonn/daa, år
Lav	45,2	0,1-0,3	0,1-0,2
Middels	38,6	0,3-0,5	0,2-0,4
Høy	14,5	0,5-1,0	0,4-0,7
Svært høy	1,7	1,0 <	0,7 <

[584] Massevirke, tømmer til treforedlingsindustrien. Dette er tømmer som ikke er egnet for skur (produksjon av planker og bord) og kommer både fra lavkvalitet rot- og midtstokk og fra toppstokk og tynning som har for liten dimensjon for skur, jf. Store norske leksikon (2019). Massevirke.

En skogeier vil alltid måtte avveie hvordan det er best å anvende overskuddet fra salg av tømmer. I andre produksjoner på eiendommen kan det være behov for investeringer som skogeier heller vil prioritere. Innenfor rammeverket for skogbruket vil det derfor alltid være avvik mellom hva skogeier prioriterer av skogbrukstiltak på eiendommen og hva som er økonomisk best og/eller samfunnsmessig best i forhold til klima.

Det lange tidsperspektivet betyr også at skogeieren sjelden eller aldri høster den foryngelsen han/hun etablerer. Trygghet i eierskapet til skog er derfor viktig for å motivere en skogeier til å investere i skogforyngelse.

Både juridiske og økonomiske virkemidler kan være aktuelle for å motivere skogeier til å investere tilstrekkelig i skogen, til tross for det langsiktige tidsperspektivet.

Avkastningskrav

Usikkerheter knyttet til lønnsomhet og langsiktighet reflekteres i skogeiers avkastningskrav, som er en viktig forutsetning for skogeiers beslutning om investering i skogbruket. Ifølge Nyrud (2004)[585] ligger avkastningskravet til en skogeier mellom 2,5 prosent til 3,7 prosent realrente.

Infrastruktur

Infrastruktur i skogbruket inkluderer alt fra tilgang på utstyr og arbeidskraft for å gjennomføre tiltakene i ønsket omfang, mottakskapasitet og etterspørsel etter tømmer, og tilgang til arealene.

Tilgang på maskiner og arbeidskraft

Driftsapparatet for skogbruket er i hovedsak tilpasset gjeldende etterspørsel. Kapasiteten på hogst har noe fleksibilitet og har til nå dekket variasjonen i etterspørsel innen år og mellom år.

Skogpleietiltakene er nesten utelukkende tiltak som må utføres på barmark, og tilgang på manuell arbeidskraft er en forutsetning. Behovet for sesongarbeidskraft i skogbruket har de seinere årene i stor grad vært dekket med utenlandsk arbeidskraft. Fra Sverige signaliseres det at tilbudet av utenlandsk arbeidskraft reduseres og at det er krevende å skaffe kompetent arbeidskraft for å dekke arbeidskraftbehovet til skogpleietiltak, men til nå har dette ikke vært en barriere i Norge.

Mottakskapasitet og etterspørsel etter tømmer

Med nedleggelsen av skogindustri i 2012 og 2013 er mottakskapasiteten lavere enn tilbudet av massevirke i Norge, avsetningsmuligheter kan derfor være en barriere for å investere i skog. Etterspørselen etter tømmer i våre naboland har imidlertid økt, slik at det har vært gode muligheter for eksport. Eksport av tømmer gjør imidlertid at vi ikke får bokført karbonlageret i treproduktene.

I et endret klima hvor det er større risiko for skader fra insekter, vind og et endret nedbørsmønster kan det være nødvendig å endre treslag. Det kan være en barriere å velge andre treslag enn bartrær dersom det ikke er industri med mottakskapasitet som baserer seg på lauvtrær.

Det jobbes med å øke foredlingskapasiteten på tømmer i Norge, men dette er noe som tar tid. Det er flere planer om investeringer for å få til økt produksjon av biodrivstoff, noe som vil øke foredlingskapasiteten. Dette vil kunne gi økt etterspørsel etter GROT.

Arealenes tilgjengelighet

Både mulighetene for lønnsomhet og å tilpasse skogbehandlingen for optimal produksjon og karbonopptak er avhengig av et godt veinett som gir tilgang til skogarealene. Dette gjelder spesielt i

[585] Nyrud, A. Q. (2004). Analysing Norwegian forest management using an optimal harvesting rule, Scandinavian Journal of Forest Research Årg. 19 (2004), s. 74–81.

bratt og vanskelig terreng. En detaljert og tilpasset skogbehandling som optimaliserer klimaeffekten blir vanskelig uten god tilgang til skogarealene.

Veitettheten i Norge er lav, særlig i skogreisingsstrøkene på Vestlandet og i Nord-Norge. Skogbruk er en transporttung næring og spesielt det kommunale veinettet kan sette så store begrensninger på tilgangen til skogarealene at store områder blir ulønnsomme å drive. Dette gjelder særlig på Vestlandet, men også i andre områder kan det kommunale veinettet være en stor barriere.

Vurdering av lønnsomhet ved gjennomføring av tiltakene tar utgangspunkt i dagens infrastruktur. Ved forbedret tilgjengelighet, vil det være lønnsomt å gjennomføre skogpleie og hogst på en større andel av skogarealene. Beslutning om å utbedre arealenes tilgjengelighet vil imidlertid måtte avveies mot andre hensyn, siden økt bygging av skogsbilveier blant annet vil føre til arealbruksendring med tilhørende klimagassutslipp.

Andre samfunnsinteresser

Det er stort press på arealer til forskjellige formål, og det avskoges[586] i gjennomsnitt 58 km^2 per år. Ifølge Breidenbach mfl. (2017)[587] er hovedgrunnen til avskoging utbygging som infrastruktur, veier, jernbane og bygninger (68 prosent av avskogingsarealet), men også omlegging til beite (18 prosent) og nydyrking (13 prosent). Behov for arealer til andre formål kan være en særlig barriere for tiltak som tar i bruk nye områder for skogproduksjon. Se mer om arealbruksendringer i kapittel 6.

Skog på god bonitet er overrepresentert av det som bygges ned eller omdisponeres til andre formål. Selv om det også er overganger fra annen bruk til skog, har dette ofte vært i form av naturlig gjengroing på lavere boniteter. Totalt sett har skogarealet i Norge hatt en liten reduksjon siden 1990. Dette fører til at skogens totale evne til karbonopptak reduseres over tid, og det er mindre areal å gjennomføre tiltak på.

Etter skogbruksloven og bærekraftforskriften plikter en å ta hensyn til biologisk mangfold, friluftsliv og kulturminner ved gjennomføring av skogbrukstiltak. Ved å ta slike hensyn vil arealet som er tilgjengelig for ulike tiltak reduseres.

5.1.6 Mulige nye virkemidler

I kapittel B 4 gikk vi gjennom relevante virkemidler i dagens skogpolitikk. Flere av disse virkemidlene kan bidra til å utløse potensialet i tiltakene beskrevet over – enten i eksisterende form eller ved å gjøre justeringer. I det følgende avsnittet gis en beskrivelse av mulige virkemidler som kan bidra til å utløse tiltak eller grupper av tiltak. Vi peker også på mulige konsekvenser ved ulik virkemiddelbruk.

Se tiltaksarkene i vedlegg I *Tiltaksark: Skog og annen arealbruk* for mer detaljert informasjon om mulige virkemidler for å utløse enkelttiltak.

Juridiske virkemidler

Etter Skogbruksloven og Forskrift om berekraftig skogbruk har skogeier en plikt til å forynge skogen etter hogst. Dette kan skje ved planting, såing eller tilrettelegging for naturlig foryngelse. Forskriften stiller krav til minste lovlige tetthet for en tilfredsstillende foryngelse, og tilrådd tetthet. Det stilles imidlertid ikke krav om treslagsvalg i dagens lov og forskriftstekst. Valg av treslag i foryngelsen avgjøres av skogeier, men ved forynging av barskog skal en tilstrebe et minimum på 10 prosent lauvtre. Skogeier må søke om tillatelse til å bruke utenlandske treslag til skogbruksformål.

[586] Med avskoging mener vi et permanent tap av skog i produksjon.

[587] Breidenbach, J. mfl. (2017). Analyse av størrelse, årsaker til og reduksjonsmuligheter for avskoging i Norge. NIBIO Rapport 3(152) 2017.

Dersom man ønsker å sikre at foryngelsesplikten, slik den i dag er utformet, skal ha bedre effekt, kan man vurdere å øke kontroll av foryngelsesplikten og/eller man kan gjøre endringer i forskriften, slik at det blir tydeligere hva man gjennom foryngelsesplikten er forpliktet til. Ved å gjøre justeringer i bærekraftsforskriften, kan man også bedre styre skogeiers tilpasning når det gjelder både treslagsvalg og plantetetthet.

Man kan se for seg at modellen om minste lovlige plantetetthet og tilrådd plantetetthet, også kan brukes når det gjelder hogsttidspunkt ved at det for eksempel innføres minstealder for hogst og anbefalt alder for hogst ut fra hensyn til klima/miljø. Skoglovens § 4 gir sannsynligvis hjemmel til å forskriftsfeste en slik minstealder for hogst.

Juridiske virkemidler gir stor grad av styringseffektivitet. Dersom man ønsker at skogeier tilpasser seg utover det som er økonomisk optimalt, kan det gi økonomisk risiko for skogeier. I slike tilfeller kan det derfor vurderes om juridiske virkemidler bør kombineres med økonomiske virkemidler som tilskudd utover et gitt innslagspunkt, eller kompensasjon.

Økonomiske virkemidler

I dag gis det tilskudd etter forskrift om tilskudd til nærings- og miljøtiltak i skogbruket, og ved bruk av skogfondsordningen (se kapittel 4.2.1 *Norsk skogpolitikk og virkemidler*). Det gis tilskudd til både forarbeider, til planting og til flere skogskjøtselstiltak. Tilskuddet bevilges over jordbruksavtalen og fordeles til den enkelte kommune. Kommunen avgjør hvilke tiltak som skal prioriteres for tilskudd og eventuelt hva tilskuddsnivået skal være. For å kunne stimulere til gjennomføring av flere tiltak, eller i større omfang, kan tilskuddsrammen økes.

Selv om tiltak kan være økonomisk lønnsomme i seg selv, som gjødsling av skog, er det barrierer som gjør at skogeier likevel velger å ikke investere i slike tiltak. Erfaring fra tiltaket gjødsling har vist at et tilskuddsnivå på 40 prosent av utgiftene har gjort at mye av tiltakets potensial er blitt utløst (se kapittel 5.1.1 *Mulige tiltak*).

For noen tiltak gis det i dag støtte over Statsbudsjettet. Dette gjelder blant annet for det langsiktige arbeidet med skogplanteforedling.

Bygging av skogsveier, utbedring av flaskehalser på offentlig veinett, kaianlegg og jernbaneforbindelser er viktig for å kunne frakte tømmer og energiråstoff fra skog til marked på en enkel og kostnadseffektiv måte. Effektiv transport og god infrastruktur gir reduserte kostnader og bidrar til økt markedstilgang og konkurranse om råstoffet. For skogbruket er det avgjørende at også det kommunale veinettet har en kvalitet som muliggjør rasjonell tømmertransport. For å bedre infrastrukturen vil det derfor i tillegg til tilskudd til private skogsveier være nødvendig med utbedring av offentlige veier og jernbane.

Et av dagens økonomiske virkemidler er finansiering av tiltak gjennom skogfond med skattefordel. I 2018 ble tiltak for 420 millioner kroner finansiert med skogfond. Det er mulig å heve grensen for minste avsetning til skogfond, for å sikre at alle har midler nok til å gjennomføre de foryngelse- og skogpleietiltak som er ønskelige. Det er også mulig å gjøre skattefordelen større, eller utvide ordningen til å gjelde flere typer tiltak, for å premiere tiltak som har gunstig klimaeffekt. Denne type endringer krever forskriftsendring.

For flere tiltak kan det være behov for kriterier både når det gjelder hvordan og på hvilke arealer et tiltak skal gjennomføres for å gi optimal effekt i klimaperspektiv, og for å oppnå akseptable effekter på naturmangfold og andre miljøverdier. Utvikling og oppfølging av kriterier vil gi økte administrasjonskostnader.

Informasjon og veiledning

Ikke alle skogeiere har tilstrekkelig kunnskap om hvor store verdier skogen innehar, eller hvordan de kan drive skogforvaltningen på en optimal måte i klimaperspektiv. Økt informasjon, rådgivning og skogbruksplanlegging kan bidra med økt kompetanse. Kompetanseheving kan i tillegg brukes for å øke den skogfaglige kompetansen i kommunene, slik at tilskudd fordeles hensiktsmessig. Det kan også være behov for generell kunnskapsheving til skogentreprenører om optimal skogforvaltning i et klimaperspektiv.

Kunnskap om tilgang på virkemidler kan være en barriere i seg selv. Ikke alle skogeiere er klar over hvor gunstig det er å benytte seg av skogfondsordningen, da regnskapet ofte blir behandlet av eksterne regnskapsførere. Skogeier har heller ikke nødvendigvis oversikt over hvilke tiltak som kan gis støtte til gjennom støtteordningene i skogbruket. Ved å informere skogeiere bedre om mulighetene som ligger i virkemiddelapparatet, vil antagelig flere velge å benytte seg av disse.

Det er viktig at igangsetting av informasjons- og veiledningstiltak tilpasses målgruppen. Form, innhold og varighet må samvariere med blant annet eiendomsstørrelse. Det er dessuten en fordel om formidleren av kunnskap kjenner de lokale forholdene.

Informasjons- og veiledningsarbeid er ressurskrevende og vil derfor medføre finansieringsbehov.

Forvaltningskontroll- og resultatkartlegging

Landbruks- og matdepartementet (LMD) har fastsatt systemer for å kartlegge hvordan skogbruket følger opp skogloven, der Landbruksdirektoratet har som rolle å iverksette og administrere de systemene som LMD har fastsatt.

Når skogeier ber om utbetaling av skogfond og eventuelt søker om tilskudd har kommunen som lokal skogmyndighet ansvaret for å kontrollere at de mottatte opplysningene viser at tiltaket er gjennomført etter gjeldende lov- og regelverk. 10 prosent av skogfondsutbetalingene og tilskuddssøknadene skal også kontrolleres i felt.

Gjennom resultatkartleggingen for skogbruk og miljø, som kommunene gjennomfører årlig, er det lagt opp til å sjekke ut måloppnåelse i forhold til nasjonale miljømål, og kontrollere effekten av de nasjonale virkemidlene.

De eksisterende ordningene for forvaltningskontroll og resultatkartlegging kan brukes for å følge opp gjennomføringen også av nye tiltak. Ved ønske om økt kontroll kan man utvide eller gjøre endringer i de eksisterende systemene.

For noen tiltak kan det være aktuelt med evaluering eller langsiktige forskningsprosjekter for å øke kunnskapen om effekter knyttet til klima og/eller miljø, særlig knyttet til tiltakenes effekt på karbondynamikken i jord, se kapittel 7 *Usikkerheter*.

De administrative kostnadene knyttet til virkemidlene vil avhenge av behov for kriterier og ønske om kontroll.

5.1.7 Oppsummering av skogtiltakene

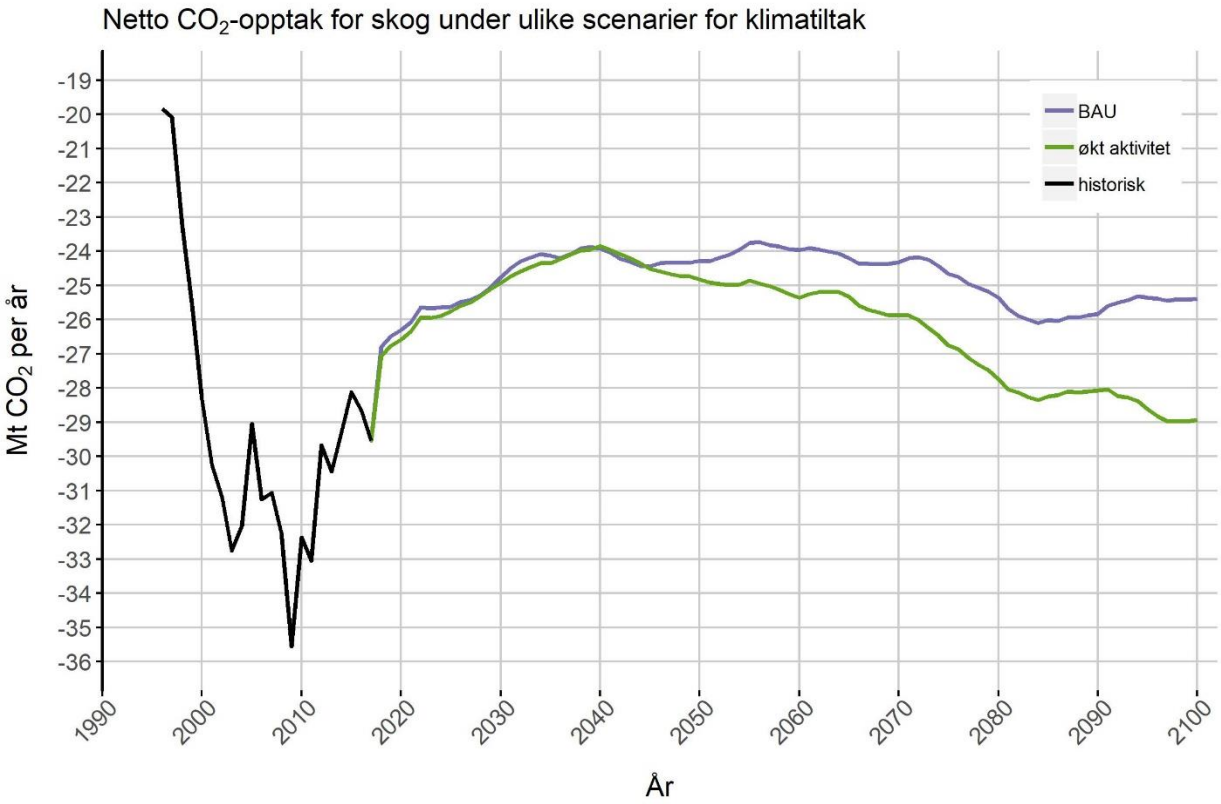
Skog er arealkategorien som har de største årlige endringene i karbondynamikk, og er der det er størst mulighet til å øke årlig opptak eller redusere årlig utslipp av klimagasser. Nitrogengjødsling av skog, økt plantetetthet og skogplanteforedling er tiltak som allerede er implementert, men det fulle potensialet er ikke enda utløst.

NIBIO[588] ha simulert restpotensialet fra disse tiltakene mot 2100. Simuleringen er gjennomført ved hjelp av samme modeller og datasett som er lagt til grunn framskrivinger for arealbrukssektoren.[589]

Følgende forutsetninger er lagt til grunn for de ulike scenarioene i Figur B 5:

- BAU: Dette scenarioet viser dagens praksis, scenarioet er likt framskrivingen (se kapitel 3.2 *Framskrivinger*).
- Økt aktivitet viser samlet effekt av gjødsling planteforedling og tettere planting gitt følgende forutsetninger:
    - Gjødsling: det gjødsles opp til 25 000 dekar i restriksjonssonen i hver femårsperiode (dvs. 5 000 dekar/år), og opp til et samlet areal på 100 000 dekar/år utenfor restriksjonssonen (tilnærmet lik den øverste delen av intervallet i Miljødirektoratet mfl. 2014)[590].
    - Planteforedling: full dekning med foredlet gran med 6 prosent økning av bonitet nå, som øker til 10 prosent om 10 år, 50 prosent av arealene på bonitet >= G20 plantes med klonformert materiale med 20 prosent bonitetsøkning, samt 50 prosent av furuforyngelsene på Østfold, Vestfold, Telemark, Agder, Trøndelag, Akershus, Oslo, Hedmark Buskerud, Oppland plantes med foredlet furu med 10 prosent økning av bonitet (høydevekst).
    - Tettere planting og oppfyllelse av foryngelsesplikten: alt granareal som hogges plantes/forynges med gran og det plantes med 350 ekstra planter per hektar på alt areal.

[588] Søgaard, G. mfl. (2020). Klimakur 2030 – beskrivelse av utvalgte klimatiltak knyttet til skog. NIBIO Rapport 6(9) 2020.
[589] Søgaard, G. mfl. (2019). Framskrivninger for arealbrukssektoren – under FNs klimakonvensjon, Kyotoprotokollen og EUs rammeverk NIBIO. NIBIO Rapport 5(114) 2019.
[590] Miljødirektoratet mfl. (2014). Målrettet gjødsling av skog som klimatiltak. Rapport M-174|2014. Miljødirektoratet, Statens landbruksforvaltning & Norsk institutt for skog og landskap.



Figur B 5. Effekten av tettere planting (tilskudd) og planting av gran på større andel av foryngelsesarealet, gjødsling og økt planteforedling i millioner tonn CO_2 per år. Kilde: Søgaard mfl. (2020)[591]

Simuleringen viser at restpotensialet er lite på kort sikt, mens det er større mot 2100. Effekten i 2100 vil avhenge av når tiltakene blir implementert og forutsetninger rundt omfang, særlig knyttet til andel bruk av foredlet plantemateriale og antatt foredlingsgevinst.

Skogen i boreale områder vokser sakte, de fleste andre skogforvaltningstiltakene vil derfor også ha full effekt først på lang sikt, mot slutten av omløpstiden som er 60-120 år avhengig av bonitet. Det vil likevel være viktig å implementere tiltak raskest mulig for at skogen skal kunne fylle sine roller som karbonsluk og som biomasseressurs til langlevde produkter og til bioenergi som erstatning for fossile ressurser. Planting av skog på nye arealer og på arealer i gjengroing, foryngelse med riktige treslag og høy tetthet, samt ungskogpleie i etterkant peker seg ut som de tiltakene som har størst potensial til å øke opptaket av klimagasser i sektoren.

Noen av tiltakene som har effekt på lang sikt vil imidlertid kunne føre til utslipp i 2030, særlig tiltak der man tar ut biomasse for å optimalisere produksjonen på arealet, som planting på gjengroingsarealer og tynning. Tiltak som fører til mer uttak av biomasse eller til mer kvalitetsvirke ved hogst, vil imidlertid bidra til utslippsreduksjoner i andre sektorer dersom fossile råvarer erstattes med tre.

Nitrogengjødsling av skog og riktig hogsttidspunkt, særlig å unngå at foryngelseshogst gjøres for tidlig, er de skogforvaltningstiltakene som vil ha størst effekt på opptak av karbon fram mot 2030.

For å øke netto opptaket av klimagasser i skog er det viktig å ha fokus på karbonopptak i alle ledd i skogproduksjonen. Flere tiltak er avhengig av hverandre. Foryngelse med riktig treslag og en tetthet

[591] Søgaard, G. mfl. (2020). Klimakur 2030 – beskrivelse av utvalgte klimatiltak knyttet til skog. NIBIO Rapport 6(9) 2020.

som utnytter arealets produksjonsevne er en forutsetning for å maksimere karbonopptak. Ved ungskogpleie og tynning opprettholdes karbonopptaket i trærne med best forutsetning for bruk i langlevde treprodukter.

Et endret klima vil gi lengre vekstsesong på grunn av høyere temperaturer. Man kan imidlertid også forvente økt frekvens av naturlige forstyrrelser som vindfall, insektskader og skogbrann som kan bidra til utslipp av klimagasser. Høy beredskap kan begrense utslipp fra slike hendelser. Tiltak som ungskogpleie og tynning kan også bidra til å gjøre skogen mer robust overfor naturlige forstyrrelser.

De fleste tiltakene som omtales i denne rapporten er tiltak som allerede gjennomføres i skogen i dag ut ifra et næringsperspektiv, og er derfor omfattet av dagens juridiske og økonomiske virkemidler for skogbruket. Det vil si at vi har systemer for å utvide og innføre nye tiltak innenfor dagens virkemiddelapparat.

De fleste av de skisserte skogtiltakene innebærer mer intensive produksjonsformer og har potensial for å påvirke både naturmangfold og andre miljøverdier. Om det oppstår konflikt mellom klima- og naturmangfoldhensyn, og i tilfelle hvor stor konflikten er, avhenger både av tiltaket i seg selv, lokalitet, skalering og hvordan tiltaket blir gjennomført.

Tabell B 3 oppsummerer tiltakenes utslippsreduksjonspotensial på kort og lang sikt. I tillegg viser tabellen tiltakenes status, der det blant annet indikeres hvilke tiltak som har et tilstrekkelig kunnskapsgrunnlag til å kunne implementeres nå. For noen vil det imidlertid kunne være behov for å utvikle kriterier for hvor og hvordan tiltakene bør gjennomføres som vilkår for utbetaling av støtte. Tiltak på arealer som allerede brukes til aktiv skogproduksjon vil trolig ha mer akseptabel effekt på naturmangfold og andre miljøverdier enn tiltak som tar i bruk arealer der det i dag er mer ekstensiv drift. Særlig for tiltak på slike arealer kan det være behov for miljøkriterier.

Tabell B 3. Oppsummering av informasjon om årlig utslippreduksjonspotensial og status for mulige skogtiltak.

		Årlig utslippsreduksjonspotensial (mill. tonn CO_2-ekv.)[1]		
		Kortsiktig 2030	Langsiktig[2]	Status[3]
Gruppe 1: Treslagsvalg og tetthet i foryngelse				
L01	Skogplanteforedling		+++	Implementert, kan utvides
L02	Riktig treslagsvalg etter hogst		+++	Kan implementeres nå
L03	Markberedning	usikkert	++	Trenger mer kunnskap
L04a	Plantetetthet: Minimum plantetetthet lik minste lovlige plantetall med det treslaget som gir best produksjon		++	Kan implementeres nå
L04b	Plantetetthet: Økt plantetetthet til tilrådd plantetall med det treslaget som gir best produksjon		+++	Kan implementeres nå
L05	Planting av skog på nye arealer[4]	-	+++	Kan implementeres nå
L06	Grøfterensk etter hogst	usikkert	++	Trenger mer kunnskap
Gruppe 2: Skogpleie				
L07	Ungskogpleie		++	Kan implementeres nå
L08	Tynning[5]	-		Trenger mer kunnskap
L09	Nitrogengjødsling av skog	+	+	Implementert, kan utvides
L10	Gjødsling med treaske på torvmark	usikkert		Trenger mer kunnskap
Gruppe 3: Foryngelseshogst				
L11	Optimalt hogsttidspunkt	+	+	Kan implementeres nå
Gruppe 4: Risikobegrensende tiltak				
L12	Råtebekjempelse		+	Trenger mer kunnskap
L13	Andre risikobegrensende tiltak	usikkert	usikkert	Trenger mer kunnskap
Gruppe 5: Tilgang på biomasseressurser				
L14	Utnyttelse av hogstavfall (GROT)[5]	-		Kan implementeres nå

[1] Antall +/- indikerer tiltakets utslippsreduksjonspotensial på kort og lang sikt. Grovt indikerer en "+" en størrelse mellom 0,1 til 0,3 millioner tonn CO_2-ekvivalenter.

[2] Langsikt er effekten mot slutten av omløpstiden.

[3] Kan implementeres nå: Det vil si at det er gjort en mer detaljert gjennomgang av tiltaket, der utslippsreduksjonspotensialet er beregnet basert på et sett med forutsetninger. Her har vi tilstrekkelig grunnlag for å utarbeide virkemidler. For disse tiltakene antar vi positiv klimaeffekt og positiv effekt for næringen, samtidig som de gir akseptable effekter for naturmangfold og andre miljøverdier. Det finnes allerede et virkemiddelapparat for disse tiltakene, men det kan være behov for å utvikle kriterier for hvor og hvordan tiltakene bør gjennomføres som vilkår for utbetaling av støtte. Tiltak på arealer som allerede brukes til aktiv skogproduksjon vil trolig ha mer akseptable effekter for naturmangfold og andre miljøverdier, enn tiltak som tar i bruk arealer der det har vært mer ekstensiv drift. Trenger mer kunnskap: Det vil si at det er gjort en foreløpig vurdering av tiltakets mulige størrelsesorden og det er behov for mer kunnskap.

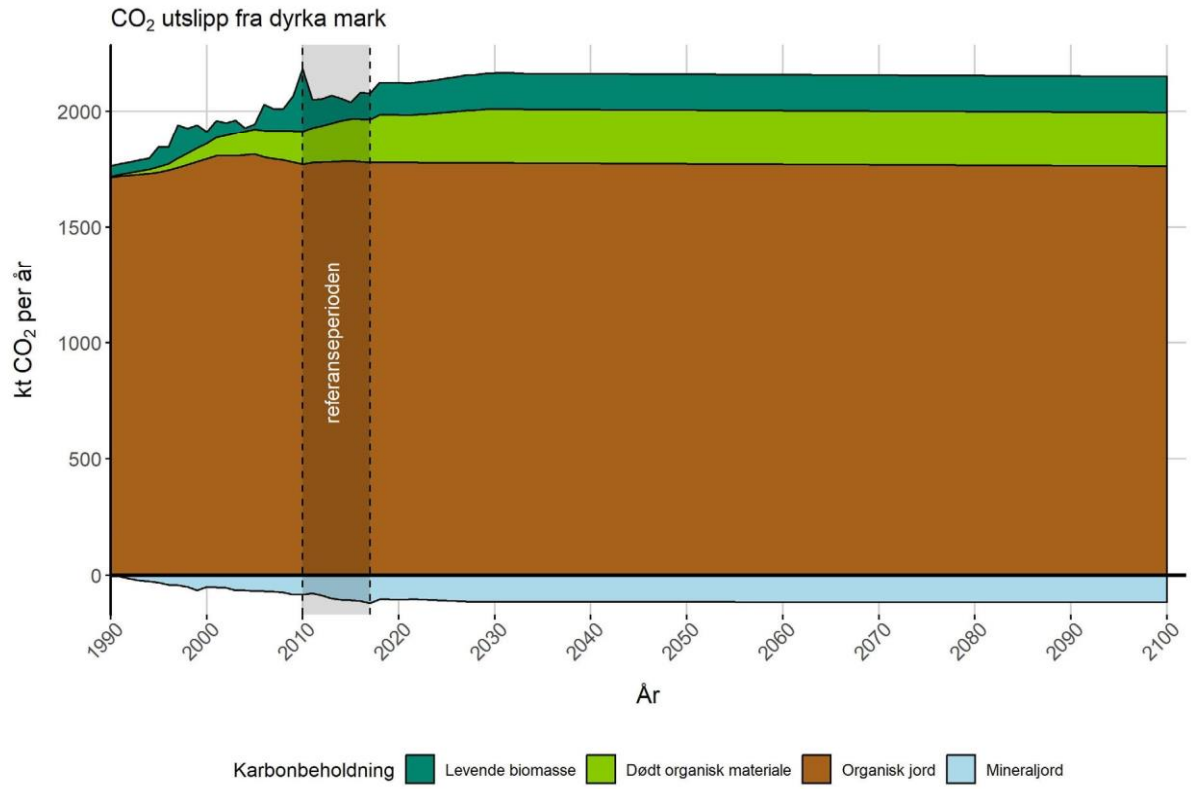
[4] Effekten av tiltaket er vurdert som forskjellen mellom tilvekst ved naturlig gjengroing og ved planting. Planting kan medføre uttak av biomasse dersom arealet må ryddes før planting (avhengig av gjengroingsgrad). Planting kan også føre til at man taper framtidig opptak, siden gjengroingsskogen har større tilvekst på kort sikt, relativt til tilvekst i plantede bestand. Planting vil derfor kunne gi utslipp av klimagasser på kort sikt. Det er derfor viktig å innrette seg slik at utslippet kan reduseres mest mulig ved å plante på arealer i tidlig gjengroing, plante under skjerm eller utnytte ryddingsvirket som biomasse. Dersom ryddingsvirket erstatter fossile råvarer vil dette kunne bidra til utslippsreduksjoner i andre sektorer.

[5] Tiltaket innebærer uttak av biomasse som vil gi utslipp av klimagasser i arealbrukssektoren. Slike tiltak vil imidlertid bidra til utslippsreduksjoner i andre sektorer dersom fossile råvarer erstattes med tre.

5.2 Dyrket mark

Arealkategorien dyrket mark i utslippsregnskapet er jordbruksareal som klassifiseres som fulldyrket jord, det vil si jordbruksareal som er dyrket til vanlig pløyedybde og kan benyttes til åkervekster og eng. Arealkategorien inkluderer også fulldyrket areal som er tatt ut av drift, så lenge det kan fornyes ved pløying. Ved påskoging av dyrket mark går arealet over til skog når treantallet tilsvarer hogstklasse II, eller kronedekningen er 10 prosent eller mer. Fulldyrket jord som benyttes til beite regnes som dyrket mark.

Utslipp fra drenert organisk jord er den største kilden til netto utslipp fra dyrket mark (se Figur B 5). Dette er i hovedsak vedvarende utslipp som følge av kontinuerlig nedbryting av det organiske jordlaget i tidligere drenering av myr for jordbruksformål. Arealbruksendringer som avskoging og nydyrking av myr bidrar også til årlige utslipp. Se kapittel 6 *Arealbruksendringer* for generell omtale av arealbruksendringer og tiltak for å forhindre disse. Det er et lite netto opptak i dyrket mark på mineraljord. I det videre omtales tre tiltak for å øke karbonlagring i jordbruksjord. Bare ett av tiltakene kan fanges opp i klimagassregnskapet med dagens metode. De andre to vil derfor ikke kunne bokføres mot forpliktelsen i 2030.



Figur B 6. Netto CO_2 utslipp fra dyrka mark fordelt på karbonbeholdninger. Utslipp av metan og lystgass kommer i tillegg. Figuren viser utslipp fra både arealer i overgang, og gjenværende arealer (var i kategorien i 1990 eller det er over 20 år siden omdisponering/overgang). Kilde: Søgaard mfl. (2019)[592]

5.2.1 Mulige tiltak

I Klimakur 2020[593] ble tiltaket stans i nydyrking av myr og produksjon av biokull fra halm og etterfølgende lagring i jordbruksjord utredet med potensial og tiltakskostnad, den gang som en del av tiltak for jordbrukssektoren.

Stans i nydyrking av myr

Tiltaket legger til grunn et forbud mot nydyrking av myr. Drenering og nydyrking av myr fører til økt oksygentilgang i organisk jord med påfølgende økning i mikrobiologisk aktivitet, mineralisering av jorda og karbontap til luft. Ved å stanse nydyrkingen av myr får man utslippsbesparelser når arealer som ellers ville blitt drenert og dyrket opp blir liggende urørt. Utslippsreduksjonene fra dette tiltaket fordeles mellom to sektorer. Utslippsreduksjonene av lystgass fra organisk jord bokføres i jordbrukssektoren, mens utslippsreduksjonene av CO_2 fra organisk jord bokføres i arealbrukssektoren.

Et forbud fører til unngåtte CO_2- og lystgassutslipp fra myrarealene som ikke nydyrkes, sammenlignet med referansebanene for henholdsvis arealbrukssektoren og jordbrukssektoren. I beregningen av reduksjon i CO_2-utslipp fra arealbrukssektoren er det lagt til grunn at det blir unngått å nydyrke 2 546 dekar myr hvert år. Tiltaket legger til grunn en jordsmonnsdefinisjon av myr, det vil si at arealet

[592] Søgaard, G. mfl. (2019). Framskrivninger for arealbrukssektoren – under FNs klimakonvensjon, Kyotoprotokollen og EUs rammeverk NIBIO. NIBIO Rapport 5(114) 2019.
[593] Klif mfl. (2010). Klimakur 2020.

inkluderer både myr[594] og torvmark[595]. Dette skiller seg fra definisjonen i forslag til endring av forskrift om nydyrking, der torvmark ikke er inkludert. Potensialet for reduserte årlig utslipp i arealbrukssektoren er beregnet til å være 0,01 millioner tonn CO_2 i 2021, og øker til 0,07 millioner tonn CO_2 i 2030. Akkumulert for perioden 2021-2030 gir dette et potensial for utslippsreduksjoner på 0,39 millioner tonn CO_2 i arealbrukssektoren av totalt 0,51 millioner tonn CO_2-ekvivalenter samlet for begge sektorene. Om torvmark ikke inkluderes vil arealet være 2 100 dekar og den akkumulerte utslippsreduksjonen 0,30 millioner av totalt 0,42 millioner tonn CO_2-ekvivalenter. For ytterligere omtale av nydyrking se kapittel 6.3.3 *Omdisponeringer innenfor landbruket*.

Fangvekster

Fangvekster dyrkes sammen med korn eller andre åkervekster, og har som hensikt å bidra til et voksende plantedekke utover senhøsten og vinteren etter at åkervekstene er høstet. Et plantedekke som fortsatt vokser om høsten, kan bidra til karbonopptak som lagres i plantemasse og underjordiske plantedeler. På den måten blir det økt karbonlagring i jorda. Fangvekster kan også både øke og redusere lystgassutslipp. Utslippene kommer fra nedbryting av plantematerialet, mens det gir en indirekte reduksjon i lystgassutslipp ved at fangvekstene reduserer avrenning av nitrogen til vann. Grunnet bokføringsregelverket vil effekt av tiltaket bokføres i ulike sektorer - i arealbrukssektoren (reduksjon av CO_2-utslipp), jordbrukssektoren (reduksjon av N_2O-utslipp) og transportsektoren (økning av CO_2-utslipp). Potensialet for økt årlig karbonbinding i arealbrukssektoren er beregnet til å være 0,01 millioner tonn CO_2 i 2021 og øker til 0,07 millioner tonn CO_2 i 2030. Akkumulert for perioden 2021-2030 gir dette et potensial på 0,42 millioner tonn CO_2 i arealbrukssektoren av totalt 0,44 millioner tonn CO_2-ekvivalenter for alle sektorer.

Tiltaket fanges ikke opp i klimagassregnskapet med dagens metode. Det jobbes med å utvikle en Tier 3-modell som vil muliggjøre dette, men modellen kan først implementeres med et tilstrekkelig datagrunnlag.

Biokull

Tiltaket går ut på at organiske avfalls- og restfraksjoner fra landbruket omdannes til stabilt karbon med lang nedbrytningstid. Dette skjer ved at det organiske materialet gjennomgår en pyrolyseprosess, hvor materialet varmes opp til 400-800 grader uten tilgang på oksygen. Resultatet fra pyrolyseprosessen er energiprodukter og biokull bestående av karbon som kan tilføres jord eller får en annen anvendelse.

NIBIO har sett på tilgjengelige organiske avfalls- og restfraksjoner fra norsk landbruk som er egnet for pyrolyse, samt potensialet for å omdanne disse til biokull. På grunn av lite data om praktisk tilgjengelighet av potensielle ressurser, og til dels ukjente kostnader knyttet til råstoffene, legger vi til grunn at 5 prosent av potensialet blir realisert innen 2030. Dette vil tilsvare en biokullmengde på 0,041 millioner tonn biokull i 2030. Det legges til grunn en lineær innfasing mot 2030 med 0,015 millioner tonn CO_2 i 2021 og øker til 0,15 millioner tonn CO_2 i 2030 vil gi som et økt opptak på 0,83 millioner tonn CO_2 akkumulert over perioden.

NIBIO anslår at om man bruker biokull med lavt forurensningsnivå kan man tilføre 2,5 tonn biokull per dekar uten at det gir negative effekter. Om alt blir tilført jordbruksjord tilsvarer dette 60 000 daa (ca. 0,5 prosent av jordbruksarealet i Norge) for hele tiltaket i 2030.

---

[594] Areal med myrvegetasjon og minst 30 cm torvlag. Tilsvarer arealkategorien *Vann og myr* i klimagassregnskapet.

[595] Skogareal med minst 30 cm torvlag, men som ikke har preg av myrvegetasjon. Tilsvarer arealkategorien *Skog på organisk jord* i klimagassregnskapet.

5.2.2 Barrierer og virkemidler

Barrierer for økt bruk av fangvekster er en mulig reduksjon i avling, kostnader med og tilgang på såfrø, merarbeid ved såing, utfordringer ved høsting, kunnskap/kompetanse angående praktiske forhold og naturgitte forhold som for kort vekstsesong.

For å øke fangvekstarealet i så stort omfang som lagt til grunn i beregningene for dette tiltaket, vil det kreve høyere tilskuddssatser enn det vi har i dag. Det antas videre at for å oppnå beregnet effekt, kreves en betydelig innsats fra rådgivningsapparat, forvaltning med mer. I tillegg vil det være behov for mer kunnskap omkring faktisk effekt av fangvekster avhengig av klima, jordbrukspraksis og valg av art og sort som er best tilpasset norske forhold.

For biokull er det i Norge per i dag ikke identifisert noen lønnsom måte å produsere dette på, selv medregnet biinntekter fra energiproduksjon. Dette skyldes i hovedsak at det ikke er etablert noen lønnsom verdikjede eller noe marked for biokull. Karbonfangst med biokull blir heller ikke regnet med i det nasjonale utslippsregnskapet.

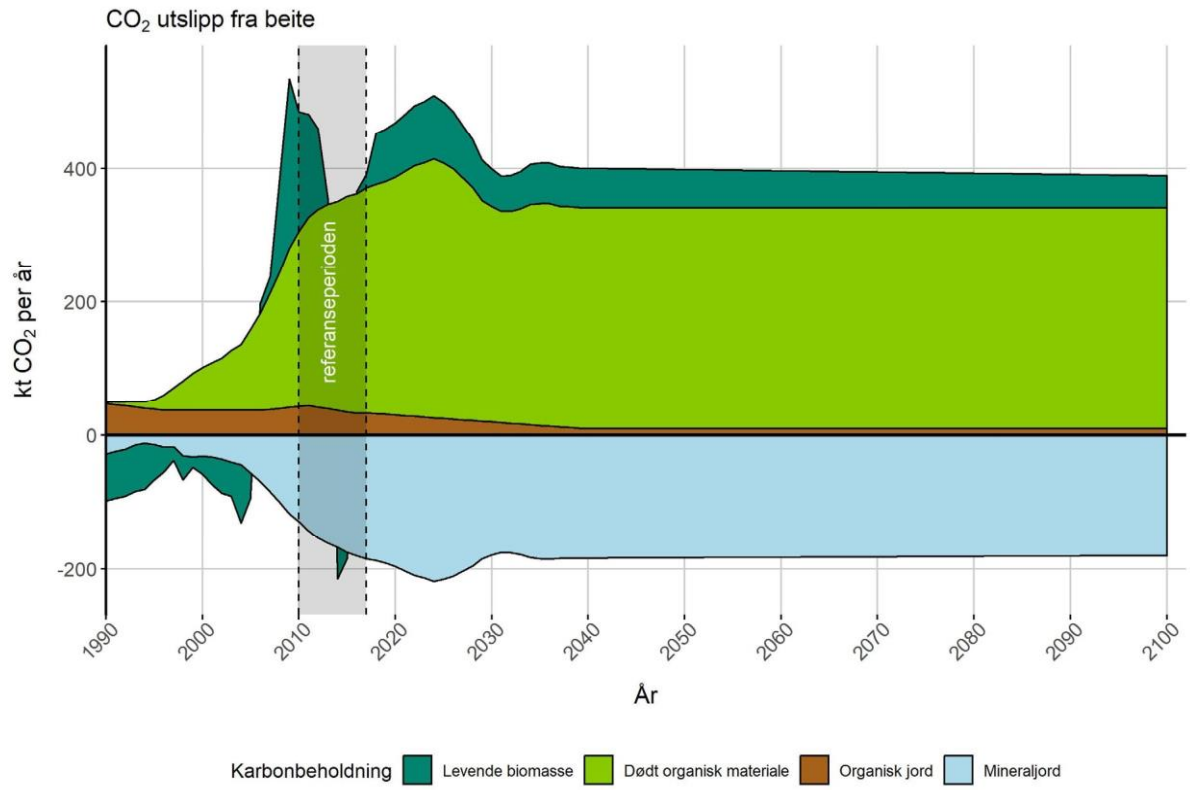
Det er viktig at det fortsatt gis midler til forsknings- og utviklingsprosjekter som bidrar til økt kunnskap om effekter av biokull og mulige anvendelsesområder, innenfor jordbruket og eventuelt i andre sektorer.

Det kan være aktuelt å vurdere en støtteordning for gårdbrukere som tilfører biokull til egen jord. Forutsetningen for en slik er ordning er at det kan dokumenteres, føres tilsyn med og rapporteres.

5.3 Beite

Arealkategorien beite i utslippsregnskapet inkluderer innmarksbeite eller overflatedyrket jord som årlig blir brukt til beite og som ikke kan pløyes. Dette kan inkludere arealer som har nok trær til at det møter skogdefinisjonen, men disse arealene vil likevel klassifiseres som beite hvis dette er hovedbruken. Arealkategorien beite inkluderer ikke utmarksbeite – disse arealene vil tilhøre arealkategorien skog eller annen utmark. Annen utmark regnes som ikke-forvaltede arealer og det rapporteres ikke utslipp eller opptak fra disse.

Beitearealene dekker i underkant av 1 prosent av Norges areal og har et netto utslipp av klimagasser (se Figur B 6). Dette er i hovedsak knyttet til arealbruksendringer som avskoging. Se kapittel 6 for generell omtale av arealbruksendringer og tiltak for å forhindre disse. Uten utslipp fra arealbruksendringer ville beite hatt et lite netto opptak, hovedsakelig knyttet til tilvekst i trær på beitearealene.



Figur B 7. Netto CO_2 utslipp fra beite fordelt på karbonbeholdninger. Utslipp av metan og lystgass kommer i tillegg. Figuren viser utslipp fra både arealer i overgang, og gjenværende arealer (var i kategorien i 1990 eller det er over 20 år siden omdisponering/overgang). Kilde: Søgaard mfl. (2019)[596]

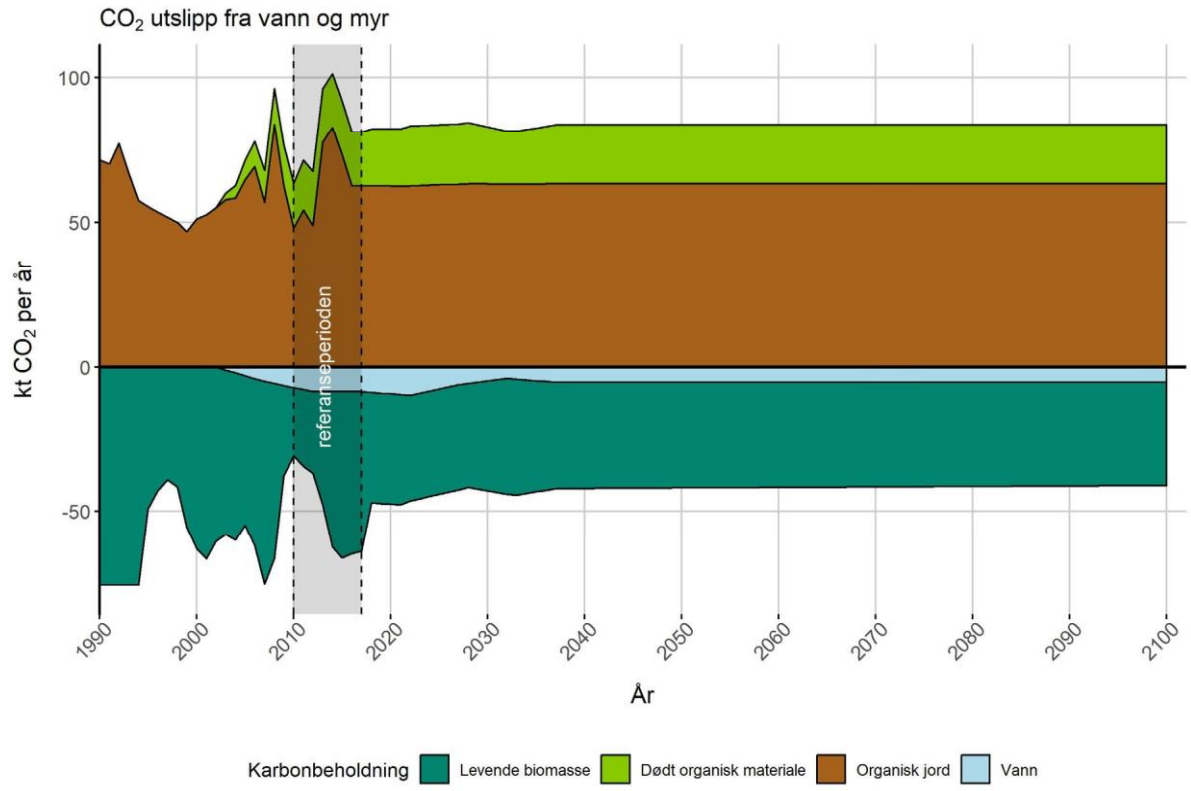
5.4 Vann og myr

Arealkategorien vann og myr inkluderer innsjøer, elver, myrer og annet areal som er regelmessig under vann deler av året. Myrer kan være tresatt, men med et kronedekke som ikke møter skogdefinisjonen. De fleste myrer er definert som ikke forvaltet. Bare myrer som blir brukt til uttak av torv og kraftdammer er definert som forvaltet.

I klimagassregnskapet som årlig rapporteres til FNs klimakonvensjon rapporteres utslipp fra torvproduksjon og opptak i trær på tresatte myrer (levende biomasse). I perioden 2026-2030 skal Norge bokføre endringer i utslipp av klimagasser fra disse aktivitetene sammenlignet med utslippet i den historiske referanseperioden 2005-2009.

Figur B 8 viser framskrevet CO_2 utslipp og opptak fra vann og myr fordelt på karbonbeholdninger, basert på gjennomsnittlig utslipp og opptak i perioden 2010-2017. Utslipp av metan og lystgass kommer i tillegg.

[596] Søgaard, G. mfl. (2019). Framskrivninger for arealbrukssektoren – under FNs klimakonvensjon, Kyotoprotokollen og EUs rammeverk NIBIO. NIBIO Rapport 5(114) 2019.



Figur B 8. CO_2 utslipp/opptak fra vann og myr fordelt på karbonbeholdninger. Utslipp av metan og lystgass kommer i tillegg. Figuren viser utslipp fra både arealer i overgang, og gjenværende arealer (var i kategorien i 1990 eller det er over 20 år siden omdisponering/overgang). Kilde: Søgaard mfl. (2019)[597]

5.4.1 Mulige tiltak

Utfasing av uttak og bruk av torv

Uttak og bruk av torv fører til et årlig utslipp på rundt 0,06 millioner tonn CO_2-ekvivalenter. Ved å benytte alternativer til torv som ingrediens i jordblandinger kan uttaket av torv og dermed utslippene reduseres. I 2018 publiserte Miljødirektoratet rapporten Utfasing av uttak og bruk av torv – kunnskapsutredning om konsekvenser for naturmangfold, klima, næring og forbrukere, som en oppfølging av Meld. St. 14 Natur for livet, der regjeringen varslet at den ville vurdere konsekvensene av en utfasing av bruken av torv. Rapporten viste blant annet at "*Konsekvensene av en utfasing vil være avhengig av innretning og sammensetning av virkemidlene, og hvor raskt en utfasing skal gjennomføres. De negative effektene på klima, naturmangfold og andre miljøverdier reduseres mer jo hurtigere utfasingen skjer, forutsatt at erstatningsproduktene ikke har større negativ effekt. For å sikre dette, tilpassing av dyrkingssystemer til erstatningsproduktene, og utvikling av nye produkter med egnede egenskaper kreves det tid. Det bør derfor lages en plan for hvordan videre utfasing av uttak og bruk av torv kan gjennomføres*".

Med dette som bakgrunn har Miljødirektoratet fått i oppdrag om å kartlegge det juridiske handlingsrommet for å begrense uttak av torv og å lage et forslag til plan for utfasing av bruken av torv til vekstmedier og jordforbedringsprodukter og andre produkter til private og i gartnerier og veksthus. I oppdraget er målåret for utfasing av bruk er satt til 2025 og 2030 for henholdsvis private

[597] Søgaard, G. mfl. (2019). Framskrivninger for arealbrukssektoren – under FNs klimakonvensjon, Kyotoprotokollen og EUs rammeverk NIBIO. NIBIO Rapport 5(114) 2019.

og gartnerier, dersom det er mulig å utvikle kommersielt tilgjengelige erstatningsprodukter med tilstrekkelig kvalitet og mindre klima- og miljøbelastning innen den tid. Arbeidet har frist i mars 2020. Det er ikke gjort noen vurdering av reduksjonspotensialet for dette tiltaket i Klimakur 2030.

Restaurering av myr

Restaurering av drenerte myrer ved å plugge grøfter øker vannstanden i myren og stanser aerob nedbryting av det organiske materialet i torven. Dette gir en reduksjon i utslipp av CO_2 (og lystgass i næringsrike myrer), men øker utslippet av metan særlig den første tiden etter restaurering. Nettoeffekten av dette er generelt at myr med gjenværende torv som er restaurert forblir små kilder til utslipp av klimagasser (men lavere enn ved drenert tilstand), og ikke karbonsluk, slik det ofte har blitt antatt.[598] Men det er studier som har vist at med restaureringstiltak på riktige lokaliteter, kan det forventes en netto karbonlagring på lang sikt slik at myra vil kunne øke torvlageret igjen og dermed lagre mer karbon. Oppbyggingen skjer imidlertid svært langsomt.[599] Miljødirektoratet har, i forbindelse med det pågående arbeidet for restaurering av våtmark, igangsatt en 5-åring intensiv overvåking av blant annet klimagassflux fra restaurert myr, for å få bedre kunnskap om klimaeffekten av restaurering under norske forhold. Endelige resultater fra overvåkningen forventes våren 2023.

5.5 Karbon i treprodukter

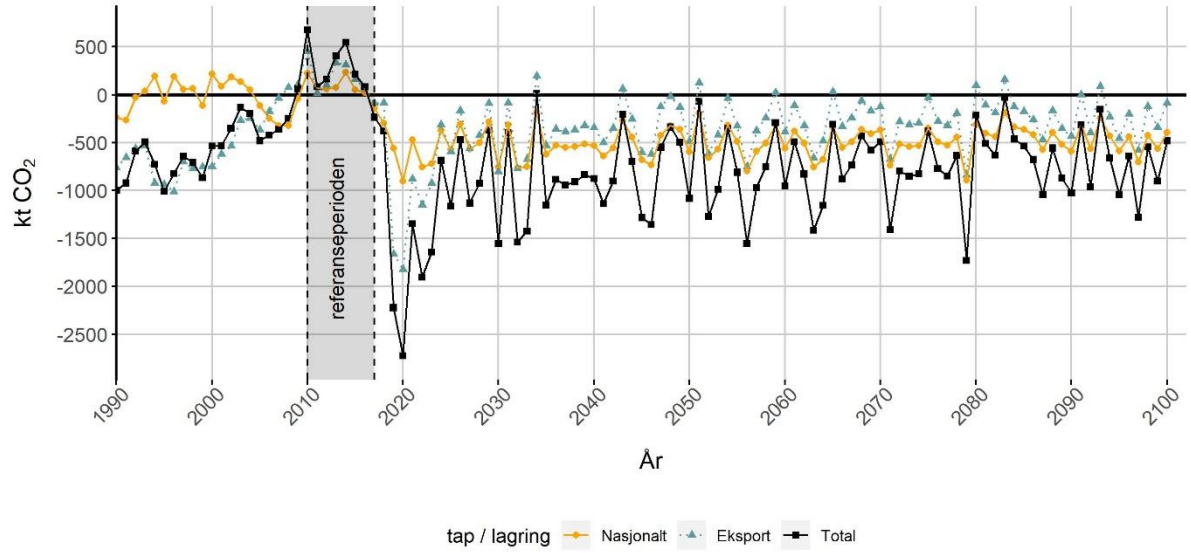
Karbon i treprodukter fordeles på tre kategorier: sagtømmer, trebaserte produkter og papp/papir. I henhold til EUs klimarammeverk mot 2030 skal land bokføre utslipp og opptak av klimagasser som følge av endring i karbonlageret i de tre kategoriene. Treprodukter fra avskogede arealer skal ikke kunne telle som opptak. Importerte treprodukter skal heller ikke telle med, for å unngå at flere land bokfører de samme kredittene (dobbeltelling). Disse reglene er i henhold til hvordan karbon i treprodukter håndteres i dagens regelverk under Kyotoprotokollen.

Karbon i treprodukter fra hogst i forvaltet skog er inkludert i referansebanen for forvaltet skog, som er basert på skogpolitikk i perioden 2000-2009. Det vil si at endringer i karbonlageret som følge av ny politikk etter 2009 skal bokføres mot forpliktelsen om netto null utslipp fra sektoren.

Figur B 9 viser årlig netto endring (tap/lagring) i 1000 tonn (kt) CO_2 i perioden 1990-2017, som rapportert under Kyotoprotokollen (som er i henhold til EU reglene), og framskrivinger mot 2100 basert på gjennomsnittlig årlig endring i karbonlageret i referanseperiode 2010-2017.

[598] Joosten, H. mfl. (2015). Metoder for å beregne endring i klimagassutslipp ved restaurering av myr. NTNU vitenskapsmuseet naturhistorisk rapport 2015-10:1-83.

[599] Kolmulainen, V.-M. mfl. (1999). Restoration of drained peatlands in southern Finland: initial effect on vegetation change and CO2 balance. In Journal of Applied Ecology. 36, pp. 634–648.; Tuittila, E.-S. mfl. (1999). Restored cut-away peatland as a sink for atmospheric CO2. – Oecologia 120: 563–574.; Wilson, D. mfl. (2007). Carbon dioxide dynamics of a restored maritime peatland. In Ecoscience 14, pp. 71–80.; Waddington, J. M. mfl. (2010). Towards restoring the net carbon sink function of degraded peatlands: Short-term response in CO2 exchange to ecosystem-scale restoration. In Journal of Geophysical Research 115.



Figur B 9. Årlig netto endring (tap/lagring) i 1000 tonn (kt) CO_2 (KP). Forutsetter at AR = 0. Det rapporteres ikke for avskoging under KP eller EUs rammeverk. Referanseperioden 2010-2017 illustrert i grå. Kilde: Søgaard mfl. (2019)[600]

Framskrivingen for utviklingen i karbonlageret i treprodukter i Figur B 9 viser store årlige variasjoner som følge av variasjoner i hogstvolum, men hovedsakelig viser framskrivingen et netto opptak av karbon. For nasjonalt forbruk er det trelast som bidrar til de største svingningene mellom år, mens for eksport er det papir og kartongprodukter som bidrar til svingningene.

Slik bokføringsreglene i EUs klimarammeverk er bygd opp, gir de insentiver til innenlands produksjon av treprodukter i de tre kategoriene. Eksport av rundtømmer for videre foredling i importlandet vil ikke kunne krediteres. Bruk av importert trevirke vil heller ikke kunne inkluderes i bokføringen.

Bruk av treprodukter til erstatning for fossile råvarer som stål og betong vil gi en utslippsreduksjoner, utover effekten av forlenget lagring av karbon i treproduktet. Dette gjelder uavhengig av trevirkets opprinnelse.

[600] Søgaard, G. mfl. (2019). Framskrivninger for arealbrukssektoren – under FNs klimakonvensjon, Kyotoprotokollen og EUs rammeverk NIBIO. NIBIO Rapport 5(114) 2019.

6 Arealbruksendringer – omfang, årsaker og mulige virkemidler

6.1 Innledning

Utbygging og annen omdisponering av ubebygde arealer kan generere utslipp av klimagasser. Dette er et tema som har fått økt oppmerksomhet de siste årene, både nasjonalt og internasjonalt.

Avgjørelser om bruken av arealer tas i ulike sektorer og i kommunal og annen arealplanlegging. Det foreligger enkelte virkemidler i dag rettet inn mot å ivareta klimagassutslipp fra arealbruksendringer i beslutninger, og flere virkemidler er under utvikling. Beslutninger om utbygging og arealbruksendringer handler svært ofte om å avveie flere og til dels motstridende interesser for hvordan de ulike arealene skal benyttes og hvilke goder og ressurser vi skal høste fra dem. Arealer er en begrenset ressurs. På grunn av høy økonomisk vekst og vekst i befolkningen har det i Norge vært et press på bruken av arealer til ulike formål, og nye framskrivinger utarbeidet av NIBIO[601] viser at dette presset vil fortsette, se kapittel 3.2 *Framskrivinger* og kapittel 6.2.1 *Omfang av omdisponering av arealer*.

I det videre omtaler vi omfang av omdisponering av arealer i Norge, og klimagassutslipp relatert til dette. Videre ser vi på drivere og virkemidler som påvirker dagens arealbruk, hvordan virkemidlene kan endres, videreutvikles eller benyttes for å redusere omdisponering av karbonrike arealer. Vi ser også kort på hvilke konsekvenser dette vil kunne ha.

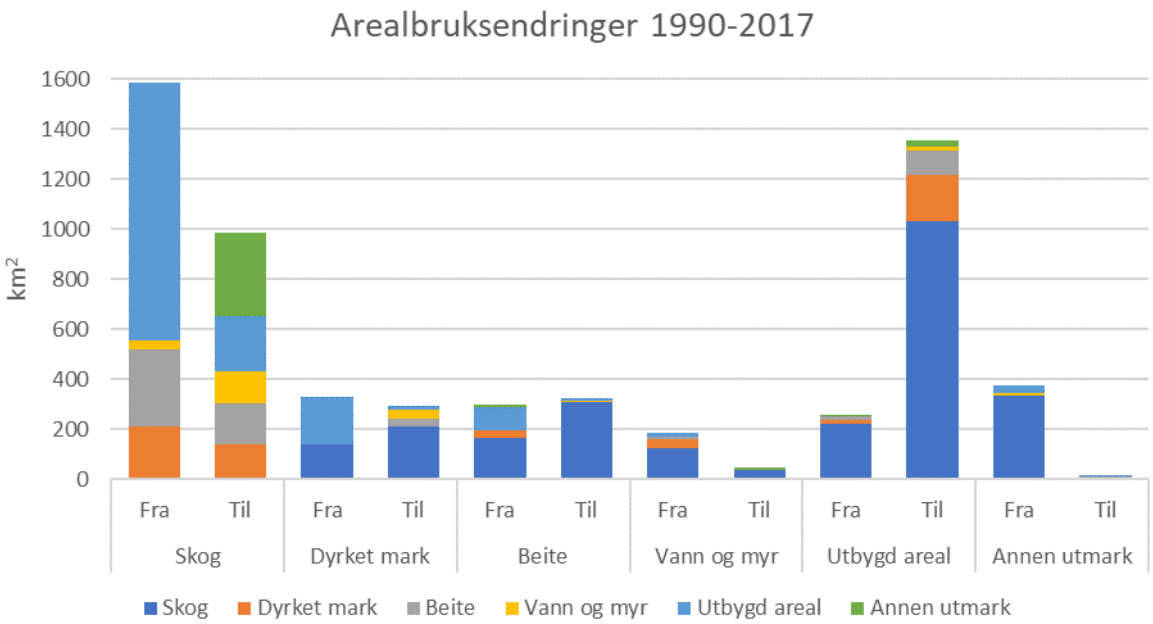
Vi vurderer ikke hvordan unngått nedbygging av karbonrike arealer eventuelt vil kunne påvirke utslipp fra for eksempel transport ved at lokalisering av bebyggelse for å unngå nedbygging av dyp myr eller høybonitets skog gir større avstand til sentrum osv., og dermed økte utslipp av klimagasser i andre sektorer.

6.2 Arealbruksendringer i Norge

6.2.1 Omfang av omdisponering av arealer

Figur B 10 viser arealbruksendringer fra og til de ulike arealbrukskategoriene i Norge i perioden 1990-2017. Arealkategoriene er de samme som benyttes i klimagassregnskap som årlig rapporteres til FNs klimakonvensjon.

[601] Søgaard, G. mfl. (2019). Framskrivninger for arealbrukssektoren – under FNs klimakonvensjon, Kyotoprotokollen og EUs rammeverk NIBIO. NIBIO Rapport 5(114) 2019.



Figur B 10. Arealbruksendringer i Norge fra 1990 til 2017 i kvadratkilometer (km²). Kun arealbruksendringer er med i figuren. Arealer som ikke har endret bruk, er utelatt. Disse er vesentlig større enn endringene for den enkelte kategori. Kilde: Miljødirektoratet mfl. (2019)[602]. Figuren er tidligere brukt i rapporten "Tiltak og virkemidler for redusert klimagassutslipp fra avskoging i Norge"[603], men er oppdatert med nye tall.

Figur B 10 viser at det har vært arealbruksendringer fra og til alle arealbrukskategorier. Omdisponering av skog til andre formål (avskoging) i perioden utgjorde om lag 1 600 km², eller 58 km² per år, tilsvarende andelen fra Breidenbach mfl. (2017)[604] for perioden 1990-2015. Breidenbach viste at hovedparten av omdisponeringene har vært fra skog til utbygd areal, der 68 prosent av omdisponeringen fra skog var knyttet til utbygging. Vei (24 prosent av totalt avskogingsareal) og bebyggelse (22 prosent av totalt avskogingsareal) er de største underkategoriene. Analysene tyder på at en stor del av avskogingen skjer i form av omdisponering av mindre arealer. Over halvparten av de totale avskogingsinngrepene i perioden 1990-2015 omfattet areal på mindre enn 1 hektar. Analysene viste videre at 20 prosent av inngrepene var utvidelser av allerede utbygde arealer.

Figur B 10 viser også at det har vært omdisponeringer fra dyrket mark, beite og myr til utbygd areal. Det har også vært arealbruksendringer mellom arealbrukskategoriene skog, dyrket mark og beite.

Utbygd areal er den arealkategorien som har økt mest, på bekostning av andre arealkategorier. Det er mest skog, og deretter dyrket mark, som er endret til utbygd areal.

Det er også noe areal som har gått fra utbygd areal til andre arealkategorier, og da mest til skog. Arealene som gikk til skog, var tidligere brukt til kraftledninger, veier, utvinning (grus, sand og

[602] Miljødirektoratet mfl. (2019). Greenhouse Gas Emissions 1990-2017. National Inventory Report. Rapport M-1271|2019.
[603] Miljødirektoratet (2018). Tiltak og virkemidler for redusert klimagassutslipp fra avskoging i Norge. Rapport M-1043|2018.
[604] Breidenbach, J. mfl. (2017). Analyse av størrelse, årsaker til og reduksjonsmuligheter for avskoging i Norge. NIBIO Rapport 3(152) 2017.

gruvedrift) og "annet". Registreringene er dels utslag av virksomhet som avsluttes, men også at av areal tilbakeføres til natur i forbindelse med utbyggingsprosjekter. Eksempler på det siste er sanering av eldre kraftlinjer ved oppgradering av nettet, og sanering av veier i forbindelse med enkelte tunnelprosjekter.

NIBIO har utarbeidet nye framskrivinger for sektoren mot 2100[605]. Framskrivingene er basert på observerte arealbruksendringer i den historiske referanseperioden 2010-2017. Tabell B 4 er en arealbruksmatrise som viser framskrevne akkumulerte arealendringer fra 2017 (venstre side) til 2100 (øverst) i kilohektar. Tallene i diagonalen viser arealer uten arealbruksendring.

Tabell B 4. Akkumulerte arealbruksendringer (fet) og uendret areal (kursiv) i kilohektar fra 2017-2100. Matrisen leses fra venstre mot høyre og opp for å finne arealkategori i hhv. 1990 og 2017. Kilde: Søgaard (2019)[606]

		Areal (kha) til (2100)					
		Skog	Dyrka mark	Beite	Vann og myr	Utbygd areal	Annen utmark
Areal (kha) fra (2017)	Skog	*11643,2*	**80,0**	**113,8**	**15,1**	**286,0**	**0,0**
	Dyrka mark	**32,4**	*858,2*	**0**	**0**	**43,8**	**0**
	Beite	**43,6**	**14,8**	*139,7*	**0**	**34,6**	**0**
	Vann og myr	**65,9**	**14,6**	**2,8**	*3633,9*	**10,9**	**0**
	Utbygd areal	**69,4**	**5,6**	**12,2**	**0**	*609,2*	**2,2**
	Annen utmark	**257,6**	**0**	**0**	**2,8**	**14,6**	*14371,3*

De nye framskrivingene for utslipp og opptak av klimagasser i arealbrukssektoren mot 2100 viser at mesteparten av arealbruksendringene vil skje i form av avskoging og påskoging. Det er stipulert at mesteparten av arealene som går fra skog, vil gå over til utbygd areal (2,86 km^2, 58 prosent) i form av avskoging. Dette tilsvarer en reduksjon av dagens skogareal på i overkant av 2 prosent. Samtidig vil andre arealer ha arealbruksendring til skog (påskoging). Mesteparten av arealet som går til skog, antas å komme fra annen utmark (258 kha, 55 prosent) i form av naturlig gjengroing.

6.2.2 Utslipp fra arealbruksendringer

Et gitt areal kan ta opp og slippe ut klimagasser. Mengden klimagasser som tas opp og slippes ut, er avhengig av arealbruk og prosessene som skjer på arealet. Opptak av klimagasser fra atmosfæren skjer når biomasse (levende vekster som for eksempel trær, busker og gress) i vekst tar opp og lagrer karbon i jord, røtter, stamme og bladverk gjennom fotosyntesen. Et utslipp av klimagasser skjer når biomassen forbrennes eller brytes ned naturlig. I tillegg kan bearbeiding av jorda øke nedbrytingen av det organiske materialet i jordsmonnet og gi økt utslipp av CO_2. Arealbruksendringer vil påvirke

[605] Søgaard, G. mfl. (2020). Klimakur 2030 – beskrivelse av utvalgte klimatiltak knyttet til skog. NIBIO Rapport 6(9) 2020.

[606] Søgaard, G. mfl. (2019). Framskrivninger for arealbrukssektoren – under FNs klimakonvensjon, Kyotoprotokollen og EUs rammeverk NIBIO. NIBIO Rapport 5(114) 2019.

hvor mye karbon som lagres på arealet og i jorda. Tabell B 5 viser en matrise over netto utslipp og opptak fra arealbruksendringene i perioden 1990-2017 (som vist i Figur B 10).

Tabell B 5. Akkumulert utslipp (positive tall) og opptak (negative tall) av klimagasser i millioner tonn som følge av arealbruksendringer i perioden 1990-2017. Utslipp og opptak fra arealer som ikke har hatt arealbruksendring i perioden (diagonalen) er utelatt. Matrisen leses fra venstre mot høyre og opp for å finne arealkategori i hhv. 1990 og 2017. Kilde: Miljødirektoratet mfl. (2019) [607].

		Netto utslipp (Mt CO_2-ekv) 2017						
		Skog	Dyrket mark	Beite	Vann og myr	Utbygd areal	Annen utmark	Sum
Netto utslipp (Mt CO_2-ekv) 1990	Skog	-	5,86	4,24	0,41	38,60	0	49,11
	Dyrket mark	- 1,83	-	0	0	0,88	0	- 0,95
	Beite	- 1,42	0,59	-	0	0,45	0,02	- 0,36
	Vann og myr	-0,29	1,34	0,07	-	0,14	0	1,27
	Utbygd areal	- 4,51	-0,08	-0,02	0	-	0	- 4,61
	Annen utmark	- 0,55	0	0	0	0	-	- 0,55
	Sum	- 8,60	7,72	4,29	0,41	40,07	0,02	43,91

Karbonutslipp knyttet til arealbruksendringer avhenger av hvilke arealer som omdisponeres og hva de omdisponeres til. Nedbygging eller omdisponering av naturområder som skog eller myr, som inneholder store lagre av karbon i jord og levende biomasse, medfører store klimagassutslipp per arealenhet (rundt 100-800 tonn CO_2 per hektar over en 20-årsperiode). I tillegg vil som regel mulighetene for framtidig opptak av karbon på arealet reduseres, men dette er ikke inkludert i estimatene. Omdisponering eller nedbygging av for eksempel dyrket mark og beite medfører også økt utslipp av karbon fra jordsmonnet (rundt 60-580 tonn CO_2 per hektar over en 20-årsperiode). Målet om å redusere utslipp av klimagasser til atmosfæren vil påvirkes negativt dersom det bygges på arealer med store karbonlagre.

Innenfor en arealkategori vil det også være variasjon i arealets evne til å ta opp og lagre karbon. Skog klassifiseres etter bonitet (jordens produksjonsevne, fra svært høy til impediment (ikke egnet)), treslag (barskog, lauvskog eller blandingsskog) og grunnforhold (jordtype; mineraljord eller organisk jord). Generelt er det slik at jo høyere produksjonsevne skogen har (bedre/høyere bonitet), desto større evne har skogen til å lagre karbon. Eksempelvis kan det forventes at granskog med høy bonitet (høy produksjonsevne, mer enn 4 tonn CO_2/hektar, år) kan ta opp og lagre mer CO_2 per år og hektar enn skog på lavere boniteter (< 2 tonn CO_2/hektar, år). Arealer med organisk jord vil ha større karbonlager (2,4-8,8 tonn C/hektar) per arealenhet enn arealer med mineraljord (< 2 tonn C per hektar)[608]. Avskoging av høyproduktiv skog på organisk jord vil derfor gi størst utslipp av CO_2.

[607] Miljødirektoratet mfl. (2019). Greenhouse Gas Emissions 1990-2017. National Inventory Report. Rapport M-1271|2019.

[608] Grønlund, A. mfl. (2010) CO_2-opptak i jord og vegetasjon i Norge. Bioforsk Rapport vol. 5 nr. 162 2010.

Innenfor arealkategorien vann og myr vil det være større utslipp fra omdisponering av dyp myr enn ved omdisponering av grunn myr.

Hva et areal blir omdisponert til, og hvor mye av vegetasjonen og jordsmonnet som påvirkes eller fjernes ved omdisponering, vil også påvirke karbonutslippet. Utbygging er den formen for inngrep som gir størst tap av karbon, men også innenfor denne kategorien vil utslippene variere, avhengig av hva som bygges og hvordan det gjøres. Omdisponering til bebyggelse og vei vil for eksempel gi større utslipp per arealenhet enn omdisponering til kraftlinjer.

Omdisponering av skogarealer kan også ha ulik grad av reversibilitet. Asfaltering og tyngre utbygging er endringer som i praksis har permanent karakter, mens omdisponering til beite er en reversibel arealendring.

Omdisponeringen av skog til andre formål i perioden 1990-2017 utgjorde et årlig utslipp på rundt 2 millioner tonn CO_2-ekvivalenter. I tillegg rapporteres det utslipp fra andre arealbruksendringer.

6.2.3 Rapportering og bokføring av utslipp fra arealbruksendringer

Årlige utslipp fra arealbruksendringer, uavhengig av om de er reverserbare eller ei, inkluderes i det norske klimagassregnskapet som årlig rapporteres til FNs klimakonvensjon. Utslipp fra arealbruksendringer skal også rapporteres og bokføres i EUs nye rammeverk for bokføring av utslipp og opptak av klimagasser fra arealbrukssektoren (LULUCF) i perioden 2021-2030. Redusert omdisponering av karbonrike arealer vil ha umiddelbar effekt i klimagassregnskapet som rapporteres inn til FN og som danner grunnlaget for bokføring under EUs klimarammeverk. Særlig redusert avskoging og redusert omdisponering av myr vil kunne bidra med utslippsreduksjoner mot 2030.

6.2.4 Klimagassregnskap for arealbruk og arealbruksendringer i kommuner

Våren 2019 publiserte Miljødirektoratet et klimagassregnskap for skog og annen arealbruk fordelt på alle kommuner[609]. Klimagassregnskapet gir en oversikt over hvordan arealbruk i kommunen/fylket har utviklet seg siden 2010, og tilstand for siste regnskapsår (2015). Det er noe usikkerhet knyttet til både arealregnskapet og utslippsfaktorene.

Metodikk for å beregne utslipp og opptak av klimagasser fra ulik framtidig arealbruksendring er en viktig forutsetning for at det skal gå an å ta hensyn til karbonrike arealer på en kunnskapsbasert måte i arealplanleggingen. Sammen med klimagassregnskapet for kommuner, publiserte Miljødirektoratet også en tiltaksberegningsmal som gjør at man kan beregne omtrentlig utslipp av klimagasser knyttet til en konkret, planlagt utbygging eller annen arealbruksendring. Beregningene er basert på nasjonale utslippsfaktorer, men Miljødirektoratet vil arbeide videre med å utvikle malen for å kunne ta høyde for viktige faktorer og gi et så godt estimat som mulig. Kommuner og andre som planlegger eller fastsetter arealbruk, kan bruke tiltaksberegningsmalen blant annet til å sammenligne utslippene ved flere forskjellige utbyggingsalternativer.

Tabell B 6 under viser noen av arealbruksendringene som kan regnes på i malen og hvilke utslippsfaktorer disse arealbruksendringene har. Det er spesielt arealer med organisk jord og mye levende biomasse som har høye utslippsfaktorer.

[609] Se Miljødirektoratets nettside: Klimagassregnskap for kommuner: Skog og annen arealbruk. Beregningsmal og metodedokument er også tilgjengelig på denne siden.

Tabell B 6. Eksempler på mulige arealbruksendringer og deres tilhørende utslippsfaktorer som benyttes i tiltaksberegningsmalen[610] for arealbruksendringer.

Fra	Jordtype	Til	Utslippsfaktorer (t CO2-ekv/ha)
Skog - høybonitet barskog	Organisk jord	Utbygd areal	623
	Mineraljord	Utbygd areal	327
		Dyrket mark	192
		Beite	129
Dyrket mark	Mineraljord	Utbygd areal	61
Beite	Mineraljord	Utbygd areal	77
Vann og myr	Organisk jord	Utbygd areal	579
		Dyrket mark	579

6.3 Dagens virkemidler som påvirker karbonutslipp relatert til arealbruksendringer

6.3.1 Innledning

Utbyggingsplaner genereres av behov for arealer til infrastruktur (vei, jernbane, terminaler, flyplasser, kraftlinjer osv.), kraftproduksjon, boliger, næringsformål og ulike ferie- og fritidsanlegg som idrettsanlegg og fritidsboliger. Samtidig må utbyggere og beslutningstakere forholde seg til mål relatert til å opprettholde arealer uten bebyggelse. En viktig restriksjon på utbygging er knyttet til jordvern, der det har vært kvantitative mål for omdisponering av jordbruksarealer siden 2004, og i 2015 vedtok Stortinget regjeringens jordvernstrategi. Dette har ført til at den årlige omdisponeringen har vært fallende siden starten på 2000-tallet. I 2018 ble det omdisponert 3 561 dekar dyrka jord[611], noe som er det laveste tallet siden registreringen startet i 1976.

Videre er det fastsatt nasjonale miljømål for bevaring av naturmangfold som inkluderer blant annet at "*et representativt utvalg av norsk natur skal bevares for kommende generasjoner*" og at "*ingen arter og naturtyper skal utryddes og utviklingen for truede og nær truede arter og naturtyper skal bedres*", se Meld St 14 (2015-2016) Natur for livet. Det er også gitt nasjonale føringer og forventninger om å ivareta kulturlandskap, kulturminneområder og gode friluftslivsområder, og å ta hensyn til støy ved utbygging. Alt dette er hensyn som skal vurderes i arealforvaltningen. Tiltak for å redusere omdisponeringen av karbonrike arealer må derfor sees i sammenheng med andre samfunnsbehov og mål for arealene.

[610] Tiltaksberegningsmalen er tilgjengelig på Miljødirektoratets nettside: Beregne effekt av ulike klimatiltak.
[611] Landbruksdirektoratet (2019). KOSTRA landbruk – Ei vurdering av rapporteringa for 2018. Rapport 26/2019. Tallet inkluderer ikke Landbrukets egen nedbygging. Dette er fordi denne nedbyggingen anses som kurant etter plan- og bygningsloven og jordloven og derfor ikke krever søknad, se kapittel 6.3.2.

Arealer som er viktige for karbonbinding, har ofte verdi også for andre miljøinteresser, ressursbruk og økosystemtjenester. Eksempler er jordbruksproduksjon, skogbruk, vannhusholdning og naturmangfold. En utbyggingsstrategi som legger vekt på kompakt utbygging og økonomisering med arealer, vil derfor vanligvis slå positivt ut for klima, andre miljøverdier og naturressurser samlet sett.

Det vil likevel oppstå situasjoner der man må løse arealkonflikter mellom for eksempel hensyn til karbonbinding og andre miljømål som er knyttet til ubebygde arealer.

Klimahensyn tilsier at man forsøker å lokalisere utbygging til arealer som er mindre viktige for karbonbinding. Om mulig bør man bruke arealer som allerede er berørt av tidligere utbygging. Det er også viktig å minimere inngrepet i størrelse og utføre det så skånsomt som mulig, både med tanke på direkte skadevirkninger, og for å kunne muliggjøre en eventuell tilbakeføring mot opprinnelig tilstand. Gjenstående trær og annen vegetasjon gjør at karbontapet blir noe mindre.

Plan- og bygningsloven er arealdisponeringsloven for størsteparten av arealene i Norge. Mange vedtak som avgjør arealbruk skjer også etter sektorlovgivning, for eksempel gjennom konsesjon etter energiloven. For arealer som i kommuneplanens arealdel er avsatt til LNFR (landbruks-, natur- og friluftsformål samt reindrift), styres den videre arealdisponeringen i all hovedsak gjennom landbrukssektorens virkemidler. Se kapittel B 4 for mer informasjon om hvilket lovverk som styrer arealbruken innenfor de ulike sektorene.

I dette arbeidet har vi sett på enkelte virkemidler som styrer arealbruken – plan- og bygningsloven, landbrukssektorens regelverk og energiloven, hvordan de kan benyttes og eventuelt endres for å unngå omdisponering av karbonrike arealer, og hvilke konsekvenser det vil kunne ha. I en mer fullstendig virkemiddelanalyse vil det være sentralt å se på helheten, der kostnadseffektivitet, styringseffektivitet og administrative kostnader knyttet til de identifiserte virkemidlene bør belyses.

6.3.2 Omdisponeringer etter plan- og bygningsloven

Arealbruksendringer til utbygd areal står for hoveddelen av de totale utslippene forbundet med arealbruksendringer. I perioden 1990-2017 stod arealbruksendringer til utbygd areal for et nettoutslipp av rundt 40 millioner tonn CO_2-ekv, fordelt på skog (38,6 millioner tonn), dyrka mark (0,88 millioner tonn), beite (0,45 millioner tonn) og vann og myr (0,14 millioner tonn) (Tabell B 7).

Tabell B 7. Sammenstilling av arealomfang og utslipp av nedbygging i perioden 1990-2017 (uttrekk fra Figur B 10 og Tabell B 5). Kilde: Miljødirektoratet mfl. (2019)[612].

Nedbygget arealkategori	Arealomfang (km^2)	Andel av totalt areal (%)	Utslipp (mill. tonn CO_2ekv)	Andel av totalt utslipp (%)
Skog	1 031	76	38,60	96
Dyrket mark	188	14	0,88	2
Beite	93	7	0,45	1
Vann og myr	15	1	0,14	0
Annen utmark	26	2	0,00	0
Sum	**1 354**	**100**	**40,07**	**100**

[612] Miljødirektoratet mfl. (2019). Greenhouse Gas Emissions 1990-2017. National Inventory Report. Rapport M-1271|2019.

Kommunene beslutter mesteparten av arealdisponeringen i Norge gjennom planlegging etter plan- og bygningsloven. Noe av arealplanleggingen etter denne loven skjer i regi av statlige organer. Dette kan for eksempel gjelde større samferdselstiltak.

Kommuneplanens arealdel fastsetter strategier for arealbruken og legger rammer for hvor den videre utbyggingen skal foregå. Reguleringsplaner fastsetter arealbruken mer detaljert og brukes i hovedsak i forbindelse med utbygging. Det vedtas årlig mellom 2 000 og 3 000 reguleringsplaner i norske kommuner. Stortinget og regjeringen gir juridiske rammer og politiske føringer for arealplanleggingen. Føringene er gitt gjennom plan- og bygningsloven, ulike statlige planretningslinjer, de nasjonale miljømålene som fastsettes i Stortinget gjennom statsbudsjettet, og regjeringens dokument "Nasjonale forventninger til regional og kommunal planlegging". Dette dokumentet revideres hvert fjerde år.

Plan- og bygningsloven § 3-1 slår fast at reduksjon av klimagassutslipp er ett av mange hensyn som skal ivaretas gjennom planleggingen. Statlige planretningslinjer for samordnet bolig-, areal- og transportplanlegging gir blant annet føringer om at planleggingen skal fremme kompakte byer og tettsteder, redusere transportbehovet og legge til rette for klima- og miljøvennlige transportformer. Arbeidet med å lokalisere utbygging i tettsteder og langs kollektivakser, slik at det fremmer bruk av klimavennlige transportformer, er vurdert som et svært viktig, langsiktig virkemiddel for å legge til rette for et lavutslippssamfunn. Det er også en viktig strategi for å redusere det totale behovet for areal til utbygging. Fortetting er dermed et virkemiddel for å ta hensyn til blant annet ubebygde arealer med store karbonlagre i arealplanleggingen, slik at disse i minst mulig grad bygges ned.

Enkelte kommuner har på eget initiativ tatt inn i sine strategier og planer at myrområder ikke bør bygges ned, fordi karbonlagrene bør opprettholdes. I 2019 kom det nasjonale føringer og nytt beregningsverktøy (se kapittel 6.2.4) som gjorde at dette hensynet ble mer relevant i kommunal planlegging.

I mai 2019 fastsatte regjeringen "Nasjonale forventninger til regional og kommunal planlegging 2019–2023". Her er det gitt som en forventning at fylkeskommunene og kommunene *"vektlegger arbeidet med å redusere utslipp av klimagasser, inkludert utslipp fra arealbruksendringer, (...)"*. Dette var første gang de nasjonale forventningene tok opp at fylkeskommunenes og kommunenes klimaarbeid på plansida også skal omfatte utslipp relatert til omdisponering av karbonrike arealer.

I notat fra april 2019[613] har Miljødirektoratet gått gjennom hvordan karbonrike arealer er ivaretatt i sentrale styringsdokumenter for arealplanlegging. Gjennomgangen omfatter plan- og bygningsloven, to statlige planretningslinjer, og to andre styringsdokumenter. Miljødirektoratet fant at hensynet til karbonrike arealer i liten grad var spesifikt nevnt som hensyn i disse dokumentene, selv om det generelt er betydelig rom for kommunene å ta slike hensyn innenfor dagens lovverk.

Basert på gjennomgangen ble det funnet at det burde vurderes endringer i to dokumenter for å styrke hensyn til karbonrike arealer som et miljøhensyn i arealplanlegging. Det gjelder statlige planretningslinjer for klima- og energiplanlegging og klimatilpasning og statlige planretningslinjer for samordnet bolig-, areal- og transportplanlegging. Miljødirektoratet vurderte også at det bør gjøres endringer for å innarbeide hensyn til karbonrike arealer i rundskriv T-2/16, "Nasjonale og vesentlige regionale interesser på miljøområdet – klargjøring av miljøforvaltningens innsigelsespraksis".

[613] Miljødirektoratet (2019). Hensyn til karbonrike arealer i styringsdokumenter. Notat 12.04.2019.

Miljødirektoratet skal arbeide videre med å utvikle veiledning, metodikk samt forslag til føringer for at karbonrike arealer skal inkluderes enda bedre i plansystemet, se kapittel 6.3.5.

6.3.3 Omdisponeringer innenfor landbruket

Større naturområder, skog, dyrka mark og beite avsettes i arealplaner etter Plan- og bygningsloven til arealformålet LNFR (landbruks-, natur- og friluftsformål samt reindrift). Dette arealformålet setter et forbud mot de fleste former for utbygging, og det må en planendring til hvis arealet skal tas i bruk til for eksempel boligområde (Bebyggelse og anlegg) eller vei (Samferdselsanlegg og teknisk infrastruktur).

Kommunene kan åpne for at noe bebyggelse skal være tillatt innenfor LNFR-områder. Det finnes to aktuelle underformål for å tillate dette. Bruk av underformål "areal for spredt bolig-, fritids- eller næringsbebyggelse med mer" åpner for at det for eksempel kan oppføres noen fritidsboliger i et skogsområde uten at det er påkrevd å omdisponere arealet til Bebyggelse og anlegg. Kommunen kan da vedta planbestemmelse knyttet til arealet som stiller nærmere krav til denne bebyggelsen, for eksempel om omfang og lokalisering. Det andre aktuelle underformålet er "areal for nødvendige tiltak for landbruk og reindrift og gårdstilknyttet næringsvirksomhet basert på gårdens ressursgrunnlag". Gjennom planbestemmelse kan det da stilles krav til omfang, lokalisering og utforming av bygninger og anlegg til landbruk og reindrift. En undersøkelse gjennomført av SSB og NIBIO over faktisk nedbygget jordbruksareal i Norge[614] viste at landbruket selv står for 22 prosent av den årlige nedbyggingen av jordbruksareal. Landbruksdirektoratet utreder nå mulighetene for å innføre en melde- eller søknadsplikt for landbrukets egen nedbygging.

Områder avsatt til LNFR styres gjennom landbrukssektorens virkemidler. Omdisponeringer innenfor landbruket vil være arealbruksendringer mellom skog, dyrket mark og beite. I tillegg vil omdisponeringer fra myr til dyrket mark og beite også omfattes av arealbruksendringer etter landbrukets sektorlovgivning. Arealbruksendringer fra annen utmark til skog er i all hovedsak forårsaket av naturlig gjengroing.

Etter skogbruksloven med forskrifter står skogeier fritt til å omdisponere skogsmark til annen bruk. Endringer i bruk av LNFR-områder som landbruksveibygging, planting på nye arealer, nydyrking og omlegging til beite – eller opphør av drift – kan derfor skje uten at det er nødvendig med endret plan etter plan- og bygningsloven.

Det er flere politiske mål som påvirker behovet for arealer i landbruket, og det er flere drivere som virker inn i omdisponeringen av arealer mellom jordbruksformål. På et overordnet nivå kan vi anta at for eksempel sentralisering vil kunne bidra til gjengroing på dyrka mark på arealer ute av drift. Dernest vil urbanisering og mål om fortetting være en driver for at dyrka mark i nærheten av byer/tettsteder omdisponeres til utbyggingsformål.

Omdisponeringene innenfor landbruket som gir størst utslipp av klimagasser er nydyrking av skog/fastmark og myr, omdisponering av skog og myr til landbruksveier og omdisponering av skog til beite.

I tillegg vil all nedbygging av landbruksarealer føre til utslipp av klimagasser. Muligheter for å ta hensyn til dette i arealplanleggingen er diskutert i kapittel 6.3.2 *Omdisponeringer etter plan- og bygningsloven*.

[614] Gundersen, G. I. mfl. (2017). Nedbygging av jordbruksareal – En kartbasert undersøkelse av nedbygging og bruksendringer av jordbruksareal. SSB-rapport 2017/14.

Omdisponering av skog til beite

Omdisponering av skog til beite har utgjort 19 prosent av avskogingen i Norge i perioden 1990-2017 (Figur B 10), tilsvarende et utslipp på totalt 4,2 millioner tonn CO_2-ekvivalenter (8 % av totale utslipp fra avskoging) over hele perioden (Tabell B 5).

Skogeier avgjør selv om skogsmark skal omdisponeres til beite. Det er ingen søknads- eller meldeplikt for å omdisponere skog til beite i dag. Kravet er at det innen 3 år må sannsynliggjøres at beitetrykket er så stort at en unngår naturlig gjengroing. Tradisjonelt utmarksbeite fyller ikke dette kravet, her gjelder foryngelsesplikten.

Å innføre en type melde- eller søknadsplikt ved omdisponering av skog til beite, kan være en mulighet for å få bedre oversikt over omdisponeringen og eventuelt hvor stor andel av trærne som beholdes på arealet. Viktige hensyn som må avveies ved vurdering av et slikt virkemiddel er blant annet den ekstra byrden som pålegges skogeier, økte administrasjonskostnader og kommunens mulighet til å følge det opp.

Det finnes flere økonomiske virkemidler for å fremme beitedrift. Det gis tilskudd til dyr på innmarks- og utmarksbeite gjennom areal- og kulturlandskapstilskuddet, til utvalgte kulturlandskap (både investering gjennom gjerding og drift) gjennom tilskudd per beitedyr, til rydding av gjengrodde arealer og gjerding gjennom spesielle miljøtiltak (SMIL), og det gis beitetilskudd under Regionalt miljøprogram (RMP). Det gis ikke tilskudd til etablering av nytt innmarksbeite.

Ved tildeling av tilskudd til rydding av gjengrodd innmarksbeite (ikke nyetablering) stiller myndighetene krav om at hogstavfallet må ryddes, beitet må gjerdes inn og det må etableres beitearter på minst 50 prosent av arealet.

For at et innmarksbeiteareal skal få årlig driftstilskudd (produksjonstilskudd) så legges det føringer på hvor mye beitearter det må være på arealet, men det gis ingen insentiver til å beholde noe av skogdekket. En justering av disse føringene med sikte på å få inn mer skogdekke vil kunne gi åpning for å ta bedre hensyn til klima når arealer omdisponeres.

Omdisponering til landbruksveier

Basert på Landsskogtakseringen har NIBIO estimert et avskogingsareal i perioden 1990-2015 for omdisponering til skogsbilveier på 8 000 hektar, og omdisponering til traktorveier på 10 000 hektar. Til sammen utgjør dette i underkant av 50 prosent av alle veier gjennom skog i perioden. I tillegg omdisponeres andre arealer til landbruksveier.

Landbruksveier (bilveier og traktorveier i jord- og skogbruk) er i samsvar med arealformålet LNFR (Landbruks-, natur-, frilufts- og reindriftsformål). Bygging av bil- og traktorveier for landbruket er regulert i egen forskrift for landbruksveier med hjemmel i skogbrukslova under Landbruks- og matdepartementet, i tillegg til at søknader for veibygging skal behandles etter prinsippene i naturmangfoldloven. Det er en tilskuddsordning for bygging av skogsveier hjemlet i skogbrukslova, og både nybygging og ombygging av skogsveier er mulig å finansiere gjennom skogsfondsordningen, jamfør Forskrift om skogfond o.a. §§ 11.2 og 11.3.

Skogsveier er en viktig forutsetning for å drive et lønnsomt, men også et klimasmart, skogbruk. Ved å skaffe seg kunnskap om og ta hensyn til hvilke arealer man bruker når man bygger en skogsbilvei, kan man redusere utslipp av klimagasser.

Landbruksveier skal ikke binde sammen to punkter, men skal gi adkomst og tilgang til hele arealet den går igjennom. Derfor er det fokus på å legge landbruksveiene slik at de betjener arealet på en god måte som gir korte transportavstander til veien fra terrenget rundt. For å gi bedre insentiver til å

fokusere på karbonrike arealer ved valg av trase når landbruksveier planlegges, kan man stille tydeligere krav om å hensynta de mest karbonrike arealene for å få støtte. Justeringer i eksisterende virkemidler må imidlertid avveies mot klimagassutslipp for øvrig (fra transport) og konsekvenser for skognæringen.

Nydyrking

Med nydyrking menes fulldyrking og overflatedyrking av jord. Rydding av utmark til innmarksbeite faller ikke inn under definisjonen av nydyrking i forskrift om nydyrking (se Omdisponering av skog til beite over). I klimagassregnskapet regnes fulldyrking og overflatedyrking som arealbruksendringer henholdsvis til arealkategoriene dyrket mark og beite. I perioden 1990-2017 har det samlet blitt omdisponert (nydyrket) et areal på 310 km^2 til dyrket mark og beite (Tabell B 8). Dette har gitt et samlet utslipp av 7,76 millioner tonn CO_2-ekvivalenter.

Nydyrking bør sees i sammenheng med endringer som reduserer arealet av dyrket mark og beite. I samme periode ble 281 km^2 dyrket mark og beite bygget ned (se 6.3.2) og 203 km^2 har blitt skog, hovedsakelig ved gjengroing. Arealet med dyrket mark og beite totalt er derfor synkende.

Tabell B 8. Sammenstilling av arealomfang og utslipp relatert til nydyrking i perioden 1990-2017 (uttrekk fra Figur B 10 og Tabell B 5). Rydding av utmark til innmarksbeite vil regnes som en arealbruksendring fra skog til beite i klimagassregnskapet og er derfor ikke inkludert i tabellen under. Kilde: Miljødirektoratet mfl. (2019)[615].

	Dyrket mark/Fulldyrket jord		Beite/Overflatedyrket jord	
Nydyrket arealkategori	**Areal (km2)**	**Utslipp (millioner tonn CO2ekv)**	**Areal (km2)**	**Utslipp (millioner tonn CO2ekv)**
Skog	213	5,86	-	-
Beite	28	0,59	-	-
Utbygd areal	16	- 0,08	11	- 0,02
Vann og myr	36	1,34	6	0,07
Sum	**293**	**7,71**	**17**	**0,05**

De siste ti årene har det vært gitt tillatelse til nydyrking av 184 705 dekar (184,7 km^2) i Norge (KOSTRA). Antall dekar godkjent for nydyrking har vært økende siden KOSTRA-registreringen startet i 2005. I 2018 ble 24 855 dekar godkjent for nydyrking, noe som er over 10 000 dekar mer enn i 2008. Det rapporteres ikke i KOSTRA over hvor mye eller hvilken type areal som faktisk dyrkes opp.

Søknader behandles etter forskrift om nydyrking. Formålet med forskriften er å sikre at nydyrking skjer på en måte som tar hensyn til natur- og kulturlandskap samtidig som det legges vekt på driftsmessig gode løsninger. Kommunen kan gi avslag på søknader når nydyrking vil gi for store negative konsekvenser for natur- og kulturlandskap. Den årlige avslagsprosenten er lav (2,5 prosent i 2018).

[615] Miljødirektoratet mfl. (2019). Greenhouse Gas Emissions 1990-2017. National Inventory Report. Rapport M-1271|2019.

Hensynet til klima er ikke en del av kommunens saksbehandling etter forskrift om nydyrking per i dag. Stortinget vedtok 24.5.2019 (lovvedtak 53 (2018-2019)) endringer i jordloven for å innta klima som en del av lovhjemmelen for forskrift om nydyrking. Med dette som bakgrunn er forskrift om nydyrking foreslått endret og et forbud mot nydyrking av myr er inntatt. Forslaget har vært på høring og jobbes videre med i regjeringen. Hvor langt forbudet vil gå med tanke på hvilke arealtyper som inkluderes, og hvor vid en eventuell dispensasjonsbestemmelse vil være (for eksempel vurdering av myrdybde), er ikke klart.

Om forbudet utformes slik at det inkluderer arealer som klassifiseres som myr etter en jordsmonnsdefinisjon, dvs. både myr og torvmark, vil det kunne ha større effekt enn hvis bare myr inkluderes. Dette fordi forbudet da også vil inkludere nydyrking av skog på organisk jord[616, 617]. Se kapittel 5.1.7 *Dyrket mark* og tiltaksark J05 i vedlegg I for mer om tiltaket *Stans i nydyrking av myr*.

Endringen i lovgivingen gir en generell tilgang til å begrense nydyrking med det formål å redusere klimagassutslipp, men nevner bare nydyrking av myr spesielt. Det er ikke gjort noen spesielle referanser til nydyrking av andre arealtyper, som for eksempel nydyrking av fastmark (tilsvarende skog på mineraljord i klimagassregnskapet). Det kan vurderes om endringene i jordloven av 24.05.2019 er tilstrekkelig til å også ta hensyn til utslipp av klimagasser fra nydyrking av skog, eller om det vil være behov for en justering i dagens virkemidler dersom man også ønsker å regulere nydyrking av disse arealene. Vurderinger bør gjøres på overordnet nivå, og ses i sammenheng med driverne for disse arealbruksendringene (f or eksempel nedbygging). Eventuelle justeringer må være håndterbare for både næring og forvaltning. Justeringer må også vurderes mot potensielle konsekvenser for matsikkerhet, tilgang til jordressurser, konsekvenser for grunneier, økt administrasjon med mer.

6.3.4 Omdisponeringer tilknyttet nye kraftanlegg

Ny kraftproduksjon og nye kraftledninger krever konsesjon etter energiloven, vannressursloven og vassdragsreguleringsloven, der NVE i hver sak vurderer nytte mot miljøvirkninger og kostnader. Forskrift om konsekvensutredning med hjemmel i PBL kapittel 14 gjelder for alle energianlegg, med NVE som ansvarlig myndighet. Arealbruk tilknyttet nye energianlegg besluttes etter konsesjonslovgivningen og ikke etter plan- og bygningsloven.

Konsesjon kan avslås og det kan settes vilkår for å redusere negative virkninger knyttet til karbonrike arealer. Nye tiltak behandles og gis eventuelt tillatelse etter de nevnte konsesjonslover, men under behandlingen må det tas hensyn til en rekke andre lover avhengig av hva saken berører. Konsesjonsvedtaket følges av en detaljplanprosess som også kan ha betydning for muligheten til å unngå de karbonrike arealene.

Til nå har NVE i konsesjonsbehandlingen etter energiloven og vannressursloven søkt å unngå myr og høybonitet skog ut fra hensyn til visuelle virkninger, biologisk mangfold og skogbruk. Å unngå slike arealer er også forutsatt å ha en positiv klimaeffekt, men slike virkninger er ikke krevd utredet av konsesjonssøker. Klimavirkninger av arealbruk er til nå heller ikke vektlagt som eget tema i konsesjonsavgjørelser.

For å redusere klimavirkninger av arealbruksendringer tilknyttet nye kraftanlegg kan det stilles nye utredningskrav kombinert med justert konsesjonspraksis. Slike endringer kan tas inn i veiledere

[616] 14 prosent av arealet og 25 prosent av utslippet for overganger fra skog til dyrket mark i Tabell B 8.
[617] Arealbruksendringer fra vann og myr til dyrket mark og beite i Tabell B 8.

tilknyttet konsekvensutredning og konsesjonsbehandling, og vil ikke kreve endringer i lover eller forskrifter.

Kraftledninger med tilhørende anlegg

Nye kraftledninger på høyere spenningsnivåer (132-420 kV) vil i stor grad gå gjennom skog. Fordelingen på boniteter til nå er vanskelig å anslå, men den kan tilsvare vanlig bonitetsfordeling i de ulike regioner. Det etableres et ryddebelte på 40 meter der skogen avvirkes og framtidig vegetasjon vil bare være busker og trær som normalt er under 20 år. Myr berøres ikke av ledninger i luft, og mastefester i myr er det lite av. Det bygges i liten grad nye veier for etablering av kraftledninger. I stedet brukes eksisterende veier, terrengkjøretøy og helikopter. Større transformatorstasjoner (10-30 dekar) har i betydelig grad vært etablert på myrer, der det grøftes og mye masse må deponeres. Utbyggere har de senere år vært mer skeptisk til bruk av myr som tomt for transformatorstasjoner på grunn av store kostnader. Denne skepsisen *kan* støttes ved at ulempen ved bygging på myr vektlegges tyngre i konsesjonsbehandlingen.

***Omfang**:* Det har i en periode på 2000-tallet vært etablert mange store ledninger og store trafostasjoner. I 2012 ble det gitt konsesjon til over 1000 km nye kraftledninger. Nå planlegges i hovedsak fornyelser og oppgraderinger innen spenning og linedimensjon. I 2018 ble det bare gitt konsesjon til 100 km nye ledninger. Foreliggende planer og søknader tilsier etablering av i størrelsesorden 100-300 km nye ledninger per år.

Ryddebeltet ved kraftledninger er 40 meter ved 300/420 kV ledninger og 30 meter ved 132 kV. Det har vært utredet å øke ryddebeltet for å redusere skader fra forventet økt vindomfang framover. Hvis dette gjennomføres vil arealbruk per km ledning øke.

Tiltak og virkemidler: Et mål om å unngå alle typer skogsareal når det etableres kraftledninger (eller ved vind- og vannkraft) er ikke realiserbart. Derimot er det noen steder mulig å redusere bruk av høybonitets skog ved å endre traseen. Normalt vil alternativ trase være jordbruksarealer der ledningen ofte vil gå nær boliger, noe en til nå her forsøkt å unngå. Det kan pålegges at konsekvensutredningen skal inneholder analyse av klimavirkninger av arealbruk for de ulike trasealternativer. Det kan også fattes konsesjonsvedtak der klimavirkninger av arealbruk prioriteres på bekostning av andre hensyn som nærføring til bygg og andre visuelle virkninger. Nye krav til utredning og større vektlegging av omdisponeringshensyn vil sannsynligvis ha mest betydning for lokalisering av nye transformatorstasjoner.

I de kommende år vil det etableres mange nye 22 kV distribusjonsledninger for å betjene ladning, transport og andre klimatiltak, men disse ledningene berører i liten grad myr og høybonitet skog. Ofte etableres disse som jordkabel i veggrunn, eller som luftledninger eller jordkabler over jordbruksareal.

Vindkraft

Slik det bygges vindkraft i Norge kreves det erfaringsmessig[618] planområder på 30-35 km^2 per TWh. Det direkte nedbygde arealet er 700-1000 dekar per TWh, tilsvarende 2-4 prosent av planområdet, i hovedsak veinett og oppstillingsplasser. De fleste vindkraftverk (6 TWh i drift og 7 TWh under bygging) er etablert langs kysten på impediment/fjell, med noe lav og middels bonitet skog i tilførselsveiene. De senere år er det etablert enkelte vindparker i skogområder på Østlandet, normalt på åser med noe småskog. Mindre deler av tilførselsveiene berører høyere bonitet.

[618] Miljødirektoratet (2019). Arealbehov (typetall) for landbasert vindkraft i Norge. Notat 1.4.2019

Myr unngås både til oppstillingsplasser og tilførselsveier hvis mulig, primært på grunn av kostnader og biologisk mangfold/visuell effekt. Det er sjelden etablert oppstillingsplasser på myr. Myr vil noen ganger berøres av veier, men dette kan normalt unngås. Områder der myrene vanskelig kan unngås bør kunne avdekkes i konsesjonsbehandlingen og vektlegges der. Framover forventes at en større andel av nye kraftverk bli plassert i skogsområder, men også disse vil i liten grad nedbygge høybonitet skog og myr.

Volumet ny vindkraft er svært usikkert. NVEs siste analyse[619] tilsier 5-15 TWh til 2030 utover det som er under bygging, men utfallsrommet er i realiteten enda større.

Det kan være mulig å unngå nesten all myr og redusere veibygging på høybonitet skog hvis det stilles krav om kartlegging av slike arealer, og dette vektlegges i konsesjonsavgjørelser og etterfølgende detaljplanlegging. Nedbygging av alle typer skogsarealer kan ikke unngås, men lite bruk av høybonitet skog og myr er mulig også ved betydelig vindkraftutbygging.

Vannkraft

Småkraftverk (under 10 MW installert effekt): Ved utbygging av slike trengs areal til rørgater (nedgravde rør fra inntak til kraftstasjon), veier, inntaksanlegg og kraftverkstomt. Inntak og kraftverk krever små arealer, ca. én dekar hver. Veibygging omfatter ofte 1-5 dekar, i noen tilfeller mer. Rørgatetraseen gror til med vegetasjon og busker, men skal holdes fri for større trær. Dette gir i klimasammenheng en permanent omdisponering. Trase til rørgate omfatter gjerne 10 til 50 dekar. Rørgater omfatter alle typer bonitet i skog, mest middels bonitet. Myr berøres sjelden.

Stor vannkraft: For vannkraftanlegg større enn 10 MW er det store forskjeller i arealbruken fra anlegg til anlegg. Arealbrukstypene for småkraft gjelder også her. I tillegg kommer massetipper fra overføringstunneler og dammer. Det er ofte gode muligheter til å begrense inngrepene i karbonrike arealer. Selv om det planlegges svært få større reguleringsmagasin i Norge er det verdt å nevne den internasjonalt store interessen knyttet til klimagassutslipp fra disse. Særlig gjelder dette metanutslipp fra nedbryting av neddemte skogsområder og våtmarker – mest åpenbart i tropiske strøk. Det finnes etter hvert godt belegg for at dette har begrenset relevans for de stort sett høytliggende norske magasinene med minimalt jordsmonn og lave temperaturer. Det negative potensialet i de generelle mekanismene gjør likevel at den normalt gunstige situasjonen under norske forhold, bør dokumenteres for hvert enkelt tilfelle dersom det skal bygges nye slike anlegg i Norge.

Opprustning og utvidelse (OU): Om lag halvparten av anslått ny kraftproduksjon innen denne kategorien er opprustning (tiltak inne i kraftverk eller inne i vannveier) med lite ny arealbruk. Den andre halvparten (utvidelser) innebærer bekkeinntak, borede eller nedgravde overføringsrør og steintipper. Dette kan gi arealbruk som for nye kraftverk.

Ny vannkraft til 2030 er anslått[619] å kunne bli 4 TWh OU, 3 TWh småkraft og 1 TWh større vannkraft.

I søknader som i stor grad berører høybonitet skog vil klimavirkninger være et tema som taler mot å tillate utbygging.

Annen energi

Fjernvarme: Omdisponering av areal omfatter primært bygging av varmesentraler. Disse lokaliseres i tettbebyggelse på regulerte tomter eller på jordbruksareal. Varmerør nedgraves på tomte- eller jordbruksareal og gir ikke omdisponering av areal.

[619] NVE (2019). Kraftproduksjon i Norden til 2040. NVE Rapport 43/2019.

Solkraft: Slik kraftproduksjon etableres primært på hustak uten ekstra arealbruk.

Biokraft: Det er i dag 1 TWh biokraft tilknyttet treforedlingsindustri, uten forventninger om videre vekst.

6.3.5 Konsekvensutredninger tilknyttet karbonvirkninger av arealbruksendringer

Forskrift om konsekvensutredninger (sist endret i 2017) gir bestemmelser om utredning av konsekvenser for planer og tiltak. En konsekvensutredning er først og fremst et beslutningsgrunnlag. Klimagassutslipp er en type påvirkning som både kan utløse konsekvensutredning, og som skal utredes der det er relevant.

I notat fra april 2019[620] har Miljødirektoratet gått igjennom hvordan karbonrike arealer er ivaretatt i regelverket for konsekvensutredninger. Miljødirektoratet ser ikke behov for å endre ordlyden i selve forskriften for å kunne innarbeide karbonrike arealer i konsekvensutredninger.

For å gjennomføre slike vurderinger trengs både en metodikk for å beregne utslipp fra omdisponering av arealer, og grenseverdier for hva som betraktes som vesentlig. For å kunne gradere påvirkningen og sammenligne konsekvenser for klimaet med andre utredningstema, er det en forutsetning at det blir utarbeidet mål eller terskelverdier, for eksempel på hva som vurderes som et lite, middels eller stort klimagassutslipp.

Miljødirektoratet har startet arbeidet med å utvikle ny, sektorovergripende veiledning til utredning av klima- og miljøtema i forskrift om konsekvensutredning etter plan- og bygningsloven. Dette vil omfatte veiledning om hvordan klimagassutslipp skal utredes. I et nytt oppdrag fra Klima- og miljødepartementet skal Miljødirektoratet gi et bedre grunnlag for å sammenligne virkningen for klima med andre utredningstema. Dette vil skje gjennom forslag til grenseverdier for når plikten til å utarbeide konsekvensutredning inntreffer, og for å gradere påvirkning knyttet til klimagassutslipp fra karbonrike arealer.

[620] Miljødirektoratet (2019). Hensyn til karbonrike arealer i styringsdokumenter. Notat 12.04.2019.

7 Usikkerheter

Det er vil alltid være usikkerheter knyttet til muligheter for å øke opptaket eller redusere utslippet i arealbrukssektoren. Dette henger sammen med det lange tidsperspektivet i skogen, og at det kan skje mange endringer i de naturlige forutsetningene i sektoren. I tillegg vil det være usikkerheter både i det historiske klimagassregnskapet og framskrivingene for sektoren, som er utgangspunktet for tiltaksanalyser. Klimagassregnskapet vil likevel ha langt lavere usikkerhet enn framskrivingene og det jobbes kontinuerlig med å gjøre usikkerheten for klimagassregnskapet lavere. For karbonbeholdningen med størst årlig opptak (levende biomasse i skog) er usikkerheten lav. Usikkerheten i framskrivingene forsterkes med et endret klima.

Når det gjelder karbon i skogsjord, har Norges rapportering til klimakonvensjonen og Kyotoprotokollen vært basert på beregninger gjort ved bruk av nedbrytningsmodellen Yasso07. Jordmodellen er utviklet i Finland, og er til nå ikke verifisert for norske geografiske områder med varierende klimatiske forhold, og med hensyn til endringer i karbon som skyldes hogst eller skjøtselstiltak som markberedning, skogplanting og tynning.

I dag er ikke karbon i død ved og jord målt i et omfang som gjør det mulig å basere beregninger på feltdata. For å oppnå et datamateriale med tilstrekkelig kvalitet når det gjelder karbonbinding i jord, vil det være nødvendig å etablere en statistisk representativ utvalgsundersøkelse av jordsmonnet knyttet opp mot Landsskogtakseringen og Arealregnskapet. I tillegg kan digitalisering av gamle myrkart være svært nyttig for å tilgjengeliggjøre kunnskap om myrdybder for bedre analyser av utslipp fra organisk jord.

Det vil i tillegg være viktig å stimulere til forskning som kan bidra til bedre forståelse av karbonsyklusen i jord, både ved ulik skogforvaltning og i jordbruket.

Til tross for usikkerhetene nevnt over har vi på flere områder god eller tilstrekkelig kunnskap til å iverksette tiltak, men det vil uansett være viktig med oppfølging av tiltakene underveis for å kunne sikre måloppnåelse for alle hensyn og justere for oppdatert kunnskap underveis.

Vedlegg
Klimakur 2030

Innhold – Vedlegg Klimakur 2030

Vedlegg I Tiltaksark 4
Tiltaksark: Veitransport 6
T01 Nullvekstmål for personbiltransporten 8
T02 Overføring av gods fra vei til sjø og bane 20
T03 Forbedret logistikk for varebiltransport 30
T04 Forbedret logistikk og økt effektivisering av lastebiler 34
T05 100 % av nye personbiler er elektriske innen utgangen av 2025 40
T06 100 % av nye lette varebiler er elektriske innen utgangen av 2025 48
T07 100 % av nye tyngre varebiler er elektriske innen utgangen av 2030 54
T08 50 % av nye lastebiler er el- eller hydrogenkjøretøy i 2030 60
T09 100 % av nye bybusser er elektriske innen utgangen av 2025 66
T10 75 % av nye langdistansebusser er el- eller hydrogenkjøretøy i 2030 70
T11 45 % av nysalg av motorsykkel (MC) og moped er elektriske i 2030 74
T12 10 % av nye trekkvogner går på biogass i 2030 80
T13 Økt bruk av avansert flytende biodrivstoff i veitransport 84
Tiltaksark: Sjøfart, fiske og havbruk 88
S01 Teknisk-operasjonelle tiltak i sjøfart, fiske og havbruk (energieffektivisering) 90
S02 Fartsreduksjon for fartøy 96
S03 Bruk av avansert biodrivstoff til skipsfart 100
S04 Landstrøm 106
S05 Tiltak på godsskip 110
S06 Tiltak på offshorefartøy 118
S07 Tiltak på fiskefartøy 126
S08 Tiltak på bulkskip 130
S09 Tiltak innen havbruk 138
S10 Tiltak på ferger 142
S11 Tiltak på hurtigbåter 152
S12 Tiltak på cruiseskip 162
S13 Tiltak på andre spesialfartøy 170
Tiltaksark: Ikke-veigående maskiner og annen transport 176
AT01 Forbedret logistikk og økt effektivisering av maskiner på bygge- og anleggsplasser 178
AT02 70 % av nye ikke-veigående maskiner og kjøretøy er elektriske i 2030 184
AT03 Nullutslippsløsninger for jernbane 200
AT04 Elektrifisering av fritidsbåter 204
AT05 Bruk av avansert flytende biodrivstoff i avgiftsfri diesel 210

Tiltaksark: Jordbruk 214
J01 Overgang fra rødt kjøtt til plantebasert kost og fisk 216
J02 Redusert matsvinn 254
J03 Husdyrgjødsel til biogass 276
J04 Diverse gjødseltiltak 286
J04-1 Dekke på gjødsellager – svin 288
J04-2 Miljøvennlig spredning av husdyrgjødsel 292
J04-3 Bedre spredetidspunkt og lagerkapasitet for husdyrgjødsel 298
J04-4 Bedre arealmessig fordeling av husdyrgjødsel 302
J04-5 Presisjonsgjødsling 304
J05 Stans i nydyrking av myr 306
J06 Fangvekster 310
J07 Fôrtiltak, tilsetningsstoffer 316
J08 Fôrtiltak, grovfôrkvalitet 318
J09 Dyrehelse, fruktbarhet og avl 322
J10 Drenering 326
J11 Karbonlagring i biokull 330
J12 Økt beiting for melkeku 336
Tiltaksark: Industri 340
I01 Energieffektivisering i annen industri og bergverk 342
I02 Konvertering til elkraft i annen industri og bergverk 348
I03 Konvertering til biobrensel i annen industri og bergverk 350
I04 Konvertering til fjernvarme i annen industri og bergverk 354
I05 Konvertering til hydrogen i annen industri og bergverk 356
I06 Konvertering til fast biomasse i asfaltindustrien 358
I07 Konvertering i metallurgisk industri 362
I08 Konvertering i kjemisk industri 364
I09 Økt andel trekull i silisiumkarbidindustrien 366
I10 Reduserte lystgassutslipp fra kunstgjødselproduksjon 368
I00 Tiltak ved REC Solar 370
Tiltaksark: Petroleum 372
P01 Økt gjenvinning av metan og NMVOC ved råoljelasting offshore 374
P02 Reduksjon av utslipp av metan og NMVOC fra kaldventilering offshore 378
P03 Reduksjon av utslipp av metan og NMVOC fra petroleumsanlegg på land 382
Tiltaksark: Andre tiltak 386
E04 Erstatte bruk av olje og gass i fjernvarme med fornybar energi 388
O01 Utfasing av mineralolje og gass til byggvarme på byggeplasser 394

O02 Erstatte gassbruk til permanent oppvarming av bygg 402
O03 Forsert utskifting av vedovner 408
E05 Erstatte kullkraft med fornybar energi i Longyearbyen 414
F01 Økt innsamling og destruksjon av brukt HFK 418
E06 Økt utsortering av brukte tekstiler til materialgjenvinning 422
E07 Økt utsortering av plastavfall til materialgjenvinning 426
A01 Økt uttak av metan fra avfallsdeponi 430
Tiltaksark: CCS-tiltak 434
E01 CCS på Oslo Fortum Varme (avfallsforbrenningsanlegg i Oslo) 436
E02 CCS på BIR (avfallsforbrenningsanlegg i Bergen) 438
E03 CCS på avfallsforbrenningsanlegget på Heimdal (Trondheim) 440
Tiltaksark: Skog og annen arealbruk (LULUCF) 442
L01 Skogplanteforedling 444
L02 Riktig treslagsvalg etter hogst 450
L03 Markberedning 452
L04a Plantetetthet: Minimum plantetetthet lik minste lovlige plantetall med det treslaget som gir best produksjon 456
L04b Plantetetthet: Økt plantetetthet til tilrådd plantetall med det treslaget som gir best produksjon 460
L05 Planting av skog på nye arealer 464
L06 Grøfterensk etter hogst 468
L07 Ungskogpleie 472
L08 Tynning 476
L09 Nitrogengjødsling av skog 478
L10 Gjødsling med treaske på torvmark 480
L11 Optimalt hogsttidspunkt 482
L12 Råtebekjempelse 486
L13 Andre risikobegrensende tiltak 488
L14 Utnyttelse av hogstavfall (GROT) 492
Vedlegg II Veileder 496
Vedlegg III Teknisk notat 543

Vedlegg I Tiltaksark

Innhold – Vedlegg I Tiltaksark

Tiltaksark: Veitransport 6
Tiltaksark: Sjøfart, fiske og havbruk 88
Tiltaksark: Ikke-veigående maskiner og annen transport 176
Tiltaksark: Jordbruk 214
Tiltaksark: Industri 340
Tiltaksark: Petroleum 372
Tiltaksark: Andre tiltak 386
Tiltaksark: CCS-tiltak 434
Tiltaksark: Skog og annen arealbruk (LULUCF) 442

Tiltaksark: Veitransport

T01 Nullvekstmål for personbiltransporten

Politisk føring: Strekpunkt 12, side 217 i Nasjonal transportplan (NTP) 2018-2029: Regjeringen vil at persontransportveksten i byområdene skal tas med kollektivtransport, sykkel og gange ("nullvekstmålet").

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Utslippsreduksjon (mill. tonn CO_2-ekv.)	0,038	0,049	0,058	0,066	0,073	0,078	0,083	0,086	0,088	0,089	0,088
Utslippsreduksjon 2021-2030	**0,757 millioner tonn CO_2-ekv.**										
Kostnadskategori	**500-1500 kr/tonn CO_2-ekv.**										

Beskrivelse av tiltaket

Med en forventing om økt befolkning og økonomisk vekst, følger også en forventing om økt persontransport. Nullvekstmålet innebærer at persontransportveksten i byområdene skal tas med kollektivtransport, sykkel og gange, og kan betraktes som en kombinasjon av fire tiltak: å redusere personbiltransport og å fremme hver av de tre alternative transportmåtene gange, sykkel og kollektiv. Dette tiltaksarket fokuserer på klimagasseffekten av tiltaket, men det er viktig å påpeke at det politiske målet har flere formål enn å redusere klimagasser, som effektiv arealbruk, redusere støy og bidra til bedre luftkvalitet og framkommelighet.

Bakgrunn

Byvekstavtaler er regjeringens viktigste grep for å nå målet om at all vekst i persontransporten i de største norske byområdene skal tas med kollektiv, sykkel og gange, det såkalte "nullvekstmålet". I byvekstavtalene koordineres areal- og transportutvikling på tvers av statlig, regionalt og lokalt nivå. Byvekstavtalene framforhandles som nevnt mellom statlig, regionalt og lokalt nivå og er langsiktige avtaler som gjensidig forplikter partene. Siden ansvaret for arealbruk ligger hos kommunene som lokal planmyndighet, er nullvekstmålet avhengig av det lokale nivået for å oppfylles. Samtidig er det lokale nivået avhengig av staten for å få finansiert viktig transportinfrastruktur lokalt. Byvekstavtalene bidrar til å samordne disse behovene.

Dagens virkemidler

Det finnes en rekke virkemidler som påvirker persontransportutviklingen i byene. Areal- og transportplanlegging som reduserer transportbehovet, bompengeordninger, begrensninger i parkeringstilgjengelighet, økte parkeringsavgifter og tilrettelegging for sykkel og gange er noen eksempler. Statlig planretningslinje for samordnet bolig-, areal- og transportplanlegging skal legges til grunn for statlig, regional og kommunal planlegging. Retningslinjen har blant annet som mål at utbyggingsmønster og transportsystem bør redusere transportbehovet og legge til rette for klima- og miljøvennlige transportformer. Også statlige planretningslinjer for klima- og energiplanlegging og klimatilpasning gir en inngang til kommunal planlegging, med mål om reduserte klimagassutslipp fra veitransport. CO_2-avgiften påvirker biltrafikken via prisen på fossilt drivstoff.

Byvekstavtalene er statens viktigste verktøy for å nå nullvekstmålet for persontransport med bil i de største byområdene. Avtalene innebærer en gjensidig forpliktelse mellom staten, fylkeskommuner og kommuner om å følge opp nullvekstmålet. Byvekstavtalen er en politisk avtale som ikke er juridisk bindende. Både avtaleformen og -omfanget er unikt i en internasjonal kontekst. Det er ni byområder som fra statens side er vurdert som aktuelle for byvekstavtaler i forbindelse med Nasjonal transportplan 2018-2029: Trondheimsområdet, Oslo og Akershus, Bergensområdet, Nord-Jæren, Kristiansandsregionen, Nedre Glomma, Grenland, Tromsø og Buskerudbyen. Om lag halvparten av landets befolkning bor i et av disse byområdene.

I første omgang er det Oslo og Akershus, Trondheimsområdet, Bergensområdet og Nord-Jæren som har forhandlet om byvekstavtaler [1]. I Trondheimsområdet er det inngått en reforhandlet byvekstavtale for perioden 2019-2029. I Oslo og Akershus er det framforhandlet en reforhandlet avtale som skal behandles lokalpolitisk før den behandles i regjeringen. I Bergensområdet og på Nord-Jæren pågår det fremdeles reforhandlinger (status per desember 2019).

Opplegget for byvekstavtaler er omtalt i Nasjonal transportplan 2018-2029. Gjennom byvekstavtalene bidrar staten med belønningsmidler og midler til kollektiv-, sykkel- og gangetiltak langs riksvei, statlig delfinansiering av store kollektivprosjekter i de fire største byområdene (50/50-ordningen) og stasjons- og knutepunktutvikling langs jernbanen der det er aktuelt. Kommuner og fylkeskommuner som inngår byvekstavtaler med staten forplikter seg til å gjennomføre tiltak som bygger opp under nullvekstmålet, spesielt på arealsiden. Måloppnåelse skal følges opp i form av rapportering av et felles minimum indikatorsett. Trafikkutviklingen med personbil er den viktigste indikatoren. Det er lagt opp til at byvekstavtalene reforhandles etter hver framleggelse og behandling av Nasjonal transportplan. Reforhandlinger med de fire største byområdene startet våren 2018, på grunnlag av rammene i Meld. St. 33 (2016–2017) Nasjonal transportplan 2018–2029.

Også andre eksisterende virkemidler og tiltak reduserer den relative attraktiviteten til bilbruk sammenlignet med alternative reisemåter. Eksempler er miljøfartsgrenser og økt bruk av lysregulering, som ikke er begrunnet av klimahensyn, men som kan ha betydning for valg av reisemåte.

Kommuner og fylkeskommuner kan søke Miljødirektoratets tilskuddsordning Klimasats om midler til klimavennlig areal- og transportplanlegging og tiltak som bidrar til reduserte klimagassutslipp ved å legge til rette for gange, sykkel og kollektivtransport [2]. Statens vegvesen støtter kommuner og fylkeskommuner med midler til raskere gjennomføring av tiltak som øker framkommeligheten for gående og syklende [3]. Enkelte kommuner har også egne støtteordninger som blant annet brukes til omlegging av personbiltransporten, som Oslo kommunes Klima- og energifond.

Referansebanen og utslippsreduksjonspotensial

Uten tiltak er antall kilometer som kjøres med personbil i Norge forventet å øke med rundt 0,7 prosent per år mellom 2021 og 2030 (referansebanen). Dette er en følge av forventet befolkningsvekst og velstandsøkning. Selv om denne økningen reelt sett vil være noe ulik mellom land og by, og ikke minst ulike kjøretøy, har vi har her antatt en jevn fordeling (se videre beskrivelse av usikkerhet i Tabell T 1).

I tiltaket blir antall personbilkilometer i de store byene holdt fast på 2017-nivå fram mot 2030. I realiteten vil basisåret variere etter hvilket år byvekstavtalene inngås. I beregningene er det tatt utgangspunkt i de ni byområdene som har inngått, eller er pekt på av staten som aktuelle for, byvekstavtaler i forbindelse med Nasjonal transportplan 2018-2019. Med utgangspunkt i transportmodellresultater som er benyttet i kommunal klimagasstatistikk er det lagt til grunn at rundt 46 prosent av personbilkilometerne i Norge kjøres i kommunene som utgjør de aktuelle byområdene [1].

I byvekstavtaler gjelder nullvekstmålet hele byområdet sett under ett. I byområder som er berørt av kommunesammenslåingen som følge av kommune- og regionreformen vil nullvekstmålet gjelde innenfor de administrative kommunegrensene som eksisterer fram til sammenslåingen trer i kraft 1.1.2020. For å tilrettelegge for et godt tjenestetilbud og gunstige rammebetingelser for næringslivet utelates gjennomfartstrafikk, transport knyttet til offentlig og privat tjenesteyting, varetransport og godstransport fra nullvekstmålet. Vår analyse tar ikke hensyn til at en liten andel av personbiltrafikken i avtaleområdene vil være gjennomfartstrafikk, men denne andelen vurderes til å være lav. Bakgrunnen for dette er at gjennomfartstrafikk innenfor en enkelt stor kommune typisk er i størrelsesorden 10–15 prosent [4], og at en andel av denne gjennomgangstrafikken vil være interntrafikk når man analyserer et større geografisk område, slik som byvekstområder.

I modellering av tiltaket er det antatt at null vekst i personbiltransport ikke fører til økt trafikkarbeid i kollektivsektoren. Det er for eksempel ikke lagt inn CO_2-utslipp fra økt kollektivtransport selv om mange byvekstavtaler i stor grad satser på å øke kollektivtransporten. I praksis betyr dette at tiltaket forutsetter at det skjer

en overgang til gange, sykkel og kollektivtransport som benytter nullutslippsteknologi eller til kollektivtransport eller personbiler som uansett kjører (utnytter ledig kapasitet) - eller at reiser ikke gjøres. Antar man at den økte kollektivsatsningen er utslippsfri, vil ikke denne forenklingen ha store konsekvenser for utslipp. Et eventuelt økt energibehov i kollektivtransporten som følge av tiltaket er ikke tatt hensyn til og vil utgjøre en liten andel sammenlignet med tiltak T09 *100 prosent av nye bybusser er elektriske i 2025*. Reduksjonen i trafikkarbeidet er lagt inn som en reduksjon i antall kjørte kilometer per kjøretøy, og ikke en reduksjon i bilbestanden.

Dette tiltaket har potensial til å bli større i omfang og utslippsreduksjoner. Mens staten har pekt på ni byområder som aktuelle for byvekstavtaler i forbindelse med Nasjonal transportplan 2018-2029, ønsker også andre middels store byområder adgang til å forhandle med staten om slike avtaler. I tillegg har noen bykommuner ambisjoner om å redusere personbiltransporten innen 2030 (Bergen 20 %, Oslo 33 % og Arendal 20 %) som tiltak i lokale klimaplaner. De lokale målene om reduksjon vil kreve omfattende bruk av virkemidler og er svært ambisiøse, men vil ha stor påvirkning på utslippsreduksjonspotensialet i persontransporten. Dersom Bergen, Oslo og Arendal skulle oppnå sine mål, vil det etter våre beregninger utgjøre et like stort tiltak som hele nullvekstmålet.

Tiltakskostnad

Nullvekstmålet er utfordrende å plassere i en kostnadskategori fordi det består av en rekke tiltak som skal virke sammen, med potensielt svært varierende kostnader. Hvilke nytteeffekter som realiseres er avhengig av hvilke transportmidler som erstatter personbiltransport, fordelingen mellom kollektiv, sykkel og gange, og hvilke virkemidler som benyttes. Sammensetningen av tiltaket vil også påvirke utslippsreduksjonspotensialet, og dermed også tiltakskostnaden. Uavhengig av virkemiddelbruken vil det påløpe kostnader ved tiltaket, men størrelsen på disse vil variere med implementeringen. Ved overgang til kollektivtransport vil det være nødvendig med investeringer i infrastruktur for å tåle trafikkveksten, og driftskostnadene til kollektivtransport forventes å øke som følge av økt tilbud.

Tiltaket vil kunne øke kostnadene for enkelte aktører. Dersom trafikkveksten i kollektivtransporten vokser raskere enn kapasiteten, eller kollektivkapasiteten holdes konstant, vil passasjerene oppleve utfordringer knyttet til økt passasjerbelegg, herunder redusert komfort om bord (økt trengsel). I tillegg er det påregnelig med forsinkelser på grunn av liten kapasitet, noe som medfører tidskostnader for passasjerene. Dersom passasjerene ellers ville reist med privatbil, vil mange oppleve tidskostnader ved overgang til kollektivtransport, gange eller sykkel, fordi transport med disse alternativene ofte tar lengre tid enn med bil. Overgang til sykkel vil kunne gi en økning i ulykker for denne trafikantgruppen.

Tiltaket kan også innebære at noen personer vil velge å avstå enkelte reiser de ellers ville gjennomført med bil. Dette har en kostnad i form av redusert nytte for de reisende: Når de ikke kan reise slik de i utgangspunktet ønsket, tapes nytten de ville opplevd dersom de reiste (bortfalt konsumentoverskudd - et samfunnsøkonomisk dødvekttap).

Tiltaket vil ha positive effekter utenom klima, herunder unngått utbygging av infrastruktur til bil, forbedret luftkvalitet, redusert støy, færre ulykker, økt fysisk aktivitet. Økt kollektivtransport, sykkel og gange kan frigjøre kapasitet på veiene og avhjelpe kø-problematikk for de gjenværende bilistene, og redusere tidskostnadene til denne gruppen. Redusert kø-problematikk vil igjen bidra til reduserte utslipp. Dersom tiltaket gir forbedringer i kollektivtransporten, vil dette ha en betydning også for de som allerede reiser kollektivt i dag. De eksisterende reisende vil også oppleve positive effekter av for eksempel økt rutetilbud og hyppigere avganger. Avhengig av om økt kapasitet holder tritt med økt bruk, vil det påvirke komfortnivået. Reduksjoner i reise- og ventetider vil gi reduserte tidskostnader, også for de som allerede reiser kollektivt i dag. Disse effektene vil kunne kompensere for deler av kostnadene ved klimatiltaket.

I Byutredningene [5] trekkes det særlig fram de positive virkningene nullvekstmålet har på helseeffekter, som følge av økt sykkel og gange. Gitt ulike valg av tiltak- og virkemiddelutforming (bompenger, parkeringsrestriksjoner, restriktive arealtiltak, tilrettelegging for gående, syklende og kollektiv) kan kostnadene ved å gjennomføre tiltaket være høye eller lave, ettersom de har ulik samfunnsøkonomisk total nytteeffekt. Ved å legge vekt på tiltak og virkemidler som både støtter opp under både klima- og folkehelsemål vil tiltaket være mest samfunnsøkonomisk

lønnsomt. Transportmodellering [6] har for eksempel vist at veiprising alene, i stor grad gir overgang til kollektivtransport, og dermed ikke utløser de største positive helseeffektene knyttet til økt fysisk aktivitet gjennom sykling og gange. Dette kan – ut fra et folkehelseperspektiv - tale for supplerende virkemiddelbruk.

Samfunnsøkonomien i nullvekstmålet er et krevende tema. Det er flere faktorer som går i ulik retning når det gjelder hvorvidt tiltakene er samfunnsøkonomisk lønnsomme. Et eventuelt redusert behov for økt vegkapasitet kan være et argument for at totalkostnaden for nullvekstmålet er lav, samtidig som det kan argumenteres med at enkelte kollektiv- og sykkelanlegg er kostbare i forhold til utslippsreduksjonseffekten fra nullvekstmålet. Hvordan tiltakene finansieres (for eksempel grad av trafikantbetaling) vil også ha stor innvirkning på den samfunnsøkonomiske effekten.

Vi har plassert nullvekstmålet i kostnadskategori 2, 500-1500 kr/tonn.

Dette er mer konservativt enn flere utredninger som indikerer at det kan være samfunnsøkonomisk gunstig å ta unna transportveksten med kollektivtransport, sykling og gange (blant annet Konseptvalgutredning (KVU) for Oslo-Navet [7], Urbanet Analyse [8]). I forbindelse med byutredningene er det gjennomført samfunnsøkonomiske analyser av ulike virkemiddelpakker for å nå nullvekstmålet. Beregningene har usikkerhet både knyttet til den transportmessige effekten av tiltakene, men også kostnadssiden ved tiltakene. Modellsystemene fanger ikke godt nok opp ulykkesvirkningene av gang- og sykkelreiser som kan få en økning med nullvekstmålet. Helseeffekten av gående og syklende utgjør en stor komponent i de samfunnsøkonomiske beregningene i 2017, og denne er noe redusert i beregningene som er gjort til Nasjonal transportplan i 2019. For beregning av tilbudsforbedringer for kollektivsystemet er det svakheter knyttet til å få beregnet inn alle kostnader som gjelder tilbudsforbedringen. Beregningene av kostnader ved endret arealbruk/fortettingseffekter/verdiøkning er ikke ivaretatt i transportmodellene. På grunnlag av denne usikkerheten er nullvekstmålet plassert i kostnadskategorien 500-1500 kr/tonn.

I byutredningene er alle vei- og baneprosjekter som har fått statlige midler i perioden 2018-2023 og prosjekter i vedtatt konsept i by-KVUene inkludert i referansebanen. I tillegg er verken kostnadene eller effekten av arealtiltakene (fortetting) inkludert i det samfunnsøkonomiske regnestykket. Resultatene kan derfor ikke benyttes for å begrunne at nullvekstmålet er samfunnsøkonomisk lønnsomt og har lav kostnad.

Urbanet Analyse [8] påpeker at det vil være kostbart å gjennomføre tiltakene for nullvekst, men at alternativet - bilbasert transportvekst - vil være enda mer kostbart for samfunnet. Det er likevel viktig å merke seg at dette ikke vil være riktig for alle byer, og at de reelle kostnadene vil avhenge av hvilke tiltak som blir gjennomført for å oppnå målet, hvilke lokaliteter de innføres på, og av forutsetningene som ligger til grunn for nytte-/kostnadsberegningene. Kvalitetssikringen av konseptvalget (KS1) [9] for KVU for Oslo-Navet fant negativ netto nytte av tiltakene som ble beregnet å være lønnsomme i KVU-arbeidet ved endring av analyseperioden i tråd med føringer fra Finansdepartementet. I tillegg er det sannsynlig at det i større grad er lønnsomt med overgang til kollektivtransport i bynære strøk med stor befolkningstetthet, enn i områder med spredt bebyggelse og store avstander.

Usikkerhet

Tabell T 1. Usikkerhetsvurdering i utslippspotensialet

Type usikkerhet	Forklaring	Sensitivitet/usikkerhet
Referansebane	Uten tiltak er antall kilometer som kjøres med personbil i Norge forventet å øke med 0,7 % per år mellom 2016 og 2030 (referansebane). Dette er en følge av forventet befolkningsvekst og velstandsøkning. Referansebanen forutsetter også en vekst i elbilsalget fra 50 % i 2020 til 75 % i 2030. I referansebanen er det ingen geografisk fordeling av elbilsalg eller antakelser om ulik vekst i personbilkm mellom by og land.	Liten – og kan både redusere og økte utslippspotensialet. Utslippspotensialet øker dersom antall kjørte kilometer stiger mer enn i referansebanen. Ytterligere vekst i elbilsalget utover referansebanen vil redusere utslippspotensialet. En fortsatt ujevn fordeling av salg av elbiler mellom by og land vil også kunne redusere utslippspotensialet. Urbanisering vil kunne øke utslippspotensialet.
Utslippspotensial – antakelse om jevn fordeling av vekst for hele bilparken	Dersom veksten i persontransport er større for elbiler enn fossile biler i hele perioden, vil utslippspotensialet reduseres noe, og mer utover i tiltakets levetid. Viktig å merke seg at tregheten i utskifting i bilpark gjør at andelen fossilbil vil være stor gjennom hele perioden.	Liten- vil redusere antatt utslippspotensial.
Utslippspotensial – antakelse om jevn vekst i hele landet	Nybilsalget av elbiler er i dag større i byområder med nullvekstmål enn ellers i landet, men dette vil trolig jevnes mer ut utover i perioden, ref. vedlegg III teknisk notat elbiler. Vi legger til grunn at 46 % av persontransporten skjer i de ni byområdene gjennom hele perioden. Gitt fortsatt befolkningsvekst, spesielt i byer, vil dette tallet reelt sett øke.	Liten – kan både øke og redusere antatt utslippspotensial.
Utslippspotensial - Startpunkt/innfasing/måloppnåelse	I dag satses det i hovedsak på byvekstavtaler for å utløse tiltaket. Det knyttes usikkerhet til avtalenes utforming og oppstartsår i flere av byområdene og det er ikke gitt at de blir tilstrekkelige til å utløse tiltaket.	Middels - kan både redusere og øke utslippspotensialet. Tiltaket kan ha senere innfasing – eller ikke tilstrekkelige virkemidler til å holde nullvekst. Samtidig kan enkelte byområder ende med å overoppfylle målet.
Utslippspotensial – Antall byområder med byvekstavtaler	Ni byområder er valgt ut i forbindelse med NTP 2018-2029. Flere andre middels store byområder ønsker også adgang til å forhandle med staten om slike avtaler. I tillegg har noen bykommuner ambisjoner om å redusere personbiltransporten innen 2030 (Bergen 20 %, Oslo 33 % og Arendal 20 %) som tiltak i lokale klimaplaner.	Middels- kan øke utslippspotensialet betraktelig. Dersom alle ni byområder holder nullvekstmål, ytterligere byområder kommer til og ambisiøse byer klarer reduksjonsmål, vil dette tiltaket ha opp mot dobbel utslippseffekt.
Rekkefølge på tiltak i beregningene – overlappsbetraktninger	Dersom en legger til grunn at T05 - 100 % elektrifisering av nybilsalg i 2025 – gjennomføres, vil en få redusert effekt av tiltaket.	Liten, kjørt sensitivitet og har mindre enn 10 % utslag.

Barrierer – enkeltpersoner

Kostnader

De viktigste barrierene for enkeltpersonen ved redusert biltransport og overgang til kollektivtransport, sykkel eller gange er knyttet til tids- og ulempekostnader[1] fordi biltransport i de fleste tilfeller går raskere enn alternativene. Sammenlignet med alternativene er personbil i dag forbundet med tidsbesparelse som verdsettes høyt, blant annet for å få hverdagen til å gå opp mellom arbeid, skole/barnehage og fritidsaktiviteter. I tillegg har bilen fordeler knyttet til transport av for eksempel varer eller barn, og det vil være en ulempekostnad knyttet til å bruke andre transportmidler til slik transport.

Sammenlignet med bilen er det flere faktorer tilknyttet **kollektivtransport** som påvirker tidskostnadene til de reisende, både om bord i og utenom selve transportmiddelet. Kollektivtransporten har gjerne lavere hastighet enn bilen eller følger mindre direkte rute mellom start og sluttpunkt for den reisende. I tillegg kan ønsket destinasjon og tilgjengelig rute samsvare dårlig og bytte av transportmiddel underveis er nødvendig, eller en må bruke tid på annen transport til og fra holdeplassene i hver ende av kollektivreisen. Avgangsfrekvensen og forsinkelser vil påvirke tidsbruken utenfor transportmiddelet. Lavfrekvente avganger gir stor risiko for tidstap, dersom den reisende mister en avgang, og kan medføre større tidsbuffere i begynnelsen av reisen for å være sikker på å rekke avgangen. Usikkerhet rundt forsinkelser kan gjøre at de reisende legger inn større tidsbuffere enn det som vanligvis er nødvendig, at de kommer forsinket fram til destinasjonen, eller at de velger et annet transportmiddel for å unngå problemet. Uventede forsinkelser er vanskelige å planlegge seg ut av, og Urbanet Analyse [10] legger til grunn en høyere tidskostnad ved uforutsette forsinkelser, enn ved planlagte forsinkelser for eksempel knyttet til vedlikeholdsarbeid.

Ved **sykkel og gange** vil tidskostnadene for den reisende gjerne komme av at framkomstmiddelet er langsommere enn bilen i bruk. Utilstrekkelig infrastruktur for sykkel og gange kan gi lav framkommelighet, og øke tidsbruken. Ved korte reiser er forskjellen i tidsbruk mellom bil og sykkel/gange mindre enn ved lange reiser. Sykkel og gange medfører tidskostnader sammenlignet med bil, særlig i arealer som er godt tilrettelagt for bil og som tar unna rushtrafikken uten nevneverdig kødannelse. For korte reiser og på arealer som er lite tilrettelagt for biltrafikk kan sykkel og gange ha lavere tidskostnader enn bil.

For bil vil det være tidskostnader knyttet direkte til reisetid, men også til køkjøring. Andre relevante tidskostnader kan være letetid for parkering og usikkerhet rundt parkeringssituasjonen (ulempekostnad). Nullvekstmålet vil være en fordel for både næringstransport og persontransport som fortsatt kjører bil - fordi det vil gi redusert kø, økt framkommelighet på veiene og derigjennom lavere tidskostnad for de som velger bil.

En stor del av kostnadene ved bilbruk er knyttet til investeringskostnaden ved bilen. Gitt at den reisende allerede eier bilen, kan kostnadene ved biltransport derfor være relativt lave, sammenlignet med kostnadene til kollektivtransport.

Andre barrierer – trygghet og komfort

For overgang fra personbil til **sykkel og gange** kan muligheten for trafikkulykker og opplevelsen av trygghet og komfort underveis være viktige barrierer. Nærhet til motorisert trafikk, dårlig lys, lite egnede traseer og utfordrende føreforhold vil forsterke disse barrierene.

Ved overgang fra personbil til **kollektivtransport** kan de reisende oppleve trengsel om bord eller uønsket interaksjon med andre reisende. Trengsel gir dårligere tilgang på sitteplasser, og kan gjøre det nødvendig å sitte på lite egnede

[1] Ulempekostnader kan oppstå dersom en forbruker "tvinges" til å bruke et alternativ som ikke har de samme kvalitetene som det som byttes ut. Dersom overgangen innebærer at forbrukeren må oppgi positive kvaliteter utgjør dette en ulempekostnad for forbrukeren. I dette tilfellet vil kostnaden være knyttet til andre egenskaper ved substituttet (kollektivtransport, sykkel og gange) sammenliknet med det som byttes ut (personbil), for eksempel redusert mulighet til å transportere store ting eller å reise i en privat sfære.

plasser eller å stå om bord. De positive sidene ved kollektivreiser, som for eksempel muligheten til å lese eller jobbe underveis, vil reduseres dersom det er plassbegrensninger om bord.

Infrastruktur

Infrastrukturbarrierene vil i stor grad overlappe med, eller være bakenforliggende årsak til, tidskostnadene de reisende opplever. I mange tilfeller vil infrastrukturen være bestemmende for om bilen har et tidsmessig overtak på kollektivtransport, sykkel og gange eller ikke. Hvilke infrastrukturbarrierer som er mest vesentlige er vanskelig å anslå, fordi det vil være situasjonsavhengig og variere både mellom byer og innad i hver by. Vi har derfor kun listet opp et begrenset antall slike barrierer under.

Det kan for eksempel dreie seg om:

- Lite sammenhengende eller lite direkte traseer for kollektivtransport eller sykkel som gjør at den reisende må bytte transportmiddel underveis eller velge en lang rute for å nå reisemålet. Her kan gode kollektivknutepunkter bidra. Dersom en har lite utviklede kollektivknutepunkter blir det omstendelig å bytte transportmiddel underveis. Her kan manglende parkeringsmulighet for sykkel eller geografisk spredning av de ulike transportmidlene, være eksempler på kilder til frustrasjon for de reisende
- Manglende tilrettelagt infrastruktur for buss eller tog kan gi mangel på framkommelighet og kø, og kan gi økt reisetid for kollektivtrafikk på vei
- Begrenset mulighet til å krysse bilveier gir barriereeffekter og hindrer framkommeligheten for sykkel og gange.
- Gang- og sykkelveier uten tilstrekkelig belysning kan øke risikoen for ulykker og gi lav trygghetsfølelse for de reisende, særlig i årets mørke perioder. Nærhet til biltrafikk kan øke både risiko og utrygghet ytterligere.
- Manglende innfartsparkeringer gjør det vanskelig å sette fra seg bilen utenfor byområdet, for å ta den siste delen av reisen med kollektivtransport

Atferd

Det er flere mulige atferdsbarrierer knyttet til persontransport, hvor vaner er en av de sentrale. Bileiere og -brukere kan ha en motstand mot endringer, for eksempel på grunn av et status-quo bias. Et slikt bias innebærer at avvik fra nåværende atferd oppfattes som en ulempe og opprettholdes, til tross for at avvik fra nåværende atferd rasjonelt sett vil være et bedre alternativ. Dette innebærer at den reisende, til tross for at en overgang til sykkel, gange eller kollektivtransport, objektivt sett vil lønne seg for vedkommende, fortsetter å bruke bilen på grunn av en oppfatning om at fortsatt bilbruk er lønnsomt, mer effektivt eller mer komfortabelt.

En annen årsak til motstand mot endringer kan være at en reisende som vurderer ulike former for transport, har inntrykk av at biltransport har færre ulemper enn det har, eller at barrierene ved kollektivtransporten er større enn de i virkeligheten er. For eksempel kan en oppfatning av at "kollektivtransport er alltid forsinket" være en stor barriere for å bytte transportmiddel, selv om oppfatningen ikke nødvendigvis stemmer. Samtidig kan ulempene knyttet til biltransport, for eksempel tidsbruk ved kø, investeringskostnader eller mindre mulighet for å bruke reisetiden produktivt underveis, være noe den reisende ikke er klar over uten å ha prøvd alternativet. For en bileier kan kostnadene ved bilbruk være relativt usynlige, sammenlignet med de direkte kostnadene til kollektivtransport som reflekteres i billettprisen for hver reise. Dette kan gi en oppfatning av at kostnadene ved å bruke kollektivtransport er høyere enn de egentlig er, og/eller at kostandene ved bilbruk er lavere enn de egentlig er.

En barriere for overgang til gange og sykkel kan være at de reisende ikke tar inn over seg, eller er klar over, de positive helseeffektene ved denne typen transport. For transportetatenes analyser anbefales en helsegevinst på 24,91 kroner og 15,38 kroner ved henholdsvis en kilometer gange og sykling [11].

Regulering

Regulatoriske barrierer vil neppe være avgjørende for den enkelte reisende, men kan bidra til å redusere framkommelighet spesielt for syklister. Enveiskjørte gater og sykkelrestriksjoner kan hindre framkommelighet for syklister og øke tids-, atferds- og infrastrukturbarrierer.

Det kan tenkes at enda flere ville kjøpt elsykkel, dersom de lovlig kunne ha høyere effekt eller først koblet ut motoren ved en høyere hastighet. Det virker imidlertid påregnelig at dette er lite relevant for gjennomsnittsbilisten, og vil i tillegg kunne gi økt ulykkesfrekvens med større konsekvenser per ulykke.

Mulige virkemidler for å redusere enkeltpersonens barrierer

Generelt sett vil virkemidlene søke å gjøre alternativene til bil, herunder kollektivtransport, sykkel/gange eller ikke-transport, attraktive sammenlignet med bilen. Dette kan oppnås enten ved å gjøre bilen mindre attraktiv enn den er i dag eller ved å gjøre alternativene til bilen mer attraktive enn de er i dag, eller begge deler.

Mulige virkemidler for å nå nullvekstmålet er mange og de er godt beskrevet tidligere av andre aktører, og vi har derfor ikke prioritert å gå detaljert inn på dem i Klimakur 2030. Vi henviser til beskrivelsene av ulike virkemidler og virkningene av dem i "Tiltakskatalog for transport og miljø" på tiltak.no der Transportøkonomisk institutt har redaktøransvaret. I Byutredningene belyses i tillegg by- og områdespesifikke utfordringer og virkemidler, i tillegg til i kommunenes egne klima- og energiplaner.

Vi gir her en overordnet beskrivelse av mulige virkemidler, og henviser til de overnevnte kilder for detaljerte utredninger og gjennomganger, der de ulike virkemidlene belyses i detalj.

Virkemidler for å redusere kostnadsbarriere:

De viktigste barrierene for overgang fra biltransport til andre transportmidler for enkeltpersonen handler om **tids- og ulempekostnader**. For å redusere barrierene må persontransport med bil relativt sett ta mer tid og/eller koste mer, mens kollektivtransport, sykkel og gange og kombinasjonen av dem må bli rimeligere og/eller mer effektive. Dette kan innebære i større grad å synliggjøre kostnaden både ved å eie bil og kostnaden ved hver enkelt reise.

For å begrense nybilsalget kan engangsavgiften på bil økes, slik at det blir mindre attraktivt å anskaffe nye biler. Dette virkemiddelet vil imidlertid ikke treffe den eksisterende bilparken eller bidra til redusert bilbruk etter at bilen er anskaffet. Avgiften kan være mer treffende i sammenheng med virkemidler som fremmer alternative transportløsninger.

For å redusere bruk av eksisterende og framtidig bilpark, er tiltak som øker kostnadene ved bilkjøring relevante. Økning i drivstoffavgiftene, herunder CO_2-avgiften, vil gjøre biltransport mer kostbart og redusere etterspørselen. En generell økning i avgiftsnivået på drivstoff vil, avhengig av virkemiddelutformingen, også kunne treffe deler av kollektivtransporten, forutsatt at den ikke allerede er fossilfri. Drivstofforbruket per passasjerkilometer er imidlertid lavere ved kollektivtransport, så det er påregnelig at kostnaden for de reisende ikke vil øke like mye i kollektivtransport som personbiltransport, som følge av en avgiftsendring.

Ulike former for veiprising vil også kunne bidra til å øke kostnadene ved personbiltransport. Bompenger vil øke kostnaden ved biltransport og dermed gi insentiver til å benytte andre transportformer eller å avstå fra å reise. Gitt at personvernutfordringene er løsbare kan dynamisk veiprising basert på GPS for eksempel ta hensyn til sted, tid på døgnet og trafikkmengde i prisingen. Et slikt virkemiddel har fordelen at det kan virke sterkest i områder, og på tidspunkt, der behovet for trafikkreduksjon er størst. Et annet virkemiddel som kan øke tids- og ulempekostnaden ved bruk av bil, er regulering av parkering gjennom økt pris eller redusert tilgjengelighet.

Virkemidler som øker effektivitet og framkommelighet for alternative transportformer er relevante både for å redusere **infrastrukturbarrierer og tidskostnader** for de reisende. Økte bevilgninger til utbygging, forbedring og vedlikehold, prioritering av kollektivtransport, sykkel og gange i arealplanleggingen, herunder innfartsparkeringer, sykkelparkeringer og kollektivknutepunkter og nedprioritering eller prising av infrastruktur for bil, er eksempler på virkemidler som kan gjøre kollektivtransport, sykkel og gange mer konkurransedyktige mot bilen. Prioritering av kjørefelt til kollektivtransport, kan for eksempel øke framkommeligheten for buss, samtidig som framkommeligheten for bil reduseres. Gjennom arealplanleggingen skal kommunene ha en restriktiv tilnærming til etablering av nye bilbaserte bolig-/næringsområder og så langt mulig etterstrebe at eksisterende bilbaserte områder tilknyttes kollektivnettet. I tillegg kan enveiskjøring, lyskryss og tilsvarende tiltak gjøre at bilen ikke oppfattes som et attraktivt framkomstmiddel i bysentrum. Som et alternativ til transport med kollektivtransport, sykkel og gange kan det også

legges opp til at det skal være et alternativ å la være å reise, for eksempel gjennom tilrettelegging for hjemmekontor. Andre aktuelle virkemidler for å gjøre kollektivtransport mer attraktiv er hyppigere avganger og økt dekning.

Jernbanedirektoratet har utredet forbedring av togtilbudet på Østlandet ved omlegging til "Rutemodell 2027" (R2027). En rutemodell beskriver et framtidig togtilbud og benyttes til planlegging av togtilbud på mellomlang sikt, dvs. 4-15 år fram i tid. Ruteomleggingen muliggjøres av en kombinasjon av infrastrukturtiltak, kjøretøy og avtaler med operatører. R2027 innebærer innføring av en ny rutemodell på Østlandet, inklusiv nytt hovedgrep for togtrafikken i og gjennom Oslo, og videre tilbudsforbedringer til Østfoldbanen og Vestfoldbanen. Tilbudet forutsetter økning i transportkapasiteten i rush gjennom doble sett i totimers rush på hele Østlandet unntatt Gjøvikbanen, samt triple sett i rush på IC-togene på Østfoldbanen. Rutemodell 2027 er beregnet av Jernbanedirektoratet til å gi en netto samfunnsøkonomisk gevinst og overføring av persontransport fra vei til jernbane.

Virkemidler som bidrar til å øke komfort og trygghet ved de alternative framkomstmidlene, kan videre bidra til å senke ulempekostnadene ved å benytte kollektivtransport, sykkel eller gange som transportform. En kombinasjon av areal- og transportplanlegging og investeringer i infrastruktur som legger til rette for reiser som ikke krever biltransport, vil være relevant. Eksempler på investeringer som vil kunne avhjelpe barrierene kan være god gatebelysning, gang-/sykkelveier adskilt fra biltrafikk, høyfrekvent og direkte kollektivtransporttilbud, god kapasitet og oppdatert materiell i kollektivtransporten.

Reduserte takster kan også øke belegget i kollektivtransporten. Ved å redusere takstene vil imidlertid den generelle etterspørselen etter kollektivtransport øke, og det vil ikke nødvendigvis være tidligere bilister som bidrar mest til kollektivtransportveksten. Rimeligere kollektivtransport senker terskelen for bruk, også for de som sykler og går i dag, og kan dermed bidra til å redusere transport med sykkel og gange.

Virkemidler for å redusere atferdsbarrierer:

Informasjonsvirkemidler i form av informasjon om og mulighet til å teste alternativer kan avhjelpe motstand mot endringer, for eksempel forårsaket av et status-quo bias. Tanken om at personbilen er mer effektiv og mer komfortabel er i flere tilfeller ikke reell, og synliggjøring av alternativene og de positive siden ved dem, kan bidra til å endre disse oppfatningene. Her kan for eksempel mobilitetsrådgivning bidra til at enkeltpersoner reiser på nye måter. Informasjon om helseeffektene ved å erstatte personbilen med sykkel og gange kan også virke motiverende for de reisende. Videre kan en bedre synliggjøring av både interne og eksterne kostnader ved bilbruk bidra til å øke bevisstheten om valg av transportmiddel.

Barrierer med kommunen som utgangspunkt

Kostnader

Det vil være kostbart å investere i kollektivtilbud og infrastruktur for gange og sykkel, i et omfang som kan håndtere den stipulerte transportveksten på en tilfredsstillende måte. For kommuner er manglende midler til utvidelse og utbygging av nødvendig infrastruktur en vesentlig barriere for nå nullvekstmålet. Kommuner uten byvekstavtaler må i større grad bære kostnadene selv, ettersom de ikke har tilgang til de statlige bidragene som følger med byvekstavtalene. I de byene der jernbanetilbudet er sentralt, er byene avhengig av at staten investerer i og utvikler jernbanen.

Flere kommuner melder også om at investeringer i kollektivinfrastruktur i liten grad følges opp med midler til drift av kollektivtrafikk.

Regulering og administrative barrierer

Koordinering av transport- og arealplanlegging krever samordning på tvers av forvaltningsnivåer og sektormyndigheter. Byvekstavtalene bidrar til å samordne ulike aktører i dette, mens byer og byområder som står utenfor byvekstavtalene ikke har tilgang til dette virkemiddelet. Kommunen er ikke alene om transportplanleggingen, slik at statlig utbygging av europa- eller riksvei i kommunen eksempelvis kan gi i en kapasitetsøkning som gir trafikkvekst i strid med nullvekstmålet. Tilsvarende kan et manglede togtilbud for

persontrafikk (stat) eller øvrig kollektivtrafikk (fylke/region) begrense mulighetene for alternative reisemåter. For eksempel administrerer fylkeskommunen i de fleste tilfeller busstilbudet i kommunene, herunder en fordeling av ressursene i busstilbud i fylket sett under ett. Dette innebærer at det kan være krevende for den enkelte kommune å endre kollektivtilbudet i vesentlig grad.

Det kan også være motstridende interesser på lokalt nivå som gjør det vanskelig for nabokommuner å samordne sine posisjoner, før eventuelle forhandlinger med staten om byvekstavtaler. Uten en samordnet areal- og transportplanlegging over kommunegrenser kan varianter av "areallekkasjer" føre til økt transportbehov, når en kommune tillater bygging som nabokommunen ikke tillater. Planleggingsregimet innad i kommuneadministrasjonen vil i mange tilfeller bygge på transportmodeller som planlegger for økt tilrettelegging for vekst i transport, uten at dette er samordnet med klimamål eller potensialet for forbedringer i det fylkeskommunale kollektivsystemet. Samspillet mellom kollektivtilbyderne og øvrige deler av transportsystemet og samfunnet, spiller en sentral rolle. Mange aktører må koordineres og samarbeide for å få ønsket nytte av prosjekter.

Plassering av sentrale funksjoner, som for eksempel sykehus, kan være en utfordring for nullvekstmålet. Ulike veieiere kan også skape koordineringsutfordringer for eksempel når det gjelder drift og vedlikehold og begrense kommunens handlingsrom, for eksempel i å gjennomføre bilrestriktive tiltak.

Parkeringsrestriksjoner og fjerning av parkeringsplasser er et effektivt virkemiddel for å redusere personbiltransporten. Privat eierskap av parkeringsplasser gjør det vanskelig kommunen å regulere det private parkeringstilbudet gjennom avgift, tidsbegrensning, forbud eller andre virkemidler.

Det kan være behov for samlet regulering og tilnærming som kan legge rammer for at en utvikling med delt mobilitet og selvkjøring, bidrar til samfunnsmål som nullvekstmålet. Delt mobilitet, mobilitetstjenester og selvkjøring må da sees i sammenheng også med bilrestriktive tiltak og tiltak knyttet til bilhold.

Atferd

Kommunen har mange presserende oppgaver og må prioritere. Denne typen tiltak med langsiktige effekter er ekstra krevende å prioritere. For eksempel kan det å tillate utbyggeres forslag, til tross for at det står i motstrid med en kompakt arealplanlegging, gi kommunen konkrete fordeler i dag, mens langsiktig gevinst for kommunen/samfunnet av å planlegge for trafikkreduksjon realiseres langt fram i tid og kun gir indirekte effekter.

I tillegg kan store investeringer i for eksempel nytt kollektivsystem i dag være forbundet med betydelig usikkerhet, og det kan oppfattes tryggere å bygge videre på dagens løsninger, selv om de ikke er dimensjonert for å innfri nullvekstmålet.

Andre barrierer

Usikkerhet og utilstrekkelig kunnskap om teknologiske løsninger og reguleringer i framtiden, kan føre til at beslutningstakere ikke tar sjansen på å innføre nye løsninger i dag. For eksempel andre former for trafikantbetaling enn bompengeløsninger, slik som veiprising basert på kjørelengde. Videre kan begrenset kunnskap om dagens reisevaner og atferd i befolkningen, samt framtidens reisevaner og transportteknologier, ytterligere vanskeliggjøre planlegging av nye løsninger.

Begrensninger og lite sammenheng i tilbudet av alternative reisemåter gjør det krevende for kommunene å presentere summen av tilbud som et helhetlig mobilitetssystem for innbyggerne.

Mulige nye virkemidler for kommunen

I kapittel 12 i hovedrapporten del A, listes en del av kommunens virkemidler i dag, og potensial for utnyttelse framover.

Konsekvenser

Nullvekst i persontransport med bil vil bidra til god framkommelighet i byområdene, samtidig som investeringsbehovet i veiinfrastruktur for personbil begrenses. Overgang til kollektivtransport, sykkel og gange forutsetter samtidig nye investeringer i infrastruktur, materiell og personell. Kollektivtransport, sykkel og gange krever relativt lite veiareal per reisende når kapasiteten utnyttes godt. Når flere velger disse reisemåtene i stedet for personbil, vil det kunne redusere trengselen i veinettet. Nullvekst i persontransport med bil vil også være et gode for kollektivtransporten og næringslivet som har behov for forutsigbarhet og god framkommelighet.

Valgene som tas i areal- og transportplanleggingen på kort sikt vil ha konsekvenser i lang tid framover, og oppnåelse av nullvekstmålet vil bidra til målet om at Norge skal bli et lavutslippssamfunn i 2050.

Fordelingsvirkninger

Fordelingsvirkningene av nullvekstmålet vil avhenge av implementeringen. Generelt vil virkemidler og tiltak som gjør privatbilisme mer kostbart medføre økte kostnader for bilistene. Flate avgifter vil treffe grupper med relativt lav inntekt sterkere enn grupper med relativt høy inntekt. Økte overføringer til kollektivtransport og infrastruktur for sykkel- og gange vil medføre kostnader for det offentlige. Skattefinansiering av slike ordninger vil medføre skattefinansieringskostnader.

Referanser

[1] Bergensområdet: Bergen, Askøy, Fjell, Lindås, Os (Hordaland). Oslo og Akershus: Asker, Aurskog-Høland, Bærum, Eidsvoll, Enebakk, Fet, Frogn, Gjerdrum, Hurdal, Lørenskog, Nannestad, Nes (Akershus), Nesodden, Nittedal, Oppegård, Oslo, Rælingen, Skedsmo, Ski, Sørum, Ullensaker, Vestby, Ås. Trondheimsområdet: Trondheim, Malvik, Melhus, Stjørdal, Klæbu. Nordjæren: Stavanger, Sandnes, Sola, Randaberg, Finnøy, Rennesøy. Tromsøområdet: Tromsø. Kristiansandsområdet: Kristiansand, Sogndal, Søgne, Birkenes, Iveland, Vennesla, Lillesand. Grenlandsområdet: Skien, Porsgrunn, Bamble, Siljan. Buskerudbyen: Lier, Drammen, Nedre Eiker, Øvre Eiker, Kongsberg. Nedre Glomma: Fredrikstad, Sarpsborg.

[2] Miljøkommune/Miljødirektoratet. Klimasats - støtte til klimasatsing i kommunene.

[3] Statens vegvesen. Tilskuddsordning for økt sykling. 31.07.18.

[4] Miljødirektoratet. Utslipp av klimagasser i kommuner og fylker. Tilleggsinformasjon til veitransportsektoren i utslippsregnskap for kommuner.

[5] Statens vegvesen. Byutredninger.

[6] Nasjonal transportplan 2022-2033. Beregninger av fremtidig trafikkvekst og klimagassutslipp. Ettersendt notat i forbindelse med Oppdrag 5: byområdene.

[7] Jernbanedirektoratet. KVU Oslo-Navet – fra nav til nettverk. 24.11.16.

[8] Urbanet Analyse (2014). Nullvekstmålet - Hvordan kan den forventede transportveksten fordeles mellom kollektivtransport, sykkel og gange. UA-rapport 50/2014. [Kjørstad, K., Ellis, I., Berg, M., Betanzo, M. & B. Norheim].

[9] Jernbanedirektoratet. KS1 for Oslo-Navet gjennomført. 23.05.17.

[10] Urbanet Analyse (2019). Tiltak for reduksjon i personbiltrafikk i Oslo. UA-rapport 121/2019. Oppdragsrapport for Ruter. [Betanzo, M., Ellis, I., Raustøl, J. & B. Norheim].

[11] Notat til NTP samfunnsøkonomi fra Malene Nerland (2019). Helseeffekter i transportetatenes nyttekostnadsanalyser. 04.03.19.

T02 Overføring av gods fra vei til sjø og bane

Politisk føring: NTP 2018-2029: Regjeringen har som ambisjon å overføre 30 prosent av gods over 300 km fra vei til sjø og bane innen planperiodens utløp [1].

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
30 % overføring: Utslippsreduksjon (mill. tonn CO_2-ekv.)	-	0,005	0,011	0,016	0,025	0,034	0,046	0,065	0,081	0,094	0,106
10 % overføring: Utslippsreduksjon (mill. tonn CO_2-ekv.)	-	0,005	0,011	0,016	0,021	0,026	0,031	0,036	0,041	0,046	0,051
Sum utslippsreduksjon 2021-2030	**30 %: 0,48 millioner tonn CO_2-ekv. (10 %: 0,28 millioner tonn CO_2-ekv.)**										
Kostnadskategori	**30 %: > 1500 kr/tonn CO_2-ekv., 10 %: < 500 kr/tonn CO_2-ekv.**										

Beskrivelse av tiltaket

Tiltaket går ut på å flytte innenriks godstransport på avstander over 300 kilometer fra lastebil over til jernbane og sjø i perioden fram til 2030. Transport med skip og jernbane har lavere klimagassutslipp per tonnkilometer enn dagens transport med lastebil på vei. Det betyr at godsoverføring fra lastebil til skip og jernbane vil kunne gi lavere klimagassutslipp og bedre miljø lokalt gjennom mindre støy og redusert luftforurensning. For å få til en godsoverføring i denne størrelsesorden må ny kapasitet utbygges i jernbaneterminaler og på jernbanenettet [14].

Bakgrunn

Både EU-kommisjonen og de nordiske landene har ambisjon om å overføre godstransport over lange avstander fra vei til sjø og bane. I tiltaket er det antatt en lineær innfasing (andelen gods som overføres) fra 2020, vist i Tabell T 2. Innfasingen vil i praksis være avhengig av virkemidlene. Transportetatene har beregnet at planlagte, men ikke vedtatte, investeringer i NTP 2018-2029 på om lag 20 mrd. kroner, vil utløse en overføring av gods over 300 km fra vei til sjø/bane på om lag 10 prosent. 10 prosent overføring forutsetter insentivordning for godsoverføring til sjø, godspakke på jernbanen og investeringer i havne- og jernbaneterminaltiltak. Insentivordning for godsoverføring til sjø og miljøstøtteordningen for gods på bane er innført. Investeringene i infrastrukturtiltak på opp mot 20 mrd. kroner omtalt i NTP er enda ikke gjennomført.

For å oppnå den politiske føringen om 30 prosent overføring vil det være behov for til dels betydelige investeringer særlig knyttet til jernbane, ut over det som er skissert i gjeldende NTP. Dette i tillegg til ytterligere styrking av økonomiske insentiver og andre virkemidler.

En del av overføringen vil kunne skje relativt raskt etter at virkemidler er innført, som for eksempel ved veiprising. Andre virkemidler resulterer i at en overføring først skjer etter at markedet har rukket å omstille seg, for eksempel ved inngåelse av nye kontrakter. Overføring av gods til bane som følge av kapasitetsøkende infrastrukturtiltak vil ta lenger tid.

Tabell T 2. Årlig overføring av godstrafikk fra vei til jernbane og sjø ved henholdsvis 10 prosent og 30 prosent overføring i 2030.

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Innfasing godsoverføring, 10 % i 2030	0 %	1 %	2 %	3 %	4 %	5 %	6 %	7 %	8 %	9 %	10 %
Innfasing godsoverføring, 30 % i 2030	0 %	1 %	2 %	3 %	5 %	7 %	10 %	15 %	20 %	25 %	30 %

Dagens virkemidler

Virkemidler for vei som kan ha bidratt til godsoverføring:

- CO_2- og veibruksavgift for bensin og diesel.
- Dieseldrevne lastebiler omfattes av miljødifferensiert årsavgift (som inngår i vektårsavgiften)
- Lastebiler betaler høyere sats for passering av bomstasjoner og på ferger, sammenlignet med lettere kjøretøy.

Virkemidler for vei som kan trekke i motsatt retning:

- Tunge lastebiler er fritatt for engangsavgifter.
- Elektriske kjøretøy betaler elavgifter ved lading og hurtiglading. Eksisterende virkemidler for el-lastebiler omtalt i tiltaket for elektrifisering av lastebiler i T08. Ingen lastebiler som kan benyttes til transporter over 300 km er per i dag kommersielt tilgjengelige. Men i henhold til beregninger i Klimakur 2030 kan nullutslippslastebiler være konkurransedyktige vs. konvensjonelle lastebiler i 2028.
- Det er etablert en rekke virkemidler overfor elektriske kjøretøy nærmere omtalt i T08.
- Hydrogen som energibærer er fritatt avgifter.
- Ifølge Granavolden-plattformen og forslag til statsbudsjett for 2020 vil regjeringen trappe opp den flate CO_2-avgiften med fem prosent årlig for alle sektorer fram til 2025 og redusere veibruksavgiften på drivstoff tilsvarende slik at pumpeprisen ikke øker. Dette gjør at rammevilkårene for veitransport vil bli styrket framfor annen transport.

Virkemidler for sjø som kan bidra til godsoverføring:

- Kystverket forvalter en tilskuddsordning som skal stimulere til at det etableres nye godsruter som flytter godstransport fra vei til sjø. Ordningen ble opprettet i 2017, og per i dag er det fem prosjekter som har fått tilsagn om støtte og som er operative per høsten 2019. Per 2. tertial 2019 har prosjektene overført om lag 84 000 tonn gods fra vei til sjø. I statsbudsjettet 2020 foreslår regjeringen å gjøre ordningen permanent.
- Siden 2016 har Kystverket forvaltet en tilskuddsordning til havnesamarbeid som skal bidra til reduserte havnekostnader for sjøtransporten og til godsoverføring. Flere av prosjektene har gitt støtte til kartlegging av varestrømmer med potensial for overføring fra vei til sjø.
- I 2019 ble det opprettet en ny tilskuddsordning for å stimulere til effektive og miljøvennlige havner. Ordningen skal bidra til å redusere tidsbruken i havn og dermed styrke konkurranseevnen til sjøtransporten i forhold til vei. Det er gitt tilsagn om tilskudd til sju prosjekter i 2019.

Virkemidler for sjø som kan trekke i motsatt retning:

- Passasjer- og godsskip betaler CO_2-avgift på drivstoff og avgift på utslipp av NOx (ev. innbetalinger til NOx-fondet). Det betales ikke CO_2-avgift ved bruk av mineralske produkter til skip i utenriksfart.
- Det eksisterer et sett med statlige sjøsikkerhetsavgifter på sjøen (losingsavgift, losberedskapsavgift og sikkerhetsavgift), farvannsavgift til kommunale havnemyndigheter, og ulike havnevederlag ved kailigge og bruk av havnens tjenester. De fleste skip som jevnlig frekventerer norske farvann, herunder godsskip i rute,

kvalifiserer for rabattordninger og har gjerne farledsbevis som overflødiggjør bruken av los og dermed betaling av losingsavgift.

Virkemidler for jernbane som kan bidra til godsoverføring:

- Tog og andre skinnegående transportmidler betaler ikke elektrisitetsavgift.
- Diesel benyttet i tog er ilagt CO_2-avgift, men ikke mineraloljeavgift.
- Samferdselsdepartementet har budsjettert med inntil 88 millioner kroner per år for en støtteordning for gods på jernbane for 2020 og 2021. Ordningen omfatter kombi- og vognlast. Støtteordningen er rettet mot overførbart gods som er mest konkurranseutsatt.
- Tilrettelegging for økt toglengde reduserer transportkostnadene og gir økt etterspørsel på jernbanen.
- Sidesporsordningen består i at bedrifter kan søke om offentlig støtte (en prosentandel) til å etablere et tilbud i form av sidespor til eksisterende bane der det ikke er jernbane i dag.

Virkemidler for jernbane som kan trekke i motsatt retning:

- Jernbanen betaler i dag en lav sats for bruk av kjøreveien (kjøreveisavgift), men avgiften vil øke fram mot 2022.

Nullalternativ og utslippsreduksjonspotensial

I NTP er det ikke angitt hvilket referanseår overføringen skal måles mot. I 2013 utgjorde innenlands transportarbeid på vei over 300 km totalt 8,7 milliarder tonnkilometer. Dersom transportarbeidet holder seg konstant fram til 2030, tilsvarer den politiske føringen om 30 prosent overføring til sjø og bane en reduksjon i veitransportarbeidet på 2,6 milliarder tonnkilometer i 2030. Dersom man tar hensyn til at godstransporten er antatt å vokse fram mot 2030 vil overføringen tilsvare 4,4 milliarder tonnkilometer i 2030 [2].

Selv om transport på vei dominerer for korte transporter, frakter både skip og tog rundt 10 millioner tonn årlig på strekninger helt ned mot 7 km. Transportkostnadene er lavest for skip etterfulgt av tog, noe som innebærer at der det er mulighet for direkte på- og avlasting og volumene forsvarer unimodale transporter, foretrekker kundene dette. Etter 2008 har jernbanen har hatt hele sin godsvekst innenfor disse korte transportene.

Utvikling og innfasing av ny teknologi vil påvirke transportkostnadene, og dette igjen kan endre bruken av de ulike transportmidlene. Korte jernbane- og sjøtransporter kan bli enda mer konkurransedyktige. For disse korte transportene er transporttilbudets attraktivitet avhengig av nærhet mellom kunde og punkt for på- og avlasting, av unimodalitet og av størrelse og homogenitet i transportvolumet [13]. Disse korte transportene er imidlertid ikke en del av dette tiltaket.

I NB2020 er det ikke lagt inn noen antakelser om overføring av gods fra vei til sjø og bane. Utslipp fra tunge kjøretøy er framskrevet med en reduksjon på 0,6 prosent årlig, grunnet antagelse om en generell effektivisering av kjøretøy.

Potensialet for utslippsreduksjon for tiltaket er svært krevende å beregne, og en forenklet metode er benyttet. Beregningen har stor usikkerhet. Det er tatt utgangspunkt i klimagassutslipp per tonnkilometer fra godstransport i 2016, hvor jernbane og skipsfart hadde et lavere utslipp per tonnkilometer på henholdsvis ca. 90 prosent og 60 prosent, sammenlignet med vei [3]. I beregningen er det skjønnsmessig antatt at 30 prosent av transportarbeidet overføres til jernbane og 70 prosent til sjø. Det er beregnet at utslippene i langtransport med lastebil reduseres proporsjonalt med godsoverføringen. Utslippsreduksjonen er justert for økning i utslipp fra skipsfart og jernbane.

Det er ikke tatt hensyn til at transport med skip og jernbane kan medføre noe lengre transportavstand enn langs korteste vei. På generelt grunnlag kan man anta at i de tilfellene transportavstanden øker vesentlig, er transportmiddeloverføring uansett ikke aktuelt av kostnadsmessige grunner. Dette vil for eksempel kunne gjelde sjøtransport fra Oslofjordområdet til Vestlandskysten, Helgeland og Troms. I noen tilfeller kan det være motsatt, for eksempel er Bergensbanen over Roa kortere enn transportavstanden på vei mellom Oslo og Bergen.

Det er i mange tilfeller nødvendig med lastebiltransport i begge ender av sjø- eller togstrekningen. Sammenlignet med totalstrekningen på over 300 km utgjør transporten ut til kunden en relativt liten del av den samlede transportdistansen. Disse transportene vil imidlertid bidra til en større andel av de totale marginale kostandene enn kilometertallet skulle tilsi ettersom de ofte skjer i tettbebygde strøk.

Effekter på transport uten last eller lastutnyttelse inngår heller ikke i tiltaket slik det nå er utredet. Forholdet mellom utslipp per tonnkilometer for de tre transportmidlene er holdt fast på 2016-nivå, og betyr i praksis at det er lagt til grunn at effektivisering i lastebiltransport i referansebanen og overlappende tiltak møtes av tilsvarende effektivisering i utslipp fra jernbane og skip.

Tiltaket overlapper med andre lastebiltiltak. I beregning av utslippsreduksjonspotensial er overlapp hensyntatt ved at følgende rekkefølge på tiltakene er lagt til grunn:

1. 10 prosent overføring av godstransport over 300 km fra vei til sjø og bane
2. Forbedret logistikk og økt effektivisering av lastebiler
3. 50 prosent av nye lastebiler skal være nullutslippskjøretøy i 2030
4. 10 prosent av nye trekkvogner går på biogass i 2030
5. Fra 10 til 30 prosent overføring av godstransport over 300 km fra vei til sjø og bane

Som forklart i bakgrunn for tiltaket og kostnadskapittelet er godsoverføring utover 10 prosent vurdert å være svært krevende å gjennomføre, og er derfor gjort etter de andre lastebiltiltakene i beregning av utslippsreduksjon. Hvis 30 og ikke 10 prosent overføres som tiltak 1, vil utslippsreduksjonen bli 0,61 millioner tonn og ikke 0,48 millioner tonn. Da må lastebiltiltakene og biodrivstofftiltakene (T04, T08, T12 og T13) justeres tilsvarende.

Tiltakskostnad

I gjeldende NTP er det anslått at godsoverføringstiltakene som er beskrevet i meldingen, er beregnet å være samfunnsøkonomisk lønnsomme, og vil kunne overføre om lag 10 prosent av transportarbeid på vei til sjø og bane [1]. Tiltakene i godsstrategien i NTP er ganske generelle. I etatenes plandokument [4], som det refereres til i NTP, vises det til at jernbanens godspakke på 18 mrd. kr, økte toglengder, økt prioritet og hastighet for godstog, og lavere kostnadsnivå for containerskip kan gi overføring på opp mot 2,5 millioner tonn, tilsvarende 10 prosent redusert transportarbeid på vei.

Nylig oppdaterte skadekostnader fra TØI, forklart i faktaboksen under, utfordrer imidlertid disse beregningene, og tiltakskostnaden vil av den grunn være høyere enn anslått i NTP [10, 11]. For å nå målet om overføring av 30 prosent vil det kreves investeringer eller insentiver ut over det som det legges opp til i NTP, særlig investeringer til utbygging av jernbaneterminaler og jernbanenettet som gir økt kapasitet [14]. Det er svært krevende å beregne kostnaden av godsoverføring i en slik skala, men den antas å være betydelig. Overføring på 30 prosent er derfor blitt plassert i kostnadskategorien over 1 500 kr/tonn, men deler av tiltaket vil ligge i lavere kostnadskategorier.

Nye beregninger av marginale eksterne kostnader for transport

Til revidering av kommende NTP er de marginale eksterne kostnadene for transport revidert og internaliseringsgraden for langtransport beregnet av TØI (TØI-rapport 1704/2019) [10,11]. I rapporten er det benyttet andre verdsettingsfaktorer enn det som ligger til grunn i Klimakur 2030 (se vedlegg II *Veileder*), og utslipp av CO_2 er også prissatt. Rapporten viser at langtransport på sjø har lavest skadekostnader, etterfulgt av langtransport på vei. Langtransport på jernbane har høyest skadekostnad. Karbonprisbanen benyttet i rapporten er økende fra 508 kr/tonn til 2159 kr/tonn. Skadekostnaden varierer geografisk og tidspunkt på døgnet, samt driftsform (elektrisk og diesel). I TØI-rapporten er det slitasje som bidrar til de høyere skadekostnadene for jernbane sammenlignet med de andre transportformene.

I rapporten er skadekostnadene for transporter med skip, tog og lastebil sammenlignet for hovedkorridorene Trondheim – Bodø, Oslo – Bergen, Oslo – Trondheim, Oslo – Stavanger og Oslo – Hamburg. Transporter i storbyene i

endene har høyest skadekostnader og denne delen av transportkjedene bidrar til økt gjennomsnittlig skadekostnad. Transport i spredtbygde områder har lavest skadekostnader og bidrar til å trekke ned gjennomsnittskostnaden for strekningene samlet sett. Resultatet av korridoranalysen er at bruk av skip påfører samfunnet lavest skadekostnader, etterfulgt av lastebil, mens bruk av tog påfører samfunnet høyest skadekostnader [10, 11].

Rapporten konkluderer med at langtransport på vei i 2019 belastes med avgifter o.l. som er mer enn dobbelt så høye som skadekostnaden aktiviteten påfører samfunnet (overinternalisering), gitt en karbonpris på 508 kr/tonn i 2019 til 2159 kr/tonn i 2030. I takt med økningen i karbonprisbanen, vil brukerbetalingen nærme seg skadekostnaden. Langtransport på vei vil likevel fortsatt være overinternalisert i 2030 (gitt alt annet uendret). Langtransport på jernbane har per 2019 en brukerbetaling (avgifter o.l.) som er lavere enn skadekostnadene aktiviteten påfører samfunnet. Langtransport på sjø har en brukerbetaling (avgifter o.l.) som varierer fra noe over til noe under den marginale skadekostnaden som aktiviteten påfører samfunnet [10, 11].

Siden langtransport på sjø har lavest skadekostnader kan godsoverføring til sjø fortsatt være samfunnsøkonomisk lønnsomt ved den karbonprisbanen som er lagt til grunn i rapporten, men overinternaliseringen på vei gjør dette krevende, i og med at godsoverføring vil gi et inntektstap som er større enn den reduserte skadekostnaden. Overføring av langtransport fra vei til jernbane gir både økt skadekostnad og inntektstap og vil derfor generelt sett ikke kunne være samfunnsøkonomisk lønnsomt med mindre karbonprisen settes høyere. Når tiltak krever investeringer og/eller tilskudd vil lønnsomheten reduseres ytterligere [10, 11].

Eksterne effekter

Eksterne effekter omfatter slitasje på infrastruktur, kø- og trengselsutfordringer, utslipp av helseskadelige stoffer i eksos, svevestøv og mikroplast, støy og ulykker. Dette er faktorer som er verdsatt i de samfunnsøkonomiske analysene i NTP.

Slitasje

Slitasje er en betydningsfull kostnadskomponent på landtransporter (jernbane og vei). Veislitasjen øker raskt med akselvekten og biler nær maksimal aksellast sliter eksponentielt mer på veien enn lettere kjøretøy, ifølge Transportøkonomisk institutts rapport "Marginale eksterne kostnader ved veitrafikk" [5]. Et redusert antall kjørte kilometer på vei vil derfor kunne medføre mindre behov for vedlikehold av veinettet. Slitasjekostnaden er imidlertid høyere per tonnkm på jernbane enn på vei, ifølge TØI [10].

Lokal luftkvalitet

Utslippene av nitrogenoksider og partikler fra vogntogeksos er redusert til under en tidel (Euro VI vs. Euro V), etter at forbedret renseteknologi har blitt dominerende i markedet. Eksosutslipp fra nyere tunge kjøretøy bidrar dermed mye mindre til lokal luftforurensning enn eldre kjøretøy [7,12]. Reduserte eksosutslipp fra Euro VI forutsetter at kjøretøyene etterfylles med rensevæsken AdBlue.

Dekkslitasje og oppvirvling av veistøv er fortsatt en utfordring. Godsoverføring vil derfor kunne gi redusert utslipp av støv langs veinettet. Økningen i utslipp av luftforurensning fra skip og jernbane antas å være beskjeden. Det stilles utslippskrav til rullende materiell på jernbanen som ikke er elektrifisert. For skipsfarten i norske havområder har området sør for 62. breddegrad siden 2015 vært et lavutslippsområde for svovel, og fra 2020 vil det være et globalt krav til lave svovelutslipp for all skipsfart.

Kø og forsinkelser

En overgang til sjø/bane vil ikke ha store effekter på trafikkavviklingen. Kø-ulempene som tungtransport over 300 km bidrar med er antakelig små, ettersom antallet kjøretøy er svært lite sammenlignet med det store volumet av kjøretøy i storbyområdene.

Ulykker

Antall dødsulykker hvor vogntog og semitrailere var involvert har en fallende trend og ligger rundt 15 omkomne per år. Noen av disse ulykkene kan knyttes til transporter som står i direkte konkurranse med andre transportformer.

Støyplage

Overføring til skip vil redusere støyplagen sammenlignet med transport på land (vei og jernbane), ettersom mesteparten av støyen under seilas oppstår langt fra land. Støy fra skip ved kai og fra godshåndtering i havn kan være et problem lokalt, men på nasjonal basis er det svært få personer som er plaget av støy fra denne kilden. Støykonsekvensen av overføring til jernbane er noe mer usikker så lenge vognstammene benytter bremseklosser av støpejern som gjør at godstog støyer relativt mye.

For nattransporter (som godstransporten ofte benytter) øker utfordringen ytterligere for alle transportformer. For både sjø- og jernbanetransport vil lastebiltransport i begge ender av transportkjeden gi et tilleggsbidrag for disse transportformene.

Usikkerhet

Usikkerheten i utslippseffekten av tiltaket er betydelig. I tillegg til usikkerheten i antagelsene nevnt over vil utviklingen i lastebilsegmentet utover referansebanen og overlappende lastebiltiltak spille inn. For eksempel vil en innføring av tyngre og lengre lastebiler redusere klimagassutslippene per tonnkilometer fra lastebiler med om lag 20 prosent (modulvogntog) – som igjen vil redusere effekten av godsoverføring. Tyngre og lengre lastebiler vil også redusere transportkostnadene på vei betydelig. En økt andel store lastebiler vil kunne ta markedsandeler fra sjø og bane, noe som trekker i retning av økte utslipp. Andelen av veinettet som åpnes for modulvogntog vil øke, og publiseres av Vegdirektoratet for riksveiene, fylkes- og kommunale veier to ganger i året.

Tabell T 2. Usikkerhetsvurdering.

Type usikkerhet	**Beskrivelse**	**Følsomhet/sensitivitet**	
		Utslippsreduksjonspotensial	**Kostnadskategori**
Innfasing	En betydelig overføring til skip og særlig jernbane krever målrettet satsing på bygging av ny infrastruktur. Til nå har godstransport og godstiltak på jernbane i mange tilfeller ikke blitt prioritert på samme måte som tiltak for passasjertransport.	Dersom færre infrastruktur/terminaltiltak gjennomføres vil dette redusere potensialet for tiltaket særlig mot slutten av perioden.	Uendret.
Referansebane	Uten tiltak er godstransporten forventet å øke mot 2030, mest for veitransport, men det framskrives også en vekst i sjø- og jernbanetransport	Økt godstransport har sammenheng med økt aktivitet i landet som en følge av den økonomiske utviklingen. Redusert vekst eller en resesjon vil kunne redusere økningen av transportarbeidet fram mot 2030	Uendret.
Teknisk utvikling lastebil	Det er en betydelig usikkerhet knyttet til innfasingstakten av lastebiler med nullutslipp. Det vil være helt avgjørende for innfasingstakten om rekkevidde og ladetid oppleves som tilfredsstillende for lastebileierne.	Dersom innfasingen av nullutslippskjøretøy med egenskaper som tilsvarer behovet lar vente på seg, øker tiltakets potensial.	Uendret.

Barrierer

Kostnader

- Unimodale transporter med skip og bane har ofte lavere pris (rene transportkostnader) enn veitransport over 300 km [1]. Lastebiltransport og transporter med skip og bane som krever veitransport i begge ender har omtrent lik kostnad ved en transportavstand på ca. 500 km. Vei er billigere på kortere avstander enn 500 km og dyrere på lengre avstander. Lenger framføringstid innebærer imidlertid en merkostnad utover prisen, særlig for tidssensitivt gods, som kan være en årsak til at skip og jernbane ikke blir valgt. For andre typer gods er det tilstrekkelig at varene sendes om ettermiddag kveld og er fremme tidlig neste morgen.
- "Delivery on demand"/"just in time"[2] er en barriere for overgang til sjø og bane. Det er usikkert hvor realistisk det er å gjenetablere en mer desentralisert lagerstruktur.

Teknologi

- En barriere for økt godsoverføring er at de teknologiske trendene favoriserer veitransport framfor sjø og bane både for autonomi og elektrifisering (se T08). Veitransporten har høye kostnader per tonnkm knyttet til sjåfører som vil reduseres betydelig ved autonomi (antakelig allerede ved såkalt platooning). Raske kostnadskutt for elektriske lastebiler vil redusere klimafordelen til transport på sjø og med bane, samtidig som energikostnadene reduseres. I dag har lastebilen høyest kostnader til drivstoff per tonnkm. Innovasjonen globalt for lastebiler har til nå gått raskere enn for jernbanekjøretøy og skip.
- Det er et potensial for økt innovasjon hos godsselskapene på jernbanen.

Infrastruktur

- Per i dag kan kapasiteten på jernbanenettet være en barriere mot rask og omfattende overføring av store mengder gods fra vei til bane. Spesielt vil kapasitetsbegrensningen være gjeldende på bestemte tider av døgnet, da rushtid for persontrafikken sammenfaller med kombigods/konteinertog (trengselsproblematikk), særlig tidlig morgen inn til storbyene. De senere tiders nedgang i godstrafikken på jernbane gjør imidlertid at det er en restkapasitet på jernbanenettet opp til i hvert fall et 2008-nivå. Dette forutsetter imidlertid at kapasiteten ikke er tatt i bruk av persontrafikk. Kapasitetsøkende tiltak for persontrafikken som er gjennomført etter 2008 kan imidlertid komme godstrafikken til gode.
- Bedret veistandard og/eller teknologiske tiltak på kjøretøyer samt et regelverk som tillater større og lengre lastebiler på veiene vil øke lastebilens konkurransekraft noe som er et hinder for økt overføring til sjø og bane.
- Godstransport på vei får ofte like stor nytte av investeringer i økt kapasitet og redusert reisetid som persontransport. For rene godstiltak på jernbane, som terminaltiltak, kryssingsspor og tilsvinger, gir liten nytte for persontrafikken.
- På sjøen er eventuelle kapasitetsbegrensninger knyttet til enkelthavner og tilgang på egnede fraktebåter. Sjøen som transportåre er oftest ikke en begrenset faktor.
- Terminalene både for sjø og bane har ikke flatedekning og dekker ikke delmarkedene underveis. Av hensyn til framføringstid med mer er det begrenset hvor mange underveisterminaler det er hensiktsmessig å opprette.
- For lav punktlighet på jernbanen er en kostnad for brukere av dette transporttilbudet, og det vil være avgjørende at godsoperatørene på jernbane kan stille et fullgodt transportalternativ på beina raskt når sporet er stengt. Det er vanskelig å kvantifisere hvordan kundene verdsetter punktlighet.

Atferd

- I sjøtransporten kan høyere kompleksitet i antall aktører og omlastingspunkt for dør-til-dør-forsendelser være en barriere [6].

[2] Just in time: Prinsipp for organisering av produksjon i bedrifter som skal sikre at alle deler som trengs kommer på plass til rett tid og rett sted på hvert trinn i produksjonsprosessen, og dermed spare lagerhold.

Andre barrierer

- Langsiktige kontrakter og bindinger mellom aktørene vil kunne være en barriere for hurtig omstilling i markedet.

Mulige virkemidler

Infrastrukturinvesteringer

- Havne- og jernbaneterminaltiltak foreslått i gjeldende NTP inkludert jernbanens godspakke på 18 mrd. kroner og eventuelt ytterligere terminaltiltak.
- Jernbanedirektoratets Godsstrategi NTP 2022-2033 [9] anbefaler forskjellige kapasitetsøkende tiltak på hovedstrekningene for kombigods. Det er utredet å øke standard toglengder fra 450 m til 600 m på Dovre- og Bergensbanen og krysningssporforlengelser. Totalkostnad er på 1,6 milliarder 2019-kroner. Dette effektiviserer godstransporten på jernbane og medfører reduserte enhetskostnader for godsoperatørene. Disse effektene vil i sin tur medføre en mulig overføring av 112 millioner tonn km fra vei til jernbane. Reduserte kostnader for jernbanen ved tilrettelegging for lange godstog er både omtalt i Godsstrategien [1] og i en underlagsrapport til gjeldende NTP [8].
- Jernbanen har også et potensial til å redusere enhetskostnadene ved å gå over fra dieseldrift til eldrift (kontaktledning eller batteri) på strekninger som i dag ikke er elektrifisert. Skifteoperasjoner som i dag benytter dieselmateriell vil i mange tilfeller også enkelt kunne elektrifiseres så snart elektriske skiftelokomotiver blir kommersielt tilgjengelig. Dette er beskrevet i tiltaket AT03 *Nullutslippsløsninger for jernbane.*

Økonomiske virkemidler

- I rapporten Nordiske virkemidler for overføring av godstransport [3] foreslås det en flat sats på 60 øre per km, innkrevd for eksempel gjennom GPS-basert veiprising til erstatning for dagens brukerbetaling. For Norges del innebærer dette et lavere nivå på brukerbetaling enn langtransporten betaler i dag, noe som ikke vil medvirke til økt godsoverføring til sjø og bane.
- Beregninger som TØI har utført i forbindelse med Klimakur 2030 antyder at en økning av drivstoffprisen med 5 kr/liter gir en reduksjon i transportarbeidet med lastebil på 6 prosent, mens en økning med 15 kr/liter gir en reduksjon på rundt 15 prosent. I scenarioet med 15 kroner økt kostnad per liter øker transportarbeid med jernbane med 65 prosent og transportarbeidet på sjø med 10 prosent.
- Økt støtte til transport av gods på bane og sjø er også et virkemiddel som kan bidra til økt transportmiddeloverføring. Støtten kan bygge på eksisterende insentivordninger. Såkalt økobonus er beskrevet i rapporten Nordiske virkemidler for overføring av godstransport fra vei til sjø og bane [3]. Ytelsesordninger for forsinkelser og kompensasjonsordninger for innstillinger for jernbane er også omtalt her. Fra 2019 forvalter Kystverket en tilskuddsordning for effektive og miljøvennlige havner, som blant annet skal bidra til å redusere tidsbruken i havn [8]. Lavere tidsbruk i terminal og havn innebærer lavere totalkostnader for kundene. Videreføring av støtteordningen for godstransport på jernbane er viktig.
- Støtte til merkostnader knyttet til anskaffelse av lokomotiv til 600 m lange godstog.
- Forbedret økonomi ved transport på sjø og bane vil øke flatedekningen til terminalene ettersom det blir lønnsomt å kjøre godset lengre avstander ut fra terminal og til kunden enn i dag.
- Statlig leasing av godstog, etter modell av det statseide aksjeselskapet *Norske tog* til persontrafikk, kan avhjelpe kapitalmangel for godsoperatørene på jernbane og gjøre det lettere å få inn mer tidsriktig energieffektivt materiell.

Annet

- Bedre prioritering av ruterleier kunne gi bedre rammebetingelser for godstransport på jernbane.

Referanser

[1] Meld. St. 33 (2016-2017). Nasjonal transportplan 2018-2029. Samferdselsdepartementet.

[2] Statens vegvesen, Kystverket, Jernbaneverket (2015). NTP Godsanalyse, hovedrapport.

[3] Mjøsund C.S.; Pinchasik D.R.; Grønland S.E. & I.B. Hovi (2019). Nordiske virkemidler for overføring av godstransport fra veg til sjø og bane. TØI rapport 1706/2019.

[4] Avinor, Jernbaneverket, Kystverket & Statens vegvesen (2016). Grunnlagsdokument Nasjonal transportplan 2018-2029. 29.02.16.

[5] Thune-Larsen H., Veisten K., Rødseth K.L. & R. Klæboe (2014). Marginale eksterne kostnader ved vegtrafikk. TØI rapport 1307/2014.

[6] DNV GL (2018). Kartlegging av aktørbildet i vei- og sjøtransportmarkedet. Rapportnr 118E2SA3-4. Oppdragsrapport for Kystverket.

[7] Hagman R. & A.H. Amundsen (2013). Utslipp fra kjøretøy med Euro 6/VI teknologi. TØI rapport 1259/2013.

[8] Madslien A. &C.K. Kwong (2015). Klimagasseffekt ved ulike tiltak og virkemidler i samferdselssektoren – transportmodellberegninger. TØI rapport 1427/2015.

[9] Jernbanedirektoratet (2019). Gods: Tilrår grep for meir effektiv kombitransport, innovasjon og betre rammebetingelser. 23.09.19. Godsstrategi, Nasjonal transportplan NTP 2022-2033.

[10] Kenneth Løvold Rødseth mfl. (2019). Eksterne kostnader fra transport i Norge – Estimater for marginale skadekostnader for person- og godstransport, TØI-rapport 1704/2019

[11] Kenneth Løvold Rødseth mfl. (2019). Skadekostnader og økonomiske transaksjoner for utvalgte case, Appendix, TØI-rapport 1704/2019.

[12] Christian Weber, Rolf Hagman, Astrid H. Amundsen, Utslipp fra kjøretøy med Euro 6/VI-teknologi, Resultater fra måleprogrammet i EMIROAD 2014, TØI rapport 1405/2015

[13] DNV GL (2018). Kartlegging av innenlands bulktransport. Rapportnr. 10096414-3. Oppdragsrapport for Kystverket

[14] Transportetatene, NTP 2022-2033 Godstransport – et oppdatert kunnskapsgrunnlag (publiseres januar/februar 2020)

T03 Forbedret logistikk for varebiltransportT01 Nullvekstmål for personbiltransporten

T03 Forbedret logistikk for varebiltransport

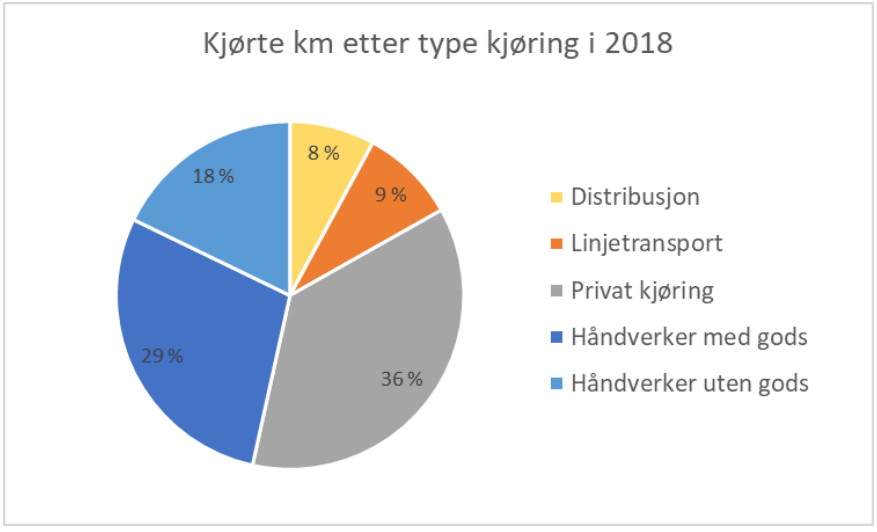
	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Utslippsreduksjon (mill. tonn CO_2-ekv.)	-	0,008	0,017	0,025	0,032	0,040	0,047	0,054	0,061	0,067	0,073
Sum utslippsreduksjon 2021-2030	**0,424 millioner tonn CO_2-ekv.**										
Kostnadskategori	**< 500 kr/tonn CO_2-ekv.**										

Beskrivelse av tiltaket

Tiltaket innebærer at transporten med varebil effektiviseres ved økt fokus på logistikk. Dette gir redusert transportarbeid og dermed lavere klimagassutslipp.

Bakgrunn

Varebiler er biler med kun et seterad og et stort lasterom. Disse bilene kan bli registrert med grønne skilt og brukes i dag til mange ulike formål. Ifølge godsbilundersøkelsen til SSB fra 2019 brukes 43 prosent av varebilene av håndverkere, 13 prosent hovedsakelig til godstransport og 44 prosent hovedsakelig til privat kjøring [1]. Figur T 1 viser en fordeling av kjørte kilometer på de ulike typene kjøring.



Figur T 1. Kjørte kilometer for ulike typer kjøring for varebiler i 2018. Kilde: SSB (2019) [1].

Varebiler brukt av håndverkere frakter i all hovedsak byggematerialer (elektriker- og rørleggervarer o.l.). Tiltaket forutsetter at det er et optimaliseringspotensial for denne typen frakt som kan utløses med bedre planlegging og bruk av software. Hvor stort potensialet er, er usikkert. Det anslås et potensial på 10 prosent i 2030, med en lineær innfasing fra 2020. Det betyr at hver tiende tur ikke gjøres.

Distribusjon og linjetransport inkluderer transport av maskiner og utstyr, næringsmidler, stykkgods og "andre varer", papirprodukter, samt post og pakker. En del av disse varene vil kunne være aktuelle for samlastsenter og dermed mer effektiv transport. I tillegg vil det være mulig å overføre en del av denne transporten til varesykler. Det anslås et potensial på 10 prosent effektivisering også for denne gruppen.

Privat kjøring med varebiler har hatt en kraftig økning fra undersøkelsen i 2014/15, der rundt 24 prosent av kjøringen var knyttet til private formål [2], til 36 prosent i 2018. Siden dataene er basert på en utvalgsundersøkelse er det mulig at noe av variasjonene er tilfeldig. Virkemidler for å effektivisere varetransporten vil antageligvis i liten grad påvirke utslippene fra privat kjøring, og denne kjøringen er ikke inkludert i tiltaket.

Referansebanen og utslippsreduksjonspotensial

Beregningsteknisk forutsetter vi at fordelingen mellom privat kjøring og annen kjøring holdes konstant fra 2018 til 2030. Vi forutsetter videre en lineær innfasing mot 10 prosent effektivisering av 64 prosent av kjøringen (andelen som antas å være næringstransport) i 2030. Utslippsreduksjonspotensialet i 2030 blir dermed 6,4 prosent av utslippene i referansebanen i 2030.

Tiltakskostnad

Tiltaket er anslått å ha en lav kostnad (< 500 kr/tonn CO_2-ekvivalenter), siden effektivisering vil gi driftsbesparelser hos brukerne av varebilene. Redusert transportarbeid for varebiler vil medføre mindre veislitasje, mindre kø, mindre utslipp av luftforurensning og mindre støy.

Barrierer og mulige virkemidler

Kostnader

Bedriftsøkonomiske kostnader anslås å være lave for dette tiltaket, antageligvis negative. Det vil imidlertid kunne påløpe omstillingskostnader knyttet til tidsbruk (informasjonsinnhenting, planlegging, organisering med mer) for aktørene i forbindelse med endring av atferd og etablering av nye samarbeidsmåter.

Logistikktiltakene er forventet å være privatøkonomisk lønnsomme, men krever endret atferd, nye samarbeidsmåter og til en viss grad ny teknologi (software/app). De viktigste barrierene for logistikktiltakene er:

- Manglende samarbeid, både mellom leverandørene og mellom bestillerne
- Manglende/ikke god nok planlegging, både hos leverandørene og hos bestillerne
- Manglende insentiver

Bestillerne av varer forholder seg i begrenset grad til transport av varene som bestilles, mye fordi transportkostnaden ofte er en innbakt del av vareprisen. Man er mest opptatt av kvalitet og pris på selve varen. I mange bedrifter bestiller flere enkeltpersoner utstyr og materiell, noe som gir hyppige leveranser av ting som ikke nødvendigvis er tidskritisk og kunne ha vært levert med større samlast. Ved å forbedre planleggingen av bestillinger, vil antall leveranser kunne reduseres betydelig. Analyser gjort i Oslo antydet et betydelig potensial ved å forbedre avropsdisiplinen (hvor ofte enkeltpersonene i et foretak gjør bestillinger) gjennom et felles bestillingssystem. I tillegg kan bestillere i samme område samarbeide i større grad, for eksempel ved at større kontorbygg bestiller alle leveransene sammen, selv om det er flere leieboere i bygget.

Utvikling av verktøy som muliggjør at etater og bedrifter som er lokalisert i samme område kan bestille leveranser sammen, kunne potensielt sett få ned antall bestillinger/leveranser. I tillegg må det jobbes med innkjøperkompetanse og avropsdisiplin. Dersom offentlige organer enten skal samarbeide om innkjøp seg imellom eller med private bedrifter, vil reglene om offentlig anskaffelse komme til anvendelse.[3] Så fremt kontrakten har en verdi som er lik eller overstiger 100 000 kroner (og ikke er eksplisitt unntatt regelverket) vil det kunne medføre en mer omstendelig prosess, særlig for en eventuell privat part.

[3] Anskaffelsesloven (LOV-2016-06-17-73) og Anskaffelsesforskriften (FOR-2016-08-12-974).

Leverandørene er som regel i konkurranse med hverandre og har lite insentiv til å samarbeide. Konkurransereglene, og særlig reglene om ulovlig prissamarbeid, kan gjøre leverandørene tilbakeholdne med å søke samarbeid om levering, selv om det er mulighet for det innenfor rammen av regelverket.[4] Det har de siste årene kommet mange ulike software som kan gi betydelig forbedret utnyttelse av lastekapasiteten, forbedre ruteplanleggingen og total sett redusere CO_2-utslippene fra varebiler betraktelig. Noen bedrifter som har tatt i bruk slike verktøy har halvert utslippene sine. Det er mulig å etterspørre bruk av slike løsninger ved offentlige anskaffelser.

Forbedret logistikk for varebiler innebærer også forbedret planlegging og dermed lavere behov for "å hente den ene skruen man plutselig trengte". Sambestilling fra flere aktører i samme området er også en mulighet. En viktig barriere er at transportkostnaden som regel er en liten del av den totale kostnaden, slik at insentivet til forbedret logistikk er liten. Økte transportkostnader ved hjelp av veiprising eller økte drivstoffkostnader vil kunne utløse noe av potensialet i tiltaket.

Referanser

[1] SSB (2019). 44 prosent av norske varebiler brukes mest til privat kjøring. 24.05.19. Lest 03.06.19.
[2] SSB (2016). Mest kjøring i Oslo og Akershus. 11.03.16. Lest 03.05.19.

[4] Lov om konkurranse mellom foretak og kontroll med foretakssammenslutninger (LOV-2004-03-05-12) begrenser adgangen for konkurrerende virksomheter til å samarbeide, men det er grunn til å tro at en viss samordning av levering er mulig så lenge det ikke medfører at man eksempelvis koordinerer priser.

T03 Forbedret logistikk for varebiltransportT01 Nullvekstmål for personbiltransporten

T04 Forbedret logistikk og økt effektivisering av lastebiler

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Utslippsreduksjon (mill. tonn CO_2-ekv.)	-	0,02	0,05	0,07	0,09	0,11	0,13	0,15	0,17	0,19	0,20
Sum utslippsreduksjon 2021-2030	**1,19 millioner tonn CO_2-ekv.**										
Kostnadskategori	**< 500 kr/tonn CO_2-ekv.**										

Beskrivelse av tiltaket

Godstransport med lastebiler inkluderer langtransport med lastebil, trekkbil, semi-trailer og modulvogntog, og varedistribusjon med lastebil. I referansebanen er utslippene fra lastebiler på rundt 2,2 millioner tonn CO_2-ekvivalenter i 2020 og forventes å bli redusert til 2,1 millioner tonn CO_2-ekvivalenter i 2030. Tiltaket består av flere mindre tiltak som kan deles inn i to hovedgrupper:

1. Logistikkoptimalisering – ca. 4 prosent i 2030
2. Effektivisering av transporten – ca. 7 prosent i 2030

Logistikkoptimalisering

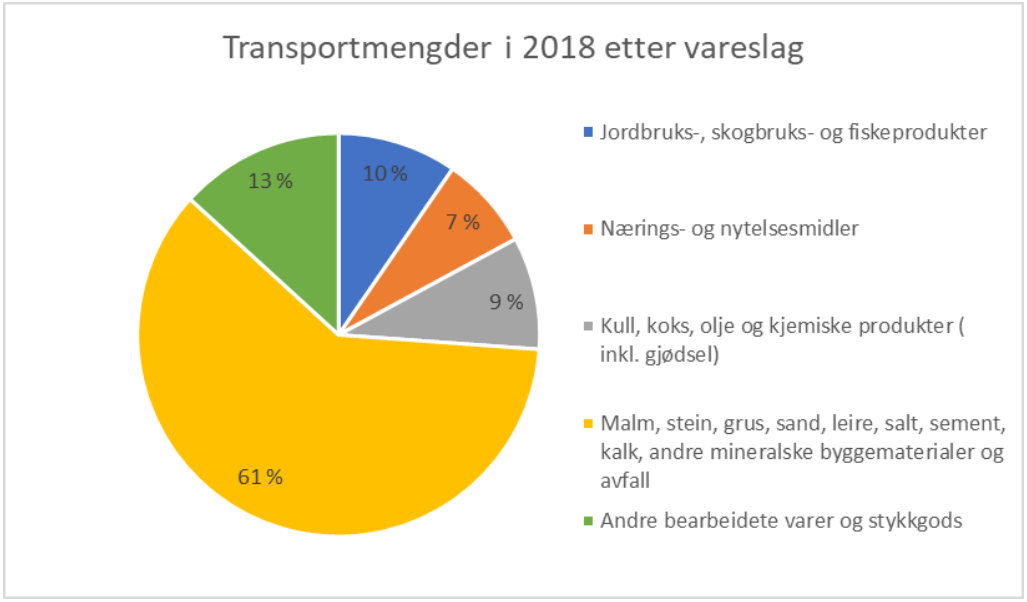
Logistikkoptimalisering omfatter økt fyllingsgrad av kjøretøyene (f.eks. gjennom samlastsenter) og forbedret logistikk som gir redusert kjørelengde og redusert tomkjøring. I 2018 var tomkjøringsprosenten for lastebiler på over 30 prosent for nasjonal eie- og leietransport [1].

Figur T 2 og Figur T 3 viser henholdsvis transportmengder (tonn) og transportarbeid (tonn-km) per vareslag for 2018. Mens transportmengdene domineres av massetransport (stein, grus, osv.), blir denne delen mindre viktig når man ser på transportarbeidet, fordi disse varetypene transporteres korte strekninger.

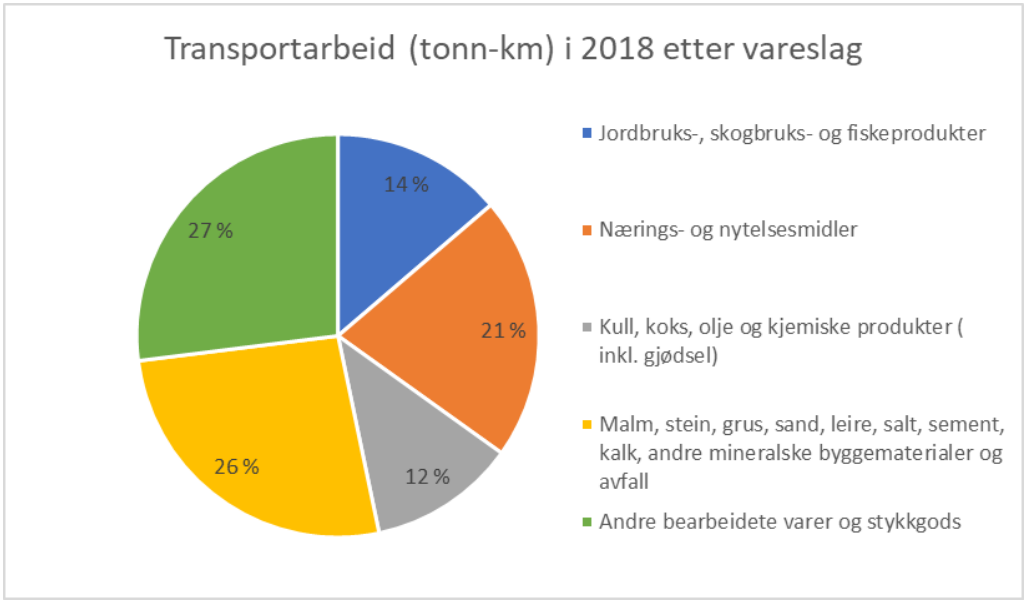
Optimaliseringspotensialet for transport av mat anses som lite, siden det allerede i stor grad blir utført av samlastere, slik som Asko. Transport av mat til bedrifter og ulike offentlig institusjoner (sykehus, barnehager m.m.) vil antageligvis ha et optimaliseringspotensial. For kategoriene "Jordbruks-, skogbruks- og fiskeprodukter" og "Kull, koks, olje og kjemiske produkter (inkl. gjødsel)" anslås et 5 prosent optimaliseringspotensial i 2030.

Kategorien "andre bearbeidete varer og stykkgods" anslås å ha et noe lavere optimaliseringspotensial på 3 prosent. Derimot anslås massetransporten til å ha et større potensial ("Malm, stein, grus, sand, leire, salt, sement, kalk, andre mineralske byggematerialer og avfall") der bedre planlegging av bruk av masser i et anlegg og et større geografisk område (for eksempel fylkesvise planer), bedre sortering av masser i rene og forurensete fraksjoner og økt bruk av kortreist stein forventes å gi et optimaliseringspotensial på 5 prosent.

Bruk av ny software som gir økt fyllingsgrad av lastebilene har vist seg å kunne gi utslippskutt på 50 prosent. Samlastsenter i byer har vist å kunne gi 30-80 prosent utslippskutt (eksempel fra Gøteborg og Oslo City Hub). Offentlige anskaffelser kan være et viktig virkemiddel, ved at det kan stilles krav om økt samtransport. Tabell T 3 oppsummerer antagelsene for logistikkoptimalisering av godstransporten.



Figur T 2. Transportmengder (tonn) i 2018 etter vareslag. Kilde: SSB/Statistikkbanken [2].



Figur T 3. Transportarbeid i 2018 etter vareslag. Kilde: SSB/Statistikkbanken [2].

Tabell T 3. Anslått optimaliseringspotensialet for ulike vareslag.

Vareslag	Anslått optimaliseringspotensial	Andel av transportarbeidet
Jordbruks-, skogbruks- og fiskeprodukter	5 %	14 %
Nærings- og nytelsesmidler	3 %	21 %
Kull, koks, olje og kjemiske produkter (inkl. gjødsel)	5 %	12 %
Malm, stein, grus, sand, leire, salt, sement, kalk, andre mineralske byggematerialer og avfall	5 %	26 %
Andre bearbeidete varer og stykkgods	3 %	27 %

Effektivisering av transporten

Mer effektiv transport omfatter bruk av tyngre og lengre vogntog, bruk av platooning[5], forbedret aerodynamikk med mer. På sikt vil autonome lastebiler også kunne øke effektiviteten.

Ved å gå fra semi-trailere (med to containere) til modulvogntog (MVT) på 25,25 m (3 containere) eller 33 m (4 containere), kan man øke godsmengden per lastebil med henholdsvis 50 og 100 prosent. Bruk av 33m-MVT er under uttesting. MVT på 25,25m kan kjøres på et utvalg av veinettet i Norge (se oversikt her[6]). Dette begrenser anvendelsen av MVT til større veier, men det er også her mye av trafikkarbeidet for lastebiler er. På flerfeltsveier vil dette være et enkelt og billig tiltak som krever ingen eller små investeringer hos transportøren og infrastruktureieren. Der det er mulig å bruke MTV, ser dette ut til å være lønnsomt for aktørene [3]. I Veikartet for næringslivets transporter [4] anslås det at et landsomfattende veinett for modulvogntog vil kunne redusere trafikkarbeid med 25 prosent, uten å redusere transportarbeidet. I Sverige og Finland tillates lengre og tyngre vogntog, se Tabell T 4. I Finland har overgangen fra 60 til 76-tonns-vogntog gitt en reduksjon av lastebil-km med 3,5 prosent, to år etter at de nye reglene ble introdusert [5].

Tabell T 4. Oversikt over tillatt lengde og vekt for vogntog i de nordiske landene [6].

Norway	Max. 50 tonnes total weight and 19.5 metres in length for regular HGVs. Semitrailers up to max. 50 tonnes total weight and 17.5 metres. Lumber HGVs up to max. 50–60 tonnes total weight (depending on the number of axles) and up to 22 (and 24) metres depending on the road conditions. European Modular Systems (EMS or "modulvogntog") allowed on limited number of routes (max. 60 tonnes total weight and max. 25.25 metres), mainly connected to the border crossings. Max. height of HGVs is currently 4.4 metres.
Sweden	Freight transport by road max. up to 64 tonnes and 25.25 metres. Heavier vehicles (up to 74 tonnes) approved recently, not yet implemented due to discussions on where in the road network they are allowed to operate. Max. height of vehicles is currently 4.00 metres.
Finland	Regular HGVs max. 60–76 tonnes total weight (depending on number of axles) with lengths of max. 22–25.25 on all parts of the road network (if not specifically restricted). Semitrailers up to max. 48 tonnes total weight and 16.5 metres. Ongoing trials with longer and heavier vehicles (up to 104 tonnes total weight). Generally, longer vehicles of up to 34.50 metres are likely to be allowed from the autumn of 2018 onwards.
Denmark	Max. 40 tonnes total weight. Max. 18.75 metres. European Modular Systems (EMS) allowed on large parts of main road network (max. 60 tonnes total weight and max. 25.25 metres). Max. height of vehicles currently 4.00 metres, special permits needed for width over 3.10 metres.

Nær 100 prosent av dagens riksveinett er åpnet for 60 tonns totalvekt. Tillatt aksellast er 10 tonn. For vanlige vogntog og semitrailere med seks aksler eller mer er tillatt totalvekt 50 tonn. Det mest effektive og billigste tiltaket for å redusere trafikkarbeidet gjennom økt fylling av hvert kjøretøy er sannsynligvis å tillate dagens kjøretøyer å utnytte dagens infrastruktur, altså at vogntog med minst seks aksler som kjører på den delen av veinettet som er åpnet for 60 tonn, kan veie 60 tonn.

I pilotforsøk har platooning vist å kunne gi utslippsreduksjoner på rundt 10 prosent, fordelt på 5-8 prosent redusert drivstofforbruk for den første lastebilen i platoonen og 10-15 prosent for de etterfølgende lastebilene [7]. Utbredelsen av platooning i Norge er usikker på grunn av liten andel flerfeltsveinett.

[5] Kjøretøyer som er elektronisk eller manuelt sammenkoblet, hvor kjøretøyene styres simultant.
[6] Statens vegvesen. Veglister for modulvogntog.

Samlet sett anslås det at effektivisering (tyngre og lengre vogntog og platooning) kan gi utslippsreduksjoner i størrelsesorden 7 prosent.

Nullalternativ og utslippsreduksjonspotensial

Totalt er det anslått en nedgang i utslippene med 11 prosent sammenlignet med referansebanen i 2030. Det er lagt til grunn en lineær innfasing av tiltaket i perioden 2021-2030. Det er estimert at tiltaket vil gi en utslippsreduksjon på 1,19 millioner tonn CO_2-ekvivalenter for perioden 2021-2030, når overlapp med tiltak T02 *Overføring av gods fra vei til sjø og bane* er hensyntatt. Uten å ta hensyn til overlapp gir tiltaket en utslippsreduksjon på 1,27 millioner tonn CO_2-ekvivalenter.

Effektivisering av lastebiler (større og lengre vogntog) kan tenkes å bli innført raskere enn vi har forutsatt. Beregninger utført i Nasjonal godstransportmodell viser i tillegg en større utslippseffekt av innføring av modulvogntog enn våre konservative antagelser. Totalt sett betyr dette at tiltaket kan gi en betydelig større utslippsreduksjon enn det som er vist her.

Tiltakskostnad

Tiltaket forventes å ha en lav tiltakskostnad (< 500 kr/tonn CO_2-ekvivalenter), siden det i hovedsak er effektivisering som gjøres. Veiinfrastrukturtiltakene vil være både privatøkonomisk lønnsomme og, for flere, også samfunnsøkonomisk lønnsomme.

For transportbedriftene antas kostnaden å være liten og antageligvis negativ, det vil si at det vil være privatøkonomisk lønnsomt. Platooning vil kreve investering i teknologi i lastebilen, men gi driftsbesparelser både på drivstoffutgiftene og på lønnskostnadene. Det jobbes for tiden med utvikling av platooning-regelverket der det er foreslått at sjåføren i den fremste lastebilen kan kjøre i tre timer, for så å ha seks timer hviletid i en lastebil som kjører lengre bak i platoonen. Dette vil redusere behovet for stillestående hviletid og dermed gi en betydelig økt radius for lastebiltransport per døgn. Dersom lastebilene lengre bak i platoonen blir helt autonome vil det gi store kostnadsbesparelser for lønnsutgiftene.

Både åpning for tyngre og lengre kjøretøyer og platooning reduserer næringslivets transportkostnader betydelig. Åpning av riksveinettet for modulvogntog var et av tiltakene med høyest lønnsomhet i NTP Godsanalyse.

Innfasing av tyngre og lengre kjøretøy krever utbedring av ulykkespunkter på hovedveinettet som for smale broer og for krappe kurver. Tiltaket ventes altså også ha en ulykkesreduserende effekt.

Usikkerhet

Tiltaket er basert på overordnede anslag og det er høy usikkerhet i utslippsreduksjonspotensial og kostnadsestimat. Utslippsreduksjonen er derfor anslått ut ifra konservative antagelser og spesielt tiltakene som åpner for bruk av 60 tonns lastebiler og modulvogntog kan gi betydelig større utslippsreduksjoner.

Barrierer og mulige virkemidler

Store og tunge lastebiler kan ofte ikke kjøre helt fram til bedriften der varen skal hentes/leveres, noe som kan være en barriere for overgang til modulvogntog. Et mulig virkemiddel kan være at nye veier dimensjoneres for slike kjøretøyer, og for de eksisterende veiene kan utbedring av krappe kurver og trange rundkjøringer, sikring av bæreevne på bruer og god snø- og isfjerning i de bratteste bakkene, bidra til å redusere barrierene. I Statens vegvesens handlingsprogram for 2018-2023 er det lagt inn 400 millioner kroner til tiltak for å åpne riksveinettet for modulvogntog. Det har vært dialog med transportnæringen for å sikre at midlene benyttes slik at de gir størst mulig effekt. Per 2017 var 3 950 km riksvei, 610 km fylkesvei og 100 km kommunale veier godkjent for modulvogntog. Oversikt over hvilke riks-, fylkes- og kommunale veier som er godkjent for modulvogntog finnes i de fylkesvise veilistene for modulvogntog. Der finnes også en oversikt over flaskehalser.

Logistikktiltakene er forventet å være privatøkonomisk lønnsomme, men krever endret atferd, nye samarbeidsmåter og til en viss grad ny teknologi (software/app). De viktigste barrierene for logistikktiltakene er:

- Manglende samarbeid, både mellom leverandørene og mellom bestillerne
- Manglende/ikke god nok planlegging, både hos leverandørene og hos bestillerne
- Manglende insentiver

Bestillerne av varer forholder seg i begrenset grad til transport av varene som bestilles, mye fordi transportkostnaden ofte er en innbakt del av vareprisen. Bestiller er mest opptatt av kvalitet og pris på selve varen. I mange bedrifter bestiller flere enkeltpersoner utstyr og materiell, noe som gir hyppige leveranser av ting som ikke nødvendigvis er tidskritisk og kunne ha vært levert med større samlast. Ved å forbedre planleggingen av bestillinger, vil antall leveranser kunne reduseres betydelig. Analyser gjort i Oslo antydet et betydelig potensial ved å forbedre avropsdisiplinen (hvor ofte enkeltpersonene i et foretak gjør bestillinger) gjennom et felles bestillingssystem. I tillegg kan bestillere i samme område samarbeide i større grad, for eksempel ved at større kontorbygg bestiller alle leveransene sammen selv om det er flere leieboere i bygget.

Utvikling av verktøy som muliggjør at etater og bedrifter som er lokalisert i samme område kan bestille leveranser sammen, kunne potensielt sett få ned antall bestillinger/leveranser. I tillegg må det jobbes med innkjøperkompetanse og avropsdisiplin. Dersom offentlige organer enten skal samarbeide om innkjøp seg imellom eller med private bedrifter, vil reglene om offentlig anskaffelse komme til anvendelse.[7] Så fremt kontrakten har en verdi som er lik eller overstiger 100 000 kroner (og ikke er eksplisitt unntatt regelverket) vil det kunne medføre en mer omstendelig prosess, særlig for en eventuell privat part.

Leverandørene er som regel i konkurranse med hverandre og har lite insentiv til å samarbeide med hverandre. Konkurransereglene, og særlig reglene om ulovlig prissamarbeid, kan gjøre leverandørene tilbakeholdne med å søke samarbeid om levering, selv om det er mulighet for det innenfor rammen av regelverket.[8] Det har de siste årene kommet mange ulike software som kan gi betydelig forbedret utnyttelse av lastekapasiteten, forbedre ruteplanleggingen og total sett redusere CO_2-utslippene fra lastebiler betraktelig. Noen bedrifter som har tatt i bruk slike verktøy har halvert utslippene sine. Det er mulig å etterspørre bruk av slike løsninger ved offentlige anskaffelser.

Massetransport (transport av stein, sand, jord, osv. knyttet til bygging av infrastruktur) kan ha et stort potensial for forbedret logistikk. Her trengs det både bedre planlegging og regulering/tilrettelegging fra lokale myndigheter for å redusere transportavstander. I tillegg er det viktig å skille forurensede fra rene masser og gjenbruke masser i så stor grad som mulig i byggingen. Byer og tettbebygde kommuner bør ta høyde for at det trengs areal til midlertidig lagring og eventuell håndtering av masser i planprosesser – allerede tidlig i planprosessene må det settes av tilstrekkelig areal til mellomlagring, sortering og eventuell behandling av masser som ventes å oppstå. Bedre kartlegging av bergarter og grunn på forhånd, sånn at man vet hvilke masser prosjektet vil generere og hvordan de bør behandles, vil også kunne redusere transportbehovet. Andre mulige virkemidler er krav om at utbyggere i samme område må samarbeide og inngå avtaler for eksempel knyttet til behov for utfyllingsmasser i den aktuelle tidsperioden, og opprettelse av bynære gjenvinningsterminaler.

Tilleggseffekter

Mer effektiv veitransport vil gjøre det vanskeligere å overføre gods fra vei til sjø og bane.

[7] Anskaffelsesloven (LOV-2016-06-17-73) og Anskaffelsesforskriften (FOR-2016-08-12-974).

[8] Lov om konkurranse mellom foretak og kontroll med foretakssammenslutninger (LOV-2004-03-05-12) begrenser adgangen for konkurrerende virksomheter til å samarbeide, men det er grunn til å tro at en viss samordning av levering er mulig så lenge det ikke medfører at man eksempelvis koordinerer priser.

Referanser

[1] SSB (2019). Godstransport med lastebil. 15.11.19. Lest 04.06.19
[2] SSB/Statistikkbanken. Tabell 08552: Nasjonal leie- og egentransport. Transportmengde og transportarbeid, etter vareslag 2008 – 2018.
[3] Wangsness, P.B., T. Bjørnskau, I.B. Hovi, A. Madslien og R. Hagman (2014): Evaluering av prøveordning med modulvogntog. TØI-rapport 1319/2014. Oslo: Transportøkonomisk institutt
[4] NHO mfl. (2016). Veikart for næringslivets transporter – med høy mobilitet mot null utslipp i 2050. Lest 03.12.19
[5] Liimatainen H. & L. Nykänen. Impacts of Increasing Maximum Truck Weight – Case Finland. Lest 08.08.19
[6] Nordic Council of Ministers (2018). Reducing CO2 emissions from freight. Lest 04.06.19
[7] Bernard Jacobs fra IFSTTAR, foredraget den 6. november 2018 i Cape Town

T05 100 % av nye personbiler er elektriske innen utgangen av 2025

Politisk føring: 100 prosent av nye personbiler skal være nullutslippskjøretøy innen utgangen av 2025 (NTP 2018-2029)

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Andel elbiler av nybilsalg i referansebanen	50 %	52,5 %	55 %	57,5 %	60 %	62,5 %	65 %	67,5 %	70 %	72,5 %	75 %
Andel elbiler av nybilsalg i tiltak[9]	50 %	60 %	70 %	80 %	90 %	95 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
Utslippsreduksjon tiltak (mill. tonn CO_2-ekv.)	-	0,01	0,04	0,08	0,15	0,22	0,29	0,36	0,42	0,47	0,51
Utslippsreduksjon 2021-2030[10]	**2,54 millioner tonn CO_2-ekv.**										
Kostnadskategori	**500-1500 kr/tonn CO_2-ekv.**										

Beskrivelse av tiltaket

Tiltaket går ut på å øke salget av nye elektriske personbiler i tråd med den politiske føringen om at nye personbiler skal være nullutslippskjøretøy i 2025. NTP-målet er tolket som at det skal oppnås i løpet av 2025. NTP-målet vil også kunne oppnås med hydrogenelektriske kjøretøy, men slike kjøretøy vurderes ikke som konkurransedyktige mot elektriske personbiler i et 2030-perspektiv. Derfor er tiltaket operasjonalisert utelukkende med elektriske kjøretøy. Tiltaket er skalert mot tiltak T01 *Nullvekstmål for personbiltransport*. Dersom dette tiltaket ikke gjennomføres øker det samlede potensialet av tiltaket til 2,62 millioner tonn CO_2-ekvivalenter.

Dagens virkemidler

- For nullutslippsbiler: Fritak for merverdi-, engangs-[11], trafikkforsikrings-, omregistrerings- og veibruksavgift, gunstigere beskatning for privat bruk av firmabil, minimum 50 prosent rabatt på ferger og ved bompasseringer, delvis tilgang til kollektivfelt, gratis eller redusert sats for parkering på offentlige parkeringsplasser og krav om at kommuner skal tilby lademulighet på et tilstrekkelig antall av kommunens parkeringsplasser.
- CO_2-avgift for bensin og diesel.
- Utslippskrav for nye bensin- og dieselbiler.
- Støtteordninger for utbygging av ladeinfrastruktur i regi av Enova, kommuner og fylkeskommuner.
- Det kan stilles krav om nullutslippskjøretøy i offentlige anskaffelser (f.eks. biler til hjemmehjelpstjeneste i kommuner).

Nullalternativ og utslippsreduksjonspotensial

Utslipp fra personbiler er i NB2020 på 2,3 millioner tonn CO_2 i 2030 og 32,1 millioner tonn for perioden 2021-2030. Utslippet stammer fra rundt 3 millioner personbiler, der elbil- og hybridbilandelen er økende i framskrivningen.

[9] Inkludert andelen som ligger i referansebanen

[10] Avrundinger i årlige utslippseffekter gjør at den samlede effekten ikke helt tilsvarer summen av årlige utslippseffekter

[11] Bensin- og diesel-personbiler som registreres som drosje betaler engangsavgift på linje med personbiler kjøpt av private fra 2019.

Nullalternativet er laget med utgangspunkt i referansebanen fra NB2020. Det er gjort enkelte justeringer i antagelsene om samlet nybilsalg for å få et nullalternativ som er mer i tråd med det reelle nybilsalget. Effekten av justeringene som er gjort gir noe lavere utslipp i nullalternativet enn i referansebanen fra NB2020 (0,4 millioner tonn over perioden 2021-2030).

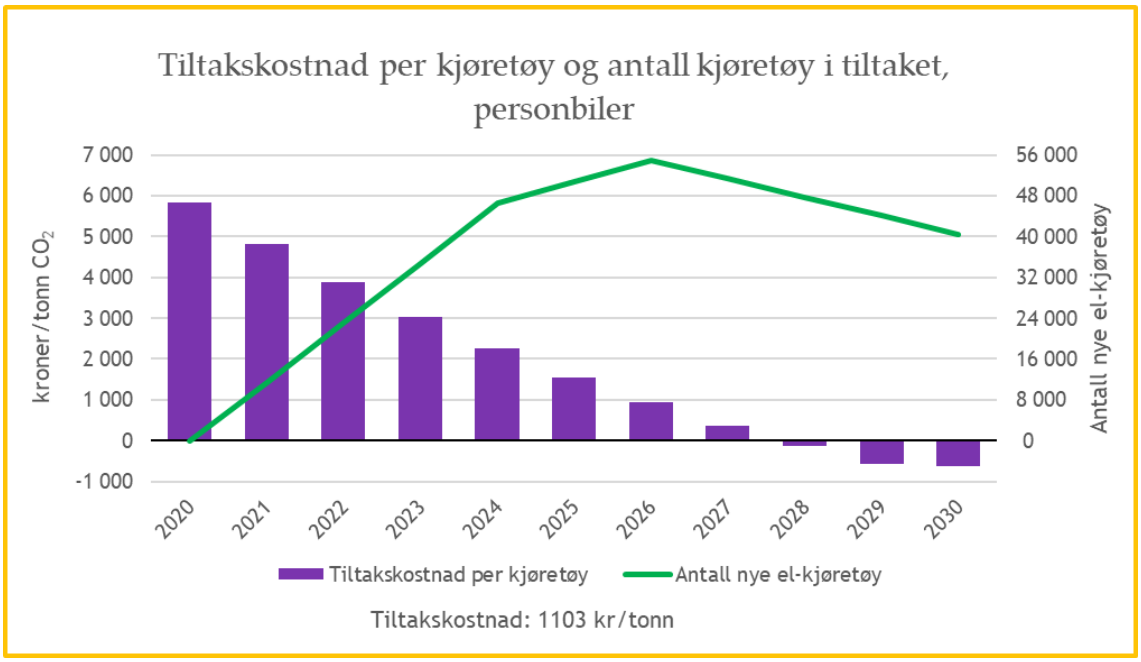
Gitt innfasingen som er lagt til grunn i tiltaket, er estimert utslippseffekt 2,54 millioner tonn for perioden 2021-2030. Tiltaket omfatter bare elbiler som ikke er inkludert i nullalternativet.

Tiltakskostnad

Beregning av tiltakskostnad baseres på kostnader ekskludert skatter og avgifter. Uten avgifter har elbiler i dag vesentlig høyere **investeringskostnad** enn biler med forbrenningsmotor. For små elbiler er forskjellen på om lag 130 000 kroner i vår modell, mens en stor elbil koster over det dobbelte av en bil med forbrenningsmotor. Investeringskostnaden forventes å falle gjennom hele analyseperioden, som følge av skalafordeler i produksjonen og reduserte batterikostnader. Kostnadsparitet (knyttet til investering) forventes omkring 2022 for små personbiler og 2025 for store personbiler.

Over **brukstiden** er utgiftene ved lading for elbilen under halvparten av drivstoffutgiftene til en bensinbil med samme kjørelengde selv når avgifter er ekskludert. Sammen med noe lavere vedlikeholdskostnader bidrar besparelsen til å redusere tiltakskostnaden for elbilen.

Tiltakskostnaden er beregnet til ca. 1 100 kr/tonn for elbilene som fases inn som følge av tiltaket. Dette er en gjennomsnittskostnad for en rekke ulike kjøretøy, der små elbiler har tiltakskostnad ned mot 300 kr/tonn (vektet gjennomsnitt over perioden), mens store elbiler har tiltakskostnad opp mot 1 600 kr/tonn (vektet gjennomsnitt over perioden). Det er også et gjennomsnitt over tid som er vektet ut fra antallet kjøretøy som fases inn på ulike tidspunkter i tiltaket. Figur T 4 illustrerer dette. Den årlige tiltakskostnaden (blå søyler) faller fra nesten 6 000 kr/tonn i 2020 til under null i slutten av perioden. Vedlegg III teknisk notat redegjør nærmere for antakelsene som ligger til grunn for kostnadsberegningene.

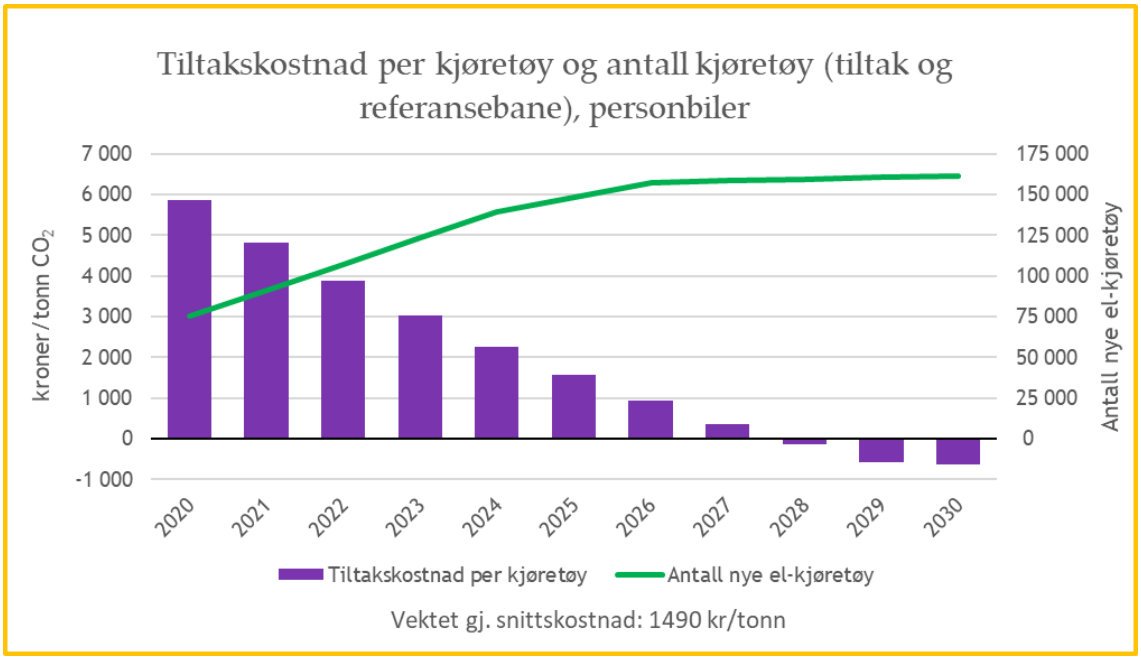


Figur T 4. Tiltakskostnad per kjøretøy og antall kjøretøy i tiltaket, personbiler.

Forventninger om fallende investeringskostnader over perioden, kombinert med at en høy andel av nye elbiler som selges i første del av perioden 2021-2030 er inkludert i nullalternativet og ikke i tiltaket, er de viktigste **forklaringsfaktorene** bak den relativt lave tiltakskostnaden. Gradvis strengere utslippskrav for produsenter av biler med forbrenningsmotor antas å gi økte produksjonskostnader for slike biler utover i perioden, og dette trekker også tiltakskostnaden ned.

De fallende årlige tiltakskostnadene innebærer at en tregere innfasing ville gitt lavere tiltakskostnader. Innenfor rammen som NTP-målet setter, vurderes det ikke som realistisk med særlig tregere innfasingstakt enn den innfasingen vi har lagt til grunn. Det skyldes at det tar tid å etablere infrastruktur, forhandlernettverk, verksteder og kunnskap om teknologien, som innebærer at elbilandelen i nybilsalget ikke kan øke radikalt fra ett år til det neste. Tregere innfasingstakt ville også gitt lavere bidrag til samlede utslippsreduksjoner i 2021-2030.

Tiltakskostnad for hele NTP-målet om at nye personbiler skal være nullutslippskjøretøy i 2025, det vil si **alle** nye elbiler som anskaffes over perioden (biler i referansebanen + tiltak), anslås å være ca. 1500 kr/tonn. Det vil si 400 kr/tonn høyere enn tiltakskostnad for kun kjøretøy i tiltaket. Dette er illustrert i Figur T 5 og skyldes høyere andel elektriske kjøretøy tidlig i perioden, sammenlignet med innfasingen i tiltaket.



Figur T 5. Tiltakskostnad per kjøretøy og antall kjøretøy (tiltak og referansebane), personbiler.

Elbiler har historisk sett hatt vesentlig andre **egenskaper** enn bensin- og dieselbiler. På den negative siden har dette særlig handlet om dårligere utvalg av modeller, kortere rekkevidde og varierende lademuligheter. På den positive siden er elbiler mer stillegående og har bedre akselerasjon. I 2016 (rapport M-620) anslo Miljødirektoratet ulempen for gjennomsnittsbilisten ved overgang til en liten elbil til 125 000 kroner, mens det for store biler ikke ble vurdert å være noen ulempe ettersom det på dette tidspunktet kun var Tesla-modeller tilgjengelig i storbilsegmentet. En overgang fra gjennomsnittlig stor bil med forbrenningsmotor til Tesla ble vurdert som en oppgradering. Elbil-markedet har imidlertid utviklet seg mye siden 2016, både med tanke på rekkevidde, modellutvalg og ladeinfrastruktur. Dette innebærer at **ulemper** har blitt vesentlig redusert. Investeringskostnadene som er benyttet i denne analysen er basert på moderne elbiler med lang rekkevidde, mange av dem vil komme på markedet fra 2020. Moderne elbiler forventes å ha minst like gode egenskaper som tradisjonelle biler med forbrenningsmotor og det forutsettes derfor at dette innfasingstiltaket ikke innebærer ulempekostnader for bilistene. Forutsetningen bygger på at ladeinfrastruktur bygges ut i takt med innfasingen av elbiler framover. Individuelle preferanser og bruksmønstre vil imidlertid avvike fra gjennomsnittsbilisten som beregningene gjelder for.

Usikkerhet

Den største usikkerheten ved tiltakskostnadsanslagene er framtidig utvikling i **innkjøpskostnad** for elbiler. I analysen faller innkjøpskostnaden (før skatter og avgifter) med 4-5 prosent reelt i gjennomsnitt per år over perioden, hovedsakelig som en følge av at batterikostnaden forventes halvert fra 2020 til 2027. Kostnadsutviklingen for batterier som er lagt til grunn antas å være et noe konservativt anslag sammenlignet med hva de fleste større analysemiljøer forventer. Den nest viktigste kostnadsreduserende faktoren er overgangen fra småskala- til masseproduksjon i dedikerte produksjonslinjer for elektriske kjøretøy. Størrelsen på kostnadsreduksjonene ved

realisering av slike skalafordeler anses som relativt sikker, men det er usikkert hvor raskt kostnadsreduksjonene vil kunne skje.

Dersom man legger til grunn et høykostnadsscenario der batteriprisene i 2030 ligger 30 prosent over basisscenarioet og det tar 20 år før elbilene oppnår samme skalafordeler som dagens biler med forbrenningsmotor, øker estimert tiltakskostnad til 2 700 kr/tonn. I et lavkostnadsscenario, der batteriprisene i 2030 ligger 20 prosent under basisscenarioet og det bare tar syv år før elbilene oppnår samme skalafordeler som dagens biler, er estimert tiltakskostnad 200 kr/tonn.

Andre usikkerheter som kan være viktige er antakelsen om årlig kjørelengde og at det er samme kjørelengde for bensin-/diesel- og elbiler, samt antakelsen om at 10-15 prosent av lading skjer med hurtiglading. I vedlegg III *Teknisk notat* er det beregnet hvordan endringer i disse variablene påvirker tiltakskostnaden.

Barrierer

For forbrukerne har begrenset rekkevidde vært en av de klart viktigste barrierene for overgang til elbil så langt – ikke minst i vinterhalvåret. Med økende batterikapasitet, og mer brukserfaring, er denne barrieren i ferd med å bli stadig mindre. Tilsvarende trend ser vi for andre egenskaper. De første små elektriske bilene i markedet hadde sikkerhetsutfordringer som siden har blitt løst. Mangel på hengerfeste, skiboks med mer har vært en barriere for mange potensielle brukere, men framover vil mange modeller tilbys med hengerfeste, til dels som konsekvens av at batterikapasiteten har blitt bedre.

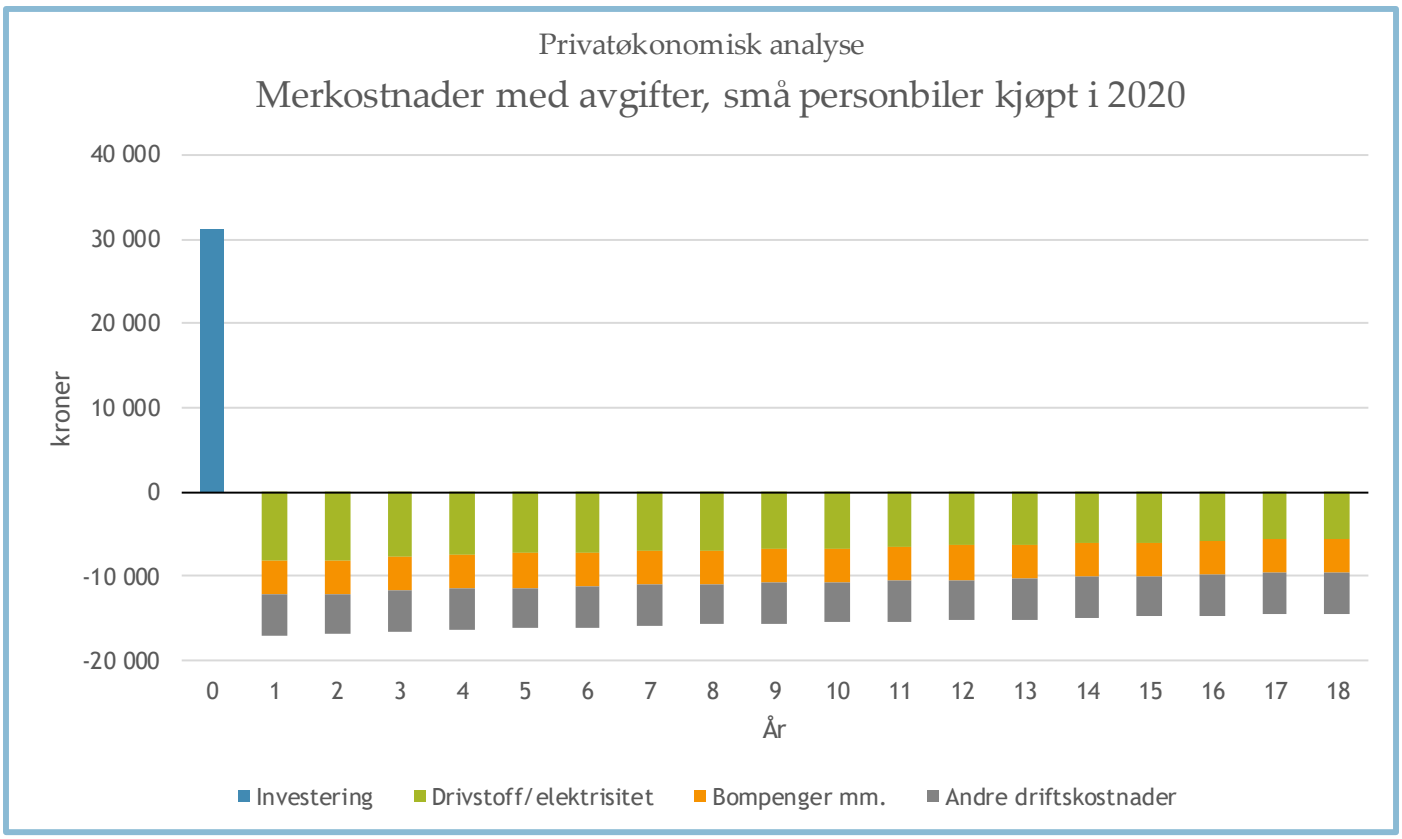
Markedet for elektriske biler har opplevd en radikal endring de siste fem årene og store endringer er forventet de nærmeste årene i og med at bilprodusentene stiller om til storskala produksjon av elektriske kjøretøy og planlegger å tilby et bredt modellutvalg. Det innebærer at barrierebildet også endrer seg raskt. At andelen elbiler i nybilsalget nå nærmer seg 50 prosent tyder på at mange barrierer mot å velge elbil ved nybilkjøp er overkommet med de virkemidlene vi har i dag. For å realisere en så rask innfasing som tiltaket innebærer, er det allikevel fortsatt betydelige barrierer som må løses.

Kostnader

Selv med fritak fra moms og engangsavgift, har elbiler høyere innkjøpspris enn bensin- og dieselbiler i dag. Sett over levetiden vil det for gjennomsnittsbilisten allikevel allerede lønne seg å kjøpe elbil framfor alternativet som følge av de lave brukskostnadene. Det er primært sparte energikostnader ved overgang fra bensin til elektrisitet som bidrar til dette, men sparte bompenger, vedlikeholdskostnader og fritak fra den årlige trafikkforsikringsavgiften bidrar også. Figur T 6 illustrerer at ifølge våre beregninger vil en gjennomsnittlig bilkjøper i 2020 løpet av svært få år ha tjent inn merkostnaden ved anskaffelse av en liten elbil, selv om vedkommende eventuelt har høye finansieringskostnader (lånerente).

Resultatet forutsetter tilstrekkelig tilgang til lading. I modellen er det lagt til grunn at gjennomsnittsbrukeren ikke har investeringskostnader utover 20 000 kroner for investering i ladeinfrastruktur hjemme, samt at dette ladepunktet dekker det aller meste (90 %) av ladingen i løpet av et år. Eventuelle ulemper knyttet til begrenset rekkevidde for kjøretøyet eller tidsbruk ved lading kan imidlertid for enkelte betraktes som reelle kostnader i dag, og slike kostnader inngår ikke i modellen. Her kan det være betydelige individuelle og geografiske forskjeller men det antas at forskjeller vil bli redusert betydelig fram til 2025 i takt med utbyggingen av ladeinfrastruktur og bedre batterikapasitet i bilene.

Kostnadsbarrieren er forventet å bli kraftig redusert de nærmeste årene som følge av både fallende batteri- og produksjonskostnader. I vedlegg III *Teknisk notat* viser vi hvordan endringer i driftsvariable, som andel hurtiglading og årlig kjørelengde, og investeringsvariable, som innkjøpspris og batterikostnad, påvirker privatøkonomisk lønnsomhet.



Figur T 6. Privatøkonomiske merkostnader per år for små elbiler kjøpt i 2020, 2019-kroner.

Infrastruktur

Salgsstatistikken viser at nybilsalget av elbiler er svært ujevnt fordelt over landet (mens Oslo og Hordaland ligger på ca. 60 % elbilandel har Hedmark og Oppland ca. 30 % og Finnmark ca. 10 %).[12] Dette kan ha flere årsaker, blant annet varierer bruksfordelene med elbil betraktelig. Det er også grunn til å tro at variasjonen gjenspeiler at utbyggingen av ladeinfrastruktur ikke har kommet like langt i alle deler av landet.

Deler av barrierene knyttet til ladeinfrastruktur ligger hos hver enkelt elbileier, der noen har tilgang til egen garasje- eller parkeringsplass med ladeinfrastruktur allerede, noen må investere i ladepunkt, mens andre ikke har egen parkeringsplass. For de som bor i borettslag må beslutninger om ladeinfrastruktur tas i fellesskap i borettslaget, mens hurtig- og lynlading langs riks- og fylkesveier styres av kommersielle og offentlige aktører.

Utbyggingen av ladestasjoner, herunder hurtigladere og såkalt lynlading, reduserer tidskostnadene ved lading kontra fylling av drivstoff. En rekke nye aktører innen slik lading med stor effekt er nå i ferd med å etablere seg ute i Europa og i Norge. Foreløpig tyder mye på at utbygging av ladeinfrastruktur allikevel går for sakte sammenlignet med elbilsalget. For mer om ladeinfrastruktur, og hva som skal til for å bygge ned denne barrieren, se kapittel 13 om ladeinfrastruktur og nett i hovedrapporten del A.

Atferd

Siden overgang til elbil innebærer en merkostnad i investeringsøyeblikket og besparelsene fordeler seg over flere år fram i tid, særlig for større elektriske personbiler, kan såkalt nåtidsskjevhet medføre at noen forbrukere opplever den høyere innkjøpsprisen som en barriere selv om den tjenes inn i løpet av noen år. Dessuten vil kapitalkostnader variere betydelig mellom forbrukere – de med relativt lav inntekt vil som regel ha høyere kostnader forbundet med å finansiere merkostnaden ved innkjøp. Den raske reduksjonen i innkjøpskostnader medfører at slike barrierer i stor grad forventes å forsvinne i løpet av analyseperioden.

[12] Presentasjon fra Norsk Elbilforening, Teknologidagene 2019, Trondheim.

Vaner påvirker atferd og kan ofte føre til at man velger det trygge alternativet, det være seg bilmerke, -modell eller egenskaper. En mulig atferds- og/eller kostnadsbarriere som er relevant for elbiler, er at enkelte forbrukere kan ha et bruksmønster der de noen få ganger i året kjører på langtur, med tilhenger, eventuelt kombinert med begrenset tid til rådighet slik at det er en ulempe med lengre stans enn de minuttene det tar å fylle en tank bensin. I stedet for å kjøpe en bil som dekker det aller meste av behovet gjennom året, og leie bil/dele bil noen få enkeltturer, velger forbrukeren heller å kjøpe en bil som kan dekke alle situasjoner. Dette kan naturligvis være privatøkonomisk rasjonelt, ettersom det innebærer reelle kostnader å leie bil eller være med i bilkollektiv, det kan gi noe mer tidsbruk, det er mindre fleksibelt og det kan være begrenset tilgang på leiebil.

Mulige virkemidler

Elektriske personbiler omfattes allerede av sterke økonomiske virkemidler i form av avgiftsfritak ved anskaffelse, fritak eller reduserte satser ved bompasseringer og på ferger, samt bruksfordeler som tilgang til kollektivfelt. Ved videreføring av eksisterende fordeler forventes elbilen å bli svært konkurransedyktig for de aller fleste etter hvert som produksjonskostnadene faller videre de nærmeste årene. En stor del av tiltaket kan derfor trolig realiseres uten styrking av virkemidler.

Det vil allikevel kunne bli svært krevende å oppnå målet om at absolutt alle nye personbiler som anskaffes fra 1. januar 2026 er elbiler uten å innføre forbud mot salg av biler med forbrenningsmotor fra dette tidspunktet. Årsaken er primært at det vil måtte ta noen år å bygge ut tilstrekkelig ladeinfrastruktur i alle områder og tilpasset bilister med alle mulige bruksmønstre. Inntil en slik infrastruktur er på plass i full skala overalt i landet, må det forventes at enkelte vil anse at ulempene ved valg av elbil er større enn besparelsene. Så lenge det lanseres nye bilmodeller med forbrenningsmotor, og diesel og bensin er tilgjengelig og ikke uforholdsmessig dyrt, er det også vanskelig å se for seg at ikke enkelte vil anskaffe slike biler. Et forbud mot salg av biler med forbrenningsmotor er det imidlertid ikke mulighet for på nåværende tidspunkt, som følge av harmoniserte EØS-regler om typegodkjenning av motorkjøretøy. Flere EU-land har tatt til orde for å innføre et forbud på et senere tidspunkt (2030/2040), slik at det på lengre sikt kan tenkes at EU-regelverket vil åpne for forbud mot biler med forbrenningsmotor.

Dersom et forbud fra 2026 ikke lar seg gjennomføre, vil økt differanse i kjøpsavgifter mellom elbil og kjøretøy med forbrenningsmotor, for eksempel gjennom å bruke engangsavgiften, fungere på samme måte som et forbud bare avgiftsdifferansen blir høy nok. Det er imidlertid umulig å anslå hvor høy avgiftsdifferansen må være for å få "den siste" bilkjøperen til å velge elbil ved inngangen til 2026. Dessuten vil en avgiftssats satt på et så høyt nivå at det rent faktisk var til hinder for import av nye biler kunne bli betraktet som en ulovlig importrestriksjon på linje med et forbud.[13] Trolig vil avgiftsdifferansen kunne settes mye lavere dersom man aksepterer at noen få prosent av nybilsalget er kjøretøy med forbrenningsmotor, dvs. at man ikke hindrer de med høyest betalingsvillighet fra å kjøpe slike kjøretøy.

Økt CO_2-avgift, veibruksavgift eller andre bruksavhengige avgifter for kjøretøy med forbrenningsmotor, vil i teorien kunne ha samme effekt som en økning i engangsavgiften for privatpersoners beslutning om valg av nytt kjøretøy, selv om den økte lønnsomheten ved elbil da vil komme fra driftsfasen i stedet for ved investering. Økt engangsavgift er allikevel et mer treffsikkert virkemiddel for å realisere tiltaket siden det endrer de relative prisene ved investering direkte og er mindre sårbart for variasjon i kapitalkostnader hos aktørene som skal gjennomføre tiltaket.

Nullutslippssoner er et mulig virkemiddel for å redusere miljøulemper og klimagassutslipp fra transport med personbiler. Flere større bykommuner har et ønske om å kunne innføre nullutslippssoner av klimahensyn, men mangler per i dag hjemmel i lov. Virkemiddelet vil imidlertid være lite treffsikkert for å realisere dette tiltaket og det

[13] EU-domstolen har i sak C-383/01 uttalt at interne avgifter – som ikke diskriminerer importerte varer til fordel for innenlandske varer – ikke er i strid med EU-retten. En engangsavgift på biler tilsvarende 200 % av bilens verdi ble heller ikke ansett som en importrestriksjon i strid med EU-retten (i avgjørelsen henvisning til TEU art. 28, nåværende TEUF art. 34, som tilsvarer EØS-avtalen art. 11). Uttalelser i denne saken kan tyde på at det vil være en grense for hvor høyt interne avgifter kan settes uten å være i strid med EU-retten, under henvisning til det frie varebytte.

er krevende å anslå effekten når det virker i kombinasjon med andre virkemidler. I kapittel 12 om kommunenes rolle i hovedrapporten del A, er nullutslippssoner drøftet mer inngående.

Kommunene har i dag anledning til å stille krav om nullutslipp i offentlige anskaffelser, og flere kommuner og fylker setter i dag krav til anskaffelser, for eksempel elektriske personbiler til bruk i hjemmehjelpstjeneste, utslippsfri taxi til persontransport som skoleskyss med mer. For nærmere drøfting av dette virkemiddelet, se kapittel 12 om kommunenes rolle i hovedrapporten del A.

Konsekvenser

Økt engangsavgift påvirker ikke atferd etter at investeringsbeslutning har funnet sted og gir ikke de som har kjøretøy med forbrenningsmotor insentiver til å redusere sine utslipp.

Økt engangsavgift kan medføre hamstring av kjøretøy med forbrenningsmotor før avgiften trer i kraft, men det kan unngås ved å varsle en gradvis opptrapping av avgiften i god tid. Volumet på nybilsalget vil kunne falle etter at avgiften har trådt i kraft og man vil i en overgangsfase kunne få en eldre bilpark. Med mindre avgiften settes veldig høyt vil enkelte fortsatt velge kjøretøy med forbrenningsmotor. Slike effekter kan redusere det anslåtte utslippspotensialet i tiltaket, men det er ikke nærmere vurdert i denne analysen. Endringer i engangsavgift kan også ha andre konsekvenser som ikke er vurdert.

Elbiler har lavere driftskostnader enn fossile biler, delvis som følge av bruksfordeler og fritak fra bruksavgifter. Videreføring av fordeler og fritak kan gi høyere omfang av privatbilisme som transportform med tilhørende kostnader knyttet til trengsel, ulykker og veistøv, også der det finnes alternativer som kollektivtransport, sykkel og gange. Det har ikke blitt vurdert virkninger av bruksfordeler og fritak fra bruksavgifter i denne rapporten.

For konsekvenser av nullutslippssoner og offentlige anskaffelser som virkemidler, se kapittel 12 om kommuner i hovedrapporten del A.

Fordelingsvirkninger

Med de forutsetninger vi har lagt til grunn og de forutsetninger som ligger til grunn for referansebanen (videreføring av eksisterende virkemidler), vil det være lønnsomt for de aller fleste å velge elbil ved utgangen av 2025. Vi legger til grunn videre utbygging av ladeinfrastruktur i alle områder av landet og økt batterikapasitet som innebærer at anskaffelse av elbil ikke gir ulempekostnader.

Ved realisering av tiltaket vil bensinstasjoner, bilforhandlere og andre aktører som opererer innen verdikjedene for kjøretøy med forbrenningsmotor oppleve redusert kundegrunnlag. Dette er en trend som allerede er godt i gang med de omstillingskostnader dette innebærer. Dette motsvares av de muligheter som ligger i å tilby elbiler og tjenester rettet mot disse. På lengre sikt kan redusert omfang av distribusjon av bensin og diesel gi positive miljøeffekter, blant annet ved at omfang av tungtransport reduseres.

T06 100 % av nye lette varebiler er elektriske innen utgangen av 2025

Politisk føring: 100 prosent av nye lette varebiler skal være nullutslippskjøretøy innen utgangen av 2025 (NTP 2018-2029)

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Andel elbiler av nysalg i referansebanen (NB2020)[14]	15 %	18 %	21 %	25 %	29 %	33 %	37 %	41 %	46 %	51 %	56 %
Andel elbiler av nysalg i tiltak[15]	25 %	35 %	45 %	55 %	65 %	80 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
Utslippsreduksjon (mill. tonn CO_2-ekv.)	0,005	0,012	0,021	0,032	0,045	0,059	0,078	0,094	0,106	0,116	0,124
Utslippsreduksjon 2021-2030[16]	**0,69 millioner tonn CO_2-ekv.**										
Kostnadskategori	**500-1500 kr/tonn CO_2-ekv.**										

Beskrivelse av tiltaket

Lette varebiler[17] er anslått til å gi utslipp på rundt 0,6 millioner tonn CO_2-ekvivalenter i 2030 (6,3 millioner tonn CO_2-ekvivalenter for perioden 2021-2030). Det er forventet å være rundt 300 000 lette varebiler i 2020, med en reduksjon til rundt 200 000 lette varebiler i 2030. Reduksjonen i antall biler skyldes delvis en forskyvning fra lette mot tunge varebiler og delvis tiltaket "Forbedret logistikk for varebiltransport".

Tiltaket går ut på å øke salget av nye elektriske varebiler i tråd med den politiske føringen om at nye lette varebiler skal være nullutslippskjøretøy i 2025. Det er lagt til grunn at dette innebærer at alle nye lette varebiler som selges ved utløpet av 2025 er elvarebiler.[18] NTP-målet vil også kunne oppnås med hydrogenelektriske kjøretøy, men slike kjøretøy vurderes ikke som konkurransedyktige mot batterielektriske varebiler i et 2030-perspektiv. Derfor er tiltaket operasjonalisert utelukkende med batterielektriske kjøretøy. Tiltaket er skalert mot tiltak T03 *Forbedret logistikk for varebiltransport.* Dersom dette tiltaket ikke gjennomføres øker det samlede potensialet av tiltaket til 0,71 millioner tonn CO_2-ekvivalenter.

Dagens virkemidler

- For nullutslippsbiler: Fritak fra engangs-[19], trafikkforsikrings-, omregistrerings- og veibruksavgift, redusert fordelsbeskatning for firmabil, økt avskrivningssats, minimum 50 prosent rabatt på ferger og ved bompasseringer, tilgang til kollektivfelt, gratis eller redusert sats for parkering på offentlige parkeringsplasser, krav om at kommuner skal tilby lademulighet på et tilstrekkelig antall av kommunens parkeringsplasser.
- CO_2-avgift for bensin og diesel.
- Utslippskrav for nye bensin- og dieselvarebiler.

[14] I framskrivningene er ikke el-varebilene fordelt mellom lette og tyngre varebiler. Fordelingen er gjort av Miljødirektoratet.
[15] Inkludert andelen som ligger i referansebanen
[16] Avrundinger i årlige utslippseffekter gjør at den samlede effekten ikke helt tilsvarer summen av årlige utslippseffekter
[17] Lette varebiler er definert ihht. Statens Vegvesens kjøretøyklasser som N1-I (egenvekt under 1305 kg) og N1-II (1305-1706 kg)
[18] Lette varebiler er definert som varebiler med en egenvekt under 1,7 tonn. Se videre: Statens vegvesen (2013). Kapittel 4: Godkjenning av varebil med en og to seterader (kl. 1 og 2) med avgiftsklassifisering.
[19] Engangsavgiften er betydelig lavere for tradisjonelle varebiler klasse 2 enn for personbiler.

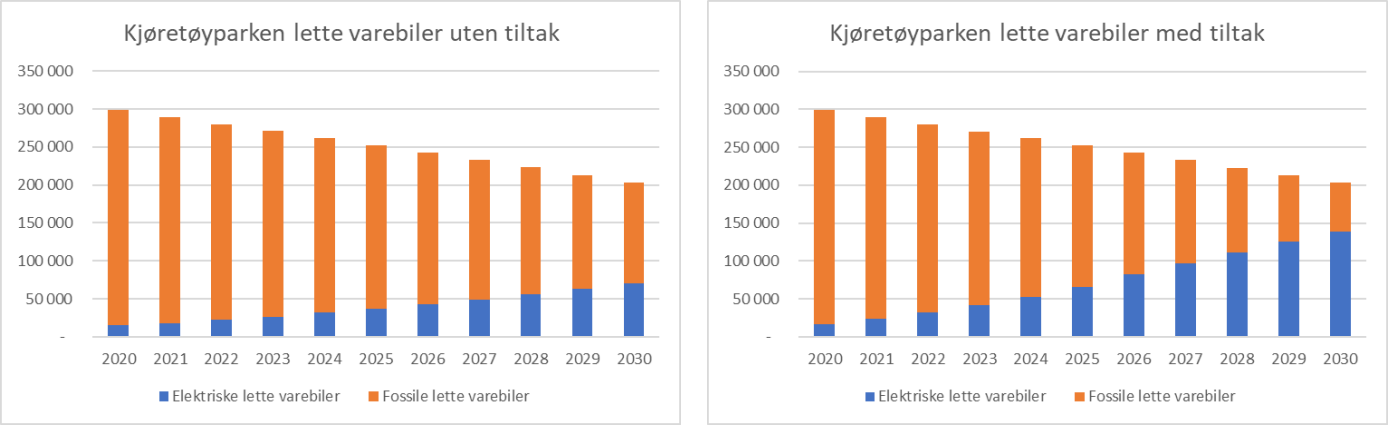
- Enova støtter en andel av merkostnadene ved innkjøp av elektrisk varebil. [20]
- Miljødirektoratet gir støtte til kjøp eller leasing av nullutslippsvarebil ved vraking av konvensjonell varebil.[21]
- Støtteordninger for utbygging av ladeinfrastruktur i regi av Enova, kommuner og fylkeskommuner.

Nullalternativ og utslippsreduksjonspotensial

Nullalternativet er laget med utgangspunkt i referansebanen fra NB2020, som ikke har en fordeling på lette og tunge varebiler. For å fordele bilene i bestanden og nybilsalget fra referansebanen på lette og tunge varebiler er følgende antakelser lagt til grunn:

- Bestanden er fordelt 60/40 (lette vs. tunge varebiler) i 2020 med en lineær endring til 40/60 i 2030
- Nybilsalget er fordelt 60/40 i 2020 basert på historiske tall for salg (Opplysningsrådet for veitrafikken, OFV). Den historiske trenden mot flere tunge varebiler er derifra fortsatt til 2030 (-0,9 % per år for lette), noe som gir en fordeling på 40/60 i 2030
- Elbilsalget i referansebanen er fordelt på lette og tunge basert på en antagelse om at det i starten er hovedsakelig lette varebiler som elektrifiseres. Konkret er det lagt inn at 70 prosent av elvarebilene som selges i 2017 er lette varebiler, mens det i 2030 er 60 prosent av nye elvarebiler som er lette og 40 prosent som er tunge.

Estimert utslippseffekt av tiltaket er 0,69 millioner tonn for perioden 2021-2030. Tiltaket omfatter bare elvarebiler som ikke er inkludert i nullalternativet. Samlet utslippseffekt i perioden 2021-2030 av alle lette elvarebiler som anskaffes i samme periode, det vil si NTP-målet i sin helhet, anslås til om lag 1,54 millioner tonn CO_2. Figur T 7 viser hvordan kjøretøyparken utvikler seg i nullalternativet (uten tiltak) og hvordan endringen som følge av tiltaket påvirker bestanden.



Figur T 7. Utvikling i bestanden av lette varebiler i nullalternativet og med tiltak

Tiltakskostnad

Beregning av tiltakskostnad baseres på kostnader ekskludert skatter og avgifter. Investeringskostnaden for en typisk lett elvarebil er i dag om lag 160 000 kroner høyere enn for varebilen med forbrenningsmotor som utgjør alternativet (inklusive investering i ladepunkt). Nåverdien av kostnadsforskjellene i driftsfasen er på rundt 50 000 kroner. I Figur T 8 er årlige tiltakskostnader vist med blå søyler som representerer tiltakskostnaden for en elvarebil kjøpt inn det aktuelle året. Forventningen om fallende investeringskostnader bidrar til at tiltakskostnaden faller fra ca. 3 500 kr/tonn for en elvarebil kjøpt i 2020 til negative tiltakskostnader fra 2029. For innfasingen som er lagt til

[20] Støtteordningen ble innført i august 2019 og utslippseffekten er dermed ikke inkludert i referansebanen, jf. vedlegg II *Veileder* (vedlegg A. Utslippsframskrivningene fra NB2020)
[21] Støtteordningene til Enova og Miljødirektoratet kan ikke kombineres.

grunn i tiltaket (grønn kurve), er tiltakskostnaden beregnet til ca. 1100 kr/tonn. Dette er en gjennomsnittskostnad i segmentet og over tid, vektet ut fra antallet kjøretøy som fases inn på ulike tidspunkter i tiltaket.



Figur T 8. Tiltakskostnad per kjøretøy og antall kjøretøy i tiltaket, lette varebiler.

Som for personbilene kan overgang til elvarebiler gi opphav til ulemper for forbrukere og de næringsdrivende. Ulempekostnader bør i prinsippet inkluderes i tiltakskostnadene. Vi har ikke lagt inn slike kostnader fordi modellutvalg, rekkevidde og lastekapasitet forventes å forbedres raskt, og fordi vi forutsetter at de som går over til elvarebil tidlig i perioden har relativt lave krav til rekkevidde og lastekapasitet. Innen 2025 forventes det at det eksisterer fullgode elektriske alternativer for alle brukere av varebil.

Usikkerhet

Den største usikkerheten ved tiltakskostnadsanslagene er framtidig utvikling i **innkjøpskostnad** som særlig påvirkes av prisutviklingen for batterier. I et scenario med høye innkjøpskostnader øker tiltakskostnaden til 1900 kr/tonn, mens det i scenarioet med lave innkjøpskostnader reduseres til 550 kr/tonn. [22]Kjørelengder har også betydning; en 10 prosent endring (for både referanse- og tiltakskjøretøy) gir endringer i tiltakskostnad på rundt +/- 150 kroner. For utdyping, se vedlegg III, *Teknisk notat*.

Barrierer

Barrierene for overgang til elvarebil ligner mye på de som gjorde seg gjeldende for personbiler for noen få år siden. I mellomtiden har batterikostnader blitt redusert og produsentene kan ta med seg læring fra personbilmarkedet, slik at utviklingen kan gå raskt når den først kommer i gang.

Teknologi

Fram til nå har markedet for elvarebiler begrenset seg til noen svært få i klassen små og lette varebiler. Dermed er mangel på modeller for mange varebilsegment fortsatt en absolutt barriere og det forventes at dette i stor grad vil vedvare fram til omkring 2021-2022. En viktig forskjell på personbiler og varebiler er at nyttelastbehovet er mye høyere for varebilene, samt at enkelte brukere vil ha behov for å kunne trekke tilhenger. Med den økte nyttelasten er det per i dag ingen elektrisk varebil i markedet med like lang rekkevidde som i personbilsegmentet. Utviklingen

[22] Scenario med høye innkjøpskostnader: + 30% på batteripris, reduksjon av skalaulempene i løpet av 20 år (10 år i basisscenarioet). Scenario med lave innkjøpskostnader: -20% på batteripris, reduksjon av skalaulempen i løpet av 7 år.

går allikevel såpass raskt at vi i våre analyser har lagt til grunn at den elektriske varebilens rekkevidde vil være god nok for alle brukere av lett varebil innen 2026.

Kostnader

Lavere engangsavgifter for varebiler og fradraget for inngående mva. i næringsvirksomhet innebærer at elektriske varebiler ikke er like gunstige å kjøpe og å bruke sammenlignet med det "fossile" alternativet som for de elektriske personbilene. Beregningene våre viser allikevel at lette elektriske varebiler er svært nært å være privatøkonomisk lønnsomme allerede i dag for brukere som i all hovedsak kan lade om natten og ikke har behov for hengerfeste og høy lastekapasitet. Det gjelder særlig når støtte fra Enovas nullutslippsfond er medregnet. Innkjøpskostnadene forventes å falle såpass raskt at kjøretøyene kan bli lønnsomme å anskaffe uten støtte allerede omkring 2021 for gjennomsnittsbrukeren. I vedlegg III *Teknisk notat* er det mer informasjon om kostnadsutvikling under ulike forutsetninger.

Infrastruktur

Som følge av utviklingen mot større batteripakker forventer vi at rekkevidden til elektriske varebiler for store deler av segmentet raskt vil bli god nok til å kunne basere seg utelukkende på lading om natten. Unntaket er blant annet for langdistanse bud- og varelevering, samt for varebileiere som parkerer hjemme og ikke har tilgang på garasje eller parkeringsplass. Det er vanskelig å anslå hvor stor andel av eierne av lette varebiler som faller i disse kategoriene. Hurtiglading vil være en mulighet, men det reduserer driftsbesparelsene ved å velge elbil. I våre beregninger har vi forutsatt 15 prosent hurtiglading.

Varebiler brukt i næringstransport vil være avhengig av å kunne få rask service hvis noe skjer med bilen. De nærmeste årene vil mangel på verksteder for service- og vedlikehold være en mulig barriere i deler av landet.

Mulige virkemidler

Ved videreføring av eksisterende virkemidler og bruksfordeler forventes elvarebilen å bli svært konkurransedyktig etter hvert som produksjonskostnadene faller. Som for personbilmarkedet vil det allikevel kunne bli svært krevende å oppnå en salgsandel på 100 prosent for de elektriske variantene. Det kan være stor spredning i bruksmønster (kjørelengder og behov for lastekapasitet), samtidig som tilgang på ladeinfrastruktur vil kunne variere i ulike deler av landet. Det kan tenkes at det må svært sterke virkemidler til for å få de "siste" aktørene til å velge elbil. Det er derfor grunn til å tro at det vil være betydelig enklere å nå et mål om for eksempel 95 eller 98 prosent av nybilsalget enn et mål om 100 prosent.

Enovas støtte gjennom nullutslippsfondet er viktig for å skape et marked for elektriske varebiler. Etter hvert som kostnadene for de lette varebilene forventes å falle de nærmeste årene, vil det relativt raskt kunne bli lønnsomt for de fleste å anskaffe slike kjøretøy og det vil ikke være anledning til å gi støtte lengre som følge av statsstøtteregelverket. Det kan likevel være mulig å gi støtte til etablering av ladestasjoner til varebiler.

På samme måte som for privatbilsegmentet vil endringer i avgiftene som påløper ved registrering, eksempelvis engangsavgiften, være mest treffsikkert for å øke andelen elektriske kjøretøy i varebilsegmentene dersom man ser bort fra et forbud. Ved å varsle en opptrappingsplan tidlig kan man skape forutsigbarhet i markedet og redusere kostnadene ved overgangen. Det vil allikevel være viktig å sikre at det finnes fullgode elektriske varebilmodeller for alle typer næringsaktører og bruksmønstre før man eventuelt innfører høye kjøpsavgifter.

Bruksavhengige avgifter, som CO_2-avgiften, har fordeler ved at de i tillegg til å gjøre kjøp av elektrisk kjøretøy mer lønnsomt, gir insentiver til å redusere utslipp fra kjøring med forbrenningsmotor.

Nullutslippssoner er et mulig virkemiddel for å redusere miljøulemper og klimagassutslipp fra varetransport. Flere større bykommuner har et ønske om å kunne innføre nullutslippssoner av klimahensyn, men mangler per i dag hjemmel i lov. Virkemiddelet vil imidlertid være lite treffsikkert for å realisere dette tiltaket og det er krevende å anslå effekten når det virker i kombinasjon med andre virkemidler. I kapittel 12 om kommunenes rolle i hovedrapporten del A, er nullutslippssoner drøftet mer inngående.

Regjeringen har satt som mål at innen 2030 skal varedistribusjon i bysentra være tilnærmet utslippsfri. Det er per i dag ikke etablert konkrete virkemidler for å gjennomføre dette tiltaket, men det er mulig å tenke seg at en etterspørsel etter nullutslippsleveranser, dedikerte parkeringsplasser til nullutslippskjøretøy, større differensiering i bomringen mellom nullutslipps- og diesel-/bensin-kjøretøy og nullutslippssoner vil kunne bidra til måloppnåelse. Alle disse virkemidlene vil være med på å fremme tiltaket om at alle nye varebiler skal benytte nullutslippsteknologi.

Kommuner og fylker har i dag anledning til å stille krav om nullutslipp i offentlige anskaffelser. Gjennom Klimasats har det blitt gitt støtte til flere kommuner som har anskaffet elektriske varebiler til teknisk etat, parkdrift, eiendom med videre. Andre aktører som vil kunne sette slike krav er sykehus, universiteter, veivesenet med flere. For nærmere drøfting av dette virkemiddelet, se kapittel 12 om kommunenes rolle i hovedrapporten del A.

Konsekvenser

Modellutvalg, rekkevidde og lastekapasitet forventes å forbedres raskt. I løpet av 2025, når andelen lette elvarebiler i nybilsalget skal opp mot 100 prosent i tiltaket, forventes det at det eksisterer fullgode elektriske alternativer for alle brukere av varebil. Vi har lagt til grunn at de som anskaffer elvarebil tidlig i perioden har relativt lave krav til rekkevidde og lastekapasitet, mens de med større behov kommer inn senere.

Ved realisering av elektrifiseringstiltakene i veitransporten vil bensinstasjoner, bilforhandlere og andre aktører som opererer innen verdikjedene for kjøretøy med forbrenningsmotor oppleve redusert kundegrunnlag. Dette er en trend som allerede er godt i gang med de omstillingskostnader dette innebærer. Dette motsvares av de muligheter som ligger i å tilby elbiler og tjenester rettet mot disse. På lengre sikt kan redusert omfang av distribusjon av bensin og diesel gi positive miljøeffekter, blant annet ved at omfang av tungtransport reduseres.

T07 100 % av nye tyngre varebiler er elektriske innen utgangen av 2030

Politisk føring: 100 prosent av nye tyngre varebiler skal være nullutslippskjøretøy innen utgangen av 2030 (NTP 2018-2029)

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Andel elbiler av nysalg i referansebanen (NB2020)[23]	9 %	11 %	13 %	14 %	16 %	18 %	19 %	21 %	22 %	24 %	25 %
Andel elbiler av nysalg i tiltak[24]	10 %	11 %	13 %	14 %	20 %	27 %	35 %	48 %	63 %	78 %	100 %
Utslippsreduksjon (mill. tonn CO_2-ekv.)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,03	0,05	0,07	0,11
Utslippsreduksjon 2021-2030[25]	**0,28 millioner tonn CO_2-ekv.**										
Kostnadskategori	**< 500 kr/tonn CO_2-ekv.**										

Beskrivelse av tiltaket

Tyngre varebiler[26] er anslått til å gi utslipp på rundt 0,6 millioner tonn CO_2-ekvivalenter i 2030 (6,3 millioner tonn CO_2-ekvivalenter for perioden 2021-2030). Det er forventet å være rundt 200 000 tyngre varebiler totalt i 2020, med en økning til rundt 300 000 tyngre varebiler i 2030.

Tiltaket går ut på å øke andelen elektriske varebiler i segmentet tyngre varebiler i tråd med den politiske føringen om at nye tyngre varebiler skal være nullutslippskjøretøy i 2030. Det er lagt til grunn at dette innebærer at alle nye tyngre varebiler som selges ved utløpet av 2030 er elvarebiler. NTP-målet vil også kunne oppnås med hydrogenelektriske kjøretøy, men slike kjøretøy vurderes ikke som konkurransedyktige mot elektriske varebiler i et 2030-perspektiv. Derfor er tiltaket operasjonalisert utelukkende med elektriske kjøretøy. Tiltaket er skalert mot tiltak T03 *Forbedret logistikk for varebiltransport*. Dersom disse tiltakene ikke gjennomføres øker det samlede potensialet av tiltaket til 0,29 millioner tonn CO_2-ekvivalenter.

Dagens virkemidler

- For nullutslippsbiler: Fritak fra engangs-, trafikkforsikrings-, omregistrering- og veibruksavgift, redusert fordelsbeskatning for firmabil, økt avskrivningssats, minimum 50 prosent rabatt på ferger og ved bompasseringer, tilgang til kollektivfelt, gratis eller redusert sats for parkering på offentlige parkeringsplasser, krav om at kommuner skal tilby lademulighet på et tilstrekkelig antall av kommunens parkeringsplasser.
- CO_2-avgift for bensin og diesel.
- Utslippskrav for nye bensin- og dieselvarebiler.
- Enova støtter en andel av merkostnadene ved innkjøp av elektrisk varebil.[27]

[23] I framskrivningene er ikke el-varebilene fordelt mellom lette og tyngre varebiler.
[24] Inkludert andelen som ligger i referansebanen
[25] Avrundinger i årlige utslippseffekter gjør at den samlede effekten ikke helt tilsvarer summen av årlige utslippseffekter
[26] Tunge varebiler er definert ihht. Statens Vegvesens kjøretøyklasser som N1-III (over 1706 kg)
[27] Støtteordningen ble innført i august 2019 og utslippseffekten er dermed ikke inkludert i referansebanen, jf. vedlegg II Veileder (vedlegg A. Utslippsframskrivningene fra NB2020)

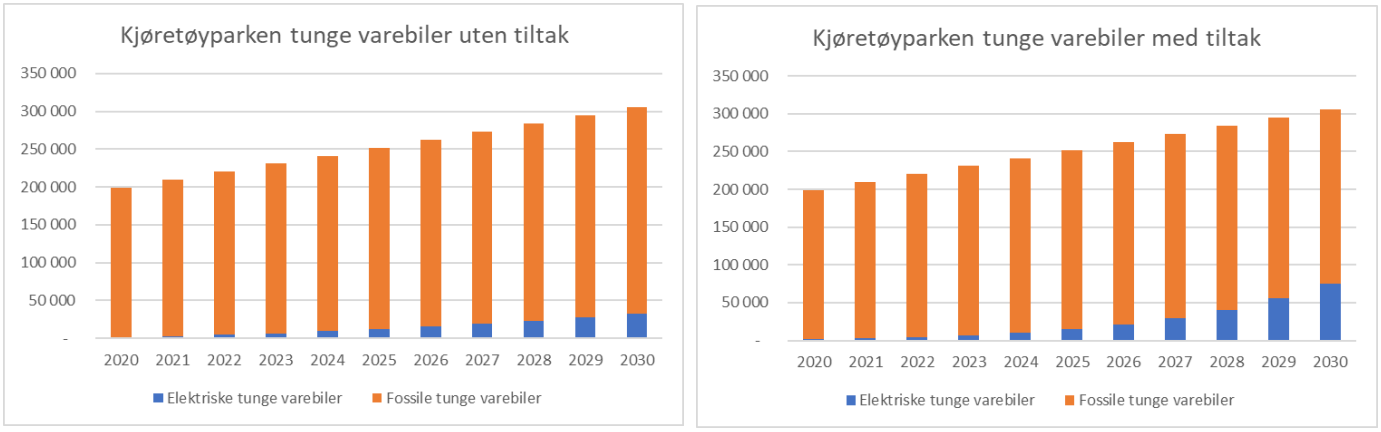
- Miljødirektoratet gir støtte til kjøp eller leasing av nullutslippsvarebil ved vraking av konvensjonell varebil.[28]
- Støtteordninger for utbygging av ladeinfrastruktur i regi av Enova, kommuner og fylkeskommuner.

Nullalternativ og utslippsreduksjonspotensial

Nullalternativet er laget med utgangspunkt i referansebanen fra NB2020. For å fordele bilene i bestanden og nybilsalget fra referansebanen på lette og tunge varebiler er det brukt følgende antagelser:

- Bestanden er fordelt 60/40 (lette vs. tunge varebiler) i 2020 med en lineær endring til 40/60 i 2030
- Nybilsalget er fordelt 60/40 i 2020 basert på historiske tall for salg (OFV). Den historiske trenden mot flere tunge varebiler er derifra fortsatt til 2030 (-0,9 % per år for lette), noe som gir en fordeling på 40/60 i 2030
- Elbilsalget i referansebanen er fordelt på lette og tunge basert på en antagelse om at det i starten er hovedsakelig lette varebiler som elektrifiseres. Konkret er det lagt inn at 70 prosent av elvarebilene som selges i 2017 er lette varebiler, mens det i 2030 er 60 prosent av nye elvarebiler som er lette og 40 prosent som er tunge.

Estimert utslippseffekt er 0,28 millioner tonn for perioden 2021-2030. Tiltaket omfatter bare elvarebiler som ikke er inkludert i nullalternativet. Samlet utslippseffekt i perioden 2021-2030 av alle tyngre elvarebiler som anskaffes i samme periode, det vil si NTP-målet i sin helhet, anslås til om lag 0,7 millioner tonn. Figur T 9 viser hvordan kjøretøyparken utvikler seg i nullalternativet (uten tiltak) og med tiltak. Som følge av en lang levetid på varebiler (15 år) skjer utskiftingen av kjøretøyparken sakte, slik at selv et mål om 100 prosent elbilandel av nybilsalget for tunge varebiler kun gir en elbilandel på 25 prosent i bestanden.



Figur T 9. Utviklingen i bestanden av tunge varebiler i nullalternativet og i tiltaket

Tiltakskostnad

Beregning av tiltakskostnad baseres på kostnader ekskludert skatter og avgifter. Investeringskostnaden for en typisk tyngre elvarebil er i dag over dobbelt så høy som for varebilen med forbrenningsmotor som utgjør alternativet. Nåverdien av kostnadsforskjellene i driftsfasen er på rundt 70 000 kroner. I Figur T 10 er årlige tiltakskostnader vist med blå søyler som representerer tiltakskostnaden for en elvarebil kjøpt inn det aktuelle året. Forventningen om fallende investeringskostnader bidrar til at tiltakskostnaden faller fra nærmere 5 000 kr/tonn for en elvarebil kjøpt i 2020 til negative tiltakskostnader fra 2029. For innfasingen som er lagt til grunn i tiltaket (grønn kurve), er tiltakskostnaden beregnet til rundt 200 kr/tonn. Dette er en gjennomsnittskostnad i segmentet og over tid, vektet ut fra antallet kjøretøy som fases inn på ulike tidspunkter i tiltaket. Den lave tiltakskostnaden sammenlignet med andre tiltak innen elektrifisering av veitransport skyldes at innfasingen starter sent og at den er svært rask de siste to-tre årene når tiltakskostnaden er negativ.

[28] Støtteordningene til Enova og Miljødirektoratet kan ikke kombineres.



Figur T 10. Tiltakskostnad per kjøretøy og antall kjøretøy i tiltaket, tunge varebiler.

Tiltakskostnaden for alle tyngre varebiler som fases inn i perioden, det vil si "hele" NTP-målet, er beregnet til om lag 800 kr/tonn.

Som for de andre segmentene kan overgang til elvarebiler gi opphav til ulemper for næringsdrivende. Ulempekostnader bør i prinsippet inkluderes i tiltakskostnadene. Vi har ikke lagt inn slike kostnader fordi modellutvalg, rekkevidde og lastekapasitet forventes å forbedres raskt, og fordi vi forutsetter at de som går over til elvarebil tidlig i perioden har relativt lave krav til rekkevidde og lastekapasitet. Innen 2030 forventes det at det eksisterer fullgode elektriske alternativer for alle brukere av varebil, men denne forutsetningen er mer usikker enn for personbiler og lette varebiler siden den ligger lengre fram i tid.

Usikkerhet

Den største usikkerheten ved tiltakskostnadsanslagene er framtidig utvikling i **innkjøpskostnad** som særlig er påvirket av prisutviklingen for batterier. Tiltakskostnadsanslaget vurderes som vesentlig mer usikkert enn for personbiler og lette varebiler ettersom store deler av tiltaket blir gjennomført lengre fram i tid når kostnader og priser er mer usikre enn de nærmeste årene. I et scenario med høye innkjøpskostnader øker tiltakskostnaden til 1800 kr/tonn. Et scenario med lave innkjøpskostnader gir en negativ tiltakskostnad på -300 kr/tonn.[29] Se vedlegg III Teknisk notat for utdyping.

Barrierer

Teknologi

Den viktigste barrieren på kort sikt for elektrifisering av tunge varebiler er fortsatt mangel på bilmodeller og merkostnader ved innkjøp. Det har fram til nå ikke vært noen modeller av tunge elektriske varebiler i salg i det kommersielle markedet. Dette er i ferd med å endre seg og stadig flere produsenter lanserer tunge elvarebiler, de første modellene er allerede i salg i Norge. For mer om markedsutvikling og prisforutsetninger som er lagt til grunn i tiltaket, se vedlegg III, Teknisk notat.

[29] Scenario med høye innkjøpskostnader: + 30% på batteripris, reduksjon av skalaulempene i løpet av 20 år (10 år i basisscenarioet). Scenario med lave innkjøpskostnader: -20% på batteripris, reduksjon av skalaulempen i løpet av 7 år.

Kostnader

Privatøkonomiske merkostnader ved valg av elektrisk tung varebil er langt høyere i dag enn i segmentet for lette varebiler. I tiltaket starter imidlertid ikke innfasingen før omkring 2024-2025 når batterikostnadene og dermed også innkjøpskostnadene har kommet betydelig ned. I våre analyser blir tunge elvarebiler privatøkonomisk lønnsomme å anskaffe omkring 2024 (i gjennomsnitt) med dagens virkemidler, og fra 2029 forventes innkjøpskostnaden for en elvarebil å være lavere enn for en dieselvarebil.

Infrastruktur

Ladeinfrastruktur for tunge varebiler vil være mer utfordrende enn for lette varebiler og elektriske personbiler, særlig for de som bruker varebilen til langdistanse varelevering. For varebiler som ikke har tilstrekkelig batterikapasitet til en hel dags kjøring er det nødvendig å supplere lading på nattestid med rask lading underveis, for eksempel ved henting eller levering av last, eller langs veien og ved lunsjpause eller liknende. Transportøren vil ha begrenset tid til rådighet for lading, som innebærer at tilgang på ledig ladestasjon langs veien, nedetid på grunn av tekniske problemer med videre vil være kritisk. Det kan være behov for nye forretningsmodeller eller løsninger som gir anledning til å sikre seg tilgang til lading gjennom forhåndsbestilling.

Reguleringer

Eksisterende regulering for maks egenvekt (7,5 tonn) er en mulig regulatorisk hindring for å ta i bruk tunge elektriske varebiler. Elvarebilene er tyngre i seg selv på grunn av batterivekten, og reguleringen begrenser dermed lastekapasiteten for disse bilene.

Mulige virkemidler

Ved videreføring av eksisterende virkemidler og bruksfordeler forventes elvarebilen å bli svært konkurransedyktig fra omkring 2024 og utover i perioden. Som for personbilmarkedet vil det allikevel kunne bli svært krevende å oppnå en salgsandel på 100 prosent for de elektriske variantene. Det kan være stor spredning i bruksmønster (kjørelengder og behov for lastekapasitet), samtidig som tilgang på ladeinfrastruktur vil kunne variere i ulike deler av landet. Det kan tenkes at det må svært sterke virkemidler til for å få de "siste" aktørene til å velge elbil. Det er derfor grunn til å tro at det vil være betydelig enklere å nå et mål om for eksempel 95 eller 98 prosent av nybilsalget enn et mål om 100 prosent.

Enovas støtteordning (nullutslippsfondet) kan brukes for å skape et marked for elektriske varebiler. Tyngre elektriske varebiler trenger lengre tid for å bli lønnsomme enn de lette varebilene, og en eventuell støtte gjennom nullutslippsfondet vil kunne være viktig for å løfte dette segmentet i en tidlig fase, på samme måte som for de lette varebilene.

På samme måte som for privatbilsegmentet vil endringer i avgiftene som påløper ved registrering, eksempelvis engangsavgiften, være mest treffsikkert for å øke andelen elektriske kjøretøy i varebilsegmentene dersom man ser bort fra et forbud. Ved å varsle en opptrappingsplan tidlig kan man skape forutsigbarhet i markedet og unngå brå tilpasninger til økte avgifter. Det vil allikevel være viktig å sikre at det finnes fullgode elektriske varebilmodeller for alle typer næringsaktører og bruksmønstre før man eventuelt innfører høye kjøpsavgifter.

Bruksavhengige avgifter, som CO_2-avgiften, har fordeler ved at de i tillegg til å gjøre kjøp av elektrisk kjøretøy mer lønnsomt, gir insentiver til å redusere utslipp fra kjøring med forbrenningsmotor.

Nullutslippssoner er et mulig virkemiddel for å redusere miljøulemper og klimagassutslipp fra varetransport. Flere større bykommuner har et ønske om å kunne innføre nullutslippssoner av klimahensyn, men mangler per i dag hjemmel i lov. Virkemiddelet vil imidlertid være lite treffsikkert for å realisere dette tiltaket og det er krevende å anslå effekten når det virker i kombinasjon med andre virkemidler. I kapittel 12 om kommunenes rolle i hovedrapporten del A, er nullutslippssoner drøftet mer inngående.

Kommuner og fylker har i dag anledning til å stille krav om nullutslipp i offentlige anskaffelser. Gjennom Klimasats har det blitt gitt støtte til flere kommuner som har anskaffet elektriske varebiler til teknisk etat, parkdrift, eiendom med videre. Andre aktører som vil kunne sette slike krav er sykehus, universiteter, veivesenet med flere. For nærmere drøfting av dette virkemiddelet, se kapittel 12 om kommunenes rolle i hovedrapporten del A.

Konsekvenser

Modellutvalg, rekkevidde og lastekapasitet forventes å forbedres raskt. I løpet av 2030, når andelen tunge elvarebiler i nybilsalget skal opp mot 100 prosent i tiltaket, forventes det at det eksisterer fullgode elektriske alternativer for alle brukere av varebil. Vi har lagt til grunn at de som anskaffer elvarebil tidlig i perioden har relativt lave krav til rekkevidde og lastekapasitet, mens de med større behov kommer inn senere.

Ved realisering av elektrifiseringstiltakene i veitransporten vil bensinstasjoner, bilforhandlere og andre aktører som opererer innen verdikjedene for kjøretøy med forbrenningsmotor oppleve redusert kundegrunnlag. Dette er en trend som allerede er godt i gang med de omstillingskostnader dette innebærer. Dette motsvares av de muligheter som ligger i å tilby elbiler og tjenester rettet mot disse. På lengre sikt kan redusert omfang av distribusjon av bensin og diesel gi positive miljøeffekter, blant annet ved at omfang av tungtransport reduseres.

T08 50 % av nye lastebiler er el- eller hydrogenkjøretøy i 2030

Politisk føring: Regjeringen vil at innen 2030 skal 50 prosent av nye lastebiler være nullutslippskjøretøy (NTP 2018-2029)

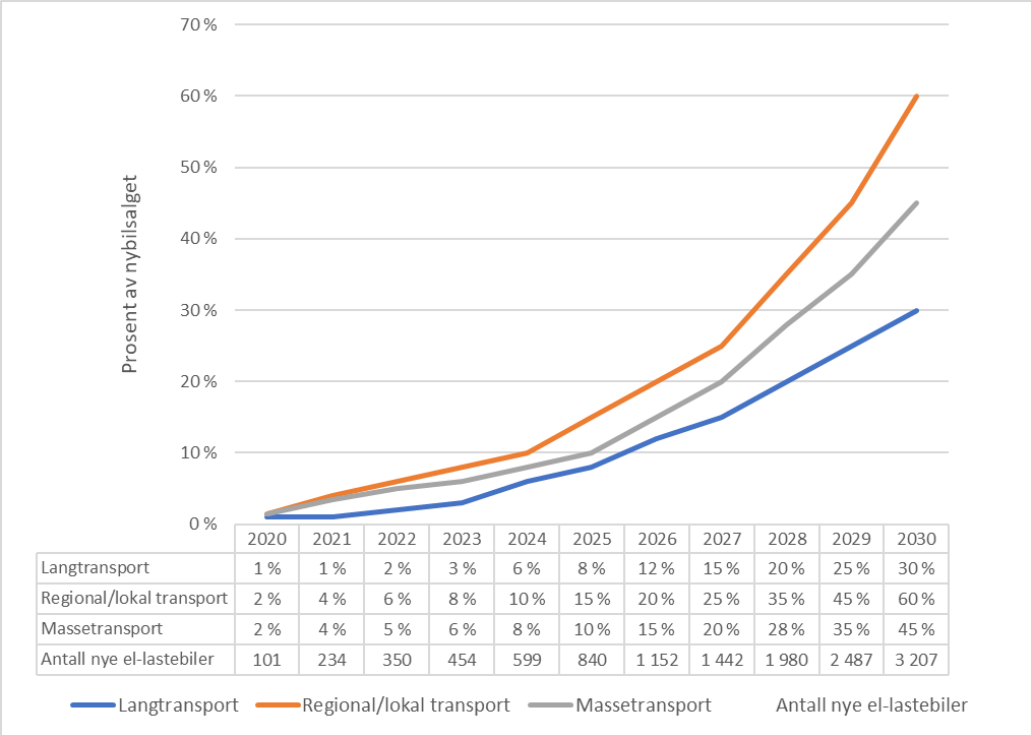
	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Andel nullutslipps-lastebiler av nysalg i tiltak	1 %	3 %	5 %	7 %	9 %	12 %	17 %	22 %	30 %	39 %	51 %
Utslippsreduksjon (mill. tonn CO_2-ekv.)	0,00	0,00	0,01	0,02	0,03	0,05	0,08	0,12	0,18	0,26	0,36
Utslippsreduksjon 2021-2030[30]	**1,13 millioner tonn CO_2-ekv.**										
Kostnadskategori	**500-1500 kr/tonn CO_2-ekv.**										

Beskrivelse av tiltaket

Lastebiler står for ca. 2,1 millioner tonn CO_2-ekvivalenter i 2030 og 21,5 millioner tonn CO_2-ekvivalenter i perioden 2021-2030. Utslippet kommer fra rundt 70 000 lastebiler.

Tiltaket går ut på å øke salget av nye el-lastebiler i tråd med den politiske føringen om at 50 prosent av nye lastebiler skal være nullutslippskjøretøy i 2030. NTP-målet vil også kunne oppnås med hydrogenelektriske kjøretøy eller elektriske lastebiler med dynamisk lading, men analysen er basert på batterielektriske lastebiler. Små lastebiler i varedistribusjon vil være vesentlig mindre krevende å elektrifisere enn masse- og langtransport, og tiltaket er operasjonalisert ved at disse fases inn først. Mellomstore lastebiler og trekkvogner fases gradvis inn etter 2025.

[30] Avrundinger i årlige utslippseffekter gjør at den samlede effekten ikke helt tilsvarer summen av årlige utslippseffekter



	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Langtransport	1 %	1 %	2 %	3 %	6 %	8 %	12 %	15 %	20 %	25 %	30 %
Regional/lokal transport	2 %	4 %	6 %	8 %	10 %	15 %	20 %	25 %	35 %	45 %	60 %
Massetransport	2 %	4 %	5 %	6 %	8 %	10 %	15 %	20 %	28 %	35 %	45 %
Antall nye el-lastebiler	101	234	350	454	599	840	1 152	1 442	1 980	2 487	3 207

Figur T 11. Innfasing av elektriske lastebiler i perioden 2020-2030.

Dagens virkemidler

- Dieseldrevne lastebiler omfattes av miljødifferensiert årsavgift (som inngår i vektårsavgiften)[31]
- Nullutslippskjøretøy har fritak fra omregistreringsavgift og høyere avskrivningssats enn biler med forbrenningsmotor
- Minimum 50 prosent rabatt på ferger og ved bompasseringer, tilgang til kollektivfelt, gratis eller redusert sats for parkering på offentlige parkeringsplasser, krav om at kommuner skal tilby lademulighet på et tilstrekkelig antall av kommunens parkeringsplasser.
- CO_2- og veibruksavgift for bensin og diesel.
- Utslippskrav (Euro 6) for nye lastebiler med forbrenningsmotor.
- Enova støtter en andel av merkostnadene ved innkjøp av nullutslippslastebil og tilhørende ladeinfrastruktur.
- Støtteordninger for utbygging av ladeinfrastruktur i regi av Enova, kommuner og fylkeskommuner.

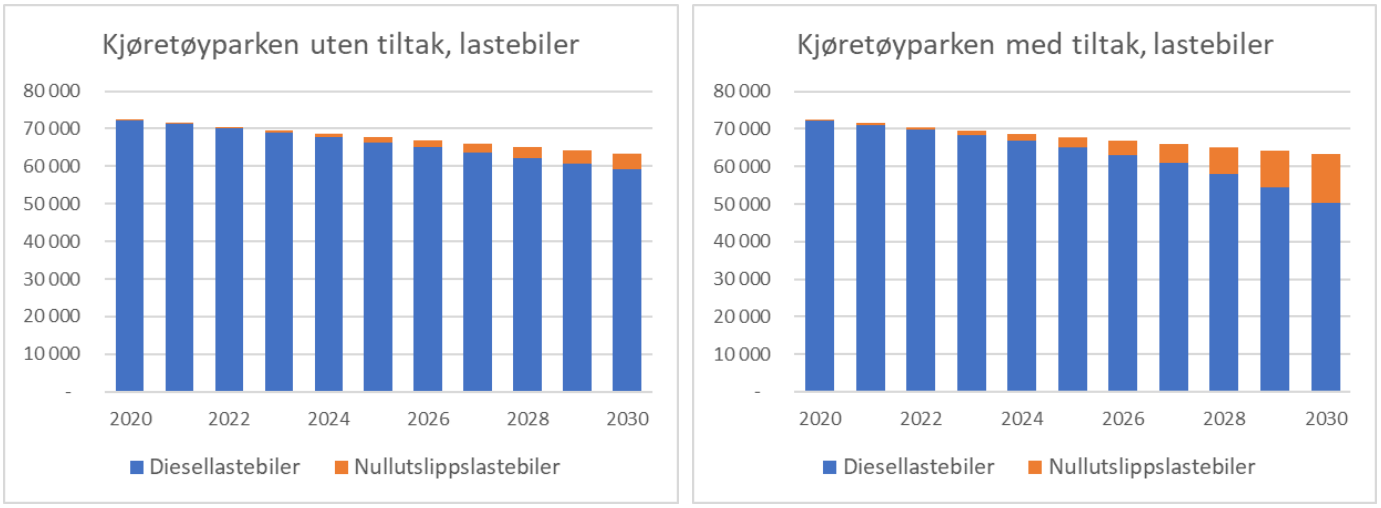
Nullalternativ og utslippsreduksjonspotensial

Framskrivningen (NB2020) for utslippet fra lastebiler er svakt nedadgående i perioden 2020-2030. Vi har i nullalternativet antatt at dette skjer som følge av en moderat innfasing av nullutslippslastebiler og en flat utvikling i trafikkarbeid. Det er videre antatt at antall lastebiler holdes konstant fra 2020-2030. Tiltakene T02 og T04 (godsoverføring og logistikkoptimalisering) gir en betydelig utslippsreduksjon for lastebilene. Det er her antatt at dette reduserer antall lastebiler tilsvarende, altså at antall lastebiler til langtransport reduseres med rundt 20 prosent (10 % som følge av godsoverføring og 10 prosent som følge av logistikkoptimalisering og effektivisering), mens lastebilene til massetransport og lokal/regional distribusjon reduseres med 10 prosent (kun logistikkoptimalisering).

Tiltaket gir da en samlet utslippsreduksjon i periode 2021-2030 på 1,13 millioner tonn CO_2-ekvivalenter (skalert mot T02 og T04). Uskalert er tiltaket på 1,22 millioner tonn CO_2-ekvivalenter. Figur T 12 viser hvordan bestanden av

[31] Noen lette lastebiler (mellom 3,5 tonn til 7,5 tonn) omfattes av engangsavgift som for varebiler klasse 2 i stedet for vektårsavgift.

lastebiler utvikles i nullalternativet (uten tiltak) og med tiltaket. I 2030 blir nullutslippsandelen på 7 prosent av bestanden dersom tiltaket gjennomføres.

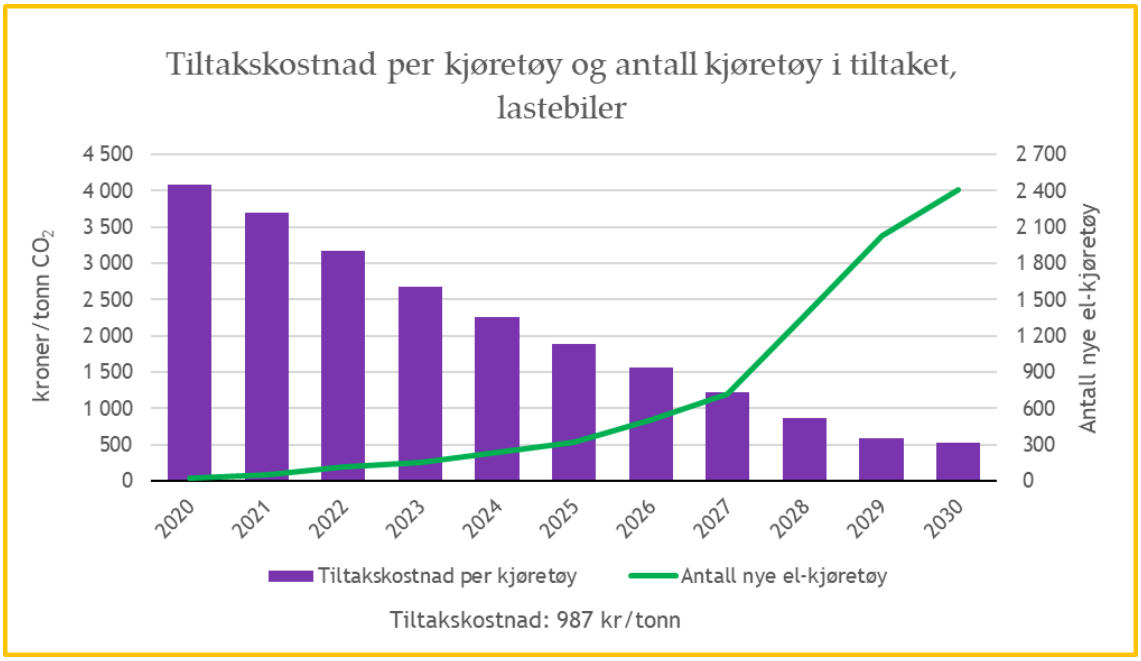


Figur T 12. Utvikling i bestanden av lastebiler med og uten tiltak

Tiltakskostnad

Beregning av tiltakskostnad baseres på kostnader ekskludert skatter og avgifter. Investeringskostnaden for en elektrisk lastebil (gjennomsnitt for flere ulike lastebilsegmenter) er i dag godt over dobbelt så høy som for lastebiler med forbrenningsmotor. I tillegg kommer kostnader for kjøp og montering av ladepunkt hos eier på 200 000 kroner for elektriske lastebiler innen massetransport og lokal/regional transport og 800 000 kroner for elektrisk lastebil i langtransport. I driftsfasen bidrar særlig sparte energikostnader ved overgang fra diesel til elektrisitet til at driftskostnadene for det elektriske alternativet er vesentlig lavere. Fritak for bompenger kan også være et signifikant bidrag til reduserte driftskostnader siden aktører som kjører ofte gjennom bomringen kan ha årlige bom-utgifter opp mot 150 000 kroner.

I Figur T 13 er årlige tiltakskostnader vist med blå søyler som representerer tiltakskostnaden for en elektrisk lastebil kjøpt inn det aktuelle året. Forventningen om fallende investeringskostnader bidrar til at tiltakskostnaden faller fra i overkant av 4 000 kr/tonn for en elektrisk lastebil kjøpt i 2020 til 500 kr/tonn i 2030. For innfasingen som er lagt til grunn i tiltaket (grønn kurve), er tiltakskostnaden beregnet til ca. 1000 kr/tonn. Dette er en gjennomsnittskostnad i segmentet og over tid, vektet ut fra antallet kjøretøy som fases inn på ulike tidspunkter i tiltaket.



Figur T 13. Tiltakskostnad per kjøretøy og antall kjøretøy i tiltaket, lastebiler.

Usikkerhet

Den største usikkerheten ved tiltakskostnadsanslagene er framtidig utvikling i **innkjøpskostnad** som særlig er påvirket av prisutviklingen for batterier, og drivstofforbruket i diesellastebilen som erstattes. I et scenario med høye innkjøpskostnader øker tiltakskostnaden til 1850 kr/tonn, mens lave innkjøpskostnader gir en tiltakskostnad på 700 kr/tonn.[32] Se vedlegg III Teknisk notat for utdyping.

Det er også en usikkerhet knyttet til den totale utslippsreduksjonen. Det er antatt at en el-lastebil erstatter en diesellastebil 1:1. Det er mulig at det i starten av perioden vil være kortere kjørelengder på el-lastebilene enn diesellastebilene på grunn av begrensninger i batteristørrelse og mulighet for hurtiglading. Mot slutten av perioden kan det derimot bli motsatt, siden el-lastebilene har høye investeringskostnader, men lave driftskostnader, vil eierne søke å maksimere bruken av de elektriske lastebilene og kjørelengden på disse kan bli høyere enn for de tilsvarende diesellastebilene. I tillegg kan etterspørsel etter nullutslippsleveranser ha samme effekt.

Barrierer

På produsentsiden er det mange av de samme aktørene som utvikler elektriske busser og lastebiler. Utviklingen av elbusser har i dag kommet lengre, og det forventes at mange av de samme løsningene kan tas i bruk for lastebiler.

Lastebilbransjen er i dag dominert av mange små bedrifter. Strukturen i bransjen vil derfor kunne gjøre det utfordrende å elektrifisere viktige deler av segmentet. Det vurderes som mer sannsynlig at større bedrifter med lastebilflåter investerer i el-lastebiler i første del av perioden.

Teknologi og kostnader

Det er få modeller på markedet i dag. Siden det ikke er særavgifter på kjøp av lastebiler og bedrifter har fradrag for inngående mva., er differansen i innkjøpskostnad den samme som ved beregning av tiltakskostnad (se over). Samtidig forventes elektriske lastebiler å bli langt billigere å drifte enn diesel-lastebiler. Mens en gjennomsnittlig eier av personbil kan spare ca. 11 000 kroner i energiutgifter per år ved overgang fra bensinbil til elbil, vil en eier av elektrisk lastebil for langtransport kunne spare over 200 000 kroner årlig (ladekostnader eks. investering i

[32] Scenario med høye innkjøpskostnader: + 30% på batteripris, reduksjon av skalaulempene i løpet av 20 år (10 år i basisscenarioet). Scenario med lave innkjøpskostnader: -20% på batteripris, reduksjon av skalaulempen i løpet av 7 år.

ladeinfrastruktur minus sparte dieselutgifter).[33] Innsparingen i bompenger kan være opp mot 150 000 kr/år for en lastebil med dagens rabatt for nullutslippskjøretøy ved bompasseringer. Våre beregninger er basert på forventninger om store reduksjoner i investeringskostnader framover. Med dagens virkemidler anslås elektriske lastebiler å kunne bli privatøkonomisk lønnsomme fra 2025 til 2028, der de lastebilene som går i regional/lokal transport kan bli lønnsomme først på grunn av at disse har en mindre batteripakke enn lastebiler i masse- og langtransport. Kostnadsspennet innad i hvert segment kan være stort.

Infrastruktur

Lastebiler i lokaldistribusjon eller mer begrenset kjøremønster vil kunne basere all kjøring på nattlading, mens for tunge lastebiler i langtransport og lastebiler med mer uforutsigbart kjøremønster vil infrastruktur for lading med høy effekt måtte bygges ut og dermed kunne være en barriere for innfasing.

Reguleringer

Batterielektrisk drift gir både tyngre og lengre lastebiler. Regelverket setter begrensninger for lengde og vekt på kjøretøy som er tillatt på norske veier i dag. Det kan derfor tenkes at regelverket må endres for å få realisert enkelte av kjøretøytypene som inngår i tiltaket.

Mulige virkemidler

I demonstrasjonsfasen kan Enovas ordning for betingede lån bidra til å avlaste risiko for bedrifter som ønsker å kvalifisere nye teknologier. Videreføring av investeringsstøtte i regi av Enova til kjøretøy og ladepunkter vil være viktig for å løfte teknologien fram til den blir mer moden. I våre beregninger faller innkjøpskostnadene slik at det i gjennomsnitt kan bli privatøkonomisk lønnsomt å anskaffe el-lastebil mellom 2025 og 2030, men det vil være store kostnadsforskjeller innad i hvert segment. Som følge av statsstøtteregelverket kan investeringsstøtte kun omfatte prosjekter som ikke er privatøkonomisk lønnsomme.

Andre mulige virkemidler er å øke CO_2-avgiften på diesel og/eller å øke kjøpsavgiftene på konvensjonelle kjøretøy. Bruksavhengige avgifter, som CO_2-avgiften, har fordeler ved at de i tillegg til å gjøre kjøp av elektrisk kjøretøy mer lønnsomt, også gir insentiver til utslippsreduksjoner gjennom bedret logistikk, fartsreduksjon og andre utslippsreduserende tiltak knyttet til driften av dieselkjøretøyene.

En signifikant del av godstransporten i Norge skjer for det offentlige: mat, utstyr, forbruksvarer osv. til sykehus, institusjoner, skoler, barnehager, kontorer til forvaltningen med mer, transport av avfall, samt materialer til bygging av offentlige bygg, veier og annen infrastruktur. Her kan krav i offentlige anskaffelse være en mulig pådriver for endringer i sektoren, både når det kommer til logistikkoptimalisering og innføring av nullutslippsteknologi. En utfordring kan være hvordan slike krav skal følges opp og verifiseres over tid. I dag er transportkostnaden og -utslippet ofte ikke synlig for innkjøperen, man bestiller for eksempel en ny PC uten mulighet til å spesifisere hvordan den skal leveres. Dette har gjort det vanskelig å stille krav og følge utvikling over tid. Også private etterspørrere kan stille slike krav, og økende oppmerksomhet om miljø- og klimautfordringer kan bidra til at transportørene møtes med strengere krav.

Samlastsentre[34] i de store byene vil både kunne bidra til logistikkoptimalisering og bruk av nullutslippsteknologi til varetransport. Ved å "stanse" store leveranser ved samlastsentre og tilrettelegge for videre distribusjon i mer tilpassede kjøretøy, vil miljøbelastningen i byene kunne reduseres. Distribusjonen fra samlastsentrene kan i stor grad gjennomføres ved bruk av elektriske varebiler, elektriske lastebiler og elektriske lastsykler. Etablering av

[33] Forutsetninger: Personbil på bensin, kjørelengde 16.000 km, forbruk 7liter/100 km, bensinpris 15,42 kr/l = 17.272 kr/år. Personbil på elektrisitet, kjørelengde 16.000 km, forbruk 0,2 kWh/100km, pris 1,13 kr/kWh. Lastebil på diesel uten moms: kjørelengde 80.000 km, forbruk 50 liter/100 km, dieselpris 11,73 kr/l = 469.000 kr/år. Lastebil på elektrisitet, kjørelengde 80.000 km, forbruk 2 kWh/100km, pris 0,92 kr/kWh.

[34] Samlastsenter eller omlastsenter i utkanten av byen muliggjør transport til senteret på store kjøretøy, for så å kunne laste godset over på mindre kjøretøy og organisere godset etter destinasjon.

samlastsentre forutsetter at kommunene setter av arealer til dette formålet, og at innkjøpere i privat og offentlig virksomhet enten etterspør distribusjon via slike sentre eller at de "tvinges" til det gjennom etablering av nullutslippssoner.

Konsekvenser

Deler av næringen er konkurranseutsatt mot utlandet. Dersom det innføres reguleringer (økonomiske eller direkte) i Norge som øker kostnadene, kan dette favorisere utenlandske transportører. Disse bruker ofte eldre teknologi enn snittet i den norske lastebilparken. En slik virkemiddelbruk kan dermed gi økte utslipp av klimagasser i et globalt perspektiv.

T09 100 % av nye bybusser er elektriske innen utgangen av 2025

Politisk føring: 100 prosent av nye bybusser skal være nullutslippskjøretøy eller bruke biogass innen utgangen av 2025 (NTP 2018-2029)

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Andel elbusser av nysalg i tiltak	15 %	30 %	45 %	60 %	75 %	90 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
Utslippsreduksjon (mill. tonn CO_2-ekv.)	-	0,01	0,02	0,04	0,06	0,09	0,12	0,15	0,18	0,20	0,22
Utslippsreduksjon 2021-2030[35]	**1,08 millioner tonn CO_2-ekv.**										
Kostnadskategori	**500-1500 kr/tonn CO_2-ekv.**										

Beskrivelse av tiltaket

Bybusser er definert som alle busser som har ståplasser. Det er rundt 10 000 slike busser i Norge.

Tiltaket går ut på å øke andelen el- og hydrogenbusser (nullutslippsbusser) i lokaltransportsegmentet. Tiltaket fases inn ved at en stadig større andel av nye bybusser som settes i drift er nullutslippsbusser, økende til 100 prosent fra 2026. NTP-målet vil kunne oppnås med biogass- eller hydrogenelektriske busser, men det vurderes som mer usikkert om slike kjøretøy vil bli konkurransedyktige mot elektriske bybusser i et 2030-perspektiv. Derfor er tiltaket operasjonalisert utelukkende med elektriske kjøretøy. Innfasingstakten som er lagt til grunn for tiltaket er vist i tabellen over.

Det er forutsatt at hver kilometer kjørt med en nullutslippsbuss erstatter en kilometer kjørt med en dieselbuss. Det er heller ikke lagt inn et større antall elektriske busser enn dieselbusser som følge av redusert kapasitet eller rekkevidde, men at de busser som fases inn innledningsvis erstatter ruter der rekkevidden til elbussen er god nok til å dekke behovet til dagens busser. Som en forenkling har vi antatt at det er dieselkjøretøy med gjennomsnittlige utslipp per kjørte kilometer som erstattes.

Dagens virkemidler

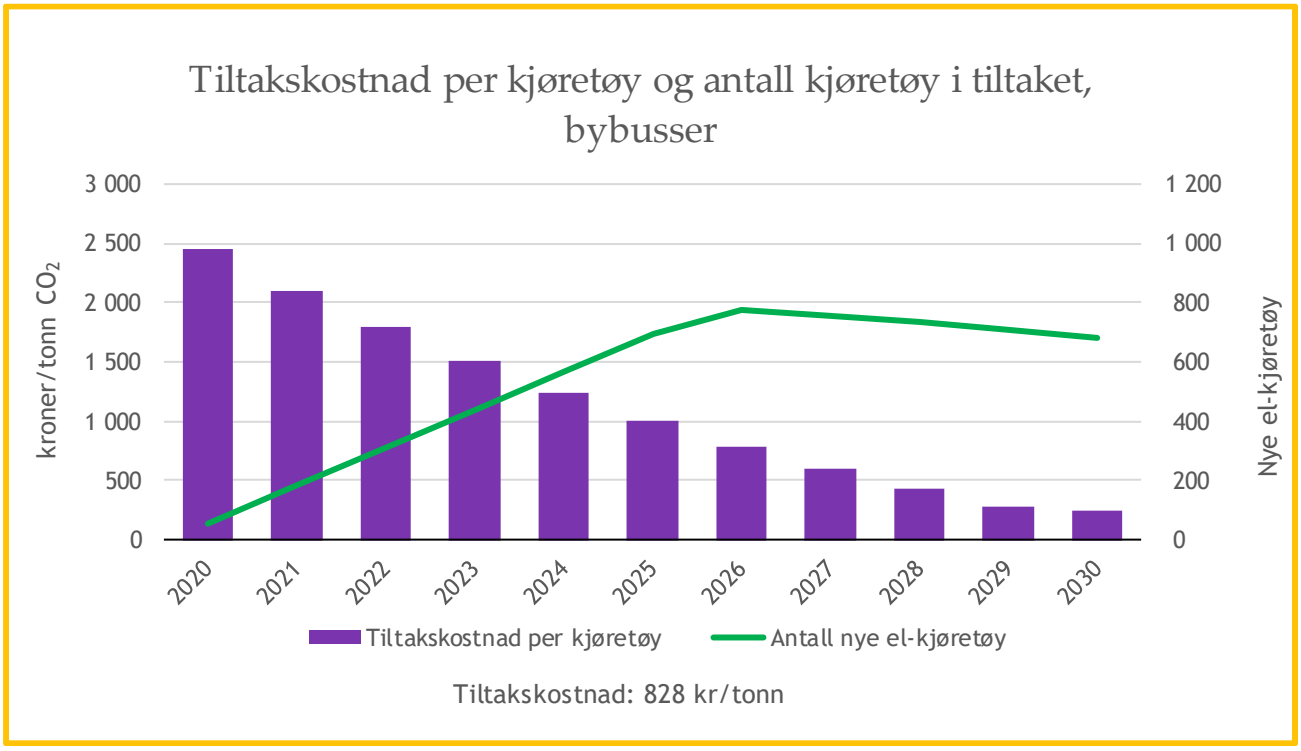
- CO_2- og veibruksavgift på bensin og diesel.
- Offentlige anskaffelser med krav om bruk av nullutslippsbusser.
- Enova har støtteprogrammer til etablering av ladeinfrastruktur.

Tiltakskostnad

Beregning av tiltakskostnad baseres på kostnader ekskludert skatter og avgifter. Investeringskostnaden for en typisk elektrisk bybuss er i dag omtrent dobbelt så høy som for bussen med forbrenningsmotor som utgjør alternativet når kostnad for etablering av ladepunkt (800 000 kr) er inkludert. I driftsfasen er energikostnadene omtrent halvparten av dieselutgiftene til en tilsvarende buss, og det er også besparelser knyttet til vedlikehold og utslipp av helseskadelige partikler og NO_x. I Figur T 14 årlige tiltakskostnader vist med blå søyler som representerer tiltakskostnaden for en elektrisk bybuss kjøpt inn det aktuelle året. Forventningen om fallende investeringskostnader bidrar til at tiltakskostnaden faller fra ca. 2 400 kr/tonn for en elektrisk bybuss kjøpt i 2020 til omkring 200 kr/tonn i

[35] Avrundinger i årlige utslippseffekter gjør at den samlede effekten ikke helt tilsvarer summen av årlige utslippseffekter

2030. For innfasingen som er lagt til grunn i tiltaket (grønn kurve), er tiltakskostnaden beregnet til ca. 800 kr/tonn. Dette er en gjennomsnittskostnad i segmentet og over tid, vektet ut fra antallet kjøretøy som fases inn på ulike tidspunkter i tiltaket.



Figur T 14. Tiltakskostnad per kjøretøy og antall kjøretøy i tiltaket, bybusser.

Usikkerhet

Den største usikkerheten ved tiltakskostnadsanslagene er framtidig utvikling i **innkjøpskostnad** som særlig er påvirket av prisutviklingen for batterier. I et scenario med høye innkjøpskostnader øker tiltakskostnaden til 1300 kr/tonn, mens lave innkjøpskostnader gir en tiltakskostnad på 500 kr/tonn. [36] Se vedlegg III Teknisk notat for utdyping.

Barrierer

Teknologi

Det er de siste årene blitt lansert mange modeller elbuss, særlig 12-meters, og tilgjengelighet framstår ikke som en av de største barrierene framover. Det forventes at alle produsenter vil følge opp også med elektriske 18-meters leddbusser.

Kostnader

Elektriske bybusser koster i dag omtrent det dobbelte av dieselbusser, men våre beregninger viser at elektriske busser kan gi reduserte investerings- og driftskostnader knyttet til bussdrift i kommunene fra omkring 2025. Kostnader for etablering av ladeinfrastruktur er inkludert i disse beregningene.

Infrastruktur

Det kan forventes at infrastruktur til lading er uforholdsmessig dyr i en tidlig fase da det er enkeltbusser eller enkeltruter som elektrifiseres, sammenlignet med å styre lading til et mer fleksibelt nettverk av elektriske busser. På

[36] Scenario med høye innkjøpskostnader: + 30% på batteripris, reduksjon av skalaulempene i løpet av 20 år (10 år i basisscenarioet). Scenario med lave innkjøpskostnader: -20% på batteripris, reduksjon av skalaulempen i løpet av 7 år.

lenger sikt er det mulig å tenke seg en oppside ved slik nettverksinfrastruktur som også kan komme til å kunne deles mellom ulike transportformer som busser og lastebiler eller anleggsmaskiner.

Reguleringer

På kort til mellomlang sikt kan en rask omstilling være vanskelig fordi bybusser i kollektivtrafikk styres av kontrakter som går over flere år. Det kan være usikkert på hva som kan gjøres av endringer innenfor eksisterende kontrakter.

I et bymiljø kan det være begrensinger i plass eller arealbruk. Utbygging av ladeinfrastruktur vil kunne møte regulatoriske barrierer i form av bestemmelser for hva som får bygges eller endres, eller søknadsprosesser som kan være tidskrevende.

Mulige virkemidler

Kollektivtransport i byene er kommunalt eid og styrt, men kommunene eier ikke bussene selv. Ved å sette krav i offentlige anskaffelser til at operatørene skal benytte nullutslippsbusser, vil man kunne utløse store deler av tiltaket. De nærmeste årene gir dette økte kostnader for kommunene, men våre beregninger viser at elektriske busser kan gi reduserte investerings- og driftskostnader knyttet til bussdrift i kommunene fra omkring 2025. Kostnader for etablering av ladeinfrastruktur er inkludert i disse beregningene.

T10 75 % av nye langdistansebusser er el- eller hydrogenkjøretøy i 2030

Politisk føring: 75 prosent av nye langdistansebusser skal være nullutslippskjøretøy innen utgangen av 2030 (NTP 2018-2029)

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Andel elbusser av nysalg i tiltak	0	2 %	5 %	10 %	20 %	30 %	40 %	50 %	55 %	65 %	75 %
Utslippsreduksjon (mill. tonn CO_2-ekv.)	-	-	-	-	0,00	0,01	0,01	0,02	0,03	0,04	0,06
Utslippsreduksjon 2021-2030	**0,17 millioner tonn CO_2-ekv.**										
Kostnadskategori	**500-1500 kr/tonn CO_2-ekv.**										

Beskrivelse av tiltaket

Tiltaket går ut på å øke andelen el- og hydrogenbusser (nullutslippsbusser) i langtransportsegmentet til 75 % innen utgangen av 2030. NTP-målet vil kunne oppnås med biogass- eller hydrogenelektriske busser, men det vurderes som mer usikkert om slike kjøretøy vil bli konkurransedyktige mot elektriske langdistansebusser i et 2030-perspektiv. Langdistansebussene er definert som alle busser med flere enn 17 passasjerer og uten ståplasser. Det er rundt 5 800 slike busser i Norge. Segmentet inkluderer regionalbusser/pendlerbusser uten ståplass, flybusser, ekspressbusser og turistbusser.

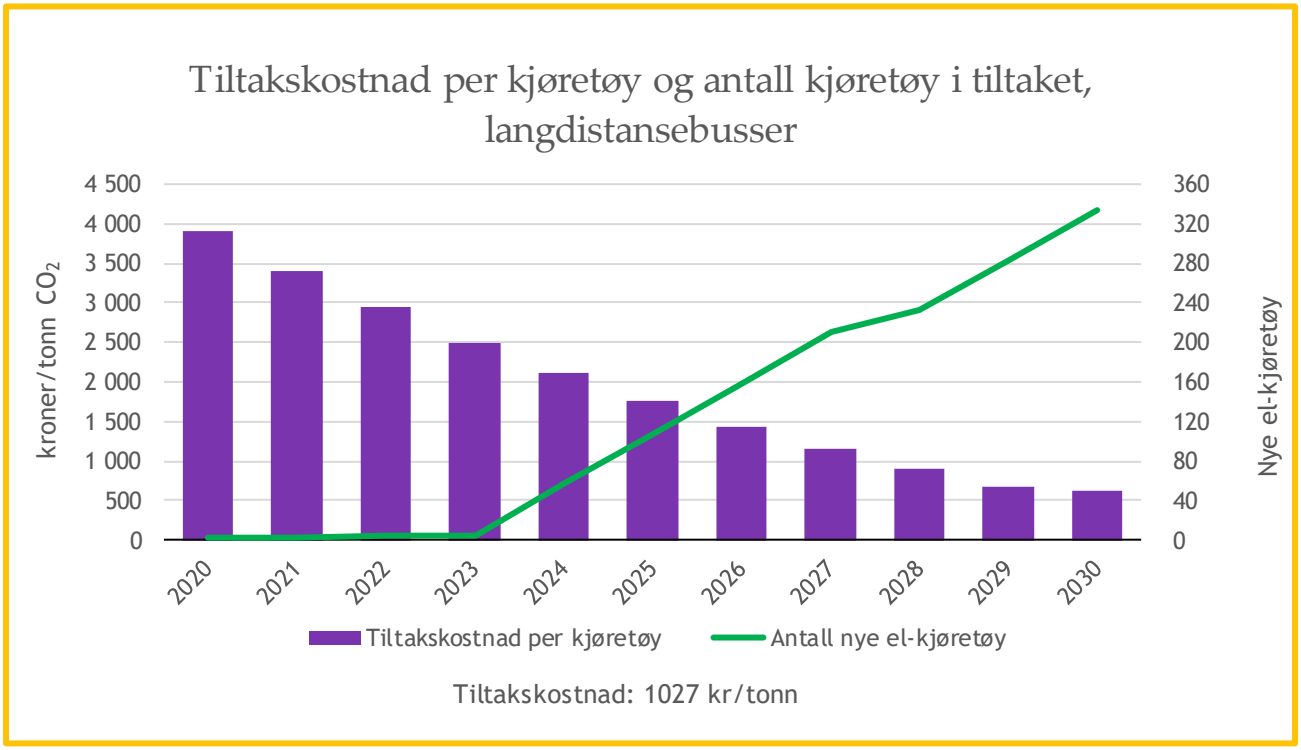
Tiltaket fases inn ved at en stadig større andel av nye langdistansebusser som selges er nullutslippsbusser. I likhet med øvrig tungtransport vil særlig de delene av segmentet som kjører i faste ruter være godt egnet for elektrifisering. Innfasingstakten er vist i tabellen over.

Dagens virkemidler

- CO_2- og veibruksavgift på bensin og diesel.
- Enova støtter utbygging av ladeinfrastruktur.

Tiltakskostnad

Beregning av tiltakskostnad baseres på kostnader ekskludert skatter og avgifter. Investeringskostnaden for en elektrisk langdistansebuss antas i dag å være over dobbelt så høy som for en dieselbuss. I tillegg kommer kostnader for etablering av ladepunkt som i vår modell er satt til 800 000 kroner. I driftsfasen er energikostnadene vesentlig lavere enn for en tilsvarende dieselbuss, og det er også besparelser knyttet til vedlikehold og reduserte utslipp av helseskadelige partikler og NO_x. I Figur T 15 er årlige tiltakskostnader vist med blå søyler som representerer tiltakskostnaden for en elektrisk langdistansebuss kjøpt inn det aktuelle året. Forventningen om fallende investeringskostnader bidrar til at tiltakskostnaden faller fra ca. 3 900 kr/tonn CO_2 for en elektrisk langdistansebuss kjøpt i 2020 til rundt 600 kr/tonn CO_2 i 2030. For innfasingen som er lagt til grunn i tiltaket (grønn kurve), er tiltakskostnaden beregnet til ca. 1 000 kr/tonn CO_2. Dette er en gjennomsnittskostnad i segmentet over tid, vektet ut fra antallet kjøretøy som fases inn på ulike tidspunkter i tiltaket.



Figur T 15. Tiltakskostnad per kjøretøy og antall kjøretøy i tiltaket, langdistansebusser.

Usikkerhet

Den største usikkerheten ved tiltakskostnadsanslagene er framtidig utvikling i **innkjøpskostnad** som særlig er påvirket av prisutviklingen for batterier. I et scenario med høye innkjøpskostnader øker tiltakskostnaden til 1 800 kr/tonn, mens lave innkjøpskostnader gir en tiltakskostnad på 700 kr/tonn.[37] Se vedlegg III Teknisk notat for utdyping.

Barrierer

Teknologi

Den viktigste barrieren på kort sikt er at ingen foreløpig serieproduserer hverken batteri- eller hydrogenelektriske langdistansebusser i denne klassen.

Kostnader

Elektriske langdistansebusser koster i dag omtrent det dobbelte av dieselbusser, men våre beregninger viser at elektriske langdistansebusser kan bli privatøkonomisk lønnsomme fra omkring 2028 når driftsbesparelsene over levetiden regnes inn (gitt diskonteringsrenten på 8,5 % som er benyttet). Kostnader for etablering av ladeinfrastruktur er inkludert i disse beregningene.

Infrastruktur

For tunge kjøretøy med potensielt store batteripakker kan effektbehov ved ladestasjoner være utfordrende: Både ved depotlading, der det kan være mange busser samtidig som er parkert over natten, eller hurtiglading ved stoppesteder langs en rute. Etablering av ladepunkter for langtransport vil kunne møte utfordringer med at optimal lokalisering av ladepunkt ligger langt unna tilgjengelig strømnett. I tillegg kan det i starten være store investeringer for noen få aktører eller busser, sammenlignet med lading av et nettverk av busser i kollektivtrafikk i en by.

[37] Scenario med høye innkjøpskostnader: + 30% på batteripris, reduksjon av skalaulempene i løpet av 20 år (10 år i basisscenarioet). Scenario med lave innkjøpskostnader: -20% på batteripris, reduksjon av skalaulempen i løpet av 7 år.

Regulering

I et bymiljø vil det kunne være begrensinger i plass eller arealbruk. Utbygging vil også kunne møte regulatoriske barrierer i form av bestemmelser for hva som får bygges eller endres, eller søknadsprosesser.

Mulige virkemidler

Tiltaket innebærer at innfasing av elektriske langdistansebusser begynner omkring 2023. På dette tidspunktet forventes merkostnadene ved investering fortsatt å være så høye at de ikke spares inn gjennom driftsfasen. Støtte gjennom nullutslippsfondet vil kunne være viktig for private bussoperatører i en slik tidlig fase. Gitt at kostnadene for bussene faller slik vi har forutsatt i våre analyser, vil det kunne bli lønnsomt å anskaffe slike kjøretøy fra omkring 2028. Da vil det ikke lenger være anledning til å gi støtte som følge av statsstøtteregelverket. Mulige virkemidler kan da være å øke CO_2-avgiften på diesel og/eller innføre kjøpsavgifter på fossile kjøretøy.

Det er i dag ikke grunnlag for kommersiell utbygging av ladeinfrastruktur for busser. For realisering av tiltakene er det avgjørende at nødvendig infrastruktur bygges ut. Den største utfordringen vil være for langdistansebussene. Eventuell støtte til ladeinfrastruktur bør i en tidlig fase sees i tett sammenheng med støtte til konkrete kjøretøy og bussruter. Det må også legges til rette for lademuligheter gjennom arealplanlegging og ved at det er tilstrekkelig kapasitet i nettet (effekt og volum).

T11 45 % av nysalg av motorsykkel (MC) og moped er elektriske i 2030

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Andel av elektriske kjøretøy av nysalg i tiltak	3 %	4 %	6 %	8 %	10 %	12 %	15 %	19 %	26 %	33 %	45 %
Utslippsreduksjon (mill. tonn CO_2-ekv.)	0,0001	0,0003	0,0006	0,0010	0,0016	0,0022	0,0030	0,0042	0,0057	0,0078	0,0107
Sum utslippsreduksjon 2021–2030	**0,037 millioner CO_2-ekv.**										
Kostnadskategori	**< 500 kr/tonn CO_2-ekv.**										

Beskrivelse av tiltaket

Tiltaket innebærer at en stadig større andel av nyinnkjøpte motorsykler (MC) og mopeder er elektriske og at den samlet sett er 45 prosent av nysalget i 2030. Antatt innfasing av elektriske kjøretøy i nysalget fordelt på de ulike kjøretøysegmentene er vist i Tabell T 5.

Tabell T 5. Innfasing av elektriske kjøretøy i nysalget.

	2018	2019*	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Moped	9 %	13 %	15 %	17 %	20 %	25 %	30 %	35 %	40 %	50 %	60 %	75 %	95 %
Lett MC	0,4 %	0,8 %	1 %	2 %	4 %	6 %	8 %	10 %	15 %	20 %	30 %	40 %	50 %
Tung MC	0,2 %	0,4 %	0,5 %	1 %	2 %	3 %	4 %	5 %	7 %	10 %	15 %	20 %	30 %

**Januar-oktober*

Mens salget av elektriske skutere/mopeder antas å utgjøre nærmere 100 prosent i dette tiltaket, antar vi at salget av MCer ligger betydelig lavere, ned mot 50 prosent for lette og 30 prosent for tunge.

Nullalternativet og utslippsreduksjonspotensial

I referansebanen er utslippet fra mopeder og MCer stabilt. I utslippsberegningen er totalt antall kjøretøy holdt konstant på 2018-nivå, og nysalget satt til gjennomsnittet av 2017 og 2018. Beregningen av utslipp er forenklet ved å anta at årlig kjørelengde for nullutslippskjøretøyene er den samme som for MCer og mopeder med forbrenningsmotor, og at nye kjøretøy har like lang levetid som de eksisterende.

Årsakene til at en høy innfasingstakt gir relativt sett lave utslippskutt er at nysalget er lavt sammenlignet med bestanden av eldre MCer og mopeder, og at utslippet fra segmentet bare utgjør ca. 100 000 tonn i året. Nysalget utgjør ca. 5 prosent av hele kjøretøyparken. Nær halvparten av alle MCer og mopeder er over 18 år gamle. Veterankjøretøy brukes imidlertid lite og betyr derfor relativt sett lite for totalutslippet.

Tabell T 6. Bestand av moped og motorsykkel i 2018. Kilde: SSB.

Moped	lett MC	tung MC	Sum
163 436	26 754	165 782	463 285

Tabell T 7. Nysalg av moped, lette og tunge motorsykler. Kilde: OFV.

År	Moped	lett MC	tung MC	Sum
2017	4 710	2 015	14 441	26 045
2018	3 690	2 791	14 333	25 863
2019*	2 732	2 811	14 466	23 495

**Januar-oktober*

Tiltakskostnad

Tiltakskostnaden er ikke beregnet i dette arbeidet, men tiltaket med en innfasing som gitt over er anslått til å være under 500 kr/tonn CO2. Mest sannsynlig vil tiltakskostanden for mopeder være negativ ettersom storskalaproduksjon av enkle kjøretøy med relativt små batteripakker (inntil noen få kWh) fort vil bli rimeligere enn mopeder med forbrenningsmotor. Tiltakskostnaden for MC vil ventelig bli noe høyere, ettersom produksjonsseriene ved nyutvikling av kjøretøy vil bli lavere og batteripakkene som installeres i hver MC vil måtte være større.

Den enklere konstruksjonen og overgang til billigere, sammenlignet med forbrenningsmotor, elektriske motorer gjør at det forventes reduserte innkjøpskostnader framover, jamfør utviklingen som forventes innenfor personbil-segmentet.

Eksterne effekter

Tilleggseffekter av tiltaket vil være reduserte utslipp av svevestøv, HC, NO_x og andre helseskadelige komponenter i eksos samt reduserte støynivåer. Helsegevinsten vil være størst i byer og tettsteder der dårlig luftkvalitet og støy er et problem i utgangspunktet.

Helsegevinsten vil være forholdsvis mye større enn forbrent mengde drivstoff skulle tilsi ettersom utslippskravene til denne typen kjøretøy ikke er like strenge som til personbiler og det ikke er krav til katalysator eller annen avansert rensing på denne typen kjøretøy.

Reduserte utslipp av partikler innebærer også reduserte utslipp av sort karbon, som er en kortlevd klimadriver.

Motorstøy utgjør en forholdsvis stor andel av støyen fra denne typen kjøretøy sammenlignet med dekkstøy. Potensialet for støyreduksjon er stort ved konvertering til elektrisk motor, men det har til nå ikke vært like stort fokus på å redusere støy fra eksosanlegget på MCer og mopeder som på personbiler.

Usikkerhet

Utslippsberegningen er gjort forenklet, og har betydelig usikkerhet.

Tabell T 8. Usikkerhetsvurdering.

Type usikkerhet	Beskrivelse	Følsomhet/sensitivitet	
		Utslippsreduksjonspotensial	Kostnadskategori
Innfasing	Usikkerhet i innfasing, særlig tung MC.	Dersom innfasingen blir lavere blir utslippsreduksjonspotensialet mindre.	Uendret.
Nysalg	Totalsalget av MC/moped har vært stabilt, men fordelingen har endret seg betydelig. Lett MC er økende, mens mopedsalget har falt betydelig på få år. Ved befolkningsvekst og økonomisk vekst kan totalsalget øke.	Økende salg av lett MC og redusert mopedsalg vil gi noe større utslippsreduksjon. Økende totalsalg vil gi større utslippsreduksjon.	Uendret.
Kjørelengde	Det er antatt at nye kjøretøy har samme kjørelengde som gamle. I virkeligheten er det sannsynlig at nye kjøretøy kjører lengre.	Lengre kjørelengde på nye kjøretøy ville gitt noe større utslippsreduksjon.	Uendret.

Dagens virkemidler

Mopeder og MCer med forbrenningsmotor betaler i dag CO_2- og veibruksavgift for bensin.

Elektriske MCer og mopeder har fritak for engangs- og merverdiavgift.

For MCer med forbrenningsmotor er en CO_2-komponent faset inn i engangsavgiften fra 1. juli 2017, med unntak av kjøretøy med utslipp lavere enn 75 gram CO_2 per km [1]. Også slagvolum påvirker engangsavgiften.

Verken moped eller MCer betaler i dag bompenger uansett drivlinje. I varierende grad er elektriske MCer og mopeder fritatt avgifter på ferge.

Forventet markedsutvikling

Per i dag ser det svært få elektriske kjøretøy i kategorien MCer og mopeder på markedet, og selv for mopeder, der en viss innfasing av nullutslippskjøretøy er kommet i gang, er andelen under 1 prosent.

Markedsutviklingen av kjøretøyene er svært usikker. Det vi imidlertid ser er at det kommer mange modeller i segmentet for elektriske mopeder/skutere på markedet i disse dager som dekker rekkevidde-behovene. Det er fortsatt begrensninger knyttet til rekkevidde og lading for MCer.

Elektriske mopeder/skutere

Elektriske mopeder/skutere vil trolig kunne fases inn raskere enn MCer da utviklingen av denne typen kjøretøy har kommet lenger. For mopeder/skutere vil en rekkevidde på +/- 100 km stort sett være tilstrekkelig, og kjøretøyet kan dermed utstyres med en mindre og rimeligere batteripakke.

Det er mange nye aktører på vei inn i markedet som tilbyr elektriske mopeder/skutere til konkurransedyktige priser. Samtidig lanserer også etablerte aktører elektriske modeller. Elektriske mopeder/skutere har lenge vært i utstrakt bruk i Kina/Sørøst-Asia og, lik utviklingen er for personbiler, er det forventet at kinesiske produsenter vil lansere elektriske MCer i det europeiske markedet i løpet av de neste årene.

I det europeiske markedet har salg av mopeder/skutere med forbrenningsmotor (med en motor med slagvolum < 50 cc og toppfart 45 km/t) blitt kraftig redusert [2]. Samtidig har det vært en kraftig vekst i salg av elektriske mopeder/skutere og MCer. Det er ikke usannsynlig at denne trenden fortsetter i årene som kommer, så lenge fritaket for merverdiavgift opprettholdes.

Elektriske (trå)sykler kan være med på å forsterke nedgangen i salget av mopeder/skutere med forbrenningsmotor som er observert på det europeiske markedet i det aller siste. Sammenlignet med mopeder/skutere kan elektriske sykler benyttes av barn og voksne uten krav til førerkort, uten kostnader til registrering og uten ansvarsforsikring. Elektriske sykler kan dessuten benytte sykkelveinettet og fortau på fotgjengernes premisser (noe som gjør at en elektrisk sykkel i mindre grad er påvirket av kø og stengte veier). Dog har elektriske sykler en begrenset toppfart på 25 km/t. I bystrøk og boligområder er denne begrensningen av liten betydning. I rurale områder kan imidlertid hastighetsbegrensningen på elektriske sykler gjøre at ikke alle ønsker å bytte ut mopeden/skuteren.

Elektriske motorsykler

Det er vist mange konseptmodeller av elektriske MCer. Noen av disse er allerede tilgjengelig på markedet som produksjonsmodeller, men det er fortsatt et umodent marked preget av mange nye, mindre produsenter.

En av årsakene til at markedet er mindre modent for elektriske MCer sammenlignet med elektriske mopeder/skutere er knyttet til rekkevidde. Mange MC-eiere ønsker å kunne kjøre langt uten å måtte stoppe for å lade. En stor batteripakke vil dessuten gjøre en elektrisk MC stor og tung, med de ulempene det kan innebære for kjørekomfort og sikkerhet.

Ny, forbedret batteriteknologi, sammen med optimalisering av drivlinjen tilsier imidlertid at rekkeviddeutfordringene bør kunne løses i løpet av noen få år. Som eksempel lanserte Zero Motorcycles i 2017 for første gang en modell med batteripakke som klarer 150 km kjøring på motorvei eller 300 km i bykjøring og denne er ytterligere oppgradert [3]. I tillegg er den første elektriske motorsykkel fra Harley-Davidson i produksjon [4].

Selv om elektriske mopeder/skutere kan få et stort gjennomslag i markedet, og elektriske sykler kan ta bort deler av markedsgrunnlaget, vil tilleggsbarrierene for elektriske MCer kunne gjøre at nysalget fortsatt er lavt fram mot 2030.

Barrierer og mulige virkemidler

Elektriske mopeder/skutere

Enn så lenge er pris en viktig barriere for elektriske mopeder/skutere. Siden drivstofforbruket er lavt sammenlignet med kostanden for kjøretøyet vil ikke driftskostnadene gi det samme prissignalet som for en elbil.

Elektriske mopeder/skutere vil antakelig i hovedsak bli ladet over natten. Dette stiller krav til tilgjengelig infrastruktur om ikke batteriet kan frakoples som på en elektrisk sykkel. Det kan være klare paralleller til utfordringene knyttet til elbiler, der de som bor i rurale strøk og forsteder har bedre tilgang på elektrisitet utenfor boligen enn de som bor urbant.

Det er usikkert hvor stor barriere slik tilgang er, all den tid mopeden/skuteren kan trilles inn i bakgårder og hager for lading. Mange mopeder/skutere brukes dessuten av ungdom i et par-tre år før de får muligheten til å ta sertifikat for bil. Hvis denne trenden fortsetter kan det også ha betydning for prioriteringen av å sette opp egnet ladepunkt.

Opprettholdelse av fritak for merverdiavgift for elektriske mopeder/skutere vurderes å være viktig for fortsatt å fremme innføringen av nullutslippsmodeller. Økt vrakpant ved innlevering av gammel moped/skuter og kjøp av ny elektrisk moped/skuter kan dessuten stimulere til økt utskiftningstakt.

Innføring av bomavgifter for moped/skuter med forbrenningsmotor er muligens utfordrende ettersom denne typen kjøretøy lett kan kjøres på fortau/sykkelsti i strid med regelverket. Det at slike kjøretøy har nummerskilt kun bak kan også være en utfordring med tanke på automatisk kontroll/avlesning i bomstasjonene.

Det kan vurderes om elektriske mopeder/skutere også skal omfattes av lav-/nullutslippssoner. Dette vi i så fall være et virkemiddel innført av hensyn til lokal luftkvalitet som har synergier med reduserte klimagassutslipp.

Elektriske motorsykler

Mange av de samme betraktningene knyttet til innkjøpspris og drivstofforbruk for elektriske mopeder/skutere er gyldig for elektriske MCer.

Elektriske MCer vil kunne lades over natten med sakte ladefart, eller de vil kunne hurtiglades. Tilgangen til lading av MCer hjemme eller på arbeidsstedet vil kunne møte noen av de samme utfordringene som elbiler, som at man i byområder ikke har samme tilgang til biloppstillingsplass som i villaområder.

På MCer med forbrenningsmotor er ikke uvanlig å installere en mer åpen lydpotte enn standard for å få mer lyd. Det betyr at mangel på lyd kan være en barriere for kjøp av en elektrisk motorsykkel. Installering av et effektanlegg for eksosen er ganske vanlig og kan bli tilbudt direkte fra fabrikk. Denne barrieren er antakelig mye større for elektriske MCer enn for elektriske mopeder/skutere, siden sistnevnte oftere er et rent nyttekjøretøy mens MCer oftere assosieres med en livsstil. Det kan heller ikke utelukkes at preferansene er i endring. Det at elektriske MCer vinner markedsandeler kan tyde på at motorlyd bli mindre viktig for entusiastene.

Til hurtiglading vil elektriske MCer kunne bruke samme ladeinfrastruktur som elbiler. Det ser ut som hurtigladestandarden CCS får gjennomslag også på tunge elektriske MCer. Det finnes også eksempler på at produsenter av elektriske MCer nå begynner å etablere dedikerte hurtigladestasjoner langs populære ruter [5].

Høy innkjøpspris kan fortsatt være en barriere for elektriske MCer på kort til mellomlang sikt. I land som Norge, hvor MCer brukes lite vinterstid, vil totaløkonomien også utfordres av at det går lenger tid før merkostnaden ved innkjøp er spart inn av lavere drivstoffutgifter.

Opprettholdelse av fritak for merverdiavgift for elektriske MCer vurderes å være viktig for å fremme innføringen av nullutslippsmodeller. For å øke incitamentene til kjøp av elektriske MCer kan engangsavgiften på kjøretøy med forbrenningsmotor økes permanent eller midlertidig. Midlertidig økt vrakpant ved innlevering av MC ved samtidig kjøp av nytt nullutslippskjøretøy kan stimulere til økt utskiftningstakt.

Innføring av bomavgifter for kjøretøy med forbrenningsmotor er muligens utfordrende også for MCer, ettersom ureglementert passering av bom er betydelig enklere enn med personbil. Det kan ikke utelukkes at MCer i framtiden vil kunne bli omfattet av lav-/nullutslippssoner av hensyn til lokal luftkvalitet.

Referanser

[1] Prop. 130 LS (2016-2017). Endringar i skatte-, avgifts- og tollovgivinga. Finansdepartementet.
[2] Visordown (2018). Bottom falls out of European scooter sales. 10.05.18.
[3] Electrec (2018). All new 2019 Zero Electric Motorcycles: faster, farther and more powerful. 23.10.18.
[4] Harley-Davidson. LiveWire elektrisk motorsykkel.
[5] Charged (2017). Motorcyle maker Energica unveils fast charging station in Italy's Dolomites. 16.05.17.

T12 10 % av nye trekkvogner går på biogass i 2030

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Andel av nye trekkvogner som går på flytende biogass (LBG) i tiltak	3 %	7 %	11 %	11 %	11 %	12 %	12 %	12 %	12 %	13 %	13 %
Utslippsreduksjon (mill. tonn CO_2-ekv.)	0,004	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07
Utslippsreduksjon 2021-2030	**0,47 millioner tonn CO_2-ekv.**										
Kostnadskategori	**> 1500 kr/tonn CO_2-ekv.**										

Beskrivelse av tiltaket

Tiltaket innebærer at 150 nye store biogass-lastebiler (trekkvogner) tas i bruk hvert år fra 2022 (med en gradvis innfasing fra 2020), til erstatning for tradisjonelle diesel-lastebiler. Kjøretøyene vil ta i bruk flytende biogass (LBG) og tiltaket forutsetter utbygging av i underkant av ti fyllestasjoner. Flere av de største lastebilprodusentene, som Iveco, Scania og Volvo serieproduserer LNG/LBG-lastebiler som kan dekke ytelsesbehovet i store deler av trekkvognsegmentet. Selve LBG-kjøretøyene kan derfor sies å være moden teknologi.

Dagens virkemidler

- CO_2-avgift for bensin og diesel. LBG omfattes ikke av CO_2- avgift.
- Veibruksavgift for bensin, diesel og biodiesel. LBG er fritatt for veibruksavgift.
- Enova støtter inntil 50 prosent av merkostnaden ved innkjøp av LNG/LBG-lastebiler med forutsetning om bruk av biogass.
- Enova støtter utbygging av fyllestasjoner for LBG.
- Investeringsstøtte til produksjon av LBG (Enova)
- Offentlige anskaffelser

Nullalternativ og utslippsreduksjonspotensial

Dagens beskjedne bruk av LBG-trekkvogner i Norge er drevet fram av en kombinasjon av at transportaktørene ønsker å teste kjøretøyteknologien, offentlige anskaffelser og transportaktørenes egne målsetninger om å kutte klimagassutslipp. Vi antar at disse underliggende drivkreftene, i kombinasjon med dagens virkemidler for øvrig, ikke er sterke nok til å gi vekst i bruken. Utslippsreduksjonene er justert for logistikk- og effektivitetsforbedringer, samt bruk av biodrivstoff i referansekjøretøy. Det er antatt at logistikk- og effektiviseringstiltak som reduserer totalt antall lastebiler solgt hvert år, ikke reduserer antall kjøpte LBG-trekkvogner. Gitt innfasingen som er lagt til grunn i tiltaket, er estimert utslippseffekt 0,47 millioner tonn CO_2-ekvivalenter for perioden 2021-2030.

Tiltakskostnad

Tiltakskostnaden er beregnet til 2 062 kr/tonn CO_2-ekvivalent.

Referansekjøretøy for beregningene er trekkvogna Volvo FH 460 LNG og er antatt å kjøre 80 000 km/år. Denne modellen kan med henger ha en totalvekt på 50 tonn. Volvos gassmotor, såkalt metandieselmotor, er basert på dieselteknologi og har antatt tilnærmet yteevne som tilsvarende dieselmotor. Volvos motor bruker også noe diesel (ca. 5 %). På grunn av antatt ustabil forsyning av LBG i analyseperioden, forventes det at trekkvognene i gjennomsnitt bruker ca. 85 prosent LBG, 10 prosent LNG som reserveforsyning, i tillegg til 5 prosent diesel. Det er

også antatt at LBG-trekkvognene kjører 80 000 km/år første fem årene, deretter 20 000 km/år siste fem årene, før de skrotes.

Tiltakskjøretøyet koster i dag fra ca. 500 000 kroner mer enn tilsvarende diesellastebiler i innkjøp før skatter og avgifter.[38] Det er ifølge Volvo heller ikke forventet teknologiforbedringer eller liknende som vil gi lavere innkjøpskostnader i et 2030-perspektiv.

Usikkerhet

Tabell T 9. Usikkerhetsvurdering.

Type usikkerhet	**Forklaring**
Innfasingstakt	Innfasingstakten forutsetter en relativt rask endring av rammevilkår som gjør LBG-trekkvogner mer konkurransedyktige mot fossilt alternativ. Naturlige tregheter er bygging av fyllestasjoner, leveranser av kjøretøy og utbygging av ny LBG-produksjon. Tilgangen på LBG-trekkvogner fra dagens produsenter antas å være akseptabel, men det er usikkert om andre tilbydere vil komme til i analyseperioden. Andre produsenter, som Daimler, har valgt å avslutte sin satsing på gassdrevne trekkvogner.
Tilgang til LBG	• Det antas at LBG-produksjonen vil øke når etterspørselen øker, men hvor stor produksjonsveksten vil bli, hvor raskt den vil komme og til hvilken pris, er usikkert. • Hvorvidt det vil bli mulig å importere LBG, er usikkert. • Regulatorisk rammeverk for syntetisk framstilt metan (power to gas) vil komme på plass i EU tidligst i 2021. Det er ikke avklart hvorvidt metan framstilt av fornybar strøm og bio-CO_2 vil klassifiseres som biogass. Kostnadene ved produksjon av "syntetisk LBG" er også usikre og høye.
Kostnadselementer	LBG-trekkvognene har usikker restverdi og er satt til 0 kroner i tiltaket. Kjørelengde er konservativt anslått til 80 000 km/år.
Drivstoffpriser	Prisen på biogass er en funksjon av en rekke forhold, deriblant prisen og avgiftene på fossil diesel og biodiesel og delvis også produksjonskostnadene for biogass. Fordi LBG typisk indekseres mot diesel/biodiesel blir usikkerhet om merkostnader drivstoff begrenset.

Barrierer

Strukturen i varetransportmarkedet er en barriere. Større transportselskaper kjøper i stor grad transporttjenester av mindre transportselskaper. Et typisk transportselskap eier rundt fem trekkvogner, har små marginer, jobber på nokså korte kontrakter og har generelt svake insentiver til å ta risiko ved valg av teknologi. Denne markedsstrukturen reduserer muligheten til å bruke offentlige anskaffelser for å fremme bestemte teknologier.

Verdikjeden for bruk av LBG til tungtransport er umoden. Det er behov for betydelig og langsiktig koordinering av leddene i verdikjeden, slik at oppstart av ny produksjon sammenfaller med utbygging av fyllestasjoner, levering av kjøretøy og avtaler om bruk.

Nye LBG-fyllestasjoner vil normalt ikke kunne utnytte eksisterende infrastruktur (arealer) for dieselfyllestasjoner, da disse tilhører konkurrerende verdikjeder. LBG-stasjoner vil derfor normalt måtte legges på nye arealer som må omreguleres.

[38] Andre motorprodusenter benytter annen motorteknologi og har lavere merkostnader enn Volvo, men denne teknologien antas også noe lavere virkningsgrad som generelt vil gi den samme totale merkostnaden når også drivstoffkostnader medregnes.

Kostnader

Veitransportmarkedet er generelt det eneste markedet der LBG på kort sikt kan være konkurransedyktig med fossil energi.[39] Dette skyldes de relativt høye avgiftene i dette markedet, og at LBG i dag er fritatt fra disse. Samtidig er varetransportmarkedet, hvor LBG-trekkvognene typisk vil benyttes, kjennetegnet av små marginer og tøff konkurranse. LBG-trekkvogner har høyere drifts- og investeringskostnader enn konkurrerende teknologier.

LBG-trekkvogner har merkostnader i alle ledd i forhold til tilsvarende diesellastebiler: de er dyrere i innkjøp, har høyere servicekostnader og bruker dyrere drivstoff. Med dagens virkemidler er den privatøkonomiske merkostnaden 200-300 000 kr/kjøretøy/år (netto nåverdi av kvantifiserte merkostnader over kjøretøyets levetid).

Et knippe transportselskaper tester i dag LBG-trekkvogner, og rundt 30 slike er registrert i Norge i 2019, anskaffet med støtte fra Enova.

Teknologi

- Varierende grad av kunnskap om driftstekniske aspekter ved gass hos sluttbrukere, og om LBG mer generelt.
- Trekkvognselgere kan oppleve barrierer knyttet til markedsintroduksjon av ny teknologi: merarbeid til innsalg av et nytt produkt, tidsbruk knyttet til søknad om offentlig støtte på vegne av kunden, usikkerhet knyttet til vedlikehold og oppfølging. I tillegg kan det være potensielt lengre leveringstid på LBG-kjøretøy enn for diesel, slik at inntektene fra salget kan komme på et senere tidspunkt enn for alternativet.
- Begrenset tilgang på LBG er en viktig barriere, selv om produksjonen er forventet å øke de neste årene. Opplevd usikker markedssituasjon for bruk av LBG fra dagens, eller mulige nye LBG-produsenter, bidrar til å redusere investeringer i, og øke kostnadene til nye produksjon.
- Store konkurransefordeler for fossil diesel grunnet allerede utbygd infrastruktur, rimeligere og mer utprøvde trekkvogner, og mer kjent drivstoffteknologi.

Infrastruktur

Begrenset antall fyllestasjoner for LBG er en barriere. I Norge er det i dag to aktører som til sammen drifter tre fyllestasjoner for LBG, med investeringsstøtte fra Enova: AGA på Alnabru (Oslo), Air Liquide på Borgerskogen (Vestfold) og AGA i Halden (Østfold).[40]

Markedsutviklingen for produksjon av flytende biogass (LBG) i Norge er positiv, og har potensial for videre vekst. På kort sikt foreligger det konkrete planer om utbygging av kapasitet for LBG-produksjon på rundt 600 GWh, når også dagens kapasitet inkluderes. Dette tilsvarer omtrent det dobbelte av LBG-forbruket i det utredede tiltaket.

Sterke virkemidler for bruk av LBG i Norge vil også kunne føre til økt import, selv om det i dag er flere barrierer for dette.

Regulering

- Utbyggere av fyllestasjoner for LBG har uttrykt at det er en barriere at støttesystemet er innrettet mot utbygging av enkeltstasjoner, ikke av nettverk av stasjoner.
- Lokale planprosesser, primært arealplanprosesser, kan være til hinder for en tilstrekkelig rask utbygging av fyllestasjoner. Lokalisering av attraktive arealer og eventuelt omregulering og utvikling av disse til fyllestasjonsformål har vist seg å være utfordrende og tidkrevende, og særlig i og rundt de store byene.
- Rammevilkårene for bruk av LBG til trekkvogner oppfattes som uavklarte. Dette gjelder særlig om og eventuelt når biogass vil bli gitt rabatt i bomringen.
- Biogassaktører og mulige sluttbrukere av biogass, opplever usikkerhet om biogassens rolle i lavutslippssamfunnet, som påvirker investeringsvilligheten.

[39] Økte klimakrav og/eller avgifter i skipsfart og industri kan imidlertid også øke bruken av biogass i disse markedene.
[40] Også finske Gasum har annonsert planer om å etablere seg i Norge, og annonserte 13. november 2019 oppkjøp av AGAs norske biogassvirksomhet.

- Produktdefinering av biogass inkludert LBG er uferdig, og gir økt usikkerhet hos sluttbruker. Blant annet er det ikke utviklet formelt regelsett for håndtering av massebalanse for distribusjon av LBG.
- Manglende dokumentasjon på bærekraft og klimanytte. Norsk produksjon av LBG er ikke underlagt myndighetskrav om å dokumentere bærekraft og klimanytte, utover rapportering på konsesjonsvilkår. Slik dokumentasjon er i økende grad etterspurt av sluttbrukere.
- LBG konkurrerer med flytende biodrivstoff som er omfattet av omsetningskravet for flytende biodrivstoff, altså biodrivstoff som er lovpålagt å omsette i Norge og som gir dobbelttelling i omsetningskravet.

Mulige virkemidler

- Offentlige anskaffelser som favoriserer LBG der elektriske løsninger ikke er tilgjengelige. Avtaleperiodene bør være rundt fem år for å redusere risiko for transportaktørene. Offentlige anskaffelser er trolig ikke et tilstrekkelig virkemiddel til å utløse hele tiltaket, da innkjøp av transporttjenester normalt er sekundært formål i anskaffelsene.
- Redusert bompengesatser for LBG-trekkvogner, om mulig avgrenset til regional langtransport for å unngå konkurranseflate mot elektriske trekkvogner brukt til bydistribusjon.
- Støtte til utbygging av nettverk av fyllestasjoner.
- Økt CO2-avgift på diesel og/eller økt kjøpsavgift på diesel-lastebiler.

Konsekvenser

- Økt etterspørsel etter LBG (300 GWh i 2030) vil gi økt biogassproduksjon som bidrar til utvikling av en sirkulær økonomi gjennom forbedret avfallshåndtering og ressursutnyttelse av organisk avfall eller rester, som f. eks. matavfall, fiskeslam og husdyrgjødsel.
- Produksjon av LBG har positiv klimaeffekt når råstoff med klimagassutslipp benyttes i produksjonen. Dette gjelder primært husdyrgjødsel, se tiltak J03 *Husdyrgjødsel til biogass*.
- Økt biogassproduksjon vil bidra til økt materialgjenvinning av knappe næringsstoffer fra organisk avfall ved at restene fra biogassproduksjonen (biorest) benyttes som gjødsel eller jordforbedringsmiddel. Bruk av biorest fra biogassproduksjon har positiv klimaeffekt når det erstatter mineralgjødsel, eller dersom det bidrar til å erstatte torvbaserte jordprodukter.
- Biogassproduksjon genererer større mengder bio-CO_2, som enten kan utnyttes (næringsmiddel, i veksthus, syntetisk drivstoff e.l.) eller kan lagres (CCS). Se kapittel 11 om CCS i hovedrapporten del A.
- Favorisering av LBG-trekkvogner kan på sikt bidra til redusert innfasing av elektriske lastebiler, og allerede på nokså kort sikt hvis LBG-lastebilene brukes til bydistribusjon. Det er usikkert når dette blir en reell problemstilling, da vi antar 50 prosent elektriske lastebiler av nysalget i 2030, se tiltak T08 *50 prosent av nye lastebiler er el- eller hydrogenkjøretøy i 2030.*
- Vi antar ikke redusert lokal luftforurensning ved bruk av LBG-trekkvogner i stedet for tilsvarende dieseltrekkvogner.
- Økt bruk av gasskjøretøy gir isolert sett økte metanutslipp i forhold til bruk av dieselkjøretøy. Disse utslippene reduserer utslippsreduksjonene i tiltaket med ca. 5 prosent.
- LBG kan også utnyttes til skipsfart, industri og til oppvarming. Med sterke virkemidler også i andre sektorer kan det oppstå konkurranse om LBG og mulige økte drivstoffpriser. Økt etterspørsel etter LBG vil også bidra til økt produksjon på grunn av redusert markedsrisiko. I tillegg vil det være synergier mellom markedene, f. eks. ved deling av infrastruktur.

T13 Økt bruk av avansert flytende biodrivstoff i veitransport

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Utslippsreduksjon (mill. tonn CO_2-ekv.)	-	0,048	0,093	0,133	0,168	0,198	0,260	0,311	0,382	0,436	0,524
Utslippsreduksjon 2021-2030	**2,55 millioner tonn CO_2-ekv.**										
Kostnadskategori	**> 1500 kr/tonn CO_2-ekv.**										

Beskrivelse av tiltaket

Tiltaket går ut på å øke innblandingen av flytende biodrivstoff i veitransport. Økt bruk av biodrivstoff vil redusere utslippene fra eksisterende kjøretøypark og andelen av nybilsalget som ikke elektrifiseres. Det er utredet en opptrapping av omsetningskravet med 10 prosent bærekraftig avansert biodrivstoff i 2030, med innfasing vist i Tabell T 10, slik at ambisjonen i Granavold-plattformen om 40 prosent innblanding (etter dobbeltelling) i 2030 nås.

I Klimakur 2030 er det lagt til grunn at økt bruk av biodrivstoff i transportsektoren kun skjer med avansert biodrivstoff. Dette er for å redusere risikoen for at økt bruk bidrar til ytterligere press på landarealene i verden, og redusere risikoen for indirekte arealbruksendringer.

Tiltaket vil gi en økning i bruk av avansert biodrivstoff i 2030 på omtrent 200 millioner liter, gitt at elektrifisering og de andre Klimakur-tiltakene i veitransport gjennomføres. Totalt vil dagens omsetningskrav og opptrappingen lagt til grunn i tiltaket tilsvare et volum på ca. 550 millioner liter i 2030. Til sammenligning ble det i 2018 omsatt 500 millioner liter flytende biodrivstoff til veitransport i Norge, og i 2019 anslagsvis 700 millioner liter. En utvidelse av omsetningskravet innebærer da isolert sett en liten økning i totalvolumet av biodrivstoff i 2030, sammenlignet med 2018.

Tabell T 10. Innfasing av avansert biodrivstoff.

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Omsetningskrav i referansebanen	20 %	20 %	20 %	20 %	20 %	20 %	20 %	20 %	20 %	20 %	20 %
Biodrivstoff i referansebanen, prosent[41]	16 %	16 %	16 %	16 %	16 %	16 %	16 %	16 %	16 %	16 %	16 %
Omsetningskrav i tiltaket	20 %	21 %	22 %	23 %	24 %	25 %	27 %	29 %	32 %	35 %	40 %
Økt bruk av biodrivstoff pga. tiltaket, prosent volum	0 %	0,5 %	1,0 %	1,5 %	2,0 %	2,5 %	3,5 %	4,5 %	6,0 %	7,5 %	10,0 %
Økt bruk av biodrivstoff (mill. liter)	0	19	37	53	67	78	103	123	151	172	207

Bakgrunn

Norge har et omsetningskrav for biodrivstoff til veitransport. Kravet innebærer at de som selger drivstoff må sørge for at 20 prosent av drivstoffet de omsetter til veitransport er flytende biodrivstoff. I tillegg er det et delkrav at minimum 4 prosent av alt drivstoff skal være avansert biodrivstoff. Avansert biodrivstoff teller dobbelt i omsetningskravet for å fremme bruken av dette. Det vil si at et krav om 20 prosent biodrivstoff kan nås med 10 prosent avansert biodrivstoff.

[41] Lavere enn omsetningskravet pga. dobbeltelling av avansert biodrivstoff

Avansert biodrivstoff er laget av såkalte avanserte råstoff, det vil si rester, avfall, samt biprodukter fra treforedlingsindustri og kommersielt umodne råstoff som alger og bakterier. Råstoffene som anses som avanserte er angitt i produktforskriften, hvor råstoffene er inndelt i del A og B. Del A inneholder råstoff som innebærer bruk av teknologi som er mer innovativ og mindre moden (matavfall, husdyrgjødsel, avløpsslam, tallolje, rester, avfall og biprodukter fra skogindustrien m.m.), mens del B inneholder brukt matolje og animalsk fett - modne råstoff som i stor grad er fullt utnyttet i dag. Konvensjonelt biodrivstoff kommer fra råstoff som kan utnyttes som mat eller dyrefôr.

Flere typer biodrivstoff blandes i dag inn i bensin og diesel i Norge. Dagens omsetningskrav på 20 prosent gjør at diesel og bensin allerede inneholder så mye FAME-biodiesel[42] og bioetanol som drivstoffstandardene tillater. Økt innblanding av biodrivstoff vil derfor måtte skje med HVO-biodiesel[43] eller andre typer drop-in[44] biodiesel, eller andre biokomponenter i bensin.

I tiltaket er det lagt til grunn at økningen skjer med avansert HVO/drop-in biodiesel.

Nullalternativ og utslippsreduksjonspotensial

Dagens omsetningskrav til veitransport på 20 prosent ligger inne i framskrivningen i NB2020, og andelen avansert biodrivstoff er satt til 4 prosent. Siden de 4 prosentene dobbeltelles, ligger det til grunn 16 prosent biodrivstoff i perioden 2020-2030. I utslippsframskrivningen i NB2020 tilsvarer dette 500 millioner liter i 2030.

Innblanding av biodrivstoff overlapper med de andre veitransportiltakene. I beregning av utslippsreduksjon er biodrivstofftiltaket gjort til sist, hvilket i praksis betyr at elektrifisering og andre tiltak gjøres før det blandes inn mer biodrivstoff. I utslippsberegningen er det tatt hensyn til at biodrivstoff har lavere energitetthet enn fossilt drivstoff.

Tiltakskostnad

Basert på prisestimatene fra det britiske analyseselskapet Argus Consulting, og innfasingen av avansert biodrivstoff som vist i Tabell T 10, blir tiltakskostnaden på ca. 2000 kr/tonn CO_2-ekvivalent. I kostnadsberegningen i tiltaket er det lagt til grunn at alt biodrivstoff er avansert HVO del A. Dersom man legger til grunn at det også benyttes avansert HVO del B, blir tiltakskostnaden noe lavere, men fortsatt i kategorien over 1500 kr/tonn CO_2-ekvivalenter.

Kostnader er beregnet ut fra en analyse av framtidige priser på biodrivstoff fra Argus Consulting. Prisestimatene fra Argus er blant annet basert på forventet etterspørsel i EU som følge av kravene i fornybardirektivet. Det er forventet prisoppgang på opp mot 30 prosent fra 2019 til 2030. Biodrivstoff og biobrensel av avanserte råstoff (del A) er omtrent 50 prosent dyrere enn biodrivstoff/brensel av konvensjonelt råstoff, og rundt 20 prosent dyrere enn biodrivstoff og biobrensel basert på brukt matolje og animalsk fett (del B). Avansert HVO del A antas å bli omtrent 90 prosent dyrere enn fossil diesel i 2030. Det er liten produksjon av avansert biodrivstoff i dag, og avanserte råstoff er en begrenset ressurs. Dersom den globale etterspørselen etter avansert biodrivstoff øker vil prisene kunne øke betydelig utover estimatene i analysen.

Eksterne effekter

Det er ingen norsk produksjon av HVO/drop-in biodiesel før tidligst i 2024, og mesteparten av drivstoffet vil derfor måtte importeres. Den globale miljø- og klimaeffekten av biodrivstoff er omtalt nærmere i kapittel 14 i hovedrapporten del A.

[42] FAME (fatty acid methyl ester) er biodiesel fremstilt fra vegetabilske oljer, som for eksempel soya-, raps- og palmeolje. Har en helt annen kjemisk struktur enn fossil diesel.
[43] HVO (hydrotreated vegetable oil): Biodiesel laget ved å hydrogenbehandle vegetabilsk olje eller animalske fettstoff. HVO har tekniske egenskaper tilnærmet lik fossil diesel.
[44] Med drop-in menes biodrivstoff som er funksjonelt likt fossilt drivstoff og kan blandes inn i eksisterende infrastruktur. HVO er en type drop-in biodrivstoff.

Usikkerhet

Tabell T 11. Usikkerhetsvurdering.

Type usikkerhet	Beskrivelse	Følsomhet/sensitivitet	
		Utslippsreduksjonspotensial	Kostnadskategori
Drivstoffsalg	Omsetningskravet er et prosentkrav, og innblandingen vil avhenge av det totale drivstoffsalget. I beregningen er det lagt til grunn at alle Klimakur-tiltakene gjennomføres.	Øker dersom drivstoffsalget blir større. Dersom ingen av de andre Klimakur-tiltakene i veitransport gjennomføres, vil forbruket av biodrivstoff fra dagens omsetningskrav på 20 % og opptrappingen i tiltaket øke med over 250 millioner liter i 2030, til et totalt forbruk av flytende biodrivstoff i veitransport på over 800 millioner liter.	Uendret.
Kostnad	Stor usikkerhet. Prisestimatene fra Argus er blant annet basert på forventet etterspørsel i EU som følge av kravene i fornybardirektivet. Det er liten produksjon av avansert biodrivstoff i dag, og avanserte råstoff er en begrenset ressurs. Dersom den globale etterspørselen etter avansert biodrivstoff øker vil prisene kunne øke betydelig. Prisen på fossilt drivstoff vil også påvirke tiltakskostnaden. Da dette er internasjonale priser vil endringer i dollarkursen også slå inn i tiltakskostnaden.	Uendret.	Kostnadene vil kunne øke betydelig. Uendret kostnadskategori.

Barrierer

Tilgjengelighet av avansert biodrivstoff er en absolutt barriere. Det produseres i dag om lag 20 millioner liter avansert bioetanol i Norge. Dersom annonserte planer igangsettes, vil norsk produksjon av avansert biodrivstoff del A kunne bli 300 millioner liter i 2024/2025. Global produksjon av 2 avansert HVO var i 2017 ca. 2,5 milliarder liter, med en forventet årlig produksjon av avansert HVO/drop-in biodiesel på mellom 7 og 10 milliarder liter i 2030, men den nøyaktige fordelingen på A- og B-råstoff er usikker [1]. For mer om global tilgjengelighet, se kapittel 14 i hovedrapporten del A.

Mulige virkemidler

Omsetningskravet for biodrivstoff i veitransport er lagt til grunn som virkemiddel i tiltaket. For å sikre at biodrivstoffet er avansert kan delkravet til avansert biodrivstoff økes tilsvarende med opptrappingen av det overordnede omsetningskravet.

For å oppnå en større andel del A-råstoff enn det som benyttes til biodrivstoff i dag, er det mulig at omsetningskravet kan endres til å skille på del-A og del-B råstoff, som kan bidra til utvikling av mindre modne teknologier. Dette kan gjøres på flere måter, og er omtalt i kapittel 14 i hovedrapporten del A.

Konsekvenser

Gitt prisforutsetningene lagt til grunn for avansert biodrivstoff, dagens avgiftsnivå og flat pris på fossil diesel, vil en slik opptrapping øke drivstoffkostnadene for diesel i veitransporten med i underkant av 2 prosent i 2025 og omtrent 7 prosent i 2030. Det er risiko for at mye av biodrivstoffet må importeres. Den globale miljø- og klimaeffekten av biodrivstoff er omtalt i detalj i kapittel 14 i hovedrapporten del A.

Referanser

[1] CIT Industriell Energi (2019). Rapport M-1420|2019. Oppdragsrapport for Miljødirektoratet.

Tiltaksark: Sjøfart, fiske og havbruk

S01 Teknisk-operasjonelle tiltak i sjøfart, fiske og havbruk (energieffektivisering)

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Utslippsreduksjon (mill. tonn CO_2-ekv.)	-	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	0,03
Utslippsreduksjon 2021-2030	**0,13 millioner tonn CO_2-ekv.**										
Kostnadskategori	**Varierer mellom fartøyskategoriene**										

Beskrivelse av tiltaket

Tiltaket er sammensatt av en gruppe energieffektiviseringstiltak som er beskrevet i rapporten "Teknologier og tiltak for energieffektivisering av skip" [1]. Her beskrives det 33 ulike teknisk-operasjonelle tiltak fordelt på fem ulike kategorier:

Tabell T 12. Aktuelle teknologier og energieffektiviseringstiltak beskrevet i rapporten "Teknologier og tiltak for energieffektivisering av skip". Kilde: DNV GL (2016) [1].

Teknologigruppe	Teknologinavn	Nybygg / Eksisterende	Effekt avhengig av bruksmåte	Teknologi / Operativ
Maskineri	Optimalisering av hjelpesystemer	N/E	I	T
	Elektronisk auto-tuning	N/E	L	T
	De-rating av hovedmaskineri	N/E	L	T
	Monitorering og testing av motorytelse	E	S	O
	Eksoskjeler på hjelpemotorer	N/E	I	T
	Batterihybridisering	N/E	L	T
	Likestrømsnett og variabelt turtall	N	L	T
	Forbedret motorlast på hjelpemotorer	E	M	O
	Akselgenerator med PTO/PTI	N	I	T
	Landstrøm	N/E	I	T
	Optimalisering av dampsystem	E	S	O
	Varmegjenvinning for elektrisitetsproduksjon	N	L	T
Nye og mer effektive skrog, propell- og rorløsninger	Luftboblesmøring	N	L	T
	Skrogvask	E	L	O
	Motstandsreduserende bunnstoff	N/E	L	T
	Skrogformoptimalisering	N	I	T
	Ombygging av eksisterende skrog	E	I	T
	Propulsjonsforbedrende tiltak (PIDs)	N/E	I	T
	Propellpolering	E	L	O
	Bytte eller ombygging av propell	(N)/E	I	T
Konsumenter	Optimalisering av lasthåndteringssystemer	N/E	M	O
	Energieffektiv belysning	N/E	I	T
	Frekvensstyrte el-motorer	N/E	I	T
Utnyttelse av vind- og solenergi	Seil	N	M	T
	Kite	N/E	S	T
	Solcellepanel	N/E	I	T
Tekniske løsninger for optimalisering av operasjonen	Automatisk fortøyningssystem	N/E	L	T
	Bruk av autopilot	N/E	M	O
	Effektive DP-operasjoner	N/E	L	O
	Fartsreduksjon og bruk av økonomifart	N/E	M	O
	Kombinatoroptimalisering	N/E	L	O
	Trim- og dypgangsoptimering	N/E	S	O
	Værruting	N/E	M	O

DNV GL har i forbindelse med Klimakur 2030 utarbeidet rapporten "Reduksjon av klimagassutslipp fra innenriks skipstrafikk" [2] på oppdrag av Miljødirektoratet, hvor de blant annet har anslått mulig effekt av energieffektiviseringstiltakene fram til 2030. Tiltakene er først analysert enkeltvis, for å kartlegge det tekniske potensialet og for å etablere tiltakskostnader per tiltak og skipskategori. Deretter er tiltakene gruppert i tre grupper:

a) **Grunnleggende energieffektivisering**: tiltak som er egnet for etterinstallasjon i skip bygget før 2015 (antas å være installert i skip fra 2015 og nyere).
b) **Forsterket energieffektivisering**: Tiltak som forventes å nå teknisk modenhet innen fem år.
c) **Ytterligere forsterket energieffektivisering**: Tiltak som forventes å nå teknisk modenhet innen ti år.

Mange av tiltakene antas imidlertid å ligge i referansebanen, enten som følge av

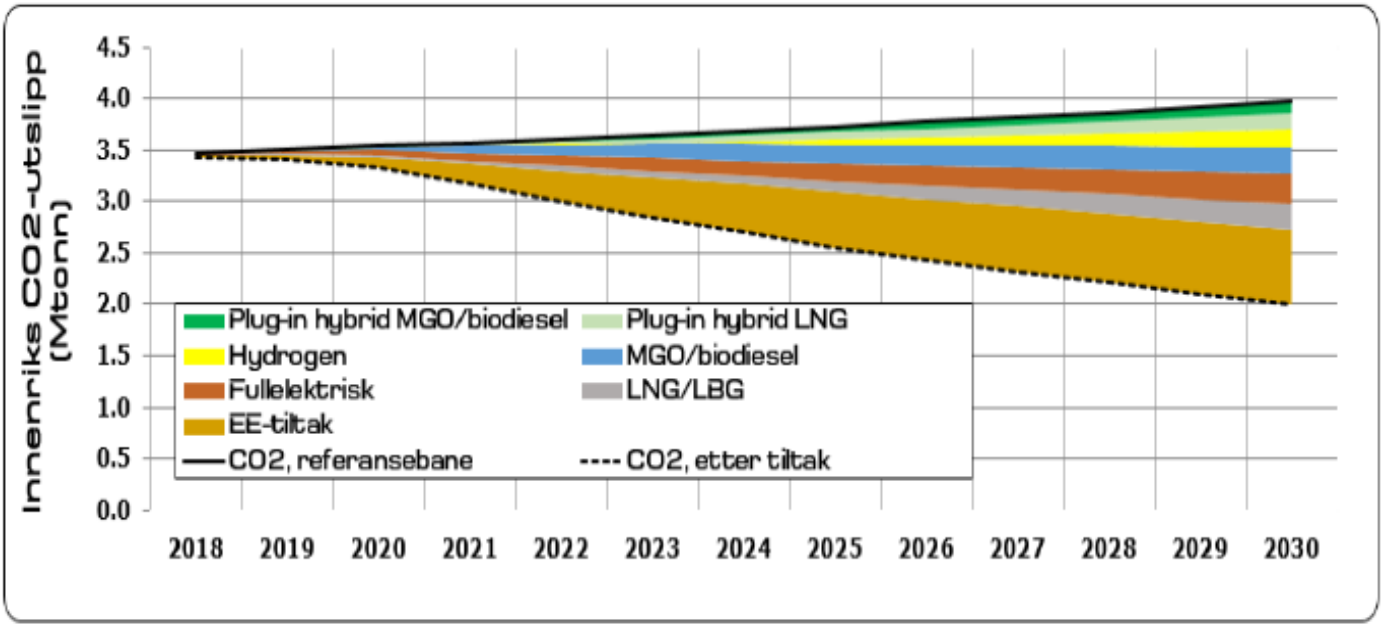
- energieffektiviseringskrav (EEDI-krav) fra International Maritime Organization (IMO), eller at
- de er privatøkonomisk lønnsomme med en investeringshorisont på fem år.

Tiltakene i gruppe c) anses derimot å være usikre, kostbare og å gi små utslippsreduksjoner til 2030. Disse holdes utenfor Klimakur 2030. Dette tiltaket viser derfor effekten av teknisk-operasjonelle tiltak i gruppe a) og b), som ikke antas å ligge i referansebanen. Tiltaket er skalert i forhold til øvrige tiltak, og kan derfor summeres med disse.

Bakgrunn

Det kan gjøres mange energieffektiviseringstiltak i skip, som vil føre til redusert energibruk og dermed også reduserte klimagassutslipp. Noen av tiltakene kan ettermonteres i skip som er i drift, mens andre tiltak må besluttes når det bygges nye skip. De analyserte tiltakene er delt inn i fem ulike kategorier: maskineri, skrog/propell/ror, energikonsumenter, driftsoptimalisering og vind-/solenergi.

Av 33 tiltak beskrevet i "Teknologier og tiltak for energieffektivisering av skip" [1] ble 31 analysert videre i rapporten " Analyse av tiltak for reduksjon av klimagassutslipp fra innenriks skipstrafikk" [3]. Landstrøm og fartsreduksjon ble skilt ut som egne tiltak. Tiltakene er deretter oppdatert til Klimakur 2030 i rapporten "Reduksjon av klimagassutslipp fra innenriks skipstrafikk" [2].



Figur T 16. Innenriks CO_2-utslippsbaner mot 2030 for skip i norske farvann, med bidrag til reduksjon fra de anvendte tiltak. Kilde: DNV GL (2018) [3].

Energieffektivisering gir vesentlige utslippsreduksjoner. Figur T 16 er hentet fra rapporten "Analyse av tiltak for reduksjon av klimagassutslipp fra innenriks skipstrafikk" [3], og energieffektivisering (såkalt EE-tiltak) anslås der å gi en reduksjon på 710 kilotonn CO_2 i 2030 (3,9 tonn summert over perioden 2021-2030). Utslippsreduksjoner og

vektede samfunnsøkonomiske tiltakskostnader fordelt på skipstype og andel tid i norske farvann er for tiltakspakken listet opp i rapportens tabell 13 [3]. Mange av disse tiltakene er imidlertid nå antatt å ligge i referansebanen i Klimakur 2030. Se artikkelen om hvordan Odfjell kuttet utslippene med 30 prosent, for praktiske eksempler på denne typen tiltak [4].

Referansebanen og utslippsreduksjonspotensial

DNV GL har estimert utslipp per skipskategori basert på AIS-data, og har utarbeidet en framskriving med bakgrunn i disse dataene. DNV GL har sett til Finansdepartementets framskriving (NB2020), som viser en reduksjon i utslippene fra innenriks sjøfart, fiske og havbruk på 26 prosent fram mot 2030. Framskrivingen i NB2020 inneholder antagelser om økt energieffektivisering, men det er ikke spesifisert i detalj. DNV GL har inkludert en del energieffektiviseringstiltak i sin referansebane, og deres referansebane for innenriks sjøfart og fiske viser en nedgang på 10 prosent.

Utslippsreduksjonspotensialet fra teknisk-operasjonelle tiltak er av DNV GL anslått til 62 kilotonn i 2030, og 259 kilotonn over perioden 2021-2030. Fordi referansebanen i NB2020 har en kraftigere reduksjon mot 2030 enn DNV GLs referansebane har vi antatt at halvparten av disse reduksjonene allerede ligger inne i referansebanen, og har redusert utslippsreduksjonspotensialet i tiltaket til 31 kilotonn i 2030 og 129 kilotonn i perioden 2021-2030.

Tiltakskostnad

Tiltakskostnadene varierer med skipstype og hvor mye skipene seiler i norske farvann. Tabellen nedenfor viser beregnede tiltakskostnader fra rapporten "Reduksjon av klimagassutslipp fra innenriks skipstrafikk" [2]. Spredningen i tiltakskostnader går fra at tiltakene er lønnsomme og opp til kostnader på over 6000 kr/tonn CO_2. Som nevnt skalerer vi ned dette tiltaket da noe antas å ligge inne i referansebanen allerede. Det er naturlig å anta at de minst kostbare tiltakene tas først og at de med lavest gjennomsnittlig tiltakskostnad er de som ville blitt utløst gitt dagens virkemidler. For flere av fartøyskategoriene er det svært få seilende skip med EE-tiltak i DNV GL sin modell, den samfunnsøkonomiske tiltakskostnaden som er et vektet gjennomsnitt må derfor brukes med forbehold.

Tabell T 13. Oversikt over utslippsreduksjon og samfunnsøkonomisk tiltakskostnad.

Skipstype	**ΔCO_2 i 2030 (ktonn)**	**ΔCO_2 i 2021-2030 (ktonn)**	**Samfunnsøkonomisk tiltakskostnad**
Cruiseskip	3	9	0
Fiskefartøy	18	81	1 500
Godsskip	15	71	6 000
Havbruksskip	19	72	1 500
Offshoreskip	1	8	-3 000
Våt- og tørrbulkskip	6	18	500
Total	**62**	**259**	**-**

Ytterligere estimater på samfunnsøkonomiske tiltakskostnader kan finnes i 2018-rapporten "Analyse av tiltak for reduksjon av klimagassutslipp fra innenriks skipstrafikk" [3], som rapporterer vektede tiltakskostnader fordelt på skipstype og andel tid i norske farvann i tabell 10 og tabell 13. Spredningen i tiltakskostnader for skip som seiler 80-100 prosent av tiden i norske farvann går der fra at tiltakene er lønnsomme og opp til kostnader på 4 800 kr/tonn CO_2.

Teknisk-operasjonelle tiltak, eller energieffektiviseringstiltak, varierer stort ettersom prosjektene varierer. Dette gjelder både mellom og innad i de ulike fartøyskategoriene. Gjennomsnittskostnader og generelle overslag vil gi

begrenset informasjon for denne type tiltak, utover å vise at tiltakene spenner fra å være samfunnsøkonomisk lønnsomme til å koste flere tusen kroner per tonn.

Privatøkonomisk analyse

Privatøkonomiske kostnader er hensyntatt i analysen til DNV GL, men er ikke publisert. Kostnadene varier stort mellom de ulike fartøyskategoriene ettersom dette ikke er ensartede tiltak.

Barrierer

Privatøkonomiske merkostnader ved implementering av energieffektiviseringstiltak representerer en viktig barriere. En lav kostnad på konvensjonelt drivstoff bidrar til at investeringskostnadene relatert til mange energieffektiviseringstiltak har lang nedbetalingstid eller framstår som privatøkonomisk ulønnsomt.

Mange energieffektiviseringstiltak egner seg best for implementering i nye fartøy. Implisitt betyr det at det er behov for flåtefornyelse for å få realisert disse tiltakene. Innenfor segmentet lasteskip er tilgang til kapital for å få realisert nybygg en stor utfordring. Dette henger sammen med lave marginer og korte kontrakter innen dette segmentet. Korte kontrakter vanskeliggjør finansiering over skipets levetid.

Kunnskap om tilgjengelige energieffektiviseringstiltak og dokumenterte erfaringer utgjør også en barriere for rask implementering av slike tiltak.

Næringsstrukturen innenfor flere segment innebærer at operatør av skip og eier av skip ikke er samme aktør. Operatør er den som betaler for drivstoffet, mens eier er den som investerer i fartøyet. Dette fører til at gevinst ved energieffektivisering tilfaller operatør og ikke eier som tar investeringene tilknyttet tiltaket. Derav forsvinner mye av insentivene for å implementere energieffektiviseringstiltak, men mindre dette blir stilt krav i kontrakter fra operatør eller vareeier.

En mer detaljert angivelse av barrierer på spesifikke tiltak er gitt i rapporten "Teknologier og tiltak for energieffektivisering av skip" [1]. Noen av disse er gjengitt i Figur T 17.



Figur T 17. Teknologier med betydelige barrierer for å bli tatt i bruk. Kilde: DNV GL (2016) [1].

Dagens virkemidler

Skip som implementerer batterier og andre energieffektiviseringstiltak oppnår både reduserte CO_2-utslipp og betydelige reduksjon i NOx-utslipp. Derfor støtter NOx-fondet skipsprosjekter av denne typen.

Enova støtter installasjon av batteri i skip og andre energieffektiviseringstiltak via programmet "Elektrifisering av sjøtransporten". Enova kan også støtte introduksjon av nye, innovative energieffektiviseringsteknologi via sine programmer for ny teknologi. Videre støtter Enova etablering av infrastruktur for landstrøm i havner, og tilrettelegger slik at for at fartøy kan ta i bruk landstrøm der hvor det blir tilgjengelig.

Klimasats støtter kompetansehevende tiltak for fylkeskommuner og kommuner som ønsker å stille krav til miljø i anskaffelse av ferger og hurtigbåter, men også tiltak i andre fartøy i fylkeskommunal drift.

Krav om utslippsfrie verdensarvfjorder fra og med 2026 vil være med på å drive utviklingen av energieffektiviseringsteknologi og implementeringen av denne.

CO_2-avigft bidrar til å øke andelen energieffektiviseringstiltak som er privatøkonomisk lønnsomme.

Mulige virkemidler

Økt bruk av krav til skip med lave klimagassutslipp i offentlige anskaffelser vil kunne være en effektiv driver for implementering av energieffektiviseringstiltak og alternative drivstoff. For fergesektoren ser vi at krav i offentlige anskaffelser har bidratt til en rask introduksjon av mer energieffektive fartøy. Tilsvarende bruk av krav offentlig anskaffelse av godstransport kan bidra til å akselerere utviklingen også innenfor disse segmentene.

Differensierte havneavgifter kan bidra til å fremme utviklingen av energieffektiviseringstiltak som batteri og landstrøm.

Fjerning av avgiftsfritak innenfor enkelte fartøyssegment, og en betydelig økning av avgift på CO_2 og konvensjonelt drivstoff vil bidra til at flere energieffektiviseringstiltak blir privatøkonomisk lønnsomme og kan bidra til å akselerere implementeringen av slike tiltak.

Økte insentiver for flåtefornyelse er aktuelle virkemidler. Vrakpant på gammel tonnasje har tidligere vært forsøkt, men tilbakemeldingen fra næringen var at satsene var for lave til å utgjøre et reelt insentiv. Hvis man ser på innretningen for vrakpant kan dette imidlertid utgjøre et insentiv for å fornye flåten. Videre kan tilpassede finansieringsordninger være med på å gjøre det enklere for godsaktører å realisere nye fartøy.

Gradvis strengere krav til utslipp i fjorder og i havn vil også være positivt for å drive implementering og utvikling av energieffektiviseringstiltak.

Innenfor fartøyssegmenter hvor teknologi for nullutslipp er tilgjengelig og godt egnet til deres driftsmønster, vil det være mulig å stille krav om energieffektivisering. Offshore og havbruk er eksempler på aktuelle segmenter for dette.

Referanser

[1] DNV GL (2016). Teknologier og tiltak for energieffektivisering av skip. Rapportnr 2016-0511, Rev A. Oppdragsrapport for Enova SF.
[2] DNV GL (2019). Reduksjon av klimagassutslipp fra innenriks skipstrafikk. Rapportnr 2019-0939. M-1626|2020. Oppdragsrapport for Miljødirektoratet.
[3] DNV GL (2018). Analyse av tiltak for reduksjon av klimagassutslipp fra innenriks skipstrafikk. Rapportnr 2018-0181, Rev 2. Rapport M-1027|2018. Oppdragsrapport for Miljødirektoratet.
[4] Sysla Maritim. Slik kuttet Odfjell utslippene med 30 prosent. 27.08.19.

S02 Fartsreduksjon for fartøy

Beskrivelse av tiltaket

Tiltaket innebærer å redusere skipsfartens drivstofforbruk og utslipp av klimagasser ved å redusere skipenes høyeste tillatte hastighet. Det er en eksponentiell sammenheng mellom et skips drivstofforbruk og hastighet. DNV GL [1] anslår at en 10 prosent hastighetsreduksjon reduserer drivstofforbruket til hoved- og hjelpemotorer med om lag 19 prosent. En gjennomgang av internasjonal forskningslitteratur om tiltak som kan redusere klimagassutslipp fra skipsfarten, viser at ulike studier anslår effekten av fartsreduksjon, eller fartsoptimalisering, til mellom 1 og 60 prosent [2]. Fartsbegrensning som et kortsiktig klimatiltak for internasjonal skipsfart har de siste årene vært høyt oppe på agendaen i IMO.

Referansebanen og utslippsreduksjonspotensial

For beskrivelse av referansebanen for innenriks sjøfart, fiske og havbruk, se kapittel 5 i hovedrapporten del A.

I forbindelse med Klimakur 2030 har DNV GL [3] utredet klimagasseffekten av ulike typer fartsreduksjon for alle skip i norsk økonomisk sone. Ved innføring av 12 knop fartsgrense er det beregnet en reduksjon i CO_2-utslippene på 336 000 tonn CO_2 i 2030. For en del skipssegment, især passasjerfartøy og godsskip i fast rute, vil det imidlertid være problematisk å innføre fartsbegrensninger som medfører at ruter og tidsskjema ikke kan overholdes. Det er stor variasjon i marsjfart for ulike fartøy og i ulike operasjoner. Noen skip har også definert marsjfart i sine kontrakter med oppdragsgiver, eksplisitt eller implisitt gjennom når skipet må være fremme ved sin destinasjon. DNV GL har beregnet at dersom det innføres et fritak for passasjerfartøy og såkalte "kystgodsfartøy", det vil si godsskip under 5 000 bruttotonn som anses å være i konkurranse med godstransport på vei, blir reduksjonspotensialet mindre, men det vil likevel føre til en reduksjon i klimagassutslippene på 174 000 tonn CO_2 i 2030.

Tiltaket er ikke inkludert i DNV GLs tiltakspakke på grunn av betydelig kompleksitet, ny bruk av virkemidler og overlapp mot andre tiltak som gir usikkerhet i effekten av tiltaket. Tiltaket vil også være mer effektivt for lange seilaser med høy fart og store fartøy. Det er ikke utredet tidsserie for tiltaket, og ikke vurdert overlapp med utslippsreduksjonspotensial i andre tiltak. Tiltaket er derfor ikke kvantifisert i den samlede oversikten over utslippsreduksjonspotensial i sektoren sjøfart, fiske og havbruk.

Det vil medføre utvikling av regelverk for å få implementert en fartsregulering. Økonomisk vil dette være et gunstig tiltak ettersom det vil spare drivstoffkostnader uten noen investeringer, men med mulig økning i andre operasjonelle kostnader. Total utslippsreduksjon for perioden vil avhenge av når en eventuell regulering vil tre i kraft og hvor omfattende den vil være.

Usikkerhet

DNV GLs beregninger omfatter hele norsk økonomisk sone (NØS). Eksisterende lovverk gjelder bare ut til territorialgrensen, og det er uklart om det er ønske eller vilje til å begrense hastigheten for skipsfarten i havområdene. DNV GLs anslag for klimaeffekten av tiltaket må derfor anses som et øvre anslag for tiltakseffekten.

DNV GLs beregninger er basert på AIS-data og opplysninger om fartøyenes hastighet. Denne hastigheten beregnes ut fra tid og avstand mellom to AIS-signaler, og energiforbruket beregnes ut fra skipets egenskaper og motorenes effekt. Disse beregningene tar imidlertid ikke hensyn til vindretning og –styrke, strømforhold eller temperatur, som alle er faktorer som påvirker drivstofforbruket selv om tid og avstand er uendret. Det antas at disse usikkerhetene utjevner seg i løpet av en viss tidsperiode og for skipspopulasjonen i sin helhet, men det trenger ikke nødvendigvis å være det faktiske tilfellet.

Tiltakskostnad

DNV GL [3] påpeker at fartsreduksjon har et komplekst kostnadsbilde, og at kostnadene blant annet vil variere avhengig av skipstype og operasjonsmønster. DNV GL trekker fram følgende kostnadstyper:

- **Seilas- og operasjonskostnader.** Dette er særlig drivstoffkostnader, som ved redusert hastighet vil føre til lavere kostnader. DNV GL anslår at denne kostnaden kan utgjøre om lag 50 prosent av de totale seilas- og operasjonskostnadene til et skip, men andre analyser, som Kystverket [4] anslår drivstoffkostnader til om lag 20 prosent av rundturskostnadene for et containerskip. På den annen side vil lengre seilingstid innebære en mindre økning i drivstoffkostnader til hjelpemaskineri, hvis energiforbruk er uavhengig av skipets hastighet.
- **Kapital- og varekostnader.** Kostnader til finansiering og bygging av nye skip for å ta igjen tapt transportarbeid knyttet til lavere hastighet og høyere framføringstid for gods. Behovet for å kompensere for redusert inntjening (se under) kan også medføre økte transportkostnader.
- **Inntjening.** Økt seilingstid vil medføre redusert transportarbeid for det enkelte skip, og dermed redusert inntjening. Økningen i seilingstid vil variere med opprinnelig marsjfart, men en nedgang fra 15 til 12 knop vil resultere i 20 prosent lengre seilingstid.
- **Indirekte kostnader.** Redusert hastighet vil for flere skipssegment føre til økt framføringstid. Alt annet likt, vil dette kunne bidra til å svekke skipsfartens konkurransekraft overfor veitransport der disse transportmidlene er i konkurranse med hverandre.
- **Logistikkoptimering.** DNV GL viser til at man i teorien kan utligne konsekvensene av hastighetsreduksjon ved å optimere logistikken ("Just-in-time-arrival") og redusere ventetiden før skipet legger til kai, eller også redusert tid i havn generelt.

Alt i alt trekker DNV GL fram reduserte drivstoffkostnader som den viktigste komponenten i kostnadsbildet. Selv om de ikke tallfester indirekte kostnader ved hastighetsreduksjon, antar de at tiltakskostnaden for innføring av fartsgrense på 12 knop vil ligge i kostnadskategorien under 500 kr/tonn CO_2-ekvivalenter. DNV GL understreker at det er stor usikkerhet knyttet til både kostnadstallene og utslippstallene.

Dagens virkemidler

I den nye havne- og farvannsloven som trer i kraft 1. januar 2020 vil Samferdselsdepartementet i henhold til § 9 kunne "*gi forskrift om regulering av ferdsel i farvann, blant annet om a) fartsbegrensning*". Hittil har det ikke vært praksis å differensiere ulike fartsgrenser for ulike fartøystyper, men i ny lov åpnes det opp for at fartsgrenser for fritidsbåter kan reguleres for seg. Havne- og farvannsloven gjelder ut til territorialgrensen 12 nautiske mil utenfor grunnlinjen.

Skipenes hastighet kan også reguleres i landskapsvernområder med hjemmel i naturmangfoldloven. Eksempelvis er det i deler av Nærøyfjorden satt en hastighetsbegrensning for fartøy over 30 fot [5].

OECDs International Transport Forum [6] trekker fram fartsreduksjonsprogrammet i Port of Los Angeles og Port of Long Beach som et effektivt tiltak som havnene kan iverksette overfor rederiene for å redusere klimagassutslipp. Disse havnene gir rabatt på havneavgifter til rederier når skipene deres har en snitthastighet på maksimum 12 knop ved minst 90 prosent av seilasene inn og ut av havnene. Rabatten varierer mellom 15 prosent og 30 prosent, avhengig av om skipet overholder den frivillige fartsgrensen til/fra henholdsvis 20 nautiske mil (nm) eller 40 nm fra havn. For Port of Long Beach er det anslått at tiltaket årlig reduserer klimagassutslippene fra inn- og utseiling med om lag 45 000 tonn CO_2 i året. Et slikt tiltak er ikke tatt i bruk av norske havner hittil.

Barrierer og mulige virkemidler

DNV GL påpeker at det er betydelige barrierer knyttet til virkemiddelutformingen for fartsreduksjon som tiltak, og at det trolig er behov for å identifisere praktisk anvendelige mekanismer for å oppnå tilsvarende effekt. DNV GL peker på at fartsreduksjon kan komme på plass ved for eksempel spesifikke fartsgrenser (overvåket f.eks. gjennom AIS), energieffektiviseringskrav, utslippsprising eller økonomiske insentiver som for eksempel gjennomført i California [7].

Innføring av hastighetsbegrensning med hjemmel i havne- og farvannsloven kan gjøres av hensyn til framkommelighet, sikkerhet og miljø, og alle disse hensynene må ses i sammenheng med hverandre ved regulering. Det innebærer at dersom det skal foreslås å regulere hastighet for skipsfarten må det vurderes opp mot eventuelle negative konsekvenser for framkommelighet og sikkerhet.

Siden det er mulig med til dels betydelig reduserte drivstoffkostnader ved hastighetsreduksjon, er det flere redere og operatører som selv velger å redusere skipenes hastighet uten at dette er myndighetsregulert. Dette krever imidlertid informasjon om når skipets kaiplass er tilgjengelig. Mangel på slik informasjon kan føre til unødig ventetid utenfor havn og at skipet ikke kan optimalisere seilingshastigheten med hensyn til drivstofforbruk og anløpstidspunkt. Flere større havner i Europa har begynt å gi mer nøyaktig anløpsinformasjon til skip. Rotterdam havn anslår at slik informasjonsformidling kan redusere klimagassutslippene med opptil 4 prosent [8].

Særlig i bulksegmentet kan det være kontraktskrav mellom vareeier og befrakter om anløpstidspunkt som fører til at skip blir liggende og vente på anker i mange timer og iblant i flere dager før skipet kan legge til kai. Dette er uproduktiv tid som kunne vært brukt til saktere seilas og dermed lavere drivstoffkostnader og lavere utslipp [8].

Gitt at dette er et tiltak som har lav samfunnsøkonomisk kostnad og ikke har noen tekniske barrierer, kun regulatoriske, er dette et tiltak som med fordel kan utredes nærmere.

Tilleggseffekter

Tiltaket vil også bidra til redusert luftforurensning i form av NOx og svevestøv (PM). Tiltaket vil også ha vesentlig signalverdi for Deep Sea-flåten[45], som vil ha vesentlig større effekt av et slikt tiltak. Norge vil kunne vise vei og utforme en teknisk implementering av et slikt tiltak.

Referanser

[1] DNV GL (2016). Teknologier og tiltak for energieffektivisering av skip. Rapportnr 2016-0511, Rev A. Oppdragsrapport for Enova SF.
[2] Bouman, E. mfl. (2017). State-of-the-art technologies, measures, and potential for reducing GHG emissions from shipping – A review. Transport Research Part D: Transport and Environment, 52 (Part A), 408-421. [Bouman, E., Lindstad, E., Rialland, A. & A. Strømman]
[3] DNV GL (2019). Reduksjon av klimagassutslipp fra innenriks skipstrafikk. Rapportnr 2019-0939. M-1626|2020. Oppdragsrapport for Miljødirektoratet.
[4] Kystverket (2016). Samfunnsøkonomisk analyse av statlige tilskudd til investeringer i havner. Rapport til Samferdselsdepartementet.
[5] Forskrift om vern av Nærøyfjorden landskapsvernområde, Aurland, Vik og Voss kommuner, Sogn og Fjordane og Hordaland (FOR-2002-11-08-1280).
[6] International Transport Forum (2018). Reducing Shipping Greenhouse Gas Emissions. Lessons From Port-Based Initiatives.
[7] Ahl, C. mfl. (2017). The effects of financial incentives on vessel speed reduction: Evidence from the Port of Long Beach Green Flag Incentive Program. Maritime Economics & Logistics, 19, 601-618. [Ahl, C., Frey, E. & S. Steimetz]
[8] Port of Rotterdam (2018). . 18.10.18.

[45] Deep-sea-skip inkluderer skip som frakter varer på lange interkontinentale ruter

S03 Bruk av avansert biodrivstoff til skipsfart

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Utslippsreduksjon (mill. tonn CO_2-ekv.)	-	-	0,02	0,05	0,08	0,11	0,13	0,16	0,19	0,21	0,24
Utslippsreduksjon 2021-2030	**1,19 millioner tonn CO_2-ekv.**										
Kostnadskategori	**> 1500 kr/tonn CO_2-ekv.**										

Beskrivelse av tiltaket

Tiltaket går ut på å bruke avansert biodrivstoff i form av flytende biodrivstoff eller flytende biogass (LBG) som erstatning for fossilt drivstoff i innenriks skipsfart. Tiltaket går ut på bruk av 1 TWh avansert biodrivstoff i skipsfart i 2030. Etter andre tiltak, er det antatt et totalt fossilt energiforbruk av LNG og MGO på totalt ca. 7 TWh i 2030. 1 TWh biodrivstoff utgjør 15 prosent[46] av dette nivået. Dette volumet forutsetter at de andre tiltakene som er utredet for skipsfart gjennomføres. Biodrivstoff fases gradvis inn mot 2030. Innfasingstakt etter energimengder er vist i tabellen under.

Tabell T 14. Bruk av flytende biogass og avansert biodiesel fram mot 2030 (GWh).

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Flytende biogass (LBG) og avansert biodiesel i GWh	0	0	100	200	300	400	500	600	700	800	1000

Det er tatt utgangspunkt i at tiltaket er utløst av ett mulig virkemiddel: Innføring av et omsetningskrav for flytende biodrivstoff og biogass i innenriks skipsfart, gjeldende fra 2022. Den skisserte innretningen av omsetningskravet er antatt å gi 90 prosent biogass og 10 prosent HVO.

Marin gassolje (MGO) og flytende naturgass (LNG) er de dominante fossile drivstofftypene i innenriks skipsfart. I 2020 antas det totalt konsum av disse på henholdsvis ca. 7900 GWh MGO og 2100 GWh LNG. Etter andre tiltak i Klimakur 2030, er det resterende konsumet i 2030 ca. 7 TWh, som innebærer utslipp av 1,5 millioner tonn CO_2-ekvivalenter. Merk at drivstofftallene er utledet av AIS-data (aktivitetsdata) av DNV GL. SSBs statistikk innebærer halvparten av LNG-bruken (1100 GWh i 2019) sammenlignet med AIS-dataene.

Bakgrunn og mer om virkemiddelet

Stortinget fattet i 2016 et anmodningsvedtak om innføring av omsetningskrav for biodrivstoff i skipsfart [1]. Stortinget har ikke gitt føringer på hvorvidt omsetningskravet skal avgrenses til innenriks skipsfart, eller hvilken type biodrivstoff som skal benyttes eller fremmes spesielt.

Miljødirektoratet og Sjøfartsdirektoratet leverte i august 2019 en utredning om hvordan et eventuelt omsetningskrav i skipsfart kunne utformes [2]. Vi tar utgangspunkt i den foreslåtte modellen i dette tiltaket. I korte trekk ble det foreslått:

[46] 15 % fysisk omsetning, ikke justert for dobbelttelling. Regnes dobbelttelling av biogass med, vil omsetningskravet innebære ca. 30 % omsetningskrav.

- Avgrensning til innenriks skipsfart og avansert biodrivstoff og avansert biogass, altså ikke bruk av konvensjonelt biodrivstoff.[47]
- Aktørene, omsettere av fossilt drivstoff til skipsfart, kan samarbeide om oppfyllelse av omsetningskravet og rapportere sammen, slik som i omsetningskravet for veitransport.
- Bonusfaktor for LBG sammenlignet med avansert flytende biodrivstoff for å redusere konkurranseulemper for LNG og LBG, og fordi avansert flytende biodrivstoff allerede inngår i en moden verdikjede og brukes i et velfungerende marked i Norge gjennom omsetningskravet i veitransport. I denne tiltaksutredningen antar vi at bonusfaktor innebærer dobbelttelling (én enhet LBG tilsvarer to enheter HVO).
- Virksomheter med kvotepliktige aktiviteter omfattes ikke av omsetningskravet selv om de kan benytte drivstoff innblandet biodrivstoff. Fordi samme forsyningskjede for fossilt drivstoff leverer til flere markeder, som omfatter både kvotepliktige og ikke-kvotepliktige utslipp, antar vi at det er mulig, gjennom massebalanseprinsipper å allokere innblandet biodrivstoff til innenriks skipsfart.

Vi antar altså at et eventuelt omsetningskrav i skipsfart kan innrettes slik at effekten på utslipp i sin helhet kan godskrives sektoren innenriks skipsfart. I tillegg antas det økte drivstoffkostnader ikke resulterer i økt utenlandsk bunkring. Den skisserte innretningen med dobbelttelling av LBG og mulighet for samarbeid om oppfyllelse av kravet, antar vi vil resultere i at 90 prosent av biodrivstoffet vil være LBG, og 10 prosent være avansert HVO. Erfaring fra omsetningskrav for veitransport indikerer at dobbelttelling er et sterkt virkemiddel som bidrar til økt bruk og betalingsvilje for det dobbelttellende drivstoffet. Mulighetene for samarbeid gjør at MGO-leverandører vil ha sterke økonomiske insentiver om å utvikle samarbeid med LNG-leverandører, f. eks. ved å betale for at LNG-leverandører overoppfyller sine forpliktelser.[48] Hvorvidt dobbelttelling er et tilstrekkelig sterkt virkemiddel for at omsetningskravet primært vil oppfylles med biogass, er ikke analysert.

Tekniske aspekter

Rent teknisk er tiltaket forholdsvis enkelt å gjennomføre. Avansert flytende biodrivstoff (HVO) kan blandes inn i, eller direkte erstatte konvensjonelt fossilt marint drivstoff (MGO og tungdestillat), og krever ingen tilpasninger i skipsmotorene. Det samme gjelder flytende biogass (LBG) som kan blandes rett inn i eller direkte erstatte LNG. Vi antar derfor at det ikke tilkommer ekstra kostnader i form av tilpasning av skip eller utbygging av ny infrastruktur. I tillegg kan trolig et innblandingsnivå av avansert FAME i MGO være mulig dersom tekniske tilpasninger gjøres.

Dagens virkemidler

Dagens virkemidler omfatter:

- CO_2-avgift på fossilt drivstoff.
- Klimakrav i offentlige anskaffelser innenfor innenriks skipsfart, Kystflåten, har resultert i innfasing av LBG i LNG-skip.
- Støtte til produksjon av flytende biodrivstoff og biogass.

Tiltakskostnad

Kostnadskategori: over 1500 kr/tonn CO_2. Beregnet tiltakskostnad: 2400 kr/tonn.

Tiltakskostnadene baseres på effekten tiltaket har på drivstoffkostnader. Drivstoffkostnader er en vesentlig del av de totale kostnadene for skip. Biodrivstoff er betydelige dyrere enn de fossile drivstoffene MGO og LNG, opp til dobbel pris.

[47] Det antas at avansert FAME av UCOME trolig ikke vil bli brukt grunnet tekniske barrierer.

[48] "Samrapportering" innebærer at aktørene kan inngå avtaler om felles oppfyllelse av krav. Det er opp til aktørene selv å inngå slike krav hvis de finner det gunstig.

Usikkerhet

Tabell T 15. Usikkerhetsvurdering.

Type usikkerhet	**Forklaring**	**Sensitivitet/usikkerhet**
Tallgrunnlag for LNG-bruk i innenriks skipsfart	AIS-data fra DNV GL og SSBs drivstoffstatistikk avviker betydelig. Dersom SSBs drivstoffstatistikk stemmer vil de skisserte innfasingstakten innebære at omtrent all LNG erstattes med LBG i løpet av perioden.	AIS-data: 2300 GWh i 2019 SSB: 1100 GWh i 2019
Utvikling og implementering av omsetningskrav	Det er stor usikkerhet om den skisserte modellen, som ikke er konsekvensutredet: • Juridiske, især konkurranserettslige, aspekter er ikke utredet • Usikkert hvorvidt systematisk overoppfyllelse fra LNG-leverandører og utstrakt bruk av samrapportering vil oppstå. • Tidligste oppstartsår er usikkert. • Sannsynligheten for økt utenlandsk bunkring er ikke analysert • Massebalanseprinspipper vil trolig kunne benyttes til å allokere biodrivstoff til innenriks skipsfart i tilfeller der biodrivstoff innblandet i fossilt drivstoff blir solgt til utenriksreisende fartøy. Dette må undersøkes nærmere i en eventuell konsekvensutredning.	Dersom ikke bonusfaktor for biogass gir antatt effekt (systematisk overoppfyllelse og samrapportering), vil etterspørselen reduseres til ca. 200 GWh, gitt 15 % omsetningskrav. Dersom omsetningskrav eller tilsvarende kraftig virkemiddel ikke blir innført kan det antas svært begrenset bruk av biodrivstoff.
Omsetningskrav kan innebære omlegging av støttesystem for biogassproduksjon	Statsstøtteregelverk kan innebære at utenlandsk produksjon favoriseres dersom omsetningskravet medfører at det ikke er anledning å gi investeringsstøtte til nye norske biogassfabrikker.	
Tilgang til LBG	• Usikkerhet i tilgjengelighet av LBG. • Det antas at LBG-produksjonen vil øke som følge av et omsetningskrav i skipsfart, men hvor stor produksjonsveksten vil bli, hvor raskt den vil komme og til hvilken pris er usikkert. Det er usikkert hvor stor andel av dagens innenlands biogassproduksjon som omsettes innenfor langsiktige kontrakter med sluttbrukere, og som dermed er utilgjengelig på kort/mellomlang sikt. • Hvorvidt det vil bli mulig å importere LBG i større skala for å oppfylle kravet, er usikkert. • Regulatorisk rammeverk for syntetisk framstilt metan (power to gas) vil komme på plass i EU tidligst i 2021. Det er ikke avklart hvorvidt metan framstilt av fornybar strøm og bio-CO_2 vil klassifiseres som biogass og hvilken rolle det kan få i et eventuelt omsetningskrav. Kostnadene ved produksjon av "syntetisk LBG" er også usikre og høye.	Konsekvens: Omsetningskravet må oppfylles med større andel HVO
Bruk av avansert FAME	Usikkert om avansert FAME teknisk sett kan og vil benyttes	
Usikre drivstoffpriser	Drivstoffpriser for MGO, avansert flytende biodrivstoff, LNG og LBG er usikre, og har historisk variert mye. Avgiftene på fossilt drivstoff er antatt faste i hele analyseperioden. Økte CO_2-priser ville redusert de privatøkonomiske kostnadene ved tiltaket. Pris på LBG er satt ut fra dagens pris i	+/-30 % (MGO)

	veitransportmarkedet. Pga. reduserte infrastrukturkostnader kan LBG selges noe rimeligere til skipsfart. Priseffekten av dobbelttelling er usikker. Kunnskap fra veitransportmarkedet tilsier at aktøren som er omfattet av omsetningskravet kan være villig til å betale 1,7 ganger mer for et dobbeltellende drivstoff. Ev. trippeltelling for særlig kostbare råstoff til biogassproduksjon, som husdyrgjødsel, har usikker priseffekt. Kostnadene for tiltaket øker dess strengere bærekraftkrav som stilles. Avgrensning til avansert flytende biodrivstoff på A-lista gir vesentlig dyrere biodrivstoff. Dobbelttelling av avansert LBG kan virke prisdrivende.	Biodrivstoff på Del A og LBG er ca. opptil 2 kr/l dyrere enn del B. Dobbelttelling kan gi priseffekt på 1,7.
Usikker referansebane	Usikkerhet i utslippsframskrivinger for skipsfart som skyldes usikkerhet i framtidig aktivitet og energibehov.	
Vekting av bonusfaktor	Størrelse på bonusfaktor for LBG som gir tilstrekkelig veier opp for konkurranseulemper for LNG/LBG-verdikjeden er usikker. I et omsetningskrav kan det oppfattes som risikabelt å satse på LBG for å oppfylle forpliktelsene, på grunn av et mindre og mer usikkert marked enn for HVO. Dette vil aktørene prise inn i sine kalkyler. Større bonusfaktor enn dobbeltelling og treårige rapporteringssykluser vil redusere denne risikoen knyttet til LBG.	
Bruk vil variere over år med lengre rapporteringssykluser	På grunn av utfordringene med å integrere en relativt umoden verdikjede (LBG) i et omsetningskrav, ble det i Miljødirektoratet og Sjøfartsdirektoratets utredning foreslått treårige rapporteringssykluser.	De faktiske volumene for hvert enkelt år vil derfor kunne avvike fra den skisserte innfasingen.
Prisøkning på drivstoff kan medføre utenlandsk bunkring eller redusert aktivitet	Kraftig prisvekst kan gi insentiver om å bunkre utenlands, dersom aktørene har mulighet til det. Økt utenlandsk bunkring kan innebære økte utslipp, mens redusert aktivitet gir redusert drivstoffkonsum og utslippskutt.	Ikke kvantifisert

Barrierer

Reguleringer

Vi har antatt oppstart av et omsetningskrav for innenriks skipsfart i 2022 på grunn av nødvendig utrednings- og modellutviklingsarbeid. I tillegg det være gunstig for aktørene som omfattes eller berøres av et omsetningskrav at oppstarten settes noen år fram.

Avgrensning til innenriks skipsfart kan være krevende fordi drivstoffmarkedet spenner over flere sektorer. I dag leveres MGO og LNG blant annet til innenriks og utenriks skipsfart, industri- og petroleumssektoren. Dersom aktørene løser omsetningskravet ved fysisk innblanding av biodrivstoff vil det måtte utvikles systemer for å allokere biodrivstoffet til innenriks skipsfart. Fleksible massebalanseprinsipper og/eller krav om fysiske leveranser til innenrikskunder kan løse utfordringen.

Det er ingen handelsrettslige barrierer for import av biogass, men i stedet praktiske, fysiske og markedsmessige barrierer som forklarer den begrensede handelen.

- Den praktiske barrieren dreier seg om at det ikke foreligger et helhetlig og harmonisert system for handel med biogass basert på massebalanseprinsipper, slik det er for flytende biodrivstoff. Det er konkrete initiativer i Europa for å få på plass et slikt system.
- Den fysiske barrieren handler om at biogass, utenfor gassnett, er relativt kostbart å transportere. Flytendegjøring av biogassen til LBG reduserer denne barrieren.
- Den markedsmessige barrieren er muligens den viktigste: De økonomiske støttesystemene for biogass har vært innrettet mot produksjon av strøm, i mindre grad mot erstatning av fossil gass i gassnett, og i liten eller ingen grad mot utnyttelse som drivstoff. Tilgangen til og etterspørselen etter produktet LBG i Europa er derfor begrenset i dag.

Kostnader

Avgiftsnivået er generelt lavt i skipsfart sammenlignet med i veitransport, og privatøkonomisk er det derfor mer kostbart å bruke biodrivstoff til innenriks skipsfart. Uten omsetningskrav eller lignende kraftfullt virkemiddel vil LBG og avansert HVO i stedet selges til det best betalende markedet der virkemidlene er kraftigst, som i dag er veitransportmarkedet. Det vil kreve en økning av CO_2- avgift tilsvarende dagens drivstoffpris for å gjøre avansert flytende biodrivstoff og biogass konkurransedyktig med fossilt alternativ.

Innføring av omsetningskrav i skipsfart vil gi økte drivstoffkostnader i skipsfart. Dersom man antar dobbel pris for biodrivstoff sammenlignet med fossilt alternativ med dagens avgiftsnivå, vil den generelle drivstoffprisen øke med størrelsen på omsetningskravet (15 prosent gir 15 prosent økte drivstoffkostnader).

Tilgjengelighet og teknologi

Begrenset tilgang på flytende biogass (LBG) er en viktig barriere, selv om produksjonen er forventet å øke de neste årene. Opplevd usikker markedssituasjon for bruk av LBG fra dagens eller mulige nye LBG-produsenter, bidrar til å redusere investeringer i, og øke kostnadene til nye produksjon.

Mulige virkemidler

Omsetningskrav i skipsfart med innfasing til 15 prosent i 2030. Dobbelttelling for LBG og/eller større bonusfaktor for LBG, og/eller reduksjon i CO_2-avgift på LNG.

Andre mulige virkemidler for bruk av biodrivstoff i skipsfart omfatter:

- Økte avgifter på fossilt drivstoff
- Skattekompensasjonsordning ved bruk av biodrivstoff
- Offentlige anskaffelser
- Utslippskrav i konsesjoner til skip som leverer tjenester til offshore- virksomhet.

Konsekvenser

- Provenyeffektene av virkemiddelet er blant annet redusert inntekt fra CO_2-avgift, gitt at biodrivstoffet brukt i omsetningskravet ikke omfattes av dette. Kostnadene ved virkemiddelet vil hovedsakelig bæres av sluttkundene, altså de som kjøper transporttjenester i innenriks skipsfart.
- Innføring av omsetningskrav vil påvirke dagens støtteordninger for produksjon av biogass, i form av at de trolig vil måtte avvikles. Det bør derfor vurderes om omsetningskrav er det mest hensiktsmessige virkemiddelet for å øke norsk biogassproduksjon.
- Gitt bonusfaktor for biogass, kan det gi forsterket konkurransekraft for gassdrevne skip, som kan bidra til reduserte NOx- og SO_2 -utslipp.
- Økt etterspørsel etter biogass (900 GWh) vil gi økt biogassproduksjon som bidrar til forbedret avfallshåndtering og ressursutnyttelse av organisk avfall eller rester, som f. eks. matavfall, fiskeslam og husdyrgjødsel.
- Økt biogassproduksjon vil bidra til økt materialgjenvinning av knappe næringsstoffer fra organisk avfall ved at restene fra biogassproduksjonen (biorest) benyttes som gjødsel eller jordforbedringsmiddel.

- Bruk av biorest har positiv klimaeffekt når det erstatter mineralgjødsel, eller dersom det bidrar til å erstatte torvbaserte jordprodukter.
- Biogassproduksjon har positiv klimaeffekt når råstoff med klimagassutslipp benyttes til produksjonen. Dette gjelder primært husdyrgjødsel, se tiltaksark J03 *Husdyrgjødsel til biogass*.
- Biogassproduksjon genererer større mengder bio-CO_2, som enten kan utnyttes (næringsmiddel, i veksthus, syntetisk drivstoff e.l.) eller kan lagres (CCS). Se kapittel 11 om CCS i hovedrapporten del A.
- Økt etterspørsel etter biogass og flytende avansert biodrivstoff kan også stimulere til økt produksjon utenfor Norge. Avansert HVO er i dag en global handelsvare, og omsetningskravet i veitransport oppfylles nesten utelukkende med importert biodrivstoff. LBG handles bare unntaksvis mellom land, men det grunn til å anta økt handel mot 2030. Det bør derfor ikke utelukkes at utenlandsk LBG vil spille en rolle i et omsetningskrav for biodrivstoff og biogass i innenriks skipsfart. For mer om tekniske begrensninger, tilgjengelighet, pris og klima- og miljøeffekter av biodrivstoff se kapittel 14 om energi og biodrivstoff i hovedrapporten del A.
- Utvikling og oppfølging av et omsetningskrav i skipsfart vil kreve administrative ressurser på statlig nivå.

Referanser

[1] Anmodningsvedtak Stortinget (Dokument 8:71 S (2015-2016), Innst. 22 S (2016-2017)
[2] Miljødirektoratet (2019). Svar på oppdrag om videre utredning av et omsetningskrav for avansert biodrivstoff, inkludert biogass i skipsfart, levert Klima- og miljødepartementet, 26.08.19.

S04 Landstrøm

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Utslippsreduksjon (mill. tonn CO_2-ekv.)	0,007	0,016	0,029	0,042	0,057	0,072	0,087	0,106	0,124	0,144	0,157
Utslippsreduksjon 2021-2030	**0,83 millioner tonn CO_2-ekv.**										
Kostnadskategori	**Lagt til 500 -1500 kr/tonn CO_2-ekv.**										

Beskrivelse av tiltaket

Tiltaket innebærer at flere skip tilrettelegges for å ta i bruk landstrøm parallelt med at landstrømdekningen bygges ut og kapasiteten til anleggene utvides til at flere fartøy kan betjenes samtidig.

Bakgrunn

Klimagassutslipp fra havn kan deles i tre forskjellige kilder: Utslipp fra skip som ligger ved kai, utslipp fra maskiner og utstyr til godshåndtering, og utslipp fra personbiler og lastebiler som frakter varer til og fra kaien. Utslipp fra sistnevnte vil inngå i utslippsregnskapet for lastebiltransport, mens utslipp fra godshåndteringsutstyr regnes som en del av utslipp fra andre mobile kilder.[49] Utslipp fra skip ved kai inngår i utslippsregnskapet for innenriks sjøfart, fiske og havbruk, og dette tiltaksarket avgrenses tilsvarende.

Når et skip ligger til kai, behøver det ikke energi til framdrift. På den annen side er det fortsatt behov for energi om bord til oppvarming eller kjøling, belysning, hjelpesystemer, utstyr til lasting og lossing av gods, o.a. Vanligvis dekkes dette energibehovet med hjelpemotorer som benytter oljebasert drivstoff, men ved å koble seg til strømnettet på land (landstrøm) kan energibehovet dekkes med elektrisitet. Strømforsyning fra land til mindre skip og båter som ligger ved kai har lenge vært benyttet til lys, varme og til å lade batterier på blant annet ferger, taubåter og fiskebåter som ligger i ro over natten. Dette har dreid seg om strøm med den samme spenningen og frekvensen som finnes i det ordinære strømnettet (230 eller 400 volt på 50 Hz) og med relativt lav effekt (opp mot 50-100 kW). Andre fartøystyper krever mer strøm og kan ikke bruke disse landstrømanleggene.

I forbindelse med oljeprisfallet i 2014 og den påfølgende reduksjonen i petroleumsaktiviteten på norsk sokkel, ble det vanligere at offshoreskip og mobile offshorerigger ble liggende i opplag eller til havn i påvente av korttidsoppdrag (spotmarkedet). På den ene siden innebar dette mer støy og luftforurensning fra sentrumsnære havner, og lokale myndigheter etterspurte i større grad kraftigere landstrømanlegg for å redusere miljøbelastningen fra skipsfarten. Samtidig etterspurte rederiene landstrøm for å redusere sine egne driftskostnader i havn. De siste årene har det derfor blitt bygget større og stadig flere landstrømanlegg i Norge. Noen er tilgjengelige i offentlige havner, andre er bygget på private kaier eller verft. De fleste anleggene er bygget med støtte fra Enova eller NOx-fondet, men det finnes også anlegg som er bygget uten slik støtte. Flere skip i opplag bruker også landstrøm ved at de får strøm direkte fra strømskap eller transformatorstasjon på et kaianlegg, altså uten at det etableres noen ny infrastruktur på land.

[49] Det eksisterer per i dag ikke en samlet oversikt over godshåndteringsutstyr i norske havner og utslipp knyttet til dette. Det har ikke vært mulig å innhente tilstrekkelig informasjon og kunnskap til å utarbeide et eget tiltaksark om dette innen leveransefristen.

Referansebanen og utslippsreduksjonspotensial

DNV GL har beregnet at utslipp fra skip i havn utgjorde om lag 1,2 millioner tonn CO_2 i 2018. Dette estimatet skiller ikke mellom utslipp fra innenriks- eller utenrikstrafikk. Tiltaket legger til grunn en skalering opp mot full landstrømdekning for alle skip i alle havner i 2030. Dette medfører at tiltaket som er utredet dekker flere skip enn de som ligger i referansebanen for innenriks sjøfart på skip som tilbringer mer enn 80 prosent av tiden i norske farvann, og tiltaket er derfor nedjustert.

Usikkerhet

Det er betydelig usikkerhet knyttet til estimatene for utslipp fra havn og fordelingen av utslippene i innenriks- og utenrikstrafikk, og dermed effekten av tiltaket. AIS-data egner seg godt til å beregne skipets energiforbruk og utslipp ut fra skipets hastighet, men ved havneligge må det gjøres antakelser om skipets energibruk i havn: hvor mye energi brukes til lys, varme og styringssystemer, og i hvilken grad brukes ev. laste- og losseutstyr. I praksis vil dette variere mellom ulike anløp og ulike tider på året, mens AIS-baserte beregninger må generalisere for alle kailigger. Videre tar ikke DNV GLs metodikk høyde for faktisk bruk av landstrøm. Per våren 2019 var det i drift om lag 90 landstrømanlegg med en kapasitet på minst 100 kW hver. I tillegg finnes det en rekke mindre anlegg som ikke er systematisk kartlagt og som sørger for landstrøm til ferger og hurtigbåter når de ligger til kai på nattestid. Erfaringer fra det kommunefordelte klimagassregnskapet indikerer at i flere enkelttilfeller ligger disse anslagene over faktisk drivstofforbruk i havn.

DNV GLs utslippsestimat på 1,2 millioner tonn skiller ikke mellom utslipp knyttet til innenriks- eller utenrikstrafikk. For å få et anslag for fordelingen mellom innenriks- og utenrikstrafikk er det lagt til grunn samme fordeling som i Statistisk sentralbyrås (SSB) anløpsstatistikk for norskkontrollerte skip [1]. Denne statistikken har imidlertid noen andre avgrensninger enn DNV GLs beregninger:

- Populasjonen i SSBs statistikk gjelder "norskkontrollerte skip" og ikke alle skip.
- Statistikken omfatter ikke skip under 1 000 bruttotonn (BT). Dette omfatter bl.a. alle hurtigbåter, samt noen små lasteskip og en del fartøy i kategorien "andre aktiviteter".
- Statistikken omfatter ikke fiskefartøy.

Små fartøy og fiskefartøy går i hovedsak i innenrikstrafikk, og statistikkens fordeling mellom innenriks- og utenrikstrafikk vil dermed kunne føre til at utslipp i havn fra innenrikstrafikk blir litt underestimert.

I tillegg til fordeling mellom innenriks og utenriks sjøfart er tiltaket også nedskalert for å ta hensyn til at vi i analysen bare ser på skip som tilbringer mer enn 80 prosent av tiden i norske farvann.

Tiltakskostnad

Beregnet tiltakskostnad er basert på DNV GLs beregninger [2]. De legger til grunn investeringskostnader som varierer med skipets effektbehov, og dette henger i stor grad sammen med skipstype og størrelse [3]. I DNV GLs modell inkluderer tiltakskostnaden investerings- og driftskostnader om bord på skipet. Erfaringstall fra Enova og NOx-fondet tyder på at kostnadene på skipssiden er usikre og kan være noe overestimert. I tillegg kommer kostnader for infrastruktur på landsiden, dette er ikke inkludert i DNV GLs analyse. Denne kostnaden vil variere betydelig mellom havneanlegg. På grunn av usikkerheten er tiltakene plassert i kostnadskategori 500-1500 kr/tonn CO_2-ekvivalenter.

Dagens virkemidler

NOx-fondet gir støtte til landstrømtilpasning på skip. Per november 2019 er det gitt støtte eller tilsagn til om lag 70 prosjekter (skip). De fleste av disse skipene er offshoreskip forsyningsskip, men det er også noen passasjerskip, fiskebåter og andre offshoreskip som har mottatt støtte fra NOx-fondet til landstrømtilpasning. NOx-fondet kan gi støtte til opptil 70 prosent av kostnadene.

Enovas støtteordning "Elektrifisering av sjøtransport" omfatter også støtte til landstrømløsninger på skip, men da i sammenheng med hybridisering av fartøy. Store virksomheter kan få dekket opptil 40 prosent. av merkostnadene, mens små og mellomstore virksomheter kan få støtte på opptil 50 prosent [4]. Enova vurderer nye støtteordninger for at flere skip kan tilrettelegges for å ta i bruk landstrøm.

For utbygging av infrastruktur for landstrøm har Enova i perioden 2016-2019 hatt sju utlysningsrunder om støtte til landstrømanlegg, og gitt tilsagn til om lag 90 prosjekter for nærmere 580 millioner kroner. Gjennomsnittskostnaden for et av disse landstrømanleggene er på om lag 11 millioner kroner. Etter tildelingen i juni 2019 ble ordningen i sin daværende form avsluttet, men Enova tar sikte på å lansere et nytt støttetilbud til etablering av land- og ladestrøm våren 2020 [5]. Før Enovas støtteordning ble opprettet, støttet også NOx-fondet utbygging av landstrømanlegg. Om lag 25 landstrømanlegg er bygget med støtte fra NOx-fondet [6].

Barrierer og mulige virkemidler

Skip blir ikke masseprodusert, men er i stor grad bygget med skreddersøm ut fra spesifikke behov og bruks- og virkeområder. Det er derfor til dels store variasjoner i skipenes tekniske spesifikasjoner og hva som skal til av installasjoner på land eller om bord for å kunne ta i bruk landstrøm. Det er til dels store variasjoner i hvilken elektrisk spenning som benyttes om bord, og en del fartøy som går i utenriksfart er også bygget for å bruke strøm med en frekvens på 60 Hz, mens det norske strømsystemet bruker 50 Hz. Frekvensomformer om bord eller på land er et betydelig fordyrende element. Dersom et landstrømanlegg på land skal tilby flere ulike spenninger, vil dette også øke etableringskostnaden, særlig hvis det er behov for en spenning som ikke tilbys som standard fra nettselskapet. Kostnadene på landanlegget og for tilpasning om bord øker også trinnvis med hvor mye strøm fartøyet har behov for.

Per i dag er det ikke landstrømanlegg tilgjengelig i alle havner eller på alle kaier hvor skip i nyttetransport har anløp og kailigge. Kostnadene for et landanlegg vil variere med hvor mye strøm som skal tilbys, om det skal tilbys høyspent strøm, om det skal tilbys spenninger som ikke er standard, om det skal bygges frekvensomformer, om anlegget skal utstyres med ulike pluggtyper. Gjennomsnittskostnaden for et landstrømanlegg støttet av Enova er på om lag 11 millioner kroner, men dette behøver ikke være representativt for framtidige anlegg som må bygges dersom tiltaket skal gjennomføres.

Selv om det er bygget ut landstrømanlegg en rekke steder de siste årene, er det flere anlegg hvor kapasiteten ikke blir utnyttet tilstrekkelig. Ifølge DNV GLs evaluering av Enovas støtteordning for landstrøm, handler dette blant annet om at relativt få skip er tilrettelagt for å benytte seg av standardiserte lavspentanlegg [7]. Kostnadene ved å bygge om eksisterende skip til å kunne ta i bruk landstrøm vil variere med hvor mye strøm det er behov for å føre om bord, hvorvidt landstrømmen skal kobles på et energistyringssystem, om det er behov for frekvensomformer om bord, og om det skal være mulig å koble til landstrøm både på styrbord og babord side. Kostnadene antas å i hovedsak ligge på 0,5-1 millioner kroner. NOx-fondet oppgir 0,8-0,9 millioner kroner som kostnad for landstrømtilpasning av offshore forsyningsskip.

Tekniske egenskaper ved landstrømanlegg på land kan begrense om et fartøy kan koble seg til eller hvor mange fartøy som kan ligge på landstrøm samtidig. Det handler om anleggets effekt, spenning, frekvens, antall tilkoblingspunkt og pluggtype.

Tilleggseffekter

Landstrøm i havn bidrar til å redusere støy fra skip i havn og å redusere luftforurensning gjennom mindre utslipp av NOx, SOx og svevestøv.

Referanser

[1] SSB (2018). Skipsanløp i norske og utenlandske havner. 24.04.18.
[2] DNV GL (2019). Reduksjon av klimagassutslipp fra innenriks skipstrafikk. Rapportnr 2019-0939. M-1626|2020.
[3] DNV GL (2015). Landstrøm i norske havner. Undersøkelse om markedsgrunnlaget for landstrøm. Rapportnr 1214.
[4] Enova.no. Elektrifisering av sjøtransport. Støtteordning.
[5] Enova.no. Landstrøm til skip i norske havner. Støtteordning.
[6] NOx-fondet/NHO. **Feil! Hyperkoblingsreferansen er ugyldig.**
[7] DNV GL (2019). Evaluering av Enovas satsing på landstrøm. Rapportnr 2019-0114.

S05 Tiltak på godsskip

		2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Utslipps-reduksjon (mill. tonn CO_2-ekv.)	Ammoniakk	-	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,025	0,042
	Plug-in	-	0,001	0,002	0,003	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
	LNG	-	0,003	0,005	0,007	0,008	0,008	0,008	0,009	0,009	0,009	0,009
Utslippsreduksjon 2021-2030		**0,188 millioner tonn CO_2**										
Kostnadskategori		**Ammoniakk > 1500 kr/tonn CO_2** **Plug-in > 1500 kr/tonn CO_2** **LNG 500-1500 kr/tonn CO_2**										

Beskrivelse av tiltaket

I 2018 var innenriks utslipp fra godsskip ca. 480 000 tonn CO_2, men mindre enn halvparten, 199 000 tonn, stammet fra skip som oppholdt seg mer enn 80 prosent i norske farvann [1]. Godsskipene stod for ca. 14 prosent av utslipp fra innenriks sjøfart (ekskludert fiske), men kun 7 prosent av utslippene for skip som oppholdt seg mer. Utslippene inkluderer ikke utslipp i havn, som kan inkludere utslipp fra fartøy i internasjonal fart. Det var 1 863 godsskip registrert i innenrikstrafikk i NØS i 2018. Skipskategorien er dermed nest størst, etter bulkskip, målt i antall skip. Godsskip er en skipskategori med flere undergrupper: stykkgodsskip, containerskip, ro-ro last og kjøle-/fryseskip.

Tiltak for godsskip innebærer at ulike alternative drivstoff implementeres på de skipene der det er teknisk mulig og er vurdert som realistisk gjennomførbart, blant annet gjennom en underlagsrapport av DNV GL [1]. DNV GL har lagt opp til en innfasing av ammoniakk, plug-in og LNG for godsskip. Det betyr ikke at andre drivstoff ikke vil være mulig eller kan bli innført på godsskip. Metodikken gjennomgås lengre ned.

Bakgrunn

Selv om det er mer enn 1863 godsskip som har utslipp i norske farvann kommer om lag 90 prosent av utslippene fra rundt 500 skip, som er betydelig eldre og mindre enn gjennomsnittet i denne skipskategorien [2]. Utslippene domineres av stykkgodsskipene.

Tabell T 16. Oversikt over godsskip[50]. Kilde DNV GL (2019) [2].

Fartøyskategori	Antall	Gj.snitt alder (år)	Gj.snitt størrelse (GT)	Innenriks utslipp (1000 tonn CO_2)
Stykkgodsskip	1 588	17	8 000	354
Kontainerskip	126	13	33 100	69
Ro-ro last	84	19	13 800	45
Kjøle-/fryseskip	94	25	7 550	52
Godsskip totalt	**1 892**	**17**	**9 850**	**520**

Stykkgodsskip frakter varer som egentlig ikke fraktes i containere eller i bulk, men noen skip kan allikevel frakte både bulk og containere. Noen av stykkgodsskipene har lasteluker på dekk eller sideporter med ramper slik at lasten kan kjøres om bord. Skipene er derfor ganske allsidige og anses som norskekystens arbeidshester, dermed har de også flest havneanløp på kysten. Skipene har operasjoner i hele landet, men noen seiler også til andre land i Nord-Europa. Enkelte større fartøy har også oppdrag til andre verdensdeler. Skipene som også opererer utenlands er ofte

[50] Merk at disse tallene er for 2017 og avviker noe fra 2018-tallene. Det er noen færre skip og noe lavere utslipp i 2018.

større og nyere enn de som hovedsakelig seiler innenriks. Noen av seilasene går i linjefart (faste ruter) og basislasten er basert på langsiktige kontrakter med speditører. Mange av stykkgodsskipene opererer ellers ofte på veldig korte kontrakter, gjerne kortere enn ett år og maks fem år. Mange av oppdragene skjer på spotmarkedet som kan være uforutsigbart. Aktørene i dette segmentet med små fartøy har spesielt små marginer og få muligheter til å opparbeide seg investeringskapital til potensielle nye kjøp eller retrofit.

Containerskip frakter containere og har et lasterom som er tilpasset et visst antall standardcontainere (TEU). Skipene måles ofte i en TEU-målestokk. Enkelte containerskip er også tilpasset slik at de kan frakte bulkvarer. Containerskipene er relativt nye skip med en gjennomsnittsalder på ca. 13 år. Disse skipene går ofte faste ruter mellom Norge og Nord-Europa. I linjefart er det normalt at rederen betaler for drivstoffet, mens det i spotmarkedet er befrakteren. Normalt har skipene kapasitet til ca. en fjerdedel fryse- og kjølecontainere, pluss at de har lastekraner. Containerskip med lastekraner kalles "lo-lo-skip" (lift-on lift-off).

Ro-ro (roll-on roll-off) lasteskip frakter last som kan kjøres om bord, enten for egen maskin (lastebiler) eller med trucker. Noen skip frakter utelukkende nye biler, mens andre tar ulike last i containere, flak eller stykkgods som kan kjøres om bord. Gjennomsnittsalderen for ro-ro lasteskip er ca. 19 år og går stort sett i faste ruter både innenriks og utenriks.

Kjøle-/fryseskip er spesialisert for kjøle-/fryselast. Disse skipene er relativt gamle med en gjennomsnittsalder på ca. 25 år. Skipene går ofte i faste ruter både innenriks og utenriks.

Godsskipene benytter i hovedsak marin gassolje.

Dagens virkemidler

- Enova kan blant annet støtte merkostnaden ved investering i ny teknologi, både på skip og infrastruktur.
- NOx-fondet kan gi støtte til investering i skip, dersom NOx-utslippene reduseres.
- IMOs EEDI og SEEMP-krav. Alle nye skip (det vil si skip med inngått byggekontrakt 1. januar 2013 eller senere) som faller inn under bestemte skipskategorier (bulkskip, gasstankskip, tankskip, containerskip, stykkgodsskip, kjøleskip, kombinasjonsskip, passasjerskip, roro-lasteskip og roro-passasjerskip) skal beregne sin oppnådde EEDI (Energy Efficiency Design Index). Beregningen av indeksen skal gjøres som beskrevet i retningslinjer fra IMO. Fra og med 1. januar 2013 skal alle skip ha en skipsenergieffektivitetsplan – SEEMP (Ship Energy Efficiency Management Plan) om bord. IMO har gitt retningslinjer for utvikling av SEEMP.
- IMOs ECA-områder, er områder der det er innført utslippsgrenser for enten NOx- eller SOx-utslipp
- Avgifter på drivstoff, på både CO_2 og NOx kan bidra til å gjøre nye tiltak mer privatøkonomisk lønnsomme.
- ESI (Environmental Ship Index) er en indeks som rangerer skipets miljøprofil basert på utslipp av NOx, SOx og CO_2. Havnene kan bruke indeksen til å differensiere avgiftene basert på skipenes miljøprofil.

Nullalternativ og utslippsreduksjonspotensial

DNV GL har utviklet en modell for å beregne utslippsreduksjoner fra skipsfarten. Denne modellen kjøres i to omganger, først for å analysere enkelttiltak for å kartlegge det rent tekniske potensialet. Deretter kjøres den igjen på en pakke av tiltak utvalgt av DNV GL, som legger til grunn en reduksjon av innenriks CO_2-utslipp i 2030 med 50 prosent fra dagens nivå (2018). Tiltakene må i så stor grad som mulig være realistisk gjennomførbare, med tanke på teknologisk modenhet, tilgjengelighet av drivstoff, og andre barrierer. Videre prioriteres tiltakene etter lavest mulig samfunnsøkonomisk tiltakskostnad.

Spesielt begrepet "realistisk gjennomførbart" åpner for tolkning. Det tekniske potensialet er beregnet ned på hvert enkeltskip og deretter aggregert innenfor hvert skipssegment. Skipene som får tiltak har mer enn 80 prosent av sin operasjon i norske farvann. Dette sikrer god overlapp mot det nasjonale utslippsregnskapet og sannsynliggjør god effekt av virkemidler.

For å redusere bruken av biodrivstoff som må brukes til å nå målene, appliserer DNV GL ammoniakk og hydrogen der det er mulig fra 2025.

- Hydrogen appliseres på offshore, cruise, andre spesialskip, samt passasjerskip.
- Ammoniakk appliseres på bulkskip, godsskip og havbruk

Barrierene for begge teknologiene har mange likhetstrekk. Ingen av teknologiene er på markedet, men er under utvikling. Regelverket er ikke på plass og godkjenning krever prosesser. Bunkringsinfrastruktur er ikke tilgjengelig og drivstoffkostnaden er høy.

På de skipene som ikke er teknisk egnet til å implementere ammoniakk eller hydrogen er plug-in elektrifisering på både nybygg og retrofit applisert. For de skipene som verken kan benytte ammoniakk, hydrogen eller plug-in er LNG applisert. LNG-skip er primært en døråpner for bruk av biogass (LBG) til skipsfart, da LNG har begrenset utslippsreduksjonspotensial isolert sett. De skipene som ikke er teknisk egnet til å benytte noen av de ovenstående løsningene, benytter enten annet biodrivstoff eller fossilt drivstoff. Innfasing av biodrivstoff er et eget tiltak. Det er også lagt til grunn at retrofit-takten trappes opp fra 1 prosent i 2025 til 10 prosent i 2029 og 2030. Etter denne metodikken appliseres ammoniakk, plug-in og LNG på godsskip.

Faggruppen i Klimakur 2030 har videre skalert resultatene til DNV GL og har vurdert innfasing av og størrelse på tiltakene i lys av identifiserte barrierer og virkemidler. Særlig barrierene knyttet til teknologiusikkerhet er vesentlige. Sammenlignet med DNV GLs analyse er ammoniakktiltaket forskjøvet tre år i tid, mens plug-in hybridtiltaket er nedjustert med 50 prosent. Faggruppen har vurdert usikkerheten for ammoniakk for betydelig og har dermed utsatt tiltaket. LNG-tiltaket er uendret fra DNV GLs analyse. Plug-in tiltaket er nedjustert ved at vi i ser det som realistisk med mindre grad av hybridisering enn det som er teoretisk potensiale, samt høy kostnad for stor grad av hybridisering.

Tiltakene for godsskip er beregnet til samlet å medføre en reduksjon av utslipp 0,188 millioner tonn CO_2, etter faggruppens skalering.

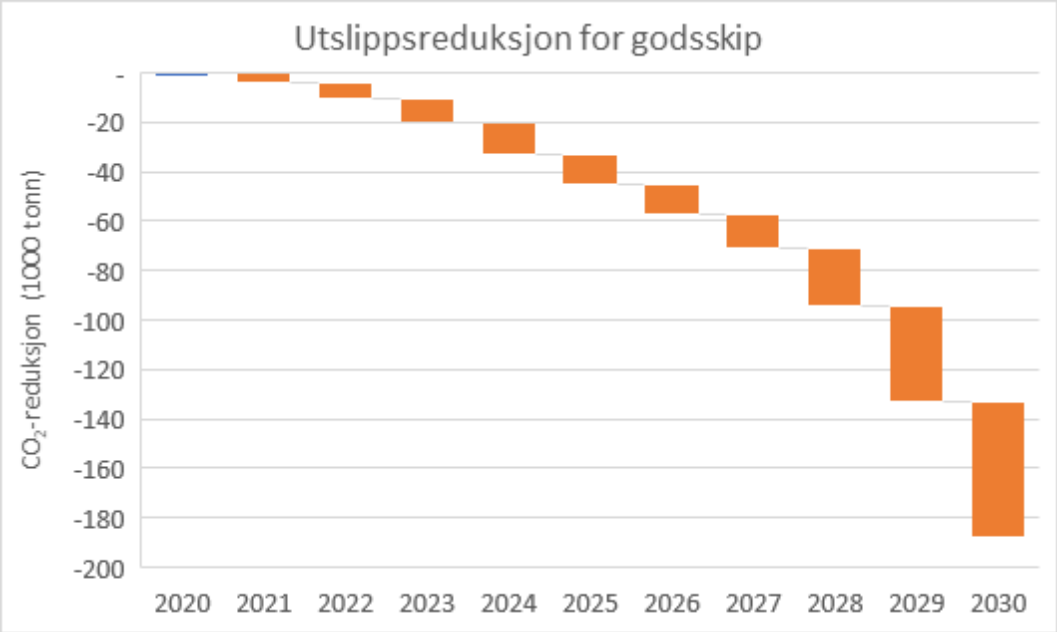
Ammoniakk bidrar til å redusere ca. 77 000 tonn CO_2 i perioden 2021-2030. Det antas at det først er fra 2028 at vi får se de første ammoniakkfartøyene innenfor segmentet. Ammoniakkskip vil bruke en forbrenningsmotor til å brenne ammoniakk. Selv om motorteknologien ikke finnes i dag, anses det som sannsynlig at motoren vil være på markedet mellom 2021-2023 [1].

Plug-in elektrifisering bidrar til å redusere ca. 37 000 tonn CO_2 i perioden 2021-2030. Innfasingen vil starte i 2021. Plug-in-fartøy bruker strøm direkte fra batterier som benyttes til ulike faser av driften til fartøyet (framdrift i ulik grad, strøm til driften av hotellet/skipet før øvrig, "peak shaving"/kutting av effekttopper eller til lasthåndtering). Grad av elektrifisering og størrelse på batteripakken vil variere. Det vil trolig være en større andel skip som elektrifiseres i mindre grad, for eksempel der hovedmotivet er støttefunksjoner til lossing eller havneoperasjoner.

LNG bidrar til å redusere ca. 75 000 tonn CO_2 i perioden 2021-2030. Innfasingen vil starte umiddelbart i 2020. LNG-skip benytter en gassmotor som brenner den flytende metangassen. Dette er tilgjengelig og kjent teknologi uten store utfordringer.

DNV GLs referansebane tilsier en økning i utslippene fra godsskip som tilbringer mer enn 80 prosent av tiden i norske farvann fra ca. 199 000 tonn CO_2 til ca. 234 000 tonn CO_2 i 2030, en økning på 35 000 tonn CO_2.

Tiltaket vil redusere utslippene med ca. 188 000 tonn CO_2 totalt over hele perioden 2021-2030 som illustrert i grafen under.



Figur T 18. Utslippsreduksjon for godsskip, 2021-2030.

I referansebanen ligger det inne 213 skip som får LNG som drivstoff av totalt 1226 godsskip i 2030 i innenriks fart. Dette kan være skip som oppholder seg både mer eller mindre enn 80 prosent av tiden i norske farvann.

Tiltakskostnad

DNV GLs beregnede tiltakskostnad for ammoniakk-tiltaket var 1 656 kr/tonn CO_2, for plug-in-tiltaket var det 5 533 kr/tonn CO_2 og for LNG-tiltaket 1 084 kr/tonn CO_2.

Etter en nedskalering av tiltakene antas det at tiltakene for ammoniakk og plug-in havner i samme kostnadskategori, over 1500 kr/tonn CO_2, mens LNG-tiltaket har forblitt uendret og forblir i kostnadskategori 500-1500 kr/tonn CO_2.

For alle de alternative drivstoffteknologiene er investeringskostnaden den store kostnadsdriveren for tiltakene. Driftskostnaden for batteridrift er antatt å være noe lavere eller tilsvarende dagens driftskostnader, men det er også usikkerhet knyttet til dette. Ammoniakk og LNG er gir høyere driftskostnader.

Tiltaket kan redusere lokal luftforurensning og er spesielt relevant når skipet er i havn. NOx-utslippene er verdsatt til 22 kr/kg.

For den samfunnsøkonomiske kostnadsberegningen er det lagt til grunn en 4 prosent kalkulasjonsrente for perioden mot 2030, i henhold til Finansdepartementets rundskriv R-109/2014. I den privatøkonomiske analysen er det benyttet en rente på 9,5 prosent.

Usikkerhet

Tabellen nedenfor oppsummerer viktige usikkerhetsfaktorer for tiltak knyttet til utslippsreduksjoner på godsskip.

Tabell T 17. Usikkerhetsvurdering.

Type usikkerhet	Beskrivelse	Følsomhet/sensitivitet	
		Utslippsreduksjonspotensiale	Kostnadskategori
Innfasing	Det er knyttet stor usikkerhet til innfasingen av ammoniakk-tiltaket. Innfasingen kan både skje tidligere og i større omfang, men også mindre. LNG-tiltaket er mindre usikkert, mens det også er usikkert hvor mange skip som får installert batteripakker.	Innfasingen av ammoniakk kan ha stor betydning for utslippsreduksjonspotensialet hvis den skjer raskere og i større omfang.. Endringer i LNG-innfasingen vil ha begrenset effekt. Det er ikke forventet at plug-in-tiltaket vil utgjøre en stor forskjell.	En raskere innfasing av ammoniakk kan bety en reduksjon av tiltakskostnadene over tid. Kostnadskategorien vil trolig fortsatt ligge i grenseland mellom 500-1500 kr/tonn CO_2 og over 1500 kr/tonn CO_2.
Referansebanen	Det ligger en betydelig andel LNG-skip i referansebanen, dette er det knyttet usikkerhet til, og antallet skip kan bli mindre. Ingen ammoniakk eller plug-in skip ligger i referansebanen.	Færre LNG-skip i referansebanen vil bety at utslippene i referansebanen vil bli noe høyere, men det er begrenset gitt den relativt lave utslippsreduksjonen LNG-skip representerer.	Det er ikke forventet at dette vil endre kostnadskategorien for tiltaket.
Kostnad	Det er knyttet stor usikkerhet til kostnadene for ammoniakktiltaket. Både prisen på ammoniakk er usikker, samt investeringskostnadene, LNG-tiltaket er det knyttet lite usikkerhet til, men noe ifbm. pris på LNG. Det vil være store variasjoner i batterikostnader for skip.	Blir investeringskostnaden vesentlig redusert fram mot 2030 kan man trolig påvirke innfasingen og dermed utslippsreduksjonene. Men investeringskostnadene må ses i sammenheng med prisen på ammoniakk, som også er usikker. Blir både investeringen og driften billigere enn antatt vil man trolig se en økt interesse og investeringsvilje for ammoniakkdrevne skip, men innfasingen og utslippsreduksjonspotensialet vil fortsatt begrenses av tilgjengelig infrastruktur og usikkert annenhåndsmarked.	Investerings- og driftskostnader for ammoniakk vil i stor grad påvirke kostnadskategorien for tiltaket. Endringsretningen på kostnadene vil sammenfalle med evt. endringer i kostnadskategori. Betydelige kostnadsreduksjoner for batteripakker kan bidra til endring i kostnadskategorien.
Teknisk potensial	Det tekniske potensialet er høyst usikkert. Ingen opererer et ammoniakkdrevet skip og det er usikkert når teknologien blir tilgjengelig. Utviklingen av ammoniakkmotorer er usikker. LNG-teknologien er godt kjent. Plug-in potensialet er relativt godt kjent.	Usikkerheten rundt tilgjengeligheten for ammoniakkmotorer er vesentlig og vil påvirke tiltaket i stor grad. Tiltaket vil også påvirkes av når og om motorene kommer på markedet, samt til hvilken kostnad og hvilke bruksområder som blir relevante.	Kan påvirke kostnadskategorien noe. Viser det seg at motorene har et større potensial og en lavere kostnad enn tradisjonell teknologi kan kostnadskategorien endres.

Barrierer

Kostnader

Virksomheten som anskaffer fartøy med lave klimagassutslipp står ovenfor store merkostnader, men det knyttes relativt stor usikkerhet til kostnadsnivået.

Investeringskostnader

Merkostnader til **ammoniakkdrevne** fartøy er knyttet til tanksystem og motorteknologi. Det er store usikkerheter knyttet til pris- og teknologiutviklingen for ammoniakkmotorer, men de antas å være på markedet mellom 2021-2023. Det forventes at motorene vil koste mer enn dagens tradisjonelle motorer da de må tilpasses for å unngå korrosjoner. Investeringskostnaden antas å bli høyere enn dagens konvensjonelle skip.

Merkostnadene til **batteridrevne** fartøy vil være knyttet til batterier, kraftelektronikk og ladesystemer. Prisutviklingen både på cellenivå og batteripakker klargjort for marin bruk kan spille en vesentlig rolle for kostnadsnivået knyttet til innfasingen på lang sikt. Det forventes at kostnadene på systemintegrasjonen og pakkenivå vil reduseres, med en begrenset kostnadsreduksjon på cellenivå. Ny batteriteknologi kan endre bildet for elektrifisering. Grad av elektrifisering vil spille en avgjørende rolle for kostnadsnivået.

Merkostnadene ved bygging av **LNG-skip** er relativt godt kjent og en tommelfingerregel er at de har en merkostnad på investeringen på ca. 10-20 prosent sammenlignet med konvensjonell dieselteknologi [2].

Driftskostnader

Det er knyttet betydelige usikkerheter til driftskostnadene, spesielt fordi tiltaksperioden strekker seg over flere år. Prisen på drivstoff vil være den avgjørende faktoren for driftskostnader knyttet til skip.

Ammoniakk er energikrevende å produsere, og forbrenning av ammoniakk vil trolig ha lav virkningsgrad. Dette gjør ammoniakk til et dyrt drivstoff. I tiltaksperioden er det lagt inn en prisreduksjon fra 8 608 kr/tonn i 2019 til 7 284 kr/tonn i 2030.

LNG kan gi reduserte driftskostnader, men dette avhenger i stor grad av avgiftsnivået. LNG betaler i dag CO_2-avgift og det foreligger planer om å øke denne flatt i alle sektorer i årene som kommer, men det knyttes usikkerhet til om dette faktisk vil gjennomføres. LNG-prisen er satt konstant over hele tiltaksperioden. I tiltaksperioden er det lagt inn en flat pris på fra 7 328 kr/tonn fra 2020-2030.

Strømprisen vil påvirke driftskostnadene til **batteridrevne** fartøy, og her er prisen på effektleddet viktig. Strømprisen vil også påvirkes av tilgjengeligheten på strøm og om nettet må forsterkes for tilgjengeliggjøre lading med ønskede effekter. En elektromotor med energi matet fra et batteri er betydelig mer energieffektivt enn en dieselmotor.[51] Driftskostnadene kan både bli høyere eller lavere og det er stor usikkerhet knyttet til dette. Ettersom grad av elektrifisering vil variere betraktelig fra skip til skip er det utfordrende å gi en generell konklusjon på kostnadsnivået.

Annenhåndsverdi

Ved innførsel av ny teknologi i et nytt marked, vil det knyttes usikkerhet til verdien av fartøyet ved videresalg. Annenhåndsverdien vil også bero på tilgjengeligheten for nødvendig infrastruktur i driftsområdet til kjøperen. Tilgjengelighet på infrastruktur kan være en absolutt barriere for aktørene.

Teknologi

Ingen har bygget et godsskip med **ammoniakk** og tiltaket innebærer derfor en betydelig **teknologirisiko**. Det finnes noe erfaringsgrunnlag med frakt av ammoniakk i maritim sektor, men lite erfaring som drivstoff. I tillegg finnes ikke motorteknologien på markedet i dag, men forventes å komme. Dette betyr at det må nye sertifiseringsprosesser for å få fartøy på vannet som er både tidkrevende og dyre. Den gode nyheten er at man har mye erfaring fra bruk av ammoniakk i andre segmenter og i frakt.

Det knyttes lite teknologisk risiko til bruk av batterier og LNG til godsskip.

[51] Det koster MF Ampere ca. 150 kr. per overfart med strøm og ca. 380 kr. per overfart med diesel for dieselfergene på samme samband [3]. Kostnadene vi variere fra lokasjon til lokasjon.

Infrastruktur

Kostnader for utbygging av drivstoff- og ladeinfrastruktur i havn er ikke inkludert eksplisitt i underlagsstudien fra DNV GL. Kostnadene er inkludert implisitt gjennom priser for aktuelle drivstoff. Det finnes i dag begrensede muligheter for godsskip å lade ved kai, men det pågår utbygging i mange havner og enkelte havner har allerede installert landstrøm. Ved innfasing av ammoniakkfartøy må infrastrukturen bygges og tilgjengeliggjøres i aktuelle havner.

Infrastrukturkostnadene avhenger i stor grad av energi- og effektbehovet til fartøyene og vil således være relativt stedsspesifikt. Behovet vil variere med operasjonsprofil, liggetider og distanser.

I enkelte havner kan det oppstå problematikk rundt tilgjengelige arealer, samt begrensninger i det lokale nettet, men dette anses ikke som en stor barriere.

Reguleringer

Ammoniakkdrevne godsskip må gjennom en omstendelig godkjenningsprosess ettersom ammoniakk i dag ikke er implementert i maritim sektor i Norge. Godkjenningsprosessen her helt nødvendig og Sjøfartsdirektoratet jobber for å fasilitere innfasing av ny klima- og miljøvennlig teknologi, men det er allikevel en barriere for innfasingen.

Dagens regulering og prissetting av CO_2 i MGO, gjør innfasingen av ny og dyrere teknologi mer utfordrende enn det kunne ha vært, om CO_2-prisen hadde vært høyere. Gapet mellom konvensjonell teknologi og ny teknologi er stor.

Tilbakebetalingstid og investeringshorisonter

Enkelte skipssegmenter, men også enkelte skip innenfor ulike skipssegmenter, opererer på meget korte kontrakter. Disse aktørene har krav til kort tilbakebetalingstid når de vurderer innkjøp av nytt fartøy med ny teknologi. Det er mindre risiko ved investeringen for rederen hvis det er sikkerhet rundt oppdrag og inntjening langt fram i tid.

Mangel på egenkapital

Enkelte aktører har lave marginer og lite egenkapital. Dette gjør at overgangen til ny teknologi blir for dyrt og oppleves som vanskelig.

Mulige virkemidler

Opptrapping av CO_2-avgiften på marint drivstoff vil redusere kostnadsspranget fra konvensjonell teknologi til ny og dyrere teknologi.

Fjerne refusjonsordning for grunnavgift på mineralske produkter som brukes til gods- og passasjertransport i innenriks farvann (refusjonen tilsvarer ca. 1,68 kr/liter i dag).

Det offentlige kan stille **utslippskravkrav** til sine egne leveranser, for eksempel ved innkjøp av ulike varer eller materialer til offentlige prosjekter. Dette vil drive utviklingen videre og kan bidra til å redusere den teknologiske risikoen, samtidig som utslippene reduseres. Det kan også bidra til at tilbudet av løsninger øker. Krav i seg selv løser ikke kostnadsbarrieren, men vil kan bidra til kostnadsreduksjoner på lang mellom- til lang sikt.

Reder eller virksomhet kan søke **støtte hos Enova eller NOx-fondet** for å redusere investeringskostnadene. Ettersom NOx-fondsavtalen utløper i 2025 og de ikke kan støtte nybygg etter 2021, mister denne støtteordningen en del effekt i løpet av analyseperioden for Klimakur 2030.

Finansieringsordningene ved innkjøp av nye og/eller klimavennlige godsskip kan styrkes, der noe av investeringsrisikoen kan overføres til staten.

I handlingsplanen for grønn skipsfart fremmes følgende forslag i forbindelse med godsskip [4]:

- *"Ta initiativ til en dialog med relevante næringsaktører for å drøfte en mulig intensjonsavtale for flåtefornyelse for lasteskip"*

- *"Kartlegge utfordringer med finansiering av miljøvennlig flåtefornyelse for nærskipsfrakteflåten med sikte på å forbedre rammevilkårene for miljøvennlig flåtefornyelse"*
- *"Gjennomføre en vurdering av handlingsrommet for miljøvennlig flåtefornyelse innenfor de eksisterende virkemidlene i GIEK, Eksportkreditt Norge og Innovasjon Norge"*
- *"Følge opp ambisjonen om å overføre gods fra vei til sjø og bane, og prioritere godstiltak som reduserer klimagassutslippene"*
- *"Bruke insentivordninger for nærskipsfart som virkemiddel for å redusere de totale utslippene fra godstransporten"*
- *"Stille krav om nullutslippstransport i leveranser til det offentlige, der det ligger til rette for det"*

For å redusere barrieren med driftskostnader kan man tillatte **utkoblbar tariff** ved landstrømsinstallasjoner.

EPI (Environmental Port Index) kan utvides til å inkludere andre skipssegmenter og premiere skip med god profil, eller straffe de med en dårlig profil via differensiering av havneavgifter der dette er relevant.

Konsekvenser

- Innfasing av skip med plug-in og LNG-skip kan redusere lokale utslipp og bidra til å forbedre lokal luftkvalitet.
- Krav til godsskip i offentlige anskaffelser kan få konsekvenser for bruk av skipstransport. Godslekkasje til vei kan bli en mulig effekt.
- Innfasingen av LNG-skip gir et større grunnlag der biogass kan blandes inn og gi ytterligere utslippsreduksjoner.

Referanser

[1] DNV GL (2019). Reduksjon av klimagassutslipp fra innenriks skipstrafikk. Rapportnr 2019-0939. M-1626|2020. Oppdragsrapport for Miljødirektoratet.
[2] DNV GL (2019). Barometer for grønn omstilling av skipsfarten. Rapportnr 2019-0080. Oppdragsrapport for Klima- og miljødepartementet.
[3] Sysla Maritim. Denne fergen bruker strøm for 150 kroner per tur. 01.01.19.
[4] Departementene (2019). Handlingsplan for grønn skipsfart. 20.06.19.

S06 Tiltak på offshorefartøy

		2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Utslipps-reduksjon (mill. tonn CO_2-ekv.)	Hydrogen	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03
	Plug-in	-	0,02	0,05	0,09	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
Utslippsreduksjon 2021-2030		**1,016 millioner tonn CO_2**										
Kostnadskategori		**Hydrogen > 1500 kr/tonn CO_2 Plug-in > 1500 kr/tonn CO_2**										

Beskrivelse av tiltaket

I 2018 var innenriks utslipp fra offshorefartøy ca. 887 000 tonn CO_2, hvorav ca. 710 000 tonn CO_2 stammer fra skip som oppholdt seg mer enn 80 prosent av tiden i NØS [1]. Offshorefartøyene stod for ca. 26 prosent av alle utslipp fra innenriks sjøfart (ekskludert fiske). Utslippene inkluderer ikke utslipp i havn, som kan inkludere utslipp fra fartøy i internasjonal fart. Det var 579 offshorefartøy registrert i innenrikstrafikk i NØS i 2018.

Skipskategorien offshorefartøy består av to typer fartøy, forsyningsfartøy og andre spesialfartøy tilknyttet offshorevirksomhet, slik som ankerhåndterere, konstruksjonsfartøy, rørledningsfartøy, kabelleggere, og dykkerfartøy.

Tiltak for offshorefartøy innebærer at ulike alternative drivstoff implementeres på de fartøy der det er teknisk mulig og er vurdert som realistisk gjennomførbart. DNV GL [1] har vurdert dette mulighetsrommet. De har lagt opp til en innfasing av plug-in- og hydrogenteknologi for offshorefartøy. Andre alternative drivstoff kan være aktuelle, men er ikke inkludert i dette tiltaket.

Bakgrunn

Det er 579 offshorefartøy som går i innenriksfart og om lag hele utslippet stammer fra halvparten av de registrerte offshorefartøyene.

Offshorefartøyene er relativt unge fartøy med en gjennomsnittsalder på 12 år og er relativt små fartøy.

Tabell T 18. Oversikt over offshorefartøy i 2017.[52] Kilde DNV GL (2019) [2].

Fartøy	Antall	Gj.snittsalder (år)	Gj.snittstørrelse (DWT)	Innenriks utslipp av CO_2 (2017)
Forsyningsfartøy	358	11	3 450	827
Andre offshorefartøy	204	12	5 620	269
Offshorefartøy totalt	561	12	4 240	1096

Aktiviteten til offshorefartøy er naturlig nok knyttet til aktiviteten på sokkelen. Fartøyene forsyner og utfører ulike støtteoppgaver for olje- og gassvirksomheten på sokkelen, for eksempel leting, produksjon og nedstenging. Det er omkring 85 felt i produksjon og det ble i 2017 påbegynt 26 nye letebrønner og gjort 11 funn [2].

[52] Merk at tallene er fra 2017 og avviker noe fra de nye tallene fra 2018.

Svingninger i aktivitetsnivå har ført til at det globalt ligger rundt 1100 fartøy i opplag, av en flåte på rundt 4000 fartøy [3]. Innfasingstakten for nye teknologiske løsninger i sektoren vil derfor til en viss grad være avhengig av konjunkturer i olje- og gassbransjen.

Segmentet består av avanserte fartøy som er spesialdesignet til å utføre operasjoner under krevende forhold. Forsyningsfartøyene er designet til å frakte et bredt og variert spekter av utstyr og last til og fra installasjoner, rigger og fartøy på sokkelen. Fartøyene er relativt dyre og avanserte.

Utover forsyningsfartøy finnes det en betydelig andel andre offshore service fartøy, som for eksempel ankerhåndterere, konstruksjonsfartøy, rørledningsfartøy, kabelleggere, og dykkerfartøy.

Offshorefartøyene er ofte leid inn på langsiktige time-charter kontrakter (t/c) av ulike olje- og gasselskap eller operatører på sokkelen. Fartøyene disponeres da av de som leier fartøyet og drivstoffet betales av dem, ikke av rederen som eier fartøyet.

Det er hovedsakelig MGO som benyttes om drivstoff til fartøyene i dag, men det er flere fartøy som har fått installert batteriløsninger, samt LNG som drivstoff. Enkelte aktører stiller allerede i dag miljø- og energikrav til fartøy som leies inn, for eksempel stiller Equinor i 2019 krav om batterihybride fartøy, landstrøm og energieffektivisering i alle nye langtidskontrakter. I tillegg har de innført en belønningsordning der besparelser som følge av redusert drivstofforbruk deles med reder. Hvis forbruket er unormalt høyt, må rederiet betale 35 prosent av de overskytende drivstoffutgiftene [4].

I Norge oppfattes plug-in-hybridisering som en tilgjengelig og kjent teknologi. Det er dyrere å installere batteripakker på eksisterende fartøy (retrofit) enn i nybygg.

Dagens virkemidler

- Enova kan blant annet støtte merkostnaden ved investering i ny teknologi, både på skip og infrastruktur.
- NOx-fondet kan gi støtte til investering i skip, dersom NOx-utslippene reduseres.
- IMOs EEDI og SEEMP-krav. Alle nye skip (det vil si skip med inngått byggekontrakt 1. januar 2013 eller senere) som faller inn under bestemte skipskategorier (bulkskip, gasstankskip, tankskip, containerskip, stykkgodsskip, kjøleskip, kombinasjonsskip, passasjerskip, roro-lasteskip og roro-passasjerskip) skal beregne sin oppnådde EEDI (Energy Efficiency Design Index). Beregningen av indeksen skal gjøres som beskrevet i retningslinjer fra IMO. Fra og med 1. januar 2013 skal alle skip ha en skipsenergieffektivitetsplan – SEEMP (Ship Energy Efficiency Management Plan) om bord. IMO har gitt retningslinjer for utvikling av SEEMP.
- IMOs ECA-områder, er områder der det er innført utslippsgrenser for enten NOx- eller SOx-utslipp
- Avgifter på drivstoff, på både CO_2 og NOx kan bidra til å gjøre nye tiltak mer privatøkonomisk lønnsomme.
- ESI (Environmental Ship Index) er en indeks som rangerer skipets miljøprofil basert på utslipp av NOx, SOx og CO_2. Havnene kan bruke indeksen til å differensiere avgiftene basert på skipenes miljøprofil.

Nullalternativ og utslippsreduksjonspotensial

DNV GL har utviklet en modell for å beregne utslippsreduksjoner fra skipsfarten. Denne modellen kjøres i to omganger, først for å analysere enkelttiltak for å kartlegge det rent tekniske potensialet. Deretter kjøres den igjen på en pakke av tiltak utvalgt av DNV GL, som legger til grunn en reduksjon av innenriks CO_2-utslipp i 2030 med 50 prosent fra dagens nivå (2018). Tiltakene må i så stor grad som mulig være realistisk gjennomførbare, med tanke på teknologisk modenhet, tilgjengelighet av drivstoff, og andre barrierer. Videre prioriteres tiltakene etter lavest mulig samfunnsøkonomisk tiltakskostnad.

Spesielt begrepet "realistisk gjennomførbart" åpner for tolkning. Det tekniske potensialet er beregnet ned på hvert enkeltskip og deretter aggregert innenfor hvert skipssegment. Skipene som får tiltak har mer enn 80 prosent av sin operasjon i norske farvann. Dette sikrer god overlapp mot det nasjonale utslippsregnskapet og sannsynliggjør god effekt av virkemidler.

For å redusere bruken av biodrivstoff som må brukes til å nå målene, appliserer DNV GL ammoniakk og hydrogen der det er mulig fra 2025.

- Hydrogen appliseres på offshore, cruise, andre spesialskip, samt passasjerskip.
- Ammoniakk appliseres på bulkskip, godsskip og havbruk

Barrierene for begge teknologiene har mange likhetstrekk. Ingen av teknologiene er på markedet, men er under utvikling. Regelverket er ikke på plass og godkjenning krever prosesser. Bunkringsinfrastruktur er ikke tilgjengelig og drivstoffkostnaden er høy.

På de skipene som ikke er teknisk egnet til å implementere ammoniakk eller hydrogen er plug-in elektrifisering på både nybygg og retrofit applisert. For de skipene som verken kan benytte ammoniakk, hydrogen eller plug-in er LNG applisert. LNG-skip er primært en døråpner for bruk av biogass (LBG) til skipsfart, da LNG har begrenset utslippsreduksjonspotensial isolert sett. De skipene som ikke er teknisk egnet til å benytte noen av de ovenstående løsningene, benytter enten annet biodrivstoff eller fossilt drivstoff. Innfasing av biodrivstoff er et eget tiltak. Det er også lagt til grunn at retrofit-takten trappes opp fra 1 prosent i 2025 til 10 prosent i 2029 og 2030. Etter denne metodikken appliseres hydrogen og plug-in på offshorefartøy. Ammoniakk og andre drivstoff er også aktuelle alternativer for offshorefartøy, blant annet skal Equinor teste ut et ammoniakkdrevet skip i 2024.[53]

Faggruppen i Klimakur 2030 har videre skalert resultatene til DNV GL og har vurdert innfasing av og størrelse på tiltakene i lys av identifiserte barrierer og virkemidler. Særlig barrierene knyttet til teknologiusikkerhet er vesentlige. Sammenlignet med DNV GLs analyse er hydrogentiltaket forskjøvet tre år i tid, mens plug-in hybridtiltaket er nedjustert med 50 prosent. Faggruppen har vurdert usikkerheten for hydrogen for betydelig og har dermed utsatt tiltaket. Plug-in tiltaket er nedjustert ved at vi i ser det som realistisk med mindre grad av hybridisering enn det som er teoretisk potensiale, samt høy kostnad for stor grad av hybridisering.

Tiltakene for offshorefartøy er beregnet til samlet å medføre en reduksjon av utslipp 1,016 millioner tonn CO_2, etter faggruppens skalering.

Hydrogen bidrar til å redusere ca. 35 000 tonn CO_2 i perioden 2021-2030. Det antas at det først er fra 2028 at vi får se de første hydrogenfartøyene innenfor segmentet.

Plug-in elektrifisering bidrar til å redusere ca. 980 000 tonn CO_2 i perioden 2021-2030. Innfasingen vil starte i 2021.

Både hydrogenfartøy og plug-in-fartøy vil ha en batteripakke om bord. Når eksisterende eller nye offshore supplyfartøy bygges (om) med ny teknologi, kan strøm direkte fra batterier eller via brenselceller benyttes til ulike faser av driften til fartøyet (framdrift i ulik grad, strøm til driften av hotellet/skipet før øvrig, "peak shaving"/kutting av effekttopper eller til lasthåndtering). Grad av elektrifisering og størrelse på batteripakken vil variere.

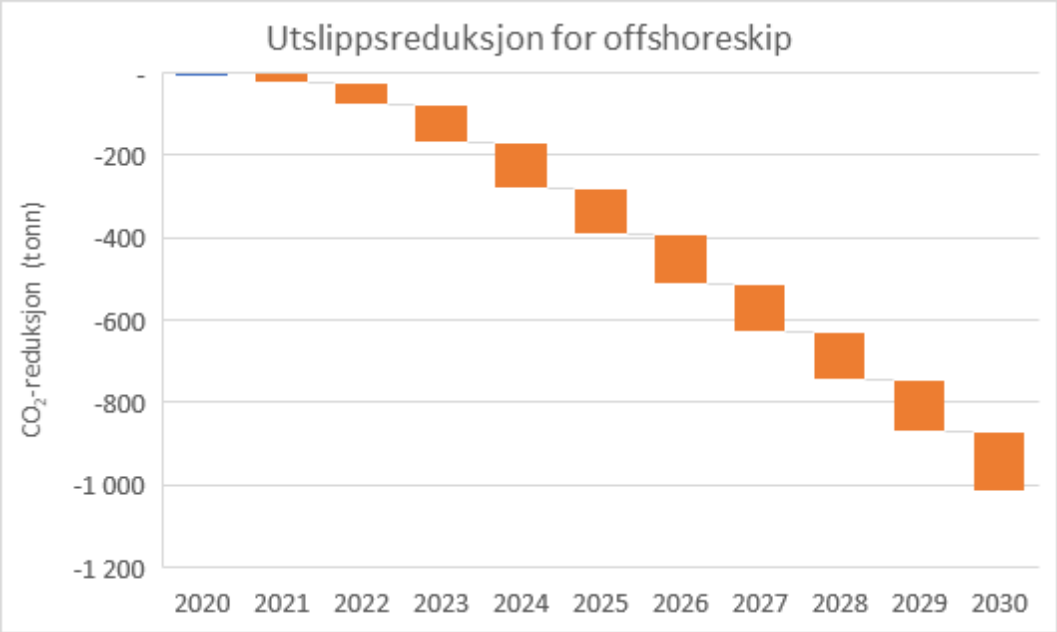
Offshore supplyfartøy kan med fordel benytte seg av batterier under dynamisk posisjonering (DP), der fartøyet ligger stille i samme posisjon over lengre tid ved konstant propulsjon fra propeller, for eksempel ute ved en plattform. Batteripakken kan erstatte motorkraft og redusere drivstofforbruket betraktelig.

I tillegg brukes batteripakkene til å kutte effekttopper, det vil si at når fartøyet behøver ekstra kraft benytter man seg av energien i batteriene i stedet for at propellene skal dra mer motorkraft og bruke mer drivstoff. Fartøyet kan også bruke batterikraften under havneoperasjoner, som gir tilleggseffekter for lokal luftkvalitet.

Utslippene i DNV GLs referansebane tilsier en reduksjon av utslippene på om lag 62 000 tonn CO_2, fra 2018 til 2030, til ca. 647 000 tonn CO_2 i 2030 for fartøy som oppholdt seg mer enn 80 prosent av tiden i NØS.

[53] https://www.equinor.com/en/news/2020-01-23-viking-energy.html

Utslippsreduksjonspotensialet er beregnet til å være 1,016 millioner tonn CO_2 totalt over perioden 2021-2030. Det betyr at man i 2030 reduserer ca. 29 prosent av utslippene til offshorefartøy som oppholder seg mer enn 80 prosent av tiden i NØS, fra 2018-nivå.



Figur T 19. Utslippsreduksjon for offshorefartøy 2021-2030.

Tiltakskostnad

DNV GL beregnet den samfunnsøkonomiske tiltakskostnaden for dette tiltaket til å falle inn under kostnadskategorien over 1500 kr/tonn CO_2. Etter faggruppens nedskalering av tiltaket er det antatt at tiltaket fortsatt vil havne i samme kostnadskategori, men det er sannsynlig at det vil være stor spredning i tiltakskostnadene. Noen tiltak vil være betydelig billigere enn andre og er i stor grad avhengig av hvor store batteripakker som installeres.

For både hydrogendrevne og batteridrevne offshorefartøy er investeringskostnaden den store kostnadsdriveren for tiltaket. For hydrogendrevne fartøy vil også driftskostnaden være en kostnadsdriver. Driftskostnaden for batteridrift er antatt å være noe lavere enn dagens driftskostnader, men det er også usikkerhet knyttet til dette.

Tiltaket vil redusere lokal luftforurensning og er spesielt relevant når fartøyet er i havn. NOx-utslipp verdsatt til 22 kr/kg.

For den samfunnsøkonomiske kostnadsberegningen er det lagt til grunn fire prosent kalkulasjonsrente for perioden mot 2030, i henhold til Finansdepartementets rundskriv R-109/2014. I den privatøkonomiske analysen er det benyttet en rente på 9,5 prosent.

Usikkerhet

Tabellen nedenfor oppsummerer viktige usikkerhetsfaktorer for tiltak knyttet til utslippsreduksjoner på offshorefartøy.

Tabell T 19. Usikkerhetsvurdering.

Type usikkerhet	Beskrivelse	Følsomhet/sensitivitet	
		Utslippsreduksjonspotensiale	Kostnadskategori
Innfasing	Det er knyttet stor usikkerhet til innfasingen av tiltaket. Antall skip kan både bli høyere og lavere enn forutsatt i analysen.	Potensialet vil variere med innfasingstakten, samt hvor stor grad av driften som vil foregå med batterier eller hydrogen.	Det forventes ikke at innfasingstakten vil ha betydelige konsekvenser for tiltakets plassering i høyeste kostnadskategori. Tiltakskostnaden vil uansett variere mellom tiltak.
Referansebane	Det er knyttet usikkerhet til referansebanen. Det ligger ingen batteri- eller hydrogenskip inne, men det er ca. 15 skip med LNG.	Det er trolig små endringer i referansebanen og usikkerheten vil trolig ha lite å si for utslippsreduksjonspotensialet.	Vil ha liten effekt på kostnadskategori for tiltaket.
Kostnad	Det er knyttet stor usikkerhet til kostnadene for tiltaket. Dette er spesielt knyttet til kostnadene for hydrogenteknologi, samt hvor store batteripakker som faktisk vil installeres i offshorefartøy.	Tiltaket vil høyst sannsynlig ha store merkostnader knyttet til seg. Hydrogenteknologien anslås å komme i 2028, noe som vil ha liten effekt på utslippsreduksjonspotensialet.	Endrede kostnader for tiltaket kan endre kostnadskategorien. Men det vil avhenge av hvor stor grad man elektrifiserer og om man vil se kostnadsreduksjoner for hydrogenteknologi, noe som er lite trolig om hydrogen først blir å se på offshoreskip i 2028. Ved en betydelig kostnadsreduksjon for batterier kan man se endringer i kostnadskategorien.
Teknisk potensial	Det er knyttet noe usikkerhet til det tekniske potensialet. DNV GL har beregnet at det vil være store muligheter for elektrifisering, rent teknisk. Det er også et potensial for hydrogen. Anslagene kan gå begge veier, mindre eller større potensiale.	Kan ha stor effekt. Viser det seg at det tekniske potensialet er større vil innfasingen trolig øke og utslippsreduksjon også. Viser det seg vanskeligere å innføre den nye teknologien enn antatt, kan det få motsatt effekt.	Det forventes ikke at det tekniske potensialet kan endre kostnadskategorien for tiltaket vesentlig over en 10årsperiode. Både batterier og hydrogenteknologien er antatt å synke i pris.

Barrierer

Kostnader

Den virksomheten som anskaffer fartøy med lave klimagassutslipp eller nullutslippsfartøy står ovenfor store merkostnader. Ettersom ingen har bygget et offshorefartøy med hydrogen som drivstoff før, er det lite erfaringsgrunnlag å bygge på. Batterikostnadene er i større grad kjent, men det er også store usikkerheter fram i tid.

Merkostnadene til batteridrevne fartøy vil være knyttet til batterier, kraftelektronikk og ladesystemer. Prisutviklingen både på cellenivå og batteripakker klargjort for marin bruk kan spille en vesentlig rolle for kostnadsnivået knyttet til innfasingen på lang sikt.

Merkostnader til hydrogendrevne fartøy er knyttet til tanksystem, brenselceller, batterier og kraftelektronikk. Det er naturlig at det både er batterier og hydrogensystemer i et hydrogendrevet fartøy. Det er store usikkerheter knyttet

til prisutviklingen for hydrogenkomponenter, men de antas å reduseres fram mot 2030 så fram teknologien tas i bruk i større grad enn i dag, også utover maritim sektor.

Det er begrenset med kostnadsoverslag for investeringskostnadene knyttet til offshorefartøy med lave klimagassutslipp. Driftskostnadene er også utfordrende å si noe om, spesielt fordi man ikke kjenner til prisnivået på strøm og hydrogen fram i tid. Hydrogen er i dag dyrere enn diesel, men kan bli konkurransedyktig fram mot 2030. Strømprisen er en viktig innsatsfaktor for batteridrevne fartøy som lader batteriene fra land med høy effekt, og her er prisen på effektleddet meget viktig. Strømprisen vil også være viktig for produksjonsprisen for hydrogen ettersom Klimakur 2030 legger til grunn at hydrogen er produsert via elektrolyse. Driftskostnadene kan både bli høyere eller lavere og det er stor usikkerhet knyttet til dette. Ettersom grad av elektrifisering vil variere betraktelig fra fartøy til fartøy er det utfordrende å gi en generell konklusjon på kostnadsnivået. Konklusjonen er at det er knyttet stor usikkerhet til kostnader for offshorefartøy med lave klimagassutslipp, men det er stor sikkerhet for at de blir betydelig høyere enn dagens konvensjonelle teknologi.

Ved innførsel av ny teknologi i et nytt marked, vil det knyttes usikkerhet til verdien av fartøyet ved videresalg. Annenhåndsverdien vil også bero på tilgjengeligheten for nødvendig infrastruktur i driftsområdet til kjøperen. Tilgjengelighet på infrastruktur kan være en absolutt barriere.

Teknologi

Ingen har bygget et offshorefartøy med hydrogen og tiltaket innebærer derfor en betydelig **teknologirisiko**. Kommende implementering av hydrogenløsninger i den norske fergesektoren kan gitt viktige erfaringer for norsk maritim næring. Det knyttes en **betydelig merkostnad** til innfasing av både batterier og hydrogen til offshorefartøy. Merkostnaden vil variere med grad av elektrifisering.

Hydrogen som drivstoff på fartøy er relativt **uprøvd teknologi** og det er få eksempler på hydrogen til bruk i maritim sektor. Dette betyr at det må nye sertifiseringsprosesser for å få fartøy på vannet som er både tidkrevende og dyre. Den gode nyheten er at man har mye erfaring fra bruk av hydrogen i andre segmenter, noe som gjør at man har god kjennskap til komponenter og systemløsninger. Det er applikasjon i marine miljøer som er relativt uprøvd, bortsett fra noen få eksempler.

Batteridrevne offshorefartøy kan ha **begrenset rekkevidde**, gitt batterienes lave energitetthet og det vil variere i hvor stor grad fartøyene kan elektrifiseres. Hydrogendrevne offshorefartøy kan ha lengre rekkevidde enn batteridrevne, men gitt den **teknologiske usikkerheten** her, er det også usikkerhet knyttet til hvor stor andel av dagens operasjoner et nullutslippsfartøy kan erstatte. Batterier brukes i dag i flere faser av driften til flere offshorefartøy og anses som kjent teknologi, derfor er det en antakelse at det ikke knyttes ytterligere teknologiske barrierer til denne løsningen.

Infrastruktur

Kostnader for utbygging av drivstoff- og ladeinfrastruktur i havn er ikke inkludert eksplisitt i underlagsstudien fra DNV GL. Kostnadene er inkludert implisitt gjennom priser for aktuelle drivstoff. Det finnes i dag begrensede muligheter for offshorefartøy å lade ved kai, men det pågår utbygging i mange havner og enkelte havner har allerede installert landstrøm. Ved innfasing av hydrogenfartøy må infrastrukturen bygges og fartøyene må kunne ta imot landstrømmen

Infrastrukturkostnadene avhenger i stor grad av energi- og effektbehovet til fartøyene og vil således være relativt stedsspesifikt. Behovet vil variere med operasjonsprofil, liggetider og distanser.

I enkelte havner kan det oppstå problematikk rundt tilgjengelig arealer, samt begrensninger i det lokale nettet, men dette anses ikke som en stor barriere.

Produksjonskostnadene for hydrogen kan være høyere for små anlegg, men man kan oppnå betydelig storskalafordeler ved større anlegg som kan ha lavere produksjonskostnader.

Atferd

Offshorefartøyene leies ofte ut til ulike olje- og gassvirksomheter som har operasjoner på den norske sokkelen. Normalt er det virksomheten som leier fartøyet som betaler for drivstoffet og ikke eieren av fartøyet. Insentivet for rederen til å anskaffe fartøy med lave utslipp er til en viss grad betinget av etterspørselen og villigheten til leietakeren til å betale en merkostnad for et dyrere fartøy. Rederen vil ikke tjene inn besparelsen av et mer energieffektivt fartøy, med mindre de priser det inn i utleiekostnaden. En merkostnad ved utleie kan bety høyere risiko for rederen og mulig tapt konkurranse.

Problemstillingen er godt kjent og enkelte olje- og gassvirksomheter som ønsker å bidra til å redusere utslipp fra sin drift og har derfor valgt å legge inn miljø-/klimakrav til fartøy de kontraherer.

Reguleringer

Hydrogendrevne offshorefartøy må gjennom en omstendelig godkjenningsprosess ettersom hydrogen i dag ikke er implementert i maritim sektor i Norge. Godkjenningsprosessen er helt nødvendig og Sjøfartsdirektoratet jobber for å fasilitere innfasing av ny klima- og miljøvennlig teknologi, men det er allikevel en barriere for innfasingen.

Dagens regulering og prissetting av CO_2 i MGO, gjør innfasingen av ny og dyrere teknologi mer utfordrende enn det kunne ha vært, om CO_2-prisen hadde vært høyere. Gapet mellom konvensjonell teknologi og ny teknologi er stor.

Mulige virkemidler

Opptrapping av CO_2-avgiften på marint drivstoff vil redusere kostnadsspranget fra konvensjonell teknologi til ny og dyrere teknologi.

Fjerne refusjonsordning for grunnavgift på mineralske produkter som brukes til å levere avgiftsbelagte produkter til innretninger på kontinentalsokkelen (refusjonen tilsvarer ca. 1,68 kr/liter i dag).

Krav til lav- og nullutslippsløsninger kan drive teknologiutviklingen framover og kan bidra til å redusere den teknologiske risikoen, samtidig som utslippene reduseres. Det kan også bidra til at tilbudet av løsninger øker. Krav i seg selv løser ikke kostnadsbarrieren, men kan bidra til kostnadsreduksjoner på mellomlang til lang sikt. I Klimakur 2030 er hvordan slike krav kan utformes ikke videre utredet.

I handlingsplanen for grønn skipsfart fremmes følgende forslag [4]:

- *"Regjeringen vil vurdere å innføre krav om null- og lavutslippsløsninger for nye driftsfartøy i forbindelse med petroleumsproduksjon for å øke innfasingen utover det som utløses av CO_2-avgiften og eksisterende støtteordninger"*

Granavolden-plattformen slår fast at regjeringen vil *"Vurdere om det kan innføres krav om lav- og nullutslippsløsninger for nye driftsfartøy i framtidige tillatelser til petroleumsproduksjon."*

For å løse kostnadsøkningen ved å ta i bruk ny teknologi, kan reder eller virksomhet søke **støtte hos Enova eller NOx-fondet** for å redusere investeringskostnadene. Dette kan bidra til en betydelig kostnadsreduksjon. Ettersom NOx-fondsavtalen utløper i 2025 og de ikke kan støtte nybygg etter 2021, mister denne støtteordningen en del effekt i analyseperioden for Klimakur 2030.

For å redusere barrieren med driftskostnader kan man tillatte **utkoblbar tariff** ved landstrømsinstallasjoner.

EPI (Environmental Port Index) kan utvides til å inkludere andre skipssegmenter og premiere skip med god profil, eller straffe de med en dårlig profil via differensiering av havneavgifter der dette er relevant.

Konsekvenser

- Krav til **lav- og nullutslipps**fartøy på sokkelen kan drive den teknologiske utviklingen framover, samtidig som den gir en merkostnad for virksomheten som virkemiddelet treffer.
- Krav til **lav- og nullutslipps**fartøy kan gi positive effekter for norske verft som produserer slike fartøy. Det kan skape et tidlig marked for et mulig eksportprodukt. Kan styrke norsk maritim næring.

- Innføring av **lav- og nullutslipps**fartøy vil redusere lokale utslipp og kan ha positive helseeffekter.
- Tiltaket kan også bidra til teknologiutvikling både for batteri- og hydrogenteknologi, der sistnevnte kan gi særlig stor utvikling gitt at den er på et tidligere stadium.

Referanser

[1] DNV GL (2019). Reduksjon av klimagassutslipp fra innenriks skipstrafikk. Rapportnr 2019-0939. M-1626|2020. Oppdragsrapport for Miljødirektoratet.
[2] DNV GL (2019). Barometer for grønn omstilling av skipsfarten. Rapportnr 2019-0080. Oppdragsrapport for Klima- og miljødepartementet.
[3] Sysla Maritim. 500 offshore-skip kan havne på "dødslisten". 23.09.19.
[4] Departementene (2019). Handlingsplan for grønn skipsfart. 20.06.19.

S07 Tiltak på fiskefartøy

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Utslippsreduksjon (mill. tonn CO_2-ekv.)	-	0,005	0,014	0,016	0,019	0,019	0,019	0,019	0,020	0,021	0,025
Utslippsreduksjon 2021-2030	**0,177 millioner tonn CO_2-ekv.**										
Kostnadskategori	**Plug-in > 1500 kr/tonn CO_2-ekv.**										

Beskrivelse av tiltaket

Tiltaket medfører at 21 fiskebåter har ladbar hybridelektrisk drift i 2030. I løpet av perioden 2021-2030 vil 15 nye fartøy bli bygget med ladbar hybridelektrisk drift, og seks eksisterende fartøyer vil bli ombygget til hybridelektrisk drift (retrofit). De nye fartøyene vil også bli utstyrt med flere avanserte energieffektiviseringstiltak, i tillegg til de som er standard for nye fartøy. Tiltaket fører til at 7 prosent av alle fiskefartøyer med 80-100 prosent aktivitet i norske farvann vil ha hybridelektrisk drift, og at CO_2-utslippene fra disse fartøyene reduseres med ca. 8 prosent i forhold til referansebanen [1].

Bakgrunn

I 2018 var utslippet fra fiske 0,36 millioner tonn CO_2-ekvivalenter. I dag bruker fartøyene i den norske fiskeflåten nesten utelukkende marin gassolje, MGO. Det er potensial for overgang til ladbare hybridelektriske framdriftsmaskinerier, og elektrisk dekksutstyr på fartøyene i fiskeflåten. Ladbare hybridelektriske systemer betegnes også plug-in hybrid. Variasjonen i båtstørrelse og driftsmønster gjør imidlertid at potensialet for lading varierer. Båter som ligger i ulike havner i løpet av året, er ute lenge av gangen eller har få driftsdøgn vil ha lavere potensial for å få energi fra lading enn båter med korte turer, fast hjemmehavn store deler av året eller mange driftsdøgn. Hybridelektrisk framdriftssystem består av en eller flere dieselmotorer, strømaggregater, elmotorer og batterier. Slike fartøy driftes av strøm fra batterier i kombinasjon med en standard forbrenningsmotor. Batteriene muliggjør mer optimal drift av forbrenningsmotoren, og alt elektrisk dekksutstyr blir drevet av det samme hybridelektriske systemet.

Driftsmønsteret for hybridelektriske fartøyer utnytter de ulike motorene til forskjellige formål. Mellom kaia og fiskefeltene går fiskefartøyene hovedsakelig på diesel, mens batteriet brukes til lastutjevning. Avhengig av redskapstype kan batteriet brukes alene under deler av fisket, eller brukes sammen med dieselmotorene og vekselvis lades opp og lades ut. Batteriene kan også være effektreserve til kortvarige, effektkrevende operasjoner. Når spenningen i batteriene når et kritisk lavt nivå, starter dieseldrevne generatorer automatisk og lader batteriene.

Når fartøyene ligger ved kai kan utstyret driftes av strøm fra batteriene, og fartøyene kan også knyttes til ladeutstyr for lading av batteriene. For at overgang til hybridelektrisk drift av fiskefartøyer skal bli effektivt, må det der forholdene ligger til rette for det, etableres ladestasjoner på kaiene. Fartøy kan da lade batteriene mens de ligger til kai. Noen steder kan imidlertid kortvarige, sesongbetonte fiskerier være en utfordring i form av lav utnyttelse av investeringen i ladestasjonene over året. Ladeprosessen er effektkrevende, og lavspent forsyningsnett på kai må i mange tilfeller bygges ut for å levere tilstrekkelig effekt til lading av batteriene.

Batterielektriske og hybridelektriske fiskebåter produseres av norske verft, og fartøyene leveres i flere størrelseskategorier og med ulik type utstyr tilpasset ulike typer fangst. På bakgrunn av driftsmønstre vil lading være best egnet for mindre fartøy som går i kystnære områder, og som ofte går i havn, mens hybridelektrisk drift kan egne seg for de fleste typer fiskefartøy. Det finnes i dag to hybridelektriske fartøy som driver aktivt fiske på kysten av Norge. "Angelsen Senior" med lengde på 20,99 meter, og "Karoline" med lengde på 10,99 meter. Flere hybridelektriske fiskebåter av ulik størrelse og med ulike redskap er imidlertid bestilt fra verft.

Dagens virkemidler

Alle som bunkrer fossilt drivstoff til fartøyer i fiske og fangst betaler full CO_2-avgift fra og med 2019. Fiskere får imidlertid avgiften refundert, og det er nå innført en ordning der avgiften refunderes på bakgrunn av førstehåndsverdien av levert fangst, ikke på bakgrunn av forbrukt drivstoff. Ordningen forvaltes av Garantikassen for fiskere (GFF). Det vil gi en økonomisk fordel til de fartøyene som leverer store fangster og som bruker lite fossilt drivstoff.

Enova kan gi økonomisk tilskudd til investeringer i hybridelektrisk teknologi på enkeltfartøyer, til ladestasjoner på land, og til ladeinfrastruktur generelt. Miljødirektoratet kan gjennom Klimasats gi økonomisk støtte til kommuner og fylkeskommuner som ønsker å lage ordninger som fremmer kunnskapsutvikling, kommunikasjon, og samhandling mellom aktørene innenfor fiskeribransjen.

Referansebanen og utslippsreduksjonspotensial

Det samlede antallet fiskefartøyer i Norge er ifølge Fiskeridirektoratets statistikk ca. 6 000. De fleste av disse fartøyene er små, mindre enn 11 meter, og trafikkerer kystnære farvann. DNV GLs analyse og referansebane tar utgangspunkt i AIS-data om fartøyenes seilingstid i norske farvann, og utslippene er beregnet ut fra estimert drivstofforbruk i seilingstiden. DNVs referansebane omfatter i 2018 utslipp fra totalt 979 fiskefartøy, hvorav 374 av disse har 80-100 prosent av seilingstiden i norske farvann. De små fiskefartøyene har ikke krav om at AIS-sender skal være installert om bord, og de fleste mindre fartøy er derfor ikke med i datamaterialet fra DNV GL. Alle de større fartøyene har AIS-sender, og det er utslipp fra disse fartøyene som ligger i referansebanen, og det er disse fartøyene som bruker det meste av drivstoffet og som derfor bidrar mest til CO_2-utslippene fra fiske i norske farvann [2].

Referansebanen fra DNV GL omfatter derfor utslipp fra alle fiskefartøyer med AIS-sender som trafikkerer norske farvann, uansett om de kommer fra norske eller utenlandske havner. I 2019 er dette antallet 961, og det er beregnet til å være 823 i 2030. Referansebanen er imidlertid inndelt på seilingstid i norske farvann, og beregningen sier at antallet fiskefartøy med 80-100 prosent aktivitet i norske farvann vil være 354 i 2021, og 309 i 2030.

Gjennomsnittlig årlig utslipp fra fiske i Finansdepartementets framskrivning for perioden 2021-2030 er på 328 ktonn, og utslippene er vurdert å være forholdsvis like i 2020 og i 2030. Dette er på samme nivå som de siste årene i SSBs utslippsstatistikk, der utslippet er beregnet på bakgrunn av salg av drivstoff i norske havner. Videre i analysen antar vi at fartøyene som bunkrer dette drivstoffet stort sett går i innenriks farvann.

I DNV GLs framskrivning er de gjennomsnittlige årlige utslippene fra fiskefartøyer i norsk innenriks farvann beregnet til å være 897 ktonn for perioden 2021- 2030. DNV GLs referansebane er laget på bakgrunn av AIS-data, og inkluderer utslipp fra all trafikk i norske farvann, også fra utenlandske fiskefartøy og norske fartøy som kjører på drivstoff kjøpt i utlandet. Utslipp fra fartøy som fisker utenfor norske farvann er ikke inkludert i referansebanen, selv om drivstoffet er kjøpt i norsk havn. Dette er noen av årsakene til at utslippsdata basert på AIS-data gir et høyere utslipp enn dataene fra SSB. Utslippet fra fartøy med 80 -100 prosent av fartstiden i norske farvann er for perioden 2021-2030 er beregnet å være 506 ktonn. Fordi disse fartøyene stort sett trafikkerer norske farvann kan vi anta at det er disse fartøyene som fyller drivstoff i norsk havner. Det er derfor relevant å sammenligne utslippene fra disse fartøyene med utslippene fra Finansdepartementets referansebane, og vi ser at det også her er en betydelig forskjell mellom Finansdepartementets framskriving og DNV GLs referansebane.

Tiltakene i DNV GLs analyse er rettet mot fartøy med 80-100 prosent av fartstiden i norske farvann. Faggruppen har skalert tiltaket i DNV GLs analyse ned, og på den måten tilpasses tiltakene til Finansdepartementets framskriving, som er konsistente med SSBs utslippsstatistikk.

Forholdet mellom det gjennomsnittlige utslippet i Finansdepartementets referansebane for perioden 2021-2030 på 328 ktonn, og DNV GLs referansebane for samme periode på 506 ktonn, er 0,65. Tiltaket er derfor nedskalert med denne faktoren. Utslippsdataene fra DNV GLs referansebane som brukes her er bare utslipp fra fartøy med 80 -100 prosent av fartstiden i norske farvann.

Tiltakskostnad

Prissatte konsekvenser

Kostnadene består av mer-kostnader til investeringer og generell drift, herunder mer-kostnader til energi uten avgifter, sammenlignet med et tradisjonelt fiskefartøy som går på MGO. Tiltaket omfatter både merkostnader til nybygg og kostnader for retrofit på eksisterende fartøyer, med forholdet 15 / 6. Det er ikke skilt på kostnadene til nybygg og retrofit.

Tiltaket har negativ driftskostnad. Det vil si at rederen, og/eller fiskeren, sparer penger fordi elektrisk kraft er billigere enn marin gassolje, MGO. Prisen på MGO er satt til 5,3 kr/kg drivstoff i 2021 og 2030. Prisen på elektrisk kraft er satt til 139 kr/GJ i 2020 og 158 kr/GJ i 2030. Videre vil hybridisering som oftest gi drift- og vedlikeholdsbesparelser.

Utslippene av NO_X blir også redusert som følge av tiltaket, og i 2030 er reduksjonen 183 tonn NO_X. Eksterne kostnader fra redusert utslipp av NOx er inkludert. Reduserte NOx-utslipp gir reduserte helseskader i befolkningen og vil således medføre sparte utgifter til helseskader, og besparelsene er satt til 22 kr/kg NO_X redusert [1].

Tiltakets kostnadsbrøk er beregnet til å være 3140 kr/tonn CO_2 redusert. Tiltaket kommer derfor i kostnadskategori over 1500 kr/tonn CO_2.

Ikke prissatte konsekvenser

Bedre arbeidsmiljø som følge av reduserte støyplager og reduserte utslipp av forbrenningskomponenter, herunder utslipp av SO_X og partikler, er konsekvenser som ikke er prissatt i tiltakskostnadene. Verdsetting av disse konsekvensene ville i så fall framkommet som økonomiske besparelser som følge av reduserte helseskader, men reduksjonene er såpass små at de ikke er inkludert.

Usikkerhet

Det er usikkerhet knyttet til SSBs utslippsdata for fiske og fangst, og dermed også til Finansdepartementets framskriving. Dette gjelder særlig fordelingen mellom innenriks sjøfart og fiske. Det kan også være noe salg av diesel som ikke blir registrert. Dette kan indikere at utslippsestimatet for fiske er noe underestimert i utslippsregnskapet. Hvor mye dette utgjør er svært usikkert.

En god del fiskefartøyer bunkrer drivstoff i utenlandske havner, og selv om de stort sett trafikkerer norske farvann blir ikke dette utslippet inkludert i det norske utslippsregnskapet. Utslippene fanges imidlertid opp i AIS-dataene, og får betydning når AIS-data brukes som grunnlag for beregning av utslipp og muligheter for utslippsreduksjoner, og når disse utslippene og utslippsreduksjonene skal avstemmes mot Finansdepartementets framskriving, som tar utgangspunkt i SSBs statistikk. Dette øker analysens usikkerhet.

Usikkerheten i kostnadsestimatene ligger først og fremst i usikkerheten i den framtidige prisen på drivstoff, herunder prisen på elektrisk kraft.

Barrierer og mulige virkemidler

Tilgang på hybridelektrisk teknologi ser ikke ut til å være en barriere, men etterspørselen av denne teknologien er en vesentlig barriere.

Den økonomiske risikoen for den enkelte reder ved å investere i hybridelektrisk teknologi er den største barrieren. Selv om driftskostnadene er lavere, er investeringen for hybridelektrisk teknologi høyere enn for tradisjonelle dieselmotorløsninger.

Teknologiens egnethet overfor ulike fartøy varierer. Investeringer på mindre fartøyer, med korte turer og lange perioder ved kai, kan være lettere å nedbetale i forhold til investeringer på større fartøyer som går lange strekk der det hybridelektriske framdriftssystemet i hovedsak bruker diesel. Batteriene krever en del plass om bord, og størrelsen må sees i forhold til andre behov, som for eksempel lastekapasitet. Størrelsen på batteriene avgjør hvor mye elektrisitet som kan lagres, og dermed hvor langt fartøyene kan gå før batteriene må lades. Fartøyenes

seilingsmønster er derfor viktig for tilbakebetaling av investeringen, og vanskelige vurderinger i forhold til egnethet på de ulike fartøyene kan være en barriere. Det er også sannsynlig at fartøyene endrer seilingsmønster basert på endrede fangstoppdrag, og dermed også endrer teknologiens egnethet.

Denne problemstillingen er også relevant i forhold til fartøyenes annenhåndsverdi. Et hybridelektrisk fartøy kan være mer eller mindre egnet til ulike typer fiskeri, og derfor mer eller mindre lett å avhende. Usikkerhet om annenhåndsverdi kan derfor også være en barriere.

Tilgang på landstrøm i havn for lading av batterier er en barriere, fordi infrastrukturen for lading av fartøyer foreløpig er lite utbygget. Effektiviteten i tiltaket øker hvis tilgangen på landstrøm er god, og tilbakebetalingstiden for investeringen reduseres.

Usikkerhet rundt selve teknologien er også en barriere, men da mest i forhold til hvordan av det hybridelektriske systemet vil virke på et fartøy i aktivt fiske. De enkelte komponentene som inngår i systemet, som strømaggregater, elmotorer og batterier, er kjent teknologi.

Privatøkonomisk analyse

De privatøkonomiske kostnadene er også er også beregnet, i tråd med veilederen (vedlegg II). Investeringskostnadene og levetiden er uendret i forhold til den samfunnsøkonomiske analysen. I den privatøkonomiske analysen er imidlertid drivstoffavgiftene inkludert, men ikke MVA. De eksterne kostnadene fra redusert utslipp av NO_X er heller ikke inkludert. Alle kostnadene er diskontert ned til 2019 med rente på 9,5 prosent.

Miljødirektoratet har beregnet størrelsen på et kostnadstillegg per kilo CO_2 som reduseres, og lagt dette inn i beregningene slik at den privatøkonomiske nåverdien blir null. Basert på beregningene og antagelsene som ligger til grunn innebærer det at CO_2-avgiften må økes med flere tusen kroner per tonn CO_2 for at tiltaket skal bli utløst av CO_2-avgift alene. Problemstillingen er nærmere omtalt i kapittel 5.9.2 i hovedrapporten del A.

Mulige virkemidler

Informasjon og økt kunnskap om hybridelektriske løsninger, og økt kunnskap om seilingsmønster og energisparing kan øke redernes interesse for å investere i hybridelektriske løsninger. Opprettholdelse og økning av dagens tilskuddsordninger fra Enova og Miljødirektoratet vil redusere redernes risiko ved å investere i hybridelektriske løsninger, og dermed øke interessen for dette.

Økt CO_2-avgift kan være et virkemiddel, men kan også ha negative konsekvenser. Det kan bli mer lønnsomt og bunkre drivstoff i utenlandske havner og samtidig levere mer av fangsten i de samme havnene. Norsk næringsliv vil da kunne tape viktige inntekter fra leveranser og foredling av fisk [3].

Referanser

[1] DNV GL (2019). Reduksjon av klimagassutslipp fra innenriks skipstrafikk. Rapportnr 2019-0939. M-1626|2020. Oppdragsrapport for Miljødirektoratet.
[2] DNV GL (2014). Sammenstilling av grunnlagsdata om dagens skipstrafikk og drivstofforbruk. Rapportnr 2014-1667. Oppdragsrapport for Klima- og miljødepartementet.
[3] Klimautvalet for fiskeflåten (2019). Klimatiltak og virkemiddel i fiskeflåten. Rapport fra et partssammensatt utvalg om klimavirkemidler i fiskerinæringa.

S08 Tiltak på bulkskip

		2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Utslippsreduksjon (mill. tonn CO_2)	Plug-in	-	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
	LNG	-	0,000	0,001	0,002	0,002	0,002	0,002	0,004	0,008	0,008	0,008
Utslippsreduksjon 2021-2030		**0,088 millioner tonn CO_2**										
Kostnadskategori		**Ammoniakk > 1500 kr/tonn CO_2 Plug-in < 500 kr/tonn CO_2 LNG 500–1500 kr/tonn CO_2**										

Beskrivelse av tiltaket

I 2018 var innenriks utslipp fra bulkskip 363 300 tonn CO_2, hvorav ca. 159 000 tonn CO_2 stammer fra skip som oppholdt seg mer enn 80 prosent av tiden i NØS [1]. Bulkskipene stod for ca. 10,8 prosent av alle utslipp fra innenriks sjøfart (ekskludert fiske). Utslippene inkluderer ikke utslipp i havn, som kan inkludere utslipp fra fartøy i internasjonal fart. Det var 2 507 bulkskip registrert i innenrikstrafikk i NØS i 2018. Skipskategorien er dermed størst målt i antall skip. Bulkskip[54] er en skipskategori med flere undergrupper: tørrbulkskip, råoljetankere, produkttankere, kjemikalietankere og gasstankere.

Tiltak for bulkskip innebærer at ulike alternative drivstoff implementeres på de skip der det er teknisk mulig og er vurdert som realistisk gjennomførbart. DNV GL [1] har vurdert dette mulighetsrommet. Det er lagt opp til en innfasing av ammoniakk, plug-in og LNG for bulkskip. DNV GL inkluderte også ammoniakk for dette tiltaket, men det har falt ut gjennom en tidsforskyvning for ammoniakk slik at tiltaket ikke blir gjennomført før etter 2030.

Bakgrunn

Selv om det er ca. 2500 bulkskip som har utslipp i norske farvann kommer om lag 90 prosent av utslippene fra 160 skip, som er betydelig eldre og mindre enn gjennomsnittet i denne skipskategorien [2].

Tabell T 20. Oversikt over bulkskip. [55] Kilde: DNV GL (2019) [2].

Skipstype	Antall	Gj.snittsalder (år)	Gj.snittsstørrelse (DWT)	Innenriks utslipp (1000 tonn CO_2)
Tørrbulkskip	1 032	8	64 200	112
Råoljetankere	369	10	118 500	174
Produkttankere	126	14	36 300	24
Kjemikalietankere	666	11	26 300	195
Gasstankere	187	9	25 400	89
Våt- og tørrbulk totalt	**2 380**	**10**	**57 500**	**594**

Bulkskipene er generelt relativt store og yngre skip med en gjennomsnittsalder på ca. ti år. De største bulkskipene er råoljetankerne og de yngste er tørrbulkskipene. Enkelte tankskip har allerede i dag installert batteriteknologi.

Et **tørrbulkskip** frakter blant annet byggeråstoff til ulike deler av byggebransjen slik som stein, pukk, sand og sement til infrastruktur og bygninger. Seilingsmønsteret til tørrbulkskipene har stor spredning, der noen utelukkende går i innenrikstrafikk, mens andre seiler til internasjonalt. En stor andel av varene fraktes for utenlandske vareeiere og konkurransen er internasjonal. Ca. 70 prosent av lasten er kontraktsbasert, med kontraktslengder på ca. 3-5 år. Noen kontrakter strekker seg fra 7-10 år [2].

[54] Våt- og tørrbulkskip er videre omtalt som bulkskip, der annet ikke er spesifisert.
[55] Merk at disse tallene er for 2017 og avviker noe fra 2018-tallene. Det er flere skip, men mindre utslipp i 2018.

En **oljetanker** frakter som hovedsak råolje i bulk. Oljetankerne er generelt sett store fartøy med stor lastekapasitet og går ofte i utenriksfart. Enkelte oljeskip (shuttletankere) er spesialdesignet til å ilandføre olje fra offshorefeltene. 80 prosent av norsk råoljeproduksjon ble i 2017 transportert på skip. Oljetankere er spesialisert til kun å frakte råolje og handelsrutene og fartøyene er derfor mer standardiserte.

Et **produkttankskip** er et oljetankskip som frakter et annet produkt enn råolje. Forskjellen mellom et oljetankskip og et produkttankskip er at sistnevnte frakter mer raffinerte produkter og gjerne produkter med ulike kvaliteter i egne tanker. Det betyr at det er egne pumpe- og rørsystem for lasting og lossing for disse skipene også. Eksempler på produkter som fraktes kan være parafin og bensin. Mye av tanktrafikken i Norge består av distribusjon av oljeprodukter fra Mongstad og Slagentangen til tankanlegg langs hele kysten.

En **kjemikalietanker** er et skip bygget for spesialtransport av kjemikalier. Skipene kan normalt frakte flere forskjellige produkter ettersom tankene har sitt eget pumpe- og rørsystem for lasting og lossing. Eksempler på produkter kan være ammoniakk, vegetabilske oljer og metanol.

Gasstankere er spesialskip laget for transport av flytende gasser. De frakter for eksempel ammoniakk, etylen, LNG og LPG. Gassene holdes flytende om bord ved hjelp av overtrykk, kjøling og/eller med isolasjon. Hammerfest havn er dominerende for utenriksfart, mens Haugesund og Bergen & Omland er de største havnene for innenriks utskipning av flytende gass.

Aktørbildet består i hovedsak av rederier og vareeiere som inkluderer både kjøpere og selgere av ulike produkter. Disse inngår enten kontrakter for frakt av varer over en gitt tidsperiode (fra noen måneder til flere år) eller kjøper frakttjenesten i et spotmarked til en varierende pris. Prisen defineres etter tilbud og etterspørsel og påvirkes av internasjonale rater. Mange av bulkskipene og norske rederier opererer derfor i et internasjonalt konkurranseutsatt marked. Tankskip kan både ha korte og lange (opptil 15 år) kontrakter.

De største skipene i bulksegmentet opererer i hovedsak med 2-takt hovedmotor og flere hjelpemaskiner og de benytter i ofte tung- eller hybridolje (olje med lavt svovelinnhold). De mindre skipene har ofte 4-taktsmotorer og benytter i hovedsak marin gassolje.

En del skip har egne kransystemer, spesielt innenfor tørrbulksegmentet, der batterihybridisering kan være et godt egnet tiltak. Hybridisering kan også være et aktuelt tiltak for andre faser av driften.

Mulighetsrommet for eksisterende skip er mer begrenset enn for nybygg. For eksisterende skip med høy alder kan kostnadene bli for høye, og tilbakebetalingstiden på investeringen for kort.

Dagens virkemidler

- Enova kan blant annet støtte merkostnaden ved investering i ny teknologi, både på skip og infrastruktur.
- NOx-fondet kan gi støtte til investering i skip, dersom NOx-utslippene reduseres.
- IMOs EEDI og SEEMP-krav. Alle nye skip (det vil si skip med inngått byggekontrakt 1. januar 2013 eller senere) som faller inn under bestemte skipskategorier (bulkskip, gasstankskip, tankskip, containerskip, stykkgodsskip, kjøleskip, kombinasjonsskip, passasjerskip, roro-lasteskip og roro-passasjerskip) skal beregne sin oppnådde EEDI (Energy Efficiency Design Index). Beregningen av indeksen skal gjøres som beskrevet i retningslinjer fra IMO. Fra og med 1. januar 2013 skal alle skip ha en skipsenergieffektivitetsplan – SEEMP (Ship Energy Efficiency Management Plan) om bord. IMO har gitt retningslinjer for utvikling av SEEMP.
- IMOs ECA-områder, er områder der det er innført utslippsgrenser for enten NOx- eller SOx-utslipp
- Avgifter på drivstoff, på både CO_2 og NOx kan bidra til å gjøre nye tiltak mer privatøkonomisk lønnsomme.
- ESI (Environmental Ship Index) er en indeks som rangerer skipets miljøprofil basert på utslipp av NOx, SOx og CO_2. Havnene kan bruke indeksen til å differensiere avgiftene basert på skipenes miljøprofil.

Nullalternativ og utslippsreduksjonspotensial

DNV GL har utviklet en modell for å beregne utslippsreduksjoner fra skipsfarten. Denne modellen kjøres i to omganger, først for å analysere enkelttiltak for å kartlegge det rent tekniske potensialet. Deretter kjøres den igjen på

en pakke av tiltak utvalgt av DNV GL, som legger til grunn en reduksjon av innenriks CO_2-utslipp i 2030 med 50 prosent fra dagens nivå (2018). Tiltakene må i så stor grad som mulig være realistisk gjennomførbare, med tanke på teknologisk modenhet, tilgjengelighet av drivstoff, og andre barrierer. Videre prioriteres tiltakene etter lavest mulig samfunnsøkonomisk tiltakskostnad.

Spesielt begrepet "realistisk gjennomførbart" åpner for tolkning. Det tekniske potensialet er beregnet ned på hvert enkeltskip og deretter aggregert innenfor hvert skipssegment. Skipene som får tiltak har mer enn 80 prosent av sin operasjon i norske farvann. Dette sikrer god overlapp mot det nasjonale utslippsregnskapet og sannsynliggjør god effekt av virkemidler.

For å redusere bruken av biodrivstoff som må brukes til å nå målene, appliserer DNV GL ammoniakk og hydrogen der det er mulig fra 2025.

- Hydrogen appliseres på offshore, cruise, andre spesialskip, samt passasjerskip.
- Ammoniakk appliseres på bulkskip, godsskip og havbruk

Barrierene for begge teknologiene har mange likhetstrekk. Ingen av teknologiene er på markedet, men er under utvikling. Regelverket er ikke på plass og godkjenning krever prosesser. Bunkringsinfrastruktur er ikke tilgjengelig og drivstoffkostnaden er høy.

På de skipene som ikke er teknisk egnet til å implementere ammoniakk eller hydrogen er plug-in elektrifisering på både nybygg og retrofit applisert. For de skipene som verken kan benytte ammoniakk, hydrogen eller plug-in er LNG applisert. LNG-skip er primært en døråpner for bruk av biogass (LBG) til skipsfart, da LNG har begrenset utslippsreduksjonspotensial isolert sett. De skipene som ikke er teknisk egnet til å benytte noen av de ovenstående løsningene, benytter enten annet biodrivstoff eller fossilt drivstoff. Innfasing av biodrivstoff er et eget tiltak. Det er også lagt til grunn at retrofit-takten trappes opp fra 1 prosent i 2025 til 10 prosent i 2029 og 2030. Etter denne metodikken appliseres ammoniakk, plug-in og LNG på bulkskip.

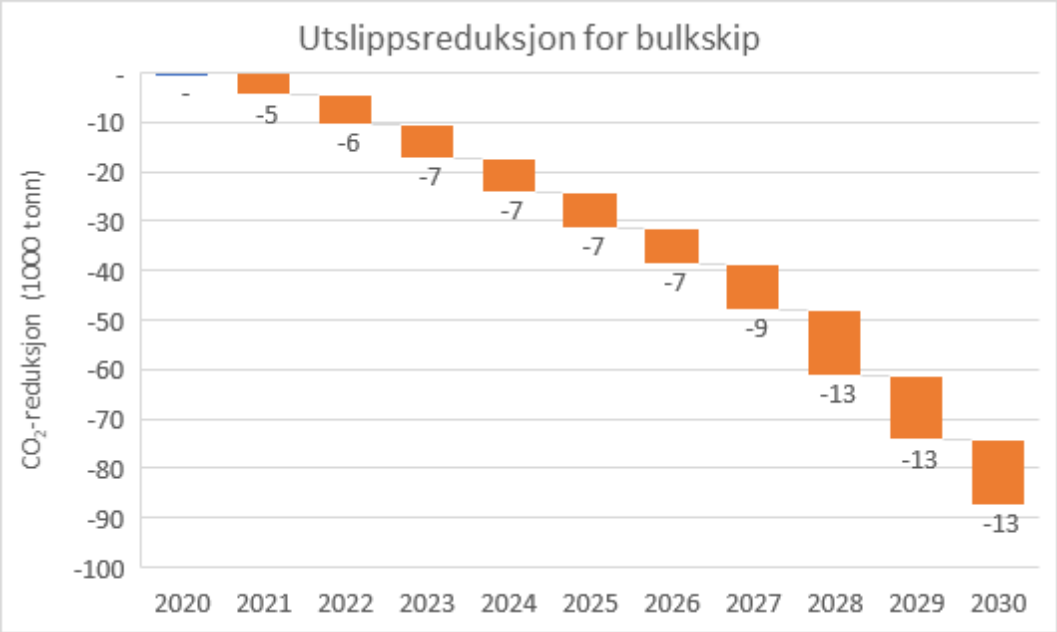
Faggruppen i Klimakur 2030 har videre skalert resultatene til DNV GL og har vurdert innfasing av og størrelse på tiltakene i lys av identifiserte barrierer og virkemidler. Særlig barrierene knyttet til teknologiusikkerhet er vesentlige. Sammenlignet med DNV GLs analyse er ammoniakktiltaket forskjøvet tre år i tid og plug-in hybridtiltaket er nedjustert med 50 prosent. Faggruppen har vurdert usikkerheten for ammoniakk for betydelig og har dermed utsatt tiltaket, noe som betyr at tiltaket ikke realiseres før 2030 og det faller derfor ut av utslippsreduksjonspotensialet. LNG-tiltaket er uendret fra DNV GLs analyse. Plug-in tiltaket er nedjustert ved at vi i ser det som realistisk med mindre grad av hybridisering enn det som er teoretisk potensiale, samt høy kostnad for stor grad av hybridisering.

Tiltakene for bulkskip er beregnet til samlet å medføre en reduksjon av utslipp 0,088 millioner tonn CO_2, etter faggruppens skalering.

Plug-in elektrifisering bidrar til å redusere ca. 49 000 tonn CO_2 fram mot 2030. Innfasingen vil starte i 2022. Plug-in-fartøy bruker strøm direkte fra batterier som benyttes til ulike faser av driften til fartøyet (framdrift i ulik grad, strøm til driften av hotellet/skipet før øvrig, "peak shaving"/kutting av effekttopper eller til lasthåndtering). Grad av elektrifisering og størrelse på batteripakken vil variere. Det vil trolig være en større andel skip som elektrifiseres i mindre grad, for eksempel der hovedmotivet er støttefunksjoner til lossing eller havneoperasjoner.

LNG bidrar til å redusere ca. 38 000 tonn CO_2 fram mot 2030, der ca. 15 skip vil være på vannet med teknologien i tiltaket. Innfasingen vil starte i 2021. LNG-skip benytter en gassmotor som brenner den flytende metangassen. Dette er tilgjengelig og kjent teknologi uten store utfordringer.

Utslippene i referansebanen tilsier en økning for bulkskip fra ca. 159 000 tonn CO_2 til ca. 166 000 tonn CO_2 i 2030, en økning på ca. 7 000 tonn CO_2. Tiltakene for bulkskip samlet kan føre til en reduksjon av utslipp 0,088 millioner tonn CO_2 eller en utslippsreduksjon på ca. 8 prosent fram mot 2030 fra 2018-nivå for skip som oppholder seg mer enn 80 prosent av tiden i NØS.



Figur T 20. Utslippsreduksjon for bulkskip.

I referansebanen ligger det inne 129 skip som får LNG som drivstoff av totalt 706 bulkskip i 2030. Flåten antas å øke med 20 skip fra 2018-2030 (505-706 bulkskip). Økningen i referansebanen gjelder for alle skip, også de som er under 80 prosent av tiden i norske farvann.

Tiltakskostnad

I DNV GL sin tiltakspakke havner den samfunnsøkonomiske tiltakskostnaden for LNG-tiltak i kostnadskategori 500-1500 kr/tonn CO_2, mens plug-in-tiltaket havner i kostnadskategorien under 500 kr/tonn CO_2. Ammoniakk havnet i øverste kostnadskategori, over 1500 kr/tonn CO_2.

Etter faggruppens nedskalering flyttes tiltaket fra kostnadskategori under 500 kr/tonn CO_2 til kostnadskategori 500-1500 kr/tonn CO_2 for å ta hensyn til infrastrukturkostnader. Det vil være store variasjoner i tiltakskostnader innenfor tiltakene. Noen tiltak på skip vil bli billigere eller dyrere enn andre og det ligger store usikkerhetsmomenter i innfasingen og utbredelsen av tiltakene.

For begge drivstoffteknologiene er investeringskostnaden den store kostnadsdriveren for tiltakene. Driftskostnaden med batterier er antatt å være noe lavere eller tilsvarende dagens driftskostnader, men det er også usikkerhet knyttet til dette. Driftskostnadene til LNG antas å være lavere, men vil avhenge av framtidige avgifter på drivstoffet i tillegg til markedsmessige svingninger. LNG har ikke lengre avgiftsfritak for CO_2.

Tiltaket vil redusere lokal luftforurensning og er spesielt relevant når skipet er i havn. NOx-utslipp verdsatt til 22 kr/kg.

For den samfunnsøkonomiske kostnadsberegningen er det lagt til grunn en fire prosent kalkulasjonsrente for perioden mot 2030, i henhold til Finansdepartementets rundskriv R-109/2014. I den privatøkonomiske analysen er det benyttet en rente på 9,5 prosent.

Usikkerhet

Tabell T 21. Usikkerhetsvurdering.

Type usikkerhet	Beskrivelse	Følsomhet/sensitivitet	
		Utslippsreduksjonspotensiale	Kostnadskategori
Innfasing	Det er knyttet usikkerhet til innfasingen av plug-in-tiltaket. Innfasingen kan både skje tidligere og i større omfang, men også mindre. LNG-tiltaket er mindre usikkert.	Innfasingen av plug-in kan ha stor betydning for utslippsreduksjonspotensialet hvis den skjer raskere og i større omfang og motsatt om innfasingen blir redusert. Endringer i LNG-innfasingen vil ha begrenset effekt.	En raskere innfasing av plug-in kan bety en reduksjon av tiltakskostnadene over tid. Kostnadskategorien vil trolig fortsatt ligge i grenseland mellom 500-1500 kr/tonn CO_2 og over 1500 kr/tonn CO_2. Kostnadskategorien for et tiltak vil i stor grad variere i takt med størrelsen på batteriinstallasjonen ettersom investeringskostnaden for batteripakken er vesentlig.
Referansebane	Det ligger en betydelig andel LNG-skip i referansebanen, dette er det knyttet usikkerhet til og antallet skip kan bli mindre. Ingen plug-in-skip ligger i referansebanen.	Færre LNG-skip i referansebanen vil bety at utslippene i referansebanen vil bli noe høyere, men det er begrenset gitt den relativt lave utslippsreduksjonen LNG-skip representerer.	Det er ikke forventet at dette vil endre kostnadskategorien for tiltaket.
Kostnad	Det er knyttet stor usikkerhet til kostnadene for plug-in-tiltaket. LNG-tiltaket er det knyttet lite usikkerhet til, men noe usikkerhet ifbm. pris på LNG.	Blir investeringskostnaden vesentlig redusert fram mot 2030 kan man trolig påvirke innfasingen og dermed utslippsreduksjonene. Blir både investeringen og driften billigere enn antatt vil man trolig se en økt interesse og investeringsvilje for plug-in-skip.	Investerings- og driftskostnader for plug-in-skip vil i stor grad påvirke kostnadskategorien for tiltaket. Endringsretningen på kostnadene vil sammenfalle med evt. endringer i kostnadskategori. Det er mulig at skip med relativt små batteripakker kan havne i laveste kostnadskategori.
Teknisk potensial	Det tekniske potensialet til plug-in-skip er trolig stort, men usikkert. Utviklingen av ammoniakkmotorer er usikker. LNG-teknologien er godt kjent.	Kan ha stor effekt. Viser det seg at det tekniske potensialet er større vil innfasingen trolig øke og utslippsreduksjon også. Viser det seg vanskeligere å innføre den nye teknologien enn antatt, kan det få motsatt effekt.	Det forventes ikke at det tekniske potensialet kan endre kostnadskategorien for tiltaket vesentlig over en 10-årsperiode. Batterikostnadene er forventet å synke fram mot 2030.

Barrierer

Kostnader

Den virksomheten som anskaffer fartøy med lave klimagassutslipp står ovenfor store merkostnader, men det knyttes relativt stor usikkerhet til kostnadsnivået.

Investeringskostnader

Merkostnadene til **batteridrevne** fartøy vil være knyttet til batterier, kraftelektronikk og ladesystemer. Prisutviklingen både på cellenivå og batteripakker klargjort for marin bruk kan spille en vesentlig rolle for kostnadsnivået knyttet til innfasingen på lang sikt. Det forventes at kostnadene på systemintegrasjonen og pakkenivå vil reduseres, men en begrenset kostnadsreduksjon på cellenivå. Ny batteriteknologi kan endre bildet for elektrifisering. Grad av elektrifisering vil spille en avgjørende rolle for kostnadsnivået.

Merkostnadene ved bygging av **LNG-skip** er relativt godt kjent og en tommelfingerregel er at de har en merkostnad på investeringen på ca. 10-20 prosent sammenlignet med konvensjonell dieselteknologi [2].

Driftskostnader

Det er knyttet betydelige usikkerheter til driftskostnadene, spesielt fordi tiltaksperioden strekker seg over flere år. Prisen på drivstoff vil være den avgjørende faktoren for driftskostnader knyttet til skip.

LNG kan gi reduserte driftskostnader, men dette avhenger i stor grad av avgiftsnivået og av markedsmessige svingninger. LNG betaler i dag CO_2-avgift og det foreligger planer om å øke denne flatt i alle sektorer i årene som kommer, men det knyttes usikkerhet til om dette faktisk vil gjennomføres. LNG-prisen er satt konstant over hele tiltaksperioden. I tiltaksperioden er det lagt inn en flat pris på fra 7 912kr/tonn fra 2020-2030 (privatøkonomisk kostnad, inkludert eventuelle avgifter, eks. mva.).

Strømprisen vil påvirke driftskostnadene til **batteridrevne** fartøy, og her er prisen på effektleddet viktig. Strømprisen vil også påvirkes av tilgjengeligheten på strøm og om nettet må forsterkes for å tilgjengeliggjøre lading med ønskede effekter. En elektromotor med energi matet fra et batteri er betydelig mer energieffektivt enn en dieselmotor.[56] Driftskostnadene kan både bli høyere eller lavere og det er stor usikkerhet knyttet til dette. Ettersom grad av elektrifisering vil variere betraktelig fra skip til skip er det utfordrende å gi en generell konklusjon på kostnadsnivået.

Annenhåndsverdi

Ved innførsel av ny teknologi i et nytt marked, vil det knyttes usikkerhet til verdien av fartøyet ved videresalg. Annenhåndsverdien vil også bero på tilgjengeligheten for nødvendig infrastruktur i driftsområdet til kjøperen. Tilgjengelighet på infrastruktur kan være en absolutt barriere.

Teknologi

Det eksisterer en viss teknologisk barriere ved innfasingen av batterier til bulkskip. Batterier er brukt på en rekke ulike fartøy og anses i stor grad som kjent teknologi. Allikevel kan det knyttes en teknologisk overgangsbarriere fra kjent til mindre kjent teknologi.

Det er ikke knyttet spesielle teknologiske barrierer til innfasingen av LNG-skip.

Infrastruktur

Kostnader for utbygging av drivstoff- og ladeinfrastruktur i havn er ikke inkludert eksplisitt i underlagsstudien fra DNV GL. Kostnadene er inkludert implisitt gjennom priser for aktuelle drivstoff. Det finnes i dag begrensede muligheter for bulkskip å lade ved kai, men det pågår utbygging i mange havner og enkelte havner har allerede installert landstrøm.

Infrastrukturkostnadene avhenger i stor grad av energi- og effektbehovet til fartøyene og vil således være relativt stedsspesifikt. Behovet vil variere med operasjonsprofil, liggetider og distanser.

I enkelte havner kan det oppstå problematikk rundt tilgjengelig arealer, samt begrensninger i det lokale nettet, men dette anses ikke som en stor eller absolutt barriere over tid.

Reguleringer

Dagens regulering og prissetting av CO_2 i MGO, gjør innfasingen av ny og dyrere teknologi mer utfordrende enn det kunne ha vært, om CO_2-prisen hadde vært høyere. Gapet mellom konvensjonell teknologi og ny teknologi er stor.

Tilbakebetalingstid og investeringshorisonter

Enkelte skipssegmenter, men også enkelte skip innenfor ulike skipssegmenter opererer på meget korte kontrakter. Disse aktørene har krav til kort tilbakebetalingstid når de vurderer innkjøp av nytt fartøy med ny teknologi. Det er mindre risiko ved investeringen for rederen hvis det er sikkerhet rundt oppdrag og inntjening langt fram i tid.

[56] Det koster MF Ampere ca. 150 kr. per overfart med strøm og ca. 380 kr. per overfart med diesel for dieselfergene på samme samband [3]. Kostnadene vi variere fra lokasjon til lokasjon.

Mangel på egenkapital

Enkelte aktører har lave marginer og lite egenkapital. Dette gjør at overgangen til ny teknologi blir for dyrt og oppleves som vanskelig.

Mulige virkemidler

Opptrapping av CO_2-avgiften på marint drivstoff vil redusere kostnadsspranget fra konvensjonell teknologi til ny og dyrere teknologi.

Fjerne refusjonsordning for grunnavgift på mineralske produkter som brukes til gods- og passasjertransport i innenriks farvann (refusjonen tilsvarer ca. 1,68 kr/liter i dag).

Det offentlige kan stille **krav til nullutslipp eller sette utslippskrav** for skipsaktivitet som omhandler bulkskip. For eksempel skipes en del råstoff til byggebransjen på tørrbulkskip, der det offentlige som innkjøper eller byggherre kan stille krav til transporten. For våtbulk er bildet noe annerledes ettersom det offentlige ikke er en spesielt stor kunde, men for enkelte skip kan det være muligheter for å stille krav knyttet opp til virksomhet rundt oljeproduksjon og transport av oljeprodukter. Det vil være en rekke utfordringer knyttet til dette som ikke er vurdert videre her.

Ved å stille krav kan man drive utviklingen videre og kan bidra til å redusere den teknologiske risikoen, samtidig som utslippene reduseres. Det kan også bidra til at tilbudet av løsninger øker. Krav i seg selv løser ikke kostnadsbarrieren, men vil kan bidra til kostnadsreduksjoner på lang mellom- til lang sikt.

For å løse kostnadsøkningen, kan reder eller virksomhet søke **støtte hos Enova eller NOx-fondet** for å redusere investeringskostnadene. Ettersom NOx-fondsavtalen utløper i 2025 og de ikke kan støtte nybygg etter 2021, mister denne støtteordningen en del effekt fram mot 2030.

I handlingsplanen for grønn skipsfart fremmes følgende forslag [4]:

- *"Stille krav om nullutslippstransport i leveranser til det offentlige, der det ligger til rette for det"*

For å redusere barrieren med driftskostnader kan man tillatte **utkoblbar tariff** ved landstrømsinstallasjoner.

EPI (Environmental Port Index) kan utvides til å inkludere andre skipssegmenter og premiere skip med god profil, eller straffe de med en dårlig profil via differensiering av havneavgifter der dette er relevant.

Konsekvenser

- Innfasing av skip med plug-in og til en viss grad LNG-skip kan redusere lokale utslipp og bidra til å forbedre lokal luftkvalitet.
- Krav til bulkskip i offentlige anskaffelser kan få konsekvenser for bruk av skipstransport. Godslekkasje til vei kan bli en mulig effekt.
- Innfasingen av LNG-skip gir et større grunnlag der biogass kan blandes inn og gi ytterligere utslippsreduksjoner.

Referanser

[1] DNV GL (2019). Reduksjon av klimagassutslipp fra innenriks skipstrafikk. Rapportnr 2019-0939. M-1626|2020. Oppdragsrapport for Miljødirektoratet
[2] DNV GL (2019). Barometer for grønn omstilling av skipsfarten. Rapportnr 2019-0080. Oppdragsrapport for Klima- og miljødepartementet.
[3] Sysla Maritim. Denne fergen bruker strøm for 150 kroner per tur. 01.01.19.
[4] Departementene (2019). Handlingsplan for grønn skipsfart. 20.06.19.

S09 Tiltak innen havbruk

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Utslippsreduksjon (mill. tonn CO_2-ekv.)	-	0,04	0,08	0,11	0,15	0,18	0,21	0,24	0,27	0,32	0,37
Utslippsreduksjon 2021-2030	**1,97 millioner tonn CO_2-ekv.** (Herav antas 0,90 millioner tonn fra anleggsdiesel, som treffer annen utslippskilde i SSB-statistikk.)										
Kostnadskategori	**Under 1500 kr/tonn CO_2-ekv. for alternative drivstoff og energieffektiviseringstiltak, og over 1500 kr/tonn CO_2-ekv. for batterihybridisering. Betydelig forskjell mellom fartøy.**										

Beskrivelse av tiltaket

Tiltaket går ut på elektrifisering av havbruksnæringen, innfasing av plug-in hybrid i 22 havbruksskip i perioden 2021-2024 og innfasing av ammoniakk på 53 havbruksskip i perioden 2025-2030.

Elektrifiseringen innbefatter elektrifisering av oppdrettsanlegg og fartøy (servicefartøy, arbeidsbåter og lokalitetsbåter) som benyttes i havbruksnæringen. Utslipp og tiltak forbundet med den landbaserte delen av næringen, for eksempel settefiskproduksjon på land, er ikke omfattet av tiltaket. Reduksjon av utslipp oppnås ved å unngå dieselforbruk og konvertere til batterielektrisk drift. Utslippsreduksjonen kan oppnås på flere måter:

1. Elektrifisering av lokaliteter (fôrflåter og merder). Mesteparten av dieselen brukes på fôrflåter, for eksempel til maskineri for foring av fisk. Dieselaggregater med lav utnyttelsesgrad kan erstattes med landstrøm eller lokal elektrisitetsproduksjon.
2. På fartøyene kan dieseldrevne motorer erstattes med batterielektriske driftssystemer.
3. Elektrifiserte fôrflåter kan fungere som lokalitetens energisentral, og la elektriske fartøy tilføres elektrisitet ved merdene.

I tillegg inkluderes to tiltak beskrevet i rapporten "Reduksjon av klimagassutslipp fra innenriks skipstrafikk" [1]. Disse tiltakene er:

1. Tiltak 1.2 Ammoniakk på havbruksskip
2. Tiltak 4.5 Plug-in hybrid i havbruksskip

Bakgrunn

Elektrifisering av lokaliteter krever at det legges landstrøm til fôrflåtene og merdene, via sjøkabel. Kostnadene for tiltaket er avhengig av avstand til nettinfrastruktur på land, og tilgjengelig nettkapasitet i området. Elektrifisering av lokaliteter langt til havs vil kreve utvikling av ny teknologi. En mulig løsning er distribuert produksjon av hydrogen som kan benyttes til å produsere strøm. Til en viss grad kan også utslippene tas ned ved å sette opp hybride løsninger der dieselaggregat samspiller med batteri.

En oppdrettslokalitet bruker ca. 70 000 liter diesel per år (midlet over driftstid - en lokalitet er gjerne i drift ett og et halvt år om gangen før den legges brakk i en periode og så tas i bruk igjen). Det er i dag ca. 1000 lokaliteter i drift, som potensielt bruker ca. 70 millioner liter diesel i året til fôrflåten (fartøy kommer i tillegg). Det er anslått 10 prosent elektrifisering av lokaliteter og fartøy per år, første år 2021.

En stor utfordring ligger i den voldsomme økningen man forventer i produksjon av oppdrettsfisk fram mot 2050. Man ser for seg at produksjonen skal femdobles sammenlignet med 2010 [2]. Det introduserer potensielt sett nye 280 millioner liter diesel til dieselaggregat (i tillegg til de 28 millionene vi antar står igjen nå) med mindre det blir storstilt elektrifisering. Kostnader ved å elektrifisere avhenger sterkt av avstand fra land, samt hvor godt nettet er på land (hvorvidt anleggsbidraget vil bli veldig stort). Lønnsomheten avhenger sterkt av nettleien til de ulike nettselskapene. Samlet strømpris for de ulike lokalitetene kan variere fra 50 øre/kWh til 1,50 kr/kWh.

Elektrifisering av fartøy innebærer en generell energieffektivisering av fartøyet i kombinasjon med at batteri benyttes til framdrift. Havbruksfartøy egner seg godt for elektrifisering, ettersom de ofte kjører korte avstander lokalt og det er snakk om mindre båter (lav vekt). Videre vil **lading på forflåte/merder** være en god utnyttelse av strøm fra land til lokalitetene.

Tilkobling til landstrøm er et nødvendig tiltak i kombinasjon med batteripakke. Fartøyene kan være helt eller delvis elektrifisert avhengig av tilgang på ladestrøm, kjørelengde og effektbehov. Elektrifisering av fôrflåtene som leverer energi til merdene (beskrevet over) vil gjøre det mulig for fartøy å benytte strøm til energikrevende operasjoner ved merdkant, og er anslått til å redusere 75 prosent av drivstofforbruket til arbeids- og servicefartøy. Til nå har det i størst grad vært hybridisering på fartøysida, hvor batteriet blir brukt til peakshaving og man tar i bruk landstrøm. Elektrisk utstyr på båtene (kraner, vinsjer osv.) er aktuelle tiltak som bidrar til å øke hybridiseringsgraden og gir en mer optimal utnyttelse av batteriene, det samme er for eksempel varmepumpeløsning for produksjon av varmtvann for avlusing.

Oppdrettsnæringen er avhengig av tjenester levert av brønnbåter og frakteskip. Antall brønnbåter som opererer i norske farvann er 76. I tillegg kommer omtrent 35 frakteskip som frakter fôr, samt servicebåter, arbeidsbåter og transportbåter. Det er store barrierer knyttet til elektrifisering av brønnbåter og frakteskip da det er fartøy med høyt effektbehov. Utslippene til disse fartøyene kan reduseres gjennom fartsoptimering, ruteplanlegging og hybridisering med batteripakker og landstrømtilkobling.

Referansebanen og utslippsreduksjonspotensial

Havbruk representerer om lag 0,5 millioner tonn CO_2-ekvivalenter i utslipp per år[57] fra fôrflåter, arbeidsbåter, servicebåter og lokalitetsbåter [3]. Av større havbruksbåter kommer brønnbåter, slaktebåter og frakteskip.

Referansebanen tar utgangspunkt i at tallene fra ABB/Bellona ligger flatt i perioden. Aktiviteten kan øke betydelig, samtidig som man må anta en effektivisering i Finansdepartementets framskriving. For plug-in hybrid og ammoniakk benyttes referansebanen fra DNV GL som utgangspunkt for beregningen av utslippsreduksjonspotensial.

Andre forutsetninger for beregningen av utslippsreduksjonspotensial:

- Fordelingene av utslipp mellom fôrflåte og fartøy antas å være omtrent 50/50.
- Vi antar 10 prosent *elektrifisering* av lokaliteter og fartøy per år, første år 2021.
- *Plug-in hybrid* fases inn på 17 nye og fem eksisterende havbruksskip i perioden 2021-2024.
- *Ammoniakk* fases inn på 14 nye og seks eksisterende havbruksskip i perioden 2028-2030.

Det er estimert at tiltakene gir en samlet utslippsreduksjon på 2 millioner tonn i perioden 2021-2030. Av dette er 0,9 millioner tonn fra redusert bruk av avgiftsfri diesel og de resterende 1,1 millioner tonn fra redusert bruk av marin gassolje (MGO).

Tiltakskostnad

Kostnaden ved å elektrifisere inntil 80 prosent av produksjonen er anslått til om lag 650 kr/tonn årlig CO_2-reduksjon [4]. Ytterligere reduksjoner må gjøres til en betydelig høyere kostnad, men over tidsperioden fram mot 2030 kan man forvente at teknologiutvikling og kostnadsreduksjon for batteriteknologi vil redusere disse kostnadene. For *elektrifisering* gir disse antagelsene en tiltakskostnad i intervallet 500-1500 kr/tonn CO_2-ekvivalenter. Det er stor usikkerhet tilknyttet både kostnadstall for elektrifisering og de totale utslippstallene.

Installasjon av *ammoniakk* på havbruksskip antas å ha en tiltakskostnad på mellom 500 og 1500 kr/tonn CO_2-ekvivalenter.

Installasjon av *plug-in hybrid* på havbruksskip antas å ha en betydelig høyere tiltakskostnad, anslått til mer enn 7 500 kr/tonn CO_2e.

[57] Basert på ABB og Bellonas beregnede utslipp på 395 564 tonn CO_2 i året. Det eksisterer få beregninger av utslippene fra havbruksnæringen som tallene kan verifiseres mot.

Samlet for tiltaket får vi en tiltakskostnad over 1500 kr/tonn CO_2-ekvivalenter.

Privatøkonomisk analyse

Fiskebåter og fartøy til godstransport (brønnbåter, slaktebåter) har lav dieselpris på grunn av avgiftsfri diesel, og har i tillegg en *refusjonsordning* for CO_2-avgift som gjør at de kan komme ned mot 4 kr/liter for diesel, noe som tilsvarer ca. 40 øre/kWh. Avgiftsfritaket er foreslått fjernet i årets statsbudsjett. Avgiften er fortsatt refunderbar, men da på bakgrunn av fangst. Oppdrettsnæringen har tilgang til billig diesel noe som kan gjøre elektrifisering ulønnsomt i drift. Det må derimot tas høyde for at det brukes mindre energi på elektrifiserte lokaliteter/fartøy grunnet høyere virkningsgrad. Det vil også være store vedlikeholdsbesparelser for lokalitet og fartøy som vil bidra til å gjøre helelektrisk drift mer lønnsom.

Privatøkonomiske kostnader knyttet til plug-in hybrid og ammoniakk er vurdert av DNV GL [1], men ikke publisert.

Usikkerhet

Havbruk er ikke helhetlig dekket i DNV GLs AIS-tallmateriale fordi mange mindre fartøyer innen havbruksnæringen ikke er utstyrt med AIS. Havbruk er heller ikke skilt ut som en egen kategori i SSBs utslippsregnskap. I Klimakur 2030 har vi satt sammen informasjon fra DNV GLs analyse og en studie fra ABB/Bellona for å få et mest mulig helhetlig bilde av utslippene fra næringen, men dette anslaget for utslippene er usikkert. I tillegg kommer usikkerhet i framtidig utslippsutvikling i referansebane: Vi har lagt utslippene flatt på dagens estimerte nivå for alle år fram mot 2030, men det er stor usikkerhet i om eventuelt økt aktivitetsnivå vil utlignes av energieffektivisering.

Det er stor utvikling i batteriteknologi. Dersom dette skjer raskt og prisene på batterier fortsetter å synke samtidig som levetiden på batterier øker vil dette bidra til å gjøre elektrifisering av flere båter kommersielt lønnsomt. Dersom utviklingen går i retning av at vi får mer batteri for pengene, mer effekt på mindre plass til en mindre kostnad, så vil dette åpne dører for nye fartøysgrupper, og igjen øke hybridiseringsgraden på båter som tar i bruk batterier.

Usikkerheten er stor knyttet til framtidig bruk av ammoniakk i forbrenningsmotorer og brenselceller.

Barrierer

De viktigste barrierene for elektrifisering av fartøy er høyere investeringskostnader enn konvensjonelle fartøy og usikkerhet knyttet til driftssikkerheten med batterielektriske løsninger. Det er viktig å få demonstrert ulike fartøystyper med ulike driftsprofiler slik at det gis trygghet for at teknologien gir en god driftsstabilitet for aktørene. Lav pris på diesel på grunn av refusjon av mineraloljeavgift kontra elpris kan også være en barriere.

De største kostnadsdriverne ved elektrifisering av båter er (hentet fra DNV GL-rapporten [1]):

- Batteripakken båten trenger for overfarten til anlegg hvor den igjen kan lade. Avstanden fra kai til anlegg er dimensjonerende for batterikapasiteten, og er derfor kalt dimensjonerende distanse. Båtens batteripakke utgjør den største merkostnaden knyttet til å elektrifisere båter.
- Effektbehovet til landstrømsanlegget på land og fôrflåte avhenger av batterikapasiteten og tiden båten skal ligge ved henholdsvis kai og anlegg. Lav liggetid og høyt energibehov driver kostnader opp både for ladeinfrastruktur og batteripakke.

Den viktigste barrieren for elektrifisering av lokaliteter er høye investeringskostnader. De høye investeringskostnadene kommer fra legging av kabel, transformatorstasjon og anleggsbidrag. For lokaliteter langt til havs er barrieren tilgjengelig teknologi og det er her behov for teknologiutvikling. For innfasing av ammoniakk er teknologiutvikling den viktigste barrieren. Dernest vil det kreves produksjon, distribusjon og infrastruktur for denne energibæreren.

For innfasing av plug-in hybrid er høye kostnader den viktigste barrieren. Dernest kommer utbygging av nettkapasitet.

Dagens virkemidler

- NO_X-fondet
- Enova
- CO_2-avgifter

Mulige virkemidler

- Innføring av krav i konsesjoner (spesielt i utviklingskonsesjoner).
- Fjerne refusjonsordning for grunnavgift på mineralske produkter som brukes til gods- og passasjertransport i innenriks farvann (refusjonen tilsvarer ca. 1,68 kr/liter i dag).
- Økt avgift på anleggsdiesel (CO_2-avgift eller grunnavgift).

Referanser

[1] DNV GL (2019). Reduksjon av klimagassutslipp fra innenriks skipstrafikk. Rapportnr 2019-0939. M-1626|2020. Oppdragsrapport for Miljødirektoratet.

[2] Olafsen, T. mfl. (2012). Verdiskaping basert på produktive hav i 2050. Rapport fra en arbeidsgruppe oppnevnt av Det Kongelige Norske Videnskabers Selskab (DKNVS) og Norges Tekniske Vitenskapsakademi (NTVA). [Olafsen, T., Winther, U., Olsen, Y. & J. Skjermo]

[3] ABB/Bellona (2018). Grønt skifte i havbruk – Laks på landstrøm kan kutte 300 000 tonn CO_2.

[4] DNV GL (2018). Fullelektrisk fiskeoppdrett. Prosjekt for Energi Norge og Sjømat Norge.

S10 Tiltak på ferger

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Utslippsreduksjon (mill. tonn CO_2-ekv.)	0,039	0,062	0,102	0,106	0,114	0,125	0,163	0,165	0,170	0,175	0,179
Utslippsreduksjon 2021-2030	**1,36 millioner tonn CO_2-ekv.[58]**										
Kostnadskategori	**Hydrogen > 1500 kr/tonn CO_2-ekv. Plug-in < 500 kr/tonn CO_2-ekv.**										

Beskrivelse av tiltaket

Tiltaket gjelder elektrifisering og bruk av hydrogen på ferger. Elektrifisering av ferger innebærer at fergene i all hovedsak driftes på strøm fra strømnettet i ordinær ruteproduksjon. Hydrogen kan brukes som en rekkeviddeforlenger, for å gi tilgang til energi for fergesamband som krever mer energi enn hva som er teknisk mulig å dekke med helelektrisk drift. Hydrogen kan også brukes på samband der det er dårlig eller ingen tilgang til elektrisitet, eller der dette krever store investeringer. Tiltaket er utredet av DNV GL [1].

Tiltak for elektrifisering og bruk av hydrogen på ferger retter seg mot virksomheten som kjøper inn transporttjenesten (oppdragsgiver) og fergeselskapene som bygger, eier, og drifter fergene (operatør).

Batteri-elektriske ferger som bygges i dag har muligheter til å benytte alternative energibærere dersom fergen ikke kan motta strøm fra land[59]. Dette på grunn av krav fra oppdragsgiver eller som følge av fergeselskapets beslutning ved bygging av fergene. Dette skaper forutsigbarhet ved uforutsette hendelser i driften (problemer ved lading eller strømutfall), samt større fleksibilitet ved planlagt vedlikehold og mulighet til å trafikkere ulike samband. Når fergene har fleksibilitet til å benytte alternative energibærere, så muliggjør det bruk av utkoblbar tariff, noe som reduserer behovet for redundans i strømforsyningen. I sum kan dette bidra til å redusere anleggsbidraget og gi lavere tiltakskostnad.

Muligheten for å optimalisere fordelingen mellom hydrogen og elektrisitet kan bidra til å holde totalkostnadene for nullutslipp i norsk innenriks fergedrift nede.

Bakgrunn

Bilferger bygges, eies og driftes i stor grad av fergeselskapene. Fergene trafikkerer hovedsakelig fergesamband hvor det er enten Statens vegvesen eller fylkeskommunene som kjøper inn transport med ferge. Fergeselskapene konkurrerer om å drifte fergesambandet mest mulig kostnadseffektivt med utgangspunkt i vilkårene satt av oppdragsgiver. Fergeselskapene gjør strategiske disponeringer i egen fergeflåte med hensyn til ombygging og nybygging.

Fergen MF Ampere ble satt i drift i 2015, som verdens første batterielektriske bilferge. Fergen var et resultat av en utviklingskontrakt lyst ut av Statens vegvesen (SVV). I 2015 beregnet SVV at to tredeler av energien til norsk fergedrift som den gang kom fra diesel eller LNG vil i 2030 komme direkte fra elektrisitet fra strømnettet. Bruk av elektrisitet fra strømnettet er ansett som den mest energieffektive, mest miljøvennlige og i mange sammenhenger ofte også den rimeligste løsningen for å redusere utslippene fra fergedriften.

[58] Potensialet for bruk av hydrogen i fergesektoren er større enn det DNV GL kommer fram til. Usikkert hvor stor andel av utslippsreduksjonen som kan tilskrives bruk av hydrogen da dette ikke er regnet på.
[59] MF Ampere er ikke bygget som hybrid.

Statens vegvesen og fylkeskommunene har fortsatt å stille anbudskrav som medfører høy elektrifiseringsgrad. Dette har bidratt til å skape etterspørsel etter ny teknologi, og har skapt en betydelig utvikling innenfor maritim batteriteknologi og maritime batterihybride energistyringssystemer. På grunn av denne utviklingen er det nå mulig å elektrifisere langt mer energikrevende fergesamband enn hva som var mulig i 2015. Potensialet for elektrifisering av norske fergesamband er nok derfor større enn det enn hva som ble anslått i 2015.

Norsk maritim næring og leverandørindustri anbefalte hydrogen som energibærer for å realisere nullutslipp på den resterende tredjedelen som det i 2015 ble beregnet at ikke kunne elektrifiseres. Dette var bakgrunnen for at Statens vegvesen lyste ut utviklingskontrakt for hydrogen-elektrisk ferge på rv.13 Hjelmeland-Nesvik-Skipavik [2]-[7][60]. En av de to fergene på sambandet skal fra oktober 2021 seile på minst 50 prosent hydrogen, resten av energien vil komme fra elektrisitet. Konkurransen for drift av rv.13 Hjelmeland-Nesvik-Skipavik ble gjennomført iht. anskaffelsesprosedyren konkurransepreget dialog. Det ble i januar 2019 tegnet kontrakt med rederiet Norled om å drifte utviklingsfergen fra okt. 2021.

Framover ønsker Statens vegvesen å vurdere å stille krav til bruk av hydrogen på de sambandene som ikke kan driftes helelektrisk for å sikre nullutslipp i fergesektoren innen 2030. Det er opp til overordnet departement og regjeringen om dette vil bli gjennomført. Statens vegvesen jobber nå med beslutningsnotat til Samferdselsdepartementet for hydrogenkrav til Vestfjordsambandet rv. 80 Bodø-Røst-Værøy-Moskenes. Statens vegvesen har hatt en leverandørkonferanse og etterfølgende møter med både operatørene og maritime underleverandører. Næringen er tydelig på at det er teknisk mulig å drifte Vestfjordsambandet med hydrogen.

Det er viktig å merke seg at det offentliges kjøp av fergetjenester har blitt aktivt brukt for å bidra til at norsk maritim næring er, og skal fortsette å være, verdensledende på nullutslippsteknologi med den nytten dette gir. Et annet viktig moment er regelverksutvikling, der den største belastningen i forhold til manglende regelverk tas i de offentlige anskaffelsene noe som baner vei for andre aktørers godkjenningsprosesser.

Referansebanen og utslippsreduksjonspotensial

Av Nasjonal transportplan 2018-2029 framgår det at regjeringen vil sikre at alle nye riksveiferger benytter lav- eller nullutslippsløsninger, og bidra til at fylkeskommunale ferger og hurtigbåter benytter nullutslippsløsninger.

Fra 1.1.2020 vil syv av 16 riksveifergesamband driftes på en stor andel elektrisitet fra strømnettet eller vil bli elektrifisert som følge av oppstart av inngåtte kontrakter. Innen 2030 forventes det at 13 av 15 riksveifergesamband[61] vil driftes på en stor andel av strøm fra strømnettet. Gjennom anskaffelsesprosessen for utviklingskontrakten for hydrogen-elektrisk ferge på rv.13 Hjelmeland-Nesvik-Skipavik og andre pågående prosjekter i Norge og resten av verden er det vist at det er teknisk mulig å bruke hydrogen på alle norske fergesamband. De to riksveifergesambandene som ikke kan elektrifiseres vil det således være mulig å drifte på hydrogen. Maritim hydrogenteknologi og marked er nå i en fase der det er viktig å realisere en del prosjekter for å videreutvikle teknologi og marked fra pilot til en tidlig markedsfase. Først når dette er gjort vil det være grunnlag for å vurdere hvor viktig hydrogen bør være i videre satsning mot nullutslipp i maritim sektor. På bakgrunn av denne utviklingen har DNV GL i tiltaksanalysen lagt til grunn nullutslipp for riksveifergedriften i referansebanen.

For fylkesveifergesambandene har DNV GL inkludert rundt 30 kontrakter i referanse hvor det er lagt til grunn elektrifisering. Med dette i referansebanen ligger utslippet rundt 180 000 tonn CO_2 i 2030.

DNV GL viser til at størstedelen av det potensielle utslippskuttet i fergesektoren ligger allerede i referansebanen, der det i tillegg til nullutslipp i riksveifergedriften er lagt inn kjente kontrakter på fylkeskommunale samband. For de fylkeskommunale sambandene er det stort sett plug in-hybrid med høy elektrifiseringsgrad og noe MGO. Ettersom stort sett alle kontrakter skiftes ut innen 2030, har DNV GL antatt et teknisk potensial for å redusere de resterende

[60] Se referanse [2]-[7] som viser forankringer og bestillinger bak dette prosjektet

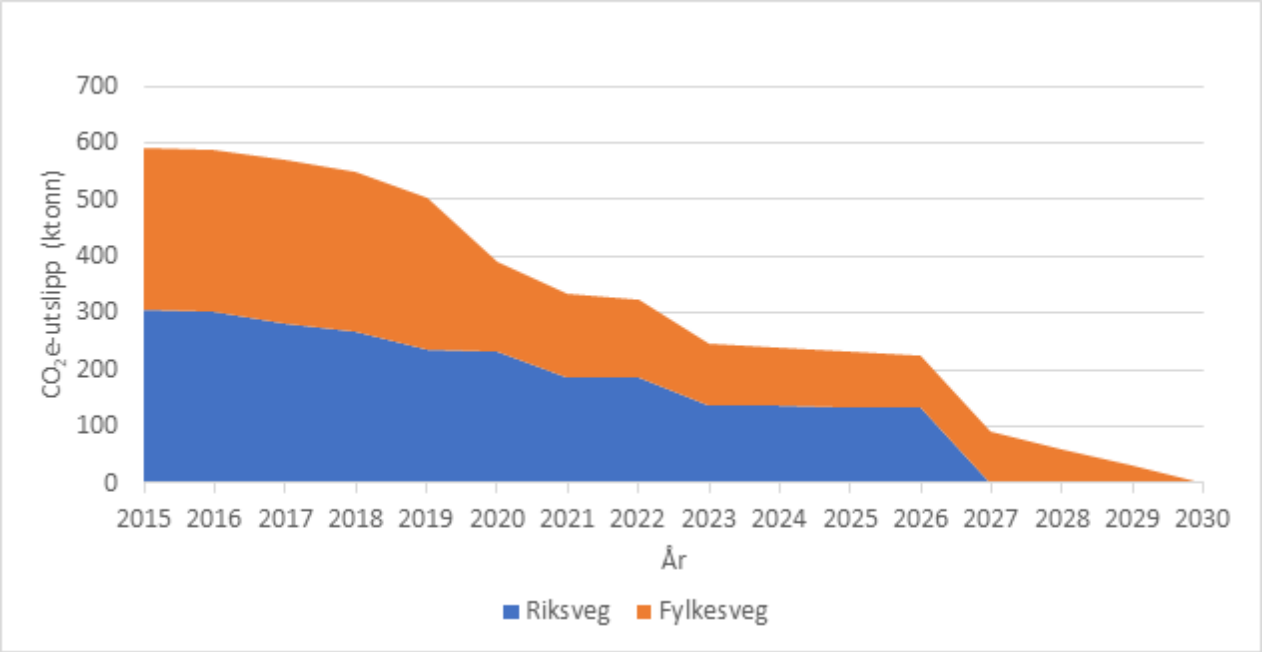
[61] Forutsatt at riksvegfergesambandet Mortavika-Arsvågen legges ned ved åpning av Rogfast. Avløsning av riksvegfergesamband utover dette er ikke lagt til grunn i dette notatet.

utslippene med plug in-hybride ferger. Utslippene reduseres i modellen da med rundt 179 000 tonn (noe restforbruk på MGO etter elektrifisering).

I tiltaksbanen legger DNV GL [1] i stor grad til grunn elektrisering av de øvrige fylkesfergesambandene. Denne forenklingen gjør at potensialet for hydrogen i fergesektoren ikke kommer tydelig fram. Det arbeides med konkrete hydrogenprosjekter på fylkesvei [8] og en rekke andre fylkesfergesamband vil være vanskelig/umulig å elektrifisere (med veldig høy hybridiseringsgrad) på grunn av stort energibehov eller begrenset tilgang på strøm. Samtidig legger DNV GL til grunn bruk av hydrogen på hurtigbåter, som vil ha innvirkning på tilgjengelighet og pris for hydrogen. Utviklingen i hurtigbåtnæringen kan bidra til å gjøre hydrogen være mer aktuelt for fergesamband med en lav hybridiseringsgrad og at potensialet for hydrogen i fergesektoren er nok større enn det DNV GL kommer fram til i tiltaksanalysen. Statens vegvesen har beregnet et forbruk på hydrogen i fergesektoren på ca. 10 000 tonn per år fra 2030. Dette forutsetter at verdikjeden for hydrogen utvikler seg som forventet og en akseptabel hydrogenpris.

For norsk innenriks fergedrift riksveifergene er det dermed teknisk mulig å ha nullutslipp innen 2030 ved bruk av elektrisitet og hydrogen.

For norsk innenriks fergedrift er teknisk mulig å ha nullutslipp innen 2030 ved bruk av elektrisitet og hydrogen, se Figur T 21. Med fordeling mellom fylkesvei og riksvei.



Figur T 21. Teknologisk potensial for nullutslipp i norsk fergedrift.

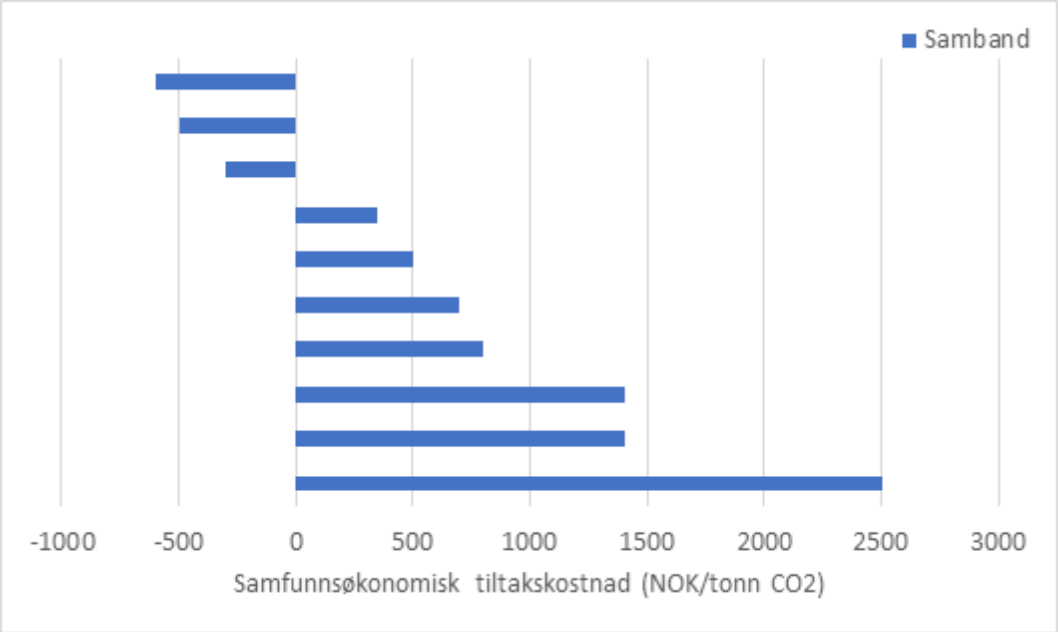
Tiltakskostnad

Tiltakskostnad ved elektrifisering er beregnet til -119 kr/tonn CO_2. Tiltaket faller da inn under tiltakskategori under 500 kr/tonn CO_2-ekvivalenter. Det presiseres at dette er et gjennomsnitt vektet for utslippsreduksjoner, og det vil være store forskjeller mellom de ulike sambandene.

Tiltakskostnad for hydrogen på ferge er ikke beregnet i tiltaksanalysen, mens det antas at tiltaket faller inn under tiltakskategori over 1500 kr/tonn CO_2-ekvivalenter, på lik linje med hydrogen på hurtigbåt.

Tiltakskostnaden beregnet av DNV GL dekker kun kostnader til tiltak om bord i fergen. Elektrifisering av et fergesamband krever også tiltak på land, både for å føre fram tilstrekkelig med strøm til fergekai samt ladeløsning og annet utstyr på land for å overføre strømmen fra land til fergen. Kostnaden for disse tiltakene varierer, og avhenger blant annet av energibehov og tilgjengelig kapasitet i nettet. Deler av disse investeringene, som oppgradering av strømnettet, vil være kostnader som følge av at det er første gang et samband elektrifiseres. Disse investeringene vil imidlertid også kaste av seg i senere kontraktsperioder og det er grunn til å kunne forventer besparelser i framtidige kontrakter som følge av at elektrisk drift er rimeligere enn dieseldrift. For samband hvor kostnader for oppgradering

av strømnettet er høy, eller strøm ikke er tilgjengelig i det hele tatt, vil hydrogen være et godt alternativ eller supplement.



Figur T 22. Samfunnsøkonomisk tiltakskostnad for et utvalg fergesamband. Tiltakskostnader inkl. nettoppgradering. kr/tonn CO_2.

Figur T 22 viser samfunnsøkonomisk tiltakskostnad for et utvalg fergesamband, hvor estimater for tiltakskostnader på investeringer i landbasert infrastruktur er inkludert med en avskrivningsperiode på en kontraktsperiode (10 år). Som det framgår er det store variasjoner i tiltakskostnad, fra kostnad opp mot 1400-2500 kr/tonn CO_2, til de samband der det det samfunnsøkonomisk lønnsomt å elektrifisere allerede fra første kontraktsperiode.

Årlige drivstofforbruk har mye å si for tiltakskostnaden da dette påvirker både operasjonelle besparelser og redusert CO_2. Et høyt drivstofforbruk vil bidra til å lavere tiltakskostnader da man ved elektrifisering sparer betydelige i årlige kostnader og kutter vesentlig i CO_2-utslippet. Dersom det er høye investeringskostnader ved elektrifisering av et samband vil dette kunne bidra til høye tiltakskostnader selv om både besparelsene og reduksjonene i CO_2-utslipp er store. Avskrivningsperiode for de landbaserte investeringer, som oppgradering av strømnettet, har derfor mye å si for resultatet ved beregning av tiltakskostnader. Videre er utviklingen av ladeløsninger for ferger fortsatt i en tidlig fase. Utvikling av mindre og forenklede ladeløsninger, produktutvikling på komponentnivå, og økt salgsvolum kan bidra til lavere priser. Kombinert med fallende priser for maritime batterier og batterihybride energistyringssystemer kan denne utviklingen bidra til lavere tiltakskostnader for elektrifisering i fergedriften. Utviklingen på dette området kan også ha innvirkning på nettoppgraderingsbehov.

Tiltakskostnad for hydrogen på ferge er ikke beregnet i tiltaksanalysen, mens det antas at tiltaket havner i tiltakskategori over 1500 kr/tonn CO_2-ekvivalenter, på lik linje med hydrogen på hurtigbåt.

Den største usikkerheten knyttet til tiltakskostnaden for hydrogen på ferger er hydrogenpris. Prisen avhenger av om hydrogenet produseres ved elektrolyse fra fornybar energi eller fra naturgass. Dersom hydrogenet produseres ved hjelp av naturgass krever det karbonfangst og lagring (CCS) om hydrogenet skal defineres som rent. Hydrogenprisen vil videre være avhengig av produksjonsvolumet, noe som særlig gjelder flytende hydrogen. Produksjonsvolumet avhenger av hydrogenforbruket på det enkelte samband, men også behovet til andre hydrogenforbrukere som kan knyttes opp mot samme produksjonsanlegg. Om hydrogen kan produseres på kai eller fraktes i tankbil vil også ha en innvirkning på hydrogenpris. SVV har tilgang på prisestimater som spenner fra 20 til 400 kr/kg hydrogen.

Utover hydrogenpris vil bruk av hydrogen på ferger kreve noen ekstra investeringskostnader på fartøy, i all hovedsak knyttet til tank og brenselceller. Sammenlignet med hydrogenkostnad påvirker dette imidlertid tiltakskostanden i liten grad for de aller fleste samband der hydrogen kan være aktuelt. Denne kostnaden kan imidlertid ha mer å si for mindre samband som ikke elektrifiseres på grunn av manglende tilgang på strøm eller høye

nettoppgraderingskostnader. Det forventes en betydelig økning av bruk av brenselceller i landbasert industri og det er grunn til å anta at denne utviklingen vil redusere kostnaden for tiltak om bord på fartøy betraktelig. Av ikke prissatte konsekvenser er det verdt å nevne at bruk av hydrogen vil kunne binde opp areal da håndtering av hydrogen krever sikkerhetssoner.

Den teknologiske utviklingen i fergedriften gir mulighet til å optimalisere fordelingen mellom hydrogen og elektrisitet, noe som kan bidra til å holde totalkostnadene for nullutslipp i norsk innenriks fergedrift nede.

Barrierer

Barrierer er i hovedsak identifisert gjennom tilgjengelige rapporter og utredninger samt direkte innspill fra statlige og fylkeskommunale innkjøpere av fergetjenester. Innspill fra operatørene er hentet fra markedsdialog gjennom dialog og leverandørkonferansen og andre sammenhenger hvor operatørene og oppdragsgiverne møtes.

Tabell T 22. Barrierer og konsekvenser – elektrifisering.

Barriere	**Konsekvens**
Manglende eller sen avklaring fra nettselskap på tilgjengelig effekter og evt. anleggsbidrag	Dette skaper usikkerhet i anskaffelsesprosessen, både for oppdragsgiver og tilbydere. Manglende eller sen avklaring har resultert i at oppdragsgivere har tatt ansvar for en betydelig risiko ved elektrifisering. Disse erfaringene kan medføre at andre oppdragsgivere er mer tilbakeholdne med å legge til rette for elektrifisering av fergesamband.
Begrenset utvikling av ladeløsninger	Det er behov for videre utvikling av ladeløsninger da eksisterende ladeløsninger i stor grad er "lett videreutviklede piloter". Dette har innvirkning på graden av behov for tilrettelegging på kai og nettoppgradering samt drift av fergesambandet.
Kostnader for nettoppgradering	Kostnader for nettoppgradering kan bidra til at samband som i utgangspunktet er fornuftige å elektrifisere ikke elektrifiseres på, f. eks. oppdragivers økonomiske prioriteringer.
Kostnadskrevende tilrettelegging av eksisterende kaiinfrastruktur	Ved elektrifisering er det nødvendig med tilrettelegging på kai, for plassering av ladeutstyr, osv. Avhengig av tilstanden må eksisterende kaiinfrastruktur tilrettelegges/oppgraderes for elektrifisering. Dette kan medføre høyere kostnader til elektrifiseringstiltak og risiko for at tiltak ikke blir gjennomført.
Krevende planprosesser	Elektrifisering krever tilrettelegging på land. I en rekke tilfeller har behov for tiltak på land resultert i krevende planprosesser som kan bidra til å forsinke utlysningsprosesser eller begrense mulighetsrommet for elektrifisering.
Sanksjoner i kontrakt ved bruk av alternativ energibærer som følge av utkoblbar tariff	Får ikke realisert potensialet for bruk av utkoblbar tariff, kan medføre høyere anleggsbidrag og høyere strømpris.
Kort tid fra utlysning til oppstart	For kort tid fra utlysning av fergekontraktene til kontraktsoppstart skaper press på operatørenes verdikjeder. Dette kan gi økte risikopåslag i tilbudene fra operatør på usikkerhet, mindre tid for teknologisk utvikling, f. eks. knyttet til overfaring av strøm fra nett til ferge, og generelt suboptimale løsninger på grunn av liten tid. Dette kan påvirke kostnader for elektrifisering og graden av elektrifisering.
Ulike oppdragsgivere har ulike tilnærminger til etablering, eierskap og drift av infrastruktur på land	Dette skaper uforutsigbarhet for operatørene og bidrar til økte transaksjonskostnader for operatørene. Det kan også bidra til å legge en demper på graden av teknologisk utvikling på dette området og redusere fergeselskapenes insentiver for å drive utvikling.
Begrenset kompetanse hos oppdragsgiver til å gjennomføre anskaffelser med krav om ny teknologi	Kan bidra til å redusere graden av elektrifisering eller høyere tiltakskostnad for elektrifisering på grunn av innretningen av anskaffelsen.
Grad av modenhet i batteriteknologi og marked, herunder sikkerhet, vekt, energitetthet, pris	Kan bidra til å begrense graden av elektrifisering.

Usikkerhet knyttet til tilgjengelighet på ny teknologi, kostnadsutvikling og driftsegenskaper	Kan bidra til å redusere graden av elektrifisering.
Utfordrende for operatørene å gjøre tiltak i kontrakt på grunn av investeringskostnad ferge/land	Kan bidra til lavere elektrifiseringstakt da dette vil medføre at elektrifisering i hovedsak finner sted ved utlysning av nye kontrakter.

Tabell T 23. Barrierer og konsekvenser – hydrogen.

Barriere	**Konsekvens**
Umodenhet i hydrogenteknologi og marked	Gjør det krevende å lage gode kostnadsberegninger. Dette påvirker både oppdragsgivers og operatørs risiko Umoden teknologi øker risiko for tilbyder (operatør) og at det krever mer for tilbyder å delta i konkurranse. Mer krevende å få tak i reservedeler og ressurser som kan drifte, vedlikeholde og reparerer de tekniske systemene om bord. Krever opplæring av mannskap som ikke er hyllevare hos utdanningsinstitusjonene. Krever også opplæring av brannvesen, redningsinstanser og andre som må hjelpe til i en eventuell nødsituasjon.
Ikke spesifikt regelverk og standarder for hydrogen	Selve godkjenningsløpet er tid og kostnadskrevende for både operatør og godkjennende myndighet/instans (Sjøfartsdirektoratet, DSB, klasseselskap).
Manglende kompetanse og kapasitet	Manglende kompetanse og kapasitet hos de fleste interessenter i verdikjeden. Fra godkjennende myndigheter, politisk og administrativt beslutningsnivå, redningspersonell, osv.
Hydrogens fysiske egenskaper. Teknisk sikkerhet, mangel på datagrunnlag for risikoanalyser, modeller og simuleringer	Krevende energibærer å håndtere. Gjøre det krevende og kostbart og gjøre analyser og kan påvirke kvaliteten.
Tilgang på "grønn" hydrogen (uten CO_2-avtrykk i produksjonen)	Høy risiko for tilbyder.
Arealbehov ved lager og bunkring av hydrogen	Krevende å finne egnet areal, tidkrevende planprosesser

Dagens virkemidler

Det er har funnet sted en betydelig utvikling innenfor batteriteknologi og batterihybride energistyringssystemer siden utviklingskontrakten for drift av riksveifergesambandet Lavik-Oppedal ble lyst i 2011. Virkemiddelapparatet, som NOx-fondet, Enova, Forskningsrådet, Innovasjon Norge, har spilt en sentral rolle i teknologiutvikling i tidlig fase og finansiering av tiltak, både på fergene og på nødvendig infrastruktur på land. Virkemiddelapparatet har også en viktig rolle ved utvikling og implementering av hydrogen i maritim sektor. Virkemiddelapparatet vil framover fortsatt ha en viktig rolle for maritime næringer.

Krav i offentlige anskaffelser fra en kritisk masse av innkjøpere, både Statens vegvesen og fylkeskommunene, har vært sentralt for å ta utviklingen innenfor batteriteknologi og batterihybride energistyringssystemer fra pilot til markedet. Dette har bidratt til gradvis forbedring av teknologien, samtidig som det skapes et marked for den aktuelle teknologien. Utviklingskontrakt for hydrogen-elektrisk ferge på rv 13 Hjemland-Nesvik-Skipavik spiller en viktig for utvikling og implementering av hydrogen i maritim sektor.

CO_2-avgift og redusert elavgift bidrar til økt elektrifisering da det gir insentiver til økt bruk av landstrøm og til elektrisk ladestrøm.

Mulige virkemidler

Virkemidlene er i hovedsak identifisert gjennom tilgjengelige rapporter og utredninger samt direkte innspill fra statlige og fylkeskommunale innkjøpere av fergetjenester. Innspill fra operatørene er hentet fra markedsdialog gjennom dialog og leverandørkonferansen og andre sammenhenger hvor operatørene og oppdragsgiverne møtes.

Tabell T 24. Barrierer og virkemidler – elektrifisering.

Barriere	**Virkemiddel**
Manglende eller sen avklaring fra nettselskap på tilgjengelig effekter og evt. anleggsbidrag	Utvikling av metode, retningslinjer og kompetanse hos nettselskap og oppdragsgivere for å sikre gode og effektive prosesser for framføring av strøm ivareta planhensyn ved tilrettelegging for elektrifisering
Begrenset utvikling av ladeløsninger	Gjennom bruk av handlingsrommet innenfor offentlige anskaffelser eller øvrige deler av virkemiddelapparatet bidra til teknologiutvikling for å utvikle nye ladekonsepter som bidrar til å redusere behovet for og kostnadene til tilrettelegging, reduserer behovet nettoppgradering og mer robuste ladekonsepter
Kostnader for nettoppgradering	1) Økonomisk støtte for å dekke kostnader til nettoppgradering. 2) Bidrag til teknologiutvikling for å utvikle nye ladekonsepter som reduserer behovet for nettoppgradering
Tilrettelegging av eksisterende kaiinfrastruktur	1) Økonomisk støtte for å dekke kostnader til å tilrettelegge eksisterende kaiinfrastruktur 2) Gjennom bruk av handlingsrommet innenfor offentlige anskaffelser eller øvrige deler av virkemiddelapparatet bidra til teknologiutvikling i grenseflaten land/sjø, herunder ladeløsninger, for å redusere behovet for og kostnadene til tilrettelegging
Krevende planprosesser	1) Utvikling av metode, retningslinjer og kompetanse for å ivareta planhensyn ved tilrettelegging for elektrifisering 2) Bidrag til teknologiutvikling i grenseflaten land/sjø, herunder ladeløsninger, for å redusere behovet for tilrettelegging
Sanksjoner i kontrakt ved bruk av alternativ energibærer som følge av utkoblbar tariff	Tilrettelegging i kontrakt ved utlysing av nye fergeanbud
Tid fra utlysning til oppstart	Oppdragsgivere må gjøre tiltak for å lyse ut fergeanbud i god tid før kontraktsoppstart
Ulike oppdragsgivere har ulike tilnærminger til etablering, eierskap og drift av infrastruktur på land	1) Bygge kompetanse hos oppdragsgivere 2) Utvikle felles forståelse på oppdragsgiversiden som bidrar til at oppdragsgiverne har en mer enhetlig tilnærming til landsiden ved elektrifisering.
Kompetanse hos oppdragsgiver til å gjennomføre anskaffelser	1) Bygge kompetanse hos enkeltoppdragsgivere 2) Legge til rette for kunnskaps- og erfaringsutveksling på tvers av oppdragsgivere
Grad av modenhet i maritim batteriteknologi og marked, herunder sikkerhet, vekt, energitetthet, pris	1) Fokus på læring og forbedring i alle ledd av verdikjeden 2) Fortsette å stille krav i offentlige anskaffelser for økt etterspørsel etter batteriteknologi og bidra til gradvis forbedring av teknologien
Usikkerhet knyttet til tilgjengelighet på ny teknologi, kostnadsutvikling og driftsegenskaper	1) Bruk av leverandørkonferanser ol for underleverandører for å kartlegge teknologistatus 2) Kunnskaps- og erfaringsdeling på tvers av oppdragsgivere og øvrige aktører i verdikjeden. 3) Strategisk bruk av offentlige anskaffelser på oppdragsgiversiden for å bidra til teknologiutvikling (fra pilot til marked)
Utfordrende for operatørene å gjøre tiltak i kontrakt på grunn av investeringskostnad ferge/land	Bidrag til teknologiutvikling i grenseflaten land/sjø, herunder ladeløsninger, som grunnlag for økt grad av standardisering i grensesnittet lad/ferge

Tabell T 25. Barrierer og virkemidler – hydrogen.

Barriere	**Virkemiddel/tiltak**
Umodenhet i hydrogen- teknologi og marked	1) Sette krav til maritim bruk av hydrogen som energibærer i offentlige anskaffelser og i offentlig maritim virksomhet for øvrig. Dette er viktig fra pilot til etablering av tidligmarked samt at det også er avgjørende for regelverksutviklingen. Virkemidlet er viktig for teknologiutvikling, prisutvikling, regelverksutvikling og generell markedsutvikling som baner vei for etablering av det kommersielle markedet. 2) Alternativ til krav i offentlige anskaffelser er anleggsstøtte for hydrogenproduksjon og bunkring evt. knutepunkt for flere aktører. Spesielt viktig i tidligfase. 3) Bred markedsdialog i forkant av de offentlige anskaffelsene er avgjørende for å etablere gode rammebetingelser for teknologiutvikling og for å lage gode beslutningsgrunnlag for oppdragsgiver, tilbyder og underleverandører. Umoden teknologi og marked gir høy risiko for alle parter, det er viktig å ha fokus på risikoreduksjon for tilbyder for å få god deltagelse i utviklingskonkurranser. 4) Tidlig fokus på opplæring hos alle direkte og indirekte involverte basert på en interessentanalyse.
Ikke spesifikt regelverk og standarder for hydrogen	1) Tett samarbeid med Sjøfartsdirektoratet og DSB før utlysninger. Kompensasjon til deltagere i konkurranser. 2) Sikre kompetanseoppbygging og kapasitet hos godkjennende myndigheter.
Manglende kompetanse og kapasitet	1) Inkludere hydrogen som energibærer i opplæringen hos alle interessenter fra maritime fag til redningspersonell osv., myndigheter og beslutningstagere. Mye av opplæringen må rettes mot personer som for lengst har fullført utdanning og som vil komme i befatning med maritim bruk av hydrogen. 2) Viktig av DSB, Sjøfartsdirektoratet og eventuelt andre myndigheter som ivaretar en sikker innfasing av hydrogen har tilstrekkelig kompetanse og kapasitet til å ivareta dette ansvaret og være gode rådgivere for dem som skal utvikle nye løsninger. 3) Nødetatene må også ha kapasitet til å sette seg inn i utfordringer relatert til nye energibærere og eventuelle risikoer knyttet til disse.
Hydrogens fysiske egenskaper. Teknisk sikkerhet, mangel på datagrunnlag for risikoanalyser, modeller og simuleringer	1) Økt satsning på grunnforskning på flytende hydrogen og hydrogen under høyt trykk. 2) Etablering av databaser for hydrogenrealterte hendelser. 3) FoU prosjekter relatert til alle aspekter ved verdikjeden for hydrogen fra produksjon til forbruk om bord.
Tilgang på ren hydrogen (uten CO_2-avtrykk i produksjonen)	1) Raskt få opp volumet av hydrogen i offentlige anskaffelser med CO_2-krav og bruk av andre virkemidler mot private aktører. 2) Redusert el-avgift for hydrogenproduksjon 3) Krav til at fergene kan driftes på alternativ energikilde i tillegg til hydrogen samt mulig senere innfasing av hydrogen/forsinket innfasing av ren hydrogen.
Arealbehov ved lager og bunkring av hydrogen	1) Vurdere lagringsplass og bunkringslokasjon tidlig i prosjektplanlegging, tidlig samarbeid med lokale myndigheter. 2) Bruke virkemiddelapparatet spesifikt mot tilrettelegging og støtte til areal for produksjon, lagring og bunkring av hydrogen.

Tilleggseffekter

Staten vegvesen og fylkeskommunene har gjennom aktiv bruk av handlingsrommet som offentlig innkjøper, bidratt sammen med den maritime næringen, til å utvikle og implementere nye miljøvennlige løsninger i fergedriften. Gjennom krav i utviklingskontrakter på riksvei har det offentlige bidratt til å introdusere den maritime verden for tre nye energibærere: LNG, batteri-elektrisk framdrift og nå snart flytende hydrogen. Gjennom dette offentlige private samarbeidet har norsk fergedrift bidratt til store utslippsreduksjoner ikke bare i norsk fergedrift men også norsk og internasjonal skipstrafikk, samtidig som det er lagt til rette for et norske industrieventyr innenfor nullutslippsteknologi.

Referanser

[1] DNV GL (2019). Reduksjon av klimagassutslipp fra innenriks skipstrafikk. Rapportnr 2019-0939. M-1626|2020. Oppdragsrapport for Miljødirektoratet.
[2] Prop. 1S (2016-2017), post 72, Vedtak nr. 873, 13. juni 2016, Stortingets behandling av energimeldingen.
[3] Meld. St. 25 (2015–2016) og Innst. 401 S (2015-2016) om Kraft til endring – energipolitikken mot 2030.; Dokument 8:51 S (2015–2016) om tiltak for å redusere klimagassutslipp III.
[4] Budsjettforliket, 2015-budsjettet
[5] Meld. St. 26 (2012-2013) Nasjonal transportplan 2014-2023
[6] Nærings- og fiskeridepartementet (2015). Maritime muligheter – blå vekst for grønn framtid. Regjeringens maritime strategi. 29.05.15.
[7] Instruks for Statens vegvesen (FOR-2011-03-15-386).
[8] Norsk Hydrogenforum/hydrogen.no. Vil teste hydrogenferge på Hjørundfjorden.

S11 Tiltak på hurtigbåter

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Utslippsreduksjon (mill. tonn CO_2-ekv.)	0,002	0,003	0,005	0,014	0,050	0,073	0,073	0,073	0,078	0,078	0,078
Utslippsreduksjon 2021-2030	**0,524 millioner tonn CO_2**										
Kostnadskategori	**Hydrogen > 1500 kr/tonn CO_2** **Plug-in 500-1500 kr/tonn CO_2**										

Beskrivelse av tiltaket

I 2018 var utslippet fra hurtigbåter 139 800 tonn CO_2 [1]. Gjennom krav til hurtigbåter med lave utslipp i kommende fylkeskommunale anbud, settes elektrifiserte hurtigbåter i drift i stedet for konvensjonelle hurtigbåter drevet med marin gassolje. Elektrifiseringen kan skje enten ved å benytte fornybar flytende eller komprimert hydrogen eller med batteribanker om bord som drifter fartøyet og som lades fra land. Tiltakene for hurtigbåter kan samlet sett føre til en reduksjon av utslipp på ca. 0,524 millioner tonn CO_2 fram mot 2030.

Det er store usikkerhetsmomenter på kostnadssiden for både hydrogen og batteriløsninger, samt for innfasingstakten. Det antas at ca. 44 hurtigbåter fases inn med enten hydrogen eller batterier, og at det vil være flest båter uten hydrogen.

Bakgrunn

Det opererer i dag ca. 250 hurtigbåter i norske farvann, og hvorav 79 av disse har installert en AIS (Automatisk identifikasjonssystem). De resterende fartøyene er ikke store nok til å ha krav om AIS-rapportering. Hurtigbåtenes primære funksjon er passasjertransport, men fartøyene kan også ta med en liten mengde last. Det er en utfordring for beregningene for utslippsreduksjonspotensialet at ikke alle hurtigbåter har krav til AIS-rapportering.

Hurtigbåtene varierer i størrelse og passasjerkapasitet, alt fra 12 til nærmere 300 passasjerer. Dette har betydning for hvilke alternative drivstoff som kan benyttes, da ulike teknologier kan egne seg til ulike størrelse fartøy. I tillegg opererer fartøyene svært ulike typer samband, både i avstand, ruteplaner og hvor værutsatt de er.

Korte samband er mest aktuelt for stor grad av elektrifisering, men hva som defineres som kort vil utvikle seg i takt med teknologiutviklingen for batterier, samt systemintegrasjonen, skipsdesignet og energieffektiviteten på fartøyet. For lengre samband, eller samband der det er begrensninger med å utelukkende benytte batterier, kan hydrogen være et aktuelt drivstoff. Ved å benytte hydrogen som drivstoff får man mer energi per kg, enn for eksempel batterier, men mindre enn ved konvensjonelle drivstoff.

Mange av hurtigbåtsambandene organiseres av fylkeskommunene og driftes av ulike operatører. Dette tiltaket fokuserer på fylkeskommunale samband.

En hurtigbåt krever mye energi, fordi den skal holde høy hastighet, noe som skaper stor motstand i bølger og sjø. For å redusere denne mostanden er hurtigbåtene lette og ofte bygget som katamaraner med lette materialer (f.eks. i karbon).

Innfasingen er vurdert til å være begrenset fram mot 2030, da det ikke finnes utslippsfrie hurtigbåter på vannet i dag. Det er utviklet flere konsepter og den første hurtigbåten vil trolig komme på vannet i 2020. Basert på erfaringer fra fergesektoren kommer det trolig til å skje en gradvis innfasing. Innfasingen tar hensyn til utløp av eksisterende kontrakter for hurtigbåter.

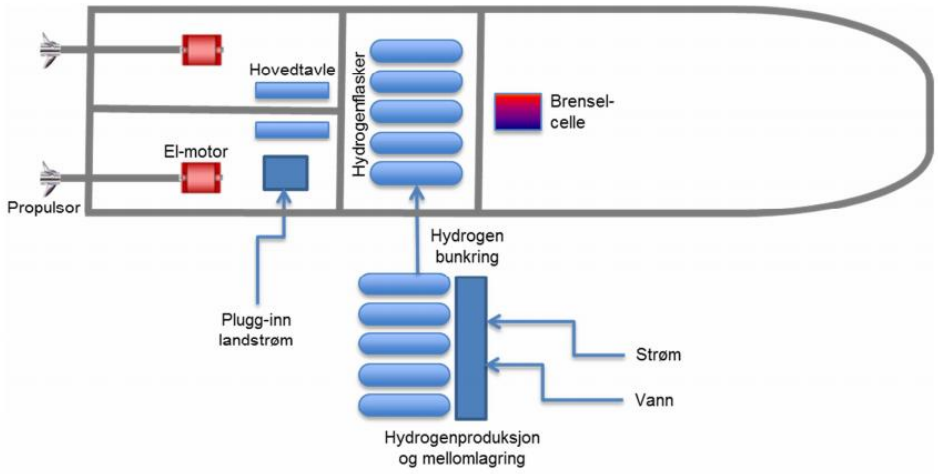
Tiltaket antar en moderat opptrapping og det er begrunnet med den store teknologiske usikkerheten, at en del anbud vil være for tidlig ute ifht. utviklingen, samt at det kreves pilotering i en tidlig fase. De første båtene antas å være drevet med batteri og operere de korteste sambandene. Første hurtigbåt på hydrogen antas å settes i drift noe senere enn den første batterihurtigbåten, i 2024.

Trøndelag fylkeskommune ønsker å sjøsette en utslippsfri hurtigbåt i 2023. Sogn og Fjordane har 18 hurtigbåtkontrakter som utløper i 2022 med ambisjoner om fire hurtigbåter på vannet før 2024, men anbudet er ute allerede i 2020. I Finnmark utløper kontraktene i 2025. En rekke andre kontrakter utløper i 2021-2023. En betydelig mengde kontrakter er i spill før 2025 og det er vanlig med kontraktlengder på ti år, i tillegg til opsjoner som kan utløses. Det er også muligheter for ombygging av eksisterende fartøy, men det er ikke spesielt vurdert i dette tiltaket.

Det er også muligheter for andre energibærere på hurtigbåter, men det er ikke beregnet i dette tiltaket.

Hydrogen

Hydrogen kan produseres fra fornybare kilder og har ved bruk ingen utslipp annet enn rent vann. Den hydrogendrevne hurtigbåten benytter brenselceller som konverterer lagret kjemisk energi til elektrisk energi, som kan benyttes til kraftforsyning av elektriske framdriftsmotorer eller til hotellkraft. Konverteringen skjer ved at oksygen og luft reagerer eksotermt til vann og energi ($H_2 + O_2 \rightarrow H_2O$ + el + varme).



Figur T 23. Prinsippskisse for hydrogen til hurtigbåt. Kilde: LMG Marin (2016) [2].

Hydrogenet kan lagres i komprimert eller flytende form i tanker med ulike kvaliteter. Man kan komprimere hydrogen til ønsket trykk. Det er billigere å fylle flere små tanker enn få store.

Ettersom det er dyrere å bygge om en hurtigbåt til hydrogendrift enn det er å bygge en ny, samtidig som det er en betydelig merkostnad ved en hydrogenbasert hurtigbåt, er tiltaket vurdert utelukkende for nybygg. Ombygging vil trolig også være krevende ettersom det eksisterende fartøyets egenskaper, slik som vekt og skrogdesign, kan sette begrensinger.

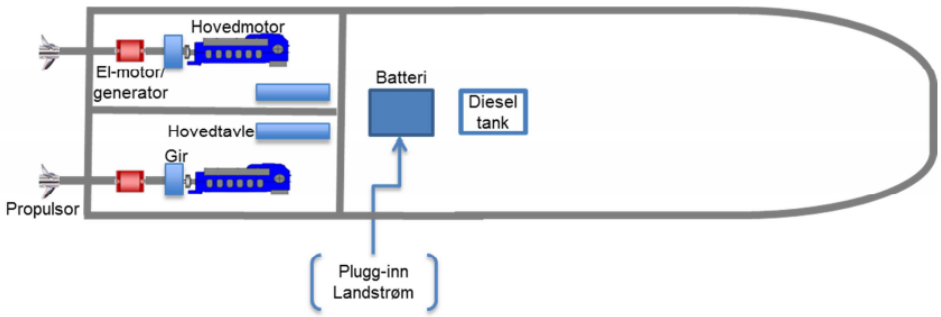
I tillegg vil hydrogenbaserte hurtigbåter konkurrere med batteriløsninger på korte samband. En ikke ubetydelig del av sambandene er under 10NM (18,5 km) og antas å kunne elektrifiseres i stor grad [3]. I sluttrapportene fra Trøndelag fylkeskommune sin anbudskonkurranse for klimavennlige hurtigbåter, går det fram at flere av aktørene tydelig mener at strekningen Trondheim-Vanvikan kan kjøres utelukkende med batterier. Denne strekningen er på ca. 9NM. Batterier vil trolig bli foretrukket på korte samband, fordi det vil bli vanskelig for hydrogenbaserte løsninger å konkurrere på pris. Dette begrenser antallet hydrogendrevne hurtigbåter noe.

Ettersom teknologien fortsatt er i et relativt tidlig stadium, med første hydrogendrevne ferge på vannet i 2021, og mulig hydrogendrevet hurtigbåt i Trøndelag i 2023-24 eller i Sogn og Fjordane rundt samme tid, er oppstarten av innfasing relativt sen i tidsperspektivet mot 2030. Det er også antatt at man vil ønske å se pilotprosjekter før en større innfasing. Antallet hydrogendrevne hurtigbåter fram mot 2030 er antatt å være få.

Elektrifisering

Det er gode muligheter for helelektrifiserte hurtigbåter på enkelte strekninger, men det kan også være muligheter for plug-in hybrider, det vil si med konvensjonell forbrenningsmotor i tillegg til batterier som lades fra kai. En helelektrifisert hurtigbåt vil trolig også måtte ha en forbrenningsmotor som reserveløsning.

LMG Marin laget i 2016 en prinsippskisse for et plug-in hybrid fartøy som vist under.



Figur T 24. Prinsippskisse for en plug-in hybrid hurtigbåt. Kilde: LMG Marin (2016) [2].

Det er trolig dyrere å bygge om en hurtigbåt til batteridrift enn det er å bygge en ny, men det er sannsynlig at det vil være enkelte ombygginger fram mot 2030. Ombygging vil trolig være krevende ettersom det eksisterende fartøyets egenskaper, slik som vekt og skrogdesign, kan sette begrensinger for batteridrift for hvilke operasjonsprofiler som er aktuelle.

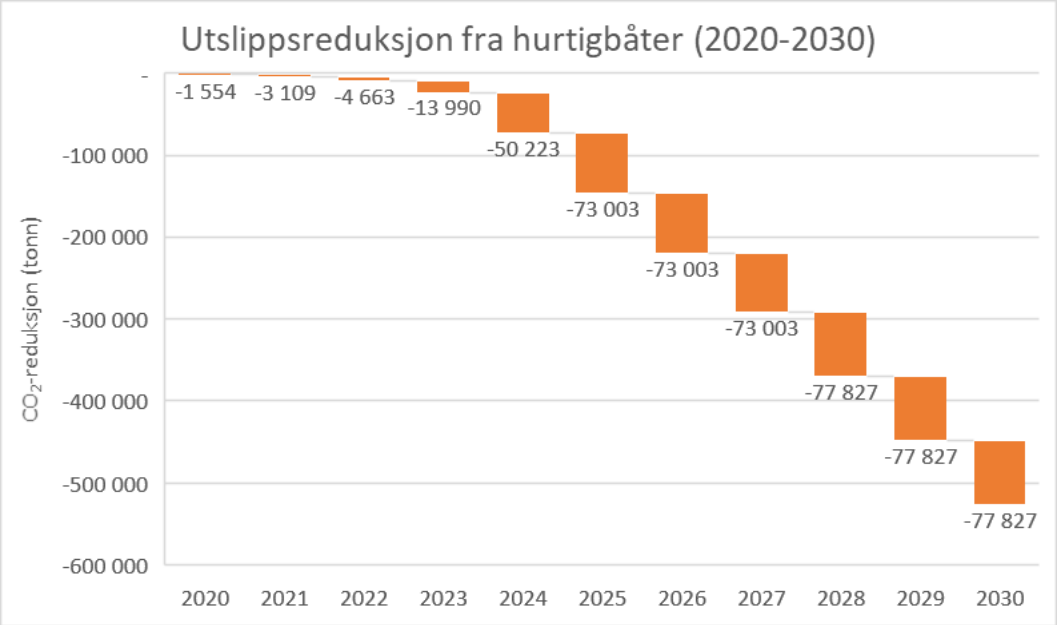
I anbudskonkurransen til Trøndelag fylkeskommune presenterte flere av konsortiene det de mente var realistiske fullelektriske hurtigbåtkonsepter for strekningen Trondheim-Vanvikan (16 km). Noen presenterte også batteriløsninger for Trondheim-Kristiansund (176 km), med lading eller batteribytte underveis, kombinert med hydrofoiler. Dette viser at batterier kan være aktuelt for både kortere og lengre strekninger. For lengre strekninger er det mer usikkerhet og flere av aktørene vurderte hydrogen som mest relevant her.

Dagens virkemidler

- Enova kan blant annet støtte merkostnaden ved investering i ny teknologi, både på skip og infrastruktur.
- NOx-fondet kan gi støtte til investering i skip, dersom NOx-utslippene reduseres.
- IMOs EEDI og SEEMP-krav. Alle nye skip (det vil si skip med inngått byggekontrakt 1. januar 2013 eller senere) som faller inn under bestemte skipskategorier (bulkskip, gasstankskip, tankskip, containerskip, stykkgodsskip, kjøleskip, kombinasjonsskip, passasjerskip, roro-lasteskip og roro-passasjerskip) skal beregne sin oppnådde EEDI (Energy Efficiency Design Index). Beregningen av indeksen skal gjøres som beskrevet i retningslinjer fra IMO. Fra og med 1. januar 2013 skal alle skip ha en skipsenergieffektivitetsplan – SEEMP (Ship Energy Efficiency Management Plan) om bord. IMO har gitt retningslinjer for utvikling av SEEMP.
- IMOs ECA-områder, er områder der det er innført utslippsgrenser for enten NOx- eller SOx-utslipp
- Avgifter på drivstoff, på både CO_2 og NOx kan bidra til å gjøre nye tiltak mer privatøkonomisk lønnsomme.
- ESI (Environmental Ship Index) er en indeks som rangerer skipets miljøprofil basert på utslipp av NOx, SOx og CO_2. Havnene kan bruke indeksen til å differensiere avgiftene basert på skipenes miljøprofil.
- Miljø/klimakrav i fylkeskommunale anbud kan bidra til innfasing av ny teknologi.
- Klimasats – en støtteordning som bidrar til utslippskutt i kommuner og fylkeskommuner. Kan støtte mange ulike tiltak rettet mot hurtigbåt med lave klimagassutslipp.

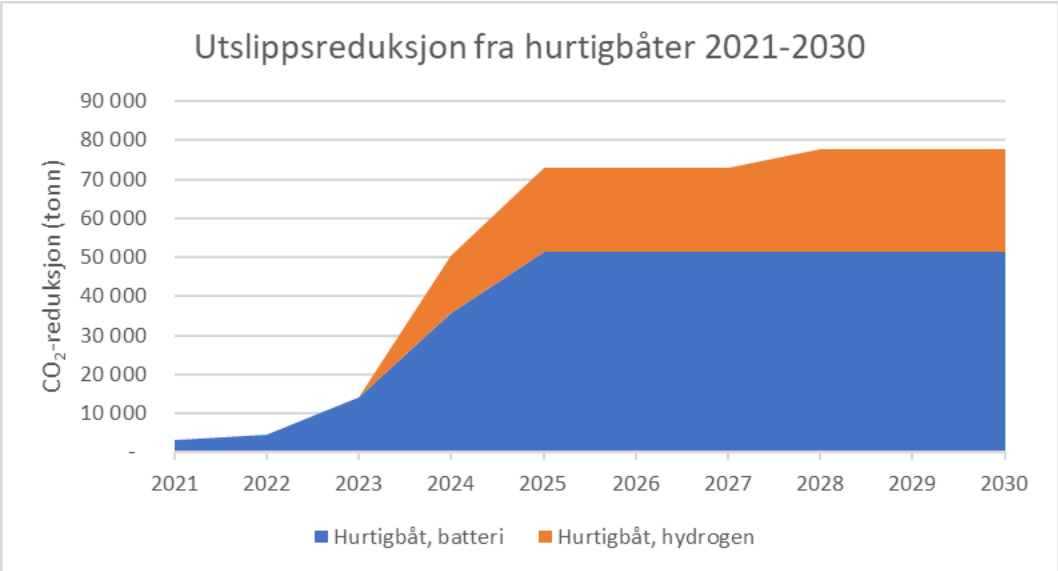
Nullalternativ og utslippsreduksjonspotensial

Utslippene i DNV GLs referansebane tilsier et meget stabilt utslipp på ca. 139 000 tonn CO_2 per år fra 2021 til 2030. Utslippsreduksjonspotensialet er beregnet til å være ca. 0,524 millioner tonn CO_2 i hele perioden.



Figur T 25. Utslippsreduksjon fra hurtigbåter, 2021-2030.

Det er knyttet stor usikkerhet til hvordan fordelingen mellom de to ulike alternative teknologiene er for utslippsreduksjonen. Her ligger det til grunn at det fases inn hydrogenbåter i 2024 og utover. Med antakelsene som ligger til grunn i denne analysen kan fordelingen se slik ut:



Figur T 26. Utslippsreduksjon etter teknologi for hurtigbåter, 2021-2030.

Innfasingen er basert på kjente kontrakter som vist i Kollektivtrafikkforeningens markedsoversikt over hurtigbåter og ferger [4]. Flere kontrakter går ut i 2024-26, slik at mange nye hurtigbåter kan bli satt på vannet i disse årene.

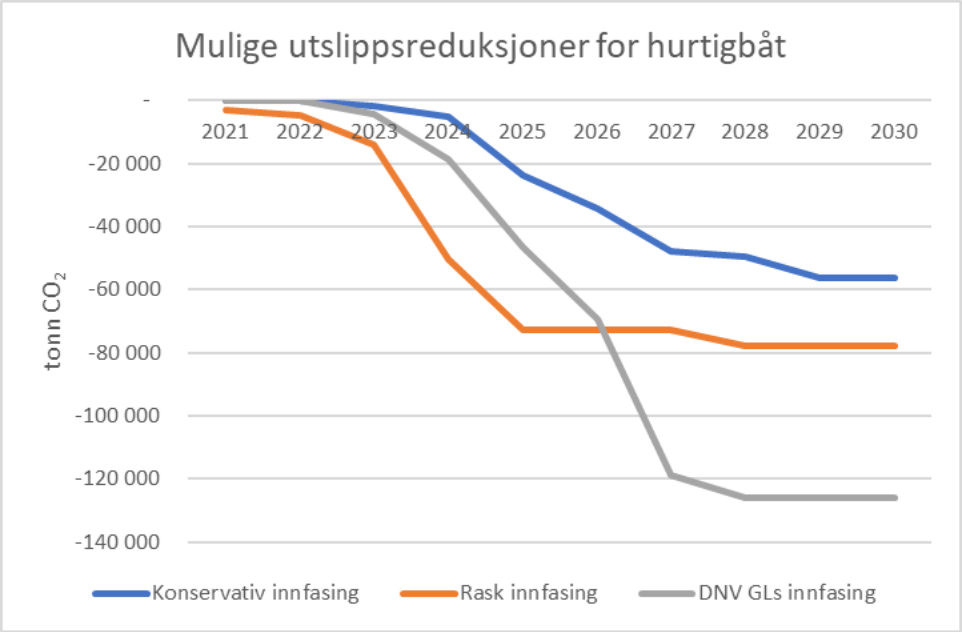
Ettersom det er knyttet stor usikkerhet til faktisk innfasing, hvilke fylkeskommuner som vil og kan stille krav, økonomisk mulighetsrom, leveranser og teknologisk egnethet er det laget ulike scenarier for innfasing. Den raske innfasingen er valgt for tiltaket, på bakgrunn av kjente usikkerheter.

Den **konservative** innfasingen tar utgangspunkt i at mange fylker ikke stiller krav til nullutslipp. Det legges til grunn ca. 30 båter i 2030.

Den **raske** innfasingen tar utgangspunkt i at fylkene setter i drift hurtigbåter tidligere enn i foregående scenario. Den antar også at de fleste kjente ambisjoner og vedtak gjennomføres slik som forespeilet. 44 hurtigbåter blir i denne innfasingen nullutslippsbåter. Det er knyttet usikkerhet til hvilke samband som vil få batterier eller hydrogen. Det er

tatt utgangspunkt i at de lengste rutene får hydrogen. Den elektriske katamaranen Rødne Trafikk skal operere i Lysefjorden fra 2020, viser at mulighetsrommet for batterielektriske løsninger er relativt stort, selv om hastigheten er relativt lav.

DNV GLs beregnede innfasing antar en noe tregere innfasing, men en større innfasing senere mot 2030. I denne innfasingen ble det lagt til grunn at 63 hurtigbåter får nullutslipp.



Figur T 27. Mulige utslippsreduksjoner fra hurtigbåt

Tiltakskostnad

Den samfunnsøkonomiske tiltakskostnaden for dette tiltaket har store variasjoner. Modellen for vurderingen av tiltakskostnaden er sensitiv til hvorvidt man erstatter en hurtigbåt 1:1 eller om man må sette inn to batterielektriske fartøy for å erstatte ett konvensjonelt. Dette har blant annet blitt foreslått for sambandet Trondheim-Vanvikan. Dette betyr en betydelig merkostnad, både for batterier, men også hele kostnaden for et ekstra fartøy. Med en slik utregning havner tiltakskostnaden over 1500 kr/tonn CO_2. Dette kan være tilfellet for flere samband. Om utregningen tar utgangspunkt i at ett fartøy erstatter det konvensjonelle kan tiltakskostnaden havne under 500 kr/tonn CO_2 og ligne mer på et fergetiltak, men det kommer an på om kostnader for infrastruktur er inkludert eller ikke.[62]

Utslippsreduksjonen er regnet ut fra at en generisk hurtigbåt som forbruker ca. 580 000 liter MGO per år blir erstattet med en batterielektrisk hurtigbåt. Dette gir utslippsreduksjonene som er vist i figurene over. De hydrogendrevne hurtigbåtene erstatter en generisk hurtigbåt som forbruker noe mer MGO, ca. 900 000 liter MGO per år.

Det er store variasjoner i utseilt distanse for hurtigbåtene og dermed også drivstofforbruket. Tiltakskostnaden for de generiske hurtigbåtene er rett over 500 kr/tonn CO_2 for en hurtigbåt med batterier og over 1500 kr/tonn CO_2 for hurtigbåt med hydrogen. Årsaken til differansen er både merkostnad ved investering og for hydrogen. Det er anslått en merkostnad i investeringen for hurtigbåter med batterier på 20 millioner kroner, og 80 millioner kroner for hydrogendrevne hurtigbåter. Det er knyttet spesielt stor usikkerhet til kostnadsestimatene for hydrogenfartøyet. Det er også lagt inn batteribytte og bytte av brenselceller med tilhørende komponenter til henholdsvis 10 millioner kroner og 20 millioner kroner etter 10 år. Tar man høyde for infrastruktur forblir batteri- og hydrogentiltaket i samme kostnadskategori. Infrastrukturkostnadene for hurtigbåter vil trolig være sammenlignbare med ferger og kostnadene for ladeinfrastruktur til ferger er beskrevet i Kapittel 13 i hovedrapporten del A. Kostnadene for

[62] Denne utregningen er basert på tall fra Brødrene Aas sluttrapport levert til Trøndelag fylkeskommune i 2019. De antar at to mindre fartøy erstatter ett større. Det er oppgitt at det brukes ca. 850 000 liter MGO per år på sambandet.

infrastruktur vil variere i stor grad og noe infrastruktur kan leve utover levetiden til fartøyet på et aktuelt samband, for eksempel kaitilpasninger.

Tiltaket for hurtigbåter er kategorisert i kostnadskategori 500-1500 kr/tonn CO_2, men tiltakene vil i realiteten ha store variasjoner. Tiltaket plasseres i tiltakskategorien med den teknologien som bidrar til størst utslippskutt.

For både hydrogendrevne og batteridrevne hurtigbåter er investeringskostnaden den store kostnadsdriveren for tiltaket. For hydrogendrevne hurtigbåter vil også driftskostnaden være en kostnadsdriver med dagens MGO-pris. Driftskostnaden for batteridrift er antatt å være noe lavere eller tilsvarende dagens driftskostnader, men det er også usikkerhet knyttet til dette.

Tiltaket vil redusere lokal luftforurensning. Dette er spesielt relevant når skipet er i havn. Verdsettingen av NOx-utslipp er satt til 22 kr/kg.

For den samfunnsøkonomiske kostnadsberegningen er det lagt til grunn fire prosent kalkulasjonsrente for perioden mot 2030, i henhold til Finansdepartementets rundskriv R-109/2014. I den privatøkonomiske analysen er det benyttet en rente på 9,5 prosent.

Usikkerhet

Tabell T 26. Usikkerhetsvurdering.

Type usikkerhet	Beskrivelse	Følsomhet/sensitivitet	
		Utslippsreduksjonspotensiale	Kostnadskategori
Innfasing	Det er gjort en grov vurdering av hvilke samband som vil få faset inn hurtigbåter med lave utslipp, med henhold til lengde på samband og når nye anbud er forventet å lyses ut. I tillegg er det lagt til grunn en relativt kort pilot-fase med få fartøy, før man får et større volum. Volumet er fortsatt lite og dette begrunnes med den tekniske og økonomiske usikkerheten ved tiltaket. Det er vurdert flere ulike scenario for innfasing.	Kan utgjøre en stor forskjell. Innfasingen kan avvike vesentlig fra det som er foreslått. Den kan både gå raskere eller tregere. En raskere innfasing vil bety større utslippsreduksjoner.	Utgjør en moderat forskjell. En økt innfasingstakt kan bidra noe til en kostnadsreduksjon. Men det er fortsatt snakk om relativt få fartøy samlet sett (ca. 44) og det er begrenset hvor mye innfasingen vil påvirke kostnadsnivået. Kostnadene vil også avhenge av om det f.eks. må designes og testes nye skrogformer eller om man kan benytte eksisterende design.
Kostnad	Ingen har bygget en slik båt før. Den kan både bli billigere og dyrere. Kan påvirkes i begge retninger.	Kan utgjøre en stor forskjell. Kostnadene er meget usikre. Kostnadene for batteripakker og systemene rundt er relativt godt kjent, men de er ikke implementert i hurtigbåtsegmentet (selv om det finnes hybridvarianter). Kostnadene for enkeltkomponenter for hydrogen er relativt godt kjent, men systemintegrasjonen i skip er mindre kjent. Det er også stor usikkerhet til kostnadene for infrastruktur for begge teknologier, samt hvilke energipriser man vil få fram i tid. Ved høyere kostnader kan tiltaket forsinkes og utslippsreduksjonen svekkes, og motsatt med lavere kostnader.	Utgjør en stor forskjell. Hvis det viser seg at kostnadene er betydelig lavere enn det som ligger til grunn kan tiltaket falle til en lavere tiltakskategori. Dette kan særlig være relevant for hydrogentiltaket, der kostnadene er meget usikre.

		Det er også usikkerhet rundt levetid og når evt. batteri/hydrogenkomponenter må byttes, samt størrelsen på batteripakkene som er valgt.	
Teknisk potensial	Kan virke i begge retninger. Det tekniske potensialet er usikkert og det gjenstår å se hvilke løsninger som vil vinne fram. Det er vurdert at korte samband kan betjenes med batterier (eller høy grad av elektrifisering), uten spesielle endringer i skrog eller propellteknologi utover det som brukes i dag. For lengre samband kan både hydrogen og batterier benyttes, med ulike konfigurasjoner (f.eks. foil, batteribytte, hyppige ladinger/fyllinger, hastighetsreduksjon, andre tiltak som reduserer motstand). Det vil trolig testes ut ulike løsninger, men det er usikkert når og hvor mye som kan løses. Det gjenstår fullskala testing i praksis.	Kan utgjøre en stor forskjell. Utslippsreduksjonspotensialet kan svinge begge veier ifht. foreslått tiltak. Viser det seg at det er få utfordringer med å løse sambandene, kan det redusere i raskere innfasing og større utslippsreduksjon. Det motsatte kan hende hvis utfordringene viser seg å være større enn antatt.	Utgjør en potensielt stor forskjell. Hvis det viser seg at kostnadene er betydelig lavere enn det som ligger til grunn kan tiltaket falle til en lavere tiltakskategori, i motsatt fall vil tiltaket forbli i nåværende kostnadskategori.
Krav fra fylkene	Det er lagt til grunn i tiltaket at fylkeskommunene stiller krav til hurtigbåter med lave klimagassutslipp i sine anbud fram mot 2030. Det antas også at de har økonomien til å gjøre dette til, enten gjennom forflytting av midler på budsjettene sine eller ved bedre fordeling av midler ved fordelingsnøkkelen, i tillegg til støtte fra virkemiddelapparatet til deler av merkostnadene.	Kan utgjøre en stor forskjell. Viser det seg at fylkene ikke får en forbedret fordelingsnøkkel til å dekke merkostnader ved innfasing av hurtigbåter med lave utslipp, kan det bli vanskelig økonomisk å forsvare investeringen. I tillegg kan det være at fylkeskommunene ikke stiller de riktige eller strenge nok utslippskrav, slik at innfasingen forsinkes eller uteblir.	Utgjør trolig liten forskjell. Forsinkes innfasingen betraktelig, forblir kostnadene i nåværende kategori. Settes det strengere krav er det muligheter for at kostnadene kan reduseres, gitt mulige skalafordeler.

Barrierer

Kostnader

Fylkeskommunen som anskaffer et fartøy med lave klimagassutslipp står ovenfor store merkostnader. Ettersom ingen har bygget slike fartøy før, er det lite erfaringsgrunnlag å bygge på. I en søknad om støtte til hurtigbåter gjennom Klimasats, oppgir en søker at Rambøll anslår merkostnadene ved investering av en liten hurtigbåt (97 PAX[63]) med batteridrift til å være 18,8 millioner kroner. Brødrene Aa [5], anslo i sin sluttrapport i anbudskonkurransen til Trøndelag fylkeskommune at merkostnaden var anslagsvis 17,7 millioner kroner for å bygge en hurtigbåt med batteridrift, og 79 millioner kroner for en båt med hydrogendrift.

Tabell T 27. Oversikt over ulike merkostnadsestimater for hurtigbåt med batterier og hydrogen.

Kilde	Anslått merkostnad CAPEX (mill. kr)	PAX	Merkostnad/PAX (kr)	Løsning
Rambøll	18,8	97	193 814	Batteri
Brødrene Aa [5]	17,7	144	122 917	Batteri
Brødrene Aa [5]	79	277	285 199	Hydrogen

[63] PAX = maksimal passasjerkapasitet på et fartøy

Merkostnadene til batteridrevne fartøy vil være knyttet til batterier, kraftelektronikk og ladesystemer. Prisutviklingen både på cellenivå og batteripakker klargjort for marin bruk kan spille en vesentlig rolle for kostnadsnivået knyttet til innfasingen på lang sikt.

Merkostnader til hydrogendrevne fartøy er knyttet til tanksystem, brenselceller, batterier og kraftelektronikk. Det er naturlig at det både er batterier og hydrogensystemer i et hydrogendrevet fartøy. Det er store usikkerheter knyttet til prisutviklingen for hydrogenkomponenter, men de antas å reduseres fram mot 2030 så fram teknologien tas i bruk i større grad enn i dag, også utover maritim sektor.

Driftskostnadene er også utfordrende å si noe om, spesielt fordi man ikke kjenner til prisnivået på strøm og hydrogen fram i tid. Hydrogen er i dag dyrere enn diesel, men kan bli konkurransedyktig fram mot 2030. Strømprisen er en viktig innsatsfaktor for batteridrevne fartøy, og her er prisen på effektleddet meget viktig. Hurtigbåter vil trolig i stor grad belage seg på høye ladeeffekter, men dette kommer an på rutetider og liggetider der fartøyene har mulighet for å lade. Ved batteribytte kan man unngå problematikk med høy ladeeffekt. Strømprisen vil også være viktig for produksjonsprisen for hydrogen ettersom tiltaket legger til grunn at hydrogen er produsert via elektrolyse. Driftskostnadene kan både bli høyere eller lavere og det er stor usikkerhet knyttet til dette. Erfaringene fra elektrifisering av fergene tilsier at fylkeskommunene vil få betydelig økte driftskostnader uansett [6]. Konklusjonen er at det er knyttet stor usikkerhet til kostnader for hurtigbåter med nullutslipp, men det er stor sikkerhet for at de blir betydelig høyere enn dagens konvensjonelle teknologi. I tillegg kommer kostnader for infrastrukturen som vil være betydelig.

Ved innførsel av ny teknologi i et nytt marked, vil det knyttes usikkerhet til verdien av fartøyet ved videresalg. Annenhåndsverdien vil også bero på tilgjengeligheten for nødvendig infrastruktur i driftsområdet til kjøperen. Tilgjengelighet på infrastruktur kan være en absolutt barriere.

Teknologi

Ingen har bygget en nullutslippshurtigbåt før, og tiltaket innebærer derfor en betydelig **teknologirisiko**. Implementeringen av batteri- og hydrogenløsninger i den norske fergesektoren har gitt viktige erfaringer for berørte aktører. De relativt gode erfaringene har gitt bransjen stor tro på at man kan overføre disse erfaringene også til hurtigbåter. En annen positiv forutsetning er at aktørbildet for ferger og hurtigbåter er meget likt, men dette kan igjen gi fylkeskommuner med både ferger og hurtigbåter som skal over på nullutslipp en **betydelig merkostnad.**

Hydrogen som drivstoff på skip er relativt **uprøvd teknologi** og det er få eksempler på hydrogen til bruk i maritim sektor. Dette betyr at det må nye sertifiseringsprosesser for å få fartøy på vannet som er både tidkrevende og dyre. Den gode nyheten er at man har mye erfaring fra bruk av hydrogen i andre segmenter, noe som gjør at man har god kjennskap til komponenter og systemløsninger. Det er applikasjon i marine miljøer som er relativt uprøvd, bortsett fra noen få eksempler.

Batteridrevne hurtigbåter vil trolig ha **begrenset rekkevidde**, ettersom størrelsen på batteripakken ikke kan være for stor eller veie for mye. Dette innebærer at batterier trolig ikke kan erstatte alle dagens samband. Hydrogendrevne hurtigbåter kan ha lengre rekkevidde enn batteridrevne, men gitt den **teknologiske usikkerheten** her, er det også usikkerhet knyttet til hvor stor andel av dagens samband nullutslippsfartøy kan erstatte. De korteste sambandene vil være de lavest hengende fruktene.

Infrastruktur

Kostnader for utbygging av drivstoff- og ladeinfrastruktur i havn er ikke inkludert eksplisitt i tiltaksberegningen. Kostnadene er inkludert implisitt gjennom priser for aktuelle drivstoff. Det finnes i dag ingen bunkringsinfrastruktur for hydrogen eller ladeinfrastruktur for batterihurtigbåter. Ved innfasing av nullutslippshurtigbåt må infrastrukturen bygges.

Infrastrukturkostnadene avhenger i stor grad av energi- og effektbehovet til hurtigbåtene og vil således være relativt stedsspesifikt. Behovet vil variere med ruteplaner, liggetider og distanser.

I enkelte havner kan det oppstå problematikk rundt tilgjengelig arealer, samt begrensninger i det lokale nettet.

Produksjonskostnadene for hydrogen kan være høyere for små anlegg, men man kan oppnå betydelig storskalafordeler ved større anlegg som kan ha lavere produksjonskostnader.

Reguleringer

Hydrogendrevne hurtigbåter må gjennom en omstendelig godkjenningsprosess ettersom hydrogen i dag ikke er implementert i maritim sektor i Norge. Godkjenningsprosessen er helt nødvendig og Sjøfartsdirektoratet jobber for å fasilitere innfasing av ny klima- og miljøvennlig teknologi, men det er allikevel en barriere for innfasingen. Batteriløsninger på fartøy er relativt godt kjent og det anses ikke å være noen regulatoriske barrierer rundt dette.

Dagens regulering og prissetting av CO_2 i MGO, gjør innfasingen av ny og dyrere teknologi mer utfordrende enn det kunne ha vært, om CO_2-prisen hadde vært høyere. Gapet mellom konvensjonell teknologi og ny teknologi er stor.

Mulige virkemidler

Opptrapping av CO_2-avgiften på marint drivstoff vil redusere kostnadsspranget fra konvensjonell teknologi til ny og dyrere teknologi.

Fjerne refusjonsordning for grunnavgift på mineralske produkter som brukes til gods- og passasjertransport i innenriks farvann (refusjonen tilsvarer ca. 1,68 kr/liter i dag).

Krav til nullutslipp i nye anbud vil drive utviklingen videre og kan bidra til å redusere den teknologiske risikoen. Det kan også bidra til at tilbudet av løsninger øker. Krav i seg selv løser ikke kostnadsbarrieren, men vil være kostnadsdrivende for fylkeskommunen.

For å løse den kostnadsøkningen ved krav i nye anbud, kan fylkeskommunen søke **støtte hos Enova eller NOx-fondet** for å redusere investeringskostnadene. Ettersom NOx-fondsavtalen utløper i 2025 og de ikke kan støtte nybygg etter 2021, mister denne støtteordningen en del effekt i analyseperioden for Klimakur 2030.

Staten overfører hvert år midler til fylkeskommunene som skal dekke kostnader i kollektivtrafikken. Denne fordelingsnøkkelen forhandles fram hvert fjerde til femte år.

I handlingsplanen for grønn skipsfart fremmes følgende forslag [7]:

- *"Ved framtidige revisjoner av kostnadsnøklene i inntektssystemet for fylkeskommunene vil regjeringen ta hensyn til kostnadsøkninger som følger av at fylkeskommunene har stilt krav om lav- og nullutslippsløsninger i ferge- og hurtigbåtsamband"*

Kostnadsnøklene for hurtigbåt skal trolig forhandles fram i 2020. For at det skal bli akseptabelt for en fylkeskommune å stille krav om nullutslipp i nye anbud for hurtigbåt kan de **reviderte kostnadsnøklene** belønne de som stiller krav for å dekke opp økte driftskostnader.

For å redusere barrieren med driftskostnader ytterligere kan man tillatte **utkoblbar tariff** ved ladestasjoner for hurtigbåter.

Rettighetsbasert drifts- og/eller investeringsstøtte gjennom Klimasats eller lignende ordning i for eksempel Enova, der man er garantert støtte til drift og/eller investering om man oppfyller visse kriterier. Kriterier kan være til utslippsreduksjon eller til teknologisk løsning.

EPI (Environmental Port Index) kan utvides til å inkludere andre skipssegmenter og premiere skip med god profil, eller straffe de med en dårlig profil via differensiering av havneavgifter der dette er relevant.

Konsekvenser

- Gitt merkostnaden ved innføring av ny teknologi på hurtigbåter, vil fylkeskommunene bære en stor del av dette over sine budsjettet. Dette kan gå ut over andre tjenestetilbud, med mindre merkostnaden dekkes inn på andre måter. Dette vil særlig bli belastende for fylker som har mange hurtigbåter eller stram økonomi.

- En mulig konsekvens er at dagens rutetilbud ikke kan opprettholdes med ny teknologi. I verste fall kan dette bety et dårligere kollektivtilbud.
- Krav til utslippsfrie hurtigbåter kan gi positive effekter for norske verft som produserer hurtigbåter. Det kan skape et tidlig marked for et mulig eksportprodukt. Kan styrke norsk maritim næring.
- Innføring av utslippsfrie hurtigbåter vil redusere lokale utslipp og kan ha positive helseeffekter.
- Tiltaket kan også bidra til teknologiutvikling både for batteri- og hydrogenteknologi, der sistnevnte kan gi særlig stor utvikling gitt at den er på et tidligere stadium.
- Tiltaket kan legitimere fortsatt bruk av en meget energikrevende transportform, uavhengig av drivstoff.

Referanser

[1] DNV GL (2019). Reduksjon av klimagassutslipp fra innenriks skipstrafikk. Rapport nr. 2019-0939. M-1626|2020. Oppdragsrapport for Miljødirektoratet.
[2] LMG Marin (2016). Potensialstudie - Energieffektiv og klimavennlig passasjerbåtdrift. Oppsummeringsrapport.
[3] Selfa (2016). FOU-prosjekt. Batteri/brenselcelle hurtigbåt.
[4] Kollektivtrafikkforeningen (2019) Markedsoversikt ferge og hurtigbåt – v19
[5] Brødrene Aa mfl. (2019). Rapport fase 2. Utviklingskontrakt utslippsfri hurtigbåt. Doffin 2017-138144.
[6] Menon, TØI & KS FoU (2019). Kostnader ved overgang til fossilfri kollektivtransport. Menon-publikasjon nr. 4/2019.
[7] Departementene (2019). Handlingsplan for grønn skipsfart. 20.06.19.

S12 Tiltak på cruiseskip

		2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Utslipps-reduksjon (mill. tonn CO_2)	Plug-in	-	0,0000	0,0001	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002
Utslippsreduksjon 2021-2030		**0,001 millioner tonn CO_2**										
Kostnadskategori		**Hydrogen > 1500 kr/tonn CO_2** **Plug-in > 1500 kr/tonn CO_2**										

Beskrivelse av tiltaket

I 2018 var innenriks utslipp fra cruiseskip ca. 303 000 tonn CO_2, hvorav ca. 19 500 tonn CO_2 stammer fra skip som oppholdt seg mer enn 80 prosent av tiden i NØS [1]. Dette betyr at en stor andel av utslippene stammer fra skip som ikke oppholder seg mye i Norge, slik som de store cruiseskipene. Tiltaket er rettet mot mindre cruiseskip og utslippsreduksjonspotensialet er beregnet for disse. Virkemidlene kan imidlertid også påvirke de store cruiseskipene som oppholder seg mindre enn 80 prosent av tiden i norske farvann. Utslippene inkluderer ikke utslipp i havn, som kan inkludere utslipp fra fartøy i internasjonal fart. Det var 121 fartøy registrert i denne kategorien i innenrikstrafikk i NØS i 2018.

Tiltak på cruiseskip innebærer installasjon av batteripakker om bord på cruiseskipene for å redusere utslipp ved å erstatte MGO-bruk til ulike faser av driften til skipet. DNV GL inkluderte også hydrogen for dette tiltaket, men det har falt ut gjennom en tidsforskyvning for hydrogen slik at tiltaket ikke blir gjennomført før etter 2030.

Bakgrunn

Cruiseskip anløper ulike havner langs norskekysten og mange passasjerer anløper flere havner. I 2017 var det ca. 3 millioner cruisepassasjerer som gikk i land i norske havner, der flere besøkte flere havner. I 2016 var antall cruisebesøkende på nesten 660 000 personer [2]. Det er mest aktivitet rundt sommermånedene. Tabellen under viser at Bergen var byen med flest anløp av cruiseskip i 2017.

Tabell T 28. Cruiseanløp i norske havner i 2017. Kilde: DNV GL (2019) [3].

Havn	Anløp
Bergen	307
Geiranger	181
Stavanger	181
Flåm	142
Ålesund	133

Cruiseskipene er ikke bundet av bestemte ruter og kan endre havn om de ønsker, så lenge det er mulig å legge til kai eller ankre opp i trygt farvann. Cruisepassasjerene kan også ilandsettes via mindre båter der cruiseskipet ikke har mulighet til å legge til kai.

Cruiseskipene hadde i 2017 en gjennomsnittsalder på 25 år og en gjennomsnittsstørrelse på rundt 50 000 GT [3] - dette gjelder alle cruiseskip. Cruiseskipene som er inkludert i dette tiltaket er relativt små skip, ettersom de store cruiseskipene som sees blant annet i verdensarvfjordene oppholder seg mindre enn 80 prosent i norske farvann.

Dagens virkemidler

Flere av disse virkemidlene vil også treffe cruiseskipene som ikke er inkludert i utslippsreduksjonspotensialet utredet i dette tiltaket.

- Enova kan blant annet støtte merkostnaden ved investering i ny teknologi, både på skip og infrastruktur.
- NOx-fondet kan gi støtte til investering i skip, dersom NOx-utslippene reduseres.
- IMOs EEDI og SEEMP-krav. Alle nye skip (det vil si skip med inngått byggekontrakt 1. januar 2013 eller senere) som faller inn under bestemte skipskategorier (bulkskip, gasstankskip, tankskip, containerskip, stykkgodsskip, kjøleskip, kombinasjonsskip, passasjerskip, roro-lasteskip og roro-passasjerskip) skal beregne sin oppnådde EEDI (Energy Efficiency Design Index). Beregningen av indeksen skal gjøres som beskrevet i retningslinjer fra IMO. Fra og med 1. januar 2013 skal alle skip ha en skipsenergieffektivitetsplan – SEEMP (Ship Energy Efficiency Management Plan) om bord. IMO har gitt retningslinjer for utvikling av SEEMP.
- IMOs ECA-områder, er områder der det er innført utslippsgrenser for enten NOx- eller SOx-utslipp.
- Avgifter på drivstoff, på både CO_2 og NOx kan bidra til å gjøre nye tiltak mer privatøkonomisk lønnsomme.
- ESI (Environmental Ship Index) er en indeks som rangerer skipets miljøprofil basert på utslipp av NOx, SOx og CO_2. Havnene kan bruke indeksen til å differensiere avgiftene basert på skipenes miljøprofil.
- EPI (Environmental Port Index) beregner cruiseskipenes miljøpåvirkning i cruisehavnene og havnene kan dermed premiere skip med god profil, eller straffe de med en dårlig profil via differensiering av havneavgifter.

Nullalternativ og utslippsreduksjonspotensial

DNV GL har utviklet en modell for å beregne utslippsreduksjoner fra skipsfarten. Denne modellen kjøres i to omganger, først for å analysere enkelttiltak for å kartlegge det rent tekniske potensialet. Deretter kjøres den igjen på en pakke av tiltak utvalgt av DNV GL, som legger til grunn en reduksjon av innenriks CO_2-utslipp i 2030 med 50 prosent fra dagens nivå (2018). Tiltakene må i så stor grad som mulig være realistisk gjennomførbare, med tanke på teknologisk modenhet, tilgjengelighet av drivstoff, og andre barrierer. Videre prioriteres tiltakene etter lavest mulig samfunnsøkonomisk tiltakskostnad.

Spesielt begrepet "realistisk gjennomførbart" åpner for tolkning. Det tekniske potensialet er beregnet ned på hvert enkeltskip og deretter aggregert innenfor hvert skipssegment. Skipene som får tiltak har mer enn 80 prosent av sin operasjon i norske farvann. Dette sikrer god overlapp mot det nasjonale utslippsregnskapet og sannsynliggjør god effekt av virkemidler.

For å redusere bruken av biodrivstoff som må brukes til å nå målene, appliserer DNV GL ammoniakk og hydrogen der det er mulig fra 2025.

- Hydrogen appliseres på offshore, cruise, andre spesialskip, samt passasjerskip.
- Ammoniakk appliseres på bulkskip, godsskip og havbruk

Barrierene for begge teknologiene har mange likhetstrekk. Ingen av teknologiene er på markedet, men er under utvikling. Regelverket er ikke på plass og godkjenning krever prosesser. Bunkringsinfrastruktur er ikke tilgjengelig og drivstoffkostnaden er høy.

På de skipene som ikke er teknisk egnet til å implementere ammoniakk eller hydrogen er plug-in elektrifisering på både nybygg og retrofit applisert. For de skipene som verken kan benytte ammoniakk, hydrogen eller plug-in er LNG applisert. LNG-skip er primært en døråpner for bruk av biogass (LBG) til skipsfart, da LNG har begrenset utslippsreduksjonspotensial isolert sett. De skipene som ikke er teknisk egnet til å benytte noen av de ovenstående løsningene, benytter enten annet biodrivstoff eller fossilt drivstoff. Innfasing av biodrivstoff er et eget tiltak. Det er også lagt til grunn at retrofit-takten trappes opp fra 1 prosent i 2025 til 10 prosent i 2029 og 2030. Etter denne metodikken appliseres hydrogen og plug-in på cruiseskip.

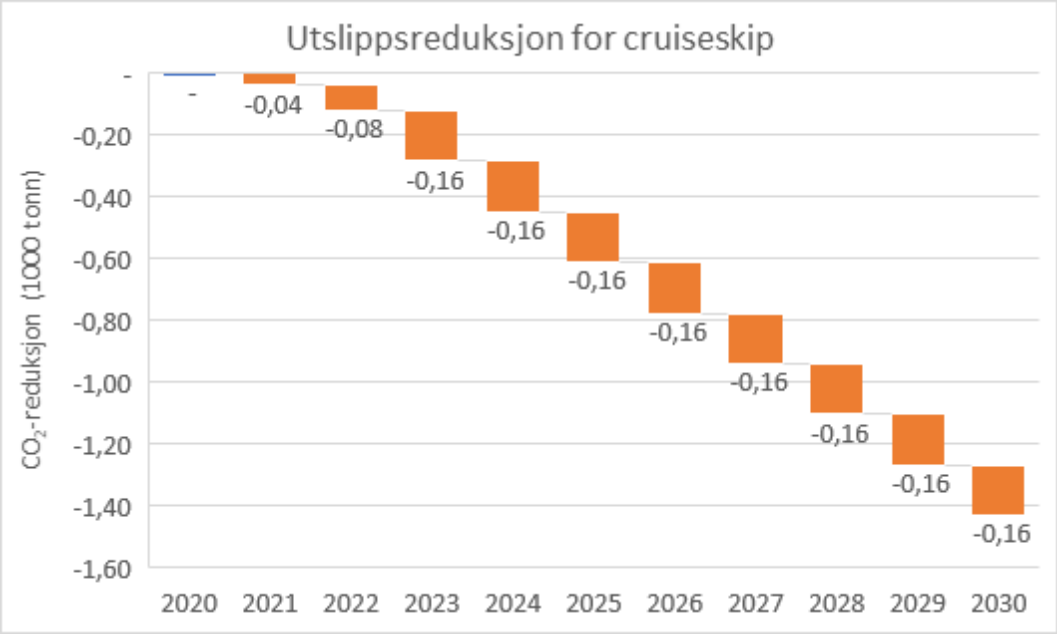
Faggruppen i Klimakur 2030 har videre skalert resultatene til DNV GL og har vurdert innfasing av og størrelse på tiltakene i lys av identifiserte barrierer og virkemidler. Særlig barrierene knyttet til teknologiusikkerhet er vesentlige. Sammenlignet med DNV GLs analyse er hydrogentiltaket forskjøvet tre år i tid, mens plug-in hybridtiltaket er nedjustert med 50 prosent. Faggruppen har vurdert usikkerheten for hydrogen for betydelig og har dermed utsatt tiltaket, noe som betyr at tiltaket ikke fases inn før etter 2030 og tiltaket faller derfor ut av utslippsreduksjonspotensialet. Plug-in tiltaket er nedjustert ved at vi i ser det som realistisk med mindre grad av hybridisering enn det som er teoretisk potensiale, samt høy kostnad for stor grad av hybridisering.

Tiltakene for cruiseskip er beregnet til samlet å medføre en reduksjon av utslipp 0,001 millioner tonn CO_2, etter faggruppens skalering.

Plug-in elektrifisering bidrar til å redusere ca. 1 400 tonn CO_2 fram mot 2030. Innfasingen vil starte i 2022. Plug-in-fartøy bruker strøm direkte fra batterier som benyttes til ulike faser av driften til fartøyet (framdrift i ulik grad, strøm til driften av hotellet/skipet før øvrig, "peak shaving"/kutting av effekttopper eller til lasthåndtering). Grad av elektrifisering og størrelse på batteripakken vil variere innenfor kategorien, men det er begrenset hvor stor andel av energien til framdrift vil kunne dekkes av batterier. Dette tiltaket gjelder for mindre cruiseskip.

Det er muligheter for utslippsreduksjoner også fra større cruiseskip som oppholder seg mindre enn 80 prosent av tiden i norske farvann. Det er usikkert i hvilken grad disse bunkrer i Norge til formålet innenriks sjøfart, og dermed hvordan deres drivstofforbruk inngår i utslippsregnskapet. Utslippsreduksjonspotensialet er ikke beregnet for disse skipene i dette tiltaket. Det forventes at enkelte cruiseskip vil kunne seile inn og ut av verdensarvfjordene på batterier Eventuelle utslippskrav i verdensarvfjordene til cruiseskip er under vurdering. Utslippsreduksjonspotensialet vil derfor kunne være større enn det som framkommer i det norske utslippsregnskapet og er utredet her.

Utslippene i referansebanen forventes å øke med ca. 14 700 tonn CO_2 fram mot 2030, for skip som oppholdt seg mer enn 80 prosent av tiden i NØS.



Figur T 28. Utslippsreduksjon fra cruiseskip.

I DNV GLs referansebane ligger det inne ca. 40 LNG-skip i denne kategorien og de resterende med tradisjonelt drivstoff – MGO eller HFO. Dette kan være skip som oppholder seg både mer eller mindre enn 80 prosent av tiden i norske farvann.

Tiltakskostnad

DNV GLs beregnede tiltakskostnad for plug-in-tiltaket var 16 100 kr/tonn CO_2 fordelt på tre nybygg mellom 2021-2023. Etter en nedskalering av tiltakene antas det at tiltakene havner i samme kostnadskategori, men at tallene blir noe endret. Tiltakene lander i samme kostnadskategori over 1500 kr/tonn CO_2.

For batteridrevne fartøy er investeringskostnaden den store kostnadsdriveren for tiltaket. Driftskostnaden for batteridrift er antatt å være noe lavere eller tilsvarende dagens driftskostnader, men det er også usikkerhet knyttet til dette.

Tiltaket vil redusere lokal luftforurensning og er spesielt relevant når skipet er i havn. NOx-utslippene er verdsatt til 22 kr/kg.

For den samfunnsøkonomiske kostnadsberegningen er det lagt til grunn en 4 prosent kalkulasjonsrente for perioden mot 2030, i henhold til Finansdepartementets rundskriv R-109/2014. I den privatøkonomiske analysen er det benyttet en rente på 9,5 prosent.

Usikkerhet

Tabell T 29. Usikkerhetsvurdering.

Type usikkerhet	Beskrivelse	Følsomhet/sensitivitet	
		Utslippsreduksjonspotensiale	Kostnadskategori
Innfasing	Det er knyttet stor usikkerhet til innfasingen av tiltaket. Antall skip kan både bli større og mindre. Innfasingen kan også endres som følger av krav som settes til drift i norske fjorder. Tiltaket begrenses også av at få skip oppholder seg mer enn 80 prosent i norske farvann.	Potensialet vil variere med innfasingstakten, samt hvor stor grad av driften som vil foregå med batterier.	Det forventes ikke at innfasingstakten vil ha betydelige konsekvenser for tiltakets plassering i høyeste kostnadskategori. Tiltakskostnaden vil uansett variere mellom tiltak.
Referansebane	Det er knyttet usikkerhet til referansebanen. Det ligger ingen batteriskip inne, men det er ca. 40 skip med LNG.	Det er trolig lite endringer i referansebanen og usikkerheten vil trolig ha lite å si for utslippsreduksjonspotensialet. Det er usikkert hvorvidt 40 LNG-skip vil være et realistisk anslag og dette kan redusere bidra til at utslippene i referansebanen blir noe høyere enn antatt.	Vil ha liten effekt på kostnadskategori for tiltaket.
Kostnad	Det er knyttet stor usikkerhet til kostnadene for tiltaket. Det er usikkerhet knyttet til hvor store batteripakker som faktisk vil installeres i cruiseskip.	Tiltaket vil høyst sannsynlig ha store merkostnader knyttet til seg.	Endrede kostnader for tiltaket kan endre kostnadskategorien. Men det vil avhenge av hvor stor grad man elektrifiserer. Ved en betydelig kostnadsreduksjon for batterier kan man se endringer i kostnadskategorien.
Teknisk potensial	Det er knyttet noe usikkerhet til det tekniske potensialet. DNV GL har beregnet at det vil være begrensede muligheter for elektrifisering, men tiltaket begrenses også av at få skip oppholder seg mer enn 80 prosent i norske farvann.	Kan ha stor effekt. Viser det seg at det tekniske potensialet er større vil innfasingen trolig øke og utslippsreduksjon også. Viser det seg vanskeligere å innføre den nye teknologien enn antatt, kan det få motsatt effekt.	Det forventes ikke at det tekniske potensialet kan endre kostnadskategorien for tiltaket vesentlig over en 10-årsperiode.

Barrierer

Kostnader

Den virksomheten som anskaffer fartøy med lave klimagassutslipp står ovenfor store merkostnader. Batterikostnadene er relativt godt kjent, men det er også usikkerheter fram i tid.

Merkostnadene til batteridrevne fartøy vil være knyttet til batterier, kraftelektronikk og ladesystemer. Prisutviklingen både på cellenivå og batteripakker klargjort for marin bruk kan spille en vesentlig rolle for kostnadsnivået knyttet til innfasingen på lang sikt. Det er begrenset med kostnadsoverslag for investeringskostnadene knyttet til utslippsfrie cruiseskip. Driftskostnadene er også utfordrende å si noe om, spesielt fordi man ikke kjenner til prisnivået på strøm fram i tid. Det antas at bruk av batterier vil redusere driftskostnadene. Strømprisen er en viktig innsatsfaktor for batteridrevne fartøy som lader batteriene fra land med høy effekt, og her er prisen på effektleddet viktig. Lades batteriene fra dieselgeneratorer om bord vil dette ha mindre påvirkning.

Teknologi

Det knyttes en **betydelig merkostnad** til innfasing av både batterier for cruiseskip. Merkostnaden vil variere med grad av elektrifisering.

Batteridrevne skip kan ha **begrenset rekkevidde**, gitt batterienes lave energitetthet og det vil variere i hvor stor grad skipene kan elektrifiseres. Batterier brukes i dag i flere faser av driften i flere ulike skipstyper og anses som kjent teknologi, derfor er det en antakelse at det ikke knyttes ytterligere teknologiske barrierer til denne løsningen.

Infrastruktur

Kostnader for utbygging ladeinfrastruktur i havn er ikke inkludert eksplisitt i underlagsstudien fra DNV GL. Kostnadene er inkludert implisitt gjennom priser for aktuelle drivstoff. Det finnes i dag begrensede muligheter for skip å lade ved kai, men det pågår utbygging i mange havner og enkelte havner har allerede installert landstrøm.

Infrastrukturkostnadene avhenger i stor grad av energi- og effektbehovet til fartøyene og vil således være relativt stedsspesifikt. Behovet vil variere med operasjonsprofil, liggetider og distanser.

I enkelte havner kan det oppstå problematikk rundt tilgjengelig arealer, samt begrensninger i det lokale nettet, men dette anses ikke som en stor fysisk barriere. Det kan være kostbart med oppgraderinger i nettet.

Reguleringer

Dagens regulering og prissetting av CO_2 i MGO, gjør innfasingen av ny og dyrere teknologi mer utfordrende enn det kunne ha vært, om CO_2-prisen hadde vært høyere. Gapet mellom konvensjonell teknologi og ny teknologi er stor.

Mulige virkemidler

Opptrapping av CO_2-avgiften på marint drivstoff vil redusere kostnadsspranget fra konvensjonell teknologi til ny og dyrere teknologi.

Fjerne refusjonsordning for grunnavgift på mineralske produkter som brukes til gods- og passasjertransport i innenriks farvann (refusjonen tilsvarer ca. 1,68 kr/liter i dag).

Staten kan stille **krav til nullutslipp eller utslippskrav** ved operasjoner i verdensarvfjordene, andre fjorder og ved anløp til norske havner. Dette vil drive utviklingen videre og kan bidra til å redusere den teknologiske risikoen, samtidig som utslippene reduseres. Det kan også bidra til at tilbudet av løsninger øker. Krav i seg selv løser ikke kostnadsbarrieren, men vil kan bidra til kostnadsreduksjoner på lang mellom- til lang sikt. Et slikt virkemiddel vil også treffe cruiseskip som oppholder seg mindre enn 80 prosent i norske farvann.

Det er også mulig å søke **støtte hos Enova eller NOx-fondet** for å redusere investeringskostnadene. Dette kan bidra til en betydelig kostnadsreduksjon. Ettersom NOx-fondsavtalen utløper i 2025 og de ikke kan støtte nybygg etter 2021, mister denne støtteordningen en del effekt i analyseperioden for Klimakur 2030. Det er verdt å merke seg at

skip som er inkludert i dette tiltaket ikke er de store tradisjonelle cruiseskipene som forslagene under forsøker å treffe. Dermed kan krav treffe skip som oppholder seg lite tid i Norge.

I handlingsplanen for grønn skipsfart fremmes følgende forslag [4]:

- *"Arbeide for å redusere utslippene av klimagasser og lokal luftforurensning fra cruiseskip i norske farvann"*
- *"Følge opp vedtaket om å innføre krav om nullutslipp fra turistskip- og ferger i verdensarvfjordene så snart det er teknisk gjennomførbart, og senest innen 2026, og komme tilbake til Stortinget på egnet tidspunkt"*
- *"Vurdere utvidelse av miljøkravene som stilles til skip i verdensarvfjordene til andre norske fjorder"*

For å redusere barrieren med driftskostnader kan man tillatte **utkoblbar tariff** ved landstrømsinstallasjoner.

Konsekvenser

- Krav til utslippsfrie cruiseskip kan drive den teknologiske utviklingen framover, samtidig som den tvinger en merkostnad på virksomheten som virkemiddelet treffer.
- Krav til utslippsfrie cruiseskip kan gi positive effekter for norske verft som produserer slike skip. Det kan skape et tidlig marked for et mulig eksportprodukt. Kan styrke norsk maritim næring.
- Innføring av utslippsfrie cruiseskip vil redusere lokale utslipp og kan ha positive helseeffekter.
- Tiltaket kan også bidra til teknologiutvikling for batteriteknologi.
- Ettersom mange cruiseskip har internasjonale anløp kan tiltaket bidra til utslippsreduksjoner utover Norges forpliktelser.

Referanser

[1] DNV GL (2019). Reduksjon av klimagassutslipp fra innenriks skipstrafikk. Rapportnr 2019-0939. M-1626|2020. Oppdragsrapport for Miljødirektoratet.
[2] Innovasjon Norge (2018). Nøkkeltall cruise 2016–2017. En oversikt over norsk cruisenæring.
[3] DNV GL (2019). Barometer for grønn omstilling av skipsfarten. Rapportnr 2019-0080. Oppdragsrapport for Klima- og miljødepartementet.
[4] Departementene (2019). Handlingsplan for grønn skipsfart. 20.06.19.

S13 Tiltak på andre spesialfartøy

		2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Utslipps-reduksjon (mill. tonn CO_2)	Hydrogen	-	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001
	Plug-in	-	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
Utslippsreduksjon 2021-2030		**0,049 millioner tonn CO_2**										
Kostnadskategori		**Hydrogen > 1500 kr/tonn CO_2 Plug-in > 1500 kr/tonn CO_2**										

Beskrivelse av tiltaket

I 2018 var innenriks utslipp fra andre spesialfartøy[64] ifølge DNV GL 187 200 tonn CO_2, hvorav ca. 148 000 tonn CO_2 stammer fra skip som oppholdt seg mer enn 80 prosent av tiden i NØS [1]. Utslippene holder seg relativt stabile fram mot 2030. Andre fartøy stod for ca. 6 prosent av utslipp fra innenriks sjøfart (ekskludert fiske). Utslippene inkluderer ikke utslipp i havn. Det var 564 fartøy registrert i denne kategorien i innenrikstrafikk i NØS i 2018, hvorav ca. 193 skip var registrert som oppholdt seg mer enn 80 prosent av tiden i NØS.

Tiltaket innebærer at ulike alternative drivstoff implementeres på de skip der det er teknisk mulig og er vurdert som realistisk gjennomførbart, blant annet gjennom en underlagsrapport av DNV GL [1]. Det er lagt opp til en innfasing av og hydrogen og plug-in-fartøy for denne skipskategorien.

Bakgrunn

Andre spesialfartøy består i hovedsak statlige fartøy, forsknings- og seismikkskip og taubåter.

Statlige fartøy inkluderer kystvakten og kystverkets fartøy. Det er ca. 25 fartøy i denne kategorien. Disse utfører blant annet fiskerioppsyn, miljøberedskap, søk og redning, tolloppsyn og vedlikehold av maritimt utstyr/sjømerking med mer. Kystvakten har store fartøy som seiler lange distanser langs hele kysten, mens kystverket har mindre fartøy som seiler mer lokalt [2].

Forskningsskip har varierte oppgaver innenfor blant annet miljø og overvåkning. Oppdragene kan for eksempel være i regi av ulike universiteter eller Havforskningsinstituttet. **Seismikkskip** leies inn av oljeselskapene og leter typisk etter olje. Det er ca. 120 forskning- og seismikkskip til sammen [2].

Taubåter har varierte oppdrag innenfor sleping og manøvrering av andre fartøy. Det er ca. 167 taubåter registrert i norske farvann med AIS. Noen taubåter assisterer store tankskip, mens andre brukes som sikring i trange eller krevende farvann, eller trekke skip som har grunnstøtt eller har havarert trygt inn til havn. Noen taubåter brukes også innenfor offshoresegmentet. Taubåtene er bygget for å ha mest mulig trekkraft ved behov [2].

Dagens virkemidler

- Enova kan blant annet støtte merkostnaden ved investering i ny teknologi, både på skip og infrastruktur.
- NOx-fondet kan gi støtte til investering i skip, dersom NOx-utslippene reduseres.
- IMOs EEDI og SEEMP-krav. Alle nye skip (det vil si skip med inngått byggekontrakt 1. januar 2013 eller senere) som faller inn under bestemte skipskategorier (bulkskip, gasstankskip, tankskip, containerskip, stykkgodsskip, kjøleskip, kombinasjonsskip, passasjerskip, roro-lasteskip og roro-passasjerskip) skal beregne sin oppnådde EEDI (Energy Efficiency Design Index). Beregningen av indeksen skal gjøres som beskrevet i

[64] Andre fartøy inkluderer statlige fartøy (slik som Kystvakten og oljevernfartøy), forskingsfartøy og seismikkskip og taubåter.

retningslinjer fra IMO. Fra og med 1. januar 2013 skal alle skip ha en skipsenergieffektivitetsplan – SEEMP (Ship Energy Efficiency Management Plan) om bord. IMO har gitt retningslinjer for utvikling av SEEMP.

- IMOs ECA-områder, er områder der det er innført utslippsgrenser for enten NOx- eller SOx-utslipp
- Avgifter på drivstoff, på både CO_2 og NOx kan bidra til å gjøre nye tiltak mer privatøkonomisk lønnsomme.
- ESI (Environmental Ship Index) er en indeks som rangerer skipets miljøprofil basert på utslipp av NOx, SOx og CO_2. Havnene kan bruke indeksen til å differensiere avgiftene basert på skipenes miljøprofil.
- Det offentlige kan som innkjøper stille krav til maksimale utslipp i sine anbud der det inngår skip.

Nullalternativ og utslippsreduksjonspotensial

DNV GL har utviklet en modell for å beregne utslippsreduksjoner fra skipsfarten. Denne modellen kjøres i to omganger, først for å analysere enkelttiltak for å kartlegge det rent tekniske potensialet. Deretter kjøres den igjen på en pakke av tiltak utvalgt av DNV GL, som legger til grunn en reduksjon av innenriks CO_2-utslipp i 2030 med 50 prosent fra dagens nivå (2018). Tiltakene må i så stor grad som mulig være realistisk gjennomførbare, med tanke på teknologisk modenhet, tilgjengelighet av drivstoff, og andre barrierer. Videre prioriteres tiltakene etter lavest mulig samfunnsøkonomisk tiltakskostnad.

Spesielt begrepet "realistisk gjennomførbart" åpner for tolkning. Det tekniske potensialet er beregnet ned på hvert enkeltskip og deretter aggregert innenfor hvert skipssegment. Skipene som får tiltak har mer enn 80 prosent av sin operasjon i norske farvann. Dette sikrer god overlapp mot det nasjonale utslippsregnskapet og sannsynliggjør god effekt av virkemidler.

For å redusere bruken av biodrivstoff som må brukes til å nå målene, appliserer DNV GL ammoniakk og hydrogen der det er mulig fra 2025.

- Hydrogen appliseres på offshore, cruise, andre spesialskip, samt passasjerskip.
- Ammoniakk appliseres på bulkskip, godsskip og havbruk

Barrierene for begge teknologiene har mange likhetstrekk. Ingen av teknologiene er på markedet, men er under utvikling. Regelverket er ikke på plass og godkjenning krever prosesser. Bunkringsinfrastruktur er ikke tilgjengelig og drivstoffkostnaden er høy.

På de skipene som ikke er teknisk egnet til å implementere ammoniakk eller hydrogen er plug-in elektrifisering på både nybygg og retrofit applisert. For de skipene som verken kan benytte ammoniakk, hydrogen eller plug-in er LNG applisert. LNG-skip er primært en døråpner for bruk av biogass (LBG) til skipsfart, da LNG har begrenset utslippsreduksjonspotensial isolert sett. De skipene som ikke er teknisk egnet til å benytte noen av de ovenstående løsningene, benytter enten annet biodrivstoff eller fossilt drivstoff. Innfasing av biodrivstoff er et eget tiltak. Det er også lagt til grunn at retrofit-takten trappes opp fra 1 prosent i 2025 til 10 prosent i 2029 og 2030. Etter denne metodikken appliseres hydrogen og plug-in på andre spesialfartøy.

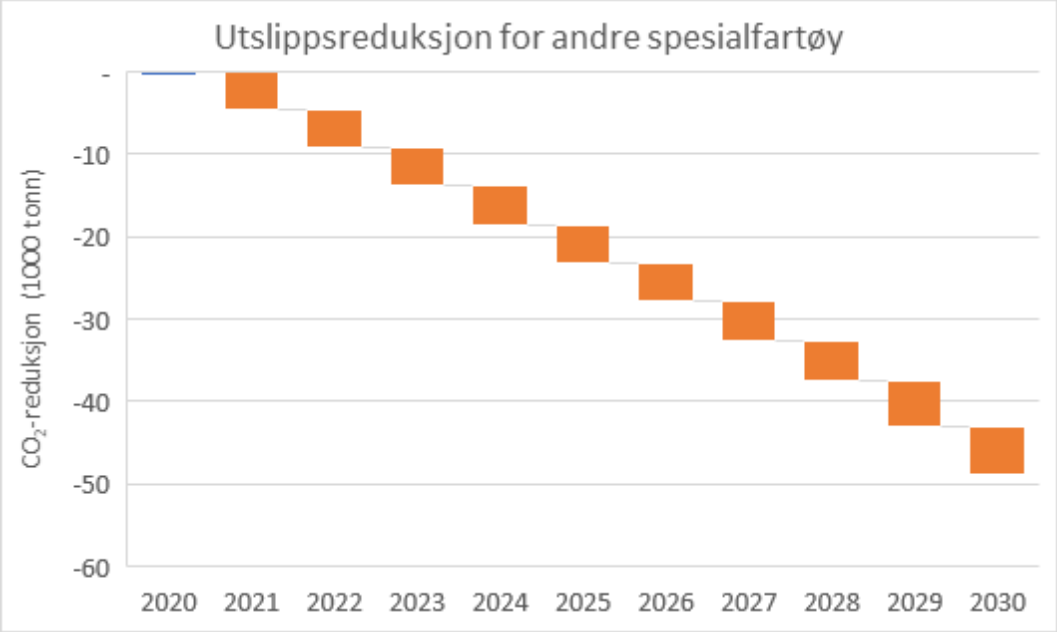
Faggruppen i Klimakur 2030 har videre skalert resultatene til DNV GL og har vurdert innfasing av og størrelse på tiltakene i lys av identifiserte barrierer og virkemidler. Særlig barrierene knyttet til teknologiusikkerhet er vesentlige. Sammenlignet med DNV GLs analyse er hydrogentiltaket forskjøvet tre år i tid, mens plug-in hybridtiltaket er nedjustert med 50 prosent. Faggruppen har vurdert usikkerheten for hydrogen for betydelig og har dermed utsatt tiltaket. Plug-in tiltaket er nedjustert ved at vi i ser det som realistisk med mindre grad av hybridisering enn det som er teoretisk potensiale, samt høy kostnad for stor grad av hybridisering.

Hydrogen bidrar til å redusere 2 000 tonn CO_2 fram mot 2030. Det antas at det først er fra 2028 at vi får se de første hydrogenfartøyene innenfor segmentet.

Plug-in elektrifisering bidrar til å redusere 47 000 tonn CO_2 fram mot 2030. Innfasingen vil starte i 2021. Plug-in-fartøy bruker strøm direkte fra batterier som benyttes til ulike faser av driften til fartøyet (framdrift i ulik grad, strøm

til driften av hotellet/skipet før øvrig, "peak shaving"/kutting av effekttopper eller til lasthåndtering). Grad av elektrifisering og størrelse på batteripakken vil variere innenfor kategorien.

Totalt over perioden reduseres utslippene med ca. 49 000 tonn CO_2 som illustrert i grafen under.



Figur T 29. Utslippsreduksjon fra andre spesialfartøy.

I referansebanen ligger det inne åtte LNG-skip i denne kategorien og de resterende med tradisjonelt drivstoff – MGO. Dette kan være skip som oppholder seg både mer eller mindre enn 80 prosent av tiden i norske farvann. Utslippene i DNV GLs referansebane reduseres fra rundt 187 000 tonn CO_2 i 2018 til rundt 174 000 tonn CO_2 i 2030.

Tiltakskostnad

DNV GL beregnet ut følgende tiltakskostnad for tiltakene:

Tabell T 30. DNV GLs beregnede tiltakskostnad for hydrogen og plug-in-tiltak for andre spesialfartøy. Kilde: DNV GL (2019) [1].

Drivstoff	Kr/tonn CO_2
Hydrogen	6440
Plug-in	18 606

Etter faggruppens nedskalering av tiltakene antas det at tiltakene havner i samme kostnadskategori, men at tallene blir noe endret. Tiltakene lander i samme kostnadskategori, over 1500 kr/tonn CO_2. I DNV GLs analyse er det ikke tatt hensyn til kostnader ved å etablere lade- og fylleinfrastruktur på land, bare på skipet. Det resulterer i et påslag på kostnadene som er beregnet av DNV GL, men i dette tilfellet endres ikke kostnadskategori som følge av dette.

For både hydrogendrevne og batteridrevne fartøy er investeringskostnaden den store kostnadsdriveren for tiltaket. For hydrogendrevne skip vil også driftskostnaden være en kostnadsdriver. Driftskostnaden for batteridrift er antatt å være noe lavere eller tilsvarende dagens driftskostnader, men det er også usikkerhet knyttet til dette.

Tiltaket vil redusere lokal luftforurensning. Dette er spesielt relevant når skipet er i havn. NOx-utslippene er verdsatt til 22 kr/kg.

For den samfunnsøkonomiske kostnadsberegningen er det lagt til grunn fire prosent kalkulasjonsrente for perioden mot 2030, i henhold til Finansdepartementets rundskriv R-109/2014. I den privatøkonomiske analysen er det benyttet en rente på 9,5 prosent.

Usikkerhet

Tabell T 31. Usikkerhetsvurdering.

Type usikkerhet	Beskrivelse	Følsomhet/sensitivitet	
		Utslippsreduksjonspotensiale	Kostnadskategori
Innfasing	Det er knyttet stor usikkerhet til innfasingen av tiltaket. Antall skip kan både bli større og mindre. Innfasingen kan også endres som følger av krav fra eier eller oppdragsgiver.	Potensialet vil variere med innfasingstakten, samt hvor stor grad av driften som vil foregå med batterier eller hydrogen.	Det forventes ikke at innfasingstakten vil ha betydelige konsekvenser for tiltakets plassering i høyeste kostnadskategori. Tiltakskostnaden vil uansett variere mellom tiltak.
Referansebane	Det er knyttet usikkerhet til referansebanen. Det ligger ingen batteri- eller hydrogenskip i referansebanen, men det er ca. åtte skip med LNG.	Det er trolig lite endringer i referansebanen og usikkerheten vil trolig ha lite å si for utslippsreduksjonspotensialet.	Vil ha liten effekt på kostnadskategori for tiltaket.
Kostnad	Det er knyttet stor usikkerhet til kostnadene for tiltaket. Dette er spesielt knyttet til kostnadene for hydrogenteknologi, samt hvor store batteripakker som faktisk vil installeres i andre spesialfartøy.	Tiltaket vil høyst sannsynlig ha store merkostnader knyttet til seg. Hydrogenteknologien anslås å komme i 2028, noe som vil ha liten effekt på utslippsreduksjonspotensialet.	Endrede kostnader for tiltaket kan endre kostnadskategorien. Men det vil avhenge av hvor stor grad man elektrifiserer og om man vil se kostnadsreduksjoner for hydrogenteknologi, noe som er lite trolig om hydrogen først blir å se i 2028. Ved en betydelig kostnadsreduksjon for batterier kan man se endringer i kostnadskategorien.
Teknisk potensial	Det er knyttet noe usikkerhet til det tekniske potensialet. DNV GL har beregnet at det vil være store muligheter for elektrifisering, rent teknisk. Det er også et potensial for hydrogen. Anslagene kan gå begge veier, mindre eller større potensiale.	Kan ha stor effekt. Viser det seg at det tekniske potensialet er større vil innfasingen trolig øke og utslippsreduksjon også. Viser det seg vanskeligere å innføre den nye teknologien enn antatt, kan det få motsatt effekt.	Det forventes ikke at det tekniske potensialet kan endre kostnadskategorien for tiltaket vesentlig over en 10-årsperiode. Både batterier og hydrogenteknologien er antatt å synke i pris.

Barrierer

Kostnader

Den virksomheten som anskaffer fartøy med lave klimagassutslipp står ovenfor store merkostnader. Ettersom ingen har bygget et fartøy med hydrogen som drivstoff før, er det lite erfaringsgrunnlag å bygge på. Batterikostnadene er i større grad kjent, men det er også store usikkerheter fram i tid.

Merkostnadene til batteridrevne fartøy vil være knyttet til batterier, kraftelektronikk og ladesystemer. Prisutviklingen både på cellenivå og batteripakker klargjort for marin bruk kan spille en vesentlig rolle for kostnadsnivået knyttet til innfasingen på lang sikt.

Merkostnader til hydrogendrevne fartøy er knyttet til tanksystem, brenselceller, batterier og kraftelektronikk. Det er naturlig at det både er batterier og hydrogensystemer i et hydrogendrevet fartøy. Det er store usikkerheter knyttet

til prisutviklingen for hydrogenkomponenter, men de antas å reduseres fram mot 2030 så fremt teknologien tas i bruk i større grad enn i dag, også utover maritim sektor.

Det er begrenset med kostnadsoverslag for investeringskostnadene knyttet til utslippsfrie spesialfartøy. Driftskostnadene er også utfordrende å si noe om, spesielt fordi man ikke kjenner til prisnivået på strøm og hydrogen fram i tid. Hydrogen er i dag dyrere enn diesel, men kan bli konkurransedyktig fram mot 2030. Strømprisen er en viktig innsatsfaktor for batteridrevne fartøy som lader batteriene fra land med høy effekt, og her er prisen på effektleddet viktig. Strømprisen vil også være viktig for produksjonsprisen for hydrogen ettersom Klimakur 2030 legger til grunn at hydrogen er produsert via elektrolyse. Driftskostnadene kan både bli høyere eller lavere og det er stor usikkerhet knyttet til dette. Ettersom grad av elektrifisering vil variere betraktelig fra skip til skip er det utfordrende å gi en generell konklusjon på kostnadsnivået. Det er knyttet stor usikkerhet til kostnader for andre spesialfartøy med nullutslipp, men det er stor sikkerhet for at de blir betydelig høyere enn dagens konvensjonelle teknologi.

Ved innførsel av ny teknologi i et nytt marked, vil det knyttes usikkerhet til verdien av fartøyet ved videresalg. Annenhåndsverdien vil også bero på tilgjengeligheten for nødvendig infrastruktur i driftsområdet til kjøperen.

Teknologi

Ingen har bygget et spesialskip med hydrogen og tiltaket innebærer derfor en betydelig **teknologirisiko**. Kommende implementering av hydrogenløsninger i den norske fergesektoren kan gitt viktige erfaringer for norsk maritim næring. Det knyttes en **betydelig merkostnad** til innfasing av både batterier og hydrogen. Merkostnaden vil variere med grad av elektrifisering.

Hydrogen som drivstoff på skip er relativt **uprøvd teknologi** og det er få eksempler på hydrogen til bruk i maritim sektor. Dette betyr at det må nye sertifiseringsprosesser for å få fartøy på vannet som er både tidkrevende og dyre. Den gode nyheten er at man har mye erfaring fra bruk av hydrogen i andre segmenter, noe som gjør at man har god kjennskap til komponenter og systemløsninger. Det er applikasjon i marine miljøer som er relativt uprøvd, bortsett fra noen få eksempler.

Batteridrevne skip kan ha **begrenset rekkevidde**, gitt batterienes lave energitetthet og det vil variere i hvor stor grad skipene kan elektrifiseres. Hydrogendrevne skip kan ha lengre rekkevidde enn batteridrevne, men gitt den **teknologiske usikkerheten** her, er det også usikkerhet knyttet til hvor stor andel av dagens operasjoner et nullutslippsfartøy kan erstatte. Batterier brukes i dag i flere faser av driften i flere ulike skipstyper og anses som kjent teknologi, derfor er det en antakelse at det ikke knyttes ytterligere teknologiske barrierer til denne løsningen.

Infrastruktur

Tilgjengelighet på infrastruktur kan være en absolutt barriere. Kostnader for utbygging av drivstoff- og ladeinfrastruktur i havn er ikke inkludert eksplisitt i underlagsstudien fra DNV GL. Kostnadene er inkludert implisitt gjennom priser for aktuelle drivstoff. Det finnes i dag begrensede muligheter for skip å lade ved kai, men det pågår utbygging i mange havner og enkelte havner har allerede installert landstrøm. Ved innfasing av hydrogenfartøy må infrastrukturen bygges og skipene må kunne ta imot landstrømmen.

Infrastrukturkostnadene avhenger i stor grad av energi- og effektbehovet til fartøyene og vil således være relativt stedsspesifikt. Behovet vil variere med operasjonsprofil, liggetider og distanser.

I enkelte havner kan det oppstå problematikk rundt tilgjengelig arealer, samt begrensninger i det lokale nettet, men dette anses ikke som en stor barriere.

Produksjonskostnadene for hydrogen kan være høyere for små anlegg, men man kan oppnå betydelig storskalafordeler ved større anlegg som kan ha lavere produksjonskostnader.

Reguleringer

Hydrogendrevne spesialfartøy må gjennom en omstendelig godkjenningsprosess ettersom hydrogen i dag ikke er implementert i maritim sektor i Norge. Godkjenningsprosessen er helt nødvendig og Sjøfartsdirektoratet jobber for å fasilitere innfasing av ny klima- og miljøvennlig teknologi, men det er allikevel en barriere for innfasingen.

Dagens regulering og prissetting av CO_2 i MGO, gjør innfasingen av ny og dyrere teknologi mer utfordrende enn det kunne ha vært, om CO_2-prisen hadde vært høyere. Gapet mellom konvensjonell teknologi og ny teknologi er stor.

Mulige virkemidler

Opptrapping av CO_2-avgiften på marint drivstoff vil redusere kostnadsspranget fra konvensjonell teknologi til ny og dyrere teknologi.

Staten kan stille **krav til nullutslipp** for anskaffelse eller leie av skip under statlige oppdrag. Dette er spesielt relevant for dette skipssegmentet da flere skip har offentlig eierskap. Dette vil drive utviklingen videre og kan bidra til å redusere den teknologiske risikoen, samtidig som utslippene reduseres. Det kan også bidra til at tilbudet av løsninger øker. Krav i seg selv løser ikke kostnadsbarrieren, men vil kan bidra til kostnadsreduksjoner på mellomlang- til lang sikt.

I handlingsplanen for grønn skipsfart fremmes følgende forslag [3]:

- *"At statlige myndigheter skal vektlegge klima- og miljøhensyn ved anskaffelser av fartøy, inkludert fartøy som tar oppdrag for statlige aktører"*

For å løse kostnadsøkningen ved ny teknologi, kan reder eller virksomhet søke **støtte hos Enova eller NOx-fondet** for å redusere investeringskostnadene. Dette kan bidra til en betydelig kostnadsreduksjon. Ettersom NOx-fondsavtalen utløper i 2025 og de ikke kan støtte nybygg etter 2021, mister denne støtteordningen en del effekt i analyseperioden for Klimakur 2030.

For å redusere barrieren med driftskostnader kan man tillatte **utkoblbar tariff** ved landstrømsinstallasjoner.

EPI (Environmental Port Index) kan utvides til å inkludere andre skipssegmenter og premiere skip med god profil, eller straffe de med en dårlig profil via differensiering av havneavgifter der dette er relevant.

Konsekvenser

- Krav til utslippsfrie spesialfartøy kan drive den teknologiske utviklingen framover og bidra til markedsintroduksjon, samtidig som den tvinger en merkostnad på virksomheten som virkemiddelet treffer.
- Krav til utslippsfrie spesialfartøy kan gi positive effekter for norske verft som produserer slike skip. Det kan skape et tidlig marked for et mulig eksportprodukt. Kan styrke norsk maritim næring.
- Innføring av utslippsfrie spesialfartøy vil redusere lokale utslipp og kan ha positive helseeffekter.
- Tiltaket kan også bidra til teknologiutvikling både for batteri- og hydrogenteknologi, der sistnevnte kan gi særlig stor utvikling gitt at den er på et tidligere stadium.

Referanser

[1] DNV GL (2019). Reduksjon av klimagassutslipp fra innenriks skipstrafikk. Rapport nr. 2019-0939. M-1626|2020. Oppdragsrapport for Miljødirektoratet.
[2] DNV GL (2019). Barometer for grønn omstilling av skipsfarten. Rapport nr. 2019-0080. Oppdragsrapport for Klima- og miljødepartementet.
[3] Departementene (2019). Handlingsplan for grønn skipsfart. 20.06.19.

Tiltaksark: Ikke-veigående maskiner og annen transport

AT01 Forbedret logistikk og økt effektivisering av maskiner på bygge- og anleggsplasser

Politisk føring: Strekpunkt 11, side 217 i NTP 2018-2029: Regjeringen vil utarbeide en handlingsplan for fossilfrie byggeplasser/anleggsplasser innen transportsektoren.

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Utslippsreduksjon (mill. tonn CO_2-ekv.)	-	0,01	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,05	0,06	0,07	**0,07**
Utslippsreduksjon 2021-2030	**0,42 millioner tonn CO_2-ekv.**										
Kostnadskategori	**< 500 kr/tonn CO_2-ekv.**										

Beskrivelse av tiltaket

Tiltaket er et samletiltak som går ut på å redusere utslipp fra bygge- og anleggsarbeid gjennom økt fokus på logistikk og andre tiltak som reduserer forbruket av diesel i anleggsmaskiner. Det er lagt til grunn at potensialet for utslippsreduksjon er 10 prosent og at dette skjer gradvis fram mot 2030. Basert på tilgjengelig statistikk er klimagassutslippene fra maskiner i bygge- og anleggsbransjen estimert til omtrent 840 000 tonn CO_2-ekvivalenter i 2017. Tiltak som kan redusere utslipp er forbedret planlegging og logistikk på bygge- og anleggsplasser, redusert tomgangskjøring og korrekt bruk og vedlikehold av maskiner.

Tiltaket er avgrenset til anleggsmaskiner som benytter seg av avgiftsfri diesel. Det er lagt til grunn at kjøretøy som transporterer masser, materialer og avfall til og fra bygge- og anleggsplasser bruker autodiesel, og disse er derfor ikke inkludert her. Logistikktiltak og planlegging bør imidlertid inkludere alle relevante funksjoner på en bygge- og anleggsplass. Ved også å ha fokus på transport til og fra bygge- og anleggsplassen er det rimelig å anta at potensialet for utslippsreduksjon er større enn det som ligger til grunn for dette tiltaket. Transport til og fra byggeplass er inkludert i tiltak T04 *Forbedret logistikk og økt effektivisering av lastebiler*, og disse to tiltakene (AT01 og T04) bør derfor ses i sammenheng.

Effektiviserings- og logistikktiltak vil redusere maskinenes dieselforbruk, og dermed gi reduserte utslipp fra ikke-veigående maskiner og kjøretøy. Dette er et sammensatt segment med ulike maskintyper som benyttes til forskjellige formål. Potensialet for utslippsreduksjoner vil variere for de ulike maskintypene og bruksområdene. Det er antatt at potensialet for utslippsreduksjoner fra tiltaket i hovedsak vil gjelde for anleggsmaskiner som benyttes i bygge- og anleggsbransjen. Utslippsreduksjonspotensialet er derfor beregnet med utgangspunkt i forbruket av avgiftsfri diesel (anleggsdiesel) som tilskrives bygge- og anleggsbransjen i SSBs energivarebalanse.

Tiltaket inkluderer både logistikk/optimalisering på bygge- og anleggsplassen og mer effektiv håndtering av maskinene. Logistikk og optimalisering omfatter alle typer tiltak som kan redusere behovet for å bruke maskinene. Dette inkluderer plassering av ulike funksjoner på byggeplassen, som oppstilling av stasjonære maskiner, og planlegging for å redusere behovet for forflytting av masser. Det krever bygge- og anleggsplasser av en viss størrelse og kompleksitet for at en detaljert optimering skal gi mest mulig gevinst [1]. Erfaring fra maskinprodusenter tilsier at optimalisering av anleggsplassen typisk kan gi utslippsreduksjoner på rundt 10 prosent [2].

Tiltaket omfatter også økt effektivisering av maskinbruken og går ut på hvordan maskinene kjøres og vedlikeholdes. Tall fra Maskinentreprenørenes forbund (MEF) viser at det ikke er uvanlig at gravemaskiner går på tomgang 30-50 prosent av dagen [3]. Reduksjon av tomgangskjøring er et tiltak som det er enkelt å gjennomføre, samtidig som det fører til reduserte kostnader for bedriftene og forlenget levetid på maskinene. Anleggsmaskiner er fra leverandørenes side utstyrt med systemer som logger informasjon om bruk av maskinen, hvor man kan blant annet

kan få ut informasjon om andel tomgangskjøring. Dette kan brukes til å kartlegge forbruket og se effekten av tiltak i sanntid. Erfaringer fra bransjen viser at økt fokus på å redusere tomgangskjøring kan ha betydelig effekt. Eksempelvis har en aktør oppnådd en reduksjon i tomgangsandel fra 40,8 prosent til 14,3 prosent for 20 gravemaskiner, i løpet av ett år [4].

Dagens virkemidler

Anleggsdiesel er ilagt CO_2-avgift og mineraloljeavgift. For bygg og anlegg stilles det noen klimakrav i offentlige anbud, blant annet har Statens vegvesen jobbet med prosjektet "Krav til klimakutt i konkurransegrunnlag og kontrakter" (KraKK) i to runder. I Oslo kommunes standard for klima- og miljøkrav omfatter deler av tildelingskriteriene blant annet tiltak som gir levererandørene uttelling for sin evne til å redusere bruken av fossilt drivstoff.

Nullalternativ og utslippsreduksjonspotensial

Utslippene fra bruk av anleggsdiesel i bygge- og anleggsbransjen er plassert under posten "Traktorer, anleggsmaskiner og andre motorredskaper: diesel" i det nasjonale utslippsregnskapet. Dette er en samlepost som inkluderer alt forbruk av anleggsdiesel som ikke går til jernbane og fritidsbåter. Det er stor usikkerhet knyttet til hvordan bruken av anleggsdiesel fordeler seg på ulike forbruksgrupper. Et estimat basert på SSBs energivarebalanse viser at bygge- og anleggsbransjen stod for omtrent 40 prosent av utslippene i 2017 [5]. Energivarebalansen er basert på totalsalget av anleggsdiesel og hvem oljeselskapene oppgir at kjøper dieselen. En stor andel av anleggsdieselen selges imidlertid via videreforhandlere, og det er dermed stor usikkerhet knyttet til hvor sluttbruken finner sted.

Utslippsframskrivingene i referansebanen viser en årlig reduksjon på omtrent 3 prosent fra 2018 til 2020. Deretter reduseres utslippene årlig med 1 prosent fra 2021 til 2030. Endringene i referansebanen skyldes forventet generell effektivisering og utvikling i aktivitet i de ulike næringene. De siste årene har imidlertid både salget av nye anleggsmaskiner og utslippene fra bruk av anleggsdiesel økt. Fra 2017 til 2018 økte utslippene med 7 prosent. Tiltaksberegningen har ivaretatt forutsetningene i referansebanen, ved at det er lagt til grunn at effektene av tiltakene som beskrives her kan utløse et potensial utover det som ligger inne av utslippsreduksjoner i referansebanen.

Utslippsreduksjonen er beregnet med utgangspunkt i at potensialet for dette tiltaket i hovedsak gjelder bygg- og anleggsbransjen. Nullalternativet er dermed 40 prosent av utslippene i "Traktorer, anleggsmaskiner og andre motorredskaper: diesel" over hele analyseperioden. Basert på tall fra bransjen er det lagt til grunn at potensialet for å redusere dieselforbruket er 10 prosent og at dette skjer gradvis fram mot 2030. Tiltaket er beregnet som en årlig prosentvis reduksjon i utslippene fra bruk av anleggsdiesel i bygg og anleggsbransjen. Det er antatt at redusert tomgangskjøring vil kunne stå for en betydelig del av utslippsreduksjonen.

Tiltakskostnad

Det er vanskelig å oppgi en presis tiltakskostnad for dette tiltaket, men det er antatt å være både privatøkonomisk og samfunnsøkonomisk lønnsomt. Tiltaket innebærer i utgangspunktet ingen investeringer for å kunne gjennomføres, men det er mulig at deler av tiltaket utløses raskere ved kursing av maskinoperatører, innkjøp av programvare og lignende. Disse kostnadene er imidlertid ikke antatt å være av betydelig størrelse. Derfor er det anslått at de reduserte kostnadene som følge av redusert dieselforbruk, samt redusert behov for vedlikehold av maskinene og helsegevinstene forbundet med reduserte utslipp av luftforurensning som nitrogenoksider (NOx) og svevestøv (PM), vil veie opp for mulige økte kostnader. **Tiltaket er plassert i kostnadskategorien under 500 kr/tonn CO_2-ekvivalenter.**

Faktorer som vil påvirke tiltakskostnaden er:

- Reduserte driftskostnader på grunn av redusert dieselforbruk
- Reduserte vedlikeholdskostnader og lenger levetid på maskinene
- Helsegevinster på grunn av redusert utslipp av NOx og PM
- Økte utgifter for aktørene på grunn av tidsbruk til opplæring, planlegging og oppfølging

Ikke-prissatte samfunnsøkonomiske virkninger

I tillegg til helsegevinster, vil tiltaket vil bidra til reduserte støynivåer. Denne gevinsten vil være størst i byer der støy er et problem. Reduserte utslipp av partikler innebærer også reduserte utslipp av sort karbon, som er en viktig kortlevd klimadriver. Det er generelt lite datagrunnlag og kunnskap om utslipp av luftforurensning fra bygge- og anleggsvirksomhet. Bidraget til lokal luftforurensning som kommer fra denne virksomheten er derfor dårlig representert i modeller for luftkvalitet i Norge, inkludert i den nasjonale varslingstjenesten Luftkvalitet i Norge[65]. I London der dette har vært kartlagt viser beregninger at denne aktiviteten kan stå for om lag en sjettedel av utslippene av fint svevestøv ($PM_{2,5}$)[66].

Usikkerhet

De viktigste kildene til usikkerheter er:

Tabell T 32. Usikkerhetsvurdering.

Type usikkerhet	**Beskrivelse**
Utviklingen i drivstoffsalget mot 2030	Referansebanen går ned med 1 % fra 2020. Det er betydelige variasjoner i forbruket av anleggsdiesel fra år til år, og utviklingen vil være avhengig av aktiviteten i mange næringer. Salget av anleggsdiesel har imidlertid økt de siste årene. Samtidig har salgstallene for anleggsmaskiner vært stigende. Særlig i de store byene er det forventet økte utslipp fra byggeaktivitet. Oslo kommune forventer en økning i utslipp fra byggeaktivitet på 14 % i 2030 sammenlignet med 2016 [6]. Dette kan indikere at utslippene fra segmentet i realiteten kan øke uten nye tiltak, og at potensialet for utslippskutt dermed kan være større.
Antall maskiner og fordeling av utslipp	Siden maskiner ikke registreres er det stor usikkerhet rundt de modellerte utslippene fra maskinparken. Faktorer det er knyttet usikkerhet til er blant annet det totale antallet maskiner, levetiden på disse og dieselforbruk for ulike maskintyper. Det er også usikkerhet knyttet til andelen av utslippene som tilskrives bygge- og anleggsbransjen, som ligger til grunn for beregningen av utslippsreduksjonspotensialet.
Teknisk potensial	Det er vanskelig å kvantifisere potensialet for utslippsreduksjoner som følge av logistikk og effektiviseringstiltak. Tall tyder for eksempel på at potensialet for å redusere tomgangskjøring for enkelte aktører kan være betydelig, men det er vanskelig å oppgi et potensial som er representativt for hele bygge- og anleggsbransjen. Potensialet er avgrenset til maskiner som benyttes i bygge- og anleggsbransjen. Det kan tenkes at det er potensial også i andre næringer/forbruksgrupper som benytter seg av maskiner, som for eksempel jordbruk og skogbruk. Blant annet finnes det kursing for effektiv traktorkjøring gjennom Klimasmart Landbruk Østfold [7].
Tiltakskostnad	Det er usikkert hvor mye aktørene må investere av tid til opplæring, planlegging og oppfølging av tiltak, og hvilke kostnader dette medfører. Det kan også være noe investering i software og annet utstyr som utsløser tiltaket.

[65] Luftkvalitet i Norge er levert av Miljødirektoratet, Statens vegvesen Vegdirektoratet, Meteorologisk institutt, Folkehelseinstituttet og Helsedirektoratet i samarbeid.

[66] Fint svevestøv, $PM_{2,5}$, er luftbårne partikler med diameter mindre enn 2,5 mikrometer (µm).

Barrierer

Atferd

Tiltakene som reduserer dieselforbruket vil trolig føre til netto besparelser for aktørene. Derfor er det antatt at atferd er den største barrieren, i tillegg til mangel på kunnskap. Bygge- og anleggsprosjekter er kompliserte prosesser med flere involverte aktører. Anleggsarbeidet utgjør som regel en beskjeden del av kostnadsbildet i et stort byggeprosjekt. Det er derfor lite oppmerksomhet rundt effektiviseringsgevinster. Optimalisering og logistikk krever derfor samkjøring på tvers av byggherrer, entreprenører og leverandører.

Når det gjelder tomgangskjøring vil heller ikke kostnadsreduksjonen ved dette være synlig for eller påvirke maskinoperatøren. Maskinoperatørene har derfor ingen direkte insentiver til å redusere tomgangskjøringen, og kan godta et relativt stort dieselforbruk i bytte mot relativt små gevinster i form av tidsbesparelse eller komfort. Mangel på kunnskap om hvor mye maskinene står på tomgang er også en barriere.

Derfor er det antatt at manglende fokus blant byggherre, ledelse og maskinførere, samt gamle vaner og myter utgjør de fremste barrierene. Myter og feilinformasjon om tomgangskjøring som fortsatt sitter i hos mange maskinførere er at maskinene må stå på tomgang en stund før den tas i bruk og at den må avkjøle seg en stund etter den er slått av, samt at man bør ha lite start og stopp av motoren. Dette er ifølge maskinleverandører stort sett feil. Kun hvis maskinen har blitt brukt veldig intensivt, kan det være lurt med en noe gradvis nedkjøling. Maskinene tåler også å stoppe og starte en rekke ganger [8].

Kostnader

Økte kostnader for aktørene som følge av dette tiltaket vil være ikke-kvantifiserte kostnader. Økt tidsbruk ved innhenting av informasjon og planlegging er et eksempel på ikke-kvantifisert kostnad som er relevant. Dette er antatt å særlig gjelde for tiltak som går på forbedring av logistikk og optimering på byggeplassen. Dette vil kreve ekstra tidsbruk i planleggingsfasen av et prosjekt. For å kunne måle effekten av redusert tomgangskjøring må maskinførerne og/eller bedriftene hente inn informasjon om forbruket og andelen av tomgangskjøring og følge med på utviklingen for hver maskin. For aktørene er denne tidsbruken er antatt å være større i starten og de første gangene man endrer praksis. Etter hvert vil aktørene få erfaring som reduserer tidsbruken.

Å redusere tomgangskjøring krever i utgangspunktet ikke investeringer, men å ta i bruk teknologi som logger tomgangskjøring på maskinene kan være utløsende og øke effekten av tiltaket. Det finnes verktøy som lar maskineierne få løpende informasjon om status på maskinene sine, uavhengig av merke [4].

Mulige virkemidler

Mulige virkemidler er informasjonsdeling og kursing i økokjøring, og kurs om bedre planlegging og logistikkoptimalisering. I tillegg kan et virkemiddel være at offentlige byggherrer stiller krav om logistikkledelse og at det skal tas i bruk verktøy for bedre planlegging for å redusere drivstofforbruk. Det kan samtidig stilles krav om at tiltakene skal oppfølges ved at forbruket måles underveis i arbeidet. Med stordata og ny kommunikasjonsteknologi er det mulig å logge drivstofforbruket til maskinene mer detaljert enn tidligere. Dette kan gjøres på en måte som gjør det mulig for en byggherre å for eksempel tilordne bonus dersom en underleverandør oppnår et bestemt reduksjonsmål. Dette forutsetter trolig at byggherren inkluderer slik rapportering i kravstilling. I tillegg vil teknologi som gir maskinførerne løpende informasjon om hvor stor andel av tiden maskinen står på tomgangs kunne bidra til å motivere maskinførerne til å redusere tomgangstiden.

Kravstilling fra offentlige aktører bør ses i sammenheng med andre tiltak som omhandler anskaffelser av bygge- og anleggsarbeid. Dette gjelder tiltak T04 *Forbedret logistikk og økt effektivisering av lastebiler*, som inkluderer transport til og fra bygge- og anleggsplasser, og tiltak AT02 *70 prosent av nye ikke-veigående maskiner og kjøretøy er elektriske i 2030*, som omfatter elektriske maskiner i bygge og anleggsbransjen. Ved å stille krav, eller gi insentiver, til besparelser gjennom kontraktene, for eksempel gjennom bonusordninger ved (over)oppfyllelse av kontraktkrav, kan innkjøperen gi insentiver til utslippskutt i leveransene.

Anleggsdiesel er ikke er ilagt veibruksavgift og er dermed betydelig billigere enn autodiesel. Økt avgift (CO_2-avgift eller grunnavgift) på anleggsdiesel vil kunne utløse tiltaket. For reduksjon av tomgangskjøring forutsetter dette at prissignalet når fram til maskinoperatøren, for eksempel gjennom informasjon eller direkte insentiver som bonus ved oppnådd reduksjon.

Referanser

[1] Sintef (2018). Utslippsfrie byggeplasser, State of the art. Veileder for innovative anskaffelsesprosesser.
[2] Jernbanedirektoratet mfl. (2018). Muligheter og barrierer for fossilfrie anleggsplasser i transportsektoren. Jernbanedirektoratet, Kystverket, Avinor, Nye Veier & Statens vegvesen
[3] Maskinentreprenørenes forbund (MEF) (2019). MEF vil få ned tomgangskjøringen.
[4] Maskinentreprenørenes forbund (MEF) (2019). Få bedre kontroll på drivstofforbruket. 27.09.19
[5] SSB/Statistikkbanken. Tabell 11562: Energivarebalanse. Tilgang og forbruk av ulike energiprodukter 1990-2018.
[6] Oslo kommune (2019). Klimastrategi for Oslo mot 2030.
[7] Klima Østfold (2019). Ønsker å lære bort klimasmart traktorkjøring til fremtidens bønder. 29.04.19
[8] Anleggsmaskinen (2019). Enkelt grep ga enorm reduksjon i tomgangskjøringen. 19.09.19.

AT02 70 % av nye ikke-veigående maskiner og kjøretøy er elektriske i 2030

Politisk føring: Nasjonal transportplan 2018-2029: Regjeringen vil utarbeide en handlingsplan for fossilfrie bygge- og anleggsplasser innen transportsektoren. Klimaavtale for jordbruket, mulig tiltak i del A: Overgang til fossilfri oppvarming og energibruk i jordbruket.

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Innfasing	1 %	3 %	6 %	12 %	19 %	26 %	35 %	44 %	53 %	62 %	**70 %**
Utslippsreduksjon skalert (mill. tonn CO_2-ekv.)	0,00	0,01	0,02	0,04	0,07	0,11	0,16	0,22	0,29	0,37	**0,46**
Utslippsreduksjon 2021-2030	**1,75 millioner tonn CO_2-ekv. (Tiltaket er skalert mot tiltak AT01)**										
Kostnadskategori	**> 1500 kr/tonn CO_2-ekv.**										

Beskrivelse av tiltaket

Kategorien "ikke-veigående maskiner og kjøretøy" består av anleggsmaskiner, traktorer, gaffeltrucker, skogsmaskiner, aggregater, samt noen mindre motorredskaper. Segmentet er svært sammensatt, både fordi det består av mange forskjellige maskintyper, men også fordi de brukes i mange sektorer/næringer og til ulike formål. Tiltaket er avgrenset til maskiner og kjøretøy som benytter seg av avgiftsfri diesel (anleggsdiesel). Aggregater som brukes til byggvarme og stasjonære maskiner i havbruksnæringen inngår i henholdsvis tiltak O01 *Utfasing av mineralolje og gass til byggvarme på byggeplasser* og S09 *Tiltak innen havbruk* og er derfor ikke inkludert her.

Tiltaket innebærer at 70 prosent av nysalget av ikke-veigående maskiner er elektriske maskiner i 2030. Andelen av nysalget som er elektriske maskiner trappes opp fra 1 prosent i 2020 til 70 prosent i 2030. Siden barrierene for elektrifisering og tilgangen på elektriske modeller vil variere for ulike maskinkategorier, forutsettes det ulik innfasing for ulike maskinkategorier. Til sammen når alle maskintypene 70 prosent elektrifisering innen 2030. Med denne innfasingen er det beregnet at det vil være i underkant av 27 000 elektriske maskiner i 2030. Utslippsreduksjonen er beregnet med utgangspunkt i en bottom-up-modell av utslippene fra maskinparken, og er skalert mot tiltak AT01 *Forbedret logistikk og økt effektivisering av maskiner på bygge- og anleggsplasser*. Det vil si at det er lagt til grunn at det er gjennomført logistikk- og effektiviseringstiltak som reduserer dieselforbruk i bygg- og anleggssektoren før potensialet for å oppnå utslippsreduksjon med innfasing av elektriske maskiner er beregnet.

Det er lagt til grunn at innfasingen skjer med helelektriske maskiner, som inkluderer både batterielektriske maskiner og maskiner som er direkte koblet til strømnettet med kabel. Det er likevel mulig at utslippsreduksjon kan skje med ulike typer hybridmaskiner (som både har dieselmotor og elektrisk motor) for maskintyper som det vil være mer krevende å elektrifisere. Utslippsreduksjonspotensialet vil også kunne oppnås med hydrogenkjøretøy, men denne teknologien er på et betydelig lavere modenhetsnivå og har barrierer knyttet til infrastruktur. Derfor er tiltaket operasjonalisert utelukkende med elektriske kjøretøy.

Bakgrunn

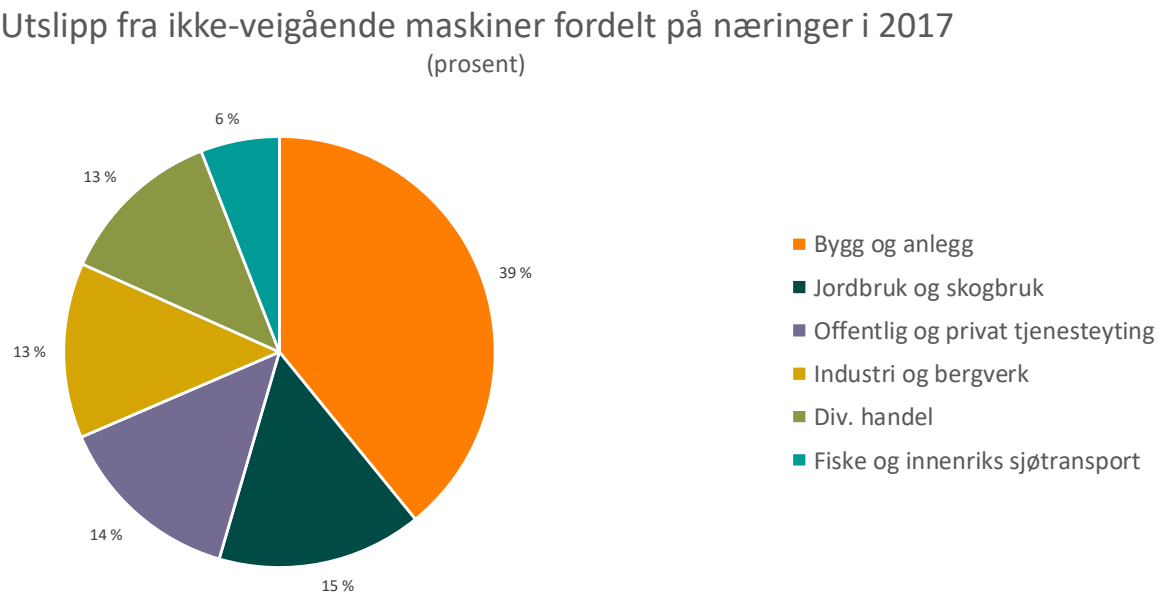
Ikke-veigående maskiner benyttes til svært ulike formål og i flere ulike sektorer. Til forskjell fra andre kjøretøysegmenter, blir de fleste ikke-veigående maskiner ikke registrert i noe sentralt register. Det er derfor ingen fullstendig oversikt over hvor mange maskiner som finnes og fordeling på ulike typer. De aller fleste maskiner er dieseldrevne, men for enkelte maskintyper finnes det mange elektriske maskiner i dag. Eksempler på maskiner som i stor grad allerede er elektriske er tårnkraner på byggeplasser, tunnelboremaskiner og en del gaffeltrucker. For

maskiner som arbeider innendørs eller i tuneller, gruver, og fjellanlegg, har elektriske maskiner koblet med kabler til strømnettet vært vanlig lenge, som følge av blant annet hensyn til helse, miljø og sikkerhet (HMS).

Tilgjengelig statistikk

Ikke-veigående maskiner og kjøretøy bruker anleggsdiesel, som ikke er ilagt veibruksavgift. Det totale forbruket av anleggsdiesel er kjent og dermed er også totalutslippene fra ikke-veigående maskiner relativt sikkert. Det er imidlertid stor usikkerhet knyttet til hvordan disse utslippene fordeler seg på ulike sektorer og maskiner. Den eneste inndelingen i utslipp fra anleggsdiesel i utslippsregnskapet er forbruket i jernbane og fritidsbåter. Det er egne tiltak på disse segmentene, og utslippene herfra er ikke inkludert i dette tiltaket.

Figur T 30 viser estimert fordeling av utslipp fra ikke-veigående maskiner og kjøretøy i 2017. Beregningen som ligger til grunn for figuren er gjort med utgangspunkt i tilgjengelig statistikk om bruk i ulike næringer og forbruksgrupper i 2017, basert på SSBs næringsinndeling. Fordi store deler av anleggsdiesel selges via videreforhandlere er imidlertid fordelingen på sluttbrukere usikker, og det vil også være noe variasjoner i fordelingen fra år til år. Det er antatt at omtrent 40 prosent av utslippene som er inkludert i dette tiltaket tilskrives bygge- og anleggsbransjen [1]. Dette er den største sektoren, etterfulgt av jord- og skogbruk, tjenesteyting og industri og bergverk. I tillegg til at det er usikkerhet i plasseringen i sektorer, er det også varierende informasjon tilgjengelig om hva anleggsdieselen benyttes til innenfor de ulike sektorene. Postene hvor det er størst usikkerhet om hva bruken går til er samlepostene for handel og tjenesteyting, samt fiske og sjøtransport.



Figur T 30. Fordeling av utslipp fra anleggsdiesel på ulike næringer og forbruksgrupper i 2017, unntatt jernbane og fritidsbåter. Disse er inkludert i tiltak AT03 Nullutslippsløsninger for jernbane og AT04 Elektrifisering av fritidsbåter. Figuren er laget med utgangspunkt i SSBs tabell 11562 [1] og 11174 [2].

Basert på statistikk om forbruk av anleggsdiesel var utslipp fra anleggsmaskiner i bygge- og anleggsbransjen ca. 850 000 tonn CO_2-ekvivalenter i 2017 [1]. Det brukes et bredt spekter av maskiner på bygge- og anleggsplasser, som har ulike krav til mobilitet og forskjellig effektbehov. Det er et økende fokus på å redusere utslipp i denne sektoren, og det er allerede gjort en del arbeid på kartlegging av utslipp fra bygge- og anleggsplasser. DNV-GL har et estimert gjennomsnittlig, årlig direkte utslipp fra byggeaktivitet til omtrent 261 000 tonn CO_2-ekvivalenter, ekskludert veigående transport [3]. Selv om det vil være variasjoner fra år til år, kan dette tyde på at det er anleggsarbeid som bidrar til mesteparten av utslippene fra sektoren. I anleggsvirksomhet kommer mesteparten av de direkte

utslippene[67] av klimagasser fra tre typer maskiner: gravemaskiner, dumpere og hjullastere [4]. Det er relativt høy utskiftingstakt på maskiner, og i anleggsbransjen har de en typisk levetid på syv til åtte år [4]. Utskiftningstakten er høyest hos de største entreprenørene, og en andel maskiner selges også videre til mindre aktører.

I tillegg til utslipp fra anleggsmaskiner (og byggvarme[68]) vil det på bygge- og anleggsplasser være utslipp fra lastebiler som frakter masser fra anlegget til deponering/gjenbruk på vei, samt servicebiler og varebiler. Det er lagt til grunn at disse er veigående og benytter seg av autodiesel. Derfor vil ikke utslippene fra denne aktiviteten være inkludert i tiltaket. Det kan likevel være naturlig å se disse utslippene i sammenheng, da det vil være synergier knyttet til energiforsyning på den samme bygge- eller anleggsplassen.

Jordbruk og skogbruk representerer anslagsvis 15 prosent av utslippene i tiltaket. Dette er sektorer som domineres av få maskintyper. I jordbruket benyttes først og fremst traktorer, men det finnes også andre maskiner som skurtreskere og andre typer redskaper. Det brukes også mindre hjullastere til blant annet foring av husdyr [5]. I skogbruket benyttes i hovedsak hogstmaskiner og lastbærere. Industri og bergverk står for 12 prosent av utslippene. Som i bygg- og anleggsbransjen benyttes det flere ulike maskintyper, men det er antatt at maskintypene trucker, traktorer og hjullastere representerer store deler av utslippene fra sektoren [6]. Hvilke typer maskiner som brukes i de andre forbruksgruppene er mer usikkert, men det kan for eksempel være maskiner som brukes til godshåndtering på havner, på flyplasser og til renovasjonstjenester.

Utslipp fordelt på maskintyper

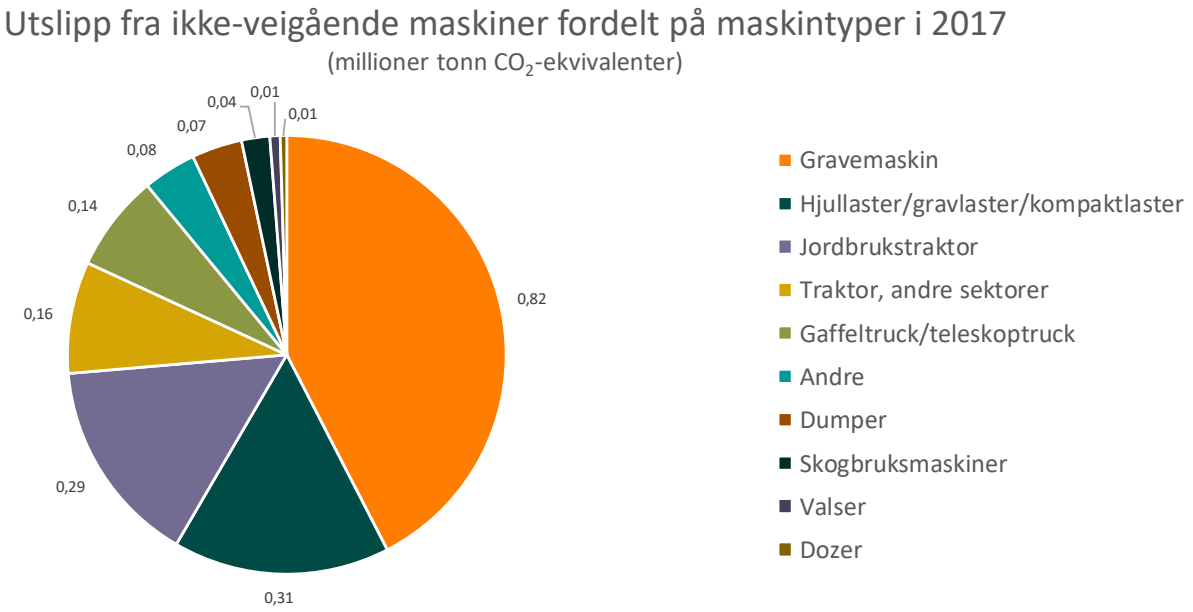
For å kartlegge utslipp fra ulike maskinkategorier er det gjort en bottom-up-beregning av utslippene fra maskinparken. Arbeidet har i hovedsak bestått i å sammenstille informasjon fra ulike datakilder om ikke-veigående maskiner og deres karakteristika, og se disse i sammenheng. Basert på dette har utslippene blitt beregnet for 12 definerte maskinkategorier, som det antas at dekker mesteparten av utslippene i segmentet. Maskinparken er beregnet med utgangspunkt i et uttrekk fra Maskingrossistenes forenings (MGF) salgsstatistikk, som dekker omtrent 97 prosent av markedet unntatt traktorer og skogsmaskiner [7]. Det er også gjort en kartlegging av traktorbestanden og fordeling av traktorer i ulike sektorer, basert på kjøretøyregisteret og totalkalkylen for jordbruket. Andre datakilder som er benyttet for å estimere gjennomsnittlig levetid og driftstid er uttrekk fra salgsannonser på finn.no, samt modeller for ikke-veigående maskiner fra finske, svenske og danske myndigheter. Aktører i bransjen har gitt innspill på faktorene som er benyttet.

Beregningene viser at det er gravemaskiner som står for den største andelen av utslippene fra maskinparken, med omtrent 40 prosent. Dette er i overenstemmelse med annen tilgjengelig informasjon, og gravemaskiner er maskinene som brukes mest i bygge- og anleggsprosjekter [8]. Figur T 31 viser resultatet av beregningen og hvordan utslippene fordeles på ulike maskintyper for referanseåret 2017. Dette resultatet er sammenlignet med de totale utslippene fra anleggsdiesel i utslippsregnskapet i 2017[69]. Maskinkategoriene som er kartlagt i bottom-up modellen er beregnet til å stå for omtrent 95 prosent av de totale utslippene i segmentet. De resterende utslippene er plassert i kategorien "Andre" og er på omtrent 75 000 tonn CO_2-ekvivalenter. Dette er utslipp fra maskiner fra leverandører som ikke er oppført i salgsstatistikk eller registreres i kjøretøysregisteret. Det dreier seg trolig om aggregater som brukes i andre sektorer enn byggebransjen og havbruk, beltelastere, kompressorer, samt noen mindre maskintyper.

[67] Med direkte menes her utslipp fra forbrenning av fossilt drivstoff fra aktivitet som skjer på byggeplassen. Livsløputslipp fra materialer o.l. er ikke inkludert.

[68] Byggvarme innebærer midlertidig oppvarming og tørking av bygg under oppføring og rehabilitering, dette er omfattet i et eget tiltak (O01)

[69] Det er gjort egne estimater på forbruk av anleggsdiesel i tiltak i havbruket (tiltak S09) og til aggregater byggvarme (tiltak O01). Utslippene fra disse aktivitetene er hensyntatt i beregningene for dette tiltaket og vises ikke i Figur T 31.



Figur T 31. Beregnede utslipp per år fordelt på ulike maskintyper i 2017.

Bruk av maskiner i ulike sektorer

Ulike egenskaper ved næringene som benytter seg av ikke-veigående maskiner gir ulike muligheter og barrierer for gjennomføring av tiltak. For eksempel vil det i næringer som er preget av høy andel offentlig innkjøpere være mulighet til å stille krav til bruk av elektriske maskiner. Et annet aspekt er at jo mer intensivt maskinene benyttes, desto mer interessante vil økonomiske besparelser knyttet til drivstoff og vedlikehold være for aktørene. Hvis maskinene benyttes mye tyder det på en høy utskiftningstakt, som betyr at det er stort potensial for utskifting i maskinparken på kort til mellomlang sikt. I næringer hvor maskiner benyttes på relativt geografisk avgrensede områder vil det være lettere å legge til rette for elektrisk drift.

Tabell T 33 viser en sammenstilling av karakteristikker for sektorene/næringene hvor det finnes mest informasjon om bruken av ikke-veigående maskiner og kjøretøy. Dette er basert på en kartlegging i Sverige og det er antatt at hovedtrekkene ved de ulike næringene som er presentert her er tilsvarende i Norge. Basert på tilgjengelig statistikk er det estimert at næringene i tabellen representerer rundt 70 prosent av utslippene fra ikke-veigående maskiner. I tillegg til dette kommer for eksempel bruk i husholdninger, næringer som driver med handel og privat tjenesteyting, samt på havner og ved oppdrettsanlegg.

Tabell T 33. Oversikt over karakteristikker og egenskaper ved ulike segmenter.

Næring	**Betydelig andel offentlig etterspørsel**	**Kostnadsfølsomhet**	**Arbeider på avgrenset område**	**Bruk per år og maskin**
Bygg	Ja, delvis	Høy	Ja, delvis	Stort
Anlegg	Ja	Høy	Nei	Stort
Industri/bergverk	Nei	Høy	Ja	Veldig stort
Jordbruk	Nei	Litt høy	Delvis	Middels
Skogbruk	Nei	Veldig høy	Nei	Veldig stort
Offentlig sektor	Ja	Ganske lav	Ja, delvis	Lite

Utslippsfrie maskiner

Markedet for utslippsfrie maskiner[70] er i en tidlig fase, med det er i utvikling. Det blir stadig flere og større modeller tilgjengelig, og tilbudet i markedet vil i årene framover påvirkes av blant annet elektrifisering i samfunnet generelt, utvikling av batteriproduksjon, og automatisering. Aktører i den norske bygg- og anleggsbransjen forventer en bred tilgang på utslippsfrie anleggsmaskiner mot 2030, i hovedsak elektriske, men også enkelte hydrogenbaserte alternativer [9]. DNV-GL anslår at omtrent alle typer anleggsmaskiner vil kunne elektrifiseres innen 2030 med den forventede utviklingen innen batteriteknologi [10]. Det er imidlertid et stort spenn i maskinene innenfor dette segmentet, og det er forskjellige begrensinger og muligheter for ulike maskintyper i ulike størrelser. Det er derfor flere typer utslippsfri framdrift av maskiner som kan være egnet for ulike oppgaver og maskintyper:

- Kabelelektrisk maskin (også kalt plug-in elektrisk)
- Batterielektrisk drift
- Kombinert kabelelektrisk og batterielektrisk drift
- Kombinert brenselcelle og batterielektrisk drift
- Kombinert kabelelektrisk, brenselcelle og batterielektrisk drift

Teknologiene som har kommet lengst i utviklingen er kabelelektrisk, batterielektrisk og kombinert kabel- og batterielektrisk drift. Med kabelelektrisk menes en maskin som kan kjøres på elektrisitet forsynt fra strømnettet via en kabel. Disse er ofte koblet til en container med tromler med kabler som kan flyttes rundt på byggeplassen etter behov. Maskiner som er plugget inn på denne måten har den store fordelen at de kan kjøres nærmest kontinuerlig, men mobiliteten begrenses av at man må trekke en kabel etter maskinen. Dette vil gjøre maskinen mindre brukbar til annet enn relativt stasjonære operasjoner som graving. Kabelelektrisk i kombinasjon med batteri betyr at maskinen kan kjøres på elektrisitet direkte fra nettet der det er infrastruktur, og på batteri der det ikke finnes infrastruktur. Dette kan øke fleksibiliteten til maskinen betydelig.

En oversikt over antall kabel- og batterielektriske maskiner innenfor de største maskinkategoriene som er tilgjengelige i dag, eller forventet tilgjengelig i løpet av 2020, er gitt i Tabell T 34. De fleste av disse er relativt små, med en vekt på under ti tonn. Det har likevel kommet flere større modeller de siste årene. Produsenten Pon har en ombygget gravemaskin på batteridrift på 25 tonn, og Nasta har en modell med batteridrift på 16 tonn, og en serie med kombinert kabel- og batterielektriske gravemaskiner på opptil 35 tonn. Denne blir omtalt som verdens største utslippsfrie gravemaskin i drift [11]. I tillegg til maskinene i tabellen, finnes flere modeller av elektriske gaffeltrucker, mobilkraner, maskiner til gruvedrift, samt mindre maskiner som stamper, vibroplate og valser [12]. Asko har også testet ut hydrogendrevne gaffeltrucker på ett av sine lager [13].

Tabell T 34. Oversikt over antall tilgjengelige (eller annonserte) batterielektriske og kabelelektriske maskiner. Kilde: [12], [14].

Maskintype	**Batterielektriske**	**Kabelelektriske (inkl. kombinert kabel og batteri)**
Dumper	9	0
Gravemaskin	9 (+3 usikker tilgjengelighet)	9
Hjullaster	5	0
Gruvedumper/gruvelaster	3	3

Det er krevende å si på generell basis hvilke nullutslippsteknologier som er best egnet til ulike bruksområder. En del stasjonære maskiner kan være godt egnet til kabelelektrisk drift, men det er usikkert hvor store utfordringer som er knyttet til å trekke strømforsyningen etter maskinene. Med kabelelektriske maskiner slipper man både kostnadene til batterier og at batteriene må lades i løpet av arbeidsdagen. Kabelelektrisk drift er et velutviklet konsept, som har

[70] Med "utslippsfrie maskiner" og "nullutslippsmaskiner" menes her maskiner som ikke har noe eksosutslipp i drift

blitt benyttet i gruve- og tunnelarbeid i lengre tid på grunn av hensyn til HMS og luftkvalitet. Mindre fleksibilitet for denne typen maskiner gjør at det må legges ned mer arbeid i planlegging av arbeidet. ZERON gravemaskiner med kabel er tatt i bruk i flere byggeprosjekter i 2018 og 2019. Et av disse er oppgraderingen av Olav Vs gate i Oslo, som er verdens første utslippsfrie byggeplass. Dette er et pilotprosjekt, og Oslo kommune har planlagt flere utslippsfrie byggeprosjekter i 2020 [15], [16].

Noe som skiller maskiner i jordbruket fra de andre sektorene, er at elektrifisering i større grad kan være avhengig av systemendring i traktorparken på gården. Dette innebærer at man går fra en eller to store og tunge dieseltraktorer, til flere og delvis ubemannede elektriske traktorer og roboter. Traktoren brukes til en lang rekke funksjoner på det enkelte bruk, og teknologiutviklingen vil vise hvilke funksjoner som kan betjenes av helelektriske traktorer. Det finnes elektriske kompakttraktorer, blant annet fra den tyske produsenten Fendt, men denne er ikke tilgjengelig på det norske markedet enda. Det er satt i gang prosjekter for å utvikle elektriske autonome traktorer for bruk i jordbruket, men dette arbeidet er i en tidlig fase [17], [18]. Det er derfor svært stor usikkerhet knyttet til når disse er klare til å tas i bruk. Automatisering av mindre elektriske maskiner er også under utvikling i andre næringer, som for eksempel forskningsprosjekt om verdens første utslippsfrie pukkverk i Sverige, som er et samarbeid mellom Skanska, Volvo og svenske myndigheter og universiteter. Her skal det blant annet tas i bruk batterielektriske autonome hjullastere [19].

For noen maskinsegmenter er det vanskelig å si hva mulighetene for kabel- eller batterielektrisk drift vil være fram mot 2030. Dette gjelder for store maskiner som har et høyt effektbehov og maskiner som er mye i bevegelse i områder med lite tilgang på infrastruktur, som for eksempel store skogsmaskiner. I hvor stor grad disse maskinene kan erstattes av tilsvarende nullutslippsmaskiner med vil avhenge av teknologiutvikling. Det er likevel potensial for å ta i bruk mer effektive maskiner på disse segmentene på kort sikt. Det er startet produksjon av store gravemaskiner med kombinert diesel- og kabelelektrisk drift i Norge i dag, og den første ble overlevert til entreprenør høsten 2019. Ifølge Anleggsmagasinet er dette den første norskproduserte gravemaskinen på 15 år [20]. Disse maskinene har en vekt på 65-70 tonn og er ment for tunellarbeid. De skal benytte diesel for framdrift, mens selve lastingen i tunell vil foregå elektrisk. Mesteparten av dieselforbruket i en slik maskin er forbundet med lastingen, og en slik maskin vil derfor kunne redusere dieselforbruket betydelig, anslagsvis opp mot 50-60 prosent. I tillegg er det også tatt i bruk en stor hybrid hogstmaskin med batteri i Norge i 2019, som har 25 prosent lavere dieselforbruk og dermed også utslipp sammenlignet med en dieselmaskin [21].

Dagens virkemidler

Anleggsdiesel er ilagt CO_2-avgift og mineraloljeavgift. For bygge- og anleggsbransjen stilles det noen klimakrav i offentlige anbud. Blant annet har Statens vegvesen jobbet med prosjektet Krav til klimakutt i konkurransegrunnlag og kontrakter (KraKK), og har annonsert at det vil komme flere klimakrav i veiprosjektene framover [22]. I tillegg til å fokusere på redusert materialbruk og materialer med lavere klimagassutslipp i en livløpssammenheng, blir det også testet ut bonuser for bruk av nullutslippsmaskiner. Kystverket har testet ut å gi bonus ved bruk av nullutslippsmaskiner. Bane NOR jobber også med klimakrav i kontrakter. Noen kommuner, blant annet Oslo kommune stiller krav til utslippsfri og fossilfri bygge- og anleggsplasser der kommunen selv er byggherre. I Oslo har blitt utviklet et rammeverk for bygge- og anleggsanskaffelser som går på tvers av kommunale etater. Oslos modell innebærer bruk av tildelingskriterier for utslippsfrie maskiner på et standardisert format.

Det er også etablert tilskuddsordninger til innkjøp av nullutslippsmaskiner, gjennom Enova og Klimasats. Enovas støtteprogram "Energi- og klimatiltak i landtransport" dekker inntil 50 prosent av merkostnaden ved innkjøp av elektriske anleggsmaskiner. Det stilles krav om at prosjektet må erstatte minst 10 000 liter diesel per år. Programmet kan også gi støtte til inntil 40 prosent av merkostnadene for infrastruktur, dersom det søkes om støtte til kjøretøy samtidig. Klimasats er en ordning gir tilskudd til kommuner og fylkeskommuner, som også kan omfatte innkjøp og uttesting av nullutslippsmaskiner, med opptil 12 millioner og 75 prosent av totalkostnaden per søknad. Tildelingskriteriene for støtteprogrammet kan variere fra år til år, og det er ikke bestemt om ordningen fortsetter etter 2020. Østfold fylkeskommune har etablert en maskinpool der kommuner i Oslofjordregionen kostnadsfritt kan

låne ulike nullutslippsmaskiner for å teste ut om disse er egnet til egen drift. Dette prosjektet er delfinansiert med midler fra Klimasats.

Nullalternativ og utslippsreduksjonspotensial

Utslippene fra maskinene og kjøretøyene i dette tiltaket er plassert i posten "Traktorer, anleggsmaskiner og andre motorredskaper: diesel" i utslippsstatistikken. Dette er en samlepost som inkluderer utslipp fra alt forbruk av anleggsdiesel som ikke går til jernbane og fritidsbåter, og dermed også utslipp fra anleggsdiesel til byggvarme og stasjonære formål i havbruk, som er inkludert i tiltak O01 *Utfasing av mineralolje og gass til byggvarme på byggeplasser* og tiltak S09 *Tiltak innen havbruk*. Utslippsframskrivingene viser en årlig reduksjon på omtrent 3 prosent fra 2018 til 2020, deretter reduseres utslippene årlig med 1 prosent fra 2021 til 2030. Nedgangen skyldes forventet generell effektivisering og utvikling i aktivitet i de ulike næringene. Dermed forutsetter beregningen at det i nullalternativet ikke selges nullutslippsmaskiner annet enn for de maskintypene hvor det er standard i dag. De siste årene har både salget av nye anleggsmaskiner og utslippene fra bruk av anleggsdiesel økt, og fra 2017 til 2018 økte utslippene med 7 prosent.

For beregningen av utslippsreduksjonspotensialet er det lagt til grunn at tiltak AT01 *Forbedret logistikk og økt effektivisering av maskiner på bygge- og anleggsplasser* er gjennomført først. Innfasingen av elektriske maskiner for de ulike maskinkategoriene tar hensyn til gjennomsnittlig motorstørrelse for maskintypen, tilgjengelige elektriske modeller på markedet, hvilke sektorer maskintypen benyttes i og andel elektriske maskiner i kategorien i dag. For eksempel er andelen elektriske gaffeltrucker betydelig i dag. Det er lagt til grunn at maskinene det er lettest og minst kostbart å elektrifisere, som mindre maskiner og maskiner som arbeider stasjonært, vil elektrifiseres først. Det er også ulik innfasing på traktorer som brukes i jordbruket og i andre sektorer (industri, vedlikehold og lignende). Dette er fordi bruken i jordbruket er antatt å skille seg betydelig fra andre bruksområder, for eksempel ved at det det er utfordringer med kjøring av tungt utstyr på åkeren på grunn av jordpakking. Maskiner i skogbruket er antatt å være ekstra utfordrende å elektrifisere. For disse maskinene er det lagt inn en prosentvis reduksjon i utslipp fram mot 2030, hvor det legges til grunn at det i økende grad tas i bruk delelektriske maskiner. Innfasingen på alle maskinkategoriene gir til sammen en andel på 70 prosent elektriske maskiner av nysalget i 2030.

Overgang til nullutslippsteknologi for gravemaskiner står for omtrent 60 prosent av utslippsreduksjonspotensialet i tiltaket. Dette er både fordi de representerer store deler av utslippene i nullalternativet og har en raskere innfasing enn de fleste andre maskiner. Dette er basert på at det allerede finnes noen relativt store elektriske gravemaskiner i bruk. Det er tatt i bruk en kabelelektrisk maskin på 35 tonn på byggeplasser i dag, og i 2018 var under 8 prosent av nysalget av gravemaskiner større enn dette [23].

Tiltakskostnad

Tiltakskostnaden vil variere betydelig for ulike maskinkategorier, størrelser og bruk. Det er dermed vanskelig å anslå en kostnadskategori for hele tiltaket samlet. Beregningen av tiltakskostnaden er basert på kostnadsestimater på elektriske maskiner fra aktører i bransjen, både for modeller som er tilgjengelig i dag og for maskintyper som det er forventet at vil bli tilgjengelige framover. Det er også tatt hensyn til kostnadsreduksjoner ved økt produksjonsvolum. Disse tallene er basert på estimater fra Nasta. Reduserte utslipp av svevestøv og NOx ved overgang fra diesel til elektrisitet er verdsatt med faktorer fra Håndbok V-712. Kostnader knyttet til utbygging av infrastruktur og ladeinfrastruktur er ikke kvantifisert, men det kan antas at den i noen tilfeller kan være betydelig. **Samlet for hele tiltaket er det anslått en tiltakskostnad på over 1500 kr/tonn CO_2-ekvivalenter.**

De fleste store maskiner som er tilgjengelig på markedet i dag er ombygde dieselmaskiner. Dette gjør at merkostnaden ved investering sammenlignet med konvensjonelle dieselmaskiner er betydelig. Tall fra aktører i bransjen tyder på at en ombygget batterielektrisk maskin koster omtrent tre ganger mer enn en tilsvarende dieselmaskin.[71] Nasta anslår imidlertid at kostnaden kan synke ved at maskiner ombygges fra dieselmaskiner i større skala. Ved ombygging av maskiner i et volum på omtrent 100 eksemplarer sammenlignet med prototype anslår de at

[71] Erfaringstall fra Østfold fylkeskommune og andre bransjeaktører

kostnaden kan reduseres med 20-30 prosent [12]. Ved masseproduksjon i stor skala (ikke ombygging) vil kostnaden synke ytterligere. Det er også forventet en reduksjon i batteripriser, (mer om dette i kapittel 4.5.3 i hovedrapporten del A). Mange anleggsmaskiner vil kunne bruke samme batterier som lastebiler, men det vil kunne være krav til for eksempel bestandighet mot støt og risting som kan gjøre batteriene mer kostbare. For mange av de mindre maskintypene finnes det allerede batterielektriske modeller som blir serieprodusert. Merkostnaden ved innkjøp av disse kan typisk ligge på rundt 20-50 prosent, men dette vil variere med batteriteknologi, maskinstørrelse og maskintype.[72] Det kan antas at merkostnaden for kabelelektriske maskiner generelt er lavere enn batterielektriske, selv ved prototype-produksjon.

Tabell T 35 viser eksempler på beregnede tiltakskostnader for spesifikke maskiner med ulik teknologistatus. Disse beregningene viser en spredning på mellom -360 kr/tonn CO_2-ekvivalenter for små maskiner, som serieproduseres i dag, til 7 700 kr/tonn CO_2-ekvalent for en stor batterielektrisk hjullaster produsert som prototype. Noen av maskinene finnes på markedet i dag. Det er ikke inkludert kostnader for utbygging av ladeinfrastruktur i disse beregningene.

Tabell T 35. Eksempler på beregnet tiltakskostnad for ulike maksintyper med forskjellig teknologi og modenhetsgrad. Kilder på kostnadstall: Nasta, Vegdirektoratet, Østfold fylkeskommune.

Maskintype	Teknologi	Finnes i dag?	Teknologistatus i beregning	Tiltakskostnad (kr/tonn CO_2-ekv.)
Gravemaskin, 25 tonn	Batteri	Ja, prototype	Prototype*	4 700
Gravemaskin, 25 tonn	Batteri	Ja, prototype	Serieombygging*	2 300
Gravemaskin, 32 tonn	Kabelelektrisk	Ja, prototype	Prototype*	150
Gravemaskin, 16 tonn	Batteri	Ja, prototype	Serieproduksjon*	500
Gravemaskin, 4,2 tonn	Batteri	Ja, serieproduksjon	Serieproduksjon*	-360
Hjullaster, 20 tonn	Batteri	Nei	Prototype*	7 700

** Prototype representerer ca. maskin nr. 4, serieombygging ca. maskin nr. 100 og serieproduksjon ca. maskin nr. 1000.*

Det er generelt store usikkerheter knyttet til beregningen av tiltakskostnaden. De største usikkerhetene i beregningene er:

- Kostnader knyttet til utbygging av nettinfrastruktur og ladeinfrastruktur er ikke kvantifisert
- Estimerte merkostnader for maskiner som ikke eksisterer i dag
- Forventet kostnadsreduksjon framover på grunn av produksjon i større skala (og reduserte batteripriser)
- Driftstimer og levetid for maskinene. Disse parameterne er av stor betydning for tiltakskostnaden.

Ikke-prissatte samfunnsøkonomiske virkninger

I tillegg til helsegevinster, vil tiltaket vil også bidra til reduserte støynivåer. Denne gevinsten vil være størst i byer der støy er et problem. Reduserte utslipp av partikler innebærer også reduserte utslipp av sort karbon, som er en viktig kortlevd klimadriver. Det er generelt lite datagrunnlag og kunnskap om utslipp av luftforurensning fra bygge- og anleggsvirksomhet. Bidraget til lokal luftforurensning som kommer fra denne virksomheten er derfor dårlig representert i modeller for luftkvalitet i Norge, inkludert i den nasjonale varslingstjenesten Luftkvalitet i Norge[73].I London der dette har vært kartlagt viser beregninger at denne aktiviteten kan stå for om lag en sjettedel av

[72] Estimat basert på kostnadsinformasjon fra Østfold fylkeskommune og Wacker Neuson for modeller som er tilgjengelige i dag
[73] Luftkvalitet i Norge er levert av Miljødirektoratet, Statens vegvesen Vegdirektoratet, Meteorologisk institutt, Folkehelseinstituttet og Helsedirektoratet i samarbeid.

utslippene av fint svevestøv ($PM_{2,5}$)[74]. På anleggsplasser der elektriske maskiner har vært i bruk, er det også rapportert om betydelige HMS-forbedringer, blant annet knyttet til at det er lettere å kommunisere og advare om potensielt farlige situasjoner når det ikke er maskinstøy.

Usikkerhet

Usikkerheten om hvordan utslippene fra anleggsdiesel fordeler seg mellom ulike sektorer og maskintyper medfører en ekstra usikkerhet i utslippsreduksjonspotensialet og tiltakskostnaden. Tabell T 36 beskriver de største usikkerhetene for beregningene av utslippsreduksjonspotensialet og tiltakskostnad, hvor usikkerheten stammer fra og hva som er de viktigste faktorene.

Tabell T 36. Usikkerhet for beregning av tiltakskostnad og utslippsreduksjonspotensial.

Type usikkerhet	**Beskrivelse**
Utviklingen i drivstoffsalget mot 2030	Referansebanen går ned med 1 % fra 2020. Det er betydelige variasjoner i forbruket av anleggsdiesel fra år til år, og utviklingen vil være avhengig av utviklingen i aktiviteten i mange næringer. Salget av anleggsdiesel har imidlertid økt de siste årene. Samtidig har salgstallene for anleggsmaskiner vært stigende. Særlig i de store byene er det forventet økte utslipp fra byggeaktivitet. Oslo kommune forventer 14 % økning i utslipp fra byggeaktivitet i 2030 sammenlignet med 2016 [24]. Dette kan indikere at utslippene fra segmentet i realiteten kan øke uten nye tiltak, og at potensialet for utslippskutt dermed kan være større.
Antall maskiner og fordeling av utslipp	Siden maskiner ikke registreres og har veldig variert bruksmønster, er det stor usikkerhet rundt de modellerte utslippene fra maskinparken. Faktorer det er knyttet usikkerhet til er blant annet det totale antallet maskiner, levetiden på disse og dieselforbruk for ulike maskintyper. Levetiden (hvor raskt maskinene byttes ut) påvirker for eksempel det totale antallet maskiner, og hvor raskt elektriske maskiner kan fases inn.
Utslippsreduksjons-potensial	Siden beregningen av utslippsreduksjonspotensialet er basert på bottom-up modell av maskinparken medfører dette en ekstra usikkerhet i det beregnede utslippsreduksjonspotensialet med den gitte innfasingen. Det er særlig usikkerheten i både fordelingen på ulike maskintyper og utslippene fra "gjennomsnittsmaskinen" i hver enkelt maskinkategori som vil påvirke utslippsreduksjonspotensialet.
Teknisk potensial	Potensialet for utslippsreduksjon vil være begrenset av tilgangen på modeller. Det er forventet økende tilgang på modeller i årene framover, men volumet (og til hvilken kostnad) som vil være tilgjengelig på det norske markedet framover vil også være avhengig av at de store maskinprodusentene satser på dette området.
Tiltakskostnad	Stor variasjon på tiltakskostnader for ulike maskiner gjør det veldig krevende å velge et anslag som er representativt for hele tiltaket. Det er stor usikkerhet knyttet til kostnader for utbygging av nettinfrastruktur og ladeinfrastruktur. I tillegg er det usikkerhet i prisutvikling på batterier og hvor raskt utslippsfrie maskiner produseres i større volum som vil føre til kostnadsreduksjoner. Hvor stor andel som kan elektrifiseres med kabelelektriske maskiner vil også påvirke tiltakskostnaden, siden kostnadene knyttet til batteripakke er betydelige.

Barrierer

Barrierene for å kjøpe inn elektriske maskiner vil variere fra store entreprenørfirmaer med sammensatte maskinflåter, til kommuner som eier egne drift- og vedlikeholdsmaskiner, og til enkeltgårdbrukere som eier et lite antall landbruksmaskiner. Likevel er det sannsynlig at hovedtrekkene ved barrierene som er beskrevet vil gå på tvers av aktørene som skal kjøpe inn maskinene. Karakteristikkene som er beskrevet i Tabell T 33 vil være av betydning for barrierene ved bruk i ulike sektorer.

[74] Fint svevestøv, $PM_{2,5}$, er luftbårne partikler med diameter mindre enn 2,5 mikrometer (µm).

Kostnader

Barrieren som er antatt viktigst i dag er at de fleste utslippsfrie anleggsmaskiner har en høyere innkjøpskostnad enn konvensjonelle dieseldrevne maskiner. Barrieren er størst for store batterielektriske maskiner, siden kostnadene knyttet til batteripakke er betydelig. Elektriske maskiner vil på den andre siden føre til reduserte drifts- og vedlikeholdskostnader, i tillegg til at elektriske drivlinjer kan forventes å ha betydelig lengre levetid enn dieseldrevne maskiner [8]. Anleggsdiesel er ikke ilagt veibruksavgift og er dermed betydelig billigere i innkjøp enn autodiesel. For aktørene som kjøper elektriske maskiner vil derfor besparelsene per liter diesel redusert være mindre enn for aktører hvor referansealternativet er autodiesel. Estimerte merkostnader for store batteridrevne anleggsmaskiner indikerer at så lenge maskinen blir produsert som prototype vil den ikke nedbetales i løpet levetiden uten investeringsstøtte eller andre insentiver [4]. Generelt kan det antas at jo større maskinene er og jo mindre de benyttes, desto større er kostnadsbarrieren. Som angitt i Tabell T 34 brukes maskiner i bygge- og anleggsbransjen, industri og bergverk og skogbruket mye, og generelt vil kostnadsbesparelsene i drift vil være størst her.

For mindre batterielektriske maskiner som produseres i større volum i dag, samt segmenter som er egnet for kabelelektriske maskiner (også kombinert med mindre batterier), er det antatt at en elektrisk maskin vil kunne være privatøkonomisk lønnsom over levetiden sammenlignet med tilsvarende dieselmaskin allerede i dag. Derfor vil kostnadsbarrieren for aktører som benytter maskiner til relativt stasjonært bruk være mindre. Dette gjelder generelt sett byggeplasser i større grad enn anleggsplasser. Andre eksempler er maskiner som benyttes stasjonært i industri og lignende, for eksempel har renovasjonsselskapet Ragn-Sells tatt i bruk en kabelelektrisk gravemaskin [25].

Det er forventet at kostnadsbarrieren vil reduseres over tid på grunn av større marked og at flere maskiner produseres i større volum. Dagens store elektriske maskiner er i stor grad ombygde dieselmaskiner, og kostnadene ved disse forventes å falle betydelig ved serieproduksjon av dedikerte elektriske maskiner. En forventet nedgang i batteripriser fram mot 2030 vil også bidra til å redusere barrieren. Elektrifisering av anleggsmaskiner i bygge- og anleggsnæringen er fortsatt i en tidlig fase og det kan forventes en utvikling og endring i teknologiske løsninger og forretningsmodeller. Også hybride løsninger med mindre batterier kombinert med mulighet for kabeldrift kan redusere investeringskostnader. Med høyt nok markedsvolum noen år fram i tid er det grunn til å anta at mange utslippsfrie alternativer vil være konkurransedyktige.

Et annet aspekt er at det er en viss risiko knyttet til at elektriske maskiner faller raskere i verdi enn konvensjonelle maskiner. Dette er fordi ny batteriteknologi kan gjøre dagens elektriske maskiner mindre attraktive på lengre sikt. Høye effekttariffer kan også oppveie noen av besparelsene ved drift av de elektriske maskinene, dersom bruken av maskinene medfører regelmessig høyt effektuttak.

Begrenset tilgang på modeller skaper en tidskostnad for byggherrer som skal stille krav om utslippsfrie maskiner. Hvis for eksempel en kommune skal stille krav om utslippsfri teknologi, vil det innebære en lengre anskaffelsesperiode og usikkerhet rundt resultatet. Hvis det i tillegg skal søkes om tilskudd, vil tidsvinduet bli enda mer krevende. Tidsbruk er også knyttet til kompetanse hos byggherre. Det er antatt at tidsbruk vil reduseres med tid, samtidig som økt kompetanse hos byggherre vil bidra til å redusere barrieren.

Teknologi

Begrenset tilgang på modeller, få forhandlere og få servicepunkter er en barriere per i dag. Østfold fylkeskommune har gjennom prosjektet "Test av fossilfrie anleggsmaskiner" lånt ut elektriske og biogassdrevne maskiner til ulike kommuner og bedrifter på oppdrag fra det offentlige. De trekker fram begrenset tilgang på modeller, og særlig større modeller, som en viktig barriere for at aktørene ikke går til anskaffelse av nullutslippsmaskiner. I tillegg oppgis begrenset batterikapasitet som en utfordring, siden lading av batteriene ikke nødvendigvis passer med tider der det er pauser i arbeidet. Hvor stor denne barrieren er, er avhengig av bruksområdet. Jo mer maskinene brukes i løpet av en arbeidsdag og jo større område de skal dekke, desto større er barrieren. En erfaringskartlegging av Oslo kommunes krav til fossilfrie byggeplasser som ble gjennomført i 2018 peker også på den samme barrieren når det gjelder å ta i bruk utslippsfrie maskiner der det er mulig [26]. Kartleggingen viser at entreprenørene peker på

begrenset tilgang til batterielektriske maskiner med tilstrekkelig kapasitet, at modellene som finnes er lite egnet til kontinuerlig drift, samt at de er kostbare i innkjøp.

Basert på utviklingen i markedet for anleggsmaskiner de siste årene, samt batteriteknologi generelt, er det forventet at barrieren med begrenset tilgjengelighet vil reduseres fram mot 2030. Omfanget av barrieren vil imidlertid også være avhengig av i hvor stor grad internasjonale produsenter satser på nullutslippsmaskiner. Det er ikke en tilsvarende bevegelse blant produsenter av anleggsmaskiner som i personbilmarkedet, men det skjer likevel endringer. Små maskiner serieproduseres allerede i dag og det annonseres stadig flere modeller. Erfaringer og løsninger som er utviklet i andre transportsegmenter kan også bidra til å redusere barrieren ved at de relativt raskt vil kunne tilpasses og anvendes til ikke-veigående maskiner.

For maskiner i skogbruk og jordbruk er tilgang på elektriske modeller som kan fullt ut erstatte dagens maskiner antatt å være en større barriere enn i de andre sektorene. Jordbrukstraktorer brukes til en lang rekke og forskjellige operasjoner som stiller ulike krav til maskinen, inkludert minimering av marktrykk, stor lasteevne og trekkraft. Det antas at kommersielle tilbud om elektriske traktorer som kan utføre de tyngste oppgavene i jordbruket vil være lenger fram i tid enn for anleggsmaskiner. Derfor vil mest sannsynlig første generasjon nullutslippstraktorer bare kunne utføre deler av arbeidet som dagens traktorer utfører. Oppgaver som kan være relativt lette å elektrifisere er for eksempel gjødsling og sprøyting. Det er mulig at kombinasjonen av autonomi, digitalisering og elektrifisering kan være med på å drive utviklingen i retning av flere små maskiner framfor én traktor. Dette kan også ha synergier med fokuset på å unngå jordpakking, som er en utfordring med kjøring av tungt utstyr på åkeren. En tilleggsbarriere i jordbruket kan derfor være at en helelektrisk traktor i en overgangsperiode må komme i tillegg til dagens dieseltraktorer, noe som vil påvirke nytte-/kostnadsvurderingen ved investering. På den annen side kan oppgaver utført av autonome elektriske maskiner gi enda større besparelser i drift. Dette krever imidlertid betydelig teknologiutvikling.

Infrastruktur

Mangel på elektrisk infrastruktur og tilstrekkelig effekt er en barriere for elektrifisering av ikke-veigående maskiner og kjøretøy. Denne barrieren vil variere med sektoren maskinene brukes i, størrelse og antall maskiner samlet på ett sted, geografisk lokalisering, og muligheter for etterbruk av ladeinfrastrukturen. Tilgang på tilstrekkelig kapasitet og kostnader ved etablering av ladeinfrastruktur er særlig utfordrende for aktører som arbeider spredt over et større geografisk område langt unna annen infrastruktur og bebyggelse. Dette gjelder særlig for anleggsplasser, for eksempel samferdselsprosjekter. For store prosjekter hvor det skal tas i bruk mange elektriske anleggsmaskiner (samt elektriske veigående kjøretøy til massetransport) kan kostnadene forbundet med å etablere et tilstrekkelig høyt effektuttak være betydelige [4]. Mulig nettoppgradering og utløsning av anleggsbidrag kan også føre til høye kostnader (for mer informasjon, se kapittel 13 i hovedrapporten del A). Dersom det utarbeides planer for etterbruk av det elektriske anlegget vil kostnadene kunne deles på flere aktører. Ved veibygging vil ladestasjoner kunne planlegges i forbindelse med de nye veistrekningene enten i form av kommersielle energistasjoner eller hvileplasser for tungtransporten.

I tillegg til å få tilstrekkelig kapasitet, er infrastruktur internt på anleggsplassen utfordrende når avstandene er lange. Det er blant annet identifisert barrierer for maskiner som ikke er mobile å komme seg til ladestasjon. Det er også utfordringer knyttet til kabeldrift grunnet kabelens manglede fleksibilitet. På dette området er det imidlertid innovasjon og nye løsninger under utprøving som kan bidra til å gjøre kabelelektrisk alternativer mer attraktive, for eksempel i kombinasjon med batterier som sikrer et minimum av mobilitet mellom oppdrag og oppgaver.

Det er normalt enklere å framføre elektrisitet til en byggeplass siden bygg ofte ligger steder der det er kort vei til høykapasitets kraftforsyning. I tillegg vil det i de fleste tilfeller være etterbruk av framført strømkapasitet til drift av bygget eller til ladestasjoner for elektriske kjøretøy i området. For et standard byggeprosjekt har DNV GL anslått at effektbehovet i byggefasen som oftest vil være i samme størrelsesorden som når bygget er i drift [3]. For mange byggeprosjekter betyr dette at hvis nærmeste nettstasjon blir dimensjonert for det ferdige bygget, så vil det sannsynligvis også være i stand til å håndtere en stor andel elektriske anleggsmaskiner i byggeperioden. Tilsvarende

vil det for anleggsprosjekter i jernbanesektoren være behov for strømtilførsel til transformatorer for jernbanestrøm. Ifølge Bane Nor er det imidlertid en problemstilling at effektbehovet i byggefasen er større enn behovet i driftsfasen.

Det kan være en utfordring at man ønsker å starte anleggsarbeidet før nettet er ferdig bygget ut. Oslo kommunes erfaringskartlegging påpeker at *"Flere av prosjektene opplyser om at de ville ha benyttet seg av flere ikke-fossile løsninger i anleggsfase, dersom det var tilrettelagt med tilstrekkelig byggestrøm eller satt av nok tid til dette".* For at den nødvendige infrastrukturen skal komme på plass i tide, kreves det at behovet er tilstrekkelig kartlagt i forkant av byggeprosessen. Det må også etableres kontakt med nettselskap så tidlig som mulig for å få avstemt nettkapasitet, god koordinering mellom byggherre og nettselskap.

Skogbruksmaskiner og noen jordbrukstraktorer benyttes over store geografiske områder, ofte langt unna driftssenter og energibærer. Utfordringer knyttet til tilgjengelig infrastruktur vil dermed være ekstra stor her. I jordbruket, der avstandene mellom skiftene er mindre enn i skogen, vil det å etablere ladestasjoner kunne være en løsning der det er nødvendig med lading i løpet av arbeidsdagen. I andre sektorer som industri, samt maskiner som benyttes på havner, flyplasser og lignende, vil det være varierende barrierer ved etablering av infrastruktur. Disse arbeider imidlertid ofte innenfor samme område og i områder i nærhet av annen infrastruktur.

Atferd

Kompetanse og atferdsendring er en barriere som gjelder for alle aktører involvert i ulike sektorer ved overgang til nullutslippsmaskiner. For maskinførerne vil det være en barriere, ettersom bruksmønsteret for elektriske maskiner er annerledes enn for konvensjonelt utstyr. Endring av arbeidsrutiner kan gjøre det vanskelig å koordinere arbeidet som normalt, noe som kan medføre utfordringer og frustrasjon for maskinoperatørene. Det er viktig å motivere brukerne og eventuelt sette de mest motiverte til å arbeide med maskiner som krever endrede rutiner.

For byggherrer og de som skal kjøpe maskinene, for eksempel entreprenører eller utleieselskaper, er kompetanse og kjennskap til markedet for elektriske maskiner viktig. I tillegg er det en barriere at disse kan vente på at andre skal prøve ut teknologien først. Dette er også knyttet til usikkerheten rundt restverdien på maskinene når de skal skiftes ut. Dersom det i mellomtiden har kommet en ny generasjon teknologi kan det redusere restverdien til en allerede innkjøpt maskin.

Reguleringer

En barriere for økt tilgang på elektriske maskiner er at det på europeisk nivå ikke stilles eksplisitte krav til reduksjoner i utslipp fra ikke-veigående mobile maskiner slik det gjøres for eksempel for personbiler [27]. Produsenter som ikke oppfyller gjennomsnittlige utslippskrav fra produksjonen av personbiler fram i tid risikerer bøter i milliardklassen. Dette gir betydelige insentiver for omstilling i disse bransjene.

Andre barrierer

En barriere i bygge- og anleggsbransjen er at det ofte er enda et ledd mellom byggherrene som etterspør utslippsfrie maskiner og entreprenørfirmaene som bruker maskinene, siden det er vanlig med utleiefirmaer som leier ut maskiner til bygge- og anleggsprosjekter. Dette gjør at en overgang til bruk av elektriske maskiner i stor skala krever omstilling av flere aktører.

I tillegg er kontraktsutforming i bygge- og anleggsprosjekter en barriere. Kontrakter er som oftest av kort varighet sammenlignet med levetiden til maskinene. Korte kontraktsperioder kan føre til at maskineierne ser det for risikabelt å investere i nullutslippsmaskiner som de ikke vet om vil etterspørres senere, og derfor fortsetter å bruke konvensjonelle maskiner. Samtidig kan lange kontrakter bremse utviklingen fordi aktørene bindes til fossile maskiner i lang tid.

Erfaringskartleggingen fra Oslo kommunes prosjekter viser også at det er en barriere at krav har blitt stilt på svært forskjellige måter og på ulike steder i konkurransegrunnlaget. I tillegg har innholdet og betydningen av begrep som "fossilfri byggeplass" variert fra prosjekt til prosjekt. Dette tyder på at det er behov for standardisert og tydeligere formulering av krav for å realisere utslippsfrie maskiner i bygge- og anleggsprosjekter.

Mulige virkemidler

En avgjørende forutsetning for innfasingen av utslippsfrie maskiner er at et mange aktører på tilbuds- og etterspørselssiden satser på disse løsningene. Dette krever betydelige investeringer i nye utslippsfrie maskiner og utvikling av tilhørende forretningsmodeller og infrastruktur. I lys av relativt store merkostnader og andre barrierer i tidlig fase av omstillingen, vil det være nødvendig med betydelige forsterkende eller nye virkemidler for å oppnå utslippskuttene som ligger til grunn i tiltaket. Mulige virkemidler som trekkes fram her er at det stilles enhetlige krav i offentlige bygg- og anleggsanskaffelser, økonomiske støtteordninger for elektriske maskiner og nødvendig infrastruktur, økte avgifter på anleggsdiesel og fossile maskiner, samt mulighet for å gi kommuner større adgang til å vektlegge klima i plan- og byggesaksbehandling. Tilgangen på elektriske maskiner på det norske markedet og merkostnadene ved disse vil også være avhengig av omstillingen til de store maskinprodusentene. Deltakelse i internasjonale prosjekter og arenaer kan bidra til at flere setter ambisiøse krav, som igjen fører til økt etterspørsel og signaler som oppfordrer maskinprodusenter til å utvikle løsninger med null klimagassutslipp.

Klima- og miljøkrav i offentlige anskaffelser

Klima- og miljøkrav i offentlige anskaffelser er vurdert som et sentralt virkemiddel for å få til en omfattende overgang til elektriske maskiner. Statlige aktører, fylkeskommuner og kommuner står for en betydelig andel av innkjøp i bygg- og anleggsbransjen, og særlig anleggsarbeid. Offentlig sektors innkjøpsmakt bidrar til å påvirke markedet ved økt etterspørsel etter nullutslippsmaskiner. Dette kan også gi indirekte effekter i sektorer som ikke er preget av stor grad av offentlige anskaffelser, ettersom nullutslippsmaskinene sannsynligvis vil bli benyttet også på andre prosjekter om de først er kjøpt inn. I offentlige anskaffelser er det derfor viktig å vise en betalingsvillighet for nullutslippsløsninger. Dette kan bidra til at entreprenører og utleiefirmaer kjøper inn maskiner, som igjen fører til trykk på maskinprodusentene. Se kapittel 12 i hovedrapporten del A for mer om offentlige anskaffelser som klimavirkemiddel.

Flere offentlige aktører som for eksempel Statsbygg, Forsvarsbygg, transportetatene og Avinor kan gå sammen for å fremme nullutslippsmaskiner på en enhetlig måte, for eksempel ved å kreve nullutslippsmaskiner i konkurransegrunnlag og kontrakter som inngås. Det kan tenkes at det kan settes i gang en lignende prosess på statlig nivå som for eksempel Oslo kommunes anskaffelsesstrategi for bygg- og anlegg som går på tvers av etatene. Samarbeidet kan utvides til kommuner og fylkeskommuner, samt private aktører med offensive klimamål. At det gis signaler eller garantier om økt etterspørsel over tid fra flere aktører, fører til redusert risiko for leverandørene ved å sikre forutsigbarhet og etterbruk av nullutslippsmaskinene som må kjøpes inn og implementeres i driften. Regjeringens annonserte handlingsplan for fossilfri anleggsplass kan være et virkemiddel for å bidra til at nullutslippsmaskiner fremmes på en samstemt måte.

Dialog med bransjen (som inkluderer entreprenører, utleiefirmaer, maskinprodusenter og importører) vil være en fordel ved utforming av krav. Det viktig at kravene gjøres kjent tidlig nok, slik at bransjen opplever forutsigbarhet og får mulighet til å omstille seg uten unødige kostnader. Anleggsmaskiner er forholdsvis langvarige investeringer, og en prematur utskifting av maskinparken vil medføre kostnader. Når oppdragsgiver stiller krav i anbud er det vesentlig at disse er mulig å etterprøve, følge opp og håndheve. Et annet alternativ er å tilrettelegge for pilotprosjekter, slik at teknologi kan prøves ut og forbedres i liten skala til moderate kostnader. I tillegg kan det vurderes om det å initiere en stor fullelektrisk anleggsplass i statlig regi kan gi fordeler sammenlignet med å spre innsatsen over mange mindre tiltak. I så fall vil bruk av nullutslippsmaskiner, elektrisk massetransport på vei, kraftforsyning i området, og gunstige effekter på støy og lokal luftkvalitet, kunne sees i sammenheng.

Endring av kontraktsmaler, og bruk av krav og insentiver som oppfylles i løpet av kontraktsperioden, kan benyttes av bestillere av store utbygginger. I tillegg til å stille krav i konkurransegrunnlag og kontrakt er det mulig å tilpasse kontraktenes lengde til entreprenørenes investeringshorisont for maskiner. Lange kontrakter bidrar til å øke forutsigbarheten for aktørene, slik at den opplevde risikoen ved å anskaffe en nullutslippsmaskin reduseres. På den annen side kan lange kontrakter binde aktørene til uønskede teknologiske løsninger i lang tid. Korte kontrakter kan bidra til at maskinene skiftes ut når ny teknologi er tilgjengelig og ønskelig. Et bevisst forhold ved utforming av

konkurransegrunnlaget er derfor viktig, slik at kontraktene kan stimulere investering i nullutslippsteknologi samtidig som de i minst mulig grad forårsaker at det låses til bruk av fossilbaserte løsninger. I tillegg kan synliggjøring av betalingsvillighet for redusert klimagassutslipp i offentlige kontrakter være med på å utløse investeringer i nytt utstyr.

Samtidig som det er mulig å stille krav i kontrakter i bygg- og anleggsbransjen, kan det være anledning for offentlige etater å stille krav i andre sektorer som benytter maskiner. Dette kan for eksempel være krav til utslippsfrie havner, godshåndtering ved togterminaler, utslippsfrie maskiner på gjenvinningsstasjoner og lignende. Blant annet har Oslo og Trondheim kommune en handlingsplan for framtidig nullutslippshavn, som inkluderer bruk av ikke-veigående maskiner på havna [28].

Investeringsstøtte for maskiner og infrastruktur

Siden merkostnaden ved investering er betydelig for de fleste nullutslippsmaskiner, kan økonomiske støtteordninger være viktige for gjennomføring av tiltaket. Dette er i tillegg et virkemiddel som kan utformes til å treffe alle aktører og sektorer som benytter seg av ikke-veigående maskiner. Økt investeringsstøtte fra Enova, Klimasats og/eller Innovasjon Norge vil gjøre det rimeligere å anskaffe nullutslippsmaskiner, og er et mulig virkemiddel fram til nullutslippsmaskiner blir lønnsomme i markedet. Forenkling og standardisering av støtteordningen vil kunne gi større forutsigbarhet og mindre søknadsbyrde for søkere og myndighet. En utfordring for standardisering av støtteordningen er imidlertid at det er et uoversiktlig segment med stor spredning av maskintyper. Dette kan tale for et fleksibelt støtteprogram. Fordi det også kan være betydelige kostnader knyttet til etablering av ladeinfrastruktur kan det også være aktuelt å støtte mulig anleggsbidrag og nødvendig infrastruktur. Dette kan bidra til å lette overgangen og redusere risikoen i tidligfase implementering av elektriske maskiner. Dette kan være støtte til batteribanker, ladestasjoner, kabeltromler og lignende.

Det kan også tenkes at det er mulig å etablere låneordning for investeringer i nullutslippsmaskiner, eller eventuelt subsidiert leasing. Tilsvarende kan utlån eller subsidiert leasing av batteribanker eller annen infrastruktur for nullutslippsmaskiner være aktuelt. Slike virkemidler krever antakelig godkjenning av ESA.

Plan- og byggesaksbehandling

I tillegg til å bruke sin innkjøpsmakt, kan kommuner være en ekstra pådriver ved at det gis større adgang til å stille krav om utslippsfri anleggsdrift som del av reguleringsplaner. Relevant for dette tiltaket er at det for eksempel kan gis anledning til å stille krav om eller gi fordeler for utbyggere som tar i bruk utslippsfrie maskiner. I tillegg kan det være en barriere å skaffe tilstrekkelig elektrisitetsforsyning tidlig nok til byggeplassen. Det kan derfor være aktuelt å vurdere regulering som sikrer at den elforsyningen som er nødvendig til ferdig bygg gjøres tilgjengelig før oppstart av anleggsarbeid. Se nærmere omtale av muligheter og utfordringer ved å vektlegge klima i plan- og bygningsloven i kapittel 12.6.3 i hovedrapporten del A.

Økte avgifter på fossile alternativer

Økt mineraloljeavgift og/eller CO_2-avgift vil relativt sett gjøre det rimeligere å bruke nullutslippsmaskiner sammenlignet med konvensjonelle maskiner. Dette kan dermed kunne bidra til å utløse investeringer i ny teknologi. Alternativt kan en engangsavgift på fossile maskiner basert på klimagassutslipp som følger modellen fra personbiler innføres for å stimulere investeringer i maskiner med lave utslipp.

Reduserte effekttariffer kan også bidra til å redusere de økonomiske barrierene for overgang til elektriske anleggsmaskiner. For segmenter som krever høyt effektuttak under landing av batterier, og hvor det kreves hurtiglading i løpet av arbeidsdagen, kan dette være med på å redusere driftskostnadene ytterligere og dermed også lønnsomheten for de elektriske maskinene.

Andre virkemidler

Reguleringer på både nasjonalt og europeisk nivå vil påvirke hvor raskt introduksjonen av utslippsfrie ikke-veigående maskiner og kjøretøy skjer. Et mulig virkemiddel for ytterligere å stimulere til økt tilgjengelighet for utslippsfrie

modeller og reduserte kostnader er deltakelse i internasjonale prosjekter. Dersom flere internasjonale aktører går sammen vil det kunne bidra til å påvirke maskinprodusentene ved økt etterspørsel etter utslippsfrie maskiner. Dette, og eventuelt koordinering med myndigheter i andre land, kan bidra til å framskynde produktutviklingen både nasjonalt og internasjonalt. Oslo kommune arbeider målrettet med dette gjennom ulike internasjonale fora.[75]

I sektorer med bruk av maskiner der tilgang på tilpasset teknologi er en barriere (f.eks. skogbruk og jordbruk) kan midler til FoU eller utprøving av ulike maskiner være et relevant virkemiddel i en tidlig fase. Dette kan også gjelde for fullelektrisk gjennomføring av store prosjekter hvor det er samspill mellom flere maskiner og stort behov for stor effekt og ladeinfrastruktur.

Atferd, manglende kompetanse og tidsbruk er barrierer for gjennomføring av tiltaket. Derfor vil informasjons- og erfaringsdeling fra pågående og gjennomførte prosjekter være viktig med tanke på å unngå å gjenta feil og for å optimalisere bruken av nullutslippsmaskiner på neste anlegg. Dette kan gjøres ved informasjonsdeling og kursing av aktører, for eksempel regionalt og/eller gjennom interesseorganisasjoner kan være et virkemiddel som får implementeringen av beste tilgjengelige teknologi til å gå raskere enn ellers. Det kan også tenkes å etablere egne forum og digitale plattformer for å dele informasjon, for eksempel på utslippsfrie modeller som er tilgjengelige.

Konsekvenser

Tiltaket bidrar til målet om et lavutslippssamfunn i 2050. Elektrifisering vil medføre økte kostnader for aktørene som benytter ikke-veigående maskiner og kjøretøy. Dersom det innføres støtteordninger vil hele eller deler av kostnaden bæres av det offentlige. Dette vil medføre skattefinansieringskostnader.

Et vellykket samarbeid med utenlandske aktører, offentlige og/eller private, kan gi globale utslippseffekter som følge av internasjonal markeds- og teknologiutvikling.

Elektrifisering av ikke-veigående maskiner og kjøretøy vil øke belastningen på infrastruktur for distribusjon av elektrisitet. Se mer om dette i kapittel 13 i hovedrapporten del A.

Referanser

[1] SSB/Statistikkbanken. Tabell 11562: Energivarebalanse. Tilgang og forbruk av ulike energiprodukter 1990-2018.
[2] SSB/Statistikkbanken. Tabell 11174: Salg av petroleumsprodukter, etter kjøpegruppe og produkttype.
[3] DNV GL (2017). Fossil- og utslippsfrie byggeplasser. Rapportnr 2017-0637. Oppdragsrapport for Energi Norge, Norsk Fjernvarme i samarbeid med Bellona, og Enova SF.
[4] Jernbanedirektoratet, Kystverket, Avinor, Nye Veier & Statens Vegvesen (2018). Muligheter og barrierer for fossilfrie anleggsplasser i transportsektoren.
[5] ZERO (2018). Fossilfritt landbruk.
[6] WSP Analys & Strategi (2017). Fossilfrihet för arbetsmaskiner. Oppdragsrapport for Statens Energimyndighet.
[7] Korrespondanse med MGF.
[8] Sintef (2018). 30 tonns utslippsfri gravemaskin. Teknologistatus, kartlegging og erfaringer.
[9] DNV GL (2019). 1,5 °C - Hvordan Norge kan gjøre sin del av jobben. Rapportnr 2019-0284. Oppdragsrapport for Energi Norge.
[10] DNV GL (2018). Potensialet for utslippsreduksjon ved fossil- og utslippsfrie bygge- og anleggsplasser. Rapportnr 2018-0367, Rev. 1. Oppdragsrapport for Klimaetaten Oslo Kommune.
[11] Byggindustrien (2019). Nasta overleverte verdens største elektriske gravemaskin til en byggeplass. 03.06.19.
[12] Asplan Viak (2019). Muligheter for fossilfrie bygge- og anleggsplasser i Hordaland. Oppdragsrapport for Hordaland Fylkeskommune.
[13] Trondheim2030 (2018). ASKO trigget bilindustrien til handling. 08.11.18.
[14] Østfold fylkeskommune. Test av fossilfrie maskiner og kjøretøy.
[15] Oslo kommune/KlimaOslo (2019). Gravemaskin med kabel i rompa kan bli et vanlig syn i Oslo. 25.09.19.

[75] C40 Clean construction forum og ICLEIs Big Buyers Initiative (BBI).

[16] Oslo kommune/KlimaOslo (2019). Utslippsfri byggeplass med el-gravemaskiner. 20.03.19.
[17] Nibio. SolarFarm. 30.05.18
[18] Landbruk.no (2019). Norge kan bli et foregangsland innen det elektriske landbruket. 28.05.19.
[19] Volvoce.com. The world's first emission free quarry.
[20] Anleggsmagasinet (2019). AMV FL 70 Hybrid tar form. 19.07.19.
[21] Viken Skog (2019). Norges første hybride hogstmaskin leverer.
[22] Statens vegvesen (2019). Den dagen både byggherre, entreprenør og klima er vinnere, da har vi lyktes. 14.11.19
[23] Maskingrossistenes forening (2018). Uttrekk fra salgsstatistikk anleggsmaskiner.
[24] Oslo kommune (2019). Klimastrategi for Oslo mot 2030.
[25] Norsk elbilforening (2019). We're on a highway to EL!. 07.05.19.
[26] Multiconsult (2018). Erfaringskartlegging av krav til fossilfrie byggeplasser. Oppdragsrapport for Klimaetaten Oslo Kommune.
[27] Bellona (2019). Zero Emission Construction sites. Status 2019. 09.10.19
[28] Oslo kommune (2018). Oslo Havn som nullutslippshavn. Handlingsplan, juni 2018.

AT03 Nullutslippsløsninger for jernbane[76]

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Utslippsreduksjon (mill. tonn CO_2-ekv.)	-	-	-	-	-	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Utslippsreduksjon 2025-2030	**0,23 millioner tonn CO_2-ekv.**										
Kostnadskategori	**< 500 kr/tonn CO_2-ekv.**										

Beskrivelse av tiltaket

Jernbanen fraktet i 2018 nesten 78 millioner passasjerer og over 35 millioner tonn gods, med en samlet vekst på henholdsvis 15 og 12 prosent siden 2013 [1]. Det er per 2019 syv jernbanestrekninger[77] som ikke er elektrifiserte og hvor togene benytter fossilbasert diesel som medfører klimagassutslipp. Tiltaket går ut på at alle gjenværende togstrekninger hvor det benyttes diesel går over på nullutslippsteknologi med oppstart i 2025. Tiltaket er basert på Jernbanedirektoratets prosjekt "NULLutslippsløsninger For Ikke-elektrifiserte Baner" (NULLFIB) [2]. Jernbanedirektoratet har gjort en vurdering og evaluering av aktuelle teknologiske løsninger for drift av tog basert på følgende driftsformer: hydrogen, biogass, biodiesel, helbatteri[78], og batteridrift med del-elektrifisering[79]. Kostnadskategorien er angitt for batteridrift med del-elektrifisering.

I NULLFIB er estimat for utslippsreduksjon og samfunnsøkonomiske beregninger vurdert på bakgrunn av en case-studie av Nordlandsbanen. Det er dermed ikke foretatt vurderinger av øvrige banestrekninger på det nåværende tidspunkt. Årsaken til at Nordlandsbanen er tatt som utgangspunkt er at det er den mest utfordrende banestrekningen med henhold til lengde, høydeprofiler, tuneller og klimaforhold, noe som er avgjørende faktorer for gjennomførbarhet.

Bakgrunn – Case Nordlandsbanen

Elektrifisering i form av et kontaktledningsanlegg (KL-anlegg[80]) av de banestrekninger hvor det i dag benyttes dieseldrift, innebærer høye investerings- og utbyggingskostnader. Enkelte strekninger, særlig forhold på Nordlandsbanen som har mange trange tunnelprofiler vil bety høye byggekostnader for å plass til KL-anlegg. I tillegg vil banestrekningen bli stengt for trafikk i perioder. Jernbanedirektoratet utreder derfor bruk av alternative teknologier som er mer kostnadseffektive for å erstatte bruk av fossilbasert diesel.

Økt togtrafikk kan gi ytterligere utslippsreduksjoner

Jernbanedirektoratet har gjennom NULLFIB-prosjektet gjort beregninger av mulige utslippsreduksjoner for Nordlandsbanen. Disse beregningene forutsetter imidlertid en økning i togtrafikk. Dette begrunnes i at

[76] Dette tiltaket er utarbeidet av Jernbanedirektoratet og er basert på metodikken i prosjektet "NULLutslippsløsninger For Ikke-elektrifiserte Baner" NULLFIB. Begrepet "nullutslippsløsninger" i dette prosjektet omfatter elektrisitet, hydrogen, biogass og biodiesel.

[77] Ikke-elektrifiserte banestrekninger: Meråkerbanen, Nordlandsbanen, Rørosbanen, Raumabanen, Solørbanen, Stavne-Leangenbanen og Numedalsbanen. Her benyttes det i dag diesel for å føre togene.

[78] Et rent batterikonsept (helbatteri) baseres på at driften gjennomføres med energi som er lagret i et batteri som er stort nok til å gjennomføre den planlagte trafikken uten at batteriet lades underveis. Kjøretøyene som benyttes er i prinsippet nesten like som kjøretøyene som benyttes på elektrifisert jernbane, men de forsynes kun med energi fra et batteri som er en del av toget.

[79] Batteridrift med del-elektrifisering er en kombinasjon av elektrifisert jernbane og helbatteri. Kjøretøyene som benyttes er hybride og kan benytte kontaktlednings anlegg til framdrift og ladning under kjøring (ladestrekning) i tillegg til at de kan bruke energi lagret i batteriet til å drive toget på ikke-elektrifiserte strekninger (batteristrekninger).

[80] KL-anlegg: Et kontaktledningsanlegg er et elektrisk høyspenningsanlegg der strøm forsynes til toget fra en kontakttråd (kobbertråd) som henger over skinnene og returneres til omformer gjennom skinner og returledning.

analysegrunnlaget for ny Nasjonal Transportplan innebærer forventninger om økt transportarbeid for godstrafikk, og at ny kommersiell operatør overtar driften i 2020. I henhold til metodikken i Klimakur 2030 er utslippsreduksjonen i tabellen over beregnet med utgangspunkt i referansebanen i NB 2020, hvor det er en gradvis nedgang i utslippene fram mot 2030.

Jernbanedirektoratets egne beregninger for utslippsreduksjon gir andre resultater når forventet økt trafikk inkluderes. Her anvendes nyttekostnadsverktøyet SAGA som baseres på antall kilometer kjørt med henholdsvis person- og godstog [3]. Her legges det til grunn CO_2-utslipp per kjørte togkilometer på 20,62 kilo for godstrafikk, og 3,83 kilo for persontrafikk [4]. Ut fra dette beregnes potensialet for utslippsreduksjon per år med antatt trafikkvekst på 5 prosent for hvert år. Det samlede potensialet for utslippsreduksjon mellom 2025 og 2030 blir dermed 0,26 millioner tonn CO_2-ekvivalenter for Nordlandsbanen, og 0,29 millioner tonn for jernbanens totale direkte utslipp fra trafikk.

Utslipp fra skinnegående arbeidsmaskiner er ikke tatt med i Jernbanedirektoratets beregninger. Årsaken til dette er at det foreløpig foreligger usikkerhet i de tilgjengelige dataene. Det er usikkert om referansebanen inkluderer utslipp fra sekundære operasjoner som arbeidsmaskiner.

Vurderinger av de ulike løsningene

I NULLFIB-prosjektet vurderes et totalkostnadsbilde for følgende ulike teknologier: infrastrukturinvesteringer som KL-anlegg, energilagring (for eks. batteri), lokomotivinvesteringer samt hva forskjellene er i drift med de ulike teknologiene for energikostnader, vedlikehold av infrastrukturen og lokomotivene. Resultater tyder på at kostnadene er lavest for teknologier som helbatteri, batteri med del-elektrifisering og biodiesel. Dette skyldes i stor grad at det er dyrt å investere i standard kontaktledning på en så lang strekning som Nordlandsbanen, samt at hydrogen og biogass fører til høyere driftskostnader enn batterielektrisk drift. Vedrørende biodiesel foreligger det noen etiske dilemmaer knyttet til bruken av matjord for biobasert drivstoff. For å unngå dette, innebærer det å ta i bruk avansert biodiesel som per i dag ville bety mye høyere driftskostnader for operatører. Samtidig er energieffektivitet i denne typen teknologi lav.

Investeringene i infrastruktur på jernbanen ved batteridrift med del-elektrifisering har en beregnet usikkerhet på +/- 40 prosent. Investeringene for andre teknologier som hydrogen, biogass og batteridrift er vurdert på et mer overordnet nivå, og Jernbanedirektoratet kan dermed ikke anslå usikkerheten. Jernbanedirektoratet har beregnet samfunnsøkonomiske kostnader fra å gå over fra dieseldrift til ulike nullutslippsløsninger på strekningen Stjørdal-Bodø. Strekningen Trondheim-Stjørdal holdes utenfor fordi det her allerede er bevilget midler for elektrifisering.

Den mest modne teknologien for å få nullutslipp på tog som kjører på Nordlandsbanen er å gå over til "batteridrift med del-elektrifisering". Dette vil si at 219 km av de totalt 695 km på strekningen Stjørdal-Bodø elektrifiseres. Batteritogene kan da lades opp mens de kjører på disse 219 km, og kjøre på batteri der det ikke er KL-anlegg. Det er høye investeringskostnader knyttet til bygging av KL-anlegg som er i en slik størrelsesordenen at det behøves en viss trafikkmengde på banen for å gjøre det samfunnsøkonomisk lønnsomt å investere i KL-anlegg. Investering i KL-anlegg for Nordlandsbanen regnes som for høy i en kostnadseffektivitetsanalyse[81], og har en estimert investeringskostnad på 14,1 milliarder kroner[82]. Del-elektrifisering av Nordlandsbanen har derimot en estimert investeringskostnad på 3,3 milliarder kroner.

Hydrogen og biogass krever betydelige infrastrukturinvesteringer i tunneler av sikkerhetshensyn. Tidligere arbeider med evaluering av alternativ teknologi har undervurdert utfordringene knyttet til sikkerhet som følger bruk av eksplosjonsfarlige gasser i jernbanen. SH2IFT[83]-prosjektet peker på at det er kunnskapshull knyttet til bruken av hydrogen blant annet i tuneller som gjør at det ikke er mulige å gjennomføre gode nok simuleringer av ulykker til at det kan gjøres presise risikovurderinger. Prosjektet peker dermed på at teknologien på det nåværende tidspunkt ikke

[81] Kostnadseffektivitetsanalyse er en type samfunnsøkonomisk analyse hvor en vurderer ulike tiltak mot hverandre. Kostnadseffektivitetsanalyse er aktuelt i de tilfeller der nytten av tiltakene er den samme, men kostnaden er ulik.
[82] 2019-priser.
[83] SH2IFT - Safe Hydrogen Fuel Handling and Use for Efficient Implementation .

er moden nok til at det kan vurderes som forsvarlig å settes i operativ drift i et jernbanesystem som omfatter drift i tuneller.

Togdrift med diesel og biodiesel er dyrt på grunn av høye drift -og vedlikeholdskostnader. Bruk av biodrivstoff som erstatning for ordinær diesel reduserer direkte utslipp av klimagasser, men det endrer derimot ikke på de lokale utslippene som oppstår ved forbrenning av drivstoffet. I tillegg innebærer bruk av biodiesel risiko for indirekte arealbruksendringer (ILUC), som for eksempel at matjord anvendes til produksjon av enkelte varianter av biodiesel[84].

Jernbanedirektoratets beregninger viser at siden batteritog er vesentlig billigere i drift valgbare alternativer, og kan i stor grad (eller fullstendig) oppveie for de nødvendige investeringene forbundet med jernbaneinfrastruktur.

I NULLFIB-prosjektet anbefaler Jernbanedirektoratet at det innføres et konsept som innebærer batterier for å erstatte dagens dieseldrift på Nordlandsbanen. Ifølge kostnadseffektivitetsanalysen er helbatteridrift bedre enn batteridrift med del-elektrifisering i de fleste sensitivitetsanalyser, men i noen alternativ kommer batteridrift med delelektrifisering nokså likt ut med helbatteri, eller bedre. For eksempel kan en sterk økning i togtrafikken medføre at batteridrift med delelektrifisering kommer bedre ut enn helbatteridrift. Det er imidlertid ikke teknologisk gjennomførbart å erstatte alle operasjoner som i dag benytter fossilbasert diesel med helbatteri. Dette gjelder spesielt for utfordringer knyttet til kapasitet, tilgang på kjøretøyteknikk for godslokomotiver og arbeidsmaskiner. Det betyr at for Nordlandsbanen, er denne teknologien ikke gjennomførbar. Det kan derimot tenkes at helbatteridrift vil være et gunstig alternativ for langt kortere banestrekninger, men dette er forbeholdt undersøkelser og testing som enda ikke foreligger.

Batteridrift med del-elektrifisering er en energieffektiv og sikker framdriftsløsning som krever betydelig mindre infrastrukturtiltak enn standard elektrifisering. I tillegg medfører dette alternativet kostnadsbesparelser for operatører i form av reduserte driftskostnader. Dette bidrar til å øke jernbanens konkurranseevne, og det er dermed av betydning at nye tiltak ikke svekker jernbanens evne til å tiltrekke seg godstrafikk fra vei.

Den samfunnsøkonomiske kostnaden omfatter infrastrukturinvesteringer, kjøretøyinvesteringer, endring i drift og vedlikehold av lokomotiv fra dagens diesellokomotiv. Samlet sett er det mulig å erstatte fossilbasert diesel på Nordlandsbanen med elektrisk drift for en fjerdedel av prisen forbundet med hel-elektrifisering og samtidig ivareta og øke konkurransevilkårene for godsoperatører.

Nullalternativ og utslippsreduksjonspotensial

Klimagassutslippene fra jernbane har blitt redusert betydelig fra en topp på 140 000 tonn CO_2-ekvivalenter i 1993 til i underkant av 50 000 tonn i 2017. I framskrivingen fra NB 2020 er det lagt til grunn en fortsatt nedgang på mellom 1,7 og 2 prosent årlig fra 2021 til 2030. Det legges til grunn at denne nedgangen skyldes en videreføring av historisk trend og en generell vurdering av energieffektivisering gjennom eksempelvis elektrifisering av banestrekninger. Utslippet fra jernbane er i framskrivingen i overkant av 36 000 tonn CO_2-ekvivalenter i 2030.

Utslippsreduksjonspotensialet fra tiltaket innebærer utfasing av all fossil energibruk fra jernbane, og Jernbanedirektoratet har målsetting om pilotprosjekter for testing av "batteridrift med del-elektrifisering" innen 2025.

Med forutsetningene som ligger i referansebanen er utslippsreduksjonspotensialet beregnet til å være 0,23 millioner tonn CO_2-ekvivalenter, ved at alle jernbanestrekninger er basert på nullutslipp fra 2025. Trafikk på Nordlandsbanen er anslått til å omfatte om lag 80-90 prosent av de totale utslippene fra trafikk, ekskludert arbeidsmaskiner.

[84] Ved å stille krav til at biodieselen skal oppfylle EUs bærekraftskrav vil risikoen for negative effekter på klima og miljø reduseres. For mer om biodrivstoff og klimaeffekter se kapittel 14 i hovedrapporten del A.

Tiltakskostnad

Basert på økonomiske og jernbanetekniske vurderinger fra NULLFIB-prosjektet, har Jernbanedirektoratet lagt til grunn at dieseltogene erstattes med del-elektrifisering med batteridrift i kostnadsanslaget for dette tiltaket. Samfunnsøkonomisk kostnad med denne løsningen er ventet å ligge under 500 kr/tonn CO_2-ekvivalenter.

Jernbanedirektoratet vil gjennomføre kostandseffektivitetsanalyser av andre jernbanestrekninger på et senere tidspunkt, avhengige av hvor aktuelt det er å innføre nullutslippsløsninger på strekningene.

Usikkerheter

Den samfunnsøkonomiske kostnaden er svært følsom for prognosen over hvor mange tog som kjøres på Nordlandsbanen. Desto flere tog som kjøres, jo større blir samfunnsøkonomisk nytte av batteridriften, på grunn av at slike lokomotiv er mye billigere i drift enn diesellokomotiv.

I flere sensitivitetsanalyser hvor det er lagt til grunn en større vekst i antall togkilometer og økning i dieselpris, blir det en samfunnsøkonomisk gevinst av å innføre batteridrift med delelektrifisering på Nordlandsbanen. Ingen sensitivitetsanalyser viser at det blir en samfunnsøkonomisk gevinst av å investere i KL-anlegg for hele den aktuelle strekningen på Nordlandsbanen.

Utviklingen i togtrafikken vil også påvirke utslippsreduksjonspotensialet. I referansebanen er det lagt til grunn at utslippene fra jernbanesektoren går ned uten nye virkemidler. Jernbanedirektoratets egne beregninger med nyttekostverktøyet SAGA viser imidlertid en utvikling hvor utslippsreduksjonspotensialet fra Nordlandsbanen er høyere (tett opp mot 0,3 millioner tonn CO_2-ekv). I tillegg er det usikkerhet knyttet til utslippene fra skinnegående arbeidsmaskiner.

Barrierer

For enkelte kjøretøygrupper, slik som godslokomotiver, må det utvikles egnede kjøretøy som per i dag ikke er kommersielt tilgjengelige. For at anbefalte tiltak på Nordlandsbanen skal være gjennomførbare og effektive, må det forutsettes at de relevante aktørene har den nødvendige interesse av å gjennomføre endringen. Samtidig er det viktig at tiltakene lar seg finansiere og at de er teknisk gjennomførbare.

Mulige virkemidler

- Offentlig og/eller privat støtte til merkostnader for investeringsprosjekt
- Offentlig og/eller privat støtte til prøvedriftprosjekter
- For å ha mer presise estimat bør det gjennomføres et pilotprosjekt.

Tilleggseffekter

Tiltaket med batteridrift med del-elektrifisering vil gi mange positive tilleggseffekter, deriblant forbedret luftkvalitet, redusert støybelastning, fjerning av oljesøl og redusert reisetid som følge av ny teknologi[85]. Dette vil kunne styrke jernbanens konkurransekraft mot andre transportformer, og dermed legge grunnlaget for en overføring av passasjerer og gods fra vei til bane. Dette kan medføre gunstige ringvirkninger for transportsektorens totale utslipp av klimagasser.

Referanser

[1] Statistisk sentralbyrå (2019). Jernbanetransport. 04.06.19
[2] Jernbanedirektoratet (2019). Vurderinger av nullutslippsløsninger for ikke-elektrifiserte baner.
[3] Jernbanedirektoratet (2018). SAGA - Nyttekostnadsverktøy.
[4] TØI (2019). Skadekostnader ved transport. Rapport 1704/2019: Transportøkonomisk institutt. (Rapporten ferdigstilles første kvartal 2020).

[85] Elektriske framdriftsløsninger utnytter energi langt mer effektivt enn fossile løsninger. Dette betyr, alt annet likt, at tiltaket på Nordlandsbanen vil gi redusert reisetid for gods- og persontrafikk.

AT04 Elektrifisering av fritidsbåter

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Utslippsreduksjon (mill. tonn CO_2-ekv.)	-	0,0001	0,0002	0,0004	0,0006	0,0011	0,0016	0,0029	0,0050	0,0076	0,0117
Utslippsreduksjon 2021-2030	**0,031 millioner tonn CO_2-ekv.**										
Kostnadskategori	**> 1500 kr/ tonn CO_2-ekv.**										

Beskrivelse av tiltaket

Tiltaket innebærer gradvis å erstatte deler av nybåtsalget for fossilbåter med elektriske båter, med et nysalg på 2000 elektriske båter i 2030. Dette tilsvarer 25 prosent av dagens import av fritidsbåter. Skifte til elektrisk motor i eksisterende fritidsbåter er også mulig, men er ikke beregnet i dette tiltaket. Innfasingen av elbåter i nysalget er vist i tabellen under:

Tabell T 37. Antallet elektriske fritidsbåter i nybåtsalget i tiltaket.

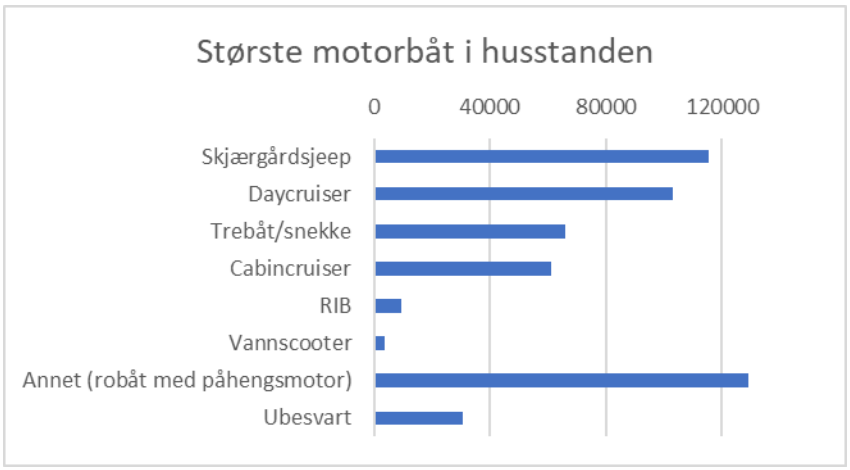
	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Nysalg elbåt (antall)	20	40	80	100	160	200	500	700	1000	1500	2000

Bakgrunn

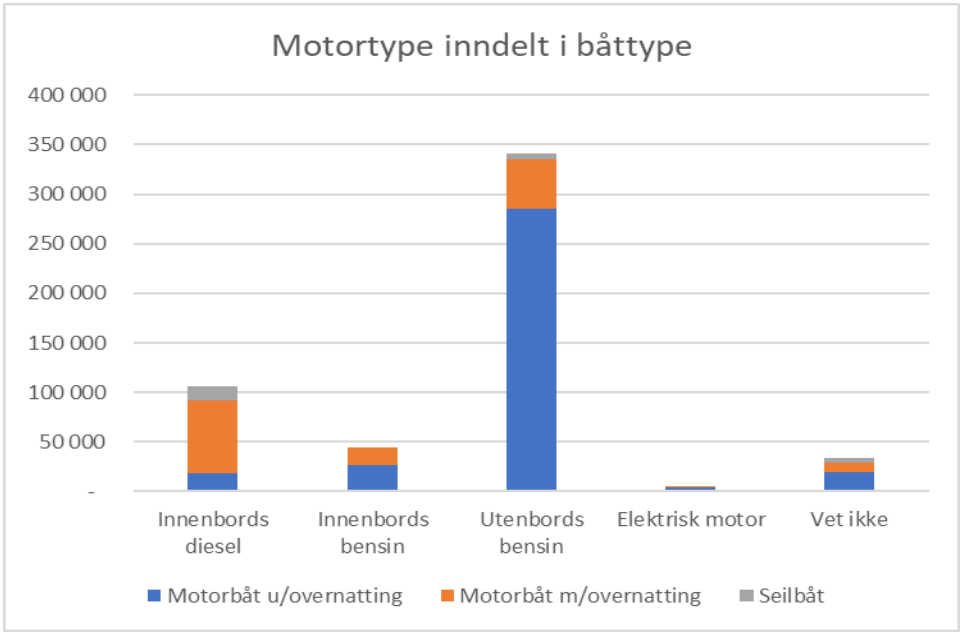
Fritidsbåter i Norge og nysalg

Fritidsbåter er båter som ikke benyttes i næringsvirksomhet, og som er kortere enn 24 meter. Fritidsfartøy benyttes typisk til rekreasjon og som hobbyvirksomhet for privatpersoner. Blant disse er både seil- og motorbåter, kajakker og vannscootere [1]. Båter opptil 15 meter (50 fot) er i lovverket definert som småbåter. Det er begrenset med informasjon om både bestand og salg av småbåter i Norge, i motsetning til andre transportsegmenter. Redningsselskapet overtok driften av Småbåtregisteret fra Tollvesenet i 2005. Småbåtregisteret, som inneholder dokumentasjon om båt, motor og båteier, er frivillig å bruke og kun en liten andel av norske småbåter er registrert i dag [2]. Båter som er 15 meter eller lengre er registreringspliktige i Skipsregisteret NOR, og fritidsbåter som er over 24 meter lange faller inn under regelverket for lasteskip [1].

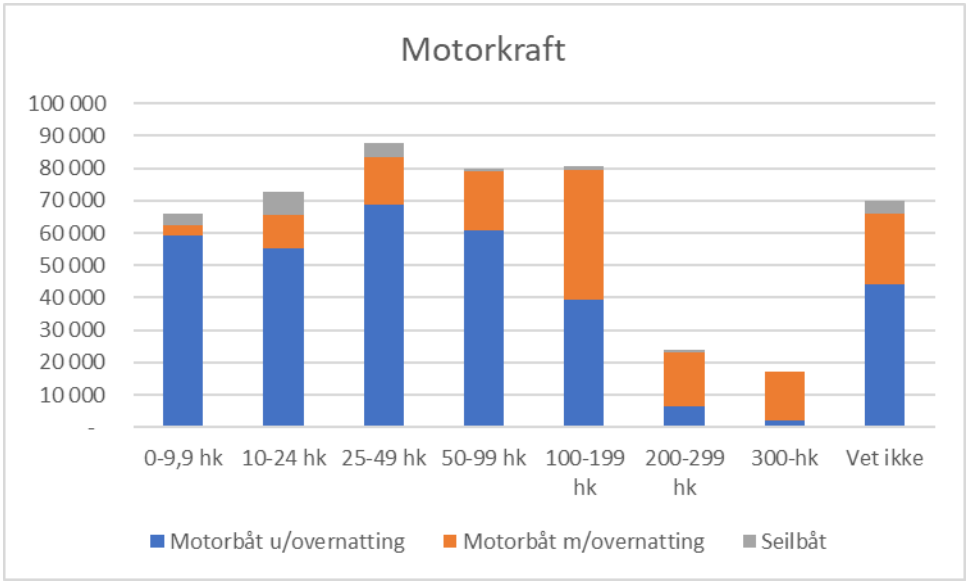
Tall fra Båtlivsundersøkelsen viser at nordmenn i 2017 eide mer enn 500 000 fritidsbåter med motor som framdrift [3]. Av disse er det flest joller med påhengsmotor (utenbords bensinmotor), etterfulgt av skjærgårdsjeeper/daycruisere (utenbords bensinmotor), snekker og cabincruisere (innenbords dieselmotor), vist i Figur T 32. Figur T 33 og Figur T 34 viser henholdsvis fordeling på motortype og motorkraft på norske fritidsbåter. Båtlivsundersøkelsen og utslippsstatistikken viser et økende antall store og raske fritidsbåter med dieselmotor.



Figur T 32. Antall motorbåter i norske husstander, etter type. Kilde: Båtlivsundersøkelsen 2018 [3].



Figur T 33. Motortype på norske fritidsbåter. Utenbordsmotorer er montert utenfor skroget på fartøyet, eksempelvis en påhengsmotor. Innenbordsmotor en motor innelukket i skroget på båten. Kilde: Båtlivsundersøkelsen 2018 [3].



Figur T 34. Motorstørrelse på norske fritidsbåter, inndelt etter overnattingsmulighet (lugar/overbygg). Kilde: Båtlivsundersøkelsen 2018 [3].

Det finnes ikke statistikk over nysalget av fritidsbåter i Norge, men SSB registrerer årlig import av fritidsbåter, som har vært over 8 000 årlig de siste tre årene [4]. I tillegg finnes det en rekke norske båtprodusenter, hvis innenriks salg ikke fanges opp i denne statistikken. Det er også begrenset med detaljert informasjon om bruksmønsteret til fritidsbåtene, og dermed lite informasjon om drivstofforbruk og utslipp fra hvert segment [5]. Bransjeorganisasjonen Norboat anslår at småbåter har en driftstid på 50-200 timer per sesong.

Tilgjengelighet av elbåter

Elbåter tilbys allerede på det norske markedet, og flere er på vei. Markedet er likevel helt i startfasen, og utvalget er svært begrenset. Utvalget er begrenset til segmentene som er enklest å elektrifisere: båter som i dag har lav fart (snekker) og små påhengsmotorer til mindre båter eller seilbåter.

- Torqeedo, ePropulsion, Parsun, Minn Kota, Yamaha med flere tilbyr påhengsmotorer, og i noen tilfeller større elmotorer samt hybridsystemer.
- Evoy AS i Florø leverer batterielektriske framdriftssystemer til hurtiggående båter fra og med våren 2020. Som en start fokuserer de på segmentet 20 til 30 fot, innenbords framdrift og profesjonelle brukere som oppdrettsanlegg [6].
- Den norske båtprodusenten Polar leverer sin 20 fot snekke med elmotor som et alternativ [7].
- Tyske Bavaria tilbyr sin 34 fot sedan som helelektrisk eller hybrid, i tillegg til diesel [8].
- Green Wave i Tvedestrand lanserer sin første helelektriske 20-fots snekke Greenwave 601 i 2019, men tilbyr også ombygging av båter til elektrisk [9].
- X Shore Eelex [10] er bygd som elbåt fra grunnen av med lettere skrog.
- Candela utvikler en eksperimentell hydrofoil som vil ha liten vannmotstand og mye større rekkevidde [11].
- Torqeedo og Merione tilbyr planende elbåter, som de leverer med batteripakke fra BMWs i3-bilserie [12].
- Volvo Penta, en av verdens største produsenter av dieselmotorer, sier de skal kunne levere både hybrid- og helelektriske løsninger til fritidsbåter fra 2021 [13]. Høsten 2019 viste de fram en katamaran prototype med elmotor [14].

Dagens batterier har høy vekt og liten energitetthet sammenlignet med en drivstofftank. I motsetning til elbiler som ruller på en vei med liten motstand, har båter i vannet en enorm vannmotstand som krever et stort energiforbruk, særlig ved høyere fart. Det gjør at rekkevidden blir mye mindre i en elbåt enn i en elbil med samme batteristørrelse. Helelektriske løsninger er derfor i dag mest aktuelt for snekker, seilbåter og andre som går med lav fart. Disse vil i dag kunne gå på batteri i noen timers gange, og i de fleste tilfeller dekke dagens bruk. Strømanlegg i dagens småbåt- og gjestehavner er ment for å lade båtenes 12 voltsbatteri, og de gir ikke nok strøm for rask opplading av store batterier, som i så fall må lade over natten. Hurtigladere er ikke tilgjengelig i norske småbåthavner enda [12].

Det er vanskelig å se for seg at batterielektriske fritidsbåter vil kunne erstatte fritidsbåter i alle segmenter med dagens bruksmønster på kort- og mellomlang sikt. På mellomlang til lengre sikt kan hydrogenelektriske løsninger bli aktuelle, og vil kunne gi fritidsbåter med samme hastighet og bruksmønster som i dag. Hydrogen i fritidsbåter er fortsatt på pilotstadiet og tilbys ikke av fritidsbåtprodusenter i dag. Elbåtforeningen påpeker at for raske båter og båter med behov for lengre rekkevidde, er hydrogen og hydrogen-hybrider løsningen [15]. Dersom hydrogen skal bli en løsning på sikt, må det også bygges fyllestasjoner for hydrogen langs kysten. På kortere sikt kan hybride løsninger med dieselmotor i tillegg til elmotor gi økt rekkevidde og redusert drivstofforbruk sammenlignet med bare dieseldrift.

Dagens virkemidler

- Fritidsbåter i Norge går på bilbensin eller avgiftsfri diesel. Bensin er ilagt veibruksavgift og CO_2-avgift. Avgiftsfri diesel har mineraloljeavgift og CO_2-avgift, men ikke veibruksavgift.
- Klimasats kan gi støtte til kommuner og fylkeskommuner til innkjøp av elbåt og ladeinfrastruktur.

Nullalternativ og utslippsreduksjonspotensial

Det er betydelig usikkerhet i utslippstallene i referansebanen fra SSB. SSB endret metode for beregning av utslipp fra fritidsbåter i 2018, og beregner nå utslippene ut fra aktivitetsdataene i Båtlivsundersøkelsen. Metodeendringen gjorde at utslippene ble betydelig oppjustert. Utslippene fra småbåter ligger nå på i overkant av 500 000 tonn, hvor avgiftsfri diesel (anleggsdiesel) utgjør nesten 40 prosent av utslippet, resten er bensin. I framskrivningene ligger utslippene fra fritidsbåter helt flatt fram til 2030. Fritidsbåtsalget er sterkt konjunkturavhengig, og utslippstrenden fram mot 2030 er derfor noe usikker.

Som modellfartøy for beregning av utslippsreduksjon og tiltakskostnad er det valgt en Bavaria 34 sedan cabincruiser med elektrisk motor og 19 kWh batteri [8]. Dette fartøyet sammenlignes så med samme båt, men med dieselmotor. Utslippsreduksjonspotensialet kan bli betydelig større eller mindre enn beregnet i dette tiltaket, avhengig av innfasing, hvilke fartøy som elektrifiseres, drivstofforbruk, framtidig teknologisk utvikling, tilgjengeligheten av båter og kostnader, særlig for batteri som utgjør størst andel av merkostnaden.

Tiltakskostnad

Prissatte konsekvenser

Gitt en driftstid på 50 timer per år og levetid på 20 år, blir tiltakskostnaden for tiltaket med innfasing beskrevet ovenfor ca. 5 000 kr/tonn CO_2-ekvivalenter**.** Driftskostnaden har størst påvirkning på tiltakskostnaden. Endring i driftstid per år, levetid på elmotor og batteri og eventuelt økt kostnad for hurtiglading/lading i gjestehavn gir store utslag på drivstofforbruket og kostnad til strømforbruk over levetiden til tiltaket. I småbåthavner drevet kommunalt eller av båtforeninger hvor man har fast båtplass, er det vanlig med strømmålere og betaling av kostpris for strømmen man bruker. Kostpris er brukt i beregningene.

Tar man utgangspunkt i en fritidsbåt med elektrisk påhengsmotor som modellfartøy, og ikke en Bavaria 34 som over, blir tiltakskostnaden vesentlig større. Dette skyldes at merkostnaden ved innkjøp av en elektrisk påhengsmotor er høyere, og drivstofforbruket til en påhengsmotor på bensin er lavt.

Flere modeller forventes fram mot 2030 og lavere investeringskostnad er sannsynlig med økt produksjon og fallende batterikostnader. På grunn av mangel på data er det ikke gjort noen anslag for utvikling i samfunnsøkonomiske kostnader over perioden med slike framtidige fartøy. **Tiltaket er lagt i kostnadskategorien over 1500 kr/tonn CO_2-ekvivalenter.** Det er allikevel rimelig å anta at deler av dette tiltaket (båter kjøpt nærmere 2030 med lang kjørelengde) vil ha tiltakskostnad under 500 kr/tonn CO_2-ekvivalenter.

Ikke prissatte konsekvenser

Ikke prissatte positive konsekvenser er mindre støy, ingen lokal vannforurensning fra oljesøl og fravær av lukt.

Usikkerhet

Tabell T 38. Usikkerhetsvurdering.

Type usikkerhet	Beskrivelse	Følsomhet/sensitivitet	
		Utslippsreduksjonspotensiale	Kostnadskategori
Referansebane	Betydelig usikkerhet. Utslippene fra fritidsbåter som ligger i referansebanen er basert på en modellberegning med begrenset datagrunnlag.	I tiltaket er det tatt utgangspunkt i et spesifikt antall båter, og ikke referansebanen. Utslippsreduksjonspotensialet i tiltaket påvirkes derfor ikke om referansebanen endres.	Uendret.
Driftstid	Drivstofforbruket og driftskostnad varierer med driftstiden. Trekker begge veier. Lagt inn lav driftstid i tiltaket.	Dersom driftstiden øker blir utslippsreduksjon større.	Dersom driftstiden øker reduseres også driftskostnaden. Dersom driftstiden økes til 100 timer per år reduseres tiltakskostnaden til 2000 kr, og for 200 timer til ca. 500 kr.

Levetid	Drivstofforbruket og spart driftskostnad varierer med levetid. Trekker begge veier.	Kortere levetid gir lavere utslippsreduksjon. Lengre levetid gir høyere utslippsreduksjon.	Levetiden må økes betydelig dersom kostnadskategori skal bli lavere.
Ladekostnad	Mange gjestehavner tar betalt for tilkobling til landstrøm, ca. 50 kr/døgn per båt. Dersom elbåter blir et betydelig segment er det naturlig at de vil ta mer betalt for lading, særlig dersom det etableres hurtigladere.	Påvirkes ikke.	Tiltakskostnaden vil øke med høyere ladekostnad, men kostnadskategori vil ikke endres.
Innfasing og teknisk potensial	En konservativ innfasing er lagt til grunn. Vesentlig større og raskere innfasing kan skje dersom det skjer en raskere teknologiutvikling, flere modeller blir tilgjengelig og bedre batteriteknologi og fallende pris.	Større og raskere innfasing: Utslippsreduksjonen kan bli betydelig større.	Tiltakskostnaden kan reduseres dersom teknologi- og markedsutvikling gir lavere investeringskostnad. Kan også gi endret driftskostnad dersom driftstiden blir større med bedre båter.

Barrierer

Kostnader

- Den privatøkonomiske merkostnaden er svært høy ved investering. I elbåtmarkedet har det ikke vært i nærheten av samme prisfall som i bilmarkedet, siden markedet for elektriske fritidsbåter er langt mindre. Elbåtforeningen har samlet inn kostnader for ulike småbåter, hvor merkostnaden for elmotor og batteri er på 30 prosent eller mer for en Bavaria 34, Polar 20 eller seilbåt. En påhengsmotor fra Torqeedo med batteri har en merkostnad på seks ganger kostnaden av en bensinmotor, og retrofit av eldre båter med ny elmotor 3,5 ganger kostnaden av en ny dieselmotor. Dersom båten skal kunne lades fort må man også legge til kostnad for hurtiglader [12]. Privatøkonomisk tiltakskostnad ved kjøp av én båt i tiltaket er ca. 8000 kr/tonn CO_2-ekvivalenter.
- Merkostnaden vil kunne falle over tid grunnet teknologisk utvikling og at markedet for elbåter blir større internasjonalt.

Teknologi

- Mangel på teknologi. Dagens elbåter har mye lavere rekkevidde enn det fossile alternativet. Ved høy hastighet er rekkevidden med dagens elbåter svært lav, og dermed ikke et fullgodt alternativ i mange fritidsbåtsegmenter. Elbåtene på markedet er i de fleste tilfeller heller ikke tilrettelagt for hurtiglading.
- Mangel på modeller. Det er få produsenter og tilgjengelige modeller på markedet.

Infrastruktur

- Mangel på hurtigladere i gjestehavner og marinaer. Elbåter kan lade fra vanlig stikkontakt som ofte finnes på egen båtplass eller i gjestehavner, men ladingen vil ta lang tid.

Atferd

- Rekkeviddeangst og behov for å tilpasse seg et nytt bruksmønster med fokus på lavere hastighet og energibruk underveis.
- Man må lade, noe som må skje oftere og vil ta lengre tid sammenlignet med å fylle tanken med drivstoff, i alle fall på kort sikt.

Mangel på kunnskap

- Elbåter er foreløpig lite kjent blant fritidsbåtbrukere.

Mulige virkemidler

Økonomiske

- Støtteordninger ved innkjøp, enten gjennom eksisterende eller nye nasjonale eller kommunale støtteordninger som nullutslippsfondet til Enova, Klimasats, Oslo kommunes klima- og energifond osv. Elbåtforeningen har foreslått støtteordning med refusjon av 70 prosent av merkostnaden ved kjøp av elektrisk påhengsmotorer, elektriske driftssystemer for konvertering av gamle båter og det elektriske driftssystemet i nye båter med el-drift. I forslaget får diesel-hybride systemer lavere refusjon.
- Mva.-fritak tilsvarende som for elbiler ved kjøp.
- Høyere avgifter på drivstoff.
- Støtte til hurtiglading i småbåthavner.
- FoU-støtte til utvikling av elbåter. Båtprodusenten Greenwave har tidligere bl.a. fått støtte av Innovasjon Norge.
- Innføring av avgift på fossile båtmotorer.

Annet

- Offentlige anskaffelser. Elbåter kan være særlig egnet i kommunale arbeidsbåter som kjører i korte, forutsigbare ruter med tilgang til lading ved båtplassen. Vil kunne gi eksponering og informasjon til andre om mulighet for elbåt.
- Egne reserverte faste båtplasser for elbåter i småbåthavner eller redusert pris for båtplass. Det er ofte svært lange ventelister for båteiere som ønsker båtplass, og prisen er ofte svært høy, særlig i byer. Mange båtforeninger leier kommunal grunn, og som grunneier kan kommunen stille krav til båtforeninger.
- Differensiert havneavgift og/eller prioriterte plasser for elbåter i kommunale gjestehavner.
- Informasjonskampanjer for å gjøre befolkningen mer kjent med elbåter. Et eksempel kan være elbåtfestivalen Lydløs, som arrangeres for første gang i Arendal i 2020 av foreningen Lydløs, stiftet av Innoventi og Greenstat Energy, arrangert i samarbeid med Elbåtforeningen, Arendal kommune, Arendal Næringsforening og Arendal by [16].

Konsekvenser

- Tiltaket bidrar til målet om lavutslippssamfunn i 2050.
- Tiltaket vil kunne gi næringsutvikling i Norge, da flere selskaper som produserer elbåter er norske.
- Tiltaket vil gi lavere støy langs kysten, mindre lokal forurensning i havet fra oljesøl og mindre lokal luftforurensning i havneområdene/rundt båtplasser.

Referanser

[1] Sjøfartsdirektoratet. Fritidsbåt.
[2] Redningsselskapet. Småbåtregisteret.
[3] Kongelig Norsk Båtforbund (2018). Båtlivsundersøkelsen 2018.
[4] SSB/Statistikkbanken. Tabell 08799: Utenrikshandel med varer, etter varenummer, import/eksport, statistikkvariabel og måned.
[5] TØI (2017). Bruk av fritidsbåt i Norge. TØI-rapport 1547/2017.
[6] Evoy.no.
[7] Polarbåt. Polar 20 elektro.
[8] Båtliv (2017). Bavaria med el, hybrid eller tradisjonell diesel. 27.08.17.
[9] Teknisk Ukeblad (2019). Vil inspirere hele verden med elektriske fritidsbåter. 07.04.19.
[10] Båtliv (2019). Hurtig elbåt med rekkevidde. 24.01.19.
[11] Candela Speedboat.com.
[12] Båtliv (2018). Elbåter er her, men de er ikke for alle. 30.04.18.
[13] Volvo Penta (2018). Volvo Penta unveils hybrid marine propulsion concept. 27.06.18.
[14] Volvo Penta (2019). Volvo Penta and Fountaine-Pajot reveal electric sailing catamaran in Cannes. 09.09.19.
[15] Elbåtforeningen (2018). Foredrag for Nordiska Båtrådet.
[16] Agderposten (2020). Vil kurere rekkeviddeangst med el-båtfestival. 15.01.2020.

AT05 Bruk av avansert flytende biodrivstoff i avgiftsfri diesel

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Utslippsreduksjon (mill. tonn CO_2-ekv.)	-	0,22	0,21	0,21	0,20	0,19	0,19	0,18	0,17	0,16	**0,15**
Utslippsreduksjon 2021-2030	**1,89 millioner tonn CO_2-ekv. (Tiltaket er skalert mot tiltak AT01, AT02, AT04, AT05, S09 og O01)**										
Kostnadskategori	**> 1500 kr/tonn CO_2-ekv.**										

Beskrivelse av tiltaket

Økt bruk av biodrivstoff i stedet for fossil avgiftsfri diesel (anleggsdiesel) vil redusere utslippene fra ikke-veigående maskiner og kjøretøy og annen transport som ikke er nullutslipp. Det er utredet bruk av biodrivstoff som tilsvarer en innblanding på 10 prosent bærekraftig avansert biodrivstoff i anleggsdiesel fra 2021. Tiltaket legger opp til å utvide dagens omsetningskrav for biodrivstoff i veitransport til å også omfatte anleggsdiesel, i tråd med anmodningsvedtak fra Stortinget: *"Stortinget ber regjeringen legge fram en plan for ytterligere opptrapping av omsetningskravet for biodrivstoff fram mot 2020. Planen skal legge opp til en overgang fra biodrivstoff basert på matvekster til mer avansert biodrivstoff med bedre bærekraft. Omsetningskravet for drivstoff til veitransport planlegges i denne forbindelse utvidet til å omfatte avgiftsfri diesel."*

I Klimakur 2030 er det lagt til grunn at all økt bruk av biodrivstoff i transportsektoren skjer med avansert biodrivstoff. Dette er for å redusere risikoen for at økt bruk av biodrivstoff bidrar til ytterligere press på landarealene i verden, og for å redusere risikoen for indirekte arealbruksendringer.

Utslippsreduksjonspotensialet er skalert mot de andre tiltakene hvor anleggsdiesel benyttes. Det vil si at det er lagt til grunn at det er gjennomført effektiviseringstiltak og elektrifiseringstiltak som reduserer dieselforbruket før volumet avansert biodiesel er beregnet. Disse tiltakene reduserer totalforbruket av anleggsdiesel med omtrent 35 prosent i 2030 sammenlignet med 2020. Derfor reduseres volumet innblandet biodrivstoff i analyseperioden, selv om omsetningskravet holdes fast. Omsetningskrav i prosent og innblanding av biodrivstoff i tiltaket er vist i tabellen under. Det er tatt utgangspunkt i at innblandingen kun vil skje med avansert HVO-biodiesel[86] som teller dobbelt i oppfyllelsen av omsetningskravet, og at tiltaket innføres fra 2021.

Tabell T 39. Omsetningskrav i prosent og innblanding av biodrivstoff i tiltaket.

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Omsetningskrav i tiltaket	0 %	20 %	20 %	20 %	20 %	20 %	20 %	20 %	20 %	20 %	20 %
Økt bruk av biodrivstoff som følge av tiltaket (millioner liter)[87]	0	88	85	83	81	77	74	70	67	63	58

Bakgrunn

Norge har et omsetningskrav for flytende biodrivstoff til veitransport. Kravet innebærer at de som selger drivstoff må sørge for at 20 prosent av drivstoffet de omsetter til veitransport er flytende biodrivstoff i 2020. I tillegg er det et

[86] HVO (Hydrotreated Vegetable Oil) er biodiesel som har tekniske egenskaper som er tilnærmet lik fossil diesel.
[87] Det antas at kravet på 20 % oppfylles med 10 % dobbeltellende avansert biodrivstoff.

delkrav at minimum 4 prosent av alt drivstoff skal være avansert biodrivstoff. Avansert biodrivstoff teller dobbelt i omsetningskravet for å fremme bruken av dette utover delkravet. Det vil si at et krav om 20 prosent biodrivstoff kan nås med 10 prosent avansert biodrivstoff.

Avansert biodrivstoff er laget av såkalte avanserte råstoff, det vil si rester, avfall, og biprodukter fra treforedlingsindustri og kommersielt umodne råstoff som alger og bakterier. Råstoffene som anses som avanserte er angitt i produktforskriften [1], hvor råstoffene er inndelt i del A og B ut ifra modenhet og potensial for videre utnyttelse.[88] Del A inneholder råstoff som innebærer bruk av teknologi som er mer innovativ og mindre moden (blant annet matavfall, husdyrgjødsel, avløpsslam, tallolje, rester, avfall og biprodukter fra skogindustrien), mens del B inneholder brukt matolje og animalsk fett - modne råstoff som i stor grad er fullt utnyttet i dag. Konvensjonelt biodrivstoff kommer fra råstoff som kan utnyttes som mat eller dyrefôr (for eksempel soya, raps, palme).

Anleggsdiesel skiller seg fra bensin og autodiesel til veitransport ved at det er stor usikkerhet knyttet til sluttbruken av anleggsdiesel, og dermed hvilke aktører som blir påvirket av et omsetningskrav. I SSBs energivarebalanse blir totalsalget av anleggsdiesel fra oljeselskapene fordelt på sluttbrukere. Siden en stor andel av anleggsdieselen selges via videreforhandlere og er det imidlertid usikkert hvor anleggsdieselen brukes til slutt. Basert på statistikken er det lagt til grunn at bygge- og anleggsbransjen som står for mesteparten av bruken av anleggsdiesel, etterfulgt av jordbruk og skogbruk [2]. Andre næringer og kjøretøytyper hvor anleggsdiesel benyttes er for eksempel i industri, bergverk, fritidsbåter, jernbane og fiske- og akvakultur.

Det stilles krav til at anleggsdiesel må følge produktstandarden NS EN 590. Her er det angitt en maksimumsgrense for innblanding av FAME-biodiesel[89] på 7 volumprosent. Dette er tilsvarende grense som for autodiesel, men for anleggsdiesel har drivstoffbransjen så langt frarådet å blande inn FAME. Årsaken er at bruksområder og lagringsforhold for anleggsdiesel gjør at man vil være mer utsatt for produkttekniske problemer. Kulde og fuktighet påvirker egenskapene ved innblanding av FAME, og hvis lagringsforholdene ikke er riktige kan det medføre problemer. Ifølge bransjeorganisasjonen Drivkraft Norge vil det være større variasjon i lagringsforholdene for anleggsdiesel enn for autodiesel. Anleggsdiesel vil i større grad lagres på små tanker i varierende forhold, og ofte hos forbruker. HVO-biodiesel har egenskaper som er tilnærmet lik fossil diesel, og har ikke samme utfordringer som FAME ved varierende lagringsforhold. I tillegg kan ren HVO benyttes i de fleste anleggsmaskiner, i motsetning til FAME [3]. Det har vært et økende fokus på fossilfrie bygge- og anleggsplasser de siste årene, noe som har medført at det har blitt tatt i bruk HVO i flere byggeprosjekter. I en erfaringskartlegging fra prosjekter i Oslo kommune er ikke tekniske utfordringer med lagring nevnt som en utfordring av entreprenørene som har benyttet ren HVO i byggeprosjekter [4].

På bakgrunn av dette er det tatt utgangspunkt i at innblandingen av biodrivstoff i tiltaket vil skje med avansert HVO eller andre typer drop-in biodiesel[90]. For mer om biodrivstoff, se kapittel 14 i hovedrapporten del A.

Dagens virkemidler

Biodrivstoff er ikke omfattet av CO_2-avgift, noe som reduserer kostnadsforskjellen sammenlignet med fossilt drivstoff.

Nullalternativ og utslippsreduksjonspotensial

Klimagassutslipp fra anleggsdiesel er i hovedsak plassert under posten "Traktorer, anleggsmaskiner og andre motorredskaper: diesel" i utslippsstatistikken. I tillegg bokføres en andel under postene "Fritidsbåter" og "Jernbane".

[88] Listen er implementert fra EUs ILUC-direktiv og inndelingen i del A og B er harmonisert i EU/EØS.
[89] FAME (Fatty Acid Methyl Ester) er en type biodiesel, og har en annen kjemisk struktur enn fossil diesel.
[90] Med drop-in menes biodrivstoff som er funksjonelt likt fossilt drivstoff og kan blandes inn i eksisterende infrastruktur. HVO er en type drop-in biodrivstoff.

Utslippsframskrivingene i referansebanen viser en årlig reduksjon på omtrent 3 prosent fram til 2020, deretter reduseres utslippene årlig med 1 prosent fra 2021 til 2030.

Dette tiltaket overlapper med andre tiltak hvor anleggsdiesel benyttes.[91] Ved beregning av utslippsreduksjonspotensialet er innblanding av biodrivstoff i anleggsdiesel gjort til sist. I praksis betyr dette at aktivitetsreduserende tiltak og elektrifiseringstiltakene gjennomføres før det blandes inn biodrivstoff. Dette, samt at referansebanen går ned gjør at en fast innblanding av biodrivstoff gir en redusert utslippseffekt utover i analyseperioden. I utslippsberegningen er det også tatt hensyn til at HVO har noe lavere energitetthet enn fossilt drivstoff.

Tiltakskostnad

Basert på prisestimater fra det britiske analyseselskapet Argus Consulting og innfasingen av avansert biodrivstoff som vist i Tabell T 39 blir tiltakskostnaden på i overkant av 2000 kr/tonn CO_2-ekvivalenter, og **havner i kostnadskategorien over 1500 kr/tonn CO_2-ekvivalenter.** I kostnadsberegningen er det lagt til grunn at alt biodrivstoff er avansert HVO del A. Dersom det legges til grunn at alt biodrivstoffet er avansert del B blir tiltakskostnaden noe lavere, på omtrent 1500 kr/tonn CO_2-ekvivalenter.

Kostnader er beregnet ut fra en analyse av framtidige priser på biodrivstoff fra det britiske analyseselskapet Argus Consulting. Prisestimatene fra Argus er blant annet basert på forventet etterspørsel i EU som følge av kravene i Fornybardirektivet. Det er forventet prisoppgang på opp mot 30 prosent fra 2019 til 2030. Biodrivstoff og biobrensel av avanserte råstoff (del A) er omtrent 50 prosent dyrere enn biodrivstoff/brensel av konvensjonelt råstoff, og rundt 20 prosent dyrere enn biodrivstoff og biobrensel basert på brukt matolje og animalsk fett (del B). Avansert HVO del A antas å bli omtrent 90 prosent dyrere enn fossil diesel i 2030, gitt en flat prisutvikling på fossil diesel. Det er liten produksjon av avansert biodrivstoff i dag, og avanserte råstoff er en begrenset ressurs. Dersom den globale etterspørselen etter avansert biodrivstoff øker, vil prisene kunne øke betydelig utover estimatene i denne analysen.

Eksterne effekter

Det er ingen norsk produksjon av avansert HVO eller andre typer drop-in biodiesel før tidligst i 2024, og mesteparten av drivstoffet vil derfor måtte importeres. Den globale miljø- og klimaeffekten av biodrivstoff er omtalt i detalj i kapittel 14 i hovedrapporten del A.

Usikkerhet

Tabell T 40. Usikkerhetsvurdering.

Type usikkerhet	Beskrivelse	Følsomhet/sensitivitet	
		Utslippsreduksjonspotensiale	Kostnadskategori
Drivstoffsalg	Omsetningskravet er et prosentkrav, og innblandingen vil avhenge av det totale drivstoffsalget. Referansebanen går ned med 1 % fra 2020. Det er betydelige variasjoner i forbruket av anleggsdiesel fra år til år, og utviklingen vil være avhengig av utviklingen i aktiviteten i mange næringer. Salget av anleggsdiesel har økt de siste årene. I tillegg er det i beregningen lagt til grunn at alle Klimakur-tiltakene gjennomføres.	Vil øke dersom drivstoffsalget øker. Dersom ingen av de andre Klimakur-tiltakene som reduserer bruk av anleggsdiesel gjennomføres, vil forbruket av biodrivstoff øke med over 25 millioner liter i 2030, det vil si totalt 83 millioner liter i 2030.	Uendret.

[91] Dette gjelder AT01 *Forbedret logistikk og økt effektivisering av maskiner på bygge- og anleggsplasser*, AT02 *70 % av nye ikke-veigående maskiner og kjøretøy er elektriske i 2030*, AT03 *Nullutslippsløsninger for jernbane*, AT04 *Elektrifisering av fritidsbåter*, O01 *Utfasing av mineralolje og gass til byggvarme på byggeplasser* og S09 *Tiltak innen havbruk*.

Kostnad	Stor usikkerhet. Prisestimatene fra Argus Consulting er blant annet basert på forventet etterspørsel i EU som følge av kravene i fornybardirektivet. Det er liten produksjon av avansert biodrivstoff i dag, og avanserte råstoff er en begrenset ressurs. Dersom den globale etterspørselen etter avansert biodrivstoff øker vil prisene kunne øke betydelig. Prisen på fossilt drivstoff vil også påvirke tiltakskostnaden. Da dette er internasjonale priser vil endringer i dollarkursen også slå inn i tiltakskostnaden.	Uendret.	Kostnadene vil kunne øke betydelig. Uendret kostnadskategori.

Barrierer

Tilgjengelighet av avansert biodrivstoff er en absolutt barriere, og dette tiltaket medfører et forbruk på 88 millioner liter i 2021 og 58 millioner liter i 2030. Det er annonserte planer for norsk produksjon av avansert biodrivstoff del A, og dersom disse planen igangsettes, kan denne produksjonen bli på 300 millioner liter i 2024/2025. Global produksjon av avansert HVO var i 2017 ca. 2,5 milliarder. liter, med en forventet årlig produksjon av avansert HVO eller andre typer drop-in biodiesel på mellom 7 og 10 milliarder liter i 2030, men den nøyaktige fordelingen på A- og B-råstoff er usikker [5]. For mer om global tilgjengelighet se kapittel 14 i hovedrapporten del A.

Mulige virkemidler

En utvidelse av dagens omsetningskrav for biodrivstoff i veitransport er lagt til grunn som virkemiddel i tiltaket. For å sikre at biodrivstoffet er avansert kan delkravet til avansert biodrivstoff økes.

For å oppnå en større andel del A-råstoff enn det som benyttes til biodrivstoff i dag, er det mulig at omsetningskravet kan endres til å skille på del-A og del-B råstoff, som kan bidra til utvikling av mindre modne teknologier. Dette kan gjøres på flere måter og er omtalt i kapittel 14 i hovedrapporten del A.

Konsekvenser

Et omsetningskrav med 10 prosent avansert HVO i anleggsdiesel vil føre til økte kostnader for aktørene som benytter seg av dieselen. Gitt prisforutsetningene lagt til grunn og dagens avgiftsnivå, vil en innblanding på 10 prosent øke kostnaden på avgiftsfri diesel med henholdsvis 7 prosent i 2021 og 9 prosent i 2030, sammenlignet med fossil anleggsdiesel med en flat prisutvikling. Redusert CO_2-avgift som følge av økt innblanding av biodrivstoff er hensyntatt i denne beregningen.

Flytende biodrivstoff kan også fremmes gjennom etterspørsel fra enkeltkunder, og for anleggsdiesel er det forventet at etterspørselen vil øke med det økende fokuset på fossil- og utslippsfrie byggeplasser. Bruk av biodrivstoff som følge av denne etterspørselen vil overlappe helt eller delvis med en eventuell utvidelse av omsetningskravet til å også omfatte anleggsdiesel.

Det er risiko for at mye av biodrivstoffet må importeres, i alle fall de første årene i analyseperioden. Forventet økning i etterspørsel, samt globale miljø- og klimaeffekter av biodrivstoff er omtalt i detalj i kapittel 14.

Referanser

[1] Produktforskriften (FOR-2004-06-01-922). Kapittel 3.
[2] SSB/Statistikkbanken. Tabell 11562: Energivarebalanse. Tilgang og forbruk av ulike energiprodukter 1990-2018.
[3] Jernbanedirektoratet mfl. (2018). Muligheter og barrierer for fossilfrie anleggsplasser i transportsektoren. Jernbanedirektoratet, Kystverket, Avinor, Nye Veier & Statens vegvesen.
[4] Multiconsult (2018). Erfaringskartlegging av krav til fossilfrie byggeplasser. Oppdragsrapport for Klimaetaten Oslo Kommune.
[5] CIT Industriell Energi AB (2018). Production of liquid advanced biofuels - global status.

Tiltaksark: Jordbruk

J01 Overgang fra rødt kjøtt til plantebasert kost og fisk

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Utslippsreduksjoner og kostnadskategori basert på tiltaksutredning											
Utslippsreduksjon (mill. tonn CO_2-ekv.)	-	0,073	0,145	0,218	0,290	0,363	0,482	0,601	0,720	0,839	**0,958**
Utslippsreduksjon 2021-2030	**4,69 millioner tonn CO_2-ekvivalenter**										
Kostnadskategori	**< 500 kr/tonn CO_2-ekv.**										
Utslippsreduksjoner i jordbrukssektoren og kostnadskategori etter vurdering av usikkerheter (tentativt)											
Utslippsreduksjon (mill. tonn CO_2-ekv.)	-	-	-	0,073	0,145	0,218	0,290	0,363	0,482	0,601	**0,720**
Utslippsreduksjon 2021-2030	**2,89 millioner tonn CO_2-ekvivalenter**										
Kostnadskategori	**< 500 kr/tonn CO_2-ekv**										

Beskrivelse av tiltaket

Tiltaket innebærer at de delene av befolkningen som spiser mer rødt kjøtt og bearbeidet kjøtt enn hva Helsedirektoratet anbefaler i sine kostråd (500 gram/person/uke), reduserer konsumet til maksimalt anbefalt mengde og erstatter redusert mengde kjøtt med plantebasert kost og fisk. De beregnede utslippseffektene kommer fra endret sammensetning og omfang av norsk jordbruksproduksjon, som følge av endringene i forbruket. Primærproduksjonen i jordbruket har begrensete muligheter til å påvirke etterspørselssammensetningen, men det forutsettes at landbruket så langt det er mulig tilpasser seg disse endringene i det tempoet som endringene skjer.

Utslippsreduksjonene i dette tiltaket er metan- og lystgassutslipp som reduseres fra husdyrenes fordøyelse, lagring og spredning av husdyrgjødsel og bruk av mineralgjødsel. CO_2-utslipp og opptak fra arealbruksendringer er ikke inkludert, se tabellen om usikkerhet.

Metode for beregning av kostholdsendringer

Utslippsreduksjonen som følge av et endret kosthold avhenger av hvordan forbruket av de ulike matvarene skaleres og hvordan endringen i forbruket fordeles mellom importerte vs. norskproduserte jordbruksvarer. Det er tatt utgangspunkt i kostrådene til Helsedirektoratet, som anbefaler et variert kosthold med mer grønnsaker, frukt og bær, grove kornprodukter og fisk/sjømat og mindre rødt og bearbeidet rødt kjøtt, salt og sukker. En omlegging av kostholdet i tråd med Helsedirektoratets kostråd kan settes sammen på mange forskjellige måter. Kostrådene gir anbefalinger på mengder av ulike matvaregrupper, men tilfredsstiller ikke en fullstendig diett. Det er ikke mulig å slå fast med sikkerhet hva folk faktisk kommer til å spise i 2030 og hvordan befolkningen velger å innrette kosten sin - selv innenfor kostrådene – siden det er så mange valgmuligheter. For å kunne regne på effekten av tiltaket, må kostrådene likevel konkretiseres til faktiske dietter. Først da gir det mulighet til å beregne hvor store utslipp som kommer fra produksjon av gitte mengder av de konkrete matvarene.

Ettersom det er vanskelig å forutsi endringer i forbrukerpreferansene, har Mittenzwei mfl. (2020) [1] utviklet åtte scenarioer. Valg av scenario har stor betydning for både utslippsreduksjonspotensial for tiltaket og konsekvenser for jordbruksproduksjonen. Det er derfor store usikkerheter knyttet til å velge ett scenario. Det ligger svært mange forutsetninger til grunn for de ulike scenarioene. To scenarioer med samme mengde rødt kjøtt kan gi relativt ulike utslippsreduksjoner og konsekvenser avhengig av hvilke typer rødt kjøtt som reduseres, hva det erstattes med og hvor erstatningsvarene er produsert. Det er derfor viktig å understreke at den estimerte utslippsreduksjonen og konsekvensene for kostholdstiltaket ikke er et forventet utfall, men et mulig utfall.

Scenarioene som er utformet, har tre ulike mengder rødt kjøtt. Gjennomsnittlig forbruk av rødt kjøtt for hele befolkningen er enten satt til 500 gr/person/uke (1/1), 333 gr/person/uke (2/3 av 500 gr) eller 250 gr/person/uke (1/2 av 500 gr). Mengdeangivelsene gjelder for spist vare. Scenarioene med gjennomsnittlig 500 gr/person/uke ligger tett opptil referansebanen i 2030, men har annen fordeling av de røde kjøttslagene (mindre storfe og mer lam og svin enn i referansebanen).

Kostrådet for rødt kjøtt på maksimalt 500 gram/uke er imidlertid på individnivå. Det er stor spredning i befolkningen. Ifølge Norkost 3 [5] oppfyller 55 % av alle menn og 33 % av alle kvinner ikke dette kostrådet. Om lag 25 % av alle menn spiser over dobbelt så mye. I det nasjonale snittet er også barn ned til 0 år med i befolkningstallet og disse har betydelig lavere forbruk av kjøtt enn voksne personer. Datagrunnlaget er ikke godt nok til å si hva det nasjonale snittet må ligge på for at alle som i dag ligger over anbefalingen, skal redusere til 500 gr (se kapittel om usikkerhet lenger ned). Hvis man forutsetter i tiltaket at alle personer utenfor kostrådet holder seg til kostrådet i gjennomsnitt og alle personer innenfor kostrådet ikke endrer sitt inntak av rødt kjøtt, vil det nye gjennomsnittet være på i overkant av 30 prosent under anbefalingen [1]. Ifølge Mittenzwei mfl. (2020) [1] vil dette på usikkert grunnlag heller ikke være et kosthold som med rimelig sikkerhet vil oppfylle kostrådet for alle individer. I scenarioene med 2/3 rødt kjøtt sammenlignet med Helsedirektoratets anbefalte maksimalgrense for konsum av rødt kjøtt (dvs. 333 gr rødt kjøtt/person/uke) er det likevel grunn til å anta at en betydeligandel av befolkningen vil spise under 500 g/uke. 2/3 rødt kjøtt er derfor valgt som grunnlag for utslippsreduksjonspotensialet for tiltaket (heretter kalt kostholdstiltaket). Selv om det er mer sannsynlig at alle i befolkningen spiser under 500 g rødt kjøtt per uke i scenarioet med ½ rødt kjøtt, er dette ikke valgt fordi det er vurdert som lite sannsynlig at dette blir utløst innen 2030.

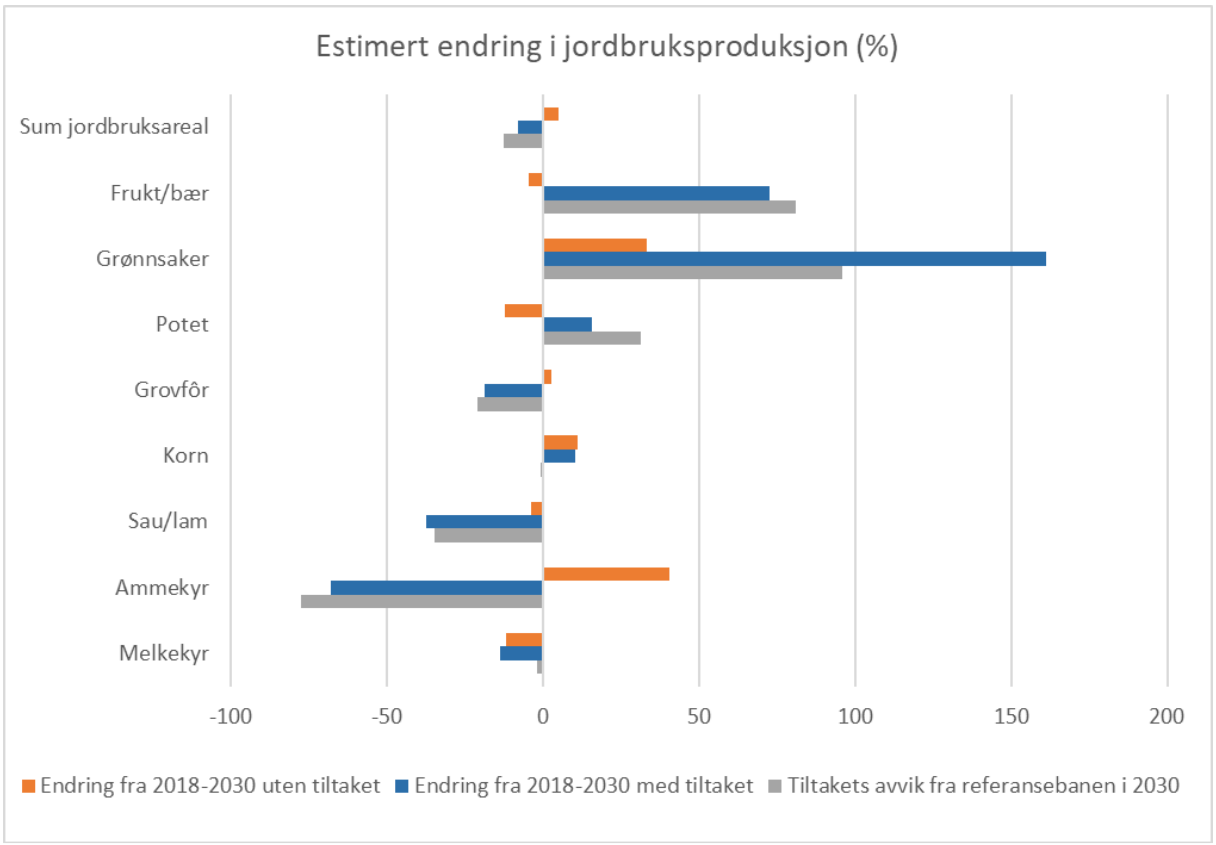
De andre av Helsedirektoratets kostråd oppfylles helt eller i større grad enn i dag i alle scenarioene. Energi-, fett- og proteininnhold ligger innenfor anbefalingene fra Helsedirektoratet i alle scenarioene.

I scenarioene er det også lagt til grunn at importandelen av plantebasert kost (frukt, grønt og korn) holdes uendret eller at den norske produksjonen øker innenfor et realistisk potensial. I Granavolden-plattformen [2] står det at "*Nasjonale tiltak skal ikke bidra til flytting av utslipp eller økte globale utslipp*". Selv om klimatiltakene i Klimakur 2030 skal gi utslippsbesparelser for Norge, er det likevel ønskelig å unngå å bidra til utslipp i andre land, samt å styrke den norske produksjonen innenfor det som er mulig. Økt norskandel og norsk produksjon vil også være med på å imøtekomme andre bærekraftshensyn som matsikkerhet og selvforsyning, samt gjøre de negative konsekvensene av tiltaket mindre (som effekt på biologisk mangfold). I det scenarioet som er valgt for kostholdstiltaket, er det derfor økt norskandel av produksjonen sammenlignet med referansebanen.

I tiltaket kompenseres redusert forbruk av rødt kjøtt gjennom en jevn økning av plantebasert kost (korn, potet, frukt og grønt, erter og nøtter) og fisk. Innenfor frukt og grønt er grønnsaker økt mer enn frukt, ettersom grønnsaker ansees å være et bedre erstatningsprodukt for rødt kjøtt enn frukt. Forbruket av sukker er redusert med 20 prosent, og forbruket av meierivarer er vridd mot magre produkter.

Figuren under viser hvilke deler av norsk jordbruksproduksjon som er beregnet å øke eller gå ned som følge av forutsetningene i tiltaket. Disse endringene i jordbruksproduksjonen er som følge av at alle forutsetningene om økt norsk produksjon og kostholdsendringer i tiltaket er innfridd, og er heftet med stor usikkerhet. Stolpene som viser "Endring fra 2018-2030 uten tiltaket" tilsvarer referansebanen.

Antall melkekyr sammenlignet med referansebanen endres i liten grad i scenarioet på grunn av behovet for melk og melkeprodukter i 2030. Som følge av kostrådet for meierivarer dreies forbruket over på magre meieriprodukter og det fører til en liten nedgang i mengde drikkemelk i 2030. Det er ammekuproduksjonen som står for reduksjonen fra storfe. Mittenzwei mfl (2020) har også søkt å ta hensyn til jordbrukspolitiske målsettinger i utformingen av scenarioene når de ikke har kommet i konflikt med klimamål eller kostråd. Selv om svin har lavere utslipp enn drøvtyggere, er svin og sau/lam redusert likt fordi sau utnytter utmark og er en typisk næring i distriktene. Ammekyr er redusert mest på grunn av høye utslipp og fordi de i mindre grad enn sau utnytter utmark.



Figur T 35. Estimert prosentvis endring i jordbruksproduksjon (areal og dyr) fra 2018 – 2030 med og uten kostholdstiltaket, samt differansen mellom kostholdstiltaket og referansebanen i 2030.

I tiltaksanalysen er det gjort en rekke forutsetninger for å gjøre den håndterbar innenfor ressursrammen og tidsfristen, men som samtidig gjør at resultatene må tolkes i lys av dette. For jordbruket er det forutsatt samme produktivitet og intensitet og handelspolitiske virkemidler som i referansebanen. Produksjonsstøtte per enhet vare er holdt uendret, og det er ikke tatt hensyn til klimaendringer. Virkemiddelkostnader inngår ikke i den samfunnsøkonomiske tiltakskostnaden, jamfør Veileder for Klimakur 2030. Se Mittenzwei mfl. (2020) [1] for ytterligere beskrivelse og forutsetninger for utregningene. Kostholdstiltak er utredet tidligere i blant annet Pettersen mfl. (2017) [6]. Utredningene kan ikke sammenlignes, da det er ulike forutsetninger for beregningene.

Datagrunnlag

Kartleggingen av befolkningens kosthold baserer seg i hovedsak på statistikk av landets matforsyning, forbruksundersøkelser i privathusholdninger og kostholdsundersøkelser i utvalg av befolkningen. Helsedirektoratet utgir årlig "Utviklingen i norsk kosthold" [3] med de nyeste tallene om matvareforbruk og kostens næringsinnhold på engrosnivå. I denne inngår matforsyningsstatisikken som gir informasjon om den totale omsetningen av matvarer i landet. Statistisk sentralbyrås forbruksundersøkelser viser hvor mye mat som blir anskaffet (dvs. kjøpt, tatt av egen produksjon, fått som gave o.l.) av et representativt utvalg av privathusholdninger i en 14-dagers periode. Undersøkelsen er gjennomført årlig i perioden 1975–2009 og sist i 2012 [4]. Kostholdsundersøkelsene måler inntaket av mat og drikke i landsrepresentative utvalg av befolkningen og gir data for inntak av energi og næringsstoffer. Det

er gjennomført slike undersøkelser i ulike aldersgrupper: Spedkost (0–12 måneder), Småbarnskost (2 år), Ungkost (4, 9 og 13 år) og Norkost (18–70 år). Den foreløpig siste Norkost, Norkost 3, ble gjennomført i 2010-11 [5]. Undersøkelsene har blitt gjennomført av Universitetet i Oslo på oppdrag fra helsemyndighetene. Fra 2016 har Folkehelseinstituttet ansvaret sammen med Mattilsynet. I tillegg gjennomfører SIFO og IPSOS jevnlige spørreundersøkelser. IPSOS har utgitt Norske Spisefakta hvert andre år siden 1980-tallet.

Dagens virkemidler

Regjeringen, Norges Bondelag og Norsk Bonde- og Småbrukarlag inngikk i juni 2019 en frivillig intensjonsavtale [7] om å redusere utslippene i sektoren med 5 millioner tonn CO_2-ekvivalenter i perioden 2021-2030. I avtalen er det nedfelt at regjeringen skal jobbe for å "*endre matforbruket i den norske befolkningen slik at matforbruket i størst mulig grad blir i tråd med de nasjonale kostholdsrådene*". Avtalen gir imidlertid ingen bindinger for framtidig virkemiddelbruk eller jordbruksforhandlinger.

Det finnes relevante virkemidler i flere sektorer som setter rammene for dagens kosthold og dagens matproduksjon. Under beskrives de virkemidlene som er rettet inn mot en endring av kostholdet, samt virkemidler som skal bidra til å øke norsk produksjon av frukt, grønt og korn. Det vises til siste del av jordbrukskapittelet i hovedrapporten del A, for utfyllende informasjon om virkemidler som kan benyttes ved gjennomføring av tiltaket.

Tverrgående virkemidler som kan benyttes for å stimulere til endret kosthold eller økt norsk matproduksjon: Innovasjon Norge, Enova, SIVA, Forskningsmidlene for jordbruk og matindustri (FFL/JA) og Norges Forskningsråd (NFR) med flere forvalter relevante innovasjonsvirkemidler både for jordbruket og andre ledd i matvarekjeden. Forskningsmidler finnes gjennom Forskningsrådet og for jordbruket også Forskningsmidlene for jordbruk og matindustri (FFL/JA) samt omsetningsavgiften. Opplæringsloven stiller krav til blant annet mat og helse-faget og naturfagsundervisningen i skoleverket. Offentlige innkjøpere av mat og måltidstjenester er pålagt å stille miljøkrav (jf. miljøkrav i lov om offentlige anskaffelser [8] og tilhørende forskrifter). Innovasjon Norges relativt nye Bioøkonomiordning er svært relevant.

Andre virkemidler i jordbruket: Det finnes en rekke virkemidler som fremmer produksjon av jordbruksvarer i Norge. De tre grunnpilarene for norsk matproduksjon er 1) tollvernet som skjermer norsk produksjon, 2) markedsreguleringsmekanismer som balanserer produksjonen etter forbruket og 3) produksjonsstøtte som fremmer og utjevner lønnsomheten mellom produksjoner, geografiske områder og foretaksstørrelser. Det meste av regelverket er hjemlet i jordlova, omsetningsloven og tolloven. I tillegg er det ulike investeringsvirkemidler, samt midler til FoU.

Tilskudd til kompetanseutvikling i landbruket (KIL) skal bidra til kompetanseutvikling for yrkesutøvere innen primærlandbruket eller tilleggsnæringer til primærlandbruket. Rådgivning i jordbruket utøves av flere aktører, som blant annet Norges Landbruksrådgivning, landbruksforvaltningen, samvirkeorganisasjonene i landbruket, KSL (Kvalitetssystemet i landbruket) og næringsorganisasjonene. Det er også egne økonomiske støtteordninger for beite, både generelle og rettet mot områder med spesielle verdier. Det gis også støtte for å ivareta biologisk mangfold og kulturlandskap eller redusere avrenning til vann innen regionale miljøprogram (RMP) og Spesielle miljøtiltak i jordbruket (SMIL).

"Matvalget" (eid av DebioInfo), delfinansieres av Landbruksdirektoratet og er en veiledningstjeneste for offentlige og private virksomheter som tilbyr bærekraftige måltider. I dette inngår bl.a. veiledning på mer bruk av belgvekster, korn og grønnsaker, gjøre bevisste valg av kjøtt og sjømat og sesongbaserte råvarer.

Andre virkemidler for klima og miljø: Det er ingen økonomiske klimavirkemidler rettet mot reduksjon av kjøttforbruket.

Gjennom Klimasats, Miljødirektoratets støtteordning for klimasatsing i kommunene, har totalt 11 prosjekter fått innvilget støtte til arbeid med overgang til mer klimavennlige menyer de siste fire årene. Miljødirektoratet har laget en veileder for klimavennlig mat og matsvinn i kommunene [9] og har gjennomført et webinar om temaet [10].

Behov for diettendringer i form av redusert kjøttforbruk er også omtalt i informasjonsmateriell basert på FNs klimapanels rapporter, eksempelvis faktaark fra spesialrapport om klimaendringer og landarealer [11].

Andre virkemidler for mat og folkehelse: Helsedirektoratets kostråd og ernæringsanbefalinger er basert på Nordic Nutrition Recommendations som for tiden oppdateres slik at reviderte anbefalinger foreligger i 2022. Bærekraftperspektiv skal ha et tydeligere fokus enn tidligere. Sentrale virkemidler som støtter opp under kostrådene er Nasjonal handlingsplan for et bedre kosthold (2017-2021) og intensjonsavtale om tilrettelegging for et sunnere kosthold som Helse- og omsorgsdepartementet har inngått med matbransjen (næringsorganisasjoner, mat- og drikkeprodusenter, dagligvarehandelen og serveringsbransjen). Helsedirektoratet har blant annet retningslinjer for kosthold i helse- og omsorgstjenesten og mat og måltider i skolen og forvalter *Skolefrukt*, et subsidiert tilbud til alle grunnskoler for å øke inntak av frukt og grønt. Etter folkehelseloven er Helsedirektoratet og Folkehelseinstituttet pålagt å støtte kommunenes arbeid som plan- og folkehelsemyndighet og har blant annet utviklet en veiviser for kostholdsarbeidet i kommunene. På kostholdsområdet har kommunene ansvar for eksempelvis kantiner i kommunale virksomheter, mat og måltid i barnehage, skoler og institusjoner og matomsorg i hjemmetjenestene. Helsedirektoratet har omfattende informasjonsmateriell og gjennomfører kontinuerlige informasjonskampanjer om kostrådene og Nøkkelhullet. Kostrådskampanjen #MerAv har siden 2018 vært gjennomført årlig, og støtter opp mål i Handlingsplan for bedre kosthold (2017-2021) om økt inntak av grønnsaker, frukt og bær, grove kornprodukter og fisk med 20 prosent innen 2021, samt innsatsområde 4 i intensjonsavtalen for et sunnere kosthold mellom myndigheter og matvarebransje.

Mattilsynet og Helsedirektoratet forvalter den nordiske merkeordningen Nøkkelhullet i fellesskap, hjemlet i Nøkkelhullforskriften. I tillegg drifter disse to etatene med flere Matportalen.no med informasjon om sunn og trygg mat, samt Matvaretabellen.no og kostholdsplanleggeren.no. Helsedirektoratet har befolkningsrettet informasjon om kosthold på nettportalen helsenorge.no, samt på egne temasider i sosiale medier.

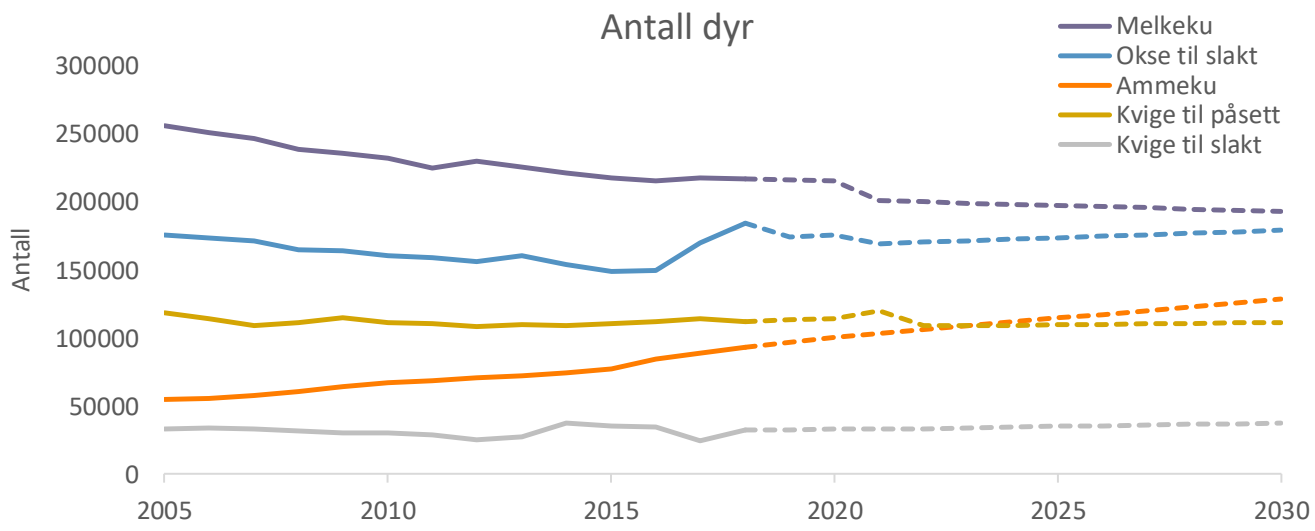
Virkemidler rettet mot fiskeforbruket: Nærings- og fiskeridepartementet har en tilskuddsordning som har som formål å stimulere til tiltak som bidrar til å øke sjømatkonsumet hos befolkningen. Tiltak rettet mot barn og unge blir prioritert. Norges Sjømatråd/godfisk.no, som finansieres gjennom en lovpålagt avgift på all eksport av norsk sjømat, arbeider for å øke forbruket av produkter fra fiskeri- og havbruksnæringen. "Fiskesprell" er et samarbeid mellom Nærings- og fiskeridepartementet, Helse- og omsorgsdepartement og Noregs sjømatråd og fiskesalgslagene. Næringen bidrar med midler til drift av programmet og støtte til råvareinnkjøp. Pengene går til kurs for ansatte i barnehage, skole, SFO/AKS og fagutdanning, fagmateriell, inspirasjonshefter og økonomisk støtte til innkjøp av sjømat.

Virkemidler rettet mot forbruket av plantebasert kost: Opplysningskontorene har som formål å bygge omdømme og preferanser for norskproduserte varer. Det er i dag fire opplysningskontorer i landbruket med ansvar for hver sine sektorer. Det er Matprat.no (kjøtt, egg og fjørfe), Melk.no (meieriprodukter), Brodogkorn.no (korn) og Frukt.no (frukt og grønt). Brodogkorn.no har et budsjett på 6 millioner kroner, hvorav halvparten kommer fra mølle - og bakebransjen. Frukt.no fikk 20 millioner kroner over jordbruksavtalen og i tillegg 21 millioner kroner fra Helsedirektoratet til skolefruktordningen i 2019. Kontakt og samarbeid med myndigheter innenfor helse/ernæring er blitt en viktig del av arbeidet til kontorene og med gjensidig nytte. I dette arbeidet bestreber alle opplysningskontorene seg i mest mulig grad å følge myndighetenes kostråd [12] og gjør et viktig arbeid i å kommunisere disse rådene.

Referansebane og utslippsreduksjonspotensial

I referansebanen som er lagt til grunn for jordbrukssektoren i Klimakur 2030 (se jordbrukskapittel i rapport), er husdyrframskrivningen basert på Hegrenes & Walland (2019) [13]. Husdyrframskrivningen er beregnet med utgangspunkt i antatt forbruk på engrosnivå og basert på befolkningsframskriving fra SSB fra juni 2018. Hegrenes & Walland (2019) oppgir at volum av spiselige husdyrprodukt er kalibrert mot Helsedirektoratets statistikk over engrosforbruk per person, utvikling i forbruk over tid, samt forbrukstrender. Framskrivningen gir inntak av energi som i anbefalingene fra helsemyndighetene.

Forventet tilvekst og ytelse per dyr, og forventet import av storfekjøtt som følge av handelsavtaler, innvirker også på antall dyr i husdyrframskrivningen. Utviklingen i antall melkekyr er av stor betydning for trenden i utslippene for jordbrukssektoren. Mest markert er bortfallet av eksportsubsidien for ost fra 2020 til 2021 da tallet på melkekyr reduseres med ca. 6,5 prosent for deretter å ligge relativt stabilt fram mot 2030. I framskrivningene er det også lagt til grunn økt melkeytelse i melkekuproduksjonen og økt slaktevekt for husdyra, noe som reduserer behovet for antall storfe. I referansebanen reduseres antall melkekyr fra 2017 med 11 prosent fram mot 2030. Befolkningsvekst gir økt etterspørsel av storfekjøtt fram mot 2030, men ettersom melkekuproduksjonen går ned, dekkes etterspørselsveksten av økning i spesialisert storfeproduksjon med ammeku. I referansebanen ligger det inne en økning i ammekuproduksjonen på om lag 45 prosent innen 2030. Utvikling i storfeantall er vist i Figur T 36 under.



Figur T 36. Antall dyr for storfekategoriene 2005-2017 og framskrivninger 2018-2030. Kilde: Hegrenes & Walland (2019).

Det er vurdert som krevende å få på plass tilstrekkelige virkemidler til å gjennomføre kostholdstiltaket innen 2030. Innfasing av tiltaket er derfor satt til å starte i 2023 (dvs. to år senere enn i Mittenzwei mfl. (2020)), det vil si ingen utslippsreduksjoner i 2021 og 2022, og at tiltaket først innfris i 2032. Dette er beheftet med stor usikkerhet. Utslippsreduksjonspotensialet når tiltaket innfases fra 2023, er derfor nedskalert fra 4,7 til 2,9 millioner tonn CO_2-ekvivalenter for perioden 2021-2030 (se Figur T 37) i forhold til beregningene gjort i Mittenzwei mfl. (2020). Nasjonalt snitt for konsum av rødt kjøtt antas å ligge over 333 gram/uke per person i 2030 når tiltaket fases inn fra 2023 og i snitt på 333 gram/uke per person i 2032. Se også omtale i avsnittet *Usikkerhet* under.

En andel av jordbruksarealet vil gå ut av drift som følge av kostholdstiltaket, spesielt gjelder dette grovfôrarealer, se Figur T 35. På sikt er det sannsynlig at disse arealene gror igjen, med mindre arealene benyttes til andre formål. Dette vil kunne øke karbonopptaket på disse arealene som kan bli bokført i sektoren skog og annen arealbruk, men mest sannsynlig ikke før etter 2030 ettersom gjengroingen tar tid. Noen arealer vil også bli lagt om til korn og grønnsaksarealer. Dersom dette er engarealer, kan omleggingen føre med seg økte utslipp fra jorda. Beregningene av endringer i utslipp og opptak av karbon på grunn av arealbruksendringer er ikke inkludert i utslippsreduksjonspotensialet for jordbruket siden de ikke inngår i jordbrukssektoren i det offisielle utslippsregnskapet.

Tiltakskostnad

De samfunnsøkonomiske kostnadene av tiltaket er knyttet til merkostnader ved innkjøp av matvarer som følge av kostholdsendringer og verdsetting av helsegevinst på grunn av lavere helsetjenestekostnader, redusert produksjonstap i befolkningen grunnet sykdom og økt livskvalitet. De samfunnsøkonomiske merkostnadene for

anskaffelse av matvarer er beregnet til 1,1 milliarder kroner i 2030, mens helsegevinsten er beregnet til å ligge mellom 12 – 26 milliarder kroner i 2030.

Tiltakskostnaden (kr/tonn CO_2-ekv) for kostholdstiltaket er beregnet for ulike nivå for helsegevinster (lav, middels og høy), men kommer ut som samfunnsøkonomisk lønnsomt i alle tilfeller og spenner mellom -1200 og -2800 kr/tonn CO_2-ekv, med et middel på -1900 kr/tonn CO_2-ekv, se Tabell T 41. Det dominerende leddet for at tiltaket kommer ut som svært samfunnsøkonomisk lønnsomt, er verdsettingen av økt livskvalitet som en del av helsegevinsten og som det er knyttet stor usikkerhet til. Selv uten enkelteffekten av verdsetting av økt livskvalitet kommer tiltaket ut som samfunnsøkonomisk lønnsomt, bare ikke like sterkt (-95 kr/tonn CO_2-ekv, middels helsegevinst), se Tabell T 41.

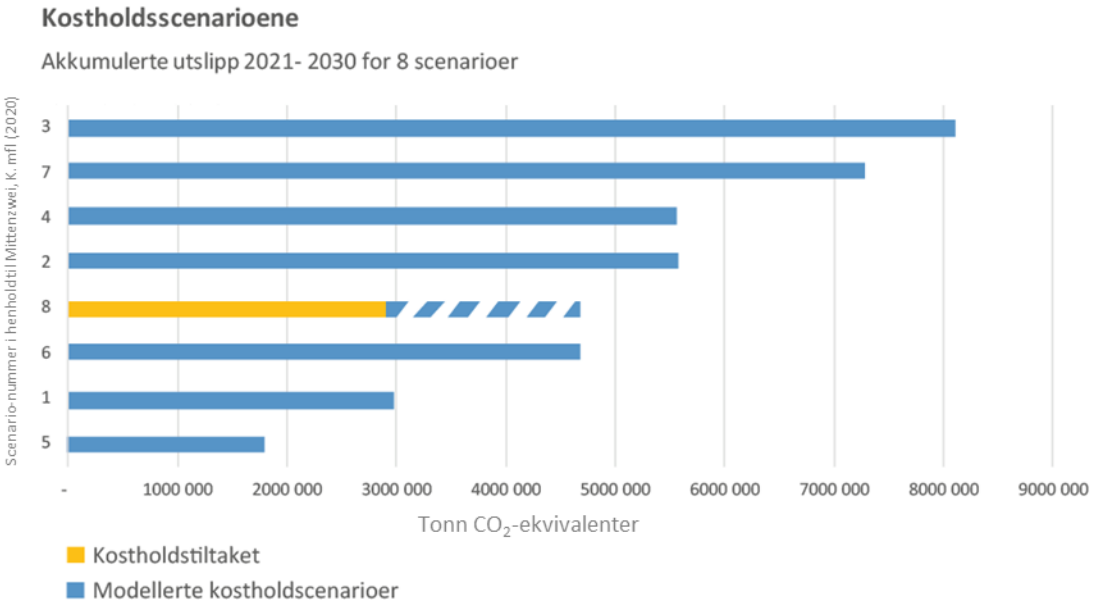
Tabell T 41. Tiltakskostnad i kr/tonn CO_2-ekv. i gjennomsnitt per år i perioden 2021-2030.

Nivå på helsegevinst	Tiltakskostnad kr/tonn CO_2-ekv. gj.snitt per år i perioden 2021-2030				Sum Tiltakskostnad	Sum tiltakskostnad eksl. økt livskvalitet
	Samfunnets anskaffelses-kostnader	Helseeffekter				
		Økt livskvalitet	Helsetjenester	Produksjonstap		
Lav	146	-1110	-161	-80	-1205	-95
Middels		-1823			-1918	
Høye		-2677			-2772	

Usikkerhet

Den største usikkerheten i kostholdstiltaket er knyttet til om virkemidler kan sikre at kostholdet i 2030 vil være sammensatt slik beregningene forutsetter, hvorvidt et nasjonalt snitt på rødt og bearbeidet kjøtt på 333 g per uke innebærer at alle i befolkningen har kommet ned i maksimalt 500 g per uke og i hvor stor grad den økte norskandelen kan oppnås for frukt og grønt. Mangel på kvantifisering av eventuelle økte klimagassutslipp fra økt forbruk av fisk er også en betydelig kilde til usikkerhet.

De åtte scenarioene gir et spenn i utslippsreduksjonspotensialet for perioden 2021-2030 på 2-8 millioner CO_2-ekvivalenter, se Figur T 37. Scenarioet som er lagt til grunn for utslippsreduksjonspotensialet for tiltaket er et scenario med utslippsreduksjon som ligger i midten av spennet. (De resterende scenarioene inngår i usikkerhetsintervallet for tiltaket. Utslippsreduksjonen er lavest i scenarioene med kjøttforbruk tilsvarende referansebanen (1/1) og med økt norskandel av vegetabilske produkter, og er høyest i scenarioene med størst kutt i kjøttforbruk (1/2) og uendret importandel for vegetabilske produkter.



Figur T 37. Akkumulerte utslippsreduksjoner i perioden 2021-2030 for åtte scenarioer når snittet av befolkningen følger det nasjonale kostrådet for rødt kjøtt og de andre kostrådene oppfylles helt eller i større grad enn i dag.Det ligger også ulike forutsetninger inne i scenarioene om økt forbruk av matkorn, frukt og grønt skal dekkes av økt norskandel eller økt import. Scenario 1-4 innebærer økt importandel mens scenario 5-8 innebærer økt norskandel. Se Mittenzwei mfl (2020) [1] for nærmere beskrivelse av forutsetningene som ligger til grunn for de åtte scenarioene. Kostholdstiltaket som er utdypet i denne rapporten er Scenario 8 og er nedskalert fra 4,7 til 2,9 millioner tonn CO_2-ekvivalenter etter en vurdering om å utsette innfasingen av tiltaket med to år (til 2023) sammenlignet med slik det er utredet i Mittenzwei mfl. (2020). Det skraverte blå området viser nedskaleringen. Kilde: Mittenzwei mfl (2020) [1].

Det er usikkerhet også i kostnadene, men ettersom samfunnsøkonomiske kostnader er beregnet å være -1900 kr/tonn redusert CO_2-ekvivalenter ved middels helsegevinst, er det rom for store feilmarginer før tiltakskostnaden endres til over 0 kr/tonn redusert CO_2-ekvivalenter. Selv om samfunnets anskaffelseskostnader for mat nær dobles i tiltaket og man ser bort fra effekten av økt livskvalitet, vil tiltakskostnaden forbli negativ. Helsegevinsten av tiltaket er det kostnadsdrivende elementet siden en stor del av helsegevinsten er knyttet til økt livskvalitet (flere "gode år") som beregnes med utgangspunkt i DALYs (Disability-Adjusted Life-Years).

Slik tiltaket er beregnet av Mittenzwei mfl. (2020) [1], er utslippsreduksjonspotensialet for et endret kosthold 4,7 millioner tonn CO_2-ekvivalenter i perioden 2021-2030, hvor første år med utslippsreduksjon er i 2021. Det er betydelige usikkerheter forbundet med utslippsreduksjonene (se Tabell T 2 under). Virkemidlene er ikke fullstendig vurdert, men en skjønnsmessig vurdering tilsier at det vil ta mer enn ett år å iverksette tilstrekkelige virkemidler til å få utløst hele potensialet. Vi har derfor lagt til grunn at tiltaket innfases fra 2023 og er gjennomført i 2032. Vi har derfor nedskalert utslippsreduksjonene i jordbrukssektoren til 2,9 millioner tonn CO_2-ekvivalenter i perioden 2021-2030. Tiltakskostnaden vil fortsatt være negativ slik at tiltaket ikke endrer kostnadskategori (< 500 kr/tonn CO_2-ekv.) som følge av at kostholdstiltaket innfases fra 2023.

Tabell T 42. Usikkerhetsvurdering.

<table>
<tr><th colspan="2">Type usikkerhet</th><th>Feilmargin</th><th colspan="2">Følsomhet/sensitivitet</th></tr>
<tr><td>Utslippsreduksjon</td><td>Usikkerhet i hvorvidt kostholdet oppfyller kostrådet for rødt kjøtt for hele befolkningen</td><td>Mulig underestimering av utslippsreduksjoner

Medium usikkerhet</td><td colspan="2">Tiltaket er i utgangspunktet rettet mot de som spiser mer enn 500 g rødt kjøtt per uke. Datagrunnlaget er mangelfullt på individnivå slik at beregningen må gjøres på et nasjonalt gjennomsnitt. I referansebanen er snittet i 2030 omtrent 500 g, men ettersom det er spredning i befolkningen innebærer dette at en større del av befolkningen ikke oppfyller dette kostrådet. Ifølge Norkost 3 gjelder dette 55 % av alle menn og 33 % av alle kvinner. Om lag 25 % av alle menn spiser over dobbelt så mye. I det nasjonale snittet er også barn ned til 0 år med i befolkningstallet og disse har betydelig lavere forbruk av kjøtt enn voksne personer. Det er større sannsynlighet for at alle oppfyller kostrådet i scenarioer med 250 g i snitt. Ettersom dette krever svært stor omstilling, har vi likevel lagt et scenario med 333 g i snitt til grunn. Dette kan bety at utslippsreduksjonene for tiltaket er underestimert for tiltakets levetid.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Utslippsreduksjon</td><td rowspan="2">Usikkerhet i sammensetning av kosthold</td><td rowspan="2">Mulig over- eller underestimering av utslippsreduksjoner

Høy usikkerhet</td><td colspan="2">Det er usikkert hvorvidt kostholdssammensetningen blir som forutsatt i tiltaket. Det er usikkerhet knyttet både til andel rødt kjøtt, fordeling mellom de røde kjøttslagene, men også mengde/fordeling av frukt, grønt, fisk, osv.</td></tr>
<tr><td>Andelen rødt kjøtt reduseres mindre

I scenarioene hvor snittet i befolkningen ligger rundt 500 gr rødt kjøtt/person/uke er utslippsreduksjonen 3 og 1,8 millioner tonn CO2-ekv. for hhv. uendret import og økt norskandel. Dette er altså betydelig lavere enn 4,7 millioner tonn CO2-ekv. som reduseres dersom befolkning i snitt ligger på 333 gr/person/uke. Det har stor betydning for hvilket snitt for konsum av rødt kjøtt i befolkningen man legger til grunn for utslippsreduksjonen.</td><td>Andelen rødt kjøtt reduseres mer

I scenarioene hvor snittet i befolkningen ligger rundt 250 gr rødt kjøtt/person/uke er utslippsreduksjonen 8,3 og 7,5 millioner tonn CO2-ekv. for hhv. uendret import og økt norskandel. Dette er altså betydelig høyere enn 4,7 millioner tonn CO2-ekv. som reduseres dersom befolkning i snitt ligger på 333 gr/person/uke. Det har stor betydning for hvilket snitt for konsum av rødt kjøtt i befolkningen man legger til grunn for utslippsreduksjonen.</td></tr>
<tr><td>Utslippsreduksjoner</td><td>Usikkerhet i innfasing</td><td>Risiko for overestimering av utslippsreduksjoner

Medium-liten usikkerhet</td><td colspan="2">I Mittenzwei mfl (2020) er det lagt til grunn en lineær innfasing av tiltaket fra 2021. En rekke virkemidler må på plass og samvirke for å ta ut hele effekten av tiltaket. Dersom det tar mer tid enn ett år å få virkemidlene på plass, blir effekten av tiltaket redusert. Alternativt iverksettes flere virkemidler for å gi samme sluttresultat i 2030.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th colspan="2">Type usikkerhet</th><th>Feilmargin</th><th colspan="2">Følsomhet/sensitivitet</th></tr>
<tr><td>Utslippsreduksjon</td><td>Usikkerhet i fordeling norskprodusert og importert vare</td><td>Mulig over- eller underestimering av utslippsreduksjoner, mest sannsynlig underestimering

Forskjell på stabilt og økt norsk andel er anslått til 15 %</td><td colspan="2">I kostholdstiltaket er det lagt opp til økt norskandel av konsumet for de fleste matvarer. Norskandel kan øke mindre eller mer enn antatt. Det er mer sannsynlig at den øker mindre enn antatt basert på historisk utvikling, dvs. at norske utslippsreduksjoner blir større.</td></tr>
<tr><td colspan="3"></td><td>Norskandel øker mindre enn antatt:

I scenarioet som har samme snitt for konsum av rødt kjøtt som i kostholdstiltaket (333 gr/person/uke) men med uendret importandel i stedet for økt norsk produksjon, er utslippsreduksjonen 5,7 millioner tonn CO_2-ekvivalenter, altså 1 million tonn CO2-ekvivalenter høyere enn ved økt norskandel.</td><td>Norskandel øker mer enn antatt:

Økt norskandel er basert på en dobling av norsk frukt- og grøntproduksjon innen 2030. Mittenzwei mfl. (2017) [15] har imidlertid beregnet teknisk potensial for økning av norskandel til å være høyere. Dersom økning i frukt og grønt i enda større grad kan tas basert på norskproduserte varer, blir reduksjon av norske utslipp mindre enn beregnet her.</td></tr>
<tr><td>Utslippsreduksjoner</td><td>Usikkerhet i referansebanen</td><td>Mulig over- eller underestimering av utslippsreduksjoner

Relativt liten betydning</td><td colspan="2">Viktige grunner til usikkerhet i referansebanen er blant annet usikkerhet i befolkningsframskrivingen fram mot 2030, og i andel importerte matvarer, mulige endringer i nasjonalt regelverk og subsidier osv. som påvirker den norske produksjonen, og usikkerhet i forventede atferdsendringer blant konsumenter.</td></tr>
<tr><td>Utslippsreduksjoner</td><td>Beregning av klimaeffekt</td><td>Liten betydning</td><td colspan="2">Estimert endring i utslipp av metan og lystgass har samme usikkerhet som i utslippsregnskapet.</td></tr>
<tr><td>Utslippsreduksjoner</td><td>Arealbruksendring fra eng til åker</td><td>Mulig overestimering av utslippsreduksjoner</td><td colspan="2">Omlegging fra eng til åker vil bety endring i CO_2-utslippene fra disse arealene som bokføres i sektoren for Skog og annen arealbruk (LULUCF). Dette er ikke inkludert i beregningene. Hvor mye dette vil utgjøre vil komme an på hva det legges om til, og lokale forhold som jordtype og -tilstand.</td></tr>
<tr><td>Utslippsreduksjoner</td><td>Arealbruksendring når arealet går ut av drift</td><td>Mulig underestimering av utslippsreduksjoner</td><td colspan="2">Arealene som går ut av drift vil over tid øke karbonbinding dersom de ikke brukes til annet formål. Effekten før 2030 antas å ikke være så stor.</td></tr>
</table>

Type usikkerhet		**Feilmargin**	**Følsomhet/sensitivitet**
Utslippsreduksjoner	Beregning av klimaeffekt	Liten betydning	Klimagassutslipp fra økt produksjon av fisk inngår ikke i jordbrukets utslippsregnskap og er ikke tatt med i beregningen av utslippsreduksjonene og den samfunnsøkonomiske tiltakskostnaden. Kostholdstiltaket forutsetter økt forbruk av fisk som dekkes gjennom både økt import og økt norsk produksjon. Norskandelen for fisk er imidlertid uendret. Utslippene fra økt produksjon av fisk i Norge vil være knyttet til behov for mer kjøling og transport og vil bli bokført i andre sektorer enn jordbruk dersom de skal inngå i analysen.
Konsekvenser	Beregning av konsekvenser for jordbruket	Mulig under eller overestimering av konsekvensene for jordbruket på grunn av usikkerhet i oppnåelse av kostholdsendringer for befolkningen som helhet.	Det er usikkert i hvor stor grad befolkningen vil endre kostholdet med lavere inntak av rødt kjøtt. Hvilke kjøttvarer som vil bli redusert internt i kategorien "rødt kjøtt" (storfe, svin, sau/lam) gir også usikkerhet i omfanget av redusert produksjon, sysselsetting og økonomi for disse produksjonene. En av forutsetningene i kostholdstiltaket er at norskandelen av forbruket øker, altså at forbruket endres fra importerte varer til norskproduserte varer. Dette gjelder for både kjøttvarer og vegetabilske varer. Det er utfordrende å øke norskandelen, spesielt i form av atferdsendringer hos forbruk og valg av innkjøp i dagligvarekjedene, og konsekvensberegningene for produksjon, sysselsetting og økonomi i jordbruket må derfor anses som optimistiske.
Kostnadskategori	Verdsetting av helsegevinst	Risiko for overestimering av helsegevinst, men liten betydning ettersom kostnadskategori ikke endres	Verdsetting av helsegevinst er del i tre faktorer, hvorav det største bidraget (88 %) er økt livskvalitet (flere gode år). Det er høy usikkerhet i helsegevinsten.
			Det er beregnet tre scenarioer med lavt, medium og høyt anslag for økt livskvalitet (flere gode år). Tiltakskostnad per tonn redusert CO_2-ekvivalenter er hhv. -1205, -1918 og -2772 for de tre helsegevinstnivåene, dvs. samfunnsgevinsten er i alle tre tilfeller så stor at tiltakskostnaden er negativ.

Barrierer og mulige virkemidler

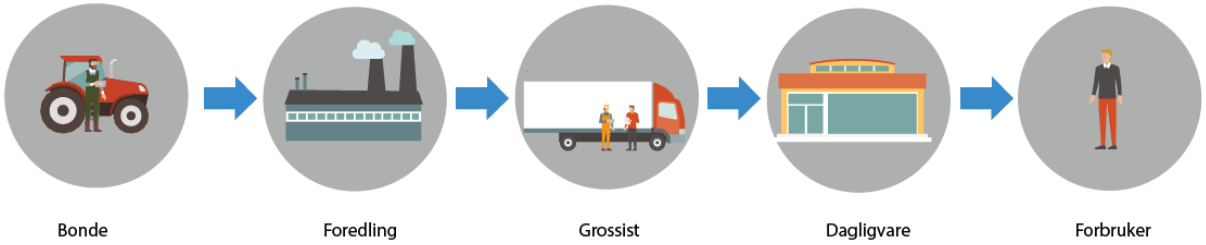
Tiltaket forutsetter omfattende atferdsendringer hos forbruker. For at forbruker skal kunne gjøre gode valg, må de ha tilgang til god og enkel informasjon og attraktive produkter. Det er derfor behov for innsats i alle ledd i verdikjeden. Det som skjer i ett ledd i verdikjeden kan påvirke hva leddene både oppstrøms og nedstrøms i kjeden kan få til. Barrierer og virkemidler er derfor beskrevet for hver av de mest sentrale aktørene i verdikjeden. Verdikjeden for mat er kompleks og varierer til dels avhengig av produkt. Det har ikke vært mulig å gjøre en fullstendig kartlegging av barrierer og virkemidler i hele kjeden innenfor tidsfristen for Klimakur 2030. En forenklet beskrivelse av aktørene i verdikjeden i det norske matmarkedet er gitt under.

Aktører i verdikjeden i matmarkedet

Mat omsettes i mange kanaler. De to salgskanalene hvor forbruker handler mest, er dagligvaremarkedet og serveringsbransjen (hoteller, restauranter, catering/kantiner). I 2017 hadde disse en omsetning på henholdsvis 173,7 og 78,6 milliarder kroner, noe som utgjorde i underkant av 90 prosent av totalmarkedet på 286,2 milliarder kroner [16].

Et fåtall dagligvarekjeder dominerer matmarkedet

Dagligvaremarkedet i Norge er preget av konsentrasjon og vertikal integrasjon (eierinteresser/forpliktende samarbeid i flere ledd). Tre uavhengige paraplykjeder med vertikalt integrert grossistvirksomhet dominerer markedet. I 2017 hadde NorgesGruppen den største markedsandelen på 43,1 prosent, etterfulgt av Coop (29,7 prosent), REMA 1000 (23,4 prosent). I tillegg hadde Bunnpris 3,8 prosent av markedet. Øvrige dagligvarebutikker utgjorde kun 0,1 prosent av den totale omsetningen i dagligvarebutikkene [17].



Figur T 38. Verdikjeden for mat.

NorgesGruppen, REMA 1000 og Coop har egne varelagre og distribusjonskanaler mens Bunnpris benytter seg av NorgesGruppens grossist. Det er ingen uavhengige grossister i dagligvaremarkedet. BAMA, som eies av bl.a. NorgesGruppen og REMA, har en betydelig posisjon som grossist og distributør for frukt og grønt. TINE og Ringnes leverer direkte til butikk.

Leverandørene produserer og/eller videreselger dagligvarer til dagligvarekjedene. Leverandørene har de siste årene møtt økende konkurranse på grunn av dagligvarekjedenes interesser i produsentleddet og satsing på egne merkevarer.

Innenfor frukt og grønt, meieri og kjøtt er konsentrasjonen i leverandørleddet høy. Tine foredlet om lag 80 prosent av all norsk melk i 2016 [18] mens Norturas markedsandel i 2016 var på 45 prosent totalt sett for relevante produktsegmenter i dagligvaremarkedet [19]. Gartnerhallen, Norges største produsentorganisasjon for frukt og grønt, leverer over 60 prosent av all norskprodusert frukt, grønnsaker, bær og potet i markedet i tett samarbeid med BAMA som leverer til NorgesGruppen og REMA. Nordgrønt er produsentorganisasjon for Coop. Produsentforeningen av 1909 er vesentlig mindre og mer selvstendig, og leverer blant annet til Bunnpris. De tre produsentorganisasjonene samarbeider gjennom Grøntprodusentenes samarbeidsråd som jobber for markedstilpasning og prisanbefaling til produsenten.

Andre kanaler i konsumentmarkedet: Andre mindre salgskanaler omfatter kiosker- og bensinstasjoner, faghandelsbutikker, spesialforretninger for mat og drikke, grensehandelsbutikker, tax-freebutikker og nettbutikker.

Kolonial.no er den eneste fullsortimentsbutikken på nett. I tillegg har det de siste årene blitt etablert ulike utsalgssteder for lokalt produsert mat, som Bondens marked, andelskooperativer og REKO-ringer (kontaktplattform mellom produsenter og forbruker i nærområdet). Salget til disse utgjør en liten andel av den totale omsetningen av jordbruksvarer og var i 2018 om lag 450 millioner. Disse utsalgsstedene er imidlertid i vekst [20].

Industrimarkedet, det vil si levering av råvarer til matindustrien/vareforedler, er uavhengig av konsumentmarkedet og er i stor grad basert på direkteavtaler mellom den enkelte produsent og industri.

Barrierer og mulige virkemidler som gjelder i flere ledd i verdikjeden

Barrierer
Tematikken rundt kosthold og klima er kompleks og mye av informasjonen er ubalansert fordi den reflekterer avsenders særinteresser. Dette bidrar til **bærekraftforvirring** hos forbruker. Med bærekraftforvirring menes at forbruker er usikker på hva slags mat man skal velge ut ifra bærekraftshensyn. I dialogen med aktører i de profesjonelle leddene har også mangel på omforent metodikk for et bærekraftig kosthold blitt pekt på som en utfordring.

Flere av aktørene vi har snakket med oppgir at **virkemiddelapparatet er lite oversiktlig**. Dette henger blant annet sammen med at virkemidlene er fordelt mellom ulike sektorers ansvarsområder og skal svare ut en rekke ulike politiske målsetninger som tidvis kan være motstridende. I forbindelse med Klimakur 2030 har betydelig arbeid blitt lagt ned i å få en helhetlig oversikt over alle virkemidler som kan være relevante for å oppnå tiltaket, men oversikten er ikke uttømmende (se kapittel 7.6 i hovedrapporten del A).

Intensjonsavtalen som bransjen og Helse- og omsorgsdepartementet har inngått for å tilrettelegge for et sunnere kosthold støtter opp under tiltaket gjennom satsing på mer av frukt, grønt, sjømat, grove kornprodukter og mindre mettet fett. Avtalen har imidlertid **ikke fokus på redusert konsum av rødt og bearbeidet kjøtt**. Dette er kostrådet som gir størst klimagevinst.

Mangelfullt datagrunnlag: Helsedirektoratet har gjennomsnittlig engrostall per innbygger. For å regne på klimagasseffekten av de som spiser mer rødt kjøtt enn Helsedirektoratet anbefaler og målrette virkemidler for å endre konsumet av rødt kjøtt, trenger man tall for faktisk konsum og spredningen i dette tallgrunnlaget, både i dag og forventet utvikling. Dette er ikke tilgjengelig i dag.

Mulige virkemidler
Et **formalisert tverrsektorielt samarbeid**, i form av eksempelvis et forvaltningsforum eller en arbeidsgruppe for bærekraftig kosthold, kan redusere bærekraftforvirringen gjennom å utarbeide og formidle et helhetlig og omforent kunnskapsgrunnlag som balanserer ulike hensyn. Dette vil være en krevende oppgave, men det er tilstrekkelig kunnskap tilgjengelig til å trekke opp noen overordnede felles linjer. På sikt kan dette arbeidet bygge på de kommende nordiske ernæringsanbefalingene (NNR) som vil ha tydeligere fokus på bærekraft og danne grunnlaget for nye norske kostråd. NNR-arbeidet skal ferdigstilles i 2022. Mer tverrsektorielt samarbeid kan også bidra til å utvikle et helhetlig virkemiddelapparat for bærekraftig kosthold og formidle/veilede i mulighetene som ligger i virkemiddelapparatet.

Pågående gjennomgang av det næringsrettede virkemiddelapparatet. Det pågår for tiden en helhetlig gjennomgang av virkemidlene for forskning og innovasjon i næringslivet i regi av Nærings- og fiskeridepartementet. Arbeidet skal avsluttes i 2020. Målet er å gjøre virkemiddeltilbudet mer oversiktlig, brukervennlig og effektivt. Det skal blant annet ses på næringsrettede midler i Forskningsrådet, Innovasjon Norge og SIVA og på grenseflatene mellom Enova og Skattefunn. Resultatene av dette arbeidet kan potensielt støtte opp under tiltaket, spesielt dersom bærekraft blir belyst i denne gjennomgangen.

En **utvidelse eller et supplement til intensjonsavtalen om et sunnere kosthold** slik at den også omhandler bærekraftig kosthold kan legge til rette for å nå både klima- og folkehelsemål. For å sikre en helhetlig tilnærming og kommunikasjon med tanke på andre målsetninger (miljø, landbrukspolitikk, forbrukerpolitikk, osv.), vil det være

hensiktsmessig at flere departementer deltar i et slikt samarbeid, for eksempel Helse- og omsorgsdepartementet, Klima- og miljødepartementet, Landbruks- og matdepartementet, Nærings- og fiskeridepartementet og Barne- og familiedepartementet. Det finnes eksempler på slike bransjeavtaler i andre land, for eksempel Green Protein Alliance i Nederland.

For å bidra til et bedre datagrunnlag, redusere usikkerhet i tiltaksutredningene og vurdere om vedtatt politikk i tilstrekkelig grad støtter opp under tiltak, er det behov for **hyppigere landsrepresentative kostholdsundersøkelser**

Norkost (18-70 år), som sist ble gjort i 2010-2011 er spesielt viktig, men med tanke på langsiktig effekter er det behov for at også Ungkost (4, 9 og 13 år) gjøres hyppigere enn i dag. Disse må i større grad enn i dag også fange opp spredningen i datagrunnlaget. Hyppigere undersøkelser vil også kunne danne grunnlag for bedre langsiktige prognoser (Se *Bedre analyser av forbruksendringer* lenger ned).

Det er behov for bred tverrfaglig forskning og syntetisering av relevant forskning (se kapittel 7.8 i hovedrapporten del A).

Tabell T 43. Barrierer og mulige nye virkemidler på tvers av verdikjedeledd

Barriere	Mulige nye virkemidler
Bærekraftforvirring	• Formalisert sektorsamarbeid, eksempelvis et forvaltningsforum, rettet på formidling og et helhetlig virkemiddelapparat
Uoversiktlig virkemiddelapparat	• Pågående gjennomgang av det næringsrettede virkemiddelapparatet • Formalisert sektorsamarbeid, eksempelvis et forvaltningsforum, rettet på formidling og et helhetlig virkemiddelapparat
Mangel på samarbeid om redusert konsum av rødt kjøtt	Avtale mellom matbransjen og alle berørte departement som omhandler bærekraftig kosthold, kan være en utvidelse av eller supplement til intensjonsavtalen om et sunnere kosthold
Usikkerhet om forbruksendringer	Hyppigere Norkost- og Ungkostundersøkelser for å vurdere måloppnåelse og behov for ytterligere virkemidler
Mye kunnskap, krevende å få oversikt	Det finnes omfattende ny forskning på området, men det er behov for å sammenstille denne. Det kan med fordel også legges til rette for tverrfaglig forskning, eksempelvis gjennom et forskningskonsortium. En opptrapping av adferdsforskning er nødvendig.

Barrierer og mulige virkemidler i forbrukerleddet

Det er gjort omfattende kartlegginger av norske spisevaner. Både IPSOS [21] og Bugge & Alfnes [22] viser at det er økende interesse for å spise mindre kjøtt og mer vegetarmat. Begge viser at det er stor variasjon i spisemønstre i befolkningen. Ifølge Helsedirektoratet [23] har forbruket av grønnsaker, frukt og bær økt over tid, men gikk noe ned fra 2017 til 2018. Økningen i kjøttkonsumet har flatet ut. Totalt konsum og konsum av rødt kjøtt gikk litt ned i 2017 og 2018, men også hvitt kjøtt gikk ned i 2018. Fiskeforbruket, som er betydelig lavere enn kjøttkonsumet, har gått ned med 18 prosent fra 2008 til 2018. Ifølge IPSOS går forbruket av kylling og svin tilbake mens storfekjøtt øker. Innenfor fisk spises mest laks og ørret [21].

Viktigste barriere er etablerte spisemønster styrt av vaner og verdier: IPSOS viser tydelig at verdier og holdninger korrelerer med hva du spiser. IPSOS deler befolkningen i fire grove verdisegmenter med fire ulike matkulturer. Noen utvalgte karakteristika for disse segmentene er oppsummert under.

Tabell T 44. IPSOS sine fire verdisegmenter i befolkningen og hva de spiser. Kilde: IPSOS (2018) [21].

De moderne materialistene • Yngre enn snittet og urbane • Opptatt av nye ting, status, livsnytelse og teknologi • Matkultur: Lite opptatt av kosthold, om matvarer er naturlig eller hvor de kommer fra. Matstoff på Youtube, bestiller på nett. Anti-helse, lettvinte løsninger, skulker måltider, spiser take away, kraftig og mettende mat, lite frukt, frossenpizza, amerikansk mat, taco, indisk, sushi, energidrikker, øl, håndverksøl	**De moderne idealistene** • Mer ressurssterke enn snittet • Opptatt av miljøvern og helse, individualitet, likestilling, individualitet og selvrealisering. • Matkultur: bredt matrepertoar, både norske og internasjonale spesialiteter. (marokkansk, gresk, tapas). Besøker kaffebarer, etniske restauranter og spesialbutikker. Er skeptisk til kjøtt og melk. Har vegetar- og økologi-interesse. Drikker vin, bruker parmesan/feta, friske krydderplanter, squash og aubergine
De tradisjonelle materialistene • Mindre ressurssterke enn snittet • Opptatt av patriotisme, konformitet, har middels/dårlig helse • Matkultur: ubekymret med tanke på bærekraft og helse, lite interesse for det eksotiske, lite nysgjerrige ("late adapters"), storforbrukere av "gårsdagens produkter", positive til ferdigmat, har mikrobølgeovn og gass utegrill. Svenskehandler, går på kjøpesenter. Meget prissensitive.	**De tradisjonelle idealistene** • Eldre enn snittet og rurale • Opptatt av helse, nøysomhet, lovrespekt, tradisjoner og religion • Matkultur: planlegger i god tid og lager mat fra bunnen, fokus på tradisjonell norsk mat, naturlige råvarer, norsk oppfinnelse. Helsefokus og nøkkelhull. Melk er sunt, fisk, poteter, grønnsaker, fløte og brunost. Lite alkohol.

Materialistene (både de moderne og de tradisjonelle) spiser mest kjøtt. Lam er et unntak og spises i størst grad av de tradisjonelle idealistene og minst av de moderne materialistene. Ifølge IPSOS spises hvit fisk mest av de tradisjonelle idealistene og rød fisk mest av de moderne idealistene (mest ressurser) og minst av de tradisjonelle materialistene (minst ressurser).

Kvinner er overrepresentert blant idealistene. Oslo er overrepresentert i de to moderne gruppene. Nord-Norge er overrepresentert blant de tradisjonelle materialistene og Sør- og Vestlandet blant de tradisjonelle idealistene.

Dette innebærer at det vil variere hvor negativt det oppleves å redusere konsumet av rødt kjøtt i de ulike segmentene. Virkemidler vil ha ulik effekt i ulike deler av befolkningen. Det vil også være betydelige fordelingsvirkninger av flere virkemidler, spesielt ettersom de ulike gruppene har ulike inntektsnivå. I tillegg innebærer dette at flere, ulike virkemidler må på plass for å utløse hele tiltakets potensial.

Ifølge IPSOS planlegger bare hver fjerde nordmann innkjøpene sine [21]. Småbarnsfamilier er flinkest til å planlegge (37 prosent). Den typiske norske forbruker varierer mellom et begrenset antall middagsretter. Forskning viser at det er svært krevende å endre vaner [24]. For å legge til rette for at gode vaner etableres tidlig, er det mye å hente på satsing overfor **barn og unge**. Det vil imidlertid ta dit før dette gir betydelige utslag på utslippsreduksjonene. Satsing på barn og unge kan gjøres gjennom klimavennlige ernæringsråd til småbarnsforeldre, opplæring og mattilbud i barnehager og skoler. Flere departement har ansvar for informasjonsmateriell rettet mot skoler og barnehager. I tillegg subsidierer Helsedirektoratet skolefrukt og Nærings- og fiskeridepartementet har en tilskuddsordning med fokus på å øke fiskekonsum hos barn og unge (se *Dagens virkemidler og andre nasjonale mål,* Kapittel 7.9 i hovedrapporten del A). Dersom skolesatsingen koordineres på tvers av sektorer i større grad enn det som gjøres i dag, kan dette gi et tydeligere og enklere budskap som støtter opp under oppnåelse av mål for både klima-, miljø-, folkehelse-, landbruks- og fiskeripolitikken. Ved å fjerne merverdiavgift på donasjon av mat til skoler, kan skolene også få tilgang til gratis råvarer til bruk i undervisningen.

Ifølge Bugge & Alfnes [22] legger nordmenn mest vekt på smak (78 prosent av respondentene), pris (68 prosent) og ferskhet/friskhet (58 prosent) når de handler matvarer. 57 prosent oppgir å være opptatt av at maten er sunn, men bare 16 prosent er opptatt av klima og miljø. Barrierer og mulige virkemidler for smak, pris, ferskhet/friskhet og

kunnskap er beskrevet under. Ifølge IPSOS [21] rangerer nordmenn sunnhet øverst (55 prosent) og deretter lav pris (51 prosent), naturlige råvarer (48 prosent) og produsert i Norge (44 prosent).

Mulige virkemidler knyttet til vaner og verdier, smak, pris, ferskhet/friskhet og norske matvarer er oppsummert i Tabell T 45 under. I tillegg er kunnskap omtalt som barriere. Krav til sunnhet er ikke omtalt som en barriere ettersom tiltaket er å spise mer i tråd med Helsedirektoratets kostråd. Noen utvalgte punkter er noe utdypet under tabellen. For fullstendig omtale av barrierer og mulige virkemidler, vises det til tiltaksark J01.

Foretrekker smak av rødt kjøtt
Når smak oppgis som viktigst for valg av matvarer, er det rimelig å anta at en smakspreferanse for rødt kjøtt og spesielt storfekjøtt vil være en barriere for tiltaket. Både IPSOS [21] og Bugge & Alfnes [22] viser at befolkningen har en klar smakspreferanse for storfekjøtt. Ifølge IPSOS mener 70 prosent av befolkningen at storfekjøtt smaker best, etterfulgt av rød fisk (57 %). Tall for kylling, hvit fisk og svin er betydelig lavere (hhv. 32 %, 31 % og 24 %). Ifølge Bugge & Alfnes [22] uttrykker de yngste (< 30 år) større preferanse for kjøtt enn de eldste og spiser oftere kjøtt og betydelig mindre fisk/sjømat enn de eldre. Fiskekonsumet er lavt for de som er under 45 år.

Mulige virkemiddel for å gjøre plantebasert kost og fisk mer populært er å utvikle nye, attraktive produkter, eksempelvis i form av vegetar- og fiskeburgere. Ifølge IPSOS prøver halvparten av nordmenn gjerne nye matvarer. Da Meny lanserte veganpizzaen Oumph! i 2018, ble den utsolgt på kort tid [25]. I Coop Extra solgte vegetarburgere over 40 prosent mer gjennom sommeren 2016 enn bestselgeren med storfekjøtt [26]. Den strategiske forskningssatsingen FoodSMaCK, ved Nofima forsker på forbrukerdrevet produktutvikling ved hjelp av sensorisk testing og fokusgrupper.

Mat- og helsefaget i skolen og smakstesting i butikk kan også bidra til å endre smakspreferansene (se punkt om satsing på barn og unge over).

Pris (privatøkonomiske kostnader)
Ifølge Mittenzwei mfl. (2020) [1] øker privatøkonomiske kostnadene for husholdningene betydelig ved overgang til et kosthold med mindre forbruk av rødt kjøtt og mer plantebasert kost (korn, potet,frukt og grønt, erter og nøtter) og fisk. Total økning for perioden 2021-2030 er om lag 4 milliarder 2019-kroner [1]. Helsedirektoratet peker på at det er lite gunstig for oppnåelse av kostrådene at konsumprisindeksen har økt betydelig mer for fisk enn for kjøtt de siste ti årene (19 prosent økning for fisk og sjømat sammenlignet med 1 prosent økning for kjøtt fra 2015 til 2018) [23]. Ifølge IPSOS spises det mest rød fisk/ørret i Norge og spesielt forbruket av laks er prisfølsomt. Pris for fisk, frukt og grønt kan derfor være en barriere for tiltaket. Storfe og sau, som er kjøttslagene med høyest klimagassutslipp, er de dyreste av kjøttslagene. Storfe er likevel det eneste kjøttproduktet som øker i konsum ifølge IPSOS [21].

Differensiering av merverdiavgift og særavgift kan være mulig virkemiddel for å redusere forbruket av rødt kjøtt og øke forbruket av plantebasert kost og fisk. Korn, potet, frukt og grønt, erter og nøtter kan gjøres billigere gjennom å redusere sats for merverdiavgift. Rødt kjøtt kan gjøres dyrere gjennom å øke sats for merverdiavgift eller pålegge en særavgift. I markedet er effekten av økt/redusert merverdiavgift og særavgift i utgangspunktet identisk ved lik sats. Hvorvidt prisvridende virkemiddel vil dreie kostholdet fra rødt kjøtt og over til plantebasert kost og fisk, avhenger imidlertid av i hvor stor grad forbruker ender opp med hele gevinsten ved redusert avgift eller hele kostnaden ved økt avgift (om avgiftsendring overveltes forbruker), hvor prisfølsom forbruker er (priselastisitet), substitusjonsmuligheter (kjøpe rødt kjøtt i en billigere priskategori) og muligheten for å unngå avgiften (grensehandel). På oppdrag fra Miljødirektoratet har Samfunnsøkonomisk Analyse (SØA) sammenstilt kunnskapsgrunnlaget om prisvridende virkemidler i Norge [27].

Utsalgsstedene bestemmer selv markedspris og kan av forskjellige hensyn velge å absorbere hele eller deler av gevinst/kostnad ved avgiftsendringer selv. SØA har ikke funnet informasjon om overvelting av særavgift, men de har funnet høy grad av overvelting ved redusert merverdiavgift.

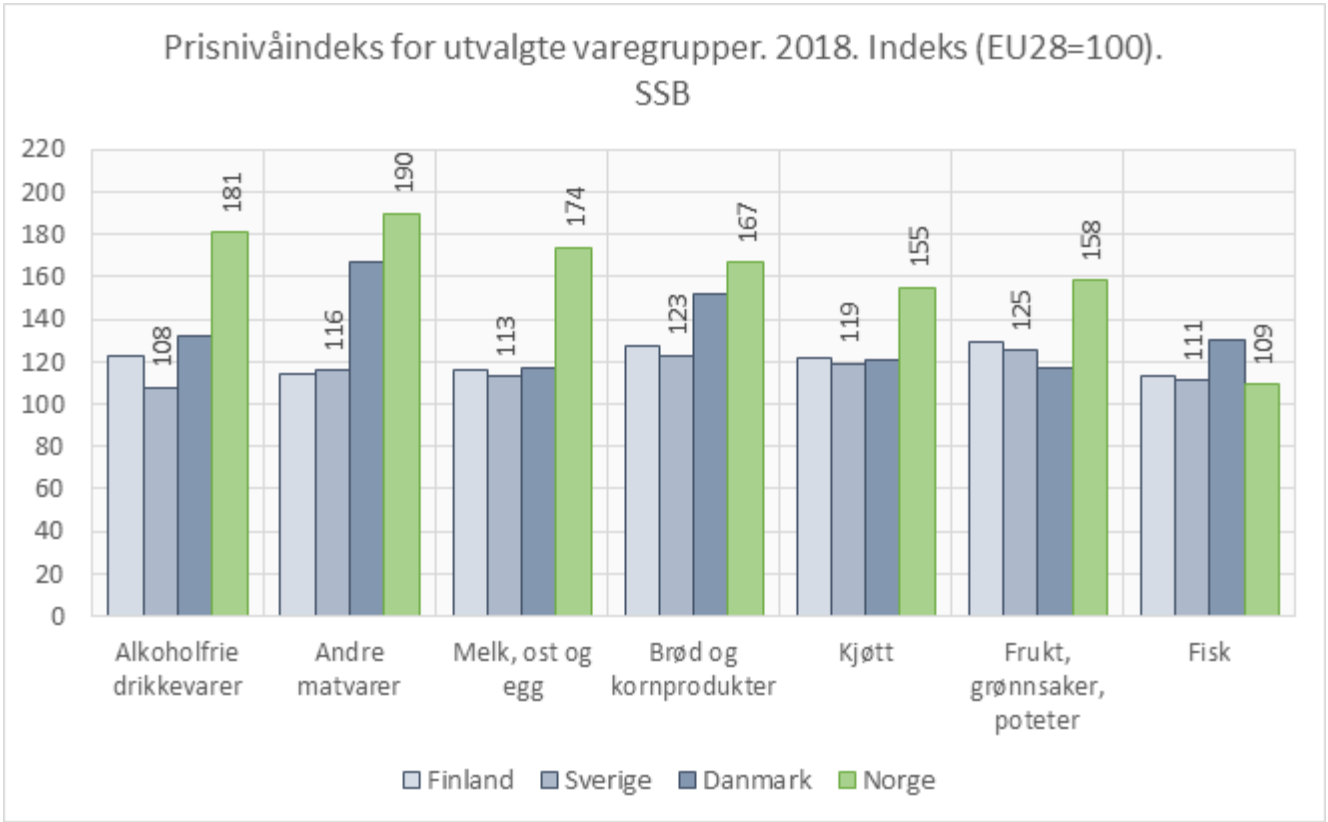
Tilgang på data om elastisitet i det norske markedet er begrenset, men SØA har vurdert sine funn som robuste. De finner blant annet at etterspørselen etter matvarer generelt er lite følsomme for prisendringer. Elastisiteten for alle matvaregrupper ligger i snitt mellom 0 og 1, det vil si at de er nødvendighetsgoder. Elastisiteten varierer imidlertid

mellom matvaregruppene og er høyest for storfe, lam, frukt og bær (-0,9) etterfulgt av fisk (-0,85) og kylling (-0,8). Dette innebærer i teorien at en økning i pris for storfe og lam på 1 prosent, vil redusere etterspørselen med 0,9 prosent. Grønnsaker (-0,45) og melk (-0,3) er minst følsomme for prisendringer. Data for krysspriselastisitet indikerer at økning i pris på kjøtt, også vil gi noe redusert etterspørsel etter fisk. SØA peker på at det vil være mer effektivt å øke prisen på rødt kjøtt enn å redusere prisen på grønnsaker og korn ettersom grønnsaker og korn er mindre elastiske. De oppgir at det ikke er opplagt at en kombinasjon av økning i pris for rødt kjøtt og en reduksjon for andre matvarer, vil gi større dreining i konsumet enn en økning alene.

Ifølge IPSOS oppgir om lag halvparten av befolkningen at matvarer er for dyre (de to materialistiske gruppene). Dette indikerer at priselastisitet kan variere i ulike segmenter i befolkningen. Det finnes imidlertid lite informasjon om dette. Ifølge IPSOS er de tradisjonelle materialistene (som er lite opptatt av bærekraft og helse) svært prissensitive. Gustavsen & Rickertsen (2013) [28] finner også at inntektsforskjeller har betydning for valg av matvarer, men at betydningen er størst for fisk og frukt. Dersom prisen på fisk og frukt reduseres vil de med lavest forbruk øke forbruket mest. For eksempel vil en 1 prosent prisreduksjon på fisk føre til økt forbruk på 1,39 prosent [28].

SØA har ikke funnet norske data for å vurdere sannsynligheten for at forbruker vil endre til rødt kjøtt av lavere prisklasse (kjøttdeig i stedet for entrecôte) ved en prisøkning på rødt kjøtt. Det er behov for mer kunnskap om dette.

Eksisterende kunnskapsgrunnlag om grensehandel er begrenset, men indikerer at risikoen for økt grensehandel er betydelig ved økning av prisen på kjøtt. Ifølge SØA er de fleste matvarer dyrere i Norge enn i våre naboland Sverige, Danmark og Finland, se Figur T 39. Fisk er rimeligere [27].



Figur T 39. Prisnivå for utvalgte varegrupper i Norge og naboland. Kilde: SØA (2019) [27].

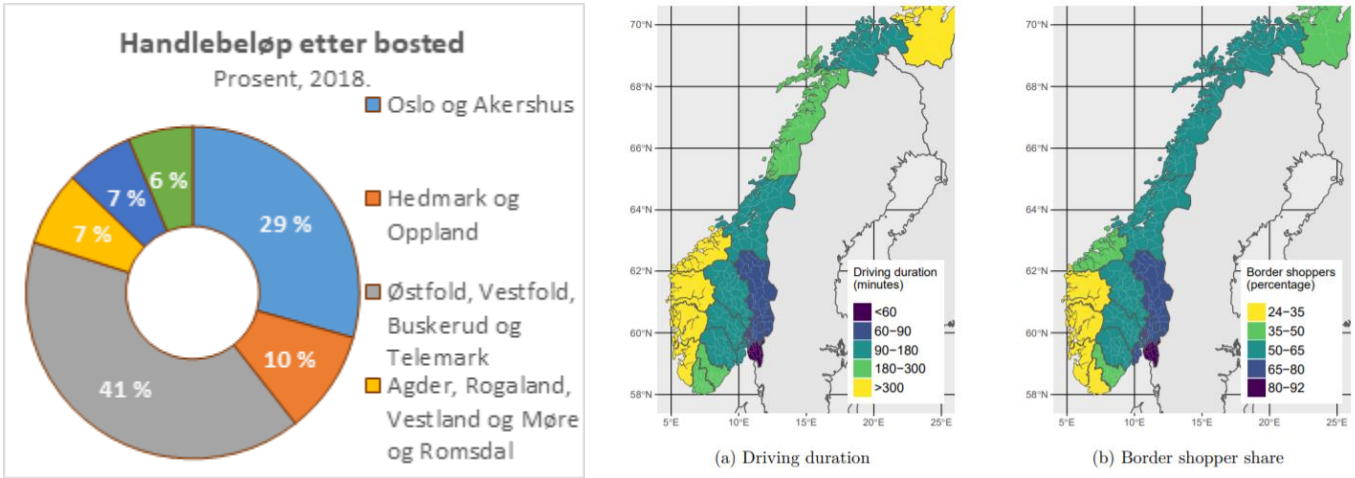
At prisnivået i Norge er høyere enn i nabolandene skyldes flere faktorer. SØA peker bl.a. på høyere lønnskostnader, høyere transportkostnader som følge av spredt bosetting med lang avstand mellom butikk og produksjon, lavere momssats i Sverige (12 %) og norske særavgifter på sukker, sjokolade- og sukkervarer, alkoholfrie drikkevarer og drikkevareemballasje. Beskyttelsen av norsk landbruk gjennom høye tollsatser på landbruksbaserte matvarer trekkes ofte fram som en årsak til prisforskjeller. Ifølge SØA er dette en sannhet med modifikasjoner ettersom tollsatsene ikke direkte påvirker kostnadsnivået i butikkene, men muliggjør produksjon fra norsk landbruk som er relativt sett

dyrere enn hos våre handelspartnere. De peker også på at målprissystemet gir et visst prisvern for forbruker ettersom det kan åpnes for økt import av jordbruksvarer dersom det er underskudd i markedet og målprisen overskrides.

Prisforskjellene mellom Norge og våre naboland har vært forholdsvis stabile de siste ti årene, men de har blitt noe redusert for kjøtt, fisk, meieriprodukter, frukt og grønnsaker. Menon (2018) [17] peker på at priskriger mellom kjedene kan bremse prisøkning for kjøtt (høytidskampanjer) og frukt og grønt (gjennom fordelsprogrammer som Æ (Rema 1000), Kiwi Pluss (NorgesGruppen) og faste rabatter i Coop Ekstra og OBS! ved bruk av app).

Grensehandelen, som av SSB defineres som "handel på dagsturer til utlandet", er økende. Ifølge SSBs grensehandelsstatistikk økte antall dagsturer fra 8,1 til 9,2 millioner (+13,9 %) og omsetning fra 15,5 til 16, 6 milliarder (+9,6 %) fra 2018 til 2019 (tall for tredje kvartal) [29]. Dette tilsvarer et forbruk per dagstur på om lag 1 800 norske kroner. Andelen grensehandel utgjør av omsetningen i norsk varehandel (summen av detaljist og grensehandel) har imidlertid vært relativt stabil rundt tre prosent i perioden 2010-2017. Menon (2017) [30] anslår at grensehandelen førte til tap av 11 750 arbeidsplasser, 7,8 milliarder kroner i verdiskaping og tap av rundt 4,9 milliarder kroner i inntekter til staten i form av skatter og avgifter i 2016.

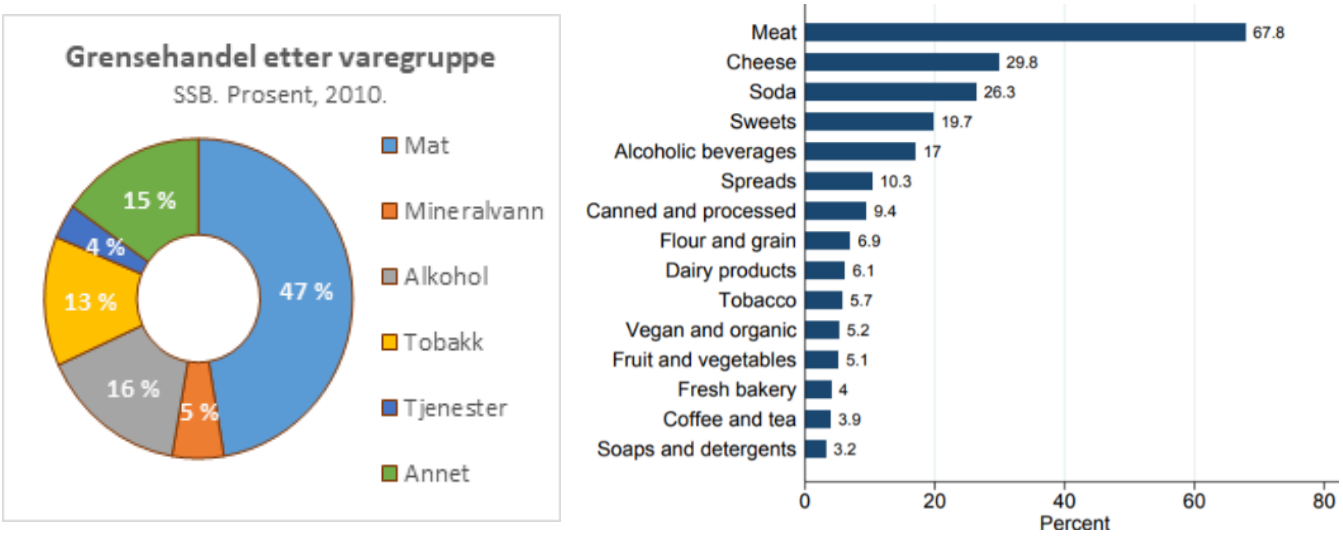
Ifølge SSBs grensehandelsstatistikk [29] gjøres om lag 70 prosent av grensehandelen målt i omsetning av personer bosatt i Oslo og Akershus og Sør-Østlandet for øvrig. Over halvparten av dagsturene i 2018 gikk til Strömstad, og kun seks prosent til destinasjoner utenfor Sverige [31]. NHH [32] oppgir at grensehandel øker jo nærmere man bor svenskegrensen. I en undersøkelse gjort av NHH har 80 prosent av Østfoldingene oppgitt at de har svenskehandlet det siste året. Rapporten fra NHH [32] peker imidlertid på at kjøreavstand til en svensk butikk er under 90 minutter for hele 41 prosent av Norges befolkning og henholdsvis 10 prosent og 4 prosent innenfor 60 og 30 minutter. Andelen grensehandlere er lavest på Vestlandet, men også der oppgir 24-35 prosent at de har grensehandlet det siste året. Se Figur T 40.



Figur T 40. a) Handlebeløp etter bosted, b) avstand fra svensk dagligvarebutikk og c) andel av befolkning som oppgir at de har svenskehandlet det siste året (a ifølge SSB[29]; b og c ifølge NHH [32])

Det er vanskelig å si hvor stor betydning prisøkning på ulike matvaregrupper, i dette tilfellet rødt kjøtt, vil ha å si for grensehandelen. SØA peker imidlertid på at dette er en av varegruppene hvor prisforskjellene og dermed besparelsene ved grensehandel er størst. Undersøkelser av varesammensetningen i grensehandelen gjøres sjelden. Grensehandelsutvalget framhevet kjøtt (19 prosent), alkohol (16 prosent) og tobakk (13 prosent), men studien er over 15 år gammel [31]. Ifølge SSB handles det mest matvarer (47 prosent), etterfulgt av alkohol (16 prosent), annet (15 prosent) og tobakk (13 prosent), se Figur T 41. Kjøtt skilles ikke ut. Ifølge NHH [32] er kjøtt den viktigste grunnen til at nordmenn grensehandler. Når nordmenn blir spurt om hvilke tre produkter som hyppigst handles, svarer nesten 70 prosent kjøtt, etterfulgt av ost og mineralvann med 29,8 og 26, 3 prosent, se Figur T 41. Ifølge

undersøkelsen utgjorde kjøttbaserte produkter 30 prosent av handlekurven, mens den nest-mest solgte matvaregruppen, mineralvann, utgjorde 10,6 prosent.



Figur T 41. Grensehandel etter varegrupper. Kilder: SSB [33] og NHH [32].

Ifølge NHH vil en 1 prosent prisøkning på kjøtt i Norge føre til mer enn 1 prosent reduksjon i kjøttomsetning lokalt dersom avstand til svensk butikk er opptil 60 min. Med en avstand på 60-90 min vil norsk lokal kjøttomsetning bli redusert med om lag 0,7 prosent. Dette omfatter 41 prosent av Norges befolkning. Jo lenger inn i landet, jo mindre er det lokale tapet. Ved 2,5-3 timers avstand er tapet 0,37 prosent. Denne studien, som er det eneste vi har funnet som omhandler "grensehandelselastisitet", indikerer at risiko for grensehandelslekkasje er betydelig for kjøtt for store deler av norsk befolkning.

Flere av dagligvarekjedene har testet ut reduserte priser på frukt, grønt og fisk på ulike måter. Da Kiwi "fjernet" merverdiavgiften ved å redusere pris for frukt og grønt med 15 prosent i en tidsbegrenset periode i 2007, økte salget med 24 prosent. I 2019 resulterte en tilsvarende fiskekampanje i en økning i fiskesalget på 42 prosent i en seksukersperiode [34]. Begge kampanjene ble støttet av omfattende markedsføringsmateriell slik at hele salgsøkningen ikke uten videre kan tilskrives prisreduksjonen alene, men det mer enn antyder at en reduksjon i merverdiavgiften kan ha betydning for salget av frukt, grønt og fisk.

Merverdiutvalget [35] har imidlertid nylig foreslått at det innføres én sats for merverdiavgift for alle varer. Forslaget innebærer at merverdiavgift vil øke fra dagens reduserte sats på 15 prosent til den alminnelige satsen på 25 prosent (evt. 23 prosent) for alle matvarer. De begrunner forslaget med at differensiering av merverdiavgift ikke er et målrettet virkemiddel fordi det gir lavere matvarepriser for alle, skaper vanskelige avgrensninger som gir økte administrative kostnader i verdikjeden og reduserer statens inntekter. De peker på at billigere frukt og grønt trolig vil øke forbruket for noen, men ikke for andre og at de som er bevisst helseeffekten allerede har et forbruk som dekker anbefalte mengder av frukt og grønt. Målrettede tiltak, for eksempel subsidiert skolemat, kan ifølge Merverdiutvalget trolig nå ut til flere som har et reelt behov for å øke inntaket av frukt og grønt.

Flere av høringsuttalelsene til merverdiutvalgets forslag er negative og peker på at differensierte satser er et viktig virkemiddel for oppnåelse av miljø- og folkehelsemål, at forslaget øker risiko for grensehandelslekkasje og at kompenserende virkemidler ikke er tilstrekkelig utredet. Helsedirektoratet har i sitt høringssvar til forslaget tatt til orde for at det innføres nullsats for matvarer hvor et økt inntak vil bidra til folkehelsen (for eksempel grønnsaker, frukt og bær), og at næringsmidler som befolkningen med fordel kan innta mindre av bør ha full merverdiavgift (25 prosent). De uttaler at dette kan bidra til å redusere sosial ulikhet i helse og over tid gi en stor samfunnsbesparelse. [36]

Dersom utvalgets anbefaling blir vedtatt, faller også muligheten til å øke merverdiavgiften for rødt kjøtt bort slik at en særavgift vil være eneste aktuelle prisvridende virkemiddel og det vil komme på toppen av en prisøkning på 8-10 prosentpoeng.

Grønn skattekommisjon [37] anbefalte en avgift på rødt kjøtt (storfe, sau/lam og geit, ikke svin) og redusert produksjonsstøtte. Modellberegninger gjort av Mittenzwei (2015) [38] på vegne av kommisjonen indikerte at en reduksjon i støtten eller en avgiftsats på 410 kroner - 820 kroner per tonn CO_2-ekvivalenter isolert sett kan redusere utslippene av totale norske klimagassutslipp i størrelsesorden 5-7 prosent sammenlignet med referansebanen. Effekten var om lag den samme uavhengig av om valgt virkemiddel var redusert produksjonsstøtte eller avgift på forbruk. Det ble oppgitt at resultatene måtte tolkes med forsiktighet siden modellen er en forenkling av en kompleks virkelighet. Det ble blant annet ikke vurdert hva slags konsekvenser en avgift vil ha for import og grensehandel (karbonlekkasje).

Effekten av en avgift vil trolig være størst hos de tradisjonelle materialistene som er de minst ressurssterke, mest prissensitive og grensehandler mye. Disse er minst opptatt av bærekraft og helse, spiser mer kjøtt enn gjennomsnittet (med unntak av lam). De opplever også at de har dårligst helse ifølge IPSOS, noe som kan være et argument for å innføre en slik avgift. Krysspriselastisitetsdata tyder imidlertid ikke på at de vil kjøpe mer fisk dersom kjøttprisen går opp. Det er risiko for at de skifter til en billigere kategori av rødt kjøtt ved prisøkning (for eksempel erstatter entrecôte med kjøttdeig) eller øker grensehandlingen.

Hos de moderne idealistene som i utgangspunktet er motivert for å redusere konsumet av rødt kjøtt, vil avgiften trolig ha liten effekt. Ifølge et akseptstudium gjort av SSB er 57 prosent av befolkningen mot en slik avgift, 27 prosent er for og resten vet ikke. Respondentene ble også spurt om akseptabelt avgiftsnivå (0-145 kr/kg). Median var 0 kr/tonn, men gjennomsnittet var i størrelsesorden 9,8-11,6 kr/kg. De som støttet en avgift var unge, høyt utdannete, urbane mennesker, mente klimasaken var viktig og oppga at de spiste lite rødt kjøtt [39] Dette samsvarer med kategorien "moderne idealister" i IPSOS.

Gitt vurderingen i Mittenzwei (2015) [38], er det sannsynlig at en avgift vil ha noe effekt på konsumet av rødt kjøtt, men effekten kan reduseres av flere faktorer som blant annet økt grensehandel (som ikke ble vurdert i 2015). For å gi en fullstendig vurdering av klimagasseffekten av en avgift på rødt kjøtt trengs mer informasjon om forbrukeratferd, drivere for grensehandel, kunnskap om krysspriselastisitet for ulike typer rødt kjøtt og i hvilken grad dagligvare overvelter særavgiften til forbruker, samt utdypende informasjon om fordelingsvirkninger. Ettersom tiltaket har en betydelig privatøkonomisk kostnad, vil avgift for rødt kjøtt ikke direkte bygge ned barrieren, men gjøre det mindre attraktivt å holde fast i dagens kosthold. Det er behov for å utvikle kunnskapsgrunnlaget om økonomiske virkemidler for å fremme salget av frukt, grønt og fisk. I handelsmeldingen lagt fram i fjor [40], ble det nedfelt at det skal utarbeides et årlig grensehandelsbarometer for å gi bedre statistikk om grensehandelen. Dersom en avgift innføres, kan fordelingsvirkninger dempes ved at inntektene omdisponeres dels til kompenserende virkemidler for de minst ressurssterke og dels til omstilling for landbruket.

Krav til ferskhet/friskhet
Ifølge Bugge & Alfnes [22] er krav til ferskhet/friskhet den tredje viktigste grunnen til valg av matvarer. Dette har betydning for tiltakets økte norskandel for frukt og grønt, ettersom vekstsesongen i Norge med friske grønnsaker og frukt er relativt kort (se *Barrierer og mulige virkemidler hos grossist* under).

Kunnskapsbarriere
Ifølge IPSOS oppleves kylling/hvitt kjøtt, hvit og rød fisk som betydelig sunnere enn storfekjøtt og svin, men det er liten forskjell i hvor bærekraftig de ulike kjøttslagene oppfattes. Hvit fisk oppleves som mest bærekraftig, rød fisk betydelig mindre, men noe bedre enn kjøtt. Samtidig oppgir IPSOS at oppdrettsnæringen sliter med omdømmeutfordringer.

Austgulen mfl. [41] finner at mangel på kunnskap om at redusert kjøttforbruk reduserer klimagassutslipp kan være en reell barriere. Manglende kunnskap kan være både reell og tilsynelatende. Tilsynelatende manglende kunnskap kan ha sammenheng med at mange ikke ønsker å redusere kjøttforbruket sitt, og de derfor velger å se på

kjøttforbruk som uproblematisk (såkalt kognitiv dissonans). Flere internasjonale studier finner en positiv korrelasjon mellom oppfatninger om at kjøttproduksjon har negative klimaeffekter og vilje til å redusere kjøttforbruket [42]. En undersøkelse gjort av Opplysningskontoret for frukt og grønt i 2015 viser at de som hadde mest kunnskap var mer positive til å spise friske grønnsaker, og at manglende kunnskap om tilbereding av alternative retter til kjøtt var en barriere for mange for å dreie kostholdet over på mer vegetabilsk mat [43].

Ifølge Bugge & Alfnes [22] ønsker flere å øke proteininntaket sitt, men kunnskapen om proteininnhold i ulike matvarer er begrenset og varierer med alder. Uavhengig av alder svarer over 65 prosent at bønner og linser har høyt proteininnhold, mens under 45 prosent svarer at proteininnhold i proteinrike varer som erter, kornprodukter og brokkoli er høyt. For sopp svarer under 19 prosent at proteininnholdet er høyt. De yngre scorer bedre enn de eldre på grønnsaker og sopp, men dårligere på korn.

Ifølge IPSOS er matsider på internett den dominerende kilden til matinformasjon, etterfulgt av kokebøker, tips på pakningen og matprogram på TV. Facebook har vært sterkt økende de siste årene og brukes av en fjerdedel av befolkningen. Andelen som bruker mobilapper øker, men er fortsatt lav.

Kunnskap og informasjon kan være potensielt viktige virkemidler som kan øke kunnskapsnivået hos forbruker, bidra til at forbruker kan ta informerte valg og endre forbrukeratferd på sikt. For å få til endringer i kostholdet, er det nødvendig med felles kommunikasjonsinnsats på tvers av sektorene og samarbeid mellom offentlig, privat og frivillig sektor. Dette er også omtalt under "Kunnskapsbarriere i kapittel 7.6.3 hovedrapporten Del A".

I tillegg til informasjon om klimagassutslipp fra produksjon av rødt kjøtt og negative helseeffekter av et for høyt forbruk av rødt kjøtt er det viktig at befolkningsrettet kommunikasjon målbærer et positivt budskap om positive klima- og helseeffekter av å spise mer av det som er sunt og bærekraftig. Helsemyndighetenes #MerAv-kampanje er et eksempel på positivt budskap med fokus på økt inntak av grønt, grove korn og sjømat i et helseperspektiv (jf. intensjonsavtalen om et sunnere kosthold).

Det må også utvikles budskap som treffer de målgruppene som trenger det mest i de kanalene de oppsøker informasjon. Ifølge Helsedirektoratet er barn og ungdom/foreldre med hjemmeboende barn en av de viktigste målgruppene å nå fordi det skjer endringer i kostholdet i overgangen fra barn til ungdom. Inntaket av frukt og grønt halveres, og inntaket av fisk og sjømat reduseres dramatisk. En undersøkelse har vist at barn liker fisk i større grad enn foreldrene tror. Mange spiser fisk som barn, men når de blir ungdom spiser de mer enn fire ganger så mye kjøtt som fisk. Helsedirektoratet retter seg ofte mot mor i sine kampanjer fordi mor oftest står for handlingen/ og kostholdsvalgene i familien.[92] Se også punkt over om informasjon/opplæring i skole.

For å redusere inntaket av rødt kjøtt, er det også viktig å nå voksne menn ettersom 25 prosent av disse spiser mer enn 1000 g per uke. Kjøttkonsumet er relativt likt i Nederland hvor helsemyndighetene igangsatte en kampanje rettet mot menn for ett år siden [44]. I Nederland har det også blitt introdusert en nasjonal kjøttfri uke i samarbeid med det private selskapet Green Food Lab og matbransjen [45].

Informasjon om proteininnhold i grønnsaker, sopp og korn kan med fordel økes uavhengig av alder og kjønn. Matvaretabellen.no og appen Nutrimo fra Mattilsynet og Helsedirektoratet gir slik informasjon og kan med fordel gjøres mer kjent. Kampanjer i fysisk aktive miljøer, hvor fokus på proteininntak er spesielt høyt, kan gi stor endring. I Storbritannia resulterte en slik kampanje i regi av organisasjonen hubbub med at 80 prosent av deltakerne halverte kjøttkonsumet i løpet av en tomåneders periode og 86 prosent mente de ville opprettholde dette. Deltakerne ble utstyrt med en fitness tracker og en personlig matplan fra en ernæringsrådgiver. Tilsvarende piloter i de største norske treningskjedene kan bidra til å støtte opp under en bredere informasjonskampanje gjennom at målgruppen hører positive resultater fra "sine egne" og ikke fra myndighetene.

Å gjennomføre en varig atferdsendring forutsetter mange av de samme psykologiske faktorene enten man endrer kostholdsvaner eller begynner med fysisk aktivitet/ slutter å røyke. Det er noe å vinne på å bygge opp en

[92] Dialog med Helsedirektoratet.

kommunikasjonsstrategi som tar tak i hvordan man endrer atferd og hvilke grep som kan øke sannsynligheten for å lykkes.

Ettersom informasjon på pakningen er en av de fire viktigste matinformasjonskildene ifølge IPSOS, kan ulike merkeordninger bidra til at forbrukerne tar gode valg gjennom enkel og tilgjengelig informasjon forutsatt at det ikke blir for mange av dem og bruken av disse er konsistent. Nøkkelhullet (sunnere mat), Brødskalaen (grovhet) og Nyt Norge (bruk av norske råvarer) er frivillige merkeordninger som alle støtter opp under tiltaket. Ifølge IPSOS er det en økende trend at forbrukere handler miljømerkede varer. I tillegg finnes Økologisk (kjemikalier og dyrevelferd). Det finnes ingen standard for klimamerking i dag, men Orkla har innført et merke for "Lavt klimaavtrykk" for sine TORO-produkter. Dette har bidratt til positiv dialog i bransjen. I en workshop Orkla nylig arrangerte om merkeordningen pekte matbransjen på at slik merking kan gi enkel og gjenkjennelig forbrukerinformasjon som kan gi insentiver for bransjen til å redusere utslippene. Samtidig er det en utfordring at merkingen ikke kan brukes på alle matvarekategorier, at den kan gi bedre resultat for mat med lavere næringsinnhold og ikke dekker alle bærekraftsaspekter. Utfordringer med å lage felles merke og behov for sertifisering av beregninger er også en barriere. Bransjen ønsker i første runde å holde i videre arbeid selv, men mener myndighetene bør kobles på for å sikre en nøytral oppfatning av klimamerking.

Preferanse for norskproduserte matvarer
Tiltaket forutsetter økt forbruk av norskproduserte matvarer. Ifølge IPSOS [21] har nordmenn en klar preferanse for norske landbruksvarer. 86 prosent oppgir at det er litt til meget viktig at landbruksvarene er norskprodusert. Trenden er oppadgående. Dette støtter opp under tiltaket. Ifølge IPSOS er det imidlertid en nedadgående trend blant de under 40 år og småbarnsfamilier for hvor viktig det er at landbruksproduktene de spiser er norske. Fram til 2015 steg viljen til å betale ekstra for kortreist mat, men den oppadgående trenden snudde i 2017. 2015 til 2017 falt viljen til å betale ekstra for kortreist mat forbefolkningen totalt sett. Det har imidlertid siden 2009 vært en økende interesse for å kjøpe norskprodusert kjøtt.

Alle varer kan heller ikke produseres i Norge. En dreining av forbruk i retning av frukt og grønt som kan produseres i Norge, vil innebære en betydelig atferdsendring i befolkningen utover det at man legger om kostholdet til mer plantebasert kost og fisk. Valget om å kjøpe norske matvarer framfor importerte matvarer, vil i stor grad bero på om man ønsker å bidra til jordbruksproduksjon i Norge. Bevisstgjøring rundt dette anses som en ekstra barriere utover selve omleggingen av kostholdet. Opplysningskontorene har en viktig rolle for å øke forbruket av norske matvarer.

Tabell T 45. Barrierer og mulige nye virkemidler i forbrukerleddet

Barriere	Mulige nye virkemidler
Vaner og verdier	• Styrket satsing på barn og unge i skole og barnehage • Satsingen kan med fordel være koordinert på tvers av sektorer slik at klima, folkehelse og andre bærekraftsspørsmål dekkes helhetlig • Smakstesting i mat- og helsefaget • Fjerning av merverdiavgift for donasjon av mat til skole
Preferanse for rødt kjøtt	• Produktutvikling av helt/delvis plante- og fiskebaserte produkter • Forbrukerdrevet produktutvikling ved hjelp av sensorisk testing og fokusgrupper. Nofimas FoodSMaCK-satsing forsker på dette • Smakstesting i barnehager, skole og butikker
Pris/privatøkonomisk kostnad	• En avgift på rødt kjøtt vil ha noe effekt på konsumet, men effekten begrenses av flere faktorer som blant annet risiko

Barriere	Mulige nye virkemidler
	for økt grensehandel. Det er behov for mer kunnskap før en kan anslå klimaeffekten av en slik avgift. • En avgift vil ha store fordelingsvirkninger og ramme de mest ressurssvake hardest. Det er behov for mer omfattende analyser av fordelingsvirkningene utover det som er gjort i dette arbeidet. • Gitt de høye privatøkonomiske kostnadene forbundet med tiltaket, er det nødvendig å vurdere virkemidler for å redusere pris på frukt, grønt og fisk eller andre virkemidler for å øke tilgang til slike matvarer dersom Merverdiutvalgets forslag om én sats for merverdiavgift vedtas • Dersom en avgift innføres, kan dette gjøres provenynøytralt og inntektene gå dels til kompenserende tiltak for de som har minst og dels til et omstillingsfond i landbruket
Krav til ferskhet/friskhet for norsk frukt og grønt	• Virkemidler for å sikre lengre holdbarhet for norsk frukt og grønt (se grossistleddet)

Kunnskap	• Kommunikasjonsstrategi for endring av atferd og følgeforskning for å vurdere effekt
	• Kunnskap og informasjon spisset på målgruppe og kanal, sentrale målgrupper er:
	  ○ Barn og unge og foreldre med hjemmeboende barn
	  ○ Voksne menn (fordi 25 prosent av disse spiser mer enn 1000 g per uke)

Preferanse for norskproduserte matvarer	• Opplysningskontorene og Matmerk spiller en viktig rolle for generisk markedsføring av norske jordbruksvarer. Det kan vurderes om dette kan innrettes på en måte som får større gjennomslag i befolkningen.

Barrierer og mulige virkemidler i dagligvarehandelen

I Veikart for grønn handel 2050 [46] sier næringen selv at de har potensial for å ta en katalysatorrolle for en grønnere produksjon og forbruk gjennom bl.a. vareutvalg, merking og plassering av varene, informasjon til forbruker og krav til leverandørene. Dette vil støtte opp under tiltaket.

Informasjon til forbruker: En barriere for informasjon til forbruker er **bærekraftforvirringen** omtalt under "*Barrierer og mulige virkemidler som gjelder i flere ledd i verdikjeden*". Utover det er virkemidler for forbrukerinformasjon omtalt under "*Barrierer og mulige virkemidler i forbrukerleddet*".

Introduksjon av nye produkter begrenses av butikkstruktur og etableringshindre i markedet: Butikkstruktur og markedsadgang har blitt nevnt som barrierer for nye produkter både i intervjuer og workshop. Det er mange, små butikker i Norge og i tettbygde strøk er butikktettheten høy. Dette gir utfordringer med mangel på hylleplass for nye produkter og lokal etterspørsel for alle butikker uavhengig av om de tilhører en av de store kjedene eller ikke. Denne barrieren forsterkes av at lavpriskjedene øker sin andel av totalmarkedet på bekostning av bredsortimentsbutikker [47].

Maktkonsentrasjon og vertikal integrasjon i markedet har av noen blitt trukket fram som en egen barriere mot nye produkter. Andre mener maktkonsentrasjon og vertikal integrasjon ikke er en barriere i seg selv, men forsterker andre barrierer. I en rapport Oslo Economics & Oeconomica [48] har gjort på oppdrag fra Nærings- og fiskeridepartementet omtales stordriftsfordeler i innkjøp og tilgang til attraktive lokaler som de viktigste etableringshindrene i dagligvaremarkedet. Disse etableringshindrene styrker markedsposisjonen til de tre store

kjedene. Andre hindre som omtales er mangel på uavhengige grossister og stordriftsfordeler i distribusjon. Rapporten peker på at det er krevende å bygge ned disse hindrene.

Vi har ikke gjort omfattende analyser av disse temaene selv og viser til flere pågående prosesser hvor utfordringer med butikkstruktur og etableringshindre blir adressert, bl.a. arbeider regjeringen med å styrke håndheving av konkurranselovgivningen og et utkast til lov om god handelsskikk i dagligvarebransjen. Våren 2020 vil det også komme en stortingsmelding om konkurransesituasjonen i dagligvaremarkedet. Vi har vurdert det som lite hensiktsmessig å vurdere ytterligere virkemidler før disse er lagt fram. Det vil være en fordel om stortingsmeldingen adresserer i hvilken grad konkurransesituasjonen begrenser mulighetene for nye bærekraftige produkter.

Introduksjon av nye produkter begrenses av etterspørselsrisiko: Introduksjon av nye produkter er forbundet med etterspørselsrisiko. De preferansene forbrukerne oppgir i spørreundersøkelser, samsvarer ikke nødvendigvis med hva de faktisk kommer til å kjøpe. I IPSOS [21] oppgir stadig flere at de ønsker å redusere sitt kjøttforbruk, hele 24 prosent i 2017. Ifølge Helsedirektoratet [49] var engros kjøttforbruk per innbygger imidlertid uendret fra 2008 til 2017, men foreløpige tall for 2018 viser en reduksjon på 2 prosent fra 2017 til 2018. I veikart for grønn handel 2050 [46] omtales gapet mellom liv og lære som en sentral barriere for grønn handel. Gapet gir risiko for tapt fortjeneste fordi kapital bindes opp i nye produkter som ikke selges eller må selges til nedsatt pris fordi de ikke tilfredsstiller forbrukerpreferansene. Ifølge Virke (2017) [26] overlever få nye produkter det første året, og de viktigste merkene til eksempelvis Orkla ble lansert i perioden 1930-1980. Den underliggende barrieren er vaner (se over). Gitt markedstrendene kan nye bærekraftige produkter være mindre risikable enn andre nye produkter og dermed utgjøre en mulighet for kjedene framfor en barriere. Flere nye plantebaserte produkter har vært umiddelbare salgssuksesser. Dersom virkemidler rettet på å endre vaner lykkes, vil kjedene kunne tape terreng om nye produkter ikke tas inn. Hvorvidt vaner reelt endres, kan overvåkes gjennom hyppigere landsrepresentative undersøkelser som Norkost og Ungkost (se *Barrierer og mulige virkemidler som gjelder flere ledd i verdikjeden*).

Annen hylleplassering kan kreve ombygging og ny kunnskap om forbrukeratferd:

Omplassering av varer kan være dyrt fordi butikklokalene må bygges om. Samtidig oppgir Norgesgruppen at ny plassering av frukt og grønt, fisk og grovbrød har økt salget av disse varene betydelig [50]. Nettoeffekt på omsetning avhenger imidlertid også av hva som skjer med salget av varene som avgir plass. Det finnes mye internasjonal kunnskap om betydning av plassering for atferd, men kunnskap om betydning av plassering for norske forbrukere og effekt på omsetning i det norske markedet kan med fordel styrkes. Det kan være behov for en spissing av forsknings- og innovasjonsmidler for å få til mer slik testing i butikk, men vi har foreløpig ikke god nok oversikt over virkemiddelapparatet til å si dette med sikkerhet. Pågående gjennomgang av og bedre informasjon om virkemiddelapparatet kan øke kunnskapen på dette området (se *Barrierer som gjelder i flere ledd*).

Begrenset bruk av virkemiddelapparatet: I veikartet for grønn handel oppgis manglende kultur for å ta i bruk virkemiddelapparatet som en egen barriere. Ifølge Deloitte [51] bruker 4 prosent av registrerte enheter i handel virkemiddelapparatet. Dette tallet er lavt i forhold til andre bransjer. Pågående gjennomgang av og bedre informasjon om virkemiddelapparatet kan ha betydning.

Tabell T 46. Barrierer og mulige nye virkemidler i dagligvarehandelen.

Barriere	Mulige nye virkemidler
Butikkstruktur begrenser vareutvalg	Avventer flere pågående prosesser: • Forslag til lov om god handelsskikk i dagligvarebransjen • Styrket håndheving av konkurranselovgivningen • Stortingsmelding om konkurransesituasjon i dagligvarebransjen til våren, kan med fordel vurdere tilgang til bærekraftige varer spesielt
Markedsadgang/ etableringshindre kan begrense vareutvalg	
Etterspørselsrisiko: for nye produkter	Usikkert om det er større barrierer for nye plante- og fiskebaserte produkter enn andre produkter. Man kan øke etterspørsel med virkemidler rettet mot forbruker (se Tabell T 45).

Barriere	Mulige nye virkemidler
Plassering: kostnad ved ombygging og mangel på kunnskap om betydning for salg	• Ikke vurdert virkemidler for ombyggingskostnad, uvisst om en reell barriere • Kan være behov for spissing av forskningsmidler for mer kunnskap om plassering, men avventer pågående vurdering av virkemiddelapparatet
Lite bruk av virkemiddelapparatet	Avventer pågående gjennomgang av det næringsrettede virkemiddelapparatet

Barrierer og mulige virkemidler hos grossist

Grossistleddet kan bidra til gjennomføring av tiltaket ved å ta inn nye produkter og velge norskprodusert frukt og grønt i den grad dette er mulig. Ettersom grossistene eies av dagligvarekjedene, er barrierer for vareutvalg de samme som for dagligvarekjedene (over). For frukt og grønt er det imidlertid en utfordring for grossist at norske varer ikke er tilgjengelig eller ikke er tilstrekkelig attraktive hele året. I store deler av lagringssesongen konkurrerer norsk vare mot importvarer. For å øke salgsandelen av norskprodusert frukt og grønt også utenfor sesong, kan styrking av forskning og utvikling innen lagringsteknologi, samt innen sorter/arter som har bedre lagringsevne være aktuelt.

Tabell T 47. Barrierer og mulige nye virkemidler i grossistleddet.

Barriere	Mulige nye virkemidler
Kundekrav til ferskhet/friskhet	• Forsknings- og innovasjonsvirkemidler for å utvikle teknologier som gir lengre holdbarhet for norsk frukt og grønt • Virkemidler for forlenget sesong (veksthus, sortsutvikling, osv., se produksjonsleddet)

Barrierer og mulige virkemidler i matindustrien/foredler

Matindustrien/foredler kan bidra til gjennomføring av tiltaket gjennom å utvikle nye produkter. En sentral barriere for dette leddet er derfor investering i produktutvikling og nye produksjonslinjer med usikker avkastning. Produktsatsinger på norsk korn og kornprodukter (spesielt havre og bygg) og norske vegetabilske proteinkilder vil være viktig for å få gjennomført tiltaket. Se mer om dette under barrierer i produksjonsleddet.

Det finnes både risikoreduserende virkemidler og innovasjonsvirkemidler som kan bøte på usikkerhet hos matindustrien (bl.a. risikolån gjennom Innovasjon Norge og ordninger gjennom Forskningsrådet og SIVA som IPN-prosjekter og SkatteFUNN). Virkemiddelapparatet oppfattes derimot som komplekst av aktørene. Pågående gjennomgang av næringsrettede virkemidler kan ha betydning.

En av aktørene har oppgitt at innovasjonsevnen er redusert fordi de store kjedenes innkjøpsmakt, reduserer lønnsomheten i leverandørleddet. Den økte konkurransen fra kjedenes egne merkevarer har samme effekt. InnoFood, en forskningssatsing ved Nofima, ser på hvordan økt fokus på bærekraft påvirker innovasjon i næringsmiddelindustri og skal utvikle innovasjonsmodeller og verktøy som fører til økt verdiskaping.

NHOs gjennomgang av det næringsrettede virkemiddelapparatet argumenterer for at dagens virkemiddelapparat i for liten grad støtter opp om kommersialisering og at overgangen fra produkt til marked er et krevende knekkpunkt for bedriftene [65]. En mer spisset innretning av innovasjons- og FoU-støtten til matindustrien kan potensielt støtte opp om mer produktutvikling, spesielt hos mindre aktører. Vi har ikke hatt anledning til å gå i dybden på dette og viser til den pågående gjennomgangen av det næringsrettede virkemiddelapparatet.

Utfordringer ved markedstilgang på nye produkter ble også understreket på kostholdsworkshopen som ble avholdt som en del av arbeidet med Klimakur 2030. Deltagere mente det var vanskelig å få innpass for nye produkter hos de tre store kjedene, spesielt gjaldt dette for mindre aktører (se *Barrierer og mulige virkemiddel i detaljistleddet* for mer om markedsadgang, etableringshindre og mulige virkemidler).

En styrket satsing på markedsutvikling som Bondens marked, Mathaller, REKO-ringer og andelskooperativer kan gi mindre produsenter tilgang til alternative salgskanaler. Et økt krav til lokalt produsert mat i dagligvare og restaurantbransjen, kan også insentivere til markedsutvikling. Målet om en omsetning av lokalt produsert mat på 10 milliarder i 2025 er allerede innfridd med totalt 11,25 milliarder i 2018 (5,25 milliarder i dagligvare ifølge tall fra norskmat.no og regjeringen.no og 6 milliarder i restaurantbransjen) [66].

Tabell T 48. Barrierer og mulige nye virkemidler for matindustri/foredler.

Barriere	Mulige nye virkemidler
Investering i produktutvikling og nye produksjonslinjer **Kommersialisering** **Redusert innovasjonsevne pga. prispress**	Avventer pågående prosesser for handelen: • Forslag til lov om god handelsskikk i dagligvarebransjen • Styrket håndheving av konkurranselovgivningen • Stortingsmelding om konkurransesituasjon i dagligvarebransjen til våren, kan med fordel vurdere tilgang til bærekraftige varer spesielt • Forskningssatsingen InnoFood ved Nofima ser på hvordan økt fokus på bærekraft påvirker innovasjon i næringsmiddel-industri og skal utvikle innovasjonsmodeller og verktøy som fører til økt verdiskaping

Markedsadgang	• Avventer pågående prosesser for handelen som over (lov om god handelsskikk, styrket håndheving av konkurranselovgiving, Stortingsmelding)
	• Alternativ markedsutvikling:
	  ○ Styrket satsing på alternative salgskanaler (Bondens marked, andelskooperativer, REKO-ringer)
	  ○ Økt krav til omsetning av lokalprodusert mat i dagligvarehandelen

Barrierer og mulige virkemidler i serveringsbransjen

Storkjøkkenmarkedet tilbyr måltidstjenester og kan bidra til gjennomføring av tiltaket gjennom måltidstilbudet, plassering av mat i kantine, informasjon til forbruker og krav til egne leverandører. Forbrukerbarrierene er i stor grad de samme som for dagligvarekjedene, men serveringsbransjen kan lettere teste ut etterspørselen ved å tilby alternative retter basert på matvarer de allerede har i sortimentet. Kunnskap hos kokkene om hva som er klimavennlig, sunn mat og hvordan dette kan tilberedes, kan være en minst like stor barriere. Krav til leverandørene kan også bidra til å gjennomføre tiltaket. 4Service [52] har innført bærekraftskrav for sjømat for sine leverandører. Ifølge IPSOS oppleves rød fisk som godt, sunt, men lite bærekraftig. Ved å innføre slike bærekraftskrav kan aktørene bidra til å øke fiskekonsumet. Økt kompetanse om slike muligheter og kjennskap til andre selskapers erfaringer med slike krav, vil kunne føre til at flere stiller krav. Dette kan gjøres gjennom nettverkssamlinger, eksempelvis i regi av en bransjeavtale (se *Barrierer og mulige virkemidler som gjelder flere ledd i verdikjeden*).

Barrierer og mulige virkemidler i offentlige kjøkken

Offentlige virksomheter både i stat og kommune kjøper inn store mengder mat- og måltidstjenester hvert år. Disse skal stille miljøkrav i sine anskaffelser av mat- og måltidstjenester, jamfør anskaffelsesloven. Omfanget av miljøkrav som blir stilt av innkjøpere av mat- og måltidstjenester varierer ifølge tidligere Difi (nå Digitaliseringsdirektoratet). Enkelte kantiner oppgir at vegetarmat selger dårligere. Som for andre kantiner, er informasjon til forbruker og attraktive mattilbud viktig. Opplæring- og inspirasjonskurs for kokkene kan være et viktig virkemiddel.

Mangel på kunnskap om hva som er klimavennlig mat og hvordan krav i offentlige anskaffelser skal stilles kan være andre barrierer. Digitaliseringsdirektoratet arbeider med å utarbeide retningslinjer for dette. I Veiviser for krav og kriterier til anskaffelser av mat og måltidstjenester [53] har Digitaliseringsdirektoratet i dag et krav om at det skal tilbys plantebaserte alternativer til utvalgte animalske produkter i avtalesortimentet og jobber med å utvikle krav og kriterier for en klimasmart meny med utgangspunkt i *EUs krav til plantebasert meny* [54] og ernæringsmessige vurderinger. Digitaliseringsdirektoratet vil også gjennomføre ulike aktiviteter for å øke kompetansen knyttet til bruk av kriteriesettet.

Helsedirektoratet har utarbeidet en veileder for å ernæringskrav for mat og måltidstjenester som skal publiseres på nyåret. For å unngå forvirring i innkjøpsleddet, kan det være en fordel om arbeidet med denne veilederen og kriterieveileder for klimasmarte måltidstjenester integreres på sikt.

Noen kommuner stiller krav til innkjøp av mat. Blant annet vil Oslo og Bergen stille krav til kjøttfrie måltid. Oslo vil halvere kjøttforbruket i kommunens kantiner og institusjoner innen utgangen av 2023. Økt kompetanse om slike muligheter og kjennskap til andre kommuners erfaringer med slike krav, vil kunne føre til at flere stiller krav. Det er mulig å få nettverksmidler for erfaringsdeling med andre kommuner gjennom Klimasatsordningen.

Tabell T 49. Barrierer og mulige nye virkemidler for offentlig kjøkken.

Barriere	Mulige nye virkemidler
Manglende attraktive mattilbud	Opplæring- og inspirasjonskurs for kokker
Mangel på kunnskap om hva som er klimavennlig mat	Pågående prosesser hos Digitaliseringsdirektoratet kan bidra til å utvikle nye virkemidler, bla krav og kriterier i offentlige anskaffelser
Mangel på kunnskap om muligheter	Erfaringsdeling mellom kommuner. Det er mulig å få nettverksmidler gjennom Klimasatsordningen.

Barrierer og mulige virkemidler i jordbruket

Tiltaket vil gi betydelige konsekvenser for jordbruket. Dette er omtalt nærmere under i kapittelet *Konsekvenser og fordelingseffekter*.

Her er det gitt en beskrivelse av ulike barrierer for å legge om jordbruksproduksjonen etter endret etterspørsel som skissert i tiltaket. Det er også gitt en vurdering av mulige virkemidler som kan imøtekomme dette. Det har imidlertid ikke vært mulig innenfor tidsrommet til denne utredningen å skissere alle mulige barrierer og virkemidler for omlegging av jordbruksproduksjonen etter endret etterspørsel. Dette skyldes også at det ikke er mulig å vite hvordan kostholdet faktisk vil endre seg over perioden og hvor raskt det vil skje. Det gjøres løpende vurderinger av produksjon og etterspørsel i forbindelse med jordbruksoppgjørene, der virkemidlene innrettes etter behovet for produksjon. For å være enda bedre sikret mot over- og/eller underproduksjon av norske jordbruksvarer enn i dag, kan det være nyttig å utvikle og sammenstille bedre prognoser og estimater for forbruksendringer utover det som gjøres i dag (se *Bedre analyser av forbruksendringer* lenger ned).

Naturgitte forhold begrenser hva slags arealer som er tilgjengelige og hva som kan dyrkes. Klimatiske forhold (temperatur, nedbørsforhold, lengde på vekstsesong m.m.), jordsmonn og så videre setter begrensninger for hvilke vekster som kan dyrkes i ulike deler av landet. Den regionale produksjonsfordelingen i Norge er betydelig preget av kanaliseringspolitikken som er ført fra 50-tallet og framover, hvor man brukte en relativt høy kornpris til å få til en omlegging fra husdyrhold til kornproduksjon i de deler av landet som var best egnet til det, hovedsakelig på flatbygdene på Østlandet og i Trøndelag. Produksjon av gras og husdyr ble hovedsakelig lagt til områder der forholdene ikke ligger så godt til rette for kornproduksjon.

Grønnsaksproduksjonen foregår i hovedsak på Øst- og Sørlandet. Norsk fruktproduksjon skjer primært i to områder, på Vestlandet (Hordaland og Sogn og Fjordane) og på Østlandet (Vestfold, Buskerud og Telemark).

I Norge er 3,7 prosent av landarealet jordbruksareal. Av dette er 2,9 prosent fulldyrka jord, 0,1 prosent er overflatedyrka jord og 0,7 prosent innmarksbeite [55]. I tillegg benyttes store utmarksarealer som beite for storfe og småfe. Det er i utgangspunktet bare fulldyrka arealer som potensielt kan benyttes til frukt og grøntproduksjon. Figur T 42 viser fordelingen i ulike produksjoner på det fulldyrka jordbruksarealet.



Figur T 42. Fordeling fulldyrka jord 2018. Figur hentet fra Mittenzwei mfl. (2020). Kilde: SSB Tabell 05982 [56].

En god del arealer i de klimatisk egnete områdene for korn og oljevekster vil potensielt kunne brukes til grønnsaker, poteter eller frukt. Temperatur- og nedbørforhold, jordkvalitet, hellingsgrad og arrondering har betydning for hvilke vekster som potensielt kan dyrkes. Det er mulighet for å produsere de mengdene av frukt, grønt, korn med mer, som er lagt til grunn som norskandel i dette tiltaket.

Vekstsesong er også en barriere for å få benyttet norskproduserte vekster hele året. Det meste av vekstene modnes samtidig innenfor et kort tidsrom. Det som produseres av mervare i sesong, må bearbeides, konserveres eller lagres for å kunne benyttes utover året. Det er flere norskproduserte varer som per i dag ikke kan langtidslagres, som for eksempel salat, brokkoli, blomkål, plommer og jordbær. Lysforholdene i Norge er også en begrensende faktor når det gjelder smak, avlingsnivå og kvalitet. Kunstig lys i veksthus kan bare delvis kompensere for dette. I store deler av lagringssesongen konkurrerer derfor norsk vare mot importvarer. Økt forbruk i norsk sesong vil dermed sannsynligvis ikke medføre vesentlige kostnader, mens økt forbruk utenfor norsk sesong vil kreve vesentlige investeringer.

Med **strukturelle barrierer** menes utfordringer ved eksisterende infrastruktur og verdikjede. Primærprodusentene er avhengige av etterspørsel fra resten av verdikjeden, både hva forbrukerne etterspør, men også hva dagligvareaktørene ønsker å tilby og hva foredlingsleddet utvikler av ulike produkter. Det er sterk markedskonsentrasjon på leverandør-, distribusjons- og dagligvareleddet og Norge er blant landene i Europa med høyest markedskonsentrasjon [64].

Etterspørselen drives både av forbrukerne og av foredlingsleddet og dagligvarekjedene med mer. Dersom jordbruksforetakene ikke får avsetning på varene i markedet, vil det gi overproduksjon og redusert lønnsomhet for produsentene. Dette kan også gi matsvinn og føre til økte klimagassutslipp. Dersom man produserer mindre av varer som etterspørres, vil importen øke og utslippene skje i utlandet, med de ulempene det gir for norsk matsikkerhet og landbruk over hele landet. Det er derfor viktig for jordbruket og selvforsyningsevnen at endret sammensetning av produksjonen av matvarer er en konsekvens av at etterspørselen endres.

Det er store investeringer bundet opp i eksisterende bygninger, besetning/arealer, maskiner og spesialutstyr for de ulike type produksjonene. Dersom man skal gå over til ny produksjon, er det stor sannsynlighet for at man må bygge om eller bytte ut store deler av bygningsmassen og maskinparken, samt investere i nytt spesialutstyr. Har man høy gjeld og omfattende driftsapparat til dagens produksjon, kan det utgjøre en barriere for omstilling. Det gjør også at eventuelle raske endringer i markedet kan være en utfordring.

Med **individuelle barrierer** menes kunnskap, kompetanse og tradisjon. De ulike primærproduksjonene fordrer spesialisert kompetanse som kan ha begrenset overføringsverdi i en annen produksjon (for eksempel fra husdyr til grønnsaker). Det er også stor forskjell i mengde arbeidsinnsats som trengs for ulike produksjoner, som kan være en barriere for å legge om til annen produksjon. Kornproduksjonen kan drives med relativt beskjeden arbeidsinnsats, mens mange av grøntproduksjonene er svært arbeidsintensive og krever i perioder innleid hjelp i betydelig omfang.

Nær halvparten av jordbrukshusholdningene henter mindre enn 10 prosent av husholdningsinntekten fra næringen. Produsenter som bruker en liten andel av arbeidstiden sin på produksjonen har ikke nødvendigvis ressurser til å opparbeide seg nødvendig kompetanse og små bruk med lav omsetning kan mangle ressurser til nødvendige investeringer. De enkelte landbruksforetakene gjør sine individuelle valg om produksjonstype, produksjonsomfang og organisering – og eventuell omlegging av produksjonen - bygd på vurderinger av økonomi, markedsmessige og naturgitte forhold for sitt foretak.

Barrierer for økt matkornproduksjon

Det produseres i overkant av 1 million tonn norsk korn årlig, og det er i underkant av 11 000 kornprodusenter i Norge. Forbruket av matkorn har vært relativt stabilt de siste 70 årene, men har de siste årene vist en nedadgående tendens. Kornet produseres enten til dyrefôr eller til matkorn (mel/gryn med mer). Hovedandelen av kornet som produseres i Norge, produseres med formål om å brukes til fôr. De naturgitte forholdene i Norge gjorde at det fram til 70-tallet så å si ikke ble produsert annet enn korn til fôr. På 70-tallet ble det satset på forskning som gjorde at det ble utviklet hvetesorter tilpasset norske forhold. Det har gjort at det er mulig å produsere matkorn i Norge, men de naturgitte forholdene er fortsatt bedre for produksjon av fôrkorn enn matkorn.

De siste fem årene har 20 prosent av produsert korn vært av matkornkvalitet. Hvor mye av kornet som har blitt sådd med formål om å brukes til mat, som blir av god nok kvalitet til å brukes til mat, avhenger i stor grad av værforholdene. Selv om produsenten søker å oppnå matkornkvalitet, er det ikke alltid mulig.

Tilgang på arealer

I 2018 ble det dyrket korn, olje- og proteinvekster på nesten 2,9 millioner dekar i Norge, rundt en tredjedel av det fulldyrka arealet. Kornarealet var på det høyeste i 1991 med 3,7 millioner dekar. Årsaker til nedgangen i kornareal er sammensatt.[93] Små, bratte og dårlige arronderte arealer er tatt ut av drift. Noen arealer er omdisponert til andre formål enn landbruk. En del kornareal er lagt om til grovfôrproduksjon.

Arealer som er blitt lagt om fra korn til grovfôrproduksjon, kan i stor grad legges tilbake til korn igjen dersom det anses mer lønnsomt. Det er imidlertid bygd opp en del større fjøs, til melkeproduksjon eller kjøttproduksjon i kornområdene. Disse har investert i både bygninger, maskiner og besetninger. Dette gjør at det på kort sikt vil være lite lønnsomt for disse produsentene å legge om til annen produksjon.

Sortering på kornmottak

De fleste av dagens kornmottak ble bygget fra 1950-tallet til midten av 1980-tallet, for et lite antall varekvaliteter (ulik kvalitet av kornsort). I perioden etter har det vært en reduksjon av antall mottakssteder, men mange av de gjenværende har utvidet sin lagerkapasitet. Kvalitetssortering av mathvete i flere klasser ble etablert på 1990-tallet og er siden videreutviklet.

Dagens anleggskapasitet gir små muligheter for økt sortering i ulike kornkvaliteter. Dette kan gjøre at korn som i utgangspunktet kan ha matkornkvalitet, blir lagt i siloceller med fôrkorn. Mer detaljert oppsplitting av

[93] Fra 2005 har nytt digitalt kartgrunnlag vært tatt i bruk som kontrollgrunnlag ved søknad om produksjonstilskudd. Overgangen er nå fullført. Tall fra Landbruksdirektoratet viser at innføringen av det nye kartverket i perioden 2005–2013 ga en reduksjon i arealet på ca. 3,3 prosent Effekten av nytt kartverk kan både skyldes mer nøyaktige målinger, og at endringer som har skjedd over tid først fanges opp når nytt kartverk tas i bruk.

kvalitetsklasser basert på sorter eller proteininnhold, kunne gjort at en større andel av kornet som produseres i dag kunne blitt brukt til produksjon av matmel.

Barrierer mot økt norskandel i foredling

Det er strengere kvalitetskrav til matkorn enn til fôrkorn, men mye av kornet er brukbart til begge formål. Minimumskrav til matkornkvalitet er dels definert i jordbruksavtalens regler om vare som skal kunne oppnå målpris (for hvete og rug), dels av mølle- og bakeindustriens behov. Hos bakerne går utviklingen generelt i retning av mindre håndverksbaking. De store volumene av bakemel går dermed via større og færre bakerier med mer automatisering og industripreg. Dette stiller økte krav til jevn kvalitet på råvarene til bakemelet. Dette kan igjen føre til at noe av det som kunne blitt benyttet som matkorn heller blir brukt som fôrkorn.

For varer omfattet av EØS-avtalens protokoll 3, herunder brød og bakevarer, er prinsippet for handelen mellom Norge og EU at tollsats (og tilskudd) skal utligne for råvareprisforskjeller mellom Norge og utlandet, mens det skal være fri konkurranse på industrileddet. Dette innebærer at importvernet for bearbeidede kornprodukter er svakere enn importvernet for korn som råvare. Konkurransen fra importerte brød og bakervarer påvirker etterspørselen etter både norskproduserte kornprodukter og norskproduserte kornråvarer.

Etterspørsel etter nye kornprodukter

Den største andelen av matkornproduksjonen er hvete. De siste årene har andelen av hveten som har oppnådd matkornkvalitet variert mellom 31 og 78 prosent. De store variasjonene skyldes varierte værforhold. Bygg, havre og rug av matkornkvalitet utgjør kun en liten del av totalen av matkorn, selv om kornsortene generelt er godt tilpasset norske produksjonsforhold. Dette skyldes primært lav etterspørsel. For bygg og havre er produksjonen langt større enn behovet for matkorn, som dekkes ved utplukking av egnede partier fra den totale tilgangen. Det er derfor rom for å øke konsumet av disse kornsortene, men det avhenger av en kombinasjon av etterspørselsendringer og produktutvikling og teknologi i foredlingsleddet.

Potensial for økt norsk frukt- og grønnsaksproduksjon

Markedet for frukt og grønnsaker skiller seg på mange måter fra øvrige markeder i norsk jordbruks- og matproduksjon. Det er den sektoren i landbruket som har størst importkonkurranse, og det foreligger ingen form for mottaksplikt, tilsvarende det som finnes for kjøtt, melk og korn. Verdikjeden har i tillegg få virkemidler til å regulere markedet. På tross av produksjonsplanlegging kan værforhold bidra til at tilførslene med få dagers mellomrom veksler mellom mangel på produkter og deretter overskudd.

Vekstmuligheter må vurderes både i forhold til hva som er mulig å produsere og hva som er mulig å avsette i markedet. Det er i utgangspunktet mulig å produsere mer av både frukt, bær, grønnsaker og poteter i Norge, både ved å utvide arealet og ved å øke avlingene på eksisterende areal. Abrahamsen mfl. (2019) [57] har for eksempel estimert et potensial for å dyrke erter og åkerbønne på et areal som er vel syv ganger større enn det som blir utnyttet i dag, og rundt åtte ganger større for oljevekster. Den totale mengden proteiner fra norsk produksjon vil potensielt kunne øke med 11 prosent. Gartnerhallen får også ofte henvendelser fra nye produsenter som ønsker å levere grønnsaker til dem, men må takke nei til disse, fordi etterspørselen ikke er stor nok [15]. Etterspørselen etter norskprodusert vare må derfor øke både i foredlingsleddet, storhusholdning, dagligvare og hos forbrukere dersom norsk produksjon av frukt og grønt skal øke.

Etter jordbruksoppgjøret 2019 ble det etablert et rådgivende utvalg bestående av aktørene i verdikjeden, avtalepartene og virkemiddelapparatet som innen 15. mars 2020 skal legge fram en langsiktig plan for styrket innovasjon, vekst og økt norskandel for grøntproduksjoner (grønnsaker inkl. belgvekster, frukt, bær, potet og blomster). Utvalget skal blant annet vurdere markedsmuligheter og ulike markedskanaler, innovasjonsbehov, potensial for produkt- og sortsutvikling, bærekraftige løsninger i produksjonen, samt rekruttering. I dette arbeidet skal man kartlegge dagens situasjon, identifisere ulike muligheter og barrierer, samt forslag til løsninger på disse.

Over 40 aktører har allerede levert innspill på muligheter for å øke vekst og innovasjon i norsk frukt og grøntproduksjon.

Ettersom dette er et arbeid som er i prosess, er utfordringene for å øke norsk produksjon av frukt og grønt ikke nærmere beskrevet her. Siste kjente samlede rapport for utfordringer og muligheter i frukt- og grøntnæringa er fra 2012 [58] og situasjonen kan ha endret seg siden da.

Bedre analyser av forbruksendringer koblet til konsekvenser og muligheter for jordbruket

Som forklart over, er det store usikkerheter i hva slags forbrukerpreferanser og atferdsendringer som vil skje framover. For å bidra til en robust og tilpasningsdyktig landbrukssektor som kan gi matsikkerhet, selvforsyning og andre landbrukspolitiske og samfunnspolitiske mål også i en tid med store endringer, kan det være nyttig å utvikle bedre, standardiserte prognoser og estimater for forbruksendringer, der hovedformålet er å legge ytterligere til rette for en etterspørselstilpasset produksjon. Modellering av forbruksmønstre og atferdspreferanser i et langsiktig perspektiv, utover det markedsregulatorene gjør i dag, vil komme til nytte for både markedsreguleringen, forvaltningen (for eksempel prioritering av støtteordninger over jordbruksavtalen) og produsentene selv i en investeringsbeslutning. Dette vil legge et viktig grunnlag for jordbruksoppgjørene framover. Det kan også bidra til å redusere usikkerhet i referansebanen med hensyn til framskriving av forbruk. Målet bør være å fange opp forbruksendringer på et tidlig tidspunkt for å kunne gi råd og prioriteringer for langsiktige investeringer.

Det vil også være formålstjenlig å gjøre en større analyse av konsekvensene for jordbruket og nødvendige tilpasninger i virkemiddelapparatet for å imøtekomme forbruksendringer. Det er en risiko for at selv med endret virkemiddelbruk vil ikke omstillingen av norsk landbruk for å tilpasse seg endret etterspørsel skje hurtig nok.

For ytterligere omtale av mulige virkemidler, se kapittel 7.6.3 i hovedrapporten del A.

Konsekvenser og fordelingseffekter

Landbruk over hele landet

Tiltaket innebærer betydelige endringer for produksjonsvolumet i jordbruket. Hvordan konsekvensene blir i praksis, vil imidlertid avhenge av hvordan kostholdet endrer sammensetning, blant annet mellom ulike kjøttvarer (storfe, sau/lam, svin) og hvor raskt endringene skjer. Det er ikke mulig å slå fast med sikkerhet hva folk faktisk kommer til å spise i 2030 og hvordan befolkningen velger å innrette kosten sin – selv innenfor kostrådene – siden det er så mange valgmuligheter. Dette betyr at også konsekvensene for jordbruket er usikre. Beregninger for kostholdstiltaket innebærer at alle husdyrproduksjoner, unntatt fjørfe, blir redusert og at norsk jordbruksareal reduseres med over 1 million daa i 2030 sammenlignet med i 2018. Forutsetningen om økt norskandel av forbruket gjør imidlertid at areal til poteter, grønnsaker og frukt øker. Det ligger allerede en forventet økning i kornareal i referansebanen, og kornarealet i tiltaket tilsvarer dette i 2030.

Husdyrproduksjon, inkludert grovfôrarealene, ligger i hovedsak utenfor sentraliserte områder og tiltaket kan derfor skape utfordringer med å opprettholde et landbruk over hele landet. Dette vil avhenge av hvordan differensiering av tilskudd mellom ulike områder blir innrettet. Tiltaket kan også skape utfordringer med å opprettholde en variert bruksstruktur. Sannsynligvis er det produsentene med lavest lønnsomhetsmarginer som først vil falle fra og det er nærliggende å anta at dette vil gjelde små bruk. For noen vil endring i relativ lønnsomhet føre til at man legger om til korn/grønnsaker i den grad arealene kan benyttes til dette. Mesteparten av det grovfôrbaserte husdyrholdet foregår i deler av landet der de klimatiske forholdene umuliggjør slik omlegging. I disse områdene vil det være sannsynlig at drifta avvikles.

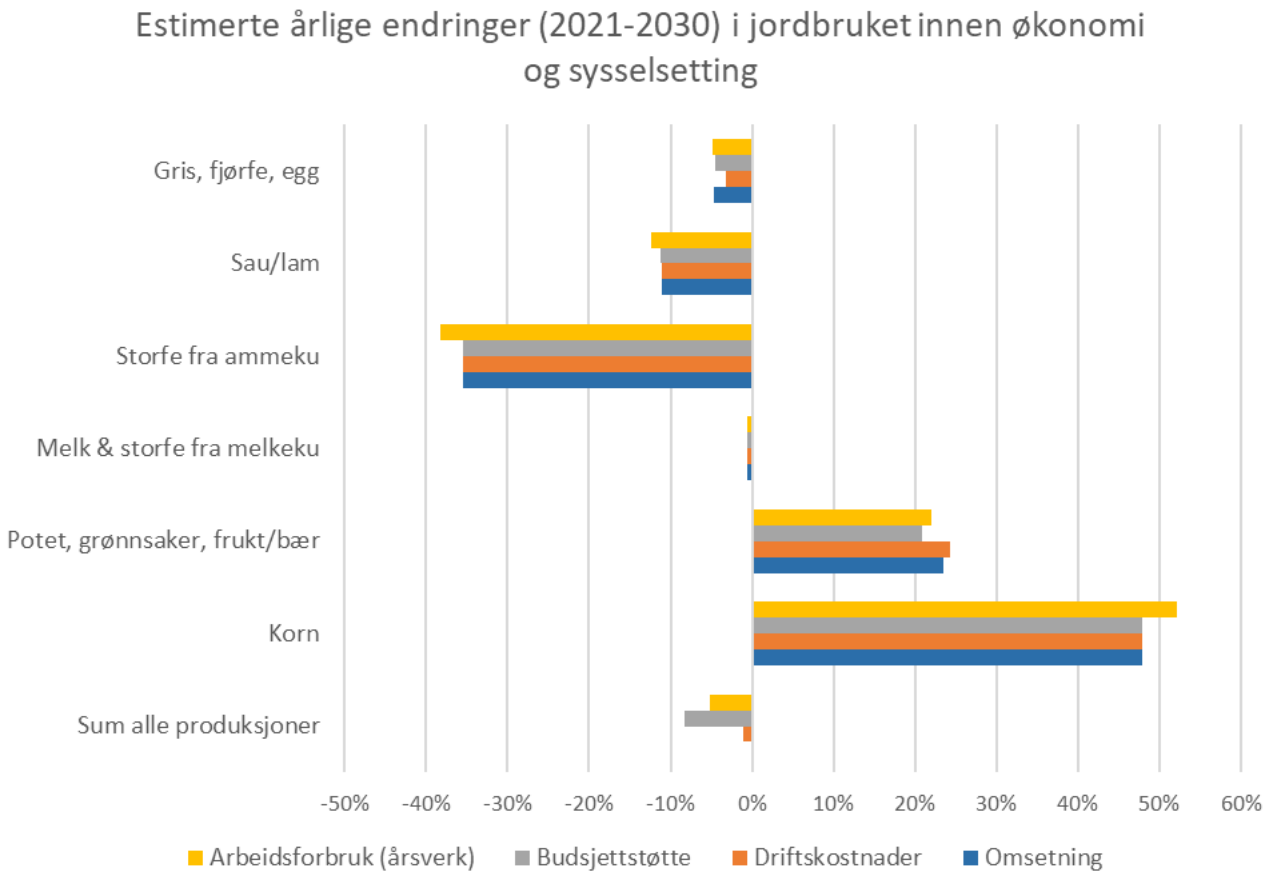
Dersom en ønsker at produksjonstilskuddene skal innrettes på en måte som styrker lønnsomheten i husdyrproduksjonen i distriktene (utover det som gjøres i dag) mer enn i områder der det for eksempel ligger til rette for grønnsaks- og fruktproduksjon, kan det redusere noe av risikoen for nedlegging av produksjon i utkantene. Innretting av produksjonstilskuddene avhenger imidlertid også av hvordan den relative lønnsomheten i de ulike produksjonene endres som følge av kostholdsendringene. Endringer i produksjonsstøtte og målpriser inngår i de

årlige jordbruksoppgjørene, og gjøres på bakgrunn av etterspørsel i markedet med mer. Behov for endringer som følge av kostholdstiltaket må på samme måte vurderes i jordbruksoppgjørene etter hvert som eventuelle endringer i etterspørsel skjer.

Foretaksøkonomiske kostnader i jordbruket

Tiltaket er beregnet å redusere årlige inntekter i primærproduksjonen i jordbruket med 4 prosent (530 millioner kroner i 2019-NOK) i gjennomsnitt i perioden 2021-2030 sammenlignet med referansebanen, inkludert tilskudd med dagens tilskuddssatser [1]. Inntektene er imidlertid ulikt fordelt mellom de ulike produksjonene, og for ammekuproduksjonen ligger inntektene per år i perioden 2021-2030 35 prosent lavere i gjennomsnitt sammenlignet med referansebanen (ca. - 500 mill. kr), mens kornproduksjonen får økte inntekter på 50 prosent (ca. 150 mill. kr) i gjennomsnitt per år, sammenlignet med referansebanen. I Mittenzwei mfl. (2020) er det lagt til grunn uendret produksjonsstøtte per vare. Basert på dagens støttesatser, reduseres behovet for budsjettstøtte i jordbruket med 700 millioner kroner (-8 %) per år i gjennomsnitt i perioden 2021-2030 sammenlignet med referansebanen. Reduksjonen skyldes primært at kjøttproduksjon subsidieres mer per produsert enhet enn produksjonen av plantebasert kost. Arbeidsforbruket (antall årsverk) er totalt sett anslått å bli redusert med 5 prosent (om lag 2000 årsverk) per år i gjennomsnitt over perioden 2021-2030 sammenlignet med referansebanen.

Figuren under viser prosentvis endring innen de ulike produksjonene per år i gjennomsnitt for perioden 2021-2030, sammenlignet med referansebanen.



Figur T 43. Estimerte gjennomsnittlige årlige endringer i jordbruket som følge av kostholdstiltaket i perioden 2021-2030, sammenlignet med referansebanen (i 2019-kr og antall årsverk). Kilde: Mittenzwei mfl. (2020).

I 2018 lå antall årsverk i primærproduksjonen på nesten 46 000 [59]. Sysselsettingen i jordbruket går ned hvert år, og er antatt å ligge på ca. 41 000 i referansebanen i 2030. Nedgangen i sysselsetting som følge av tiltaket (5000 årsverk i 2030) kommer i tillegg og tilsvarer om lag en fordobling av den forventede nedgangen. Spesielt vil sysselsettingen innen ammeku- og saueproduksjonen stå overfor omfattende endringer de neste 10 årene dersom tiltaket innfris. I

dette er kun årsverk i primærproduksjonen inkludert. Nedgang i sysselsetting for slakterier og foredlere av norsk rødt kjøtt er ikke beregnet, men disse næringene vil også bli påvirket. Dersom kostholdstiltaket innfris med alle forutsetninger, vil antall årsverk i 2030 for ammekuproduksjonen være redusert med over 75 prosent sammenlignet med referansebanen. Dersom norskandelen av storfe fra ammeku ikke øker, vil samlet sysselsetting i ammekuproduksjonen gå ned med over 80 prosent sammenlignet med referansebanen. Tilsvarende vil antall årsverk i kornproduksjonen bare økes med 24 prosent og ikke 118 prosent dersom norskandelen ikke styrkes. Virkemidler som øker forbruket av norske jordbruksvarer, som styrking av opplysningskontorene som fremmer forbruk av norske varer og andre informasjonsvirkemidler, vil derfor være viktig for å bøte på de negative konsekvensene av kostholdstiltaket for jordbruket.

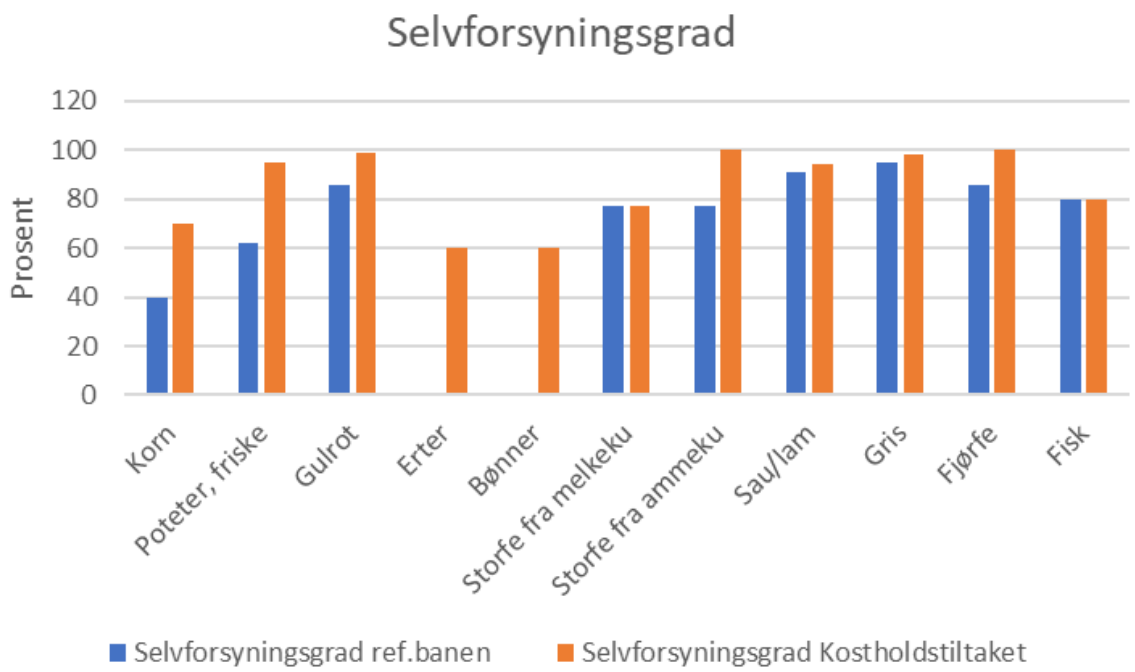
Tabell T 50. Sysselsetting (antall årsverk) i jordbruket i 2030 sammenlignet med referansebanen, med og uten økt norskandel.

Sysselsetting (antall årsverk) i 2030	Sum	Korn	Potet, grønns., frukt/bær	Melk & storfe fra melkeku	Storfe fra ammeku	Sau/lam	Gris, fjørfe, egg
Referansebane	41 139	732	4640	16561	6167	9302	3737
Tiltaket, økt norskandel	35 691	1598	6930	16321	1427	6090	3324
Tiltaket, uten økt norskandel	32 842	908	5 414	16 321	1 098	5 874	3 227
Endring	-5 448	866	2 290	-240	-4 740	-3 212	-413
Endring i %, økt norskandel	-13 %	118 %	49 %	-1 %	-77 %	-35 %	-11 %
Endring i %, uten økt norskandel	-20 %	24 %	17 %	-1 %	-82 %	-37 %	-14 %

Selvforsyningsgrad

Selvforsyningsgraden angir hvor mye av forbruket som er basert på norsk produksjon. Det er ikke korrigert for at norsk matproduksjon delvis er basert på importert fôr. Forutsetningene i tiltaket gir en økning av selvforsyningsgraden med 10 prosentpoeng til 58 prosent for energi sammenlignet med referansebanen i 2030. Tilsvarende øker selvforsyningsgraden basert på protein og fett med henholdsvis 6 og 3 prosentpoeng, til 76 prosent for protein og 57 prosent for fett. Dette avhenger av at man klarer å oppskalere norsk produksjon i tråd med etterspørselsendringene som er forutsatt i scenarioet.

Siden kostholdstiltaket innebærer økt norsk matproduksjon vil noen av matvarene få økt selvforsyningsgrad. Figur T 44. viser selvforsyningsgraden i 2030 i referansebanen og i kostholdstiltaket for noen utvalgte produksjoner. Selvforsyningsgraden øker for de fleste matvarene som her er oppgitt, også rødt kjøtt-produksjonen fra ammeku. Selvforsyningsgraden for storfe fra melkeku og fisk holdes konstant.



Figur T 44. Selvforsyningsgrad i 2030 i referansebanen og i kostholdstiltaket for utvalgte produksjoner. Kilde: Mittenzwei mfl. (2020).

Kulturlandskap og biologisk mangfold

Tiltaket innebærer at tallet på beitedyr vil få en betydelig reduksjon. Sau og ammekyr, som er de dyra som står for den største andelen av beitet i dag, er estimert å bli redusert med nesten 70 og 40 prosent sammenlignet med 2018. Dette vil ha stor betydning for det biologiske mangfoldet og naturtyper som er betinget av beiting. Gjengroing på grunn av opphørt eller redusert beiting er antatt å påvirke over 400 trua arter negativt allerede i dag, og alle de kulturbetingede naturtypene[94] er truet [60]. Ytterligere nedgang i antall beitedyr vil kunne gi økte negative konsekvenser for både arter og naturtyper. Fravær av beite (og/eller slått) gjør det også lettere for fremmede arter å etablere seg, som igjen utgjør en trussel mot naturmangfoldet.

Påvirkningen av reduksjon i beitedyr på biomangfoldet avhenger av mange faktorer, med spesielt hvilke naturverdier det er på de arealene som går ut av drift. Beiter som har blitt gjødslet, har mindre artsmangfold enn arealer som er lite påvirket av gjødsling. Det er i dag størst nedgang i bruken av de minst produktive jordbruksarealene (ugjødsla jordbruksarealer og utmark), som også i mange tilfeller har det største artsmangfoldet. Det er sannsynlig at denne trenden vil fortsette framover, spesielt hvis det blir større lønnsomhetsutfordringer for husdyrnæringa.

Kompenserende virkemidler for å stimulere til økt og målretta beiting fra de dyra som er igjen hvis tiltaket innfris vil være viktig for å kunne møte nasjonale og internasjonale mål og forpliktelser.

Innenfor ordningen med regionale miljøprogram gis det i dag tilskudd for å fremme beiting i områder med prioriterte natur- og kulturlandskapsverdier og styrking av denne ordningen kan kompensere noe av den negative effekten av tiltaket. Andre tilskuddsordninger kan også, i varierende grad, være relevante. Det inkluderer tilskudd til trua naturtyper, tilskudd til trua arter, tilskudd til tiltak i verdifulle kulturlandskap, tilskudd til tiltak for ville pollinerende insekter, og tilskudd til tiltak i utvalgte kulturlandskap i jordbruket. Målrettet stimulering av beiting på de arealene som har størst naturverdier, for eksempel gjennom handlingsplaner, kan også være en mulighet.

Albedo og klimaeffekt ved beiting

Økt gjengroing ved færre beitedyr, vil også gi redusert albedoeffekt. Albedo er et mål på refleksjon, i denne sammenhengen når solinnstrålingen reflekteres fra arealer. Åpne arealer, spesielt når de er dekket med snø, har

[94] Slåttemark (CR), Kystlynghei (EN), Strandeng (VU), Semi-naturlig strandeng (EN), Semi-naturlig eng (VU), Boreal hei (VU)

høyere refleksjon enn gjengrodde arealer. Redusert albedoeffekt er ikke hensyntatt i utregningen av potensialet i dette tiltaket, da det er manglende kunnskap om dette. Ulike studier tyder imidlertid på at albedoeffekter kan ha avkjølende effekt [61].

Nye studier tyder også på at beiting i utmark kan gi en signifikant økning i karbonbinding i dypere jordlag [61], noe som med fordel kan utredes videre.

Vannmiljø

Tiltaket innebærer en økning i korn, potet- og grønnsaksarealer sammenlignet med 2018. Effekten dette vil ha på vannmiljøet, avhenger av hvilke arealer som blir lagt om og hvor de ligger. Det er primært kornarealer som er best egnet for grønnsaksproduksjon. Avrenning av næringsstoffer fra grønnsaksarealer på tidligere kornarealer kan forventes å bli høyere enn i dag [62]. Dersom det er omlegging fra grasarealer til korn- og særlig omlegging til grønnsaksarealer, vil avrenning per arealenhet av næringsstoffer og partikler kunne forventes å øke betydelig.

Det er størst utfordringer med eutrofi[95] fra jordbruksavrenning på det sentrale Østlandet, på Jæren og i Trøndelag. For arbeidet med å nå målene i vannforskriften er det ikke likegyldig hvor det eventuelt skjer en omlegging. Hvis omleggingen kommer i områder med eutrofi vil omleggingen kunne virke negativt og føre til at det blir vanskeligere å nå miljømålene som er satt i vannforskriften i elver og innsjøer, samt kystområdene for eksempel i Oslofjorden.

Økt avrenning fra større arealer med grønnsaker og poteter kan til en viss grad kompenseres med eksisterende avbøtende avrenningstiltak i regionale miljøprogram, eksempelvis fangvekster, og kantsoner som også har karbonbindende effekt, samt fangdammer og lignende via SMIL-ordningen. Det kan også delvis kompenseres gjennom å styrke de regionale bestemmelsene hjemlet i Jordlova når det gjelder krav til jordarbeidingspraksis for å hindre erosjon og næringsstofftap. Det er imidlertid en risiko for at avbøtende tiltak ikke oppveier for økt avrenningen ved overgang til mer åpen åker.

Samtidig vil færre husdyr gi mindre forurensning fra gjødselbruk og gjødselhåndtering til vann og luft (metan og ammoniakk). Den absolutte endringen i avrenning fra de ulike arealene, gitt omfanget av økning/reduksjon innen de ulike produksjonene, er ikke vurdert her ettersom det ikke er mulig å angi nå hvilke områder som potensielt sett vil bli lagt om til annen produksjon. Det vil være viktig å se nærmere på dette framover for å sette inn mest målretta, kompenserende tiltak.

Fisk

Klimagassutslipp fra økt produksjon av fisk inngår ikke i jordbrukets utslippsregnskap og er ikke tatt med i beregningen av den samfunnsøkonomiske tiltakskostnaden. Kostholdstiltaket forutsetter økt forbruk av fisk som dekkes gjennom både økt import og økt norsk produksjon. Norskandelen for fisk er imidlertid uendret. Dersom tiltaket øker produksjonen av fisk i akvakulturnæringen vil det kunne bidra til større påvirkninger på miljøet enn i dag utover økte klimagassutslipp. De største miljøutfordringene for oppdrettsnæringen i dag er rømming av laks og lakselus. Fiskeoppdrett gir også utslipp av næringssalter og organisk materiale. Norskprodusert oppdrettsfisk fôres i stor grad opp på importerte vegetabilske råvarer. Proteinrike råvarer er viktig for å lage et godt fiskefôr, hvor soyabønner er en sentral proteinråvare. Generelt vil økt produksjon av fisk i Norge gi økt import av råvarer til fiskefôr, som igjen gir økte klimagassutslipp i andre deler av verden.

I en rapport fra Bugge & Alfnes [22] kom det fram at eldre (50 år eller eldre) spiser fisk langt oftere enn yngre (49 år eller yngre). Samtidig er yngre og kvinner mer tilbøyelige til å endre spisevaner. Det er derfor viktig å sette inn tiltak overfor den yngre aldersgruppen for å oppnå effekt på sikt. Ifølge en rapport fra Norges sjømatråd [63] peker forbrukerne på pris på sjømat, dårlig utvalg av lettlagde produkter, begrenset tilgjengelighet og liten kunnskap om hvordan sjømaten skal tilberedes som viktige barrierer for å spise mer fisk.

[95] Økt tilførsel av næringssalter, organisk materiale og partikler som kan øke algeveksten i elver, innsjøer og kystvann.

Sammenheng mellom tiltaket og andre tiltak i jordbrukssektoren

Kostholdstiltaket vil potensielt ha konsekvenser for mange av de andre tiltakene som har blitt utredet i jordbrukssektoren. Dersom kostholdsomstillingen beskrevet i tiltaket foregår uten at en optimal balanse mellom produksjon og etterspørsel opprettholdes, kan tiltaket føre til overskudd av visse matvarer og økt **matsvinn**.

Videre kan tiltaket føre til reduserte klimabesparelser i **gjødseltiltakene** og **husdyrgjødsel til biogass**, på grunn av den estimerte nedgangen i husdyr og dertil gjødsel. Endringene i jordbruksareal kan ha betydning for areal som potensielt har behov for **drenering** og beregnede klimaeffekter av dette. Det antas at areal og potensial for karbonbinding gjennom **fangvekster** vil øke. Det antas imidlertid at endringene ikke vil gi utslag for kostnadseffektiviteten av disse tiltakene.

Konsekvensen som følger av at tiltakene er vurdert enkeltvis og antatt å være gjensidig uavhengige er at man ikke kan summere effekten av de enkelte tiltakene for å måle samlet effekt. Gjennomføres alle tiltakene blir samlet utslippseffekt mindre enn summen av effektene når tiltakene vurderes hver for seg.

For å ta høyde for samspillseffekter og for å kunne summere utslippsreduksjonene i de kvantifiserte jordbrukstiltakene, er det gjort en nedskalering av andre jordbrukstiltak som vil bli påvirket av at kostholdstiltaket gjennomføres slik det er beregnet her. Dette gjelder matsvinntiltaket og tiltakene som reduserer utslipp fra husdyrgjødsel, som J03 *Husdyrgjødsel til biogass* og J04 *Diverse gjødseltiltak*. Det er de nedskalerte utslippsreduksjonene som er inkludert i jordbrukskapittelet i hovedrapporten del A.

Globale effekter

Tiltaket er beregnet å føre til en global utslippsreduksjon tilsvarende 6,3 millioner tonn CO_2-ekvivalenter (inklusiv utslippsreduksjon i Norge) for hele perioden 2021-2030 [1]. Dette tallet kan ikke sammenlignes med den beregnede utslippsreduksjonen fra norsk produksjon (4,7 mill. tonn CO_2-ekvivalenter) fordi det er brukt en annen metode for utslippsberegningen[1].

Referanser

[1] Mittenzwei mfl. (2020). Klimakur 2030: Overgang fra rødt kjøtt til vegetabilsk og fisk. NIBIO notat til Miljødirektoratet og Landbruksdirektoratet. M-1497|2019. [Mittenzwei, K., Walland, F., Milford, A. & A. Grønlund].

[2] Statsministerens kontor (2019). Granavolden-plattformen. 17.01.19.

[3] Helsedirektoratet. Utviklingen i norsk kosthold.

[4] SSB (2013). Forbruksundersøkelsen. 17.12.13.

[5] Helsedirektoratet (2012). Norkost 3. En landsomfattende kostholdsundersøkelse blant menn og kvinner i Norge i alderen 18-70 år, 2010-11.

[6] Pettersen mfl. (2017). Klimatiltak i jordbruk og matsektoren. Kostnadsanalyse av fire tiltak. NIBIO Rapport 3(85) 2017. Rapport M-660|2016. Oppdragsrapport for Miljødirektoratet. [Pettersen, I., Grønlund, A., Stensgård, A. & F. Walland].

[7] Landbruks- og matdepartementet & Klima- og miljødepartementet (2019). Enighet om klimaavtale mellom regjeringen og jordbruket. 21.06.19.

[8] Anskaffelsesloven (LOV-2016-06-17-73).

[9] Miljødirektoratet/Miljøkommune.no (2018). Redusere matsvinn og satse på klimavennlig mat. 14.11.18.

[10] Miljødirektoratet/Miljøkommune.no (2018). Webinarer om lokalt klimaarbeid. Høst 2018. 16. oktober: Klimavennlig mat og menyer, og matsvinn.

[11] Miljødirektoratet (2019). FNs klimapanels spesialrapport om klimaendringer og landarealer. Faktaark M-1445|2019.

[12] Vurdering av opplysningsvirksomheten finansiert av midler fra omsetningsavgiften, Rapport fra arbeidsgruppe C til Omsetningsrådet avgitt 28. februar 2019

[13] Hegrenes, A. & F. Walland (2019) Oppdatert beregning av referansebane husdyrpopulasjoner. NIBIO notat 03.05.19.

[14] Walland, F. & A. Hegrenes (2018). Framskriving av husdyrtall og avlinger per dekar. Forutsetninger for jordbrukets framskrivinger. NIBIO.

[15] Mittenzwei mfl. (2017). Status og potensial for økt produksjon og forbruk av vegetabilske matvarer i Norge. NIBIO notat 06.04.17. [Mittenzwei, K., Milford, A. & A. Grønlund].

[16] Virke. Dagligvare- og serveringsmarkedet 2018.

[17] Menon (2018). Konkurranse i dagligvaremarkedet – konkurranse i alle ledd. Menon-publikasjon nr. 33/2018.

[18] Landbruksdirektoratet (2017). Evaluering av konkurransefremmende tiltak i prisutjevningsordningen for melk.

[19] Nortura (2017). Årsmelding – 2016.

[20] Landbruksdirektoratet (2019). Markedsrapport 2018. Vurdering av markedene for norske landbruksvarer. Rapport nr. 3/2019.

[21] IPSOS (2018). Norske spisefakta 2018.

[22] Bugge, A. & F. Alfnes (2018). Kjøttefrie spisevaner – hva tenker forbrukerne? SIFO oppdragsrapport nr. 14-2018 for Norges forskningsråd.

[23] Helsedirektoratet (2019). Utviklingen i norsk kosthold 2018. Matforsyningsstatistikk og forbruksundersøkelser. Rapport IS-2804.

[24] Forskning.no (2013). Vaner viktigere enn selvkontroll. 28.05.13.

[25] Meny.no (2018). Denne vegetarnyheten ble utsolgt på rekordtid. 08.03.18.

[26] Virke (2017). Dagligvarehandelen 2017.

[27] SØA (2019). Effekter av prisregulerende virkemidler rettet mot mat. Oppdragsrapport for Miljødirektoratet. M-1492|2019.

[28] Gustavsen, G. & K. Rickertsen (2013). Adjusting VAT rates to promote healthier diets in Norway: A censored quantile regression approach.

[29] SSB (2019). Grensehandel. 29.11.19.

[30] Menon (2017). Effektene av økende norsk grensehandel – tapte arbeidsplasser, verdiskaping og inntekter til stat og kommune.

[31] NOU 2003:17. Særavgifter og grensehandel – rapport fra Grensehandelsutvalget.

[32] NHH 2019: Hump-shaped cross-price effects and the extensive margin in cross-border shopping.

[33] SSB (2011). Grensehandel. Mest mat i handlekurven. 12.06.11.
[34] Dagbladet.no (2019). Til kamp mot moms på fisk. 03.03.19.
[35] Finansdepartementet (2019). Rapport fra utvalget som har vurdert enklere merverdiavgift. 15.05.19.
[36] Helsedirektoratet (2019). Høringssvar fra Helsedirektoratet 28.08.19, for Høring – NOU 2019:11. Enklere merverdiavgift med én sats.
[37] Finansdepartementet (2018). Grønn skattekommisjon. 04.06.18.
[38] Mittenzwei, K. (2015). Reduserte klimagassutslipp fra produksjon og forbruk av rødt kjøtt: en virkemiddelanalyse med Jordmod. NIBIO oppdragsrapport 1(16) 2015. Oppdragsrapport for Sekretariatet for Grønn skattekommisjon/Finansdepartementet.
[39] Grimsrud mfl. (2019). Preferanser for Grønn skattekommisjons foreslåtte avgifter på rødt kjøtt og veitrafikk. I Samfunnsøkonomen nr. 2 2019, s 40-53. [Grimsrud, K., Sem, I., Lindhjem, H. & K. Rosendahl].
[40] Meld. St. 9 (2018–2019) Handelsnæringen - når kunden alltid har rett. Nærings- og fiskeridepartementet.
[41] Austgulen mfl. (2018). Consumer Readiness to Reduce Meat Consumption for the Purpose of Environmental Sustainability: Insights from Norway, Sustainability, 10(9), 3058. [Austgulen, M., Skuland, S., Schjøll, A. & F. Alfnes].
[42] Bailey, R., Froggatt, A. & L. Wellesley (2014). Livestock-Climate Change's Forgotten Sector. Chatham House
[43] OFG (2015). Totaloversikten 2010-2015. Opplysningskontoret for frukt og grønt.
[44] AirClim (2018). Dutch men encouraged to eat less meat. Acid News No. 4 December 2018.
[45] Foodvalley (2018). Vegetarian for a week: Industry backing boosts Dutch meat-free campaign. 05.07.18.
[46] Virke & LO (2018). Veikart for grønn handel 2050.
[47] Nielsen: Scantrack data (2019).
[48] Oslo Economics & Oeconomica (2017). Etableringshindre i dagligvaresektoren. Oppdragsrapport for Nærings- og fiskeridepartementet.
[49] Helsedirektoratet (2019b). Utviklingen i norsk kosthold 2019. Rapport IS-2866.
[50] Norgesgruppen (2017). Forskningsrapport om sunnere valg i butikk. 30.03.17.
[51] Deloitte (2019). Områdegjennomgang av det næringsrettede virkemiddelapparatet.
[52] Bryn-Helsfyr.no (2019). 4Service tar grep for livet i havet. 24.10.19.
[53] Digitaliseringsdirektoratet. Kriterieveiviseren. Veiviser for bærekraftige offentlige anskaffelser.
[54] Boyano mfl. (2017). Revision of the EU GPP criteria for Food procurement and Catering Services. Green Public Procurement for Food and Catering Services – EU Food and catering services Technical report 3. Se side 42. [Boyano, A., Espinosa, N., Rodriguez, R., Neto, B. & O. Wolf]
[55] NIBIO (2018). Arealressurskart AR5. Årsversjon 2018.
[56] SSB/Statistikkbanken. Tabell 05982: Jordbruksareal, etter bruken (dekar) 1969 - 2018.
[57] Abrahamsen mfl. (2019). Muligheter for økt proteinproduksjon på kornarealene. NIBIO BOK 5(1) 2019. [Abrahamsen, U., Uhlen, A., Waalen, W. & H. Stabbetorp].
[58] Statens Landbruksforvaltning (2012). Vekstmuligheter i grøntsektoren. Rapport nr. 16/2012.
[59] Prop. 120 S (2018–2019). Endringer i statsbudsjettet 2019 under Landbruks- og matdepartementet (Jordbruksoppgjøret 2019). Landbruks- og matdepartementet.
[60] Artsdatabanken (2017). Norsk rødliste for arter 2015. 01.11.17.
[61] Aass mfl. (2019). Klimatiltak i landbruket- en utredning om modeller, karbonlagring og bærekraftig matproduksjon. [Aass, L., Olsen, H. & B. Åby].
[62] Bechmann mfl. (2017). Erosjon og tap av næringsstoffer og plantevernmidler fra jordbruksdominerte nedbørfelt. NIBIO Rapport 3(71) 2017. [Bechmann, M., Stenrød, M., Greipsland, I., Hauken, M., Deelstra, J., Eggestad, H. & G. Tveiti].
[63] Norges sjømatråd (2018). Fiskespiseren. En innsiktsrapport om den norske sjømatkonsumenten.
[64] NOU 2011:4. Mat, makt og avmakt – om styrkeforholdene i verdikjeden for mat.
[65] NHO (2019). Det næringsrettede virkemiddelapparatet. Pengebruk, virkning og forslag til tiltak for framtidig innretning.
[66] Landbruks- og matdepartementet (2019). Salg av lokalmat øker. 12.11.19.

J02 Redusert matsvinn

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Utslippsreduksjon (mill. tonn CO_2-ekv.)	0,078	0,093	0,109	0,125	0,140	0,156	0,180	0,204	0,228	0,252	**0,276**
Utslippsreduksjon 2021-2030	**1,76 millioner tonn CO_2-ekvivalenter**										
Nedskalert utslippsreduksjon (mill. tonn CO_2-ekv.)	0,078	0,093	0,109	0,125	0,132	0,142	0,158	0,173	0,187	0,199	**0,210**
Nedskalert utslippsreduksjon 2021-2030	**1,53 millioner tonn CO_2-ekvivalenter**										
Kostnadskategori	**< 500 kr/tonn CO_2-ekv**										

Beskrivelse av tiltaket

Tiltaket går ut på å halvere det kartlagte matsvinnet målt i kilo per innbygger innen 2030, sammenlignet med 2015. Bransjeavtalens definisjon for matsvinn er lagt til grunn [1]. Den definerer matsvinn som "alle nyttbare deler av mat produsert for mennesker, men som enten kastes eller tas ut av matkjeden til andre formål enn menneskeføde, fra tidspunktet når dyr og planter er slaktet eller høstet". Definisjonen innebærer at menneskemat som ender som dyrefôr er å betrakte som matsvinn (det er ikke slik i eksempelvis EU) og at tap som oppstår før høsting eller slakting ikke er å betrakte som matsvinn. Definisjonen har dermed noen begrensninger i henhold til optimalisering av matressursene våre, blant annet fordi mer av dagens grønnsaks- og dyreproduksjon kunne vært spist dersom våre matpreferanser og -tradisjoner var annerledes. Verpehøns er et slikt eksempel, fordi det er kun sluttproduktet, egget, som hovedsakelig selges på markedet i dag. Grønnsaker som blir liggende på jordet er et annet eksempel på mat som faller utenfor definisjonen. Denne typen ubenyttede ressurser omtales ikke i dette tiltaket fordi det ikke faller innunder matsvinndefinisjonen, men representerer et stort potensial for å oppnå bedre ressursutnyttelse og større utslippsreduksjoner. Barriere- og virkemiddelanalysen som er utført for tiltaket kan også støtte opp om en slik utvikling.

Redusert matsvinn gir redusert behov for å produsere mat. Tiltaket beregner de utslippene som spares inn som følge av redusert norsk produksjon. Klimagassberegningene inkluderer utslipp av samtlige klimagasser og er beregnet som differanseutslipp mellom referansebanen uten tiltak og forventet utslipp med tiltaket.

I beregningen av reduksjonspotensialet er det antatt samme fordeling mellom importert og norskprodusert matsvinn som det er for importert og norskprodusert konsum, hvilket betyr at kun 52 prosent av matsvinnet er norskprodusert og kan bidra til utslippskutt i Norge. Dette er en forenkling og norskandelen varierer mye med hensyn til ulike produkter (se usikkerhetstabell). Det er lagt til grunn en innfasing i tråd med bransjeavtalens delmål i 2020, 2025 og 2030 og antatt lineær innfasing mellom delmålene.

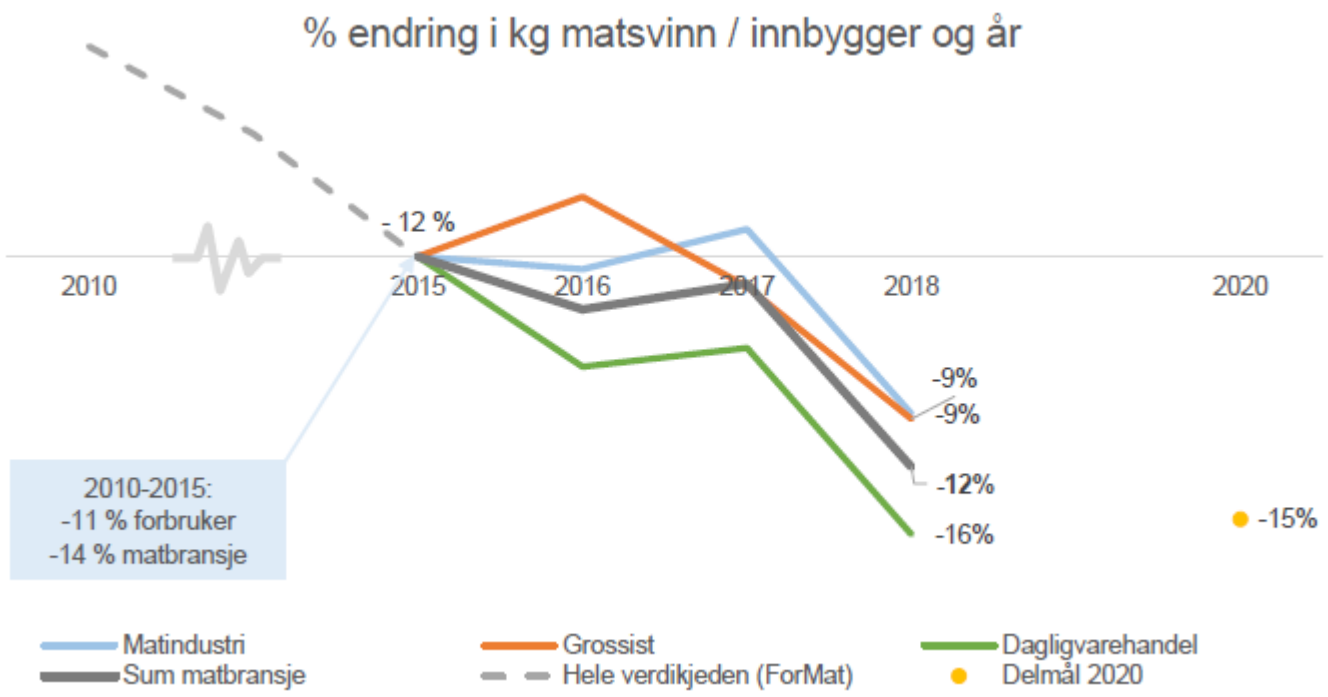
Det kartlagte matsvinnet omfatter matsvinnet fra matindustri (unntatt sjømatnæringen), grossist, dagligvarehandel, hotell, kantiner og kiosk-, bensin-, og servicehandel (KBS), samt husholdningene. Mat som kastes via avløp i husholdninger er ikke kartlagt. Matsvinn fra hoteller, kantiner og KBS var ikke kartlagt ved forrige utredning og tilfører derfor et bredere men begrenset datagrunnlag for denne analysen. Det pågår for tiden kartlegging av matsvinnet fra sjømatnæringen (SINTEF Ocean på initiativ fra Sjømat Norge), landbruket (Landbruksdirektoratet) og restaurantnæring og offentlig sektor gjennom forsknings- og bransjeprosjektet KuttMatsvinn2020. Resultatene

kommer imidlertid først fra og med 2020, det vil si for sent til å inngå i beregning av dette reduksjonspotensialet. Dagens matsvinn og reduksjonspotensialet er derfor høyere enn beskrevet i tiltaket. Matsvinntiltak gjennomføres også i de ikke-kartlagte leddene, og barrierer og virkemidler er derfor beskrevet også for disse aktørene i den grad det har vært mulig selv om disse ikke skal bidra til å gjennomføre reduksjonspotensialet som er beskrevet her.

Bakgrunn

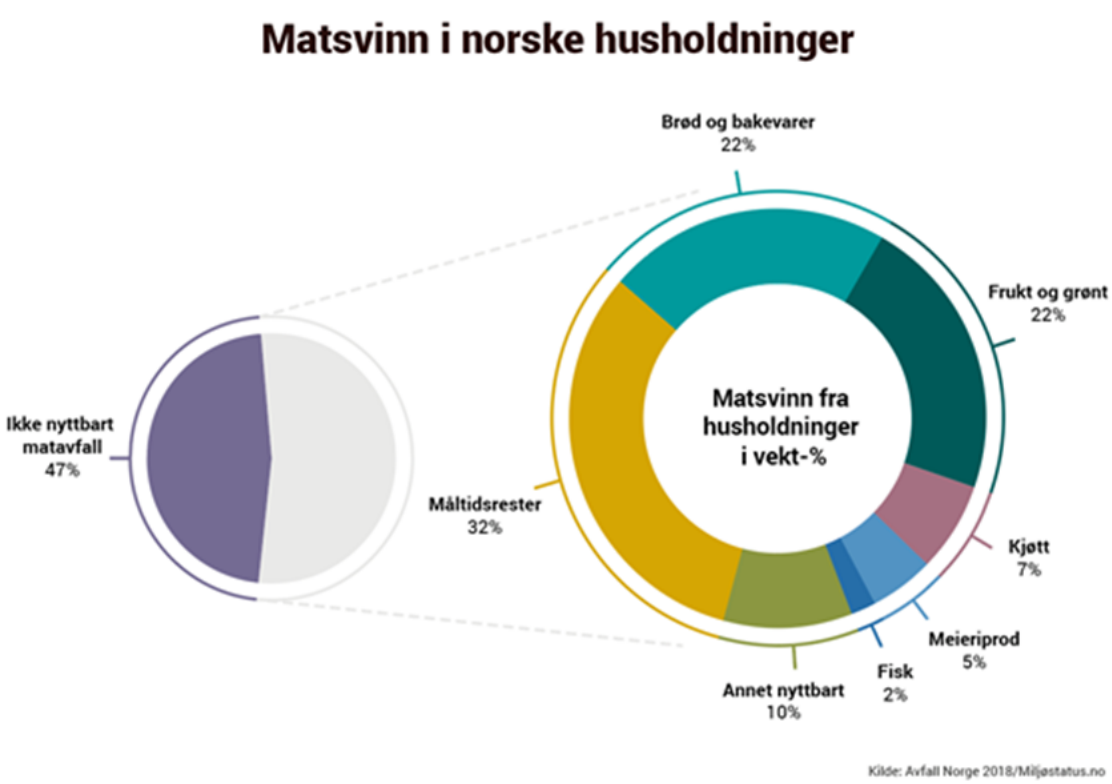
Ifølge Østfoldforskning var total mengde matsvinn i de kartlagte leddene matindustri, grossist, dagligvarehandelen, hotell, kantiner, KBS og husholdningene i Norge beregnet til 390 000 tonn i 2018 [2]. Dette tilsvarer ca. 74 kilo per innbygger. Husholdningsleddet står for over halvparten av det kartlagte matsvinnet (58 %), etterfulgt av matindustrien (20 %), dagligvarehandelen (16 %), hotell, kantiner og KBS (estimert til 5 %) og grossistleddet (1 %).

I de kartlagte leddene i matbransjen gikk matsvinnet (kilo per innbygger) ned med 12 prosent fra 2015 til 2018 [2] (se Figur T 45). For å sikre en sammenlignbar og mest mulig representativ tidsserie, har Østfoldforsknings seneste rapport om nøkkeltall for matsvinn tatt utgangspunkt i at alle bedrifter som har blitt inkludert i datagrunnlaget etter 2015 får et produksjons- og svinnvolum tilsvarende sitt første rapporteringsår for de foregående årene uten svinndata [2]. Reduksjonen er ulik i de ulike leddene i verdikjeden, henholdsvis ca. 16 prosent i dagligvarehandelen, 9 prosent i matindustrien og 9 prosent i grossistleddet. Samlet var det økonomiske tapet (tapt markedsverdi av maten som kastes) i disse tre leddene 8,3 milliarder kroner i 2015 og sank til ca. 7,5 milliarder kroner i 2018 (målt i 2015-kroner). Som følge av det reduserte matsvinnet sparte altså matbransjen inn ca. 0,8 milliarder kroner (12 %) i denne perioden [2].



Figur T 45. Relativ endring i matsvinn (kilo per innbygger) per verdikjedeledd fra 2015 til 2018. Kilde: Østfoldforskning [2].

I husholdningsleddet er det ingen klar trend i retning av økt eller redusert mengde matsvinn per person i perioden fra 2015 til 2018 [2]. Måltidsrester, friske grønnsaker og frukt, samt brød og bakervarer er det forbrukerne kaster mest av [2]. Økonomisk verdi av matsvinnet i forbrukerleddet i 2016 er beregnet til om lag 14 milliarder kroner, 2677 kr/person (2015-kroner) [3].



Figur T 46. Matsvinn i norske husholdninger. Kilde: Avfall Norge 2018/Miljøstatus.no [4]

Dagens virkemidler for kartlagte ledd

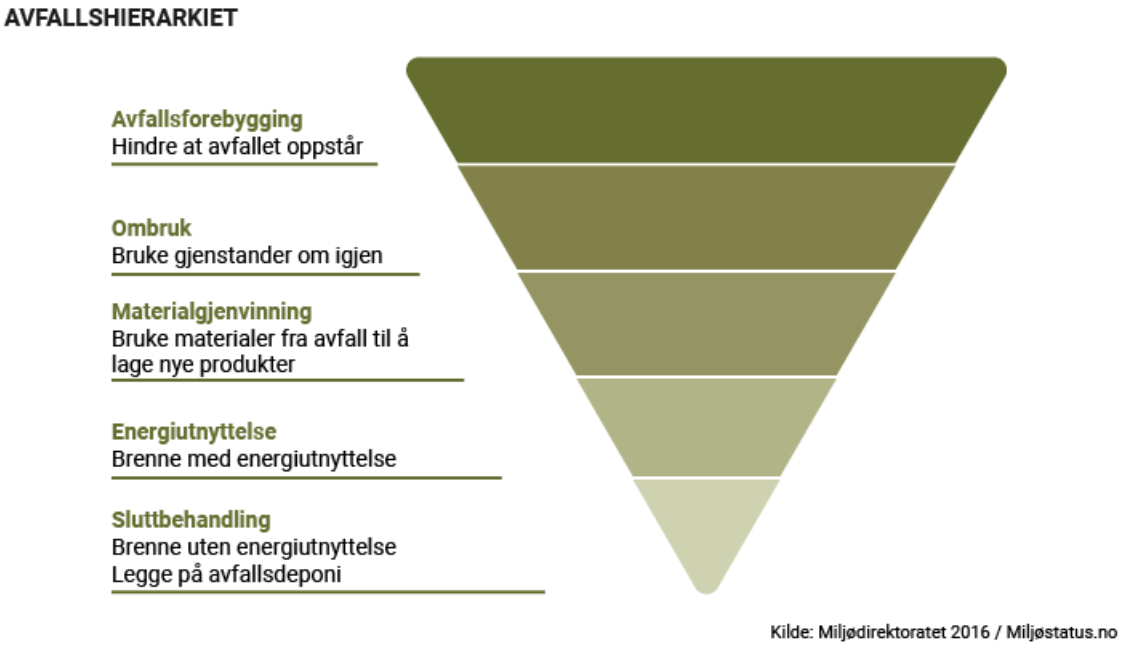
Bransjeavtalen

I 2017 undertegnet regjeringen og den norske matbransjen ved 12 bransjeorganisasjoner en avtale med en målsetting om å redusere matsvinnet i Norge med 15 prosent innen 2020, 30 prosent innen 2025 og 50 prosent innen 2030 i forhold til 2015. I tillegg til bransjeavtalen, har 93 enkeltbedrifter signert en erklæring der de tilslutter seg målene i bransjeavtalen og forplikter seg til å kartlegge og levere data på eget matsvinn, jobbe med tiltak i egen bedrift og i nettverk med andre. Målene gjelder for alle partene i avtalen samlet, det vil si fram til og med forbrukerleddet, og måles i kilo per person per år. Det er ikke vedtatt separate mål for de ulike leddene i kjeden, men samarbeid på tvers av kjeden er et eget punkt i avtalen.

Avfallsregelverket og kommunens rolle i avfallshåndtering

Stortingsmelding nr. 45 (2016-2017), Avfall som ressurs – avfallspolitikk og sirkulær økonomi, gir føringene for den norske avfallspolitikken [5]. Her heter det at god ressursbruk starter med å produsere minst mulig avfall, og forebygging av matsvinn er et eksempel på et viktig forebyggende tiltak. Avfallspolitikken ses som sentral for å bidra til en mer sirkulær økonomi og gjennom avfallspolitikken gis det rammer som stimulerer til å redusere mengden avfall. Avfallshierarkiet angir den prioriterte rekkefølgen for avfallshåndtering i norsk og europeisk avfallspolitikk. Forebygging av avfall er høyeste prioritet – se Figur T 47.

Kommunene har ansvar for håndtering av avfallet som oppstår i husholdningene. De fleste kommuner og interkommunale renovasjonsselskaper har satt seg mål om økt utsortering og avfallsminimering, og noen har også uttalte mål om reduksjon av matsvinn i husholdningene [6]. Kommunenes og renovasjonsselskapenes mandat er i hovedsak avfallshåndtering. Selvkostprinsippet, som de er underlagt, tilsier at kun kostnader ved og inntekter fra lovpålagt håndtering av husholdningsavfall skal inngå i beregningen av avfallsgebyr.



Figur T 47. Avfallshierarkiet viser en prioritert rekkefølge for avfallshåndtering, hvor forebygging er øverste prioritet. Kilde: Miljødirektoratet 2016/Miljøstatus.no [7].

Informasjonsvirkemidler

Det er mange ulike informasjonsvirkemidler som skal bidra til reduksjon av matsvinn. De fleste av disse er rettet mot husholdningene/forbruker.

Miljødirektoratet har laget en veileder [8] for hvordan kommunene kan redusere matsvinn, med eksempler på matsvinntiltak som kan gjennomføres i kommunene, støttemateriale for kommunalt ansatte med mer. Det er kommunene som har ansvaret for håndtering av avfallet som oppstår i husholdningene, og flere kommuner har selv tatt en pådriverrolle overfor husholdningene for å kutte matsvinn gjennom informasjonskampanjer med mer.

For offentlige virksomheter som drifter eget kjøkken og leverandører av måltidstjenester til det offentlige har Digitaliseringsdirektoratet (tidligere Difi) laget en veileder [9] for hvordan det kan lages en plan for å forebygge og redusere matsvinn.

Supplerende holdbarhetsmerking med formuleringen "ofte god etter" er utarbeidet av bransjen og anvendes i dag på en rekke produkter i kombinasjon med "best før"-datoen. Slik merking gir et forlenget tidsrom for bruk og kan derfor redusere matsvinnet i både dagligvarehandelen og husholdningsleddet.

Det er også flere nettsider med informasjon om matsvinn (som Matportalen.no eller Matvett.no). Her kan forbruker finne informasjon om tiltak for å forebygge og redusere matsvinn, blant annet råd for oppbevaring av matvarer, veiledning om holdbarhetsmerking og restematoppskrifter. Matvett har også samarbeidet med kommuner og matindustribedrifter om forbrukerorienterte annonsekampanjer på reklameplakater, handlevogner og melkekartonger. De har i tillegg laget en veileder [10] sammen med Østfoldforskning for å kartlegge matsvinn i offentlige virksomheter.

Økonomiske virkemidler

1. juli 2016 innførte regjeringen fritak for merverdiavgift ved uttak av mat som blir levert vederlagsfritt til veldedige formål. Avgiftspliktige aktører i matbransjen skal ikke lenger beregne merverdiavgift på uttak av mat- og drikkevarer som leveres vederlagsfritt til mottakere som er registrert i Enhetsregisteret. Mottakeren på sin side må dele ut varene på veldedig grunnlag. Hensikten med fritaket var å fjerne et hinder for donasjon og å bidra til at flere aktører vil donere mat til veldedighet framfor å kaste den maten som ikke lenger kan selges i butikk. Bakgrunnen for fritaket er blant annet arbeidet til regjeringen med å redusere matsvinn. I november 2019 bestemte regjeringen at matgaver

til veldedighet også skal fritas for særavgift som rammer *sjokolade- og sukkervarer, alkoholfrie drikkevarer og drikkevareemballasje* [11]. Fritaket vil innføres etter rammene for tilsvarende mva-fritak.

Matsentralen i Oslo ble opprettet i 2013 med bistand fra blant andre Landbruks- og matdepartementet, Matvett og Kirkens Bymisjon. Landbruks- og matdepartementet forvalter en tilskuddsordning der målet er å bidra til å opprettholde aktiviteten i organisasjoner som arbeider innenfor landbruks- og matpolitiske satsingsområder, og i 2019 ble Matsentralen Norge tildelt syv millioner kroner til arbeidet med å redusere matsvinn og gi mat til vanskeligstilte. Departementet har økt denne støtten til 7,8 millioner for 2020.

Matvett er mat- og serveringsbransjens selskap for å forebygge og redusere matsvinn. Selskapet har mottatt støtte fra både Klima- og miljødepartementet, Landbruks- og matdepartementet, samt Barne- og likestillingsdepartementet.

LOOP er en non-profitt-stiftelse som jobber for at folk skal kaste mindre og kildesortere mer. De mottar en grunnstøtte fra Klima- og miljødepartementet. Gjennom LOOP Miljøskole og sortere.no bidrar de til økt kunnskap og forståelse for nytten av avfallsreduksjon.

De siste årene er det delt ut midler til matsvinnprosjekter i flere norske kommuner gjennom støtteordningen *Klimasats*.

Referansebanen og utslippsreduksjonspotensial

Tiltaket skaleres i tråd med bransjeavtalens mål på 15 prosent reduksjon av matsvinnet (i kilo per innbygger) innen 2020, 30 prosent innen 2025 og 50 prosent innen 2030 i forhold til 2015. Dette er basisåret for bransjeavtalen, og selv om tiltakets analyseperiode er fra 2020, skal matsvinnet altså halveres sammenlignet med 2015.

Reduksjonene i bransjeavtalens mål er ikke fordelt på de ulike leddene i verdikjeden av hensyn til å unngå at matsvinn forskyves fra et ledd til et annet. Den relative reduksjonen i hvert ledd er derfor også antatt lik i denne analysen. Det finnes ingen offisiell referansebane for matsvinn. I dette arbeidet er det forutsatt at matsvinnet fram til 2030 holder seg på dagens nivå (basert på siste kartlagte år, 2018) målt i kilo per innbygger. Det er også tatt utgangspunkt i SSBs hovedalternativ fra 2018 for befolkningsvekst fram mot 2030 [12], hvilket betyr at selv om matsvinnet målt i kilo per innbygger holdes konstant, forventes total mengde matsvinn å øke fra 399 000 tonn i 2015 til 423 450 tonn i 2030 for de segmentene som er kartlagt i dag. Tilsvarende utgangspunkt gjelder for tiltaksanalysen, det vil si at selv om matsvinnet målt i kilo per innbygger blir halvert, vil total mengde matsvinn bli redusert med 44 prosent, fra 399 000 tonn i 2015 til 221 500 tonn i 2030 [13].

Utslippsreduksjonene beregnes som de utslippene som "spares" ved redusert produksjon i Norge av maten som ikke lenger kastes (i kartlagte ledd). Disse utslippsreduksjonene beregnes som differansen mellom tiltakets referansebane og forventet utslipp med tiltaket. Dersom produksjonen av maten som ikke lenger kastes opphører, fører det til lavere utslipp fra kilder til lystgass og metan i jordbrukssektoren sammenlignet med tiltakets referansebane, blant annet fra husdyrenes fordøyelse og fra lagring og spredning av husdyr- og mineralgjødsel.

Det er gjort en grov nedskalering av utslippsreduksjonene i matsvinntiltaket med utgangspunkt i at kostholdstiltaket allerede er blitt gjennomført og at det dermed er færre husdyr og mer vegetabilsk produksjon enn om man beregner opp mot referansebanen. Matsvinnet for matvarene kjøtt, korn, frukt og grønt er derfor blitt korrigert. De nedskalerte utslippsreduksjonene for matsvinntiltaket kan dermed summeres med andre tiltak og inngå i beregningsgrunnlaget for 50 prosent reduksjon av ikke-kvotepliktige utslipp. Nedskaleringen av utslippsreduksjonen for matsvinntiltaket, som følge av at kostholdstiltaket gjennomføres, er på 24 prosent i 2030, og på om lag 13 prosent for de akkumulerte utslippene for perioden 2021-2030. Det er de nedskalerte utslippsreduksjonene som inngår i hovedrapporten og i alle figurer der alle sektorer er med. I dette tiltaksarket omtaler vi derimot tiltaket som om det blir gjennomført isolert sett og uavhengig av andre tiltak, og benytter derfor de ikke-skalerte beregningene. Kostnadskategorien forblir uendret etter nedskaleringen av utslippsreduksjonene.

Utslippsreduksjoner som følger av redusert behov for å produsere norsk mat er estimert til 1,8 millioner tonn CO_2-ekvivalenter i jordbrukssektoren for perioden 2021-2030[96]. I 2030 er utslippene av henholdsvis metan og lystgass 183 000 og 94 000 tonn CO_2-ekvivalenter lavere enn tiltakets referansebane.

Det er sannsynlig at virkemidlene som settes inn har effekt utover endt tiltaksperiode, men på grunn av store usikkerheter i tiltakets referansebane for matsvinn og i tiltaksanalysen er det ikke forsøkt å inkludere utslippsreduksjoner utover 2030. Dette betyr at tiltaket i praksis er mer samfunnsøkonomisk lønnsomt enn hva det angitte reduksjonspotensialet skulle tilsi, på grunn av at utslippsreduksjoner som oppnås i etterkant av analyseperioden ikke er med.

I tillegg er det utført en forenklet livsløpsanalyse (LCA) for å estimere utslippsreduksjoner som følge av redusert behov for emballering, lagring og transport i de kartlagte verdikjedeleddene (se "Utslippsbesparelser i andre sektorer og andre miljøeffekter"). Disse er ikke inkludert i utslippsreduksjonspotensialet, og inngår heller ikke i utslippsregnskapet for jordbruket.

Tiltakskostnad

Tiltaket er i kostnadskategorien under 500 kr/tonn CO_2-ekvivalenter.

Stensgård mfl. (2020) har beregnet samfunnsøkonomiske kostnader for alle de kartlagte leddene i verdikjeden [13]. Redusert matsvinn kan gi redusert ressursbruk og betydelig samfunnsgevinst. Total samfunnsøkonomisk gevinst er i rapporten beregnet til 19 milliarder kroner, og tiltakskostnaden til -10 000 kr/tonn CO_2-ekvivalenter.[97]

At tiltaket har en negativ kostnad per tonn utslippsreduksjon betyr at samfunnet samlet sett vil spare både penger og bidra til å redusere klimagassutslippene fra norsk landbruk gjennom tiltaket. Merk at ettersom tiltakskostnaden er negativ vil kostnadsbrøken antyde at samfunnsøkonomiske lønnsomme tiltak blir mindre lønnsom etter hvert som utslippsreduksjonen øker.

Figur T 48 viser den totale samfunnsøkonomiske kostnaden av tiltaket, fordelt på kartlagte ledd i verdikjeden. Redusert matsvinn er samfunnsøkonomisk lønnsomt for alle bransjeledd som er inkludert i denne analysen. Tidsforbruk og reduserte innkjøpskostnader i husholdningsleddet står for hhv. den største samfunnsøkonomiske kostnaden og den største samfunnsøkonomiske besparelsen. Det er i analysen antatt at hver husholdning må bruke ti minutter mer per uke knyttet til planlegging, nedfrysing, uttak fra fryser, og vurdering av eget matlager for å halvere eget matsvinn. Denne forutsetningen er svært usikker og det ble derfor utført en følsomhetsanalyse, som viste at tidsbruken kan øke med opptil ca. 85 prosent (til 18,5 min per uke) før tiltaket ikke lenger er samfunnsøkonomisk lønnsomt dersom de andre forutsetningene holdes uforandret [13].

[96] Utslippsreduksjon er beregnet sammenlignet med referansebanen NB2020 (avviker noe fra utslippsreduksjonen beregnet i Stensgård mfl (2020), men samme modell er benyttet). Tiltaket er nedskalert til 1,5 millioner tonn CO_2-ekvivalenter når det er tatt hensyn til at kostholdstiltaket gjennomføres parallelt.

[97] Kostnadsberegningene for matsvinntiltaket er hentet fra Stensgård mfl (2020) men beregnet med en annen versjon av referansebanen enn utslippsreduksjonene. Utslippsreduksjonene er beregnet i tråd med referansebanen NB2020. Dette har imidlertid relativt liten effekt for kostnadene (resultatene er robuste), fordi det er liten variasjon mellom de to referansebanen som er benyttet.



	Sum nåverdi	Hushold-ningene	Serverings-bransje	Dagligvare-handel	Grossist	Matindustri
Reduserte varekostnader	-45099	-31503	-2352	-3420	-442	-7381
Redusert avfallshåndtering	-1244	-890	-66	-103	-21	-164
Reduserte transaksjonskostnader	-4878	-5098			220	
FoU	725	725				
Økte driftskostnader/ redusert driftsmargin	4203	1859	688	789		867
Økt tidsforbruk	19172	19172				
Nedprising	-71		-4	-26	-2	-39
Redistribusjon (ikke medregnet)	184			69	14	101
Investeringer	7620			1960		5660
Økt forbruk av kraftfor	535			232		303
Sum (ekskl. redistribusjon)	-19037	-15736	-1733	-568	-244	-755

Figur T 48. Sum netto nåverdi samfunnsøkonomiske kostnader for halvert matsvinn per verdikjedeledd fordelt på kostnadskomponent. Kilde: Stensgård mfl. (2020) [13]

Stensgård mfl. (2019) har identifisert en del kostnadskomponenter som **ikke er kvantifisert** i denne analysen, blant annet på grunn av usikkerhet og begrenset tid [13]:

- **Redistribusjon av mat** krever innsatsfaktorer som drift av mottaksapparat med mer. Basert på Matsentralens kostnader (5000 kr/tonn håndtert matsvinn) og antatt mengde redistribuert (unngått) matsvinn har Stensgård mfl. (2019) estimert totale kostnader knyttet til redistribusjon til å være 22,7 millioner kroner per år [13]. Denne kostnaden er ikke inkludert i analysen da det antas at det er store positive samfunnsøkonomiske effekter knyttet til redistribusjon av mat. Redistribusjon kan blant annet bidra til å lette på trykket for sosialtjenester fra myndighetene (lokalt og nasjonalt), men dette er foreløpig ikke kvantifisert/kartlagt [13]. Samfunnets betalingsvillighet for redistribusjon av mat er trolig tilnærmet lik, eventuelt høyere enn dagens kostnad, ettersom redistribusjon gjøres gjennom svært kostnadseffektive tjenester som i stor grad er basert på frivillig arbeid.
- **Færre arbeidsplasser:** Det reduserte matsvinnet kan føre til at antall arbeidsplasser i avfallsbransjen og i landbruket reduseres.
- **Redusert redistribusjon og salg av matvarer til dumpet pris:** Gjennom forebyggingsarbeid som bedre logistikk- og bestillingsrutiner, investeringer og økt tidsforbruk er det sannsynlig at flere bedrifter vil ha mindre tilgengelig mat som doneres og selges til dumpet pris. Samtidig vil innføringen av matsvinntiltak hos andre bedrifter kunne bidra til å kompensere for denne effekten. Effekten er derfor ikke kvantifisert i analysene, men kan være en mulig bedriftsøkonomisk besparelse.

Usikkerhet

Tabell T 51. Usikkerhetselementer av betydning for tiltakets utslipps- og kostnadsberegninger.

Type usikkerhet	Beskrivelse	Betydning
Usikkert startpunkt	Datagrunnlaget for analysen bygger på informasjon fra et begrenset utvalg av aktører.	Liten betydning.
Usikker referansebane for matsvinn	Ingen offisiell referansebane for matsvinn. I hvilken grad matsvinntiltakene som allerede er igangsatt utløser endringer fram til 2030 er ikke tatt hensyn til.	Liten betydning. Matsvinnreduksjon og utslippsreduksjoner (som følge av vurderte virkemidler) kan være noe overestimert.
Usikkerhet i referansebane for jordbruket	Usikkerhet i referansebanen for jordbruket kommer blant annet av usikkerhet i befolkningsframskrivingen fram mot 2030, andel importerte matvarer og mulige endringer i nasjonalt regelverk og subsidier som påvirker den norske produksjonen, og usikkerhet i forventede atferdsendringer blant konsumenter.	Liten betydning.
Usikkerhet i utslippsreduksjonene	Usikkert i hvilken grad målene i bransjeavtalen oppnås innen 2030. Blant kartlagte ledd er det i husholdningene det er størst usikkerhet vedrørende oppnåelse av reduksjonsmålene.	Risiko for overestimering av utslippsreduksjonene. Liten/middels betydning, fordi faktisk reduksjons-potensial (hvis ikke-kartlagt matsvinn er inkludert) er større enn estimert her.
	Forenklet antakelse om importandel på 48 % (varierer mye med hensyn til ulike produkter[98]).	Risiko for over- og underestimering av utslippsreduksjonene. Kan variere fra produkt til produkt og slå ulikt ut. Liten/middels betydning.
	Varegruppesammensetningen av matsvinnet (for eksempel hva består gryte- og tallerkenrester av) og utviklingen av denne over analyseperioden er usikker.	Liten/middels betydning. Mulig over-/underestimering på grunn av ulik klimaeffekt av ulike matvarer.
	Usikker beregning av utslippsreduksjoner.	Liten betydning. Estimert endring i utslipp av metan og lystgass er i samme størrelsesorden som usikkerheten i utslippene i jordbruket i det norske utslippsregnskapet [15].

[98] Det er stor variasjon i importandelen for ulike typer matvarer; f.eks. er 100 % av det norske konsumet av fersk melk og egg norskprodusert, mens for en rekke planteprodukter som korn/mel, frukt, bær, grønnsaker ligger denne andelen ned mot og under 50 % [14].

Type usikkerhet	Beskrivelse	Betydning
Usikker innfasing	Usikker antagelse om lineær innfasing mellom delmålene, på grunn av usikkerhet i virkning og valg av virkemidler, samt at det foreligger bedre kunnskap om nærliggende matsvinnkutt enn de som kreves på sikt for å nå målene i bransjeavtalen.	Liten betydning, da det er sannsynlig at pågående matsvinnsatsinger og -kartlegging vil videreutvikles og styrkes.
Usikker kostnad	Usikkert hvor mye ekstra tid som må brukes for å redusere matsvinn i husholdningene[99], på grunn av mangel på statistikk over tid brukt til planlegging av innkjøp/matlaging og usikkert om det er sammenheng mellom tidsforbruk og redusert matsvinn [13].	Liten/middels betydning. Følsomhetsanalysen [13] viste at tidsbruken kan øke med opptil ca. 85 % (til 18,5 min per uke) før tiltaket ikke lenger er samfunnsøkonomisk lønnsomt dersom de andre forutsetningene holdes uforandret.
	Varegruppesammensetningen av matsvinnet og utviklingen av denne over analyseperioden er usikker.[100]	Mulig over-/underestimering, fordi kostnadseffektiviteten varierer etter varegruppe[101]. Liten betydning for bedrifter fordi de vil mest sannsynlig følge antakelsen om å redusere matsvinn på mest bedriftsøkonomisk måte.
	Usikkerhet i kostnadsdata fra matbransjen (preget av et begrenset utvalg og sprikende besvarelser fra bedrifter) [13].	Liten betydning for den samfunnsøkonomiske analysen, siden disse kostnadene ikke utgjør en stor andel av den totale kostnaden.
	Usikker antagelse om full sysselsetting.[102] For den samfunnsøkonomiske analysen vil det si at et eventuelt tap av arbeidsplasser som følge av redusert produksjon ikke vises som et økonomisk tap. Omstillingskostnader er heller ikke inkludert.	Mulig underestimering. Liten betydning, fordi økt fokus på matsvinntiltak kan gi flere arbeidsplasser i matbransjen (det er antatt økte lønnskostnader i bransjen). Det vil kunne kompensere for eventuelle merkostnader knyttet til forutsetningen om full sysselsetting og null omstillingskostnader.

Det er krevende å si om usikkerhetene i sum fører til over- eller underestimering både av utslippsreduksjoner og kostnader. Stensgård mfl. (2020) peker på at nedbrytingen på varegrupper, bredere dekning av matbransjen samt forankringen i verdikjeden for matvarer har gjort at denne analysen er beheftet med lavere usikkerhet enn tidligere anslag, og at erfaringer vil bidra til å redusere usikkerheten i senere analyser [13]. Ettersom store andeler av matsvinnet ikke er kartlagt i dag, er det liten risiko for at tiltaket overestimerer reduksjonspotensialet.

[99] Det er i analysen antatt at hver husholdning må bruke ti minutter mer per uke knyttet til planlegging, nedfrysing, uttak fra fryser, og vurdering av eget matlager for å halvere eget matsvinn. Denne forutsetningen er svært usikker [13].
[100] Usikkerheten varierer også mye på tvers av varegrupper på grunn av at ikke alle varegrupper er representert i de innrapporterte kostnadsdataene [13].
[101] Det er for eksempel relativt dyrt å redusere matsvinn av frukt og grønt, så hvis det framtidige reduserte matsvinnet består av en høyere andel frukt og grønt enn antatt vil tiltaket bli mindre lønnsomt.
[102] Full sysselsetting vil si all frigjort arbeidskraft går inn i annen sysselsetting med samme verdi som utgangspunktet.

Det er også usikkerhet i kostnader for aktørene hvor matsvinnet ikke er kartlagt, som for eksempel hvor store utgifter ulike primærprodusenter i jordbruket vil få knyttet til investering i teknologi for å redusere sitt matsvinn. Kostnadsestimatene inkluderer kun kostnadene knyttet til reduksjonen i det allerede kartlagte matsvinnet.

Barrierer og mulige virkemidler for kartlagte ledd

Det identifiserte utslippsreduksjonspotensialet gjelder kun for det kartlagte matsvinnet, det vil si for husholdningene og flere av de profesjonelle leddene i matvarekjeden: matindustri (unntatt sjømatnæringen), grossist, dagligvarehandel, hotell, kantiner og kiosk-, bensin-, og servicehandel (KBS). Barriere- og virkemiddelvurderingen er derfor inndelt etter kartlagte og ikke-kartlagte ledd. Førstnevnte omtales i denne delen.

Samarbeid gjennom verdikjeden blir stadig mer vanlig, og er og vil være viktig med hensyn til å redusere matsvinn mest mulig effektivt. Det jobbes med å øke informasjonsdeling og samarbeid gjennom verdikjedeleddene, primært fokusert inn mot bestillingsrutiner og logistikk [13]. Høye krav til råvare- og ferdigvarekvalitet er et eksempel på en barriere som spenner over flere ledd i verdikjeden og som er ekstra krevende for den enkelte aktør (spesielt matindustri) å jobbe med alene [2]. For å overkomme denne og andre barrierer er det derfor behov for økt samarbeid mellom primærledd, matindustrien, dagligvarehandelen, grossistene og serveringsbransjen, samt felles arbeid mot forbruker [13].

Privatøkonomisk analyse

Den privatøkonomiske kostnadsanalysen viser at det er lønnsomt (negativ netto nåverdi) for husholdningene og serveringsbransjen å gjennomføre tiltaket [13]. De andre verdikjedeleddene som skal gjennomføre tiltaket (dagligvarehandel, grossist og industri) har derimot merkostnader. Disse representerer kostnadsbarrierer i form av investeringskostnader, FoU, økte driftskostnader og reduserte driftsmarginer. Tiltaket er estimert til å være privatøkonomisk lønnsomt for husholdningene på grunn av reduserte matvarekostnader. Samtidig er det regnet med at redusert matsvinn innebærer en tidskostnad for husholdningene. Det er stor usikkerhet knyttet til sammenhengen mellom tidsbruk og redusert matsvinn, og økt tidsbruk utover det som er lagt til grunn i tiltaket vil redusere den privatøkonomiske lønnsomheten. Privatøkonomiske kostnader relatert til matdonasjon er kort omtalt i avsnittet om matkastelov og -donasjon under.

Økt deltagelse i bransjeavtalen

Stor oppslutning og deltakelse fra aktører i alle ledd av kjeden er viktig for at bransjeavtalen om reduksjon av matsvinn skal få størst mulig effekt. Fra matindustrien er 55 prosent av aktørene representert, målt i markedsandel. Fra dagligvarebransjen er omkring 98 prosent av virksomhetene tilsluttet avtalen. Det samme tallet er litt lavere for serveringsbransjen der kiosk/bensinstasjon er representert med 50 prosent av markedsandelen, hotellnæringen med 53 prosent, kantiner med 82 prosent, mens for restaurantnæringen er det kun en liten andel (8 %) av bransjen som har tilsluttet seg avtalen så langt. Fra sjømatnæringen er i dag ca. 80 prosent av virksomhetene som setter sjømatprodukter på det norske markedet representert gjennom sjømatnæringens kartleggingsprosjekt.

Økt kunnskap og informasjonsarbeid om bransjeavtalen kan bidra til å få flere aktører med. Gode eksempler på aktører som har redusert matsvinn kan i større grad løftes fram som et ledd i dette. Vervekampanjer er også en mulighet. Det er arrangert årlige signerings-arrangement og her kan bransjeorganisasjonene jobbe for å skape enda større oppslutning. Ytterligere rekruttering kan også gjøres fra offentlig sektor. For eksempel er ikke kommuner, skoler, barnehager, sykehjem eller andre offentlige virksomheter som drifter egne kjøkken deltakende i bransjeavtalen i dag. Kravene i Digitaliseringsdirektoratets nye veileder ved kjøp av kantinetjenester er utarbeidet i tråd med bransjeavtalen, og for eksempel kan bestilleren kreve at leverandøren har signert bransjeavtalen. Dette kan være et effektivt virkemiddel for å skyve flere aktører inn som deltakere.

Tid og kunnskap hos forbrukere

Forbrukerundersøkelser utført på vegne av Matvett viser at matsvinn som oppstår i husholdningsleddet hovedsakelig skyldes mat som blir glemt i kjøleskap/matskap (31 % av matsvinnet). Dette kobles opp mot at tid er en viktig faktor for matsvinn, hvor undersøkelsene viser at personer i full jobb og med flere barn kaster mest. Den nest største årsaken til at matsvinn oppstår i husholdningsleddet er passert holdbarhetsdato (26 % av matsvinnet). Dette kan skyldes en kombinasjon av manglende tid til planlegging av måltider og manglende kunnskap om hva som er reell holdbarhet for ulike matvarer [2].

For å redusere matsvinnet må det tas høyde for at forbrukerne ofte har liten tid til planlegging av innkjøp og måltider. Her kan teknologiske innovasjoner tilrettelegge for mindre matsvinn. Et eksempel er "smarte kjøleskap" som hjelper husholdningene holde oversikt over hva som befinner seg i kjøleskapet, når varene går ut på dato, eller foreslå oppskrifter basert på maten som er i kjøleskapet. Slike kjøleskap er imidlertid kostbare per i dag. Enklere og billigere teknologiske løsninger er apper som deler handlelister mellom familiemedlemmer. Dette sparer tid og unngår at flere kjøper samme vare. Handling på nett kan også bidra til å spare tid og redusere svinn ved at man planlegger innkjøpene og måltidene bedre. Ny teknologi kan i tillegg bidra til at mindre mat blir kastet, som for eksempel teknologi for å absorbere etylengass som gir lengre holdbarhet.

Det er også nyttig om alle deler av produktet (som f.eks. hver yoghurt i en flerpakning) har holdbarhetsdatoen oppført slik at forbruker er sikker på holdbarhet når deler av produktet eller pakningen er spist eller fjernet. Produktmerking differensiert etter hvordan maten oppbevares eller tilberedes (se 'Strenge krav i matinformasjonsregelverket' nedenfor) kan også redusere matsvinnet i dagligvarehandelen og husholdningsleddet. Ved utarbeidelse av slike tilleggsopplysninger er det særlig viktig med tydelig og lett forståelig informasjon slik at det blir enkelt og trygt for forbrukeren.

For å få til atferds- og holdningsendring hos forbrukere kan det være behov for å ta i bruk virkemidler utover standard informasjons- og holdningskampanjer. Økt bevissthet om hvor maten kommer fra, hva som er i sesong, og hvor mye arbeid og tid som går med til å produsere den vil kunne påvirke forbruker til å kaste mindre og i større grad akseptere matvarer som ikke er "perfekte", men som kan spises. Skolehager kan gi et viktig bidrag til dette. Større utbredelse og oppslutning innen andelslandbruk, REKO-ringer, matkooperativer og urbant landbruk kan også medvirke til dette. Dersom slike arenaer legges til steder hvor forbrukere allerede ferdes og/eller til digitale kanaler som for eksempel facebook-grupper (som REKO) er mulighetene for økt oppslutning høyere.

Unge forbrukere kaster mest

Forbrukerundersøkelsene viser at de under 40 år kaster mest mat, mens de over 65 år kaster minst [16]. I løpet av årene forbrukerundersøkelsene har pågått har det skjedd et demografisk skifte, som også er synlig i besvarelsene ved at en ser at generasjonen som kaster minst mat har blitt eldre. Det kan knyttes til at den yngre generasjonen ikke har tilegnet seg samme matkunnskap som etterkrigsgenerasjonen. Undersøkelsene viser at alle unge kaster mye, uavhengig av kjønn, inntekt, arbeidssituasjon og bosted, men at det er ulik atferd og holdninger som påvirker matkastingen [17]. De yngste (18-32 år) er dårligst til å oppbevare maten riktig, noe som peker på en kunnskapsbarriere. Samtidig er respondentene under 25 år tilsynelatende mer bevisst over miljøeffekten av matsvinn enn de andre aldersgruppene [17], noe som er et godt utgangspunkt for arbeid med atferdsendring.

Virkemidler for økt kunnskap og holdningsendring kan ut ifra dette med fordel fokuseres mot skolen. Bedre utdanning i bruk av sansene for vurdering av kvaliteten på mat, opplæring i hva datomerking betyr og kreativ bruk av restemat eller uperfekte grønnsaker kan integreres både i mat og helsefag i skolen og i kokkeutdanningen. Skolehager kan også øke barnas verdsetting av mat og bevissthet rundt ressursbruken ved matproduksjon.

Høye krav og utsortert mat

I dag kastes store mengder mat som fortsatt er spiselig på grunn av høye krav til utseende og kvalitet fra forbrukere og dagligvarekjeder. Det kastes også spiselig mat på grunn av etablerte forsyningsmønstre fra dagligvare og

spisevaner hos forbruker, for eksempel at varer som sau og høns har hatt lav etterspørsel, og at dagligvare som konsekvens ofte ikke tilbyr dette.

Oppmuntring til økt forbrukeraksept av produkter som ikke passer inn i strenge kvalitetsstandarder eller etablerte spisemønster kan være et viktig virkemiddel for å redusere matsvinnet. I utvalgte Bunnpris-butikker gis det for eksempel 30 prosent rabatt på "snåle" frukt og grøntvarer, og informasjonsplattformer som MatPrat.no har oppskrifter for sau osv.

Etablering av nye markeder for utsortert mat kan også være et virkemiddel for å redusere svinnet. Her kan man utnytte mindre perfekte varer eller dyr/deler av dyr som normalt ikke tas i bruk. Resultatet kan være både nye matvarer og såkalte "plussprodukter" som for eksempel proteinpulver og kosttilskudd. Dette kan bidra til næringsutvikling.

Den samfunnsøkonomiske analysen for denne utredningen peker på at investeringskostnader for matsvinntiltak, spesielt knyttet til nye produksjonslinjer og maskiner, er en utfordring for mange matindustribedrifter [13]. Samtidig belyses det at slike investeringer blir nødvendig for å oppnå 50 prosent reduksjon i matsvinnet. Dermed etterspør flere bedrifter i matindustrien en form for Enova-støtte (se *Virkemidler for forskning og innovasjon* i sektorkapittelet for jordbruk i hovedrapporten del A) for matsvinn-investeringer [13]. Innovasjonsstøtte for å etablere nye bedrifter som tar i bruk den utsorterte maten kan også være et viktig virkemiddel. NHO argumenterer for i sin gjennomgang av det næringsrettede virkemiddelapparatet at dagens virkemiddelapparat i for liten grad støtter opp om kommersialisering av nye produkter eller systemer, og at overgangen fra produkt til marked er et krevende knekkpunkt for bedrifter [18]. Markedsbarrieren ble også understreket på matsvinn-workshopen som ble avholdt som en del av arbeidet med Klimakur 2030 – hvor deltagere mente det var vanskelig å få innpass for nye produkter eller mindre leverandører hos de store kjedene (Norgesgruppen, Coop og Rema) som ofte har sterke og etablerte forhold til leverandører. Ifølge Virke [19] overlever få nye produkter det første året, og de viktigste merkene til eksempelvis Orkla ble lansert i perioden 1930-1980. Den underliggende barrieren er vaner (se kostholdstiltaket).

Myndighetene kan også bidra til økt bruk av utsortert mat. I første runde kan det utvikles bedre prognoser for forbruksetterspørsel som vil hjelpe med produksjonsplanlegging og unngå overproduksjon (se *Behov for bedre analyser av etterspørselsendringer* i sektorkapittelet for jordbruk i hovedrapporten del A). I tillegg kan det offentlige som en viktig markedsaktør bidra til bruk av slik mat, gjennom egne innkjøp, anskaffelseskriterier (se *Krav og veiledning for offentlige virksomheter* nedenfor) og styrking av opplysningskontorene sin rolle på matsvinnområdet.

Kommunenes rolle

Arbeid med å forebygge avfall og minimere matsvinn er en naturlig forlengelse av arbeid med riktig håndtering av avfall og økt utsortering, som ligger i kommunenes mandat for avfallshåndtering. Likevel gjør selvkostprinsippet at det kan være utfordrende for kommuner og interkommunale renovasjonsselskap å forsvare at de bruker ressurser til dette arbeidet [6], fordi renovasjonsgebyret kun skal dekke kostnader knyttet til avfallshåndteringen. Dersom for eksempel kommunale og interkommunale kommunikasjonskanaler også skal benyttes til å kommunisere om reduksjon av matsvinn i husholdningene og avfallsminimering generelt, kan det være behov for at de får et tydeligere mandat for å arbeide med og sette av ressurser til dette [6].

Kommende rapportering til EU

Rapporteringen til EU om matavfall vil være forskjellig fra arbeidet med bransjeavtalen om redusert matsvinn. For eksempel er EU-kommisjonen opptatt av at det kommer på plass en mer helhetlig tilnærming til hvordan man måler mengden matavfall, mens bransjeavtalen har som mål å redusere matsvinn i henhold til et spesifikt måltall.

Teknologisk utvikling og digitalisering i matnæringen

Mangel på utbredt digitalisering i ordresystemer, lagerkontroll og strekkoder er en barriere for at dagligvarehandelen reduserer matsvinnet sitt. I dag hender det at butikkmedarbeidere registrerer holdbarhet på hver enkelt matvare manuelt, noe som gir dårlig oversikt både for bedriften og eventuelle veldedige organisasjoner

som maten doneres til. Bransjen er allerede i en omstillingsprosess, for eksempel knyttet til innføring av nye digitale ordresystemer og bruk av programvarer som sporer utløpsdatoer. Slike systemer kan bidra til bedre oversikt, deling av data og økt samarbeid mellom verdikjedeleddene, noe som kan bidra til betydelig svinnreduksjon på tvers av verdikjedeleddene i matbransjen [13]. Et annet eksempel er ny digital standard for strekkoder (som QR-koder) som inkluderer holdbarhetsinformasjon. Dette vil kunne gi butikkansatte bedre oversikt over hvilke matvarer som nærmer seg utløpsdato, og veldedige organisasjoner som butikker har samarbeid med kan få tilgang til denne holdbarhetsoversikten og dermed bedre forutse hvilke matvarer de vil motta de nærmeste dagene [20]. Konkurransehensyn kan derimot være en barriere for digital informasjonsutveksling mellom verdikjedeleddene, og her kan en tydeliggjøring av regelverk rundt eierskap og riktig bruk av slik data være et virkemiddel for bedre samarbeid.

Det finnes allerede apper som identifiserer produkter som går ut på dato og fasiliterer salg av overskuddsmat, som eksempelvis TooGoodToGo.

Optimalisering av produkt- og emballasjedesign, som for eksempel bedre åpne/lukke-mekanismer og mindre porsjoner for single husstander, samt bedre lagringsteknologi, kan også redusere svinn. Et nyttig virkemiddel for å få fart på teknologiutvikling og digitalisering kan derfor være en skarpere innretning av innovasjons- og FoU-støtten til matindustrien, for eksempel ved å vurdere innovasjonsgrad eller verdiskapnings-potensial etter andre kriterier (se *Virkemidler for forskning og innovasjon* i sektorkapittelet for jordbruk i hovedrapporten del A). I "Veikart for grønn handel" [21] etterspør næringen flere insentiver for sirkulære tiltak og investeringer, som for eksempel en MiljøFUNN-ordning etter modell av SkatteFUNN (se *Virkemidler for forskning og innovasjon* i sektorkapittelet for jordbruk i hovedrapporten del A). Næringen påpeker at tiltak bør rettes spesielt mot små og mellomstore bedrifter som har stort potensial i en sirkulær økonomi, men begrensede ressurser til innovasjon og utvikling.

Strenge krav i matinformasjonsregelverket

Deltagere på matsvinn-workshopen som ble avholdt som en del av arbeidet med Klimakur 2030, trakk fram at matinformasjonsforskriften, herunder regelverket om holdbarhetsmerking, kan være en barriere for å redusere matsvinn. Regelverket skal sikre at maten er trygg å spise, men fordi den bare tillater én datomerking (sammen med en beskrivelse av oppbevaringsvilkårene som skal overholdes for å sikre den angitte holdbarheten) kan den føre til svinn av visse varer. Det er opp til produsentene å avgjøre hva som er rett merking av det enkelte produkt, og hvorvidt det skal brukes "siste forbruksdag", framfor "best før", som er merkingen man stort sett bruker. For fisk har det vært en praksis med streng tolkning av dette. Et eksempel er fisk som primært skal selges for rå konsumering og er datomerket med "siste forbruksdag" for dette. Slik fisk har lengre holdbarhet om den varmebehandles før konsum. Regelverket tillater ikke to datomerkinger for rå versus varmebehandlet mat, noe som kan føre til at fisk som fremdeles kan spises kastes i dagligvareleddet eller hos forbruker. En regelverksendring som tillater flere holdbarhetsdatoer kan bidra til å redusere matsvinn. En annen tilnærming kan være at produsenten selv legger til en beskrivelse av tilberedning som kan forlenge holdbarheten av produktet. Matinformasjonsregelverket åpner for dette, men en viktig forutsetning er at slike tilleggsopplysninger ikke fører til forvirring hos forbruker. Fordi dette innspillet ikke nødvendigvis kom fra et representativt utvalg av aktører er det vanskelig å estimere hvor stort omfanget av dette problemet er og hvor mange produkter det gjelder.

God handelsskikk og strengere krav til oppfølging av etiske retningslinjer

Forslag til lov om god handelsskikk ble sendt på høring i mai 2019. Loven skal blant annet sørge for mer forutsigbare avtaler mellom leverandørene og resten av bransjen [22]. Ett av hovedpunktene i lovforslaget er krav om regler om ansvar for håndtering av svinn og reklamasjoner, og om oppsigelser og fjerning av varer fra sortimentet i alle avtaler mellom dagligvarekjeder og leverandører. Fordeling av ansvar for matsvinn vil kunne gjøre samarbeidet på tvers av verdikjeden og med donasjonsaktører betraktelig mer effektivt. Dermed vil lov om god handelsskikk kunne være et styringseffektivt virkemiddel for reduksjon av matsvinn dersom endelig lovtekst er hensiktsmessig utformet.

I november 2019 la etikkinformasjonsutvalget fram sin utredning om hvorvidt næringsdrivende skal pålegges en informasjonsplikt knyttet til samfunnsansvar og oppfølging av leverandørkjeder [23]. Utvalget foreslår en lov om

åpenhet om virksomheters leverandørkjeder, kunnskapsplikt og aktsomhetsvurderinger. Utredningen har fellestrekk med Miljøinformasjonsloven, som blant annet regulerer rettighetene for tilgang til informasjon om virksomheters miljøpåvirkning. En eventuell informasjonslov som den utredet av etikkinformasjonsutvalget vil kunne styrke og synliggjøre forbrukernes informasjonsrettigheter, og det er mulig at dette vil ha fordeler også for reduksjon av matsvinn (som økt forbrukerbevissthet og bedre samarbeid i verdikjeden), da dette er en problemstilling knyttet til flere aspekter av bærekraft.

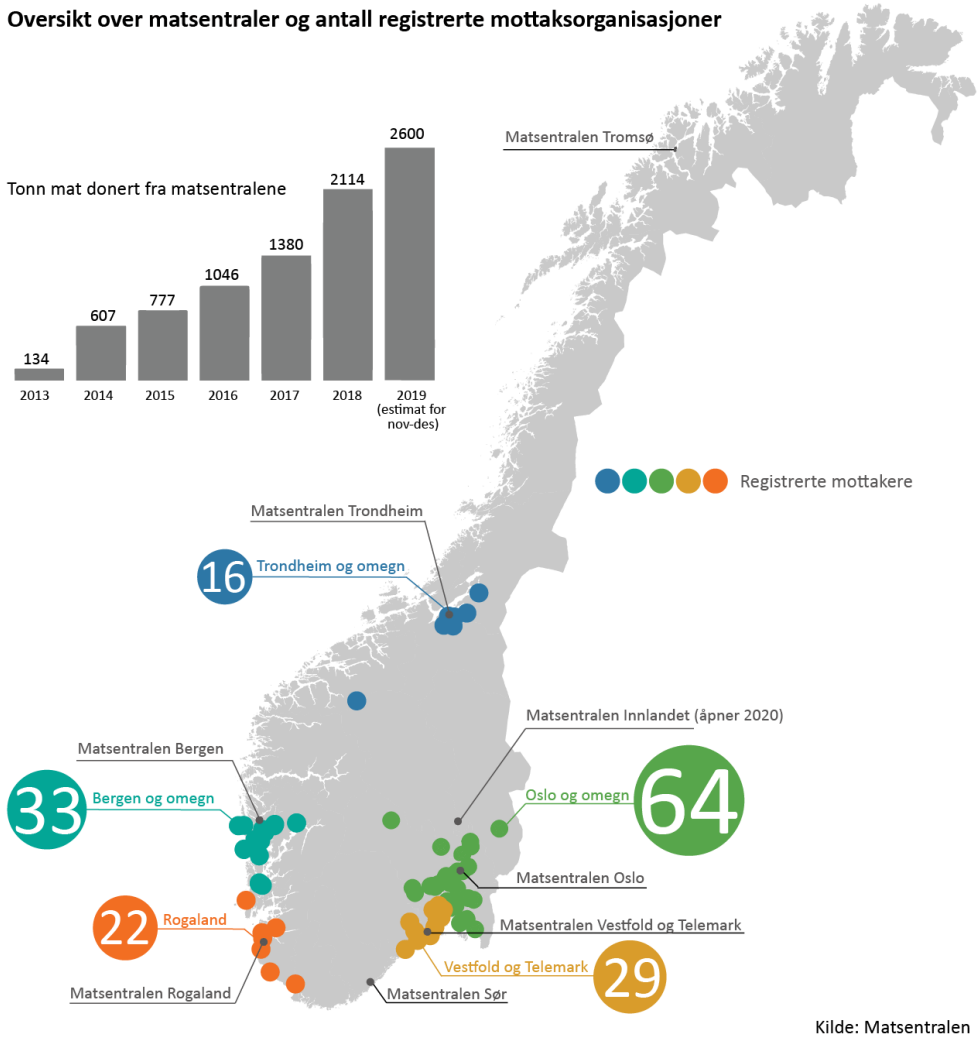
Forslag til Matkastelov og manglende mottaksapparat for donasjon

Optimal ressursbruk forutsetter at mest mulig av matsvinnet forebygges. Innsatsområder for dette er beskrevet over. Matvett, mat- og serveringsbransjens selskap for å forebygge og redusere matsvinn, oppgir at nedprising av varer er det mest effektive tiltaket for å forebygge matsvinn når et overskudd likevel oppstår. Sekundært skal overskuddsmat som er trygg å spise, doneres.

Stortinget ba i anmodningsvedtak 489 i Innst. 127 S (2017-2018) regjeringen fremme forslag til en **matkastelov** som omfatter næringsmiddelindustrien og matvarebransjen, og påbyr å donere all spiselig overskuddsmat til veldedige formål og sekundært til dyrefôr, samt påbud om å offentliggjøre nøkkeltall knyttet til matsvinn og reduksjon av matsvinn. Forslaget er til behandling. En matkastelov er ikke ønsket av alle aktørene i matbransjen, og flere peker på bransjeavtalens fleksibilitet, frivillighet og samarbeidsform som avgjørende for suksess.

En forutsetning for matdonasjon og en eventuell matkastelov er at mattryggheten ivaretas.

Mangel på mottaksapparat flere steder i landet er en barriere for donasjon. Matsentralen oppgir overfor Østfoldforskning at det fortsatt er store mengder spiselig mat som kunne ha vært donert med et bedre mottaksapparat [6]. En pågående kartlegging viser også at Matsentralens samarbeidsorganisasjoner har et behov som tilsvarer ca. 50 prosent økning i donasjonsmengdene. Det er syv matsentraler i Norge per i dag (en åttende i Innlandet planlegges for 2020). Matsentralene omfordeler overskuddsmat fra produsenter, grossister og dagligvare til om lag 260 kunder, stort sett veldedige organisasjoner [24]. I tillegg finnes flere mindre mottak. Figur T 49 viser en oversikt over mottaksapparatet i den grad det har vært mulig å få oversikt over dette. Figuren viser at potensialet for donasjon er økende, men at store deler av landet ikke har et mottakssystem.



Figur T 49. Kartet er basert på Matkartet fra Matsentralen.no og gir en oversikt over landets matsentraler og registrerte mottaksorganisasjoner (ikke utfyllende). Tall fra Matsentralen [24].

Basert på Matsentralens kostnader (5000 kr/tonn håndtert matsvinn) og antatt mengde redistribuert (unngått) matsvinn har Stensgård mfl. (2020) estimert totale kostnader knyttet til redistribusjon til å være 22,7 millioner kroner per år [13]. Matsentralen delfinansieres i dag av ideelle organisasjoner, matbransjen, bedrifter, organisasjoner og myndigheter. Økt støtte fra bransjen og myndigheter kan legge grunnlag for flere matsentraler. Lokale mottaksapparat i kommunal regi kan tette hull i mottaksapparatet utenfor de største byene. Et samlet matdonasjonsapparat kan bidra til erfaringsdeling, utvikling av felles retningslinjer og donoravtaler, samt bedre logistikk og registrering av nye aktører [6]. Nettverk i kommunal regi kan få nettverksmidler fra Klimasatsordningen [25]. En ny nasjonal standard for strekkodemerking (se Teknologisk utvikling og digitalisering i matnæringen over) kan også bidra til bedre og billigere drift av mottaksstasjonene.

For dyrt å donere mat

På matsvinnworkshop avholdt i regi av Klimakur 2030 og i møte med en aktør, kom det opp at matbransjen kaster mat fordi dette er billigere enn å donere den og at det mangler insentiver for å unngå at maten blir matsvinn. For sjokolade- og sukkervarer, alkoholfrie drikkevarer og drikkevareemballasje har særavgifter vært en barriere for donasjon. I november 2019 besluttet imidlertid regjeringen å fjerne slike avgifter ved donasjon til veldedige formål [11]. For drikkevarer kan også tapt refusjon av pant være en hindring for donasjon. Vi er kjent med at drikkevarebransjen er i dialog med matsentralene om dette, og forventer at aktørene selv finner en hensiktsmessig løsning.

Matvett peker på at fjerning av moms på matgaver til skoler, barnehager og lignende aktører som ikke er veldedige organisasjoner kan føre til økt donasjon [6]. Dette vil kunne føre til at mindre mat kastes og det vil også kunne bli brukt til opplæring og holdningsarbeid, for eksempel i mat- og helsefaget i skolen.

Avgifter som kan redusere matsvinnet

En CO_2-avgift på matsvinnet vil være svært krevende å administrere fordi beregning av en slik avgift vil fordre måling og rapportering av sammensetning av matsvinnet i alle husholdninger og virksomheter og beregning av klimagassutslippene av dette matsvinnet. Effekten av en slik avgift er også usikker. Forbrukerundersøkelsene gjort av Stensgård mfl. (2018) viser at de med høy inntekt kaster en større andel mat, men at sammenhengen mellom inntekt og mengde matsvinn er svak [16].

Innføring av en avgift på forbrenning av restavfall vil kunne være et insentiv for økt utsortering av matavfall og potensielt gjøre det mer attraktivt å unngå matsvinn. Utslipp fra ikke-kvotepliktige avfallsforbrenningsanlegg er ikke omfattet av CO_2-avgift per dags dato. I Meld. St. 41 (2016–2017) Klimastrategi for 2030 – norsk omstilling i europeisk samarbeid, ble det varslet at regjeringen vil "innføre prising av utslipp av klimagasser fra avfallsforbrenningsanlegg", men det mangler insentiver for å redusere forbrenning av biologiske materialer med dagens regelverk. Se kapittel 10.5.1 *Avfallsforbrenning* i hovedrapporten del A for mer informasjon om avfallsforbrenningsanlegg. En avgift på forbrenning av restavfall vil kun ha en indirekte effekt på matsvinnet, og er dermed ikke et treffsikkert virkemiddel for å redusere matsvinn. Dersom en slik avgift innføres vil det også være viktig å pålegge en tilsvarende avgift på avfall som eksporteres til land uten en slik avgift, for å sikre like konkurransevilkår i avfallsmarkedet og for å unngå karbonlekkasje. Miljømyndighetene utreder et forskriftsfestet krav om utsortering og biologisk behandling av biologisk avfall, som vil kunne ha en indirekte effekt på matsvinnet [6], på grunn av merkostnader som følge av ekstra arbeid og utstyr knyttet til avfallshåndteringen.

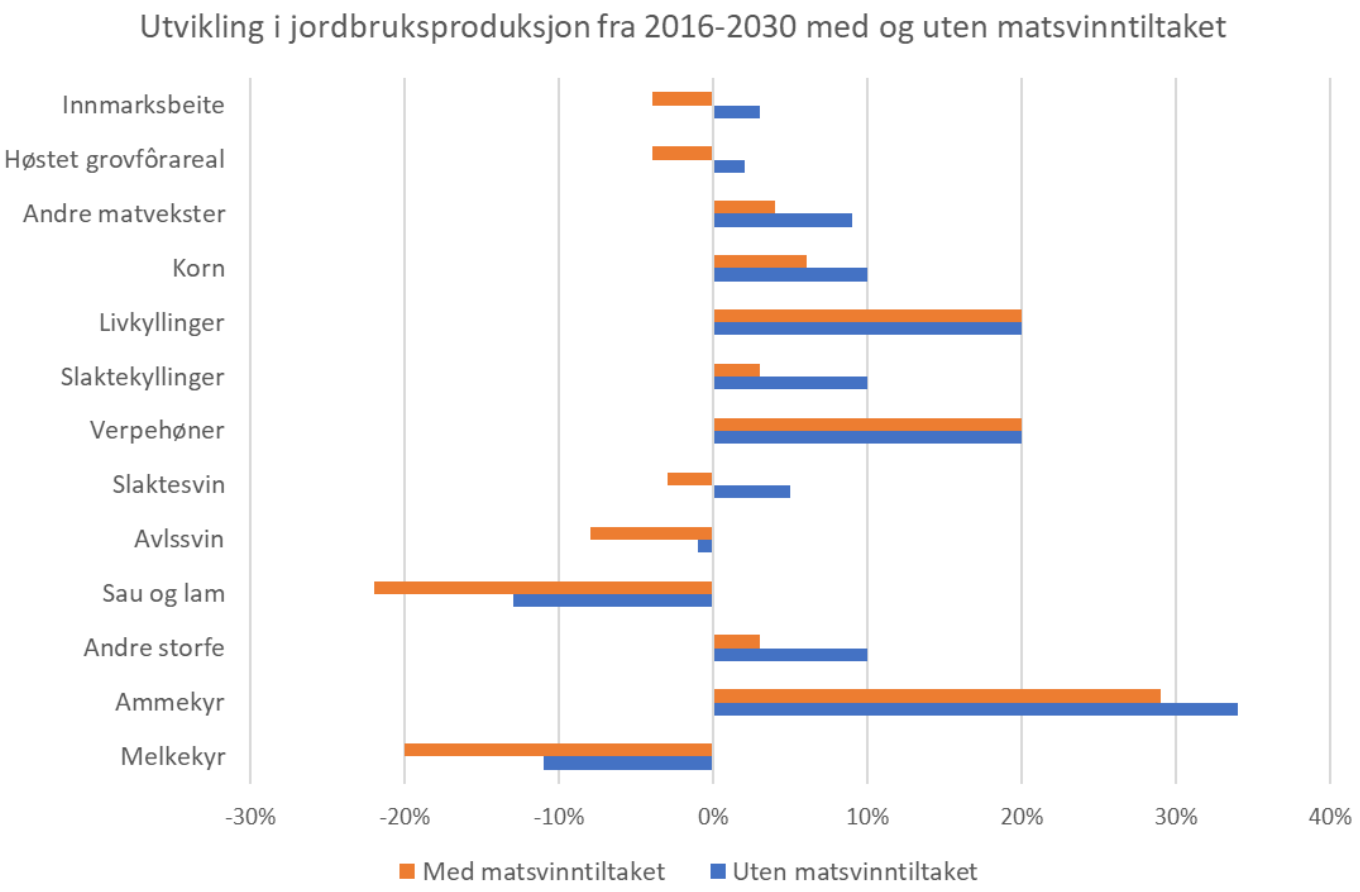
Merverdiavgiftsutvalgets [26] forslag om en felles sats for merverdiavgift for alle matvarer, vil øke prisen for matvarer med 8-10 prosentpoeng dersom anbefalingen tas til følge. Dette kan potensielt øke forbrukers oppfattelse av verdien av mat, men det er ikke grunnlag for å bekrefte eller avkrefte dette i dag. Dersom merverdiavgiften ikke endres, kan en vurdere økt merverdiavgift (eller en særavgift på toppen av ny merverdiavgift) for de matvarene det kastes mest av. Ifølge Stensgård mfl. (2020) kastes det mest frukt og grønt, brødvarer og middagsrester [16]. For frukt, grønt og brødvarer kan det være flere grunner til dette, for eksempel at disse matvarene er mer krevende å oppbevare og har generelt kortere holdbarhet etter kjøpsdato. Prisøkning på frukt, grønt og brødvarer vil imidlertid gjøre det enda vanskeligere å gjennomføre kostholdstiltaket fordi det vil ytterligere øke betydelige privatøkonomiske kostnader for tiltaket. Se for øvrig vurdering av avgift omtalt under kostholdstiltaket.

Konsekvenser

Konsekvenser for jordbruket når matsvinnet reduseres

Effekten av redusert matsvinn i matkjeden er redusert etterspørsel etter landbruksråvarer og dermed redusert behov for matproduksjon i Norge.

Målet om 50 prosent reduksjon av matsvinnet regnes fra 2015. Selv om matsvinnet målt i kg/innbygger blir halvert, vil total mengde matsvinn bli redusert med 44 prosent i 2030 som følge av befolkningsvekst. Tilsvarende relateres den absolutte endringen i produksjonsvolum i jordbruket til mengdene som ble produsert i 2015. Fram mot 2030 er det på samme måte som befolkningsvekst, forventet en økning i de fleste produksjoner. Unntaket er melkekyr og sau/lam. Nedgangen i melkekyr skyldes at eksportstøtten faller bort fra 2020/2021 og melkekvotene reduseres. Sau og lam er redusert i referansebanen på grunn av nedgang i etterspørsel de siste årene. Matsvinntiltaket bidrar til et endret produksjonsvolum med opptil 9 prosentpoeng med eller uten tiltak for de ulike husdyr- og arealkategorier (se figur under).



Figur T 50. Utvikling i forventet jordbruksproduksjon fra 2016-2030 med og uten matsvinntiltaket (i prosent).

Kuttet i 50 prosent matsvinn er fordelt mellom 48 prosent import og 52 prosent norskprodusert vare. Norskandelen varierer mye mellom ulike produkter, fra 100 prosent norske varer for produkter som fersk melk og egg til under 50 prosent for en rekke planteprodukter som korn/mel, frukt, bær, grønnsaker. Redusert matsvinn vil altså få ulik effekt for ulike produksjoner og vil avhenge av importandeler.

Norsk landbruk vil mest sannsynlig over tid tilpasse seg etterspørselsendringene. En viktig årsak til dette er at det er landbruket selv som dekker kostnaden ved overproduksjon. Selv om endringene skissert i figuren over ikke framstår som dramatiske, vil nedgangen i produksjonen kunne komme i konflikt med landbrukspolitiske mål. Utfordringen oppstår dersom etterspørselen endrer seg raskere enn omstillingen til norsk landbruk. Det er store investeringer i bygningsmasse, innredning og maskiner, som har liten alternativverdi ved en endring i etterspørselen. For å få til en smidig omlegging av produksjonen, vil kompenserende tiltak være viktig. Alternativt vil man kunne få økte klimagassutslipp i form av matsvinn i primærleddet og prisdumping (og tilhørende matsvinn) grunnet overproduksjon.

Hvis det reduserte produksjonsbehovet blir kompensert med lavere importandeler, vil konsekvensen for norsk jordbruksproduksjon bli mindre. Ut ifra dette, kan det være hensiktsmessig å stimulere til økt produksjon av norske jordbruksvarer som per i dag importeres. Et redusert importbehov vil redusere karbonlekkasje og føre til lavere utslipp knyttet til langdistansetransport, selv om det vil øke utslippsandelen i det *norske* utslippsregnskapet.

Privatøkonomisk kan det reduserte matsvinnet føre til økte fôrkostnader for bonden, på grunn av redusert tilgjengelighet på råvarer til dyrefôr [13]. Ifølge forutsetningene lagt til grunn i den økonomiske analysen [13] sparer bonden 3500 kr/tonn på å bruke matsvinn i stedet for kraftfôr til dyrefôr. Den samlede privatøkonomiske kostnaden

for bonden som følge av økt forbruk av kraftfôr er av Stensgård mfl. (2020) estimert til en netto nåverdi på 486 millioner kroner over tiltaksperioden.

Det er utfordrende å angi konkret hva slags virkemidler som bør tas i bruk for å imøtekomme konsekvensene av tiltaket for jordbruket. Det bør ses nærmere på hvilke virkemidler som kan styrkes og hva slags kompenserende virkemidler som eventuelt bør settes inn, spesielt med tanke på å hindre overproduksjon som også kan gi ekstra matsvinn.

Utslippsbesparelser i andre sektorer og andre miljøeffekter

Basert på varegruppesammensetningen og reduksjonspotensialet per varegruppe og verdikjedeledd er det gjort en forenklet livsløpsanalyse (LCA) av klimafotavtrykket knyttet til emballasjen, lagring (energibruk, kjøl og frys) og transporten for matsvinnet som oppstår i de kartlagte leddene (matindustri, grossist, dagligvarehandel, servering og husholdningene). Det er med andre ord regnet på hvor store utslipp som kan spares i andre sektorer enn jordbruket (avfallshåndtering ikke inkludert) ved at matsvinnet reduseres i tråd med tiltaket. De totale årlige (gjennomsnittlige) potensielle klimabesparelsene fra dette matsvinnet er i denne utredningen estimert til i underkant av 30 000 tonn CO_2-ekvivalenter, og 305 000 tonn CO_2-ekvivalenter for perioden 2021-2030. Dette illustrerer mulige utslippskutt som kan oppnås gjennom tiltaket nedstrøms for jordbruket, gjennom redusert behov for blant annet transport og energibruk.

Redusert matsvinn har i tillegg positiv effekt for flere miljøindikatorer (for eksempel forsuring, eutrofiering, fotokjemisk oksidasjon, utslipp av NOx og partikler med mer) og gir redusert bruk av flere ressurser, for eksempel vann, primærenergi og fosfor.

En andel av jordbruksarealet vil gå ut av drift som følge av tiltaket (se Figur T 50), spesielt gjelder dette grovfôrarealer. På sikt er det sannsynlig at disse arealene gror igjen, med mindre arealene benyttes til andre formål. Dette kan gi økt CO_2-opptak i sektoren for skog og annen arealbruk (LULUCF), men mest sannsynlig ikke før etter 2030 ettersom gjengroingen tar tid.

Utslippsreduksjoner som ikke er fanget opp i tiltaksanalysen

Utslippsreduksjoner som ikke er inkludert i analysen er fra ikke-kartlagte ledd i verdikjeden. Disse skal også redusere sitt matsvinn. Effekten det får for norsk produksjon er ikke medregnet i dette tiltaket. For de kartlagte delene av matsvinnet, er heller ikke klimaeffekt av redusert avfallshåndtering kvantifisert.

Utslipp knyttet til produksjon av importerte matvarer bokføres ikke i det norske utslippsregnskapet. Ca. 50 prosent av utslippskuttene som følge av redusert matsvinn vil oppstå i andre land. Tiltaket vil med andre ord potensielt utløse utslippskutt i andre land. Dette avhenger imidlertid av importandelene over perioden til tiltaket.

Barrierer og mulige virkemidler for å redusere matsvinnet i ikke-kartlagte ledd

For å få ned klimagassutslipp og bedre ressursutnyttelsen, vil det være viktig å gjennomføre matsvinntiltak også for de ikke-kartlagte aktørene, selv om dette ikke er del av utslippsberegningene i dette tiltaket. Under er det derfor gjort en sammenstilling av barrierer for å redusere matsvinnet også for de ikke-kartlagte aktørene.

Krav og veiledning for offentlige virksomheter

Offentlig sektor inngår i ikke-kartlagte ledd. Kommuner, skoler, barnehager, sykehjem og andre offentlige virksomheter som drifter egne kjøkken er per i dag ikke deltakende i bransjeavtalen. Noen kommuner er med på bransjesamarbeidet KuttMatsvinn2020, men majoriteten av offentlige kjøkken har ikke systemer for rapportering av matsvinn. Offentlige virksomheter kan i større grad benytte seg av krav om matsvinn-tiltak eller deltagelse i bransjeavtalen i sine anskaffelser av måltidstjenester og mat- og drikkeprodukter. Ifølge en enkel kartlegging utført av tidligere Difi (nå Digitaliseringsdirektoratet) var det 29 prosent i 2018 som stilte krav til kartlegging og reduksjon av matsvinn i leverandørutlysningen for måltidstjenester. Kravene i Digitaliseringsdirektoratets kriterieveiviser [27] for anskaffelser av måltidstjenester er utarbeidet i tråd med bransjeavtalen og kan også være et effektivt

virkemiddel for å skyve flere aktører inn som deltakere. Dersom virksomheten selv driver eget kjøkken kan matsvinn reduseres ved bedre porsjonering, rabattert salg av mat som blir til overs og ved demonstrasjon av kreativ bruk av restemat til sine brukere. Digitaliseringsdirektoratet vil også utarbeide et nytt krav som skal bidra til enklere rapportering av matsvinn fra offentlige kjøkken.

"Matvalget" (eid av DebioInfo), delfinansieres av Landbruksdirektoratet og er en veiledningstjeneste for offentlige og private virksomheter som vil lage bærekraftige måltider til andre. Veiledning på kutt av matsvinn er ett av seks punkter i deres "Bærekraftige meny".

Barrierer for matsvinnreduksjon i jordbruket

Jordbrukssektoren har forpliktet seg til å redusere sitt matsvinn gjennom Bransjeavtalen om reduksjon av matsvinn, der Landbruks- og matdepartementet, Norges Bondelag og Norsk Bonde- og Småbrukarlag er blant aktørene som har signert avtalen.

Kartleggingsarbeidet Landbruksdirektoratet har gjort hittil viser at mengden råvarer som blir kassert innenfor animalske produkter i primærleddet er svært liten (etter matsvinndefinisjonens startpunkt høstet og slaktet). Det ligger rundt eller under 1 prosent av produserte mengder. Det jobbes med å utvikle statistikk på matsvinn i korn og grøntsektoren (frukt, bær, grønnsaker og poteter). Her viser foreløpige undersøkelser at det vil være et større matsvinn hos primærprodusent, pakkeri eller som avviste mengder i industri-råvaremottak. Det er innenfor disse sistnevnte sektorene at det vil være mest realistisk å kunne hente ut en større matsvinnreduksjonsgevinst, og da også reduserte klimagasser ved redusert produksjon. Klimagassreduksjonen er imidlertid mindre for korn og grønt sammenlignet med animalske varer.

Privatøkonomisk analyse

Privatøkonomisk vil reduksjon i matsvinn i primærleddet kunne innebære kostnader i form av økte driftskostnader (for eksempel økt tidsbruk knyttet til fokus på matsvinn, forbedring av interne rutiner, opplæring av ansatte, mer manuell håndtering med mer), investeringskostnader (for eksempel nytt utstyr og teknologi for bedre høsting, sortering, dataflytsystem osv.). En annen faktor som nevnes i Stensgård mfl. (2020) [13] er at redusert matsvinn vil redusere tilgangen på råvarer til dyrefôr, og dermed øke forbruket av kraftfôr hos bonden. Den privatøkonomiske kostnaden av denne faktoren er kvantifisert basert på reduksjonen av det kartlagte matsvinnet i avsnittet "Konsekvenser for jordbruket når matsvinnet reduseres".

Fokus på å redusere matsvinnet i primærleddet, kan samtidig medføre bedriftsøkonomiske gevinster. Bedre håndtering av råvarene vil kunne medføre bedre vareflyt, kontroll, planlegging av varetilgang, effektivisering, bedre lagringsforhold, inntekter knyttet til å selge kvaliteter som i dag utsorteres med mer, og gi gevinst på lengre sikt. I den samfunnsøkonomiske analysen [13] er reduserte kostnader knyttet til avfallshåndtering inkludert, noe som også vil gjelde til en viss grad for produsenten.

Kunnskap og teknologi

Norske bønder er generelt gode til å ta i bruk både ny teknologi og ny kunnskap. Imidlertid er tid og kapital knappe ressurser, som gjør at teknologi og kunnskap blir tatt i bruk senere enn den ellers ville blitt, om man hadde mer tilgjengelig tid og kapital. Selv om tiltak for å redusere matsvinn i seg selv kan være lønnsomme, er det ikke nødvendigvis sikkert at de blir gjennomført raskt nok.

Mulige virkemidler for matsvinnreduksjon i jordbruket

Primærleddet kan oppnå redusert matsvinn på flere måter, ikke minst er forbedringer med hensyn til effektivisering og kvalitet viktig. Mer effektiv styring, bedre håndtering og lagring, samt bedre produksjonsplanlegging bidrar til redusert matsvinn. Matsvinnet reduseres også hvis man produserer landbruksråvarer som i utgangspunktet er av bedre kvalitet. For å fremme bedre kvalitet i landbruksproduksjonen er det mange ting som kan spille inn, spesielt

sortsutvikling for norske forhold, men også kompetanse rundt optimalisering av produksjonen, ny teknologi med mer. Tiltak for å redusere matsvinn i primærleddet kan være mange, blant annet at produksjonsplanleggingen optimaliseres med hensyn til marked eller at håndteringen av råvarene og lagring kan forbedres/optimaliseres.

Økt FoU på produktutvikling og ulik teknologi, samt virkemidler rettet mot produsenten/gården, som kompetanse og rådgivning, kan bidra til å høyne kvaliteten på det som produseres. Ytterligere økonomisk stimulanse til investeringer som fremmer reduksjon av matsvinn i primærleddet vil også være et målrettet virkemiddel.

En del matvarer blir utsortert grunnet høye kvalitetskrav og går til dyrefôr, gjødsling, biobrensel, kompost osv. i primærleddet. Dersom verdikjeden for mat promoterte "snåle" matvarer (reduserte kvalitetskrav) vil dette isolert bety en økonomisk gevinst for produsenten ved at mer av råvaren blir omsatt fra primærprodusenten og videre i matkjeden (til ulike priser for ulik kvalitet). Framtidige virkemidler kan være å øke innsatsen til FoU som blant annet retter seg mot nye måter å utnytte råvarer som i dag blir utsortert, og utvikle nye markeder for disse.

Referanser

[1] Departementene (2017). Avtale om å redusere matsvinn. 23.06.17.

[2] Stensgård mfl. (2019). Matsvinn i Norge - Rapportering av nøkkeltall 2015-2018. Østfoldforskning OR.32.19. [Stensgård, A., Prestrud, K., Hanssen, O. & P.Callewaert].

[3] Avfall Norge mfl. (2018). Nasjonal beregning av mengde matsvinn på forbrukerleddet. Rapport nr: 01/2018. Rapport M-1016|2018. Oppdragsrapport for Miljødirektoratet. Avfall Norge, Mepex Consult & Østfoldforskning.

[4] Miljødirektoratet/Miljøstatus.no (2019). Matavfall og annet organisk avfall. 27.05.19

[5] Meld. St. 45 (2016-2017). Avfall som ressurs – avfallspolitikk og sirkulær økonomi. Klima- og miljødepartementet.

[6] Prestrud, K. & K.-A. Lyng (2019). Matdonasjon og matsvinnarbeidet i norske kommuner. Østfoldforskning OR.46.19. (Ikke publisert/offentlig).

[7] Miljødirektoratet/Miljøkommune.no (2019). Avfallsbehandling. 28.05.19

[8] Miljødirektoratet/Miljøkommune.no (2018). Redusere matsvinn og satse på klimavennlig mat. 14.11.18.

[9] Digitaliseringsdirektoratet (2019). Veileder om forebygging og reduksjon av matsvinn. 21.10.19.

[10] Østfoldforskning & Matvett (2018). Veileder for kartlegging av matsvinn i offentlige virksomheter. Versjon 1.

[11] Finansdepartementet (2019). Regjeringen fritar matgaver til veldedighet for avgifter knyttet til sjokolade- og sukkervarer, alkoholfrie drikkevarer, drikkevareemballasje og sukker. 20.11.19

[12] SSB/Statistikkbanken. Tabell 11667: Framskrevet folkemengde 1. januar, etter kjønn, alder, innvandringskategori og landbakgrunn, i 15 alternativer 2018–2100. Hovedalternativet "MMMM".

[13] Stensgård, A. mfl. (2020). Samfunnsøkonomisk analyse av halvering av matsvinn i henhold til bransjeavtalen om redusert matsvinn – Klimakur 2030. NIBIO Rapport. M-1495|2019.

[14] Helsedirektoratet (2019). Utviklingen i norsk kosthold 2018. Matforsyningsstatistikk og forbruksundersøkelser. Rapport IS-2804. Jf. Tabell 2.48 Forbruk av matvarer på engrosnivå (TJ).

[15] Miljødirektoratet mfl. (2019). Greenhouse Gas Emissions 1990-2017, National Inventory Report. Rapport M-1271|2019. Miljødirektoratet, SSB & NIBIO.

[16] Stensgård mfl. (2018). Matsvinn i Norge - Rapportering av nøkkeltall 2015-2017. Østfoldforskning OR.28.18. [Stensgård, A., Prestrud, K., Hanssen, O. & P. Callewaert].

[17] Østfoldforskning (2019). Unge og matsvinn. M-1493|2019.

[18] NHO (2019). Det næringsrettede virkemiddelapparatet.

[19] Virke (2017). Dagligvarehandelen 2017.

[20] Vold, I. & H. Storaker (2018). Digitale løsninger for reduksjon av matsvinn: systemkrav og rammebetingelser. Masteroppgave, NTNU, Fakultet for informasjonsteknologi og elektroteknikk (IE), Institutt for datateknologi og informatikk.

[21] Virke & LO (2018). Veikart for grønn handel 2050.

[22] Nærings- og fiskeridepartementet (2019). Ny dagligvarelov. 26.04.19.
[23] Barne- og familiedepartementet (2019). Utvalg foreslår etikkinformasjonsplikt. 28.11.19. https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/utvalg-foreslar-etikkinformasjonsplikt/id2680049/
[24] Matsentralen.no.
[25] Miljødirektoratet/Miljøkommune.no (2019). Klimasats - støtte til klimasatsing i kommunene. 13.11.19.
[26] NOU 2019: 11. Enklere merverdiavgift med én sats.
[27] Digitaliseringsdirektoratet. Kriterieveiviseren. Veiviser for bærekraftige offentlige anskaffelser.

J03 Husdyrgjødsel til biogass

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Utslippsreduksjon (mill. tonn CO_2-ekv.)	-	-	0,007	0,013	0,020	0,026	0,033	0,039	0,046	0,052	**0,059**
Utslippsreduksjon 2021-2030	**0,30 millioner CO_2-ekvivalenter**										
Nedskalert utslippsreduksjon (mill. tonn CO_2-ekv.)	-	-	0,007	0,013	0,019	0,025	0,030	0,035	0,039	0,041	**0,045**
Nedskalert utslippsreduksjon 2021-2030	**0,25 millioner CO_2-ekvivalenter**										
Kostnadskategori	**> 1500 kr/tonn CO_2-ekv.**										

Beskrivelse av tiltaket

Utslipp av metan og lystgass som oppstår ved håndtering av husdyrgjødsel (lagring og spredning) rapporteres i jordbrukssektorens klimagassregnskap.

Ved å utnytte husdyrgjødsel til biogassproduksjon reduserer man lagringstid av husdyrgjødsla og dermed utslipp av metan og lystgass. I tillegg medfører biogassproduksjon fra husdyrgjødsel reduserte utslipp fordi det gjennom utråtningen tas ut metan som blir omformet til biogent CO_2 når det konverteres til energi. Utslipp av biogent CO_2 bidrar ikke til å øke mengden karbon i atmosfæren og derfor rapporteres det normalt ikke i klimagassregnskapet [1].

Tiltaket går ut på å øke utnyttelsen av husdyrgjødsel til biogassproduksjon fra dagens nivå (1 %) til 25 prosent i 2030. Det forutsettes en gradvis økning i utnyttelsesgraden fra 3 prosent av husdyrgjødsel til biogassproduksjon i 2022 til 25 prosent i 2030. Vi antar at første investeringsår er 2021, mens 2022 er første driftsår etter gjennomført investering:

Tabell T 52. Andel av husdyrgjødsel brukt til biogassproduksjon per år

År	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Utnyttelsesgrad, %	1	1	3	6	9	12	14	17	20	23	25

Innen 2030 mener vi det er realistisk at 25 prosent av all tilgjengelig husdyrgjødsel fra husdyrrom og lager utnyttes. Dette tilsvarer en økning på 273 GWh fra dagens biogassproduksjon fra husdyrgjødsel (som er omtrent 10 GWh). Carbon Limits [2] har estimert at husdyrgjødsel vil ha et potensial på 796 GWh i 2030, som innebærer at over 60 prosent av all husdyrgjødsel fra husdyrrom og lager må bli utnyttet i biogassproduksjonen. Denne oppskaleringen mener vi er svært krevende, bl. a. fordi det innebærer en kraftig utbygging av gårdsanlegg og bygdeanlegg med tanke på dagens situasjon, ettersom det finnes 5-10 gårdsanlegg i dag, mens det ikke er noen bygdeanlegg i drift.

I tiltaksutredningen trekker vi fra den mengden husdyrgjødsel som benyttes til biogass som produseres i dag og forutsetter at det resterende potensialet vil bli utnyttet av fire ulike typer biogassanlegg:

Tabell T 53. Tiltakets forutsetninger for biogassproduksjon i ulike anleggstyper

Type anlegg	Forutsetninger	Andel av utslipps-reduksjons-potensial i 2030
Eksisterende sambehandlingsanlegg	Det forutsettes at husdyrgjødsel behandles i eksisterende sambehandlingsanlegg, som har ekstra kapasitet (både i råtnetanken og i oppgraderingsanlegget). Dette kan være et biogassanlegg som er bygget for å behandle råstoff med et høyere næringsinnhold og tørrstoffandel enn husdyrgjødsel og som i fravær av husdyrgjødsel hadde måttet tilsette prosessvann. Husdyrgjødsla prosesseres sammen med andre typer råstoff med lav forurensningsgrad som f.eks. matavfall, annet våtorganisk avfall eller fiskeensilasje. Produsert biogass oppgraderes til drivstoffkvalitet og brukes til veitransport, skipsfart, industri o.l. Biorest fra biogassproduksjonen sendes tilbake til jordbruket.	26 %
Eksisterende slambehandlingsanlegg	Det forutsettes at eksisterende slambehandlingsanlegg som produserer over 10 GWh biogass og har ledig oppgraderingskapasitet gjør nødvendige investeringer for å kunne ta imot husdyrgjødsel. Anleggene bygger en egen linje for produksjon av biogass fra husdyrgjødsel, der også en mindre mengde mer energirikt avfall blir brukt. Det vil si at avløpsslam og husdyrgjødsel behandles separat. De uavhengige produksjonslinjene bruker samme oppgraderingsanlegg for drivstoffproduksjon. Produsert biogass oppgraderes til drivstoffkvalitet og brukes til veitransport, skipsfart, industri o.l. Biorest fra biogassproduksjonen sendes tilbake til jordbruket.	25 %
Bygdeanlegg	Det forutsettes at nye biogassanlegg med oppgraderingskapasitet på minst 20 GWh etableres i områder med stor husdyrtetthet. Bygdeanleggene prosesserer husdyrgjødsla sammen med andre typer råstoff med lav forurensningsgrad som f.eks. matavfall, annet våtorganisk avfall eller fiskeensilasje. Produsert biogass oppgraderes til drivstoffkvalitet og brukes til veitransport, skipsfart, industri o.l. Biorest fra biogassproduksjonen sendes tilbake til jordbruket.	43 %
Gårdsanlegg	Det forutsettes at det i tillegg til eksisterende gårdsanlegg etableres nye gårdsanlegg som bruker husdyrgjødsel til biogassproduksjon på gården. Det er antatt at det vil etableres drøye 50 nye gårdsanlegg fram til 2030. Konseptet er forutsatt relevant for større gårder som har tilstrekkelig energibehov (for eksempel melkeroboter) og som ikke har andre husdyrgjødselressurser i tilstrekkelig nærhet som kunne vært brukt i et eksisterende anlegg eller et nytt bygdeanlegg. Produsert biogass brukes til å generere strøm og/eller varme til eget forbruk. Biorest fra biogassproduksjonen spres på jordbruksarealene.	6 %

Det er gjort en grov nedskalering av utslippsreduksjonene i biogasstiltaket med utgangspunkt i at kostholdstiltaket og matsvinntiltaket allerede er blitt gjennomført og at det dermed er mindre tilgjengelig husdyrgjødsel enn om man beregner opp mot referansebanen. De nedskalerte utslippsreduksjonene for biogasstiltaket kan dermed summeres med andre tiltak og inngå i beregningsgrunnlaget for 50 prosent reduksjon i ikke-kvotepliktig sektor. Nedskaleringen av utslippsreduksjonen for biogasstiltaket, som følge av at kostholdstiltaket og matsvinntiltaket gjennomføres, er på 24 prosent i 2030, og på om lag 14 prosent for de akkumulert utslippene for perioden 2021-2030. Det er de nedskalerte utslippsreduksjonene som inngår i hovedrapporten og i alle figurer der alle sektorer er med. I dette tiltaksarket omtaler vi derimot tiltaket som om det blir gjennomført isolert sett og uavhengig av andre tiltak, og benytter derfor de u-skalerte beregningene. Kostnadskategorien forblir uendret etter nedskaleringen av utslippsreduksjonene.

Bakgrunn

Regjeringen har fastsatt et mål om at 30 prosent av norsk husdyrgjødsel skal gå til biogassproduksjon innen 2020. Det er imidlertid kun 1 prosent av husdyrgjødselressursene som er utnyttet i biogassproduksjon i dag. Hovedandelen av biogassanlegg i Norge behandler matavfall og avløpsslam [1].

Per i dag finnes det ni slambehandlingsanlegg som hver produserer mer enn 10 GWh biogass per år. Ingen av disse tar imot husdyrgjødsel. Det finnes ingen bygdeanlegg i dag, men flere er under planlegging.

Det finnes kun ett sambehandlingsanlegg som tar imot husdyrgjødsel, Den Magiske Fabrikken i Tønsberg eid av Greve Biogass. Antall gårder som leverer husdyrgjødsel til Greve biogass har økt fra 18 i 2015 til 30 i 2018 og levert mengde til anlegget har økt fra ca. 15 000 tonn i 2015 til ca. 62 000 tonn i 2018. Andre biogassanlegg, som Romerike biogassanlegg (Energigjenvinningsetaten Oslo kommune), har planer om å motta husdyrgjødsel, men har ennå ikke kommet i gang.

Det finnes ingen offisiell oversikt over antall gårdsanlegg i Norge og hvor mye husdyrgjødsel som blir utnyttet til biogassproduksjon i disse anleggene. NIBIO [3] identifiserer seks gårdsanlegg i Norge som enten behandler husdyrgjødsel sammen med matavfall eller behandler husdyrgjødsel separat. Det prosjekteres imidlertid flere gårdsanlegg, spesielt på Østlandet og i Midt-Norge. Det er nylig realisert ett anlegg på Holt, ett på Valle og nå ett på Aureosen med teknologi fra tre ulike leverandører.

Landbruksdirektoratets tilskuddsdata viser at antall gårdbaserte biogassanlegg som har søkt om tilskudd for levering av husdyrgjødsel til biogassanlegg har holdt seg mellom to til fire i perioden 2013-2018. I 2018 ble det utbetalt tilskudd for om lag 6 800 tonn husdyrgjødsel behandlet i gårdsbaserte anlegg.

Dagens virkemidler

Dagens virkemidler som enten direkte er rettet mot økt anvendelse av husdyrgjødsel til biogassproduksjon, eller indirekte påvirker anvendelsen, er oppsummert i tabellen under.

Tabell T 54. Dagens virkemidler for økt utnyttelse av husdyrgjødsel til biogassproduksjon

	Virkemiddel	**Relevans**
Direkte reguleringer	Forskrift om gjødselvarer m.m. av organisk opphav	Bestemmelsene i forskriften regulerer lagring og bruk av gjødselvarer av organisk opphav og vil først og fremst ha relevans for lagring og bruk av biorest
	Forskrift om animalske biprodukter som ikke er beregnet på konsum (animaliebiproduktforskriften), §7 - om kravet om hygieniseringsenhet	Biogassanlegg som benytter husdyrgjødsel i biogassproduksjon, er unntatt fra kravet om hygieniseringsenhet. Unntaket gjelder ikke husdyrgjødsel fra pelsdyr eller slakterier, eller husdyrgjødsel som kommer fra et annet fylke enn der bioresten skal brukes
Økonomiske	Tilskudd for levering av husdyrgjødsel til biogassanlegg (Landbruksdirektoratet)	Over jordbruksavtalen gis det støtte på 70 kr/tonn husdyrgjødsel som leveres til biogassanlegg. Både gårdeiere som har eget biogassanlegg for behandling av husdyrgjødsel og gårdseiere som leverer husdyrgjødsel til et sentralisert sambehandlingsanlegg kan få tilskudd
	Investering og bedriftsutvikling i landbruket (IBU, forvaltes av Innovasjon Norge og Fylkesmannen)	IBU midlene kan brukes i forbindelse med bygging av nye gjødsellager og fjøs der det forberedes eller legges til rette for biogassproduksjon
	Investeringsstøtte til biogassproduksjon (Enova)	Ordningen bidrar til etablering av flere biogassanlegg og dermed økt kapasitet for behandling av husdyrgjødsel. Enova gir også støtte til utvidelser av eksisterende anlegg, investeringsstøtte for biogasskjøretøy og for fyllestasjoner for biogass
	Klimasats (Miljødirektoratet)	Kommuner og fylkeskommuner kan søke om støtte til prosjekter som reduserer utslipp av klimagasser. Det har blitt tildelt midler til å utrede produksjonspotensialet for biogass, bl.a. for husdyrgjødsel
	Offentlige anskaffelser	Offentlig sektor kan etterspørre biogass der det er relevant, f. eks. i bussanbud
Innovasjon	Verdiskapingsprogrammet for fornybar energi og teknologi i landbruket (Innovasjon Norge)	Det gis investeringsstøtte til prosjekter som skal bidra til mer miljøvennlige energiløsninger både i landbruket og i andre sektorer. Utviklingen av gårdsbaserte biogassanlegg er blant de prioriterte områdene innenfor programmet
	Bioøkonomiordningen (Innovasjon Norge)	Gjennom ordningen kan det gis støtte til utprøving av ny teknologi, kombinasjoner av substrater, forprosjekter og investeringer i biogassanlegg som ikke passer direkte inn i Verdiskapningsprogrammet for fornybar energi
Forskning/ kunnskap	Klima- og miljøprogrammet (Landbruksdirektoratet)	Over jordbruksavtalen settes det av midler til kunnskapsutvikling, utredninger og informasjonstiltak på klima- og miljøområdet. Prosjekter som bidrar til praktisk rettet kunnskapsutvikling innen biogassproduksjon fra husdyrgjødsel og anvendelse av biorest kan få støtte gjennom programmet
Skatter og avgifter	CO_2-avgift og veibruksavgift	Bruk av biogass omfattes ikke av CO_2-avgift, og er fritatt for veibruksavgift ved bruk i veitransportsektoren

Nullalternativ og utslippsreduksjonspotensial

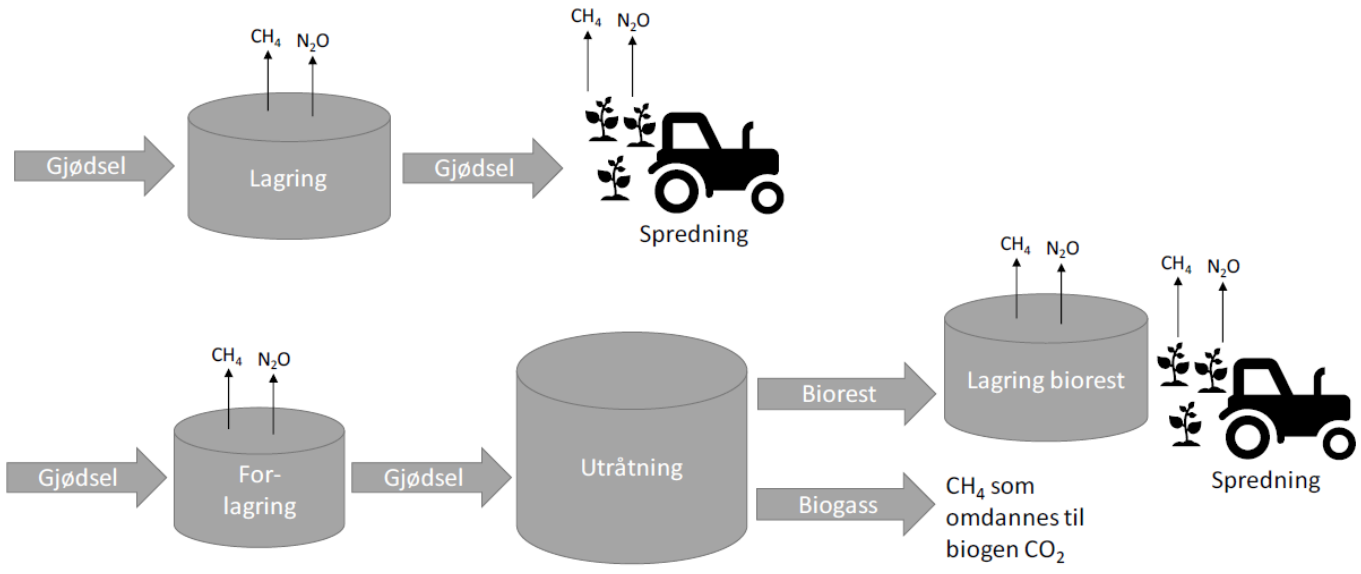
Nullalternativet forutsetter en videreføring av dagens biogassanlegg, men legger ikke opp til at nye anlegg blir etablert. Det er som nevnt ovenfor enkelte anlegg som er prosjektert, men disse er ikke inkludert i nullalternativet. Med andre ord er det antatt at fram til 2030 vil det uten tiltaket ikke etableres flere gårdsanlegg, ingen bygdeanlegg bygges, de eksisterende sambehandlingsanleggene med ekstra oppgraderingskapasitet kommer ikke til å utnytte

den, i tillegg til at ingen av de eksisterende slambehandlingsanleggene gjennomfører investeringer som gjør at de kan ta imot husdyrgjødsel.

Reduksjonen av klimagassutslipp er beregnet som differansen mellom utslippene fra lagring og spredning av husdyrgjødsel i referansebanen og klimagassutslippene fra husdyrgjødsel som går til biogassproduksjon. Utgangspunktet for beregningene er mengde husdyrgjødsel fra husdyrrom og lager i 2019. Den totale effekten av biogassproduksjon fra 25 prosent av husdyrgjødsla i 2030 er beregnet til 0,3 millioner tonn CO_2-ekvivalenter akkumulert over perioden 2021-2030.

I det nasjonale utslippsregnskapet for jordbrukssektoren rapporteres det utslipp av metan og lystgass som oppstår ved lagring og spredning av husdyrgjødsel til myndighetene, men per i dag har ikke klimagassutslipp fra behandling av husdyrgjødsel i biogassanlegg blitt registrert. Grunnen til det har vært manglende metodikk for bokføringen av disse utslippene, men i 2018 ble det gjennomført metodeendringer i utslippsregnskapet. Den viktigste endringen er en ny nitrogenmodell for utslipp fra husdyrgjødsel, som beregner utslipp av ammoniakk og lystgass (sammen med en rekke andre nitrogenholdige gasser) fra husdyrgjødsel. På grunn av metodeendringene, samt reviderte framskrivninger for husdyrtall fra NIBIO, er referansebanen for jordbruket noe justert i forhold til den som ble publisert i Nasjonalbudsjett 2019. Beregningene av klimagassutslipp ved utnyttelse av husdyrgjødsel til biogassproduksjon er utført med utgangspunkt i de reviderte framskrivningene for husdyr fram mot 2030. En metan-modell er også blitt inkludert i utslippsregnskapet som gjør det mulig å beregne endringene i utslipp fra lagring og spredning av husdyrgjødsel når noe av husdyrgjødsla går til biogassproduksjon. Både den nye nitrogen-modellen og metan-modellen er brukt i beregningen av utslippsreduksjonspotensialet for biogasstiltaket.

Figur T 512 illustrerer de direkte utslippene av klimagasser i referansescenarioet (nullalternativet) der ubehandlet husdyrgjødsel lagres og spres på jordbruksarealene (øverst), og scenarioet (tiltaket) der husdyrgjødsel går til biogassproduksjon (nederst).



Figur T 51. Utslippsreduksjoner i jordbruket, referansescenario og biogassproduksjon. Kilde: Østfoldforskning, 2019 [1]

Produsert biogass kan brukes til å generere strøm og/eller varme eller oppgraderes til drivstoffkvalitet og brukes til veitransport, skipsfart o.l. Utslippsreduksjonen ved å benytte biogass til å erstatte fossil energi, bokføres i den sektoren biogassen benyttes. Dermed er disse utslippsreduksjonene ikke inkludert i utslippsreduksjonspotensialet for dette tiltaket.

Det er antatt at biorest fra biogassproduksjonen sendes tilbake til jordbruket og brukes på jordbruksarealene som biogjødsel. Næringsinnholdet i den andelen av bioresten som kommer fra behandlet husdyrgjødsel er tilnærmet uendret. Siden den ubehandlede husdyrgjødsla normalt benyttes på jordbruksarealene er det derfor antatt at det ikke er substitusjon mellom biorest fra husdyrgjødsel og mineralgjødsel.

Avvannet biorest kan brukes som et jordforbedringsmiddel og dermed bidra til utfasing av jordforbedringsprodukter som inneholder torv. Imidlertid antar vi at dette vil gjelde marginale mengder, og vi har derfor ikke tatt denne effekten med i beregning av klimanytten.

Tiltakskostnad

Den rimeligste måten å produsere biogass i tiltaket vil være å oppgradere de allerede eksisterende sambehandlingsanleggene, etterfulgt av oppgradering av de eksisterende slambehandlingsanleggene. Dette skyldes i stor grad at disse naturligvis vil ha lavere investeringskostnader, relativt sett, enn det helt nye anlegg vi ha.

For oppgradering av de eksisterende sam- og slambehandlingsanleggene vil det være driftskostnader som påvirker de totale kostnadene, hvilket ikke er overraskende ettersom mye av de store investeringene alt er gjennomført. For etablering av nye gårdsanlegg og bygdeanlegg vil det derimot være det motsatte som er tilfellet – altså at investeringskostnadene har den største påvirkningen på de totale kostnadene.

Av anleggene som er vurdert i tiltaket, er gårdsanlegg den typen anlegg som ut fra kostnadsberegningene har høyest produksjonskostnader, mens bygdeanleggene har nest høyest produksjonskostnad per produserte GWh.

I beregningen av tiltakskostnad er det forutsatt at gårdsanleggene benytter seg av gassen til oppvarming på gården, og dermed reduserer utgifter de har knyttet til oppvarming, mens de resterende anleggene oppgraderer gassen til komprimert og/eller flytende biogass som selges videre. Det er antatt at produsentene får full avsetning for gassen. Driftskostnadene er antatt konstante over tiltakets levetid ettersom dette er en moden teknologi med lite potensial for kostnadsreduksjoner. Biogassprisen antas lineært økende i tiltakets levetid, hvilket betyr at inntektene vil øke utover tiltakets levetid på grunn av de konstante driftskostnadene. Det kunne tenkes at en stor økning i tilbudet, slik tiltaket innebærer, kunne dempet prisen på biogass utover perioden.

Det er flere effekter som ikke er hensyntatt i beregningene av tiltakskostnadene. Tiltaket bidrar bl. a. til redusert ammoniakkutslipp fra lagring av husdyrgjødsel.

På den annen side vil økt produksjon av biogass fra husdyrgjødsel bidra til en økning i tungtransporten, ettersom det for samtlige anlegg med unntak av gårdsanlegg, vil kreve transport av husdyrgjødsla fra gårder til de anleggene som produserer biogassen.

Tiltaket er vurdert å ha tiltakskostnader over 1500 kroner per tonn CO_2-ekvivalenter redusert.

Usikkerhet

Innfasing av tiltaket

Tiltaket forutsetter både bygging av nye anlegg (bygdeanlegg og gårdsanlegg) og investering i utstyr/infrastruktur i eksisterende anlegg (sam- og slambehandlingsanlegg). Erfaringer viser at det tar tid å planlegge og realisere nye anlegg. Innfasingstakten av tiltaket er dermed noe usikker, spesielt for bygdeanlegg der det er antatt at første anlegg er i drift 2022. Disse anleggene står for 39-40 prosent av hele utslippsreduksjonspotensialet, så dersom nye anlegg kommer senere enn det som er antatt i tiltaket, eller aldri blir etablert, vil det påvirke oppnåelse av det totale utslippsreduksjonspotensialet for perioden 2021-2030 betydelig.

Redusert lagringstid av husdyrgjødsel

Det er antatt at lagringstid for gjødsla er redusert til 15 dager som følge av tiltaket.

Dette er en noe usikker antakelse. En spørreundersøkelse utført av Østfoldforskning [1] har vist at gjennomsnittlig årlig hentefrekvens for husdyrgjødsla som behandles i Greve biogass er ca. ni ganger i året. Det er forutsatt at klimagassutslippene fra gjødsellagrene reduseres som følge av kortere lagringstid på gården. Levering av husdyrgjødsel vil foregå kontinuerlig gjennom året i stedet for å bli lagret fram til spredningstidspunkt. Utslippsreduksjonen blir dermed mindre dersom innsamlingen av husdyrgjødsla skjer sjeldnere enn to ganger i måneden.

Drifts- og investeringskostnader

Drifts- og investeringskostnader for produksjon av biogass fra husdyrgjødsel er anslått basert på varierende grad av empiriske data, i noen tilfeller utelukkende teoretisk anslått. Særlig bygdeanleggene er det knyttet relativt stor usikkerhet til, ettersom de i stor grad er teoretisk konstruert.

Det knytter seg usikkerhet til både utformingen av bygdeanleggene, og dermed deres produksjonskostnader, samt sammensetningen av de forskjellige anleggene. Ettersom det er kostnadsforskjeller mellom de forskjellige anleggene, vil nødvendigvis fordelingen mellom disse også påvirke de totale kostnadene. Sagt på en annen måte, hadde det vært færre gårdsanlegg og flere bygdeanlegg enn det som er lagt til grunn i tiltaket, ville tiltakskostnaden gått ned ettersom bygdeanleggene har lavere produksjonskostnader enn det gårdsanleggene har.

Salg og pris på oppgradert biogass

Det er antatt at all oppgradert biogassen vil bli solgt og den antatte lineært økende prisen på denne vil påvirke kostnadsbildet. At all biogass har en etterspørsel og et marked det blir solgt i, bidrar til å redusere kostnadene ved tiltaket ettersom dette øker inntektssiden til produsentene. Hvis ikke dette er tilfellet ville de reelle kostnadene ved tiltaket vært enda høyere. Det samme er tilfellet hvis prisene på oppgradert biogass hadde vært konstante, og ikke lineært voksende. Følsomhetsberegninger viser at den sistnevnte antagelsen har en større påvirkning på tiltakskostnaden enn antagelsen om at all biogass produsert blir solgt.

Tilleggseffekter av tiltaket

Samfunnsøkonomisk tiltakskostnad inkluderer ikke nytteverdien av reduserte ammoniakkutslipp som følge av tiltaket.

Ammoniakkutslippene kan verdsettes ut fra kostnadene med å gjennomføre tiltak og/eller kostnader med skade som utslippene forårsaker. Skadekostnader er en kombinasjon av helseskadelige partikler, miljøskadelig overgjødsling og forsuring og klimaskadelig lystgass. Denne positive samfunnsnytten som ikke er inkludert i tiltakskostnaden bidrar til at denne kostnaden vil være noe overestimert. Basert på kostnadsberegningene er det dog rimelig å anta at denne overestimeringen ikke bidrar nevneverdig når det er snakk om plasseringen av tiltaket i en kostnadskategori.

Barrierer

Sambehandlingsanlegg, slambehandlingsanlegg og bygdeanlegg

Kostnader

- Manglende lønnsomhet for biogassanleggene ved å benytte husdyrgjødsel. Husdyrgjødsel er et vesentlig mer kostbart råstoff å produsere biogass av sammenlignet med andre råstoff. Dette fordi husdyrgjødsel er et energifattig råstoff og har lavt tørrstoffinnhold (2-5%). Transport fra gård til biogassanlegg vil medføre transport av mye vann dersom den ikke avvannes først. Avvanning (til ca. 30 % TS) før transport kan være et aktuelt tiltak for å redusere transportkostnader, men denne teknologien medfører kostnader, samt ekstra investeringer i ny lagerkapasitet på gården.
- Planlegging, bygging og driftssetting av biogassanlegg er tidkrevende, og kan gi kostnader over flere år før man får inntjening. Ifølge AgriAnalyse [4] er tid fra start av planlegging til realisert anlegg minst 3-5 år. I

tillegg til planlegging av selve anlegget er det for nye anlegg også en rekke kostnader, bl. a. tomt, tilrettelegging av infrastruktur, innhenting av nødvendige tillatelser osv.
- Tiltaket forutsetter forutsigbare, langsiktige og betalingsvillige markeder for bruk av biogass. I dag oppfattes markedsituasjonen for bruk av biogass som lovende, men usikker i alle markedssegmenter.
- Sluttbrukere av biogass er i liten eller ingen grad villig til å betale ekstra for biogass fra husdyrgjødsel kontra fra andre råstoff.
- Marked for biorest er umodent. Mangel på fungerende marked for biorest kan gi en stor kostnad og risiko forbundet med avsetning av bioresten.

Teknologi

- Småskala LBG[103]-produksjon (20GWh) er fortsatt umoden teknologi, selv om slike anlegg har en viss utbredelse.

Reguleringer

- De fleste av dagens sam- og slambehandlingsanlegg er omfattet av selvkostregelverket. Dette legger føringer for handlingsrommet for ny økonomisk aktivitet for anlegget, og tolkning av regelverket og forståelse av handlingsrommet oppleves som en barriere for aktørene. Dette kan vanskeliggjøre at biogassanlegg etablerer egne biogasslinjer for produksjon basert på husdyrgjødsel og matavfall.

Markedet for biogass og biorest

- Tiltaket forutsetter forutsigbare, langsiktig og betalingsvillige markeder for bruk av biogass. I dag oppfattes markedsituasjonen for biogass som lovende, men usikker i alle markedssegmenter.
- Opplevd usikkerhet hos mottakere av biorest ved om den er egnet som gjødsel eller om den har andre negative egenskaper som for eksempel innhold av plast fra matavfall.

Koordinering

- Utvikling av eksisterende eller nye biogassanlegg innebærer omfattende og tidkrevende koordinering mellom en lang rekke offentlige og private aktører.
- Det er uklart hvem som skal gjennomføre og ta initiativ til tiltaket.

Gårdsanlegg

Kostnader

Å finne en god avsetning på biogass vil være en utfordring for mange gårdsanlegg. Med relativt lave energipriser utgjør overgang til biogass som energikilde på gården en begrenset kostnadsbesparelse for gårdbrukerne.

Teknologi

På gårdsnivå har det i lang tid vært for stor vektlegging på å utvikle mer effektive reaktorer. Dette har ført til at man har hatt mindre kontroll og kunnskap om resten av anlegget og andre viktige utstyrskomponenter. Reaktor-utviklingen har i seg selv tatt noe tid, dette henger sammen både med at prosessen i seg selv er treg, at man ikke har hatt kontroll på/hatt homogen gjødsel inn, at reaktoren ikke har tålt vær og vind med mer. Teknologiutvikling tar tid, noe som fører til at flere gårdbrukere avventer med å investere i gårdsanlegg.

Driftstekniske barrierer

Eksisterende infrastruktur og lagerløsning kan være en barriere for gårdbrukere som vil etablere gårdsanlegg. For småskala gårdsbaserte anlegg er det en forutsetning at man kan oppnå effektiv flyt av gjødsla til biogassreaktoren,

[103] LBG - Liquid BioGas (flytende biogass)

effektiv varmetilførsel, gjenvinning i biogassanlegget med mer. For gårder som lagrer gjødsla i gjødselkjellere kan det bli vanskeligere å oppnå stabil flyt av gjødsla enn for gårder som bruker utvendig gjødsellager.

Usikkerhet ved varighet av tilskuddsordninger

Tilskuddet for levering av husdyrgjødsel til biogassanlegg er avgjørende for lønnsomhet i gårdsanlegg. At tilskuddsordningen forhandles hvert år over jordbruksavtalen oppfattes av aktørene som lite forutsigbart til å kunne benyttes som grunnlag for en investeringsbeslutning.

Informasjon og kunnskap

Det er lite kjennskap til dagens marked, teknologi og rammebetingelser for biogassproduksjon fra husdyrgjødsel blant husdyrbønder som hverken har eget anlegg eller leverer husdyrgjødsel til sentraliserte biogassanlegg. I tillegg er det manglende kjennskap til tilskuddsordningene rettet mot økt biogassproduksjon. Dette kan gjøre at få husdyrbønder anser det som aktuelt å etablere et biogassanlegg på sin gård.

For å få ned driftsutgifter og ha stabil produksjon på gårdsanlegg, er det behov for god kunnskap om alle deler av produksjonen. Per i dag er dette kunnskap som hver enkelt aktør i stor grad opparbeider seg på eget grunnlag. Det er en utfordring at det er lite systematisert og formidlet kunnskap om småskala anlegg som nye aktører kan benytte seg av. Det er også få fagpersoner med kjennskap til biogass. Dette kan være en barriere for de som eventuelt ønsker å etablere et gårdsanlegg.

Per i dag finnes det ikke ett sted hvor man kan søke opp og få samlet informasjon om for eksempel de nyeste forskningsresultatene på biogassområdet, oversikt over støtteordninger, oversikt over instanser/organisasjoner som skal kontaktes angående etablering av gårdsanlegg, oversikt over leverandører med mer.

Mulige virkemidler

Det er satt ned en gruppe, ledet av Landbruksdirektoratet, som fram mot neste jordbruksoppgjør skal legge fram forslag til virkemidler for økt bruk av husdyrgjødsel til biogassproduksjon.

Felles for alle konseptene er at det er behov for koordinering mellom aktørene. Det finnes i dag Nasjonalt kontaktforum for biogass, som bransjen selv har gitt gode skussmål, men dog med innspill om at én gang i året er i sjeldneste laget. Det kan derfor vurderes å opprette nye nettverk for bransjeaktørene.

Avvanningstiltak vil være viktig for flere av konseptene for å redusere kostnadene ved transport av husdyrgjødsla, da denne i stor grad består av væske. Det er dog lite erfaring med avvanning av husdyrgjødsel i Norge i dag, og dermed også kostnadene ved de ulike teknologiene for dette. Det vil være behov for å utvikle systemer for å integrere avvanningsteknologi i en verdikjede for bruk av husdyrgjødsel til biogassproduksjon.

Dagens virkemidler inkluderer flere støtteordninger, som vist ovenfor. Disse retter seg i hovedsak mot biogassproduksjon generelt og ikke spesifikt mot husdyrgjødsel, med unntak av tilskuddet for leveranse av husdyrgjødsel. Nedenfor trekkes det også fram støtteordninger som mulige virkemidler, både spesifikt for husdyrgjødsel og mer generelt til biogassproduksjon. Det kan i noen grad være informasjonsbarrierer som gjør at dagens støtteordninger ikke brukes i tilstrekkelig grad for å benytte husdyrgjødsel i biogassproduksjon. For å bøte på denne barrieren kan informasjonsvirkemidler være en mulighet, samtidig som effekten av slike virkemidler er svært usikker. At dagens støtteordninger ikke bidrar til mer biogassproduksjon basert på husdyrgjødsel kan også skyldes at støttesatsen er for lav til at aktørene ser seg tjent med å gå inn i biogassproduksjon basert på husdyrgjødsel.

Eksisterende sam- og slambehandlingsanlegg

Eksisterende sam- og slambehandlingsanlegg har som oftest som formål å håndtere kommunalt avfall, og er driftet av offentlige aktører. De er derfor omfattet av selvkostregelverket, og handlingsrommet innenfor dette regelverket oppleves uklart for en del aktører. Reelt sett har aktørene mulighet til å drive næringsvirksomhet og til å bruke husdyrgjødsel som råstoff innenfor selvkostregelverket. Et mulig virkemiddel kan være å utarbeide veiledning med informasjon om hvordan eksisterende biogassanlegg kan ta i bruk husdyrgjødsel.

Slik tiltaket er utformet vil det innebære økt tilførsel av råstoff til eksisterende biogassanlegg. Dette vil kreve at anleggene øker sin lagerkapasitet, både for råstoff og for produsert biorest. Det kan dermed være behov for å gi økt støtte til etablering av lagringskapasitet for husdyrgjødsel og biorest for å imøtekomme denne barrieren.

Tiltaket baserer seg på at bioresten fra biogassproduksjonen har riktig kvalitet for at den kan benyttes som biogjødsel. For mange anlegg (særlig slambehandlingsanlegg) vil dette bety at de må etablere en ny produksjonslinje ved siden av den eksisterende. Et mulig virkemiddel er å innføre støtteordninger for de anleggene som må investere i ny produksjonslinje, som da vil komme som et tillegg til de andre støtteordningene.

Bygdeanlegg som tar imot husdyrgjødsel

Tiltaket forutsetter at det etableres flere bygdeanlegg som tar imot husdyrgjødsel. Både Enova og Innovasjon Norge gir i dag investeringsstøtte til biogassproduksjon. Et mulig virkemiddel kan være å gi et påslag til investeringsstøtten dersom anlegget planlegger å bruke husdyrgjødsel som substrat i biogassproduksjonen. Muligheten for å oppnå et noe høyere støttenivå vil gi sterkere insentiver til å vurdere husdyrgjødsel som substrat og kan trolig bidra til at flere planlagte biogassanlegg velger å bruke husdyrgjødsel i biogassproduksjonen.

Virkemidler for gårdsanlegg

Avsetningsmuligheter for biogass vil være en utfordring for mange gårdsanlegg. Med relativt lave energipriser utgjør overgang til biogass som energikilde på gården en begrenset kostnadsbesparelse for gårdbrukerne. Økte avgifter på fossil energi vil gi sterkere insentiver om bruk av biogass. Et annet mulig virkemiddel kan være å gi støtte per mengde energi produsert og utnyttet på gården. En slik ordning vil gi insentiver til å produsere og utnytte mer biogass på gården, og dermed bruke mer husdyrgjødsel til biogassproduksjonen. I tillegg vil en slik ordning gi insentiver til god og effektiv drift og den mest miljøvennlige utnyttelsen av biogassen, for eksempel ved at man hindrer lekkasjer gjennom gode kontrollrutiner og foretrekker utnyttelse av gassen framfor fakling.

I forbindelse med koordineringsproblematikken nevnt ovenfor, kan det vurderes å etablere et eget forum for gårdsanlegg. Et slikt forum kan bl. a. bidra med kurs for bønder som ønsker og trenger mer kunnskap om biogassproduksjon i småskala anlegg.

Utvikling av marked for bruk av biogass og biorest

For nærmere omtale av virkemidler rettet mot markedet for biogass, se kapittel 5 *Sjøfart, fiske og havbruk* og kapittel 14 *Energietterspørsel og mer om bioenergi* i hovedrapporten del A, samt tiltak S03 *Bruk av avansert biodrivstoff til skipsfart* og tiltak T12 *10 prosent av nye trekkvogner går på biogass i 2030*.

Det er ikke et etablert marked for avsetning av biorest i dag. Kvaliteten til bioresten avhenger i stor grad det råstoffene som brukes i biogassproduksjonen. For at biorest skal bli benyttet i større skala i jordbruket, vil det være gunstig med et merkesystem for biorest av god kvalitet.

Referanser

[1] Østfoldforskning (2019). Evaluering av pilotordning for tilskudd til husdyrgjødsel til biogassproduksjon. OR.04.19.
[2] Carbon Limits (2019). Ressursgrunnlaget for produksjon av biogass. Oppdragsrapport for Miljødirektoratet.
[3] NIBIO (2017). Klimatiltak i norsk jordbruk og matsektor. NIBIO Rapport 3 (85) 2017. Rapport M-660|2017. Oppdragsrapport for Miljødirektoratet.
[4] AgriAnalyse (2019). Kartlegging av eksisterende og planlagte biogassanlegg og bruk av husdyrgjødsel. Notat 18.06.2019.

J04 Diverse gjødseltiltak

Samletiltak

Dette er et samletiltak som omfatter metoder for lagring og spredning samt bedre tids- og arealmessig fordeling av husdyrgjødsla som gir lavere klimagassutslipp. Deltiltakene som er nærmere beskrevet under er:

- J04-1 *Dekke på gjødsellager – svin*
- J04-2 *Miljøvennlige spredning av husdyrgjødsel*
- J04-3 *Bedre spredetidspunkt og lagerkapasitet for husdyrgjødsel*
- J04-4 *Bedre arealmessig fordeling av husdyrgjødsel*

Tiltakene er utredet av Landbruks- og matdepartementet (LMD)/Landbruksdirektoratet i tilknytning til arbeid med gjødselregelverket og av NIBIO i 2019 i tilknytning til tiltaks- og virkemiddelanalyse for ammoniakk fra jordbruket.

I tillegg er tiltaket J04-5 *Presisjonsgjødsling* omtalt. Det foreligger imidlertid ikke tilstrekkelig grunnlag for å kvantifisere klimagasseffekten av dette tiltaket.

Referansebanen

Referansebanen viser relativt stabile klimautslipp fra jordbrukssektoren fram mot 2050. Referansebanen for jordbruket er noe justert i forhold til den som ble publisert i Nasjonalbudsjett 2019, på grunn av metodeendringer i utslippsregnskapet som ble gjennomført i 2018, og reviderte husdyrframskrivninger fra NIBIO. Viktigste metodeendringen er en ny nitrogenmodell for utslipp fra husdyrgjødsel, som framfor alt har gitt en kraftig økning i utslippet av NH_3 i de historiske utslippstallene sammenlignet med tidligere beregningsmetodikk. N_2O-utslippet fra husdyrgjødsel ble noe redusert ved beregningene med den nye nitrogenmodellen. Dette skyldes først og fremst at mengden gjødsel i ulike lagringssystemer er revurdert og utslippsfaktorer oppdatert. Denne metodeendringen er nå også reflektert i framskrivningen av husdyrgjødselrelaterte utslipp. I justert referansebane for NB2019 er husdyrframskrivningen beregnet i forhold til antatt forbruk på engrosnivå basert på befolkningsframskriving fra SSB fra juni 2018. Volum av spiselige husdyrprodukt er kalibrert mot Helsedirektoratets statistikk over forbruk per person og utvikling i forbruk over tid samt forbrukstrender. Framskrivningen gir inntak av energi som i anbefalingene fra helsemyndighetene. Forventet tilvekst og ytelse per dyr, og forventet import av storfekjøtt som følge av handelsavtaler innvirker også på husdyrframskrivningen. I referansebanen er det også lagt inn en forventning om at økt tilgang på husdyrgjødsel til en viss grad erstatter bruk av mineralgjødsel.

Nedskalering av gjødseltiltak

Det er gjort en grov nedskalering av utslippsreduksjonene i gjødseltiltakene J04-1 *Dekke på gjødsellager – svin* og J04-2 *Miljøvennlig spredning av husdyrgjødsel* med utgangspunkt i at kostholdstiltaket (J01) og matsvinntiltaket (J02) allerede er blitt gjennomført og at det dermed er mindre tilgjengelig husdyrgjødsel enn om man beregner opp mot referansebanen. De nedskalerte utslippsreduksjonene for disse gjødseltiltakene kan dermed summeres med andre tiltak og inngå i beregningsgrunnlaget for 50 prosent reduksjon i ikke-kvotepliktig sektor. Nedskaleringen av utslippsreduksjonen for gjødseltiltakene som følge av at kostholdstiltaket og matsvinntiltaket gjennomføres, er på 24 prosent i 2030, og på 13-15 prosent for de akkumulert utslippene for perioden 2021-2030. Det er de nedskalerte utslippsreduksjonene som inngår i hovedrapporten og i alle figurer der alle sektorer er med. I dette tiltaksarket omtaler vi derimot tiltaket som om det blir gjennomført isolert sett og uavhengig av andre tiltak, og benytter derfor de u-skalerte beregningene. Kostnadskategorien forblir uendret etter nedskaleringen av utslippsreduksjonene.

J04-1 Dekke på gjødsellager – svin

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Utslippsreduksjon (millioner tonn CO_2-ekv.)	-	0,000	0,001	0,002	0,003	0,004	0,004	0,005	0,005	0,006	0,007
Utslippsreduksjon 2021-2030	**0,04 mill. tonn CO_2-ekvivalenter**										
Nedskalert utslippsreduksjon (millioner tonn CO_2-ekv.)	-	0,000	0,001	0,002	0,002	0,004	0,004	0,005	0,005	0,005	0,005
Utslippsreduksjon 2021-2030	**0,03 mill. tonn CO_2-ekvivalenter**										
Kostnadskategori	**500-1500 kr/tonn CO_2-ekv**										

Beskrivelse av tiltaket

Tiltaket innebærer at åpne lagerkummer for svinegjødsel blir utstyrt med dekke. Dekke på gjødsellager virker mest direkte mot ammoniakkutslipp, ved å dempe fordamping (luftstrøm, sollys). Dermed holdes nitrogenet i gjødsla, som gir mulighet for å spare inn på bruken av mineralgjødsel og derav lystgass som dannes fra slik gjødsel. Dekke er også forventet å holde tilbake utslipp av metan. Derimot kan dannelse og utslipp av lystgass øke fordi det blir mer anaerobe forhold.

Det er forutsatt lineær innfasing over 10 år. Som referanse/sammenligningsgrunnlag er det lagt til grunn foreløpige tall fra SSBs gjødselundersøkelse i 2018 (foreløpig ikke publisert) for mengde og fordeling av gjødsel. Estimert endring i utslipp av metan og lystgass er usikker.

Tiltaket overlapper med tiltak J03 *Husdyrgjødsel til biogass*, ved at begge tiltak demper metanutslipp fra gjødsellager. Tiltaket er derimot addisjonelt til andre tiltak med gjødsel som retter seg mot spredning til riktig tid og i riktig mengde.

Dagens virkemidler

Innenfor ordningen under jordbruksavtalen med investeringsstøtte til jord- og hagebruk (IBU), kan det gis støtte til faste bygninger og anlegg for jordbruksdrift. Gjødsellager med tak/dekke kan inngå i prosjektene som det gis støtte til. Fra 2019 kan det også gis tilskudd til prosjekter som kun gjelder bygging av gjødsellager med dekke og/eller 10-12 måneders lagerkapasitet. Ordningen forvaltes av Innovasjon Norge. Videre kan det fra 2019, innenfor ordningen med tilskudd til miljøtiltak i jordbruket (SMIL-ordningen), gis tilskudd til installasjon av tett dekke på eksisterende lagerkummer. Denne ordningen forvaltes av Landbruksdirektoratet.

Forskrift om gjødselvarer med mer av organisk opphav har bestemmelser om lagring og bruk av husdyrgjødsel. Lager for husdyrgjødsel skal ha tilstrekkelig kapasitet slik at gjødsla kan lagres fram til spredning i den tillatte perioden. Lagringskapasiteten skal være minimum åtte måneders produksjon.

Utslippsreduksjonspotensial

Om gjødsla lagres åpent eller under dekke kan ha betydning for metan-, lystgass- og ammoniakkutslipp under lagring, og for lystgass- og ammoniakkutslipp under og etter spredning [1]. I N-modellen er ammoniakkutslippene regnet til 14 prosent av totalt ammonium-N (TAN) ved lagring i gjødselkum uten dekke, og 60-80 prosent lavere ved lagring i kum med tett dekke. N-modellen fanger opp at når mer nitrogen beholdes i lageret, gir dette økt potensial for tap under og etter spredning. Endringene i metanutslipp er regnet ut ved hjelp av ny metanmodell (versjon 1, 3.10.2019)

95 prosent av svinegjødsla regnes i dag for å være bløtgjødsel, hvorav 56 prosent lagres i gjødselkjeller. Resten (44 %) lagres i utendørs kum, hvorav 70 prosent er uten dekke. Av omtrent 3700 tonn amm-N som havner i bløtgjødsellager, er altså omtrent 1100 tonn i åpne kummer, og ammoniakktapet er 130 tonn. Ved å omfordele dette til lager med dekke, går ammoniakktapet fra dette leddet ned med om lag 70 tonn. Det gjør at man kan spare tilsvarende mengde mineralgjødsel, og kan gi en nedgang i lystgassutslipp på i overkant av 1 tonn, tilsvarende 330 tonn CO_2-ekvivalenter Tilsvarende er metanutslippene regnet å gå ned med 300 tonn i 2030, tilsvarende vel 7500 tonn CO_2-ekvivalenter For en samlet vurdering av referansebaner og reduksjonspotensial må man også ha med seg at mer nitrogen i behold etter lagring kan gi økte utslipp fra spredning [2].

Tiltakskostnad

Estimat for dekke på gjødsellager til svin: 846 kroner per tonn CO_2-ekvivalenter

Ved full gjennomføring av tiltaket synker årlige utslipp med om lag 7000 tonn CO_2-ekvivalenter

Utgangspunkt for beregningene er foreløpige tall fra SSBs gjødselundersøkelse 2018 (foreløpig ikke publisert) som angir at det er 544 jordbruksbedrifter med utendørs lager for gjødsel fra svin. NIBIO [3] har anslått samlet investeringsbehov til i overkant av 100 millioner kr, som fordelt over en antatt levetid på 15 år blir vel 7 millioner kroner per år. I tillegg til å hindre ammoniakktap fra gjødsellageret, kan dekke avlaste kostnader til mineralgjødsel og frigjøre lagerkapasitet ved at lagrene ikke lenger fylles opp av vann. Anslått tiltakskostnad er beregnet til i underkant av 850 kr/tonn CO_2-ekvivalenter [2], [3]. Tiltakskostnaden er beregnet for hele tiltakets levetid som blir 24 år på grunn av ti års innfasing.

Samfunnsøkonomisk tiltakskostnad avhenger av hvordan ammoniakkutslippene verdsettes. NH_3-utslippene kan verdsettes ut fra kostnadene med å gjennomføre tiltak og/eller kostnader med skade som utslippene forårsaker. Skadekostnader er en kombinasjon av helseskadelige partikler, miljøskadelig overgjødsling og forsuring og klimaskadelig lystgass. På oppdrag av Grønn skattekommisjon har Vista Analyse [4] kommet til at gjennomsnittlig skadekostnad for norske NH_3-utslipp ligger på 3 kr/kg NH_3. Denne verdien fanger opp både skadekostnader (forsuring) og en forventet tiltakskostnad for å nå utslippsmålene i Gøteborgprotokollen. The European Nitrogen Assessment (ENA) [5] har anslått skadekostnader i EU-landene (EU 27) av at nitrogen slippes ut i miljøet. Helsekostnadene er estimert til 2-20 EUR per kilo NH_3-N mens kostnadene med skade på økosystem ligger i intervallet 2-10 EUR per kilo NH_3-N.

Barrierer og mulige nye virkemidler

Kostnadsbarrierer

Kostnadene vil være avhengig av hvilken løsning som velges. Den vanligste løsningen for dekke er en "hatt" i hardplast eller tilsvarende tett dekke. Det er regnet med at 60 prosent av lagrene får tett dekke mens 40 prosent får kunstig flytedekke som er en rimeligere løsning. Kostnader ved tiltaket vil da være investeringskostnader. Dersom dekket er flytelag i form av halm, lecakuler eller lignende, vil kostnadene være årlige. Kostnadsnivået som er avhengig av hvilken løsning som benyttes, kan variere mellom nybygg og etterinstallering på eksisterende bygg. Det er anslått en gjennomsnittlig kostnad på 200 000 kroner per jordbruksbedrift. Redusert ammoniakktap kan gi besparelser i innkjøp av mineralgjødsel. Går vi ut fra en tilskuddsandel på 20 prosent av investeringskostnadene (INs tilskuddssats for gjødsellager), vil dekke på gjødsellager ikke være bedriftsøkonomisk lønnsomt. Dekke kan også bidra til å utvide den effektive lagerkapasiteten ved at nedbør ikke lenger havner i lageret. Dekke på gjødsellager vil likevel i de fleste tilfeller ikke være lønnsomt for de enkelte foretak og høye kostnader vil være den største barrieren for at tiltaket gjennomføres.

Andre barrierer

Mye av nitrogenet som holdes tilbake i tette lager går lett tapt dersom ikke forbedret lagring følges av en spredepraksis med minst mulig tap. En hindring for maksimal effekt av tiltaket kan være problemforskyving bla. i form av økte utslipp fra andre ledd i gjødselhåndteringen.

Nye virkemidler

Gjeldende forskrift om gjødselvarer med mer av organisk opphav har ikke krav til dekke over lager. Som del av gjennomgangen av gjødselregelverket er det foreslått å stille krav om dekke på lager for svinegjødsel[1]. Det er ikke avklart når ny forskrift vil være klar.

Innovasjon Norge gir i dag tilskudd til bygging av gjødsellager med inntil 20 prosent eller maksimum 100 000 kroner. Det stilles ikke krav til tak eller dekke ved tilskudd fra Innovasjon Norge, noe som vil være formålstjenlig.

Tilleggseffekter

Tiltaket reduserer utslipp av ammoniakk til luft og dermed eutrofiering og forsuring. Norge overskrider utslippsforpliktelsen for ammoniakk iht. Gøteborgprotokollen og det er derfor nødvendig med tiltak for å få ned utslippene.

Referanser

[1] Bittman, S., Dedina, M., Howard C., Oenema, O. & M. Sutton, M. (eds) (2014). Options for Ammonia Mitigation: Guidance from the UNECE Task Force on Reactive Nitrogen. Centre for Ecology and Hydrology, Edinburgh, UK
[2] Landbruksdirektoratet (2018). Utredninger i forbindelse med forslag til nytt gjødselregelverk. Oversendt fra Landbruksdirektoratet, Mattilsynet og Miljødirektoratet 15.03.18.
[3] Rivedal, S. mfl. (2019). Tiltak for å redusere ammoniakkutslepp frå jordbruket. NIBIO-rapport 5 (160) 2019. M-1589|2019. Oppdragsrapport for Miljødirektoratet og Landbruksdirektoratet.
[4] Vista Analyse AS (2015). Marginale eksterne kostnader ved enkelte miljøpåvirkninger. Rapport 2015/19.
[5] The European Nitrogen Assessment (ENA) (2011). Costs and benefits of nitrogen in the environment.

J04-2 Miljøvennlig spredning av husdyrgjødsel

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Utslippsreduksjon (mill. tonn CO_2-ekv.)	-	0,004	0,009	0,013	0,017	0,021	0,025	0,030	0,034	0,038	0,042
Utslippsreduksjon 2021-2030	**0,23 mill. tonn CO_2-ekvivalenter**										
Nedskalert utslippsreduksjon (mill. tonn CO_2-ekv.)	-	0,004	0,009	0,013	0,017	0,020	0,023	0,026	0,028	0,030	0,032
Nedskalert utslippsreduksjon 2021-2030	**0,20 mill. tonn CO_2-ekvivalenter**										
Kostnadskategori	**Spredning på åker: < 500 kr/tonn CO_2-ekv. Spredning på eng: > 1500 kr/tonn CO_2-ekv.**										

Beskrivelse av tiltaket

Med miljøvennlige spredemetoder dempes tapet av ammoniakk under spredning, og derav lystgass som oppstår sekundært av ammoniakk. Det gir samtidig mulighet for å spare inn på bruken av nitrogen fra mineralgjødsel og derav lystgass som dannes fra spredning av mineralgjødsla.

Tiltaket innebærer at all husdyrgjødsel som spres på etablert eng, spres med nedlegging i kombinasjon med at en økt andel spres med større vanninnblanding. Ved spredning på åker innebærer tiltaket at en større andel av gjødsla moldes ned innen en time etter spredning. Tiltaket er utredet av NIBIO i 2019 i tilknytning til tiltaks- og virkemiddelanalyse for ammoniakk fra jordbruket [1].

Spredning på eng

Totalt for eng og innmarksbeite blir i dag 15 prosent av gjødsla spredd med stripespreder (nedlegging). Det blir i praksis ikke benyttet stripespredning på innmarksbeite. Tiltaket innebærer at all husdyrgjødsel som spres på etablert eng, spres med stripespreder (nedlegging). Dette innebærer at andelen husdyrgjødsel som spres med stripespredning økes fra ca. 15 prosent i dag til 85 prosent i 2030.

Andelen gjødsel brukt på eng og innmarksbeite med vanninnblanding, i forholdet 1:1 eller mer, er i dag 22 prosent. Tiltaket består videre i å øke andelen gjødsel som blir spredd med stripespreder fra 15 til 64 prosent i kombinasjon med å øke andelen gjødsel med vanntilsetting 1:1 eller mer fra 22 til 64 prosent. Det er gått ut fra at denne gjødsla spres med tilførselsslange. Resten av gjødsla som spres med nedlegging på etablert eng, spres fra tankvogn, uten vanninnblanding

For den øvrige husdyrgjødsla som spres på grasmark (blautgjødsel som spres på innmarksbeite, gjødsel som spres med nedfelling og fastgjødsel), er det ikke regnet med noen endring i spredepraksis.

Spredning på åker

I dag blir bare 11 prosent av husdyrgjødsla som spres på åker nedmoldet innen en time, mens 24 prosent blir nedmoldet etter 12 timer (eller aldri). Tiltaket går ut på å redusere andelen gjødsel som blir seint nedmolda til null og å øke andelen gjødsel som blir nedmolda innen en time til 34 prosent.

Tiltaket innebærer at andelen av gjødsla som spres med miljøvennlige spredemetoder trappes opp jevnt over 10 år.

Tiltaket er addisjonelt til andre tiltak rettet mot husdyrgjødsel: J04-1 *Dekke på gjødsellager – svin*, J04-3 *Bedre spredetidspunkt og lagerkapasitet for husdyrgjødsel*, J04-4 *Bedre arealmessig fordeling av husdyrgjødsel* og J03 *Husdyrgjødsel til biogass*.

Dagens virkemidler

Innenfor ordningen med regionale miljøtilskudd (RMP) gis det støtte til miljøvennlig spredning av husdyrgjødsel. Ordningen ble utvidet til å gjelde alle fylker i jordbruksoppgjøret i 2018. Det fastsettes fylkesvise tilskuddssatser som varierer en god del mellom fylkene. Tilskuddssatsen for nedlegging ligger typisk i området 20-80 kroner per dekar mens tilslkuddet for bruk av tilførselssalger ligger området 30-130 kroner per dekar. Satsene for nedlegging og bruk av tilførselsslange er til en viss grad tilpasset innbyrdes, slik at samlet tilskudd ligger i området 100-150 kroner per dekar. I mange fylker er tilskuddet avgrenset geografisk til områder som er utsatt for vannforurensning. Tilskuddet for rask nedmolding av husdyrgjdøsel som spres på åpen åker ligger typisk på 20-50 kroner per dekar.

Forskrift om gjødselvarer med mer av organisk opphav har bestemmelser om lagring og bruk av husdyrgjødsel. Spredning av husdyrgjødsel er kun tillatt i perioden 15. februar til 1. november og det er ikke tillatt å spre på frossen eller snødekket mark. Spredning uten nedmolding/nedfelling på eng og annen grøde bør gjøres så tidlig i vekstsesongen at det er mulighet for betydelig gjenvekst som høstes eller beites, og skal gjøres senest innen 1. september. Ved spredning etter 1. september er det krav om at gjødsla nedlegges eller nedmoldes. Husdyrgjødsel spredd på åpen åker skal moldes ned straks og senest 18 timer etter spredning.

Utslippsreduksjonspotensial

Innsparinger ved tiltaket kommer gjennom å senke ammoniakktap [2] som kan redusere påfølgende utslipp av lystgass og samtidig senke behovet for mineralgjødsel til supplering. Reduksjon i ammoniakk- og lystgassutslipp fra husdyr og husdyrgjødsel som følge av innføring av tiltak er regnet ut ved hjelp ny modell for utslipp fra husdyrgjødsel. Det er brukt framskriving av dyretall i åra 2018-2030 utarbeidet av NIBIO 2019 [3], og aktivitetsdata (foreløpige tall, upublisert) fra SSBs gjødselundersøkelse 2018 som referanseverdier.

Reduserte lystgassutslipp (direkte og indirekte) fra spart mineralgjødsel-nitrogen er inkludert i utslippsreduksjonspotensialet for tiltaket.

Spredning på eng

Ved stripespredning reduseres ammoniakkutslippene med knapt 2200 tonn per år. Vanntilsetning til 70 prosent av den økte mengden som forutsettes spredd med stripespreder, reduserer utslippene med ytterligere 2000 tonn. Samlet utslippsreduksjon blir dermed om lag 4200 tonn ammoniakk.

Syretilsetting til gjødsla slik at pH senkes til seks eller lavere, kan halvere ammoniakkutslippene fra spredningen. NIBIO har beregnet at syretilsetting til den delen av husdyrgjødsla som det ikke er aktuelt å fortynne med vann, (30 % av gjødselmengden,) kan bidra til en utslippsreduksjon på ytterligere 1447 tonn ammoniakk. Denne utslippsbesparelsen er ikke innregnet fordi vi antar at en slik metode vil ha vesentlige barrierer.

Gjennom redusert ammoniakktap går også de indirekte lystgassutslippene ned med omtrent 55 tonn per år. Dersom man med dette oppnår å erstatte mineralgjødsel i forholdet 1 til 0,45 (som er erstatningsfaktoren som nyttes i framskrivningene på bakgrunn av anbefaling fra NIBIO), vil man kunne spare 3500 tonn N fra mineralgjødsel og lystgassutslippene går da ytterligere ned med omtrent 70 tonn. Årlig besparelse av lystgass tilsvarer da knapt 37000 tonn CO_2-ekvivalenter

Spredning på åker

Ved stripespredning og rask nedmolding på åker reduseres ammoniakkutslippene med 559 tonn per år. Redusert ammoniakkutslipp bidrar til at indirekte lystgassutslipp går ned med 7 tonn. Dersom ammoniakkbesparelsen erstatter mineralgjødsel i forholdet 1 til 0,45, vil det kunne spares 460 tonn N fra mineralgjødsel som gir en

lystgassreduksjon på ytterligere 9 tonn. Årlig innsparing av lystgassutslipp ved raskere nedmolding på åker blir dermed knapt 4 800 tonn CO_2-ekvivalenter

Samlet kan mer miljøvennlig spredning av husdyrgjødsel på eng og åker bidra til en årlig utslippsbesparelse på knapt 54 000 tonn CO_2-ekvivalenter

Tiltakskostnad

Kostnader forbundet med bedre spredemetoder er kjøp eller leie av egnet utstyr.

Spredning på eng

Estimert tiltakskostnad for stripespredning på eng med vanntilsetting: 2757 kroner per tonn CO_2-ekvivalenter

Estimert tiltakskostnad for stripespredning uten vanntilsetting: 3425 kroner per tonn CO_2-ekvivalenter

Til grunn for kostnadsberegningen ligger følgende antakelser:

- Omkring 6 300 jordbruksbedrifter vil gå over til bruk av stripespreder med økt innblanding av vann
- 30 prosent vil investere i stripesprederbom og 10 prosent vil gjøre en større investering (ny vogn med stripespreder eller annet utstyr), resten vil leie stripespreder
- Kostnad med håndtering av økte mengder som følge av vanntilsetting er 52,38 kroner per tonn. Denne kostnaden vil være høyere for foretak med lange transportavstander og liten kapasitet, men lavere for foretak med tilførselsslange.
- Verdien av spart nitrogen som følge av redusert ammoniakkutslipp er satt til 10,70 kroner per kilo.
- Det er stor variasjon og dermed stor usikkerhet knyttet til hva det vil koste for jordbruksbedriftene å gå over til bruk av stripespreder og øke vanninnblanding.

Spredning på åker

Estimert tiltakskostnad stripespredning og rask nedmolding på åker: 303 kroner per tonn CO_2-ekvivalenter

Kostnadsberegningene er basert på følgende antakelser:

- Halvparten av jordbruksforetakene som går over til nedmolding innen én time etter spredning har i utgangspunktet ikke kapasitet til dette, og må leie inn maskiner for å få dette til.
- En måte å illustrere denne kostnaden på er å beregne merkostnaden ved nedfelling av husdyrgjødsla, som vil være en måte å sørge for rask nedmolding.
- Merkostnaden ved nedfelling er 55 kroner per dekar og arealet som får denne merkostnaden er 245 648 dekar.
- Verdien av spart nitrogen som følge av redusert ammoniakkutslipp er satt til 10,70 kroner per kilo.
- Den faktiske kostnaden av dette tiltaket er svært vanskelig å beregne fordi forskjellige jordbruksbedrifter vil løse det på forskjellige måter.

Samfunnsøkonomisk tiltakskostnad avhenger av hvordan ammoniakkutslippene verdsettes. NH_3-utslippene kan verdsettes ut fra kostnadene med å gjennomføre tiltak og/eller kostnader med skade som utslippene forårsaker. Skadekostnader er en kombinasjon av helseskadelige partikler, miljøskadelig overgjødsling og forsuring og klimaskadelig lystgass. På oppdrag av Grønn skattekommisjon har Vista Analyse [4] kommet til at gjennomsnittlig skadekostnad for norske NH_3-utslipp ligger på 3 kr/kg NH_3. Denne verdien fanger opp både skadekostnader (forsuring) og en forventet tiltakskostnad for å nå utslippsmålene i Gøteborgprotokollen. The European Nitrogen Assessment (ENA) [5] har anslått skadekostnader i EU-landene (EU 27) av at nitrogen slippes ut i miljøet. Helsekostnadene er estimert til 2-20 EUR per kilo NH_3-N mens kostnadene med skade på økosystem ligger i intervallet 2-10 EUR per kilo NH_3-N.

Usikkerhet

Det er stor usikkerhet om utslippsrater både med og uten tiltak. Det er usikkert om vanntilsettinga i praksis vil bli så stor som det er regnet med (1:1) og om en derfor oppnår så stor effekt som forutsatt.

Det er usikkert om en vil oppnå forutsatt tiltaksgjennomføring. Særlig er usikkerheten stor om en klarer å oppnå at all blautgjødsel som spres på etablert eng, spres med metoder som forutsatt på grunn av avstander, vanskelig terreng eller arrondering. NIBIO har vurdert at alle arealer teknisk/praktisk kan nås med de forutsatte metoder, men det kan være at kostnadene blir for høye for noen arealer.

Ved spredning på åker er det forutsatt at en god del gjødsel nedmoldes innen en time. Foretakene kan løse dette på ulike måter, men det er usikkert om i praksis vil oppnå den beregnede utslippsbesparelsen ved at nedmolding ikke skjer så raskt som forutsatt.

Vi antar samtidig at forbruk av nitrogengjødsel nedjusteres i takt med den forbedrede utnyttelsen av husdyrgjødsla. Det er usikkert i hvilken utstrekning dette vil skje i praksis og avhenger av annen virkemiddelbruk.

Barrierer og mulige nye virkemidler

Kostnadsbarrierer

Nåverdi av tiltaket ligger mellom i 125 000 og knapt 340 000 kroner uten tilskudd. Miljøvennlige spredemetoder krever investeringer i riktig spredeutstyr. Selv om utstyret er kostbart, kan det være bedriftsøkonomisk lønnsomt hos en del foretak. Det kommer av at med redusert ammoniakktap kan man spare inn på mineralgjødsla.

Både høye investeringskostnader og økte driftskostnader vil være barrierer for gjennomføring av tiltaket. Særlig for mindre foretak og foretak som har lange transportavstander for gjødsla, vil kostnadene bli høye. Ved spredning på eng med nedlegging og vanntilsetning som forutsetter bruk av tilførselsslanger, vil lønnsomhetsgrensen tilsvare et tilskudd på om lag 100 kroner per dekar. Det er da gått ut fra at foretaket sprer 3,5 tonn husdyrgjødsel på 180 dekar. Ved spredning med rask nedmolding på åpne åker kan lønnsomhetsgrensen ligge ved et tilskudd på om lag 45 kroner per dekar, men dette vil variere mellom foretak.

Andre barrierer

Tilsetting av vann medfører at det blir større mengder som må transporteres og spres. Bruk av tilførselsslange og nedleggingsutstyr forutsetter (en viss) vanninnblanding for å få gjødsla til å flyte skikkelig. Det er likevel usikkert om en i praksis vil oppnå en så stor vanninnblanding som forutsatt. Selv om det antas at gjødsla som kan spres ved vanninnblanding, ligger innenfor en radius som muliggjør bruk av tilførselsslange, kan terreng og arrondering vanskeliggjøre bruken. Bruk av tilførselsslange er imidlertid svært effektivt, særlig ved spredning av større mengder. Økt tilskudd for bruk av tilførselslange, med krav om bruk av stripespreder, kan fremme en spredepraksis med økt vanninnblanding. Vanninnblanding krever forholdsvis store mengder vann, og det er ikke sikkert at alle foretak har enkel tilgang til de vannmengder som trengs.

For å få til nedmolding innen en time ved spredning på åker, må det nyttes traktorer og utstyr for spredning og nedmolding samtidig eller gjødsla må spres med nedlegging. En barriere vil derfor være økt driftskostnad for jordbruksforetak som må leie inn maskiner og mannskap for å sørge for nedmolding innen en time. For å nå målet om nedmolding innen en time, må tilskuddet gjenspeile disse ekstrakostnadene. Tilskuddet til nedfelling kan også økes for å stimulere flere til å investere og bruke dette i utstyret.

Tilleggseffekter

Tiltaket reduserer utslipp av ammoniakk til luft og dermed eutrofiering og forsuring. Norge overskrider utslippsforpliktelsen for ammoniakk iht. Gøteborgprotokollen og det er derfor nødvendig med tiltak for å få ned utslippene. I tillegg reduseres avrenning av nitrat- og fosfor til vann og vassdrag, noe som er nødvendig for å nå målet om god tilstand i henhold til EUs vannrammedirektiv.

Referanser

[1] Rivedal, S. mfl. (2019). Tiltak for å redusere ammoniakkutslepp frå jordbruket. NIBIO-rapport 5 (160) 2019. M-1589|2019. Oppdragsrapport for Miljødirektoratet og Landbruksdirektoratet.

[2] Bittman, S., Dedina, M., Howard C., Oenema, O. & M. Sutton, M. (eds) (2014). Options for Ammonia Mitigation. Guidance from the UNEC Task Force on Reactive Nitrogen. Centre for Ecology and Hydrology, Edinburgh, UK

[3] NIBIO (2019). Oppdatert beregning av referansebane husdyrpopulasjoner. Notat 03.05.19.

[4] Vista Analyse AS (2015). Marginale eksterne kostnader ved enkelte miljøpåvirkninger. Rapport 2015/19.

[5] The European Nitrogen Assessment (ENA) (2011). Costs and benefits of nitrogen in the environment.

J04-3 Bedre spredetidspunkt og lagerkapasitet for husdyrgjødsel

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Utslippsreduksjon (mill. tonn CO_2-ekv.)	-	0,000	0,002	0,004	0,005	0,007	0,009	0,011	0,011	0,011	0,011
Utslippsreduksjon 2021-2030	**0,07 mill. tonn CO_2-ekvivalenter**										
Kostnadskategori	**> 1500 kr/tonn CO_2-ekv**										

Beskrivelse av tiltaket

Tiltaket innebærer at bløtgjødsel som i dag blir spredd om høsten, blir omfordelt til spredning om våren eller sommeren. Høstspredning skyldes ofte at man har snaut med lagerkapasitet, og tiltaket forutsetter dermed investeringer i lagerkapasitet.

Spredning om høsten gir høy avrenning til vann og dårlig utnyttelse av nitrogenet. Ved å omfordele slik at all gjødsel spres om våren eller sommeren, kan man spare mineralgjødsel og tilhørende lystgassutslipp. Spredning om sommeren medfører imidlertid at ammoniakkutslippene øker sammenlignet med spredning om våren eller høsten, med tilsvarende økning i denne kilden til indirekte lystgassutslipp.

Ifølge utslippsregnskapet har ikke gjødselslag og spredetidspunkt betydning for andelen av nitrogentilførselen som fører til direkte utslipp av lystgass og utslipp på grunn av lekkasje av nitrat til vann (fracleach). Utslipp av ammoniakk og lystgass som følger av dette, er høyere ved spredning om sommeren sammenlignet med spredning om høsten. 2019-refinement for utslippsberegninger fra FNs klimapanel åpner imidlertid for å skille mellom mineralsk og organisk gjødsel og mellom tørre og våte klimaforhold. Ifølge denne kilden har spredeforholdene særlig betydning for mineralgjødsel, mens det for husdyrgjødsel ikke har så stor betydning.

Dagens virkemidler

Forskriften om gjødselvarer med mer av organisk opphav har bestemmelse om krav til lagerkapasitet for husdyrgjødsel og om tillatt spredetidspunkt. Innenfor ordningen under jordbruksavtalen med investeringsstøtte til jord- og hagebruk (IBU) kan det gis støtte til faste bygninger og anlegg for jordbruksdrift. Gjødsellager kan inngå som del av prosjektet det gis støtte til. Fra 2019 kan det også gis tilskudd til prosjekter som kun gjelder bygging kun av gjødsellager såfremt lageret utstyres med dekke og/eller bygges for 10-12 måneders lagerkapasitet.

I enkelte fylker gis det regionalt miljøtilskudd for spredning av husdyrgjødsel om våren/i vekstsesongen.

Utslippsreduksjonspotensial

Analysen i utredningen av nytt gjødselregelverk [1] tar utgangspunkt i at høstspredning forekommer hos 1/4 av foretak med svin og storfe, og at 1/5 av gjødsla hos aktuelle foretak blir spredd om høsten. Nitrogenmengden om høsten er da henholdsvis 1600 tonn N og 300 tonn N. I referansebanen legger man til grunn at mengder og fordeling av gjødsel fortsetter som i dag.

Forslagene til nytt gjødselregelverk omfatter å innskrenke adgangen til spredning om høsten. Gjødsla må da omfordeles slik at den spres om våren eller sommeren. Det er regnet at halvparten av berørte foretak med storfe og alle foretak med svin vil skaffe økt lagerkapasitet. Disse oppnår å endre spredetidspunktet fra høst til vår, altså blir 1100 tonn N omfordelt fra høst til *vår*. Dersom man med dette oppnår å erstatte mineralgjødsel i forholdet 1:0,45 (erstatningsfaktor anbefalt av NIBIO), vil man kunne spare 500 tonn N fra mineralgjødsel med tilhørende nedgang i lystgassutslipp. Det forutsettes at resten av foretakene med storfe vil innrette seg ved å endre spredetidspunktet fra

høst til *sommer*, noe som gir forhøyede ammoniakkutslipp og tilhørende dannelse av lystgass. Høyere ammoniakktap om sommeren kommer av høyere temperatur. Nettoeffekten, ifølge utslippsregnskapet, er dermed marginal. Ifølge forslag til nytt gjødselregelverk kan man likevel forvente en utslippsbesparelse gjennom redusert nitratavrenning og påfølgende dannelse av lystgass. Dette er estimert til 5000 tonn CO_2-ekvivalenter årlig når høstspredd gjødsel omfordeles til vår og sommer.

Effekten av tiltaket er best om det kombineres med tiltak J04-4 *Bedre arealmessig fordeling av husdyrgjødsel*. Effekten er da addisjonell til øvrige gjødseltiltak: J04-1 *Dekke på gjødsellager – svin* og J04-2 *Miljøvennlig spredning av husdyrgjødsel*.

Tiltakskostnad

Estimert tiltakskostnad ved utvidelse av gjødsellager og endret spredetidspunt: 2942 kr/tonn CO_2-ekvivalenter

Kostnadene er knyttet til at foretak som i dag sprer gjødsel til ugunstig tidspunkt, må utvide eller bygge nye gjødsellager. Samlede kostnader er beregnet til 250 millioner kroner for alle foretak med melkeproduksjon (1000 stk) og 38 millioner kroner for alle foretak med svineproduksjon (150 stk). Om man fordeler dette lineært over 20 år gir det en årlig kostnad på om lag 19 millioner kroner [1].

Den viktigste samfunnsnytten av mer gunstig spredetidspunkt er å redusere avrenningen av fosfor og nitrat. Samfunnsøkonomisk lønnsomhet av tiltaket avhenger av hvordan fosfor- og nitratutslippene verdsettes. I forbindelse med Grønn Skattekommisjon [2] har Vista Analyse [3] vurdert kunnskapsgrunnlaget for eksterne kostnader ved avrenning av næringssalter. Iflg Vista Analyse kan marginale, eksterne skadekostnader for fosfor variere fra tilnærmet null i ikke-følsomme områder der målene i vannforskriften er nådd, via noen få hundre eller tusen kroner i "normale" områder/områder med relativt små behov for å nå god miljøtilstand, til kanskje mer enn 10 000 kroner per kilo fosfor i de mest følsomme områdene med størst avstand fra målsettingen om god økologisk tilstand.

NIBIO [4] viser til at tiltak mot nitrogenavrenning i Sverige ligger på et kost-effekt-nivå på 5-80 kroner per kilo N. European Nitrogen Assessment [5] anslår at betalingsviljen for reduserte nitrogenutslipp til Østersjøen ligger opp mot 40 EUR per kilo NO_3-N. Det finnes ingen nasjonale verdsettingsfaktorer for disse komponentene.

Barrierer og mulige nye virkemidler

Kostnadsbarrierer

Foretak som i dag sprer gjødsla til ugunstig tidspunkt må utvide eller bygge nytt gjødsellager. Det er forutsatt at hvert foretak utvider lagerkapasiteten med 500 m^3 til en kostnad på 500 kroner per m^3. Dette gir en kostnad per foretak på 250 000 kroner.

Besparelser ved forbud mot høstspredning vil være knyttet til næringsstoffutnyttelse ved å spre gjødsla i vekstsesongen framfor om høsten som gir muligheter for sparte kostnader til innkjøp av mineralgjødsel. De årlige innsparingene per foretak vil utgjøre et lite beløp. Økt lagerkapasitet kan også gi større fleksibilitet i gjødselhåndteringa som kan senke tidsbruk og lagelighetskostnader men disse gevinstene er ikke verdsatt i beregningen.

Investering i gjødsellagerutvidelse vil ikke være lønnsomt for det enkelte foretak og dette er den viktigste barrieren for tiltaket. Dagens tilskuddsnivåer er ikke tilstrekkelig for at investering i gjødsellager skal være lønnsomt for foretakene.

Mulige virkemidler

Som del av gjennomgangen av gjødselregelverket er det foreslått å skjerpe kravet om tillatt spredetidspunkt for organisk gjødsel, herunder husdyrgjødsel. [1] Forslaget innebærer at tidspunktet for første spredning om våren

forskyves fra 15. februar til 1. mars. Spredning om høsten kan seinest skje 1. september og forutsetter at det høstes avling etterpå. I dag kan husdyrgjødsel spres fram til 1. november dersom gjødsla moldes ned.

Tilleggseffekter

Ved å skjerpe kravet til spredetidspunkt for organisk gjødsel vil avrenning av både nitrogen og fosfor reduseres, fordi en større andel av næringsstoffene vil spres på et tidspunkt som er mer optimal for plantevekst. For å nå målet om god tilstand i henhold til EUs vannrammedirektiv er det nødvendig med tiltak for å redusere avrenningen av nitrogen og fosfor.

Referanser

[1] Landbruksdirektoratet (2018). Utredninger i forbindelse med forslag til nytt gjødselregelverk. Oversendt fra Landbruksdirektoratet, Mattilsynet og Miljødirektoratet 15.03.18.
[2] NOU 2015:15. Sett pris på miljøet. Rapport fra grønn skattekommisjon.
[3] Vista Analyse AS (2015). Marginale eksterne kostnader ved enkelte miljøpåvirkninger. Rapport 2015/19.
[4] Bechmann mfl. (2016). Water for agriculture in the nordic countries. NIBIO Rapport 2 (2) 2016.
[5] The European Nitrogen Assessment (ENA) (2011). Costs and benefits of nitrogen in the environment.

J04-4 Bedre arealmessig fordeling av husdyrgjødsel

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Utslippsreduksjon (mill. tonn CO_2-ekv.)	-	0,000	0,000	0,000	0,000	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
Utslippsreduksjon 2021-2030	**0,03 mill. tonn CO_2-ekvivalenter**										
Kostnadskategori	**> 1500 kr/tonn CO_2-ekv**										

Beskrivelse av tiltaket

Det blir lavere utslipp til luft og vann og mindre behov for erstatning med mineralgjødsel dersom en gitt mengde husdyrgjødsel omfordeles fra areal der det brukes for mye, til areal uten husdyrgjødsel. Tiltaket handler altså om å dempe utslipp direkte fra gjødsla, og senke behovet for mineralgjødsel og indirekte utslipp derfra. Effekter i utslippsregnskapet er mest indirekte, via lavere erstatningsbehov og derfor lavere utslipp fra spredning av mineralgjødsel. Effekter på direkte lystgassutslipp og via lekkasje av nitrater framkommer ikke med metodikken i utslippsregnskapet med mindre forbruket av mineralgjødsel reduseres.

Tiltaket forbedrer effekten av andre tiltak med gjødsel som retter seg mot spredning til riktig tid og på riktig måte, og effekten er addisjonell til disse tiltakene: J04-3 *Bedre spredetidspunkt og lagerkapasitet for husdyrgjødsel* og J04-2 *Miljøvennlig spredning av husdyrgjødsel*.

Dagens virkemidler

Forskriften om gjødselvarer med mer av organisk opphav stiller krav til spredeareal. Det kreves minst 4 daa fulldyrket mark per gjødseldyrenhet (GDE, som tilsvarer gjødselmengden fra en mjølkeku). Hos de som har innrettet seg på grensen av spredearealkravet vil spredemengden tilsvare 25-30 kilo N/daa.

Spredearealkravet regulerer den maksimale spredemengden. For at bøndene skal spre mest mulig riktig, er det i tillegg krav om at det skal utarbeides gjødslingsplan i forkant av vekstsesongen.

Utslippsreduksjonspotensial

Tiltaket er vanskelig å sammenligne med referansebanen. I referansebanen er det mest omfanget (hvor mange) av husdyr og mineralgjødsel som har betydning. Tiltaket vektlegger imidlertid *hvor* gjødsla spres. Mens referansebanen viser utsikter til økt husdyrhold, er det uklart om økningen i husdyrtall og gjødselmengder vil skje på foretak og i områder der det er mye eller lite husdyr fra før.

I forslag til nytt gjødselregelverk [1] er det beregnet effekten av å styrke kravet til spredeareal/-mengde med omtrent 20 prosent. Man har funnet at omtrent 2000 tonn N da må omfordeles til annet areal. Det kan gi en klimagassbesparelse på to måter. Omfordeling fra der det er for mye til der det er for lite, gir lavere behov for mineralgjødsel, og senker derav også lystgassutslippene. Ved å få bukt med overforbruk kan man også redusere nitrat– og fosfor avrenningen. I arbeidsnotat om underlag for forslag til nytt gjødselregelverk [1] er det estimert et samlet reduksjonspotensial på 5000 tonn CO_2-ekvivalenter årlig ved å omfordele en nitrogenmengde på 2000 tonn i husdyrgjødsel.

Tiltakskostnad

Klimagassreduksjonene av tiltaket er begrenset. Tiltaket bedrer ressursutnyttelsen av husdyrgjødsla, og dette reduserer avrenning av fosfor og nitrat og dermed behovet for mineralgjødsel, som har en miljø- og klimaeffekt. Kostnaden ved tiltaket er transportkostnader for å omfordele gjødsla, noe som kan variere mellom gjødselslag og

regioner. Slik omfordeling gir lavere behov for mineralgjødsel totalt sett. Tiltaket har klare tapere (de som må omfordele og bære kostnaden) og klare vinnere (de som mottar og sparer utgifter til mineralgjødsel).

Samfunnsøkonomisk lønnsomhet av tiltaket avhenger av hvordan fosfor- og nitratutslippene verdsettes. I forbindelse med Grønn Skattekommisjon [2] har Vista Analyse [3] vurdert kunnskapsgrunnlaget for eksterne kostnader ved avrenning av næringssalter. Iflg Vista Analyse kan marginale, eksterne skadekostnader for fosfor variere fra tilnærmet null i ikke-følsomme områder der målene i vannforskriften er nådd, via noen få hundre eller tusen kroner i "normale" områder/områder med relativt små behov for å nå god miljøtilstand, til kanskje mer enn 10 000 kroner per kilo fosfor i de mest følsomme områdene med størst avstand fra målsettingen om god økologisk tilstand.

NIBIO [4] viser til at tiltak mot nitrogenavrenning i Sverige ligger på et kost-effekt-nivå på 5-80 kroner per kilo N. European Nitrogen Assessment [5] anslår at betalingsviljen for reduserte nitrogenutslipp til Østersjøen ligger opp mot 40 EUR per kilo NO_3-N. Det finnes ingen nasjonale verdsettingsfaktorer for disse komponentene.

Barrierer og mulige nye virkemidler

Barrierer

Kostnaden for den enkelte er kostnader for å omfordele gjødsla. Slik transport vil medføre noe energiforbruk og utslipp som foreløpig ikke er beregnet. Tiltaksgjennomfører har ingen besparelser slik at tiltaket ikke er bedriftsøkonomisk lønnsomt.

Den viktigste barrieren er at mangel på spredeareal er felles for større områder slik som Jæren, og alternativene i slike områder er enten å redusere husdyrholdet eller transportere overskuddet over større avstander.

Mulige virkemidler

Som del av gjennomgangen av gjødselregelverket er det foreslått regulering av tilført fosfor samt at bruk av gjødselvarer skal tilpasses arealenes gjødslingsbehov. Indirekte vil begrensninger på tillatt fosformengde også begrense spredemengden av nitrogen ut fra forholdstallet mellom de to næringsstoffene i den enkelte gjødselvare.

"Biogass fra husdyrgjødsel" kan lette og støtte opp under gjennomføringen av tiltaket ved å omfordele husdyrgjødsel fra foretak med for mye gjødsel i forhold til spredearealet til foretak som har lite husdyrgjødsel i forhold til arealet. I slike tilfeller oppnår man besparelser i form av reduserte tap fra arealer med overskudd av husdyrgjødsel og besparelser i form av bedre utnyttelse av husdyrgjødsla og derav innspart mineralgjødselbruk på arealer der det ikke nyttes husdyrgjødsel.

Tilleggseffekter

Tiltaket reduserer utslipp av ammoniakk til luft og dermed eutrofiering og forsuring. Norge har utfordringer med å innfri på våre ammoniakk-utslippsforpliktelser for ammoniakk under Gøteborgprotokollen.

I tillegg reduseres avrenning av nitrat- og fosfor til vann og vassdrag, noe som er nødvendig for å nå målet om god tilstand i henhold til EUs vannrammedirektiv.

Referanser

[1] Landbruksdirektoratet (2018). Utredninger i forbindelse med forslag til nytt gjødselregelverk. Oversendt fra Landbruksdirektoratet, Mattilsynet og Miljødirektoratet 15.03.18.
[2] NOU 2015:15. Sett pris på miljøet. Rapport fra grønn skattekommisjon.
[3] Vista Analyse AS (2015). Marginale eksterne kostnader ved enkelte miljøpåvirkninger. Rapport 2015/19.
[4] Bechmann mfl. (2016). Water management for Agriculture in the nordic Countries. NIBIO Rapport 2 (2) 2016.
[5] The European Nitrogen Assessment (ENA) (2011). Costs and benefits of nitrogen in the environment.

J04-5 Presisjonsgjødsling

Den mest vanlige praksisen i dag er å fordele gjødsla jevnt på arealet, uavhengig av varierende plantevekst innenfor skiftet. Optimale mengder gjødsel varierer tidsmessig og fra sted til sted innenfor samme skifte. Det ligger derfor et potensial i å få en bedre fordeling av gjødsla slik at mest mulig utnyttes til plantevekst. Presisjonsgjødsling er en metode for å bidra til dette, særlig ved delt gjødsling (mineralgjødsel) til korn.

Presisjonsgjødsling optimaliserer næringstilførselen til plantene og har således en positiv avlingseffekt. Dette kan dermed bidra til reduserte utslipp til luft og til vann og lavere klimagassutslipp per kilo avling.

Utslippsreduksjonspotensial

Det er lite dokumentasjon om miljøeffekter av presisjonsgjødsling. Effektene på klimagassutslipp er vanskelig å vurdere fordi dette er systemer med mange variabler. Bioforsk [1] har estimert potensiell reduksjon i lystgassutslipp til 548 tonn CO_2-ekvivalenter ved presisjonsgjødsling med mineralgjødsel på 20 prosent av kornarealet i Norge, som ble vurdert som mest aktuelt. Effekten på lystgasstapene kommer først og fremst av at en større andel av tilført nitrogen tas opp av plantene og en mindre andel vil dermed tapes som lystgass.

NIBIO [2] har beregnet potensiell miljønytte av å implementere presisjonsteknologi i norsk jordbruk. Potensiell reduksjon i klimagassutslipp er estimert til 28 000 tonn CO_2-ekvivalenter. Tilsvarende er det estimert redusert nitratavrenning på 380 tonn NO_3-N. Vurderingene gjelder samlede effekter av presisjonsteknologi ved gjødsling, kalking og sprøyting. Det største potensielle besparelsene kommer fra presisjonsgjødsling av korn. NIBIO har pekt på at dette er teoretiske anslag som det er knyttet betydelig usikkerhet til.

I utslippsregnskapet spesifiseres det ikke hvilke metoder som blir benyttet for å tilføre næringsstoffer på dyrket mark, slik at eventuelle utslippsreduksjoner ved spredning i forbindelse med presisjonsgjødsling ikke blir fanget opp. Indirekte vil det synes i utslippsregnskapet dersom presisjonsgjødslingen fører til mindre bruk av mineralgjødsel.

Barrierer og virkemidler

Mange studier har vist at presisjonsgjødsling gir en avlingsgevinst. Utstyr for presisjonsgjødsling er kostbar teknologi som foreløpig er lite i bruk i Norge. Lønnsomheten er avhengig av at utstyret kan nyttes på store arealer. Utstyret har stor kapasitet og det mest aktuelle er leie av utstyr ved delgjødsling til korn.

Presisjonsgjødsling er enkelt å gjennomføre ved tilførsel av mineralgjødsel til korn. Det er vanskeligere når mineralgjødsla skal supplere husdyrgjødsel, på grunn av usikkerhet om mengde, næringsinnhold og utnyttelsesgrad av husdyrgjødsla.

Referanser

[1] Bioforsk (2009). Klimatiltak i jordbruket - mindre lystgassutslipp gjennom mindre N-tilførsel til jordbruksareal og optimalisering av dyrkingsforhold. Bioforsk Rapport 4 (175) 2009.

[2] NIBIO (2019). Utbredelse og potensiell økonomisk og miljømessig nytteverdi med presisjonsjordbruk i Norge. NIBIO-rapport 2019.

J05 Stans i nydyrking av myr

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Utslippsreduksjon N_2O, mill. tonn CO_2-ekvivalenter i jordbrukssektoren[104]	-	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	**0,02**
Utslippsreduksjon CO_2, mill. tonn CO_2 i sektoren skog og annen arealbruk[105]	-	0,01	0,01	0,02	0,03	0,04	0,04	0,05	0,06	0,06	**0,07**
Utslippsreduksjon 2021-2030	**0,12 millioner tonn CO_2-ekvivalenter (i jordbrukssektoren) 0,39 millioner tonn CO_2 (i arealbrukssektoren)**										
Kostnadskategori	**< 500 kr/tonn CO_2-ekv**										

Beskrivelse av tiltaket

Tiltaket legger til grunn et forbud mot nydyrking av myr. Drenering og nydyrking av myr fører til økt oksygentilgang i jord med påfølgende økning i mikrobiologisk aktivitet, mineralisering av jorda og karbontap til luft. Ved å stanse nydyrkingen av myr får man utslippsbesparelser i det at arealer som ellers ville blitt drenert og dyrket opp blir liggende urørt. Utslippsreduksjonene fra dette tiltaket fordeles mellom to sektorer. Utslippsreduksjonene av lystgass bokføres i jordbrukssektoren, mens utslippsreduksjonene av CO_2 bokføres i sektoren for skog og annen arealbruk (LULUCF).

Forbudet er antatt å ha effekt fra 2021. Et forbud fører til unngåtte CO_2- og lystgassutslipp fra myrarealene som ikke nydyrkes, sammenlignet med referansebanene for henholdsvis sektoren skog og annen arealbruk og jordbrukssektoren. Disse to sektorene har ulike forutsetninger for hvor mye myr som nydyrkes hvert år. I beregningen av reduksjon i lystgassutslipp fra jordbrukssektoren er det lagt til grunn at det blir unngått 4000 dekar nydyrket myr hvert år. I beregningen av reduksjon i CO_2-utslipp fra sektoren skog og annen arealbruk er det lagt til grunn at det blir unngått 2546 dekar nydyrket myr hvert år[106]. Tiltaket legger til grunn en jordsmonnsdefinisjon av myr, det vil si det potensielle arealet inkluderer både myr[107] og torvmark[108]. Det vil si at arealet som er lagt til grunn for beregningen inkluderer alle overganger til dyrket mark og beite på organisk jord i framskrivingene for LULUCF, både overganger fra arealkategorien vann og myr, og fra skog på organisk jord. Dette skiller seg fra definisjonen i Forslag til endring av forskrift om nydyrking [2], der torvmark ikke er inkludert. Om torvmark ikke inkluderes vil arealet være 2100 dekar og reduksjonspotensialet være 0,30 millioner tonn CO_2.

Dagens virkemidler

Oppdyrking av arealer til jordbruksformål skal behandles etter forskrift om nydyrking. Formålet med forskriften er å sikre at nydyrking skjer på en måte som tar hensyn til natur- og kulturlandskap. Det skal legges vekt på hensynet til miljøverdier som biologisk mangfold, kulturminner og landskapsbildet. Det skal for øvrig legges vekt på å sikre driftsmessig gode løsninger.

[104] Sammenlignet med referansebanen til jordbrukssektoren som forutsetter 4000 dekar nydyrket myr per år
[105] Sammenlignet med referansebanen til skog og andre arealbruk som forutsetter 2546 dekar nydyrket myr per år
[106] Basert på framskriving av arealbruksendringer (enda ikke publisert). [1]
[107] Areal med myrvegetasjon og minst 30 cm torvlag. Tilsvarer arealkategorien Vann og myr i klimagassregnskapet
[108] Skogareal med minst 30 cm torvlag, men som ikke har preg av myrvegetasjon. Tilsvarer skog på organisk jord i klimagassregnskapet.

Det gjøres i dag ikke vurderinger knyttet til klimagassutslipp ved søknad om nydyrking. Stortinget vedtok 24.5.2019 endringer i jordloven for å innta klima som en del av lovhjemmelen for forskrift om nydyrking [3]. Med dette som bakgrunn er forskrift om nydyrking foreslått endret og et forbud mot nydyrking av myr er inntatt. Forslaget har vært på høring og jobbes videre med i regjeringen. Hvor langt forbudet vil gå med tanke på hvilke arealtyper som inkluderes[109] , og hvor vid en eventuell dispensasjonsbestemmelse vil være (f.eks. vurdering av myrdybde), er ikke klart. Forbudet inngår derfor ikke i referansebanen. Tiltaket vil bestå inntil neste offisielle referansebane framlegges i Perspektivmeldingen 2021.

I enkelte tilfeller må søknad om nydyrking også behandles etter forskrift om konsekvensutredninger. Det skal vurderes konsekvensutredning i forbindelse med nydyrking på mer enn 50 dekar. Også for mindre tiltak skal det vurderes konsekvensutredning dersom det ikke kan utelukkes at tiltaket kan få vesentlige virkninger for naturmangfold eller andre vesentlige miljøhensyn.

Referansebanen og utslippsreduksjonspotensial

Ny referansebane for jordbruket fra 27. juni 2019 viser en nedadgående trend for utslipp av N_2O fra dyrket myr fram mot 2050. Dette fordi totalt areal kultivert myrjord minker. Referansebanen er noe justert i forhold til den som ble publisert i nasjonalbudsjett 2019 (NB2019), på grunn av en mindre metodeendring i utslippsregnskapet som ble gjennomført i 2018. Endringer i arealet dyrket myr avhenger i hovedsak av hvor store myrarealer som nydyrkes hvert år og i mindre grad av hvor store arealer som tas ut av bruk. NIBIO har i 2016 anslått at arealet av nydyrket myr er noe mindre enn 5000 dekar årlig [4]. Estimatet er basert på nydyrkingstall fra KOSTRA for 2010-2014. NIBIO estimerte i 2012 at 1-1,4 prosent av myrmarken årlig opphører å dyrkes [5]. I framskrivningen av areal dyrket myr i jordbrukssektoren er det forutsatt 4000 dekar nydyrking per år og 1,2 prosent nedgang i tidligere dyrket areal på grunn av overgang til mineraljord og myr tatt ut av drift. Sektoren skog og andre arealer forutsetter 2546 dekar nydyrket myr hvert år, basert på framskriving av arealbruksendringer i perioden 2010-2017 [1].

Tiltakskostnad

I NIBIO (2017b) [7] er den privatøkonomiske verdien av nydyrkingen anslått til inntil 7800 kroner per dekar, mens den samfunnsøkonomiske verdien er antatt lik null. Dersom forbudet mot nydyrking av myr medfører en merkostnad ved å nydyrke skog som erstatning for myrareal er det anslått en samfunnsøkonomisk kostnad på 8500 kroner per dekar. Tiltakskostnaden dersom stans i nydyrking av myr fører til nydyrking av skog, er like under 500 kr/tonn CO_2-ekvivalenter dersom man legger til grunn at det unngås nydyrking av 2546 daa myr årlig, og like over 500 kr/tonn CO_2-ekvivalenter dersom det legges til grunn av det unngås nydyrking av 4000 daa myr per år.

De viktigste samfunnsøkonomiske tiltakskostnadene knytter seg til de bedriftsøkonomiske tapene ved et forbud mot nydyrking. Dette dreier seg om vedvarende transportkostnader fra til og fra leid areal, tapte muligheter for å utvide areal, tapt forretning ved nydyrking av myrareal etter irreversible investeringer (for eksempel driftsbygninger) eller myrareal som ligger som deler av større dyrkingsfelt [6].

Usikkerhet

Det er stor usikkerhet knyttet til om den estimerte nydyrkingen i framtida vil tilsvare samme omfang som nydyrkingen de siste årene. Det er derfor usikkerhet i referansebanen. Dette har betydning for beregnede utslippsreduksjoner (antall tonn CO_2). I utredningene de siste årene har det vært diskutert tre ulike referansebaner med ulike anslag for nydyrking, nemlig 2000, 4000 og 6000 dekar. Justert referansebane for jordbrukssektoren er, i likhet med den forrige, basert på 4000 dekar. I utarbeidelsen av referansebane for LULUCF-sektoren har NIBIO lagt til grunn en nydyrking av myr ned mot 2546 dekar årlig. Dette innebærer at lystgassreduksjonene og CO_2-reduksjonene for tiltaket gjøres i forhold til referansebaner med ulike forutsetninger. Dersom beregningene for nydyrket areal fra

[109] Om forbudet utformes slik at det inkluderer arealer som klassifiseres som myr etter en jordsmonnsdefinisjon, dvs. både myr og torvmark, vil det kunne ha større effekt enn om torvmark ikke inkluderes. Dette fordi forbudet da også vil inkludere nydyrking av skog på organisk jord

LULUCF-referansebanen var blitt lagt til grunn også for jordbruket, ville beregnede utslippsreduksjoner for lystgass bli redusert med om lag førti prosent.

Det har i tidligere utredninger vært skilt mellom grunn og dyp myr, men det er ikke mulig å gjøre dette skillet i utslippsregnskapet grunnet datamangel, og derfor heller ikke i referansebanen. Det brukes samme utslippsfaktor for grunn og dyp myr i beregningene for utslippsreduksjon i tiltaket (antall tonn CO_2), og utslippsfaktoren har stor usikkerhet.

Det er gjort flere beregninger av tiltakskostnadene ved et forbud. NIBIO peker i et notat [6] på at forskjellen i tiltakskostnad i tre ulike analyser [4,6,7] ligger i ulike valg av nytte- og kostnadselementer. De viser også at man i et større prosjekt kunne ha estimert usikkerheten i utregningene ved å sette forutsetninger om usikkerhet i de ulike parameterne. Det er likevel positivt at tre rapporter med til dels ulik metodisk inngang kommer til omtrent samme resultat.

Barrierer

Tilgangen på alternative arealer og vilkårene for å gi dispensasjon vil ha stor betydning for klimaeffekten av tiltaket. En vid dispensasjonsadgang vil kunne føre til at klimaeffekten ved et forbud mot nydyrking av myr blir liten. I områder med lite alternativ dyrkbar jord vil fortsatt betydelige arealer med myr kunne nydyrkes dersom dispensasjonsbestemmelsen åpner for det. Den lokale skjønnsutøvelsen vil kunne variere og gi ulik praksis fra kommune til kommune.

Privatøkonomisk analyse

Behovet for å kutte kostnader til jordleie kan være en bakenforliggende årsak til oppdyrking av nye arealer. Et forbud mot nydyrking av myr kan gjøre at det i enkelte tilfeller ikke vil være alternativer til å leie arealer. Jordleiegevinsten er imidlertid individuell slik at den enes gevinst er en annens tap [6]. Vi antar at det samme gjelder for eventuelt salg av myrarealer for oppdyrking og inntar derfor ikke disse to faktorene som privatøkonomiske kostnader. Ved oppdyrking av arealer som ligger nærmere driftssenteret enn leid areal, vil det spares inn kostnader til transport. Disse er beregnet til 284 kroner per dekar leid areal.

Investeringer i bruksutbygging kan gi grunnlag for å ønske å dyrke opp nye arealer. I slike tilfeller vil gevinsten av å dyrke myr ligge litt over jordleienivået. Den kortsiktige arealavkastningen skal imidlertid dekke langsiktige investeringer, og gevinsten blir derfor liten [6].

Mulige virkemidler

Vilkårene for å gi dispensasjon vil ha stor betydning for klimaeffekten av tiltaket. En begrenset dispensasjonsadgang vil derfor være viktig for å oppnå god effekt.

Tilleggseffekter

Stans i nydyrking av myr vil føre til opprettholdelse av naturlige myrområder, som har flere viktige økologiske funksjoner, blant annet levested for mange arter og kan i noen tilfeller ha en lokal flomdempende effekt.

Referanser

[1] Framskriving av arealbruksendringer (enda ikke publisert).
[2] Landbruks- og matdepartementet (2017). I. Forslag til lov om endring av lov om jord (jordlova). II. Forslag til endring av forskrift om nydyrking (nydyrkingsforskriften). Høringsnotat juli 2017.
[3] Lovvedtak 53 (2018-2019). Vedtak til lov om endringer i jordlova mv. (klimahensyn ved nydyrking).
[4] NIBIO (2016). Kunnskapsgrunnlag om nydyrking av myr. NIBIO Rapport 2 (43) 2016.
[5] Grønlund, A. (2012). Internt notat til Miljødirektoratet i forbindelse med utarbeidelse av framskrivningene (upublisert).
[6] NIBIO (2017a). Tilleggsutredning knyttet til kostnadseffektivitet og klimaeffekter av forbud mot nydyrking av myr. Notat til Det Kongelige Landbruks- og Matdepartement og Klima- og Miljødepartement. 29.05.17.

[7] NIBIO (2017b). Klimatiltak i norsk jordbruk og matsektor. NIBIO Rapport 3 (85) 2017. Rapport M-660|2017. Oppdragsrapport for Miljødirektoratet.

J06 Fangvekster

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Total utslippsreduksjon (mill. tonn CO_2-ekv.)	0,01	0,01	0,02	0,03	0,03	0,04	0,05	0,05	0,06	0,07	0,07
Karbonbinding (mill. tonn CO_2-ekv.) (LULUCF)	0,006	0,013	0,019	0,026	0,032	0,038	0,045	0,051	0,058	0,064	0,071
Netto utslippsreduksjon N_2O (tonn CO_2-ekv) (Jordbruk)	396	792	1188	1584	1980	2376	2773	3169	3565	3961	4357
CO_2-utslipp ekstra arbeidsoperasjoner (tonn CO_2-ekv) (Transport)	-46	-93	-139	-186	-232	-280	-326	-373	-419	-466	-512
Total utslippsreduksjon 2021-2030	**0,44 millioner tonn CO_2-ekvivalenter** **Skog og annen arealbruk: 0,42 millioner tonn CO_2-ekv** **Jordbruk: 0,03 millioner tonn CO_2-ekv** **Transport: -0,003 millioner tonn CO_2-ekv**										
Kostnadskategori	**500-1500 kr/tonn CO_2-ekv**										

Beskrivelse av tiltaket

Formålet med fangvekster som klimatiltak er å ha et plantedekke om senhøsten og vinteren for å ta karbon fra atmosfæren og lagre det i plantebiomasse og jord. Fangvekster kan være raigras, vikke, honningurt, kløver mfl. som sås på kornarealer og på grønnsaks- og potetarealer etter at hovedveksten er høstet. På den måten blir det økt karbonlagring i jorda. For hvert kilo karbon som lagres i jorda reduseres det 3,66 kilo CO_2 i atmosfæren.

Fangvekster kan både øke og redusere lystgassutslipp. Utslippene kommer fra nedbryting av plantemateriale, mens det gir en indirekte reduksjon i lystgassutslipp ved at fangvekstene reduserer avrenning av nitrogen til vann (2 kilo N/daa). Det er også CO_2-utslipp fra kjøretøy ved ekstra arbeidsoperasjoner ved såing og fjerning av fangvekstene.

Fangvekster brukes i dag på litt over 20 000 daa. Tiltaket går ut på å øke arealet med fangvekster i korn til om lag 820 000 daa. Utslippsreduksjonen er beregnet ut i fra økningen, altså 800.000 daa økning fra 2017-nivå. Potensialet utgjør en gjennomføringsgrad på 20 prosent av hele det teoretiske kornarealet (4,1 millioner daa). Det er forutsatt at arealet med fangvekster økes lineært over tid (10 år).

Fangvekstpotensial for arealer med grønnsaksproduksjon er ikke inkludert, da det mangler detaljerte jordsmonnskart for slik produksjon. Det betyr at utslippspotensialet er underestimert.

Dagens virkemidler

Gjennom regionale miljøprogram i jordbruket, er det mulig å få tilskudd til såing av fangvekster før høsting i korn (tilsvarer undersådd og ettersådd her) eller etter høsting av grønnsaker. Det gis ikke tilskudd til såing av fangvekst i korn *etter* høsting, da det er usikkert hvor godt etablert fangvekstene vil være utover sesong, og hvor god effekt det har på redusert avrenning. Tilskuddet er i dag kategorisert som et avrenningstiltak. Det er seks fylker som har valgt å ha dette tilskuddet. Trøndelag, Innlandet, Oslo og Viken og Vestfold/Telemark gir tilskudd til fangvekster i korn, mens Agder og Rogaland har kun til fangvekster sådd etter hovedvekst med potet/grønnsaker.

Ulike organer jobber med informasjon og rådgivning om bruk av fangvekster mot bonden, blant annet Norsk landbruksrådgivning og NIBIO.

Referansebanen og utslippsreduksjonspotensial

Fangvekster bokføres ikke i utslippsregnskapet i dag. Det ligger således heller ikke i referansebanen.

Teknisk beregningsutvalg for klimagassutslipp i jordbruket (TBUJ) har tidligere vurdert hvordan en kan fange opp effekten av fangvekster som klimatiltak. Utvalget pekte på at det må foreligge bedre dokumentasjon av karbonlagring og lystgassutslipp ved bruk av fangvekster, samt datagrunnlag og metodikk for å beregne effektene, før fangvekster kan inkluderes i utslippsregnskapet.

Tiltakskostnad

Forutsetningene for beregningene gir en tiltakskostnad på 1179 kr/CO_2-ekvivalent.

Det er ulike kostnader avhengig av måten en sår fangvekster på. Dersom man sår fangvekst samtidig med kornet (undersådd) på hele arealet, vil tiltakskostnaden være 963 kr/CO_2-ekvivalenter Dersom man sår fangveksten etter kornet, men før høsting (ettersådd fangvekst) vil tiltakskostnaden ligge på 1324 kr/CO_2-ekvivalenter For kostnadsberegningene er det imidlertid antatt at 40 prosent av det aktuelle arealet sås med undersådd fangvekst, mens på resten av arealet (60 %) ettersås fangveksten. Dette gir en tiltakskostnad på 1179 kr/CO_2-ekvivalenter

Undersådde fangvekster konkurrerer med hovedeksten om næring og vokseplass og kan ofte gi større avlingsreduksjon enn fangvekster som sås like før høsting av kornet. Det er derfor forutsatt en avlingsreduksjon på 3 prosent for undersådde fangvekster og 1 prosent for ettersådde fangvekster. Investeringskostnadene er litt høyere for undersådde fangvekster da en må investere i såfrøaggregat som påmonteres såmaskinen. Ved ettervekster kan sentrifugalspreder og såmaskin brukes, noe kornprodusenten ofte har selv, eller kan leie. Frøkostnader og såmengde (mengde frø per daa) som trengs er også forskjellig og gir utslag på kostnadene. Se rapport [1] for nærmere forklaring av forutsetningene.

De viktigste kildene til usikkerheter er:

- Utslippsestimatene. Det mangler norske langtidsstudier av effekter ved fangvekster på karbonlagring og lystgassutslipp. Det mangler også forsøk som differensierer på effekt fra dyrkingsmetoder.
- Usikkerhet i oppslutning rundt tiltaket. Det er antatt økning i oppslutning rundt tiltaket på om lag en tredjedel av dagens reelle vårkornareal. Det er svært høyt. På grunn av den lineære økningen, er det allerede i 2020 en tredobling av dagens fangvekstareal.
- Effekt ved ulik metode for såing av fangvekster. Dersom fangvekstene sås sent i vekstsesongen, er det mulig at fangvekstene får en dårligere etablering enn dersom de undersås. Effekten ved undersådde fangvekster kan således antas å være noe bedre enn ved senere såing av fangvekster. Forskjell i effekt er ikke hensyntatt i beregningene, da det mangler forskning som angir dette. Det er et krav i tilskuddsordningen at fangvekstene skal være godt etablert om høsten.
- Valg av fangvekst. For karbonbinding er tallestimatene like, uavhengig av om en velger belgvekster eller grasvekster som fangvekst. For lystgassutslippene viser en del studier høyere tap fra belgvekster. I beregningene ble det benyttet målinger fra en dansk studie i et år fra en blanding av raigras og belgvekster [2]. Indirekte utslipp er basert på at fangvekster reduserer nitrogenavrenning med 2 kg/daa. Reduksjon i avrenning er basert på Aronsson mfl. [3] med flest studier på raigras, men også noe innslag av belgvekster. Med mer bruk av belgvekster kan effekten avta. Dette er det ikke tatt hensyn til i beregningene på grunn av manglende kunnskapsgrunnlag.
- Omfanget av dyrkingsmetodene (fordelingen 40/60) er basert på oppfatning til såvareselgere og er svært usikker.
- Effekten ved bruk av fangvekster vil først være målbar etter flere års bruk. I tillegg vil økningen av karboninnhold i jord nå en likevekt mellom tilførsel og tap av organisk materiale slik at en får en avtagende effekt. Dette er ikke tatt hensyn til i beregningene på grunn av manglende kunnskapsgrunnlag. Estimat tilser at 50 prosent av den totale karbonlagringseffekten nås inn 20 år og ved modellering at likevekten ikke vil nås

på ca. 50 år og mulig opptil 150 år [4] (avhengig av antall år med bruk av fangvekster, karboninnhold ved start og klimatiske forhold.).

Barrierer og mulige nye virkemidler

Privatøkonomisk analyse

Kostnader for tilsåing av fangvekster avhenger av metode (ettervekst eller undersådd), såmengde og valg av fangvekst (frø) som brukes ved såing. Ved såing av undersådde fangvekster brukes ofte billigere frø som raigras eller raigras i blanding med belgvekster. Investeringskostnadene er litt høyere for undersådde fangvekster da en må investere i såfrøaggregat som påmonteres såmaskinen. Ved såing like før eller etter høsting, kan sentrifugalspreder og såmaskin brukes, noe kornprodusenten ofte har selv eller kan leie. Frøkostnadene er høyere for denne metoden dersom en bruker blandinger av flere arter.

I den privatøkonomiske beregningen er det lagt inn et snitt av dagens tilskuddsnivå (130 kr/daa for alle områder) og det ble regnet med 5,5 prosent diskonteringsrente i tråd med veileder for Klimakur 2030. I perioden 2021-2030 er netto nåverdi beregnet til 59 millioner kroner med fangvekster undersådd på 40 prosent av arealet og fangvekster sådd like før høsting på 60 prosent av arealet. For hele tiltakets levetid (2021-2054) er tilsvarende beregnet til 114 millioner kroner. Tiltaket gir altså en merkostnad for produsentene i snitt. Ettersom det er store forskjeller i kostnader mellom undersådd og ettersådd fangvekst, er det imidlertid lønnsomt for produsentene å *underså* fangvekster med et tilskudd på 130 kroner.

Tilskuddet trenger samtidig bare å økes til 145 kroner per dekar for at tiltaket skal bli privatøkonomisk lønnsomt totalt sett for begge metoder[110]. For at tiltaket skal bli lønnsomt ved ettersåing, må tilskuddet ligge på 166 kroner per dekar. For at tilskuddet skal være lønnsomt ved bruk av undersådde fangvekster, kan tilskuddet reduseres til 111 kroner per dekar. Totalt tilskuddsbehov med en 40/60 fordeling av de to metodene ligger ut i fra dette på 11,8 millioner i 2021 til 118 millioner kroner i 2030, hvis hele potensialet på 820 000 daa skal innfris ved hjelp av økonomiske virkemidler. Kostnadene har imidlertid en del usikkerheter i seg, som at frøkostnader, såmengdebehov med mer kan variere.

Tilskuddet er utformet sånn i dag at produsenten selv velger når man vil så fangvekstene (ettersådd eller undersådd), så lenge det er før høsting av kornet. Det er fylkesmennene som setter tilskuddssatser for tiltaket og de kan variere mellom år og mellom fylker.

30 prosent av respondentene til spørreundersøkelsen gjennomført i samarbeid med Norges Bondelag og Norsk Bonde- og småbrukarlag for Klimakur 2030 oppgir at det må bli mer lønnsomt å gjøre tiltaket for at de skal vurdere å gjennomføre det.

For kostnader relatert til fangvekster i grønnsaksproduksjon, se rapport [1].

Barrierer

- *Mulig reduserte avlinger:* Fangvekster kan konkurrere om næringsstoffer fra hovedveksten, slik at avlingene blir redusert. Det er også begrenset med kunnskap om hvilke arter/sorter som egner seg best under norske forhold.
- *Kostnad og tilgang på såfrø*: Det er begrenset tilgang på såfrø tilgjengelig på markedet og kostnadene ved innkjøp kan være store. Noen blandinger krever høy såmengde, slik at kostnadene per dekar blir høy.
- *Merarbeid ved såing av fangvekster:* Tilsåing av fangvekster er en ekstra aktivitet som krever mer innsats Fjerning av fangvekster på våren kan også forsinke vårønnstart og eventuelt forsinke innhøstingen. Dette kan føre til at tiltaket nedprioriteres.

[110] Dette er beregnet fra netto nåverdi over tiltakets levetid (2020-2054) ettersom det er først da såaggregat er nedskrevet. Tiltaket gjøres imidlertid bare fram til 2030 – hhv. årlig såing av fangvekster i ti år til det til sammen har nådd et areal på 820.000 daa.

- *Naturgitte forhold:* Begrensede lysforhold om høst og vinter kan være en årsak til at en ikke lykkes med fangvekster. Dette kan være en barriere for korn- og grønnsaksprodusenter til å ta i bruk fangvekster.
- Kunnskap/kompetanse: Det er manglende kunnskap og kompetanse om praktiske forhold rundt bruk av fangvekster. For eksempel hvilke redskaper/maskiner som bør brukes, hvilke sorter/arter er best, hvordan best jordarbeide med mer.

Mulige virkemidler

Økonomiske insentiver: Økte tilskudd kan være med på å overvinne markedsbarrierer som for eksempel høy såfrøkostnad. For å øke fangvekstarealet i så stort omfang som forutsatt i dette tiltaket, vil det imidlertid kreve økte bevilgninger.

Selv om det i mange tilfeller er usikker effekt av fangvekster, er det noen arealer og områder som har større sikkerhet for karbonbinding. Eksempelvis vil planerte arealer i Trøndelag, Viken, Vestfold og Telemark ved tilsåing av fangvekster i korn over flere år ha særlig god karbonlagringseffekt (ca. 450.000 daa) [1]. Ved implementering av tiltaket i større omfang, kan man se for seg at det er viktigst å rette innsatsen mot slike arealer.

Formidling: Virkemiddel for økt implementering av fangvekster kan være informasjonsark om retningslinjer for tilsåing av fangvekster, demonstrasjonsfelt, fagdager og god motivering av bøndene. Det antas at for å oppnå omfanget som i dette tiltaksarket, krever det en betydelig innsats fra rådgivningsapparat, forvaltning med mer. 25 prosent av respondentene til spørreundersøkelsen gjennomført i samarbeid med Norges Bondelag og Norsk Bonde- og småbrukarlag for Klimakur 2030 oppga at de trenger mer informasjon eller veiledning om hvordan de gjennomfører tiltaket.

Forskning: Fangvekster kan både øke og redusere lystgassutslipp avhengig av klima, jordbrukspraksis og valg av art og sort. Dette gir behov for forskning på hvilke plantearter, sorter og drift som er best tilpasset norske forhold og som kanj anbefales til primærprodusentene. Det er også usikkerheter rundt hvor lenge karbonet lagres i jordaggregatene over tid. Det er derfor behov for langtidsforskning for å se effektene av fangvekster på karbonbinding under kalde klimaforhold som i Norge. I tillegg er det behov for å dokumentere og formidle fangvekstenes effekt på jordkvalitet (økt organisk materiale, vannlagringskapasitet, jordstruktur osv.) og mulig positiv effekt på avlinger til etterfølgende kultur.

Tilleggseffekter

Fangvekster tar opp overskudd av næringsstoffer og beskytter jorda mot erosjon og avrenning. De kan også gi bedre jordstruktur, ved at det er røtter i ulike lengder i jorda og at det gir et rikere mikro- og makroliv i jord [5]. Forbedring av jordstruktur, samt oppbygging av humusinnhold og eventuelt forbedring av biomangfold i jorda over tid, kan redusere risikoen for avlingsnedgang som forutsatt i tiltaket. Dette avhenger imidlertid av mange faktorer, som type fangvekst og om tiltaket gjentas kontinuerlig over tid.

Fangvekster kan også være et habitat for insekter og fugler, spesielt når fangveksten forsetter å vokse utover høst og vinter etter høsting av hovedavlingen. Det er også gunstig for bl.a. pollinatorer dersom fangvekstene har blomster.

Bruk av fangvekster kan påvirke ugras på ulike måter. En fangvekst etablert i hovedkulturen, eksempelvis undersådd i korn samtidig med såing eller ved første ugrasharving, kan forventes å etablere seg bedre og potensielt også konkurrere bedre mot ugraset gjennom høsten, enn når fangveksten er sådd på sensommer eller høst etter tidligkulturer av potet og grønnsaker.

Bruk av fangvekster forutsetter normalt at fangveksten fjernes før ny sesong med hovedvekst. Fjerning innebærer sprøyting med ugrasmiddel eller pløying. Begge deler kan innebære miljømessige utfordringer, enten ved økt bruk av kjemiske ugrasmidler eller økt risiko for avrenning, og valg av metode for å fjerne fangveksten må vurderes i en større sammenheng.

Referanser

[1] Klimakur 2030: Fangvekst som klimatiltak i Norge - Egnet dyrkingsareal, potensial for utslippsbesparelse, kostnader, barrierer og muligheter (ikke publisert). NIBIO.

[2] Li mfl. (2015). Effects of contrasting catch crops on nitrogen availability and nitrous oxide emissions in an organic cropping system. Agriculture, Ecosystems, Environment. 199, 382-393. [Li, X., Petersen, S., Sørensen, P. & J. Olesen].

[3] Aronsson mfl. (2016). The ability of cover crops to reduce nitrogen and phosphorus losses from arable land in southern Scandinavia and Finland. 71(1), 41-55. [Aronsson, H., Hansen, E., Thomsen, I., Liu, J., Øgaard, A. & H. Känkänen].

[4] Poeplau, C. & A. Don (2015). Carbon sequestration in agricultural soils via cultivation of cover crops–A meta-analysis. Agriculture, Ecosystems Environment, 200, 33-41.

[5] NIBIO (2019). Fangvekstenes økosystemtjenester. Kunnskapsstatus om effekten av fangvekster. NIBIO Rapport 5 (9) 2019.

J07 Fôrtiltak, tilsetningsstoffer

Tiltaket var ikke med i fjorårets klimalovrapportering. Det er ikke grunnlag for å angi tall for utslippsbesparelser av tiltaket og det er ikke med i utslippsregnskapet.

Beskrivelse av tiltaket

Tiltaket innebærer bruk av tilsetningsstoffer i fôret til drøvtyggere for å redusere metandannelse fra fordøyelsen (vomgjæring). Metan fra husdyrfordøyelse (enterisk metan) er den største utslippskilden fra jordbruket og bruk av tilsetningsstoffer er derfor et relevant tiltak for å redusere klimagassutslipp fra husdyrproduksjon. Ved tilstrekkelig stor dose kan tilsetningsstoffer i fôr hemme metandannelsen direkte eller indirekte ved å påvirke omsetningsprosessene (fermenteringen) i vomma.

En rekke stoffer kan gi redusert metandannelse i vomma, men det er per i dag ikke noe produkt som har en dokumentert langtidseffekt, med unntak av 3-nitrooxypropanol (3-NOP) [1]. 3-NOP er per i dag kun godkjent i forskningssammenheng og er under evaluering for godkjenning som fôrtilsetning i EU.

Utslippsreduksjonspotensial

NMBU har i sin rapport en gjennomgang av ulike tilsetningsstoffer basert på foreliggende litteratur [1]. Bruk av metanhemmere kan redusere utslipp av enterisk metan, og en rekke tilsetningsstoffer inkludert planteforbindelser (for eksempel oregano, hvitløk, tanniner), mikrobielle tilsetningsstoffer (f.eks. levende gjær), fett og kjemiske hemmere har blitt undersøkt. Ulike tilsetningsstoffer har ulik effekt på produksjon av enterisk metan og har ulike utfordringer knyttet til bruk. I Norge er 3-NOP, nitrat og biokull aktuelle tilsetninger i fôret for å redusere metanutslipp. Nitrattilsetning kan gi en metanreduksjon på opptil 35 prosent, men er noe krevende i praktisk fôring da det krever gradvis tilvenning og har en forgiftningsfare ved høye doser. Det pågår forskning for å klarlegge hvorvidt biokull kan ha potensial til å redusere enterisk metan [1].

Tilsetningsstoffet 3-NOP har et stort potensial for å redusere produksjonen av enterisk metan, avhengig av dose. Beregninger på ammeku viser at 20 prosent nettoreduksjon i utslippsintensitet (per kilo slakt) er oppnåelig som følge av 33 prosent reduksjon i enterisk metanproduksjon [2]. En rekke forsøk har undersøkt effekten av tilsetningsstoffet 3-NOP uten å påvise negative konsekvenser for dyrets helse, produksjon eller miljøet [3]. Resultatene fra utenlandske forsøk kan ikke nødvendigvis overføres direkte til norske forhold, blant annet på grunn av ulikheter i drifts- og fôringssystemer. Mange forsøk er basert på bruk av fullfôr, men nyere forsøk viser en tilsvarende reduksjon i enterisk metanproduksjon ved tilsetning av 3-NOP i kraftfôr [4]. Dette er lovende med tanke på vanlig norsk fôringspraksis. En høy andel grovfôr og fiber i rasjonen kan imidlertid påvirke effekten av 3-NOP og det er rapportert at det trengs høyere dose for kjøttfe for å oppnå samme effekt som hos melkeku.

Barrierer

Forskning og utvikling

Felles for alle tilsetningsstoffer som per i dag anses som aktuelle, er at det kreves mer forskning og utvikling for å få bedre kunnskap om utslippseffekter, eventuelt konsekvenser for produkter, samt den praktiske anvendelsen av tilsetningsstoffet.

Det foregår betydelig forskning internasjonalt for å finne tilsetningsstoffer som kan redusere enterisk metanproduksjon. Forskningen inkluderer effekten av ulike stoffer, eventuelle konsekvenser for dyrene og produktene, samt hvordan ulike tilsetningsstoffer i praksis skal nyttes.

Produktet Agolin Ruminant nyttes nå av Felleskjøpet i drøvtyggerfôr (FORMEL). Effekten på metanproduksjonen av Agolin Ruminant er ikke konsekvent og NMBU peker på at det kreves mer forskning for å fastslå denne.

Selv om effekten av 3-NOP på metan er meget lovende, trengs det videre studier for å undersøke om 3-NOP overføres i produktene (melk og kjøtt) og eventuelt hvordan dette påvirker mattrygghet. Ett 4-årig prosjekt ved

NMBU skal undersøke effekten av tilsetning av 3-NOP i kraftfôret til storfe. Forsøket vil gi informasjon om optimal bruk av tilsetningsstoffet under norske forhold [5].

Usikker effekt over tid

Det er en del barrierer som foreligger før man kan være sikker på klimaeffekten over tid. Bruk av tilsetningsstoffer er utfordrende da vomma til drøvtyggere har en evne til å tilpasse seg endringer. Mange tilsetningsstoffer (eks. essensielle oljer) vil derfor kun gi en korttidseffekt på produksjon av enterisk metan. Langtidseffekten av tilsetningsstoffer er ofte ukjent da de fleste studier undersøker effekten over en begrenset periode. I tillegg til langtidseffekt på produksjon av enterisk metan, avhenger nettoeffekten av en opprettholdt produksjon og fôrets fordøyelighet. Ved de tilsetningsnivåene som kreves for å redusere metanproduksjonen kan imidlertid tilsetningsstoffene ha negative effekter på fôropptaket (f.eks. fett), fordøyelighet (f.eks. fett, tanniner), helse (f.eks. nitrat) og produksjon (f.eks. fett).

Virkemidler

Dersom tilsetningsstoffene blir utviklet og blandet inn i generelle fôrprodukter, forventes det at de fleste bønder vil ta det i bruk. Oppslutningen rundt tiltaket vil primært avhenge av kostnadene på fôret. Politiske virkemidler for å stimulere til bruk av tilsetningsstoffer kan dermed være aktuelt.

Referanser

[1] Aass, L. & B. Åby (2018). Mulige tiltak for reduksjon av klimagassutslipp fra husdyrsektoren. NMBU, Fakultet for biovitenskap, Institutt for husdyr- og akvakulturvitenskap.

[2] Samsonstuen mfl. (2019). Mitigation of greenhouse gas emissions from suckler cow beef production. Under review. [Samsonstuen, S., Åby, B., Crosson, P., Beauchemic, K. & L. Aass].

[3] Jayanegara mfl. (2018). Use of 3-nitrooxypropanol as feed additive for mitigating enteric methane emissions from ruminants: a meta-analysis. Italian Journal of Animal Science, 17 (3), 650-656. [Jayanegara, A., Sarwono, K., Kondo, M., Matsui, H., Ridla, M., Laconi, E. & Nahrowi].

[4] van Wesemael mfl. (2019). Reducing enteric methane emissions from dairy cattle: Two ways to supplement 3-nitrooxypropanol. Journal of Dairy Science, 102:1780-1887. [van Wesemael, D., Vandaele, L., Ampe, B., Cattrysse, H., Duval, S., Kindermann, M., Fievez, V., De Campeneere, S. & N. Peiren].

[5] Developing an industry standard for use of 3-NOP as a strategy to reduce methane emissions from Norwegian cattle. Forskningsprosjekt 2019-2023.

J08 Fôrtiltak, grovfôrkvalitet

Tiltaket handler om bedre grovfôrkvalitet gjennom høsting av gras på tidligere utviklingsstadium. Tidlig høstet grasavling har høyere fôrverdi og lavere fiberinnhold, som er gunstig for fôropptak og metanutskillelse hos drøvtyggere. Det er ikke tilstrekkelig grunnlag til å angi konkrete tall for utslippsbesparelser av tiltaket og det er ikke inkludert i utslippsregnskapet. Tiltaket var ikke omtalt i fjorårets klimalovrapportering.

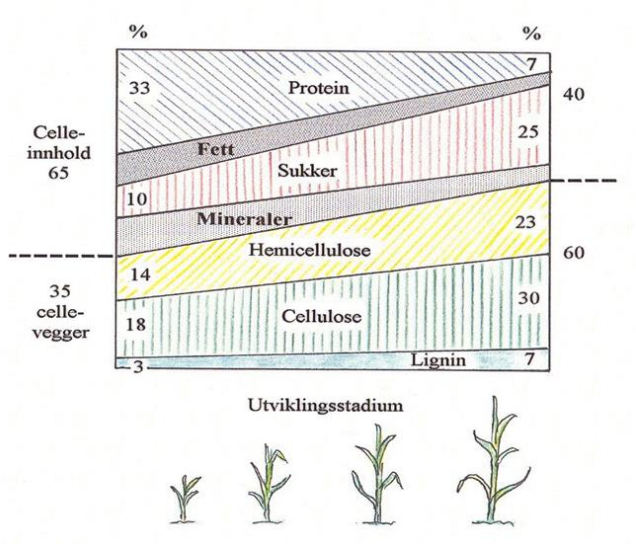
Beskrivelse av tiltaket

Tiltaket innebærer å optimalisere grovfôrkvaliteten til drøvtyggere for å redusere metanutslipp fra vomgjæring og gjødsel, samt øke dyras produktivitet. Grovfôr dominerer fôrgrunnlaget til drøvtyggere i Norge og utgjør rundt 45 prosent av det totale energiinntaket til melkeproduksjon og opp til 70-80 prosent av totalt energiinntak til kjøttproduksjon fra storfe og sau. Metan er et bi-produkt fra fermentering av fôr og påvirkes av fôrets fordøyelighet og fiberinnhold (NDF; neutral detergent fiber). Ved høyt fiberinnhold i grovfôret, øker forholdet eddiksyre:propionsyre i vomma til drøvtyggerne, som gir økt produksjon av metangass i magen [1]. Et fôr med høy fordøyelighet og lavt fiberinnhold vil derfor gi lavere metangassproduksjon i vomma sammenlignet med et fôr med lavere fordøyelighet og høyt fiberinnhold [2].

Bedre grovfôrkvalitet kan øke energiopptaket fra grovfôret og dermed redusere det totale fôrforbruket i både melk- og kjøttproduksjon fra drøvtyggere. Redusert fôrforbruk gir lavere utslipp per kilo produkt. Bedre grovfôrkvalitet kan gi økt produktivitet i form av økt melkeytelse og økt tilvekst som gir høyere slaktevekt ved gitt slaktealder. Utslippene fra produksjonen fordeles da på flere kilo produkt og samme produksjonsvolum kan oppnås ved et lavere dyretall [2].

Utslippsreduksjonspotensial

Grovfôrets næringsinnhold og energiverdi påvirkes i stor grad av grasets utviklingsstadium på høstetidspunktet. Ungt gras har høyere innhold av energi og protein, samt lavere innhold av NDF. Fiberfraksjonen i ungt gras har i tillegg en høyere fordøyelighet (på grunn av lite lignin) sammenlignet med senere høstet gras (Figur T 52). Høsting ved tidligere utviklingsstadium kan dermed gi en utslippsbesparelse gjennom lavere metanutslipp fra vomfermentering. Tidlig høstet grovfôr gir også mulighet for å dekke en større andel av næringsbehovet med grovfôr i stedet for kraftfôr.



Figur T 52. Skjematisk framstilling av endringer i grasets kjemiske sammensetning med økende utviklingsstadium. Kilde: Thomas & Thomas [3].

NMBU har med grunnlag i forsøksresultater beregnet nettoutslipp fra produksjon av melk og kjøtt ved ulike høstetidspunkter for grovfôr. Tidlig høstet grovfôr ga betydelig reduksjon i utslippsintensitet per kilo melk (-10 %) og

kjøtt (-17 %), sammenlignet med normalt høstetidspunkt. Ved dårlig grovfôrkvalitet kunne økt kraftfôrmengde opprettholde produksjonen, men førte til høyere utslippsintensitet (per kilo melk og kjøtt) [4].

Barrierer – driftsmessige og privatøkonomiske konsekvenser

Bedre grovfôrkvalitet kan oppnås gjennom tidligere og hyppigere høsting. Generelt gjelder at tidligere første slått og flere høstinger gir lavere totalavlinger. Tidligere og hyppigere høsting vil derfor kreve økte arealer for å opprettholde samme tørrstoffavling. Tidligere høsting gir imidlertid fôr av høyere kvalitet slik at om en måler i fôrverdi (FEm/dekar) blir utslagene mindre. Høyere fôrverdi gjør at kraftfôrmengden kan reduseres.

Muligheten for tidligere og hyppigere høsting begrenses av om foretaket har nok tilgjengelig areal. Generelt vil foretak som har romslig melkekvote og bygningskapasitet i forhold til areal, ha fordel av et høstetidspunkt som gir høy fôrenhetsavling. De vil uansett ha behov for innkjøpt fôr for å produsere nok melk til å fylle kvoten, og kan optimalisere fôrrasjonen og ytelsen gjennom kraftfôret. Foretak i en slik situasjon vil ikke være tjent med å endre høstingsregimet på en måte som gir lavere forenhetsavling. Foretak som har rikelig tilgang på grovfôr kan ha fordel av å framskynde høstetidspunktet.

Prisforholdet mellom grovfôr og kraftfor er med å bestemme hva som er optimal tilpasning for det enkelte foretak. Enkelte foretak vil derfor ha lave kostnader med å utnytte mer grovfôr, mens andre vil ha liten nytte av det. For de fleste lønner det seg allerede å utnytte grovfôret godt, noe som taler for at de fleste vil få merkostnader med et endret grovfôrregime.

Proteininnholdet i grovfôret er viktig for både melkeytelse og innholdet av protein i melka. Samtidig vil rasjonens totale proteininnhold påvirke utslipp av nitrogen fra husdyrgjødsel. Økt proteininnhold i tidlig høstet grovfôr krever derfor optimalisering av fôrrasjonen for å unngå overfôring med protein og økte utslipp av lystgass og ammoniakk fra husdyrgjødsel [5]. Valg av kraftfôr må derfor tilpasses både grovfôrkvalitet og produksjon (melk og kjøtt). Ved tidlig høstet grovfôr kan dermed et kraftfôr med lavere proteininnhold velges.

Prosjektet "Grovfôr2020" avdekket stor variasjon i kostnader, avling og effektivitet i grovfôrproduksjonen [6]. Denne variasjonen viser at det er et potensial for å senke kostnadene ved dyrking, høsting og bruk av grovfôr. Prosjektet viste også at det er et betydelig potensial for å øke avlingsmengden per arealenhet og det er derfor ikke sikkert at bedre grovfôrkvalitet trenger å gi økt arealbehov.

Beregninger i prosjektet "Mer og bedre grovfôr" [7] har vist at ved liten arealtilgang er det normal slått som lønner seg best. Ved rikelig tilgang på arealer i forhold til melkekvote eller bygningskapasitet, er det tidlige slåtteregimer som lønner seg.

Det må regnes med at hyppigere og mer intensive slåtteregimer gir dårligere varighet av enga som vil kreve at den må fornyes oftere. Hyppigere pløying innebærer økt maskinbruk, reduserer avlingen i fornyingsåret og kan svekke karbonbindingen.

Det kan være ulike årsaker til at man ikke alltid oppnår optimal kvalitet på grovfôret. Dette kan være naturgitte forhold, som at man blir tvunget til å høste seinere på grunn av vanskelige værforhold, det kan være et tidsaspekt, ved at man er nødt til å høste til en gitt tid, uavhengig av grasets utviklingsstadium, og det kan være mangel på kunnskap om når det er mest optimalt å høste.

Pågående forskning og utvikling

Et fireårig prosjekt "Klimagrovfôr" ved NMBU skal undersøke strategier i grovfôrproduksjonen for å produsere fôr som gir lavt metanutslipp fra drøvtyggere. Prosjektet inkluderer kvantifisering av egenskaper ved grovfôret som er viktige for metanproduksjonen, vekstforsøk på gras og høstingstidspunkt, in vitro målinger av metan fra ulike grovfôrkvaliteter, samt fôringsforsøk med metanmålinger på storfe. "Klimagrovfôr" vil gi et helhetlig bilde på grovfôrproduksjon og gi informasjon om høstetidspunkt, grovfôrkvalitet, fôropptak, produksjon av melk og kjøtt, avlingsmengde, samt økonomien i grovfôrproduksjonen [8].

Gjennom prosjektet "Klimasmart Landbruk" som drives av sentrale næringsaktører, utvikles gårdsmodeller (blant annet HolosNor og HolosNorBeef) for å beregne klimagassutslipp som del av et opplegg for klimarådgivning på gårdsnivå. Rådgivning via eksisterende rådgivningsenheter (eks. Norsk Landbruksrådgivning, Tine) kan dermed rettes direkte til enkeltgårder og tilpasses gårdens ressursgrunnlag og produksjon.

Økt relativ verdi av grovfôret vil fremme en dyrkingspraksis som gir høye grovfôravlinger av god kvalitet. Mer bruk av grovfôranalyser kan gi gårdbrukeren bedre informasjon om kvaliteten av fôret og grunnlag for forbedringer i dyrkinga.

Tilleggseffekter

Økt energiopptak fra grovfôr kan ha positiv effekt på graden av selvforsyning med fôr til drøvtyggere. Med tidlig høstet grovfôr av god kvalitet kan produksjonen opprettholdes ved lavere kraftfôrforbruk og klimagassutslippene holdes tilsvarende lave. Økt proteininnhold i grovfôret kan potensielt øke norskandelen i rasjonen til drøvtyggere dersom bruk av importerte proteinråvarer kan reduseres.

Referanser

[1] Sveinbjörnsson (2006). Substrate levels, carbohydrate degradation rate and their effects on 651 rumen end-product formation (Ph.D. thesis). Acta Universitatis Agriculturae Sueciae, SLU Service/Repro, Uppsala, Sweeden.
[2] Aass, L. & B. Åby (2018). Mulige tiltak for reduksjon av klimagassutslipp fra husdyrsektoren. NMBU, Fakultet for biovitenskap, Institutt for husdyr- og akvakulturvitenskap.
[3] Thomas & Thomas (1988). Factors affecting the nutritive value of grass silages. I: Recent Developments in Ruminant Nutrition 2. Haresign, W. & D. Cole.
[4] Åby mfl. (2019). Impact of grass silage quality on greenhouse gas emissions from dairy and beef production. [Åby, B., Randby, Å., Bonesmo, H. & L. Aass].
[5] NMBU (2015). Tiltak i husdyrproduksjonen: Potensial for reduksjon i utslipp av lystgass og enterisk metan fra mjølkekupopulasjonen. Sluttrapport. [Storlien, T. & O. Harstad].
[6] Grovfôr 2020: Resultater fra prosjektet med partnere Tine (prosjekteier), Norsk Landbruksrådgiving (NLR), Yara, Felleskjøpet Agri, NIBIO og Mære landbruksskole. Forskningsprosjekt 2017-2020.
[7] Mer og bedre grovfôr: Mer og bedre grovfôr som basis for norsk kjøtt- og mjølkeproduksjon. Forskningsprosjekt 2005-2009. (Resultater presentert i Buskap 3/2015).
[8] Klimagrovfôr: Strategies in grass silage production to mitigate enteric CH4 emissions from ruminants. Forskningsprosjekt 2019-2023.

J09 Dyrehelse, fruktbarhet og avl

Tiltaket er ikke en del av klimalovrapporteringen og er ikke inkludert i utslippsregnskapet. Det er ikke grunnlag for å kvantifisere årlige utslippsinnsparinger.

Beskrivelse av tiltaket

Tiltaket er et samletiltak for ulike former for forbedring av produktiviteten i husdyrholdet gjennom bedret dyrehelse og fruktbarhet, samt avlstiltak. Det er lagt til grunn at en trendmessig forventning om forbedringer i produksjonen som følger av slike tiltak ligger innarbeidet i referansebanen. Forbedringer utover den trendmessige framskrivingen, vil kunne representere en ytterligere utslippsbesparelse.

Klimagassutslipp fra husdyrhold er i stor grad koblet til antall dyr og mengden fôr dyrene spiser. Gitt et ønsket produksjonsnivå for ulike husdyrprodukter, vil avlstiltak, bedret dyrehelse og fruktbarhet og driftsmåter som innebærer færre dyr i produksjon og/eller lavere fôrforbruk per produsert enhet, også medføre lavere klimagassutslipp. På den andre siden vil dyrematerialе og driftsmåter som innebærer at dyrene bruker lengre tid på å produsere en gitt mengde, generelt innebære høyere klimagassutslipp. Dette fordi mengde fôr til livsopphold blir større på grunn av lengre produksjonsperiode. Mindre effektiv driftsform kan være en konsekvens av prioritering av arbeidsinnsats mellom jordbruk og annet arbeid eller fritid, men kan også være en konsekvens av valgte driftsformer, eksempelvis villsau/utegangersau som generelt gir få og små lam til slakt, utegris eller økologisk kyllingproduksjon som har lang oppfôringstid.

Aktuelle tiltak for forbedringer:

- Avlsarbeid
- Programmer for sanering av sykdommer
- Driftsforbedring på det enkelte foretak (i stor grad sammenfallende med det som gir god produksjonsøkonomi innenfor begrensninger på tilgjengelig arbeidsinnsats)

Avlsarbeid

Det drives avlsarbeid i Norge på storfe (Geno, Tyr), sau og geit (Norsk Sau og Geit, NSG) og svin (Norsvin). For fjørfe er det norske avlsarbeidet lagt ned og fjørfenæringa baserer seg på foredlingsarbeid i utlandet.

Storfe: Avlsarbeid og utvikling av NRF-populasjonen (Norsk Rødt Fe) er en hovedoppgave for Geno. Gjennom avlsarbeidet skal norske melkeprodusenter få ei ku som er frisk og fruktbar, har god produksjon av melk og kjøtt, god livskraft, et funksjonelt jur, god kropp, sterke bein og godt lynne.

Avlsmålet for NRF er svært bredt ved at mange egenskaper er inkludert. Melk, jur, jurhelse og fruktbarhet er det som i dag dominerer i avlsmålet. I tillegg er kjøtt, klauvhelse, bein, utmelkingshastighet, lekkasje, kryssretning, lynne, andre sykdommer, dødfødsler, kalvingsvansker og kollethet (uten horn) med i avlsmålet.

Noen av disse egenskapene er igjen oppdelt i mange underegenskaper med forskjellig vektlegging som bestemmer verdien av hovedegenskapen. NRF har mer enn 40 egenskaper som inngår i avlsmålet.

Dominerende avlsmål som melk, jurhelse og fruktbarhet, samt kjøtt, sykdommer, antas å være i relativt godt samsvar med en potensiell avl mer spesifikt rettet mot dyrehelse og fruktbarhet. Ifølge Geno er dyrehelse og fruktbarhet egenskaper hvor NRF-kua er på svært høyt nivå, noe som blant annet viser seg gjennom lavt antall inseminasjoner per ku sammenlignet med andre raser. Ifølge Geno er det mulig å prioritere fruktbarhet enda høyere i avlen, men det vil da sannsynligvis gå ut over produksjonsegenskapene (melk, kjøtt).

Metanproduksjon hos melkeku er til dels genetisk betinget og det er derfor mulig å gjøre genetisk seleksjon for lavere metanproduksjon. Metanproduksjon hos melkeku er sterkt korrelert med melkemengde og for å maksimere effekten på metanutslipp og minimalisere effekten på egenskaper som er relatert til metanproduksjon, må både metanproduksjon og melkemengde inkluderes i det nasjonale avlsmålet [1].

Gjennom et prosjekt finansiert med midler over jordbruksoppgjøret, arbeider Geno med å legge til rette for å avle for ei ku med stor produksjonskapasitet, god helse og fruktbarhet, god fôrutnytting og lavere utslipp av metangass. Dette er et avlstiltak der effekter først kan ventes på lengre sikt.

Tyr som driver avlsarbeidet på kjøttfe, har til overordnet målsetting å avle fram de beste dyrene for storfekjøttproduksjon under norske forhold. Avlsmålet omfatter egenskapene kjøttkvalitet, grovfôrutnytting, fruktbarhet og morsevne. Funksjonelle eksteriøregenskaper som gode bein og klauver, inngår også i avlsmålet.

Svin: Norsvins avlsarbeid skal sikre en effektiv, frisk og robust gris som presterer i ulike produksjonsmiljøer, og som gir økt lønnsomhet til norske svineprodusenter. Norsvin driver avlsarbeid på to raser, norsk landsvin som er morsrase og norsk duroc som er farsrase. Avlsmålet omfatter en rekke egenskaper, slik som tilvekst og fôrutnyttelse, slakte- og kjøttkvalitet, overlevelse og reproduksjon og styrke-/helseegenskaper.

Sau: Avlsarbeidet på sau har som hovedmål å styrke økonomien i saueholdet, med delmål om 1) Størst mulig avlsframgang innenfor rammene av bærekraftig utvikling og god dyrevelferd, 2) framgang for egenskaper i avlsarbeidet, som gir produkter som forbrukerne etterspør, som bidrar til redusert arbeidsforbruk i produksjonen, spesielt i lamminga, som styrker bruken av beite og andre norske fôrressurser, og som sikrer god dyrevelferd og 3) effektiv spredning av avlsframgangen fra avlsbesetningene til bruksbesetningene. Konkret bidrar avlsarbeidet til økt tilvekst, bedre fôrutnytting og kortere framfôringstid. Mange lam per søye kan være uheldig blant annet dyrevelferdsmessig, og NSG opplyser at de for den dominerende rasen Norsk kvit sau ikke lenger avler for flere lam, men legger mer vekt på blant annet slaktevekt og morsevne.

Programmer for sanering av sykdommer

Storfe: Det er pågående saneringsprogram for BRSV (Bovint Respiratorisk Syncytialvirus) og BCoV (Bovint Coronavirus) på storfe. Tuberkulose, brucellose, paratuberkulose og BVD (Bovin Virusdiare) på storfe er utryddet i Norge, etter tidligere saneringsprogrammer. BVD-programmet i 1993-2003 anslås av Animalia å ha hatt en effekt på 1-2 prosent i reduserte klimagassutslipp totalt for populasjonen. Saneringsprogrammet for BRSV og BCov som er i gang, kan muligens gi tilsvarende effekt i redusert klimagassutslipp som BVD-saneringen. Ut over programmene som er i gang er det behov for å effektivisere de organiserte kontrolltiltakene mot klauvsjukdommen digital dermatitt. Ad ulike veier kan det også komme inn nye sykdommer til landet med potensial til å medføre økte klimagassutslipp. Animalia anslår at totaleffekten av saneringsprogrammene på storfe siden 1945 totalt kan være i størrelsesorden 10 prosent reduserte klimagassutslipp.

Svin: Også for svin har det vært flere saneringsprogrammer. Animalia anslår at totaleffekten av saneringsprogrammene har vært i størrelsesorden 10 prosent på klimagassutslipp siden 1990.

Selv om vi ikke har enkeltsykdommer som er årsak til store produksjonstap, er det ulike bakterier som er årsak til sykdommer og redusert produktivitet i svineholdet. Spesifikk patogenfri betyr at dyr holdes fri for patogene bakterier fra fødselen. SPF innebærer systematisk innføring av smittefrie dyr og seinere oppfølging av produksjonen slik at svinebesetningene er uten forekomst av sykdomssmitte. Dette betyr at besetningen skal være fri for nysesjuke (toksinproduserende Pasteurella multocida), svinedysenteri (Brachyspira hyodysenteriae), smittsom grisehoste (Mycoplasma hyopneumoniae), smittsom lunge- og brysthinnebetennelse (Actinobacillus pleuropneumoniae, APP) og skabb (Sarcoptes scabiei). Norsvins ambisjon er at all gris i Norge skal være SPF-gris innen 2030.

Norsvin angir at tilveksten per dag kan økes med over 30 prosent hos smågris og vel 7 prosent hos slaktegris ved overgang til SPF-besetning. Dette kan gi en utslippsbesparelse i svineholdet på opptil 13 prosent som først og fremst kommer av at det trengs mindre fôr. SPF-produksjon er også gunstig med tanke på dyrehelse og dyrevelferd [2].

Kostnadene med omlegging til SPF vil være knyttet til utskifting av dyr og driftsopphold i forbindelse med dette, smittesanering av driftsbygning og bygningsmessige tilpasninger for å redusere framtidig smitterisiko. Norsvin har anslått kostnadene med dette til 14 000 kroner per årspurke hos avlsbesetningene og i størrelsesorden 8 000 kroner hos bruksbesetningene. For mange besetninger vil nok kostnadene være en del høyere. Etter omlegging kommer økte kostnader med kontroll av helsestatus. Det antas at innføring av SPF vil være lønnsomt for det enkelte foretak.

Sau og geit: For sau og geit har vi hatt større sykdomssaneringsprogrammer som har hatt stor betydning for effektiviteten og tilhørende utslipp. For sau gjelder det bekjempelse av fotråte og mædi og for geit prosjektet "friskere geiter" (CAE-, Partub- og byllesjukesanering).

Driftsforbedring på det enkelte foretak

I en populasjon av mange produsenter vil det være variasjon i hvor effektiv driften er med tanke på lave klimagassutslipp. Noen får til samme produksjon som andre, men med færre dyr og/eller mindre fôrforbruk. Tettere oppfølging vil hos noen kunne gi bedre dyrehelse og bedre fruktbarhet, for eksempel gjennom kortere kalvingsintervall eller flere avvente smågriser. Forutsetninger for slike driftsforbedringer er godt utbygd og faglig oppdatert produksjonsveiledning og god veterinærtjeneste. Gjennom prosjektet "Klimasmart Landbruk" utvikles et beslutningsstøtteverktøy og veiledningsopplegg som skal bidra til at jordbruksforetakene kan gjøre valg om klimatiltak og mer utslippsvennlige driftstilpasninger.

Dagens virkemidler

Over jordbruksavtalen gis det ulike tilskudd som skal fremme produktivitet gjennom fellestiltak og forbedringer på det enkelte foretak. Dette gjelder tilskudd til avlsorganisasjoner, tilskudd til Norsk landbruksrådgivning, midler til forskning og avsetninger over Landbrukets utviklingsfond til forskning og utvikling. Det gis også tilskudd til veterinære syke- og inseminasjonsbesøk.

For øvrig kan nevnes at avlsorganisasjonene og Tine har omfattende rådgivnings- og informasjonsvirksomhet opp mot produsentene.

Referanser

[1] Breider, I., Wall, E. & P. Garnsworthy (2019). Heritability of methane production and genetic correlations with milk yield and body weight in Holstein-Fresian diary cows. Journal og Dairy Science 102(8) 2019.

[2] Norsk Landbruk: Nr 15 – 2019.

J10 Drenering

Tiltaket var ikke inkludert i klimalovrapporteringen.

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Utslippsreduksjon (mill. tonn CO_2-ekv.)	-	0,005	0,009	0,014	0,018	0,023	0,027	0,031	0,035	0,039	0,043
Utslippsreduksjon 2021-2030	**0,245 mill. tonn CO_2-ekvivalenter**										
Kostnadskategori	**> 1500 kr/tonn CO_2-ekv.**										

Beskrivelse av tiltaket

God drenering av dyrket mark i drift er gunstig for plantevekst og næringsopptak, vannbalanse, gir bedre bæreevne og redusert risiko for jordpakking. Lavere lystgassdannelse i godt drenert jord skjer fordi dreneringen reduserer vanninnholdet i jorda, som gir lavere omdanning av tilført nitrogengjødsel til lystgass. Tiltaket innebærer drenering av alt dårlig drenert korn- og grovfôrareal over 10 år. Estimat for dårlig drenerte arealer er basert på landbrukstellingen i 2010, hvor grøfteaktiviteten i årene etterpå er trukket fra. Totalt er det anslått behov for drenering av ytterligere 640 000 daa utover dagens aktivitet på grunn av blant annet vedlikeholdsbehov. Arealet er fordelt på 230 000 dekar dårlig drenert kornareal og 410 000 dekar dårlig drenert grovfôrareal [1].

Det er regnet med en halvering av lystgassutslipp etter drenering av dårlig drenert areal. Arealet er beregnet ut fra produksjonstilskuddssøknader i 2018. Det er regnet med at 1 prosent av tilført nitrogen genererer lystgass på godt drenert areal og 2 prosent på dårlig drenert areal. Til kornareal er det brukt tilført nitrogen med 12,4 kilo for kornareal og 17,7 kilo for grovfôrareal [2].

Levetid på grøftene er antatt å være rundt 50 år. Utslippsbesparelsen fra de ti årene med grøfting vil således vare helt fram til 2080, med avtagende effekt over perioden.

Til sammen vil tiltaket gi en utslippsbesparelse på 1,2 millioner tonn CO_2-ekvivalenter fram til 2080.

Dagens virkemidler

Tilskudd til drenering av jordbruksjord: Formålet med ordningen er å øke kvaliteten på tidligere grøftet jordbruksjord. Tilskuddet ble gjeninnført i 2013 som et tiltak for økt produktivitet, ressursbevaring og miljøgevinst. Tilskuddsordningen stimulerer også til kunnskapsutvikling og oppmerksomhet på drenering og god agronomi.

Rådgivning: Det gjennomføres kunnskapsoppbygging, rådgivning og informasjonsvirksomhet blant annet i regi av Norsk landbruksrådgivning, NIBIO og til en viss grad fra landbruksforvaltningen.

Referansebanen og utslippsreduksjonspotensial

I utslippsregnskapet skilles det ikke mellom god og dårlig drenert jord. Lystgass blir beregnet med en utslippsfaktor på 1 prosent av tilført N fra mineral- og husdyrgjødsel på dyrket mark, uavhengig av dreneringstilstand. Drenering fanges derfor ikke opp i utslippsregnskapet.

Grøfting av dårlig drenert jord gjør at samme avlingsnivå kan nås med lavere innsats av mineralgjødsel. Det er usikkert om bonden vil redusere N-gjødslingen, men heller ta en høyere avling fra arealet. Dersom forbruket av mineralgjødsel reduseres, vil effekten av drenering komme indirekte til syne i utslippsregnskapet som reduserte lystgassutslipp fra spredning av mineralgjødsel. Dersom N-gjødslingsnivåene forblir uendret, vil effekten være økt avling per dekar og reduserte utslipp per kilo avling.

Tiltakskostnad

Estimat for drenering: 3 467 kr/tonn CO_2-ekv

Det er lagt opp til innfasing av tiltaket over 10 år, pluss ett planleggingsår. Det er regnet med full effekt av lystgassreduksjon året etter at dreneringen er gjennomført. Varighet av tiltaket er satt til 50 år med avtakende effekt hvert år fram til 2080. En regner da med behov for ny drenering. De samfunnsøkonomiske kostnadene er derfor regnet fra 2021 til 2080.

De viktigste kildene til usikkerheter er:

- Usikkerhet om hvor mye areal som er dårlig drenert. Dette er en subjektiv oppfatning av bonden og har ikke klare kriterier. Det antas likevel at 640 000 daa ikke er et for høyt estimat.
- Dokumentasjon av lystgassutslipp fra jord med ulik dreneringsgrad. Det er stor variasjon i lystgassutslipp både i tid og rom og ofte store tap i korte episoder. Dette gjør det vanskelig å måle tapene og det finnes få gode helårsmålinger for dette i Norge. Spredte målinger viser både positive og negative effekter av drenering og det er derfor behov for dokumentasjon av utslippene under ulike forhold.

Barrierer og mulige nye virkemidler

Kostnadsbarrierer: Det er store kostnader ved å drenere og langsiktig inntjening av investeringene. Selv om drenering kan gi økt avling og bedre lønnsomhet, er engangskostnadene ofte så store at det likevel ikke blir gjort uten tilskudd. Det er også lite sikker dokumentasjon på effekt på avling. Det kan gjøre at grunneier nedprioriterer tiltaket.

Da det ble gjeninnført tilskudd for drenering, ble det tydelig at tilskuddssatsen må ligge over et visst nivå for at omfanget av drenering skal øke. Først når tilskuddssatsen har kommet opp på dagens nivå (2000 kr/daa), ser vi en økning i omfanget.

Strukturelle barrierer: I 2014 leide 67 prosent av jordbruksbedriftene jordbruksareal, og leiejord utgjorde 45 prosent av jordbruksarealet i drift [2]. Av det dårlig drenerte arealet, er om lag halvparten leiejord. Det er ingen entydige resultater som viser at leid jord er *dårligere* drenert enn eid jord [3]. Samtidig kan det være forhold ved et leieforhold som gjør at det blir mindre aktuelt å drenere. I perioden 2013-2018 er tilskudd til drenering benyttet på ca. 20 prosent leiejord og ca. 80 prosent eget eller eid areal. Kontrakt for jordleie skal etter jordlova § 8 vare i 10 år. Samtidig er det mange tilfeller hvor leien ikke er formalisert i kontrakter og varer kortere [4]. Regelverket sier ikke konkret hva avtalen bør inneholde og hvem som er ansvarlig for vedlikehold og investeringer på jorda ved bortleie. Med høye investeringskostnader, kan det bli mindre aktuelt for leietaker å drenere dersom man har kortvarige avtaler. Grunneier kan ha egeninteresse ved å drenere for å få bedre leiepris, men har ikke nødvendigvis den samme interessen for å holde arealene i god hevd når hun selv ikke er aktiv driver. Eiere som har drevet jorda selv, følger i større grad opp at vedlikehold blir gjennomført enn eiere som ikke har drevet jorda selv.

Hvis dreneringen skal oppskaleres i tråd med tiltaket, er det sannsynlig at det vil være stor mangel på entreprenører ut ifra dagens situasjon. Det kan også være en barriere med mangel på entreprenører lokalt som tar denne typen arbeid. Det kan også være ulagelige forhold for grøfting i den perioden grøfting er avtalt med entreprenør. I tillegg kan det være lite aktuelt for grunneier å drenere når forholdene i utgangspunktet er mest optimale – når det er tørt midt på sommeren. Da vil man mest sannsynlig prioritere å ha produksjon på arealet. Dersom man drenerer sent mot høsten, vil det kunne pakke jorda rundt drensgrøftene og gi dårligere infiltrasjon med mer.

Kunnskapsbarrierer: Det er ikke alltid entydig hva som er "dårlig drenert" jord. Det kan være andre årsaker til at arealer er vannmetta, for eksempel jordpakking eller søkk. Kunnskapen om når man får gevinst ved å drenere eller om man heller bør gjøre andre tiltak kan variere.

Drenering er ofte et svært langsiktig tiltak, og nytte og økonomisk gevinst må vurderes over en lang tidsperiode. Det kan også være behov for mer kunnskap og informasjon om de positive effektene av drenering på avling, jordstruktur med mer hos grunneierne, for å motivere til mer drenering.

I dag er det i stor grad enhetene innenfor Norsk Landbruksrådgivning som har oppgaver innenfor grøfting og hydroteknikk. Kompetansen kan variere mellom enhetene og det er tidkrevende å bygge ny kompetanse (oppgavene innenfor dette er relativt nytt). Ressursene for å rådgi og bygge kompetanse hos rådgivningsapparatet innenfor drenering er i mange tilfeller er begrenset (ulikt fra sted til sted).

Nye virkemidler

Forskning og formidling. Det er sparsomt med helårsmålinger av lystgass fra ulike produksjonssystem og ulike dreneringsgrad. Økt forskning om effekt av drenering på lystgassutslipp fra ulike arealer og produksjoner, samt værforhold og dreneringstilstander, vil være viktig for å kunne konkretisere drenering som klimatiltak. Det finnes også få nyere norske undersøkelser om lønnsomhet i drenering, blant annet om utslag i avlingsnivå. Bedre dokumentasjon av virkning av drenering på avling og metoder for å bestemme fysisk grøftetilstand vil være viktig for å øke oppslutningen.

Økt innsats innen rådgivning som belyser de positive fordelene med drenering vil være viktig for å få ønsket oppslutning over hele landet. Dette innebærer blant annet økte ressurser hos rådgivningsapparatet for kursaktivitet for primærprodusentene, samt opplæring av entreprenører.

Økonomiske insentiver. Etter at tilskudd til drenering ble gjeninnført i 2013, har dreneringsaktiviteten økt betydelig. Dagens flate tilskudd på maksimalt 2 000 kroner per dekar betyr mye som insentiv til grøfting på lettdrenert jord. Samtidig betyr tilskuddet mindre for arealene som er mer kostbare å drenere. Et tilskudd basert på andel av kostnad vil kunne stimulere til økt drenering også i disse områdene. Dette kommer også fram av spørreundersøkelsen gjennomført i samarbeid med Norges Bondelag og Norsk Bonde- og småbrukarlag, hvor 46 prosent oppgir at de må ha økonomisk støtte for å gjennomføre tiltaket.

Administrative tiltak. En mer konsekvent oppfølging av avtalefestet langsiktig bortleie for inaktive eiere av landbrukseiendom kan være et virkemiddel. På så langsiktige investeringer som drenering blir imidlertid selv 10 år kort tid.

Privatøkonomisk analyse

Den gjennomsnittlige kostnaden for drenering ligger på 9850 kr/daa. Det er imidlertid store forskjeller i kostnader ut ifra hvilken metode som benyttes. Dersom man benytter rådalshjul (dyp plog bak traktoren), ligger kostnadene på 5300 kr/daa i snitt med 10 meter avstand mellom grøftene. Det blir dyrere dersom man har behov for tettere grøfter. Dersom man er nødt til å benytte gravemaskin, på grunn av for eksempel mye stein, ligger kostnadene opp mot 14 400 kr/daa. Kostnadene varierer også med størrelse og tetthet på grøftene. I beregningene er det forutsatt at korn dreneres med rådalshjul (230 000 daa) og at grovfôrareal dreneres med gravemaskin (410 000 daa).

I den privatøkonomiske beregningen er det tatt hensyn til dagens tilskuddsnivå i investeringskalkylen og regnet med 5,5 prosent diskonteringsrente. Netto nåverdi for drenering av korn over tiltakets levetid (50 år) i 2019-kroner tilsvarer 761 kroner per dekar. Netto nåverdi for drenering av grovfôrarealer tilsvarer 7 200 kroner per dekar.

Beregningene over viser at tilskuddet per i dag ikke utløser hele tiltakets reduksjonspotensial. Tilskudd for drenering med gravemaskin må ligge på ca. 11 500 kr/daa for at netto nåverdi skal bli om lag null. Tilskudd for drenering med rådalshjul må ligge på 3000 kr/daa for at netto nåverdi skal bli null.

Tilleggseffekter

God drenering kan redusere faren for erosjon som følge av overflateavrenning fra jordbruksarealer og derfor bidra til bedre vannkvalitet. Det føres imidlertid også partikler og fosfor ut med dreneringen siden det er en direkte kobling via drensgrøftene til vassdraget. På arealer med høye fosfortall vil det være større risiko for utlekking gjennom drensgrøftene [5]. Redusert erosjon er også med på å bevare jord som en ressurs for framtidig matproduksjon. Samtidig er drenering et viktig ledd i å tilpasse jordbruket til et endret klima med mer nedbør.

Godt drenert jord er også gunstig for plantevekst, næringsopptak og gir redusert risiko for jordpakking. Drenering vil også kunne gi større avling og bedre så- og høsteforhold, ved at vannet ledes vekk fra arealene raskere.

Referanser

[1] Klimakur 2030: Drenering og klimagassutslipp - Virkning av drenering på lystgassutslipp, arealomfang og mulige tiltak (ikke publisert). NIBIO.
[2] Gundersen, G. & J. Heldal (2015). Bruk av gjødselressurser i jordbruket 2013 Metodebeskrivelse og resultater fra en utvalgsbasert undersøkelse. SSB 24/2015.
[3] Landbrukets Utredningskontor (2012). Korn og Klima. Rapport 1 – 2012. Hanne Eldby.
[4] Landbruksdirektoratet (2015). Leiejord – avgjørende for økt norsk matproduksjon, Utredning om drivepliktbestemmelsen og leiejordandelen i norsk landbruk. Rapport nr. 27/2015.
[5] NIBIO (2019). Synergier mellom tiltak for vannmiljø, klimatilpasning og klimagassutslipp, NIBIO Rapport 5 (55) 2019.

J11 Karbonlagring i biokull

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Utslippsreduksjon (mill. tonn CO_2-ekv.)	-	0,015	0,030	0,045	0,060	0,075	0,090	0,105	0,120	0,135	**0,150**
Utslippsreduksjon 2021-2030	**0,83 millioner onn CO_2-ekvivalenter**										
Kostnadskategori	**< 500 kr/tonn CO_2-ekv**										

Beskrivelse av tiltaket

Tiltaket går ut på at organiske avfalls- og restfraksjoner fra landbruket omdannes til uorganisk karbon med lang nedbrytningstid. Dette skjer ved at det organiske materialet gjennomgår en pyrolyseprosess, hvor materialet varmes opp til 400-800 grader uten tilgang på oksygen. Resultatet fra pyrolyseprosessen er energiprodukter og biokull bestående av karbon.

Bakgrunn

Organisk materiale som brytes ned vil omdannes til vann og karbondioksid (CO_2). Ved heller å omdanne organisk avfall og restfraksjoner fra jordbruket til stabilt biokull, kan man binde karbon og redusere utslipp av CO_2. Dette kan gjøres gjennom pyrolyse, hvor det organiske materialet varmes opp i en reaktor uten at det er tilgang på oksygen. Forskning [1] viser at biokull tilført jord vil bli værende i jorden i mer enn 100 år.

Det er få anlegg for biokullproduksjon i Norge i dag. NIBIO [1] rapporterer om tre norske selskaper som jobber med utvikling av pyrolyseteknologi; Standard Bio, som utvikler en biokullbasert organisk gjødselvare i Bø, Telemark, AquaGreen Norge AS, som utvikler en damptørke og pyrolyseenhet for fiskeslam i Lofoten, og Helge Hauge (Sætre), som utvikler en biokull/varme-batchovn som bruker greiner og hogstavfall. I tillegg er det pyrolyseanlegg ved IVAR, Rogaland og Skjærgaarden Gartneri i Vestfold. Lindum avfallsanlegg, Buskerud, planlegger å sette i gang et pyrolyseanlegg i løpet 2019/20 basert på avløpsslam. Etablering av småskala biokullanlegg krever relativ enkel teknologi som er lett å vedlikeholde og som ikke krever høy prosesskompetanse. Pyrolyseanlegg finnes tilgjengelig i alle skalaer, fra små anlegg til store.

NIBIO [1] har sett på tilgjengelige organiske avfalls- og restfraksjoner fra norsk landbruk som er egnet for pyrolyse, samt potensialet for å omdanne disse til biokull. Disse er oppsummert i Tabell T 55.

Tabell T 55. Teoretisk CO2-ekv reduksjonspotensial knyttet til biokull produksjon fra halm og skog ressurser. Kilde: NIBIO [2]

Råstoff	M fm^3	Mt (0.4 x fm^3)	Biomasse tilgjengelig for biokull produksjon (Mt) (forutsettes maks 50% utnyttelse av råstoff)	Potensial Biokull produksjon (Mt) (ca. 30% utbytte fra biomasse)
GROT[1]	3,7	1,48	0,74	0,22
Bark[1]	0,47	0,19	0,095	0,03
Sagflis[1]	0,4	0,16	0,08	0,02
Hestemøkk med kutteflis[β]		0,5	0,25	0,08
Halm*		0,93	0,4	0,12
[1]Sum fra skogråstoff			1,17 Mt biomasse	0,35 Mt biokull
Totalt			1,57 Mt biomasse	0,47 Mt biokull

*Tilgjengelighet av halm (som tar hensyn til alternativt bruk og bærekraft) antatt fra Belbo (2014)

[β]Hestemøkk mengde basert forutt 35kg/døgn avføring (35% TS) x 125 000 hester i Norge (Vik og Farstad, 2012; Hofstad, 2018)

NIBIO har forutsatt en tilgjengelighet på 50 prosent av de ulike ressursene i Tabell T 55. Det er usikkert hvor mye av disse ressursene som det i praksis vil være mulig å samle inn og hva som vil være kostnadene med innsamlingen. NIBIO antyder i sin rapport at 10 prosent av potensielle ressurser er et mer realistisk estimat. På grunn av lite data på dette, og til dels ukjente kostnader knyttet til råstoffene, legger vi til grunn at 5 prosent av potensialet blir realisert innen 2030. Dette vil gi en biokullmengde på 0,041Mt biokull, hvilket vil gi 0, 15 Mt CO_2. Dette legges til grunn for omfanget av tiltaket. Utslipp fra uttak av GROT er ikke inkludert i beregningen for utslippsreduksjonspotensial.

Det har vært mye forskning på virkningen av biokull i jord, blant annet i prosjektet CAPTURE+ [3]. Jord som har fått tilført biokull vil få en mer porøs jordstruktur og økt evne til å holde på vann, men det er ikke dokumentert at tilførsel av biokull til jord i seg selv har noen avlingsfremmende effekt. NIBIO anslår at om man bruker biokull, med lavt forurensningsnivå, kan man tilføre 2,5 t/daa biokull uten at det gir negative effekter. Om alt blir tilført jordbruksjord tilsvarer dette 60 000 daa for hele tiltaket i 2030. Det pågår forskning om å øke biokulls verdi som gjødselvare og om å erstatte torv med biokull som strukturmiddel i jordblandinger.

Kvaliteten av biokull vil avhenge av råstoffet (f.eks. tungmetallinnhold) samtidig som selve pyrolyseprosessen også vil kunne gi dannelse av forurensningskomponenter. Det er derfor viktig at biokullet dokumenteres før anvendelse i jordbruk for å unngå forurensningsfare. Råstoffene nevnt i Tabell T 55 antas å være uproblematiske med tanke på tungmetaller.

Dagens virkemidler

Innovasjon Norge

Innovasjon Norge har støtteordning for jord- og skogbrukere som produserer, bruker og leverer bioenergi i form av ferdig varme, brensel eller annen energi. Det gjelder også støtte til biokullanlegg [4].

Norges forskningsråd

Det kan blant annet søkes midler til forskning på biokull gjennom Norges Forskningsråd (spesielt programmet BIONÆR).

FoU-midler over jordbruksavtalen

Både forskningsmidlene over jordbruksavtalen og Klima- og miljøprogrammet i jordbruket kan gi støtte til prosjekter som utreder løsninger for biokull.

Klimasats

Klimasats kan gi støtte til ulike klimatiltak i kommunene, og dette gjelder også tiltak til pyrolyseprosjekter. Det har vært gitt støtte til å etablere et småskala pyrolyseanlegg i Sandnes, Rogaland.

Norsk biokullnettverk

I 2019 ble Norsk biokullnettverk dannet. Nettverket er organisert administrativt gjennom Norsk Bioenergiforening (NOBIO), og består av ulike aktører fra avfallsbransjen, industri, landbruk og forskning. Nettverket kan bidra til å koble interesserte aktører til relevante kunnskapsmiljøer og teknologi som trengs for igangsetting av nye prosjekter.

Enova

Enova kan gi investeringsstøtte til etablering av pyrolyseanlegg, og har blant annet gitt støtte til pyrolyseanlegget til Lindum.

Nullalternativ og utslippsreduksjonspotensial

Biokull lagret i jord regnes i dag ikke med i det nasjonale utslippsregnskapet. IPCC har nylig foreslått en oppdatering av sine metoder for utslippsberegninger (IPCC 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines) der beregning av karbonfangst med biokull kan fanges opp. Det er usikkert når det foreligger omforente metoder for å beregne biokull inn i nasjonale utslippsberegninger.

Karbon lagret i jord med biokull vil, slik det er i dag, bli tilskrevet LULUCF-sektoren, gjennom økt karboninnhold i jordbruksjord. Om GROT brukes som råstoff vil dette føre til et utslipp i skog.

Tiltakskostnad

Tiltaket er plassert i kostnadskategorien under 500 kr/tonn CO_2-ekvivalenter

Det er i hovedsak driftskostnadene som driver tiltakskostnaden, ettersom investeringskostnadene ved et pyrolyseanlegg er relativt små. Det er i beregningene antatt en levetid på anlegget til å være 20 år.

Det er antatt en lineær innfasing av biokullprodusenter fra 2020 til 2030, der total mengde produsert biokull når 0,041 Mt biokull i 2030.. Det er forutsatt konstante driftskostnader ved anlegget, og det samme er strømprisen fra og med 2030.

Det er forutsatt at nytten for aktørene som er tenkt å produsere biokullet, altså bønder, knytter seg utelukkende til reduserte utgifter til oppvarming.

Utover investeringskostnadene, er det ikke antatt at det vil være andre ekstra kostnader ved å anskaffe et pyrolyseanlegg. Det kan imidlertid tenkes at det vil medgå arbeidstid til drift og oppfølging av anlegget. Det kan også tenkes at drift av slike anlegg vil være teknisk utfordrende for den enkelte og at dette vil utgjøre en barriere.

Til tross for at det er få inntektsmuligheter knyttet til biokull (se nedenfor), er tiltaket allikevel plassert i den laveste kostnadskategorien. Dette kommer først og fremst av at biokull kan ha stort utslippsreduksjonspotensial som karbonfangstmetode.

Usikkerhet

Det er stor usikkerhet knyttet til tiltaket. I dag er det ikke noe marked for avsetning av biokull, og det er få virkemidler som gir insentiver til valg av pyrolyseanlegg over andre biobrenselløsninger. Innovasjon Norge har en støtteordning for biokullanlegg på gård.

Tabell T 56. Usikkerhetsvurdering.

Type usikkerhet	Beskrivelse	Følsomhet/sensitivitet	
		Utslippsreduksjonspotensial	Kostnadskategori
Innfasing	Investering i anlegg krever at det er økonomi i å produsere biokull	Færre anlegg vil gi lavere utslippsreduksjon	
Manglende marked for biokull	Uten et fungerende marked for biokull, vil tiltaket vanskelig realiseres.	Færre anlegg vil gi lavere utslippsreduksjon	
Manglende råstofftilgang	Tiltaket forutsetter at gårdbrukere som etablerer pyrolyseanlegg har tilgang på råstoff i nærområdet	Dersom råstoff må fraktes til anlegget, vil dette gi økte kostnader	
Drifts- og investeringskostnader	Investerings- og driftskostnadene er basert på én enkelt aktørs drift, og det er dermed knyttet svært stor usikkerhet ved disse, både hva gjelder størrelse og retning på usikkerheten.	Driftsproblem vil gi mindre produksjon og dermed lavere utslippsreduksjon	Avhengig av hvor representative de få kostnadstallene som er tilgjengelig er, vil det kunne påvirke kostnadskategorien i stor grad.

Barrierer

Tiltaket skal gjennomføres av eier av pyrolyseanlegg.

Privatøkonomisk analyse

Det er ingen som har identifisert en lønnsom måte å produsere biokull på i Norge per i dag, selv medregnet biinntekter fra energiproduksjon. Dette skyldes i hovedsak at det ikke er etablert en lønnsom verdikjede eller marked for biokull.

Det er i dag ingen kompensasjon for karbonfangst med biokull.

Alternative markeder for biokull utover landbrukssektoren er dårlig kartlagt. Selv om det er en del forskning på anvendelse av biokull er det i liten grad oversikt over innen hvilke segmenter biokull kan erstatte fossilt kull.

Kostnader

- Gårdbrukere som vil installere pyrolyseanlegg har få insitamenter til å gjøre dette. Energiutbyttet per råstoffenhet fra et pyrolyseanlegg vil være mindre enn for et vanlig biobrenselanlegg, og biokullet mangler i dag et marked.
- Biokull som tilføres jord eller får annen permanent lagring (og dermed gi et negativt utslippsbidrag), blir ikke prissatt. Det er derfor ingen insitamenter til å gjøre dette.

Teknologi

Pyrolyseanlegg er tilgjengelig teknologi. Opplæring av gårdbrukere i drift av anlegg kan være en barriere.

Det kan være behov for å utvikle teknologi for å tilpasse råstoffet best mulig for pyrolyse. Dette vil for eksempel være utvikling av tilpassede flis- og halmkuttere.

Det er manglende teknologi for å oppgradere biokull til gjødselvare. Dette vil kreve både forskning og dokumentasjon på effekt. Dette gjelder også for å anvende biokull i jordblandinger og jordprodukter.

Infrastruktur

Det er i liten grad etablert infrastruktur for innsamling av organiske avfalls- og restfraksjoner i dag. Dette har naturligvis sammenheng med at det er ingen verdikjeder for biokull.

Mulige virkemidler

I forbindelse med jordbruksoppgjøret for 2020 er det lyst ut utredningsmidler på enklere teknologier for karbonfangst og -lagring, og jordbrukspraksis som fører til bedre karbonbinding i jord. Det skal sees på aktuelle tiltak og virkemidler som kan stimulere til videre teknologiutvikling, og til at kunnskap og teknologi tas i bruk på gårdsnivå.

Det er viktig at det fortsatt gis midler til forsknings- og utviklingsprosjekter som bidrar til økt kunnskap om effekter av biokull og mulige anvendelsesområder, innenfor jordbruket og eventuelt i andre sektorer.

Biokull som blir varig deponert bør inntas i det nasjonale utslippsregnskapet når retningslinjene åpner for dette.

Biokull som blir varig deponert vil gi den største klimagevinsten. Prissetting av biokull er derfor en nøkkelfaktor. Det vil være formålstjenlig å utrede hvordan dette kan realiseres.

Det kan være aktuelt å vurdere en støtteordning for gårdbrukere som tilfører biokull til egen jord. Støtteordningen kan se hen til kvoteprisen på CO_2. Forutsetning for en slik er ordning er at det kan dokumenteres, føres tilsyn med og rapporteres.

For gårdbrukere som skal bytte ut fossile energianlegg, kan det vurderes en ordning med et ekstra tilskudd til foretak som investerer i pyrolyseanlegg i stedet for tradisjonelt biobrenselanlegg eller elektrifisering.

Konsekvenser

Om biokull som blir varig deponert regnes med i det nasjonale utslippsregnskapet, vil dette gi direkte utslippsreduksjoner på lik linje med andre måter for karbonfangst i kvotepliktig sektor. Noen forskningsprosjekter tyder på at tilførsel av biokull til jord kan stimulere til økt biologisk aktivitet i jorden. Biokull tilført jord vil også føre til at jorden får bedre evne til å absorbere vann og dermed bli mindre utsatt for tørke og erosjon.

Referanser

[1] NIBIO (2019). Muligheter og utfordringer for økt karbonbinding i jordbruksjord. NIBIO Rapport 5 (36) 2019.
[2] NIBIO (2018). Utslippsreduksjoner i norsk jordbruk. Kunnskapsstatus og tiltaksmuligheter. NIBIO Rapport 4 (149) 2018.
[3] SINTEF (2017). Utvikling og implementering av biokull som klimatiltak i Norge. Capture+: Forslag til tiltak og løsninger.
[4] Innovasjon Norge (2018). Biogass-, biokull- og kraft/varmeanlegg. Støtteordning.

J12 Økt beiting for melkeku

Tiltaket fanges ikke opp i utslippsregnskapet i dag. Det foreligger ikke grunnlag for å kvantifisere utslippsbesparelsene.

Beskrivelse av tiltaket

Enterisk metan kommer fra fordøyelsen hos drøvtyggere. Utskillelsen av enterisk metan varierer mellom dyreslag, og påvirkes av fôrsammensetning og fôrkvalitet. Et fôr med høy fordøyelighet og lavt fiberinnhold (NDF; neutral detergent fiber), gir lavere metangassproduksjon i vomma hos drøvtyggere, sammenlignet med et fôr med lavere fordøyelighet og høyere fiberinnhold [1]. Ungt beitegras har lavere fiberinnhold enn høstet grovfôr og tiltaket går ut på å redusere metanutskillelse fra melkeku gjennom å øke andelen av fôropptaket som kommer fra beite [2]. Det er også en klimagevinst at dyra skaffer fôr selv, uten bruk av maskiner og innsatsfaktorer.

Dagens virkemidler

Forskrift om hold av storfe har et krav til minimum åtte eller 16 uker beite ut i fra type fjøs dyra står i. Dersom egnet beite ikke er tilgjengelig for fjøs som sto ferdig bygget før 1. januar 2014, skal dyrene i stedet ha tilgang til egnet luftegård eller annet utendørs område der dyrene sikres mulighet til fri bevegelse og mosjon. Forskrift om velferd for småfe setter krav til beite i minimum 16 uker med mindre klimatiske eller andre dyrevernmessige forhold er til hinder.

Det er flere økonomiske virkemidler over jordbruksavtalen som skal stimulere til beite. De viktigste er:

- Tilskudd til dyr på beite: krav om tilfredsstillende beitemuligheter, og at det daglige grovfôrinntaket til dyret skjer ved beiting i minimum 16 uker (sone 1-4) og 12 uker (sone 5-7).
- Tilskudd til dyr på utmarksbeite: krav om at hoveddelen av det daglige grovfôrinntaket til dyret skjer ved beiting i utmark i minimum fem uker.
- Tilskudd til innmarksbeiteareal (areal- og kulturlandskapstilskudd)
- Regionale miljøtilskudd – beite av verdifulle jordbruksarealer, organisert beitebruk med mer

Produksjonstilskudd til husdyr og ulike driftstilskudd har også en indirekte effekt ved at det holdes beitedyr.

Utvikling i dyr på beite

Oversikten nedenfor viser utviklingen i andelen av ulike dyrekategorier som går på beite.

Andelen sau/lam som oppfyller vilkår for tilskudd på utmarksbeite har ligget stabilt på 83–85 prosent de seneste årene. For kyr/øvrige storfe lå andelen dyr på utmarksbeite i minst fem uker på ca. 30 prosent i 2018. Andelen storfe på beite (innmark og/eller utmark) i minst 12/16 uker har økt siden 2006. Ammekyr er generelt enklere å ha på beite enn melkekyr som må melkes i løpet av dagen. Melkekyr holdes derfor primært på innmarksbeite, mens de andre også kan gå på utmarksbeite. Det skilles ikke mellom melkeku og ammeku i tilskuddene, så det er heller ikke mulig å differensiere dette i statistikken.

Tabell T 57. Andel dyr på beite etter kategori. Kilde: Landbruksdirektoratet.

	2006	2008	2010	2013	2014	2015	2016
Sau/lam på beite	97,5 %	98,5 %	98,7 %	98,8 %	99,2 %	99,1 %	99,1 %
Sau/lam på utmarksbeite	87,0 %	86,0 %	85,9 %	85,7 %	86,5 %	85,9 %	84,8 %
Kyr og øvrige storfe på beite	60,7 %	65,3 %	66,1 %	66,9 %	68,9 %	68,7 %	69,0 %
Kyr og øvrig storfe på utmarksbeite	23,0 %	25,1 %	26,9 %	28,6 %	29,4 %	29,1 %	29,0 %

Ettersom tilnærmet all sau går på beite, vil potensialet for reduserte klimagassutslipp gjennom økt beiting være størst for storfe. Melkeku står for størstedelen av de totale metanutslippene fra storfe, og andelen av fôropptaket fra beite er om lag halvparten av opptaket fra "øvrige storfe". Det er derfor melkeku som utgjør det største potensialet for reduserte metanutslipp gjennom økt beiting [3].

Utslippsreduksjonspotensial

Reduksjonspotensialet avhenger av i hvilken grad fôropptaket på beite kan økes gjennom økning i antall beitedager, økt beitetid per døgn og økt fôrverdi av beitegraset (beitekvalitet).

Kunnskapen om metanutslipp fra norske husdyr på beite er imidlertid mangelfull. Det er gjort noen forsøk på storfe, og Storlien mfl. [4] har gjennom norske forsøk vist at metanproduksjonen kan holdes lav fra melkekyr på beite, dersom det også suppleres med kraftfôr (raps).

Internasjonale forskningsresultater gir indikasjon på at produksjonen av enterisk metan er lavere på beite enn ved tradisjonell innefôring. NMBU har gått gjennom eksisterende forskningsresultater og beregnet en potensiell reduksjon av enterisk metan fra melkekyr på beite på 16 prosent sammenlignet med innefôring [3]. Få data og mangel på direkte sammenligning mellom beite og innefôring, gjør det imidlertid vanskelig å trekke sikre slutninger.

Dersom en går ut fra at metanproduksjonen er 16 prosent lavere fra melkekyr på beite, vil potensiell årlig utslippsreduksjon være avhengig av antall beitedager. NMBU har beregnet en potensiell årlig utslippsreduksjon av enterisk metan til 4,4 prosent dersom melkekyr går på beite i 100 dager i stedet for ren innefôring. I praksis vil de fleste dyr gå på beite og mulig utslippsbesparelse vil være knyttet til økt antall beitedager og økt fôropptak fra beite gjennom bedre beitekvalitet.

Andelen av fôropptaket fra beite hos melkeku er i dag under 10 prosent. Dette er en kraftig nedgang fra 2000 da den var vel 17 prosent. Beiteandelen for "andre storfe" er en god del høyere.

I utgangspunktet vil en større andel av fôret gå til vedlikehold/bevegelse som gir høyere metanutslipp per kilo melk sammenlignet med når dyra er innomhus. Dette trekker i retning av økte utslipp per kilo melk når dyra er på beite. Ut fra det kunnskapsgrunnlaget vi har i dag, er det er derfor stor usikkerhet om i hvilken grad økt beiting utgjør en klimagevinst.

Utslippsregnskapet

I nåværende modell for å regne utslipp på enterisk metan fra melkeku, benyttes kun melkeytelse og kraftfôrprosent. Kraftfôrprosenten angir forholdet mellom kraftfôr og grovfôr. Det har blitt utredet om det er mulig å kunne reflektere effekten av høstetid på gras til grovfôr, og effekten av beite i beregningene av metan, siden det antas at det er store forskjeller i metandannelsen når det fôres med ferskt beitegras sammenlignet med sent høstet grovfôr. Konklusjonen var at det trengs mer forskning og utvikling før man kan inkludere effekten av både høstetid på gras og effekt av fôropptak på beite [5].

Barrierer og mulige nye virkemidler

Barrier for økt beiting er særlig knyttet til tilgangen på beitearealer, kvaliteten på arealene og kostnader med økt tidsbruk og gjerdehold.

Tid og ressurser

Barrierer for å slippe dyra på beite eller for en mer intensivert beitepraksis (stripebeiting eller skiftebeiting), anses primært å være tid og ressurser, blant annet knyttet til stell av arealene (beitepussing, ugrasfjerning), gjerdehold og forflytting av dyr. Driftsopplegg med store løsdriftsfjøs med melkeroboter, er gjerne innrettet på en måte som gjør det lite aktuelt med beite i noen særlig grad utover de aller nærmeste områdene.

Tilgang på areal

Økt fôropptak fra beite hos høytytende melkekyr forutsetter at foretakene har tilgang på nok beitearealer av god kvalitet. Aktuelle beitearealer vil være innmarksbeiter eller oppdyrka arealer. På dyrka mark oppnår en størst avling ved å høste arealene ved slått framfor å nytte dem til beite. De aller fleste foretakene har ikke større tilgang til dyrka arealer enn at det vil lønne seg å høste dem ved slått. Det vil si at det må tas i bruk andre arealer (innmark som ikke er dyrket opp eller utmark). Dette er arealer av dårligere kvalitet, noe som går utover fôropptaket og melkeytelsen. Dette vil nok også ofte være arealer som ligger lenger unna fjøset.

Kvalitet på beitet varierer

Høyt fôropptak fra beite, uten at ytelsen går ned, forutsetter at beitegraset har god kvalitet (ungt gras rikt på energi og protein). Best kvalitet av beitegraset oppnås ved stripebeiting eller skiftebeiting på dyrka mark. Muligheter for mer intensiv beitepraksis på innmarksbeitearealer er mer begrenset.

Generelt er kvaliteten av beitegraset best om våren og avtar utover i vekstsesongen. En utvidelse av beiteperioden for beitet anses derfor å gi lavere klimaeffekt.

Nye virkemidler

I mange tilfeller vil bonden utnytte beitet så lenge det er godt, og tilpasse beiteperioden til det. I de fleste tilfeller vil det imidlertid allerede være lønnsomt for bonden med beite hvis gården har tilgjengelige arealer.

Eventuelle virkemidler for å stimulere til mer beitebruk, bør virke til at mer fôr tas opp fra beite i den optimale beiteperioden ved at det er flere dyr slippes på beite og/eller at beitetiden per døgn økes. Det er uvisst hvor stort dette potensialet er. Det kan også tenkes virkemidler som bidrar til bedre kvalitet på beitearealene.

Tilleggseffekter

Beite er viktig for å opprettholde kulturlandskapet, samt å ivareta de naturtypene og artene som er avhengige av beite. Ifølge Norsk rødliste for arter 2015, er gjengroing på grunn av opphørt eller redusert beite antatt å påvirke over 400 arter negativt i dag. For å ivareta biologisk mangfold er det primært utmarksbeite som er viktig, da det er de mest sårbare naturtypene som er avhengige av beiting. Innmarksbeite, særlig det som er gjødslet, har oftest mer ensartet naturmangfold.

Beiting regnes som en effektiv måte å redusere ammoniakkutslippene på. Ungt ferskt beitegras har imidlertid høyt proteininnhold og rasjonens totale proteininnhold påvirker utslipp av nitrogen fra husdyrgjødslet. Økt proteininnhold i beitegras krever derfor optimalisering av fôrrasjonen for å unngå overfôring med protein og økte utslipp av lystgass og ammoniakk fra husdyrgjødsel [6]. Høyt fôropptak fra beite gjør at det kan nyttes et kraftfôr med lavere proteininnhold. For å unngå økte ammoniakkutslipp er det økt beitetid per døgn som er mest effektivt, samtidig som husdyrrommet holdes reint for gjødsel i den tida dyra går ute. Når dyr går på beite, havner gjødslet rett på bakken hvor den umiddelbart kommer plantene til gode, framfor at den må lagres og håndteres i flere ledd som gir utslipp. Det vises til tiltaksark J04 *Diverse gjødseltiltak*.

Det kan være en positiv tilleggseffekt dersom optimalisering av beitedrifta gir redusert kraftfôrforbruk og kostnader og utslipp relatert til dette. Bonden slipper også kostnader forbundet innhøsting og lagring av grovfôr. I tillegg har flere gårder grasareal som ikke kan høstes maskinelt, der det kun er beitedyr som kan nyttiggjøre seg av ressursene.

Beite kan også bidra til karbonbinding i jord.

Referanser

[1] Aass, L. & B. Åby (2018). Mulige tiltak for reduksjon av klimagassutslipp fra husdyrsektoren. NMBU, Fakultet for biovitenskap, Institutt for husdyr- og akvakulturvitenskap.

[2] Teknisk beregningsutvalg for klimagassutslipp fra jordbruket (2019). Jordbruksrelaterte klimagassutslipp. Gjennomgang av klimagassregnskapet og vurderinger av forbedringer. Rapport fra partssammensatt arbeidsgruppe, 01.07.2019.

[3] Prestløkken E. & A. Schwarm (2019). Metanproduksjon fra melkekyr på beite sammenlignet med innefôring, Notat NMBU.
[4] Storlien mfl. (2014). Supplementation with crushed rapeseed causes reduction of methane emissions from lactating dairy cows on pasture. Animal Production Science, 57 (1). 81-89. [Storlien, T., Prestløkken, E., Beauchemin, K., McAllister, T., Iwaasa, A. & O. Harstad].
[5] NMBU (2015). Tiltak i husdyrproduksjonen: Potensial for reduksjon i utslipp av lystgass og enterisk metan fra mjølkekupopulasjonen. Sluttrapport. [Storlien, T. & O. Harstad].
[6] Rivedal, S. mfl. (2019). Tiltak for å redusere ammoniakkutslepp frå jordbruket. NIBIO-rapport 5 (160) 2019. M-1589|2019. Oppdragsrapport for Miljødirektoratet og Landbruksdirektoratet.

Tiltaksark: Industri

I01 Energieffektivisering i annen industri og bergverk

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Utslippsreduksjon (mill. tonn CO_2-ekv.)	-	-	0,003	0,010	0,024	0,036	0,050	0,047	0,045	0,043	0,041
Utslippsreduksjon 2021-2030[111]	**0,30 millioner tonn CO_2-ekv.**										
Kostnadskategori	**< 500 kr/tonn CO_2-ekv.**										

Beskrivelse av tiltaket

Dette er en samling av flere tiltak som omfatter energieffektivisering, der alle tiltakene medfører redusert energibehov og dermed redusert forbruk av olje og gass. Utslippsreduksjonspotensial og kostnader er basert på rapporten "Kartlegging av utslippskilder og tiltak for reduksjon av ikke-kvotepliktige klimagasser i industrien", utarbeidet av Norsk Energi i 2018 [1]. Fokuset for rapporten har ligget på segmentet "annen industri og bergverk", og har tatt utgangspunkt i utslippstall fra 2015. Miljødirektoratets analyser av potensialet for utslippsreduksjoner for perioden 2021-2030, er justert mot referansebanen, og tar utgangspunkt i utslippstall for 2018.

"Annen industri og bergverk" er en samlepost i utslippsregnskapet som omfatter et stort antall virksomheter innenfor forskjellige bransjer, hvor næringsmiddel og vareproduksjon er de største, i tillegg til mindre bransjer som bergverk, tekstilindustrien, trelast og reparasjon og installasjon. Under følger en kort beskrivelse av de tiltakene som omhandler energieffektivisering.

Teknisk isolering

Varmeprosesser i industrien, som oppvarming, inndamping og tørking, medfører energitap i kjeler, ovner og overføringssystemer. Mangelfull eller dårlig isolasjon gir unødvendig høyt varmetap. Dette varmetapet må erstattes, som resulterer i høyere brenselforbruk, i de tilfeller hvor forbrenning av fossile brensler er energikilden. Mangelfullt vedlikehold og ettersyn av potensielt fuktig eller kjemikalieskadet isolering, er også en utfordring. Fuktig isolasjon overfører varme 15 til 20 ganger raskere enn en tørr isolasjon.

Tiltaket innebærer å erstatte dagens mangelfulle eller dårlige isolasjon med nye og bedre isolasjonsmaterialer. Det er antatt at 20 prosent av overflatene hvor det oppstår varmetap i dag ikke er tilfredsstillende isolert. Energibesparelsene vil typisk ligge i området én til fire prosent av termisk energiforbruk. Investeringskostnadene er beskjedne for dette tiltaket, men energibesparelsene kan være store.

Spillvarmegjenvinning fra prosessutstyr

Varmeveksling benyttes for å overføre varme fra et medium til et annet, hvor det lettere kan nyttiggjøres. Mange typer prosessutstyr avgir varme. Et vanlig eksempel er trykkluftkompressorer, hvor varmetapet representerer godt over 90 prosent av tilført energi. Om lag 70 til 90 prosent av dette varmetapet kan gjenvinnes ved hjelp av varmeveksling.

Forhold som kan gjøre energien i spillvarmen vanskelig å gjenvinne, er trykkforhold, temperaturnivå ut av prosessen eller forurensning. Det kan også være problemer med å finne egnede steder å tilføre gjenvunnet varme, og tiltaket er mest attraktivt der avstanden mellom kilde og gjenbruk ikke er for lang.

[111] Grunnet avrunding stemmer ikke tallet for totale utslipp overens med summen av utslippsreduksjonene for hvert enkelt år.

Varmegjenvinning fra røykgass

Tiltaket innebærer at restvarmen i røykgassen fra industrielle kjelanlegg utnyttes ved å installere en varmegjenvinner i kanalutløpet. Gjenvunnet energi kan så benyttes til forvarming av forbrenningsluft, matevann/returkondensat eller spevann til kjel slik at kjelanleggets virkningsgrad forbedres.

Varmegjenvinning fra gassfyrte kjeler kan gjøres i to trinn, mens det for oljefyrte kjeler ikke er aktuelt med et andre trinn grunnet fare for svovelsyre. Det er antatt at 95 prosent av oljefyrte kjeler ikke har varmegjenvinning fra røykgass, at 25 prosent av gassfyrte kjeler ikke har trinn 1 av varmegjenvinning fra røykgass og av 55 prosent av gassfyrte kjeler ikke har trinn 2. Det er videre vurdert at trinn 1 øker virkningsgraden i både en oljefyrt og en gassfyrt kjel med tre prosent, mens trinn 2 øker virkningsgraden i en gassfyrt kjel med fem prosent. Relativt lave investeringskostnader, samt høy energibesparelse, gjør at tiltaket er lønnsomt for de aller fleste virksomheter, med en tilbakebetalingstid på mellom ett og tre år.

Varmegjenvinning fra prosessutstyr med varmepumpe

Varmepumper kan utnytte overskuddsenergi på lav temperatur og løfte temperaturen slik at energien blir en mer utnyttbar ressurs. Dette er mulig fordi kondensasjonstemperaturen til kuldemediet kan påvirkes ved trykkendring. Trykket økes i arbeidsmediet ved hjelp av en kompressor. Elektrisk energi må tilføres kompressoren. Typisk vil avgitt energi fra varmepumpen være fire til seks ganger større enn tilført energi til kompressoren. Dette defineres ved COP (coefficient of performance), som beskriver varmepumpens virkningsgrad.

Flere bedrifter har betydelig mengder spillvarme på lav temperatur som er vanskelig å utnytte direkte. Typisk temperaturområde kan være 30°C til 40°C. Temperaturen på denne spillvarmen kan heves til mellom 60°C og 80°C, avhengig av behovet. Ved større temperaturløft går COP ned.

Typiske varmekilder i dette temperaturområdet kan være:

- Avløpsvann
- Kondensatorside på kjøleanlegg (varm side)
- Trykkluftkompressor
- Varm luft

COP vil avhenge av størrelse på varmepumpe, temperaturforskjell på varm og kald side, samt temperaturforskjell på kilde og uttak. Generelt kan man forvente en COP på:

- 4-5 ved et temperaturløft på 25°C
- 3 ved et temperaturløft på 40°C

For dette tiltaket er det antatt en COP på 3,5. Det kan være problemer med å finne egnede steder å tilføre gjenvunnet varme, og tiltaket er mest attraktivt der avstanden mellom kilde og gjenbruk ikke er for lang. I forhold til de andre tiltakene, vil dette innebære høyere investeringskostnader knyttet til installasjon av varmepumpe. Energibesparelsene er imidlertid større, og det gjør at tiltaket er lønnsomt for de aller fleste virksomhetene.

Varmegjenvinning fra prosessutstyr med høytemperatur varmepumpe

Med dette menes varmepumper som leverer temperaturer på over 80°C. I tillegg til varmepumper med fordamper/kondensator finnes det i denne kategorien aktører som leverer varmepumper som er såkalte 'single phase'-maskiner. Det er teknisk mulig å løfte temperatur fra lavt temperaturområde, rundt 30°C, til over 90°C. Samtidig blir COP lavere desto større temperaturløftet er.

Typiske varmekilder i dette temperaturområdet kan være:

- Trykkluftkompressorer med høytemperatur kjølevann (60°C og høyere)
- Fjernvarme
- Prosessvann

COP vil avhenge av størrelse på varmepumpe, temperaturforskjell på varm og kald side, samt temperaturforskjell på kilde og uttak. Generelt kan man forvente en COP på;

- 5-6 ved et temperaturløft på 25°C
- 4-5 ved et temperaturløft på 40°C
- 3 ved et temperaturløft på 60 til 70°C

Ved bruk av høytemperatur varmepumpe kan temperaturnivået på gjenvunnet varme økes, og potensialet for energigjenvinning økes. Det er antatt en COP på 2,8. Dette er lavere enn for en vanlig varmepumpe, fordi temperaturløftet er høyere. Det kan være problemer med å finne egnede steder å tilføre gjenvunnet varme, og tiltaket er mest attraktivt der avstanden mellom kilde og gjenbruk ikke er for lang. Høytemperatur varmepumper introduserer også ekstra investeringer i forhold til tradisjonell teknologi og varmeveksling, samt mer vedlikehold og energibruk. Dette er derfor mest aktuelt for mellomstore anlegg.

Avhengig av elektrisitetspriser, vil det ikke i alle tilfeller være en lønnsom investering.

Nye energieffektive teknologier

Utvikling av nye energieffektive teknologier kan redusere industriens energibehov. Det pågår mye forskning og utvikling innenfor dette området, men det tar normalt lang tid før nye løsninger er modne nok til at de tas i bruk i industrien i større omfang.

Eksempler på noen nye energieffektive teknologier er membranteknologi og bruk av elektromagnetiske bølger.

Tiltaket innebærer en gradvis innfasing av nye energieffektive teknologier i henhold til en S-kurve[112]. Tiltaket er antatt å være lønnsomt for de aller fleste virksomheter, og lønnsomheten vil bli bedre etter hvert som teknologien utvikler seg og gir høyere energibesparelser.

Dagens virkemidler

Bruken av fossile brensler er underlagt avgift. Større næringsmiddelindustrianlegg er omfattet av Forurensningsloven, og reguleres av fylkesmennene. De har i utgangspunktet krav om å ha energiledelsessystemer, og er underlagt krav om bruk av beste tilgjengelige teknikker (BAT), men disse dekker i liten grad klimagassutslipp. Virksomhetene kan søke om støtte til en andel av merkostnaden ved å ta i bruk mer energi- og klimavennlige løsninger som støttes gjennom Enovas program "Energi- og klimasatsninger i industrien" [2].

Nullalternativ og utslippsreduksjonspotensial

Utslippene fra stasjonær forbrenning i "annen industri og bergverk" var 359 000 tonn CO_2-ekvivalenter i 2015, som er utgangsåret for utredningen gjort av Norsk Energi. I 2018 var utslippene på 354 000 tonn CO_2-ekvivalenter. I det videre har vi tatt utgangspunkt i utslippene i 2018. I referansebanen er det lagt til grunn at utslippene fra denne bransjen vil bli redusert til 244 000 tonn CO_2-ekvivalenter i 2030. Altså en reduksjon på 110 000 tonn CO_2-ekvivalenter. Vi har i våre beregninger antatt at 70 prosent av denne nedgangen skyldes at energieffektivisering- og varmegjenvinningstiltak, som dem beskrevet over, vil bli gjennomført uten styrket virkemiddelbruk. Dette samletiltakets utslippsreduksjonspotensial er derfor justert slik at det ikke overlapper med energieffektivisering- og varmegjenvinningstiltak som vi da antar allerede er hensyntatt i referansebanen.

Det er også overlapp mellom de ulike tiltakene, slik at gjennomføring av ett tiltak vil redusere klimaeffekten av et annet tiltak. For eksempel vil installering av en varmepumpe for gjenvinning av varme fra prosessutstyr som kan ledes tilbake til prosessen gjøre at man ikke har like store utslippsreduksjoner ved å konvertere fra fossilt brensel til elektrisitet eller biobrensel. Dette er hensyntatt i det samlede utslippsreduksjonspotensialet. Tabell T 58 viser de

[112] En S-kurve viser veksten av en variabel i form av en andre variabel (vanligvis tid). I dette eksemplet vil man først ha en periode med innfasing av ny teknologi. Etter innfasingsperioden vil stadig flere ta i bruk teknologien, og innfasingstakten økes. Etter hverts om flere får tatt i bruk, vil innfasingen igjen flate ut. Denne kurven tar form av en S, derav navnet.

enkelte tiltakenes utslippsreduksjonspotensial isolert sett, bare justert mot referansebanen. Det er stor usikkerhet knyttet til innfasingstakten av enkelttiltakene, da det er mange bedrifter i veldig varierende størrelse og kapasitet.

Tabell T 58. Tiltakenes utslippsreduksjonspotensial jusert mot referansebanen

Utslippsreduksjon (tonn CO_2-ekvivalent)	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Teknisk isolering	0	0	200	300	500	700	800	900	1 100	1 200
Spillvarmegjenvinning fra prosessutstyr	0	500	4 400	8 200	12 000	15 800	15 900	15 900	16 000	16 000
Varmegjenvinning fra røykgass	0	200	1 400	2 600	3 900	5 100	5 100	5 100	5 100	5 100
Varmegjenvinning fra prosessutstyr med varmepumpe	0	1 000	8 800	16 500	24 100	31 600	31 700	31 800	31 900	32 000
Varmegjenvinning fra prosessutstyr med høytemperatur varmepumpe	0	1 400	13 200	24 700	36 100	47 500	47 600	47 700	47 900	48 000
Nye energieffektive teknologier	0	0	200	500	900	1 300	1 900	2 900	3 800	5 100

Tiltakskostnad

Samfunns- og privatøkonomiske analyser av alle tiltakene er basert på utredningen fra Norsk Energi [1]. Det er ikke gjennomført egen beregning for nye energieffektive teknologier fordi dette er et sammensatt tiltak, og usikkerhetene er for store til å kunne gi et fornuftig anslag på samlet tiltakskostnad.

For den samfunnsøkonomiske analysen har vi lagt til grunn en kalkulasjonsrente på 4 prosent, mens vi for den privatøkonomiske analysen har lagt til grunn et avkastningskrav på 8,5 prosent. Tiltaket reduserer utslipp av $PM_{2,5}$ og NO_x. For å verdsette helseeffektene av denne reduksjonen, har vi benyttet en verdsettingsfaktor beregnet ut ifra et vektet snitt basert på fordeling av industri per kommune. Denne faktoren er høyere i de mest folkerike kommunene, og lavere i områder med lav befolkning.

Levetiden for varmegjenvinning fra røykgass er antatt å være femten år før det må reinvesteres. For de andre tiltakene er det antatt en levetid på ti år. Det er lagt til grunn at alle varmegjenvinningstiltakene fases gradvis inn i løpet av fem år. Teknisk isolering, som er mindre tiltak, er antatt faset inn over ti år.

Under er en oppsummering av de samfunnsøkonomiske kostnadene, basert på antakelsene over. En negativ tiltakskostnad innebærer at tiltaket er samfunnsøkonomisk lønnsomt.

Tabell T 59. Samfunnsøkonomiske kostnader for energieffektiviseringstiltak. Negative kostnader betyr at tiltaket er samfunnsøkonomisk lønnsomt.

	Samfunnsøkonomisk kostnad (kr/tonn CO_2-ekvivalenter)
Teknisk isolering	-900
Spillvarmegjenvinning fra prosessutstyr	-1 200
Varmegjenvinning fra røykgass	-800
Varmegjenvinning fra prosessutstyr med varmepumpe	-200
Varmegjenvinning fra prosessutstyr med høytemperatur varmepumpe	100

Alle tiltakene, med unntak av varmegjenvinning fra prosessutstyr med høytemperatur varmepumpe, er samfunnsøkonomisk lønnsomme ut ifra våre beregninger. Varmegjenvinning fra prosessutstyr med høytemperatur varmepumpe er heller ikke et kostbart tiltak.

Analysene viser at tiltakene også er privatøkonomisk lønnsomme. Unntaket er igjen for varmegjenvinning fra prosessutstyr med høytemperatur varmepumpe. Men dette tiltaket er bare privatøkonomisk ulønnsomt dersom virksomheten fyrer med gass. Dette er fordi gassprisene (se veileder i vedlegg II) er lavere enn prisene for olje, og gevinsten ved å redusere energibruken dermed ikke blir like stor.

Den privatøkonomiske analysen viser også at tilbakebetalingstiden for de aller fleste tiltakene ligger på mellom ett og tre år. Unntakene er igjen tiltakene som tar i bruk varmepumper, som kan ha en tilbakebetalingstid på mellom fem og ni år.

Usikkerhet

Beregningene er basert på en rekke antagelser og usikkerheten er betydelig. Norsk Energi har ikke kvantifisert usikkerhetene for teknisk isolering, spillvarmegjenvinning fra prosessutstyr og varmegjenvinning fra røykgass, men for varmepumpetiltakene er det estimert en usikkerhet på +/- 20 prosent ved de beregnede utslippsreduksjonene og +/- 40 prosent ved de beregnede kostnadene.

Det er også en usikkerhet knyttet til innfasingstakt. For alle andre tiltak enn teknisk isolering, har vi lagt til grunn en innfasing på fem år. Usikkerheten i tiltakskostnaden er knyttet til at innfasingstakten er relativt lav. Vi har beregnet den til +/- 10 prosent. Usikkerheten i utslippsreduksjonspotensialet for perioden 2021-2030 er noe høyere, rundt 30 prosent. De samlede utslippsreduksjonene over hele tiltakets levetid, som i alle tilfeller er utover 2030, vil likevel være de samme.

Barrierer

Atferd og kunnskap

Energieffektivisering og varmegjenvinning er etter våre analyser privatøkonomisk lønnsomme tiltak, og mangel på kunnskap og atferdsbarrierer er identifisert som de viktigste. De enkleste av disse tiltakene blir antagelig ikke utløst fordi virksomhetene mangler tilstrekkelig kunnskap om mulighetene. Gjennom sine erfaringer fra søknadsbehandlinger ser også Enova at prosjekter på energieffektivisering ofte ikke er et prioritert arbeid.

Tekniske barrierer

For de tiltakene som krever forholdsvis ny teknologi er det tekniske barrierer, og aktørene kan være skeptiske til endringer dersom de mener det kan medføre teknologirisiko. Dette kan være tilfelle for de som vurderer å installere for eksempel høytemperaturvarmepumper.

Mulige virkemidler

For å utløse energieffektiviserings- og varmegjenvinningstiltak er økt bevissthet og kunnskap viktig. Dette kan styrkes gjennom for eksempel informasjonsarbeid eller ved innføring av krav om klimaledelse. Økt CO_2-avgift kan bidra til at tiltakene prioriteres høyere, ved å gjøre tilbakebetalingstiden lavere. Informasjonsarbeid og midler til videre forskning og utvikling, vil være mulige virkemidler for å få aktørene til å velge ny teknologi, som høytemperaturvarmepumper.

Referanser

[1] Norsk energi (2018). Kartlegging av utslippskilder og tiltak for reduksjon av ikke-kvotepliktige klimagasser i industrien. Oppdragsrapport for Miljødirektoratet.

[2] Enova.no. Energi- og klimasatsinger i industrien.

I02 Konvertering til elkraft i annen industri og bergverk

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Utslippsreduksjon (mill. tonn CO_2-ekv.)	-	-	0,009	0,026	0,041	0,055	0,069	0,082	0,095	0,108	0,121
Utslippsreduksjon 2021-2030	**0,61 millioner tonn CO_2-ekv.**										
Kostnadskategori	**500-1500 kr/tonn CO_2-ekv.**										

Beskrivelse av tiltaket

Tiltaket går ut på å konvertere energibruken fra fossile brensler til elkraft innenfor "annen industri og bergverk". En stor del av energiforsyningen i disse bedriftene brukes til å varme opp vann eller produsere damp til industrielle prosesser. Denne delen av energiforsyningen kan relativt enkelt konverteres til elkraft gjennom konvertering til lavspent elementkjeler eller høyspent elektrodekjeler. En del industriprosesser bruker direktefyring, og konvertering til elkraft vil derfor i noen tilfeller kreve ombygging av selve prosessen. En gassfyrt tørke kan for eksempel bygges om til en indirekte damptørke. Enkelte prosesser, som tørking av sand og gips eller brenning av porselen, er vanskeligere eller ikke mulig, å konvertere til elkraft.

Utslippsreduksjonspotensial og kostnader er basert på rapporten "Kartlegging av utslippskilder og tiltak for reduksjon av ikke-kvotepliktige klimagasser i industrien", utarbeidet av Norsk Energi i 2018 [1]. Fokuset for rapporten har ligget på segmentet "annen industri og bergverk", og har tatt utgangspunkt i utslippstall fra 2015. Miljødirektoratets analyser av potensialet for utslippsreduksjoner for perioden 2021-2030, er justert mot referansebanen, og tar utgangspunkt i utslippstall for 2018. Norsk Energi [1] har i sin utredning anslått at mellom 40 og 80 prosent av fossil energi i "annen industri og bergverk" kan erstattes av elkraft. Vi har lagt til grunn at 80 prosent av de bedriftene som fyrer med olje konverterer til elkraft, og at 60 prosent av de som fyrer med gass gjør det samme.

Dagens virkemidler

Større næringsmiddelindustrianlegg er omfattet av Forurensningsloven og reguleres av fylkesmennene. De har i utgangspunktet krav om å ha energiledelsessystemer, og er underlagt krav om bruk av beste tilgjengelige teknikker (BAT), men disse dekker i liten grad klimagassutslipp. Enkelte tillatelser har vilkår knyttet til bruk av olje. Bruken av fossile brensler er underlagt avgift. Virksomhetene kan søke om støtte til en andel av merkostnaden ved å ta i bruk mer energi- og klimavennlige løsninger som støttes gjennom Enovas program "Energi- og klimasatsninger i industrien" [2]. Elektrifisering av fossilt drevne mekaniske arbeidsprosesser er annonsert som tema for søknadsfristen 31. januar 2020.

Nullalternativ og utslippsreduksjonspotensial

I referansebanen ligger det inne en årlig reduksjon i stasjonær forbrenning for perioden 2021-2030 på mellom 2,5 og 3 prosent i "annen industri og bergverk". Vi har i våre vurderinger av utslippsreduksjonspotensial antatt at 70 prosent av denne reduksjonen kommer av fra energieffektivisering, mens de resterende 30 prosentene er et resultat av konvertering av brensler. Dette bidraget er trukket fra potensialet beregnet av Norsk Energi. Tiltakene er justert for overlapp. I dette ligger det en antakelse om at energibehovet først reduseres gjennom energieffektivisering, før konverteringstiltak gjennomføres.

Konvertering til elkjel har et utslippsreduksjonspotensial på i underkant av 610 000 tonn CO_2-ekvivalenter.

Tiltakskostnad

Basert på de antakelser som er lagt til grunn, har tiltaket en samfunnsøkonomisk kostnad på rundt 700 kr/tonn CO_2-ekvivalenter.

For den samfunnsøkonomiske analysen har vi lagt til grunn en kalkulasjonsrente på 4 prosent, mens vi for den privatøkonomiske analysen har lagt til grunn et avkastningskrav på 8,5 prosent. Tiltaket reduserer utslipp av $PM_{2,5}$ og NO_x. For å verdsette helseeffektene av denne reduksjonen, har vi benyttet en verdsettingsfaktor beregnet ut ifra et vektet snitt basert på fordeling av industri per kommune. Denne faktoren er høyere i de mest folkerike kommunene, og lavere i områder med lav befolkning.

Levetiden for tiltaket er antatt å være 15 år før det må reinvesteres. Det er lagt til grunn en gradvis innfasing over ti år, som er på linje med de andre konverteringstiltakene. Full konvertering er dermed oppnådd i 2030.

Analysene viser at tiltaket vil være privatøkonomisk lønnsomt ved konvertering fra olje til elkraft. Ved konvertering fra gass, er ikke tiltaket privatøkonomisk lønnsomt innenfor en levetid på 15 år. Dette er fordi gassprisene som er lagt til grunn er lavere enn prisene for olje, og gevinsten ved å konvertere dermed ikke blir like stor.

Tilbakebetalingstiden for konvertering fra olje til elkraft er ifølge våre beregninger syv år.

Usikkerhet

Beregningene er basert på en rekke antagelser og usikkerheten er betydelig. Norsk Energi har estimert at usikkerheten er +/- 20 prosent ved de beregnede utslippsreduksjonene og +/- 40 prosent ved de beregnede kostnadene. Usikkerheten ved kostnadene er i hovedsak knyttet til variasjon i nettkostnader.

Det er også en usikkerhet knyttet til innfasingstakt. Vi har beregnet den til +/- 20 prosent. Usikkerheten i utslippsreduksjonspotensialet for perioden 2021-2030 er noe høyere, rundt 30 prosent. En raskere innfasing vil gi betydelig høyere utslippsreduksjoner i denne perioden. De samlede utslippsreduksjonene over hele tiltakets levetid, som strekker seg utover 2030, vil likevel være de samme.

Barrierer

Atferd og kunnskap

For større tiltak, som konvertering av energikilder, er tilbakebetalingstiden virksomhetene krever en faktor. Å konvertere fra fossil energi til elektrisitet kan være privatøkonomisk lønnsomt på lang sikt, men blir likevel ikke prioritert. Etter vår erfaring legger industrivirksomheter ofte inn en tilbakebetalingstid på mellom ett og tre år som et krav for å vurdere å gjennomføre et tiltak.

Kostnader og tekniske barrierer

Selve investeringskostnaden i en elkjel er liten eller moderat, men det er flere kostnadsbarrierer. Ved bytte til elkjel kan framføring av kraft i enkelte tilfeller være kostbart. For virksomheter med direkte fyring vil et bytte fra fossilt brensel til elektrisitet også kunne kreve ombygginger og endringer av prosessen. Ved ombygging vil det være både kostnadsbarrierer og tekniske barrierer. En del industribedrifter har allerede installert elkjeler som deler av eller hele året ikke blir benyttet som hovedkilde, fordi elkraft er mer kostbart enn alternativene. Dette gjelder spesielt om vinteren når det er høyere effektledd på nettariffen.

Mulige virkemidler

For å redusere effekten av disse kostnadsbarrierene kan økt CO_2-avgift og tilskuddsordninger være aktuelle virkemidler. Et annet alternativ vil være å innføre et forbud mot fyring av fossil olje og gass.

Referanser

[1] Norsk energi (2018). Kartlegging av utslippskilder og tiltak for reduksjon av ikke-kvotepliktige klimagasser i industrien. Oppdragsrapport for Miljødirektoratet.
[2] Enova.no. Energi- og klimasatsinger i industrien.

I03 Konvertering til biobrensel i annen industri og bergverk

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Utslippsreduksjon (mill. tonn CO2-ekv.)	-	-	0,000	0,005	0,009	0,013	0,017	0,020	0,024	0,028	0,031
Utslippsreduksjon 2021-2030	**0,15 millioner tonn CO_2-ekv.**										
Kostnadskategori	**500-1500 kr/tonn CO_2-ekv.**										

Beskrivelse av tiltaket

Dette tiltaket består av to konverteringstiltak, konvertering fra fossilt brensel til fast biobrensel og konvertering fra fossilt brensel til flytende eller gassformig biobrensel.

Utslippsreduksjonspotensial og kostnader er basert på rapporten "Kartlegging av utslippskilder og tiltak for reduksjon av ikke-kvotepliktige klimagasser i industrien", utarbeidet av Norsk Energi i 2018 [1]. Fokuset for rapporten har ligget på segmentet "annen industri og bergverk", og har tatt utgangspunkt i utslippstall fra 2015. Miljødirektoratets analyser av potensialet for utslippsreduksjoner for perioden 2021-2030, er justert mot referansebanen, og tar utgangspunkt i utslippstall for 2018.

Konvertering til fast biobrensel

All stasjonær energiforsyning som kan erstattes av elkraft kan sannsynligvis erstattes av fast biobrensel (flis, pellets, briketter osv.). Det finnes allerede flere anlegg, i alle effektstørrelser, for forbrenning av fast biobrensel.

Norsk Energi [1] har anslått at mellom 30 og 80 prosent av fossil energi i "annen industri og bergverk" kan konverteres til fast biobrensel. Vi har lagt til grunn at 5 prosent av virksomhetene som fyrer med olje konverterer til fast biobrensel, og at 25 prosent av de som fyrer med gass gjør det samme. Andelen som konverterer fra gass er satt høyere, fordi dette ofte er større anlegg og fast biobrensel er mest aktuelt når årlig energibehov er større enn 10 GWh.

Konvertering til flytende og gassformig biobrensel

All fossil gass kan i teorien konverteres til biopropan eller biogass, og all fossil olje kan i teorien konverteres til bioolje.

Norsk Energi [1] har anslått at rundt 95 prosent av fossil energi i "annen industri og bergverk" kan konverteres til flytende biobrensel, men at det på grunn av pris og sterk konkurranse antakeligvis er langt færre som vil anse dette som beste alternativ for konvertering. Vi har lagt til grunn at 3 prosent av virksomhetene som fyrer med olje konverterer til flytende biobrensel, og at 5 prosent av de som fyrer med gass gjør det samme.

Dagens virkemidler

Større næringsmiddelindustrianlegg er omfattet av Forurensningsloven og reguleres av fylkesmennene. De har i utgangspunktet krav om å ha energiledelsessystemer, og er underlagt krav om bruk av beste tilgjengelige teknikker (BAT), men disse dekker i liten grad klimagassutslipp. Enkelte tillatelser har vilkår knyttet til bruk av olje, men kun usystematisk. Bruken av fossile brensler er underlagt avgift. Enova støtter prosjekter i industrien med mål om blant annet å redusere ikke-kvotepliktige utslipp av klimagasser. Virksomhetene kan søke om støtte til en andel av merkostnaden ved å ta i bruk mer energi- og klimavennlige løsninger som støttes gjennom Enovas program "Energi- og klimasatsninger i industrien" [2]. For satsningene i 2020 er utfasing av fossil varme til fast biobrensel og varmepumper ett av temaene som vil gjelde for alle søknadsfrister.

Nullalternativ og utslippsreduksjonspotensial

I referansebanen ligger det inne en årlig reduksjon i stasjonær forbrenning for perioden 2021-2030 på mellom 2,5 og 3 prosent i "annen industri og bergverk". Vi har i våre vurderinger av utslippsreduksjonspotensial antatt at 70 prosent av denne reduksjonen kommer av fra energieffektivisering, mens de resterende 30 prosentene er et resultat av konvertering av brensler. Dette bidraget er trukket fra potensialet beregnet ut ifra utredningen til Norsk Energi. Tiltakene er justert for overlapp. I dette ligger det en antakelse om at energibehovet først reduseres gjennom energieffektivisering, før konverteringstiltak gjennomføres.

Samlet har konvertering til fast og flytende biobrensel et utslippsreduksjonspotensial på i overkant av 230 000 tonn CO_2-ekvivalenter i perioden 2021-2030.

Tiltakskostnad

Basert på de antakelser som er lagt til grunn, har tiltaket en samfunnsøkonomisk kostnad på rundt 1 000 kr/tonn CO_2-ekvivalenter for konvertering til faste biobrensler og rundt 1 700 kr/tonn CO_2-ekvivalenter for konvertering til flytende og gassformige biobrensler.

For den samfunnsøkonomiske analysen har vi lagt til grunn en kalkulasjonsrente på 4 prosent, mens vi for den privatøkonomiske analysen har lagt til grunn et avkastningskrav på 8,5 prosent. Tiltaket reduserer utslipp av $PM_{2,5}$ og NO_x. For å verdsette helseeffektene av denne reduksjonen, har vi benyttet en verdsettingsfaktor beregnet ut ifra et vektet snitt basert på fordeling av industri per kommune. Denne faktoren er høyere i de mest folkerike kommunene, og lavere i områder med lav befolkning.

Levetiden for tiltaket er antatt å være 15 år før det må reinvesteres. Innfasingstakten har vi antatt å være ti år for konvertering til flytende biobrensel og ni år for konvertering til fast biobrensel. Grunnen til at vi har lagt inn en innfasing på ni år for fast biobrensel, er at det er lagt til grunn at det er behov for to år med planlegging før investering. I de fleste andre konverteringstiltakene, er det lagt til grunn ett år med planlegging. Med ni års innfasing for fast biomasse, er full konvertering oppnådd i 2030 for begge tiltakene.

Analysene våre viser at tiltakene ikke vil være privatøkonomisk lønnsomme innenfor en levetid på 15 år, med de betingelsene som ligger til grunn.

Usikkerhet

Beregningene er basert på en rekke antagelser og usikkerheten er betydelig. Norsk Energi har estimert usikkerhet til +/- 30 prosent for de beregnede utslippsreduksjonene og +/- 40 prosent for de beregnede kostnadene for konvertering til faste biobrensler og en usikkerhet på +/- 50 prosent ved de beregnede utslippsreduksjonene og +/- 20 prosent ved de beregnede kostnadene for konvertering til flytende og gassformige biobrensler. Usikkerheten ved de beregnede utslippsreduksjonene ved overgang til flytende og gassformig biobrensel er i hovedsak knyttet til råstofftilgang i konkurranse med transportsektoren.

Det er også en usikkerhet knyttet til innfasingstakt. Men denne er relativt lav. Vi har beregnet den til under 10 prosent både for konvertering til faste biobrensler og flytende og gassformige biobrensler. Usikkerheten i utslippsreduksjonspotensialet for perioden 2021-2030 er noe høyere, rundt 30 prosent. En raskere innfasing vil gi betydelig høyere utslippsreduksjoner i denne perioden. De samlede utslippsreduksjonene over hele tiltakets levetid, som strekker seg utover 2030, vil likevel være de samme.

Barrierer

Atferd og kunnskap

For større tiltak, som konvertering av energikilder, er tilbakebetalingstiden virksomhetene krever en faktor. Etter vår erfaring legger industrivirksomheter ofte inn en tilbakebetalingstid på mellom ett og tre år som et krav for å vurdere å gjennomføre et tiltak.

Kostnader

For konvertering til biobrensler er relativt høy pris på brenselet en kostnadsbarriere.

Markedsbegrensninger

For biobaserte brensler vil det være markedsbarrierer som manglende leveransesikkerhet, knapphet på ressursene og sterk konkurranse med andre sektorer. Slike markedsbarrierer fører til usikkerhet rundt pris.

Tekniske barrierer

Biobrenselanlegg har lavere evne til å ta raske effektvariasjoner og må ofte kombineres med akkumulatorsystemer for å fungere godt sammen med en industriprosess. Energibæreren har også lavere energiinnhold per volumenhet og er vanskeligere å transportere enn olje og gass.

Reguleringer

I dag stilles det kun krav til bærekraftig produksjon og klimagassreduksjon over livsløpet til flytende biodrivstoff som benyttes til veitransport (se kapittel 14 i hovedrapporten del A). Manglende bærekraftskrav for biobrensler brukt i industri kan innebære risiko for omdømmetap, og derfor begrense bruken. Den globale klimaeffekten ved bruk av faste, flytende og gassformige biobrensler er avhengig av hvordan biomassen er produsert.

Mulige virkemidler

For å redusere effekten av kostnadsbarrierene kan økt CO_2-avgift og tilskuddsordninger være aktuelle virkemidler. Et annet alternativ vil være å innføre et forbud mot fyring av fossil olje og gass. For å sikre bærekraftig produserte biobrensler brukt til industri, kan bedriftene stille riktige krav i anskaffelsene eller det må innføres bærekraftskrav også for biobrensel solgt til andre formål enn veitransport.

Referanser

[1] Norsk energi (2018). Kartlegging av utslippskilder og tiltak for reduksjon av ikke-kvotepliktige klimagasser i industrien. Oppdragsrapport for Miljødirektoratet.

[2] Enova.no. Energi- og klimasatsinger i industrien.

I04 Konvertering til fjernvarme i annen industri og bergverk

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Utslippsreduksjon (mill. tonn CO_2-ekv.)	-	-	0,000	0,001	0,001	0,002	0,002	0,003	0,003	0,003	0,004
Utslippsreduksjon 2021-2030	**0,02 millioner tonn CO_2-ekv.**										
Kostnadskategori	**< 500 kr/tonn CO_2-ekv.**										

Beskrivelse av tiltaket

Tiltaket går ut på å konvertere fra bruk av fossilt brensel til fjernvarme.

Utslippsreduksjonspotensial og kostnader er basert på rapporten "Kartlegging av utslippskilder og tiltak for reduksjon av ikke-kvotepliktige klimagasser i industrien", utarbeidet av Norsk Energi i 2018 [1]. Fokuset for rapporten har ligget på segmentet "annen industri og bergverk", og har tatt utgangspunkt i utslippstall fra 2015. Miljødirektoratets analyser av potensialet for utslippsreduksjoner for perioden 2021-2030, er justert mot referansebanen, og tar utgangspunkt i utslippstall for 2018.

Norsk Energi har i sin utredning anslått at mellom 40 og 60 prosent av fossil energi i "annen industri og bergverk" kunne blitt erstattet av fjernvarme hvis det var tilgjengelig. Men at det likevel er aktuelt for langt færre, siden mange er lokalisert langt unna fjernvarmenett. Det har det siste tiåret vært en betydelig utbygging av fjernvarmenettet i Norge. Det er i forbindelse med denne utbyggingen antatt at de mest aktuelle industrikundene har knyttet seg til fjernvarmenettet, og at en stor del av potensialet derfor allerede er tatt ut. Industrien har som regel deler av eller hele sitt termiske energibehov ved høyere temperaturer enn hva som er tilgjengelig fra fjernvarmen, og fjernvarme vil derfor sjelden kunne tilby full konvertering. Det er lagt til grunn at 2 prosent av de bedriftene som fyrer med olje konverterer til fjernvarme, og at 5 prosent av de som fyrer med gass gjør det samme.

Dagens virkemidler

Større næringsmiddelindustrianlegg er omfattet av Forurensningsloven og reguleres av fylkesmennene. De har i utgangspunktet krav om å ha energiledelsessystemer, og er underlagt krav om bruk av beste tilgjengelige teknikker (BAT), men disse dekker i liten grad klimagassutslipp. Enkelte tillatelser har vilkår knyttet til bruk av olje, men kun usystematisk. Bruken av fossile brensler er underlagt avgift.

Nullalternativ og utslippsreduksjonspotensial

I referansebanen antas det årlig reduksjon i stasjonær forbrenning for perioden 2021-2030 på mellom 2,5 og 3 prosent i "annen industri og bergverk". Vi har i våre vurderinger av utslippsreduksjonspotensial antatt at 70 prosent av denne reduksjonen kommer fra energieffektivisering, mens de resterende 30 prosentene er resultat av konvertering av brensler. Dette bidraget er trukket fra beregningene av utslippspotensial i tiltakene. Tiltakene er justert for overlapp. I dette ligger det en antakelse om at energibehovet først reduseres gjennom energieffektivisering, før konverteringstiltak gjennomføres.

Overgang til fjernvarme har et utslippsreduksjonspotensial på rundt 19 000 tonn CO_2-ekvivalenter.

Tiltakskostnad

Basert på de antakelser som er lagt til grunn, har tiltaket en samfunnsøkonomisk kostnad på rundt 500 kr/tonn CO_2-ekvivalenter.

For den samfunnsøkonomiske analysen har vi lagt til grunn en kalkulasjonsrente på 4 prosent, mens vi for den privatøkonomiske analysen har lagt til grunn et avkastningskrav på 8,5 prosent. Tiltaket reduserer utslipp av $PM_{2,5}$ og NO_x. For å verdsette helseeffektene av denne reduksjonen, har vi benyttet en verdsettingsfaktor beregnet ut ifra et vektet snitt basert på fordeling av industri per kommune. Denne faktoren er høyere i de mest folkerike kommunene, og lavere i områder med lav befolkning.

Levetiden for tiltaket er antatt å være 15 år før det må reinvesteres. Det er lagt til grunn en gradvis innfasing over ti år, som er på linje med de andre konverteringstiltakene. Full konvertering er dermed oppnådd i 2030.

Analysene viser at tiltaket vil være privatøkonomisk lønnsomt ved konvertering fra olje til fjernvarme. Ved konvertering fra gass, er ikke tiltaket privatøkonomisk lønnsomt innenfor en levetid på 15 år. Dette er fordi gassprisene som er lagt til grunn er lavere enn prisene for olje, og gevinsten ved å konvertere dermed ikke blir like stor.

Tilbakebetalingstiden for konvertering fra olje til fjernvarme er ifølge våre beregninger på to år.

Usikkerhet

Beregningene er basert på en rekke antagelser og usikkerheten er betydelig. Norsk Energi har estimert en usikkerhet på +/- 30 prosent ved de beregnede utslippsreduksjonene og +/- 40 prosent ved de beregnede kostnadene.

Det er også en usikkerhet knyttet til innfasingstakt. Vi har beregnet den til +/- 10 prosent. Usikkerheten i utslippsreduksjonspotensialet for perioden 2021-2030 er noe høyere, rundt 30 prosent. En raskere innfasing vil gi høyere utslippsreduksjoner i denne perioden. De samlede utslippsreduksjonene over hele tiltakets levetid, som strekker seg utover 2030, vil likevel være de samme.

Barrierer

Atferd og kunnskap

For større tiltak, som konvertering av energikilder, er tilbakebetalingstiden virksomhetene krever en faktor. Etter vår erfaring legger industrivirksomheter ofte inn en tilbakebetalingstid på mellom ett og tre år som et krav for å vurdere å gjennomføre et tiltak.

Tekniske barrierer

For å redusere sine driftskostnader ønsker fjernvarmeselskapene å holde så lav temperatur i fjernvarmesirkulasjonen som mulig. Dette er en teknisk barriere for konvertering til fjernvarme, fordi industribedrifter som regel har sitt termiske energibehov ved høyere temperaturer enn hva som er tilgjengelig fra fjernvarmenettet.

Mulige virkemidler

For å redusere tilbakebetalingstiden kan økt CO_2-avgift og tilskuddsordninger være aktuelle virkemidler. Et annet alternativ vil være å innføre et forbud mot fyring av fossil olje og gass.

Referanser

[1] Norsk energi (2018). Kartlegging av utslippskilder og tiltak for reduksjon av ikke-kvotepliktige klimagasser i industrien. Oppdragsrapport for Miljødirektoratet.

I05 Konvertering til hydrogen i annen industri og bergverk

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Utslippsreduksjon (mill. tonn CO_2-ekv.)	-	-	-	0,000	0,001	0,001	0,001	0,002	0,002	0,002	0,003
Utslippsreduksjon 2021-2030	**0,01 millioner tonn CO_2-ekv.**										
Kostnadskategori	**> 1500 kr/tonn CO_2-ekv.**										

Beskrivelse av tiltaket

Tiltaket går ut på å konvertere fra bruk av fossilt brensel til hydrogen.

Utslippsreduksjonspotensial og kostnader er basert på rapporten "Kartlegging av utslippskilder og tiltak for reduksjon av ikke-kvotepliktige klimagasser i industrien", utarbeidet av Norsk Energi i 2018 [1]. Fokuset for rapporten har ligget på segmentet "annen industri og bergverk", og har tatt utgangspunkt i utslippstall fra 2015. Miljødirektoratets analyser av potensialet for utslippsreduksjoner for perioden 2021-2030, er justert mot referansebanen, og tar utgangspunkt i utslippstall for 2018.

Norsk Energi har i sin utredning anslått at all fossil energi i "annen industri og bergverk" i teorien kan erstattes av hydrogen, men at kun en svært begrenset del av bedriftene vil finne dette det mest attraktive alternativet. Vi har lagt til grunn at 1 prosent av de bedriftene som fyrer med olje konverterer til fjernvarme, og at 2 prosent av de som fyrer med gass gjør det samme.

Dagens virkemidler

Større næringsmiddelindustrianlegg er omfattet av Forurensningsloven og reguleres av fylkesmennene. De har i utgangspunktet krav om å ha energiledelsessystemer, og er underlagt krav om bruk av beste tilgjengelige teknikker (BAT), men disse dekker i liten grad klimagassutslipp. Enkelte tillatelser har vilkår knyttet til bruk av olje, men kun usystematisk. Bruken av fossile brensler er underlagt avgift.

Nullalternativ og utslippsreduksjonspotensial

I referansebanen ligger det inne en årlig reduksjon i stasjonær forbrenning for perioden 2021-2030 på mellom 2,5 og 3 prosent i "annen industri og bergverk". Vi har i våre vurderinger av utslippsreduksjonspotensial antatt at 70 prosent av denne reduksjonen kommer av fra energieffektivisering, mens de resterende 30 prosentene er et resultat av konvertering av brensler. Dette bidraget er trukket fra potensialet beregnet ut ifra utredningene til Norsk Energi. Tiltakene er justert for overlapp. I dette ligger det en antakelse om at energibehovet først reduseres gjennom energieffektivisering, før konverteringstiltak gjennomføres.

Konvertering til hydrogen har et utslippsreduksjonspotensial på i rundt 13 000 tonn CO_2-ekvivalenter.

Tiltakskostnad

Basert på de antakelser som er lagt til grunn, har tiltaket en samfunnsøkonomisk kostnad på rundt 2 400 kr/tonn CO_2-ekvivalenter.

For den samfunnsøkonomiske analysen har vi lagt til grunn en kalkulasjonsrente på 4 prosent, mens vi for den privatøkonomiske analysen har lagt til grunn et avkastningskrav på 8,5 prosent. Tiltaket reduserer utslipp av $PM_{2,5}$ og NO_x. For å verdsette helseeffektene av denne reduksjonen, har vi benyttet en verdsettingsfaktor beregnet ut ifra et vektet snitt basert på fordeling av industri per kommune. Denne faktoren er høyere i de mest folkerike kommunene, og lavere i områder med lav befolkning.

Levetiden for tiltaket er antatt å være 15 år før det må reinvesteres. Innfasingstakten har vi antatt å være ni år. Vi har her valgt ni år, og ikke ti som ved de andre konverteringstiltakene, fordi det er lagt til grunn at det er behov for to år med planlegging før investering for konvertering til hydrogen. I de fleste andre konverteringstiltakene, er det lagt til grunn ett år med planlegging. Med ni års innfasing, er full konvertering oppnådd i 2030.

Analysene viser at tiltaket ikke er privatøkonomisk lønnsomt hverken ved konvertering fra olje eller gass, med de betingelsene som ligger inne i våre beregninger.

Usikkerhet

Beregningene er basert på en rekke antagelser og usikkerheten er veldig høy. Norsk Energi har estimert en usikkerhet på +/- 90 prosent både for de beregnede utslippsreduksjonene og kostnadene.

Det er også en usikkerhet knyttet til innfasingstakt. Vi har beregnet den til +/- 10 prosent. Usikkerheten i utslippsreduksjonspotensialet for perioden 2021-2030 er noe høyere, rundt 30 prosent. En raskere innfasing vil gi høyere utslippsreduksjoner i denne perioden. De samlede utslippsreduksjonene over hele tiltakets levetid, som strekker seg utover 2030, vil likevel være de samme.

Barrierer

Kostnad

Økonomiske barrierer som høyere energipris og konkurranse med andre sektorer om råstofftilgang vurderes som de viktigste barrierene.

Atferd og kunnskap

Mangel på tilstrekkelig kunnskap og holdninger er også identifisert som barrierer for konvertering til hydrogen. For tiltak som krever forholdsvis ny teknologi vil det være tekniske barrierer og aktørene kan være skeptiske til endringer dersom de mener det kan medføre teknologirisiko. Dette kan være tilfelle for de som vurderer å konvertere til hydrogen.

For større tiltak, som konvertering av energikilder, er også tilbakebetalingstid en faktor. Et konverteringstiltak kan være privatøkonomisk lønnsomt på lang sikt, men blir likevel ikke prioritert. Ofte vil bedrifter ha tilbakebetalingstider på mellom ett og tre år for å vurdere å gjennomføre et tiltak.

Markedsbegrensninger

For bruk av hydrogen vil det være markedsbarrierer som manglende leveransesikkerhet, knapphet på energi/ressurser og sterk konkurranse med andre sektorer. Slike markedsbarrierer fører til usikkerhet rundt pris.

Reguleringer

Manglende bærekraftskrav/sertifisering for hydrogen kan innebære risiko for omdømmetap, og derfor begrense bruken. Den globale klimaeffekten ved bruk av hydrogen er avhengig av hvordan den er produsert.

Mulige virkemidler

For å redusere kostnadsbarrierene kan økt CO_2-avgift og tilskuddsordninger være aktuelle virkemidler. Et annet alternativ kan være å innføre et forbud mot fyring av fossil olje og gass. Informasjonsarbeid og midler til videre forskning og utvikling, vil være mulige virkemidler for å få aktørene til å velge alternative energibærere som hydrogen.

Referanser

[1] Norsk energi (2018). Kartlegging av utslippskilder og tiltak for reduksjon av ikke-kvotepliktige klimagasser i industrien. Oppdragsrapport for Miljødirektoratet.

I06 Konvertering til fast biomasse i asfaltindustrien

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Utslippsreduksjon (mill. tonn CO_2-ekv.)	-	-	0,012	0,023	0,035	0,046	0,058	0,069	0,081	0,092	0,104
Utslippsreduksjon 2021-2030	**0,52 millioner tonn CO_2-ekv.**										
Kostnadskategori	**< 500 kr/tonn CO_2-ekv.**										

Beskrivelse av tiltaket

Tiltaket går ut på å erstatte LPG og olje med trepellets i asfaltindustrien. Utslippene fra asfaltindustrien stammer i hovedsak fra flytende petroleumsgass (LPG) som forbrennes for å tørke og varme opp steinmaterialet, som blandes med et bituminøst bindemiddel for å lage asfalt. Utslippene fra asfaltverk kan med dette tiltaket reduseres med 90 prosent i 2030. De gjenstående 10 prosentene er utslipp som oppstår ved utlegging av asfalten, og inngår ikke i tiltaket.

I beregningen av tiltaket har vi lagt til grunn at 90 prosent av totalt energiforbruket i asfaltindustrien i dag er fossil. Vi har videre, med utgangspunkt i rapportering fra seksten anlegg, antatt at 30 prosent av dette energiforbruket er fra olje og at 70 prosent er fra LPG.

Dagens virkemidler

Bruken av fossile brensler er underlagt avgift. Enova har støttet et prosjekt drevet av Bio Energy som skal levere varme fra forstøvede trepellets til to Veidekkeanlegg i Moss og Stange. Andre anlegg vil også kunne få støtte til omlegging. Virksomhetene kan også søke om støtte gjennom Enovas program "Energi- og klimasatsninger i industrien" [1]. For satsningene i 2020 er utfasing av fossil varme til fast biobrensel og varmepumper ett av temaene som vil gjelde for alle søknadsfrister.

Større anlegg innen "mineralproduktindustrien" er omfattet av Forurensningsloven, og reguleres av fylkesmennene. De har i utgangspunktet krav om å ha energistyringssystemer for å oppnå en mest mulig energieffektiv produksjon, og er underlagt BAT-krav, men disse dekker i liten grad klimagassutslipp. Statens vegvesen har brukt offentlige anskaffelser som stiller krav om miljøsertifisering og CO_2-reduksjoner.[113]

Nullalternativ og utslippsreduksjonspotensial

Utslippene fra stasjonær forbrenning i "mineralproduktindustrien" var 213 000 tonn CO_2-ekvivalenter i 2018. Av dette stammer 167 000 CO_2-ekvivalenter fra undergruppen "annen mineralsk industri", som omfatter utslipp fra asfaltindustrien. I referansebanen ligger det innen en reduksjon av utslippene i undergruppen "annen mineralsk industri", til i underkant av 138 000 tonn CO_2-ekvivalenter i 2030. Dette tilsvarer en reduksjon på rundt en halv prosent hvert år. Vi har antatt at denne reduksjonen kommer av effektivisering, og at det ikke ligger noe konvertering inne i referansebanen.

[113] Statens vegvesen bestiller omtrent 40 prosent av årlig produsert asfalt. I 2019 forventer Statens vegvesen at deres entreprenører kommer til å legge om lag 2,2 millioner tonn asfalt Statens vegvesen har også i 2019 for første gang stilt krav om internasjonalt miljøsertifikat for de mest brukte massetypene, såkalt EPD (Environmental Product Declaration). EPD-sertifikatet viser blant annet hvor mye CO_2 som slippes ut for hvert tonn asfalt. I enkelte kontrakter ble lave CO_2-utslipp premiert ved at den tilbudte prisen ble justert ned. Se Statens Vegvesen (2019). Asfalt på 3000 km vei for 2,9 mrd i 2019. Pressemelding 10.04.19.

Tiltakskostnad

Tiltaket er beregnet til å ha en samfunnsøkonomisk kostnad på rundt 300 kr/tonn CO_2-ekvivalenter.

I beregningen av tiltakskostnaden har vi lagt til grunn energiprisene som er angitt i veilederen (vedlegg II) og en kalkulasjonsrente på fire prosent for den samfunnsøkonomiske analysen. Tiltaket medfører også reduserte utslipp av $PM_{2,5}$ og NO_x. For å verdsette helseeffektene av denne reduksjonen, har vi benyttet en verdsettingsfaktor beregnet ut ifra et vektet snitt basert på fordeling av industri per kommune. Asfaltverkene er både mobile og stasjonære, og fordelt ut over hele landet. Denne faktoren er høyere i de mest folkerike kommunene, og lavere i områder med lav befolkning.

Det er antatt en levetid på femten år før det må reinvesteres. Dette er samme levetid som Norsk Energi har lagt til grunn i sin utredning av konvertering til faste biobrensler i tiltaket I03 *Konvertering til biobrensel i annen industri og bergverk.* Vi har også benyttet samme investeringskostnad som er lagt til grunn for dette tiltaket. Det er antatt å være 9 000 kr/kW. Innfasingstakten har vi antatt å være ti år, som er på linje med de andre konverteringstiltakene. Full konvertering er dermed oppnådd i 2030.

Analysene viser at tiltaket vil være privatøkonomisk lønnsomt ved konvertering fra olje til pellets. Ved konvertering fra gass til pellets, er ikke tiltaket privatøkonomisk lønnsomt innenfor en levetid på 15 år. Dette er fordi gassprisene (se veileder i vedlegg II) er lavere enn prisene for olje, og gevinsten ved å redusere energibruken dermed ikke blir like stor.

Usikkerhet

Beregningene er basert på en rekke antagelser og usikkerheten er betydelig. Ut ifra det rapporterte energiforbruket til de seksten virksomhetene som vi har mottatt rapportering fra i 2017, har vi estimert det totale energiforbruket i asfaltindustrien. Utslippsreduksjonspotensialet er basert på anslag fra de to prosjektene som er støttet av Enova, mens kostnadene ved investering er antatt like som de kostnadene Norsk Energi har lagt til grunn ved sin utredning av konvertering til fast biobrensel i "annen industri og bergverk".

Det er også en usikkerhet knyttet til innfasingstakt. Vi har beregnet den til +/- 10 prosent. Usikkerheten i utslippsreduksjonspotensialet for perioden 2021-2030 er noe høyere, rundt 30 prosent. En raskere innfasing vil gi høyere utslippsreduksjoner i denne perioden. De samlede utslippsreduksjonene over hele tiltakets levetid, som strekker seg utover 2030, vil likevel være de samme.

Barrierer

Kostnader

Utredede tiltak som gjelder overgang fra fossile brensler til fornybare kilder er generelt ikke spesielt kostbare tiltak for de ulike bedriftene, men enkelte av tiltakene vil likevel ha kostnadsbarrierer. For konvertering til biobrensler er relativt høyere pris på brenselet en kostnadsbarriere.

Markedsbegrensninger

For faste biobrensler vil det være markedsbarrierer som manglende leveransesikkerhet, knapphet på ressursene og sterk konkurranse med andre sektorer. Slike markedsbarrierer fører til usikkerhet rundt pris.

Reguleringer

Manglende bærekraftskrav for biobrensler brukt i industri kan innebære risiko for omdømmetap, og derfor begrense bruken. Den globale klimaeffekten ved bruk av biobrensler er avhengig av hvordan biomassen er produsert. I dag stilles det kun krav til bærekraftig produksjon og klimagassreduksjon over livsløpet til flytende biodrivstoff som benyttes til veitransport (se kapittel 14 i hovedrapporten del A).

Mulige virkemidler

For overgang til bruk av trepellets for asfaltindustrien kan et mulig virkemiddel være å stille krav i offentlige anbud. For å redusere effekten av kostnadsbarrierene kan økt CO_2-avgift og tilskuddsordninger være aktuelle virkemidler. Et annet alternativ vil være å innføre et forbud mot fyring av fossil olje og gass. For å sikre bærekraftig produserte biobrensler brukt til industri, kan bedriftene stille riktige krav i anskaffelsene eller det kan innføres bærekraftskrav også for biodrivstoff solgt til andre formål enn veitransport.

Referanser

[1] Enova.no. Energi- og klimasatsinger i industrien.

I07 Konvertering i metallurgisk industri

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Utslippsreduksjon (mill. tonn CO_2-ekv.)	-	-	0,002	0,005	0,007	0,009	0,012	0,014	0,017	0,019	0,021
Utslippsreduksjon 2021-2030	**0,11 millioner tonn CO_2-ekv.**										
Kostnadskategori	**500-1500 kr/tonn CO_2-ekv.**										

Beskrivelse av tiltaket

Tiltaket går ut på at "metallurgisk industri" (virksomheter som produserer metaller) konverterer fra fossile brensler til fornybare energibærere (elektrisitet, biobrensler, fjernvarme og hydrogen). Dette er et samletiltak basert på de samme forutsetningene som konverteringstiltakene utredet av Norsk Energi for "annen industri og bergverk" [1], anvendt på stasjonær forbrenning i "metallurgisk industri". Potensialet er beregnet av Miljødirektoratet, basert på innrapporterte tall for fossil fyring.

Dagens virkemidler

Større industrianlegg er omfattet av Forurensningsloven og reguleres av fylkesmennene. De har i utgangspunktet krav om å ha energiledelsessystemer, og er underlagt krav om bruk av beste tilgjengelige teknikker (BAT), men disse dekker i liten grad klimagassutslipp. Enkelte tillatelser har vilkår knyttet til bruk av olje, men kun usystematisk. Bruken av fossile brensler er underlagt CO_2-avgift. Virksomhetene kan søke om støtte til en andel av merkostnaden ved å ta i bruk mer energi- og klimavennlige løsninger som støttes gjennom Enovas program "Energi- og klimasatsninger i industrien" [2].

Nullalternativ og utslippsreduksjonspotensial

Utslippene fra stasjonær forbrenning i "metallurgisk industri" var i underkant av 54 000 tonn CO_2-ekvivalenter i 2018, og blir redusert til 43 000 tonn CO_2-ekvivalenter i 2030 i referansebanen. Dette tilsvarer en reduksjon på rundt 0,1 prosentprosent hvert år, og det er ikke antatt at det ligger noe konverteringstiltak inne i referansebanen.

Tiltakskostnad

Basert på de antakelser som er lagt til grunn, har tiltaket en samfunnsøkonomisk kostnad på rundt 700 kr/tonn CO_2-ekvivalenter.

For den samfunnsøkonomiske analysen har vi lagt til grunn en kalkulasjonsrente på 4 prosent, mens vi for den privatøkonomiske analysen har lagt til grunn et avkastningskrav på 8,5 prosent. Tiltaket reduserer utslipp av $PM_{2,5}$ og NO_x. For å verdsette helseeffektene av denne reduksjonen, har vi benyttet en verdsettingsfaktor beregnet ut ifra et vektet snitt basert på fordeling av industri per kommune. Denne faktoren er høyere i de mest folkerike kommunene, og lavere i områder med lav befolkning.

Investerings- og driftskostnader er beregnet ved å vekte estimerte investerings- og driftskostnader fra konverteringstiltakene for "annen industri og bergverk" mot andel virksomheter som konverterer til de forskjellige alternativene.

Levetiden er antatt å være femten år for alle konverteringstiltakene før det må reinvesteres. Dette er samme levetid som er lagt til grunn for konverteringstiltakene i "annen industri og bergverk". Innfasingstakten har vi antatt å være ti år for alle konverteringstiltakene, slik at full konvertering er oppnådd i 2030.

Vi har ikke gjort noen privatøkonomiske analyser for dette samletiltaket. For dette, se tiltakene for konvertering i "annen industri og bergverk", da disse er antatt sammenlignbare.

Usikkerhet

Tiltakene er sammenlignbare med konverteringstiltakene i "annen industri og bergverk". Vi antar derfor at usikkerhetene er tilsvarende som for disse tiltakene.

Barrierer

Atferd og kunnskap

For større tiltak, som konvertering av energikilder, er tilbakebetalingstiden virksomhetene krever en faktor. Et konverteringstiltak kan være privatøkonomisk lønnsomt på lang sikt, men blir likevel ikke prioritert. Etter vår erfaring legger industrivirksomheter ofte inn en tilbakebetalingstid på mellom ett og tre år som et krav for å vurdere å gjennomføre et tiltak.

Kostnader

Konvertering fra fossile brensler til fornybare energibærere møter enkelte kostnadsbarrierer. Ved bytte til elkjel kan framføring av kraft i enkelte tilfeller være kostbart på grunn av høy kostnad for nettilkobling. Ved direkte fyring vil et bytte fra fossilt brensel til elektrisitet også kunne kreve ombygginger og endringer av produksjonsprosessen. Ved ombygging vil det være både kostnadsbarrierer og tekniske barrierer. En del industribedrifter har allerede installert el-kjeler som deler av eller hele året ikke blir benyttet som hovedkilde fordi elkraft er mer kostbart enn alternativene. Dette gjelder spesielt om vinteren når det er høyere effektledd på nettariffen. For konvertering til biobrensler er også relativt høyere pris på brenselet en kostnadsbarriere.

Markedsbegrensninger

For bio-brensler vil det være markedsbarrierer som manglende leveransesikkerhet, knapphet på ressursene og sterk konkurranse med andre sektorer. Slike markedsbarrierer fører til usikkerhet rundt pris.

Tekniske barrierer

Bioenergianlegg har lavere evne til å ta raske effektvariasjoner og må ofte kombineres med akkumulatorsystemer for å fungere godt sammen med en industriprosess. Energibæreren har også lavere energiinnhold per volumenhet og er vanskeligere å transportere enn olje og gass.

Reguleringer

Manglende bærekraftskrav for biobrensler brukt i industri kan innebære risiko for omdømmetap, og derfor begrense bruken. Den globale klimaeffekten ved bruk av biobrensler er avhengig av hvordan biomassen er produsert. I dag stilles det kun krav til bærekraftig produksjon og klimagassreduksjon over livsløpet til flytende biodrivstoff som benyttes til veitransport (se kapittel 14 i hovedrapporten del A).

Mulige virkemidler

For å redusere effekten av kostnadsbarrierene kan økt CO_2-avgift og tilskuddsordninger være aktuelle virkemidler. Et annet alternativ vil være å innføre et forbud mot fyring av fossil olje og gass. For å sikre bærekraftig produserte biobrensler brukt til industri, kan bedriftene stille riktige krav i anskaffelsene eller det kan innføres bærekraftskrav også for biodrivstoff solgt til andre formål enn veitransport.

Referanser

[1] Norsk energi (2018). Kartlegging av utslippskilder og tiltak for reduksjon av ikke-kvotepliktige klimagasser i industrien. Oppdragsrapport for Miljødirektoratet.
[2] Enova.no. Energi- og klimasatsinger i industrien.

I08 Konvertering i kjemisk industri

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Utslippsreduksjon (mill. tonn CO_2-ekv.)	-	-	0,002	0,004	0,005	0,007	0,009	0,011	0,013	0,015	0,016
Utslippsreduksjon 2021-2030	**0,08 millioner tonn CO_2-ekv.**										
Kostnadskategori	**500-1500 kr/tonn CO_2-ekv.**										

Beskrivelse av tiltaket

Tiltaket går ut på at virksomheter innen "kjemisk industri" konverterer fra fossile brensler til fornybare energibærere (elektrisitet, biobrensler, fjernvarme og hydrogen). Dette er et samletiltak basert på de samme forutsetningene som konverteringstiltakene utredet av Norsk Energi for "annen industri og bergverk" [1], anvendt på stasjonær forbrenning i "kjemisk industri". Potensialet er beregnet av Miljødirektoratet, basert på innrapporterte tall for fossil fyring.

Dagens virkemidler

Større industrianlegg er omfattet av Forurensningsloven og reguleres av fylkesmennene. De har i utgangspunktet krav om å ha energiledelsessystemer, og er underlagt krav om bruk av beste tilgjengelige teknikker (BAT), men disse dekker i liten grad klimagassutslipp. Enkelte tillatelser har vilkår knyttet til bruk av olje, men kun usystematisk. Bruken av fossile brensler er underlagt CO_2-avgift. Virksomhetene kan søke om støtte til en andel av merkostnaden ved å ta i bruk mer energi- og klimavennlige løsninger som støttes gjennom Enovas program "Energi- og klimasatsninger i industrien" [2].

Nullalternativ og utslippsreduksjonspotensial

Utslippene fra stasjonær forbrenning i "kjemisk industri" var 41 000 tonn CO_2-ekvivalenter i 2018, men øker til i underkant av 137 000 tonn CO_2-ekvivalenter i 2030 i referansebanen. Det er ikke antatt at det ligger noe konverteringstiltak inne i referansebanen.

Tiltakskostnad

Basert på de antakelser som er lagt til grunn, har tiltaket en samfunnsøkonomisk kostnad på rundt 600 kr/tonn CO_2-ekvivalenter.

For den samfunnsøkonomiske analysen har vi lagt til grunn en kalkulasjonsrente på 4 prosent, mens vi for den privatøkonomiske analysen har lagt til grunn et avkastningskrav på 8,5 prosent. Tiltaket reduserer utslipp av $PM_{2,5}$ og NO_x. For å verdsette helseeffektene av denne reduksjonen, har vi benyttet en verdsettingsfaktor beregnet ut ifra et vektet snitt basert på fordeling av industri per kommune. Denne faktoren er høyere i de mest folkerike kommunene, og lavere i områder med lav befolkning.

Investerings- og driftskostnader er beregnet ved å vekte estimerte investerings- og driftskostnader fra konverteringstiltakene for "annen industri og bergverk" mot andel virksomheter som konverterer til de forskjellige alternativene.

Levetiden er antatt å være femten år for alle konverteringstiltakene før det må reinvesteres. Dette er samme levetid som er lagt til grunn for konverteringstiltakene i "annen industri og bergverk". Innfasingstakten har vi antatt å være ti år for alle konverteringstiltakene, slik at full konvertering er oppnådd i 2030.

Vi har ikke gjort noen privatøkonomiske analyser for dette samletiltaket. For dette, se tiltakene for konvertering i "annen industri og bergverk", da disse er antatt sammenlignbare.

Usikkerhet

Tiltakene er sammenlignbare med konverteringstiltakene i "annen industri og bergverk". Vi antar derfor at usikkerhetene er tilsvarende som for disse tiltakene.

Barrierer

Atferd og kunnskap

For større tiltak, som konvertering av energikilder, er tilbakebetalingstiden virksomhetene krever en faktor. Et konverteringstiltak kan være privatøkonomisk lønnsomt på lang sikt, men blir likevel ikke prioritert. Etter vår erfaring legger industrivirksomheter ofte inn en tilbakebetalingstid på mellom ett og tre år som et krav for å vurdere å gjennomføre et tiltak.

Kostnader

Konvertering fra fossile brensler til fornybare energibærere møter enkelte kostnadsbarrierer. Ved bytte til elkjel kan framføring av kraft i enkelte tilfeller være kostbart på grunn av høy kostnad for nettilkobling. Ved direkte fyring vil et bytte fra fossilt brensel til elektrisitet også kunne kreve ombygginger og endringer av produksjonsprosessen. Ved ombygging vil det være både kostnadsbarrierer og tekniske barrierer. En del industribedrifter har allerede installert el-kjeler som deler av eller hele året ikke blir benyttet som hovedkilde fordi elkraft er mer kostbart enn alternativene. Dette gjelder spesielt om vinteren når det er høyere effektledd på nettariffen. For konvertering til biobrensler er også relativt høyere pris på brenselet en kostnadsbarriere.

Markedsbegrensninger

For bio-brensler vil det være markedsbarrierer som manglende leveransesikkerhet, knapphet på ressursene og sterk konkurranse med andre sektorer. Slike markedsbarrierer fører til usikkerhet rundt pris.

Tekniske barrierer

Bioenergianlegg har lavere evne til å ta raske effektvariasjoner og må ofte kombineres med akkumulatorsystemer for å fungere godt sammen med en industriprosess. Energibæreren har også lavere energiinnhold per volumenhet og er vanskeligere å transportere enn olje og gass.

Reguleringer

Manglende bærekraftskrav for biobrensler brukt i industri kan innebære risiko for omdømmetap, og derfor begrense bruken. Den globale klimaeffekten ved bruk av biobrensler er avhengig av hvordan biomassen er produsert. I dag stilles det kun krav til bærekraftig produksjon og klimagassreduksjon over livsløpet til flytende biodrivstoff som benyttes til veitransport (se kapittel 14 i hovedrapporten del A).

Mulige virkemidler

For å redusere effekten av kostnadsbarrierene kan økt CO_2-avgift og tilskuddsordninger være aktuelle virkemidler. Et annet alternativ vil være å innføre et forbud mot fyring av fossil olje og gass. For å sikre bærekraftig produserte biobrensler brukt til industri, kan bedriftene stille riktige krav i anskaffelsene eller det kan innføres bærekraftskrav også for biodrivstoff solgt til andre formål enn veitransport.

Referanser

[1] Norsk energi (2018). Kartlegging av utslippskilder og tiltak for reduksjon av ikke-kvotepliktige klimagasser i industrien. Oppdragsrapport for Miljødirektoratet.
[2] Enova.no. Energi- og klimasatsinger i industrien.

I09 Økt andel trekull i silisiumkarbidindustrien

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Utslippsreduksjon (mill. tonn CO_2-ekv.)	-	-	-	0,006	0,006	0,006	0,006	0,005	0,005	0,005	0,005
Utslippsreduksjon 2021-2030	**0,04 millioner tonn CO_2-ekv.**										
Kostnadskategori	**< 500 kr/tonn CO_2-ekv.**										

Beskrivelse av tiltaket

Tiltaket går ut på å bytte ut en del fossil koks med trekull i produksjon av silisliumkarbid. Silisiumkarbid produseres i dag kun ved en virksomhet som er Fiven Norge Lillesand. Utslippene fra produksjonen stammer hovedsakelig fra forbruk av petrolkoks som reduksjonsmiddel. Det benyttes allerede i dag trekull og annen biomasse i "metallurgisk industri" i Norge. Det er teknisk mulig å øke bruken av trekull i store deler av denne industrien og flere FoU-prosjekter pågår.

Dette tiltaket er en oppdatering av tilsvarende tiltak i Klimakur 2020 [1] og er ikke videre utredet. Miljødirektoratet arbeider med å oppdatere kunnskapsgrunnlaget om bioreduksjonsmidler.

Dagens virkemidler

Utslippene fra produksjon av silisiumkarbid er ikke dekket av noen generelle virkemidler. Utslippene er i dag ikke en del av klimakvotesystemet fordi anlegget er under kapasitetsgrensen, og utslipp fra bruk av kull og koks er ikke avgiftsbelagt. Produksjonsanlegg for silisiumkarbid er regulert gjennom forurensningsloven, men utslipp av CO_2 er ikke regulert med utslippsgrense per i dag. Flere FoU-prosjekter om bruk av trekull i "metallurgisk industri" har fått støtte fra virkemiddelapparatet for forskning og innovasjon.

Tiltakskostnad

Kostnadsberegningen er per i dag ganske usikker, da den er basert på en oppdatering av det tilsvarende tiltaket fra analysen Klimakur 2020. Tiltaket er basert på at det bygges et norsk produksjonsanlegg for trekull av metallurgisk kvalitet, mens import er det som brukes i dag.

Barrierer

Kostnader

Trekull har en høyere kostnad enn fossile reduksjonsmidler. Ifølge bransjen er det heller ikke noe fungerende marked for trekull, og tilgang er en vesentlig begrensning.

Tekniske barrierer

Trekull har også andre egenskaper enn reduksjonsmidlene som brukes i dag - særlig renhet og tetthet - og det begrenser bruken noe. Ved høy innblanding vil det antagelig måtte gjøres tilpasninger på anleggene, blant annet for håndtering og logistikk. Andre konsepter med in-situ produksjon av trekull har også blitt vurdert i andre bransjer, men disse ville i så fall innebære vesentlig ombygging av fabrikkene.

Reguleringer

Manglende bærekraftskrav for biobrensler brukt i industri kan innebære risiko for omdømmetap, og derfor begrense bruken. Den globale klimaeffekten ved bruk av trekull er avhengig av hvordan biomassen er produsert. I dag stilles

det kun krav til bærekraftig produksjon og klimagassreduksjon over livsløpet til flytende biodrivstoff som benyttes til veitransport (se kapittel 14 i hovedrapporten del A).

Referanser

[1] Klif mfl. (2010). Klimakur 2020. Tiltak og virkemidler for å nå norske klimamål mot 2020. Rapport TA 2590/2010.

I10 Reduserte lystgassutslipp fra kunstgjødselproduksjon

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Utslippsreduksjon (mill. tonn CO_2-ekv.)	-	0,083	0,083	0,083	0,083	0,083	0,083	0,083	0,083	0,083	0,083
Utslippsreduksjon 2021-2030	**0,83 millioner tonn CO_2-ekv.**										
Kostnadskategori	**< 500 kr/tonn CO_2-ekv.**										

Beskrivelse av tiltaket

Tiltaket går ut på å redusere utslipp av lystgass (N_2O) fra Yara Porsgrunns produksjon av kunstgjødsel (fullgjødsel) ved å bruke nyutviklet renseteknologi. Tiltaket innebærer at man løser de tekniske problemene i renseanlegget og får renseteknologien til å fungere som planlagt.

Utslippet av N_2O fra produksjon av kunstgjødsel kommer i tillegg til det kvotepliktige utslippet av N_2O fra produksjon av salpetersyre. Ureanitrat tilsettes prosessen for å redusere dannelse av NO_X, og dette resulterer i utslipp av N_2O. Utslippene påvirkes av flere faktorer, som sammensetning av fosfor og bruken av urea. Yara Porsgrunn har allerede bygget et renseanlegg for N_2O som sto ferdig i 2017.

Utslippskilden ble først oppdaget i 2011 og prosessoptimaliseringstiltak har redusert utslippet med ca. 50 prosent siden det.

Dagens virkemidler

Lystgassutslippene fra fullgjødselproduksjonen er regulert med en utslippsgrense i virksomhetens tillatelse på 372 000 tonn CO_2-ekvivalenter. Utslippet i 2018 var 64 000 tonn CO_2-ekvivalenter. Utslippsgrensen ble satt for å tillate virksomheten å bruke "worst case" råfosfat, med vilkår om å utrede utslippsreduserende tiltak. Virksomheten har fulgt opp vilkåret ved prosessoptimalisering og utvikling av renseteknologi. De har fått støtte av Innovasjon Norge til å bygge fullskala demonstrasjonsanlegg for rensing.

Nullalternativ og utslippsreduksjonspotensial

Utslippene i referansebanen er basert på at en planlagt utvidelse av produksjonen gjennomføres og at en bestemt råfosfatblanding tas i bruk. Ut fra disse forutsetningene anslås utslippsreduksjonspotensialet til ca. 83 000 tonn CO_2-ekvivalenter per å fra 2021.

Usikkerhet

Innfasingen av dette tiltaket er usikker, og en forsinkelse på for eksempel to år vil redusere potensialet over perioden med 20 prosent.

Utslippet er sterkt avhengig av hvilken råfosfatblanding som brukes i prosessen. Dersom "worst-case" tas i bruk vil utslippsreduksjonene som følge av at dette tiltaket gjennomføres, bli neglisjerbare sammenlignet med referansebanen. Dersom tiltaket ikke gjennomføres og "worst-case" råfosfat tas i bruk i hele perioden vil utslippene øke drastisk, til i underkant av 350 000 CO_2-ekvivalenter per år, noe som tilsvarer over 2 millioner tonn CO_2-ekvivalenter over perioden. Markedet for råfosfat er begrenset, og virksomheten har ikke nødvendigvis tilgang til den typen råfosfat som gir lavest utslipp av lystgass. Det kan også være prisforskjeller mellom de ulike råfosfattypene.

Tiltakskostnad

Basert på de antakelser som er lagt til grunn, har tiltaket en samfunnsøkonomisk kostnad på rundt 100 kr/tonn CO_2-ekvivalenter.

Kostnadene er fastsatt med innspill fra virksomheten, men er usikre. Siden renseanlegget allerede er bygget anses det som senket kostnad (sunk cost), og det reduserer tiltakskostnaden som da primært gjenspeiler driftskostnadene. Det vil si at dersom kostnadene ved å gjennomføre tiltaket er dobbelt så høye som anslått her øker tiltakskostnaden til ca. 150 kr/ tonn CO_2-ekvivalenter. Teknisk levetid er satt til 25 år.

Barrierer

Kostnader

De privatøkonomiske kostnadene er anslått til ca. 150 kr/tonn CO_2-ekvivalenter. Ved bruk av "worst case" råfosfat faller den til rundt 40 kroner per tonn. Utslippet er ikke avgiftsbelagt, og utslippsreduksjoner gir ingen positiv økonomisk virkning for virksomheten.

Tekniske barrierer

Renseanlegget er et FoU-prosjekt og holdes pt. igjen av tekniske utfordringer. Dette er den viktigste barrieren for gjennomføring av tiltaket.

Informasjonsbarrierer

Virksomheten har langt mer informasjon enn regulerende myndighet, både om prosessen og råfosfatmarkedet.

Mulige virkemidler

Utslippet er regulert i virksomhetens tillatelse etter forurensningsloven. De tekniske utfordringene med renseanlegget må følges opp videre av forurensningsmyndigheten. Det er også mulig å innføre avgift på utslippet av lystgass fra kunstgjødselproduksjon. Dette er imidlertid den eneste utslippskilden av denne typen i Norge, og virksomheten er konkurranseutsatt. I prinsippet kan utslipp av lystgass fra kunstgjødselproduksjon inkluderes i EU-ETS ved såkalt "opt-in"[114]. Så vidt Miljødirektoratet kjenner til er det to andre anlegg i Europa med en tilsvarende prosess.

Konsekvenser

Tiltaket er et FoU-prosjekt og har derfor positive eksterne virkninger, og kan føre til ytterligere utslippsreduksjoner utenfor Norge. Optimalisering av prosessen for å redusere utslippene av N_2O gir en økning i utslippene av NO_2. Vi antar at dette tiltaket (renseanlegget) ikke vil bidra vesentlig til økte utslipp av NO_2.

Referanser

[1] Tillatelse til utslipp av lystgass (N_2O) og karbondioksid (CO_2) til luft fra fullgjødselproduksjonen ved Yara Porsgrunn, datert 16.12.2014
[2] Statusrapport om prosjektet fra Yara, datert 20.12.2016

[114] Artikkel 24 i EUs klimakvotedirektiv (2003/87/EU).

I00 Tiltak ved REC Solar

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Utslippsreduksjon (mill. tonn CO_2-ekv.)	-	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	**0,045**
Utslippsreduksjon 2021-2030	**0,45 millioner tonn CO_2-ekv.**										
Kostnadskategori	**< 500 kr/tonn CO_2-ekv.**										

Beskrivelse av tiltaket

Tiltaket går ut på å gjenbruke sagspon av silisium i stedet for å produsere nytt. Produksjon av silisium er både energikrevende og har betydelige utslipp.

Mer enn 30 prosent av alt silisiumet som brukes i solcelleproduksjon i dag ender opp som avfall i form av sagspon. REC Solar har utviklet teknologi som gjør det mulig å utnytte dette sagsponet i ny solcelleproduksjon. Framstillingen av nytt silisium er den enkeltprosessen som bruker mest energi og gir høyest utslipp gjennom hele produksjonsprosessen for solceller. REC Solar tar nå sikte på å basere hele produksjonen på Fiskaa på gjenbruk av sagspon, slik at fabrikken ikke lenger behøver å produsere nytt silisium. Sagsponet utgjør i dag ca. 30 prosent materialtap for industrien. Prosessen er antatt å bruke 85 prosent mindre energi enn den ledende teknologien globalt og utslippene er antatt redusert med 96 prosent.

Dagens virkemidler

Prosjektet har fått støtte fra Enova [1].

Nullalternativ og utslippsreduksjonspotensial

Prosessutslippene i "metallurgisk industri" var 85 000 tonn CO_2-ekvivalenter i 2018, og blir redusert til i underkant av 79 000 tonn CO_2-ekvivalenter i 2030 i referansebanen. Dette tilsvarer en reduksjon på rundt 0,2 prosent hvert år. Det er ikke antatt at dette tiltaket ligger inne i referansebanen.

Tiltakskostnad

Basert på de antakelser som er lagt til grunn, har tiltaket en samfunnsøkonomisk kostnad på rundt 350 kr/tonn CO_2-ekvivalenter.

Prosjektet har fått støtte på 110 millioner kroner fra Enova. Slike prosjekt kan ikke støttes med mer enn 50 prosent av investeringskostnader. Vi har antatt en støtteandel på 40 prosent. Dette gir en investeringskostnad på 275 millioner kroner. Vi har antatt en levetid på 10 år før det må reinvesteres. Vi har antatt samme driftskostnader. Besparelser i energi er beregnet ut ifra rapportert mengde antrasitt over de siste årene, en energitetthet på 33 000 KJ/kg og en kullpris på 0,08 kr/kWh.

Tiltaket medfører også reduserte utslipp av $PM_{2,5}$ og NO_x. For å verdsette helseeffektene av denne reduksjonen, har vi benyttet en verdsettingsfaktor beregnet ut ifra et vektet snitt basert på fordeling av industri per kommune. Denne faktoren er høyere i de mest folkerike kommunene, og lavere i områder med lav befolkning.

Usikkerhet

Vi har ingen verifiserte kostnadstall fra prosjektet, så beregningene er basert på en rekke antagelser og usikkerheten er betydelig. Usikkerheten er mindre med tanke på utslippsreduksjonspotensialet. Virksomheten rapporterer årlig forbruk av antrasitt til Miljødirektoratet.

Barrierer

Ikke relevant, da tiltaket gjennomføres.

Mulige virkemidler

Prosjektet gjennomføres med dagens virkemidler. Planlagt oppstart i løpet av 2020.

Konsekvenser

Teknologien som er grunnlaget for tiltaket antas å ha stort globalt utslippskuttpotensial.

Referanser

[1] Enova (2019). Solcelle-nyvinning får 110 millioner. Pressemelding, 17.09.19.

Tiltaksark: Petroleum

P01 Økt gjenvinning av metan og NMVOC ved råoljelasting offshore

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Utslippsreduksjon (mill. tonn CO_2-ekv.)	-	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	**0,05**
Utslippsreduksjon 2021-2030	**0,28 millioner tonn CO_2-ekv.**										
Kostnadskategori	**500-1500 kr/tonn CO_2-ekv.**										

Beskrivelse av tiltaket

Tiltaket innebærer innfasing av fem skip med integrert aktiv reduksjonsteknologi (VOC-gjenvinningsanlegg) innen 2030, og at gjenvunnet VOC (flyktige organiske forbindelser) erstatter bruk av marin gassolje (MGO) som drivstoff. Skipene erstatter skip med passiv reduksjonsteknologi. Tiltaket forutsetter innfasing av et skip hvert andre år fram til og med 2029.

Teknologien som forutsettes tatt i bruk er basert på at VOC som damper av under lasting kondenseres og utnyttes som drivstoff på skipet, slik at anlegget inngår som en integrert del av skipets drift. Det er lagt til grunn at VOC-gjenvinningsanleggene på de nye skipene som fases inn, gjenvinner 95 prosent NMVOC[115] og metan. Dette er basert på at skipene som har kondensasjonsanlegg (aktiv reduksjonsteknologi) i dag oppnår i størrelsesorden 95 prosent utslippsreduksjon. Til sammenligning har passiv reduksjonsteknologi[116] en virkningsgrad på 15-28 prosent.

Bakgrunn

I dag er det ca. 20 skytteltankere som opererer på norsk sokkel og hvert av disse transporterte i 2018 gjennomsnittlig 18 laster på norsk sokkel i løpet av året. Grovt regnet har ca. halvparten av skipene såkalt aktiv reduksjonsteknologi (kondensasjons- eller absorbsjonsanlegg) for å gjenvinne VOC under lasting, mens den andre halvparten har hatt passiv reduksjonsteknologi (KVOC[117] og KVOC i kombinasjon med økt tanktrykk). Alle eksisterende anlegg med aktiv reduksjonsteknologi er ettermontert på skipene og finansiert av VOCIC. VOC som gjenvinnes blir i dag dels brukt til å drive anleggene og dels tilbakeført til råoljen.

Flere skip med aktiv reduksjonsteknologi har i løpet av de siste årene blitt faset ut av norsk sokkel på grunn av alder eller avsluttede kontrakter. Det er forventet at skip vil fases ut også i de kommende årene. Dette styres av avtaler og kontrakter utenfor VOC Industrisamarbeidet (VOCIC). For å kompensere for bortfall av skip med aktiv reduksjonsteknologi, samarbeider VOCIC med rederiene om innfasing av nye skip med aktiv reduksjonsteknologi [1].

For å overholde dagens krav, er seks skip med integrert aktiv reduksjonsteknologi under bygging. Disse vil være i drift på norsk sokkel innen 2021. Det tar ca. 2-3 år fra beslutning er tatt til nye skip er i drift på norsk sokkel. VOCIC har også demontert tre anlegg med aktiv reduksjonsteknologi fra skip som blir faset ut på grunn av alder, og lagret disse for mulig framtidig bruk. Ett eller to av disse anleggene vil bli reinstallert i løpet av 2020. Disse anleggene vil ikke være en integrert del av skipets drift.

[115] NMVOC = non-methane volatile organic compounds (flyktige organiske forbindelser utenom metan)
[116] Passiv reduksjonsteknologi: KVOC (Knutsen OAS) alene eller i kombinasjon med økt tanktrykk.
[117] KVOC reduserer VOC-utslippene ved å øke diameteren på tilførselsrørene for å unngå at lave trykk i rørsystemet om bord på skipet gjør at oljen koker og VOC-gasser dannes.

Dagens virkemidler

Utslipp av NMVOC fra råoljelasting er ikke underlagt CO_2-avgift i dag. Utslippene har siden 2002 blitt regulert gjennom en utslippsgrense fastsatt i operatørenes tillatelser etter forurensningsloven. Kravstillingen åpner for at operatørene kan samarbeide om utslippsreduksjoner, ved at utslippsgrensen anses å være oppfylt så fremt gjennomsnittlig utslipp ved alle lastepunktene på sokkelen ligger under den fastsatte grensen. Operatørene har etablert det såkalte VOC Industrisamarbeidet (VOCIC) for å sikre at kravene til VOC-utslipp under lasting av råolje overholdes. VOCIC finansierer tiltak og besørger også felles årlig utslippsrapportering til Miljødirektoratet. På denne måten reduseres de samlede kostnadene for bransjen som helhet. I henhold til innrapporterte kostnads- og utslippstall fra VOCIC, har kostnadene ved å overholde dagens utslippskrav ligget på ca. 1 600 kr/tonn CO_2-ekvivalenter (GWP_{100}) de siste årene.

Tiltak som til nå er gjennomført for å overholde krav i tillatelsene etter forurensningsloven, har bidratt sterkt til oppfyllelse av utslippstaket for NMVOC som er fastsatt under Gøteborgprotokollen.

Utslippsframskrivingene og utslippsreduksjonspotensial

Årlig utslipp av NMVOC fra skytteltankere har de siste årene ligget på 20 000 - 25 000 tonn, som tilsvarer ca. 50 prosent av det utslippene ville vært uten gjenvinningsteknologi på noen av skipene. Utslippsframskrivingene antar en forholdsvis stor nedgang i utslippene av NMVOC og metan fra oljelasting i perioden fram mot 2030. Det er i tiltaket lagt til grunn at denne nedgangen innebærer en halvering av bøyelastet volum til 2030, og at man bare trenger ca. ti skip i 2030. Årlig utslippsreduksjon per skip er beregnet til ca. 9 500 tonn CO_2-ekvivalenter.

Tiltakskostnad

Tiltakskostnaden inkluderer kun merkostnader ved gjennomføring av tiltak utover referansebanen, det vil si at kostnader som uansett vil påløpe for å holde utslippene innenfor utslippskravene, ikke inngår (se *Dagens Virkemidler* over). Basert på informasjon fra VOCIC, har vi anslått merkostnaden per skip til 200 millioner kroner. Årlig merkostnad for å drifte anleggene er beregnet til om lag 8 millioner kroner. Årlig gjenvunnet VOC per skip (dvs. energibesparelse som følge av redusert forbruk av MGO) er basert på en gjennomsnittlig netto gjenvinning av 60 tonn LVOC[118] per lastesekvens. Basert på disse antagelsene gir analysen en tiltakskostnad i kategorien 500-1500 kr/tonn CO_2-ekvivalent.

Usikkerhet

De viktigste kildene til usikkerhet er:

- Det er stor usikkerhet i aktivitetsnivået på norsk sokkel fram mot 2030, og dermed hvor mange oljelaster som vil bli transportert til land per skip og hvor mange skip som trengs. VOCIC sine prognoser tilsier vesentlig flere skip enn det som er antatt i denne analysen.
- Prisen for LVOC er satt lik pris for MGO. På grunn av usikkerhet knyttet til egnethet og virkningsgrad opplyser VOCIC om at LVOC vil bli priset lavere enn MGO i privatrettslige kontrakter mellom VOCIC og rederne/befrakterne.
- At det er benyttet én pris for MGO i perioden. Framtidige priser på MGO vil påvirke kostnadsbesparelsen ved overgang fra bruk av MGO til å utnytte VOC som drivstoff. Dersom man legger til grunn MGO-priser som er 50 prosent lavere enn forutsatt, vil dette gi en tiltakskostnad på ca. 1 200 kr/tonn CO_2-ekvivalenter Tilsvarende vil en økning i MGO-priser på 50 prosent gi en tiltakskostnad på rundt 900 kr/tonn CO_2-ekvivalenter
- At noen av skipene er innleid på kortsiktige kontrakter og kan bli tatt ut av drift på norsk sokkel tidligere enn antatt
- Utfasing av skip på grunn av alder

[118] LVOC = liquified VOC (kondensat)

Barrierer

Kostnader

Hovedbarrieren for å få utløst tiltaket er økte investeringskostnader og økte driftskostnader for aktiv reduksjonsteknologi sammenlignet med passiv teknologi.

Mulige virkemidler

Tiltaket kan utløses ved å innføre strengere virkemidler for reduksjon av NMVOC rettet mot petroleumssektoren. Det kan også bli nødvendig å redusere utslippene på sokkelen som følge av innskjerping av forpliktelsen etter Gøteborgprotokollen.

Direkteregulering - innskjerping av utslippsgrense etter forurensningsloven

Tiltaket kan utløses ved å innskjerpe gjeldende utslippsgrense i medhold av forurensningsloven. En slik innskjerping innebærer at utslippsgrensen blir strengere enn det som til nå har vært ansett som beste tilgjengelige teknikker (BAT) for lasting av råolje på norsk sokkel (dvs. 0,45 kilo NMVOC/Sm^3 lastet råolje). Kravstillingen bør være langsiktig og forutsigbar for å gi operatørene/VOCIC og rederne rimelig tid og mulighet til å innrette seg. Dette hensynet kan for eksempel ivaretas ved en gradvis innskjerping av utslippsgrensen fram mot 2030 gjennom en nedtrappingsplan. Gode erfaringer med dagens regulering tilsier at prinsippet med felles gjennomføring bør vurderes videreført ved innskjerping av utslippsgrensen.

I tillegg til krav rettet mot petroleumsvirksomheten etter forurensningsloven, kan det vurderes om det kan stilles krav etter skipssikkerhetsloven om at alle skip som skal operere på norsk sokkel skal ha VOC-anlegg med aktiv reduksjonsteknologi. Kravene vil da kunne rettes mot rederne, og ikke mot operatørene av lastepunktet slik tilfellet er i dag. Implementering og konsekvenser av denne type virkemiddel må i så fall utredes nærmere med hensyn til ansvarsforhold, styringseffektivitet, kostnadseffektivitet, sanksjonsmuligheter, osv.

Økonomisk – CO_2-avgift

Et mulig alternativ til innstramming av utslippsgrenser er innføring av en avgift tilsvarende som på sokkelen ("metanavgiften"). En slik avgift må være høy for at tiltaket skal utløses. Miljødirektoratet har beregnet at tiltaket er privatøkonomisk lønnsomt med en flat CO_2-avgift i overkant av 3 000 kr/tonn CO_2-ekvivalenter, gitt et avkastningskrav på 15 prosent. For å kunne innføre en avgift bør det være etablert et pålitelig måleregime. Dette ville innebære administrative kostnader.

Konsekvenser

Tiltaket vil ha økonomiske konsekvenser for operatørene gjennom merkostnaden ved investering og drift av VOC-gjenvinningsanleggene. Tiltaket vurderes å kunne ha en positiv helseeffekt forbundet med redusert eksponering for NMVOC (bl.a. benzen) om bord på skipene. Dette er ikke kvantifisert.

Referanser

[1] VOC Industrisamarbeidet (VOCIC). NMVOC utslipp bøyelasting norsk sokkel. Årsrapport 2018.

P02 Reduksjon av utslipp av metan og NMVOC fra kaldventilering offshore

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Utslippsreduksjon (mill. tonn CO_2-ekv.)	0,02	0,08	0,11	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	**0,12**
Utslippsreduksjon 2021-2030	**1,16 millioner tonn CO_2-ekv.**										
Kostnadskategori	**< 500, 500–1500 og > 1500 kr/tonn CO_2-ekv.**										

Beskrivelse av tiltaket

Tiltaket er et samletiltak og omfatter driftsoptimalisering, installasjon av utstyr for å sende avgasser (metan og NMVOC) fra ulike kilder i retur til prosessen (gjenvinning) eller til fakkel hvor avgassen brennes i stedet for å ventileres direkte ut til atmosfæren (dvs. kaldventilering). Tiltaket er basert på opplysninger fra operatørene.

For hvert enkelt tiltak som er vurdert av operatørene, er det beregnet utslippsreduksjonspotensial, samfunnsøkonomiske og privatøkonomiske kostnader basert på informasjon om investeringskostnader, driftskostnader, utslippsreduksjoner og levetid. Basert på prisantagelser og mengde gjenvunnet gass, er det beregnet årlige besparelser. For tilfeller hvor ulike tiltak er vurdert som en mulig løsning for å redusere samme utslippskilde, er tiltaket som gir lavest samfunnsøkonomisk tiltakskostnad inkludert i reduksjonspotensialet. Flere tiltak er utelatt fra analysen på grunn av at de er teknisk umulige å gjennomføre eller at utslippsreduksjonen er liten i forhold til investeringskostnaden.

Vi har lagt til grunn at enkelttiltakene som inngår i dette samletiltaket fases inn slik at hvert tiltak starter opp i det året som virksomhetene angir som "tidligste implementeringsår". Siste året av tiltakets levetid er satt til året feltet er planlagt nedstengt.

Bakgrunn

Det ble i 2014-2016 gjennomført en kartleggingsstudie [1] av direkteutslipp (kaldventilering og diffuse utslipp) fra petroleumsvirksomheten på norsk sokkel i regi av Miljødirektoratet. Kartleggingsstudien ble gjennomført i nært samarbeid med bransjen og myndighetene (Miljødirektoratet, Oljedirektoratet og Petroleumstilsynet). Studien viser at det er teknisk mulig å gjenvinne tilnærmet all avgass som kaldventileres, og at løsningen allerede er implementert på mange innretninger. For eksisterende innretninger vil kostnadsnivået ved slike tiltak variere betydelig fra prosjekt til prosjekt. Ved å tilrettelegge for gjenvinningstiltak i designfasen, vil utslippene av metan og NMVOC fra nye innretninger kunne reduseres vesentlig til lavere kostnader. Men, det kan være innretningsspesifikke unntak. For nye innretninger vurderes gjenvinning å være beste tilgjengelige teknikker (BAT).

Dagens virkemidler

Ca. 75 prosent av kildene til kaldventilering er omfattet av CO_2-avgift i dag [2]. Avgiftssatsen på naturgass som slippes ut til luft på sokkelen er 7,41 kroner per Sm^3 i 2019.

Direkteutslipp av metan og NMVOC (kaldventilering og diffuse utslipp) reguleres i dag gjennom utslippsgrenser fastsatt i tillatelser etter forurensningsloven for nye og eksisterende felt. Utslippsgrensene skal som hovedregel være basert på BAT, og vil variere fra felt til felt basert på hva som er sikkerhetsmessig, teknisk og økonomisk gjennomførbart, herunder feltlevetid.

Referansebanen og utslippsreduksjonspotensial

Studien i 2014-2016 har resultert i ny metodikk for kvantifisering av utslippene av metan og NMVOC fra kaldventilering [1], [2]. Ny metodikk ble tatt i bruk fra og med 2018 (dvs. for rapporteringsåret 2017) og har medført en betydelig nedgang i rapporterte utslipp av metan og en viss nedgang for NMVOC sammenlignet med tidligere år. Utslippene fra kaldventilering utgjorde 28 prosent av de ikke-kvotepliktige utslippene i petroleumssektoren i 2018. Dette er nærmere utdypet i kapittel 9.3.

Tiltakskostnad

I etterkant av studien i 2014–2016 har operatørene utredet muligheter for å redusere direkteutslipp av metan og NMVOC fra egne innretninger. Utredninger ble gjennomført i 2016 og oppdatert i 2019. Utredningene er basert på ny metodikk for bestemmelse av utslippene av metan og NMVOC, det vil si anbefalte kvantifiseringsmetoder i Norsk olje og gass sine retningslinjer for utslippsrapportering [2].

Operatørene har beregnet kostnader og reduksjonspotensial. Tiltakene som er utredet omfatter driftsoptimalisering, gjenvinning og brenning av gass i fakkel. For driftsoptimalisering og gjenvinning er det tatt hensyn til besparelsen som ligger i at økt gassvolum kan selges. Ved brenning i fakkel er det tatt hensyn til at det totale CO_2-utslippet øker ved gjennomføring av tiltaket. Det er forutsatt at ombygging av rørsystemer og andre produksjonselementer bare kan skje under driftsstans på grunn av sikkerhetsmessige forhold.

Basert på operatørenes oppdaterte tiltaksutredninger i 2019, er det for perioden 2021-2030 identifisert et reduksjonspotensial på om lag 0,74 millioner tonn i kategorien under 500 kr/tonn CO_2-ekvivalenter, 0,23 millioner tonn i kategorien 500-1500 kr/tonn CO_2-ekvivalenter og 0,19 millioner tonn i kategorien over 1 500 tonn CO_2-ekvivalenter.

Usikkerhet

Kilder til usikkerhet:

- Kostnadsanslagene for gjennomføring av tiltak på den enkelte innretning er basert på estimater
- Tiltakets levetid avhenger av innfasing og feltets/innretningens levetid, som begge er usikre
- Gasspriser og årlig besparelse som ligger i gjenvunnet gass
- Det kan være kostnader som ikke fanges opp i kostnadskalkylen, og dermed bidrar til at lønnsomheten i tiltakene overvurderes, for eksempel kostnader knyttet til midlertidig driftsstans
- I analysen er det for hele perioden brukt en fast kvotepris, CO_2-avgift på naturgass som slippes til luft og CO_2-avgift på naturgass som forbrennes (2019-priser). Eventuelle endringer i priser vil påvirke kostnadsbesparelsen.
- Reduksjonspotensialet – det er høyest usikkerhet knyttet utslippsreduksjonene som gjelder driftsoptimalisering, fordi disse reduksjonene er basert på estimerte utslippsmengder som er mer usikre enn for eksempel gass som gjenvinnes til prosess eller sendes til fakkel

I tiltaksanalysen vil investeringskostnader og levetid være de faktorene som påvirker tiltakskostnaden mest.

Barrierer

Kostnads- og sikkerhetsbarrierer

De viktigste barrierene for tiltaket er kostnader, sikkerhetsmessige og tekniske forhold. Størrelsen på utslippene varierer mye fra kilde til kilde og fra innretning til innretning, og har stor påvirkning på investerings- og tiltakskostnaden på den enkelte innretning. Det samme har innretningens levetid. Tiltak som krever kaldt anlegg, vil tidligst kunne gjennomføres i forbindelse med en revisjonsstans. For noen av kildene vil sikkerhet og tekniske forhold være avgjørende for om tiltak kan gjennomføres eller ikke, som for eksempel at det ikke er teknisk mulig å rute gassen til fakkel på grunn av for høyt fakkeltrykk, eller at det ikke er mulig å gjenvinne gassen til prosess på grunn av høyt oksygeninnhold.

Atferds- og regulatoriske barrierer

Prioriteringer og konkurranse med andre prosjekter, begrensninger knyttet til hvor mange prosjekter som kan gjennomføres hvert år på en offshoreinnretning og at tiltak må gjennomføres under driftsstans, kan være mulige årsaker til at tiltak som framstår som privatøkonomisk lønnsomme med den kalkulasjonsrenten vi har benyttet (15 %), ikke blir utløst i dag. En annen årsak kan være at beslutning om eventuelle tiltak baseres på CO_2-avgiftens størrelse, dagens klimapolitikk og forventninger om framtidig klimapolitikk.

Mulige virkemidler

Økonomisk – økt CO_2-avgift

I våre beregninger framstår flere enkelttiltak som privatøkonomisk lønnsomme med dagens nivå på CO_2-avgiften. Årsaken til at disse tiltakene likevel ikke er gjennomført, kan være at beregningene i vår analyse ikke fanger opp alle kostnadene, for eksempel kostnader knyttet til midlertidig driftsstans, HMS-risiko eller personell. Det kan også være barrierer utover prissatte kostnader som spiller inn på aktørenes tilpasning, og det er derfor ikke gitt at avgiften vil utløse disse tiltakene. En annen årsak kan være at dagens avgiftsnivå kun har virket siden 2017 og at gjennomføring av tiltak krever lang planlegging for å kunne utløses, og at tiltak må gjennomføres under driftsstans.

Våre analyser indikerer svært varierende kostnader ved å gjennomføre tiltakene. Ca. 50 prosent av reduksjonspotensialet kommer fra enkelttiltak som er privatøkonomisk og samfunnsøkonomisk lønnsomme allerede i dag. Av tiltakene som ikke er privatøkonomisk lønnsomme i dag, og som har en tiltakskostnad over 1500 kr, vil en avgift i størrelsesorden 70 kr/Sm^3 gjøre disse tiltakene lønnsomme gitt forutsetningene i analysen. Dette utgjør ca. 30 prosent av det totale reduksjonspotensialet. Tilsvarende ville avgiften vært i størrelsesorden 800 kr/Sm^3 dersom alle tiltakene som er utredet skulle blitt vurdert som lønnsomme for aktørene. En økning av CO_2-avgiften, vil kunne utløse flere tiltak.

Direkteregulering – innskjerping av utslippsgrenser for metan og NMVOC

Reduksjonspotensialet som er identifisert for offshore, kan utløses ved å innskjerpe gjeldende utslippsgrenser for metan og NMVOC i tillatelser i medhold av forurensningsloven dersom tiltakene er sikkerhetsmessig, teknisk og økonomisk gjennomførbare når det tas hensyn til gjenværende levetid for felt/innretninger. Innskjerping av utslippsgrenser kan være aktuelt i tilfeller der lønnsomme tiltak ikke utløses. Ved en innskjerping av utslippsgrenser gis operatørene rimelig tid og mulighet til å innrette seg etter nye utslippsgrenser for bl.a. å kunne tilpasse tiltaksgjennomføring til planlagte revisjonsstanser.

Miljødirektoratet kan fastsette utslippsgrenser som er strengere enn BAT for å oppfylle nasjonale mål og internasjonale forpliktelser, eller dersom det foreligger andre særlige grunner for dette ut fra en helhetlig vurdering av fordeler og ulemper ved tiltaket.

Krav om klimaledelse

I tillatelser i medhold av forurensningsloven er det stilt krav om etablering av system for energiledelse, jamfør HMS-forskriftene (aktivitetsforskriften § 61a). Kravet innebærer at operatørene skal ha en kontinuerlig, systematisk og målrettet vurdering av tiltak som kan iverksettes for å oppnå en mest mulig energieffektiv produksjon og drift.

Innføring av krav om klimaledelse etter samme prinsipp som energiledelse kan, i kombinasjon med andre virkemidler som CO_2-avgift, bidra til økt oppmerksomhet og bevisstgjøring om egne utslipp og tiltaksmuligheter, og at privatøkonomiske lønnsomme tiltak blir utløst. Norsk standard for energiledelse (NS ISO 50 001:2018) vil være et egnet verktøy for å etablere handlingsplaner og mål for reduksjon av metan og NMVOC fra kaldventilering på den enkelte innretning.

For å sikre at krav om klimaledelse følges opp, kan det stilles krav om årlig rapportering til forurensningsmyndigheten om hvilke klimatiltak som er gjennomført, hvilke utslippsreduksjoner som er oppnådd, samt hvilke tiltak som er besluttet. Årlig rapportering til Miljødirektoratet om gjennomførte

energieffektiviseringstiltak og oppnådde CO_2-reduksjoner, er etablert for felt i drift på norsk sokkel i dag. Operatørene rapporterer også om besluttede klimatiltak. Dette inkluderer tiltak for å redusere utslipp fra kaldventilering. Sektoren er således godt i gang med å kartlegge egne utslipp og tiltaksmuligheter. Et krav om klimaledelse vil kunne innebære at virksomhetene må sette et mål for reduksjon av klimagassutslipp. Et slikt mål vil kunne bidra til at tiltak vurderes kontinuerlig og at utredede tiltak gjennomføres.

Krav om vurderinger av klimatiltak ved større modifikasjoner

I tillatelsene etter forurensningsloven framgår det at virksomhetene plikter å redusere forurensning så langt som mulig uten urimelige kostnader, og at utskifting av utstyr må tilfredsstille prinsippet om bruk av BAT.

Dette vilkåret kan utvides og presiseres slik at virksomhetene ved større modifikasjoner blir forpliktet til å vurdere om tilgjengelige klimatiltak kan implementeres uten vesentlig ekstrakostnad, samt at de plikter å legge til rette for at mer klimavennlige løsninger kan tas i bruk når disse blir tilgjengelige. Vurderingene kan inngå i system for klimaledelse.

Konsekvenser

Tiltak som reduserer kaldventilering vil også ha positive helsemessige effekter for arbeidsmiljøet om bord på innretningene fordi tiltakene reduserer arbeidstakernes eksponering for NMVOC, herunder benzen.

Det er stor internasjonal oppmerksomhet om utslippene av metan fra petroleumsvirksomheten. Tiltak som reduserer kaldventilering på norsk sokkel, vil derfor virke positivt på bransjens omdømme.

Referanser

[1] Miljødirektoratet (2016). Kaldventilering og diffuse utslipp fra petroleumsvirksomheten på norsk sokkel, M-509, M-510, M-511, M-512, M-513 og M-514.

[2] Norsk olje og gass. 044 Anbefalte retningslinjer for utslippsrapportering, ver16 2018 vedlegg B.

P03 Reduksjon av utslipp av metan og NMVOC fra petroleumsanlegg på land

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Utslippsreduksjon (mill. tonn CO_2-ekv.)	0,005	0,006	0,006	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	**0,03**
Utslippsreduksjon 2021-2030	**0,23 millioner tonn CO_2-ekv.**										
Kostnadskategori	**< 500, 500-1500 og > 1500 kr/tonn CO_2-ekv.**										

Beskrivelse av tiltaket

Tiltaket er et samletiltak og omfatter bl.a. vedlikehold, driftsoptimalisering, gjenvinningsløsninger og reduksjonstiltak knyttet til lagring og lasting av råolje og petroleumsprodukter. Tiltaket er basert på opplysninger fra landanleggene.

For hvert av enkelttiltakene er det beregnet utslippsreduksjonspotensial, samfunnsøkonomiske og privatøkonomiske kostnader. Beregningene er basert på informasjon fra virksomhetene om investeringskostnader, driftskostnader, utslippsreduksjoner og levetid. For tilfeller hvor ulike tiltak er vurdert som en mulig løsning for å redusere samme utslippskilde, er tiltaket som gir lavest samfunnsøkonomisk tiltakskostnad inkludert i reduksjonspotensialet. Flere tiltak er utelatt fra analysen på grunn av for manglende datagrunnlag eller at utslippsreduksjonen er liten i forhold til investeringskostnaden.

Vi har lagt til grunn at enkelttiltakene som inngår i dette samletiltaket fases inn slik at hvert tiltak starter opp i det året som virksomhetene angir som "tidligste implementeringsår". Siste året av tiltakets levetid er satt til å være året anlegget er planlagt nedstengt.

Bakgrunn

Landanleggene har i 2019, etter pålegg fra Miljødirektoratet, utredet muligheter for å redusere utslippene av metan og NMVOC. Hovedkildene til utslipp av metan og NMVOC fra landanleggene er prosessutslipp (punktutslipp og diffuse utslipp), lasting av råolje og petroleumsprodukter, avdampning fra tankanlegg og uforbrente utslipp fra turbiner, kjeler og fakler.

Petroleumsanleggene på land er omfattet av BAT-referansedokumentet (BREF) for olje- og gassraffinerier, og skal derfor forholde seg til BAT-konklusjonene gitt i "Decision 2014/738/EU" datert 9. oktober 2014. I mange tilfeller kan det være teknisk mulig å oppnå større utslippsreduksjoner enn det som følger av BAT-konklusjonene. Samletiltaket omfatter også tiltak som gjennomføres for å oppfylle BAT-krav i " Decision 2014/738/EU", men som ikke er inkludert i referansebanen.

Referansebanen og utslippsreduksjonspotensial

Petroleumssektoren omfatter i denne sammenheng mottaks- og behandlingsanlegg på land, det vil si Gasscos anlegg på Kollsnes, Kårstø og Nyhamna, Equinors LNG-anlegg på Melkøya, Sture-terminalen og oljeterminalen på Mongstad. Dette tilsvarer sektoren "Olje og gassutvinning" i det nasjonale utslippsregnskapet. Tiltaksmuligheter ved de to oljeraffineriene Equinor Mongstad og Esso-Slagentangen, som inngår i sektoren "Industri og bergverk", er av praktiske årsaker inkludert i tiltaksarket for petroleumsanlegg på land.

Grunnlaget for kvantifisering og rapportering av utslipp av metan og NMVOC fra landanleggene, har til nå i hovedsak vært basert på målekampanjer på anleggene. I løpet av de siste årene har imidlertid alternative måle- og beregningsmetoder blitt prøvd ut. Disse metodene har gjennomgående gitt et lavere utslippsestimat enn det som tidligere har blitt rapportert fra målekampanjer, uten at det har blitt entydig klarlagt hva som er årsaken til dette [1],

[2]. Mange av landanleggene har fra og med 2018 benyttet alternative måle- og beregningsmetoder (dvs. kildespesifikke beregningsmetoder) for bestemmelse av punktutslipp og diffuse utslipp. Dette gjelder eksempelvis lagertanker, vannrenseanlegg, kompressortetninger og MEG-regenereringsanlegg.

VOC-utslipp (punktutslipp og diffuse utslipp) fra petroleumsanlegg på land er vanskelig å kvantifisere og det er derfor betydelig usikkerhet knyttet til rapporterte utslippstall. EU har derfor satt i gang et arbeid med å få på plass en VOC-målestandard som er forventet å foreligge i 2021. Standarden tar utgangspunktet i metoder for deteksjon og kvantifisering som er angitt i BREF for olje- og gassraffinerier.

Tiltakskostnad

Tiltaksutredningene fra landanleggene er i hovedsak basert på kildespesifikke beregningsmetoder. For kilder som er sammenlignbare med kilder på offshore innretninger, er det benyttet anbefalte metoder i Norsk olje og gass sine retningslinjer for utslippsrapportering [3].

Landanleggene har beregnet kostnader og reduksjonspotensial. Tiltakene som er utredet omfatter bl.a. vedlikehold, driftsoptimalisering, gjenvinning av gass som damper av fra prosesser, gjenvinningstiltak knyttet til lasting av råolje og petroleumsprodukter, oppgradering av lagertanker og modifikasjon/lukking av fakkelsystem. Det er forutsatt at ombygginger og modifikasjoner bare skjer i forbindelse med planlagte revisjonsstanser. Teknisk levetid er basert på antall år mellom tidigste implementeringsår og anleggets antatte levetid. Miljødirektoratet har lagt til grunn at tiltakene i dette samletiltaket fases inn slik at hvert tiltak starter opp i det året virksomhetene angir som "tidligste implementeringsår".

Basert på landanleggenes tiltaksutredninger er det for perioden 2021-2030 identifisert et reduksjonspotensial på om lag 0,06 millioner tonn i kategorien under 500 kr/tonn CO_2-ekvivalenter, 0,05 millioner tonn i kategorien 500-1500 kr/tonn CO_2-ekvivalenter og 0,12 millioner tonn i kategorien over 1500 tonn CO_2-ekvivalenter.

Usikkerhet

Kilder til usikkerhet:

- Kostnadsanslagene for gjennomføring av tiltak på det enkelte anlegg er basert på estimater med høy usikkerhet
- Det er i analysen antatt at virksomhetene har beregnet en eventuell besparelse inn i driftskostnadene. Det er usikkert hvordan disse besparelsene er beregnet og hvilken besparelse som ligger i gjenvunnet gass.
- Tiltakets levetid avhenger av innfasing og anleggets levetid, som begge er usikre
- Det kan være kostnader som ikke fanges opp i kostnadsanalysen, og dermed bidrar til at lønnsomheten i tiltakene overvurderes, for eksempel kostnader knyttet til midlertidig driftsstans.
- Reduksjonspotensialet har stor usikkerhet.
- Måle- og beregningsmetodene som er benyttet har stor usikkerhet

Dagens virkemidler

Utslipp av metan og NMVOC (punktutslipp og diffuse utslipp) reguleres gjennom utslippsgrenser fastsatt i tillatelser etter forurensningsloven. Utslippsgrenser skal som hovedregel være basert på beste tilgjengelige teknikker (BAT), og vil variere fra anlegg til anlegg basert på hva som er sikkerhetsmessig, teknisk og økonomiske gjennomførbart. Landanleggene er ikke underlagt CO_2-avgift ("metanavgiften" på sokkelen) i dag, med unntak av Hammerfest LNG.

Barrierer

Kostnadsbarrierer

De viktigste barrierene for tiltaket er kostnader, sikkerhetsmessige og tekniske forhold. Størrelsen på utslippene varierer mye fra kilde til kilde og fra anlegg til anlegg, og har stor påvirkning på tiltakskostnaden. Tiltak som krever kaldt anlegg, vil tidligst kunne gjennomføres i forbindelse med en revisjonsstans. For noen av kildene vil tekniske og sikkerhetsmessige forhold være avgjørende for om tiltaket kan gjennomføres eller ikke.

For eksisterende anlegg vil kostnadsnivået ved implementering av utslippsreduserende tiltak variere betydelig fra anlegg til anlegg. Ved å fokusere på prosessoptimalisering og gjenvinningstiltak i designfasen, vil utslippene av metan og NMVOC fra nye anlegg/nye prosessenheter kunne reduseres til lavere kostnader.

Atferds- og regulatoriske barrierer

Prioriteringer og konkurranse med andre prosjekter, i tillegg til at revisjonsstansene har begrenset varighet, kan gjøre at tiltak som oppfyller lønnsomhetskrav ikke blir utløst. En annen årsak kan være at beslutning om eventuelle tiltak baseres på dagens klimapolitikk og forventninger om framtidig klimapolitikk.

Mulige virkemidler

Direkteregulering – innskjerping av utslippsgrenser for metan og NMVOC

Reduksjonspotensialet som er identifisert for landanleggene, kan utløses ved å innskjerpe gjeldende utslippsgrenser for metan og NMVOC i tillatelser i medhold av forurensningsloven dersom tiltakene er sikkerhetsmessig, teknisk og økonomisk gjennomførbare. Ved en innskjerping av utslippsgrenser gis anleggene rimelig tid og mulighet til å innrette seg etter nye utslippsgrenser for bl.a. å kunne tilpasse tiltaksgjennomføring til planlagte revisjonsstanser.

Miljødirektoratet kan fastsette utslippsgrenser som er strengere enn BAT for å oppfylle nasjonale mål og internasjonale forpliktelser, eller dersom det foreligger andre særlige grunner for dette ut fra en helhetlig vurdering av fordeler og ulemper ved tiltaket.

Krav om klimaledelse

I tillatelser i medhold av forurensningsloven er det stilt krav om etablering av system for energiledelse. Dette innebærer at landanleggene skal ha en kontinuerlig, systematisk og målrettet vurdering av tiltak som kan iverksettes for å oppnå en mest mulig energieffektiv produksjon og drift.

Innføring av krav om klimaledelse etter samme prinsipp som energiledelse kan, i kombinasjon med andre virkemidler, bidra til økt oppmerksomhet og bevisstgjøring om egne utslipp og tiltaksmuligheter, og at privatøkonomiske lønnsomme tiltak blir utløst. Norsk standard for energiledelse (NS ISO 50 001:2018) vil være et egnet verktøy for å etablere handlingsplaner og mål for reduksjon av utslipp av metan og NMVOC fra det enkelte landanlegg.

For å sikre at krav om klimaledelse følges opp, kan det stilles krav om årlig rapportering til forurensningsmyndigheten om hvilke klimatiltak som er gjennomført, hvilke utslippsreduksjoner som er oppnådd, samt hvilke tiltak som er besluttet. Landbaserte petroleumsanlegg har i dag ingen slik rapportering. Denne rapporteringen kan inngå som en del av egenkontrollrapporteringen.

Krav om vurderinger av klimatiltak ved større modifikasjoner

I tillatelsene etter forurensningsloven framgår det at virksomhetene plikter å redusere forurensning så langt som mulig uten urimelige kostnader, og at utskifting av utstyr må tilfredsstille prinsippet om bruk av BAT.

Dette vilkåret kan utvides og presiseres slik at virksomhetene ved større modifikasjoner blir forpliktet til å vurdere om tilgjengelige klimatiltak kan implementeres uten vesentlig ekstrakostnad, samt at de plikter å legge til rette for at mer klimavennlige løsninger kan tas i bruk når disse blir tilgjengelige. Vurderingene kan inngå i system for klimaledelse.

Økonomisk – innføring av CO_2-avgift

Direkteutslipp av metan og NMVOC fra landanleggene er ikke underlagt CO_2-avgift ("metanavgift") i dag, med unntak av utslippene fra Hammerfest LNG. Pågående arbeid med implementering av måle- og beregningsprogram i samsvar med BAT og standardisering av metoder vil redusere usikkerheten i målte og/eller beregnede utslipp, slik at det på

sikt vil være mulig å innføre en avgift for punktutslipp som lar seg kvantifisere med rimelig nøyaktighet. Innføring av avgift vil i tillegg til å utløse tiltak også være et insentiv til å bestemme utslippene mer nøyaktig.

Konsekvenser

Tiltak som reduserer punktutslipp og diffuse utslipp vil også ha positive helsemessige effekter på arbeidsmiljøet på anleggene fordi tiltakene reduserer arbeidstakernes eksponering for NMVOC, herunder benzen.

Det er stort internasjonal oppmerksomhet om utslipp av metan fra petroleumsvirksomheten. Tiltak som reduserer punktutslipp og diffuse utslipp av metan og NMVOC, vil derfor virke positivt på bransjens omdømme.

Referanser

[1] add novatech AS (2016). Kaldventilering og diffuse utslipp fra petroleumsvirksomheten på land. Kartlegging av utslippskilder og gjennomgang av måle- og beregningsmetoder. Rapport M-650|2016. Oppdragsrapport for Miljødirektoratet.

[2] add novatech AS (2017). Ikke-kvotepliktige utslipp av klimagasser. Kartlegging av måle- og beregningsmetoder for punkt-/prosessutslipp av VOC fra norske oljeraffinerier. Rapport M-874|2017.

[3] Norsk olje og gass. Retningslinje 044 ver16 2018 vedlegg B.

Tiltaksark: Andre tiltak

E04 Erstatte bruk av olje og gass i fjernvarme med fornybar energi

Politisk føring:

Forbud mot bruk av fossil olje til oppvarming av bygg gjelder fra 01.01.2020. Fjernvarmeanlegg med installert effekt opp til 1 MW er inkludert i dette forbudet.

I Klimameldingen fra 2017 [1] står det at: Regjeringen vil *"utrede mulighetene for reduksjon av utslipp fra bruk av mineralolje i fjernvarme til oppvarming av bygninger".*

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Utslippsreduksjon (mill. tonn CO_2-ekv.) – kjeler til grunnlast og spisslast	0,006	0,012	0,019	0,019	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
Utslippsreduksjon 2021-2030	**0,188 millioner tonn CO_2-ekv.**										
Kostnadskategori	**Ikke beregnet, da vi antar at dette skjer uten bruk av ytterligere virkemidler**										
Utslippsreduksjon (mill. tonn CO_2-ekv.) – kjeler til reservelast	-	-	-	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Utslippsreduksjon 2021-2030	**0,017 millioner tonn CO_2-ekv.**										
Kostnadskategori	**> 1500 kr/tonn CO_2-ekv.**										

Beskrivelse av tiltaket

Med fjernvarme menes her produksjon, overføring og fordeling av varmtvann eller annen varmebærer til eksterne forbrukere, som definert i energiloven. Fjernvarmeanlegg med installert effekt over 20 MW (inkludert reservelast, men unntatt biokjeler og alle kjeler under 3 MW) er med i kvotemarkedet, og er dermed ikke inkludert i dette tiltaket. Fjernvarmestatistikken fra SSB [2] omfatter fjernvarmeanlegg med installert effekt over 1 MW, og forbudet mot bruk av fossil fyringsolje gjelder fjernvarmeanlegg med installert effekt opp til 1 MW. Med bakgrunn i dette omfatter dette tiltaket fjernvarmeanlegg med installert effekt over 1 MW som ikke er med i kvotemarkedet.

I produksjon av fjernvarme brukes fossil olje og gass i dag stort sett bare til spisslast og reservelast. Spisslast er den energikilden man bruker i tillegg til grunnlasten på de kaldeste dagene, da man har behov for ekstra effekt for å produsere nok varme. Reservelast er energikilder som vanligvis ikke er i bruk, men som står klare til å ta over dersom det skulle skje noe med de kjelene man vanligvis bruker. Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) pålegger fjernvarmekonsesjonærer å ha slik reservelast tilgjengelig, og det skal være nok reservelast til å dekke behovet dersom den største kjelen er ute av drift.

Fossil olje og gass er velegnet som både spiss- og reservelast. Man trenger mye effekt tilgjengelig, og kjelene som brukes har relativt lav investeringskostnad per MW installert. Ettersom energiproduksjonen fra spiss- og reservelast er relativt lav tåler man en høyere brenselspris.

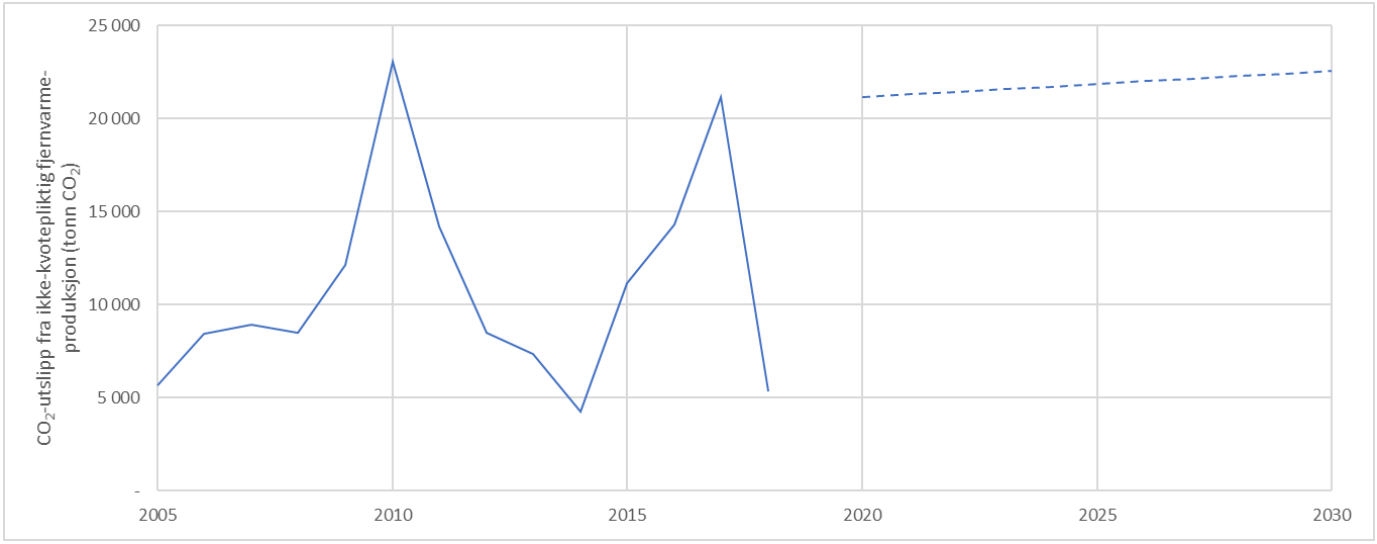
Tiltaket vil innebære at fjernvarmeaktørene slutter å bruke fossil olje og gass til produksjon av fjernvarme, som både grunnlast, spisslast og reservelast. De fossile energivarene erstattes med fornybare energivarer.

Dagens virkemidler

Det er i dag noen virkemidler som påvirker bruken av fossilt brensel i fjernvarmeproduksjon. I små fjernvarmeanlegg med installert effekt under 1 MW er det forbud mot å fyre med fossil olje. Dette er antatt å omfatte svært få anlegg, i hovedsak mindre nærvarmeanlegg, som da er likestilt med annen bygningsoppvarming hvor det er forbud mot å fyre med mineralolje fra 1.1.2020. Alle fjernvarmeanlegg med installert effekt over 10 MW må ha konsesjon fra NVE. NVE setter som krav i alle fjernvarmekonsesjoner at konsesjonæren, når NVE krever det, skal dokumentere fornybarandelen i fjernvarmeproduksjonen. Dersom NVE mener at denne er for lav, kan NVE pålegge fjernvarmeaktøren tiltak som øker fornybarandelen. I praksis gir NVE bare fjernvarmekonsesjon til anlegg som har fossile brensler bare til reservelast og eventuelt noe spisslast. Fjernvarmeanlegg med installert effekt over 20 MW er med i EUs kvotemarked, med noen unntak.

Referansebanen og utslippsreduksjonspotensial

Figur T 53 viser referansebanen for utslipp av CO_2 fra ikke-kvotepliktige fjernvarmeanlegg utenom avfallsforbrenning. Her ser vi at det forventes en svak utslippsøkning fra 2017 til 2030. For 2017 er det beregnet 21 150 tonn CO_2 fra ikke-kvotepliktige anlegg, som øker til 22 600 tonn i 2030.[119] Utslipp av metan og lystgass kommer fra avfallshåndtering og er ikke medregnet. Utslippene fra kvotepliktige anlegg var 73 600 tonn i 2017, uten avfallsforbrenning. Referansebanen har dermed ikke forutsatt noen utfasing av fossile brensler.



Figur T 53. Referansebane for klimagassutslipp fra ikke-kvotepliktig fjernvarmeproduksjon ekskl. Avfallsforbrenning.

Bransjeforeningen Norsk Fjernvarme har som mål at medlemmene innen 2020 utelukkende skal bruke CO_2-nøytrale og fornybare energikilder til grunnlast og spisslast i normalår [3]. Dette er også i tråd med selskapenes tilpasning til rammebetingelser og omdømme. Mange selskaper er allerede CO_2-nøytrale i dag, og andre har konkrete planer om en overgang til å bare bruke fornybar energi.

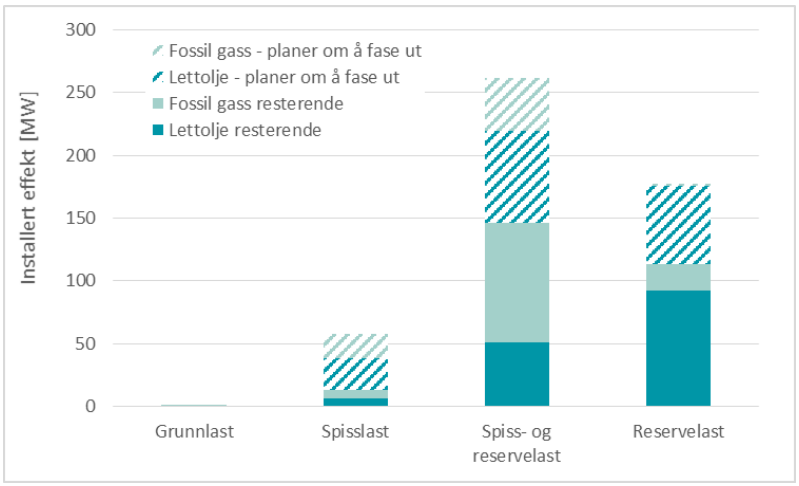
Norsk Energi har i sin kartlegging [4] funnet ni kjeler som er rene spisslastkjeler som bruker fossilt brensel, totalt 58 MW. Det foreligger konkrete planer om å erstatte seks av disse kjelene (45 MW) med fornybar energi. I samme kartlegging fant man 63 kjeler som brukes til kombinert spiss- og reservelast, totalt 261 MW. Av disse er det konkrete planer om å skifte ut 20 kjeler (68 MW) med fornybar energi. I tillegg er ni andre kjeler (48 MW) klargjort for en overgang til bioolje eller biogass.

Basert på dette antas det at utslippene fra ikke-kvotepliktig fjernvarme reduseres fram mot 2023, uten bruk av ytterligere virkemidler. Forbruket av fossile brensler begrenses da til reservelast. Her er det antatt at de årlige utslippene fra 2023 til 2030 holder seg stabilt på 10 prosent av det utslippene var i 2017, det vil si ca. 2 100 tonn CO_2.

[119] Merk at framskrivingen i figuren er justert for en feil i referansebanen mht. inndelingen av utslipp fra fjernvarme i kvotepliktig og ikke-kvotepliktig sektor, hvor det var lagt til grunn en for høy andel ikke-kvotepliktige utslipp.

I arbeidet med barrierer og virkemidler har vi ikke inkludert den overgangen til fornybart som vi regner med vil gå uten ytterligere virkemidler.

Figur T 54 viser hva som er installert av kjeler til forbrenning av fossil gass og lett fyringsolje i ikke-kvotepliktige fjernvarmeanlegg [4]. Som figuren viser, så er det minimalt installert effekt til fossilt brensel som grunnlast, mens det finnes en del ren spisslast som bruker fossilt. Kombinert spiss- og reservelast utgjør hovedvekten av installert effekt til fossilt brensel, med 63 kjeler.



Figur T 54. Installert effekt i kjeler for fossil gass og lett fyringsolje. I kategorien "Planer om å fase ut" ligger både de kjelene der man har planer om å bytte til fornybart brensel, og de kjelene som er forberedt på overgang til bioolje/biogass. Kilde: Norsk Energi (2019) [4].

Med utgangspunkt i bransjens egen ambisjon om å være CO_2-nøytral i grunnlast og spisslast innen 2020, så regner vi her med at alle grunnlastkjeler, rene spisslastkjeler og kombinerte spiss- og reservelastkjeler, konverteres til fornybart brensel uavhengig av dette tiltaket, uten at det er behov for ytterligere virkemidler for å utløse dette. Vår antagelse er at dette skjer gradvis fram til 2023, og at fra da av er alt av grunnlast, ren spisslast og kombinert spiss- og reservelast, fornybar energi.

Mest nærliggende er å erstatte bruk av fossilt brensel med bioolje og biogass, da dette krever få eller ingen investeringer i forbrenningsutstyr. En annen løsning er bruk av akkumulatortank. Da varmer man opp vann når det er ledig kapasitet i grunnlastkilden, og holder dette varmt i tanken til det er behov for å bruke den som spisslast. Man kan også bruke elkjel til spisslast og reservelast. Velger man denne løsningen vil bruken av elkjel skje samtidig som belastningen ellers i kraftnettet er størst, og dermed bidra til at belastningen øker. Noen steder kan dette utløse et behov for å oppgradere kraftnettet, og fjernvarmeaktøren kan bli pålagt å betale anleggsbidrag. Trepulver, pellets med mer er andre muligheter til å dekke behovet for spisslast.

Tiltakskostnad

Kartleggingen fra Norsk Energi [4] viser at bransjen er i ferd med å fase ut fossil energi i spisslast. Derfor ser dette tiltaket bare på kostnadene knyttet til å konvertere ren reservelast til fornybar energi. Reservelast er kjennetegnet ved at det er mye installert effekt som sjelden er i bruk. Bruken av reservelast varierer med flere faktorer. Dette knyttes til fjernvarmeanleggenes størrelse, kjelebestykning i den enkelte varmesentralen og om det er muligheter for oppdekning av varmebehov fra andre varmesentraler i anlegget. Reservelastkjelen brukes når en eller flere grunn- eller spisslastkjeler er ute av drift, enten ved vedlikehold, på grunn av tekniske problemer, eller fordi grunnlastkjelen er overdimensjonert for behovet om sommeren.

Kartleggingen fra Norsk Energi [4] finner 56 rene reservekjeler som bruker fossilt brensel i dag. 46 av disse (155 MW) bruker lett fyringsolje. Det er konkrete planer om å erstatte 19 av disse kjelene (47 MW) med kjeler for fornybart brensel. I tillegg er seks kjeler (30 MW) forberedt på en overgang til bruk av bioolje. Ti kjeler (23 MW) bruker propan (LPG) i dag. En av disse (1,6 MW) er planlagt byttet ut med en elkjel.

Fyringsolje kan erstattes med biofyringsolje, men biofyringsolje leveres i ulike kvaliteter og med stor prisvariasjon. Der en oljekjel brukes jevnlig, det vil si for grunnlast og ofte spisslast vil det være naturlig å investere i tekniske tilpasninger for å kunne håndtere billige og uforedlede biofyringsolje-kvaliteter. Dersom biofyringsolje skal kunne brukes som reservelast er man imidlertid avhengig av gode lagrings- og driftsegenskaper. Dette krever biofyringsolje av høy kvalitet og til en betydelig merkostnad i forhold til fossil olje. Vi forutsetter at man her baserer seg på HVO, det vil si biofyringsolje av god kvalitet som tilfredsstiller NS-EN 15940.

Alle kjelene for LPG kan gå over til å brenne biopropan uten å gjøre tilpasninger. Ifølge Norsk Energi [4] er det per i dag svært begrenset tilgang på biopropan i Norge. Primagaz kan levere denne gassen i Norge, men med ukjent tilgjengelighet og pris. Det er antatt at kostnader for naturgass og biogass representerer kostnader for LPG og biopropan.

Fossile brensler kan også enkelt erstattes med elkjel. Dette er en moderat investering, men for reserveformål er kostnadsbildet uoversiktlig. Utkoblbar tariff vil ikke være aktuelt, og utformingen av effekttariffer vil ha stor betydning for den samlede kostnaden. Andre løsninger som varmepumpe, fast biobrensel med mer anses ikke som godt egnet for å erstatte fossilt brensel til reserve- og spisslastformål på grunn av høyere investeringskostnader og dårligere regulerbarhet.

Vi har vurdert merkostnadene ved å erstatte naturgass med biogass, fossil fyringsolje med biofyringsolje og fossil fyringsolje med elkjel. For biogass er det bare den økte brenselskostnaden som utgjør en kostnadsforskjell. I de andre tilfellene veier investeringer i tilpasning til bruk av biofyringsolje eller ny elkjel relativt tungt fordi kostnaden skal fordeles på liten brukstid. Det er stor usikkerhet både om kostnadene for å konvertere til biofyringsolje og tariffer for nettleie dersom man velger elkjel. Vi har antatt en fordeling mellom olje- og gassanlegg som Norsk Energi har funnet i sin undersøkelse, og utslippsfaktorer per energienhet er hentet fra Norsk Energi (2014) [5].

Etter våre beregninger er den samfunnsøkonomiske kostnaden ca. 3 150 kr/tonn CO_2-ekvivalenter for å konvertere kun reservelasten til biogass og biofyringsolje. Dermed havner tiltaket i kostnadskategorien over 1500 kr/tonn CO_2-ekvivalenter. Kostnaden ved å gå fra fossil olje til elkjel er helt avhengig av hvordan nettleien er utformet i det aktuelle området. Effekttariffer vil føre til at denne kostnaden kan bli veldig høy (flere tusen kroner per tonn reduserte CO_2-ekvivalenter), da man gjerne bruker mye effekt og lite energi til reservelasten.

Barrierer

Kostnader

Den viktigste barrieren er kostnadene som følger av å erstatte bruk av fossile brensler med fornybar energi. Fossil olje kan enkelt erstattes med bioolje, og fossil gass kan enkelt erstattes med deponigass og biogass, men brenselskostnadene vil da bli til dels mye høyere. Skal man for eksempel bruke biofyringsolje til reservelast, så trenger man beste kvalitet (HVO), med meget gode lagringsegenskaper, som medfører en betydelig merkostnad. Det bedriftsøkonomiske regnestykket for tiltaket inneholder samme kostnadselementer som beskrevet under samfunnsøkonomisk kostnad. Forskjellen fra samfunnsøkonomiske kostnader ligger først og fremst i CO_2-avgiften som man ikke lenger betaler dersom man erstatter fossile brensler med fornybare og en høyere rente på kapitalkostnader. Dersom man går over til å bruke elkjel, kommer elavgiften i tillegg. Dersom man går over til bioolje eller biogass vil man fremdeles betale NO_X-avgift, men dersom man velger andre løsninger vil man ikke betale denne avgiften.

En annen barriere er beregningen av nettleie for elkjeler. Her kan nettselskapene velge å bruke effekttariffer, som betyr at nettleien for en måned beregnes ut fra den timen man har det høyeste effektuttaket. Dersom man bruker elkjel til reservelast, og for eksempel bare bruker den et par timer i måneden, vil nettleien bli så høy på grunn av dette forbruket at det blir økonomisk umulig å bruke elkjelen som reservelast. Likeså kan overgang til elektrisitet utløse anleggsbidrag for å dekke utvidet kapasitet i kraftnettet.

Mulige virkemidler

Dersom man ønsker å sikre at det ikke brukes fossile brensler i fjernvarmeproduksjon, er det mest styringseffektive virkemidlet å forby denne bruken. Forbudet mot bruk av fossil olje til oppvarming av enkeltbygg trer i kraft 01.01.2020, og et forbud i fjernvarmesektoren vil gjøre at bygg som bruker fjernvarme er sikret å være like miljøvennlige som andre bygg.

Et annet virkemiddel kan være økt CO_2-avgift. Dersom det skal være bedriftsøkonomisk lønnsomt å kvitte seg med de siste 10 prosent utslipp som vi har antatt ikke forsvinner av seg selv, må avgiften være på minimum 2 200 kroner per tonn CO_2 man slipper ut.

Ellers kan man bruke økonomisk støtte og subsidier som virkemiddel. Myndighetene kan for eksempel gi støtte til å klargjøre oljekjeler til bruk av bioolje, eller til investering i andre typer kjeler eller akkumulatortank dersom man skroter fossil olje- eller gasskjel. Man kan også innføre økonomiske insentiver som gjør at brenselsprisen for bioolje og biogass blir konkurransedyktig med fossile brensler.

Konsekvenser

Utfordringen ved overgang fra fossile energivarer til fornybare, kan bli tilgang på disse energivarene. Spesielt innenfor transportsektoren ser man for seg å bruke mye biogass framover, og det kan bli knapphet om denne ressursen. Også bioolje har mange andre bruksområder enn produksjon av fjernvarme. I dag stilles det kun krav til bærekraftig produksjon og klimagassreduksjon over livsløpet til flytende biodrivstoff som benyttes til veitransport (se kapittel 14 i hovedrapporten del A). Manglende bærekraftskrav for biobrensler brukt i til oppvarming kan innebære risiko for omdømmetap, og derfor begrense bruken. Den globale klimaeffekten ved bruk av faste, flytende og gassformige biobrensler er avhengig av hvordan biomassen er produsert. For å sikre bærekraftig produserte biobrensler brukt til oppvarming, kan bedriftene stille riktige krav i anskaffelsene eller det kan innføres bærekraftskrav også for biodrivstoff solgt til andre formål enn veitransport.

Fordelingsvirkninger

Fordelingsvirkningene av tiltaket avhenger av hvilket virkemiddel som velges. Både ved et forbud og økt CO_2-avgift vil det være produsentene, og i neste omgang konsumentene, som bærer kostnadene ved overgangen fra fossile til fornybare energikilder. Ved støtteordninger kombinert med forbud eller økt avgift vil staten bære en del av kostnaden.

Økt CO_2-avgift er i tråd med prinsippet om at forurenser betaler.

Referanser

[1] Meld. St. 41. (2016-2017). Klimastrategi for 2030 – norsk omstilling i europeisk samarbeid. Klima- og miljødepartementet.
[2] Statistisk Sentralbyrå (2019). Fjernvarme og fjernkjøling.
[3] Norsk Fjernvarme (2019). Energikilder.
[4] Norsk Energi (2019). Kartlegging av kjelinstallasjoner over 1 MW som benytter fossilt. Oslo: NVE.
[5] Norsk Energi (2014). Klimaregnskap for fjernvarme. Oslo: Norsk Fjernvarme.

O01 Utfasing av mineralolje og gass til byggvarme på byggeplasser

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Utslippsreduksjon mineralolje (mill. tonn CO_2-ekv.)	0,02	0,04	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Utslippsreduksjon gass (mill. tonn CO_2-ekv.)	-	-	-	0,005	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Sum utslippsreduksjon (mineralolje og gass) 2021-2030	**0,89 millioner tonn CO_2-ekv.** (Herav 0,76 millioner tonn fra anleggsdiesel, som er inkludert i en egen utslippskilde i SSB-statistikk.)										
Kostnadskategori	**Fra mineralolje: < 500 kr/tonn CO_2-ekv.** **Fra gass: < 500 kr/tonn CO_2-ekv.**										

Beskrivelse av tiltaket

Det benyttes i dag fossile brensler til byggvarme, det vil si midlertidig oppvarming og tørking av bygg under oppføring og rehabilitering. Tiltaket som er utredet består av to deler: Utfasing av **mineralolje** til byggvarme, og utfasing av **fossil gass** til byggvarme. Den første delen tar utgangspunkt i at et forbud mot bruk av mineralolje til byggvarme innlemmes i forskrift om forbud mot bruk av mineralolje til oppvarming av bygninger fra og med 1.1.2022, og at bruken av mineralolje erstattes av annen energi (jamfør politisk føring i Granavolden-erklæringen om å innføre slikt forbud.) Forslaget har nylig vært på høring. Den andre delen av tiltaket, utfasing av gass til byggvarme, er ikke inkludert i forslaget som var på høring.

Den totale klimaeffekten av å fase ut olje og gass til byggvarme avhenger av aktørenes tilpasning, det vil si om de erstatter mineralolje/gass med annen fossil energi eller med fossilfrie eller utslippsfrie løsninger som biobrensel, elektrisitet eller fjernvarme. Potensialet for utslippsreduksjon vist i tabellen over, forutsetter at all bruk av mineralolje og gass erstattes med fossil- eller utslippsfrie løsninger.[120] Denne antagelsen forutsetter ytterligere virkemiddelbruk – som hindrer at mineralolje erstattes med gass, og som sikrer at bruk av gass (ikke bare olje) også erstattes med fossilfri eller utslippsfri byggvarme. Ettersom det ikke har vært foreslått virkemidler for utfasing av gass til byggvarme, er det lagt til grunn en tregere utfasing av gass enn for olje i beregningen av potensial for utslippsreduksjon, med oppstart i 2023 og gradvis utfasing til 2025.

Dagens virkemidler

Bruk av mineralolje og gass til byggvarme er omfattet av CO_2-avgift. Noen aktører, som for eksempel Oslo kommune og enkelte andre utbyggere, stiller krav til fossilfrie eller utslippsfrie byggeplasser i sine anbud. Det er likevel ikke et utbredt krav – Oslo kommune var blant de første, både av offentlige og private aktører, til å stille slike krav da de begynte med dette i 2016. Det er ingen spesifikke støtteordninger rettet mot fossilfrie bygg- og anleggsplasser. Enova, og støtteordningen Klimasats som administreres av Miljødirektoratet, har støttet enkelte pilotprosjekter, primært i regi av kommuner.

Referansebanen og utslippsreduksjonspotensial

Det er stor usikkerhet knyttet til hvor mye fossil energi som brukes til byggvarme i dag, og dermed hvor store klimagassutslippene er fra dette. Både fyringsolje og anleggsdiesel brukes til byggvarme, men i utslippsregnskapet er det minimal bruk av fyringsolje i bygg- og anleggsvirksomhet, og det er derfor lagt til grunn at mineraloljen i tiltaket

[120] Det er lagt til grunn i beregningene at olje og gass til byggvarme erstattes av en miks av fossil- og utslippsfrie energiløsninger som fjernvarme, elektrisitet, pellets, bioolje og biogass, hvorav hoveddelen er fjernvarme og elektrisitet, og de andre løsningene står for mindre andeler.

er anleggsdiesel, altså avgiftsfri diesel. I denne analysen har vi lagt til grunn at 10 prosent av anleggsdieselen brukt i bygg og anlegg blir brukt til byggvarme. Dette er basert på en bottom-up-analyse fra DNV GL [1]. Basert på energivarebalansen til SSB gir dette et utslipp på 84 338 tonn CO_2-ekvivalenter fra anleggsdiesel til byggvarme i 2018. I utslippsframskrivingene er det lagt til grunn en svak nedgang i utslipp fra kategorien der byggvarme med anleggsdiesel inngår ("Traktorer, anleggsmaskiner og andre motorredskaper: diesel"). Tilsvarende nedgang er benyttet for mineralolje i byggvarme i beregning av potensial for utslippsreduksjon i årene fram mot 2030 i dette tiltaket.

Antatt volum gass til byggvarme er beregnet av Norsk Energi [2] med utgangspunkt i forutsetningene i DNV GLs utredning [1]. Norsk Energi antar at energibruk til gass til byggvarme er på rundt 170 GWh, med en usikkerhet på +/- 10 prosent. Til sammenligning viser SSBs energibalanse et forbruk av gass i denne sektoren på 157 GWh (snitt for siste tre år). Utslippsregnskapet viser et utslipp på 38 000 tonn CO_2-ekvivalenter i 2017 i oppvarming i bygg og anleggsvirksomhet. De siste årene har dette i all hovedsak vært fra bruk av gass. Dette tallet ligger innenfor Norsk Energis estimerte spenn for bruk av gass i byggvarme (tilsvarende utslipp på 36 000 - 44 000 tonn CO_2-ekvivalenter). Vi legger derfor til grunn referansebanens framskriving av utslipp fra oppvarming i bygg og anleggsvirksomhet i beregning av utslippsreduksjonspotensial. Dette gir en reduksjon av utslippene fra 21 000 tonn CO_2-ekvivalenter i 2020 til 16 000 tonn i 2030.

Det legges til grunn at all bruk av mineralolje fases ut fra 1.1.2022, i tråd med forslag om ny regulering (forbud). Det antas videre at det vil være en viss tilpasning i markedet i forkant, slik at bruken reduseres tidligere. I analysen er det antatt at bruken reduseres med 25 prosent i 2020 og 50 prosent i 2021. Dette gir en samlet utslippsreduksjon fra utfasing av mineralolje på ca. 750 000 tonn CO_2 i perioden 2021-2030. Det legges videre til grunn at utfasingen av gass først begynner i 2023, siden det foreløpig ikke er varslet noen virkemidler for å fase ut gass. Det legges til grunn en utfasing av gass på 25 prosent i 2023, 50 prosent i 2024 og full utfasing fra 2025. Dette gir en samlet utslippsreduksjon for utfasing av gass på ca. 135 000 tonn CO_2 i perioden 2021-2030.

Usikkerhet

Det er flere typer usikkerhet knyttet til tiltaket: Omfanget av bruken av fossil energi til byggvarme i dag er usikkert (usikkert startpunkt), utviklingen uten virkemidler framover er usikker (usikker referansebane), og det er usikkert hvor raskt utfasingen av fossil energi vil skje (usikker innfasing). Beskrivelse av usikkerheten knyttet til tiltaket er gitt i tabellen nedenfor. Effekten av usikkerheten er vist i kolonnen til høyre.

Tabell T 60. Usikkerhetsvurdering.

Type usikkerhet	Forklaring	Sensitivitet/usikkerhet
Usikkert startpunkt	En stor andel av anleggsdieselen selges via videreforhandlere, og det er dermed vanskelig å si med sikkerhet i hvilken bransje anleggsdieselen brukes til slutt.	Usikkerhet om hvor mye anleggsdiesel som benyttes til byggvarme påvirker utslippsreduksjonspotensialet. Det kan være både større og mindre enn anslått. Tidligere anslag på utslipp fra mineralolje til byggvarme varierer mellom 50 000 og 140 000 tonn CO_2. [3]
Usikkert startpunkt	Det finnes ikke sikker informasjon om bruksområder for mineralolje og gass innen bygg- og anleggsvirksomhet, altså hvor mye som går til byggvarme.	+/- 10 prosent i anslag på forbruk

Usikker referansebane	I referansebanen for utslipp fra oppvarming i bygg og anlegg ligger det en effektivisering/nedgang hvert år fram mot 2030. De historiske tallene for utslipp fra gassbruk i oppvarming i bygg og anlegg viser ingen klar trend. Det er derfor usikkert om man vil se nedgangen i referansebanen basert på dagens virkemidler i bygg og anlegg.	Om man ikke tar utgangspunkt i den offisielle referansebanen, men i stedet beregner utslippsreduksjonspotensialet for gass brukt til oppvarming i bygg og anlegg fra en referansebane som er i perioden 2018-2030 ut fra et gjennomsnitt av perioden 2012-2017, får man et samlet utslippsreduksjonspotensial for utfasing av gass på 260 000 tonn CO_2-ekv. for perioden 2021-2030.
Usikker innfasing	Hvor raskt utfasingen av mineralolje og gass til byggvarme vil skje avhenger av når nye virkemidler iverksettes, og hvordan markedet responderer på endrede virkemidler.	Hvis innfasingen kommer i gang to år senere for både mineralolje og gass, vil utslippsreduksjonspotensialet for perioden 2021-2030 reduseres med 190 000 tonn CO_2-ekv.

Tiltakskostnad

De viktigste kostnadskomponentene i tiltakskostnaden er:

Driftskostnad: Flere rapporter og innspill fra bransjen antyder at driftskostnadene (i dette tilfelle primært energikostnaden, det vil si energipris korrigert for virkningsgrad) ved bruk av mineralolje er høyere enn flere av alternativene. Norsk Energi [2] viser imidlertid at energikostnadene ved bruk av gass er lavere enn de fleste fossilfrie alternativene. En kartlegging fra DNV GL [1] konkluderer med at omlegging fra fossil energi (både olje og gass) til elektrisitet eller fjernvarme til byggvarme kan gi lik eller lavere energikostnad på grunn av bedre energieffektivitet. Over leve- eller leietiden til utstyr for byggvarme vil kostnader til energi være den dominerende faktoren i den totale kostnadskalkylen. Merkostnaden for investering er generelt liten/mindre vesentlig, både for kjøp eller leie. Det er vanskelig å gi et presist anslag for eventuell merkostnad for investering som dekker alle momenter og alle typer byggeprosjekter, ifølge kartlegginger i bransjen [4].

Investeringskostnad: Kartlegginger i bransjen indikerer at utstyr for byggvarme med fossilfri energi vil koste omtrent det samme i innkjøp/leie som utstyr for drift med gass/diesel. Merkostnaden ved overgangen vil derfor primært ligge i at aktørene må bytte ut sitt diesel/gass-utstyr tidligere enn de ellers ville ha gjort, og at de dermed taper noe av restverdien for gammelt utstyr og framskynder investeringskostnaden i nytt utstyr. Dersom aktørene får tid på seg til å gå over til fossilfrie løsninger vil de i større grad kunne endre utstyrsparken når utstyret uansett nærmer seg slutten av levetiden. Det er stor bruk av innleid utstyr til midlertidig byggvarme, både for store og små aktører. For aktører som leier ut utstyr vil eventuelle merkostnader kunne reflekteres i økt utleiepris. Innspill fra bransjen indikerer imidlertid at utstyr som leies ut i dag kun i begrenset grad har høyere utleiepris enn utstyr for varmeproduksjon fra fossile brensler [4].

Merkostnaden for energiinfrastruktur vil avhenge av i hvilken grad infrastrukturen kan benyttes av det ferdige bygget. Framføring av rør for fjernvarme vil i utgangspunktet ikke føre til noen merkostnad, dersom disse vil brukes til å forsyne det ferdige bygget med varme, og riggkostnadene for varmeanlegg er tilsvarende som for andre energikilder. Det samme gjelder elektrisitet. I enkelte områder har strømnettet begrensninger på effektuttak, noe som kan medføre behov for nettoppgraderinger og økte kostnader.

Driftssikkerhet: Overgang til fossilfrie løsninger kan innebære kostnader knyttet til redusert driftssikkerhet. Fjernvarme har for eksempel en begrenset maksimaltemperatur, noe som kan innebære usikkerhet knyttet til lenger tørketid og tilstrekkelig effekt i kalde perioder. Forsinkelser på byggeplassen kan potensielt medføre høye kostnader.

Tidskostnad: Overgang til fossilfri byggvarme vil kunne innebære tidsbruk knyttet til planlegging og informasjonsinnhenting. Nye løsninger kan for eksempel kreve bedre planlegging, i form av tidligere kontakt med nettselskap eller fjernvarmeselskap enn det som er vanlig i dag. Kostnaden knyttet til denne tidsbruken er ikke kvantifisert.

Vi forutsetter at tiltaket i stor grad gjennomføres ved overgang fra olje og gass til elektrisitet og fjernvarme da disse har de laveste energikostnadene av de fossilfrie alternativene. Det er usikkerhet rundt aktørenes tilpasning til mulige virkemidler og hva brukerne vil erstatte olje og gass med i praksis. Selv om både elektrisitet og fjernvarme har lavere energikostnader, kan andre barrierer som lite oppmerksomhet om temaet, mangel på informasjon, behov for endret planlegging, usikkerhet rundt tilstrekkelig effekt med videre medføre at dyrere tilpasninger velges. Kartlegginger fra blant annet DNV GL [1] og Miljødirektoratet [3] tyder på at kostnader ikke er den eneste eller viktigste barrieren. Det er heller ikke noe som hindrer at et forbud mot mineralolje medfører at aktørene bytter til fossil gass i dag. I dette tiltaket har vi antatt at alle bytter ut fossil energi med utslippsfri eller fossilfri energi, noe som vil kreve nye virkemidler. På bakgrunn av utredningene fra DNV GL antar vi at aktører som bygger der fjernvarme og elektrisitet er tilgjengelig i stor grad vil velge disse løsningene.

Der mineralolje erstattes av biodiesel er tiltakskostnaden antatt å være på ca. 1500 kr/tonn CO_2-ekvivalent.

Å erstatte gass med fossilfrie og utslippsfrie løsninger har en merkostnad på ca. 400 kroner per tonn CO_2-ekvivalenter. Denne kostnaden forutsetter at merkostnader ved forsert utskifting av eksisterende utstyr er ubetydelige. Vi har antatt at aktørene samlet sett går over til en energimiks bestående av 45 prosent fjernvarme, 35 prosent elektrisitet, 10 prosent pellets, 5 prosent biogass og 5 prosent bioolje. Årsaken til merkostnaden er lavere energikostnader for gass sammenlignet med de fleste alternativene. Dersom aktørene for eksempel bruker mer bioolje eller biogass enn forutsatt vil tiltakskostnadene øke som følge av høyere energikostnader.

Å erstatte mineralolje med samme energimiks som ovenfor gir en tiltakskostnad på ca. 130 kr/tonn CO_2-ekvivalenter. Årsaken til at det er mer kostbart å erstatte gass enn mineralolje er høyere energikostnad ved mineralolje enn gass.

Barrierer

Kartlegginger fra DNV GL [1], Miljødirektoratet [3], Asplan Viak [4] og Norsk Energi [2] viser at det i all hovedsak er teknisk mulig å erstatte fossil energi til byggvarme, og at fossilfrie og utslippsfrie alternativer er tilgjengelige. Omlegging fra fossil energi til elektrisitet eller fjernvarme til byggvarme vil i mange tilfeller gi tilsvarende eller lavere driftskostnader på grunn av høyere energieffektivitet (gjelder primært der det erstatter mineralolje). Ulike barrierer hindrer likevel at tiltak som kan være lønnsomme gjennomføres. DNV GL konkluderer med at barrierene er sammensatt av både kunnskap, planlegging og vilje. Nye løsninger kan for eksempel kreve bedre planlegging, i form av tidligere kontakt med nettselskap eller fjernvarmeselskap enn det som er vanlig i dag. DNV GL finner at *"… i underkant av 80 prosent svarer at mangel på kunnskap om fossil- og utslippsfrie alternativer, at det ikke har vært krav om bruk av fossil- eller utslippsfrie alternativer fra byggherre eller manglende planlegging er den viktigste årsaken til at slik alternativer ikke tas i bruk i større grad. 15 prosent av respondentene mener at pris er den viktigste årsaken til at fossil- og utslippsfrie alternativer ikke tas i bruk i større grad."* [1]. Kostnad for byggvarme er generelt en liten og lite synlig andel av kostnaden i et byggeprosjekt, slik at en mulig (marginal) besparelse antagelig i seg selv ikke er tilstrekkelig for å utløse tiltak.

Kostnader

Avhengig av hvilken løsning som velges, vil en overgang til andre oppvarmingskilder kunne gi lavere energikostnader, men denne besparelsen kan forutsette investeringer. Kartlegginger i bransjen indikerer at utstyr for oppvarming med fossilfri energi vil koste omtrent det samme i innkjøp (eller leie) som utstyr for drift med gass/diesel. Merkostnaden

ved overgangen vil derfor primært ligge i at aktørene må bytte ut sitt diesel/gass-utstyr tidligere enn de ellers ville ha gjort, og at de dermed taper noe av restverdien for gammelt utstyr og framskynder investeringen. Det vil også være en omstillingskostnad i form av tilpasning til nye krav, endring av rutiner for planlegging med mer. Dette er normalt kostnader av kortvarig karakter, knyttet til opplæring i nytt regelverk og utvikling av nye rutiner.

For driftskostnader har vi basert oss på analyser gjort av DNV GL [1], Norsk Energi [2] og erfaringstall fra ulike aktører (Akershus Varme, mfl.) Tabellen nedenfor gir en oversikt over energikostnader for byggvarme i et eksempelbygg, en boligblokk på 10 000 kvm, for ulike relevante energikilder. Energiprisen er hentet fra vedlegg II i *Veileder for tiltaksutredninger - juni 2019.*

Tabell T 61. Energibruk og energikostnader for et eksempelbygg på 10 000 m^2. Årsvirkningsgrader fra Akershus Energi Varme. Energipriser fra Veileder for Klimakur 2030 (vedlegg II). Differanser beregnet ved merkostnad ved aktuell løsning sammenlignet med kostnad ved anleggsdiesel og propan (LPG).

Energikilde	Års-virknings-grad	Energibehov (kWh/m^2)	Energibruk eksempelbygg (kWh)	Energipris (kr/kWh)	Total energikostnad (kr)	Differanse mot anleggsdiesel	Differanse mot gass
Anleggs-diesel	0,75	36	360 000	0,81	290 988	-	90 %
Propan (LPG)	0,85	32	320 000	0,48	153 312	-47 %	-
Fjernvarme	0,99	28	280 000	0,61	170 825	-41 %	11 %
Elektrisitet	0,98	27	270 000	0,75	202 237	-30 %	32 %
Pellets	0,85	32	320 000	0,37	119 040	-59 %	-22 %
Bioolje	0,85	32	320 000	1,06	339 840	17 %	122 %
Biogass	0,85	32	320 000	0,72	229 760	-21 %	50 %

Anleggsdiesel har relativt høye energikostnader sammenlignet med alternativene. Som det framgår av tabellen er energikostnadene for biodiesel høyere, mens energikostnadene for øvrige energikilder er betydelig lavere enn anleggsdiesel. LPG har derimot betydelig lavere kostnader enn anleggsdiesel, og noe lavere kostnader enn de fossilfrie alternativene som fjernvarme, elektrisitet, bioolje og biogass.

Teknologiske barrierer

To viktige egenskaper ved fossil energi til byggvarme er mulighet for høy effekt og fleksibilitet. Enkelte andre løsninger, som for eksempel fjernvarme, har en begrenset maksimaltemperatur, noe som innebærer lenger tørketid og usikkerhet knyttet til tilstrekkelig effekt i kalde perioder. I enkelte områder har strømnettet begrensninger på effektuttak, noe som kan medføre behov for nettoppgraderinger. Dette kan i noen tilfeller ta lang tid å gjennomføre, spesielt hvis utbygger og nettselskap kommer sent i dialog med hverandre. Disse ulempene, som potensielt kan medføre forsinkelser på byggeplassen, utgjør en risiko for å utløse så høye kostnader at en del av aktørene velger en løsning med høyere driftskostnad for å unngå dette. Dette er barrierer som både kan anses som teknologiske og institusjonelle barrierer (utilstrekkelig effekt versus utilstrekkelig planlegging og usikkerhet.)

Institusjonelle og atferdsmessige/sosiokulturelle barrierer

Nye løsninger kan kreve bedre planlegging, i form av tidligere kontakt med nettselskap eller fjernvarmeselskap enn det som er vanlig i dag. Intervjuer og innspill fra bransjen tyder på at "gammel vane og gammelt utstyr" ofte er avgjørende når varmeløsninger velges. Byggvarme har sjelden vært et tema fra byggherres side i dialogen mellom byggherre og entreprenør, og utgjør en liten og lite synlig del av både kostnader og gjennomføringen av et byggeprosjekt i den store sammenhengen, sett opp mot totale byggekostnader og tidsbruk. De fossile løsningene er i mange sammenhenger billigere på kort sikt, eller aktørene har en oppfatning av at de er billigere. Dette utgjør både en institusjonell og atferdsmessig/sosiokulturell barriere for tiltaket.

Markedsbarrierer

Der det i dag brukes gass til byggvarme er det hovedsakelig snakk om propan/LPG på tank. Biopropan er en mulig erstatning til dette, som gir mange av de samme tekniske fordelene som fossil gass med tanke på sikkerhet for effekt, ikke behov for å endre planlegging med videre. Men dette produktet er foreløpig ikke tilgjengelig/lite tilgjengelig i Norge, ifølge kartlegging fra Norsk Energi [2]. Dette kan utgjøre en markedsbarriere for den bruken av gass som eventuelt ikke lar seg erstatte av andre løsninger, som elektrisitet og fjernvarme (for eksempel utenfor sentrale strøk).

Mulige virkemidler

Regulering

Et mulig virkemiddel er å innlemme mineralolje til byggvarme i forbudet mot bruk av mineralolje til oppvarming av bygninger. Som følge av politisk føring i Granavolden-plattformen har dette nylig vært på høring. Det vil i så fall innebære at bruk av mineralolje til byggvarme blir forbudt fra 1.1.2022. I prinsippet er det også mulig å innlemme bruk av gass til byggvarme i samme regulering, men konsekvensene av dette har ikke vært utredet foreløpig. Et forbud mot mineralolje og fossil gass til byggvarme vil være et styringseffektivt virkemiddel, og gitt at det ikke gis unntak vil forbudet i prinsippet føre til at all bruk av fossil gass og mineralolje til byggvarme opphører. For å begrense kostnader knyttet til forsert utskifting av utstyr kan forbudet annonseres tidlig for å gi aktørene tid til å tilpasse seg. Det kan også vurderes supplerende virkemidler, for eksempel informasjon og veiledning basert på testing og dokumentasjon av fossilfrie løsninger.

Andre reguleringer som kan være relevante er krav i reguleringsplaner, krav til byggeplassen gjennom bygningsregelverket (plan- og bygningsloven og byggteknisk forskrift), krav til tidlig tilknytning til fjernvarme i byggeprosessen gjennom vedtak om tilknytningsplikt med videre. For en diskusjon angående dette, se Miljødirektoratets rapport "Utredning om bruk av mineralolje til byggvarme på bygge- og anleggsplasser" [4].

Krav i offentlige anskaffelser vil kunne øke kunnskap, kompetanse og marked for fossilfrie løsninger, og slik bidra til å bygge ned barrierer knyttet til kostnader, utilstrekkelig planlegging og mangel på kompetanse. Offentlige anskaffelser utgjør en viktig andel av markedet for bygg og anlegg, og vil kunne bidra til en avgjørende økning i etterspørselen etter fossilfrie byggvarmeløsninger.

Noe av mineraloljen og eventuelt noe av gassen vil antagelig erstattes av bioolje (biodiesel i form av HVO). dag stilles det kun krav til bærekraftig produksjon og klimagassreduksjon over livsløpet til flytende biodrivstoff som benyttes til veitransport (se kapittel 14 i hovedrapporten del A). For å sikre tilstrekkelig klimaeffekt av bioolje til oppvarming har Miljødirektoratet tidligere (2017) anbefalt å sette bærekraftskrav også til bioolje til oppvarming. For å sikre bærekraft der bioolje benyttes til byggvarme, kan bedriftene stille krav i anskaffelsene eller det kan innføres bærekraftskrav for biodrivstoff solgt til andre formål enn veitransport, som oppvarming og byggvarme.

Økonomiske virkemidler

Et mulig økonomisk virkemiddel er økt avgift på bruk av LPG. En avgiftsøkning på LPG vil gi insentiver til å velge andre byggvarmeløsninger enn fossil gass, og i tillegg bidra til å hindre at mineralolje erstattes av gass når et eventuelt forbud mot mineralolje til byggvarme innføres i 2022. En avgift på mineralolje eller fossil gass vil kun være relevant for forbruket dersom forbud ikke innføres (eller inntil et forbud trer i kraft). Dersom forbud ikke innføres vil avgiftsøkningen imidlertid gi insentiver til å endre atferd. Med bakgrunn i at anleggsdiesel brukes i stor utstrekning i dag til tross for høyere energikostnader enn alternative løsninger virker det sannsynlig at effekten av en avgiftsøkning i seg selv vil være relativt liten.

Tilskudd eller andre subsidier til fossilfrie byggvarmeløsninger vil også kunne redusere bruken av olje og gass, og stimulere til å bygge ned markedsbarrierer. Subsidier medfører kostnader for staten og kan ha høyere administrative kostnader enn avgifter. Det er heller ikke gitt at subsidiene kun treffer de aktørene som har reelle merkostnader i

dag. Hvordan et slikt tilskudd eventuelt utformes er derfor avgjørende for å unngå å subsidiere prosjekter som ville blitt utløst også uten tilskuddsordningen.

Informasjon, FoU og andre virkemidler

Informasjonsarbeid gjennom pilotprosjekter, veiledere, standarder med mer vil kunne bidra til å bygge ned barrierer knyttet til usikkerhet om teknologi og kostnader, mangel på erfaring og utilstrekkelig planlegging. Demonstrasjon av og dokumentasjon på at teknologien fungerer i praktisk bruk kan være viktig for aktører som er "på gjerdet". Testing for utarbeidelse av veiledningsmateriale kan gi bedre kunnskap om gode driftsteknikker og rutiner, og dermed gjøre det lettere for aktørene å bedømme teknologiene objektivt og å selv benytte beste praksis.
Informasjonsvirkemidlene kan være supplerende til andre virkemidler, for eksempel et eventuelt forbud, for å gjøre overgangen til lavest mulig kostnad og med best mulig resultater for aktørene.

Støtte til teknologiutvikling, vil kunne bidra til å bygge ned barrierer knyttet til usikkerhet om tilstrekkelig effekt ved alternativer til fossil energi. Dette kan for eksempel være ny teknologi for effektstyring og energilagring på byggeplasser eller nye forretningsmodeller for bruk og leie av byggvarme.

Referanser

[1] DNV GL (2017). Fossil- og utslippsfrie byggeplasser. Rapportnr 2017-0637. Oppdragsrapport for Energi Norge, Norsk Fjernvarme i samarbeid med Bellona, og Enova SF.
[2] Norsk Energi (2019). Kartlegging av gass til oppvarming. Oppdragsrapport for Miljødirektoratet og NVE.
[3] Miljødirektoratet (2018). Utredning om bruk av mineralolje til byggvarme på bygge- og anleggsplasser. Rapport M-970|2018.
[4] Asplan Viak (2019). Muligheter for fossilfrie bygge- og anleggsplasser i Hordaland. Oppdragsrapport for Hordaland Fylkeskommune. Samt tilleggsnotat på oppdrag fra Miljødirektoratet (2019). Tilleggsutredning alternativer til mineralolje på byggeplass.

O02 Erstatte gassbruk til permanent oppvarming av bygg

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Utslippsreduksjon (mill. tonn CO_2-ekv.)	-	-	0,04	0,07	0,10	0,12	0,14	0,13	0,13	0,12	0,11
Sum utslippsreduksjon 2021-2030	**0,95 millioner tonn CO_2-ekv.**										
Kostnadskategori	**> 1500 kr/tonn CO_2-ekv.**										

Beskrivelse av tiltaket

Tiltaket innebærer å erstatte bruken av fossil gass til permanent oppvarming i bygninger med fossilfrie eller utslippsfrie energikilder eller energibærere, som for eksempel biogass, bioolje eller faste biobrensler, fjernvarme eller elektrisitet. Hvilke erstatninger som er mest aktuelle varierer blant annet ut fra hvilken type gass som er brukt (LPG eller naturgass) og hvordan den er distribuert (rør eller tank). Det finnes i dag mange fossilfrie alternativer til oppvarming med fossil gass i bygg, som teknisk sett kan erstatte fossil gass, ifølge kartlegging fra Norsk Energi [1]. Imidlertid medfører omlegging i mange tilfeller til økte investeringskostnader, og i noen tilfeller økte driftskostnader ifølge beregninger fra Norsk Energi [1].

Bakgrunn

Det benyttes i dag fossil gass til oppvarming av bygninger. I hovedsak er det snakk om naturgass/CNG (compressed natural gas) og propan/LPG (liquified petroleum gas) av fossil opprinnelse. Dette benyttes til oppvarming i både boliger, næringsbygg og driftsbygninger i landbruket (i hovedsak veksthus og fjørfeoppdrett). Det benyttes også fossil gass til fjernvarme og midlertidig byggvarme, men dette er ikke inkludert her. Se tiltak E04 *Erstatte bruk av olje og gass i fjernvarme med fornybar energi* og tiltak O01 *Utfasing av mineralolje og gass til byggvarme på byggeplasser*.

I Klimameldingen fra 2017 [2] står det at: *"Regjeringen vil utrede mulighetene for reduksjon av utslipp fra bruk av gass til oppvarming av bygninger"*. Klima- og miljødepartementet (KLD) og Olje- og energidepartementet (OED) har derfor bedt Miljødirektoratet og Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) om å utrede dette. Utredningen ble levert 1. oktober 2019 [3]. Bruk av gass til oppvarming av bygninger er kartlagt av Norsk Energi [1] på oppdrag av Miljødirektoratet og NVE. Det kartlagte volumet er sammenlignet med statistikk fra SSB (energibalansen) [4]. I dette tiltaksarket legges SSBs tall til grunn.

Dagens virkemidler

Miljødirektoratet & NVE [3] har kartlagt økonomiske, regulatoriske og andre typer virkemidler som påvirker bruk av gass til oppvarming i dag. Kort oppsummert er de aktuelle virkemidlene i dag som følger:

- CO_2-avgift på fossil gass (fritak fra avgift for veksthusbruk)
- Elavgift
- Støtteordninger fra Enova, Innovasjon Norge med videre til andre oppvarmingsløsninger (ingen spesifikke satsinger mot gass, inngår i enkelte programmer)
- Forbud mot installasjon av varmeanlegg for fossilt brensel i byggteknisk forskrift (TEK) § 14-4
- Økodesigndirektivet (krav til gasskjeler)
- Energimerkeordningen

Som stikkordslisten viser, er det flere virkemidler som i dag fremmer eller begrenser bruk av gass til oppvarming. Noen påvirker bruk av gass direkte, som byggteknisk forskrift (TEK) og CO_2-avgiften. De fleste av virkemidlene påvirker bruk av gass mer indirekte. De fleste av virkemidlene har også antagelig begrenset virkning alene, så som informasjon gjennom Energimerkeordningen, eller støtte til pilotprosjekter.

For permanent oppvarming av boliger og næringsbygg, bidrar forbud i TEK direkte til å begrense installasjon av fossil gass til oppvarming, primært i nye bygg. For driftsbygninger i landbruket er det derimot fritak fra forbudet i TEK, og samtidig fritak fra CO_2-avgift, noe som bidrar til å fremme bruk av fossil gass. Tilskudd fra Enova og Innovasjon Norge bidrar samtidig til å fremme alternativer til bruk av gass, herunder i veksthus.

Virkningen av økonomiske virkemidler som CO_2-avgiften er avhengig av innretning og nivå. Med de merkostnadene for fossilfrie alternativer til gass som er kartlagt [1], er det lite sannsynlig at dagens innretning og nivå på de økonomiske virkemidlene har noen avgjørende virkning for å fremme utfasing av gass i dag.

Referansebanen og utslippsreduksjonspotensial

Det er usikkerhet knyttet til hvor mye fossil gass som brukes til oppvarming av bygninger, og dermed hvor store klimagassutslippene er fra dette. Bruken av gass til direkte oppvarming distribuert i rør er størst i Rogaland, hvor det blant annet benyttes mye fossil gass i veksthus, samt andre bygg. Samlet kartlagt bruk og sammenligning med SSBs tall (energibalansen) er vist i Tabell T 62.

Tabell T 62. Energimengder fossil gass til oppvarming. Kilde: Norsk Energi (2019) [1].

Område	Kartlagt/estimert energimengde (GWh)			SSB-tall (GWh)		
	LPG	Naturgass	Sum	LPG	Naturgass	Sum
Permanent oppvarming av boliger	90	25	**115**	80	9	**89**
Næringsbygg, offentlig tjenesteyting m.m.	49	128	**177**	513	136	**649**
Jordbruk, inklusiv gartnerier og fjørfeproduksjon	148	153	**301**	277	156	**433**
Totalt	**287**	**306**	**593**	**870**	**301**	**1171**

Totale utslipp fra den kartlagte bruken er beregnet til 129 638 tonn CO_2 (2018). Utslipp fra SSBs energibalanse summerer seg til 266 127 tonn CO_2. Det er et avvik mellom kartlagt volum og SSBs tall. Dette kan ha flere årsaker, disse er beskrevet i Norsk Energis kartlegging. Norsk Energi [1] vurderer at det reelle volumet kan ligge et sted mellom disse tallene.

Klimaeffekten av tiltaket avhenger av hvordan utviklingen vil bli uten tiltak (referansebanen). Følgende forutsetninger er lagt til grunn i referansebanen:

- Gass utgjør 97 prosent av utslippene i oppvarming i **primærnæringer**. Utslippsreduksjonspotensial beregnes på totalen for kilden i referansebanen.
- Gass utgjør 51 prosent av utslippene i oppvarming i **tjenesteytende næringer** i 2018. Det er i referansebanen lagt til grunn en kraftig reduksjon i utslippene på grunn av varslet forbud mot bruk av fossil mineralolje. Det legges til grunn at hele det resterende utslippet kommer fra gassbruk.
- Gass utgjør 5 prosent av utslippene i oppvarming i **husholdninger** i 2018. Mesteparten av utslippene er fra vedfyring (53 prosent) og fyringsolje (27 prosent). I referansebanen er det en nedgang i utslippene. Det legges til grunn at dette hovedsakelig er på grunn av forbud mot oljefyring. Utslippene fra gass antas flatt i referansebanen.

Det er lagt til grunn en gradvis utfasing fra 2022. Samlet utslippsreduksjonspotensial i forhold til referansebanen er beregnet til 0,95 millioner tonn CO_2-ekvivalenter over perioden. Klimaeffekten av tiltaket avhenger også av hva fossil gass erstattes med. Potensialet for utslippsreduksjon vist i tabellen over forutsetter at bruk av fossil gass til oppvarming erstattes med fossilfrie eller utslippsfrie løsninger. For at tiltaket skal utløses, og gass fases ut av oppvarming i bygg, er det behov for nye virkemidler.

Tiltakskostnad

Kostnadskategori: Over 1500 kr/tonn CO_2-ekvivalenter.

Tiltakskostnad per tonn CO_2 er beregnet for hver enkelt energibærer (gass, elektrisitet, fjernvarme, pellets, biogass og grunnvarmepumpe) i husholdninger, næringsbygg og veksthus, basert på merkostnadene og utslippsreduksjonene ved erstatning av én kWh naturgass. Utslipp er ikke korrigert for virkningsgrad (unntatt for biogass), så de reelle kostnadene kan være noe lavere for kostnader basert på beregningsmetodikken "levelized cost of energy" (LCOE, se beskrivelse under *Kostnader* lenger ned). Basert på dette finner vi en tiltakskostnad fra ca. 900 til 4500 kr/tonn CO_2, avhengig av løsning. For de fleste energibærere og segmenter vil tiltakskostnad være over 1500 kr/tonn CO_2-ekvivalenter, men noen ligger på mellom 500 og 1500 kroner per tonn CO_2-ekvivalenter. Dette gjør at tiltaket samlet sett havner i tiltakskategorien over 1500 kr/tonn CO_2-ekvivalenter. Reell tiltakskostnad vil avhenge av sammensetning av framtidig energimiks. Beregningen er svært følsom for endringer i energipriser og forutsetninger.

Usikkerhet

Tabell T 63. Usikkerhetsvurdering.

Type usikkerhet	Beskrivelse
Innfasing	Avhengig av virkemidler. Innfasingstakten antar implementering av virkemidler. Bytte fra fossil gass til biogass er dyrere enn overgang til elkjel, men enkelte brukere kan likevel foretrekke biogass da det ikke krever investeringskostnader, samt at veksthus delvis også utnytter CO_2 fra forbrenningen av gass til vekstfremming.
Usikre energipriser	Energipriser er usikre og har historisk variert mye. Avgiftene på fossil gass er antatt faste i hele analyseperioden. Økt CO_2-avgift ville endret de bedriftsøkonomiske kostnadene ved tiltaket og gjort de fossilfrie alternativene relativt billigere. Pris på biogass er satt ut fra dagens pris i veitransportmarkedet, og justert for reduserte logistikkostnader levert via gassnett. Biogassprisen kan trolig være lavere i enkelte tilfeller, eller kan forhandles lokalt. Enkelte aktører kan ha avtaler med energileverandører som har betydning for energipris. Anslagsvis følsomhet i energipris kan ligge på rundt +/- 20 prosent
Tilgang biogass og biopropan	Usikkerhet i tilgjengelighet av biogass, men betydelig potensial for økt produksjon, særlig i områder der naturgassbruken i dag er stor.
Virkemidler	Valg av virkemiddel vil kunne påvirke kostnad. Dette er ikke er nærmere utredet.

Barrierer

Kostnader

Basert på informasjon fra Norsk Energi [1] har Miljødirektoratet og NVE [3] regnet på kostnader ved å bytte ut anlegg med fossil gass til fossilfrie oppvarmingsløsninger innen de ulike bruksområdene, det vil si oppvarming i husholdninger, næringsbygg og veksthus. I beregningen av kostnader er det forutsatt at aktørene går over til fossilfrie alternativer, og det er derfor ikke beregnet kostnader ved overgang til andre fossile energibærere, som for eksempel mineralolje.

Oppsummert vil det å bytte fra fossil gass til fossilfrie oppvarmingsløsninger gi merkostnader uavhengig av hvilken løsning som velges. Merkostnadene kommer både som følge av investeringer for å legge om energiforsyningen, og som følge av høyere energipriser ved de fleste alternativene. Med unntak av oppgradert biogass, kan ikke andre energibærere brukes direkte inn i eksisterende gasskjeler, og kjelene må derfor skiftes ut. For aktører som benytter fossil gass til oppvarming vil det minst kostbare, gitt dagens virkemidler, være å opprettholde bruken av fossil gass.

Kostnadsvurderingen Norsk Energi har gjennomført bygger i stor grad på NVEs rapport "Kostnader i energisektoren" [5]. I tillegg kommer Norsk Energis egne erfaringer og justeringer av priser. Energiprisene for fossil gass og biogass er innhentet av Miljødirektoratet i forbindelse med Klimakur 2030 (vedlegg II Veileder).

I arbeidet med "Kostnader i energisektoren" [5] henter NVE inn kostnadstall, blant annet investerings-, drift og vedlikeholds- og brenselskostnader, og beregner energikostnaden over teknologiens levetid. Denne beregningen av energikostnad over levetiden kalles "Levelized cost of energy" (LCOE). LCOE angir her total kostnad for levert energi i øre/kWh diskontert med 6 prosent over levetiden til anlegget på 20 år. De privatøkonomiske kostnadstallene inkluderer i tillegg til energiprisen også kostnader til investering, drift-/vedlikehold og avgifter på utslipp (ekskl. mva.). For omlegging fra fossil gass til alternativer som krever nye investeringer, for eksempel installering av et nytt anlegg der det ikke er installert noe fra før, gir LCOE et godt bilde av kostnadene. Imidlertid kan LCOE overestimere kostnadene i de tilfeller der det allerede er installert et anlegg, og deler av gassinfrastrukturen skal brukes videre. På den annen side kan LCOE underestimere kostnadene der eksisterende anlegg må demonteres før det nye kan installeres, da eventuelle demonteringskostnader ikke er inkludert i LCOE-beregningene.

I tilfeller der oppvarmingsløsningen uansett skal byttes ut, for eksempel på grunn av oppnådd teknisk levetid på eksisterende anlegg, vil merkostnaden ved overgang til fossilfrie oppvarmingsløsninger være mindre fordi det uansett ville påløpt investeringskostnader for opprusting eller utskifting av eksisterende anlegg.

Ved bytte fra fossil gass til oppgradert biogass vil det vanligvis ikke være behov for merinvesteringer, og merkostnaden vil dermed ligge i differansen i energipris. Vi forutsetter i kostnadsberegningene at det vil være tilstrekkelig tilgang på biogass til å dekke energibehovet. Med det prisnivået som nå er for biogass blir merkostnaden stor selv om konverteringen er enkel å gjennomføre. Ved overgang til løsninger som bruker strøm kan eieren bli ilagt anleggsbidrag for å dekke sin del av kostnadene for å øke kapasiteten i nettet dersom det blir behov for det. Dette vil likevel være helt avhengig av kapasiteten i kraftsystemet på stedet. Anleggsbidrag er dermed ikke en del av kostnadene som er beskrevet.

For enkelte bygg har bruken av gass andre tilleggsverdier. Norsk Energi [1] oppgir at om lag halvparten av veksthusene som benytter fossil gass til oppvarming også utnytter avgassen til vekstfremming. Ved overgang til oppvarmingsløsninger som ikke gir samme mulighet til å utnytte avgassen kan det derfor for noen aktører være behov for å kjøpe inn CO_2 på annet vis, eventuelt øker arealet eller gjennomføre andre tiltak for å opprettholde produksjonen. Dette vil ikke kun være en økt utgift ettersom hensikten er økt plantevekst, og dermed økt avkastning. Vi kjenner derfor ikke den samlede verdien av dette.

Teknologi

For noen løsninger vil det være tekniske barrierer knyttet til geografi og leveringssikkerhet for ulike løsninger. For eksempel er ikke biogass eller fjernvarme tilgjengelig overalt. Biopropan er også en lite tilgjengelig løsning per i dag, selv om det teknisk sett kan erstatte LPG direkte.

Det kan være tekniske utfordringer for enkelte segmenter, for eksempel oppvarming av driftsbygninger i landbruket som benyttes til fjørfeproduksjon, da disse aktivitetene betyr at byggene har behov for høy tilført effekt på oppvarming. Usikkerhet om potensielle erstatninger for gass kan levere tilstrekkelig effekt, gjør at det blir færre (og dyrere) alternativer tilgjengelig for disse aktørene [6], [7].

Mulige virkemidler

Noen mulige virkemidler som kan fremme utfasing av gass til oppvarming er:

- **Avgift:** Økt CO_2-avgift / fjerne fritak fra CO_2-avgift for driftsbygninger i landbruket. Beregningene av privatøkonomiske merkostnader ved å bytte fra fossil gass til fossilfrie oppvarmingsløsninger gir informasjon om hvilket avgiftsnivå som er nødvendig for å gjøre overgangen til ulike alternativer privatøkonomisk lønnsomme. For husholdninger er nødvendig avgiftsnivå for det minst kostbare alternativet omtrent 2000 kroner per tonn CO_2. For næringsbygg er nødvendig avgiftsnivå for minst kostbare alternativ noe lavere, omtrent 1300 kroner per tonn CO_2. For veksthus, som i dag er fritatt CO_2 avgift vil en avgift på omtrent 900 kroner per tonn CO_2 være tilstrekkelig for å gjøre det billigste alternativet privatøkonomisk lønnsomt.
- **Subsidier:** Investeringsstøtte til alternativene til gass til oppvarming, for eksempel gjennom Enova og Innovasjon Norge. Alternativt skatterefusjon eller andre kompensasjonsordninger for merkostnader i drift.
- **Reguleringer:**
    - **Omsettingskrav eller liknende:** Krav til omsettere av fossil gass om omsetning av en viss andel fornybar gass, for eksempel biogass eller biopropan, eventuelt med en opptrapping over tid.
    - **Bruksforbud:** Forbud mot bruk av gass til oppvarming av bygg, eventuelt med nødvendige avgrensninger og unntaksbehov.

Konsekvenser

- Kostnadene ved overgang til fossilfri oppvarming vil trolig bæres av sluttkundene, som er eiere og brukere av byggene, i form av potensielt økte energikostnader, avhengig av løsning og virkemiddel.
- Basert på kartleggingen fra Norsk Energi [1] har NVE vurdert mulige konsekvenser på forsyningssikkerheten i kraftnettet ved å erstatte dagens bruk av fossil gass med bruk av elektrisitet. Noen steder er det begrensninger i regional- og distribusjonsnettet, og en overgang fra gass til elektrisitet kan utløse behov for nettinvesteringer. For å unngå at overgangen gir utfordringer for forsyningssikkerheten, bør en eventuell overgang varsles i god tid, slik at dette tas høyde for i nettplanleggingen. Investeringer i regionalnettet tar typisk mellom ett og tre år å realisere, men dette varierer avhengig av hvilke oppgraderinger som skal gjøres. Det er en stor fordel om nettselskapene er klar over framtidig økning i effektbehovet så tidlig som mulig, slik at de kan ta høyde for det ved dimensjonering av de nettanleggene de uansett skal bygge. Nettanlegg har lang levetid, så det er alltid en fordel å ha mest mulig informasjon om framtidig utvikling, slik at man unngår underdimensjonering eller feilinvestering.
- Dersom en vesentlig andel av gass erstattes av biogass, vil det kunne gi økt etterspørsel etter biogass (i størrelsesorden anslagsvis inntil 150 GWh), som vil kunne gi insentiver til økt biogassproduksjon.
- Utvikling og oppfølging av eventuelle virkemidler for utfasing av fossil gass vil medføre administrative kostnader.

Referanser

[1] Norsk Energi (2019). Kartlegging av bruk av gass til oppvarming. Oppdragsrapport for Miljødirektoratet og NVE.
[2] Meld. St. 41. (2016-2017). Klimastrategi for 2030 – norsk omstilling i europeisk samarbeid. Klima- og miljødepartementet.
[3] Miljødirektoratet & NVE (2019). Besvarelse av oppdrag: Utredning av bruk av gass til oppvarming. På oppdrag fra Klima- og miljødepartementet (KLD) og Olje- og energidepartementet (OED).
[4] SSB (2019). Produksjon og forbruk av energi, energibalanse. 19.06.19.
[5] NVE (2019). Kostnader i energisektoren. Verktøy på nett. 11.06.19.
[6] Vista Analyse & Norsk Landbruksrådgivning (2016). Vurdering av forbud mot fossilt brensel i landbruksbygg mv. Oppdragsrapport for Direktoratet for byggkvalitet (DiBK).
[7] Vista Analyse & Norsk Landbruksrådgivning (2017). Forbud mot fossile brensler; konsekvenser for driftsbygninger i landbruket: Vurdering av forbud mot fossilt brensel i landbruksbygg mv. Oppdragsrapport for Miljødirektoratet.

O03 Forsert utskifting av vedovner

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Utslippsreduksjon (mill. tonn CO_2-ekv.)	-	0,009	0,018	0,027	0,036	0,045	0,055	0,065	0,075	0,085	0,095
Utslippsreduksjon 2021-2030	**0,51 millioner tonn CO_2-ekv.**										
Kostnadskategori	**< 500 kr/tonn CO_2-ekv.**										

Beskrivelse av tiltaket

I 2018 var utslippet i "Oppvarming i husholdninger" 0,41 millioner tonn CO_2-ekvivalenter. Tilnærmet alle metanutslippene fra sektoren skyldes vedfyring. I tillegg medfører vedfyring utslipp av blant annet lystgass, partikler og flyktige organiske forbindelser (nmVOC). Basert på statistikk fra SSB [1] og framskriving av vedforbruket som er lagt til grunn i en utredning fra Norsk Energi [2], er det beregnet at rundt 1,17 millioner husholdninger vil fyre med ved i 2020. Uttredning fra Norsk Energi ser på flere ulike tiltak for å redusere utslipp fra vedfyring fra 2020 og framover. Det er foretatt beregninger av utslippsreduksjoner i forhold til referansebanen fram til 2050. Beregningene omfatter eldre vedovner (før 1998), nyere vedovner (98-2020), nyeste vedovner (2020-), ovner med varmelagring og beste vedovner. Tiltak O03 *Forsert utskifting av vedovner* kombinerer to tiltak fra utredningen fra Norsk Energi. Tiltaket "Forsert overgang fra vedfyring til elvarme eller varmepumpe" omfatter forsert utskifting av eldre og nyere ovner tilsvarende 0,7 TWh i forhold til referansebanen i 2030 og 0,8 TWh reduksjon av disse i 2040 og 2050. Det medfører at omtrent 240 000 færre husholdninger fyrer med ved i 2030 sammenlignet med referansebanen. Basert på tall fra SSB [3] har vi antatt at 1/3 av disse bytter til varmepumpe. Dette tiltaket er kombinert med "Utskifting til beste i stedet for nyeste vedovner", det vil si at husholdningene som skal bytte vedovn i perioden 2021-2030 anskaffer de beste vedovnene på markedet i stedet for de ovnene som oppfyller kravene i økodesignforordningen [4]. Til sammen fjerner disse tiltakene tilnærmet alle utslippene av metan fra eldre og nyeste vedovner innen 2030. Sentrale aktører for å utløse tiltakene er husholdningene.

Dagens virkemidler

For nye ovner:

- I 1998 ble det innført utslippsstandarder for vedovner som installeres i bygg. Byggteknisk forskrift TEK17. stiller krav om at nye lukkede ildsteder for vedfyring har partikkelutslipp lavere enn 10 g/kg.
- Den 24. april 2015 vedtok EU-kommisjonen økodesignforordning nr. 2015/1185 om varmeovner til fastbrensel (vedovner). Forordningen gjelder nye ovner og er gjennomført i norsk rett ved endring av økodesignforskriften. Endringen trådte i kraft 2. mars 2016. Disse forordningene setter maksimumskrav til partikler, NO_X, OC og CO fra blant annet vedovner, pelletsovner og kjeler fyrt med biomasse. Økodesignkravene har virkning fra 1. januar 2022. Grenseverdien for partikkelutslipp er satt strengere i forordningen enn den nåværende nasjonale grenseverdi. De fleste produsentene av fastbrenselovner i Norge og Norden vil likevel uten større vanskeligheter klare å overholde økodesignkravene.

Utskifting av gamle ovner:

- En rekke kommuner gir støtte ved utskifting av gamle ovner til nye rentbrennende ovner. Støttesatsen er typisk 3000-4000 kroner.

- Klima- og energifondet i Oslo kommune gir for eksempel støtte til utskifting til nye, rentbrennende ovner. Støttesatsen er 6 000 kroner innenfor Ringvei 3 og 1 500 kroner utenfor Ringvei 3. Tilskuddet begrenses til 50 prosent av kostnaden.
- Kapittel 7 i forurensningsforskriften gir kommunen myndighet til å regulere utslipp fra mindre fyringsanlegg, blant annet vedovner. Reguleringen kan skje gjennom lokal forskrift eller enkeltvedtak og skal bidra til å sikre at kravene til PM_{10} og $PM_{2,5}$-konsentrasjon i kapittelet overholdes. Nye grenseverdier for svevestøv trådte i kraft 1. januar 2016 [5]. De nye grenseverdiene er strengere enn minstekravene som er satt til svevestøv i EUs luftkvalitetsdirektiv [6], men likevel høyere enn nivåene som helsemyndighetene har definert som trygge for de aller fleste [7]. Med hjemmel i forurensningsforskriften kapittel 7 har for eksempel Bergen kommune vedtatt forbud mot ikke-rentbrennende ildsteder, det vil si åpne peiser, oljefyrte ildsteder og ved- og koksovner installert før 1998, fra 2021 [8]. Forbudet er begrunnet i negative helseeffekter av svevestøv og at utskifting av ikke-rentbrennende ildsteder gir økt brannsikkerhet.

Nullalternativ og utslippsreduksjonspotensial

Referansebanen inkluderer en naturlig utskifting av eldre vedovner til nyere og nyeste ovner, og økodesign-forordningens krav til utslipp fra nye ovner er inkludert fra 2020. Referansebanen for vedforbruk benyttet i utredningen fra Norsk Energi [2] er fem til seks prosent høyere i perioden 2020-2030 enn referansebanen som ligger til grunn for Klimakur 2030. I utredningen fra Norsk Energi er det brukt oppdaterte utslippsfaktorer for metan som foreløpig ikke er tatt i bruk i det nasjonale utslippsregnskapet. Vi har valgt å inkludere utslippsreduksjonspotensialet av tiltakene i henhold til utredningen fra Norsk Energi fordi vi mener denne utredningen gir et mer korrekt anslag på virkningen av tiltakene. Tiltakene vil ikke overskride den nasjonale referansebanen dersom utslippsfaktorer i tråd med tiltaksutredningen legges til grunn i denne. For andre utslippskomponenter er utslippsfaktorene i utslippsregnskapet og tiltaket identiske.

Tiltakskostnad

Merkostnader knyttet til overgang fra vedfyring til panelovner eller varmepumpe er blant annet knyttet til at eldre vedovner byttes ut før endt levetid, og dette medfører investeringskostnader for husholdningene. Investeringskostnaden er betydelig høyere for overgang til varmepumpe enn panelovner. I tillegg er det antatt en viss overgang fra nyere vedovner til panelovner eller varmepumper for husholdninger som uansett skal bytte ut vedovnen sin. I disse tilfellene er det beregnet en besparelse for overgang til panelovner fordi det er lavere investeringskostnader for panelovner enn en nyere vedovn.

Merkostnader eller besparelser knyttet til drift når husholdninger går fra vedfyring til panelovner eller varmepumper er vanskelig å beregne. Her kan det være viktige ikke-prissatte kostnader knyttet til tidsbruk og andre ulemper eller fordeler knyttet til håndtering av ved som er tett knyttet til den enkelte husholdnings preferanser.

Dersom man kun ser på energikostnadene og legger til grunn en snittpris på ved fra finn.no, gir overgang fra eldre vedovner til både panelovner og varmepumper besparelser. Varmepumpene gir større besparelser enn panelovnene på grunn av høyere effektfaktor på varmepumper (antatt 2,5 ganger høyere i disse beregningene). Besparelsene er mindre ved overgang fra nyere vedovner på grunn av høyere virkningsgrad på nyere vedovner. Disse beregningene er til en viss grad følsomme for antakelsen om prisen på ved.

I tillegg til ikke-prissatte driftskostnader knyttet til vedfyring har vi heller ikke prissatt ulempen for husholdningen ved eventuell preferanse for varme fra vedovn framfor panelovner eller varmepumpe. Det er ikke naturlig å anta at disse varmekildene er perfekte substitutter, og det er sannsynligvis ikke-prissatte kostnader knyttet til en slik overgang for husholdningene. Det kan også være ikke-prissatte fordeler knyttet til økt brannsikkerhet ved overgang fra vedfyring til elvarme.

For overgang til beste vedovner i stedet for nyere vedovner er det en merkostnad knyttet til både investering og installasjonskostnad, ifølge kostnadstallene fra Norsk Energi [2]. Vi har ikke tatt hensyn til eventuelle besparelser

knyttet til lavere vedforbruk når husholdninger investerer i beste i stedet for nyeste vedovner. Disse besparelsene vil blant annet avhenge av fyringsteknikk og kvaliteten på veden og er vanskelig å beregne.

For samfunnet er det en betydelig besparelse knyttet til reduserte utslipp av NO_X og PM_{10}. Helsegevinsten ved reduserte lokale utslipp er verdsatt i henhold til Veilederen for Klimakur 2030 (vedlegg II). Samlet sett gjør den betydelige helsegevinsten knyttet til tiltaket at tiltaket er beregnet å være samfunnsøkonomisk lønnsomt selv før man tar hensyn til verdien av de reduserte klimagassutslippene. Tiltaket plasseres i kategorien under 500 kr/tonn CO_2-ekvivalenter.

Usikkerhet

Det er stor usikkerhet forbundet med verdsetting av helseskadelige utslipp. Helsegevinsten vil bli størst dersom tiltaket gjennomføres i områder med høy befolkningstetthet. Verdsettingsfaktorene som er brukt er basert på rapporten "Klimatiltak mot 2030 – Klimaeffekt på kort sikt og helseeffekter" [9], og er basert på en antakelse om at utslippsreduksjonene skjer dels i områder med spredt bebyggelse og dels i eller i nærheten av tettsteder. Dersom man i stedet antar at hele tiltaket gjennomføres i byer og tettsteder vil tiltaket bli enda mer samfunnsøkonomisk lønnsomt, selv før man tar hensyn til verdien av de reduserte klimagassutslippene. Dersom tiltaket i stedet gjennomføres hovedsakelig i områder med spredt bebyggelse der verdien av reduserte partikkelutslipp er satt til null, vil den samfunnsøkonomiske lønnsomheten reduseres.

I tillegg til usikkerhet knyttet til verdsettingen av de helseskadelige utslippene, er det usikkerhet knyttet til referansebanen for vedfyring. Mengden ved som brennes i Norge avhenger av parametere som utendørstemperatur og ovnsteknologi. I tillegg hugger mange husholdninger veden selv. SSB fører statistikk basert på spørreundersøkelser. Klimaprognosene tilsier at vintrene blir varmere framover. Det er derfor rimelig å anta at behovet for oppvarming, inkludert oppvarming med ved, og dermed utslippsreduksjonspotensialet for dette tiltaket reduseres som følge av det. Det er også en rekke ulike utslipp fra vedfyring og utslippsfaktorene er forbundet med usikkerhet. Det er ikke mulig å anslå hvordan reduksjonspotensialet vil endre seg dersom nye målinger foretas.

Barrierer

Reguleringer

En viktig barriere knyttet til tiltaket er manglende bruk av kommunenes hjemmel til å regulere utslipp av vedfyring for å begrense utslippene av helseskadelig luftforurensning. Vedfyring er den viktigste kilden til helseskadelige konsentrasjoner av fint svevestøv ($PM_{2,5}$) i Norge, men fordi nivåene av fint svevestøv i norske byer og tettsteder stort sett ligger under grenseverdiene i forurensningsforskriften har ikke kommunene plikt til å gjøre tiltak rettet mot for eksempel vedfyring. Dette er en mulig barriere for at kommunene iverksetter reguleringene de har hjemmel til etter forurensningsforskriften kapittel 7. Miljødirektoratet, Statens vegvesen, Vegdirektoratet og Folkehelseinstituttet har fått i oppdrag av sine departementer å vurdere om det er grunnlag for å skjerpe inn grenseverdiene for svevestøv ytterligere, og etatene skal levere sitt svar på oppdraget innen 1. april 2020.

Det er samtidig sannsynlig at tiltak krever endringer i enkeltpersoners atferd (for eksempel endrede vedfyringsvaner). Dette oppleves politisk vanskeligere å gjennomføre enn tiltak som pålegger etater og aktører plikter (for eksempel krav om at vei-eier skal bekoste støvbinding og renhold av svevestøvutsatte veistrekninger).

Virkemidler for å redusere lokal luftforurensning fra vedfyring vil også bidra til å redusere klimagassutslipp fra vedfyring.

Kostnader

Ettersom gevinsten ved redusert lokal luftforurensning ikke kun tilfaller husholdningen er dette normalt en ekstern virkning som ikke er del av kostnadsbildet til husholdningen. Som beskrevet over er manglende håndtering av denne eksterne virkningen en sentral barriere for å utløse tiltaket. For husholdningene kan likevel overgang fra vedfyring til

panelovner eller varmepumper medføre besparelser knyttet til redusert energiforbruk. Dette gjelder spesielt overgang fra eldre vedovner til varmepumpe. Her har vi ikke tatt hensyn til at overgang til varmepumpe ikke nødvendigvis fører til redusert energiforbruk fordi husholdningen kan velge høyere innetemperatur [10]. Vi har heller ikke tatt hensyn til eventuelle ikke-prissatte driftskostnader knyttet til håndtering av ved, som vil kunne øke besparelsen for husholdningen ytterligere.

Imidlertid kan man se for seg at for enkelte vil ulempen ved å bytte fra varme fra vedovn til elvarme også kunne være betydelig. Når husholdninger fortsetter med vedfyring til tross for mulige besparelser knyttet til energikostnader må man legge til grunn at man tillegger varme fra vedovn en høyere verdi enn varme fra panelovn eller varmepumpe. Dette vil variere mellom husholdninger og gjør det vanskelig å dosere virkemidler for å utløse tiltaket.

Informasjonsbarrierer

Mangel på informasjon om utslippene ovnen gir er essensielt dersom tilskuddsordningene rettes mot de beste vedovnene. Det kan også være behov for informasjon om besparelser knyttet til overgang fra vedfyring til elvarme.

Mulige virkemidler

Det er vanskelig å se for seg en avgift på ved for å utløse tiltaket både fordi mange har tilgang til ved gjennom uformelle kanaler og fordi metanutslippene i stor grad avhenger av vedovnen. For lokal luftforurensning måtte en avgift også ta hensyn til hvor og når veden forbrennes.

Vista Analyse utredet i 2019 virkemidler kommunene kan bruke for å redusere utslipp fra vedfyring [11]. Virkemidler utformet for å forbedre lokal luftkvalitet og for å bedre brannsikkerheten vil i mange tilfeller også bidra til å redusere klimaeffekten fra vedfyring. Virkemidler for å redusere utslipp fra vedfyring er for eksempel:

- Forbud
- Pante- og tilskuddsordninger for utskifting av vedovner
- Merkeordning for vedovner som viser hvilken standard ulike produkter holder
- Informasjon
- Tilrettelegging fra statlig hold slik at virkemidler lettere kan tas i bruk i kommunene og husholdninger
- Krav fra forsikringsselskap/økt forsikringspremie for eldre vedovner knyttet til brannrisiko

Et forbud mot vedfyring i områder der helsekostnadene er store, vil også ha en klimagevinst. Forbudet kan gjelde bare noen områder eller noen dager, eller det kan differensieres mellom nye og gamle ovner. Alle varianter av forbud krever imidlertid kontroll og sanksjoner ved brudd, noe som kan være vanskelig. På den ene siden er et totalforbud sannsynligvis enklere å kontrollere enn for eksempel et forbud mot bare gamle ovner. På den andre siden kan et totalforbud være politisk vanskelig å gjennomføre.

Ved tilskuddsordninger er det viktig at tilskuddet knyttes pant, det vil si at tilskuddet utløses bare når man kan dokumentere at den gamle ovnen er fjernet. Tilskuddet bør knyttes til standarden til den nye ovnen, det vil si at den er i kategorien "beste vedovner" (for eksempel Svanemerket) eller at vedovnen skiftes ut med varmepumpe eller panelovn. I denne forbindelse er det essensielt at ovnene er godt og riktig merket slik at det er enkelt for forbrukeren å finne ut hvor på utslippsskalaen den aktuelle ovnen befinner seg. En nylig utredning av effekten av tilskudd til utskifting av gamle vedovner i Oslo kommune [12] viser at tilskuddet kan ha ført til en raskere innføring av vedovner med lavere utslippsfaktorer. Samtidig viser utredningen av tilskuddet ikke ser ut til å ha redusert PM-utslipp, fordi de lavere utslippsfaktorene til dels er motvirket av økt vedforbruk. Ifølge utredningen kan dette skyldes at folk enten fyrer mer når de får ny ovn eller at de bytter fra annen oppvarming til vedfyring. Konklusjonen er at det er behov for virkemidler for å redusere vedforbruk dersom tilskudd til utskifting av eldre ovner skal fungere som ønsket.

Informasjon kan også være et viktig virkemiddel. Sannsynligvis er det ukjent for de fleste som fyrer med ved hvor høye kostnadene per kWh varme faktisk er. Tilsvarende er de høye helsekostnadene for resten av samfunnet og klimapåvirkningen ukjent for de fleste. Det er ikke umulig at informasjon om dette vil få folk til å skifte ut vedovnen. God informasjon er et viktig supplement til andre virkemidler og kan skape forståelse for virkemiddelbruk, for eksempel for innføringen av et forbud.

Staten kan legge til rette for at virkemidlene som nevnes ovenfor lettere kan tas i bruk i kommunene. Verktøy (modeller og lignende) som kan gjøre det lettere for kommunene å kartlegge den lokale forurensningssituasjonen kan være viktig for at kommunene skal treffe riktige valg når det gjelder virkemidler. Informasjon og veiledning med tanke på hvordan lokale forskrifter kan utformes kan være nyttig for kommunene. Det kan også vurderes om staten kan bidra gjennom Enova og med lovendringer, instrukser eller lignende, til at kompetansen i kommunalt feiervesen benyttes (mer) effektivt for å redusere utslipp fra vedfyring.

Konsekvenser

Utslippsreduksjonen i 2050 er estimert til å være langt høyere enn i 2030 fordi langt flere ovner da er skiftet ut. Tiltaket bidrar således til lavutslippssamfunnet i 2050. Tiltaket reduserer i tillegg til klimagasser, utslipp av partikler, flyktige organiske forbindelser (nmVOC), nitrogenoksider (NO_X), karbonmonoksid (CO), biologisk CO_2, PAH og små mengder SO_2. Helsegevinsten av reduserte partikkel- (PM_{10}) og NO_x- utslipp er inkludert i de samfunnsøkonomiske kostnadsberegningene. Ozonforløperne metan, NMVOC, NO_X og CO bidrar til dannelse av ozon nær bakken og SO_2-utslippene danner sulfatpartikler i atmosfæren. Helseeffektene av ozon, SO_2 og PAH er ikke kvantifisert. Metan er viktig for ozondannelse. Ozon skader også avlinger og økosystemer. Disse effektene er ikke kvantifiserte.

EU sitt "Takdirektiv" (direktiv 2001/81/EC) og Gøteborgprotokollen setter et bindende krav for Norge om at vi må redusere våre utslipp av $PM_{2,5}$ med 30 prosent i 2020 sammenlignet med utslippet i 2005 [13]. Dersom også EUs reviderte "takdirektiv" [14] tas inn i EØS-avtalen, vil tiltaket bidra til måloppnåelse på eventuelle skjerpede reduksjonskrav for $PM_{2,5}$ mot 2030. Direktivet er per desember 2019 under vurdering i EØS-/EFTA-statene [15].

Metan er en klimagass som har en langt sterkere effekt på klima og oppvarmingshastigheten på kort sikt enn på lang sikt. Tiltaket reduserer primært metan, og vil således bidra både til å nå det langsiktige Parismålet og bærekraftsmålene som skal oppfylles innen 2030 [16].

Referanser

[1] SSB/Statistikkbanken. Tabell 09703: Energibalansen. Vedforbruk i boliger, etter fyringsteknologi (F) 2005 – 2018.

[2] Norsk Energi (2019). Tiltaksutredning vedrørende utslipp av svevestøv fra vedfyring. Rapport M-1322|2019. Oppdragsrapport for Miljødirektoratet.

[3] SSB/Statistikkbanken. Tabell 10568: Husholdninger, etter type oppvarmingsutstyr bygningstype (prosent) 2001 – 2012.

[4] EØS-notat (2016). Økodesign - varmeovner fyrt med fast brensel. 22.03.16.; Økodesignforskriften §31 (FOR-2011-02-23-190); Kommisjonsforordning (EU) 2015/1185 av 24. april 2015, se VEDLEGG II, punkt 2. a) ii)

[5] Klima- og miljødepartementet (2015). Strengere krav til luftkvaliteten. 24.12.15.

[6] EØS-notat (2013). Luftkvalitetsdirektivet. 10.12.13.

[7] Folkehelseinstituttet. Håndbok for uteluft – luftkvalitetskriterier. Nettpublikasjon, lest 29.11.19.

[8] Forskrift om forbud mot bruk av ildsteder uten dokumentert sikkerhet mot forurensning, Bergen kommune, Hordaland (FOR-2017-11-22-2473).

[9] Miljødirektoratet (2015). Klimatiltak mot 2030 – Klimaeffekt på kort sikt og helseeffekter. M-438|2015.

[10] Halvorsen, B. & B. Larsen (2013). Hvem eier varmepumpe og hva gjør det med strømforbruket? Økonomiske analyser 2/2013, SSB.

[11] Vista Analyse (2019). Virkemidler for å redusere utslipp fra vedfyring. Rapport M-1321|2019. Oppdragsrapport for Miljødirektoratet.

[12] Lopez-Aparicio & Grythe (2019). Vurdering av rentbrennende vedovners betydning for partikkelutslipp i Oslo kommune. Effekt på svevestøvnivåer. NILU rapport 16/2019.
[13] UNECE (2017). Protocol to Abate Acidification, Eutrophication and Ground-level Ozone, Annex II.
[14] EU (2017). Directive (EU) 2016/2284 of the European parliament and of the council of 14 December 2016 on the reduction of national emissions of certain atmospheric pollutants, amending Directive 2003/35/EC and repealing Directive 2001/81/EC.
[15] EØS-notat (2019). Nytt "takdirektiv" (del av EUs "Luftpakke"). 24.05.19.
[16] Miljødirektoratet (2019). Klimaeffekt på kort sikt og helseeffekter av tiltak for å redusere utslipp av klimadrivere i Norge. Rapport M-1215|2019.

E05 Erstatte kullkraft med fornybar energi i Longyearbyen

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Utslippsreduksjon (mill. tonn CO_2-ekv.)	-	-	-	-	-	0,0715	0,0715	0,0715	0,0715	0,0715	0,0715
Utslippsreduksjon 2021-2030	**0,43 millioner tonn CO_2-ekv.**										
Kostnadskategori	**< 500 kr/tonn CO_2-ekv.**										

Beskrivelse av tiltaket

Dagens energiforsyning i Longyearbyen på Svalbard er i hovedsak basert på kraft- og varmeproduksjon med bruk av lokalt utvunnet kull. Energiverket ble satt i drift i 1983. Det er utarbeidet en vedlikeholdsplan for kraftverket som legger opp til drift til 2038, men tilstanden for kraftverket er til vurdering.

I 2018 utredet Thema Consulting Group & Multiconsult mulige alternative løsninger for framtidig energiforsyning i Longyearbyen, på oppdrag fra Olje- og energidepartementet ("Alternativer for framtidig energiforsyning på Svalbard") [1]. Thema Consulting Group & Multiconsult har vurdert flytende naturgass (LNG), kull, trepellets og biokull som mulige alternativer i et kraftvarmeverk. For LNG og kull er også karbonfangst og -lagring vurdert. Videre er sol- og vindkraft, kombinert med lagringsteknologiene batteri, hydrogen, pumpekraftverk, varmelager og kraftkabel fra fastlandet vurdert. Av de fornybare alternativene til kull, er nytt kraftvarmeverk med trepellets som brensel beregnet å ha de laveste kostnadene, og vil trolig være det mest attraktive alternativet. Tiltaket utredet her er derfor basert på at kraftvarmeverket legges ned i 2025 og erstattes med et kraftvarmeverk med trepellets. Tiltaket gjelder kun energiforsyningen i Longyearbyen, ikke de andre bosetningene på Svalbard.

Nedleggelse av dagens kraftvarmeverk i 2025 anses som krevende tatt i betraktning at både beslutningsprosess og gjennomføring vil ta tid. Tiltaket kan forskyves i tid, men da med økende usikkerhet om kostnadsnivåer og konkurranseforhold mellom teknologier.

Bakgrunn

Longyearby-samfunnet er avhengig av en høy grad av forsyningssikkerhet. Forsyningen av både strøm og varme må ta høyde for at samfunnet er isolert, at energiforsyningen har høye kostnader, og for at all reparasjon og vedlikehold tar lang tid. For alle aktuelle løsninger er det nødvendig med reserve- og spisslastkapasitet for å gi en sikker energiforsyning.

Det har vært vekst i befolkningen i Longyearbyen over de siste tiår. Dette har utløst økt energibehov. Samtidig er det muligheter til å effektivisere bruken av energi, særlig varme. Det er derfor usikkerhet om det framtidige energibehovet. Thema Consulting Group & Multiconsult har forutsatt at energibehovet fortsetter på dagens nivå [1].

Referansebanen og utslippsreduksjonspotensial

I 2017 var utslippene fra bruk av kull, kullkoks og petrolkoks 123 000 tonn CO_2-ekvivalenter (over 99 prosent av dette er CO_2) fra utslippskilden "gasskraft og annen el-produksjon" i utslippsregnskapet. Dette er i hovedsak utslipp fra energiverkene i Longyearbyen og Barentsburg. Longyearbyen lokalstyre, ved Longyear Energiverk, rapporterte et utslipp på 73 000 tonn CO_2 i 2017 [2]. Dette er lagt til grunn for vurdering av utslippsreduksjonspotensialet fram til 2030. Dette representerer i hovedsak utslipp fra forbrenning av kull (hovedlast, 69 800 tonn CO_2) og en mindre andel diesel (reserve- og spisslast, 3 200 tonn CO_2).

Innføring av trepellets som hovedlast har et estimert reduksjonspotensial på 71 500 tonn CO_2 per år. Dette gir et beregnet restutslipp på 1500 tonn CO_2 fra fossil diesel per år. Restutslippet stammer fra bruk av diesel til reserve- og spisslast. Reduksjonspotensialet på disse utslippene vil først og fremst være avhengig av hvor stort dette behovet er. De gjenværende utslippene fra fossil diesel kan erstattes med biodiesel. Biodiesel har høyere kostnad enn fossil diesel, men så lenge dieselvolumet er lite, vil ikke tiltakskostnaden endres vesentlig.

Tiltakskostnad

Dagens anlegg må, av forsyningssikkerhetsgrunner, uansett erstattes senest i 2038. Et nytt anlegg basert på trepellets antas å ha levetid på 25 år - fram til 2050. I vurderingen av merkostnader for bygging og drift av nytt anlegg sammenlignes det nye anlegget med videre drift av dagens anlegg basert på kull fram til 2038, og at dette erstattes med energiproduksjon basert på det billigste alternativet, som er LNG og vindkraft fra 2038.

Den samfunnsøkonomiske tiltakskostnaden sett over levetiden til det nye anlegget er beregnet til 400-500 kr/tonn CO_2, med betydelig usikkerhet.

Kostnadene ved å fjerne og rense opp etter gamle produksjonsanlegg er tatt med i beregningen, dog med betydelig usikkerhet. Det er ikke gjort noen vedtak om framtiden for Gruve 7 (Gruve 7 er Store Norskes eneste gruve i drift og produserer først og fremst for drift av byens energiverk). Det er derfor ikke tatt med kostnader for opprydding etter gruvevirksomhet. Oppryddingen vil komme uansett på ett eller annet tidspunkt og kan derfor holdes utenfor tiltakskostnaden.

Usikkerhet

Pellets-løsningen er det fornybare alternativet som i rapporten [1] oppgis å ha de laveste kostnadene. Det er likevel en rekke usikkerhetsfaktorer som gjør at det er flere løsninger som kan anses å være sammenlignbare. Det er viktig å framheve følgende: Energibehovet som skal dekkes har et stort utfallsrom avhengig av næringssammensetningen framover, ikke minst framtiden for Gruve 7. Likeså vil befolkningsutviklingen være en viktig driver for energibehovet. Videre er det potensial for effektivisering i hele energisystemet, spesielt varme, noe som også vil påvirke hvilke fornybarløsninger som er mest tjenlig. Om effektiviseringspotensialet blir realisert er i stor grad avhengig av om myndighetene legger til rette for det. Til slutt vil framtidig kraftbehov påvirkes om og når det skjer elektrifisering i transportsektoren; biler, snøscootere og maritim sektor.

Samtidig skjer kostnadsutviklingen for en del teknologier svært raskt. Særlig gjelder dette solkraft, vindkraft og ulike lagringsteknologier. Sol- og vindkraft kan vise seg å bidra positivt til alternative løsninger, spesielt sammen med lagring av energi. Import av hydrogen ble ikke vurdert av Thema Consulting Group & Multiconsult, men kan vise seg å være en robust og konkurransedyktig løsning. En hydrogenløsning med brenselceller er skalérbar og kan fases inn og tilpasses de mange usikkerhetsfaktorene i Longyearbyens framtidige energibehov.

Tiltaket vil ha en gevinst i form av høyere forsyningssikkerhet, først og fremst fordi dagens anlegg er gammelt og med noe redusert driftssikkerhet. Nytt anlegg vil innebære høyere arealbruk, men ettersom dagens energiverk må drives fram til nytt anlegg er ferdigstilt, vil det derfor uansett være behov for å ta i bruk nytt areal til det nye anlegget.

Dersom man ut fra hensynet til forsyningssikkerhet kommer til at dagens anlegg må fornyes før 2030, bør tiltaket defineres annerledes. Dersom man for eksempel legger til grunn at LNG og vindkraft kommer i drift tidligere enn 2038, vil **merkostnaden** ved å gå fra en slik løsning med et noe lavere utslipp av fossilt CO_2, til biopelletsløsningen som ikke innebærer utslipp av fossilt CO_2 utover diesel til spiss- og reservelast, bli høyere. Dette gir en tiltakskostnad i intervallet 700-800 kr/tonn CO_2.

I dag stilles det ikke krav til bærekraftig produksjon av fast biobrensel og flytende biobrensel til oppvarming (biodiesel/biofyringsolje). Dette representerer derfor en usikkerhet for slike brensler og det kan skje endringer i rammebetingelsene over tid.

Bedriftsøkonomisk analyse

Det bedriftsøkonomiske regnestykket for tiltaket blir langt på vei det samme som beskrevet som samfunnsøkonomisk tiltakskostnad. Vi antar for enkelhets skyld at utbygger er Longyearbyen Lokalstyre som i dag eier Energiverket. I og med avgiftsfrihet på Svalbard blir utgiftsbildet det samme som beskrevet under samfunnsøkonomisk kostnad.

Barrierer

Den største barrieren mot å realisere tiltaket er finansieringen.

Kostnadene for alle typer tiltak er høyere på Svalbard enn på fastlandet. Dette "Svalbard-tillegget" er hensyntatt i kostnadsberegningene, men innebærer samtidig en stor usikkerhetsfaktor.

Økt arealbruk kan gi vanskelige avveininger mellom kostnad og hensyn til landskapsvern og naturvern. Import av trepellets eller annen biobrensel vil regnes som fornybar, men samtidig reise noen dilemmaer knyttet til indirekte utslipp og om det er begrensede ressurser av såkalt avansert biobrensel.

Virkemidler

Realisering av et nytt energiverk i Longyearbyen vil kreve:

- Realisering av potensialet for energieffektivisering krever planmessig innsats over flere år, og at det gjøres en grundig effektivisering når tiltak først gjøres. Rask framdrift i dette arbeidet er en forutsetning for at redusert energibehov skal kunne påvirke dimensjoneringen av nytt anlegg.
- Regulering av arealbruk, inkludert konsekvensutredning av miljøkonsekvenser. Lokalstyret har ansvaret for å utarbeide arealplaner innenfor arealplanområdet.
- Tillatelse til virksomhet etter Svalbardmiljøloven. Miljødirektoratet er myndighet for større forurensningssaker på Svalbard og regulerer energiverket i Longyearbyen. Et nytt anlegg vil kreve endret, eventuelt ny, tillatelse til forurensende virksomhet dersom anlegget legges til ny lokasjon.
- Finansiering. Vi antar at statlig medfinansiering er nødvendig. Per i dag er det Justisdepartementets Svalbard-budsjett som er det naturlige virkemiddel.

Etablering av ny energiforsyning i Longyearbyen må også vurderes i forhold til de utenrikspolitiske mål og strategier for Svalbard. Regjeringen vil dermed ha en sterk interesse av, og ulike virkemidler, for å styre prosessen.

Tilleggseffekter

Indirekte utslipp

Tiltaket innebærer transport av trepellets, som vil øke utslippene fra skipsfart dersom det ikke finnes nullutslippsløsninger tilgjengelig.

Arealbruk

Ettersom kull til energiverket i dag hentes ut fra Gruve 7, vil det være behov for betydelig større areal for lagring av brensel. Man må også ta høyde for at lagring av trepellets kan kreve mer tilpassede lagringsforhold enn steinkull, for eksempel temperatur og luftfuktighet, dette gjelder også under transport. Et nytt anlegg på Hotellneset vil videre være synlig i terrenget. Det er usikkert om dagens fjernvarmeledning har nok kapasitet, ettersom dagens ledning kun forsyner flyplassen med varme.

Dagens kraftløsning krever deponering av slagg fra forbrenningen av kull. Overgang til pellets vil kreve andre avfallsløsninger.

Naturmangfold

Det er en viss fare for at innføring av trepellets til Svalbard kan føre med seg frø, insekter eller annet biologisk materiale som kan bidra til spredning av uønskede organismer. Dette vil kunne utgjøre en trussel mot

naturmangfoldet, særlig med de store klimaendringene som man ser i Arktis, og med en temperaturøkning som tilsier at arter som kommer sørfra vil kunne etablere seg lettere.

Forurensning/miljøkonsekvenser

Dagens kullkraftverk har installert renseteknologi på røykgassen som har ført til kraftige reduksjoner i utslipp av støv og SO_2, i tillegg til reduksjoner i NO_X-utslippene. Fyring med trepellets kan medføre økte utslipp av støv og NO_X. Det kan forventes en høyere effektivitet av et nytt anlegg enn dagens løsning, men for å unngå økte utslipp forutsetter overgang til trepellets at det installeres minst like god rensegrad som dagens kullkraftverk.

Lokalisering av nytt energiverk er ikke avgjort, men Hotelneset er ett alternativ. Store deler av Hotelneset har forurensning i grunnen, som det må tas hensyn til ved terrenginngrep for å hindre spredning. Det er også avrenning av perfluorerte stoffer (PFOS) fra tidligere brannøvingsfelt på flyplassen.

Referanser

[1] Thema Consulting Group & Multiconsult (2018). Alternativer for framtidig energiforsyning på Svalbard. Oppdragsrapport for Olje- og energidepartementet. Juni 2018.

[2] Miljødirektoratet/Norske utslipp. Longyearbyen lokalstyre, Longyear Energiverk. Landbasert industri. Utslipp 2018.

F01 Økt innsamling og destruksjon av brukt HFK

Politisk føring: Klimameldingen fra 2017 [1]. Regjeringen vil revidere produktforskriften for å implementere Kigali-endringen til Montrealprotokollen[121] om nedfasing av hydrofluorkarboner (HFK), samt vurdere tiltak, herunder økt tilsyn og oppfølging, for å styrke etterlevelsen av eksisterende virkemidler med mål om å redusere utslipp av HFK og andre fluorholdige gasser ytterligere.

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Utslippsreduksjon (mill. tonn CO_2-ekv.)	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,07	0,06	0,05	0,04	0,03
Utslippsreduksjon 2021-2030	**0,65 millioner tonn CO_2-ekv.**										
Kostnadskategori	**< 500 kr/tonn CO_2-ekv.**										

Beskrivelse av tiltaket

Tiltaket innebærer å øke innsamling og destruksjon av brukt HFK som ikke lenger er i bruk, for å forhindre at gass fra produkter som skrotes eller repareres lekker ut i atmosfæren. I årene som kommer, vil en rekke luftkondisjoneringsanlegg og kuldemøbler blir faset ut av bruk, enten fordi anlegget er skroteferdig, eller fordi de ikke lenger kan etterfylles på grunn av nye reguleringer (produktforskriften).

Dagens virkemidler

HFK er omfattet av importavgift. Avgiftsnivået er økt vesentlig de siste årene fra om lag 230 kroner per tonn CO_2-ekvivalenter i 2013 til 544 kroner per tonn CO_2-ekvivalenter i 2020 [2]. HFK er definert som farlig avfall i avfallsforskriften [3]. Tilsiktede utslipp er derfor forbudt, og det er krav til forsvarlig håndtering av gassene når produkter med gassen tas ut av bruk. For gass som leveres inn til destruksjon utbetales en refusjon tilsvarende avgiftssatsen, jamfør avfallsforskriften kapittel 8. Produktforskriftens kapittel 6a [4] gjennomfører EUs reviderte f-gass forordninger i norsk rett. Her stilles det krav til forsvarlig håndtering av HFK-gasser, lekkasjekontroller, sertifisering for personell og bedrifter som håndterer gassen samt forbud mot bruk og etterfylling av HFKene med høyest oppvarmingspotensial (Global Warming Potential, GWP). Særlig sistnevnte og de høye avgiftsrefusjonssatsene påvirker omfanget av hvor mye av gassen som blir samlet inn og destruert. Det er også i produktforskriften innført importrestriksjoner inkludert et regime for å fase ned import av HFK i bulk for å innfri våre forpliktelser under Montralprotokollen.

Referansebanen og utslippsreduksjonspotensial

I referansebanen er det ikke antatt endringer i innsamling og destruksjon. Det er antatt at nivået på innsamling og destruksjon holdes konstant på 2017-nivå. I 2017 ble det innsamlet, destruert og betalt ut refusjon for HFKer tilsvarende 122 500 tonn CO_2-ekvivalenter, og dette nivået opprettholdes ut 2030. Innsamling og destruksjon økte både i 2017 og 2018 og det forventes ytterligere vekst de nærmeste årene. Dette er blant annet resultat av bedre innsamlingssystem/infrastruktur, høyere avgifts-/refusjonssats og at mye utstyr fra 2020 ikke lenger er tillatt å etterfylle, og må dermed kasseres. Dermed er det en del av utslippsreduksjonspotensialet som forventes utløst uten ytterligere virkemidler eller tilstramming av eksisterende virkemidler.

Stiftelsen Returgass (SRG), sammen med konsulent H. Haukås [5], har beregnet potensialet for hvor mye brukt HFK-gass som kan samles inn og destrueres, i stedet for å slippes ut. De har beregnet potensialet til å være på ca. 250

[121] Kigali-endringene i Montrealprotokollen innebærer at partene forplikter seg til gradvis å redusere forbruk og produksjon av HFK, det vil si nettoimport og produksjon av HFK-gasser.

000-300 000 tonn CO_2-ekvivalenter per år i perioden 2020-2030. I dette forslaget til tiltak legger vi til grunn en mulig innsamling av 200 000 tonn CO2-ekvivalenter per år i perioden fram til 2025, men at det deretter vil synke noe ned til 150 000 tonn CO_2-ekvivalenter i 2030 som følge av at det er installert langt mindre CO_2-ekvivalenter i utstyr i bruk ("banken"). Utslippsreduksjonspotensialet utover referansebanen fra 2020-2025 er beregnet som følger: 200 000 minus 120 000, altså 80 000 tonn CO_2-ekvivalenter per år. Fra 2025 til 2030 reduseres utslippsreduksjonspotensialet lineært fra 80 000 til 30 000 tonn CO_2-ekvivalenter per år.

Tiltakskostnad

Økt innsamling og destruksjon av brukt HFK-gass innebærer primært merkostnader for aktørene som leverer inn brukt gass. SRG som håndterer gassen og utbetaler statlig refusjon dekker sine utgifter til returordningen gjennom et behandlingsgebyr per kilo innlevert gass. Vi legger til grunn at merkostnadene for SRG ved økt innsamling og destruksjon dekkes av økte inntekter fra behandlingsgebyr.

Innlevering av brukt gass innebærer tapping av gass fra anlegg (for eksempel varmepumper, kjøleanlegg i biler og andre kjøleanlegg) på returflasker som, når de er fylt opp, leveres direkte til SRG eller til ett av SRGs grønne returpunkter. Transport til returpunktet betales av aktøren, mens transport til SRG fra returpunktet er gratis så lenge aktøren har kjøpt gassflaske fra samme returpunkt. Flasker kan kjøpes til omtrent 800 kroner fra SRG, eller til en noe høyere pris fra de grønne returpunktene, pluss et depositum på 1000 kroner. Aktørene må fylle ut et elektronisk deklarasjonsskjema og merke flaskene før retur.

For mer enn 2 kilo gass utbetales statlig refusjon av avgiften, som stiger med GWP-verdien til gassen som leveres inn, fratrukket et behandlingsgebyr på 285 kr/kg. Mindre enn 2 kilo gass leveres gratis, men det utbetales ikke refusjon. Avgiftsrefusjonsordningen medregnes ikke i den samfunnsøkonomiske kostnaden. Dermed består merkostnaden ved tiltaket primært av aktørenes merkostnader knyttet til innsamling og transport av brukt gass. Denne kostnaden vil variere mellom aktører og avhenger blant annet av hvor store anlegg gassen skal tappes fra og avstand til returpunkt. Basert på eksempelberegninger med tre typer gass finner vi at tiltaket skjønnsmessig kan plasseres i kategorien under 500 kroner per tonn CO_2-ekvivalenter. Her er kostnaden for returflasken og en antatt transportkostnad på 1000 kroner per flaske medregnet. Dette gir kostnader per tonn CO_2-ekvivalenter i størrelsesorden 60-225 kroner per tonn CO_2-ekvivalenter som returneres. En dobling av den antatte transportkostnaden endrer ikke på kostnadskategorien for tiltaket. Ved en transportkostnad på 5000 kroner per flaske innsamlet R32 (den vanligste gassen på nyere varmepumper), vil kostnaden oversige 500 kroner per tonn CO_2-ekvivalenter for denne gassen. Merk at vi antar at en del av utslippsreduksjonspotensialet vil realiseres uten ytterligere tilstramming av virkemidlene, ettersom referansebanen ikke har tatt hensyn til den økte innsamlingen og destruksjonen i denne perioden.

Barrierer

Kostnader

For den enkelte aktør som vurderer lønnsomheten ved å samle inn og levere brukt gass er avgiftsrefusjonsordningen sentral. Tabellen under viser lønnsomhetsberegninger for tre eksempler med innsamling av brukt gass fra henholdsvis varmepumper med gammelt og nytt kuldemedium og fra AC-anlegg i biler. Vi har antatt en transportkostnad på 1000 kroner per flaske til returpunkt, i tillegg til kostnaden ved å leie flaske fra returpunkt.[122] Beregningene viser at det er svært lønnsomt for aktører å samle inn og sende inn gass fra varmepumper med den mest vanlige gassen (R410a), mens lønnsomheten vil bli betydelig dårligere i framtiden når man samler inn gass fra varmepumpene som selges nå (R32), med lavere GWP og dermed lavere avgiftssats. For innsamling fra AC-anlegg i biler er innsamling og retur også beregnet å være svært lønnsomt per flaske innsamlet gass.

[122] Variasjonen i merkostnaden knyttet til innsamling og transport kommer av ulik tillatt fyllingsmengde for de ulike gassene og at gassen R32 krever en egen type flaske for brannfarlig gass.

Tabell T 64. Lønnsomhetsberegninger, per innsamlet flaske.

	Varmepumper, R410 a	Varmepumpe, nytt kuldemedium R32	AC-anlegg bil, R134a
Merkostnad innsamling og transport	2 000	1 800	2 000
Besparelse, avgiftsrefusjon	- 17 497	-2 435	-11 847
Netto merkostnad	**- 15 497**	**- 635**	**-9 847**

På den ene siden tyder beregningene på at man kan forvente økt innsamling og destruksjon utover referansebanen uten ytterligere virkemidler. På den andre siden tyder dette på at det er andre barrierer enn bedriftsøkonomisk lønnsomhet som forhindrer at man samler inn en større andel av det som potensielt kunne blitt samlet inn.

Atferd

Eksempelberegningene over tyder på at de viktigste barrierene er behov for atferdsendring og mangel på informasjon. Mindre aktører kan ha manglende informasjon om refusjonsordningen, eller om returpunktordningen. Dermed framstår ikke oppsamling og innsamling av gass som lønnsomt.

Mulige virkemidler

Beregningene over viser at en del av utslippsreduksjonspotensialet på kort sikt bør kunne utløses uten å øke avgiftsnivået for å gjøre det mer lønnsomt å returnere gass. Økt informasjon til aktørene og mer tilgjengelige returpunkter kan synliggjøre verdien av å samle opp og returnere brukt gass ved dagens avgiftsnivå. I 2019 er det utarbeidet en brosjyre og animasjonsvideo sammen med relevante bransjer for å informere bedre om kravene til oppsamling av gass og sikker nedmontering av varmepumper i private hjem. Tilsvarende informasjonskampanjer kan iverksettes mot spesifikke målgrupper, for eksempel industrikjøling, restaurantbransjen o.l. Flere grønne returpunkter kan innebære økte kostnader. Dagens grønne returpunkter finansieres hovedsakelig ved at aktørene som drifter returpunktene tar en høyere pris på gassflaskene som selges enn de selv betaler til SRG. Etablering av flere returpunkter i områder med færre aktører kan medfører økte kostnader. Videre kan styrket tilsyn av kravene i EU-forordningene om å hindre lekkasjer og om plikt til avtapping og oppsamling av gass kunne bidra til at mer gass samles opp og destrueres.

Referanser

[1] Meld. St. 41. (2016-2017). Klimastrategi for 2030 – norsk omstilling i europeisk samarbeid. Klima- og miljødepartementet.
[2] Prop. 1 LS (2019–2020) For budsjettåret 2020 — Skatter, avgifter og toll 2020. Finansdepartementet.
[3] Avfallsforskriften (FOR-2004-06-01-930)
[4] Produktforskriften (FOR-2004-06-01-922)
[5] Stiftelsen Returgass & Hans Haukås. Forslag til strategi for Stiftelsen Returgass (SRG) for økt innsamling av fluorholdige klimagasser. Notat.

E06 Økt utsortering av brukte tekstiler til materialgjenvinning

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Utslippsreduksjon (mill. tonn CO_2-ekv.)	-	0,017	0,017	0,027	0,025	0,023	0,023	0,019	0,016	0,016	0,016
Utslippsreduksjon 2021-2030	**0,20 millioner tonn CO_2-ekv.** *Globale utslipp redusert er estimert til 604 000 tonn fram til 2030										
Kostnadskategori	**< 500 kr/tonn CO_2-ekv.**										

Beskrivelse av tiltaket

Mengden tekstilavfall fra private husholdninger i Norge er nesten fordoblet i løpet av de siste 20 årene [1]. Tiltaket innebærer økt utsortering av brukte tekstiler fra husholdninger og utsalgssteder slik at disse inngår i strømmer til ombruk og materialgjenvinning. Økt ombruk og materialgjenvinning av brukte tekstiler vil redusere innholdet av fossilt materiale i avfall som forbrennes, og gir dermed reduserte klimagassutslipp fra energiforsyningssektoren i Norge. I tillegg vil det oppstå positive miljø- og klimaeffekter som følge av redusert etterspørsel etter nye tekstiler, effekter som hovedsakelig kommer i andre land. Disse effektene vil for eksempel være reduksjon av klimagassutslipp, vannforbruk og redusert kjemikaliebruk. Utover dagens nivå gir tiltaket ytterligere 150 000 tonn tekstiler til ombruk og materialgjenvinning mellom 2021 og 2030. EU vil snart legge fram en ny strategi for tekstiler i en sirkulær økonomi, som er ventet å adressere hele livsløpet fra råvareuttak og design av tekstiler, via bruksfasen til avfallshåndtering og bruk av tekstilavfall i produksjon av nye produkter. Vi forventer at denne vil legge viktige føringer for videre arbeid også i Norge.

Dagens virkemidler

Det er ikke innført nasjonale virkemidler som utløser tiltaket. Miljømyndighetene i Norge har startet dialog med produsenter/importører av tekstiler, handelen, frivillige innsamlere og kommunene for å diskutere muligheter for forsterket innsats gjennom økt samarbeid, noe som kan bidra til å utløse tiltaket. EUs rammedirektiv [2] stiller krav om separat innsamling av tekstiler fra husholdninger og virksomheter som genererer husholdningsliknende avfall innen 2025, og økt forberedelse til ombruk og materialgjenvinning av tekstilavfall vil bidra til å nå krav i direktivet om 65 prosent materialgjenvinning innen 2030. Avfallsforbrenning er ikke inkludert som en kvotepliktig aktivitet i EU-regelverket, med noen unntak. Det er i dag ingen avgift på utslipp fra avfallsforbrenning i Norge, men i Prop. 1 LS (2010-2020) [3] vises det til at regjeringen vil arbeide videre med å innlemme avfallsforbrenningsanlegg for husholdningsavfall i EUs kvotesystem eller innføre CO_2-avgift på forbrenning av avfall.

Referansebanen og utslippsreduksjonspotensial

Mengden tekstiler i restavfall i 2018 er estimert til 57 000 tonn tekstiler. Av disse tekstilene er ca. 19 300 tonn laget av fossile råstoff. Vi kjenner ikke mengde brukte tekstiler som oppstår fra utsalgssteder. Miljødirektoratet utreder dette på oppdrag fra Klima- og miljødepartementet i løpet av 2019. Dette tiltaket er derfor kun basert på økt utsortering fra husholdninger. Det er lagt til grunn en avfallsvekst i tråd med forventet befolkningsvekst i perioden fram til 2035.

Norsk reduksjon per tonn kasserte tekstiler utsortert

Basert på erfaringstall fra avfallsbransjen legger vi til grunn at man normalt kan oppnå 50 prosent utsortering med godt tilgjengelige bringeordninger, mens henteordninger kan oppnå 80 prosent utsortering. I et norsk perspektiv vil kasserte tekstiler som sorteres ut, hovedsakelig gå til ombruk eller materialgjenvinning. For å overholde krav i EUs rammedirektiv (se ovenfor) legger vi til grunn innføring av bringeordninger med 50 prosent utsortering fram til 2023 og henteordninger og 80 prosent utsortering fra 2023.

Vi legger til grunn at 65 prosent av tekstilene som utsorteres går til ombruk og 25 prosent til materialgjenvinning, basert på SIFO (2012) [4]. De siste 10 prosent forbrennes eller deponeres i landet hvor sortering foregår.

Tekstiler som sorteres til materialgjenvinning eller ombruk blir fjernet fra forbrenningsanlegg. Det er kun fossilbaserte tekstiler som teller med i beregning av utslippsreduksjon. 65 prosent av restavfallet går til forbrenning i Norge, mens resten sendes til Sverige [5]. Vi har ikke nok informasjon til å forutsi hvordan mer sirkulær økonomi og innføring av andre virkemidler vil endre eksportmengden fram mot 2030. Det kan være redusert mengde norsk avfall til forbrenning gjør at mindre avfall eksporteres og at utslippsreduksjonen i Norge blir større enn det vi har lagt til grunn.

Av ett tonn tekstil antas 340 kilo å være laget av fossilbasert råstoff [6]. Reduksjonen fra ett tonn blandet tekstil som ikke brennes gir da 340kg*3 = 1,02 tonn CO_2 [7].

Potensialet for reduksjon av utslipp i Norge, som følge av unngått forbrenning av kasserte tekstiler, anslås å være 197 000 tonn CO_2 fram til 2030. I disse beregningene har vi tatt hensyn til at omtrent 14 prosent av utslippene fra avfallsforbrenning er kvotepliktige. Vi har antatt en like stor reduksjon i andelen fossile tekstiler som forbrennes i kvotepliktig avfallsforbrenning som i ikke-kvotepliktig avfallsforbrenning, og dermed redusert utslippsreduksjonspotensialet med 14 prosent. Vi har ikke beregnet eventuelle utslipp fra materialgjenvinning. Utslippsreduksjonspotensialet er justert for å ta hensyn til tiltakene som innebærer CCS på tre avfallsforbrenningsanlegg, som beskrevet i kapittel 11 i hovedrapporten del A.

En rapport fra Nordisk ministerråd [8] anslår at ett tonn utsorterte kasserte tekstiler gir reduksjon av 4,65 tonn CO_2-ekvivalenter globalt. Siden tekstiler stort sett produseres utenfor Norge vurderer vi at det er riktig å allokere dette til globale reduksjoner, og ikke norske reduksjoner. Potensialet for reduksjon av globale utslipp er estimert til 604 000 tonn CO_2 fram til 2030.

Tiltakskostnad

Vi har ikke detaljert informasjon om kostnader ved økt utsortering av tekstiler, men baserer oss på kostnader for økt utsortering av papp- og papiravfall [9]. Det er antagelig ikke mulig å sortere tekstiler fra restavfall og opprettholde kvaliteten. Vi mener derfor at kostnadene ved bringe- og henteordninger er mest relevant. For papp- og papiravfall legger vi til grunn en kostnad for bringeordninger på 150 kroner per tonn for et godt nett av innsamlingspunkter. For henteordning (primært oppsamling i en egen beholder) legger vi til grunn ca. 350 kroner per tonn [9]. Det er ikke nødvendig å hente tekstiler like ofte som papir. Vi vurderer det som mest hensiktsmessig å hente tekstiler for eksempel ved å henge en pose ved siden av andre avfallsbeholdere. Dette kan senke kostnadene noe versus kostnadene ovenfor som er basert på bruk av en egen beholder.

Miljødirektoratets erfaringstall tilsier at forbrenningskostnaden varierer mellom 750 og 1500 kroner per tonn avfall, avhengig av avfallstype. Siden kasserte tekstiler som ikke sorteres ut vil følge restavfallet til forbrenning, legger vi derfor til grunn et konservativt estimat for unngått forbrenningskostnad på 1 000 kroner per tonn. . Kostnaden for materialgjenvinning av tekstiler varierer mellom positiv verdi og 1000 kroner per tonn, avhengig av fibertype. Vi legger til grunn en materialgjenvinningskostnad på 500 kroner per tonn [10].

Vi har ikke prissatt tidskostnaden ved økt utsortering for husholdningene. I SIFOs rapport [4] diskuteres det hvorvidt det er riktig å verdsette husholdningenes merarbeid knyttet til bringe- og henteløsninger for tekstiler.De har i sine samfunnsøkonomiske beregninger lagt til grunn at denne kostnaden settes til null, men gjort følsomhetsberegninger med kostnader på omtrent 8000 kroner per tonn for henteordninger og omtrent 10 000 kroner per tonn for bringeordninger Den enkelte husholdning vil verdsette jobben med å sortere ut tekstiler forskjellig, og for enkelte forbrukere kan kostnaden være en barriere. Det har imidlertid ikke vært mulig å kvantifisere en gjennomsnittskostnad på nåværende tidspunkt, og vi har derfor ikke grunnlag for å konkludere om en slik prising påvirker kostnadskategorien for tiltaket. Dersom man inkluderer en tidskostnad på 5000 kroner per tonn for både bringe- og henteordninger skifter dette tiltaket opp i neste kostnadskategori.

Det er flere aktører som samler inn brukte tekstiler i Norge. Enkelte har sortering av tekstilene i Norge, mens andre sorterer i utlandet. Utsorterte tekstiler til ombruk fra Norden har god kvalitet og kan selges i markedet til ca. 6 000 kroner per tonn [6]. Tekstiler selges først og fremst til ombruksaktører, som sorterer tekstilene i forskjellige kvaliteter, til forskjellige markeder. Tekstiler som ikke kan ombrukes, sendes til materialgjenvinning. En andel på 10 prosent antas deponert i sorteringslandet. Den gode prisen for utsorterte tekstiler til ombruk gjør at tiltaket er beregnet å være samfunnsøkonomisk lønnsomt.

Barrierer

Tiltaket er avhengig av ulike aktører som står overfor ulike barrierer. Husholdninger, utsalgssteder og virksomheter må gjennomføre utsorteringen fra annet avfall. Avfallsselskapet gjennomfører henteordningen og bærer kostnader knyttet til denne, mens gevinsten fra salg av brukte tekstiler ikke nødvendigvis tilfaller avfallsselskapet, med mindre selskapet selger avfallet.

Privatøkonomisk lønnsomhetsvurdering

Med mindre husholdningen får betalt for tekstiler som utsorteres vil husholdningene kun bære kostnaden ved utsortering. I dette tilfellet vil tidskostnaden og ulemper knyttet til utsortering utgjøre en barriere for husholdningene. For avfallsselskapet vil lønnsomhetsvurderingen avhenge av hvorvidt de kan ta seg betalt for tekstilavfallet som samles inn. Gitt den høye verdien til utsorterte tekstiler i markedet kan man se for seg at en henteordning kan være lønnsom for avfallsselskapet.

Infrastruktur

Tilgangen på bringepunkter kan være en barriere i enkelte deler av landet. Befolkningen er kjent med containere fra UFF, Fretex og liknende. Dekning av containere kan være lav enkelte steder og kan økes. Bringepunkter kan oppnå 50 prosent utsortering, og vil derfor være en barriere for høyere utsortering. Dette kan oppnås ved henteordninger.

Informasjon

Det kan være begrenset kunnskap blant husholdninger om at også ødelagte tekstiler kan sorteres ut for materialgjenvinning.

Mulige virkemidler

For å utløse tiltaket er det nødvendig å sikre at aktørene som bærer kostnadene ved utsortering og innsamling (husholdningene og avfallsselskapene) får ta del i gevinsten fra utsorteringene. Dette kan skje på ulike måter. Et eksempel er avfallsselskap som fakturerer avfallsgebyr basert på mengde restavfall som leveres. Dette gir et økonomisk insentiv til økt utsortering av avfall. Kvoteplikt eller økonomiske virkemidler som avgift på avfallsforbrenning er eksempler på virkemidler som kan gjøre det mer lønnsomt for avfallsselskapene å investere i innsamlings- og/eller ettersorteringsløsninger. For at en eventuell avgift på avfallsforbrenning ikke skal medføre økt eksport, kan det være aktuelt å også vurdere en tilsvarende avgift på avfall som eksporteres til forbrenning i land uten en slik avgift.

Avfallsselskapenes eksisterende kommunikasjonsarbeid kan også rettes mot hvilke typer tekstiler som kan utsorteres og betydningen av ombruk og materialgjenvinning. Dette kan bidra til å redusere informasjonsbarrieren.

For å øke utsorteringen av tekstiler fra restavfall kan det være aktuelt å innføre krav om kildesortering av tekstiler, ev. krav om løsning for innlevering av tekstiler på alle kommunale gjenvinningsstasjoner. Det kan være nødvendig å sette et krav til utsorteringsandel, eller et krav om henteordning for å oppnå nødvendig utsorteringsgrad på 65 prosent.

Tilleggseffekter

Økt ombruk og materialgjenvinning kan redusere etterspørselen etter nye tekstiler. Tiltaket gir dermed reduserte miljøskadelige utslipp ved uttak og framstilling av råvare og produksjon av tekstiler, en effekt som hovedsakelig

kommer utenfor Norge [11] Hele 90 prosent av total reduksjon i klimagassutslipp som følger av tiltaket kommer i andre land. I tillegg gir tiltaket en stor reduksjon i vann- og energibruk i produksjonslandet [8].

Overlappende tiltak: Redusert tekstilforbruk

Et alternativ til dette tiltaket er redusert tekstilforbruk. Ettersom disse tiltakene er delvis overlappende har vi ikke inkludert redusert tekstilforbruk som eget tiltak. Tiltaket innebærer at forbruket av tekstiler i tonn går ned, ved at forbrukere kjøper færre plagg. Redusert forbruk av tekstiler vil redusere mengden fossilt materiale fra tekstilavfall som forbrennes, og gir dermed reduserte klimagassutslipp fra energiforsyningssektoren i Norge. I tillegg vil det oppstå positive miljø- og klimaeffekter som følge av redusert etterspørsel etter nye tekstiler, effekter som hovedsakelig kommer i andre land. Ved en reduksjon på 2 prosent i tekstilforbruk i 2021, som øker lineært til 20 prosent i 2030, kan utslippsreduksjonspotensialet være mellom 50 000 og 70 000 tonn CO_2-ekvivalenter i Norge, men med en betydelig større global utslippsreduksjon på omtrent 1,1 millioner tonn CO_2-ekvivalenter. Dersom tiltaket skal utløses kreves det endrede preferanser blant konsumentene, som igjen kan føre til endrede insentiver for bransjen.

Referanser

[1] SSB/Statistikkbanken. Tabell 12313: Mengder husholdningsavfall, etter materiale og behandling (K) 2015–2018.
[2] EU direktiv: Directive 2008/98/EC
[3] Prop. 1 LS (2019–2020) FOR BUDSJETTÅRET 2020 — Skatter, avgifter og toll 2020. Finansdepartementet.
[4] SIFO (2012). Potensial for økt materialgjenvinning av tekstilavfall og andre avfallstyper (papir/papp, metall og glass). Fagrapport nr. 2 – 2012. Statens institutt for forbruksforskning.
[5] Avfall Norge (2019). Opplysninger om eksport av avfall til Sverige, rapport ikke publisert per 22. nov 2019.
[6] Nordisk ministerråd (2016a). Exports of Nordic Used Textiles. Fate, benefits and impacts. Nordic Council of Ministers.
[7] Fletcher, K. (2008). Sustainable fashion and textiles: design journeys. Earthscan. London, Sterling.
[8] Nordisk ministerråd (2016b). Gaining benefits from discarded textiles. LCA of different treatment pathways. Nordic Council of Ministers.
[9] Mepex & Avfall Norge (2018). Kostnader ved utsortering av husholdningsavfall. Rapport nr 05/2018.
[10] Østfoldforskning & Planmiljø (2019). Kartlegging av brukte tekstiler og tekstilavfall i Norge.
[11] Sandin (2018). Environmental impact of textile reuse and recycling

E07 Økt utsortering av plastavfall til materialgjenvinning

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Utslippsreduksjon (mill. tonn CO_2-ekv.)	-	0,003	0,004	0,005	0,005	0,062	0,070	0,066	0,058	0,063	0,068
Utslippsreduksjon 2021-2030	**0,41 millioner tonn CO_2-ekv.**										
Kostnadskategori	**> 1500 kr/tonn CO_2-ekv.**										

Beskrivelse av tiltaket

I 2017 var utslippene fra avfallsforbrenning i overkant av 900 000 tonn CO_2-ekvivalenter. Av disse var i overkant av 800 000 tonn fra ikke-kvotepliktig avfallsforbrenning. Tiltaket innebærer økt utsortering og materialgjenvinning av plastavfall fra husholdninger, og fra næringer som generer husholdningsliknende avfall. Økt materialgjenvinning av plastavfall vil redusere innholdet av fossilt materiale i avfall som forbrennes, og gir dermed reduserte klimagassutslipp fra energiforsyningssektoren i Norge. I tillegg vil det oppstå positive miljø- og klimaeffekter som følge av redusert etterspørsel etter og bruk av primære råvarer til plastproduksjon. Tiltaket er basert på Miljødirektoratets forslag til forskriftsregulering av krav til utsortering og materialgjenvinning av biologisk avfall og plastavfall fra 1. oktober 2018 [1] og alternativ 2 i tilhørende underlagsrapport fra Mepex & Østfoldforskning [2]. Tiltaket innebærer at kommuner og næringsvirksomheter som genererer husholdningsliknende avfall må sørge for utsortering av plastavfall og levering til materialgjenvinning. Det er estimert at tiltaket fører til en økt mengde netto materialgjenvunnet plastavfall på 69 000 tonn per år i 2030. For å oppnå 70 prosent utsorteringsgrad i 2035 slik forskriftsforslaget forutsetter er det forutsatt at kommunene må levere restavfallet til ettersorteringsanlegg. For næringsvirksomheter er det forutsatt kildesortering ettersom de ikke er omfattet av et tilsvarende måltall i forskriftsforslaget.

Dagens virkemidler

For plastemballasje er det innført produsentansvarsordning med krav til minimum andel materialgjenvinning i avfallsforskriften kapittel 7. Drikkevareemballasje av plast har insentiver for gjenvinning gjennom avfallsforskriften kapittel 6 og miljøavgift for drikkevareemballasje, som er regulert gjennom særavgiftforskriften.

Referansebanen og utslippsreduksjonspotensial

Det er lagt til grunn en avfallsvekst i tråd med forventet befolkningsvekst i perioden fram til 2035, noe som innebærer at avfallsmengden per person ikke øker [2]. Det er knyttet stor usikkerhet til om dette vil være reell utvikling. Økt oppmerksomhet om plast og problemer knyttet til forsøpling kan tilsi redusert mengde plastavfall framover, men på den andre siden tilsier historisk utvikling det motsatte.

Mer enn halvparten av utslippsreduksjonene knyttet til tiltaket vil skje utenfor Norges grenser, og er derfor ikke inkludert i tallene vist ovenfor. Årsaken er at det er lagt til grunn at plast fra primær råvare som erstattes av materialgjenvunnet plast er produsert i utlandet, og utslippsbesparelsene knyttet til dette vil derfor ikke skje i Norge. Utslippsreduksjonene i Norge er basert på beregningene fra Mepex & Østfoldforskning [2]. I disse beregningene er det ikke tatt hensyn til at omtrent 14 prosent av utslippene fra avfallsforbrenning er kvotepliktige. Vi har antatt en like stor reduksjon i andelen plast som forbrennes i kvotepliktig avfallsforbrenning som i ikke-kvotepliktig avfallsforbrenning, og dermed er utslippsreduksjonspotensialet redusert med 14 prosent fra underlagsrapporten. Utslippsreduksjonspotensialet er også justert for å ta hensyn til tiltakene som innebærer CCS på tre avfallsforbrenningsanlegg, som beskrevet i kapittel 11 i hovedrapporten del A.

Tiltakskostnad

Kostnader er basert på underlagsrapport fra Mepex & Østfoldforskning [2] omtalt ovenfor. Dette tiltaket er estimert til å være i kostnadskategorien over 1500 kr/tonn CO_2-ekvivalenter. Dette skyldes behov for nye sorteringsløsninger og et administrativt arbeid i implementering og oppfølging.

- Generelt er merkostnadene beregnet med utgangspunkt i dagens kostnadsbilde, teknologi og løsningsmuligheter. Det er imidlertid vanskelig å forutse hvordan aktørene vil agere i møte med en ny forskrift fordi kommunene og bedriftene står fritt til å velge løsninger for innsamling og sortering av avfall. Det er også ventet en utvikling i teknologi, som kan bidra til at kostnadene for innsamling, sortering og behandling reduseres betydelig. Dette vil imidlertid avhenge av etterspørselen i markedet og kronekursen i årene framover. Utvikling av markedet for sekundære råvarer ventes også å ha en betydning for framtidige kostnader ved tiltaket. Kostnadene vil også kunne fordeles i sektoren framover, slik at tilsvarende krav rettet mot andre avfallstyper vil kunne gjennomføres til lavere kostnader. Miljødirektoratets videre arbeid vil gi bedre kunnskap om kostnadsbildet.
- Kommunikasjon og oppfølgning av forskriften utgjør opptil 46 prosent av merkostnadene, og det er særlig denne delen av kostnadene det er knyttet usikkerhet til. Det reelle behovet er imidlertid vanskelig å anslå nøyaktig før forskriften er implementert. Kostnadsnivået vil særlig variere med kommunenes mulighet til å øke utnyttelsen av ressursene de allerede har til rådighet.

Mepex & Østfoldforskning [2] anslår kostnaden ved tiltaket til ca. 4 000 kroner per tonn CO_2-ekvivalenter over analyseperioden som er 2018-2035. Dette inkluderer kun utslippsbesparelser i Norge. Dersom utslippsbesparelser utenfor Norge inkluderes vil anslått tiltakskostnad bli redusert til ca. 1 700 kroner per tonn CO_2-ekvivalenter. Tiltakskostnadene vil kunne reduseres betydelig ved en effektivisering av innsamling og behandling, ved måloppnåelse i bransjeavtalen om matsvinn og ved at prisene på sekundære råvarer øker i markedet. Det er også knyttet usikkerhet til hvor stor andel av kostnadskomponenten kommunikasjon og oppfølging som kan tilskrives tiltaket og hvor stor andel som vil være knyttet til virkemiddelbruk. Dersom vi antar at hele merkostnaden til kommunikasjon og oppfølging kan betegnes som virkemiddelkostnader kan tiltakskostnaden, basert på en forutsetning om at 46 prosent av merkostnadene er knyttet til kommunikasjon og oppfølging, anslås til ca. 2200 kroner per tonn CO_2-ekvivalenter. Dette endrer dermed ikke kostnadskategorien for tiltaket.

Barrierer og mulige virkemidler

For å oppnå økt utsortering av plast er det forutsatt betydelige investeringer i ettersorteringsanlegg av restavfall. Dette utgjør en økonomisk barriere for kommunale og private avfallsselskap. For anlegg for materialgjenvinning vil det utgjøre en betydelig risikofaktor å produsere plastpellets til et marked som per i dag har få insentiver til å ta materialgjenvunnet plast i bruk. Videre er det for tiden underkapasitet på anlegg for materialgjenvinning av plast i Europa. Mangelen på kapasitet, og høye priser på materialgjenvinning er derfor også en økonomisk barriere som bidrar til at sekundære råvarer i liten grad er konkurransedyktige sammenlignet med primære råvarer. Deler av plastavfallet har lav kvalitet, og er lite egnet for materialgjenvinning med dagens teknologi. Dette kan ses på som en teknologisk barriere som kan reduseres med ny teknologi for utsortering og materialgjenvinning. Men forbedret kvalitet på sekundære råvarer er også avhengig av bl.a. design for sirkulær økonomi og materialgjenvinning, og standardiseringer og reguleringer på produktsiden for eksempel knyttet til bruk av kjemikalier og kvalitetskrav til ulike plasttyper fra sekundære råvarer. Informasjonstiltak, tilpasset infrastruktur, og atferden til forbrukere og aktører i avfallshåndteringen har også stor betydning for å oppnå høy andel materialgjenvinning og tilstrekkelig kvalitet. Som del av EUs arbeid for en sirkulær plastøkonomi arbeider de med en rekke ulike tiltak rettet mot disse barrierene [3].

Tiltaket er basert på et allerede foreslått virkemiddel, nemlig krav om utsortering og materialgjenvinning i avfallsforskriften for kommuner og virksomheter som genererer husholdningsliknende avfall [1]. Det har tidligere blitt vurdert ulike virkemidler for økt materialgjenvinning av plastavfall og andre avfallstyper, bl.a. i den nasjonale avfallsstrategien fra 2013 [4] og i Miljødirektoratets overordnede vurdering av tiltak for økt materialgjenvinning av

avfall fra 2016 [5]. Kvoteplikt eller økonomiske virkemidler som avgift på avfallsforbrenning er eksempler på virkemidler som kan gjøre det mer lønnsomt for avfallsselskapene å investere i innsamlings- og/eller ettersorteringsløsninger. For at en eventuell avgift på avfallsforbrenning ikke skal medføre økt eksport, kan det være aktuelt å også vurdere en tilsvarende avgift på avfall som eksporteres til forbrenning i land uten en slik avgift. Økonomiske virkemidler kan også bidra til at sekundær råvare blir mer konkurransedyktig.

Tilleggseffekter

Økt innsamling av plastavfall vil medføre økt transport av plastavfall til sortering og av plastfraksjoner til internasjonale markeder sammenlignet med å sende den samme mengden til energiutnyttelse. Økt transport kan medføre økning av lokale utslipp, dette avhenger av type transportmiddel og drivstoff som brukes. På den andre siden vil økt utsortering av plastavfall supplere markedene med en økt andel materialgjenvunnet plast, noe som vil ha en positiv miljøeffekt fordi dette kan bidra til å redusere uttak og produksjon av primære råvarer.

Referanser

[1] Miljødirektoratet (2018). Forslag til forskriftsregulering av krav til utsortering og materialgjenvinning av biologisk avfall og plastavfall. Oversendt Klima- og miljødepartementet 1. oktober 2018. Vår ref. 2015/5010.
[2] Mepex & Østfoldforskning (2018). Utsortering og material-gjenvinning av biologisk avfall og plastavfall.
[3] EU-kommisjonen (2018). A European Strategy for Plastics in a Circular Economy.
[4] Miljøverndepartementet (2013). Fra avfall til ressurs. Avfallsstrategi. 05.08.13.
[5] Miljødirektoratet (2016). Overordnede tiltak for økt materialgjenvinning av avfall. Oversendt Klima- og miljødepartementet 2. desember 2016. Vår ref. 2016/6413.

A01 Økt uttak av metan fra avfallsdeponi

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Utslippsreduksjon (mill. tonn CO_2-ekv.)	-	0,02	0,05	0,07	0,08	0,10	0,10	0,09	0,09	0,08	0,08
Utslippsreduksjon 2021-2030	**0,76 millioner tonn CO_2-ekv.**										
Kostnadskategori	**< 500 kr/tonn CO_2-ekv.**										

Beskrivelse av tiltaket

I 2017 var utslipp fra avfallsdeponi 1 million tonn CO_2-ekvivalenter. Dette tiltaket vil øke metanuttak fra deponi. Det nasjonale metanuttaket kan økes ved å gjennomføre vedlikehold på store anlegg hvor metanuttak har blitt kraftig redusert de siste årene. For enkelte anlegg som ikke har noe uttak i dag kan det være aktuelt å installere metanuttak. Deponianlegg og kommuner er sentrale aktører for å kunne utløse tiltaket.

Bakgrunn

Metan slippes ut fra deponianlegg med organisk avfall som har blitt deponert siden 50-tallet. Metan kan fanges ved å legge rør gjennom deponianlegget. Metan kan deretter suges ut inn i disse rørene. De største deponianleggene i Norge har installert et slikt system for metanuttak og gassen benyttes til å produsere elektrisitet, varme eller fakles. Disse anleggene rapporterer årlig metanuttak til Fylkesmannen. De største utfordringene med systemene for metanuttak er at vann kan lekke inn i systemet eller at rørene kan bli tette. For å unngå dette og for at metanuttaket skal fungere optimalt er det behov for kontinuerlig vedlikehold av systemet. Dette tiltaket har blitt identifisert av noen kommuner som sendte søknad til klimasats og fra Oslo kommune som har lagt tiltaket i klimabudsjettet sitt.

FNs Klimapanels modell [1] brukes til å beregne utslipp fra deponi i Norge. Potensialet for metanutslipp beregnes basert på total mengde organisk avfall deponert i landet [2]. Utslipp fra deponi utledes ved å trekke fra metanuttak rapportert fra de norske anleggene fra potensielle utslipp. I 2008 tilsvarte metanuttak 28 prosent av de potensielle metanutslippene fra deponi. Siden 2008 har denne andelen blitt redusert og tilsvarer de fem siste årene 15 prosent av de potensielle utslippene. I 2018 ble 6 660 tonn metan tatt ut, av dette ble 55 prosent faklet, 42 prosent ble benyttet til å produsere varme mens 3 prosent ble brukt til elproduksjon. 89 anlegg har rapportert metanuttak minst en gang i perioden fra 1988 til 2018. I 1988 hadde ett anlegg uttak av metan mens 67 anlegg har rapportert metanuttak i 2018. Dette tiltaket vil øke totalt metanuttak fra deponi i Norge gradvis fra 15 prosent av potensielle metanutslipp i dag til 28 prosent i 2030.

Dagens virkemidler

Avfallsforskriften krever at det skal treffes tiltak for å ha kontroll med opphopning og utlekking av deponigass. Den driftsansvarlige skal vurdere omfanget av gassproduksjonen i deponiet, og forurensningsmyndigheten kan stille krav om gassoppsamling dersom det er behov for det. Det stilles også krav til hvordan man skal avslutte og kontrollere deponier etter avsluttet drift. Deponier som ble avsluttet før kapittel 9 i avfallsforskriften [3] trådte i kraft omfattes ikke av kravene i forskriften.

Referansebanen og utslippsreduksjonspotensial

Deponering av våtorganisk avfall har vært forbudt i Norge siden 2002, og deponering av annet biologisk nedbrytbart avfall har vært forbudt siden 2009. Til tross for forbudet, deponeres fortsatt små mengder organisk avfall. I 2018 ble det blant annet deponert 8000 tonn avløpsslam som ikke oppfylte kravene fra gjødselvareforskriften. I referansebanen er det lagt til grunn at mengden organisk materiale til deponi er uendret til og med 2030 og at andelen metanuttak er

stabilt i perioden 2018-2030 og tilsvarer 15 prosent av totalt metanutslipp fra deponi. En gradvis økning av metanuttaket fra 15 prosent til 28 prosent av total mengde metanutslipp fra 2021 til 2025, og stabilt metanuttak til og med 2030 gir et utslippsreduksjonspotensial på ca. 0,76 millioner tonn CO_2-ekvivalenter. Den gradvise økningen mellom 2021 og 2025 er basert på erfaring fra Klimasats som viser at gjennomføring av tiltak for hvert enkelt deponi tar noen år. Flere kommuner har fått støtte til prosjekter som gjelder gassuttak fra deponi. Lørenskog kommune fikk støtte i 2016 for oppgradering av et eksisterende metanuttak i et deponianlegg og planlegger å gjennomføre tiltaket i 2020. Hamar kommune fikk støtte i 2017 for å utnytte deponigassen fra et eksisterende avfallsdeponianlegg på en bedre og mer effektiv måte. Prosjekter planlegger å øke uttaket fra 60 Nm^3/h til 200 Nm^3/h i 2020. Gjøvik kommune fikk støtte i 2019 for å forbedre utnyttelsen av deponigass fra to eksisterende avfallsdeponianlegg. Det ene anlegget har ikke tatt ut metan på mange år mens det andre anlegget har hatt en kraftig reduksjon i uttaket de siste årene.

Tiltakskostnad

I forbindelse med Klimakur 2020 ble det vurdert investeringskostnader og driftskostnader for oppgradering av eksisterende uttaksanlegg. Vi har ikke informasjon om kostnader ved etablering av nye uttaksanlegg. Basert på vurderingen knyttet til oppgradering av anlegg fra Klimakur 2020 er tiltaket plassert i kostnadskategorien under 500 kr/tonn CO_2-ekvivalenter.

Barrierer

Reguleringer

Som beskrevet over stilles det ikke tydelige krav i avfallsforskriften om oppsamling av deponigass fra anlegg som ikke lenger er i drift. Dette kan dermed oppfattes som en regulatorisk barriere, hvor det er behov for innstramming dersom man skal få utløst tiltaket.

Informasjon

Det er viktig å skaffe oversikt over store anlegg med metanuttak for å kunne vurdere om det bør iverksettes tiltak for å øke uttaket av metan. Miljødirektoratet har fokus på vurdering av nedlagte avfallsdeponier som utbyggingsområde, og også her er det viktig å identifisere deponier med høyt innhold av organisk materiale, og dermed potensial for gassdannelse. Det er behov for en kartlegging av disse deponiene. For å kunne øke metanuttak generelt i Norge må det gjøres en kartlegging av anleggene med metanuttak. Deretter må det vurderes hvilke anlegg som har størst potensial for metanuttak, og muligheter for oppgradering av disse anleggene.

For å forbedre effektiviteten i metangassanleggene må det settes spesifikke krav til det enkelte deponi ut fra blant annet geografiske forhold, beliggenhet, dybde, sammensetning av avfallet og klimatiske forhold. Dette er en svært komplisert jobb. Manglende kompetanse og informasjonsgrunnlag kan være en barriere, som gjør det vanskelig å stille presise krav og å utforme en generell, nasjonal veiledning utover det veiledningsmaterialet Miljødirektoratet allerede har laget om krav i nye driftstillatelser og krav til avslutning og etterdrift for avfallsdeponier.

De fleste arealer hvor det ligger nedlagte deponier er tatt i bruk til andre formål. For disse deponiene kan praktiske tiltak for å optimalisere oppsamlingsgraden komme i konflikt med dagens arealbruk. Bare om lag en tredjedel av de eksisterende gassanleggene utnytter gassen til energiformål. Det skyldes flere årsaker, blant annet ligger mange av deponiene slik til at det ikke finnes mottakere av energien til varmeformål.

Utnyttelse av metangassen til el-produksjon krever betydelige tilleggsinvesteringer, som for de fleste deponiene ikke står i forhold til inntektene ved omsetting av energien. Inntekter fra energiproduksjon er derfor ikke et tilstrekkelig insentiv for å opprettholde gassproduksjon fra et deponi.

For å kunne forbrennes med energiutnyttelse eller fakles må deponigassen inneholde en viss mengde metan. Norge har forbud mot deponering av biologisk nedbrytbart avfall. Dette medfører at metankonsentrasjoner i deponi reduseres over tid. Dette vil kunne være en viktig barriere i gamle deponier som ikke produserer en tilstrekkelig høy konsentrasjon metan i deponigass.

Mulige virkemidler

Utslipp av deponigass er i dag ikke omfattet av avgift. Det er krevende å treffe disse utslippene med avgift fordi man ikke har oversikt over hvor utslippene skjer og det er vanskelig å måle dem.

Dagens regelverk stiller krav til tiltak for å ha kontroll med opphoping og utlekking av deponigass for deponi som er i drift. Det stilles også krav til at deponigass skal samles opp og energiutnyttes eller fakles på alle deponi som tar imot biologisk nedbrytbart avfall. Reguleringen er imidlertid ikke justert etter innføringen av forbudet mot deponering av biologisk nedbrytbart avfall for å også omfatte deponi som ikke er i drift. Endret regulering, for eksempel for å stille krav om vedlikehold av eksisterende anlegg for metanuttak, vil være et mulig virkemiddel for å få utløst tiltaket.

Et supplerende virkemiddel for gjennomføringen av tiltaket kan være veiledning av fylkesmennene om oppfølging av kravene. Formålet er å sette fylkesmennene i stand til å ha en aktiv dialog med de driftsansvarlige for deponi for å oppnå forbedringer i oppsamlingen av deponigass. For å oppnå en høyere oppsamlingsgrad for metan ved eksisterende uttaksanlegg, er det nødvendig å øke kompetansen hos de driftsansvarlige ved deponiene. Det er også viktig at tilsvarende kompetanse tilflyter forurensningsmyndigheten, slik at myndighetene kan være en pådriver for gjennomføring av tiltakene.

Økonomiske støtteordninger er et virkemiddel som kan stimulere deponiene til å ta ut mer gass for energiutnyttelse. En utvidelse i Enovas støtteordning til også å gjelde tilskudd til etablering av kjeler for produksjon av varme og/eller el-generator for produksjon av strøm, samt en garantert minstepris på levert energi, er eksempler på mulige økonomiske virkemidler som kan bidra til å gjøre energiproduksjonen mer lønnsom og dermed gassoppsamlingen mer effektiv.

Denne typen støtteordning vil ikke være i tråd med prinsippet om at forurenser betaler.

Referanser

[1] IPCC (2006). IPCC waste model. Guidelines for national greenhouse gas inventory, Volume 5.
[2] SSB (2019). Avfallsmengder i Norge etter behandling og materiale. Avfallsregnskap.
[3] Avfallsforskriften (FOR-2004-06-01-930).

Tiltaksark: CCS-tiltak

E01 CCS på Oslo Fortum Varme (avfallsforbrenningsanlegg i Oslo)

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Utslippsreduksjon (mill. tonn CO_2-ekv.)	-	-	-	-	0,2	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Utslippsreduksjon 2021-2030	**2,6 millioner tonn CO_2-ekv., hvorav 1,3 millioner tonn CO_2-ekv. er bio-CO_2**										
Kostnadskategori	**500-1500 kr/tonn CO_2-ekv.**										

Beskrivelse av tiltaket

Tiltaket går ut på å installere et post-combustion amin renseanlegg på utslippspunktet ved Fortums anlegg, frakte CO_2 til et mellomlager på kai, og videre til en geologisk lagringsplass for CO_2 for permanent lagring. Dette tiltaket inngår i fullskala CCS prosjektet, som har til formål å redusere kostnader og investeringsbarrierer for etterfølgende CO_2-håndteringsprosjekter. Dette vil legges fram til behandling i Stortinget for investeringsbeslutning av regjeringen 2020/21.

Bakgrunn

Fortum Oslo Varme har som en del av det norske demonstrasjonsprosjektet for fullskala fangst, transport og lagring av CO_2 vurdert mulighetene for å ta i bruk karbonfangst og lagring (CCS) ved sitt energigjenvinningsanlegg på Klemetsrud i Oslo. Anlegget brenner ulike typer avfall, og varmen brukes til fjernvarme i Oslo samt produksjon av elektrisitet.

Dagens virkemidler

Fortum Oslo Varme er i dag ikke en del av klimakvotesystemet, og utslipp av CO_2 fra avfallsforbrenning er ikke avgiftsbelagt. Utslippene er derfor ikke dekket av generelle virkemidler. Vel halvparten av CO_2-utslippene stammer fra biomasse som i dag ikke dekkes av noen virkemidler. CCS-prosjektet ved Fortum Oslo Varme er del av det norske demonstrasjonsprosjektet for fullskala fangst, transport og lagring av CO_2 som administreres av Gassnova. Fortum Oslo Varme har så langt fått statsstøtte fram til ferdigstillelse av FEED-studie sommeren 2019, som vil gi tilstrekkelig grunnlag for å kunne ta investeringsbeslutning.

Referansebanen og utslippsreduksjonspotensial

Utslippsreduksjonspotensialet er estimert til ca. 400 000 tonn CO_2 per år. Halvparten av dette stammer fra biomasse. Utslippsreduksjonspotensialet som er lagt til grunn forutsetter at negative utslipp kan regnes inn i Norges måloppnåelse. Tiltaket forutsetter at CCS implementeres i 2024, som igjen forutsetter investeringsbeslutning i 2020. Det er noe usikkerhet knyttet til oppstartstidspunkt, og dette igjen gir en usikkerhet i utslippsreduksjonspotensialet over perioden 2020-2030. Vi har lagt til grunn at fangstanlegget kommer i drift til sommeren 2024, slik at man oppnår halvparten av utslippsreduksjonspotensialet til anlegget første året.

Tiltakskostnad

Detaljerte kostnader er konfidensielle av konkurransehensyn. Tiltakskostanden er derfor beregnet basert på offentlige tilgjengelige tall [1]. Kostnadsestimatet forutsetter en årlig kapasitet på 1,5 millioner tonn CO_2 i det parallelle lagerprosjektet, og at dette prosjektet bare belastes for sin andel av dette. Dette er konservativt ettersom lageret kan utvides vesentlig til moderate kostnader. Videre forutsettes det at prosjektet har en levetid på 25 år. Disse antagelsene gir en tiltakskostnad på ca. 900 kr/tonn CO_2-ekvivalenter.

Usikkerhet

Investerings- og driftskostnader er beregnet for prosjektet med en usikkerhet på ± 30 prosent. De pågående FEED-studiene vil redusere usikkerheten ytterligere, og tilfredsstille krav for investeringsbeslutning for store prosjekter. Disse tallene er ikke brukt her, men vil bli tilgjengelig gjennom det videre arbeidet med fullskalaprosjektene.

Dersom hele lagerkostnaden må dekkes av dette prosjektet øker tiltakskostanden til ca. 1400 kr/tonn. Dersom bare fossile utslipp inkluderes øker tiltakskostanden også til ca. 1400 kr/tonn.

Barrierer og mulige virkemidler

Se kapittel 11 om barrierer, og eksisterende og mulige nye virkemidler i hovedrapporten del A.

Kostnader

Med forutsetningene som er brukt her vil tiltaket isolert sett være bedriftsøkonomisk lønnsomt med en flat CO_2-avgift på rundt 2 000 kr, gitt et avkastningskrav på 8 prosent. Dersom prosjektet skal dekke hele lageret øker dette til rundt 3 500 kr/tonn.

Konsekvenser

Se kapittel 11 om barrierer, og eksisterende og mulige nye virkemidler i hovedrapporten del A.

Referanser

[1] Atkins & Oslo Economics (2018). Kvalitetssikring (KS2) av demonstrasjon av fullskala fangst, transport og lagring av CO_2 – Tilleggsvurdering fase 2.

E02 CCS på BIR (avfallsforbrenningsanlegg i Bergen)

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Utslippsreduksjon (mill. tonn CO_2-ekv.)	-	-	-	-	-	-	-	0,19	0,19	0,19	0,19
Utslippsreduksjon 2021-2030	**0,77 millioner tonn CO_2-ekv., hvorav 0,52 millioner tonn CO_2-ekv. er bio-CO_2**										
Kostnadskategori	**500-1500 kr/tonn CO_2-ekv.**										

Beskrivelse av tiltaket

Tiltaket går ut på å installere et post-combustion amin renseanlegg på utslippspunktet ved BIR avfallsenergi sitt anlegg, frakte CO_2 til et mellomlager på kai, og videre til en geologisk lagringsplass for CO_2 for permanent lagring.

Bakgrunn

BIR avfallsenergi brenner ulike typer avfall fra flere kommuner. Energianlegget produserer elektrisk kraft og fjernvarme som distribueres til næringsbygg og boliger i Bergen. Den største andelen av CO_2-utslippet kommer fra forbrenningsprosessen ved energianlegget.

Mulighetene for å ta i bruk karbonfangst og lagring (CCS) ved energigjenvinningsanlegget på BIR Avfallsenergi i Bergen har blitt vurdert. CCS på BIR sitt anlegg er i Bergen kommune sin klima- og energihandlingsplan nevnt som en forutsetning for at man skal kunne oppnå klimamålene i 2030 og en fossilfri avfallshåndtering [1]. Det er også satt opp som mål at det skal være CO_2-fangst på anlegget innen 2025.

Vista Analyse & Sintef har på oppdrag fra Miljødirektoratet beregnet samfunnsøkonomiske og privatøkonomiske tiltakskostnader for CCS på 46 industrianlegg i Norge [2]. Kostnadsestimatene i rapporten er basert på modellanslag justert for enkelte prosjektspesifikke parametere. Med bakgrunn i at analysen er utført på en rekke anlegg og innenfor en begrenset tidsramme, kan det være sentrale forhold knyttet til enkeltprosjektet som ikke fanges opp av den overordnede analysen. Alle antagelser og forutsetninger finnes i rapporten utarbeidet av Vista Analyse & Sintef [2].

Dagens virkemidler

Se kapittel 11 om eksisterende og mulige nye virkemidler i hovedrapporten del A.

Referansebanen og utslippsreduksjonspotensial

Utslippsreduksjonspotensialet ved BIR sitt anlegg er ca. 190 000 tonn CO_2 i 2017. Ca. 70 prosent av dette stammer fra biomasse (2017). Utslippsreduksjonspotensialet som er lagt til grunn forutsetter at negative utslipp kan regnes inn i Norges måloppnåelse. Tiltaket forutsetter at det er etablert en infrastruktur for transport og lagring i 2024 (fullskalaprosjektet), og videre at CCS på anlegget hos BIR implementeres i 2027. Det er høy usikkerhet knyttet til oppstartstidspunkt, og dette igjen gir en usikkerhet i utslippsreduksjonspotensialet over perioden 2020-2030.

Tiltakskostnad

Tiltakskostanden for BIR er basert på denne rapporten og beregnet for fangst, transport og lagring, som ifølge analysen gir en tiltakskostnad i kostnadskategorien 500-1500 kr/tonn CO_2-ekvivalenter. Beregnede kostnader er for et nytt anlegg etter at flere anlegg allerede er etablert, eller såkalt "n-th of a kind", og forutsetter at post-combustion amin teknologi med 90 prosent rensegrad benyttes og at lager er tilgjengelig til en tariff. Det er videre antatt at energi som produseres av avfallsforbrenningsanlegget vil kunne benyttes, og at det derfor ikke er behov for

et dedikert energiverk. Teknologivalget som Vista Analyse og Sintef bygger på er imidlertid ikke nødvendigvis optimal for dette anlegget.

Usikkerhet

Vista Analyse & Sintef har gjort en sensitivitetsanalyse av tiltakskostnaden, for å se hvordan den varierer med ulike forutsetninger. Forutsetningene gitt for tiltakets levetid og mengde fanget CO_2-utslipp påvirker i størst grad tiltakskostnaden.

Barrierer og mulige virkemidler

Se kapittel 11 om barrierer, og eksisterende og mulige nye virkemidler i hovedrapporten del A.

Kostnader

Med forutsetningene som er brukt her vil tiltaket isolert sett være bedriftsøkonomisk lønnsomt med en flat CO_2-avgift på ca. 1 750 kr, gitt et avkastningskrav på 8 prosent.

Konsekvenser

Se kapittel 11 om barrierer, og eksisterende og mulige nye virkemidler i hovedrapporten del A.

Referanser

[1] Bergen kommune (2016). Klima- og energihandlingsplan for Bergen.

[2] Vista Analyse & SINTEF Tel-Tek (2019). Kostnader ved karbonfangst og -lagring i Norge.

E03 CCS på avfallsforbrenningsanlegget på Heimdal (Trondheim)

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Utslippsreduksjon (mill. tonn CO_2-ekv.)	-	-	-	-	-	-	-	-	0,22	0,22	0,22
Utslippsreduksjon 2021-2030	**0,65 millioner tonn CO_2-ekv., hvorav 0,39 millioner tonn CO_2-ekv. er biogene utslipp**										
Kostnadskategori	**500-1500 kr/tonn CO_2-ekv.**										

Beskrivelse av tiltaket

Tiltaket går ut på å installere et post-combustion amin renseanlegg på avfallsforbrenningsanlegget i Heimdal (Trondheim), som drives av Statkraft Varme, frakte CO_2 til et mellomlager på kai og videre til en geologisk lagringsplass for CO_2 for permanent lagring.

Bakgrunn

Varme fra avfallsforbrenningsanlegget på Heimdal, som eies av Statkraft Varme, brukes og distribueres på fjernvarmenettet.

En stor andel av Trondheims utslipp kommer fra forbrenningsanlegget. Karbonfangst på forbrenningsanlegget er i Trondheim kommune sin klimaplan nevnt som nødvendig for å kunne nå klimamålet for 2030, og at dette på sikt må vurderes [1].

Vista Analyse & Sintef har på oppdrag fra Miljødirektoratet beregnet samfunnsøkonomiske og privatøkonomiske tiltakskostnader for CCS på 46 industrianlegg i Norge [2]. Kostnadsestimatene i rapporten er basert på modellanslag justert for enkelte prosjektspesifikke parametere. Med bakgrunn i at analysen er utført på en rekke anlegg og innenfor en begrenset tidsramme, kan det være sentrale forhold knyttet til enkeltprosjektet som ikke fanges opp av den overordnede analysen. Alle antagelser og forutsetninger finnes i rapporten utarbeidet av Vista Analyse & Sintef [2].

Dagens virkemidler

Se kapittel 11 om eksisterende og mulige nye virkemidler i hovedrapporten del A.

Referansebanen og utslippsreduksjonspotensial

Utslippsreduksjonspotensialet er estimert til ca. 220 000 tonn CO_2 per år. Ca. 60 prosent av dette stammer fra biomasse (2017). Utslippsreduksjonspotensialet som er lagt til grunn forutsetter at negative utslipp kan regnes inn i Norges måloppnåelse. Tiltaket forutsetter at det er etablert en infrastruktur for transport og lagring i 2024 (fullskalaprosjektet), og videre at CCS på anlegget hos Statkraft Varme implementeres i 2028.

Tiltakskostnad

Tiltakskostanden for CCS på avfallsforbrenningsanlegget på Heimdal er basert på denne rapporten og beregnet for fangst, transport og lagring, som ifølge analysen gir en tiltakskostnad i kostnadskategorien 500-1500 kr/tonn CO_2-ekvivalenter. Beregnede kostnader er for et nytt anlegg etter at flere anlegg allerede er etablert, eller såkalt "n-th of a kind", og forutsetter at post-combustion amin teknologi med 90 prosent rensegrad benyttes og at lager er tilgjengelig til en tariff. Det er videre antatt at energi som produseres av avfallsforbrenningsanlegget vil kunne benyttes, og at det derfor ikke er behov for et dedikert energiverk. Teknologivalget som Vista Analyse og Sintef bygger på er imidlertid ikke nødvendigvis optimal for dette anlegget.

Usikkerhet

Vista Analyse & Sintef har gjort en sensitivitetsanalyse av tiltakskostnaden, for å se hvordan den varierer med ulike forutsetninger. Forutsetningene gitt for tiltakets levetid og mengde fanget CO_2-utslipp påvirker i størst grad tiltakskostnaden.

Barrierer og mulige virkemidler

Se kapittel 11 om barrierer, og eksisterende og mulige nye virkemidler i hovedrapporten del A.

Kostnader

Med forutsetningene som er brukt her vil tiltaket isolert sett være bedriftsøkonomisk lønnsomt med en flat CO_2-avgift på ca. 1 975 kr, gitt et avkastningskrav på 8 prosent.

Konsekvenser

Se kapittel 11 om barrierer, og eksisterende og mulige nye virkemidler i hovedrapporten del A.

Referanser

[1] Trondheim kommune (2017). Kommunedelplan: energi og klima 2017-2030. Klimaplan Trondheim kommune.
[2] Vista Analyse & SINTEF Tel-Tek (2019). Kostnader ved karbonfangst og -lagring i Norge.

Tiltaksark: Skog og annen arealbruk (LULUCF)

Innhold – Tiltaksark: Skog og annen arealbruk

LULUCF – Gruppe 1: Treslagsvalg og tetthet i foryngelse 444
L01 Skogplanteforedling 444
L02 Riktig treslagsvalg etter hogst 450
L03 Markberedning 452
L04a Plantetetthet: Minimum plantetetthet lik minste lovlige plantetall med det treslaget som gir best produksjon 456
L04b Plantetetthet: Økt plantetetthet til tilrådd plantetall med det treslaget som gir best produksjon 460
L05 Planting av skog på nye arealer 464
L06 Grøfterensk etter hogst 468
LULUCF – Gruppe 2: Skogpleie 472
L07 Ungskogpleie 472
L08 Tynning 476
L09 Nitrogengjødsling av skog 478
L10 Gjødsling med treaske på torvmark 480
LULUCF – Gruppe 3: Foryngelseshogst 482
L11 Optimalt hogsttidspunkt 482
LULUCF – Gruppe 4: Risikobegrensende tiltak 486
L12 Råtebekjempelse 486
L13 Andre risikobegrensende tiltak 488
LULUCF – Gruppe 5: Tilgang på biomasseressurser 492
L14 Utnyttelse av hogstavfall (GROT) 492

LULUCF – Gruppe 1: Treslagsvalg og tetthet i foryngelse

L01 Skogplanteforedling

Beskrivelse av tiltaket

Bruk av foredlet plantemateriale gir økt tilvekst og bedre kvalitet på trevirke. Skogplanteforedling innebærer å foredle fram skogplanter som er mer robuste og gir høyere produksjon enn bestandsfrø sanket i skogen. Skogplanteforedling vil si å etablere et genetisk utvalg av plusstrær (ved innsamling av podekvist) i frøplantasjer for videreforedling ved utvalg av frø fra de trærne som har de beste egenskapene for klimatilpasning, kvalitet og vekst. Det er antatt at man på sikt vil kunne oppnå en foredlingsgevinst på 25 prosent økt tilvekst. Tiltaket forutsetter foryngelse ved hjelp av planting, eventuelt såing.

Skogplanteforedling er således et tiltak for å øke skogens CO_2-opptak ved økt tilvekst. Det er i tillegg en mulighet til å sikre at foryngelsesmaterialer kan tåle en framtidig endring i klimaet. Skogplanteforedlingen er et tiltak som er implementert med støtteordning i dag, men med fokus på gran. Det er et uutnyttet potensial for furu og andre treslag.

I Klimakur 2030 beskriver vi tiltaket og omtaler mulig restpotensial utover det som ligger i referansebanen og hvilke virkemidler som eventuelt skal til for å utløse dette.

Referansebanen og utslippsreduksjonspotensial

I dag plantes det på 50-60 prosent av foryngelsesarealet og ved planting er det nesten utelukkende gran som brukes.

Det benyttes i dag 90 prosent foredlet plantemateriale i det som plantes av gran, med en foredlingsgevinst på 10-15 prosent økt volumproduksjon. Målsettingen er at andelen foredlet plantemateriale av gran vil ligge på opp mot 100 prosent mot 2030 på lavere og midlere høydelag på Østlandet, gitt allerede bevilgede midler til skogplanteforedling. I alle de andre sonene vil det være et underskudd på foredlet frø de neste 20 årene. Andelen foredlet materiale, og foredlingsgevinst, er lavest i Midt-Norge og Nord-Norge. I tillegg vil det være en risiko for knapphet på foredlet frø i alle områder på grunn av kapasitetsbegrensninger i frøplantasjene som forsyner områdene. Om 30 år forventes det at andelen foredlet plantemateriale er 100 prosent i hele landet, med en foredlingsgevinst på 10-25 prosent avhengig av region.

Tabell T 65 viser en oversikt over forventet utvikling i skogplanteforedlingen, der man kan se forskjellen mellom det som plantes nå og det som vil kunne plantes om 30 år gitt en forutsetning om at innsatsen i skogplanteforedlingen opprettholdes på sikt for å holde kapasiteten på dette nivået. Estimatet er fra upubliserte forsøk fra skogfrøverket og publiserte data fra Sverige og Finland.

Tabell T 65. Andel av plantede grantrær som er fra forbedrede provenienser (frøavlsplantasjer) som estimert av Skogfrøverket. Tallene for genetisk gevinst er beregnet for volumproduksjon (%) gitt i parentes. Disse økte verdiene er estimat basert på upubliserte analyser av databasen over avkomforsøk ved Skogfrøverket, samt publiserte data fra Sverige og Finland. Siden det opprinnelige avlsmaterialet er valgt fra gamle naturbestand forventer vi ikke at genetisk gevinst avtar over tid. Genetisk gevinst på Vestlandet er usikker, da sammenligningen er introduserte provenienser fra Mellom-Europa som har vist veldig god tilpasning og vekst. Kilde: Søgaard mfl. (2020) [1].

Foredlingssone gran	Plantes nå	Om 10 år	Om 30 år
Østlandet < 350 m (G1)	100 % (10-15%)	100 % (15-20)	100 % (20-25)
Østlandet 350 – 650 m (G2)	100 % (10-15)	100 % (15-20)	100 % (20-25)
Østlandet 650 – 950 m (G3)	90 % (10-15)	70 % (15-20)	100 % (20-25)
Vestlandet < 350 m (G4)	100 % (10-20)	70 % (10-20)	100 % (10-20)
Midt-Norge < 250 m (G5)	50 % (15)	90 % (15-20)	100 % (20-25)
Midt-Norge 250 – 450 m (G6)	0 %	0 %	100 % (15-20)
Nord for Saltfjellet < 250 m (G7)	0 %	0 %	100 % (15-20)

I Norge har skogplanteforedlingen vært konsentrert rundt gran, bare Trøndelag og høyereliggende områder på Østlandet har tilgang på norsk foredlet frø av furu. Potensialet for økt virkesproduksjon er like høy hos furu som hos gran. Tilpasning til klimaendringer og treslagsvalg tilsier at vi bør ha tilgang til foredlet furu, slik at det blir forynget med furu på mark som er best egnet for furu. På mye av det resterende foryngelsesarealet vil furu være aktuelt å bruke med et foredlet frømateriale til planteproduksjon eller direkte såing i skogen.

Norske lauvtreslag har et potensial for tømmer- og biomasseproduksjon. Treslag som eik, bøk og ask vil være et godt alternativ til gran på de mest tørkeutsatte områdene i Sør-Norge. Bjørk og Svartor kan være et alternativ til gran der råte er et problem. Ved økt fokus på planteforedling av lauvtreslag vil det derfor være potensial for økt produksjon. Det kan være mulig med et europeisk samarbeid hvor lauvtrær har et større fokus og utbredelse. I et endret klima er det viktig å ha et bredere spekter av arter å velge til foryngelse enn det vi har i dag, selv om gran har størst produksjonspotensial per arealenhet. For treslagene sitkagran, lutzgran, contortafuru, bjørk og svartor er det i dag kun minimal foredlingsaktivitet.

Et annet tiltak som kan akselerere skogplanteforedlingen er bruk av vegetativ forynget materiale, såkalt klonskogbruk. Det er mulig med en økning i produksjonen på over 50 prosent sammenlignet med bruk av bestandsfrø [1].

Oppsummert kan man si at:

- For gran mangler fortsatt 10 prosent av foryngelsesarealet foredlet frømateriale
- For furu er det bare Trøndelag som har tilgang på foredlet frømateriale.
- For treslagene sitkagran, lutzgran, contortafuru, bjørk, svartor, eik, bøk og ask finnes det minimalt med foredlet frømateriale i Norge.

Bruk av foredlet materiale i stedet for bestandsfrø vil øke biomassevolumet, som videre kan reflekteres i avvirkningsnivået. Biomasse fra hogst kan benyttes til energiformål som å erstatte fossil energi direkte (bioenergi) eller indirekte (erstatning for andre energiintensive produkter). Det er tenkelig at planteforedling vil gi bedre kvalitet på trevirke, slik at mer kan gå til trelastprodukter og på den måten lagre karbonet over lengre tid.

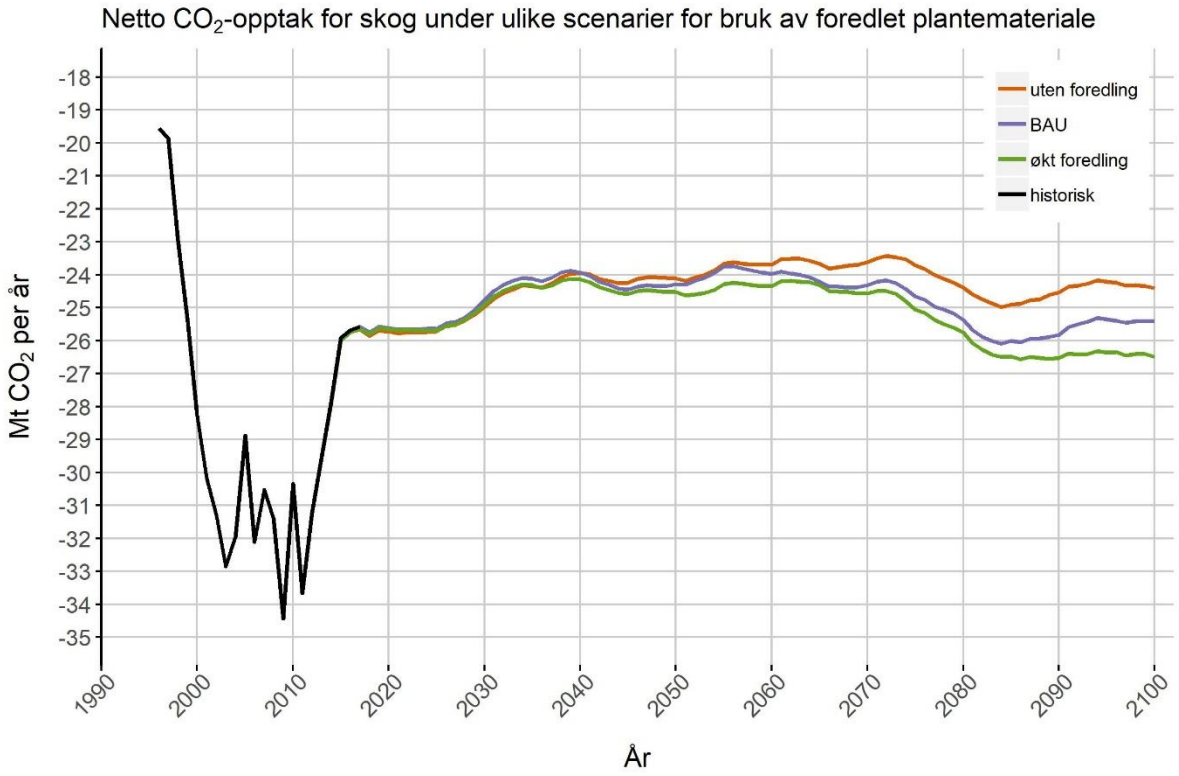
Det er behov for mer kunnskap for å kunne si mer om klimaeffekt og kostnader ved skogplanteforedling av andre treslag enn gran, og for muligheter for effektivisering av prosessen.

NIBIO [1] har estimert hvilken effekt planteforedling kan ha på netto årlig CO_2-opptak. Simuleringen er gjennomført ved hjelp av samme modeller og datasett som er lagt til grunn for framskrivninger av arealbrukssektoren (Søgaard mfl. 2019) [3].

Følgende forutsetninger ligger til grunn for de tre scenarioene i Figur T 1.

- Uten foredling: Scenarioet illustrere effekten om vi slutter med planteforedling i dag. Effekten inkluderer kun bruk av foredlet plantemateriale på arealer som forynges i framskrivingsperioden, og det har ikke blitt justert for at foredlet plantemateriale har vært benyttet på en signifikant andel av foryngelsesarealet med gran siden 2006. Det gir en liten underestimering av effekten.
- Dagens situasjon (business-as-usual, BAU): Dette er et scenario som er tilnærmet lik framskrivingen (se kapitel B 3.2). Det forutsettes at det er full dekning med foredlet gran med 6 prosent økning av bonitet nå, som øker til 10 prosent om 10 år. Dette tilsvare tall som vist i Tabell T 65, men forskjellen er at effekten av planteforedlingen er i volum i tabellen.
- Økt foredling: I tillegg til å forutsette full dekning med foredlet gran, som i scenario 2, forutsettes det at 50 prosent av arealene på bonitet >= G20 plantes med klonformert materiale med 20 prosent bonitetsøkning, samt at 50 prosent av furuforyngelsene på Østfold, Vestfold, Telemark, Agder, Trøndelag, Akershus, Oslo, Hedmark Buskerud, Oppland plantes med foredlet furu med 10 prosent økning av bonitet (høydevekst).

Simulering av økt planteforedling viser liten effekt mot 2030, mens den er større mot 2050 og 2100. Effekten vil avhenge av når tiltakene blir implementert og forutsetninger rundt omfang, særlig knyttet til andel bruk av foredlet plantemateriale og bonitetsøkning.



Figur T 55. Netto årlig CO_2-opptak dersom en ikke hadde benyttet foredlet plantemateriale, med dagens bruk av foredlet plantemateriale (BAU) og ved et estimert økt bruk. Den sorte kurven viser historisk nettoopptak i skogen. Kilde: Søgaard mfl. (2020) [1].

Tiltakskostnad

Skogplanteforedling av gran er tidligere plassert i kategorien under 500 kr/tonn CO2-ekvivalenter. Kostnadene knytter seg i hovedsak til selve frøproduksjonen (kjøp/leie av arealer, etablering av plantasjen og vedlikehold av arealene). I Klimakur 2020 [2] ble det beregnet at en arealvektet tiltakskostnad vil variere mellom 2-4 kr/tonn, avhengig av foredlingsgevinst. Dersom økte inntekter fra biomasseproduksjon inkluderes, antas tiltakskostnaden å variere mellom 3,6 og minus 0,9 kr/tonn, avhengig av foredlingsgevinst. Inkluderes merinntekten vil tiltaket være "gratis" for foredlingsgrad 15 prosent og 25 prosent

Det knyttes noe usikkerhet til kostnadsberegningene, fordi plantasjefrø gir så store gevinster i form av redusert svinn i planteskolene og redusert avgang etter planting på grunn av bedre spireevne og vekst. Tiltakskostnaden kan derfor være betydelig lavere.

Søgaard mfl. (2020) [1] bekrefter at disse vurderingene fortsatt er gjeldende.

Bedriftsøkonomisk analyse

I praksis bestiller skogeier de plantene som er tilgjengelige, og velger ikke mellom foredlet eller ikke foredlet materiale.

Barrierer

Den viktigste barrieren for skogplanteforedling er tid, siden det tar om lag 15 år fra en frøplantasje etableres til frøproduksjonen er betydelig.

Det må i tillegg være kompetanse og tilstrekkelig kapasitet for å skjøtte frøplantasjene. NIBIO [1] peker på at det blant annet er behov for tilgang på optimale arealer for nye frøplantasjer og for mer intensiv skjøtsel av frøplantasjer enn i dag for å opprettholde høy og jevn produksjon.

Skogplanteforedling er et langsiktig arbeid, derfor er stabilitet i finansiering av dette arbeidet viktig.

Dagens virkemidler

Det bevilges årlig midler over Landbruks- og matdepartementets budsjett til skogplanteforedling av gran.

Bevilgningen prioriteres ikke skogplanteforedling av andre treslag.

Mulige virkemidler

På plantearealet for gran er det fortsatt 10 prosent som ikke har foredlet materiale. Skogplanteforedling er et langsiktig arbeid og det vil derfor være behov for stabilitet i finansiering av dette arbeidet for å sikre fortsatt utvikling. Det er imidlertid ikke gjort noen vurderinger av om kapasiteten i planteforedlingen er tilstrekkelig hvis plantingen og/eller tettheten øker.

Økonomiske virkemidler er nødvendig, og trolig det eneste virkemidlet, for å øke skogplanteforedlingen av andre treslag. Bare Trøndelag og høyereliggende områder på Østlandet har tilgang på norsk foredlet furufrø i dag. Ved såing eller planting av furu vil behovet for foredlet frømateriale øke betydelig. For å dekke hele landet med foredlet furufrø må bevilgningen trappes opp betydelig. Foredling av andre treslag finnes knapt i Norge, men betydelige foredlingsgevinster kan også tas ut her. Før en kan si noe om nødvendige virkemidler bør det gjøres en vurdering av hva som vil være et framtidig behov for frømateriale også sett i forhold til de klimaendringer en kan forvente.

Tilleggseffekter

Økologiske effekter av å erstatte stedegent genmateriale med skog basert på foredlet frømateriale er i liten grad undersøkt. Bruk av foredlet materiale som medfører økt biomasseproduksjon, økt robusthet mht. klimapåvirkninger, skadeinsekt og plantesykdommer kan over tid påvirke naturmangfoldet eksempelvis ved å redusere mengden av død ved.

Referanser

[1] Søgaard, G. mfl. (2020). Klimakur 2030 – beskrivelse av utvalgte klimatiltak knyttet til skog. NIBIO Rapport 6(9) 2020.

[2] Klif mfl. (2010). Klimakur 2020. Klima- og forurensningsdirektoratet, Norges vassdrags- og energidirektorat, Oljedirektoratet, Statistisk sentralbyrå & Statens Vegvesen.

[3] Søgaard, G. mfl. (2019). Framskrivninger for arealbrukssektoren – under FNs klimakonvensjon, Kyotoprotokollen og EUs rammeverk. NIBIO Rapport 5(114) 2019. [Søgaard, G., Mohr, C., Antón-Fernández, C., Alfredsen, G., Astrup, R., Breidenbach, J., Eriksen, R., Granhus, A. & Smith, A].

L02 Riktig treslagsvalg etter hogst

Beskrivelse av tiltaket

Riktig treslagsvalg ved foryngelse av skog har stor betydning for produksjon og dermed opptak av CO_2. På mark med høy produksjonsevne gir gran best produksjon. På skogsmark med middels produksjonsevne varierer det om gran eller furu gir størst produksjon, ofte kan blanding av gran og furu være et godt alternativ. Furu har som regel størst produksjon på mark med lav produksjonsevne.

Klimaeffekten av riktig treslagsvalg er sammenfallende med treslagets evne til å utnytte produksjonsmulighetene på arealet. Høyere produksjon gir større opptak av karbon. Mark med lav produksjonsevne er dessuten ofte samsvarende med at marka er utsatt for tørke. Furu har et dypere rotsystem enn gran og tåler derfor tørkeperioder bedre og risikoen for tørkeskader er derfor mindre. Det er derfor viktig at man er bevisst på hvilke treslag man forynger slike arealer med.

Miljødirektoratet og Landbruksdirektoratet har i rapport fra 2019 [1] utredet konsekvensene for miljø, næring og klima av et eventuelt forbud mot utsetting av utenlandske treslag til skogbruksformål. Rapporten ligger nå til vurdering hos Klima- og miljødepartementet og Landbruks- og matdepartementet. Bruk av utenlandske treslag som klimatiltak er derfor ikke utredet ytterligere i Klimakur 2030.

Referansebanen og utslippsreduksjonspotensial

Dagens bruk av treslag ligger inne i referansebanen. Basert på erfaringstall fra den årlige Resultatkartleggingen er det lagt inn forutsetninger for hvor stor andel av hogstarealene som blir plantet eller tilrettelagt for naturlig foryngelse. Det kan være betydelige forskjeller i markas produksjonsevne avhengig av treslag, hvor bartrær normalt har større produksjon sammenlignet med lauvtrær. Markas egenskaper vil imidlertid ha betydning for hvilket treslag som bør velges i hvert enkelt tilfelle.

NIBIO [2] har estimert effekten på netto årlig CO_2-opptak av alt granareal som hogges plantes/forynges med gran, mot dagens praksis der en del av granarealet ikke blir forynget med gran etter hogst. Simuleringen er gjennomført ved hjelp av samme modeller og datasett som er lagt til grunn i framskrivninger for arealbrukssektoren (Søgaard mfl. 2019) [3]. Beregningen gir et årlig lite meropptak i 2030, ca. 0,3 millioner tonn i 2050 og 1,3 millioner tonn CO_2-ekvivanlenter i 2100 mot framskrivingen. Simulering tar ikke hensyn til om gran var riktig treslag i utgangspunktet.

Tiltakskostnad

Tiltakskostnad er ikke beregnet, men det er forventet at den vil være mindre enn 500 kr/tonn CO_2-ekvivalenter.

Bedriftsøkonomisk analyse

Planting av gran heller enn tilrettelegging for naturlig foryngelse av andre treslag, vil gi en merkostnaden for skogeier i form av plante- og utplantingskostnader, der kostnaden for å plante ett dekar er ca. 1 000 kroner [4]. Siden naturlig foryngelse kan øke omløpstiden med 10-30 år, avhengig av bonitet, vil imidlertid nåverdien av hogstinntektene være høyere ved planting enn ved naturlig foryngelse. Naturlig foryngelse kan også føre til at et ikke produksjonsoptimalt treslag etablere seg.

Lønnsomheten til skogeier er avhengig av avkastningskrav. Har skogeier et høyt avkastningskrav kan det være lite lønnsomt å investere i planting framfor naturlig foryngelse.

Barrierer

For å styre treslagsvalget mot det treslaget som gir høyest klimaeffekt på de ulike arealene kreves aktiv handling som medfører en kostnad. I de fleste tilfellene dreier det seg om foryngelsestiltak i form av planting og eventuelt tilhørende forarbeider. I noen tilfeller kan det være nok å gjennomføre tilretteleggingstiltak med sikte på å få opp naturlig foryngelse, noe som kan ha en lavere kostnad. Det er også nødvendig at skogeier tilføres kunnskap om hva som i klimasammenheng er rett treslag på det enkelte areal.

Dagens virkemidler

Berekraftsforskriften stiller krav til minste lovlige tetthet for en tilfredsstillende foryngelse, og tilrådd tetthet. Det stilles imidlertid ikke krav om treslagsvalg i dagens lov og forskriftstekst.

Både skogfond [5] med skattefordel og tilskuddsordningen Tilskudd til nærings- og miljøtiltak i skogbruket [6] kan brukes i dag for å gjennomføre planting, men det stilles ikke krav om treslagsvalg. Kommunen styrer de økonomiske virkemidlene og avgjør om og hvor mye som skal gis i tilskudd til foryngelse, gitt rammene for tilskuddsordningene. Flere kommuner prioriterer tilskudd til planting, men tilskuddsnivået varierer svært sjelden ved bruk av forskjellig treslag.

Mulige virkemidler

Ved å gjøre justeringer i berekraftsforskriften, slik at det stilles krav om at minste lovlige tetthet og tilrådd tetthet gjelder for det treslaget som gir best produksjon på arealet, kan man bedre styre skogeiers tilpasning når det gjelder treslagsvalg. Det kan også gjøres justeringer i økonomiske virkemidler slik at det prioriteres tilskudd eller gir høyest tilskuddssats til bruk av det treslaget som gir høyest produksjon.

Ikke alle skogeiere har tilstrekkelig kunnskap om hvor store verdier skogen innehar, eller hvordan de kan drive skogforvaltningen på en optimal måte i klimaperspektiv. Det kan være behov for mer informasjon og veiledning, både til skogeier, entreprenør og kommune, om hvordan man vurderer hva som er rett treslag til en lokasjon.

Tilleggseffekter

I hovedsak skjer foryngelsen med det samme treslaget som ble hogd. Å endre treslag vil gi radikale endringer av naturmangfoldet i bestandet, og det vil endre landskapsopplevelse og grunnlaget for utøvelse av friluftsliv. Det kan også endre vannkvalitet i nedslagsfeltet. På landskapsnivå vil effektene på naturmangfoldet avhenge av hvor store arealer og hvilke arealer som treslagsskiftes, og på lang sikt i hvilken grad de planta bestandene sprer seg. Hvordan skifte av treslag oppfattes varierer.

Referanser

[1] Miljødirektoratet & Landbruksdirektoratet (2019). Utredning av forbud mot utsetting av utenlandske treslag til skogbruksformål. Rapport M-1378|2019.
[2] Søgaard, G. mfl. (2020). Klimakur 2030 – beskrivelse av utvalgte klimatiltak knyttet til skog. NIBIO Rapport 6(9) 2020.
[3] Søgaard, G. mfl. (2019). Framskrivninger for arealbrukssektoren – under FNs klimakonvensjon, Kyotoprotokollen og EUs rammeverk. NIBIO Rapport 5(114) 2019. [Søgaard, G., Mohr, C., Antón-Fernández, C., Alfredsen, G., Astrup, R., Breidenbach, J., Eriksen, R., Granhus, A. & Smith, A].
[4] SSB (2019). Skogkultur. 25.04.19.
[5] Skogfond - Landbruksdirektoratet
[6] Forskrift om tilskudd til nærings- og miljøtiltak i skogbruket (FOR-2004-02-04-447)

L03 Markberedning

Beskrivelse av tiltaket

Markberedning kan være et effektivt tiltak for å oppnå tilfredsstillende foryngelse, med raskere etablering og bedre vekst i bestandet, siden det reduserer skader på foryngelsen og konkurranse fra annen vegetasjon. Ved markberedning blottlegger man mineraljorda slik at man får gode spireplasser for frø eller planteplasser for småplanter. Ved blottlegging av mineraljorda gjennom markberedning øker temperaturen i jorda. Dette gir økt vekst, fordi tilgang på næringsstoffer øker, og dermed økt opptak av CO_2 fra levende biomasse i den nye skogen.

Referansebanen og utslippsreduksjonspotensial

I dag markbredes 15-20 prosent av foryngelsesarealet, hovedsakelig i indre deler av Østlandet. For resten av landet er det et potensial for bedre etablering og økt vekst ved utvidet bruk av markberedning. Topografi og jordsmonn setter større begrensninger for markberedning i Norge enn i Sverige, der rundt 90 prosent av foryngelsesarealet markberedes, men det er trolig grunnlag for en økning av markberedningsaktiviteten i Norge. Det er særlig behov for markberedning når råhumuslaget er tjukt og seigt, slik at spireplantene har vanskelig for å nå ned til mineraljorda. Dette gjelder for røsslyng-blokkebærskog, som ofte har et tjukt råhumuslag, men også blåbær - eller bærlyngskog, hvor humustjukkelsen kan variere mye.

Temperaturøkningen i jorda øker omsetningen av næringsstoffer og dermed også utslippene fra jord, men det er usikkert hvor stor og varig denne effekten er. Effekten kan også kompenseres av at økt tilvekst som følge av markberedningen fører til økt karbonbinding i jord. Effekten på karbon i skogsjorden vil være avhengig av omfanget av markberedning og valg av metode. Det finnes en del feltstudier og litteraturstudier om markberedning, og resultatet med hensyn på karbonbalansen i jord varierer. Ifølge Søgaard mfl. (2020) [1] oppveier i mange tilfeller den økte tilveksten ved markberedning et eventuelt tap av jordkarbon over omløpet. For å minimere tap av karbon fra jord anbefales det imidlertid at det fokuseres på å gjennomføre **skånsom markberedning**, der en begrenset del av arealet påvirkes. Basert på litteraturgjennomgangen utført av Søgaard mfl. (2015) og (2020) [2][1], er det imidlertid vanskelig å si noe spesifikt om utslippsfaktorene for ulike metoder for markberedning. Det kan også være vanskelig i praksis å kontrollere på hvilken måte markberedning er gjennomført.

En forventet klimaendring er at det blir flere perioder med kraftig nedbør, som kan føre til økt avrenning fra blottlagt jord. Ifølge Søgaard mfl. (2017) [3] vil det derfor være viktig å gjøre markberedningen på riktig måte også ut fra dette hensynet. Med markberedning på riktig måte menes å *legge furene på langs av høydekotene og benytte metoder som påvirker en mindre del av overflaten, slik som flekk- og hauglegging, inversmarkberedning eller furemarkberedning med opphold mellom langflekkene. Å unngå sammenhengende furer over 10 m ved erosjonsfare er nedfelt i Norsk PEFC Skogstandard.*

Utslippsreduksjonspotensialet for tiltaket er ikke beregnet.

Tiltaket er tidligere omtalt i lavutslippsrapporter utarbeidet av Miljødirektoratet (2014 og 2015) [4][5].

Tiltakskostnad

Tiltakskostnad er ikke beregnet.

Bedriftsøkonomisk analyse

Markberedning koster om lag 350 kroner per dekar [6] og er et tiltak som kan gi god bedriftsøkonomisk lønnsomhet siden tiltaket fører til økt tilvekst og redusert omløpstid.

Lønnsomheten vil variere med størrelsen på bestandet, bonitet, type terreng, metoder for markberedning og avkastningskrav. Dersom man er mer bevisst på hvilke arealer som har behov for markberedning for å gi forbedret tilvekst, vil man forbedre lønnsomheten ved tiltaket.

Barrierer

Markberedning er et kostnadsspørsmål og det er usikkerheter for skogeier knyttet til om den ekstra kostnaden vil vinnes inn igjen ved bedre etablering og raskere vekst. Mangel på kunnskap om tiltakets effekt, og hvor det har størst effekt, er derfor også en barriere.

Tilgang på utstyr og entreprenører kan også være en barriere. I og med at omfanget av markberedning er beskjedent i store deler av landet, finnes det ikke entreprenører og utstyr tilgjengelig i mange områder. Markberedning utføres med gravemaskin eller skogsmaskin med spesialaggregat. For å forsvare investeringer i slikt utstyr kreves det at entreprenøren har forventning om aktivitet i et visst omfang. Dette er imidlertid en barriere som er utenfor skogeiers kontroll, der virkemidlene må rettes mot entreprenører.

Dagens virkemidler

Tiltaket er ikke regulert av juridiske virkemidler utover at det skal tas miljøhensyn i samsvar med lover og forskrifter. I Norsk PEFC Skogstandard er det et eget kravpunkt [7], hvor det stilles krav om at markberedning skal ta hensyn til miljø og friluftsliv.

Det gis tilskudd til markberedning gjennom forskrift om tilskudd til nærings- og miljøtiltak i skogbruket. Flere kommuner har prioritert å gi tilskudd til markberedning innenfor denne ordningen. Tilskuddsnivået varierer mellom kommuner, men ligger ofte rundt 30 prosent av kostnaden som i 2018 var på 350 kroner per dekar. I tillegg kan skogeier bruke skogfond for å finansiere tiltaket.

Mulige virkemidler

Økt bevissthet rundt tilvekstgevinst ved markberedning, og på hvilke arealer man vil kunne oppnå slik effekt, vil trolig bidra til økt interesse for tiltaket. Virkemidler for å oppnå dette vil være informasjon og veiledning til skogeiere, entreprenører og kommuner.

Det vil trolig likevel være behov for å styrke de økonomiske virkemidlene for å øke markberedningsnivået. Tilskudd til tiltaket bør kombineres med kriterier for hvor og hvordan det bør markberedes for å optimalisere klimaeffekten og redusere negative effekter for naturmangfold og andre miljøverdier.

Dersom man ønsker å få til markberedning i et større omfang kan det også være aktuelt med virkemidler rettet mot entreprenører, slik at de velger å investere i riktig utstyr.

Tilleggseffekter

Markberedning kan gi økt avrenning og utvasking av næringsstoffer, partikler og humus, ødeleggelse av kulturminner, tap av biologisk mangfold, og det kan oppleves som et negativt element i landskapsbildet og for utøvelse av friluftsliv (Bernes 2001, Risbøl 2005, Lammi 2006, i Nitteberg & Nygaard (2007)) [8][9][10][11]. Istykkerkjøring av død ved er et eksempel på hvordan naturmangfoldhensyn kan påvirkes av markberedning (Sverdrup-Thygeson & Framstad, 2007) [12].

Markberedningens konsekvenser for naturmangfold og andre miljøverdier avhenger av hvor stor andel av areal som påvirkes og teknikker som brukes. De punktvise, lette formene for markberedning som er mest benyttet i Norge i dag (flekkmarkberedning, hauglegging, inversmarkberedning), vil ha mindre økosystemeffekter enn om man benytter mer omfattende former for markberedning som sammenhengende furer (Sverdrup-Thygeson & Framstad, 2007) [12]. Klimaendringer gir mer nedbør og større intensitet i nedbøren i deler av landet, og markberedning kan øke faren for erosjonsskader forårsaket av vann. I tillegg kan raskere avrenning være med på å forsterke allerede negative effekter av klimaendringer.

Referanser

[1] Søgaard, G. mfl. (2020). Klimakur 2030 – beskrivelse av utvalgte klimatiltak knyttet til skog. NIBIO Rapport 6(9) 2020.

[2] Søgaard, G. mfl. (2015). En vurdering av utvalgte skogtiltak – innspill på veien mot Lavutslippssamfunnet 2050. Oppdragsrapport 02/2015. Norsk institutt for skog og landskap. [Søgaard, G., Granhus, A., Gizachew, B., Clarke, N., Andreassen, K. & R. Eriksen].

[3] Søgaard, G. mfl. (2017). Skogbehandling for verdiproduksjon i et klima i endring. NIBIO Rapport 3(99) 2017. [Søgaard, G., Astrup, R., Allen, M., Andreassen, K., Bergseng, E., Fløistad, I., Hanssen, K., Hietala, A., Kvaalen, H., Solberg, S., Solheim, H., Steffenrem, A., Stokland, J. & B. Økland].

[4] Miljødirektoratet (2014). Kunnskapsgrunnlag for lavutslippsutvikling. Rapport M-229|2014.

[5] Miljødirektoratet (2015). Klimatiltak og utslippsbaner mot 2030 Kunnskapsgrunnlag for lavutslippsutvikling. Rapport M-386 |2015.

[6] SSB (2019). Skogkultur. 25.04.19.

[7] PEFC. N 02. Norsk PEFC Skogstandard (2016).

[8] Bernes, C. (2001). Monitor 17, Läker tiden alla sår? Naturvårdsverket förlag

[9] Risbøl, O. (2005). Preindustrial technology in Norwegian forest areas – a vulnerable cultural heritage. I: Proceedings from the international Conference Heritage of Technology- Gdansk

[10] Lammi, E. (2006). Markbehandling på boreal skogsmark med fokus på markberedning – en litteraturöversikt. Examensarbeten 2006–5. Institutionen för skogskötsel, Sveriges lantbruksuniversitet, Umeå.

[11] Nitteberg, M. & P. Nygaard (2007). Skånsom markberedning: Markberedningsaggreagatet Markus. Forskningsrapport 02/2007 fra Skog og landskap.

[12] Sverdrup-Thygeson, A. & E. Framstad (2007). Bioenergitiltak og effekter på biomangfold. NINA Rapport 311.

L04a Plantetetthet: Minimum plantetetthet lik minste lovlige plantetall med det treslaget som gir best produksjon

Beskrivelse av tiltaket

Plantetettheten i foryngelsen påvirker produksjonen og regulering ved skogbehandling. Det gir også større muligheter for uttak av tømmer ved tynning og bedre tømmerkvalitet ved foryngelseshogst. Skogbruksloven (§ 6) [1] og Forskrift om berekraftig skogbruk (§ 6, 7 og 8) [2] stiller krav om at skogeier skal legge til rette for tilfredsstillende foryngelse innen tre år etter hogst, samt se til at det er samsvar mellom hogstform og foryngelsesmetode. Forskriften definerer minste lovlige plantetall per dekar (Tabell T 2), i tillegg til at den anviser tilrådelig plantetall for optimal planteproduksjon.

Det er i dag tilfeller der plantetettheten er under minimumskravet i berekraftsforskriften, særlig dersom man bare inkluderer det treslaget som gir den beste produksjonen på arealet. I et klima- og bærekraftperspektiv vil det være viktig å sikre at plantetettheten som et minimum heves til minste lovlige plantetetthet i foryngelsen, med bruk av det treslaget som gir best produksjon.

Referansebanen og utslippsreduksjonspotensial

Landbruksdirektoratet foretar årlig en resultatkartlegging for å innhente informasjon om hvordan skogbruket drives i forhold til gjeldende skogpolitikk. Kartleggingen i felt foretas av kommunale skogfunksjonærer. I denne resultatkartleggingen gjør registrator blant annet en bedømming av om foryngelsesplikten etter Forskrift om berekraftig skogbruk er oppfylt [2]. I resultatkartleggingen for 2010 til 2016 bedømmes at 78 prosent av det kontrollerte arealet møter kriteriene for oppfylling av foryngelsesplikten (Granhus 2018) [3]. Resultatene i det enkelte fylke varierer fra 85 prosent til 50 prosent.

Landsskogtakseringens registreringer viser at 80 prosent av plantefeltene og 36 prosent av feltene med naturlig foryngelse har utviklingsdyktige bartreplanter over minste lovlige plantetetthet etter berekraftforskriften (Granhus 2018) [3]. Tar man også med utviklingsdyktige lauvtreplanter, som inngår i oppfylling av foryngelsesplikten, har 94 prosent av plantefeltene og 71 prosent av feltene med naturlig foryngelse mer en minste lovlige plantetetthet. Erfaringsdata fra Resultatkartleggingen er lagt til grunn i referansebanen.

Ved å øke plantetallet til minste lovlige plantetall med satsingstreslaget ved foryngelse vil man oppnå en høyere tilvekst og et høyere opptak av CO_2.

Granhus (2018) [3] har tidligere sett på forskjellen mellom faktisk plantetall for perioden 2009-2012 og analysert hvilken betydning det å fortsette med dagens praksis har å si, sammenlignet med å øke plantetallet til minste lovlige plantetall etter berekraftsforskriften. De har tatt utgangspunkt i sluttavvirket areal med gran. Basert på et sett med forutsetninger, fant de at en fortsettelse av daværende praksis på årlig foryngelsesareal fra 2015 til 2100 akkumulert gir 28 millioner tonn CO_2 lavere opptak enn om arealet hadde vært plantet med minste lovlige plantetall. Det gir i gjennomsnitt et årlig økt opptak over omløpet på rundt 330 000 tonn CO_2.

Tiltakskostnad

Tiltakskostnad er ikke beregnet, men det er forventet at den vil være mindre enn 500 kr/tonn CO_2-ekvivalenter.

Bedriftsøkonomisk analyse

Økt produksjon på eksisterende arealer vil innebære økte investeringskostnader og driftskostnader i forhold til plantekjøp, timebruk og maskineri. Merkostnaden for skogeier vil derfor være knyttet til antall planter for å oppfylle minstenivået i berekraftforskriften og kostnaden ved utplanting dersom skogeier ikke utfører arbeidet selv. Kostnaden for planter og utplanting er rundt 5 kroner per plante. Den totale kostnaden for skogeier vil avhenge av dagens plantetetthet.

Normalt er det god lønnsomhet i å investere i treslaget med den best produksjon, men det er avhengig av bonitet og avkastningskrav. På dårlige boniteter med lang tilbakebetaling er det som regel ikke like lønnsomt å plante, da er alternativet å la bestandet forynge seg naturlig.

Barrierer

Den viktigste barrieren er trolig investeringshorisont og kostnadsnivå. For skogeiers perspektiv vil tiltaket ha en merkostnad uten forventning om en reell merinntekt før langt inn i framtiden, ofte til neste generasjon(er). Lav lønnsomhet i skogbruket, høye investeringskostnader og lang tidshorisont gjør at skogeierne satser på naturlig foryngelse framfor planting og ikke tar tilstrekkelig hensyn til avgang ved planting.

Resultatkartleggingen viser også en klar tendens til at områdene utenfor de tradisjonelle skogstrøkene har en høyere andel hogster hvor hogstfeltene ikke blir tilplantet eller tilrettelagt for naturlig foryngelse (Granhus mfl. 2018) [3]. Dette kan tyde på at også atferd og kunnskap kan være aktuelle barrierer.

Dagens virkemidler

Skogbruksloven (§ 6) [2] og Forskrift om bærekraftig skogbruk (bærekraftforskriften § 6, 7, og 8) [3] stiller krav om at skogeier skal legge til rette for tilfredsstillende foryngelse innen tre år etter hogst, samt se til at det er samsvar mellom hogstform og foryngelsesmetode. Forskriften definerer minste lovlige plantetall per dekar, i tillegg til at den anviser tilrådelig plantetall for optimal skogproduksjon. I minste lovlige og tilrådde plantetall per dekar er det ikke krav om hvilke treslag som skal medregnes.

Skogfond kan brukes til å dekke kostnader ved planting. I tillegg er det mulig å gi tilskudd til planting gjennom forskrift om tilskudd til nærings- og miljøtiltak i skogbruket. Prioritering av bruk av tilskuddsmidler styres av hver kommune og mange kommuner prioriterer ikke tilskudd til planting.

Foryngelsesplikten følges i dag opp av kommunene gjennom en risikobasert kontroll av foryngelsesfelt med avvik mellom hogd granvolum og planter registrert innkjøpt og utplantet gjennom skogfondsystemet. I første rekke skal det avdekkes om planting er gjennomført der hogstform og feltets beskaffenhet tilsier at planting bør velges som foryngelsesmetode, og at felt som er anlagt for naturlig foryngelse er tilfredsstillende tilrettelagt for dette. Kontrollen blir iverksatt av Landbruksdirektoratet og Fylkesmannen har ansvar for å følge opp kommunene. Kontrollen har blitt gjennomført siden 90-tallet.

Mulige virkemidler

I minste lovlige og tilrådd plantetall per dekar er det ikke krav om hvilke treslag som skal medregnes. Endringer i berekraftsforskriften, slik at det blir tydeligere hvilke treslag som skal medregnes ved vurdering av plantetetthet, kan bidra til at plantetallet med satsingstreslag heves til minste lovlige nivå.

Det kan være behov for å styrke kommunens kompetanse og kapasitet til å kontrollere berekraftsforskriften.

Ikke alle skogeiere har tilstrekkelig kunnskap om skogeiendommens langsiktige næringsøkonomi, eller hvordan de kan drive skogforvaltningen på en optimal måte i klimaperspektiv. Økt informasjon, rådgivning og skogbruksplanlegging kan bidra med økt kompetanse og investeringsvilje.

Tilleggseffekter

På bestandsnivå gir planting ingen umiddelbare fordeler for naturmangfoldet. Hovedhensikten med foryngelsesplikten er å sikre bærekraftig forvaltning av skogressursene.

Økt plantetetthet vil redusere lystilgang til markvegetasjon, og kan redusere lauvinnslaget med hensyn til både volum og tid.

Referanser

[1] Lov om skogbruk (Skogbrukslova) (LOV-2005-05-27-31).
[2] Forskrift om berekraftig skogbruk (FOR-2006-06-07-593).
[3] Granhus, A. mfl. (2018). Tilstand i foryngelsesfelt. Analyse basert på data fra Resultatkartleggingen, Landsskogtakseringen og Økonomisystem for skogordningene (ØKS). NIBIO Rapport 4(159) 2018. [Granhus, A., Breidenbach, J., Eriksen, R., Gjertsen, A. & S. Solberg].
[4] Søgaard, G. mfl. (2015). En vurdering av utvalgte skogtiltak – innspill på veien mot Lavutslippssamfunnet 2050. Oppdragsrapport 02/2015. Norsk institutt for skog og landskap. [Søgaard, G., Granhus, A., Gizachew, B., Clarke, N., Andreassen, K. & R. Eriksen].

L04b Plantetetthet: Økt plantetetthet til tilrådd plantetall med det treslaget som gir best produksjon

Beskrivelse av tiltaket

Tilskudd til tettere planting ble implementert i 2016. Tilskudd skal gjennom økt utnyttelse av produksjonsevnen til arealet bidra til økt binding av CO_2.

Tiltaket økt plantetetthet til tilrådd plantetall går ut på å øke plantetettheten slik at alle plantefelt etableres med en plantetetthet som minimum utgjør innslagspunktet for plantetall etter tilskuddsordningen for tettere planting. Mål med tiltaket er at plantefelt som etableres etter at tiltaket er iverksatt skal ha et plantetall minst lik innslagspunktet for tilskuddsordningen for tettere planting når konkurransen med annen vegetasjon minker (tabell T 2).

Vi vurderer om det er noe restpotensial utover det som ligger i referansebanen og hvilke virkemidler som eventuelt skal til for å utløse dette.

For mer informasjon om tilskuddsordningen, se Landbruksdirektoratets sider:
https://www.landbruksdirektoratet.no/no/eiendom-og-skog/skog-og-klima/tettere-planting#forvaltning-og-kontroll

Referansebanen og utslippsreduksjonspotensial

Tettere planting på eksisterende arealer er tidligere framhevet som et tiltak som på lang sikt gir økt opptak av CO_2. Flere planter gir bedre fordeling av planter på arealet og forbedret mulighet for å velge de beste plantene til framtidstrær. Det fører til økt skogproduksjon og bedre tømmerkvalitet. Økt skogproduksjon som følge av tettere planting gir i tillegg større årlig opptak av CO_2 og mer biomasse fra skog som kan erstatte produkter laget av fossilt råstoff. Når kvaliteten bedres vil sagtømmerandelen øke og mer råstoff kan gå til langlevde produkter.

Statistikk fra skogfondsordningen for årene 2017 og 2018 viser at for 53 prosent av plantearealet med gran ble det gitt tilskudd til tettere planting. I gjennomsnitt ble det plantet med 35 planter ekstra per dekar. Det ble i disse årene gitt tilskudd til tettere planting også av andre treslag, men omfanget var begrenset fordi gran i hovedsak er det eneste treslaget som er aktuelt ved planting. Effekten av tettere planting på dette nivået ligger i referansebanen.

For denne ordningen er det et restpotensial ved å øke andelen av plantearealet som tar i bruk ordningen. Det kan trolig også være mulig å øke plantetettheten på plantearealet utover de 35 ekstra planter per dekar, selv om det kan være grunner til at plantetallet ikke har vært høyere. Videre kan ordningen med tilskudd gi en tilleggseffekt ved at flere velger å plante framfor å satse på naturlig foryngelse av gran.

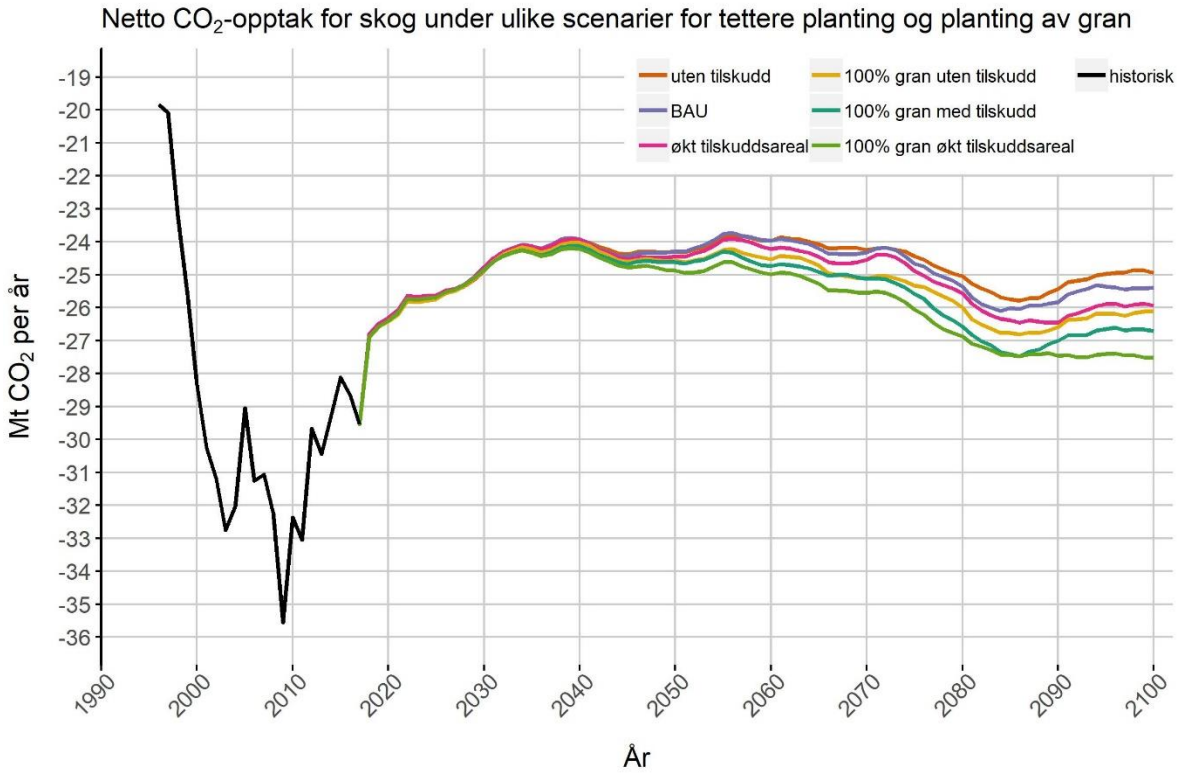
Optimal plantetetthet i et klimaperspektiv kan også ligge høyere enn det som er næringsmessig optimalt (Søgaard mfl. 2015) [1]. Dette er imidlertid ikke vurdert videre i Klimakur 2030.

NIBIO [4] har estimert effekten av tettere planting og oppfyllelse av foryngelsesplikten ved planting, mot dagens praksis – Business-as-usual (BAU). Simuleringen er gjennomført ved hjelp av samme modeller og datasett som er lagt til grunn i framskrivninger for arealbrukssektoren (Søgaard mfl. 2019) [3].

Det er følgende forutsetninger for de fem scenarioene i figur T 2:

- BAU: Dette scenarioet viser dagens praksis med tilskudd. Det vil si at det plantes med 35 ekstra planter per dekar på 53 prosent av plantearealet med gran. Dette scenarioet er likt framskrivingen (se kapitel B 3.2).
- Uten tilskudd: Scenarioet viser dagens praksis, men *uten* tilskudd til 35 ekstra planter per dekar. Avviket mellom dette scenarioet og BAU viser effekten av tilskuddsordningen som ble implementert i 2016.
- Økt tilskuddsareal: Scenarioet viser dagens praksis, men med 35 ekstra planter per dekar på 100 prosent av plantearealet med gran.

- 100 prosent gran uten tilskudd: Alt granareal som hogges plantes/forynges med gran, men det plantes ikke tettere. Dette scenarioet (avvik fra BAU) viser effekten av riktig treslagsvalg etter hogst, se tiltak **L02**.
- 100 prosent gran med tilskudd: Alt granareal som hogges plantes/forynges med gran. 53 prosent av arealet plantes med 35 ekstra planter per dekar.
- 100 prosent gran økt tilskuddsareal: Alt granareal som hogges plantes/forynges med gran og tilskuddsordningen benyttes. Det vil si at alt areal plantes med 35 ekstra planter per dekar.



Figur T 56. Netto CO_2-opptak for skog under ulike scenarier for tettere planting og planting av gran. Den sorte kurven viser historisk nettoopptak i skogen. Kilde: Søgaard mfl. (2020) [4].

Tiltakskostnad

Tiltakskostnad er ikke beregnet, men det er forventet at den vil være mindre enn 500 kr/tonn CO_2-ekvivalenter.

Bedriftsøkonomiske analyse

Økt produksjon på eksisterende arealer vil innebære økte investeringskostnader og driftskostnader i forhold til plantekjøp, timebruk og maskineri. Merkostnaden for skogeier vil derfor være knyttet til antall planter og kostnaden ved utplanting dersom skogeier ikke utfører arbeidet selv. Kostnaden for planter og utplanting er rundt 5 kroner per plante.

Normalt er det god lønnsomhet å investere i treslaget med den best produksjon, men det er avhengig av bonitet og avkastningskrav. På dårlige boniteter med lang tilbakebetaling er det som regel ikke like lønnsomt å plante like tett.

Barrierer

Den viktigste barrieren er trolig investeringshorisont og kostnadsnivå. For skogeiers perspektiv vil tiltaket ha en merkostnad uten forventning om en reell merinntekt før langt inn i framtiden, ofte til neste generasjon(er). Lav lønnsomhet i skogbruket, høye investeringskostnader og lang tidshorisont gjør at skogeierne tilpasser seg lavere enn tilrådd plantetall.

Økende krav til tetthet av treslaget med best produksjon øker kostnadene ved foryngelse. Tilrådd plantetall kan i enkelte tilfeller også være krevende å oppnå grunnet arealets utforming. I tillegg kan skader, særlig på grunn av gransnutebillen, påvirke mulighetene for å oppnå ønsket plantetall. Skadefrekvensen på grunn av skadeangrep vil variere, og er forventet å øke med et endret klima.

Dagens virkemidler

Skogbruksloven (§ 6) [2] og Forskrift om berekraftig skogbruk (bærekraftforskriften § 6, 7, og 8) [3] stiller krav om at skogeier skal legge til rette for tilfredsstillende foryngelse innen tre år etter hogst, samt se til at det er samsvar mellom hogstform og foryngelsesmetode. Forskriften definerer minste lovlige plantetall per dekar, i tillegg til at den anviser tilrådelig plantetall for optimal skogproduksjon. I minste lovlige og tilrådd plantetall per dekar er det ikke krav om at det bare er det treslaget med best produksjon som skal medregnes.

Skogfond kan brukes til å dekke kostnader ved planting. I tillegg er det mulig å gi tilskudd til planting gjennom forskrift om tilskudd til nærings- og miljøtiltak i skogbruket. I 2016 fikk skogbruket en støtteordning begrunnet i klima som skulle brukes blant annet for å øke antall planter ved foryngelse av eksisterende skogarealer. Tiltaket er en del av ordinær skogplanting etter hogst, og medfører ikke nye måter å bruke hogstarealene på. Tilskudd til tettere planting skal gjennom optimal utnyttelse av produksjonsevne bidra til økt binding av CO_2. Det kan gis 80 prosent tilskudd til kostnaden ved å plante inntil 50 planter per dekar utover et fastsatt bonitetsavhengig innslagspunkt.

Tabell T 66. Minste lovlige plantetall per dekar for forskjellige bonitetsklasser og Intervall for plantetall som utløser tilskudd til tettere planting (inntil 50 planter/dekar etter oppfylt minimumskrav).

Bonitet	Minste lovlige plantetall per dekar	Intervall for plantetall som utløser tilskudd (inntil 50 planter/dekar etter oppfylt minimumskrav)
26	150	220- 270
23	150	220- 270
20	150	200- 250
17	100	180- 230
14	100	160- 210
11	50	130- 180
8	50	100-150

Foryngelsesplikten følges i dag opp av kommunene gjennom en risikobasert kontroll av foryngelsesfelt med avvik mellom hogd granvolum og planter registrert innkjøpt og utplantet gjennom skogfondsystemet. I første rekke skal det avdekkes om planting er gjennomført der hogstform og feltets beskaffenhet tilsier at planting bør velges som foryngelsesmetode, og at felt som er anlagt for naturlig foryngelse er tilfredsstillende tilrettelagt for dette. Kontrollen blir iverksatt av Landbruksdirektoratet og Fylkesmannen har ansvar for å følge opp kommunene. Kontrollen har blitt gjennomført siden 90-tallet.

Mulige virkemidler

Selv om det er en tilskuddsordning i dag som har som hensikt å løfte plantetallet med 50 ekstra planter over et innslagspunkt, viser statistikken at det i snitt er plantet bare 35 ekstra planter på de arealer der tilskuddsordningen er benyttet. I tillegg viser statistikken at tilskuddsordningen er benyttet på bare 53 prosent av plantearealet. For å få flere til å ta i bruk ordningen, er det behov for informasjon til skogeier om ordningen. Ved å gi en høyere tilskuddssats kan også flere vurdere tiltaket som lønnsomt.

Det er stort sprik fra minste lovlige plantetall til innslagspunktet for ordningen. En grunn til at ikke flere tar i bruk ordningen, kan være at de ikke selv ønsker å ta investeringen opp til innslagspunktet. Det kan være mulig å utvide ordningen ved å senke innslagspunktet og øke intervallet for antall planter som er tilskuddsberettiget. Man kan da se for seg en differensiert tilskuddssats i ulike planteintervaller. Konsekvenser av en slik ordning må vurderes og en eventuell justering vil kunne gjøres i forbindelse med en evaluering av tilskuddsordningen.

Prinsippene er allerede innarbeidet i tilskuddsordningen tettere planting slik at en utvidelse ikke vil kreve ekstra administrativ innsats.

En tilleggseffekt ved utvidelse av ordningen kan være at foryngelsesmetoden på deler av det arealet som i dag forynges naturlig endres til planting.

Tilleggseffekter

Tettere planting vil medføre at forholdene for markvegetasjon blir dårligere på grunn av mindre tilgang på lys og næring. Større tetthet vil over tid medføre mer selvtynning og derved mer tilgang på død ved. Selvtynningseffekten, og effekten på lys- og næringstilgang, vil bli redusert dersom tiltaket kombineres med ungskogpleie og tynning.

Referanser

[1] Søgaard, G. mfl. (2015). En vurdering av utvalgte skogtiltak - innspill på veien mot Lavutslippssamfunnet 2050. Oppdragsrapport 02/2015. Norsk institutt for skog og landskap. [Søgaard, G., Granhus, A., Gizachew, B., Clarke, N., Andreassen, K. & R. Eriksen].

[2] Lov om skogbruk (Skogbrukslova) (LOV-2005-05-27-31).

[3] Forskrift om berekraftig skogbruk (FOR-2006-06-07-593).

[4] Søgaard, G. mfl. (2020). Klimakur 2030 – beskrivelse av utvalgte klimatiltak knyttet til skog. NIBIO Rapport 6(9) 2020.

[5] Søgaard, G. mfl. (2019). Framskrivninger for arealbrukssektoren – under FNs klimakonvensjon, Kyotoprotokollen og EUs rammeverk. NIBIO Rapport 5(114) 2019. [Søgaard, G., Mohr, W., Antón-Fernández, C., Alfredsen, G., Astrup, R., Breidenbach, J., Eriksen, R., Granhus, A. & A. Smith].

L05 Planting av skog på nye arealer

Beskrivelse av tiltaket

Planting av skog på nye arealer blir trukket fram av FNs klimapanel som et av de viktigste tiltakene for å møte klimautfordringene vi står ovenfor.[1] Planting av skog på nye arealer er et konkret tiltak for å øke det produktive skogarealet. Tiltaket rettes mot åpne arealer (under 10 prosent kronedekning) og gjengroingsarealer (over 10 prosent kronedekning) med underoptimal skogproduksjon som er klarert for planting etter gitte kriterier. En økning i skogarealet og økt produksjon på gjengroingsarealer vil gi økt opptak av CO_2.

Planting av skog på nye arealer er et av oppfølgingspunktene fra klimaforliket som ble vedtatt av Stortinget i *Stortingsmelding 21 (2011 – 2012) Norsk klimapolitikk (Klimameldingen)*. Miljødirektoratet, Landbruksdirektoratet (da Statens Landbruksforvaltning) og NIBIO (da Norsk institutt for skog og landskap) oversendte i august 2013 rapporten M26|2013 "Planting av skog på nye arealer som klimatiltak – Egnede arealer og miljøkriterier" [3]. I rapporten ble tiltaket grundig vurdert og rapporten gav en omforent, faglig anbefaling av hvilke arealer som egner seg for planting etter en avveining mellom hensynet til klima, naturmangfold og andre miljøverdier og næring. I tillegg ble det vurdert hvilke miljøkriterier som må ligge til grunn for tiltaket og mulige virkemidler for gjennomføring.

På oppdrag fra departementene har Miljødirektoratet og Landbruksdirektoratet videre gjennomført en pilotfase for planting av skog på nye arealer som klimatiltak, med et sett med tilleggskriterier utover kriteriene i rapporten fra 2013. Sluttrapport og evaluering av pilotfasen [4] ble levert i 2019 og ligger nå til politisk behandling i departementene. Vi har ikke gjort ytterligere vurderinger av tiltaket i Klimakur 2030.

Et alternativ ved planting på gjengroingsarealer, som var et av utgangspunktene i pilotfasen for planting av skog på nye arealer, er å plante gran under en lavskjerm av bjørk. Bjørkeskjermen har en høyere årlig tilvekstrate tidlig i omløpet sammenlignet med de nye granplantene som står under. Ved å kombinere disse to treslagene vil en la bjørkeskjermen vokse i den perioden grana bruker på å etablere seg og har lav tilvekstrate, slik at effekten av tiltaket, i form av økt opptak av CO_2, kommer tidligere. Bjørkeskjermen må avvirkes når grana har etablert seg fordi granas toppskudd skades ved greinpisking når grana når opp i bjørkekronene. En lavskjerm av bjørk kan være et godt alternativ ved planting på gjengroingsarealer, men avvirkningen av bjørkeskjermen medfører store driftskostnader og ved hogst av bjørkeskjermen er det stor risiko for å skade grantrærne en skal satse på framover. For mer om dette tiltaket se forrige lavutslippsrapport utarbeidet av Miljødirektoratet (2015) [6].

Referansebanen og utslippsreduksjonspotensial

Tiltaket rettes mot åpne arealer (under 10 prosent kronedekning) og gjengroingsarealer med underoptimal skogproduksjon (over 10 prosent kronedekning) med middels bonitet eller høyere. I rapport M-26|2013 [3] ble det funnet et bruttoareal på 9,78 millioner dekar som tilsvarte disse kriteriene. Fra dette ble det vurdert at det var mulig å plante gran på minst 1 million dekar (50 000 dekar årlig, over en periode på 20 år) med akseptable effekter på naturmangfold. Dette ble beregnet å gi et årlig meropptak på 138 000 tonn i 2030, ca. 1,8 millioner tonn i 2050 og ca. 0,9 millioner tonn CO_2-ekvivanlenter i 2100, forutsatt oppstart i 2014. Avtakende opptak mot 2100 reflekterer at gammel skog binder mindre CO_2, samt forutsetningen om at skogen sluttavvirkes ved hogstmodenhetsalder. På kort sikt vil tiltaket kunne ha midlertidige utslipp av CO_2 grunnet rydding av arealene for tilplanting. Dersom noe av biomassen fra rydding brukes som bioenergi og erstatter fossile energikilder vil det han en positiv effekt i andre sektorer. På lang sikt (utover omløpstiden) vil tiltakets klimaeffekt være avhengig av hvordan biomassen benyttes etter avvirkning.

I pilotfasen ble det tatt i bruk et sett med tilleggskriterier som reduserte det potensielle arealet for planting til i underkant av 2 millioner dekar. I rapport M-26 [3] antok vi at minst 10 prosent av potensielt areal kunne tilplantes med akseptable effekter for naturmangfold og andre miljøverdier. Legger vi det til grunn vil aktuelt areal for tilplanting (gitt tilleggskriteriene fra pilotfasen) være minst 190 000 dekar (tilsvarende rundt 9 000 dekar årlig over en 20-årsperiode). Dette gjorde det krevende å finne areal i pilotfasen. Reduksjonen i potensielt areal for pilotfasen,

sammenlignet med arealet i M-26 [3], var hovedsakelig grunnet tilleggskriteriene som ekskluderte arealer med middels bonitet og i sein gjengroing.

Potensielt arealomfang ved en oppskalering vil avhenge av hvilke kriterier som blir brukt. Med bakgrunn i erfaringer og analyser i Søgaard mfl. (2019) [5] vurderte direktoratene det fornuftig å åpne opp for å ta i bruk areal på middels bonitet og i sein gjengroing ved en videreføring av ordningen, ettersom tiltaket har positiv klimaeffekt også for disse arealene, og mindre sannsynlighet for konflikt med naturmangfold og andre miljøverdier. Det innebærer en tredobling av potensielt areal. Det vil i tillegg kunne bidra til å øke ivaretakelsen av naturmangfold, fordi det i større grad vil være mulig å styre tiltaket mot godt egnede arealer.

I løpet av de tre årene ble det plantet gran på i overkant av 6 000 dekar på høy og svært høy bonitet i de tre pilotfykene Rogaland, Trøndelag (tidligere Nord-Trøndelag) og Nordland. Disse trærne forventes å ta opp om lag 700 000 tonn CO_2-ekvivalenter over de neste 85 årene. I tillegg kan trevirke fra hogst brukes til å erstatte fossilt råstoff. Dersom arealet hadde grodd igjen naturlig ville karbonopptaket vært vesentlig lavere, om lag 250 000 tonn. Effekten av det som ble plantet i pilotfasen ligger ikke i referansebanen.

Erfaringer fra piloten og videre analysearbeid som del av evalueringen av piloten har vist at potensialet for opptak per dekar vil være noe lavere enn tidligere antatt, på grunn av endrede forutsetninger rundt årlig tilvekst i gjengroingsskogen.

Tiltakskostnad

Tiltaket er tidligere antatt å være i kategorien kostnader under 500 kroner per tonn CO_2-ekvivalenter.

I Klimakur 2020 [2] ble den gjennomsnittlige tiltakskostnaden beregnet til 50 kroner per tonn CO_2. Evalueringen etter pilotfasen har vist at kostnadene ved gjennomføring av tiltaket har vært noe høyere, men planting på nye arealer er fortsatt et billig tiltak sammenlignet med andre tiltak for å redusere utslipp eller øke opptak av klimagasser.

Det var forventet at tiltakskostnaden ville bli noe høyere etter pilotfasen blant annet fordi kostnader knyttet til forarbeider ikke var inkludert i tidligere beregninger.

Bedriftsøkonomisk analyse

Merkostnaden for skogeier ved å plante på nye arealer vil være knyttet til rydding av arealet, plantekjøp og utplanting, inkludert suppleringsplanting. Kostnadene ved å etablere skog må ses opp imot andre investeringsmuligheter for skogeier. Skogplanting er et av tiltakene der det er lengst investeringshorisont. Lønnsomheten vil være avhengig av skogeier sin forventet avkastningskrav. Søgaard mfl. (2019) [4] sine beregninger viser at planting av gran øker nåverdien (uten etableringskostnader) ved hogst med om lag 1 500 kroner per dekar ved 4 prosent rente. Dette er lavere enn de forventede etableringskostnadene på i gjennomsnitt 3 000-4 000 kroner per dekar.

Barrierer

Tiltakets gjennomførbarhet er tidligere vurdert som middels krevende. Vurderingen var særlig basert på at insentivene til å gjennomføre tiltaket for den enkelte grunneier er små. Dette knytter seg til at de økonomiske gevinstene av tiltaket for grunneier (økt råstofftilgang fra skogen) kommer langt fram i tid og er lavere enn forventede etableringskostnader, samt at faktorer som etterspørsel og pris på tømmer er usikre.

Hoveddelen av aktuelt areal for tilplanting ligger på Vestlandet og i Nord-Norge, der det er mindre erfaringer med skogbruk enn i tradisjonelle skogstrøk. I pilotfasen fikk man erfaring med at mange av grunneierne som hadde aktuelt areal for ordningen ikke var kjent med skogbruk. Det var svært viktig for aktiviteten i pilotfasen at det ble engasjert 'skogpådrivere' som bidro til å informere grunneiere om klimaeffekten og næringsaspektet ved ordningen, i tillegg til å finne aktuelt areal.

Kriterier for tiltaket vil påvirke tilgang på areal, siden det er målkonflikter i forbindelse med arealbruk, inkludert hensynet til naturmangfold.

Vi viser for øvrig til evalueringsrapporten fra Miljødirektoratet og Landbruksdirektoratet [4] for ytterligere informasjon om barrierer.

Dagens virkemidler

Gjennom forskrift om nærings- og miljøtiltak i skogbruket (NMSK-forskriften) [7] kan det i dag gis tilskudd til planting på nye arealer i det ordinære skogbruket. Fylkesmannen prioriterer i samråd med kommunene og næringsorganisasjonene hvordan tilskuddsmidlene skal brukes avhengig av regionale og lokale behov. Ordningen er basert på at den enkelte skogeier søker kommunen om tilskudd etter at tiltaket er gjennomført, og at eventuelt tilskudd utbetales av Fylkesmannen.

Gjeldende juridiske virkemidler for tilfredsstillende foryngelse etter hogst gjelder også ved planting av skog på nye arealer, (se tiltaksark **L04a *Plantetetthet*).**

Mulige virkemidler

I pilotfasen ble det opprettet en støtteordning der det ble gitt 100 prosent i tilskudd for planting på nye arealer, gitt et sett med kriterier. I evalueringsrapporten er det gitt noen forslag til justeringer av denne ordningen, basert på erfaringene vi gjorde oss i pilotfasen.

Erfaringene fra pilotfasen viste også at det er behov for midler og ressurser til administrasjon og forvaltning både på statlig-, fylkes- og kommunalt nivå, blant annet for å sikre tilstrekkelig kompetanse og kapasitet i kommunene og for organisering av eventuelle pådrivere.

Vi viser til evalueringsrapporten fra Miljødirektoratet og Landbruksdirektoratet [4] for ytterligere informasjon om mulige virkemidler.

Tilleggseffekter

Planting av skog, både på nye arealer og på gjengroingsarealer, kan påvirke miljøverdier knyttet til naturmangfold, kulturminner, opplevelsesverdier, bruken av landskapet og landskapsøkologiske forhold. Påvirkningen bestemmes av hvor og hvordan skogetableringen og treslagsskiftet skjer (treslag og tetthet), samt omfanget av tilplantingen.

Vi viser til evalueringsrapporten fra Miljødirektoratet og Landbruksdirektoratet [4] for ytterligere informasjon om vurderinger av mulige miljøkriterier.

Referanser

[1] IPCC (2018). Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report.
[2] Klif mfl. (2010). Klimakur 2020. Klima- og forurensningsdirektoratet, Norges vassdrags- og energidirektorat, Oljedirektoratet, Statistisk sentralbyrå & Statens Vegvesen.
[3] Miljødirektoratet mfl. (2013). Planting av skog på nye arealer som klimatiltak. Rapport M-26|2013. Miljødirektoratet, Direktoratet for naturforvaltning, Statens Landbruksforvaltning og Norsk institutt for skog og landskap.
[4] Miljødirektoratet & Landbruksdirektoratet (2019). Pilotfasen for 'Planting av skog på nye areal som klimatiltak'. Sluttrapportering og evaluering. Rapport M-1161|2019.
[5] Søgaard, G. mfl. (2019). Effekter av planting av skog på nye arealer. NIBIO Rapport 5 (3) 2019. [Søgaard, G., Allen, M., Astrup, R., Belbo, H., Bergseng, E., Blom, H., Bright, R., Dalsgaard, L., Fernandez, C., Gjerde, I., Granhus, A., Hanssen, K., Kjønaas, O., Nygaard, P., Stokland, J. & M. Sætersdal].
[6] Miljødirektoratet (2015). Klimatiltak og utslippsbaner mot 2030 Kunnskapsgrunnlag for lavutslippsutvikling. Rapport M-386 |2015.
[7] Forskrift om tilskudd til nærings- og miljøtiltak i skogbruket (FOR-2004-02-04-447)

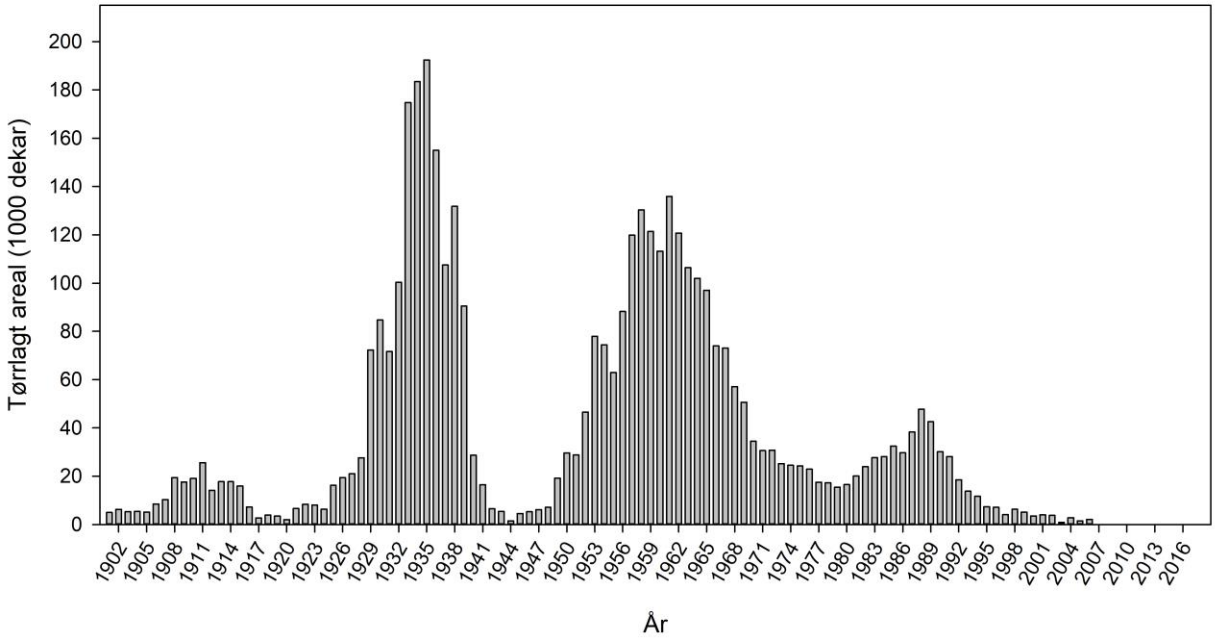
L06 Grøfterensk etter hogst

Beskrivelse av tiltaket

Grøfterensk etter hogst er et tiltak for å opprettholde produksjonen på skogarealer der det tidligere er utført grøfting. I 2006 ble det innført forbud mot nygrøfting av myr og sumpskog med sikte på skogproduksjon (jf. § 5 i Forskrift om berekraftig skogbruk, med ikrafttredelse 1.7.2006). Derfor vil det ikke være en økning av grøftede myrarealer i skog, bortsett fra ved gjengroing eller om det plantes på myrarealer som tidligere er drenerte for jordbruk.

Historisk har det vært en betydelig aktivitet med grøfting, hvor både fastmark og myr har blitt drenert (Søgaard mfl., 2019) [1] . Figur T 57 viser en oversikt over tørrlagt areal i dekar per år i perioden 1901 til 2016. Foreløpig tall fra landsskogtakseringen viser at 2 700 km^2 skogareal er blitt grøftet for å fremme skogproduksjon. Av dette registrerte arealet er 67 prosent på mineraljord og 33 prosent er på organisk jord.

Ifølge Bjørnstad (2019) [2] vil det etter hogst på noen typer arealer bli midlertidig 5-10 cm høyere grunnvannsnivå i vekstsesongen. Dette reduserer mulighetene til god foryngelse og skogproduksjon. Ved å rense eksisterende grøfter reduseres vannstanden på arealet, noe som kan føre til økt produksjon og dermed også økt opptak av klimagasser.



Figur T 57. Tørrlagt areal i dekar per år for perioden 1901 til 2016. Inkluderer både skogsmark (mineraljord og organisk jord), samt åpen og tresatt myr. For 1901 – 1945: Norges Offisielle Statistikk XI. 154. Skogstatistikk 1952. For 1946 – 1956: Norges Offisielle Statistikk XI. 347. Skogstatistikk 1953 - 1956. For 1962 – 1967: Norges Offisielle Statistikk XII. 256. Skogstatistikk 1968. For 1968 - 2018 03677: Skoggrøfting. Tørrlagt areal og grøftelengde (F) 1968 – 2018. Inkluderer tørrlagt skogmark, næringsrik tilsigsmyr, svakt tilsigspreget myr og rein nedbørsmyr (i gjennomsnitt utgjorde disse henholdsvis 48, 28, 21 og 3 % av arealet tørrlagt). Kilde: Søgaard mfl. (2020) [1].

Referansebanen og utslippsreduksjonspotensial

Basert på Resultatkartleggingen for skogbruk og miljø (Granhus og Eriksen 2017) [3] er det behov for grøfterensk på 45 000 dekar årlig. Det er da antatt at 10 prosent av det årlige hogstarealet har behov for grøfterensk og/eller suppleringsgrøfting.

Klimaeffekten av grøfterensk er avhengig av hvor stor effekt tiltaket har på foryngelsen og tilvekstrespons. Det finnes ingen norske feltforsøk som belyser denne effekten av grøfterensk. Teoretiske beregninger av effekter (Søgaard mfl.

2020 [1] viser at tiltaket har liten effekt mot 2050, men kan ha betydelig effekt på tilvekst i levende biomasse mot 2100. Det er ikke gjort vurderinger for andre karbonbeholdninger.

Grøfterensk kan øke nedbrytningen i jord noe på grunn av bedre lufttilgang og dermed føre til et økt utslipp fra jord, men i prinsippet vil grøftene være drenerende selv om de ikke renses, og fører dermed uansett til nedbrytning og utslipp. Rensk av grøftene fører til at produksjonen i levende biomasse øker og kan kompensere for et eventuelt utslipp, og i tillegg gi et meropptak. I de tilfeller der omfattende grøfterensk eller suppleringsgrøfting må til for å opprettholde produksjonen på arealet, kan det være aktuelt å heller vurdere restaurering av arealet ved å plugge grøftene. Se kapittel 5.4.1 *Mulige tiltak* i hovedrapporten del B for mer om restaurering av myr.

Tiltakskostnad

Tiltakskostnad er ikke beregnet.

Bedriftsøkonomisk analyse

Veilederen fra Skogkurs sier at "*for å få tilstrekkelig tørrleggingseffekt bør avstand mellom grøftene være 40-60 meter avhengig av jordartenes evne til vanntransport og nedbørsforholdene*" (Bjørnstad 2019) [2]. Basert på disse forutsetningen er kostnaden for grøfterensk estimert til henholdsvis 450 kroner per dekar og 675 kroner per deker, med en kostnad på 9 kroner per meter.

Kvaalen (2019) [4] konkluderer med at dersom en skogeier har et høyere avkastningskrav enn 3,5-4 prosent, vil det ikke være lønnsomt å investere i grøfterensk på G11 (gjelder uten bruk av skogfond eller tilskudd). To finske studier har samme konklusjon, det er ikke lønnsomt å renske grøftene når avkastningskrav er høyt (Ahtikoski mfl. 2008, Hökkä mfl. 2017) [6] [7]. I skogkurs (Bjørnstad 2019) [2] sine eksempelberegninger med bruk av skogfond på (G14), er tiltaket lønnsomt ved et avkastningskrav på 2,5 prosent.

Barrierer

Den viktigste barrieren er lønnsomhet. For skogeiers perspektiv vil tiltaket ha en merkostnad uten forventning om en reell merinntekt før langt inn i framtiden, kanskje til neste generasjon(er). Lav lønnsomhet i skogbruket, høye investeringskostnader og lang tidshorisont gjør at skogeierne ikke prioriterer grøfterensk.

Kunnskap om effekten av grøfterensk kan også være en barriere.

Dagens virkemidler

Både skogfond med skattefordel og tilskuddsordningen Tilskudd til nærings- og miljøtiltak i skogbruket kan brukes i dag for å gjennomføre grøfterensk.

Mulige virkemidler

Informasjon og veiledning for å synliggjøre behovet for grøfterensk etter hogst vil være et viktig virkemiddel for å få til økt aktivitet.

Tilleggseffekter

Virkningene av grøfterensk med hensyn til naturmangfold og andre miljøvirkninger er lite undersøkt. Bedre drenering kan påvirke sammensetning av markvegetasjon og dyreliv i jord, og avrenningsprofil både med hensyn til kjemi og fysikk. Virkningene vil ikke nødvendigvis være varige.

Referanser

[1] Søgaard, G. mfl. (2020). Klimakur 2030 – beskrivelse av utvalgte klimatiltak knyttet til skog. NIBIO Rapport 6(9) 2020.
[2] Bjørnstad, B. (2019). Grøfting av fastmark. Skogkurs resymé nr. 11.
[3] Granhus, A. & R. Eriksen (2017). Resultatkontroll skogbruk/miljø. Rapport 2016. NIBIO Rapport 3(159) 2017.
[4] Kvaalen, H. (2019). Lønnsomhet ved grøfterensk etter hogst. NIBIO Rapport 5(115) 2019.

[5] Gizachew, B. mfl. (2012). Stand responses to initial spacing in Norway spruce plantations in Norway. Scandinavian Journal of Forest Research, 27(7) 2012, 637–648. [Gizachew, B., Brunner, A. & B.-H. Øyen].

[6] Ahtikoski, A. mfl. (2008). Ditch network maintenance in peatland forest as a private investment: short- and long-term effects on financial performance at stand level. Mires Peat (only online), 3(3), 1–11. [Ahtikoski, A., Kojola, S., Hökkä, H. & T. Penttilä].

[7] Hökkä, H. mfl. (2017). Long-term impact of ditch network maintenance on timber production, profitability and environmental loads at regional level in Finland: a simulation study. Forestry, 90(2) 2017, 234–246. [Hökkä, H., Salminen, H., Ahtikoski, A., Kojola, S., Launiainen, S. & M. Lethonen].

LULUCF – Gruppe 2: Skogpleie

L07 Ungskogpleie

Beskrivelse av tiltaket

Ungskogpleie er avgjørende for hvilke muligheter man har til å påvirke kvalitet, stabilitet og volumproduksjon ved framtidig skogbehandling. Ved å gi framtidstrærne plass til å utvikle krone og rotsystem på et tidlig stadium, får man god stabilitet. Dette minsker risiko for vindfall, spesielt om man planlegger å tynne bestandet i framtiden [1].

Ungskogpleie omfatter både rydding av lauv og å regulere avstanden på hovedtreslaget. Lauvrydding er et tiltak for å fjerne konkurranse og tilrettelegge for optimal produksjon for bartrebestandet. Ifølge Braastad & Tveit (2000) [2] er formålet med avstandsregulering å fristille et riktig antall av de beste treslagene og de beste trærne jevnest mulig fordelt på arealet. Det er sluttproduktet som avgjør hva som er det optimale tretallet, med tanke på vekst, verdiproduksjon og bestandsstabilitet. Tradisjonelt har målet vært å maksimere nåverdien ved å fjerne trær som ikke oppnår sagtømmerkvalitet. Imidlertid må man vurdere uttaket opp imot total produksjon på areal. Fjerning av for mange skadefrie trær tidlig i omløpet kan fører til redusert volumproduksjon. Fra et klimaperspektiv er det viktig å maksimere produksjonen og ikke fjerne for mange trær.

Referansebanen og utslippsreduksjonspotensial

Med utgangspunkt i data fra landsskogtaksering har NIBIO (Søgaard mfl. 2020) [3] estimert behovet for ungskogpleie i barskog. Ut ifra disse dataene er det estimert et klart behov for ungskogpleie på om lag 970 000 dekar, som tilsvarer 7,1 prosent av det totale ungskogarealet i barskog. I tillegg er det estimert et usikkert behov på 4 045 000 dekar (43,6 prosent), mens ungskog uten behov utgjør om lag 4 770 000 dekar (45,8 prosent). Ungskogpleiearealet i 10-årsperioden 2009-2018 har i gjennomsnitt vært på 270 350 dekar og hogstarealet har vært på 400 000 dekar.

I beregningene fra NIBIO forutsettes at etterslepet av areal med klart behov og 30 prosent av arealet med usikkert behov ungskogpleies i løpet av en femårs periode, i tillegg til at hele hogstarealet ungskogpleies. Om det blir gjennomført ungskogpleie i denne størrelsesorden er det forventet et gjennomsnittlig årlig meropptak i stammevirke på henholdsvis 0,1 millioner tonn og 0,25 millioner tonn CO_2-ekvivalenter over omløpet som utgjør 0,33 og 0,84 tonn CO_2-ekvivalenter per dekar og år, dersom en forutsetter 10 prosent og 30 prosent økt omløpstid uten ungskogpleie. Estimatene er beheftet med stor usikkerhet, og trolig overestimert siden det kan være krevende å ta igjen hele etterslepet. Det er imidlertid tydelig at et økt fokus på ungskogpleie vil kunne gi økt opptak av CO_2.

Tiltakskostnad

Tiltakskostnad er ikke beregnet, men det er forventet at den vil være mindre enn 500 kr/tonn CO_2-ekvivalenter, trolig i den nedre delen av intervallet.

Bedriftsøkonomisk analyse

Ungskogpleie er et lønnsomt tiltak for en skogeier. Den gjennomsnittlige kostnaden for ungskogpleie i 2018 var på ca. 420 kroner per dekar [4]. Ved korrekt gjennomført ungskogpleie vil man redusere konkurranse fra andre trær og vegetasjon for hovedtreslaget, og dermed tilrettelegge for økt volumproduksjon og kvalitet på de gjenstående trærne. I tillegg kan ungskogpleie føre til lavere driftskostnader ved tynning og foryngelseshogst. Forventet lønnsomhet av tiltaket avhenger av skogeiers avkastningskrav og bonitet, hvor det vil være mest lønnsomt på høyere boniteter. Skogkurs har estimert at internrenten[123] på ungskogpleie vil variere fra 2 prosent til 9 prosent før skatt, avhengig av bonitet og treslag [5]. Det som fører til bedre lønnsomhet ved ungskogpleie er den økte volumproduksjon som gjør at skogeier kan avvirke bestandet tidligere.

[123] Internrente er den årlige avkastningen på investeringen.

Barrierer

Den viktigste barrieren er kunnskap. Mange skogeiere er ikke bevisst på behovet for ungskogpleie. De trenger informasjon for å bli påvirket til å gjennomføre tiltaket, men det er vanskelig å informere målrettet da det ikke er samlet kartfesting over hvor behovene finnes og det er ressurskrevende å få oversikt over behovet ved å sette sammen opplysningene fra skogbruksplaner.

Den privatøkonomiske nytteeffekten av investering i ungskogpleie ligger langt fram i tid, mange velger derfor å nedprioritere dette selv om lønnsomheten på lang sikt er god. Finansieringsmuligheter kan være en barriere for noen.

Søgaard mfl. (2020) [3] peker på mangel på kvalifisert arbeidskraft som en barriere for å gjennomføre mer ungskogleie.

Dagens virkemidler

Både skogfond med skattefordel og tilskuddsordningen Tilskudd til nærings- og miljøtiltak i skogbruket brukes i dag for å gjennomføre ungskogpleie. Tilskuddssats bestemmes av kommunen, og ligger ofte på 30-40 prosent.

I Norsk PEFC Skogstandard [6] stilles det krav til langsiktig virkesproduksjon. I kravpunkt 14. Langsiktig virkesproduksjon står det: "*Når ungskogpleie gjøres skal det legges vekt på å utnytte arealenes muligheter for kvalitetsproduksjon, skape stabile bestand, og å bygge opp en skog som gir grunnlag for variasjon i avvirknings- og foryngelsesmetoder*".

Mulige virkemidler

Informasjon og veiledning for å synliggjøre behovet for ungskogpleie vil være et viktig virkemiddel for å få til økt aktivitet. En mulighet er å bruke satellittovervåking til å identifisere behov for ungskogpleie. NIBIO har et prosjekt hvor de ser på muligheten for å bruke fjernanalyse ved hjelp av satellitter til å estimere hvor det er behov for ungskogpleie. Et alternativ er også å utvikle verktøy for bedre systematisering av skogbruksplaner og rapporter for å identifisere arealer med ungskogpleiebehov som grunnlag for informasjon og veiledning. I tillegg kan skogfondssystemet brukes mer aktivt for å avklare hvor ungskogpleie er gjennomført og for å identifisere skogeiere som har sannsynlig ryddebehov, slik at informasjonen kan rettes mot disse. Det vil være hensiktsmessig å kartfeste hvilke arealer som har behov for ungskogpleie og hvilke arealer det er gjennomført ungskogpleie på.

I dag skal skogeier sette av 4-40 prosent av bruttoverdien av skogvirket som avvirkes på sin skogfondkonto, til langsiktige investeringer i skogen. Økte tilskuddssatser eller økt skogfondsavsetning, vil øke muligheten for finansiering av skogkulturtiltak som ungskogpleie. Det er viktig at tilskuddsnivået er stabilt og forutsigbart.

Tilleggseffekter

Ungskogpleie vil, inntil bestandet slutter seg igjen, gi økt lystilgang og bedre vilkår for markvegetasjon. Ungskogpleie vil som regel medføre at lauvinnslaget reduseres både i mengde og tid, noe som vil ha negative effekter for arter som bruker eller er tilknyttet unge lauvtrær.

En periode etter ungskogpleie vil framkommeligheten bli vanskeliggjort på grunn av ryddeavfall, men på lengre sikt vil skogbildet bli åpnere og lavere tetthet vil i mindre grad representere en ferdselshindring.

Referanser

[1] Søgaard, G. mfl. (2017). Skogbehandling for verdiproduksjon i et klima i endring. NIBIO Rapport 3(99) 2017. [Søgaard, G., Astrup, R., Allen, M., Andreassen, K., Bergseng, E., Fløistad, I., Hanssen, K., Hietala, A., Kvaalen, H., Solberg, S., Solheim, H., Steffenrem, A., Stokland, J. & B. Økland].

[2] Braastad, H. & B. Tveite (2000). Ungskogpleie i granbestand. Effekten på tilvekst, diameterfordeling, kronehøyde og kvisttykkelse. Rapport fra skogforskningen 11/00. 24 s.

[3] Søgaard, G. mfl. (2020). Klimakur 2030 – beskrivelse av utvalgte klimatiltak knyttet til skog. NIBIO Rapport 6(9) 2020.

[4] SSB (2019). Skogkultur. 25.04.19.
[5] Skogkurs. Ny skogkulturkalkulator.
[6] PEFC. N 02. Norsk PEFC Skogstandard (2016).

L08 Tynning

Beskrivelse av tiltaket

Tynning er et tiltak for å bedre vekst og kvalitet på de trærne som vil gi høyest verdi ved hogst gjennom å regulere konkurransen mellom trærne, slik at veksten akkumuleres på færre trær. Når bestandet slutter seg blir lys en minimumsfaktor for vekst. Manglende tilgang på lys gjør at de nederste greinene på treet dør. Treets vekst og muligheter for opptak av CO_2 avhenger av størrelsen på treets grønne barmasse. Tynningens viktigste funksjon er å beholde en tilstrekkelig andel grønn barmasse for å styre veksten til de trærne som har best kvalitet. Tynning kan også forbedre bestandet sin stabilitet ovenfor storm og snøskader, hvis utført mens bestandet er ungt, og kan dermed benyttes som metode for å bevare karbonlageret og sunnhet i bestandet over tid slik at det er mulighet for noe utsettelse av tidspunktet for foryngelseshogst. I gran vil det være en forutsetning at tynningen er utført slik at infeksjon av rotråte er begrenset. Ved tynning har man også den første muligheten til å få inntekter fra skogen.

Referansebanen og utslippsreduksjonspotensial

I Norge er det ofte ingen eller én tynning i gran, og én eller to tynninger i furu. Ifølge Landsskogstakseringen tynnes det årlig om lag 200 000 dekar, tilsvarende nær halvparten av det totale arealet som hogges (Stokland mfl, 2014) [1]. Tynningsvolumet i Norge, på om lag 10 prosent av omsatt volum er lavere enn for eksempel i Sverige (Agestam, 2009) [2] og Finland (Food and Natural Resource Statistics for 2018) [3], hvor tynning utgjør henholdsvis 20 og 40 prosent av den totale avvirkningen.

Tynning er ikke et direkte klimatiltak i seg selv, siden det gir lavere totalvolum og dermed redusert karbonlager over tid, men det legger til rette for optimal kvalitet på trevirket ved hogst. Samtidig vil en betydelig andel av trærne (30-50 prosent), eller omtrent 10 prosent av den totale volumproduksjonen i utynnede bestand uansett tapes gjennom naturlig avgang (selvtynning). Gjennom tynning kan volumet som ellers vil gå tapt brukes til bioenergiproduksjon eller tømmer.

Dersom større andel av treet kan benyttes som langlevde produkter som erstatter fossile ressurser, vil man få økt karbonlager i treprodukter og reduserte utslipp i andre sektorer. Økt uttak gjennom tynning vil kunne gi mer virke til bioenergi på kort sikt, da særlig i områder hvor en ligger tett på balansekvantum[124] (for eksempel Hedmark og Akershus). I tillegg kan det gi synergi- og samspillseffekter for flere andre tiltak, blant annet treslagsvalg, økt plantetetthet, ungskogpleie, foryngelse, gjødsling, tidspunkt for foryngeseshogst, risikoreduserende tiltak, råtebekjempelse og er ofte en forutsetning for å få optimal effekt av andre tiltak, se kapittel 5.1.2 *Synergi- og samspillseffekter* i hovedrapporten del B.

En videre utredning i form av beregning av potensielt karbontap og en vurdering av klimagasseffekten ved ulik bruk av biomasse er nødvendig for å kunne vise den totale effekten av tiltaket. Utslippsreduksjonspotensialet er ikke beregnet.

Tiltaket er tidligere omtalt i lavutslippsrapporter utarbeidet av Miljødirektoratet (2014 og 2015) [4][5].

Tiltakskostnad

Tiltakskostnad er ikke beregnet.

Bedriftsøkonomisk analyse

Lønnsomheten ved tynning er avhengig av tømmerpriser og driftskostnader. Ved tynning tas det ut små dimensjoner, hvor bare en liten andel har sagtømmerkvalitet. Det er prisen på massevirke som påvirke overskuddet

[124] Balansekvantum er den maksimale tømmermengden som i gjennomsnitt årlig over en viss periode (som regel 10 år) kan hogges uten at hogsten i noen framtidig periode må reduseres på grunn av mangel på hogstmoden skog. Balansekvantumet beregnes på grunnlag av aktuell skogtilstand og forventet framtidig skogbehandling og tilvekst (Store norske leksikon, 2015).

etter tynning. I 2018 og 19 har prisen på massevirke vært betydelig høyere enn tidligere [6], noe som har gjort tynning i seg selv mer lønnsomt.

Hovedformålet med tynning er å bedre vekst og kvalitet på de trærne som vil gi høyest verdi ved hogst. Derfor er det viktig at tynningen ikke tar ut for mange trær slik at tilveksten blir redusert fram til slutthogst.

Risikoen med tynning må ses i sammenheng med sluttavvirking. Det er risiko både ved å ikke tynne (ustabilitet, redusert kvalitet på framtidige virke, økt selvtynning, med mer) og ved å tynne (tynningsskader, ustabilitet det første årene etter tynning), som vil påvirke verdien av sluttavvirkningen.

Barrierer

Den viktigste barrieren for økt tynning er lønnsomhet. Lønnsomheten blir direkte påvirket av driftskostnader og tømmerpris. I Norge er andelen av tynningsvirke lav i forhold til Sverige og Finland. Det kan forklares med tradisjon og kultur for tynning, lettere terreng og bedre lønnsomhet i Sverige og Finland. Vanskelig og bratt terreng er en hindring noen steder i Norge. I deler av landet er det også begrenset tilgang på maskiner og entreprenører som har tilstrekkelig erfaring med tynning.

Med nedleggelsen av skogindustri i 2012 og 2013 er mottakskapasiteten lavere enn tilbudet av massevirke i Norge, avsetningsmuligheter kan derfor være en barriere. Etterspørselen etter tømmer i våre naboland har imidlertid økt, slik at det har vært gode muligheter for eksport.

Dagens virkemidler

Skogfond med skattefordel kan i dag brukes for å dekke et eventuelt underskudd ved tynning. I noen områder har det også blitt gitt driftstilskudd til førstegangstynning gjennom tilskuddsordningen Tilskudd til nærings- og miljøtiltak i skogbruket, men dette har ubetydelig omfang.

Mulige virkemidler

Et mulig virkemiddel er å gi økt tilskudd til førstegangstynning for å heve lønnsomheten av tidlig tynning, siden tidlig tynning er mindre risikabelt enn sen tynning.

Informasjon og veiledning knyttet til klimaeffekten av tynning og av råtebekjempelse i forbindelse med gjennomføring kan gi økt tynningsaktivitet.

Tilleggseffekter

Tynning vil åpne for at markvegetasjon får en bedre tilgang på lys en periode og kan derfor medføre et større artsmangfold. Redusert selvtynning vil føre til at tilgangen på små dimensjoner av stående død, som er viktige for noen organismer, blir mindre. Tynning vil også ofte redusere innslag av lauv som er mindre verdifulle produksjonstrær, og arter som er tilknyttet lauv.

Hogstavfall vil i en periode etter tynning kunne medføre ferdselshindringer, men et mer åpent skogbilde vil etter hvert være fordelaktig for utøvelse av friluftsliv.

Referanser

[1] Stokland, J. mfl. (2014). Tilstand og utvikling i Norsk skog 1994-2012 for Noen utvalgte Miljøegenskaper. Oppdragsrapport 03/14 fra Skog og landskap. [Stokland, J., Eriksen, R. & A. Granhus].
[2] Agestam, E. (2009). Gallering. Skogsskötselserien nr. 7. Skogstyrelsens forlag, Sverige.
[3] Luke (2019). Finland's agricultural, forestry and fishery statistics in a single package – Luke's e-yearbook 2018. 24.05.19. Natural Resources Institute Finland (Luke).
[4] Miljødirektoratet (2014). Kunnskapsgrunnlag for lavutslippsutvikling. Rapport M-229|2014.
[5] Miljødirektoratet (2015). Klimatiltak og utslippsbaner mot 2030 Kunnskapsgrunnlag for lavutslippsutvikling. Rapport M-386 |2015.
[6] SSB (2019). Stor økning i prisen på massevirke. 06.08.19.

L09 Nitrogengjødsling av skog

Beskrivelse av tiltaket

Gjødsling er et tiltak for å øke opptaket av klimagasser på eksisterende skogarealer. Der hvor mangel på nitrogen begrenser skogens tilvekst, vil gjødsling gi økt diameter- og høydevekst, og dermed øke det årlige CO_2-opptaket. Engangsgjødsling med nitrogen gir økt tilvekst i 8-10 år framover. Gjødsling er normalt mest økonomisk gunstig når det foretas i tynnede bestander mot slutten av omløpstiden, gjerne åtte til ti år før sluttavvirkning. For maksimal effekt bør gjødslingsaktiviteten skje kontinuerlig etter hvert som nye arealer når riktig alder/hogstklasse.

Dette er et tiltak som er implementert med støtteordning siden 2016. Vi vurderer om det er noe restpotensial utover det som ligger i referansebanen og hvilke virkemidler som eventuelt skal til for å utløse dette.

Referansebanen og utslippsreduksjonspotensial

Basert på rapporten "Målrettet gjødsling av skog som klimatiltak" [1], utarbeidet av Miljødirektoratet, Landbruksdirektoratet og NIBIO i 2014, ble det fra 2016 gitt et klimatilskudd til gjødsling av skog. Det ble lagt noen kriterier til grunn for støtteordningen, i tråd med innspillene gitt i rapporten. Det ble blant annet identifisert en geografisk sone (hensynssonen) som var sårbar for ekstra tilførsel av nitrogen, der det ble satt et tak på hvor store arealer som kunne gjødsles. Taket ble satt til maksimum 25 000 dekar over en femårsperiode.

Det har generelt vært god respons på støtteordningen, der aktiviteten har vært størst i tradisjonelle skogstrøk. Til nå har 230 000 dekar blitt gjødslet. Innenfor hensynssonen ble taket nådd det tredje året, noe som trolig vil begrense gjødselarealet de to siste årene. Utenfor sonen har det blitt gjødslet totalt 205 000 dekar i perioden 2016-2018. Det totale årlige gjødslingsarealet var i 2016 på 83 000 dekar og 2017 på 91 000 dekar. Gjødselarealet falt til 56 000 dekar i 2018, blant annet på grunn av at taket på gjødselareal i hensynssonen ble nådd. Potensialet for gjødselareal ble i rapporten fra 2014 vurdert til å være 50 000-100 000 dekar i året.

Basert på erfaringer med støtteordningen de to første årene, er det i framskrivingene utarbeidet av NIBIO lagt til grunn at det gjødsles på 40 000 dekar i året. Det antas da at taket på 25 000 dekar blir nådd over en femårs periode (5 000 dekar per år), og at det gjødsles 35 000 dekar per år utenfor hensynssonen. Dersom det faktiske gjennomsnittlige gjødselarealet over en femårsperiode er over 40 000 dekar i året, vil effekten kunne bokføres mot framskrivingen. Effekten av tiltaket vil uansett kunne bokføres mot referansebanen for forvaltet skog mot 2030, som er spilt inn til EU, siden den er basert på gjødselarealet i den historiske referanseperioden 2000-2009 som da i gjennomsnitt lå på 9 500 dekar i året.

Ordningen, hensynssonen og taket, skal vurderes etter fem år ut fra erfaring og kunnskap om hvilke effekter gjødsling har for miljø. Vi har derfor ikke gjort videre analyser av tiltaket i Klimakur 2030.

Tiltakskostnad

Målrettet gjødsling av skog er et tiltak som tidligere er beregnet å ha en lav samfunnsøkonomisk tiltakskostnad på 110 kroner per tonn CO_2-ekvivalenter [2], dersom merinntekten fra hogst ekskluderes.

Bedriftsøkonomisk analyse

Skoggjødsling koster om lag 350-400 kroner per dekar og er et tiltak med god bedriftsøkonomisk lønnsomhet da det vil gi en merinntekt ved hogst. Tilvekstsøkningen, og dermed lønnsomheten, varierer mellom felt og vil i gjennomsnitt ha en internrente[125] på 10-20 prosent ved engangsgjødsling og bruk av skogfond 8-10 år før avvirkning [1]. Ved gjødsling tidligere i omløpet er lønnsomheten lavere.

[125] Internrente er den årlige avkastningen på investeringen.

Barrierer

Gjødslingsaktiviteten avhenger av interessen for tiltaket fra skogeier. Selv om skoggjødsling er et lønnsomt tiltak må skogeier vurdere skoggjødsling opp mot behovet for andre nødvendige investeringstiltak i skogen. Videre setter tilgang på egnet areal begrensning for gjødselaktiviteten.

Dagens virkemidler

Økonomiske virkemidler som skogfond og direkte tilskudd regulert av forskrift om tilskudd til nærings- og miljøtiltak i skogbruket kan brukes for å stimulere til gjødsling. Fylkesmannen prioriterer i samråd med kommunene og næringsorganisasjonene hvordan tilskuddsmidlene skal benyttes avhengig av regionale og lokale behov. Det er skogeierorganisasjonene som sørger for informasjon og veiledning til medlemmer og organiserer gjennomføringen av tiltaket.

Fra 2016 ble det bevilget ytterligere midler over statsbudsjettet for å yte tilskudd til skoggjødsling. 40 prosent av påløpte dokumenterte kostnader dekkes med tilskudd og det er gitt retningslinjer for hvordan gjødslingen skal gjennomføres for å være tilskuddsberettiget. I en definert hensynssone mot Oslofjorden/Skagerak gis det tilskudd til å gjødsle inntil 25 000 dekar over en periode på 5 år.

Mulige virkemidler

Ordningen, hensynsonen og taket, skal vurderes etter fem år ut fra erfaring og kunnskap om hvilke effekter gjødsling har for miljø. Det er derfor ikke gjort ytterligere vurderinger av dette i Klimakur 2030.

Tilleggseffekter

Nitrogengjødsling medfører økt biomasseproduksjon og endring av konkurranseforhold mellom planter. Rasktvoksende og nitrogenkrevende arter konkurrerer ut arter som er tilpasset mer næringsfattige forhold. Lav og soppflora er spesielt utsatt. I tillegg kan det forekomme direkte sviskader på mosefloraen. Over omløpet kan virkningene av gjødsling i stor grad overskygges av virkninger av hogst og foryngelsestiltak. Dette gjelder spesielt dersom gjødslingen foretas i kort tid før avvirkning. [3]

Gjødsling kan bidra til forsuring av vann og vassdrag, og bidra til å øke avrenning av nitrogen til vassdrag og marine områder som overskrider eller nærmer seg miljøkvalitetsnormer eksempelvis som følge av store historiske tilførsler av langtransportert forurensning.

Referanser

[1] Miljødirektoratet mfl. (2014). Målrettet gjødsling av skog som klimatiltak. Rapport M-174|2014. Miljødirektoratet, Statens landbruksforvaltning & Norsk institutt for skog og landskap.

[2] Klif mfl. (2010). Klimakur 2020. Klima- og forurensningsdirektoratet, Norges vassdrags- og energidirektorat, Oljedirektoratet, Statistisk sentralbyrå & Statens Vegvesen.

[3] Aarrestad, P. A. mfl. (2013). Effekter av treslagsskifte, treplanting og nitrogengjødsling i skog på biologisk mangfold. Kunnskapsgrunnlag for å vurdere skogtiltak i klimasammenheng. NINA Rapport 959. [Aarrestad, P., Bendiksen, E., Bjerke, J., Brandrud, T., Hofgaard, A., Rusch, G. & O. Stabbetorp].

L10 Gjødsling med treaske på torvmark

Beskrivelse av tiltaket

I skog på torvmark kan det være aktuelt å **gjødsle med aske.** På torvmark er det som regel ikke mangel på nitrogen som hemmer veksten, men mangel på andre næringsstoffer som fosfor og kalium. Disse næringsstoffene finnes i aske. Askegjødsling av torvmark hever pH, øker mikrobiell aktivitet og omsetning, gir bedre forhold for foryngelse og øker skogproduksjonen. Det er vist at produksjonen på torvmark kan mer en tidobles etter tilførsel av aske (Moilanen mfl. 2002) [1], selv om en dobling av tilveksten nok er et mer vanlig nivå (Augusto mfl. 2008) [2]. Gjødsling med aske på torvmark er ikke tillatt i Norge i dag, fordi "Forskrift om gjødselvare m.m. av organisk opphav" ikke definerer skog som et av arealene det kan spres aske på.

Søgaard mfl. (2020) [8] gjengir kunnskapsstatus for askegjødsling på mineraljord. Fordi aske ikke inneholder nitrogen, ser man på mineraljord ofte små effekter på tilveksten etter en ren askegjødsling. På god mark av mineraljord kan askegjødsling imidlertid ha en viss effekt, mens et forsøk med kombinert aske og nitrogenbehandling har vist økt vekst (Hanssen mfl. 2019) [3]. Askegjødslingen viste ingen effekt på jordvannkjemien, mens en kombinert akse og nitrogenbehandling viste effekter som liknet effektene av nitrogengjødsling (Clarke mfl. 2018 og Hanssen mfl. 2019) [3][4] (se tiltak **L09 *Nitrogengjødsling av skog***). Vi har ikke gjort ytterligere vurderinger av gjødsling med treaske på mineraljord i Klimakur 2030.

Referansebanen og utslippsreduksjonspotensial

Gjødsling med treaske på torvmark gjennomføres ikke i dag og ligger derfor ikke i referansebanen.

Økt skogproduksjon som følge av askegjødsling på torvmark vil føre til økt CO_2-binding i trærnes biomasse. Effekter på klimagassutslipp i jorda må imidlertid også vurderes. Tilførsel av aske høyner pH i det øverste torvlaget, og økt mikrobiell aktivitet fører til nedbryting av organisk materiale. Moilanen mfl. (2002) [1] fant at CO_2-utslippet fra torva økte noe, mens utslippet av metan (CH_4) og lystgass (N_2O) gikk ned etter gjødsling med 0,8 tonn aske per dekar. Maljanen mfl. (2006) [7] fant liknende resultater i langtidsforsøk med askegjødsling. Nedgangen i utslipp av metan og lystgass tilskrives først og fremst den økte pH-verdien i jorda. Klemedtsson mfl. (2010) [6] fant i en korttidsstudie fra Sverige at askegjødsling reduserte CO_2-utslippet fra jorda med om lag 20 prosent de første to årene etter gjødsling, og N_2O-utslippet med om lag 40 prosent. En annen finsk studie fant at gjødsling av grøfta torvmark med 0,5 og 1,5 tonn treaske per dekar økte karbonutslippet fra torva med 77-100 prosent, målt 13 år etter asketilførselen. Gjødslingen førte imidlertid til at skogtilveksten økte så mye at tiltaket totalt var klart positivt for karbonbalansen. Utslippet av karbon til atmosfæren (utslipp av CO_2 fra torva minus opptak i trærne) ble redusert med 75 prosent (Moilanen mfl. 2002) [2].

Utslippsreduksjonspotensialet er ikke beregnet.

Tiltakskostnad

Tiltakskostnad er ikke beregnet.

Bedriftsøkonomisk analyse

Gjødsling av torvmark kan være en lønnsom investering sett fra skogeiers ståsted om det fører til økt produksjon på skogsmarken. Det er imidlertid ikke tillatt i dag og følgelig ingen erfaring på dette i Norge.

Barrierer

Den viktigste barrieren er at askegjødsling i skog ikke er tillatt i dag.

Dersom det blir tillatt er tilgang på aske av riktig kvalitet en barriere for å utføre askegjødsling i noe omfang. Hvor store askemengder som faktisk er tilgjengelig er usikkert. Forbrenningsanlegg som brenner ren trebiomasse, og som også skiller ut bunnaske fra flyveaske, er de mest aktuelle produsentene av aske til bruk i skog. Anlegg som i tillegg brenner søppel eller rivningsvirke er lite aktuelle på grunn av forurensning i asken. I dag betaler en del

forbrenningsanlegg avgift for å legge asken på deponi. Dersom utgiftene til herding og logistikk blir mindre enn deponiavgiften, vil dette være et insitament for bedriftene til å legge til rette for å tilbakeføre aske til skog.

Fordi det i dag knapt brukes aske til gjødsling i skog- eller jordbruk i Norge, må det opparbeides kunnskap og erfaring på herding og eventuelt granulering av aske, samt spredning og logistikk. Slik fagkunnskap kan hentes fra Finland og Sverige. Å få til en god logistikk på spredning av aske vil være grunnleggende for å få lønnsomhet i tiltaket. I Norge er det mange små forbrenningsanlegg, noe som utgjør en ekstra utfordring når det gjelder logistikken.

Dersom det blir tillatt kan også tilgang på arealer være en barriere.

Dagens virkemidler

I dag er spredning av aske i skog ikke tillatt, ifølge forskriften om gjødselvarer av organisk opphav.

Mulige virkemidler

Siden spredning av aske i skog ikke er tillatt i dag, vil en første forutsetning for gjennomføring av tiltaket være at lovverket i framtiden åpner for dette.

For å få til aske på torvmark som klimatiltak i Norge vil det være nødvending med stimuleringsvirkemidler som informasjon, tilrettelegging og tilskudd mot både askeprodusenter, driftsapparat og skogeiere. Dersom man ønsker å gi offentlig tilskudd til tiltaket, bør det skje i henhold til miljøkriterier som er spisset mot askegjødsling.

Tilleggseffekter

Askegjødsling kan gi økt avrenning av næringssalter og eutrofiering av vannforekomster.

Effektene av gjødsling med treaske på naturmangfold er i liten grad undersøkt i Norge. Gjødsling vil kunne påvirke naturmangfoldet, blant annet soppfloraen negativt. Virkninger vil blant annet kunne påvirkes av når i omløpet gjødslingen skjer. Hvis det blir aktuelt å benytte treaske til gjødsling i skog bør det følges opp med studier for å se på effekter for eksempel naturmangfold og vannkvalitet under norske forhold.

Referanser

[1] Moilanen, M. mfl. (2002). Effects of wood-ash on the tree, growth, vegetation and substrate quality of a drained mire: a case study. Forest Ecology and Management, 171(3) 2002, 321-338. [Moilanen, M., Silfverberg, K. & T. Hokkanen].

[2] Augusto, L. mfl. (2008). Wood ash applications to temperate forest ecosystems - potential benefits and drawbacks. Plant Soil, 306(1-2), 181-198. [Augusto, L., Bakker, M. & C. Meredieu].

[3] Hanssen, K. mfl. (2019). Fertilization of Norway spruce forest with wood ash and nitrogen affected both tree growth and composition of chemical defence. Forestry (in review). [Hanssen, K., Asplund, J., Clarke, N., Selmer, R. & L. Nybakken].

[4] Clarke N, mfl. (2018). Short-term effects of hardened wood ash and nitrogen fertilisation in a Norway spruce forest on soil solution chemistry and humus chemistry studied with different extraction methods. Scandinavian Journal of Forest Research, 33(1), 32-39, [Clarke, N., Økland, T., Hanssen, K., Nordbakken, J.-F. & K. Wasak].

[5] Miljødirektoratet mfl. (2014). Målrettet gjødsling av skog som klimatiltak. Rapport M-174|2014. Miljødirektoratet, Statens landbruksforvaltning & Norsk institutt for skog og landskap.

[6] Klemedtsson, L. mfl. (2010). Reduction of greenhouse gas emissions by wood ash application to a Picea abies (L.) Karst. forest on a drained organic soil. European Journal of Soil Science, 61(5) 2010, 734-744. [Klemedtsson, L., Ernfors, M., Björk, R., Rütting, T., Crill, P. & U. Sikström].

[7] Maljanen, M. mfl. (2006). Greenhouse gas fluxes of coniferous forest floors as affected by wood ash addition. Forest Ecology and Management, 237(1-3), 143-149. [Maljanen, M., Nykanen, H., Moilanen, M. & P. Martikainen].

[8] Søgaard, G. mfl. (2020). Klimakur 2030 – beskrivelse av utvalgte klimatiltak knyttet til skog. NIBIO Rapport 6(9) 2020.

LULUCF – Gruppe 3: Foryngelseshogst

L11 Optimalt hogsttidspunkt

Beskrivelse av tiltaket

Valg av hogsttidspunkt ved foryngelseshogst påvirker skogen sin evne til å binde karbon over tid. I skogbruket er det to teoretiske tilnærminger til hogsttidspunktet, den biologisk optimale og den økonomisk optimale.

Den biologiske hogstalderen er det tidspunktet som gir maksimal volumproduksjon over gjentatte omløp, og inntreffer når den årlige løpende tilveksten (ÅLT) er lik årlig middeltilvekst (ÅMT), det vil si når marginaltilveksten er lik gjennomsnittstilveksten. Dette er den maksimale årlige middeltilvekst – $ÅMT_{maks}$ som kan oppnås i omløpet.

Ved vurdering av økonomisk hogsttidspunkt er verdiøkningen av tilveksten avgjørende. Er verdiøkningen av tilveksten mindre enn det avkastningskravet[126] som skogeier har til investeringen, er bestandet økonomisk hogstmodent. Tidspunktet for økonomisk hogstmodenhet inntreffer tidligere enn for biologisk hogstmodenhet. Hvor lenge før avhenger av avkastningskrav og bonitet.

I dag avvirkes skog også før den er ansett for å være økonomisk hogstmoden. Ved å **unngå tidlig hogst**, det vil si å overholde all skog til en gitt minstealder for hogst, kan man få økt årlig karbonopptak.

Referansebanen og utslippsreduksjonspotensial

Med utgangspunkt i observert avvirkning og informasjon fra produksjonstabellene, har Bergseng mfl. (2018) [1] tidligere beskrevet klimaeffekten av å øke hogsttidspunktet til ulike hogstaldre. De finner at hoveddelen av dagens avvirkning som skjer før skogen når hogstklasse V, skjer i sen hogstklasse IV. Dette sammenfaller i stor grad med hva som med rimelige forutsetninger vil være økonomisk optimal hogstalder. Undersøkelsen viser at om lag 5 prosent avvirkes før sen hogstklasse IV. Skogeiers behov for inntekt, behov for annen bruk av arealet eller stor risiko for skader ved storm eller insektangrep trekkes fram som årsaker til et tidlig hogsttidspunkt. Tidlig hogst skjer hovedsakelig på gode boniteter i gran. Dagens avvirkningstidspunkt ligger i referansebanen.

Bergseng mfl. (2018) [1] har vurdert at overholdelse av hogsttidspunkt til minimum nedre aldersgrense for hogst etter Norsk PEFC Skogstandard vil potensielt kunne gi et økt årlig karbonopptak på om lag 0,3 millioner tonn CO_2, mens en overholdelse av hogsttidspunkt til skogen når 75 prosent av alder ved $ÅMT_{maks}$ kan øke det årlige karbonopptaket med om lag 1 millioner tonn CO_2. Disse estimatene kan være noe overestimert, siden det blant annet er lagt til grunn at alle arealene som avvirkes tidlig har optimal tetthet og heller ikke vil ha forventet lavere tilvekst framover grunnet ulike skadegjørere, klimarelaterte skader eller andre forhold som kan redusere tilveksten.

Tiltakskostnad

Tiltakskostnad er ikke beregnet, men det er forventet at den vil være mindre enn 500 kr/tonn CO_2-ekvivalenter. Beregninger utført at Bergseng mfl. 2018 [1] viser at tiltakskostnaden trolig vil ligge i den nedre delen av intervallet.

Bedriftsøkonomisk analyse

Kostnader for den enkelte skogeier vil variere med skogeiers økonomiske situasjon og tilpasning.

I enkelte situasjoner kan det framstå som økonomisk rasjonelt å avvirke skogen med en alder ned mot grensene satt i Norsk PEFC Skogstandard. Dersom man for eksempel innfører en nedre grense for hogst, vil det innebære kostnader for skogeier dersom hogsttidspunktet avviker fra det som er økonomisk optimalt for skogeier. Kostnaden for skogeier vil være avhengig av forventet avkastning, skogens vekst og biologisk risiko og den faktiske utviklingen i tømmerpris og rotnetto[127].

[126] Inkludert verdien av skogsmark (grunnverdi).
[127] Tømmerpris minus driftskostnad

Barrierer

Den viktigste barrieren ved valg av hogsttidspunkt er forventning om lønnsomhet. Økonomisk hogstmodenhet inntreffer før biologisk hogstmodenhet, det har dermed en privatøkonomisk kostnad å vente med hogst til volumproduksjon og karbonopptak er maksimert. Skogeier avgjør når skogen skal hogges.

En del skog hogges før økonomisk hogstmodenhetsalder, dette er ikke optimalt verken privatøkonomisk eller med tanke på optimal karbonbinding. En barriere for å oppnå at denne skogen overholdes kan være kunnskap. Skogeier sitter ofte ikke med tilstrekkelig kunnskap om gevinsten ved å vente med hogsten. Men det kan også være begrunnelser for å hogge tidlig, hvis nabobestandet skal hogges kan det være lønnsomt å ta med et yngre bestand ved siden av, da driftskostnadene ved å hogge dette bestandet på et senere tidspunkt vurderes å være betydelig høyere. I tillegg kan det være argumenter for å hogge tidligere dersom bestandet har underoptimal tetthet eller det er risiko vindfall, råte osv.

Skogeieren har normalt liten grunn til å ta hensyn til karbonbinding ved vurdering av hogsttidspunkt, siden dette ikke premieres på noen måte. Hvis skogeier må overholde skog utover økonomisk hogstmodenhetsalder for et gitt avkastningskrav, vil dette gi et økonomisk tap. I rapport fra Bergseng mfl. (2018) [1] pekes det på at det fram til økonomisk hogstmodenhetsalder er lettere å argumentere for økt overholdelse av skogen, enn overholdelse utover dette tidspunktet.

Dagens virkemidler

Dagens offentlige virkemidler regulerer ikke hogsttidspunkt. Skogeier avgjør selv når skogen skal hogges. Næringen har i Norsk PEFC Skogstandard [3] et krav om en bonitetsavhengig fastlagt minstealder for hogst om lag midt i hogstklasse IV.

Mulige virkemidler

Ved bruk av juridisk virkemiddel kan man se for seg at det innføres minstealder for hogst og anbefalt alder for hogst på hver bonitet ut fra hensyn til klima og miljø. Bestemmelser om minstealder for hogst ble tatt ut av skogbruksloven ved revisjonen i 2005. Skoglovens §4 gir sannsynligvis hjemmel til å forskriftsfeste en slik minstealder for hogst. Siden det kan være gode grunner til å hogge tidligere enn en satt minstealder for hogst, kan det innføres dispensasjonsbestemmelser, der skogeier kan søke eller sende melding ved ønske om hogst før minste hogstalder.

Dersom man ønsker at skogeier tilpasser seg utover det som er økonomisk optimalt, kan det gi økonomisk tap for skogeier. I slike tilfeller kan det derfor vurderes om juridiske virkemidler bør kombineres med økonomiske virkemidler som tilskudd ved hogst etter et gitt innslagspunkt for bestandsalder.

Dersom det innføres en minstealder for hogst kan det være hensiktsmessig å utforme retningslinjer for å kunne gi dispensasjon for hogst tidligere enn minstealder, siden det kan være flere grunner til å hogge tidligere.

All avvirkning rapporteres inn til den enkelte eiendoms skogfondskonto. En løsning kan være at eventuelt tilskudd overføres til skogfondskontoen og at det settes betingelser om at støtten skal brukes i samsvar med regelverket for skogfond. Dette er ordninger som tidligere har vært brukt i skogbruket og er kjente for både næringsutøvere og forvaltning.

Tilleggseffekter

Det vil ikke ha store effekter for naturmangfold å forlenge omløpstiden fra dagens praksis opp mot biologisk hogstmodenhet. For å ivareta arter som er avhengig av biologisk gammel skog må omløpstiden forlenges vesentlig utover biologisk hogstmodenhetsalder. [4]

Referanser

[1] Bergseng, E. mfl. (2018). Utredning om hogst av ungskog. NIBIO Rapport 4(39) 2018. [Bergseng, E., Eriksen, R., Granhus, A., Hoen, H. & T. Bolkesjø].

[2] Framstad, E. & A. Sverdrup-Thygeson (2015). Økt hogst av skog i Norge – effekter på naturmangfold. NINA Rapport 1149.
[3] PEFC. N 02. Norsk PEFC Skogstandard (2016).
[4] Law, B. mfl. (2018). Land use strategies to mitigate climate change in carbon dense temperate forests. Proceedings of the National Academy of Sciences, 115(14) 2018, 3663-3668. [Law, B., Hudiburg, T., Berner, L., Kent, J., Buotte, P. & M. Harmona].

LULUCF – Gruppe 4: Risikobegrensende tiltak

L12 Råtebekjempelse

Beskrivelse av tiltaket

Råte skader først og fremst gran og forårsaker betydelige verditap. Rotråtesoppen er den største skadegjøreren og smitten skjer gjennom åpne sårflater eller ved overføring av smitte gjennom sammenvokste røtter. Stubbesnittflatene ved tynning eller foryngelseshogst er de største inngangsportene for rotråtesoppen. Smitten skjer raskt etter at treet er skjært av stubben. En behandling for å hindre angrep av rotråtesoppen bør derfor skje umiddelbart etter at treet er skjært av stubben. Behandling kan gjøres ved at stubben påføres en ureaoppløsning eller en soppblanding (Rotstopp) som hindrer at rotråtesoppen etablerer seg.

Referansebanen og utslippsreduksjonspotensial

Rotråtesoppen fører til at biomasse brytes ned, som medfører et utslipp av CO_2, og at kvaliteten og styrken på trevirket reduseres slik at det ikke kan brukes til langlevende produkter. Dessuten vil energiinnholdet i trevirket reduseres.

Det er råtesopp som utgjør størst skade på barskog, hvor rotkjukeråte er mest utbredte. Ved slutthogst var hvert femte tre infisert av rotkjuke (Huse mfl. 1994) [1], og i granskog på kalkrik mark kan frekvensen til rotkjukeråte være over 60 prosent (Hietala mfl. 2016a) [2]. Rotkjukeråte er mer utbredd i varmere land, noe som kan tyde på en økt utbredelse ved et varmere klima. Råte kan gi redusert tilvekst og føre til økt dødelighet i tillegg til en nedklassifisering av sluttproduktet, men det er stor usikkerhet rundt hva den totale effekten er i Norge, og det er store kunnskapshull.

Ifølge Søgaard mfl. (2020) [3] var oppimot 500 000 m^3 (ca. 412 500 tonn CO_2-ekvivalenter) av hogsten i 2018, som hadde sagtømmerdimensjoner, angrepet av rotkjuke og kunne dermed ikke brukes som sagtømmer. Basert på simulering av et friskt bestand konkluderer Möykkynen og Pukkala (2007) [4] med at om tynningen blir gjort vinterstid eller om man bruker stubbebehandling kan man redusere råteandelen fra 20 prosent til under 5 prosent på bestandsnivå. Dette tilsvarer en reduksjon i råtepåvirket sagtømmer fra 10 prosent til 1-2 prosent.

Mulige tiltak for å begrense råteskader kan være å legge hogsten til perioder med frost eller snø på bakken eller bruk av stubbebehandling ved hogst i mildere perioder (temperatur over +5 grader). Stubbebehandling er å påføre en ureaoppløsning eller rotstopp på stubben ved tynninger og foryngelseshogster. Et effektivt tiltak på spesielt utsatte markslag kan være skifte av treslag. Dette er i veldig lite grad praktisert i dag, fordi andre treslag gir redusert produksjon i forhold til gran (Søgaard mfl 2020) [3].

Tiltakskostnad

Tiltakskostnad er ikke beregnet.

Bedriftsøkonomisk analyse

Merkostnaden for skogeier ved råtebekjempelse er stubbebehandling ved foryngelseshogst eller tynning, noe som koster ca. 5-10 kroner per m^3. Riktig påføring av Urea eller Rotstopp på stubbesnittflaten umiddelbart etter rotavskjær reduserer smitten med over 90 prosent (Søgaard mfl. 2020) [3]. Erfaringer fra Sverige viser at stubbebehandling er lønnsomt på de høyeste bonitetene (G26 eller høyere) [5] ved slutthogst.

Barrierer

Den viktigste barrieren er kunnskap om mulige tiltak og usikkerhet rundt langsiktige effekter av tiltak på råtefrekvens. Det er lite bruk av stubbebehandling i Norge sammenlignet med i Sverige og Finland (Hietala mfl. 2016a) [2]. En del av forklaring kan være at det tynnes lite i Norge, og at det er større usikkerhet rundt effekten av råtebehandling ved foryngelseshogst. Det bekrefter en spørreundersøkelse fra 2014 (Hietala mfl. 2016b) [6], som indikerte at en betydelig andel av aktørene i norsk skogbruk hadde for lite kunnskap om råteproblemet i granskog.

Råtebehandlingen gir en ekstra kostnad i forbindelse med hogst.

Dagens virkemidler

Skogfond kan brukes til å dekke kostnader relatert til stubbebehandling. Dagens forskrift om tilskudd til nærings- og miljøtiltak i skogbruket gir åpning for å gi tilskudd til stubbebehandling, men dette blir ikke prioritert i dag.

Mulige virkemidler

Informasjon og veiledning/opplæring av de som utfører tynning vil være et viktig virkemiddel for å unngå sårskader som deretter kan bli angrepet av råte. Det kan gis informasjon til skogeier om at skogfond kan brukes til å dekke kostnader relatert til stubbebehandling, slik at flere benytter seg av denne muligheten. En økning av tilskuddsrammen for NMSK kan gi økt aktivitet.

Tilleggseffekter

Råtebekjempelse vil kunne føre til at tilgangen på død ved blir noe mindre, ikke minst ved at angrepne trær er like stormsterke som friske trær. Effekten av dette er dårlig undersøkt; de fleste trærne med råte vil ikke dø men bli hogd sammen med friske trær. Tiltak i form av å legge inn et omløp med for eksempel bjørk for å redusere det lokale infeksjonstrykket vil kunne gi positive virkninger for naturmangfoldet.

Referanser

[1] Huse, K. mfl. (1994). Råte i gran registrert på stubber etter hogst vinteren. Rapport Skogforsk 23/94. [Huse, K., Solheim, H. & K. Venn].
[2] Hietala, A. mfl. (2016a). Interactions between soil pH, wood heavy metal content and fungal decay at Norway spruce stands. Applied Soil Ecology, 107, 237-243. [Hietala, A., Nagy, N., Burchardt, E. & H. Solheim].
[3] Søgaard, G. mfl. (2020). Klimakur 2030 – beskrivelse av utvalgte klimatiltak knyttet til skog. NIBIO Rapport 6(9) 2020.
[4] Möykkynen, T. & T. Pukkala (2007). Spredning av rotkjuke i granskog og i gran-furu blandingsskog i Sør-Finland basert på mekanistisk model (på finsk). Metsätieteen aikakausikirja I/2007, 5-8.
[5] Thor, M. (2005). Stubbebehandling mot rotröta lönsam - också i sluttavverkning. Resultat från Skogforsk 9-2005.
[6] Hietala, A. mfl. (2016b). Råte i granskog: Det er store forskjeller i kjennskap til forekomst og kontrolltiltak innen norsk skogbruk. NIBIO POP 2(28) 2016. [Hietala, A., Solheim, H. & B. Talbot].

L13 Andre risikobegrensende tiltak

Beskrivelse av tiltaket

Andre risikobegrensende tiltak er en samlepost for tiltak som søker å redusere skader på skog som følge av insektangrep, skogbrann og vindfall. Tiltakene bidrar til å redusere risikoen for potensielt store framtidige klimagassutslipp, og de bidrar til å sikre kvaliteten på trevirket og karbonlageret i skogen fram til hogsttidspunkt.

Under beskriver vi aktuelle tiltak for å redusere dagens skadenivå og mulige økte framtidige skader. Dagens skader blir fanget opp i landsskogtakseringen, og dermed i rapporteringen av klimagassregnskap til FNs klimakonvensjon og til EU, men i framskrivingen (se kapittel 3.2 *Framskrivinger* i hovedrapporten del B) er det ikke tatt hensyn til en økning i framtidige skader av et endret klima. Det er forventet en viss økning i skader av et endret klima (se kapittel 3.3 *Sektoren i et endret klima* i hovedrapporten del B).

Under gis en omtale av noen risikobegrensende tiltak. For mer informasjon om tiltakene, se Søgaard mfl. (2020) [1].

Økt stormstabilitet

Økt stormstabilitet er et tiltak for å minimere skader på skog fra sterk vind. Søgaard mfl. [1] peker på flere tiltak som kan være aktuelle for å gjøre skogen mer robust i et endret klima.

Kortsiktige tiltak kan være å fokusere på hvordan man reduserer risikoen for vindskader på bestand etter hogst. Et alternativ er at man planlegger hogst og tynning opp mot risikoen for potensielle skader, blant annet ved å tilpasse bestandsgrensen slik at man reduserer kanten og vindfanget med større bestandsgrenser. I tillegg er tidspunktet for tynning viktig for bestandet sin stormstabilitet. En sen tynning kan endre bestandsstabiliteten og øke risikoen for skader. Effekten av lukket hogst på stabiliteten er mer usikker og hvor det ifølge Søgaard mfl. (2020) [1] er motstridende resultat fra økt risiko til redusert risiko, men samlet sett kan man ikke komme utenom at lukkede hogster må anses på samme måte som sene tynninger.

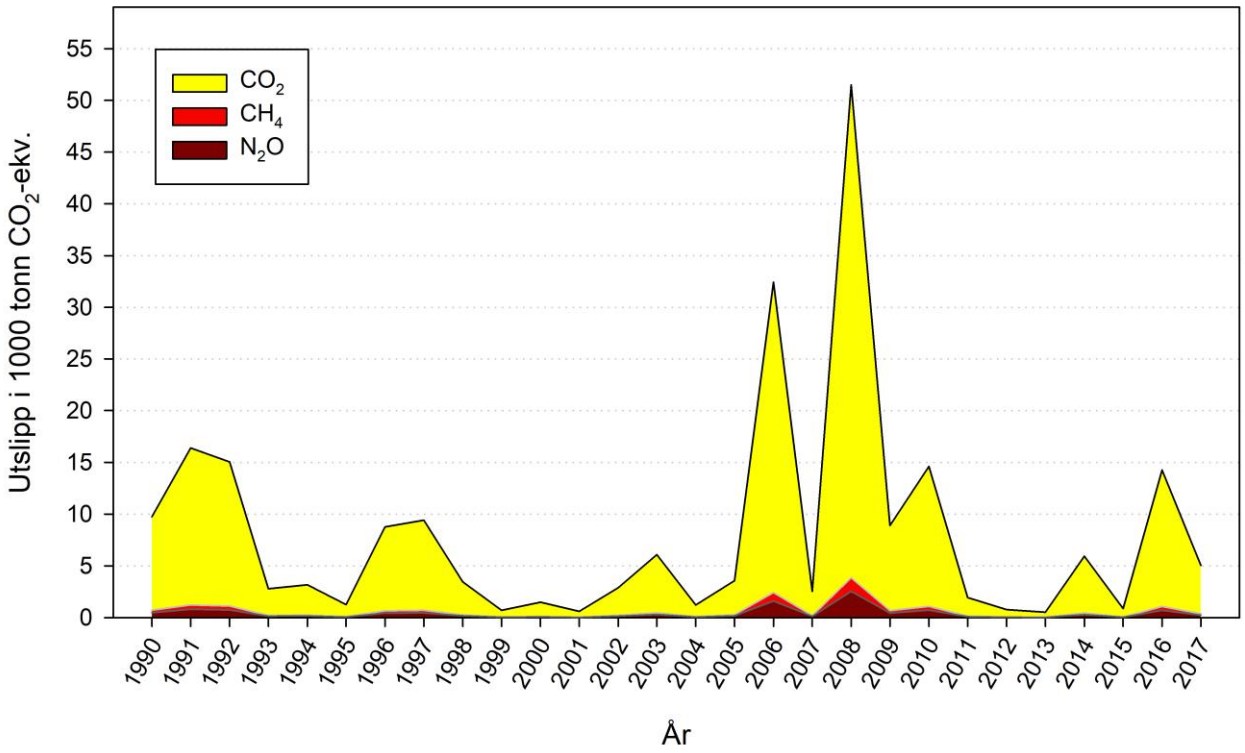
Langsiktige tiltak er å påvirke stabiliteten til enkelttre. Det som danner grunnlaget for stabiliteten til enkelttre er rotsystemets forankring og stammens egenskaper mot brekk og bøy. En måte å påvirke stabiliteten til enkelttre er å regulere ned tett ungskog. Ifølge Søgaard mfl. (2020) [1] er utført ungskogpleie i Norge stort sett tilfredsstillende med tanke på stabilitet, men det er kun halvparten av plantet skog som blir ungskogpleiet, (se tiltak **L07 *Ungskogpleie***). En annen faktor er skogsråte, som kan redusere både styrken og stabiliteten på trær. Ved råte eller risiko for råte bør man vurdere relevante mottiltak (se tiltak **L12 *Råtebekjempelse***). Et annet tiltak er å vurdere treslagsskifte, hvor for eksempel furu er mer stormsterk enn gran. I tillegg har løvtrær et mindre vindfang på vinteren hvor man forventer de fleste stormene. Å endre treslag må imidlertid vurderes opp mot blant annet et potensielt tap i volumproduksjon.

Skogbrannbekjempelse

Skogbrann er en del av den naturlige dynamikken i det boreale barskogbelte (Bleken mfl. 1997) [2], hvor skogbranner kan være naturlige eller menneskeskapt. Naturlige branner er forårsaket av lynnedslag, og står for ca. 10 prosent av det årlige branner. Menneskeskapte branner kan være forårsaket av gnister fra tog, skogsdrift, trefall over kraftlinjer og friluftsliv. **Skogbrannbekjempelse** er et tiltak for å redusere skadeomfanget fra brann. I perioden 1990 til 2017 var det gjennomsnittlige årlige utslippet fra skogbrann 9 000 tonn CO_2-ekvivalenter (Miljødirektoratet mfl. 2019) [3]. Det er usikkert om det blir flere skogbranner i Norge i et endret klima (Søgaard mfl. 2017) [4]. Flere store skogbranner i Nord-Amerika og Russland kan imidlertid tyde på at man også i Norge bør ha økt fokus på skogbrannbekjempelse framover, selv om det i Nord-Amerika og Russland er store ikke-forvaltede skoger der forutsetningene for å drive slokningsarbeid er vanskeligere enn i Norge.

For å redusere skadeomfanget fra skogbrann er det viktig med bekjempende tiltak og forebyggende tiltak. Slokking av skogbrann i Norge har endret seg etter den store skogbrannen i Froland i 2008, ved at det har blitt økt fokus på tidlig slukking og mer effektiv overvåkning. Det endrede fokuset ser ut til å være effektivt, da det ved mange skogbranner i 2018 var lite skade på skog i forhold til antall skogbranner.

Et viktig tiltak er å redusere risikoen for brann. I Norge har det vært liten tradisjon for å forebygge skogbrann gjennom skogskjøtsel. Det enkleste tiltaket ifølge Søgaard mfl. (2020) [1] er å øke lauvandelen, da lauvtrær er mindre utsatt for brann enn bartrær. Et annet tiltak kan være å etablere barrierer av lauvtrær for å bryte opp barskogen i landskapet ved å utnytte naturlige og kunstige barrierer. Tiltakene må vurderes i en helhetlig sammenheng da de i seg selv kan gi redusert produksjon og med det også redusert klimaeffekt.



Figur T 58. Utslipp av CO_2, CH_4 og N_2O fra skogbrann omregnet i kilotonn CO_2-ekvivalenter for perioden 1990-2017 slik som rapportert i det nasjonale klimagassregnskapet under FNs klimakonvensjon. Kilde: Miljødirektoratet mfl. (2019) [5].

Forebygge insektskader

For å redusere omfanget av insektskader, så er det viktigste tiltaket å forhindre utbrudd gjennom forebygging.

Av de eksisterende skadegjørerne, er den største trusselen fra barkbiller. Effektive tiltak mot barkbiller er å sikre at skogen er i best mulig helsetilstand, slik at trærne er i stand til å forsvare seg. En kan også vurdere treslagsskifte på områder som ikke er egnet for gran.

Uavhengig av et endret klima er det et stort skadepotensial fra invaderende arter, og for å hindre spredning er det viktig med tiltak for å redusere risikoen for at fremmede insekter etablere seg i Norge. Foreslåtte tiltak i Søgaard mfl. (2020) [1] er importrestriksjoner og styrking av ordninger for import av biologisk plantemateriale.

NIBIO mangler gode estimater på hvor mye skade skogsinsekter gjør i Norge i dag, og hvordan insektene påvirker skogens karbonregnskap, og hva effekten blir framover.

Beiteskader av hjortevilt

I Norge forårsaker elg, hjort og rådyr skader på skog i varierende grad, hvor det er elg og hjort som påfører skader av betydning. Elgens beiting i furuforyngelse på vinteren har størst økonomisk betydning. Elgen foretrekker rogn, osp, selje, furu og bjørk, i nevnt rekkefølge, men kan beite på gran om det er mangel på mer foretrukket føde. Skadene fra hjort er gnaging av bark i vinterhalvåret, som fører til skader og økt risiko for råte. Fra rådyr er det feieskader, som har marginal betydning.

Ifølge Søgaard mfl. (2020) [1] er det samlede arealet med ungskog 14,5 millioner dekar, hvor det er beiteskade på 1,7 millioner dekar (11,6 prosent). Skadeomfanget er estimert med utgangspunkt i landsskogtakseringen ved å se på yngre skog (hogstklasse 1 og 2). Taksatoren har sett på hva som er framtidstrær og har vurdert hvor stort skadeomfanget er på disse trærne. Med framtidstrær menes de trærne som vil bli satt igjen etter en tenkt framtidig avstandsregulering.

Er beitetrykket for høyt slik at det fører til økt avgang og dermed for få trær til å utnytte markens produksjonsevne, kan det føre til et større produksjonstap, som vil redusere karbonopptaket. Et vedvarende høyt beitetrykk kan også føre til forsinket etablering av skog, som fører til forlenget omløpstid. I tillegg til redusert produksjon er effekten av skader på trevirke av betydning. Skader på trevirket kan føre til nedklassifisering av kvalitet slik at tømmer ikke kan bli brukt i de lengstlevende produktene som sagtømmer, men heller i kortlevde produkter som bioenergi eller papir.

Søgaard mfl. (2020) [1] peker på flere tiltak som kan bidra til å redusere skadeomfanget fra beiting av hjortevilt, som bestandsregulering gjennom jakt, inngjerding av foryngelsesfelt, å vente med ungskogpleie, tiltak for å øke mengden vinterfôr og tiltak som kan øke tettheten i furuforyngelsen. Det trengs imidlertid mer kunnskap for å si noe om netto klimaeffekt og kostnader knyttet til tiltakene.

Referansebanen og utslippsreduksjonspotensial

Dagens skader fra insekter, vindfall og skogbrann blir fanget opp i landsskogtakseringen, og dermed i rapporteringen av klimagassregnskap til FNs klimakonvensjon og til EU, men i framskrivingen er det ikke tatt hensyn til en økning i framtidige skader av et endret klima. Det er forventet en viss økning i skader av et endret klima.

Utslipp fra naturlige forstyrrelser som skogbrann, vindfall og insektskader kan, i henhold til EUs klimarammeverk, ekskluderes fra bokføringen av utslipp og opptak mot 2030, så fremt man blant annet kan dokumentere at hendelsen ikke er menneskeskapt.

Utslippsreduksjonspotensialet for de ulike tiltakene er ikke beregnet.

Tiltakskostnad

Tiltakskostnad er ikke beregnet.

Bedriftsøkonomisk analyse

Bedriftsøkonomiske kostnader er ikke vurdert.

Barrierer

For mer informasjon om barrierene for det forskjellige tiltakene, se Søgaard mfl. (2020) [3].

Dagens virkemidler

ikke vurdert.

Mulige virkemidler

Ikke vurdert.

Tilleggseffekter

Naturmangfoldet i skogen vil påvirkes av risikobegrensende tiltak i form av forebygge insektskader, øke stormstabiliteten eller forhindre skogbrann. Alle de tre påvirkningsfaktorene gjør seg gjeldende også i naturskog, og vil innenfor gitte rammer, være med på å øke naturmangfoldet. Dette gjennom å gi grunnlag arealer i ulike trinn på suksesjonen (For eksempel gjennom stormfelling som er med på å gi død ved av grove dimensjoner), øke mengden av død ved med ulike kvaliteter, eller gi rom for arter med spesielle krav (For eksempel arter som er avhengige av brannflater).

Påvirkningene kan imidlertid også gi negative virkninger for naturmangfoldet dersom spesielle skogtyper blir berørt, eller at størrelsen på de berørte arealene øker kraftig. Behovet for og virkningen av forebyggende tiltak må derfor også sees i lys av klimaendringer som sannsynligvis vil føre til at skogen blir mer utsatt for skadeinsekter, stormfelling og for deler av landet også skogbrann.

Referanser

[1] Søgaard, G. mfl. (2020). Klimakur 2030 – beskrivelse av utvalgte klimatiltak knyttet til skog. NIBIO Rapport 6(9) 2020.

[2] Bleken, E. mfl. (1997). Skogbrann og miljøforvaltning: En utredning om skogbrann som økologisk faktor. Oppdragsrapport. Direktoratet for brann- og eksplosjonsvern & Biologisk institutt, Universitetet i Oslo. [Bleken, E., Mysterud, I. & I. Mysterud].

[3] Miljødirektoratet mfl. (2019). Greenhouse Gas Emissions 1990-2017. National Inventory Report. Rapport M-1271|2019. Miljødirektoratet, Statistisk Sentralbyrå & NIBIO.

[4] Søgaard, G. mfl. (2017). Skogbehandling for verdiproduksjon i et klima i endring. NIBIO Rapport 3(99) 2017. [Søgaard, G., Astrup, R., Allen, M., Andreassen, K., Bergseng, E., Fløistad, I., Hanssen, K., Hietala, A., Kvaalen, H., Solberg, S., Solheim, H., Steffenrem, A., Stokland, J. & B. Økland].

LULUCF – Gruppe 5: Tilgang på biomasseressurser

L14 Utnyttelse av hogstavfall (GROT)

Beskrivelse av tiltaket

Utnyttelse av hogstavfall vil i prinsippet bety at man tar ut grener og topper (GROT), som ellers ville blitt liggende igjen på hogstflata. Dette kan tas ut og flises for bruk som energivare og er pekt på som en betydelig mulig ressurs for energiproduksjon, eller til produksjon av biodrivstoff og biobrensel. Utnyttelse av GROT til disse formålene vil kunne gi utslippsreduksjoner i andre sektorer. Det tas i dag ut svært lite GROT grunnet dårlig lønnsomhet og praktiske utfordringer. Med dagens rammevilkår må det brukes økonomiske virkemidler for å få i gang og øke uttaket av GROT.

Referansebanen og utslippsreduksjonspotensial

GROT utgjør rundt 30 prosent av biomassen til et tre. Mengden GROT, med dagens hogstnivå, er på rundt 3,7 millioner fastkubikkmeter [1], men med hensyn til næringsbalanse og naturmangfold bør ikke mer enn 50-60 prosent [2] tas ut eller ca. 2 millioner fastkubikkmeter, tilsvarende rundt 3,5 TWh.

Dersom GROT brukes som bioenergi, vil det slippes ut CO_2 ved forbrenning. Dersom det alternativt blir liggende igjen på hogstflata, vil størstedelen av biomassen brytes ned, og karbonforbindelsene slippes ut som CO_2, mens noe vil tas opp som karbon i jordsmonnet. Denne nedbrytingen vil skje relativt raskt, men tidsperspektivet er avhengig av flere faktorer, slik som lokalklimatiske forhold, treslag og dimensjon på biomassen, der store dimensjoner vil brytes ned saktere enn små dimensjoner.

Uttak av hogstavfallet kan på sikt påvirke næringsinnholdet i jorda, som igjen kan påvirke framtidige bestands vekst, og med det opptaket av CO_2 i skog. For å kompensere for næringsstoffer som fjernes fra arealene gjennom uttak av GROT bør tiltaket utføres på følgende måte:

- Kun uttak av hogstavfall én gang i løpet av bestandet sitt liv (etter tynning eller etter foryngelseshogst).
- La hogstavfallet ligge i flere måneder før det høstes, slik at de næringsrike nålene og bladene kan falle av.

Gjødsling, spesielt nitrogengjødsling, kan vurderes for å kompensere næringstapet. Ved nitrogengjødsling må hensynet til biologisk mangfold vurderes (Miljødirektoratet mfl. 2014) [3]. Tilbakeføring av treaske til skogen er også en mulig metode for å erstatte tapte næringsstoffer, men denne metoden er i dag ikke tillatt i Norge (**se L10 Gjødsling med treaske på torvmark**).

Uttak av GROT er ikke med i framskrivingene, siden uttaket i dag er beskjedent. Med de forutsetninger som er skissert over er det potensial for uttak av GROT på ca. 2 millioner fastkubikkmeter. Dette forutsetter at det er en mottaksmulighet for flis fra GROT.

For arealbrukssektoren medfører et økt uttak av GROT isolert sett til et lavere nettoopptak i sektoren på lik linje med annet biomasseuttak, men for klimagassregnskapet sett under ett vil dette likevel kunne føre til utslippsreduksjoner. Dette forutsetter at skogen drives på en bærekraftig måte slik at karbonet kan tas opp gjennom ny tilvekst på arealene og at det økte uttaket av biomasse erstatter bruk av fossile ressurser.

Det er ikke beregnet utslippsreduksjonspotensialet av tiltaket. Tiltaket er tidligere omtalt i lavutslippsrapporter utarbeidet av Miljødirektoratet (2014 og 2015) [4][5].

Tiltakskostnad

Ikke beregnet

Bedriftsøkonomiske analyse

En av grunnen til at det er lite utnyttelse av GROT i dag er den lave lønnsomheten. Høstingen av GROT skjer som regel ved at greiner og topper blir liggende i hogstområdet 1-2 år, slik at nålene tørker og faller av før greiner og

topper kjøres til leveringsplass ved bilvei. I utgangspunktet er GROT et produkt med lav verdi per volumenhet, som gjør det veldig følsomt for transportkostnader.

Høstingskostnadene for GROT varierer med transportavstand og utstyr. I energiflisordningen[128] ble det i gjennomsnitt gitt et tilskudd på 70 kroner per fastkubikkmeter ved uttak av GROT. Siden det er et ubetydelig uttak av GROT i Norge har vi ikke funnet gode anslag for salgspriser og driftskostnader.

Barrierer

Den viktigste barrieren er manglende lønnsomhet. Det er derfor få mottakere av flis fra GROT, mottagerne er i hovedsak større biovarmeanlegg. Videre er det bedre lønnsomhet for disse å benytte annen type flis, slik som utsortert rivningsavfall og stammeved. Produksjon av biodrivstoff på trevirke i Norge er heller ikke kommet i gang, med unntak av bioraffineriet Borregaard, men flere av de planlagte biodrivstoffanleggene kan ta inn GROT når de er kommet i drift (Se kapittel 14.2.1 i hovedrapportens del A).

Dagens virkemidler

For tiden er det ingen virkemidler for uttak av GROT.

Mulige virkemidler

I energiflisordningen, som ble avsluttet i 2013, ble det gitt tilskudd til skogeiere som leverte skogsvirke til energiformål. Dette hadde effekt på aktiviteten. I løpet av de fem årene energiflisordningen fungerte ble det utbetalt 144 millioner kroner i tilskudd til skogsflis for varmeproduksjon. Flisvolumet utgjorde rundt 3,1 millioner løskubikkmeter[129] eller 1,23 millioner fastkubikkmeter (tilsvarer omtrent 2,5 TWh energi), hvor GROT utgjorde ca. 0,15 millioner fastkubikkmeter med et tilskudd på 10,8 millioner kroner. For GROT ble det benyttet en tilskuddssats som varierte fra 27 til 35 kr/løskubikkmeter. Ordningen virket etter intensjonen ved at aktørene raskt tok den i bruk. Tilskuddet skulle også bidra til å få i gang markedet for energiflis basert på skogsvirke, noe den også har gjort. Markedet for energiflis i Norge økte under ordningen og store deler av den økte etterspørselen på energiflis som ble etablert under ordningen er fortsatt til stede, men råstoffet hentes i dag i stor grad fra stammeved og rivningsavfall.

For å kunne øke uttaket av GROT må det legges til rette for etablering av flere mottakere. Forutsetningen for dette er at mottakerne får en stabil leveranse av GROT. I en startfase vil det derfor kreve ekstra støtte for å bygge opp hele verdikjeden for uttak og foredling av GROT. Det kan derfor vurderes støtte/tilskudd flere steder i verdikjeden.

Siden lønnsomheten til uttak av GROT er følsomt for transportavstander er i tillegg bygging av skogsveier, utbedring av flaskehalser på offentlig veinett, kaianlegg og jernbaneforbindelser spesielt viktig for å kunne frakte råstoffet fra skog til marked på en enkel og kostnadseffektiv måte. For skogbruket er det avgjørende at også det kommunale veinettet har en kvalitet som muliggjør rasjonell tømmertransport. Effektiv transport og god infrastruktur gir reduserte kostnader og bidrar til økt markedstilgang og konkurranse om råstoffet.

Tilleggseffekter

Uttak av GROT kan ha effekter både på økosystemnivå og på artsnivå (Sverdrup-Thygeson & Framstad, 2007) [2] (Achat, mfl., 2015) [6]. Påvirkningen avhenger av hvor mye som tas ut, og hvilke fraksjoner som tas ut. Å vente med høsting til etter at blader og nåler har tørket og falt av, la i størrelsesorden 30 prosent av GROT ligge igjen og bevare stubber, skadde og døde trær og stor lauv- og edelløvtrær kan være viktig for å bevare og skape grunnlag for framtidig død ved. I noen skogtyper, særlig edellauvskog er det grunn til særlig varsomhet fordi rødlistede arter kan legge egg i GROT. For granskog synes imidlertid uttak av GROT å være relativt uproblematisk.

Der GROT legges igjen i hogst- eller tynningsfelt vil det en periode bli en økning av næringsstoffene i jordvannet, som kan påvirke vannkvalitet i vassdragene.

[128] https://www.landbruksdirektoratet.no/no/521/uttak-av-skogsvirke-til-bioenergi
[129] Er volum med luft imellom.

Fjerning av hogstavfall kan være fordelaktig for utøvelse av friluftsliv. Store mengder hogstavfall kan medføre redusert framkommelighet i hogstfeltene i ganske lange perioder. Noen reagerer også positivt på reduserte visuelle virkninger av mye hogstavfall.

Referanser

[1] Bergseng, E. mfl. (2012). Bioenergiressurser i skog: Kartlegging av økonomisk potensial. NVE Rapport 32/2012. [Bergseng, E., Eid, T., Rørstad, P. & E. Trømborg].
[2] Sverdrup-Thygeson, A. & E. Framstad (2007). Bioenergitiltak og effekter på biomangfold. NINA Rapport 311.
[3] Miljødirektoratet mfl. (2014). Målrettet gjødsling av skog som klimatiltak. Rapport M-174|2014. Miljødirektoratet, Statens landbruksforvaltning & Norsk institutt for skog og landskap.
[4] Miljødirektoratet (2014). Kunnskapsgrunnlag for lavutslippsutvikling. Rapport M-229|2014.
[5] Miljødirektoratet (2015). Klimatiltak og utslippsbaner mot 2030 Kunnskapsgrunnlag for lavutslippsutvikling. Rapport M-386|2015.
[6] Achat, D. mfl. (2015). Forest soil carbon is threatened by intensive biomass harvesting. Scientific Reports, 5 (15991) 2015, 1-10. [Achat, D., Fortin, M., Landmann, G., Ringeval, B. & L. Augusto].

Vedlegg II Veileder

Veileder for utredning av klimatiltak som skal brukes inn i Klimakur 2030

Innhold – Vedlegg II

1 Innledning 498
2 Tiltakskostnad 500
3 Privatøkonomisk analyse 513
Vedlegg A. Utslippsframskrivningene fra NB2020 517
Vedlegg B. Faktorer for beregning av utslippseffekt 520
Vedlegg C. Energipriser med mer 522
Vedlegg D. Verdsettingsfaktorer for beregning av helseeffekter 536
Vedlegg E. Diskonteringsrenter 539

1 Innledning

Tiltak og virkemidler

I arbeidet med hvordan Norge kan redusere nasjonale klimagassutslipp skiller Miljødirektoratet mellom *tiltak* og *virkemidler*.

Med *tiltak* mener vi de fysiske handlingene som ulike aktører (slik som bedrifter, husholdninger og ulike typer statlige og kommunale virksomheter) kan gjennomføre for å redusere utslippene av klimagasser. Dette kan for eksempel være investeringer i nye teknologiske løsninger, overgang til mindre energiintensive energibærere eller energieffektivisering.

Med *virkemidler* mener vi de styringsverktøyene som myndighetene har tilgjengelig for å utløse det konkrete tiltaket. Avgifter, subsidier, påbud, forbud, avtaler, opplysningsvirksomhet osv. er virkemidler som kan brukes for å utløse klimatiltak.

Det er verdt å merke seg at denne definisjonen av tiltak og virkemidler skiller seg fra begrepet i DFØs veileder for utredningsinstruksen og veileder for samfunnsøkonomiske analyser, hvor tiltak der omtales som noe staten kan beslutte – herunder virkemidler som avgifter og subsidier eller infrastrukturtiltak.

Formålet med veilederen

Formålet med dette notatet er å beskrive hvilken informasjon som bør inkluderes i en tiltaksutredning. Med tiltaksutredning menes her utredning av ett spesifikt klimatiltak. Slike utredninger kan så brukes videre i analyser der en rekke ulike tiltak sammenlignes med tanke på hva som skal til for å nå et gitt klimamål. En enhetlig metode er viktig for å sikre at beslutningstagere får mest mulig sammenlignbar informasjon når ulike klimatiltak skal vurderes opp mot hverandre.

Ulike tiltak utredes av fagpersoner med ulik faglig bakgrunn. Selv om det å beregne en tiltakskostnad i utgangspunktet er en samfunnsøkonomisk øvelse, utredes de fleste tiltakene ikke av samfunnsøkonomer, men av fagpersoner med relevant kompetanse om utslippssegmentene og teknologiene som kan benyttes til å redusere klimagassutslipp. Formålet med dette notatet er derfor å gi en stegvis beskrivelse av hva en tiltaksutredning bør inkludere, og hvordan tiltakskostnader skal beregnes, i et format som forhåpentligvis er nyttig både for økonomer og ikke-økonomer.

Denne veilederen bygger på Miljødirektoratets *Metodikk for tiltaksanalyser*[130]. Veilederen er langt mer konkret enn metodenotatet og inkluderer eksempler på beregninger. Veilederen gir også en oversikt over hvilke energipriser som er benyttet i Klimakur 2030.

Skalering av tiltak

Mange tiltak som utredes er i realiteten summen av mange mindre tiltak. For eksempel "innfasing" av mange ulike elbiler. Med innfasing mener vi hvor raskt tiltaket gjennomføres, for eksempel målt i andel elbiler i nybilsalget.

I de tilfellene hvor det finnes definerte politiske ambisjoner for utviklingen framover er de relevante tiltakene "skalert" i samsvar med de politiske ambisjonene/målsetningene. For eksempel er tiltaket overgang fra dieselvarebil til elektrisk varebil utformet og skalert etter målet fra Nasjonal Transportplan (NTP) 2018-2029 om at *Nye lette varebiler skal være nullutslippskjøretøy i 2025*.

[130] https://www.miljodirektoratet.no/publikasjoner/2018/juni-2018/metodikk-for-tiltaksanalyser/

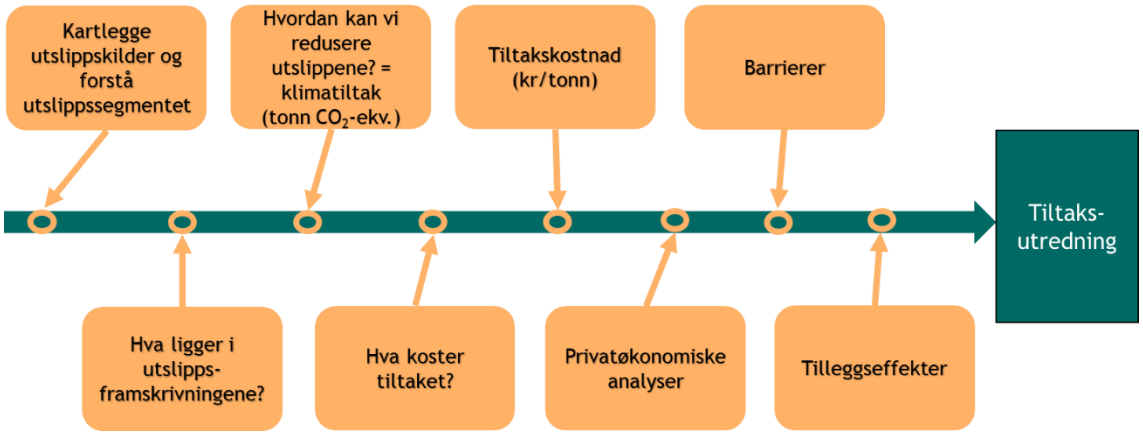
Tilsvarende beregner vi tiltakskostnader og utslippseffekter av ulike omsetningskrav for biodrivstoff. Her er *tiltaket* overgang fra fossilt drivstoff til biodrivstoff, mens *virkemiddelet* er omsetningskrav.

Tema som dekket i denne veilederen

Formålet med tiltaksanalyser er å gjøre en systematisk vurdering av hvilke muligheter som finnes for å redusere klimagassutslippene i Norge og hva det vil koste. Man tar utgangspunkt i merkostnadene for samfunnet som helhet og deler på tonn redusert CO_2-ekvivalent. Kapittel 2 i dette notatet beskriver hvordan slike tiltakskostnader beregnes.

For å kunne si noe om hvilke virkemidler som er best egnet for et gitt tiltak må man ha mer informasjon enn tiltakskostnaden. Det er de ulike aktørene, som bedrifter og husholdninger, som skal påvirkes til å gjennomføre klimatiltak. Derfor er det deres kostnadsbilde man må forstå når man vurderer mulige virkemidler. Et eksempel på dette er hvor høy en eventuell CO_2-avgift må være for at det skal lønne seg for ulike aktører å gjennomføre et gitt tiltak. Kapittel 3 skisserer hvordan privatøkonomiske analyser kan inkluderes i en tiltaksutredning.

Både de samfunnsøkonomiske og de privatøkonomiske/bedriftsøkonomiske analysene er basert på kvantifiserbare kostnader. For de fleste klimatiltak finnes det også ikke-kvantifiserbare kostnader og barrierer som må overkommes for at tiltaket skal bli realisert. En forståelse av disse er viktig både med tanke på rangering av ulike tiltak og for å gjøre gode virkemiddelvurderinger.



2 Tiltakskostnad

En tiltaksutredning bør forsøke å fange opp alle samfunnsøkonomiske effekter et gitt tiltak har på samfunnet – det vil si effekter i Norge. Imidlertid kan ikke tiltaksanalysen vurderes som en fullstendig samfunnsøkonomisk analyse fordi den ikke tar hensyn til at det kreves virkemidler for å utløse tiltakene. Virkemiddelkostnader kan variere betydelig fra tiltak til tiltak og avhenger av hvilket virkemiddel man vurderer. Valg av virkemiddel vil også påvirke utslippsreduksjonspotensial og kostnader gjennom aktørenes atferdsrespons, det vil si hvordan aktørene responderer på virkemidlene. Slike effekter er ikke inkludert i tiltaksanalyser og tiltaksanalyser må derfor suppleres med tilleggsvurderinger for å kunne fange opp alle samfunnsøkonomiske effekter av virkemidler og tiltak.

Miljødirektoratet anbefaler at tiltakskostnaden (kr/tonn) beregnes med følgende kostnadsbrøk:

$$\frac{Netto\ nåverdi\ av\ samlet\ samfunnsøkonomisk\ kostnad\ fra\ basisår\ til\ tiltakets\ slutt}{Summen\ av\ totale\ CO_2 ekvivalenter\ redusert\ fra\ basisår\ til\ tiltakets\ slutt}$$

Etter en diskusjon av klimamål og valg av analyseperiode i kapittel 2.1, beskriver kapittel 2.2 hvilken informasjon som er nødvendig for å beregne utslippseffekten av et gitt tiltak (nevneren). Deretter går vi gjennom kostnadselementene som skal inkluderes i telleren og hvordan brøken skal beregnes i kapittel 2.3 og 2.4.

Tiltakskostnaden som beregnes er en gjennomsnittsbetraktning basert på en rekke ulike antagelser. Alle tiltaksutredninger må si noe om usikkerheten i tiltakskostnadsberegningen – og om den stammer fra usikkerhet i kostnadsanslag og/eller usikkerhet i estimat av utslippseffekt. Tilsvarende er det viktig å synliggjøre hvilke antagelser som er lagt til grunn for framtidige kostnader og om det er store kostnadsforskjeller innad i utslippssegmentet som analyseres. Dette er omtalt i kapittel 2.5 og 2.6.

2.1 Klimamål og analyseperiode

For å stabilisere den globale middeltemperaturen til et gitt nivå må de globale klimagassutslippene reduseres til netto null.[131] Dette skyldes at CO_2 forblir i atmosfæren i hundrevis av år, og derfor vil hvert tonn CO_2 som slippes ut øke konsentrasjonen av klimagasser i atmosfæren – som igjen øker den globale middeltemperaturen.

Norge har lovfestet klimamål for 2030 og 2050 gjennom *Lov om klimamål (klimaloven)*[132]:

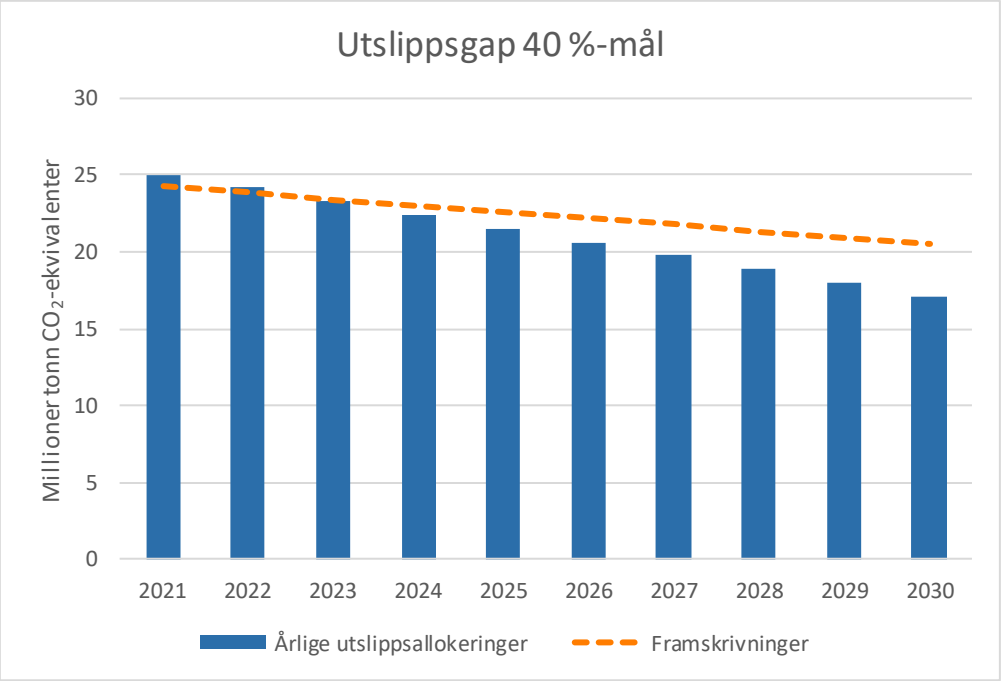
> ***§ 3.Klimamål for 2030***
>
> *Målet skal være at utslipp av klimagasser i 2030 reduseres med minst 40 prosent fra referanseåret 1990.*
>
> ***§ 4.Klimamål for 2050***
>
> *Målet skal være at Norge skal bli et lavutslippssamfunn i 2050. Med lavutslippssamfunn menes et samfunn hvor klimagassutslippene, ut fra beste vitenskapelige grunnlag, utslippsutviklingen globalt og nasjonale omstendigheter, er*

[131] Netto null innebærer at utslippene enten må opphøre eller kompenseres for ved at CO_2 trekkes ut av atmosfæren og lagres permanent.
[132] https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2017-06-16-60

redusert for å motvirke skadelige virkninger av global oppvarming som beskrevet i Parisavtalen 12. desember 2015 artikkel 2 nr. 1 bokstav a.

Målet skal være at klimagassutslippene i 2050 reduseres i størrelsesorden 80 til 95 prosent fra utslippsnivået i referanseåret 1990. Ved vurdering av måloppnåelse skal det tas hensyn til effekten av norsk deltakelse i det europeiske klimakvotesystemet for virksomheter.

Norge har inngått en avtale med EU om felles oppfyllelse av klimaforpliktelsen for 2030. For ikke-kvotepliktige utslipp innebærer en avtale med EU at Norge vil få et årlig utslippsbudsjett for perioden 2021-2030 for ikke-kvotepliktige utslipp. Det endelige utslippsbudsjettet vil komme i 2020 og være i tråd med et mål om 40 prosent reduksjon i ikke-kvotepliktige utslipp i 2030 sammenlignet med 2005. Figuren under illustrerer et slikt budsjett.



Figur 1. Illustrasjon av en mulig tildeling av utslippsbudsjett (blå stolper) sammenlignet med forventede utslipp

Formålet med tiltaksanalyser er å gjøre en systematisk vurdering av hvilke muligheter som finnes for å nå et gitt klimamål. Tiltakskostnaden, målt i kroner per tonn CO_2-ekvivalenter redusert, kan brukes til å rangere tiltakene etter kostnadseffektivitet. Tiltakskostnaden viser altså hvilket tiltak som bidrar til måloppnåelse til lavest mulig kostnad.

Fordi 2030-målet er et delmål på vei mot lavutslippssamfunnet, inkluderes utslippsreduksjoner og kostnader utover 2030 når vi beregner tiltakskostnaden (kostnadseffektiviteten) til et gitt tiltak. Hvis man bare ser på utslippsreduksjoner og kostnader fram til 2030 vil tiltak med lang levetid og høy investeringskostnad, som for eksempel investering i elferge eller CCS-anlegg, bli ekstremt dyre (i kr/tonn) fordi man inkluderer så få år med utslippsreduksjon. Tilsvarende vil tiltakskostnaden til en elektrisk lastebil kjøpt i 2030 bli høy fordi man får med hele merkostnaden ved investering, men bare inkluderer ett år med driftsbesparelser og utslippsreduksjon. En rangering av tiltak basert på en slik tilnærming vil gi suboptimale valg med tanke på de langsiktige klimamålene.

Ulike klimatiltak har ulik levetid. For eksempel er det å erstatte diesel med biodiesel i dagens bilpark et tiltak som når som helst kan reverseres. Til sammenligning vil kjøp av elferge redusere utslippene i 30 år – gitt at dette er fergens levetid. Fergen man ellers ville ha kjøpt ville "låst" oss til 30 år med utslipp (eller bruk av biodrivstoff) siden det er dyrt å skrote en ferge før endt levetid.

Vi har valgt følgende tilnærming til analyseperiode for ulike tiltak som skal brukes i 2030-analyser:

- For biodrivstofftiltak og andre "reverserbare" tiltak der man ikke har investeringskostnader går analyseperioden fram til 2030.
- For teknologitiltak, som for eksempel kjøp av nullutslippsteknologier eller investering i energieffektivisering, brukes den tekniske levetiden til tiltaket.

Tidspunktet for gjennomføring av et gitt tiltak er avgjørende for utslippsreduksjonene som kan oppnås, fordi det er utslippene over hele perioden 2021-2030 som inngår i vår forpliktelse. For eksempel vil effekten av tiltaket *CCS på Fortum Oslo Varme (Klemetsrud)* være avhengig av oppstartsåret. De fleste tiltakene er en sammenstilling av mange mindre tiltak – med ulike oppstartstidspunkt. For disse tiltakene bruker vi begrepet "innfasing", da tiltaket fases inn over tid. For slike tiltak blir analyseperioden bestemt av enkelttiltakenes levetid. For elbiler blir tiltakets levetid dermed fra første enkelttiltak (elbil kjøpt i 2019) til endt levetid for siste enkelttiltak (elbil kjøpt i 2030 med levetid på 15 år gjør at analyseperioden slutter i 2045).

Nøkkelpunkt:

- Dette notatet beskriver tiltaksutredninger som gjøres med tanke på Norges 2030-mål.
- Når tiltakskostnaden (kr/tonn) beregnes skal kostnader og utslippsreduksjons-potensial for hele tiltakets levetid inkluderes, også kostnader og utslippsreduksjoner etter 2030.
- Med tanke på Norges EU-forpliktelse (utslippsbudsjett) for ikke-kvotepliktige utslipp er det utslippseffekten i årene 2021-2030 som er relevant.

2.2 Utslippsreduksjonspotensial og innfasing

Kartlegging av utslippssegmentet

For å kunne beregne utslippseffekt av et gitt tiltak bør utreder starte med en gjennomgang av utslippskilder – med utgangspunkt i det nasjonale utslippsregnskapet[133]. For noen tiltak er størrelsen på utslippskilden usikker. For eksempel har utslippsregnskapet gode tall på totalt salg av anleggsdiesel, men langt mindre informasjon om hvor mye anleggsdiesel som brukes i ulike segment - i ulike typer utstyr. Utreder må derfor gjøre antagelser om hvor mye diesel som benyttes i det utstyret som nå skal erstattes med en klimaløsning – for å beregne utslippseffekten av denne løsningen (tiltaket).

Nøkkelpunkt:

- Utslippskildene, og deres usikkerhet, bør beskrives som en del av tiltaksutredningen.

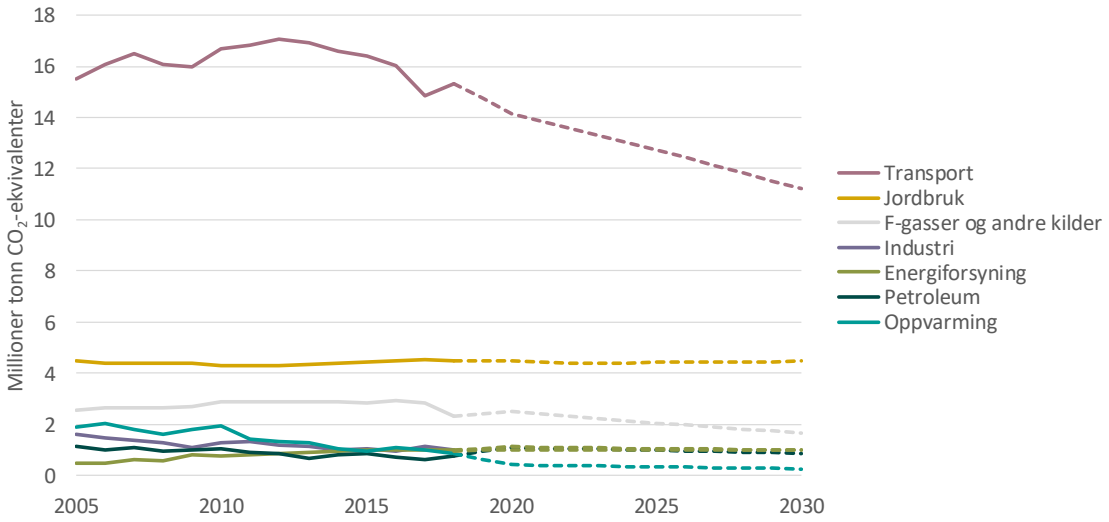
[133]https://www.ssb.no/natur-og-miljo/statistikker/klimagassn/aar-endelige

Referansebane for utslipp av klimagasser

Tiltak og klimamål beregnes ut fra referansebanen. Referansebanen består av historiske utslipp fra 1990 og fram til i dag, samt utslippsframskrivninger som beskriver forventede utslipp av klimagasser når man legger til grunn forventet utvikling i sentrale størrelser som befolkning, økonomi og teknologi - gitt at dagens politikk/virkemidler videreføres.

For å bidra til sammenlignbare tiltaksanalyser, må alle tiltak ta utgangspunkt i samme referansebane. Framskrivningene i referansebanen som skal benyttes bygger på framskrivningene som presenteres i regjeringens Perspektivmelding eller Nasjonalbudsjett om lag annethvert år, sist til Nasjonalbudsjettet for 2019. Framskrivningene lages av Finansdepartementet, i samarbeid med andre departementer og underliggende etater.

I framskrivningene til Finansdepartementet inngår klimagassene CO_2, CH_4, N_2O, SF_6, PFK og HFK samt NO_X, SO_2, NMVOC og NH_3. Med utgangspunkt i disse framskrivningene, lager Miljødirektoratet også framskrivninger for partikler (PM2,5 og PM10), svart karbon (BC), organisk karbon (OC) og CO. Framskrivningene som utarbeides av Finansdepartementet er delt inn i økonomiske sektorer, mens utslippsregnskapet som brukes som basis for tiltaksanalysene er inndelt etter ulike typer aktiviteter, som for eksempel *veitransport* eller *olje- og gassutvinning* (tekniske utslippskilder)[134]. For å kunne bruke framskrivningene i tiltaksanalyser, konverterer derfor Miljødirektoratet utslippsframskrivningen fra økonomiske sektorer til tekniske utslippskilder, slik at framskrivningen samsvarer med sektorinndelingene i det nasjonale utslippsregnskapet. For mer detaljer om gjeldende utslippsframskrivning fra NB2019 se vedlegg A.



Figur 2. Referansebanen: Ikke-kvotepliktige utslipp av klimagasser fordelt på sektorer. Historiske utslipp og framskrivinger. 2005-2030. Kilde: SSB, Miljødirektoratet og Finansdepartementet (NB2020).

Som vist i figuren over legger utslippsframskrivningene i referansebanen til grunn at ikke-kvotepliktige klimagassutslipp vil gå ned i perioden fram mot 2030 – spesielt i transportsektoren. En del klimagassreduksjoner antas dermed "å skje av seg selv" dersom teknologiutvikling går som forventet og dagens politikk/virkemidler videreføres.

[134] https://www.ssb.no/klass/klassifikasjoner/113

For å unngå at utslippsreduksjoner dobbelt-telles må man gjøre en vurdering av om utslippsreduksjonen av et gitt tiltak allerede (helt, eller delvis) er inkludert i referansebanen.

For utslipp fra veitransport er framskrivningene i referansebanen basert på bottom-up modelleringer av segmentet som gir en relativt god oversikt over hvilke tiltak som er inkludert i utslippsframskrivningene fram til 2030 (for eksempel antall elbiler.) For andre segmenter er utslippsframskrivningene på et overordnet nivå og detaljeringsgraden er langt lavere.

Tiltaksanalysen skal samlet sett gi svaret på hvor store restutslipp vi har når utredede tiltak trekkes fra referansebanen. Referansebanen er imidlertid ofte utarbeidet med et annet utgangspunkt enn tiltaksberegningene. For eksempel kan referansebanen for en utslippskilde være basert på historisk utvikling og en vurdering av framtidig effektivisering, mens tiltaksanalysen kan være basert på vurdering av framtidig teknologisk utvikling på et annet detaljnivå.

For å kunne koble tiltakene til referansebanen må man derfor tolke den overordnede trenden i utslippene og den informasjonen man har om forutsetningene i tråd med utviklingstrekkene som er avgjørende for tiltakene. Et eksempel er for skipsfart, hvor nedgangen samlet for innenriks sjøfart og fiske i referansebanen må "oversettes" til utvikling i aktivitet og effektivisering i den detaljerte tiltaksanalysen. Dette omtales som "nullalternativet" for tiltaket. Deretter kan utslippsreduksjonene i tiltaket beregnes i lys av nullalternativet. Denne tilnærmingen gir et godt grunnlag for å se kostnadsberegninger og utslippsreduksjoner i sammenheng. Målsettingen med tilnærmingen er å redusere usikkerheten i både kostnadsbrøken for det enkelte tiltak og det overordnede regnestykket

Miljødirektoratets erfaring er at i de fleste tilfeller lar referansebanen seg tolke med en utvikling som er i tråd med utvikling vi finner sannsynlig med den informasjonen vi har tilgjengelig. I enkelte tilfeller kan det imidlertid være behov for ekstra vurderinger, hvis man mener at utslippsreduksjoner, utover det som ligger i referansebanen, vil skje uten iverksetting av ytterligere tiltak og virkemidler eller at referansebanen er for optimistisk.

For utslippssegmenter der det er krevende å finne et nullalternativ som passer til referansebanen bør denne utvikles i dialog med Miljødirektoratet som har god kunnskap om nasjonalt utslippsregnskap og framskrivninger.

Nøkkelpunkt:

- Utreder må sannsynliggjøre at tiltakets utslippsreduksjoner ikke allerede er inkludert i referansebanen.

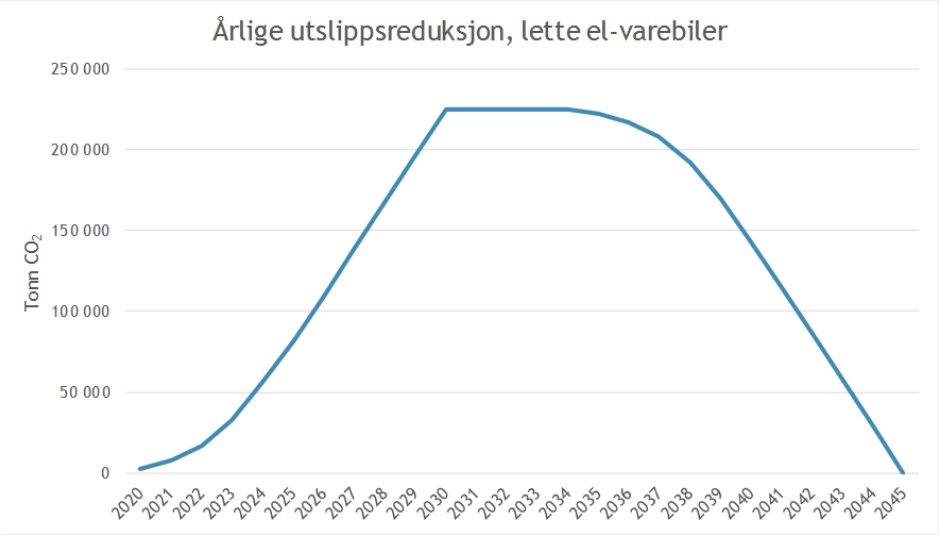
Innfasing av tiltaket og beregning av utslippsreduksjoner

Med innfasing mener vi når og hvor raskt tiltaket gjennomføres. Mange tiltak er sammenstillinger av flere mindre tiltak, og antakelser om innfasingstakt og -tidspunkt er derfor vesentlig. For eksempel forutsetter tiltaket *Nye tyngre varebiler skal være nullutslippskjøretøy i 2030* en gradvis økning i andel av nybilsalget mot 2030. Utslippseffekten av tiltaket avhenger av hvor rask innfasingstakt man legger til grunn fra i dag til 2030. Fordi vi antar at batterikostnader og kostnader for elektriske varebiler vil falle over tid vil også kostnadene ved tiltaket være avhengig av antatt innfasing. For alle tiltak må utreder synliggjøre og begrunne innfasingen som legges til grunn.

Utreder må estimere årlige utslippsreduksjoner i tonn (utover referansebane) gitt antatt innfasing av tiltaket. Dette gjøres for alle klimagassene. De ulike klimagassene har ulikt oppvarmingspotensial. I omregning fra tonn utslipp av en gitt gass til CO_2-ekvivalenter brukes faktorene (GWP100) beskrevet i vedlegg B.

Mange tiltak som reduserer klimagassene, reduserer også utslipp av andre komponenter som påvirker klimaet og/eller luftkvaliteten. For at analysene også skal kunne brukes til å beregne tiltakenes klimaeffekt på kort sikt og påvirkning på luftkvalitet skal utslippsendringer beregnes og dokumenteres i tonn for alle utslipp til luft som tiltakene berører så langt dette er mulig (se kapittel 2.7 om tilleggseffekter).

En tiltaksutredning som gjøres med tanke på 2030-målet må synliggjøre innfasing og årlige utslippsreduksjoner tiltaket vil medføre i perioden fram mot 2030. I beregning av "nevneren" i kostnadsbrøken skal, som beskrevet i kapittel 2.1, også utslippseffekten over hele tiltakets levetid inkluderes. Figuren under illustrerer utslippseffekten av tiltaket *Nye lette varebiler skal være nullutslippskjøretøy i 2025* i en 2030-analyse.



Figur 3. Mulige utslippsreduksjonen fra tiltaket lette el- varebiler i perioden 2020-2045, gitt antatt innfasing fram til 2030.

Det er verdt å merke seg at mange av tiltakene i transportsektoren overlapper med hverandre, for eksempel vil et omsetningskrav for biodrivstoff gi lavere utslippsreduksjoner dersom elektrifiseringstiltak gjennomføres. I sammenstilling av ulike tiltak må tiltakene justeres for overlapp for å unngå dobbel-telling av utslippsreduksjoner. Det er da også nødvendig å gjøre en vurdering av rekkefølge på, eller prioritet av, tiltakene.

Nøkkelpunkt:

- For alle tiltak må man estimere årlige utslippsreduksjoner utover referansebane gitt antatt innfasing av tiltaket. Utreder må begrunne innfasingen som er valgt.
- Utslippsreduksjonene skal beregnes i tonn per komponent og i CO_2-ekvivalenter for klimagassene CO_2, CH_4, N_2O, SF_6, PFK og HFK.
- Det er ønskelig at utslippsendringene også beregnes og dokumenteres for alle andre utslipp til luft som tiltaket berører (se kapittel 2.7).
- I sammenstilling av ulike tiltak må tiltakene justeres for overlapp.

2.3 Samfunnsøkonomiske kostnader

I tiltakskostnaden er det ikke kostnaden for enkeltindivider eller enkeltbedrifter som vurderes, men for samfunnet som helhet. Det er nettokostnaden som til slutt skal beregnes, det vil si summen av merkostnader, besparelser og andre prissatte effekter. Alle effekter skal i utgangspunktet inkluderes og verdsettes der dette er mulig. Dette omfatter også effekter av tiltaket som bedrifter og individer ikke nødvendigvis tar hensyn til, som luftforurensing, helsegevinster osv. CO_2-utslippene verdsettes ikke fordi disse inkluderes i nevneren (kr/tonn CO_2-ekvivalenter redusert). Effekter som ikke kan prissettes skal så langt som mulig kvantifiseres og omtales sammen med de prissatte effektene.

Kostnader og nytte som uansett påløper i referansebanen skal ikke inngå i beregninger av effekten av tiltaket. Det er derfor merkostnaden og mernytten ved tiltaket som skal beregnes. For eksempel merkostnaden ved kjøp av elektrisk lastebil samt årlige driftsbesparelser og helseeffekter - i forhold til en lastebil med diesel som drivstoff.

Skatter, avgifter og subsidier er ikke en kostnad for samfunnet som helhet, men kun en omfordeling mellom grupper. Ett unntak fra dette er når avgifter er ment å korrigere for eksterne virkninger, for eksempel forurensning, bruk av fellesgoder eller lignende. CO_2-avgiften er en slik avgift, men regnes ikke med her fordi vi regner kostnad per utslipp, jamfør over. Ved beregning av samfunnsøkonomiske merkostnader og besparelser skal derfor investeringskostnader og driftskostnader uten skatter og avgifter benyttes. Dagens og framtidige kostnader oppgis i 2019-kroner, mao. basis-året for analysen.

Investerings- og anskaffelseskostnader omfatter kostnader til fysiske innsatsfaktorer som er nødvendig for å igangsette og gjennomføre et tiltak. Investerings-/anskaffelseskostnader er som regel engangskostnader som påløper i en tidlig fase av tiltaket. Eksempler på investeringskostnader kan være merkostnad ved innkjøp av nullutslippskjøretøy og investeringer i nødvendig renseteknologi for industribedrifter.

Driftskostnader er merkostnader eller besparelser som påløper over tiltakets levetid, samt mindre reinvesteringer for å opprettholde ytelse. Dette inkluderer blant annet kostnader/besparelser knyttet til energibruk, reparasjoner og vedlikehold av utstyr. Driftskostnader kan også omfatte kostnader til arbeidskraft som er nødvendig for drift av et tiltak.

For mange av tiltakene er energikostnaden/energibesparelsen den dominerende kostnadskomponenten, og det kan være nyttig å synliggjøre denne særskilt fra andre driftskostnader. For å kunne sammenligne tiltakskostnader på tvers av tiltak og sektorer er det viktig at de samme energiprisene legges til grunn. Se vedlegg C for en oversikt over hvilke energipriser som bør benyttes. (En del av disse oppdateres årlig.)

Helseeffekter og andre eksterne virkninger: Klimatiltak vil ofte påvirke andre utslipp eller ha tilleggseffekter, for eksempel reduserte utslipp av NO_X og partikler (PM_{10}) eller helseeffekter av endret kosthold. Helseeffekter bør prissettes i analysen der dette er mulig. For mer om verdsetting av helsegevinster, se vedlegg D. For mer om andre tilleggseffekter se kapittel 2.7.

Som nevnt over vil potensialet for utslippsreduksjon og kostnaden ved et tiltak avhenge av innfasingstidspunkt og -takt for tiltaket. For en del tiltak, for eksempel i transportsektoren, vil ventet teknologiutvikling redusere nødvendige investeringskostnader utover i analyseperioden

og slik sett føre til at en tregere innfasing vil gi lavere kostnader enn en raskere innfasing av tiltaket. Innfasingen som er valgt bør derfor begrunnes.

For enkelte tiltak eksisterer såkalte kostnadsterskler, det vil si variasjoner i kostnader som avhenger av skaleringen av tiltaket. Et eksempel på dette er innfasing av biodrivstoff. For enkelte typer kjøretøy/fartøy er det tekniske begrensninger på hvor mye drivstoff av typen FAME motoren tåler. Innfasing utover dette vil kreve andre drivstofftyper (HVO) som har høyere kostnad. Tiltaket bør i utgangspunktet utformes slik at de i best mulig grad tar hensyn til kostnadsterskler.

Nøkkelpunkt:

- Alle tiltakene skal vurderes mot referansebanen, og kostnadene ved tiltaket skal beregnes som netto merkostnader sett i forhold til løsningene som antas å ligge i utslippsframskrivningen.
- Merkostnader og besparelser estimeres for hvert år over tiltakets tekniske levetid.
- Ved beregning av samfunnsøkonomiske kostnader skal investeringskostnader og driftskostnader før skatter og avgifter benyttes.
- Hvilke skatter og avgifter som "fjernes" skal dokumenteres, da disse skal inkluderes i de bedriftsøkonomiske analysene.
- For tiltaksutredninger som gjennomføres i 2019 skal alle kostnadene oppgis i 2019-kroner (basisår).
- Se vedlegg C for en oversikt over hvilke energipriser som skal benyttes.
- Helseeffekter og andre eksterne virkninger skal verdsettes der dette er mulig. Se vedlegg D for verdsetting av helsegevinster. Verdsatte helseeffekter skal også synliggjøres separat.
- Utreder må begrunne innfasingen som er valgt og gjerne synliggjøre hvordan ulike innfasingsalternativer vil påvirke kostnader og utslippsreduksjonspotensial.

2.4 Beregning av tiltakskostnad

Etter å ha beregnet både utslippsreduksjoner og samfunnsøkonomiske merkostnader settes tallene sammen i en kostnadsbrøk for å beregne tiltakskostnaden i kr/tonn. For at tiltak skal kunne sammenlignes er det nødvendig å bruke en konsistent metode. Det finnes ulike metoder for å beregne en tiltakskostnad, og Miljødirektoratet bruker som tidligere nevnt følgende kostnadsbrøk:

$$\frac{Netto\ nåverdi\ av\ samlet\ samfunnsøkonomisk\ kostnad\ fra\ basisår\ til\ tiltakets\ slutt}{Summen\ av\ totale\ CO_2ekvivalenter\ redusert\ fra\ basisår\ til\ tiltakets\ slutt}$$

Samlet samfunnsøkonomisk kostnad beregnes ved å finne netto nåverdi av kontantstrømmen (investerings- og driftskostnader og eventuelle verdsatte eksterne virkninger) i perioden fra basisåret til tiltakets slutt. Som beskrevet i kapittel 2.1 er analyseperioden avhengig av tiltakets levetid, og selv om tiltaket utredes som en del av en 2030-analyse skal tiltakskostnaden beregnes basert på kostnader og utslippsreduksjoner over tiltakets levetid.

Nåverdien er kroneverdien i dag av samlede nytte- og kostnadsvirkninger som påløper i ulike perioder.[135] For å beregne netto nåverdi benyttes en kalkulasjonsrente.[136] Kalkulasjonsrenten

[135] Videosnutt fra Harvard: https://hbr.org/video/5369743863001/the-refresher-net-present-value
Litt mer info: https://yourbusiness.azcentral.com/evaluate-two-projects-evaluating-net-present-value-23323.html

[136] Her brukes også begrepet diskonteringssats. I bedriftsøkonomiske analyser brukes gjerne virksomhetens avkastningskrav eller "cost of capital" som kalkulasjonsrente i nåverdiberegninger.

er den samfunnsøkonomiske alternativkostnaden ved å binde kapital til et tiltak og reflekterer kapitalens avkastning i beste alternative anvendelse. I henhold til Finansdepartementets rundskriv R-109/2014 skal det benyttes en kalkulasjonsrente på 4 prosent for virkninger de første 40 årene av analyseperioden.

Samlet samfunnsøkonomisk kostnad deles deretter på totale utslippsreduksjoner målt i CO_2-ekvivalenter over analyseperioden. Tiltakskostnaden får da benevningen kr/tonn CO_2-ekvivalent redusert.

En negativ tiltakskostnad tolkes som at tiltaket er samfunnsøkonomisk lønnsomt, basert på de tallfestede/kvantifiserbare effektene. Det er verdt å merke seg at tiltakskostnaden er en gjennomsnittsberegning som bare inkluderer kvantifiserbare kostnader. Kostnaden forbundet med eventuelle virkemidler er heller ikke inkludert.

For en del klimatiltak finnes det for lite informasjon til å modellere kontantstrømmer og beregne tiltakskostnader slik vi har beskrevet her. Eksempler på slike tiltak kan være tiltak der vi per i dag ikke har noen erfaringstall (for eksempel elektrifisering av enkelte maskintyper), eller komplekse samletiltak som for eksempel *Persontransportveksten i byområdene skal tas med kollektivtransport, sykkel og gange*. Her kan man beregne utslippseffekter, men kostnaden av et slikt samletiltak er vanskelig å beregne. Her må utreder ha en mer overordnet tilnærming – og for eksempel vise til kostnader ved lignende tiltak eller gjøre en skjønnsmessig vurdering. Som et minimum må tiltaket plasserer i en kostnadskategori. Miljødirektoratet benytter følgende kostnadskategorier i sine tiltaksanalyser: under 500 kr/tonn, 500-1500 kr/tonn eller over 1500 kr/tonn. Plasseringen må begrunnes.

Under har vi vist tre ulike regneksempler. Tallene er "dummy"-tall. Tiltak 1 viser en detaljert beregning av tiltakskostnad for en enkelt elvarebil. Tiltak 2 er det samme tiltaket, men utsatt i fem år. Tiltakskostnaden for tiltak 2 er lavere enn tiltakskostnaden for tiltak 1. Dette skyldes at alle kostnader og besparelser diskonteres tilbake til basisåret. Sagt på en annen måte, dersom man setter til side penger i dag for et tiltak som skal gjennomføres om fem år behøver man bare sette til side 82 kroner for en investering på 100 kroner om fem år, gitt at man tjener 4 prosent per år på pengene som er satt til side. Tiltak 3 er det samme som tiltak 2, men med en lavere investeringskostnad for elvarebilen, som igjen reduserer tiltakskostnaden.

I tiltaksanalysene bør man der det er mulig først regne på deltiltak (for eksempel en elvarebil), og så sette dem sammen i samletiltak og beregne en gjennomsnittlig tiltakskostnad. Dette er nærmere beskrevet i kapittel 2.5.

Nøkkelpunkt:

- Samlet samfunnsøkonomisk kostnad beregnes ved å finne netto nåverdi av kontantstrømmen (netto merkostnader) over tiltakets levetid.
- Kalkulasjonsrenten (avkastningskravet) som skal benyttes er 4 prosent.
- Tiltakskostnaden beregnes ved å dele samlet samfunnsøkonomisk kostnad på totale utslippsreduksjoner og får benevningen kr/tonn CO_2-ekvivalenter redusert.

Tiltak 1: Elektrifisering av lett varebil - dette er et regneeksempel med "dummy"-tall

Referansekjøretøy: Volkswagen Caddy, diesel *Tiltakskjøretøy: "Modellert" elektrisk varebil med batteristørrelse 75kW*

Antagelser, per varebil i 2019 kroner

Levetid	15	år	
Gjennomsnittlig årlig kjørelengde over livsløpet	**15 000**	**km**	
Innkjøpskostnad, referansekjøretøy (uten avgifter)	**176 000**	**kroner**	
Drivstofforbruk	0,62	liter/mil	
Utslippsfaktor CO_2	2,66	kg CO_2/liter diesel	
Utslippsfaktor PM10, Euro 6-varebil	0,03	gram PM10/liter diesel	
Utslippsfaktor NOx, Euro 6-varebil	3,39	gram NOx/liter diesel	
Verdsettingsfaktor PM10	3 000	kr/kg	*Kilde: M-438.*
Verdsettingsfaktor NOx	100	kr/kg	*Kilde: M-438.*
Verdsatt helseeffekt, per år	**399**	**kroner**	
Diesel pumpepris eks. alle avgifter (7% bio)	5,90	kr/liter	
Årlige drivstoffutgifter, referansekjøretøy	**5 487**	**kroner**	
Årlige vedlikeholdskostnader, referansekjøretøy	**7 000**	**kroner**	
Innkjøpskostnad, tiltakskjøretøy (uten avgifter)	**341 000**	**kroner**	*For varebil kjøpt i 2020, inkluderer 13 000 til ladepunkt*
Elforbruk	0,3	kWh/km	
Andelen av elforbruket fra hurtiglading	5 %		
Kraft og nettleie (eks. mva. inkl. elavgift)	78,40	øre/kWh	
Kostnader hurtiglading (eks. mva og elavgift)	2,24	øre/kWh	
Årlige drivstoffutgifter, tiltakskjøretøy	**3 357**	**kroner**	
Årlige vedlikeholdskostnader, tiltakskjøretøy	**4 000**	**kroner**	
Kalkulasjonsrente	4,0 %		

Kontantstrømsanalyse, for en el-varebil	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**
Merkostnader - investering*	165 000															
Merkostnader - drift		-5 130	-5 130	-5 130	-5 130	-5 130	-5 130	-5 130	-5 130	-5 130	-5 130	-5 130	-5 130	-5 130	-5 130	-5 130
Helsegevinst		-399	-399	-399	-399	-399	-399	-399	-399	-399	-399	-399	-399	-399	-399	-399
Kontantstrøm	165 000	-5 529	-5 529	-5 529	-5 529	-5 529	-5 529	-5 529	-5 529	-5 529	-5 529	-5 529	-5 529	-5 529	-5 529	-5 529

Nåverdi av kontantstrømmen** **103 523** **kroner**

Reduksjon av klimagassutslipp (tonn CO2-ekv.)	2,47	2,47	2,47	2,47	2,47	2,47	2,47	2,47	2,47	2,47	2,47	2,47	2,47	2,47	2,47

Total reduksjon av klimagassutslipp **37** **tonn CO2-ekv.**

Tiltakskostnad	**2 790**	**kr/tonn**

** Merk at vi antar at investeringen tas i år null, eller 1. januar - og investeringskostnaden diskonteres ikke.*

*** Merk at NNV formelen diskonterer alle tall*

Tiltak 2: Som tiltak 1, men 5 år ut i tid.

Kontantstrømsanalyse, for en el-varebil			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Merkostnader - investering*								165 000															
Merkostnader - drift									-5 130	-5 130	-5 130	-5 130	-5 130	-5 130	-5 130	-5 130	-5 130	-5 130	-5 130	-5 130	-5 130	-5 130	-5 130
Helsegevinst									-399	-399	-399	-399	-399	-399	-399	-399	-399	-399	-399	-399	-399	-399	-399
Kontantstrøm			0	0	0	0	0	165 000	-5 529	-5 529	-5 529	-5 529	-5 529	-5 529	-5 529	-5 529	-5 529	-5 529	-5 529	-5 529	-5 529	-5 529	-5 529
Nåverdi av kontantstrømmen**	**82 060**	**kroner**																					
Reduksjon av klimagassutslipp (tonn CO2-ekv.)									2,47	2,47	2,47	2,47	2,47	2,47	2,47	2,47	2,47	2,47	2,47	2,47	2,47	2,47	2,47
Total reduksjon av klimagassutslipp	**37**	**tonn CO2-ekv.**																					
Tiltakskostnad	**2 211**	**kr/tonn**																					

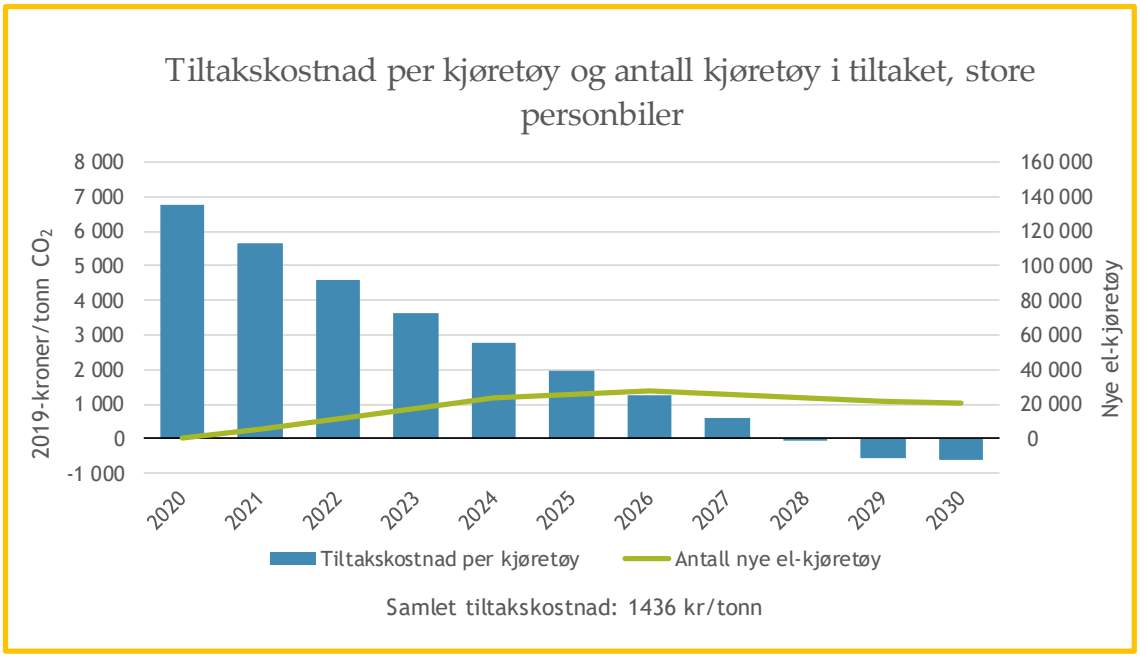
Tiltak 3: Som tiltak 2, men redusert merkostnad ved investering

Kontantstrømsanalyse, for en el-varebil			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Merkostnader - investering*								100 000															
Merkostnader - drift									-5 130	-5 130	-5 130	-5 130	-5 130	-5 130	-5 130	-5 130	-5 130	-5 130	-5 130	-5 130	-5 130	-5 130	-5 130
Helsegevinst									-399	-399	-399	-399	-399	-399	-399	-399	-399	-399	-399	-399	-399	-399	-399
Kontantstrøm			0	0	0	0	0	100 000	-5 529	-5 529	-5 529	-5 529	-5 529	-5 529	-5 529	-5 529	-5 529	-5 529	-5 529	-5 529	-5 529	-5 529	-5 529
Nåverdi av kontantstrømmen**	**17 060**	**kroner**																					
Reduksjon av klimagassutslipp (tonn CO2-ekv.)									2,47	2,47	2,47	2,47	2,47	2,47	2,47	2,47	2,47	2,47	2,47	2,47	2,47	2,47	2,47
Total reduksjon av klimagassutslipp	**37**	**tonn CO2-ekv.**																					
Tiltakskostnad	**460**	**kr/tonn**																					

2.5 Kostnadsutvikling og kostnadsforskjeller

For tiltak som er en sammenstilling av mange små enkelttiltak som fases inn over tid beregnes en *gjennomsnittlig* tiltakskostnad. Eksempler på dette er innfasing av elektriske varebiler i perioden 2019-2030, eller implementering av ulike energieffektiviseringstiltak i næringsmiddelindustrien i perioden 2019-2030. For slike tiltak bør utredningen også si noe om "spredningen" i tiltaket og hvordan tiltakskostnaden utvikler seg over tid. For eksempel vil kostnaden forbundet med overgang til elektrisk varebil være avhengig av bilens kjøremønster, og her bør spredningen innen varebilsegmentet belyses så godt som mulig. Dette er særlig relevant for de privatøkonomiske analysene som gjøres med tanke på virkemiddelvurderinger (se kapittel 3).

Antatt kostnadsutvikling bør belyses for tiltak der dette er relevant. Figuren under illustrerer hvordan dette kan gjøres. Figuren viser tiltakskostnad, per kjøretøy, for tiltaket lette elvarebiler. Den fallende tiltakskostanden skyldes i hovedsak antagelsen som er lagt til grunn om et elektriske varebiler blir billigere. Figuren viser også innfasing som er lagt til grunn, med andre ord hvor mange elektriske varebiler som kjøpes hvert år i perioden fram til 2030 (grønn linje.)



Figur 4. Utvikling i tiltakskostnad per kjøretøy og innfasing av tiltaket

2.6 Usikkerhet

Parismålene innebærer en radikal omstilling av det globale energisystemet, med rask introduksjon av null- og lavutslippsteknologier i energiproduksjon, transport og industri. Usikkerhet rundt utviklingen av slike teknologier (og global klimapolitikk) slår inn i alle typer fremadskuende analyser, herunder tiltaksutredninger. Utreder bør gjøre en systematisk gjennomgang av viktige usikkerhetsfaktorer i analysen, med kvalitativ beskrivelse av usikkerheten som et minimum. Utreder bør i tillegg gjennomføre følsomhetsberegninger, hvor én og én kritisk faktor endres – og på den måten belyse hvilke endringer i antagelsene som i størst grad slår ut på resultatene. Der man har begrenset informasjon om usikkerhetsbildet, anbefaler DFØ-veilederen i samfunnsøkonomiske analyser (DFØ 2018) at ulike faktorer kan

testes med +/- 30 prosent. Hvilke variabler som er avgjørende vil variere mellom ulike tiltak. Eksempler kan være investeringskostnader, energikostnader og kjørelengder/brukstid.

For tiltak der utslippseffekten er usikker, for eksempel på grunn av usikkerhet rundt hva som er inkludert i referansebanen, bør man gjøre følsomhetsanalyser med ulike antagelser for utslippseffekt.

Ved større analyser kan det også være fornuftig å synliggjøre spennet i mulige utfall gjennom scenariokjøringer der flere variable endres samtidig.

2.7 Tilleggseffekter

Det vil ofte være effekter eller konsekvenser av tiltak som er krevende å kvantifisere og/eller verdsettes. Eksempler kan være negative effekter av klimatiltak på naturmangfold eller arealbruksendringer, eller at bruk av importert biodrivstoff kan gi økte klimagassutslipp i andre land. Klimatiltak kan også ha positive tilleggseffekter. For eksempel kan tiltak som innebærer å ta i bruk umoden teknologi gi læringseffekter som også kommer andre bedrifter og land til gode eller til at nettverkseksternaliteter for miljøteknologier bygges ned. Slike relevante tilleggseffekter bør beskrives kvalitativt – så godt det lar seg gjøre.

Mange tiltak som reduserer klimagassene, påvirker også utslipp av andre komponenter som påvirker klimaet og/eller luftkvaliteten. Klimaeffekt på kort sikt kan kvantifiseres. For å kunne beregne tiltakenes klimaeffekt på kort sikt og påvirkning på luftkvalitet skal utslippsreduksjoner beregnes og dokumenteres i tonn for alle utslipp til luft som tiltaket berører, så langt det er mulig. Dette omfatter bl.a. Kyotogassene/klimagasser, PM10 og PM2,5, NOx, samt også svart karbon (BC) og organisk karbon (OC), nmVOC, karbonmonoksid (CO), svoveldioksid (SO_2) og ammoniakk (NH_3). Ved å inkludere effekt på disse komponentene får vi et mer helhetlig bilde av tiltakets effekt, og det muliggjør også gjenbruk av data til andre analyser.

3 Privatøkonomisk analyse

For å utløse tiltak utover dem som er antatt i utslippsframskrivningene må virkemiddelbruken styrkes eller atferd endres. I den samfunnsøkonomiske analysen ser vi på merkostnaden for samfunnet som helhet av å gjennomføre et gitt tiltak – uten å vurdere hvilke virkemidler som kan anvendes for å utløse tiltakene. Det er imidlertid private (og offentlige eide) aktører som skal gjennomføre tiltaket, og de vil sannsynligvis ikke gjennomføre tiltaket før det lønner seg for dem. For å vurdere hvilke virkemidler, som for eksempel CO_2-avgifter, som skal til for å få ulike aktører til å gjennomføre klimatiltak er det derfor nyttig å gjennomføre privatøkonomiske analyser - der man vurderer økonomien i et gitt tiltak for aktøren som skal gjennomføre tiltaket. Vi bruker her begrepet privatøkonomiske analyser både for analyser av tiltak som gjøres av privatpersoner og av virksomheter (bedriftsøkonomiske analyser). I tillegg er det også andre barrierer enn merkostnader som må vurderes i en virkemiddelanalyse.

Når man har kartlagt investerings- og driftskostnader for et gitt tiltak i en tiltaksanalyse kan man bruke den samme informasjonen til å gjøre en privatøkonomisk kontantstrømanalyse. Forskjellen er for det første at i den privatøkonomiske kostnaden inkluderes alle relevante skatter og avgifter som aktøren står overfor. For det andre inkluderes ikke eksterne kostnader, som for eksempel helsegevinster, som private aktører ikke nødvendigvis tar hensyn til i sine beslutninger. Samtidig har private aktører andre avkastningskrav (kalkulasjonsrenter) enn det offentlige. Vedlegg E gir en oversikt over hvilke avkastningskrav som anbefales lagt til grunn for ulike segment. Private aktører kan også ha andre tidsperspektiver. Et eksempel er varebileiere som typisk eier varebilen i 3-5 år før den selges, og som inkluderer forutsetninger om videresalg i sine analyser.

Privatøkonomisk kostnad kan beregnes som nåverdien av tiltakets merkostnader, besparelser og eventuelle forventede gevinster/økte inntekter. Regneeksempelet under viser et eksempel på en privatøkonomisk analyse av en elektrisk varebil. Siden vi regner på kostnader innebærer en positiv nåverdi av kontantstrømmen at aktøren har en merkostnad ved å gjennomføre tiltaket. Hvis nåverdien er negativ vil tiltaket lønne seg for aktøren – forutsatt at man har klart å kvantifisere alle merkostnadene tiltaket innebærer.

Elektrifisering av lett varebil - dette er et regneeksempel med "dummy"-tall

Referansekjøretøy: Volkswagen Caddy, diesel *Tiltakskjøretøy: "Modellert" elektrisk varebil med batteristørrelse 75kW*

Antagelser, per varebil i 2019 kroner

Levetid	15	år	
Omløpstid	4	år	*Første eier*
Gjennomsnittlig årlig kjørelengde, første eier	16 500	km	*Spenn: 10-50 000 km*
Innkjøpskostnad, referansekjøretøy (inkl. avgifter)	**204 200**	**kroner**	*Registreringsavgift, inkl. vrakpant (moms tilbakebetales)*
Videsalgspris (restverdi)	87 000		
Drivstofforbruk	0,62	liter/mil	
Diesel pumpepris ink. Avgifter, eks. mva (7% bio)	11,89	kr/liter	*Næringstransport - 0 MVA*
Årlige drivstoffutgifter, referansekjøretøy	**12 163**	**kroner**	
Årlige avgifter	**2 858**	**kroner**	
Årlige vedlikeholdskostnader, referansekjøretøy	**7 000**	**kroner**	
Innkjøpskostnad, tiltakskjøretøy (inkl. avgifter)	**343 400**	**kroner**	*Inkluderer 13 000 til ladepunkt+ vrakpant*
Videsalgspris (restverdi)	115 000		
Elforbruk	0,3	kWh/km	
Andelen av elforbruket fra hurtiglading	5	%	
Kraft og nettleie inkl. elavgift, eks mva.	78,4	øre/kWh	
Kostnad hurtiglading eks. mva, inkl. elavgift	240,0	øre/kWh	
Årlige drivstoffutgifter, tiltakskjøretøy	**4 281**	**kroner**	
Verdi av årlige besparelser bompenger m.m.	**4 000**	**kroner**	
Årlige vedlikeholdskostnader, tiltakskjøretøy	**4 000**	**kroner**	
Kalkulasjonsrente	**7,7**	**%**	

Kontantstrømsanalyse, for en el-varebil

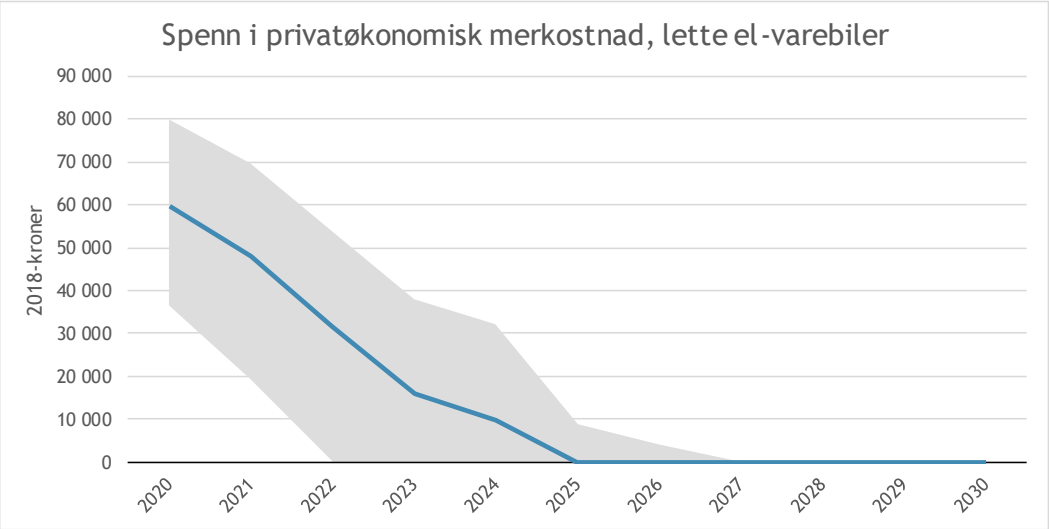
	0	**1**	**2**	**3**	**4**
Merkostnader - investering	139 200				
Merinntekt - videresalg		0	0	0	-28 000
Drivstoffbesparelser		-7 883	-7 883	-7 883	-7 883
Andre besparelseser		-9 858	-9 858	-9 858	-9 858
Kontantstrøm	139 200	-17 741	-17 741	-17 741	-45 741

Nåverdi av kontantstrømmen, mao. merkostnaden av tiltaket	**59 235**	**kroner**

Ettersom skatter og avgifter inkluderes i analysen kan man kjøre følsomhetsanalyser der man varierer avgiftsnivåene og for eksempel se på hvilken CO_2-avgift som skal til for at tiltaket blir lønnsomt.

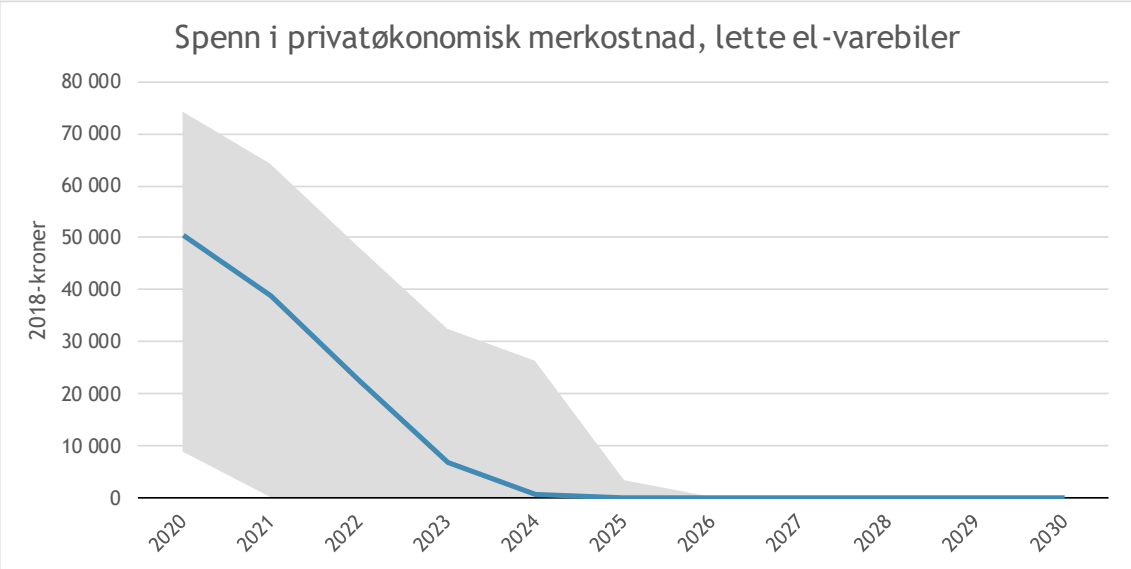
Ofte vil tiltakene som er definert være basert på antakelser som gjelder for en gjennomsnittsaktør innenfor et gitt segment – og over tid. For å kunne si noe om hvor stor andel av et tiltak en avgiftsøkning vil kunne utløse, eller hvor store avgifter som må til for å utløse hele tiltaket, må man ha mer informasjon enn gjennomsnittsbetraktninger. Der det er mulig bør man synliggjøre "spennet" i utslippssegmentet, for eksempel hvordan ulike kjørelengder påvirker merkostnaden for aktøren ved kjøp av elbil.

Figuren under illustrerer merkostnaden for lette elvarebiler. Tallene er noe utdatert, men eksempelet illustrere at spennet i merkostnad innen et segment kan være stort. Den blå streken representere gjennomsnittskjøretøyet i segmentet, mens det grå båndet viser spennet. Den nedre grensen representere en elektrisk varebil med årlig kjørelengde på 50 000 km, restverdi på 20 prosent etter 4 år, årlig bompengebesparelse på 4 000 kroner og et batteri på 90 kWh. Den øvre grensen representere en elvarebil med årlig kjørelengde på 10 000 km, restverdi på 50 prosent etter 4 år, ingen bompengebesparelse og et batteri på 75 kWh.



Figur 5. Eksempel på "spenn" i privatøkonomiske merkostnad for små elvarebiler, gitt et avkastningskrav på 7,7 prosent.

Vi har så gjort tilsvarende øvelse, men tredoblet CO_2-avgiften. Dette vil øke pumpeprisen med 2,70 kr/liter gitt dagens CO_2-avgift på 1,35 kr/liter for diesel. Som figuren under viser gjør dette elvarebilen mer konkurransedyktig – særlig for aktører med lang årlig kjørelengde.



Figur 6. Samme eksempel som over, men med en tredobling av CO_2-avgiften

Nøkkelpunkt:

- Målet med den privatøkonomiske analysen er å se tiltaket fra tiltakeiers perspektiv. Dette kan gjøres ved hjelp av en kontantstrømanalyse og at man deretter beregner nåverdien av tiltakets merkostnad - mao. ikke en kr/tonn analyse.
- Den samfunnsøkonomiske kostnaden kan justeres på følgende måte for å si noe om den privatøkonomiske kostnaden:
  - Inkludere skatter, subsidier og avgifter.
  - Om nødvendig endre analyseperioden, samt inkludere videresalgsverdi.
  - Justere kalkulasjonsrenten slik at den reflekterer det privatøkonomiske avkastningskravet for den aktøren tiltaket er rettet mot. Se vedlegg E.
  - Ekskludere eksterne nytte- og kostnadsvirkninger (støy, helseeffekter osv.).

Vedlegg A. Utslippsframskrivningene fra NB2020

Siste framskrivning av nasjonale klimagassutslipp ble presentert i Nasjonalbudsjettet 2020 (NB2020). Disse framskrivningene er en justert versjon av framskrivningene som ble presentert i Nasjonalbudsjettet 2019. Framskrivningen er basert på bruk av den makroøkonomiske modellen SNOW. I framskrivningen er SSBs befolkningsframskrivning fra juni 2018 benyttet. SNOW er for enkelte utslippskilder supplert med mer detaljerte analyser. Dette er eksempelvis for utslipp av metan fra avfallsdeponi, utslipp fra veitransport, olje- og gassutvinning og jordbruk. FIN har det formelle ansvaret for framskrivningen og Miljødirektoratet er sentral i gjennomføringen av dette arbeidet. LMD, SD, Vegdirektoratet, OED, KLD, NFD og andre departement har også vært involvert i arbeidet.

I NB2019 ble det publisert framskrivninger for klimagassene CO_2, CH_4, N_2O, SF_6, PFK og HFK samt NO_X, SO_2, NMVOC og NH_3.

Av disse blir:

- CO_2, NO_X, NMVOC, SO_2 og NH_3 laget i SNOW slik at utslippsframskrivningen er konsistent med den økonomiske framskrivningen. For alle gassene utenom SO_2 blir SNOW supplert med mer detaljerte analyser
- CH_4 og N_2O laget av Miljødirektoratet med endringsrater som for CO_2. I tillegg blir eksempelvis metan fra deponi, lystgass fra salpetersyre- og fullgjødselproduksjon, metan fra vedfyring og metan fra kysttrafikk beregnet av Miljødirektoratet
- PFK, SF_6 og HFK laget av Miljødirektoratet. PFK er samordnet med CO_2 fra produksjon av aluminium.
- OD utarbeider utslippsframskrivninger for olje- og gassutvinning som er omfattet av *Lov om petroleumsvirksomhe*t for CO_2, CH_4, NO_X og NMVOC.

I Miljødirektoratets tiltaksanalyser utredes tiltakene med utgangspunkt i norske aktiviteter som i SSBs utslippsregnskap. Regnskapet er i stor grad inndelt i tekniske utslippskilder mens i de økonomiske modellene er utslippene fordelt på økonomiske sektorer. Miljødirektoratet konverterer utslippskomponenter fra økonomiske sektorer til tekniske utslippskilder i samarbeid med Finansdepartementet.

Virkemidler og tiltak som er lagt inn i NB2020

Ved utarbeidelse av tiltak er det viktig å ha kunnskap om hvilke tiltak og virkemidler som er lagt til grunn i den relevante framskrivningen som brukes og som dermed ikke skal inngå i tiltaksutredningene. Tabellen nedenfor viser hvilke tiltak og virkemidler som er inkludert i NB2020.

Framskrivningen i NB2020 har utslippsregnskapet for 2016 som basisår. Alle tiltak og virkemidler vedtatt per tredje kvartal 2018 er inkludert i framskrivninga, men ikke alle gamle tiltak og virkemidler som er innført tidligere er tatt med i tabellen. Disse er alt inkludert i utslippstallene, og effekten av dem blir videreført i framskrivningen av klimagassutslipp. Effekten av den tredje avtalen med NO_X-fondet er ikkje eksplisitt inkludert i framskrivninga.

	Virkemiddel og tiltak i referansebanen
Aktivitetsendring	• Me manglar opplysning om aktivitetsendring for mange sektorar
Effektivisering	• Det er generelt lagt inn 1 % effektivisering for mange av sektorane. Denne faktoren kan brukast som norm for teknologiforbetringane/ energieffektivisering som er lagt inn i framskrivninga. • Effektiviseringa gjeld for alle kjelder med unntak for vegtrafikk, olje- og gassutvinning, skipsfart og fiske og jordbruk som har eigne effektiviseringsfaktorar.
Vegtrafikk	
• **Personbilar**	• Eingongsavgifta på personbilar frå 1.1.07 og seinare skjerping • Salet av personbilar med elektrisk framdriftsmotor 75 % av samla sal av personbilar i 2030. Andel av nybilsalet er 45 % i 2019, 50 % i 2020 og deretter lineær auke til 75 % i 2030.
• **Varebilar**	• Salet av varebilar med elektrisk framdriftsmotor er i 2020 og 2030 respektive 12,5 og 37,5 % av samla sal av varebilar.
• **Avgasskrav alle bilar**	• Alle avgasskrav fram til og med euroklasse 6. Det betyr at i framskrivninga vil det aller meste av trafikkarbeidet i 2030 bli utført med bilar som tilfredsstiller euroklasse 6.
• **Biodrivstoff til vegtrafikk**	• Fra 2020 er innblanding 16 volumprosent av alt drivstoff til vegtrafikk.
Varme- og kraftvarmeverk	• Mongstad er lagt ned frå 1.1.2019
Energibruk	
• **Generelt**	• Økonomiske stønadsordningar for å effektivisera bruken av energi og auka bruk av fornybar energi. Det er lagt inn meir effektiv bruk av energi i framskrivninga. Det betyr at effekten av økonomiske stønadsordningar indirekte kan vera inkludert i framskrivninga gjennom redusert vekst i klimagassutsleppa frå energiproduksjon og –forbruk.

	Virkemiddel og tiltak i referansebanen
• **Bustader** • **Tenesteytande næringar**	• Det er lagt inn forbod mot oljefyring i hushalda frå 2020. • Oljefyring som grunnlast og spisslast i tenesteytande næringar blir fasa ut frå 2020. • Frå 2025 blir forbodet utvida til oppvarming i driftsbygg i jordbruket. Det vil framleis vera mulig å bruka gass. Så er det gått ut frå at det kan bli gitt dispensasjon mot forbodet dersom omsynet til forsyningstryggleiken skulle tilseia det.
Olje- og gassutvinning	• RNB2018 for CO_2, NO_X, NMVOC og CH_4 er lagt til grunn for framskrivninga • For olje- og gassutvinning er vår opplysning frå OD at det er lagt inn årleg energieffektivisering på 1 %.
Traktorar og motorreiskapar, diesel	• Innførte avgasskrav er inkludert i framskrivninga.
Industri	
• **Kraftkrevjande industri**	Forbruket av elektrisitet i kraftkrevende industri er anslått å øke noe.
• **Salpetersyreproduksjon – utslepp av N_2O**	• Utslepp per tonn produsert salpetersyre er lagt inn med effektivisering på 0,2 % per år frå 2016 på det som per i dag er kvotepliktige utslepp.
• **Aluminiumproduksjon**	• Produksjon: gjennomsnittleg produksjonsvekst på om lag 1 % p.a. fram mot 2030. CO_2 – utsleppa følgjer produksjonen. Effektivisering er lagt inn for elforbruk. • PFK: utslepp per produsert tonn Al som i 2017 for kvart verk
Jordbruk – CH_4 og N_2O	• Framskrivninga er basert på vilkår gitt LMD utarbeidd av Nibio
Metan frå avfallsdeponi	• Forbodet mot å deponera avfall frå 1.7.2009 er inkludert i framskrivninga. Det er i framskrivninga deponering av svært små mengder av slam, mat og papir. • Deponeringa er satt lik 2016 i heile framskrivninga. Uttaket er sett til 15 % av produsert metan.

Vedlegg B. Faktorer for beregning av utslippseffekt

Faktorer for oppvarmingspotensialet for klimagasser

Klimagasser har veldig ulik oppvarmingseffekt og levetiden i atmosfæren varierer fra noen få år til flere titusener av år. Måleenheten som kalles globalt oppvarmingspotensial (Global Warming Potential, GWP) brukes for å kunne sammenligne klimagassenes oppvarmingseffekt. GWP angir akkumulert oppvarmingseffekt i forhold til CO_2 over et valgt tidsrom.

Beregning av klimaeffekt av et tiltak gjøres ved å multiplisere utslippsreduksjoner av ulike klimagasser i tonn med en faktor som angir klimaeffekten av den aktuelle komponenten relativt til klimaeffekten av ett tonn utslipp av CO_2. Resultatet er såkalte CO_2-ekvivalente utslipp som kan sammenlignes og summeres.

Retningslinjene som Norge bruker for utslippsregnskapet under Klimakonvensjonen og Kyotoprotokollen ble oppdatert i 2014. Disse retningslinjene bruker GWP-faktorer for en 100-årsperiode (GWP-100 verdier) fra FNs klimapanels (IPCC) fjerde hovedrapport. GWP-100 verdier for de mest relevante gassene for det norske utslippsregnskapet og framskrivningene er:

CO2	1
CH4	25
N2O	298
HFK-152a	124
HFK-227ea	3220
HFK-134	1100
HFK-134a	1430
HFK-143	353
HFK-143a	4470
SF6	22800
CF4	7390
C2F6	12200
C3F8	8830
HFK-23	14800
HFK-32	675
HFK-125	3500

For en fullstendig liste, se Annex III i beslutning 24/CP.19.[137] GWP-100 faktorene over gjelder inntil 2023/2024, da landene for sin rapportering under Parisavtalen skal bruke GWP-100 faktorer fra IPCCs femte hovedrapport.

Indirekte utslipp av CO2 fra enkelte utslippskilder

Alle utslipp av karbon fra fossile kilder skal inkluderes i et nasjonalt utslippsregnskap. Når metan (CH_4) og NMVOC (alle flyktige organiske forbindelser med unntak av metan) oksiderer i atmosfæren, dannes blant annet CO_2. Dette kalles indirekte CO_2-utslipp. Det fossile karbonet i energivarer som forbrennes tar med indirekte CO_2 gjennom utslippsfaktorene. Men indirekte CO_2 fra andre kilder enn forbrenning fra fossil CH_4 og NMVOC inkluderes separat, basert på gjennomsnittlig karboninnhold.

I det norske utslippsregnskapet beregnes det per i dag indirekte CO_2 fra utslipp av CH_4 og NMVOC som ikke skyldes forbrenning fra følgende utslippskilder:

[137] http://unfccc.int/resource/docs/2013/cop19/eng/10a03.pdf

- Kullutvinning på Svalbard
- Oljelasting off shore og på land
- Prosessutslipp fra raffineri
- Bensindistribusjon
- Prosessutslipp, gassterminaler
- Kaldventilering og diffuse utslipp fra olje- og gassutvinning
- Produksjon av silisiumkarbid
- Petrokjemisk produksjon (Methanol, Ethylene og Ethylene Dichloride and Vinyl Chloride Monomer)
- Produksjon av ferrolegeringer
- Løsemidler

Utslippsfaktorene som brukes er:

- 2,75 kg CO_2/kg CH4.
- 2,2 kg CO_2/kg NMVOC (for alle kilder unntatt oljelasting off shore).
- 3,0 kg CO_2/kg NMVOC for oljelasting off shore.

Dette innebærer at tiltak innenfor utslippskildene over som reduserer utslipp av CH_4 og NMVOC skal beregne en utslippsreduksjon av indirekte CO_2.

Vedlegg C. Energipriser med mer

Energipriser brukt i Klimakur 2030

Energi er en viktig komponent i de fleste klimatiltak og for å sikre mest mulig konsistens på tvers av tiltak er det viktig at man i størst mulig grad legger de samme prisene til grunn.

I rundskriv R-109/14 fra Finansdepartementet anbefales det å benytte markedspriser der disse er tilgjengelig og at disse som hovedregel bør holdes uendret gjennom analyseperioden. For energivarer der det ikke eksisterer veletablerte markeder er det ofte nødvendig å benytte samtaler med industrien, eller litteraturstudier for å få fram anslag.

Det er her valgt å benytte faste priser gjennom analyseperioden for de fleste energibærerne. Dagens avgifter er lagt til grunn gjennom hele perioden. Kraftprisene er basert på NVEs årlige kraftmarkedsanalyser. Disse inkluderer forventinger om reelle prisendringer som skyldes EUs kvotemarked, nye utenlandskabler og forventet kraftoverskudd i Norden. For energibærere hvor markedet fortsatt er umodent, for eksempel avansert biodrivstoff er anslagene basert på analyser fra eksterne analysemiljøer.

For de fleste tiltak bør man kjøre følsomhetsanalyser med ulike energipriser. For analyser hvor det ikke eksisterer tilstrekkelig informasjon om sannsynlige prisvariasjoner kan det være hensiktsmessig å benytte en regelbasert tilnærming for følsomhetsanalysene, for eksempel +/-30 prosent, jamfør anbefalingen i DFØ-veilederen om samfunnsøkonomiske analyser (DFØ 2018).

Omsetningskravet for biodrivstoff i veitransport gjør at pumpepriser for bensin og diesel også påvirkes av prisene på flytende biodrivstoff. I 2018 var omsetningskravet på 10 prosent, med et delkrav for avansert biodrivstoff på 1,75 prosent. Dobbeltelling av avansert biodrivstoff gjør at 1,75 prosent avansert teller som 3,5 prosent, og derfor var 6,5 prosent konvensjonelt biodrivstoff nok til å oppfylle omsetningskravet. Fra 1. januar 2019 økte omsetningskravet til 12 prosent, med et delkrav for avansert biodrivstoff på 2,25 prosent.[138]

I 2020 økes omsetningskravet til 20 prosent, med et delkrav for avansert biodrivstoff på 4 prosent. Dersom omsetningskravet oppfylles med minimum andel avansert biodrivstoff blir den reelle innblandingsprosent på 16 prosent. Hvordan kravet vil bli oppfylt vil avhenge av tilgjengelighet av ulike typer biodrivstoff og prisforskjellen mellom konvensjonelt og avansert biodrivstoff. I 2018 var innblandingen av avansert biodrivstoff 5 prosent.

[138] https://lovdata.no/dokument/LTI/forskrift/2018-05-03-672

For å sikre konsistens mot referansebanen er det lagt til grunn at omsetningskravet oppfylles med minimum andel avansert biodrivstoff, ref. delkravet på 4 prosent. Da blir den reelle innblandingsprosent på 16 prosent. På grunn av tekniske begrensninger har vi antatt at innblandingen av biodrivstoff er høyere i autodiesel enn i bensin.

Tabell 1, tabell 2 og tabell 3 viser energiprisene som bør legges til grunn ved beregning av kostnader for klimatiltak i forbindelse med arbeidet med Klimakur 2030. I alle tabellene er merverdiavgiften vist separat. For de fleste tiltak der man gjør privatøkonomiske analyser vil denne avgiften ikke være relevant. Se avsnitt om merverdiavgift lenger ned i dette vedlegget.

Tabell 1 under viser hvilke energipriser som bør legges til grunn for fossile drivstoff. Omsetningskravet gjør som beskrevet over at pumpepriser for bensin og diesel også er en funksjon av prisene på biodrivstoff. Grunnen til at pumpeprisen på diesel øker mer enn bensin, er antakelse om høyere innblanding i diesel og at det er antatt at prisene følger innblandingen. Prisene på fossilt drivstoff er holdt flatt på samme nivå som i 2019 gjennom analyseperioden. For biodrivstoff er det imidlertid antatt reelle prisendringer (se tabell 2). Dette gjør at *pumpeprisene* for bensin og diesel vil variere gjennom analyseperioden.

Følgende kilder er benyttet i Tabell 1:

- Flytende biodrivstoff: basert på analyse av ArgusMedia
- Fossil bensin og diesel: Drivkraft Norge, gjennomsnittstall fra 01.04.2018-31.03.2019. Pumpeprisene er inkludert et beregnet påslag.
- Anleggsdiesel: Gjennomsnittstall for 2018, inflasjonsjustert med 3 %. Kilde: https://m.circlek.no/no_NO/pg1334077141831/business/milesDrivstoffbedrift/Priser/HistoriskepriserDiesellevert.html
- Fyringsolje: Pris for bedriftsmarkedet, fyringsolje standard, Circle K. Gjennomsnittstall for desember 2018.
- Veibruksavgift: https://www.skatteetaten.no/satser/veibruksavgift/
- CO_2-avgift: https://www.skatteetaten.no/satser/saravgift---mineralske-produkter/
- NOx-avgift: https://www.skatteetaten.no/satser/saravgift---nox/
- Grunnavgift: https://www.skatteetaten.no/bedrift-og-organisasjon/avgifter/saravgifter/om/mineralske-produkter
- Generelt om avgifter: https://www.regjeringen.no/no/tema/okonomi-og-budsjett/skatter-og-avgifter/avgiftssatser-2019/id2614443/

Tabell 1: Energipriser - fossile energivarer

Alle tall i kroner/liter	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Pumpepris bensin, uten avgifter	**5,99**	**5,95**	**5,96**	**5,96**	**5,96**	**5,96**	**5,97**	**5,97**	**5,97**	**5,98**	**5,98**	**5,98**
Veibruksavgift	5,25	5,25	5,25	5,25	5,25	5,25	5,25	5,25	5,25	5,25	5,25	5,25
CO_2-avgift (justert for bioandel)	1,07	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11
Merverdiavgift	3,08	3,08	3,08	3,08	3,08	3,08	3,08	3,08	3,08	3,08	3,09	3,09
Pumpepris bensin, med avgifter	**15,39**	**15,39**	**15,40**	**15,40**	**15,40**	**15,41**	**15,41**	**15,42**	**15,42**	**15,42**	**15,43**	**15,43**
Pumpepris diesel, uten avgifter	**6,79**	**6,82**	**6,84**	**6,86**	**6,88**	**6,93**	**6,96**	**6,99**	**7,02**	**7,04**	**7,06**	**7,08**
Veibruksavgift	3,81	3,81	3,81	3,81	3,81	3,81	3,81	3,81	3,81	3,81	3,81	3,81
CO_2-avgift (justert for bioandel)	1,08	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07
Merverdiavgift	2,92	2,92	2,93	2,94	2,94	2,95	2,96	2,97	2,97	2,98	2,98	2,99
Pumpepris diesel, med avgifter	**14,60**	**14,62**	**14,65**	**14,68**	**14,70**	**14,76**	**14,79**	**14,83**	**14,87**	**14,89**	**14,92**	**14,95**
Fossil bensin i pumpepris, uten avgifter	**5,88**	**5,88**	**5,88**	**5,88**	**5,88**	**5,88**	**5,88**	**5,88**	**5,88**	**5,88**	**5,88**	**5,88**
Fossil autodisesel i pumpepris, uten avgifter	**6,33**	**6,33**	**6,33**	**6,33**	**6,33**	**6,33**	**6,33**	**6,33**	**6,33**	**6,33**	**6,33**	**6,33**
Anleggsdiesel, uten avgifter *	**5,12**	**5,12**	**5,12**	**5,12**	**5,12**	**5,12**	**5,12**	**5,12**	**5,12**	**5,12**	**5,12**	**5,12**
Grunnavgift	1,65	1,65	1,65	1,65	1,65	1,65	1,65	1,65	1,65	1,65	1,65	1,65
CO_2-avgift	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35
Merverdiavgift	2,03	2,03	2,03	2,03	2,03	2,03	2,03	2,03	2,03	2,03	2,03	2,03
Anleggsdiesel, med avgifter	**10,16**	**10,16**	**10,16**	**10,16**	**10,16**	**10,16**	**10,16**	**10,16**	**10,16**	**10,16**	**10,16**	**10,16**
Fyringsolje, uten avgifter	**5,44**	**5,44**	**5,44**	**5,44**	**5,44**	**5,44**	**5,44**	**5,44**	**5,44**	**5,44**	**5,44**	**5,44**
Grunnavgift	1,65	1,65	1,65	1,65	1,65	1,65	1,65	1,65	1,65	1,65	1,65	1,65
CO_2-avgift	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35
Merverdiavgift	2,11	2,11	2,11	2,11	2,11	2,11	2,11	2,11	2,11	2,11	2,11	2,11
Fyringsolje, med avgifter	**10,55**	**10,55**	**10,55**	**10,55**	**10,55**	**10,55**	**10,55**	**10,55**	**10,55**	**10,55**	**10,55**	**10,55**
Marin gassolje, MGO, uten avgifter (kr/liter)	**4,48**	**4,48**	**4,48**	**4,48**	**4,48**	**4,48**	**4,48**	**4,48**	**4,48**	**4,48**	**4,48**	**4,48**
CO2-avgift	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35
Grunnavgift (refusjon fiskeflåten)	1,65	1,65	1,65	1,65	1,65	1,65	1,65	1,65	1,65	1,65	1,65	1,65
Merverdiavgift	1,87	1,87	1,87	1,87	1,87	1,87	1,87	1,87	1,87	1,87	1,87	1,87
Marin gassolje, MGO med avgifter (kr/tonn)	**9,35**	**9,35**	**9,35**	**9,35**	**9,35**	**9,35**	**9,35**	**9,35**	**9,35**	**9,35**	**9,35**	**9,35**

* Prisforskjellen mellom fossil autodiesel i pumpepris uten avgifter og anleggsdiesel uten avgifter skyldes ulike datakilder og metodikk, samt reelle prisforskjeller på levert/distribuert produkt.

Tabell 2 på neste side viser hvilke energipriser som bør legges til grunn for ulike biodrivstoff. Følgende kilder er benyttet i tabell 2:

- Flytende biodrivstoff, ekskludert biofyringsolje: basert på analyse av ArgusMedia
- Biofyringsolje: Gjennomsnittstall for 2018, inflasjonsjustert med 3 %. https://m.circlek.no/no_NO/pg1334073964793/pg1334077141995/business/Bedrift_Bulk/FyringsoljerogParafin/Historiskepriserfyringsoljeogparafinbedrift.html

Tabell 2: Biodrivstoffpriser (alle priser, unntatt biofyringsolje, er basert på analyse fra ArgusMedia og bearbeidet av Miljødirektoratet)

Alle tall i kroner/liter	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**	**2024**	**2025**	**2026**	**2027**	**2028**	**2029**	**2030**
Konvensjonell FAME, uten avgifter	**7,10**	**7,18**	**7,27**	**7,36**	**7,45**	**7,62**	**7,79**	**7,97**	**8,14**	**8,31**	**8,49**	**8,66**
Veibruksavgift (utover omsetningskravet)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Veibruksavgift (innenfor omsetningskravet)	3,81	3,81	3,81	3,81	3,81	3,81	3,81	3,81	3,81	3,81	3,81	3,81
Merverdiavgift	2,73	2,75	2,77	2,79	2,81	2,86	2,90	2,94	2,99	3,03	3,07	3,12
Avansert FAME (UCOME), uten avgifter	**8,54**	**8,65**	**8,79**	**8,92**	**9,04**	**9,31**	**9,53**	**9,75**	**9,97**	**10,18**	**10,38**	**10,58**
Veibruksavgift (utover omsetningskravet)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Veibruksavgift (innenfor omsetningskravet)	3,81	3,81	3,81	3,81	3,81	3,81	3,81	3,81	3,81	3,81	3,81	3,81
Merverdiavgift	3,09	3,11	3,15	3,18	3,21	3,28	3,33	3,39	3,45	3,50	3,55	3,60
Konvensjonell HVO, uten avgifter	**8,62**	**8,66**	**8,78**	**8,88**	**8,95**	**9,14**	**9,24**	**9,35**	**9,45**	**9,52**	**9,57**	**9,64**
Veibruksavgift (utover omsetningskravet)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Veibruksavgift (innenfor omsetningskravet)	3,81	3,81	3,81	3,81	3,81	3,81	3,81	3,81	3,81	3,81	3,81	3,81
Merverdiavgift	3,11	3,12	3,15	3,17	3,19	3,24	3,26	3,29	3,32	3,33	3,35	3,36
Avansert HVO, del B, uten avgifter	**10,17**	**10,23**	**10,41**	**10,56**	**10,67**	**10,95**	**11,10**	**11,26**	**11,42**	**11,51**	**11,60**	**11,69**
Veibruksavgift (utover omsetningskravet)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Veibruksavgift (innenfor omsetningskravet)	3,81	3,81	3,81	3,81	3,81	3,81	3,81	3,81	3,81	3,81	3,81	3,81
Merverdiavgift	3,50	3,51	3,55	3,59	3,62	3,69	3,73	3,77	3,81	3,83	3,85	3,88
Avansert HVO, del A, uten avgifter	**11,72**	**11,80**	**12,03**	**12,24**	**12,38**	**12,76**	**12,96**	**13,17**	**13,38**	**13,51**	**13,62**	**13,75**
Veibruksavgift (utover omsetningskravet)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Veibruksavgift (innenfor omsetningskravet)	3,81	3,81	3,81	3,81	3,81	3,81	3,81	3,81	3,81	3,81	3,81	3,81
Merverdiavgift	3,88	3,90	3,96	4,01	4,05	4,14	4,19	4,24	4,30	4,33	4,36	4,39
Konvensjonell bioetanol, uten avgifter	**6,62**	**6,63**	**6,68**	**6,68**	**6,73**	**6,78**	**6,78**	**6,83**	**6,88**	**6,90**	**6,93**	**6,97**
Veibruksavgift (utover omsetningskravet)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Veibruksavgift (innenfor omsetningskravet)	5,25	5,25	5,25	5,25	5,25	5,25	5,25	5,25	5,25	5,25	5,25	5,25
Merverdiavgift	2,97	2,97	2,98	2,98	2,99	3,01	3,01	3,02	3,03	3,04	3,04	3,05
Avansert bioetanol, del A, uten avgifter	**8,50**	**8,54**	**8,65**	**8,72**	**8,81**	**8,97**	**9,04**	**9,15**	**9,26**	**9,32**	**9,39**	**9,47**
Veibruksavgift (utover omsetningskravet)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Veibruksavgift (innenfor omsetningskravet)	5,25	5,25	5,25	5,25	5,25	5,25	5,25	5,25	5,25	5,25	5,25	5,25
Merverdiavgift	3,44	3,45	3,48	3,49	3,52	3,56	3,57	3,60	3,63	3,64	3,66	3,68
Biofyringsolje, uten avgifter	**9,13**	**9,31**	**9,50**	**9,69**	**9,88**	**10,08**	**10,28**	**10,49**	**10,70**	**10,91**	**11,13**	**11,35**
CO_2-avgift	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Merverdiavgift	2,28	2,33	2,37	2,42	2,47	2,52	2,57	2,62	2,67	2,73	2,78	2,84
Biofyringsolje, med avgifter	**11,41**	**11,64**	**11,87**	**12,11**	**12,35**	**12,60**	**12,85**	**13,11**	**13,37**	**13,64**	**13,91**	**14,19**

Tabell 3 under gir en oversikt over andre energipriser. Følgende kilder er benyttet i tabell 3:

- MGO: DNV GL. Gjennomsnittlige Rotterdampriser frå 1. juni 2018- 31. mai 2019 + påslag for frakt
- Biogass og flytende naturgass: Intervjuundersøkelse med norske aktører
- Naturgass, komprimert: 2019-pris, Gasnor. https://gasnor.no/bolig/priserbetingelser/.
- Hydrogen: IFE
- Biopellets: Energirapporten 24/2019. Supplering: Norsk Bioenergiforenings *Pris og salgsstatistikk for pellets i Norge* (2017):
    - Bulk fra 20,8 - 41,3 øre/kWh; Storsekk fra 34,8 - 45 øre/kWh; Småsekk fra 31,3 - 52,1 øre/kWh
- Fjernvarme: SSB: https://www.ssb.no/energi-og-industri/statistikker/fjernvarme (Tabell 2). Andre priser for industri m.m.

Tabell 3: Andre energipriser

	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Naturgass komprimert, uten avgifter (kr/Sm^3)	**3,38**	**3,38**	**3,38**	**3,38**	**3,38**	**3,38**	**3,38**	**3,38**	**3,38**	**3,38**	**3,38**	**3,38**
CO_2-avgift	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
Merverdiavgift	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
Naturgass komprimert, med avgifter (kr/Sm^3)	**5,50**	**5,50**	**5,50**	**5,50**	**5,50**	**5,50**	**5,50**	**5,50**	**5,50**	**5,50**	**5,50**	**5,50**
Naturgass flytende (LNG), uten avgifter (kr/Sm^3)	**4,36**	**4,36**	**4,36**	**4,36**	**4,36**	**4,36**	**4,36**	**4,36**	**4,36**	**4,36**	**4,36**	**4,36**
CO_2-avgift	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
Merverdiavgift	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35
Naturgass flytende, med avgifter (kr/Sm^3)	**6,73**	**6,73**	**6,73**	**6,73**	**6,73**	**6,73**	**6,73**	**6,73**	**6,73**	**6,73**	**6,73**	**6,73**
Biogass komprimert, uten avgifter (kr/Sm^3)	**8,75**	**8,89**	**9,03**	**9,17**	**9,32**	**9,47**	**9,62**	**9,77**	**9,93**	**10,09**	**10,25**	**10,41**
Merverdiavgift	2,19	2,22	2,26	2,29	2,33	2,37	2,40	2,44	2,48	2,52	2,56	2,60
Biogass, med avgifter (kr/Sm^3)	**10,94**	**11,11**	**11,29**	**11,47**	**11,65**	**11,84**	**12,02**	**12,21**	**12,41**	**12,61**	**12,81**	**13,01**
Biogass flytende, uten avgifter (kr/Sm^3)	**9,94**	**10,10**	**10,26**	**10,42**	**10,59**	**10,76**	**10,93**	**11,10**	**11,28**	**11,46**	**11,64**	**11,82**
Merverdiavgift	2,49	2,52	2,56	2,61	2,65	2,69	2,73	2,78	2,82	2,86	2,91	2,96
Biogass flytende, med avgifter (kr/Sm^3)	**12,43**	**12,62**	**12,82**	**13,03**	**13,23**	**13,44**	**13,66**	**13,88**	**14,10**	**14,32**	**14,55**	**14,78**
Hydrogen, 350 bar, uten avgifter (kr/kg)	**52,00**	**51,27**	**50,55**	**49,82**	**49,09**	**48,36**	**47,64**	**46,91**	**46,18**	**45,45**	**44,73**	**44,00**
Merverdiavgift	13,00	12,82	12,64	12,45	12,27	12,09	11,91	11,73	11,55	11,36	11,18	11,00
Hydrogen, med avgifter (kr/kg)	**65,00**	**64,09**	**63,18**	**62,27**	**61,36**	**60,45**	**59,55**	**58,64**	**57,73**	**56,82**	**55,91**	**55,00**
Biopellets, uten avgifter (øre/kWh)	**37,20**	**37,20**	**37,20**	**37,20**	**37,20**	**37,20**	**37,20**	**37,20**	**37,20**	**37,20**	**37,20**	**37,20**
Merverdiavgift	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30
Biopellets, med avgifter (øre/kWh)	**46,50**	**46,50**	**46,50**	**46,50**	**46,50**	**46,50**	**46,50**	**46,50**	**46,50**	**46,50**	**46,50**	**46,50**
Fjernvarme, uten avgifter (øre/kWh)	**68,90**	**68,90**	**68,90**	**68,90**	**68,90**	**68,90**	**68,90**	**68,90**	**68,90**	**68,90**	**68,90**	**68,90**
Merverdiavgift	17,23	17,23	17,23	17,23	17,23	17,23	17,23	17,23	17,23	17,23	17,23	17,23
Fjernvarme, med avgifter (øre/kWh)	**86,13**	**86,13**	**86,13**	**86,13**	**86,13**	**86,13**	**86,13**	**86,13**	**86,13**	**86,13**	**86,13**	**86,13**

Omregningsfaktorer for pris per energiinnhold

Energibærer	Omregningsfaktor	Enhet	Kilde
Naturgass flytende (LNG)	0,1362	Sm^3/kWh	miljokommune.no (energiinnhold)
Biofyringsolje	0,1163	liter/kWh	miljokommune.no (energiinnhold)
Hydrogen	0,0300	kg/kWh	idealhy.eu og hypertextbook.com (begge energiinnhold)

Kraftpriser og nettleie

Kraftpriser og nettleie inngår ofte i samfunnsøkonomiske analyser på energiområdet. Nettleien bør i teorien reflektere kostnaden ved å vedlikeholde og forbedre nettkapasiteten og bør dermed inkluderes i beregninger av tiltak som medfører endret strømbruk. Siden nettleie inkluderes i analysen bør ikke ekstra kostnader for utbygging av nettet inkluderes, da dette vil medføre dobbeltelling.

NVE har laget framskrivning av kraftpris til 2030. For nettleie har NVE laget framskrivning til 2025. Utvikling i nettleie etter 2025 er en forlenging av utvikling før 2025, men med antagelse om noe lavere investeringstakt i kraftnettet og dermed økning i nettleie etter 2025. Det er en slik utvikling nettselskapene ser for seg i dag. Utvikling i skatter og avgifter på elektrisk kraft har NVE ingen formening om og har derfor i Klimakur 2030 valgt å forlenge nivåene fra 2018/2019 til 2030. Det vi si en elavgift på 16 øre/kWh.

Tabell 1: Kraftpriser (2019-kroner)

Alle tall i øre/kWh	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Kraftpris eks. skatter og avgifter *	34,40	33,30	**40,00**	41,00	42,00	**43,00**	41,80	40,60	39,40	38,20	**37,00**
Kraftpris inkl. MVA	43,00	41,63	50,00	51,25	52,50	53,75	52,25	50,75	49,25	47,75	46,25
Nettleie uten skatter og avgifter (gjennomsnitt)	**32,00**	33,20	34,40	35,60	36,80	**38,00**	38,40	38,80	39,20	39,60	**40,00**
Elavgift	15,83	15,83	15,83	15,83	15,83	15,83	15,83	15,83	15,83	15,83	15,83
Nettleie inkl. skatter og avgifter**	**59,10**	60,30	61,50	62,70	63,90	**65,10**	65,50	65,90	66,30	66,70	**67,10**
Kraftpris og nettleie eks. skatter og avgifter	**66,40**	**66,50**	**74,40**	**76,60**	**78,80**	**81,00**	**80,20**	**79,40**	**78,60**	**77,80**	**77,00**
Kraftpris og nettleie inkl. skatter og avgifter	**102,10**	**101,93**	**111,50**	**113,95**	**116,40**	**118,85**	**117,75**	**116,65**	**115,55**	**114,45**	**113,35**

** Reelle 2019-kroner*

*** Skatter og avgifter er elavgift og MVA. Tallene summerer ikke helt fordi dette er gjennomsnitt for hele landet og enkelte områder har fritak/redusert moms og elavgift*

Ikke alle aktører betaler full elavgift. Enkelte aktører har redusert sats og for disse aktørene er elavgiften 0,5 øre/kWh i 2019. Andre er fritatt for elavgift.

Følgende aktører har redusert elavgift[139]:

- Skip i næring
- Industri, bergverk og arbeidsmarkedsbedrifter som utøver industriproduksjon
- Fjernvarmeprodusenter
- Datasentre (forutsatt uttak av mer enn 0,5MW)

Følgende aktører har ingen elavgift:

- Kraft produsert i energigjenvinningsanlegg og mikrokraftverk (mindre enn 100KvA)
- Kraft levert til bruk ved kjemisk reduksjon eller i elektrolyse, metallurgiske og mineralogiske prosesser
- Kraft som brukes i veksthusnæringen
- Kraft i tiltakssonen (kraft som selges i Finnmark og deler av Nord-Troms)
- Kraft til framdrift av skinnegående transportmiddel

[139] https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2001-12-11-1451/KAPITTEL_3-12#§3-12-1

Utslippsfaktorer og energiinnhold for ulike energibærere

Tabellen under gir en oversikt over utslipp av CO_2, og energiinnhold, per liter drivstoff for ulike energibærere. NOx og andre utslipp er avhengig av motortyper og vil være tiltaksspesifikt. Tallene er hentet fra tabell 3.2 og tabell 3.4 i dokumentasjonen av Norges utslippsrapportering, National Inventory Report 2019[140]. I tabellen nedenfor er utslippsfaktorer og energiinnhold også regnet om til kilo CO_2 per liter og kWh per liter.

Tabell 2: Utslippsfaktorer og energiinnhold, flytende drivstoff

	Utslippsfaktor, kg CO_2/kg drivstoff	**Tetthet, tonn/m^3**	**Energiinnhold, GJ/tonn**	**Utslippsfaktor, kg CO_2/liter**	**Energiinnhold, kWh/liter**
Kilde:	*NIR2019 – tabell 3.4*	*NIR2019 – tabell 3.2*	*NIR2019 – tabell 3.2*	*Omregning*	*Omregning*
Autodiesel, anleggsdiesel, fyringsolje (lett), marin gassolje	3,17	0,84	43,1	2,66	10,06
Bensin og flybensin	3,13	0,74	43,9	2,32	9,02
Biodiesel – FAME	0,15	0,88	36,8	0	9,00
Biodiesel – HVO*	0	0,78	44,1	0	9,56
Bioetanol	0	0,79	26,8	0	5,88
Biojetfuel	0	0,77**	43,1***	0	9,22
Jetfuel	3,15	0,81	43,1	2,55	9,70
LPG	3,00	0,53	46,1	1,59	6,79
Naturgass	2,69 kg CO_2/kg	0,74 kg/Sm^3	35,5 GJ/1000 Sm^3	1,99 kg/Sm^3	9,86 kWh/Sm^3
Biogass (metan)	0	0,68 kg/Sm^3	50,4tonn	0	9,52 kWh/Sm^3

**Neste, 2016. Renewable Diesel Handbook.* https://www.neste.com/sites/default/files/attachments/neste_renewable_diesel_handbook.pdf

***Neste, 2019.* https://decarbonizingaviation.com/wp-content/uploads/2019/02/brochure_what_is_rjf_2018-2.pdf

****I henhold til drivstoffstandard ASTM D7566 må biojetfuel ha minst like høyt energiinnhold som fossil jetfuel. Energiinnholdet kan være høyere, avhengig av produksjonsmetode.*

[140] Miljødirektoratet mfl. (2019). Greenhouse Gas Emissions 1990-2017. National Inventory Report. Rapport M-1271|2019.

Utslipp av NOx og PM10

Utslipp av NOx og partikler er avhengig av motortyper og vil være tiltaksspesifikt. Tabellen under viser hvilke utslippsfaktorer Miljødirektoratet bruker for nye kjøretøy. Faktorene er hentet fra utslippsmodellen HBEFA som SSB bruker til utslippsregnskapet. De gjelder EURO 6/VI-biler og er veid for norsk kjøretøypark og kjøremønster i 2017.

Tabell 3: Utslippsfaktorer NOx og PM10 – for nye kjøretøy

	Utslippsfaktor NOx, gram NOx/kg drivstoff	Utslippsfaktor NOx, gram NOx/l drivstoff	Utslippsfaktor PM10, gram PM10/kg drivstoff	Utslippsfaktor PM10, gram PM10/l drivstoff
Liten personbil, bensin[141]	0,94	0,69	0,022	0,029
Liten personbil, diesel	10,71	8,99	0,046	0,055
Stor personbil, bensin[142]	0,94	0,69	0,022	0,029
Stor personbil, diesel	10,71	8,99	0,046	0,055
Liten varebil, Euro VI, diesel[143]	3,39	2,85	0,025	0,030
Stor varebil, Euro VI, diesel[144]	3,39	2,85	0,025	0,030
Liten lastebil, Euro VI, diesel[145]	1,31	1,10	0,012	0,014
Mellomstor lastebil Euro, VI, diesel[146]	1,67	1,40	0,013	0,016
Stor lastebil/trekkvogn, Euro VI, diesel[147]	1,13	0,95	0,011	0,013
Minibuss, Euro VI, diesel				
Bybuss, Euro VI, diesel[148]	1,44	1,21	0,014	0,017
Langdistansebuss, Euro VI, diesel[149]	1,44	1,21	0,014	0,017

[141] Referansekjøretøy; Volkswagen Golf, egenvekt 1 116 kg, tohjulsdrift, motoreffekt 115 hk.
[142] Referansekjøretøy; Mazda CX-5, egenvekt ca. 1 500 kg, automatgir, tohjulsdrift, motoreffekt ca. 170 hk.
[143] Referansekjøretøy; Volkswagen Caddy, egenvekt 1 400 kg, tillatt totalvekt 2 260 kg, 100 hk, tohjulsdrift.
[144] Referansekjøretøy; Volkswagen Transporter, egenvekt 1 900 kg, tillatt totalvekt 2 800 kg, 150 hk, firhjulsdrift.
[145] Referansekjøretøy; Mercedes-Benz Atego, singel skapbil, tillatt totalvekt 7,5 tonn, motoreffekt ca. 165 hk.
[146] Referansekjøretøy; Scania P-serie, 2-akslet, tillatt totalvekt 19 tonn, motoreffekt ca. 300 hk.
[147] Referansekjøretøy; Volvo FH trekkvogn eller lastebil med henger, 3-akslet, tillatt totalvekt 26 tonn (trekkvogn 10 tonn, 26 tonn inkl. vekt på trekkvogn med semihenger. Tillatt totalvekt henger 24 tonn), motoreffekt ca. 530 hk.
[148] Referansekjøretøy; Volvo 8900, tillatt totalvekt 19 tonn, 320 hk, 3-akslet.
[149] Referansekjøretøy; Volvo 9500, tillatt totalvekt 19 tonn, 350 hk, 2-akslet.

Merverdiavgift – regelverk og anvendelse i tiltaksanalyser

Forskjellen mellom bedriftsøkonomiske og samfunnsøkonomiske kostnader er blant annet skatter og avgifter. Hva disse er vil avhenge av hvem som utfører tiltaket. For eksempel er det andre merverdiavgiftsregler for næringsaktører enn for private. Under finner dere en kort beskrivelse av merverdiavgift-regelverket – med tanke på hva som kan være nyttig informasjon i tiltaksanalyser.

Merverdiavgiften (mva.) reguleres i *Lov om merverdiavgift*[150], og skal betales av foretak som ikke er registrert i mva.-registeret og av forbrukere (privatpersoner). Dette innebærer at bedrifter vanligvis får fradrag for merverdiavgiften. Privatpersoner skal imidlertid betale mva. på nesten alle varer og tjenester.

Næringsdrivende

Kriteriet for å registrere et foretak i mva.-registeret er omsetning på 50 000 kroner eller mer i løpet av de siste 12 mnd. Når foretaket er registrert i registeret har de rett til fradrag for mva. som påløper ved kjøp av varer og tjenester til bruk i virksomheten. Dette innebærer at de betaler mva. når de kjøper varer og tjenester, men at de får fradrag for disse utleggene. De fleste foretak vi vurderer i tiltaksanalyser vil ha stor nok omsetning til å være registrert i mva.-registeret, og mva. vil derfor vanligvis ikke være en kostnad i bedriftsøkonomiske analyser.

Dersom analysen særlig berører foretak med svært liten omsetning kan det være aktuelt å inkludere mva. som kostnad.

Forbrukere (privatpersoner)

For forbrukere skal mva. som hovedregel regnes som en kostnad på kjøp av alle varer og tjenester. Det finnes likevel enkelte varer og tjenester som er fritatt. *Lov om merverdiavgift*[151] kapittel 6 gir oversikt over hvilke produkter det gjelder

Satser

Oppdaterte satser for merverdiavgift finnes på Skatteetatens nettsider[152]. For 2019 er satsene:

Generell sats	25 %
Næringsmidler	15 %
Persontransport, kinobilletter, utleie av rom*	12 %

* Persontransport, overnatting, allmennkringkasting samt adgang til kino, idrettsarrangementer, fornøyelsesparker og opplevelsessentre.

[150] https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2009-06-19-58/
[151] https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2009-06-19-58/
[152] https://www.skatteetaten.no/satser/merverdiavgift/

Andre antagelser

Dollarkurs

Her bruker vi i 2019-analyser årsgjennomsnittet av daglige data for perioden 1. juni 2018 – 31. mai 2019[153].

Dette innebærer en kurs på 8,43 kroner/dollar.

Eurokurs

Her bruker vi i 2019-analyser årsgjennomsnittet av daglige for perioden 1. juni 2018 – 31. mai 2019[154].

Dette innebærer en kurs på 9,64 kroner/euro.

Konsumprisindeks for omregning til 2019-kroner

I Klimakur 2030 skal vi benytte 2019-kroner. For omregning til 2019-kroner brukes indeksen under. For perioden 2000-2018 er indeksen hentet fra SSB. For 2019 er anslaget for KPI i Nasjonalbudsjettet 2020 benyttet.

[153] https://www.norges-bank.no/Statistikk/Valutakurser/valuta/USD

[154] https://www.norges-bank.no/tema/Statistikk/valutakurser/?id=EUR

År	Årsgjennomsnitt KPI
2019	110,9
2018	108,4
2017	105,5
2016	103,6
2015	100
2014	97,9
2013	95,9
2012	93,9
2011	93,3
2010	92,1
2009	89,9
2008	88
2007	84,8
2006	84,2
2005	82,3
2004	81
2003	80,7
2002	78,7
2001	77,7
2000	75,5

Vedlegg D. Verdsettingsfaktorer for beregning av helseeffekter

Verdsetting av luftforurensningskomponenter

Utslipp av luftforurensningskomponenter som svevestøv/partikler (PM) og nitrogenoksider (NO_x) kan påvirke befolkningens helse ved å føre til utvikling av sykdom, forverre sykdom og forkortet levetid. I DFØ sin veileder anbefales det at avgifter som reflekterer de eksterne kostnadene, herunder helsegevinstene (for eksempel veibruksavgiften for drivstoff), bør inkluderes for å verdsette disse effektene. Her anbefaler Miljødirektoratet å avvike ifra veilederen og isteden bruke eksisterende verdsettingsfaktorer for å prise eksterne virkninger der disse er tilgjengelig. Dette for å skille tydelig ut hva helsegevinstene er og fordi vi mener verdsettingsfaktorer ofte bedre reflekterer faktisk skadekostnad, siden avgifter er politisk bestemt eller har delvis fiskale motivasjoner. Verdsettingsfaktorer er også hyppig brukt av andre etater og institusjoner som Statens Vegvesen og Transportøkonomisk institutt.

Verdsettingsfaktorene som benyttes i tiltaksanalyser bør hentes fra den siste utgaven av håndboken om konsekvensanalyser fra Statens Vegvesen. Verdsettingsfaktorene for utslipp av NOx og PM_{10} fra siste oppdaterte håndbok – Håndbok V712 (Statens Vegvesen, 2018) – er følgende[155]:

Tabell 5-37 Anbefalte enhetsverdier for skadekostnader av svevestøv forurensning (kr/kg utslipp, 2016-kr).

Skadekostnad, kr per person eksponert i rød sone for PM_{10}
15 090

Tabell 5-38 Anbefalte enhetsverdier for skadekostnader av svevestøv forurensning (kr/kg utslipp, 2016-kr).

Skadekostnad, kr per kg PM_{10}-utslipp			
Oslo og Trondheim	Bergen	Andre større byer	Tettsteder med mer enn 15 000 innbyggere
4610	3430	1940	520

Tabell 5-36 Anbefalte enhetsverdier for skadekostnader av luftforurensning (NOx i kr/kg utslipp, 2016kr) (TØI 1053D/2010).

Skadekostnad, kr per kg NOx-utslipp		
Storby (Oslo, Bergen, Trondheim)	Andre større byer	Alle andre områder
240	120	60

Kilde: Statens Vegvesen (2018), Håndbok V712

Verdsettingsfaktorene fanger opp de samfunnsmessige helsegevinstene knyttet til å redusere utslippene av PM_{10} og NO_x, avhengig av hvor utslippet finner sted. For PM_{10} varierer verdsettingsfaktorene fra 520 kroner per kilo PM i tettsteder med mer enn 15 000 innbyggere, til 4 610 kroner per kilo PM i Oslo og Trondheim. For rød sone er verdsettingsfaktoren satt til ca. 15 090 kroner per person. Rød sone er et begrep fra *Retningslinje for behandling av*

[155] Skadekostnadene i kr/kg er ikke basert på ny informasjon, men er kun en inflasjonsjustering fra forrige V712. Disse igjen er basert på VSL-beregninger, og er basert på faktorene som stammer fra LEVE-studien på 90-tallet. Inflasjonsjusteringen som ble foretatt i den nye V712 baserte seg på en annen indeks enn tidligere håndbøker – i stedet for indeks for nominell lønnsvekst ble alle faktorer som var knyttet til VSL oppdatert med indeks for BNP per innbygger, hvor basisåret for justeringen ble satt til 2009. Derfor kommer de nye faktorene for kr/kg ut ca. på samme nivå som faktorene fra forrige V712.

luftkvalitet i arealplanlegging, T-1520, som dekker områder med særlig høy luftforurensning i deler av året.

Tilsvarende varierer den konsumprisjusterte verdsettingsfaktoren for NO_x fra 60 kroner per kilo i 'andre områder' til 240 kroner per kilo i Oslo, Bergen og Trondheim.

I tiltaksanalysene må verdsettingsfaktorene ofte tilpasses basert på hvor det antas at utslippsreduksjonene finner sted. Dette kan gjøres ved å lage et vektet snitt. I (Miljødirektoratet, 2015) ble det beregnet helseeffekter av tiltak i transportsektoren som omfattet nullvekst i personbilkilomenter og overgang til el-, hydrogen- og hybridkjøretøy. Her ble det antatt at om lag 30 prosent av personbilkilometerne kjøres i de største byene. For å gi en illustrasjon på mulig helsegevinst, ble det med utgangspunkt i verdsettingsfaktorene fra tidligere versjon av Håndbok V712 lagt til grunn verdsettingsanslag på 3000 kroner per kilo PM og 100 kroner per kilo NO_x for tiltakene i transportsektoren.

Beregningen av helseeffekter av lavutslippstiltak i øvrige sektorer ble utarbeidet i rapporten *Klimatiltak mot 2030 – Klimaeffekt på kort sikt og helseeffekter* ("kort-sikt- rapporten", (Miljødirektoratet, 2015)). Også her ble verdsettingsfaktorene fra Håndbok V712 lagt til grunn. I tillegg ble en mer nylig oppdatert rapport fra Vista Analyse (Vista Analyse, 2015) benyttet for å supplere verdsettingsfaktorene fra Håndbok V712. Vista-rapporten inneholdt inflasjonsjusterte tall og oppdatert vurdering av skadekostnad ved lokal luftforurensning i by og tettbygde strøk, og omfattet verdsettingsfaktorer for utslippssegmenter utenfor transportsektoren (industri, oppvarming i husholdninger osv). I kort-sikt- rapporten ble lavutslippstiltak delt inn i fem ulike grupper som beskrevet i tabell 2-1 under. Verdien av utslippsreduksjoner av PM_{10} og NOx ble definert etter hvor befolket område det ble antatt at lavutslippstiltaket ville finne sted. For transporttiltakene ble det benyttet samme verdsettingsfaktorer som i lavutslippsrapporten og elbilrapporten, da det ikke var grunnlag for å gjøre nye vurderinger av verdsettingsfaktorene her. Verdsettingsfaktorene som ble benyttet i kort-sikt-rapporten var derfor konsistente med verdsettingsfaktorene som ble benyttet i lavutslippsrapporten og elbilrapporten.

Man bør være klar over at grunnlaget for verdsettingsfaktorene begynner å bli noe utdatert, da de baserer seg på studier om helseeffekter av luftforurensning fra 90-tallet. Det er dermed fare for at verdsettingen av disse komponentene er noe lave. Verdsettingsfaktorene er beheftet med betydelig usikkerhet, noe som bør framheves i beregninger av helsegevinster basert på disse verdsettingsfaktorene. Utreder bør her utføre følsomhetsanalyser, se avsnitt 2.6 for mer informasjon om vurdering av usikkerhet.

Tabell 2-1: Verdsettingsfaktorer for PM10 og NOx basert på antatt geografisk fordeling av utslippsreduksjoner			
Gruppe		Verdsettings-faktor PM_{10}	Verdsettings-faktor NO_x
1 - Gjennomsnittlig verdsettingsfaktor transporttiltak i lavutslippsrapporten	I denne gruppa ligger de transporttiltakene det ble beregnet helsegevinst av i lavutslippsrapporten, samt biodrivstofftiltak i veitransport og andre mobile kilder.	3000 kr/kg	100 kr/kg
2 - Andre områder	I denne gruppa ligger tiltak der utslippsreduksjonene er vurdert å komme hovedsakelig i områder med spredt bebyggelse eller i områder uten bebyggelse (som tiltak offshore i petroleumssektoren og luftfartssektoren).	0 kr/kg	20 kr/kg
3 - Andre områder/tettsteder	I denne gruppa ligger tiltak der utslippsreduksjonene er vurdert å komme dels i områder med spredt bebyggelse og dels i eller i nærheten av tettsteder.	375 kr/kg	50 kr/kg
4 - Tettsted	I denne gruppa ligger tiltak der utslippsreduksjonene er vurdert å skje hovedsakelig i tettsteder, samt tiltak som vil ha effekt både i spredtbygde områder, i tettsteder og i større byer.	750 kr/kg	80 kr/kg
5 - Ikke relevant	I denne gruppa ligger HFK-, PFK- og jordbrukstiltak uten utslipp av NO_x eller PM_{10}. De er derfor ikke relevante for analysen av helseeffekter i denne sammenhengen.	Ikke relevant	Ikke relevant

Kilde: Miljødirektoratet (2015) Klimatiltak mot 2030 – Klimaeffekt på kort sikt og helseeffekter, M-438/2015

Verdsetting av endret kosthold

Helsedirektoratet utarbeider offisielle kostholdsråd for Norge[156]. Kostholdsrådene utarbeides for å fremme folkehelsen og forebygge sykdom og er basert på omfattende forskning. Helsedirektoratet anbefaler et variert kosthold med mye grønnsaker, frukt og bær, grove kornprodukter og fisk, og begrensede mengder bearbeidet kjøtt, rødt kjøtt, salt og sukker.

Helsedirektoratet har utarbeidet en rapport som beskriver samfunnsgevinster ved å følge Helsedirektoratets kostholdsråd for helseeffekter i samfunnsøkonomisk analyse[157]. Helsedirektoratet arbeider for tiden med oppdatert veiledning for samfunnsøkonomiske analyser og forventer å ferdigstille denne i løpet av 2019.

Miljødirektoratet har tidligere basert seg på Nibios kostnadsanalyser (som er basert på Helsedirektoratets veiledning) for tiltak i jordbruks- og matsektoren[158, 159] .

156 https://helsedirektoratet.no/Lists/Publikasjoner/Attachments/1014/Helsedirektoratets%20kostråd%20IS-2377.pdf

157 Samfunnsgevinster av å følge Helsedirektoratets kostråd, Helsedirektoratet rapport 03/2016

158 Klimatiltak i jordbruk og matsektoren. Kostnadsanalyse av fire tiltak. Nibio rapport, Vol. 3, nr. 85, 2017. https://brage.bibsys.no/xmlui/handle/11250/2452538

159 https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/M1006/M1006.pdf

Vedlegg E. Diskonteringsrenter

Valg av diskonteringsrenter kan gi store utslag i tiltaksanalyser, uavhengig av om analysene er av samfunnsøkonomisk eller privat-/bedriftsøkonomisk karakter. Det er imidlertid viktig å skille samfunnsmessige og private diskonteringsrenter fra hverandre og benytte dem riktig i analysene.

Diskonteringsrentene som brukes i lønnsomhetsanalyser reflekterer generelt en kombinasjon av tidspreferanse (inntekter i dag er bedre enn inntekter i morgen), forgått alternativ avkastning på kapitalen som bindes i investeringen og risiko. Med alternativ avkastning menes avkastning aktøren eller samfunnet kunne fått ved beste alternative investering med samme risikoprofil. Jo høyere risiko som er knyttet til investeringen, jo høyere må den forventede avkastningen være for å veie opp for muligheten for tap. På grunn av risikoen vil avkastningskravet være høyere enn den risikofrie renten, og gis ved risikofri rente pluss en *risikopremie*. Aktører som har begrenset likviditet vil i tillegg ofte kreve en noe høyere avkastning for å binde kapital i en investering, en *likviditetspremie*.

For **samfunnsøkonomiske vurderinger** bør diskonteringsrenten settes til 4 prosent i tråd med Finansdepartementets rundskriv R-109/14[160]. Diskonteringsrenten skal reflektere den samfunnsøkonomiske alternativkostnaden ved å binde kapital.

For **privat-/bedriftsøkonomiske vurderinger** av kostnader for **næringsaktører** og **privatpersoner** anbefales det å benytte de sektorspesifikke diskonteringsrentene i tabellen under[161].

[160] Finansdepartementet, 2014: R-109/14. Prinsipper og krav ved utarbeidelse av samfunnsøkonomiske analyser mv.

[161] Diskonteringsrentene foreslått her er resultatet av en overordnet vurdering av flere kilder, inkludert diskonteringsrentene som ble benyttet ved utarbeiding av EUs 2050-scenaria. Der ikke annet er nevnt er satsene i tabellen hentet herfra, og er også i samsvar med flere andre kilder. For en mer utfyllende gjennomgang av valget av diskonteringsrentene brukt i 2050-scenarioet se *Capros et al., 2016: EU Reference Scenario 2016. Energy, transport and GHG emission Trends to 2050. European Commission. Annex 4.4.*

Næring, sektor:	Diskonteringsrente (før skatt)
Landbasert industri[162]	8,5 %
Petroleumssektoren[163]	15 %
Jordbruk[164]	5,5%
Kollektivtransport (vei og alminnelig jernbane)	7,5 %
Kollektivtransport (ny teknologi)	8,5 %
Næringstransport (laste- og varebiler, anleggsmaskiner, maritim og fly)	9,5 %
Privatpersoner/husholdninger[165]	11,0 %

Generelt er det stor variasjon i diskonteringsrenter som anvendes i ulike analyser og modeller, og det er også svært stor variasjon i observerte diskonteringssatser. De anbefalte satsene i tabellen er derfor ikke nødvendigvis riktigere enn andre satser, eller representative for alle aktører og tiltak innenfor en sektor. Det er derfor viktig å anvende skjønn ved valg av diskonteringssats for et gitt tiltak, og vurdere hvor følsomme resultatene er for valg av diskonteringsrente. Dersom man har segment- eller tiltaksspesifikk informasjon kan man derfor ta i bruk andre diskonteringsrenter enn det som er angitt i tabellen. Dette bør i så tilfelle begrunnes.

Det er flere årsaker til at diskonteringsrentene kan variere betydelig mellom ulike aktører innenfor en sektor, blant annet ulikt nivå på inntekt eller egenkapital (ulik likviditetspremie). Renten er særlig følsom for inntektsnivå for sektoren privatpersoner/husholdninger. Videre kan renten variere mellom ulike typer tiltak i samme sektor, for eksempel som følge av at tiltak som innebærer å ta i bruk ny/umoden teknologi er mer risikable enn andre tiltak.

Rentene i tabellen tar til en viss grad høyde for markedsimperfeksjoner eller andre barrierer, som mangel på informasjon, varierende risikovilje, transaksjonskostnader og eie-/leieproblematikk som medfører høyere diskonteringsrente. Atferdsrelaterte barrierer utover markedsimperfeksjoner kan føre til at aktørene ikke alltid handler i tråd med standard økonomisk teori og ikke gjennomfører tiltak som er lønnsomme. Det er ikke mulig å si i hvor stor grad ulike barrierer er tatt høyde for i

[162] Renten representerer et gjennomsnitt for kraftintensiv og ikke-kraftintensiv industri basert på *EY, 2019: Vurdering av normalavkastningskrav: Vurdering per april 2019* og *Capros et al., 2016: EU Reference Scenario 2016. Energy, transport and GHG emission Trends to 2050. European Commission.*

[163] Sektoren er særegen fordi petroleumsskatteregimet gjør at realavkastningskrav før skatt for olje- og gassproduksjon ligger på rundt 40%. Dette tallet er basert på en analyse av ulike avkastningskrav som har vært lagt til grunn i klima- og energieffektiviseringstiltak som har vært gjennomført de siste par årene, med støtte fra Enova.

[164] Basert på rapporten "Bransjespesifikke avkastningskrav" utarbeidet av Menon for Miljødirektoratet i 2017.

[165] Den anbefalte renten for privatpersoner/husholdninger tilsvarer den som anbefales for investeringer i privatbiler i Carros et al. (2016), og er i den lave enden av estimerte diskonteringsrenter basert på empiri. Empiri er først og fremst hentet fra studier av ulike energieffektiviseringstiltak.

diskonteringsrenten for hver enkelt sektor. Satsene dekker derfor ikke alle barrierer, eller barrierer som er spesifikke for noen tiltak eller aktører, som rekkeviddeangst og mangel på ladeinfrastruktur. Det er dermed viktig å kartlegge og beskrive slike barrierer for tiltakene som analyseres. Det anbefales ikke å oppjustere diskonteringsrenten i analysene basert på informasjon om at barrierer gjør seg gjeldende, utover gjennomføring av sensitivitetsanalyser, se nedenfor. For analyser av tiltak på områder der det allerede eksisterer informasjonsvirkemidler (eksempelvis merkeordninger eller informasjonskampanjer), eller virkemidler for å redusere risiko eller løse likviditetsutfordringer, kan man på den annen side benytte en lavere diskonteringsrente.

For å få fram usikkerhet i vurderingene er det viktig å gjennomføre sensitivitetstester for diskonteringsrentene som brukes i analysene.

For å sikre at tiltaksutredningene presenterer beslutningsrelevant informasjon er det imidlertid viktig at en ikke overdriver bruken av sensitivitetsanalyser. Dersom mange ikke-kritiske beslutningsparametere testes kan det bidra mer til forvirring enn til opplysning for beslutningstakeren. Sensitivitetsanalyser for diskonteringsrenter anbefales primært i de tilfellene der resultatene er følsomme for endringer i rente.

Dette innebærer at det ved korte investeringshorisonter ikke er sentralt å gjennomføre sensitivitetsanalyser for diskonteringsrentene. Mindre renteendringer vil i et kortsiktig perspektiv ha liten innvirkning på lønnsomheten i et prosjekt. For lengre investeringshorisonter vil derimot diskonteringsrenten ofte være av stor betydning, og selv små endringer i renten kan gi store utslag på nåverdien av prosjektet.

Sensitivitetsanalysen bør reflektere et sannsynlig, et pessimistisk og et optimistisk alternativ. For at sensitivitetsanalysen skal være beslutningsrelevant bør spennet mellom de ulike alternativene være begrunnet og realistisk. Dersom det ikke finnes god informasjon om den reelle usikkerheten kan et utgangspunkt kan være å variere diskonteringsrenten med +/- 30 prosent av. Eksempelvis gir dette for en rente på 10 prosent en nedre verdi på 7 prosent og en øvre verdi på 13 prosent i sensitivitetsanalysen.

Vedlegg III Teknisk notat

Elektrifisering av veitransport

- markedsutvikling, samfunnsøkonomiske tiltakskostnader og privatøkonomiske kostnader

Innhold – Vedlegg III

1 Innledning 545
2 Personbiler 547
2.1 Forventet markedsutvikling 547
2.2 Analyse av merkostnader 553
2.3 Beregning av tiltakskostnad 573
2.4 Sensitivitets- og scenarioberegninger 578
3 Varebiler 581
3.1 Forventet markedsutvikling 581
3.2 Nullalternativet 588
3.3 Analyse av merkostnader 590
3.4 Beregning av tiltakskostnad 604
3.5 Sensitivitets- og scenarioberegninger 607
3.6 Andre lav- og nullutslippsteknologier 611
4 Lastebiler 612
4.1 Forventet markedsutvikling 613
4.2 Nullalternativet 620
4.3 Analyse av merkostnader 621
4.4 Beregning av tiltakskostnad 627
4.5 Sensitivitets- og scenarioberegninger 630
4.6 Andre lav- og nullutslippsteknologier 632
5 Busser 633
5.1 Forventet markedsutvikling 633
5.2 Analyse av merkostnader 639
5.3 Beregning av tiltakskostnad 643
5.4 Sensitivitets- og scenarioberegninger 646
5.5 Andre lav- og nullutslippsteknologier 648

1 Innledning

Dette notatet beskriver teknologi- og markedsstatus for elektriske kjøretøy og drøfter hvilken utvikling som kan forventes framover. Kostnadsberegninger, forutsetninger og usikkerhet presenteres i større detalj enn i hovedrapporten og i tiltaksarkene.

Veitransport er i notatet delt opp i fire hovedsegmenter: personbiler, varebiler, lastebiler og busser. Hvert hovedsegment er deretter inndelt i to eller tre undersegmenter, for eksempel bybusser og langdistansebusser. Analysen er basert på en rekke ulike kilder, og selv om elektrifisering av veitransporten er en klar trend forventes det at omstillingstakten vil ha forskjellig hastighet i de ulike segmentene. I flere av segmentene, som lastebiler eller langdistansebusser, er det per i dag få elektriske kjøretøy eller modeller i markedet, og dermed er usikkerheten høy.

For alle veitransportsegmentene har regjeringen satt ambisiøse mål for nybilsalget, disse kalles gjerne NTP-målene[166]. Basert på disse målene er følgende klimatiltak definert i Klimakur 2030:

- 100 % av nye personbiler er elektriske innen utgangen av 2025
- 100 % av nye lette varebiler er elektriske innen utgangen av 2025
- 100 % av nye tunge varebiler er elektriske innen utgangen av 2030
- 100 % av nye bybusser er elektriske innen utgangen av 2025
- 75 % av nye langdistansebusser er el- eller hydrogenkjøretøy i 2030
- 50 % av nye lastebiler er el- eller hydrogenkjøretøy i 2030

Notatet presenterer samfunnsøkonomiske tiltakskostnader for innfasing av kjøretøy i samsvar med realisering av disse målene. Dette bygger på anslag for utslippsreduksjoner, kostnader og nytteeffekter for samfunnet.[167] For personbilsegmentet innebærer dette en oppdatering av rapporten "Tiltakskostnader for elbil"[168]. En samfunnsøkonomisk analyse skal så langt det lar seg gjøre vurdere effekter som ikke kan kvantifiseres eller verdsettes. Dette notatet gir ikke en slik fullstendig analyse, men fokuserer på de delene av de samfunnsøkonomiske effektene som vi har klart å kvantifisere og verdsette slik at de kan benyttes til å anslå tiltakskostnader. Det er viktig å være oppmerksom på at slike anslag ikke kan benyttes direkte til virkemiddelvurderinger. For drøfting av forskjellen på tiltaks- og virkemiddelanalyser, se rapport fra Teknisk beregningsutvalg for klima (2019)[169] og metodenotatet.

En betydelig del av notatet presenterer privatøkonomiske merkostnader for elektriske kjøretøy i de ulike segmentene. De privatøkonomiske beregningene er basert på forutsetninger om videreføring av dagens avgifter ved kjøp og bruk av kjøretøy og dagens differensiering av satser for bompenger, ferger og parkering for kjøretøy med ulike teknologier.

Både samfunns- og privatøkonomiske beregninger er basert på en modell som estimerer merkostnader ved investering og drift av elektriske kjøretøy i hvert segment som anskaffes i årene 2020-2030. Kostnadselementene som danner grunnlag for estimatene er basert på markedsanalyser av de ulike kjøretøyskategoriene, forventninger om framtidige batterikostnader, antakelser om

[166] Fra Nasjonal Transportplan 2018-2029, side 217
[167] Se vedlegg II Veileder for informasjon om metode for beregning av tiltakskostnader og privatøkonomiske kostnader.
[168] Miljødirektoratet (2016). Tiltakskostnader for elbil. Rapport M-620|2016.
[169] Teknisk beregningsutvalg for klima (2019). Rapport fra Teknisk beregningsutvalg for klima 2019.

kjørelengder, energiforbruk og andre tekniske forhold. I notatet har figurer som viser samfunnsøkonomiske tiltakskostnader eller kostnads- og nyttekomponenter som inngår ved beregning av denne gul ramme, mens figurer som viser privatøkonomiske kostnadsberegninger har blå ramme.

De politiske målsetningene om salg av nullutslippskjøretøy, med andre ord kjøretøy uten direkte utslipp av klimagasser i driftsfasen, kan også oppnås med hydrogenelektriske kjøretøy. Slike kjøretøy er allikevel holdt utenfor analysen da hydrogen som energibærer i transportsektoren fortsatt er i en tidlig fase, og merkostnaden for et hydrogenkjøretøy sett over levetiden i de fleste segmentene forventes å være høyere enn for en batterielektrisk fram mot 2030. [170] Hydrogen kan likevel komme til å spille en rolle i transportsektoren, kanskje særlig innenfor segment som skip, deler av tungtransport på vei eller for aktører med kjøretøyflåter.

[170] Se eks. figur 3-6 i DNV GL (2019). Produksjon og bruk av hydrogen i Norge. Synteserapport. Oppdragsrapport for Klima- og miljødepartementet og Olje- og energidepartementet. Rapportnr. 2019-0039.

2 Personbiler

Vi har delt opp personbilsegmentet i store og små personbiler. Dette kapittel gir først en beskrivelse av utviklingstrekk i markedet og hva som forventes av tilgjengelige modeller i årene framover. Her drøftes også forventet utvikling i batteripriser. Videre inneholder kapittelet samfunnsøkonomiske og privatøkonomiske beregninger for kjøretøyene som benyttes som referanse og i tiltaket, etter den innfasingstakt som er lagt til grunn. Det drøftes også usikkerheter knyttet til både innfasing og utslippsreduksjon. Kostnadsberegningene per kjøretøy og innfasingstakten inngår i beregningen av tiltakskostnader.

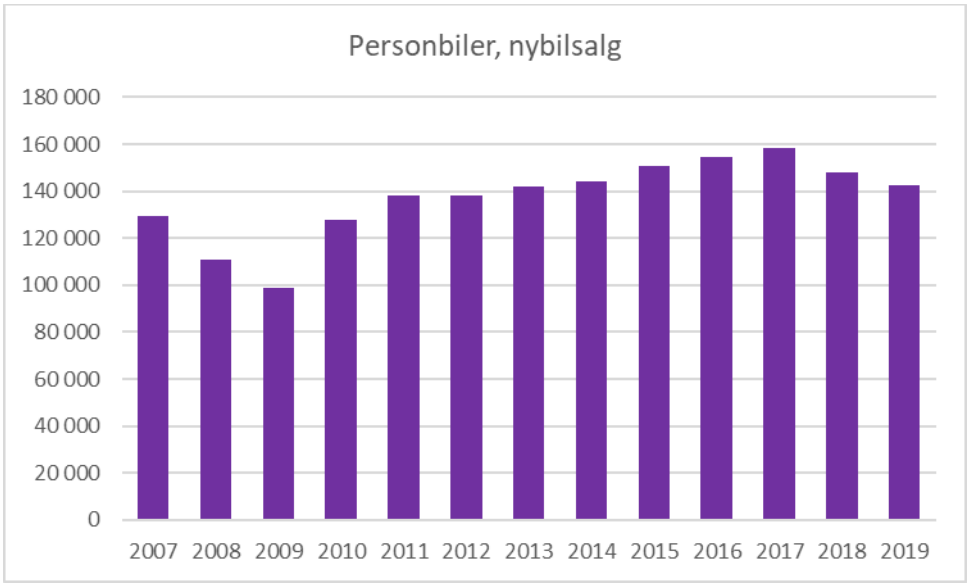
Det beskrives også enkelte resultater fra beregninger der vi endrer på forutsetningene i modellen (sensitivitetsanalyser) og den privatøkonomiske effekten av ulike avgiftsendringer. De senere kapitlene som omhandler varebiler, lastebiler og busser har samme struktur.

2.1 Forventet markedsutvikling

I 2016 utredet Miljødirektoratet tiltakskostnader ved ulike innfasingstakter for elbiler, og analysen ble dokumentert i rapporten "Tiltakskostnader for elbil"[171]. Siden 2016 har modellutvalget økt raskere enn antatt og kostnadene har blitt redusert mer enn forventet.

2.1.1 Dagens elbilmarked og forventet utvikling i markedet

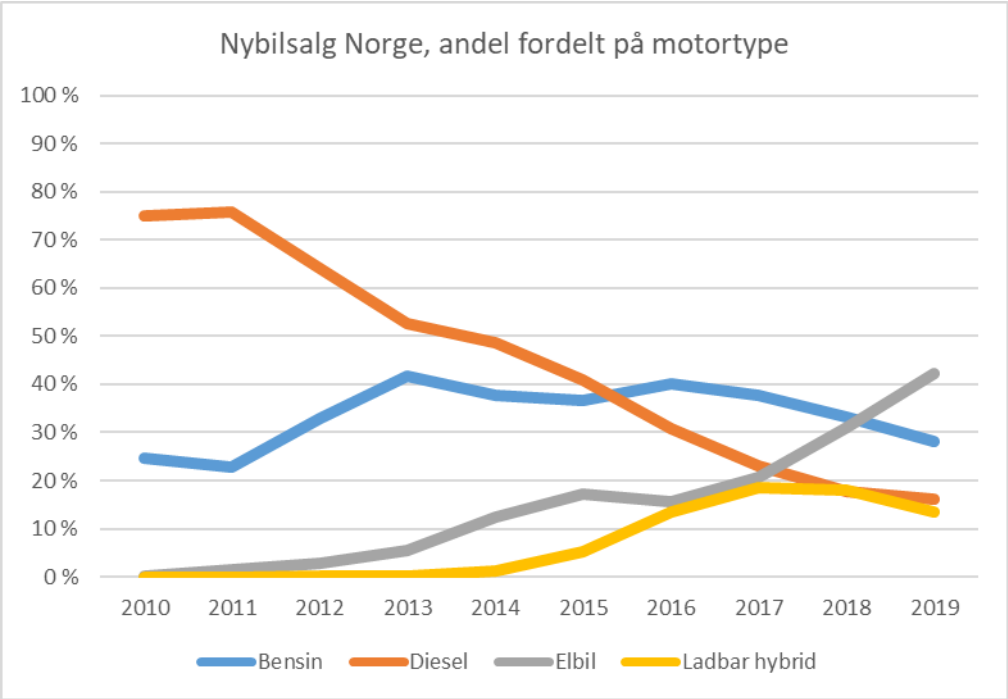
Figur 1 og 2 viser utvikling i nybilsalget i Norge de siste årene. Andelen elbiler i nybilsalget er i kraftig vekst og endte på over 40 prosent i 2019, opp fra ca. 20 prosent i 2017 og ca. 30 prosent i 2018. Dette er en høy andel med tanke på hvor få elbilmodeller som fram til nå har vært tilgjengelig i markedet. Utvikling i bilindustrien gjør at det forventes et langt større antall ulike elbil-modeller, til en lavere kostnad, i årene som kommer.[172]



Figur 7. Nybilsalg i Norge, antall biler per år.

[171] Miljødirektoratet (2016). Tiltakskostnader for elbil. Rapport M-620|2016.

[172] For en mer detaljert gjennomgang av ulike faser i industriell produksjon av kjøretøy se kapittel 5.1 i Miljødirektoratet (2018). Miljøavtale med CO2-fond: Modellering av kostnader og potensial for utslippsreduksjoner. Rapport M-1047|2018.



Figur 8. Nybilsalg til og med 2019. Ikke ladbare hybrider er inkludert i kategori "bensin". Data fra Opplysningsrådet for veitrafikken (OFV).

Det er først og fremst i kompaktklassen en finner flertallet av elektriske modeller i dag, men trenden er at det introduseres stadig flere modeller større elektriske biler. Fra at det i mange år omtrent ikke fantes noen store elektriske biler har det nå kommet flere ulike modeller i SUV-klassen. Teslas Model X har vært i salg siden 2016 og Hyundai Kona og Jaguar I-Pace kom i salg i løpet av 2018. Siden er også Audi e-tron blitt introdusert i markedet, og flere nye modeller er annonsert. I løpet av 2020 er det realistisk å se for seg rundt 15 nye elektriske SUV-modeller i markedet i Norge.

På grunn av introduksjon og oppgraderinger av en rekke nye elbilmodeller de siste årene finnes det nå tilgjengelig elektriske modeller med lang rekkevidde i alle segmenter i det kommersielle markedet. Mange nye modeller elbiler har også egenskaper som dekker flere ulike type behov, som lengre rekkevidde, hengerfeste og mulighet til takboks. Disse modellene har dermed egenskaper som gjør at kunden ikke opplever en elbil som en "dårligere" eller "utilstrekkelig" bil sammenlignet med det tradisjonelle alternativet. Dette i motsetning til mange av de første modellene, der elektrisk framdrift mer tydelig var et kompromiss mot andre egenskaper som rekkevidde, størrelse osv. Denne utviklingen i retning av at nye og moderne elbiler er en fullgod erstatning for ulike typer fossile biler forventes å fortsette framover.

Tilgang på elbilmodeller er avhengig av satsing fra produsentene, som igjen blant annet påvirkes av politiske vedtak i Norge og i andre land. Det kom flere nye elbilmodeller i 2019, men det er særlig i perioden 2020-2021 det forventes et større antall nye elbilmodeller i markedet – som et resultat av blant annet utslippskrav fra EU. EUs utslippskrav er rettet mot produsentene, og ikke det enkelte lands nybilsalg. Norge hadde tidligere et 85-gramsmål som gikk på totalt nybilsalg. EU-målet for 2021 er at gjennomsnittlig klimagassutslipp fra alle biler solgt fra en produsent skal være 95 g CO_2/km[173].

[173] I overgangsperioden 2020 trenger bilprodusentene ikke å ta med de fem mest forurensende prosentene av bilparken sin i regnstykket: Handelsblatt (2019). Ihre späte grüne Einsicht könnte die Autoindustrie Milliarden kosten. 06.09.19.

Fra 2021 er målet å redusere utslippene med 15 prosent i 2025 og 37,5 prosent i 2030[174] sammenlignet med 2021. For å oppfylle strammere mål må bilprodusentene selge biler med vesentlig lavere utslipp[175], eksempelvis ladbare hybrider eller hel-elektriske biler[176], eller samarbeide (*pooling*) med andre som gjør det[177]. EUs skjerpede utslippskrav mellom 2025 og 2030[178] vil bli vanskelige å nå med salg av delvis elektrifiserte hybridkjøretøy, og vil sannsynligvis forutsette salg av en betydelig større andel elbiler. I tillegg får produsentene "ekstrapoeng" for utslippsreduksjoner fra elbiler.

Norge har fått godkjent av ESA at salg av elbiler i Norge teller mot utslippskravet overfor produsentene på 95 gram CO_2/km i 2021[179]. Dette innebærer at bilprodusentene kan inkludere elbilsalg i Norge når de rapporterer utslippsnivå til EU. I den videre analysen er det lagt til grunn at Norge også framover vil bli behandlet likt som andre EU-land.

Fram til nå har mange av elbilmodellene blitt produsert ved å tilpasse eksisterende bensin- eller dieselmodeller til en elektrisk drivlinje. Slike tilpasninger vil alltid være et fordyrende element og øke kompleksiteten i produksjonsprosessen. Dette gjelder også produksjon av selve batteriet, som da må tilpasses eksisterende dimensjoner og ikke kan lages som flate "pakker" som legges i bunnen av bilen i den effektive såkalte "skateboard"-konstruksjonen. En viktig ny trend for de modellene som kommer på markedet fra 2019/2020 er at de i stadig større grad er designet og bygget fra bunnen av som elektriske modeller. Det samme gjelder for produksjonslinjen, inkludert produksjonen hos tredjepartsleverandører.



Figur 9. Eksempel på automatisert produksjon av flat batteripakke ("skateboard chassis") i en Audi e-tron[180].

[174] EC (2019). Clean mobility: New CO2 emission standards for cars and vans adopted. 15.04.19.
[175] Transport & Environment (2018). New CO_2 targets will boost cleaner car sales but fall short on climate ambition. 20.12.18.
[176] Se oppdatert informasjon om utslipp per produsent i det norske markedet her: OFV. CO2-utslippet per merke.
[177] Autocar (2019). Analysis: why FCA Group is paying Tesla. 24.04.19.
[178] Automotive News Europe (2019). EU toughens CO2 limits for cars in boost for electric vehicles. 28.03.19.
[179] Prop. 91 LS (2017-2018), Innst. 41 S (2018-2019). Endringer i vegtrafikkloven og samtykke til godkjenning av EØS-komiteens beslutning om innlemmelse i EØS-avtalen, med tilknyttede rettsakter.
[180] Volkswagen AG (2018). A battery the size of a double bed.

De store europeiske bilprodusentene er nå inne i en endringsfase for å forberede elbilproduksjon, både gjennom å sikre seg tilgang til batterier[181] og ved å omstille produksjonen til å lage elbiler i stor skala. Volkswagen begynner å levere ut den første masseproduserte elbilen (ID. 3) første halvår 2020. Når Volkswagen etter en milliard-investering har fått bygget om fabrikken sin i Zwickau vil den fra 2021 produsere over 330 000 elbiler per år[182]. Volkswagen selv estimerer at overgang til dedikert produksjonslinje sammen med den enklere konstruksjonen av en elbil vil bety en effektivisering på opp mot 20 prosent sammenlignet med å lage mer komplekse bensin- eller dieselbiler[183]. Volkswagen vil følge opp ID. 3 med ID. 4/Crozz i det populære segmentet kompakt-SUV, der også Teslas neste elbil, Modell Y, forventes i 2020-2021.

Volkswagens nye generasjon av elbiler gjøres med en ny dedikert elektrisk plattform som kalles MEB. MEB-plattformen gjør det fleksibelt å skalere forskjellige typer biler i ulike segmenter og med ulik størrelse på batteripakken. Ifølge Volkswagen selv blir ID. 3, som følge av bruk av dedikert plattform og produksjonsprosess, opp mot 40 prosent billigere å lage enn den gamle e-Golfen.[184] Derfor forventes det at ID. 3 følges raskt opp med andre elbiler, alle basert på felles plattform. Eksempler er illustrert i Figur .



Figur 10. Kommende elbiler fra Volkswagen, alle basert på den felles elbil-spesifikke MEB-plattformen[185].

Andre selskap i Volkswagen-gruppen vil også få tilgang til MEB-plattformen, og dermed planlegger også Seat[186], Skoda[187] og Audi flere elbil-lanseringer framover. Volkswagen har inngått et samarbeid med Ford der Ford får tilgang til plattformen, og Ford vil fra 2023 lansere en ny elbil i det europeiske markedet.[188] Den første tredjepart med tilgang til MEB i et slikt samarbeid er det tyske selskapet e.GO.[189]

[181] TU (2019). Volkswagen kjøper seg opp i svensk batteriprodusent. 13.06.19.
[182] Electek (2019). VW prepares Zwickau factory for 330,000 all-electric cars per year. 22.07.19.
[183] Driving electric (2019). Volkswagen electric-car factory: the transformation of Zwickau. 09.11.19.
[184] Recharge (2019). Därför skrotades Volkswagen e-Golf: ID 3 är mycket billigare att tillverka. 20.11.19.
[185] Volkswagen AG. E-mobility.
[186] Feber (2019). Seat visar upp sin första elbil i Genève. 26.02.19.
[187] Boom/TV2 (2018). Her er en stor elbil-nyhet i Norge. 13.08.18.
[188] Volkswagen (2019). Ford – Volkswagen expand their global collaboration to advance autonomous driving, electrification and better serve customers. 07.12.19.
[189] Electrive.net (2019). e.GO Mobile will Elektro-Baukasten von Volkswagen nutzen. 04.03.19.

En dedikert plattform, med tilhørende produksjonsutstyr og -linjer, gjør det også mulig med en rask oppskalering av antall biler i produksjon. Tilpassing av eksisterende plattformer er tidkrevende og Volkswagen lager nå maksimalt ca. 70 e-Golfer om dagen på sin nåværende MQB-plattform.[190] MEB-plattformen er laget for en helt annen skala. Allerede første året skal Volkswagen lage over 100 000 ID. 3, og målet er en produksjon på totalt en million elbiler årlig i 2025. [191] Dette tallet inkluderer ulike bilmodeller fra de ulike merkene i Volkswagen-gruppen. Totalt forventes plattformen å ha en levetid på inntil 15 millioner elektriske kjøretøy produsert.[192]

Lignende ekspansjon i merker og modeller kan ventes også for andre produsenter når de går over til nye plattformer og produksjonslinjer. Mercedes har mål om å lage 100 elektriske EQC-modeller per dag ut 2019, og så doble produksjonen til 200 per dag. Det gir et samlet volum på ca. 50 000 biler årlig.[193] Audi planlegger oppskalering av produksjon av e-tron til 300 biler daglig, noe som gir et årlig volum på ca. 75 000 kjøretøy.[194] Tesla lager i 2019 mellom 700-800 biler av Model 3 per dag.

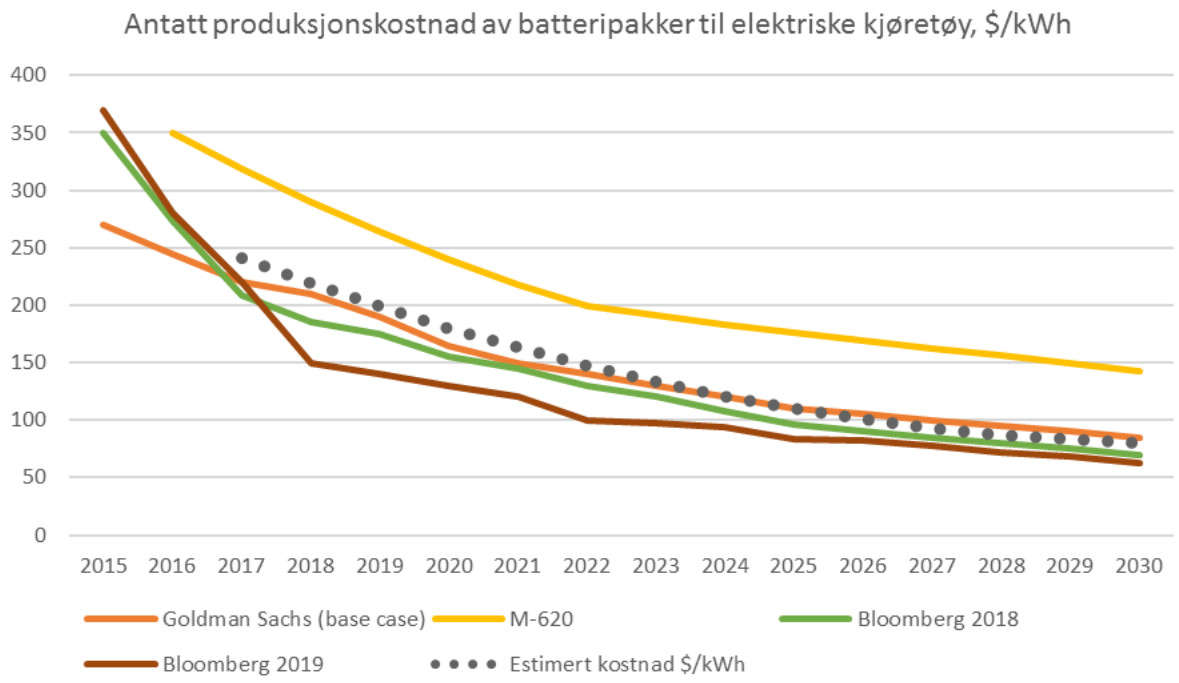
Enklere konstruksjon ved overgang til dedikerte plattformer i produksjonsprosessen betyr ikke bare raskere konstruksjon av kjøretøy, men også at det blir billigere å lage bilene. Den nye ID.3 som størrelsesmessig ligner dagens e-Golf forventes å få en vesentlig lavere produksjonspris. Møller-gruppen, som er forhandler for Volkswagen i Norge, har gått ut med en antydning om en pris lik en diesel-Golf i Tyskland i dag, det vil si ca. 220 000 kroner[195]. De første 30 000 ID. 3-ene er en versjon som kalles 1ST som er mer eksklusiv og vil i Norge koste ca. 330 000 kroner ifølge Volkswagen[196]. Til sammenligning prises dagens (høst 2019) enkleste e-Golf i Norge til ca. 335 000 kroner.

2.1.2 Kostnadsutvikling for batterier

Kostnadsutviklingen for batterier er svært viktig for kostnadsutviklingen for elektriske kjøretøy. Figur 11 viser ulike aktørers forventninger om utvikling i globale gjennomsnittskostnader for produksjon av batterier (pakkenivå). Prisene representerer et gjennomsnitt i industrien, og dekker ulike typer av litium-ion-batterier (både kjemi som NCA eller NMC, og format som *pose*- eller sylindriske celler). Prisen gjelder batteripakke til en elbil med rekkevidde på mellom 30-40 mil. En mindre batteripakke til en ladbar hybrid eller ikke-ladbar (mild)hybrid vil bli dyrere per kWh.

Den gule linjen er kostnadene som ble lagt til grunn i Miljødirektoratets rapport "Tiltakskostnader for elbil"[197] i 2016. Den stiplede linjen viser kostnadene som ble benyttet i Miljødirektoratets arbeid rapporten "Miljøavtale med CO_2-fond"[198] vinteren 2018[199].

[190] Jeff Zurschmeide (2018). Touring @VW's Transparent Factory in Dresden this week.. Innlegg på Twitter @zursch 20.09.18.
[191] Motor Authority (2018). VW targets 150,000 EV sales by 2020, over 1 million by 2025. 04.10.18.
[192] Motortrend (2018). Volkswagen Plans to Build up to 15 Million EVs on MEB Platform. 07.12.18.
[193] https://www.electrive.net/2020/01/24/medienbericht-kuerzt-mercedes-die-eqc-ziele/
[194] Electrive.net (2019). EQC SUV: Mercedes to build 100 electric cars a day. 13.05.19.
[195] Motor (2018). Venter prisras på elbiler. 19.08.18.
[196] Volkswagen. Den nye ID.3 1ST.
[197] Miljødirektoratet (2016). Tiltakskostnader for elbil. Rapport M-620|2016.
[198] Miljødirektoratet (2018). Miljøavtale med CO2-fond: Modellering av kostnader og potensial for utslippsreduksjoner. Rapport M-1047|2018.
[199] Miljødirektoratet (2018). Miljøavtale med CO2-fond: Modellering av kostnader og potensial for utslippsreduksjoner. Rapport M-1047|2018.



Figur 11. Antatt utvikling i kostnader for produksjon av batteripakker fra ulike aktører.

Det er mange grunner til at prisen per batteripakke ut til sluttbruker vil være høyere enn batteriprisen i markedet i et gitt år. Blant annet kjøper bilfabrikantene inn batterier i omganger og det vil derfor være en kostnadsforskyving i tid.

I den videre analysen er følgende prisestimat lagt til grunn for personbiler og varebiler:

Tabell 4. Antagelser om pris per kWh batteripakke montert i kjøretøy - per år.

Batteripakke lette kjøretøy (litium-ion)												
År	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
$/kWh	219	199	180	163	147	133	121	110	101	93	87	83

Prisene (i USD) er det samme som ble brukt i fjorårets CO_2-fondsrapport, men brukes her i denne analysen ett år forskjøvet, det vil si det er antatt at forventet batteripris for et kjøretøy som kjøpes i Norge i 2025 (121 $/kWh), tilsvarer prisestimatet for batteripakker for batteri-industrien i 2024. Det er også kjørt scenarioer med ulike prisforventninger for litium-ion batterier. Det er lagt til grunn en valutakurs på 8,43 kroner per US-dollar[200].

Batteriers levetid

Da de første moderne elbilene med litium-ion-batterier kom på markedet for noen år siden var det knyttet stor usikkerhet både til batteriets kapasitet over tid og total levetid. I økonomiske analyser var det vanlig å drøfte om batteriet måtte skiftes ut i løpet av bilens levetid. Et slikt batteribytte ble typisk antatt å koste mellom 50 000 – 100 000 kroner. Usikkerheten bygget på mange ting, som mangel på erfaringsdata, og at det er vanskelig å simulere aldring i batterier. Aldring simuleres ofte ved å utsette batteriet for varme og andre harde forhold under inn- og utlading, men det er da samtidig vanskelig å bruke kontrollsystemene for batteriene i samme simulering. Det har vært en

[200] Dette er årsgjennomsnittet av daglige data for perioden 1. juni 2018 – 31. mai 2019.

kraftig utvikling i batterienes overvåking- og kjølesystemer de siste årene. Som eksempel pekes det ofte på Tesla og det meget avanserte kjølesystemet de over tid har utviklet for batteripakkene sine[201]. Moderne batterier til elbiler er også konstruert sånn at enkelte defekte moduler av battericeller kan byttes ut, uten at hele batteriet må byttes[202]. Batterikjemien utvikles i tillegg stadig, og nyere batterier er ventet å være mer robuste enn de vi ser med dagens teknologi. Data som samles inn fra reell måling av batterikapasitet peker også mot overraskende liten reduksjon av kapasitet[203].

En god illustrasjon som viser teknologisk utvikling og at batteriets levetid er bedre enn tidligere antatt, er at produsentenes garantier for batteriet stadig har blitt utvidet. Da Nissan Leaf ble lansert i det amerikanske markedet i 2011 fulgte det ikke med en garanti for selve batteriet. I etterkant innførte Nissan 5-års garanti eller ca. 100 000 km. I dag er det blitt 160 000 km og åtte år. Blant modellene av elbiler i markedet i dag er en slik batterigaranti på åtte år og/eller 100 000-160 000 km vanlig.

Ifølge NAF i Norge er det liten grunn til bekymring om levetid for batterier i elbiler[204] og selskap som BMW sier de regner med at batteriene lever lenger enn selve bilen[205].

2.2 Analyse av merkostnader

Dette kapittelet beskriver først valg av referansekjøretøy og tiltakskjøretøy og deretter hvordan innkjøps- og driftskostnader er modellert. Så analyseres alle kostnader over kjøretøyenes levetid slik at man kan beregne merkostnadene ved å velge tiltakskjøretøyet.

Det antas at elbilene som nå introduseres i markedet dekker forbrukernes behov på samme måte som dagens biler med forbrenningsmotor, både med tanke på kjørelengder og alle andre egenskaper (med andre ord ingen ulempekostnader/tapt konsumentoverskudd) og at levetiden er den samme som for tradisjonelle biler. Se diskusjon av dette i avsnitt 2.1. Videre forutsettes det at nødvendig ladeinfrastruktur bygges ut i takt med innfasing av elbiler (for mer detaljert drøfting om behovet for ladeinfrastruktur og nettoppgraderinger se eget kapittel i hovedrapporten).

Det er i hovedsak private aktører som skal gjennomføre tiltaket (kjøpe elektrisk kjøretøy i stedet for tradisjonelt kjøretøy med forbrenningsmotor). For å vurdere hvilke virkemidler som kan framskynde overgang til elektrisk kjøretøy er det nødvendig å gjennomføre privatøkonomiske analyser for å kunne vurdere når elektriske kjøretøy i ulike segmenter blir lønnsomme å kjøpe for ulike aktører. Her inkluderes skatter og avgifter og tiltaket analyseres fra private aktørers perspektiv. Eksterne effekter som for eksempel helsegevinst av reduserte utslipp av NOx og partikler regnes ikke med.

Utgangspunktet for analysen av merkostnader er en forenklet modell av personbilparken, der hele bilparken representeres med to biltyper – små biler og store biler. De fossile versjonene av de to biltypene er modellert basert på eksisterende biler og kalles "referansekjøretøy". Så modelleres to elektriske alternativer som kan erstatte referansekjøretøyene én til én, såkalte "tiltakskjøretøy".

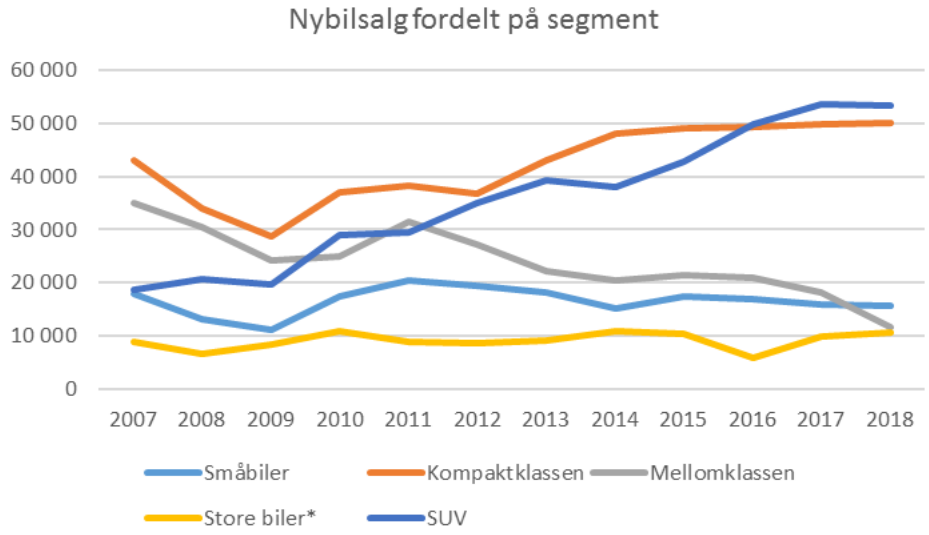
[201] Se eksempelvis InsideEVs (2018). Tesla Model 3 Battery Cooling Much-Improved ... Track Mode? 06.08.18.
[202] Jalopnik (2019). Why No One Is Beating Tesla's Range. 09.07.19.
[203] Steinbuch (2018). Tesla Model S battery degradation data. 02.12.18.
[204] Oppland Arbeiderblad (2017). Bruktbilkjøpere frykter batteriet på elbilen – ifølge NAF er det liten grunn til bekymring. 09.12.17.
[205] Caradvice (2017). BMW batteries to have 15-year lifecycle. 08.12.17.

2.2.1 Valg av referansekjøretøy

Referansekjøretøy skal representere den delen av markedet vi ønsker å modellere. Referansekjøretøyet bør derfor i form, funksjon og egenskaper kunne tilfredsstille markedet i en tenkt situasjon hvor det kun fantes én biltype tilgjengelig. Det er tatt utgangspunkt i nybilsalget og antatt at de mest populære modellene de siste årene representerer modeller med egenskaper som dekker de flestes behov.

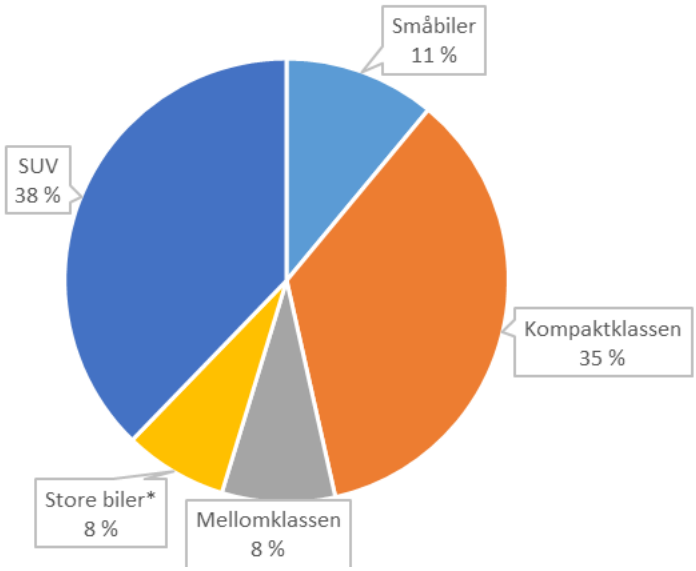
Fordeling av små og store biler i nybilsalget

Figur 5 viser nybilsalget fordelt på fem ulike segment. Utviklingen har gått i retning av at det er to segmenter som dominerer nybilsalget, nemlig SUV og kompaktklassen. Som en forenkling er nybilsalget (og markedet) delt i to klasser; "små" og "store" biler, der kompaktklassen representerer "små" biler, og SUV-klassen representerer "store" biler.



Figur 12. Nybilsalg, antall biler fordelt på segment i Norge,til og med 2018. Basert på data fra OFV. NB; segment "Store biler" i grafikken er OFVs definisjon.

Figur 7 viser fordelingen i andel av nybilsalget i 2018. Kompakt- og SUV-klassen representerer henholdsvis 35 prosent og 38 prosent av nybilsalget. Dette bildet vil endres over tid, ikke minst i løpet av 2019 på grunn av Teslas Model 3 som er plassert i mellomklassen. Gjennom 2019 og ut i 2020 er det særlig fra mellomklassen og opp mot SUV at det er annonsert nye elbiler, eksempelvis elbilene fra Volvo, Mercedes og Audi.

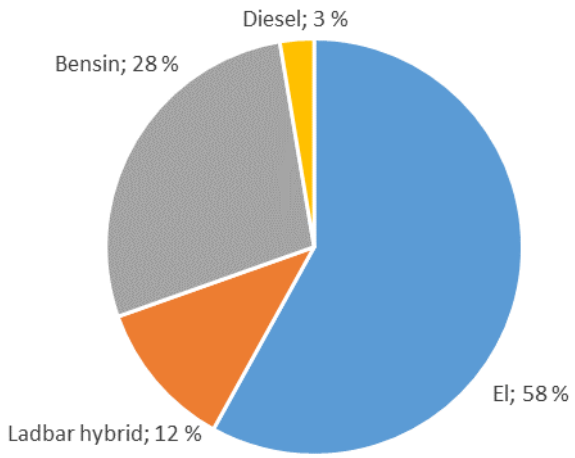


Figur 13. Nybilsalg 2018, andel fordelt på segment i Norge. Noe forenklet framstilling, basert på data, og med definisjon av segment, fra OFV. Teslas Model S er inkludert i kategori Store biler.

Det er verdt å merke seg at det skjer en utvikling mot at den tradisjonelle definisjonen av klassene kan være i endring. For eksempel sier Volkswagen at ID. 3 vil være på størrelse med en Golf (kompaktklassen) utvendig, men på størrelse med en Passat (mellomklassen) innvendig. Elbiler bygd på egne elbil-plattformer gir større innvendig plass, blant annet fordi akselavstanden kan gjøres lenger ettersom elmotoren er så mye mindre. I tillegg er elmotoren mindre og drivlinjen har langt færre komponenter.

Valg av referansekjøretøy – små biler

Det er i kompaktklassen elektrifisering har kommet lengst. I denne klassen har det vært elbil-modeller i markedet i flere år, og elbilandelen av nybilsalget var over 50 prosent i 2018. Segmentet minibiler (ikke med i figurene ovenfor) har hatt en elbilandel på over 50 prosent av nybilsalg siden 2014, men dette er et mye mindre segment med få modeller. Fordeling av nybilsalg fordelt på motortype for kompaktklassen i 2018 er vist i Figur 8.



Figur 14. Nybilsalg kompaktklassen 2018 fordelt på drivstoff. Ikke-ladbar (mild)hybrid er inkludert i "Bensin". Kilde: OFV.

I kompaktklassen var dieselandelen bare 3 prosent i 2018, bensinandelen var 28 prosent (inkludert ikke-ladbar hybrid), andelen ladbar hybrid var 12 prosent og andelen batterielektrisk var på 58 prosent. Basert på disse tallene legges det til grunn at referansekjøretøyet bruker en bensinmotor.

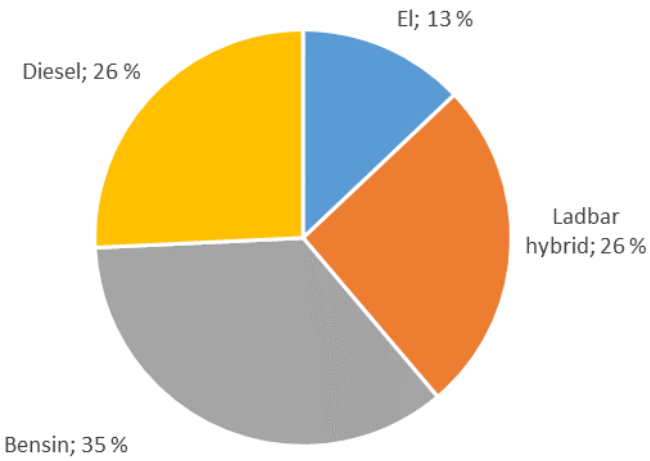
I 2018 var den mestselgende bilen i kompaktklassen med bensin som drivstoff en Volkswagen Golf. Den har også vært den mestselgende bensinmodellen i kompaktklassen siden 2011. Referansekjøretøyet for små biler er derfor basert på en Volkswagen Golf[206].



Figur 15. Volkswagen Golf (bensin).

Valg av referansekjøretøy – store biler

De seneste årene har biler i SUV-klassen utgjort den største andelen av nybilsalget i Norge. Den samme trenden ser vi i Europa. Dette er et segment der elektrifiseringen startet nylig. De siste årene har det kun vært Tesla Model X tilgjengelig av elbiler i klassen, men utvalget er forventet å vokse kraftig framover. Fordeling av nybilsalg på motortype for segmentet i 2018 er vist i figuren under.



Figur 16. Nybilsalg i SUV-klassen 2018 fordelt på drivstoff. Mildhybrid er inkludert i Bensin. Kilde: OFV.

Totalt for dette segmentet var dieselandelen på 26 prosent, bensinandelen 35 prosent (inkludert ikke-ladbar hybrid), ladbar hybridandelen på 26 prosent og andelen batterielektrisk på 13 prosent i

[206] Data hentet fra nettsidene til Volkswagen Norge juni 2019. Innkjøpspris 325 800 kr, egenvekt 1 161 kg, motor 85 kW/115 hk, forbruk 5,7 l/100 km, utslipp 128 g. CO2/km, 27,6 mg. NOx/km.

2018. Basert på disse tallene legges det til grunn at også referansekjøretøyet for store biler bruker bensinmotor. I realiteten er også de aller fleste ladbare hybridbilene bensinbiler. Av et titall modeller ladbar hybrid i SUV-klassen er det kun én (Audi Q7) som bruker dieselmotor i tillegg til den elektriske.

Det er mer krevende å finne et referansekjøretøy for store biler som kan sies å representere hele segmentet. Særlig SUV-klassen er sammensatt av mange ulike type biler med sprikende egenskaper, hvor særlig premiumsegmentet er stort. Derfor er det stor forskjell på pris, størrelse og vekt i denne klassen.

De to mestselgende bilene i SUV-segmentet i 2018 var den batterielektriske Tesla Model X og den ladbare hybriden Mitsubishi Outlander. Til referansekjøretøy har vi valgt en modell med bensinmotor uten noen form for hybridisering, som kan tenkes være et reelt alternativ til en gjennomsnitts-konsument som skal kjøpe en stor bil. Basert på gjennomsnitt av egenskaper som pris, vekt, motoreffekt og størrelse er referansekjøretøyet for segmentet store biler modellert basert på bensinbilen Volkswagen Tiguan[207].



Figur 17. Volkswagen Tiguan.

2.2.2 Merkostnader ved innkjøp

Kostnaden for dagens elbilmodeller er ikke representative for elbilkostnadene som kan forventes i årene framover. Dagens modeller produseres i relativt beskjeden skala langs produksjonslinjer som er bygget opp tilpasset tradisjonelle biler. Volkswagens e-Golf er et eksempel på en elektrifisert bensinmodell, og Nissans Leaf eller BMW i3 er eksempler på biler som ikke masseproduseres.[208] Framtidige modeller vil bli produsert fra bunnen av og i mye større skala. Derfor er framtidige elbilkostnader modellert og ikke basert på dagens elektriske modeller.

Basert på utvalget av elbilmodeller som kommer i 2019 og 2020 og rekkevidden disse vil ha, antas det at elbilene fullt ut vil dekke samme behov som dagens biler - både med tanke på kjørelengder og andre egenskaper (slik at forbrukerne vil oppfatte dem som såkalt perfekte substitutter). Modellen beregner elbilkostnader gitt storskala produksjon. I tillegg legges det på et ekstra kostnadselement som skyldes skalaulempene ved produksjonen og at elbilmarkedet fortsatt er et umodent marked.

[207] Data hentet fra nettsidene til Volkswagen Norge juni 2019. Innkjøpspris 459 900 kr, egenvekt 1 475 kg, motor 110 kW/150 hk, forbruk 7,3 l/100 km, utslipp 165 g. CO2/km, 28,4 mg. NOx/km.

[208] Storskala produksjon, eller masseproduksjon definer vi som årlig produksjon som er større enn ca. 100 000 kjøretøy på dedikert plattform og produksjonslinje. Til sammenligning er mange av dagens biler i begrenset serieproduksjon. BMWs i3 lages det ca. 30 000 av årlig, jf. InsideEVs (2019). BMW i3 Production Hits 150,000.

Produksjonskostnader ved storskala produksjon

Modellen bygger på prisvurderinger og kostnadsutvikling på tre ulike komponenter; *glider* (chassis og karosseri), *drivlinje* (uten batteri) og *batteri* (pakke).

Glider

Glider er bilen uten drivlinje eller batteri. Det er antatt at en elbil (når man ser bort fra motor og batteri) trenger ca. like mye stål, glass og andre materialer som en bil med forbrenningsmotor. Analyser har vist at *glider* til Chevrolet Bolt og Volkswagen Golf (biler på lik størrelse i kompaktklassen) veier like mye[209]. I modellen er det lagt til grunn at kostnaden for glider for referansekjøretøyet tilsvarer 75 prosent av produksjonskostnad for kjøretøyet før skatter og avgifter[210]. Det er videre antatt at produksjonskostnad for glider for elbil er lik kostnaden for glider for bil med forbrenningsmotor ut perioden[211]. Dette er nok en noe konservativ antakelse da det på grunn av elbilens enklere konstruksjon på sikt bør være rom for effektivisering av produksjonen. Det moderne skateboard-designet for elbiler er en helt ny plattform som fortsatt blir videreutviklet og forbedret. Et illustrerende eksempel er en av de siste patentsøknadene fra Tesla på en løsning som vil redusere kompleksitet i montering av elbiler[212].

Drivlinje

Drivlinjen til et kjøretøy vil si motor, girkasse og tilknyttete komponenter, inkludert rensesystemer[213]. Drivlinjen til det batterielektriske tiltakskjøretøyet er mye mindre og enklere enn en drivlinje med forbrenningsmotor[214]. I klassen små biler, basert på kompaktklassen, estimeres kostnad for drivlinjen til referansekjøretøy til ca. 51 000 kroner og til elektrisk tiltakskjøretøy til ca. 26 000 kroner i starten av analyseperioden. Tilsvarende for klassen store biler estimeres drivlinjen til referansekjøretøy til ca. 58 000 kroner og til tiltakskjøretøy til ca. 34 000 kroner[215]. Det antas videre en reduksjon i produksjonskostnad over tid for den elektriske drivlinjen, tilsvarende 1 prosent i året fram til 2030 - på grunn av økende grad av skalafordeler[216].

---

[209] UBS (2017). UBS Evidence Lab Electric Car Teardown – Disruption Ahead? 18.05.17.

[210] Se https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421518306487

[211] I tråd med blant andre Nykvist, B. mfl. (2019). Assessing the progress toward lower priced long range battery electric vehicles. Energy Policy, 124. 144-155.

[212] Her eksempel på nytt patent fra Tesla med mål om å redusere elektriske kablers sammenlagte lengde i bilene sine fra 3 000 meter kabel i Model S, til 1 500 meter kabel i Model 3 og nå mål om kun 100 meter i Model Y, jf. Feber (2019). Tesla har kanske löst problemet med sladdar i bilar. 25.06.19.

[213] For grundig gjennomgang av tilgjengelige teknologier og kostnader se eksempelvis ICCT (2017). Efficiency technology and cost assessment for U.S. 2025–2030 light-duty vehicles.

[214] Som vi antar å utgjøre ca. 25 % av produksjonskostnaden til en tradisjonell bil, i tråd med eksempelvis Nykvist, B. mfl. (2019). Assessing the progress toward lower priced long range battery electric vehicles. Energy Policy, 124. 144-155.

[215] Estimert kostnad er basert på antakelse at drivlinjen til en tradisjonell bil utgjør ca. 26 % av produksjonskostnad. Kostnadsestimat for elektrisk kjøretøy baserer vi på antatt kostnad knyttet til effekt (i tråd med bla. ICCT (2019). Update on electric vehicle costs in the United States through 2030 og Fuchs, S. (2014). An Overview of Costs for Vehicle Components, Fuels and Greenhouse Gas Emissions). Motoreffekt skaleres opp for store kjøretøy. Det gir en brøk for elektriske kjøretøy der drivlinjen utgjør ca. 8 % av produksjonskostnaden for små biler, og ca. 12 % av dagens biler i de større segmentene.

[216] I tråd med estimat fra UBS om en reduksjon på 10 % til 2025 fra 2017: UBS (2017). UBS Evidence Lab Electric Car Teardown – Disruption Ahead? 18.05.17. Skalafordeler eller stordriftsfordeler betyr at enhetskostnadene reduseres når produksjonsvolumet øker.

For å oppfylle stadig strengere utslippskrav for biler med forbrenningsmotor vil produsentene måtte investere betydelig i produksjon av drivlinje[217]. EU-kravene kommer trinnvis, i 2020/2021, 2025 og 2030. I modellen er det lagt til grunn at kostnaden for drivlinjen til tradisjonelle kjøretøy med forbrenningsmotor øker med 2 prosent årlig gjennom hele perioden. Inkludert i denne kostnaden ligger også øvrige kostnader utover drivlinjeforbedringer knyttet til å nå utslippsmålene, som bruk av lettere materialer eller utvikling av ny konstruksjon for å redusere forbruk.

Batteripakke

Resterende merkostnad for innkjøp av tiltakskjøretøyet tilskrives batteripakken (inkl. batteristyring og annen elektronikk). Denne kostnaden modelleres basert på antakelser om kostnadsutvikling for batteripakker som vist i Figur 11. For små biler antas en batteristørrelse på 55 kWh, tilsvarende en rekkevidde på over 300 km. For store biler antas en batteristørrelse på 80 kWh, tilsvarende en rekkevidde på over 400 km.

Ekstrakostnader på grunn av liten skala

Batteriprisen er viktig for den totale prisen på en elbil, men andre kostnader knyttet til utvikling og produksjon av biler i en industri som går over fra småskala serieproduksjon til masseproduksjon er enda viktigere[218]. Utviklingen går raskt, og det forventes en betydelig økning av industriell produksjonskapasitet de neste årene[219]. Modelleringen beskrevet over forutsetter et modent marked. Liten skala i produksjon og distribusjon gir økte kostnader i dagens marked, derfor inkluderes en ekstra kostnad per kjøretøy for å gi et bedre bilde av prisutviklingen de nærmeste årene. Den modellerte ekstrakostnaden skyldes en rekke effekter i et umodent marked, for eksempel større enhetskostnad i produksjon, omstilling og utvikling av infrastruktur og et tredjepartsleverandør- og forhandlerledd som er tilpasset tradisjonelle kjøretøy. Volkswagens fabrikk i tyske Emden er en god illustrasjon på slike kostnader. Volkswagen-konsernet har satt av opp mot 1 milliard euro for å kunne stille om fabrikken til å produsere elbiler basert på den nye MEB-plattformen fra 2022.[220]

Introduksjon av elbiler i segmentet små biler er kommet mye lenger enn store biler og dermed bør en kunne forvente lavere merkostnad for små biler. For større biler bruker bilprodusenter premium-klassen i SUV-segmentet strategisk til å introdusere elektriske modeller. Den første bølgen av el-SUVer er utstyrte med premium-interiør, stor batteripakke, eksklusivt lydanlegg osv. Dette gjør sammenligningen mot referansekjøretøyet, som er valgt for å representere hele segmentet store biler, noe krevende. I tillegg til utslippsreduksjoner får man en "bedre og dyrere bil", for merkostnaden ved å kjøpe elbil. Først fram mot ca. 2022 forventes enklere og billigere innstegsmodeller av eksisterende el-SUVer, eller at nye modeller i lavere prisklasse blir tilgjengelige i det kommersielle markedet i tilstrekkelig omfang[221]. I elbilmodellen reflekterer merkostnaden for store biler de nærmeste årene også få tilgjengelige modeller i markedet, og prispåslaget som skyldes at eksisterende biler er lokalisert i premiumsegmentet. Den ekstrakostnaden reduseres også med

[217] Transport & Environment (2019) Mission Possible: How carmakers can reach their 2021 CO2 targets and avoid fines

[218] ICCT (2019). Update on electric vehicle costs in the United States through 2030.

[219] For nærmere drøfting av effekt av utvidet kapasitet se kapittel 5.2 i Miljødirektoratet (2018). Miljøavtale med CO2-fond: Modellering av kostnader og potensial for utslippsreduksjoner. Rapport M-1047|2018.

[220] Electrive.net (2019). VW fertigt MEB-Stromer ab 2022 auch in Emden. 29.08.19.

[221] Eksempelvis første elektriske SUV fra Skoda som lanseres i begrenset omfang i 2020, jf. Autocar (2016). Skoda electric SUV under development. 23.06.16.

tanke på forventet utvikling med flere modeller store biler til lavere pris enn dagens som introduseres i markedet.

Ekstrakostnadene på grunn av liten skala (skalaulempe) settes i 2019 til 70 000 kroner for små biler og 250 000 kroner for store biler, og trappes lineært ned til null i 2030 i tiltaket.

Oppsummering av antakelser i modellering

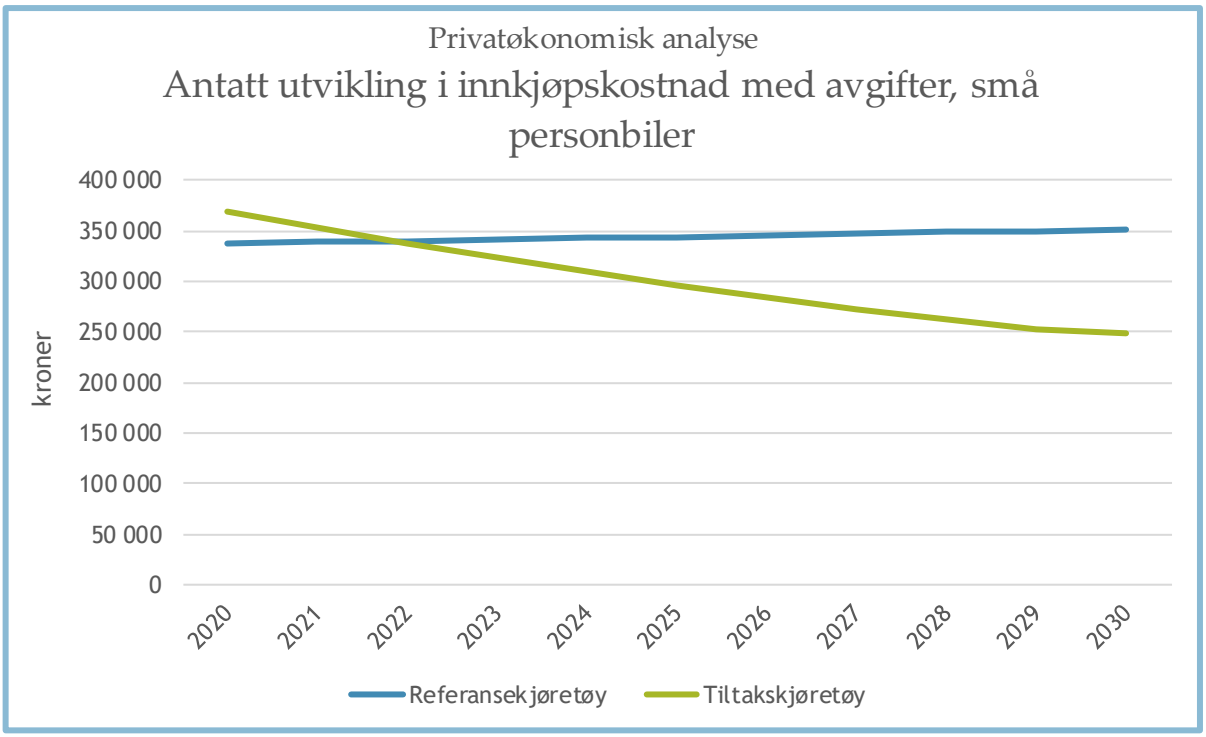
Antagelser som er lagt til grunn ved modellering av innkjøpskostnader for referanse- og tiltakskjøretøy i basisscenarioet er oppsummert under. Det kjøres i tillegg sensitivitetsanalyser på enkelte av antakelsene.

- Marked og nybilsalget modelleres ved hjelp av "små" og "store" biler, der kompaktklassen representerer små biler, og SUV-klassen representerer store biler.
- Referansekjøretøy i klassen små biler er en Volkswagen Golf med bensinmotor og

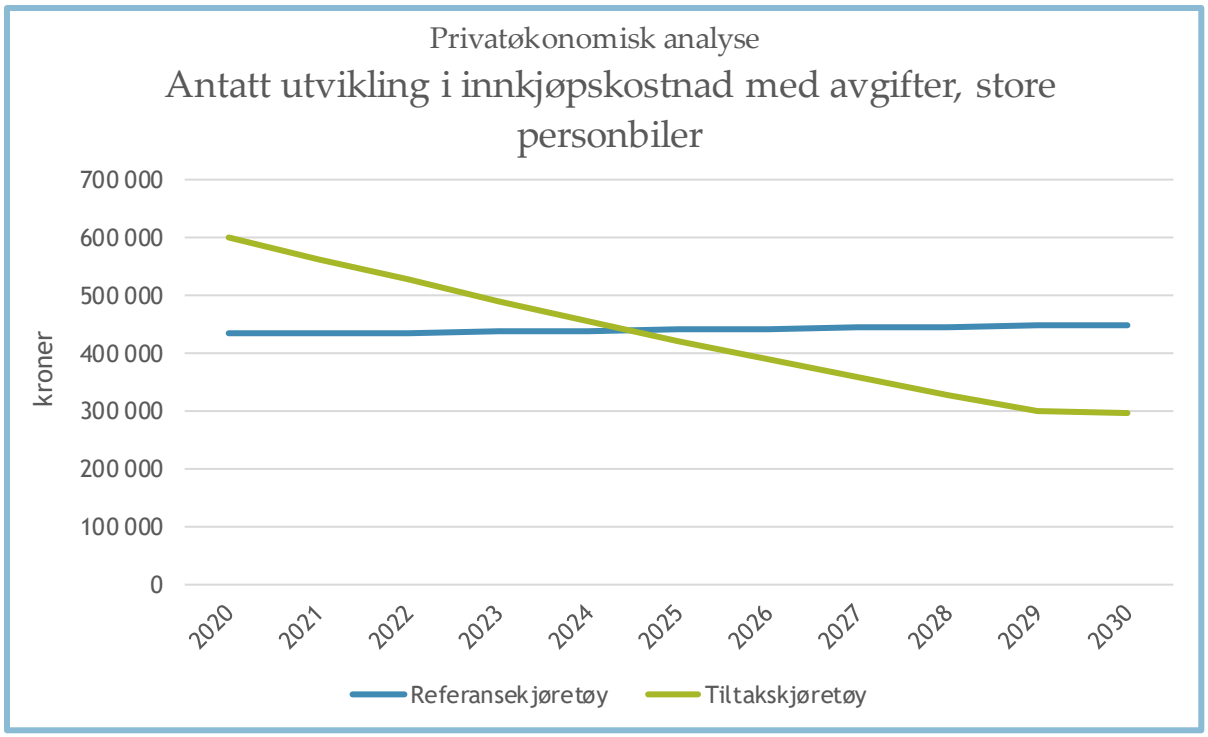
  referansekjøretøy i klassen store biler er en Volkswagen Tiguan med bensinmotor.
- For å vurdere framtidig pris og kostnadsutvikling for elektriske personbiler vurderes tre komponenter: glider (chassis og karosseri), drivlinje og batteripakke.
- Det antas lik produksjonskostnad for glider til tiltaks- og referansekjøretøy og kostnaden er uendret over analyseperioden.
- Det antas at kostnaden for glider for referansekjøretøyet tilsvarer 75 prosent av produksjonskostnad for kjøretøyet før skatter og avgifter i 2019.
- I klassen små biler antas drivlinjen til referansekjøretøyet å koste ca. 51 000 kroner og drivlinjen til tiltakskjøretøyet å koste ca. 26 000 kroner i 2019.
- I klassen store biler antas drivlinjen til referansekjøretøyet å koste ca. 58 000 kroner og drivlinjen til tiltakskjøretøyet å koste ca. 34 000 kroner i 2019.
- Kostnad for drivlinje til referansekjøretøyet forventes øke med 2 prosent per år i perioden grunnet EUs utslippskrav. Det bidrar til en samlet årlig kostnadsøkning for en tradisjonell bil med forbrenningsmotor på ca. 1 prosent, mens kostnad for drivlinje til elbil forventes synke med 1 prosent per år på grunn av. økt produksjon.
- For små biler antas en batteristørrelse på 55 kWh. Det tilsvarer en rekkevidde på over 300 km.
- For store biler antas en batteristørrelse på 80 kWh. Det tilsvarer en rekkevidde på over 400 km.
- Antatte batterikostnader (i $/kWh) følger en årlig utvikling som er vist i Tabell 4.
- For små elbiler antas en ekstrakostnad på grunn av liten skala i 2019 på 70 000 kroner per bil. Reduseres til 0 i 2029.
- For store elbiler antas en ekstrakostnad på grunn av liten skala i 2019 på 250 000 kroner per bil. Reduseres til 0 i 2029.
- Til innkjøpsprisen for en elbil er det lagt til en kostnad på 20 000 kroner (inklusive merverdiavgift) for kjøp og installasjon av ladeinfrastruktur (AC) hos eier eller et annet sted (f.eks. arbeidsplassen).

- For små biler antas at 90 prosent av lading skjer hjemme/om natten, og resterende 10 prosent skjer ved kjøp av lading eksternt, inkludert hurtiglading. For store biler er det antatt 85 prosent lading hjemme og 15 prosent ekstern/hurtiglading.
- Beregningen av strømforbruk inkluderer et energitap ved lading på 10 prosent. Test-normen WLTP som brukes til typegodkjenning inkluderer ladetap i ombordlader i kjøretøy.

Forventet utvikling i privatøkonomisk innkjøpskostnad inkludert avgifter for henholdsvis referansekjøretøyet (bensinbilen) og tiltakskjøretøyet (elbilen) er vist i Figur 18 og Figur 19. Kostnad for tiltakskjøretøy inkluderer innkjøp og installasjon av ladeinfrastruktur. Beregningene baserer seg på en videreføring av dagens avgiftsregime (for utdyping, se kapittel 2.2.4).



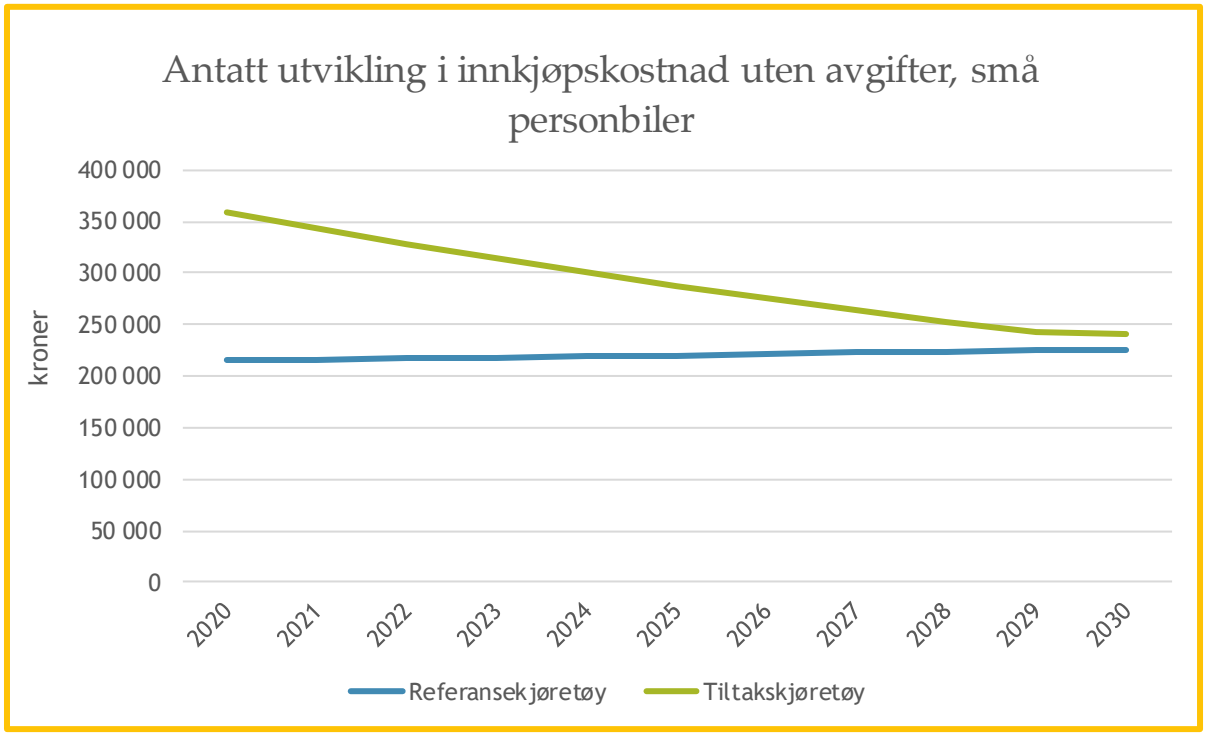
Figur 18. Utvikling i innkjøpspris inkludert avgifter for små personbiler (2019-kroner).



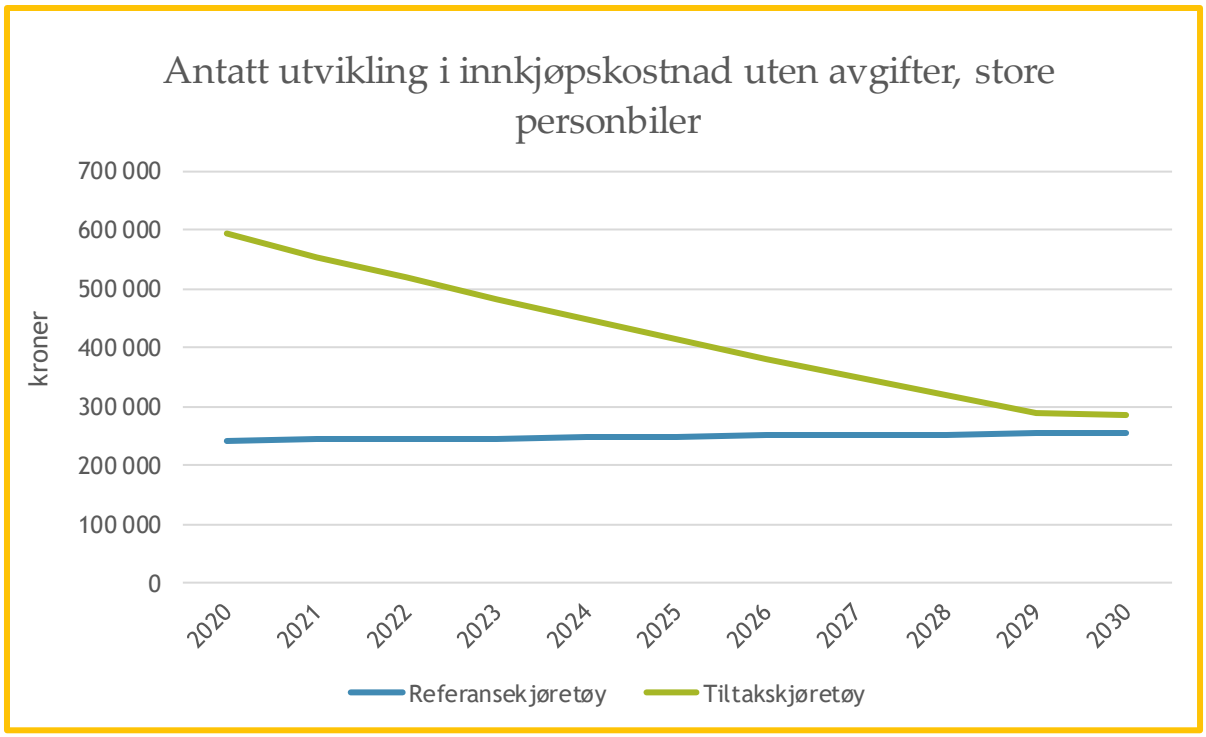
Figur 19. Utvikling i innkjøpspris inkludert avgifter for store personbiler (2019-kroner).

Beregningene viser at ved videreføring av eksisterende kjøpsfordeler forventes elbilen å bli rimeligere å anskaffe enn en tilsvarende bil med forbrenningsmotor omkring 2022 i småbilsegmentet og omkring 2025 for store personbiler.

Ved beregning av tiltakskostnad inngår ikke skatter og avgifter. Figur 20 og Figur 21 illustrerer forventet kostnadsutvikling for henholdsvis bensinbilen og elbilen uten avgifter ved innkjøp. Også her inngår kostnader for kjøp og etablering av ladeinfrastruktur.



Figur 20. Utvikling i innkjøpskostnad uten avgifter for små personbiler (2019-kroner).



Figur 21. Utvikling i innkjøpskostnad uten avgifter for store personbiler (2019-kroner).

Innkjøpskostnaden faller raskere for store elbiler enn små. Samlet sett er den årlige kostnadsreduksjonen fors må biler på 5 % i gjennomsnitt over perioden. Dette er særlig drevet av raske reduksjoner i batterikostnader; fra 2020 til 2027 halveres batterikostnadene i modellen.

2.2.3 Kostnadsbesparelser knyttet til drift

Elektriske kjøretøy er billigere i drift enn biler med forbrenningsmotor. Antakelsene som er lagt til grunn for å beregne kostnadsbesparelsene ved drift er beskrevet under.

Årlig kjørelengde

Årlig kjørelengde forutsettes å være lik for bensinbilen og elbilen. For små biler antas kjørelengden å være 13 000 km/år første året etter innkjøp, og for store biler antas en kjørelengde på 16 000 km/år. For både små og store biler antas en avtagende kjørelengde over kjøretøyets driftstid. Dette er i tråd med SSBs statistikk for dagens kjøretøy.

Energikostnader

Strømforbruk for tiltakskjøretøy er basert på en omregning fra bensinforbruket ved hjelp av virkningsgrader (30 % for bensinmotoren, 90 % for elmotoren). [222] En Volkswagen e-Golf har et oppgitt forbruk på ca. 13 kWh/100 km. Forbruk vinterstid vil kunne være høyere (reell kjøring vinterstid med den større Tesla Model 3 ser ut å gi et noe høyere snitt[223]) men det samme gjelder for biler med forbrenningsmotor. [224] Vintertester har vist kraftig økt forbruk for bensinbiler sammenlignet med offisielle forbrukstall fra produsenter. [225] Store biler, som en Tesla Model X har et oppgitt forbruk på ca. 21 kWh/100 km. Andre biler i klassen som Audi e-tron har offisielt forbruk på

[222] Via OFV og kjøretoydata.no, lest sommer/høst 2019.
[223] Norsk elbilforening (2019). Test av Tesla Model 3 Performance AWD: Heftig kjøreglede. 20.02.19.
[224] Din side/Dagbladet (2019). 15 biler testet. Så dramatisk øker forbruket i kulda. 27.02.19.
[225] Recharge (2019). Nytt elbilstest: Så mycket drar elbilarna på vintern. 25.02.19.

23,5 kWh/100 km og Jaguar I-Pace på 21,2 kWh/100 km. Ingen av dem viser spesielt økt strømforbruk ved kjøring om vinteren.[226]

Luftmotstand er en viktig faktor for energiforbruk. Det er fokus i bransjen på å redusere luftmotstand og utviklingen vil gå mot lavere forbruk. I modellen er elforbruket antatt å være konstant over perioden, men det beregnes et energitap på 10 prosent ved lading.

For referansekjøretøy er det antatt et forbruk på 0,55 liter/mil for små biler og 0,71 liter/mil for store biler. For små elektriske biler antas et forbruk på 0,165 kWh/km, og for store biler antas et forbruk på 0,213 kWh/km.

Hvordan kostnader for ladeinfrastruktur er inkludert i analysene

For elektrifiseringstiltak i **veitransport** er kostnader for ladeinfrastruktur inkludert som beskrevet under.

1. Etablering av ladepunkt ved kjøp av kjøretøyet. For personbiler og varebiler er det antatt at ladepunktet koster 16 000 kroner per kjøretøy (pluss merverdiavgift for personbilene). En del elbilkjøpere vil nok ikke trenge å etablere et eget ladepunkt hjemme, men kostnaden inkluderer også ladepunkt i kontorbygg, parkeringsplasser osv. For busser og langtransportlastebiler er det antatt en kostnad på 800 000 kroner per kjøretøy. For lastebiler som brukes til lokal/regional distribusjon og til massetransport er det antatt en kostnad på 200 000 kroner per kjøretøy. Det er ikke lagt inn noen kostnadsreduksjon over perioden 2020-2030, til tross for at det er grunn til å tro at kostnadene for ladepunkt vil falle noe. Det er heller ikke lagt inn anleggsbidrag som kan forekomme for enkelte aktører.

2. Strømforbruk til hjemmelading eller lading ved bedrift. Kostnaden vi har lagt til grunn inkluderer nettleie. Det forventes en realøkning i nettleien fram mot 2030 som inkluderer en del nettoppgraderinger.[227]

3. For alle segmentene antas også en andel hurtiglading, eller annen ekstern lading, til betydelig høyere kostnad per kWh enn hjemmelading. Prisen for hurtiglading inkluderer kostnader for bygging og drift av hurtigladestasjoner på kommersielle vilkår.[228]

Boks 1. Hvordan kostnader for ladeinfrastruktur er inkludert i analysene.

Vedlikeholdskostnader

Vedlikeholdskostnader ble estimert i rapporten "Tiltakskostnader for elbil"[229] fra 2016. De samme kostnadene er benyttet i denne analysen. Årlig vedlikeholdskostnad for både små og store referansekjøretøy antas å være 6 000 kroner, og for små og store tiltakskjøretøy antas årlige vedlikeholdskostnader å være 4 000 kroner. Kostnadene holdes konstant over analyseperioden.

Dette er nok et noe konservativt anslag fordi servicetjenester for elbiler fortsatt kan anses som et umodent marked med svak konkurranse. Servicesteder rapporterer entydig at elbiler er mindre

[226] Norsk elbilforening (2019). Stor vintertest: Nær 900 kilometer med fem høyreiste elbiler. 22.02.19.
[227] For strømpriser og nettleie som er benyttet i analysene, se vedlegg II Veileder: Vedlegg C.
[228] Samlet kostnad for etablering av hurtiglading til person- og varebiler er konsistent med analysen gjort av NVE i kapittel 13
[229] Miljødirektoratet (2016). Tiltakskostnader for elbil. Rapport M-620|2016.

krevende å utføre service på[230] og erfaringer fra store flåteoperatører peker på betydelig reduserte vedlikeholdskostnader for elbiler sammenlignet med bensinbiler eller ladbare hybrider[231].

Autolease tilbyr service- og vedlikeholdsavtaler knyttet til "leasing" for privatpersoner[232], og serviceavtaler for elbiler ser ut til å være priset ca. 40 prosent lavere enn tilsvarende bensin- eller dieselbil (for avtale som inkluderer 20 000 km. per år). Ca. 40 prosent lavere ser også ut til å være i tråd med estimat fra UBS som sammenlignet Chevrolet Bolt med Volkswagen Golf[233], og for tunge kjøretøy som Ruters estimat for vedlikehold for el- sammenlignet med dieselbuss i 2025[234]. UBS peker på at den eneste komponenten som kan forventes å slites mer i en elbil enn i en tradisjonell bil er dekkene, grunnet raskere akselerasjon og økt vekt som følge av batteripakken. En omfattende studie gjort for Volkswagen i Tyskland peker på en besparelse fra vedlikehold for el elbil på mellom 200-400 Euro per år[235].

Bompenger, parkeringsavgifter med mer

Stortinget har fastsatt et tak på bompenger og fergesatser for elbiler til maksimalt 50 prosent av vanlig takst[236]. Innenfor denne regelen er det regionale og lokale forskjeller i differensiering mellom biltyper. Differensiering av satser for parkering varierer også fra sted til sted. Dette innebærer at det kan være et stort sprik i besparelser knyttet til dette kostnadselementet avhengig av hvor man bor og hvordan man bruker bilen. I modellen er det forutsatt at bensinbilen betaler 4 000 kroner mer enn elbilen i bompenger, fergeutgifter og parkeringsavgifter per år. [237] Dette er en gjennomsnittsbetraktning. I kapittel 2.4 analyseres hvordan ulike besparelser vil slå ut for det privatøkonomiske regnestykket.

2.2.4 Merkostnader over tiltakets levetid

I dette kapittelet beregnes netto merkostnader (innkjøps- drifts-, og vedlikeholdskostnader) over levetiden til elbiler kjøpt på ulike tidspunkter i perioden 2020-2030.

I beregningen av den samfunnsøkonomiske tiltakskostnaden benyttes en diskonteringsrente på 4 prosent med 2019 som referanseår.

I de privatøkonomiske analysene ser vi på lønnsomheten for bilkjøperne ved å anskaffe elbil i stedet for bensinbil, og vi neddiskonterer derfor merkostnadene til anskaffelsesåret. Den privatøkonomiske diskonteringssatsen som benyttes er et uttrykk for avveininger mellom økte utgifter i dag og reduserte kostnader i framtiden. I henhold til vedlegg II – Veileder er denne satt til 11 prosent for privatpersoner.

Merkostnader for små elektriske personbiler

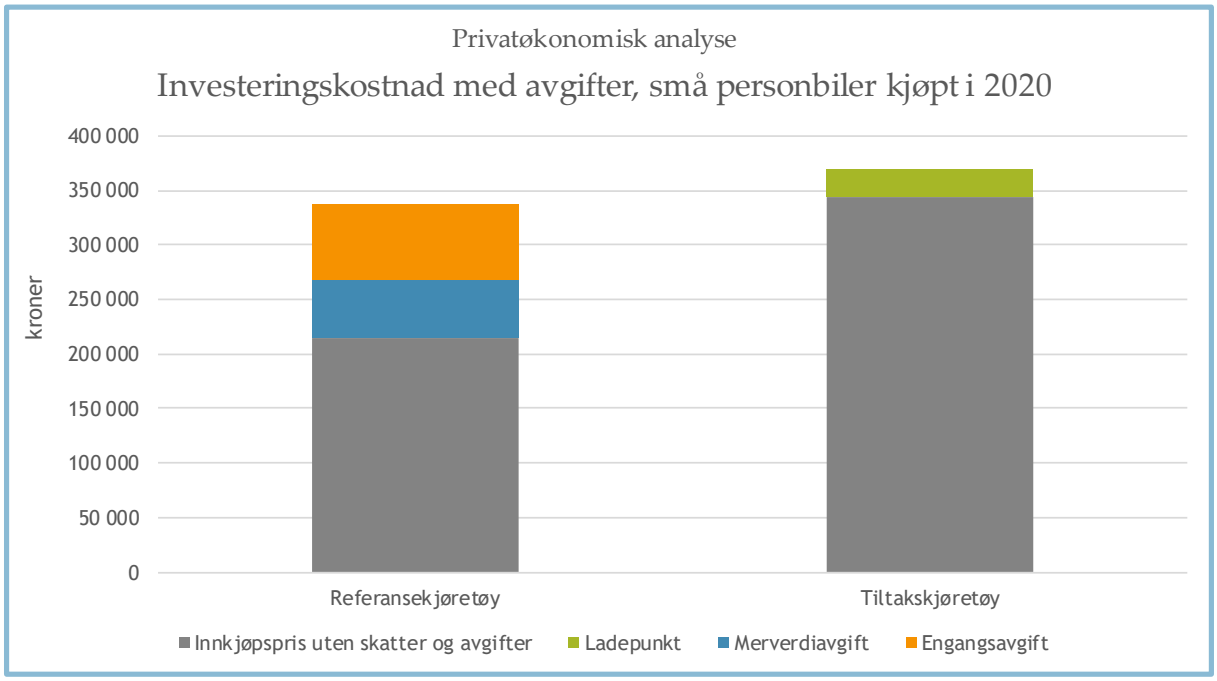
Tabell 5 viser antagelsene som er lagt til grunn for beregning av merkostnader for små biler i basisscenarioet.

[230] DN (2014). Elbilister klager på service-utgiftene. 19.08.14.
[231] Quartz (2019). New York City says electric cars are now the cheapest option for its fleet. 18.03.19.
[232] Autolease. Slik bestiller du din neste bil.
[233] UBS (2017). UBS Evidence Lab Electric Car Teardown – Disruption Ahead? 18.05.17.
[234] Ruter (2018). Utslippsfri kollektivtransport i Oslo og Akershus. 08.01.18. Versjon 10.
[235] Volkswagen AG (2019). Hydrogen or battery? A clear case, until further notice. 07.11.19.
[236] Stortingets vedtak nr. 108 (2016–2017), vedtakspunkt 2c, 5. desember 2016.
[237] Basert på vurderinger i Miljødirektoratet (2018). Miljøavtale med CO2-fond: Modellering av kostnader og potensial for utslippsreduksjoner. Rapport M-1047|2018.

Tabell 5. Antakelser for små biler.

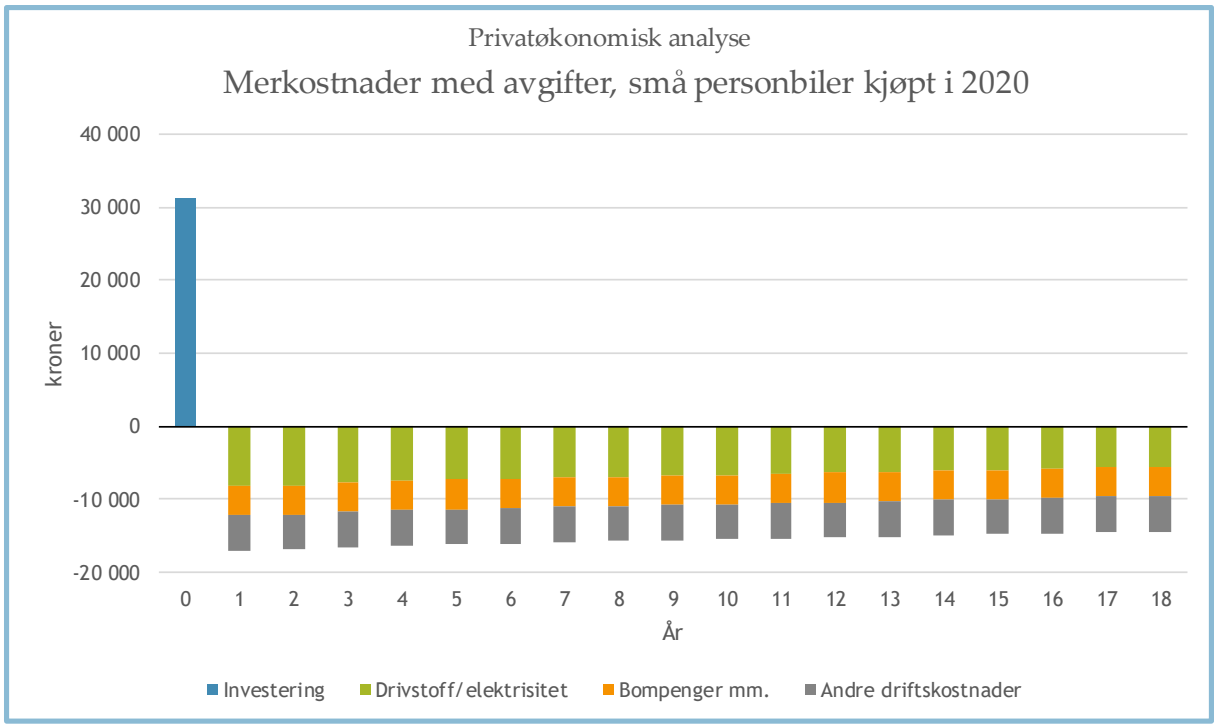
Antagelser for innkjøp av små biler	**Referansekjøretøy** *VW Golf*	**Tiltakskjøretøy** *Modellert*
Forventet levetid	18 år	18 år
Innkjøpskostnad i 2020 (eks. skatter og avgifter)	215 000 kr	344 000 kr
Engangsavgift	68 800 kr	-
MVA	53 800 kr	-
Kjøp og montering av ladeinfrastruktur hos eier (inkl. MVA)	-	20 000 kr
Sum investering	**337 500 kr**	**364 000 kr**
Årlig kjørelengde i år 1 for gjennomsnittsbruker (avtar over kjøretøyets levetid)	13 000 km	13 000 km
Drivstoff-forbruk	0,55 liter/mil	0,166 kWh/km
Andel av el som dekkes med hurtiglading	-	10 %
Årlige vedlikeholdskostnader (med MVA)	6 000 kr	4 000 kr
Årlige avgifter (trafikkforsikringsavgift)	2 858 kr	-
Bompenger, parkering m.m. (merkostnad)	4 000 kr	-

Figur 22 viser differansen i innkjøpskostnad i 2020 for de to kjøretøytypene og at fritak fra mva. og engangsavgift for elbilen reduserer kostnadsdifferansen.



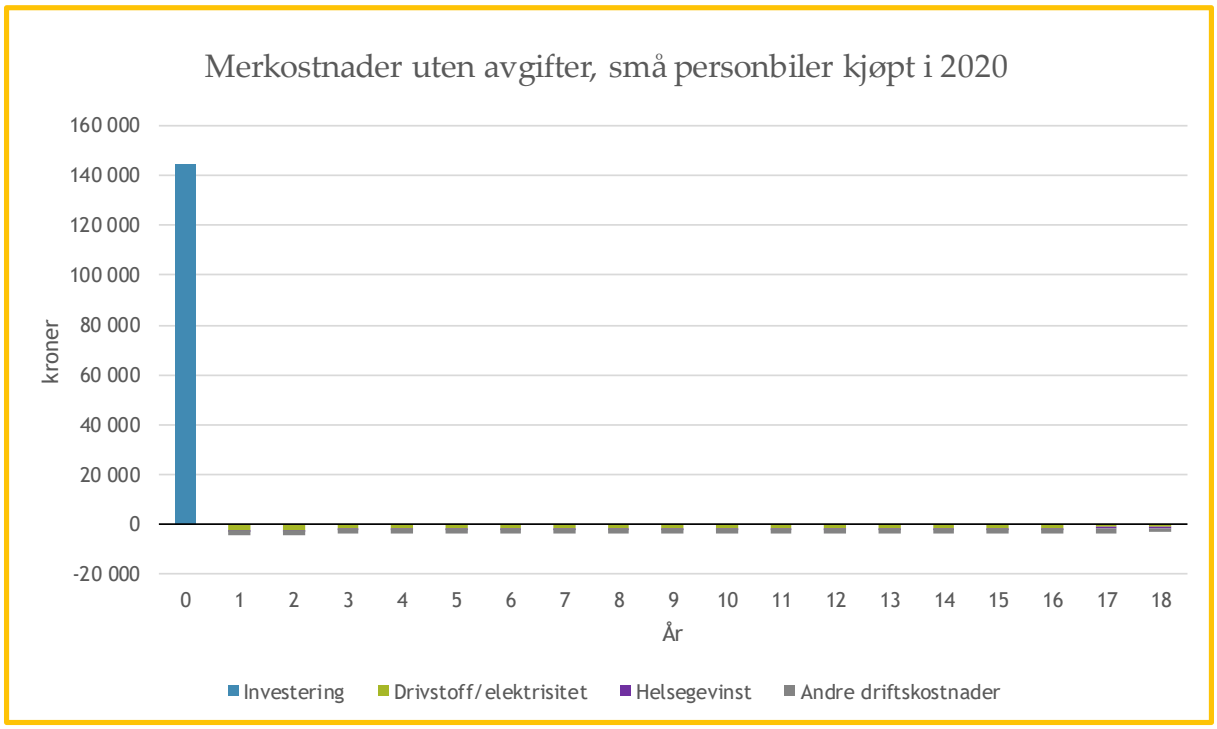
Figur 22. Investeringskostnad for små elbiler kjøpt i 2020.

Figur 23 som viser privatøkonomiske merkostnader over hele levetiden til kjøretøyene illustrerer at drift av elbilen har lavere kostnader enn bensinbil, primært som følge av lavere energiutgifter. Reduserte utgifter til bompenger, ferger, parkering, vedlikehold og fritak for trafikkforsikringsavgift bidrar også.



Figur 23. Privatøkonomiske merkostnader per år for små elbiler kjøpt i 2020. I 2019-kroner

Uten avgifter er bildet et annet, jamfør Figur 24 som viser merkostnadene over levetiden. Dette er kostnadselementene som inngår ved beregning av tiltakskostnaden. Figuren inkluderer også helsegevinster knyttet til reduserte utslipp av partikler (PM10) og NOx ved bruk av elbil framfor bensinbil, men disse gevinstene er små. [238]



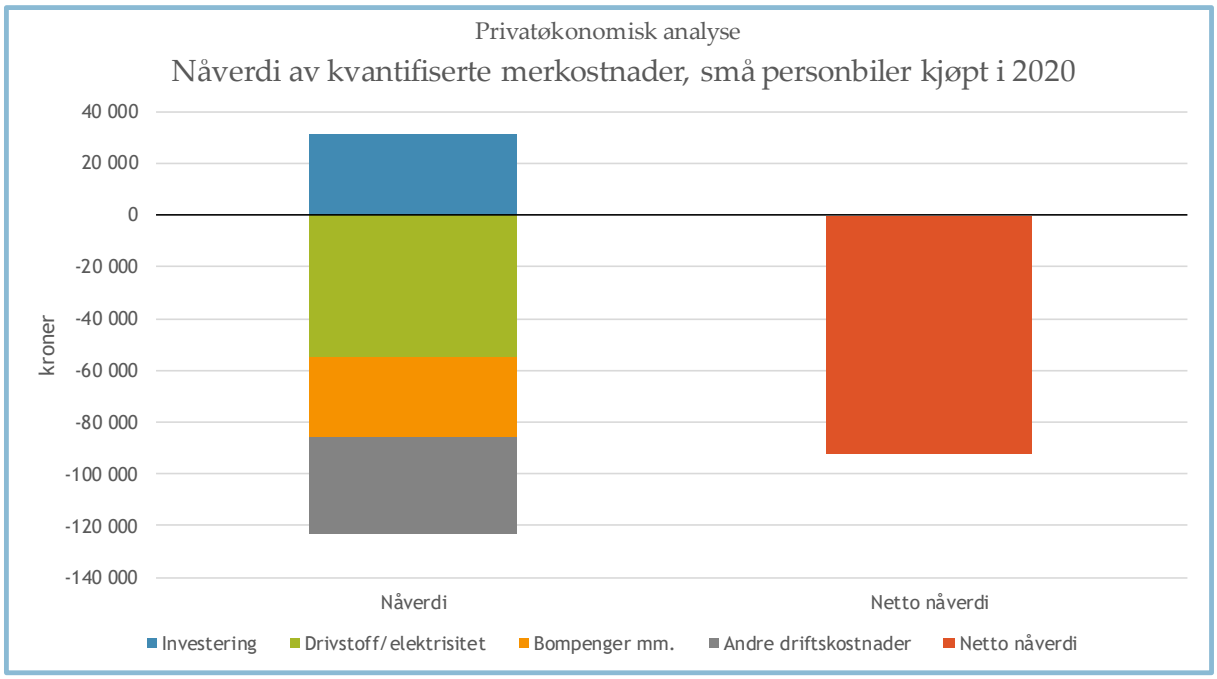
Figur 24. Samfunnsøkonomiske merkostnader per år for små elbiler kjøpt i 2020. I 2019-kroner

[238] Se vedlegg II *Veileder* om verdsettingsfaktorer for beregning av helseeffekter

Privatøkonomisk beregning av nåverdi ved kjøp av en elbil i 2020 er illustrert i Figur 25. Stolpen til venstre viser nåverdien av de ulike kostnadselementene, mens stolpen til høyre viser netto nåverdi. Negativ netto nåverdi betyr at investeringen er anslått å være lønnsom, det vil si at driftsbesparelsene oppveier for de økte investeringskostnadene, gitt diskonteringssatsen som er lagt til grunn. [239]

De ulike kostnadselementene vil avhenge av kjøretøyets bruk, men som figuren viser er gjennomsnittsbilen privatøkonomisk lønnsom allerede i 2020. Dette gjelder også for en bruker som ikke nyter godt av bompengebesparelser. Tilstrekkelig tilgang til lading er en avgjørende forutsetning for resultatet. I modellen er det lagt til grunn at gjennomsnittsbrukeren investerer i et ladepunkt (20.000 kr/bil), betaler for strømforbruk og nettleie basert på forbruket sitt, samt betaler for hurtiglading. Det antas videre at vedkommende ikke har ulemper knyttet til begrenset rekkevidde for kjøretøyet eller tidsbruk ved lading. Her kan det være betydelige individuelle og geografiske forskjeller i dag, men det antas at forskjeller vil bli redusert over perioden. For mer om ladeinfrastruktur, se kapittel om nett og infrastruktur.

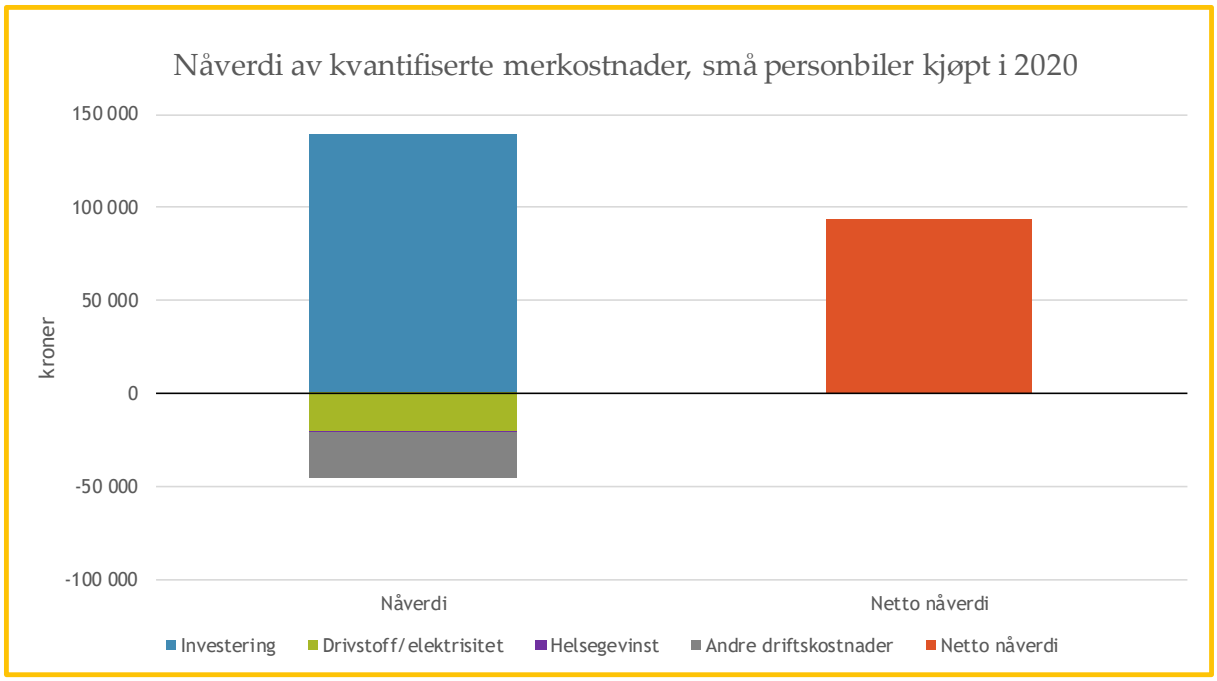
Resultatet er basert på årlig kjørelengde for en gjennomsnittsbruker. For brukere med vesentlig kortere kjørelengder er det ikke gitt at kjøp av elbil lønner seg allerede i 2020. I kapittel 2.4 gjennomføres sensitivitetsanalyser der slike variabler endres.



Figur 25. Nåverdi og netto nåverdi av privatøkonomiske merkostnader for små elbiler kjøpt i 2020. Kalkulasjonsrente 11 %.

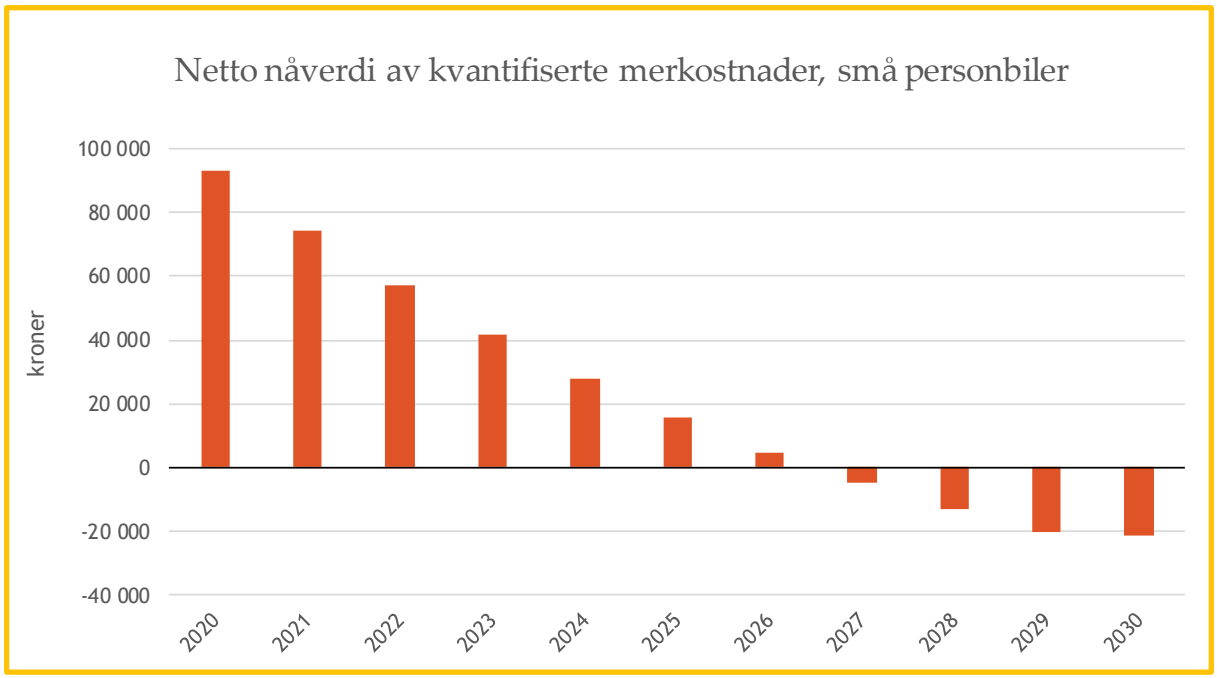
Nåverdien av kostnadselementene som inngår i tiltakskostnaden framgår av Figur 26. Dette er en samfunnsøkonomisk betraktning der avgifter ikke inngår, helsegevinster er medregnet og renten er satt til 4 %. For en liten bil kjøpt i 2020 er netto nåverdi av merkostnader anslått til i underkant av 100 000 kroner.

[239] Nåverdien av de samlede kostnadene ved å eie et kjøretøy beskrives ofte som TCO, *total cost of ownership.*



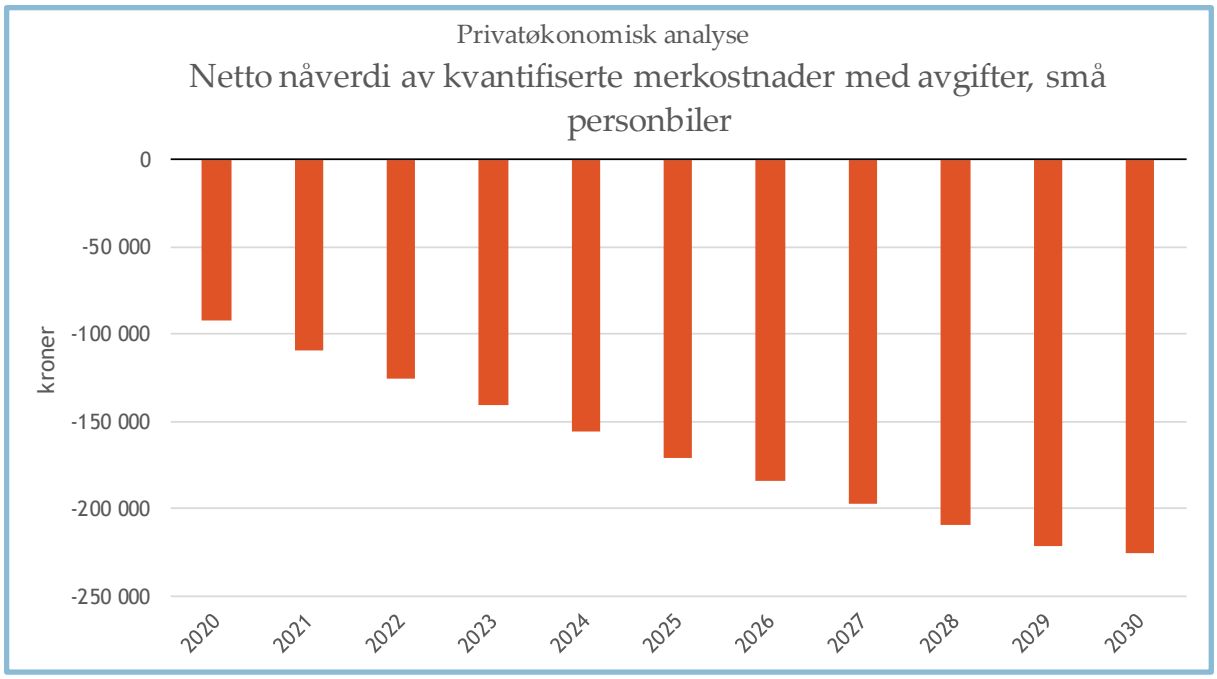
Figur 26. Nåverdi og netto nåverdi av samfunnsøkonomiske merkostnader for små elbiler kjøpt i 2020. Kalkulasjonsrente 4 %.

Merkostnaden reduseres relativt raskt som vist i Figur 27, men forsvinner ikke helt før omkring 2027 Det innebærer at tiltakskostnaden blir negativ på samme tidspunkt, det kommer vi tilbake til i kapittel 2.4.



Figur 27. Netto nåverdi av samfunnsøkonomiske merkostnader for små elbiler anskaffet i 2020-2030. Alle nåverdier er neddiskontert til 2019. Kalkulasjonsrente 4 %.

I den privatøkonomiske beregningen er merkostnaden diskontert til innkjøpsåret. Figur 28 illustrerer at med dagens avgiftsregime blir det stadig mer lønnsomt for bilkjøperen som er representert i vår modell (med gjennomsnittlige kjørelengder, bompengebesparelser med mer) å anskaffe elbil.



Figur 28. Netto nåverdi av merkostnader med avgifter, små personbiler. Privatøkonomiske merkostnader for små elbiler anskaffet i 2019-2030, gitt en diskonteringssats på 11 %. Diskontert til innkjøpsåret. 2019-kroner.

Usikkerheten i beregningen er betydelig. Innkjøpskostnader for elbiler er basert på en rekke ulike antagelser – inkludert fallende batterikostnader og økende skalafordeler i produksjonen av kjøretøyene. Framtidige energipriser er også usikre, men dette er mindre utslagsgivende for resultatene. For mer om usikkerhet og ulike scenarioer se kapittel 2.4. Her diskuteres også effekten av ulike kjørelengder.

Merkostnader for store elektriske personbiler

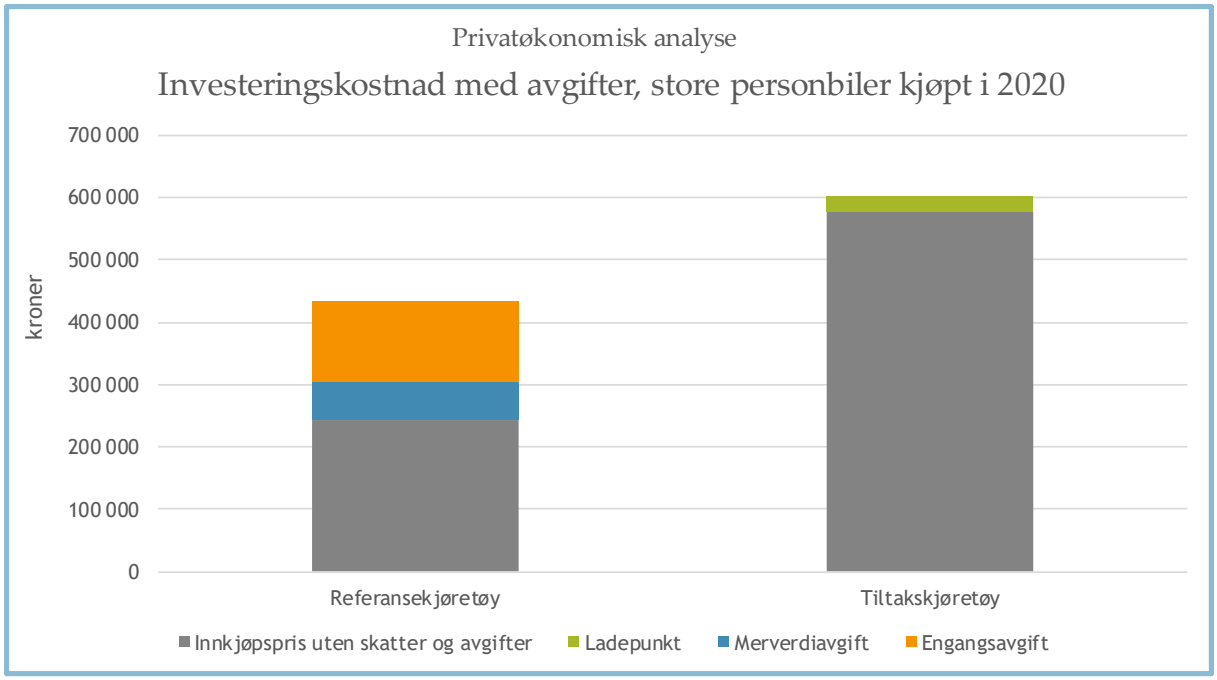
Tabell 6 viser antagelsene som er lagt til grunn for beregning av merkostnader for store biler.

Tabell 6. Antagelser for store biler.

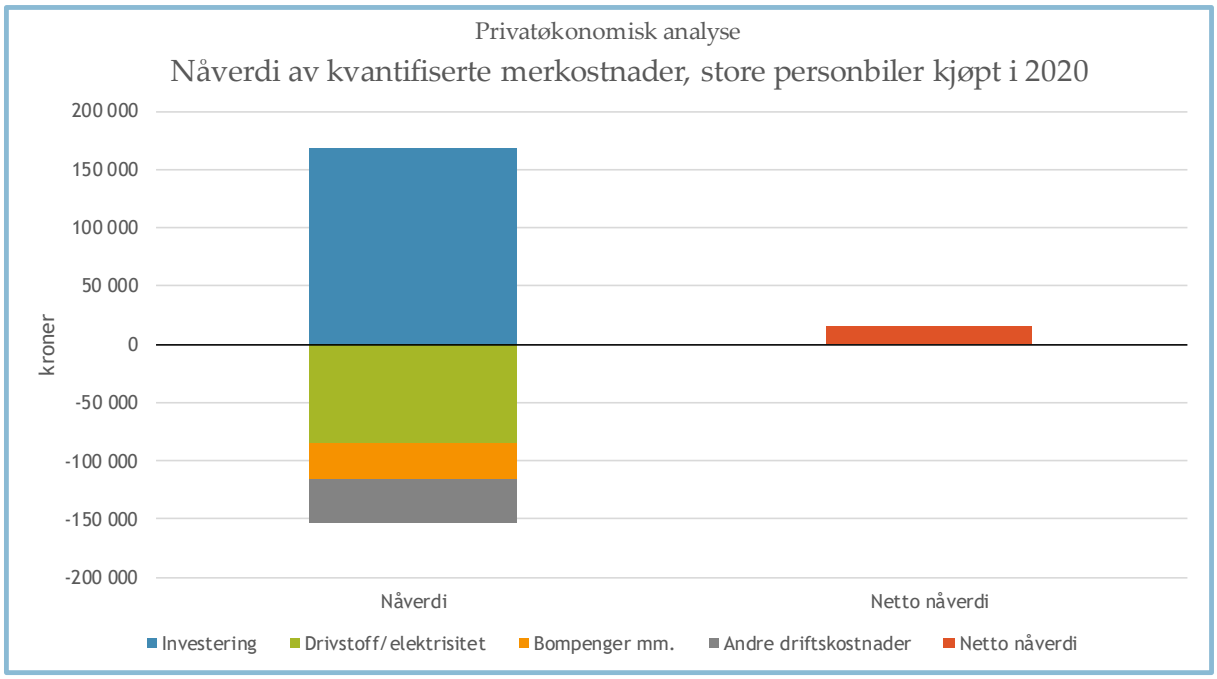
Antagelser for innkjøp av store biler	**Referansekjøretøy** *VW Tiguan*	**Tiltakskjøretøy** *Modellert*
Forventet levetid	18 år	18 år
Innkjøpskostnad i 2020 (eks. skatter og avgifter)	243 200 kr	577 000 kr
Engangsavgift	129 500 kr	-
MVA	60 800 kr	-
Kjøp og montering av ladeinfrastruktur hos eier (inkl. MVA)	-	20 000 kr
Sum investering	**433 500 kr**	**597 000 kr**
Årlig kjørelengde i år 1 for gjennomsnittsbruker (avtar over kjøretøyets levetid)	16 000 km	16 000 km
Drivstoff-forbruk	0,71 liter/mil	0,213 kWh/km
Andel av el som dekkes med hurtiglading	-	15 %
Årlige vedlikeholdskostnader (inkl. MVA)	6 000 kr	4 000 kr
Årlige avgifter (trafikkforsikringsavgift)	2 858 kr	-
Bompenger, parkering m.m. (merkostnad)	4 000 kr	-

Basert på disse antagelsene i Tabell 6 er det gjort tilsvarende beregninger som for små biler. Resultatene viser at sammenlignet med små biler, er det en større forskjell i investeringskostnader

mellom referansekjøretøy og tiltakskjøretøy for store biler. Dette er vist i Figur 29. For en stor elbil kjøpt i 2020 vil ikke dette oppveies av reduserte driftskostnader, og netto nåverdi av privatøkonomiske kostnader er positiv. Privatøkonomisk beregning av nåverdi ved kjøp av en stor elbil i 2020 er illustrert i Figur 30.



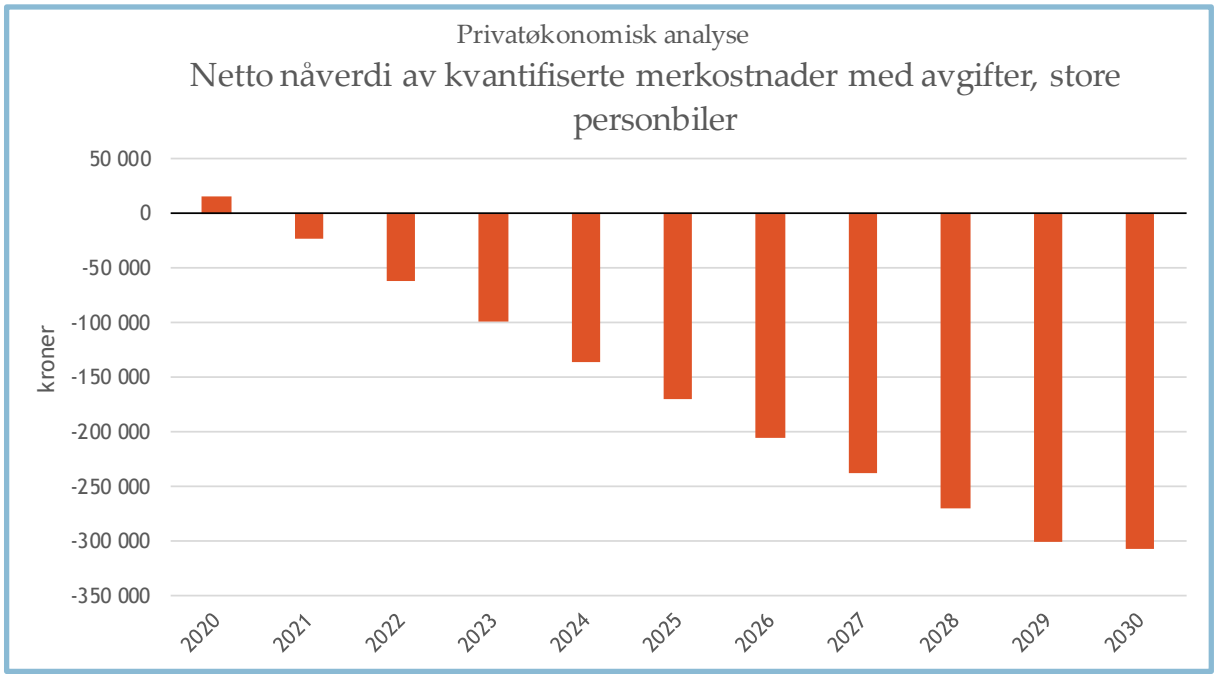
Figur 29. Investeringskostnad for store elektriske personbiler kjøpt i 2020.



Figur 30. Nåverdi og netto nåverdi av privatøkonomiske merkostnader for stor elektriske personbiler kjøpt i 2020. Diskonteringssats 11 %.

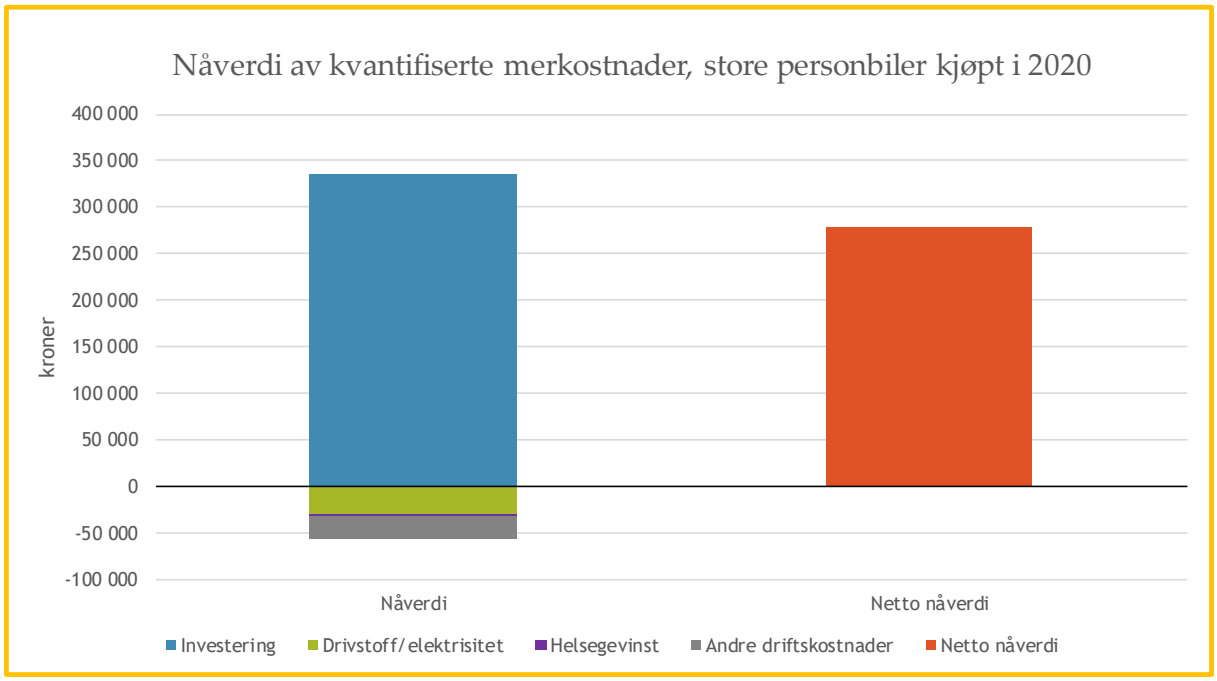
Figur 26 illustrerer at store personbiler nærmer seg privatøkonomisk lønnsomhet for gjennomsnittsaktøren i 2020 med våre forutsetninger, og er lønnsom fra 2021. Ettersom det i dag er færre elbilmodeller tilgjengelig i dette segmentet, og mange av dem er relativt dyre, er merkostnaden ved innkjøp langt høyere enn for små biler. Samtidig er det lagt til grunn at store biler

kjørere lenger enn små biler (16 000 vs. 13 000 km/år første året etter innkjøp). Fallende innkjøpskostnader kombinert med lengre kjørelengde medfører at de store personbilene blir mer lønnsomme enn de små bilene utover i perioden, jamfør Figur 31.



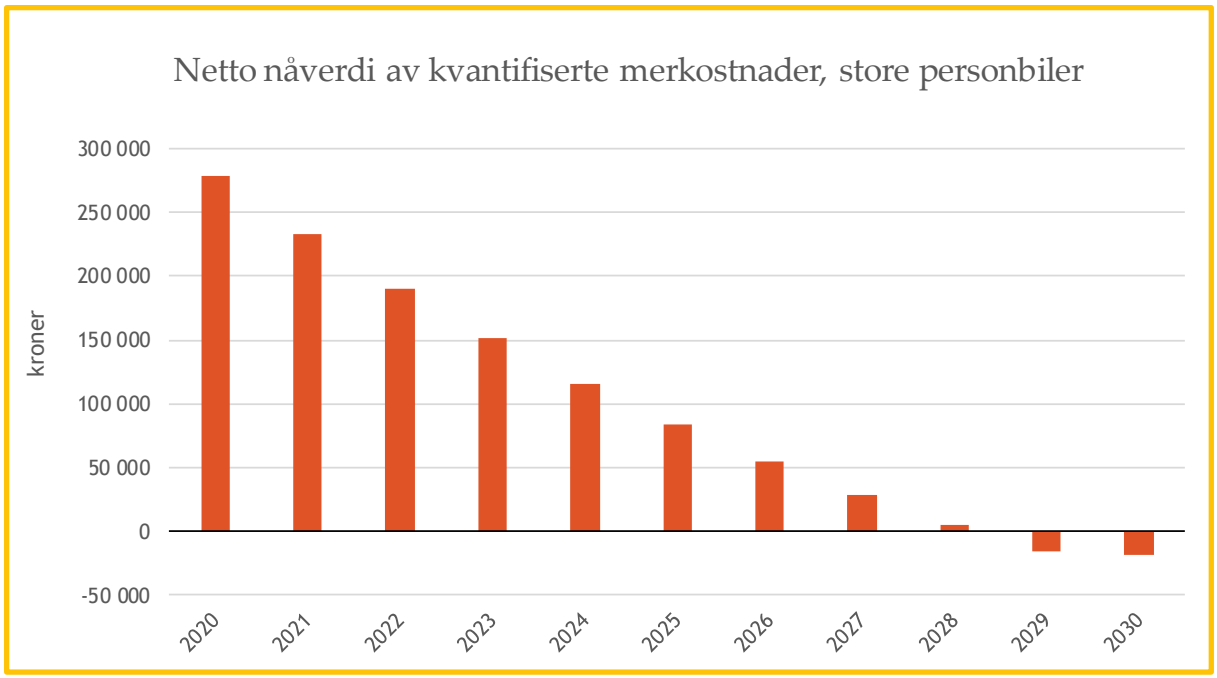
Figur 31. Netto nåverdi av merkostnader med avgifter. Privatøkonomiske merkostnader for store elbiler anskaffet i 2020-2030, gitt en diskonteringssats på 11 %. Diskontert til innkjøpsåret. I 2019-kroner.

Kostnadselementene som inngår i beregningen av den samfunnsøkonomiske tiltakskostnaden er vist i figurene nedenfor. Nåverdien av kostnadselementene som inngår i tiltakskostnaden og netto nåverdi framgår av Figur 32.



Figur 32. Nåverdi og netto nåverdi av kostnadselementer som inngår i beregning av tiltakskostnad for store elektriske personbiler. Kalkulasjonssrente 4 %. I 2019-kroner.

Figur 33 viser at merkostnaden reduseres raskt, men ikke når null før omkring 2029.



Figur 33. Netto nåverdi av samfunnsøkonomiske merkostnader for store elektriske personbiler anskaffet i 2020-2030. Alle tall er neddiskontert til 2019. Kalkulasjonsrente 4 %. I 2019-kroner.

Analysen så langt har fokusert på merkostnadene ved å anskaffe ett enkelt tiltakskjøretøy. Tiltaket *100% av nye personbiler skal være nullutslippskjøretøy i 2025* er et samletiltak som består av rundt 400 000 elektriske personbiler som "fases inn" i løpet av perioden 2020 - 2030. Utslippsreduksjonspotensialet ved dette tiltaket framgår av utslippsdifferansen mellom innfasingstakten i referansebanen og innfasingstakten ved gjennomføring av tiltaket. Det samme gjelder tiltakets kostnad, som er en gjennomsnittlig merkostnad for elbilene som fases inn fram til 2030 utover referansebanen. I realiteten vil også utviklingen i utskiftingstakten av den samlede bilparken påvirke utslippsreduksjonene som er mulige å oppnå med elektriske personbiler. Dette er utenfor de vurderinger som gjøres i dette notatet.

2.3 Beregning av tiltakskostnad

I dette kapittelet benyttes merkostnadsberegningene og innfasingsbanene til å beregne samfunnsøkonomisk tiltakskostnad for samletiltaket *Nye personbiler skal være nullutslippskjøretøy i 2025*.

Den samfunnsøkonomiske tiltakskostnaden beregnes med følgende kostnadsbrøk, jamfør vedlegg II Veileder:

$$\frac{Netto\ nåverdi\ av\ samlet\ samfunnsøkonomisk\ merkostnad\ fra\ basisår\ til\ tiltakets\ slutt}{Summen\ av\ totale\ CO_2 ekvivalenter\ redusert\ fra\ basisår\ til\ tiltakets\ slutt}$$

Kostnadsbrøken skal kun inkludere merkostnader for tiltak som ikke er inkludert i referansebanen. For å finne netto nåverdi av samletiltaket, ganges netto merkostnader per kjøretøy (i 2019-kroner) med antall tiltakskjøretøy som anskaffes hvert år i perioden.

2.3.1 Innfasing og utslippsreduksjonspotensial

Utslippsreduksjonene i alle tiltak vurderes opp mot en referansebane. Referansebanen i Klimakur 2030 bygger på Finansdepartementets offisielle referansebane, med andre ord forventede utslippsreduksjoner gitt forventet teknologiutvikling og eksisterende virkemidler. Fordi Finansdepartementets framskriving ikke nødvendigvis inneholder alle detaljer som er nødvendige i

tiltaksanalysene, har vi basert på framskrivningen laget et "nullalternativ" som er en tolkning av den offisielle referansebanen.

I referansebanen til Klimakur er det som i Finansdepartementets framskriving forutsatt at 50 prosent av nybilsalget vil være elektriske kjøretøy i 2020 og 75 prosent i 2030, med en lineær opptrapping årene imellom. I beregningen av utslippsreduksjonen av tiltaket 100% av n*ye personbiler skal være nullutslippskjøretøy i 2025* skal bare utslippseffekten av elbiler **utover** dette inkluderes.

Det er uvisst hvilke kjøretøy som erstattes av elkjøretøy i Finansdepartementets framskriving, og således er dette også usikkert i tiltaket. Som en forenkling er det i beregningene antatt at elbilene erstatter bensinbiler – både for små og store biler. For å sikre konsistens med den offisielle framskrivingen skaleres modellen for tiltaksberegninger mot resultater fra framskrivings-modellen for veitransport. Framskrivings-modellen legger til grunn at en stor del av nybilsalget er hybridbiler, og gir dermed en lavere utslippseffekt av å fase inn elektriske biler enn en *bottom-up*-analyse som antar at en elbil erstatter en klassisk bil med forbrenningsmotor.

Når tiltakets utslippsreduksjonspotensial beregnes må man også ta hensyn til at referansebanen legger omsetningskravet for biodrivstoff til grunn. Dette innebærer at elektriske kjøretøy erstatter en kombinasjon av bensin-, diesel- og hybridbiler som fra 2020 har ca. 16 prosent biodrivstoff på tanken. I resultatene presentert her antas også at nullvekstmålet for byene oppfylles, og effekten av elbiltiltaket blir noe skalert ned siden det er en overlapp mellom disse tiltakene. Innfasingen og resulterende utslippsreduksjonspotensial er vist i Tabell 7.

Tabell 7. Utslippsreduksjoner av elbiltiltak utover referansebanen

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	**2021-2030**
Andel av nybilsalget i referansebanen	50 %	52,5%	55%	57,5%	60%	62,5%	65%	67,5%	70%	72,5%	75%	
Antatt andel av nybilsalget i tiltak	50 %	60 %	70 %	80 %	90 %	95 %	100%	100%	100%	100%	100%	
Utslippsred. tiltak, utover ref. bane (mill. tonn CO_2-ekv.)		0,01	0,04	0,09	0,15	0,22	0,30	0,37	0,43	0,49	0,53	**2,54**

Samlet gir tiltaket en utslippsreduksjon på 2,54 millioner tonn CO_2 i perioden 2021-2030 sammenlignet med referansebanen. Dette kommer i tillegg til justeringen av referansebanen på 0,38 millioner tonn CO_2 basert på et antatt høyere nybilsalg, og utslippsreduksjoner fra nullvekstmålet på 0,76 millioner tonn CO_2. Samlet gir dette et utslipp fra personbiler på 28,22 millioner tonn CO_2 i perioden 2021-2030, 12 % eller 3,68 millioner tonn CO_2 lavere enn referansebanen.

2.3.2 Tiltakskostnad for små biler

Innfasingen av små elbiler i tiltaket er vist i tabellen nedenfor.

Tabell 8. Innfasing av små elbiler

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2026	2028	2029	2030
Antatt nybilsalg (antall kjøretøy)	75 500	76 007	76 524	77 042	77 559	78 078	78 598	79 115	79 629	80 139	80 640
Antall nye elbiler i referansebanen	37 750	39 903	42 088	44 299	46 535	48 799	51 088	53 402	55 740	58 101	60 480
Antall nye elbiler utover referansebanen ved gjennomføring av tiltaket	0	5 700	11 479	17 334	23 268	25 375	27 509	25 712	23 889	22 038	20 160

I Figur 34 vises tiltakskostnad per kjøretøy anskaffet på ulike tidspunkter mellom 2020 og 2030 med lilla søyler i kr/tonn CO_2 (venstre akse). Antall nye elbiler anskaffet på ulike tidspunkter ved innfasingen som er lagt til grunn i tiltaket, det vil si utover referansebanen, vises med grønn kurve (høyre akse).

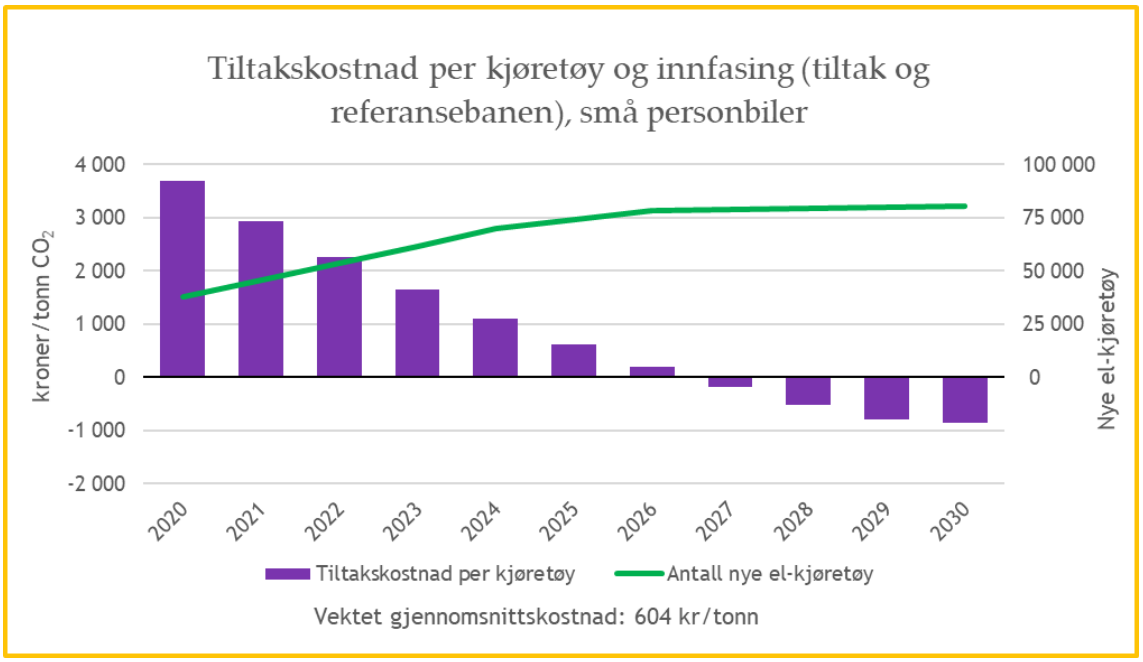


Figur 34. Utvikling i salg av nye små elbiler utover referansebanen for å realisere tiltaket og årlig tiltakskostnad per kjøretøy. Kalkulasjonsrente 4 %.

Tiltakskostnaden for små personbiler er beregnet til ca. 300 kr/tonn CO_2-ekvivalenter. Dette er en gjennomsnittskostnad for en rekke ulike kjøretøy som fases inn hvert år. Det er også et gjennomsnitt over tid som er vektet ut fra antallet kjøretøy som fases inn på ulike tidspunkter i tiltaket.

Den årlige gjennomsnittlige tiltakskostnaden faller fra over 3 500 kr/tonn i 2020 til rundt minus 900 kr/tonn i slutten av perioden. Tidlig i perioden, når tiltakskostnadene er relativt høye, er de aller fleste nye elbiler som selges allerede inkludert i referansebanen mens det er få tiltaksbiler. Et større volum av tiltakskjøretøy kommer først mot midten av 2020-tallet samtidig som tiltakskostnadene nærmer seg null. Negative tiltakskostnader på siste halvdel av 2020-tallet bidrar til å trekke tiltakskostnaden ned.

Figur 35 viser hva tiltakskostnaden ville vært om en inkluderer elbilene i referansebanen i tillegg til elbilene i tiltaket. Å inkludere elbilene i referansebanen gir et høyere volum elbiler tidlig i perioden når kostnadene er høyest, og gir derfor en økt tiltakskostnad.



Figur 35. Utvikling i salg av nye små elbiler samlet (referansebane + ytterligere salg for å realisere tiltaket) og årlig tiltakskostnad per kjøretøy. Kalkulasjonsrente 4 %.

2.3.3 Tiltakskostnad for store biler

Innfasingen av store elbiler i tiltaket er vist i tabellen nedenfor.

Tabell 9. Innfasing av store biler

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2026	2028	2029	2030
Antatt nybilsalg (antall kjøretøy)	75 500	76 007	76 524	77 042	77 559	78 078	78 598	79 115	79 629	80 139	80 640
Antall nye elbiler i referansebanen	37 750	39 903	42 088	44 299	46 535	48 799	51 088	53 402	55 740	58 101	60 480
Antall nye elbiler utover referansebanen ved gjennomføring av tiltaket	0	5 700	11 479	17 334	23 268	25 375	27 509	25 712	23 889	22 038	20 160

I Figur 36 vises tiltakskostnad per kjøretøy anskaffet på ulike tidspunkter mellom 2020 og 2030 med lilla søyler i kr/tonn CO_2-ekvivalenter (venstre akse). Antall nye elbiler anskaffet på ulike tidspunkter vises med grønn kurve (høyre akse).



Figur 36. Utvikling i salg av nye store elbiler utover referansebanen for å realisere tiltaket og årlig tiltakskostnad per kjøretøy. Kalkulasjonsrente 4 %.

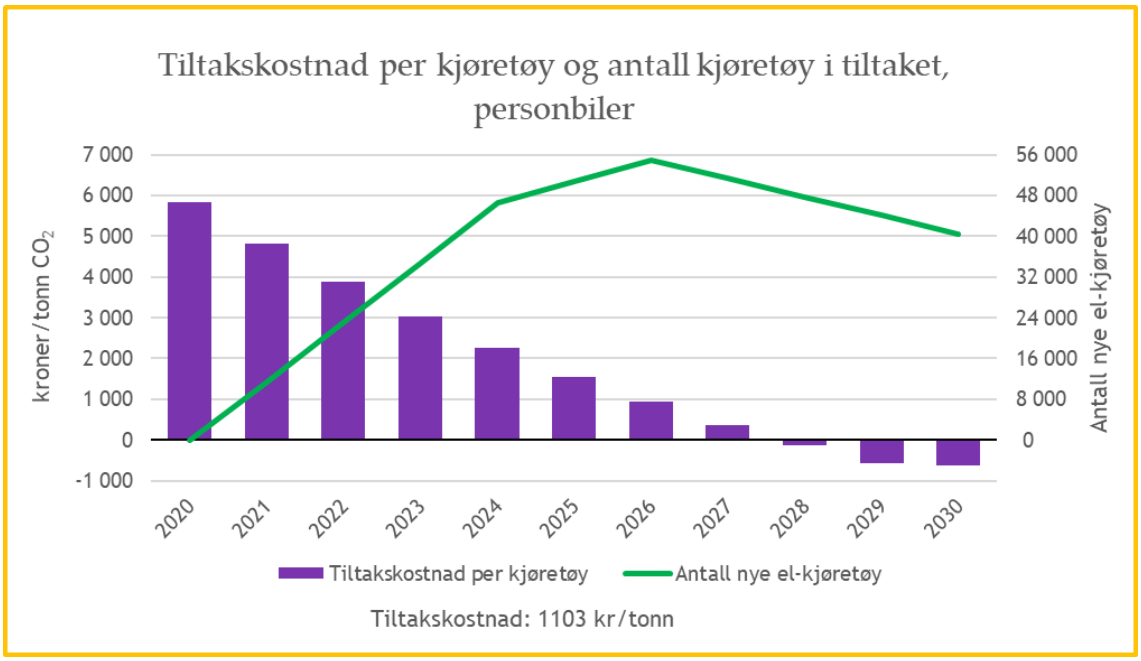
Figur 36 viser tiltakskostnaden for både de store elbilene som blir solgt i referansebanen og tiltaksbilene samlet sett. Høyere volum elbiler tidlig i perioden gir høyere tiltakskostnader, men forskjellen er mindre enn for de små kjøretøyene.



Figur 37. Utvikling i salg av nye store elbiler samlet (referansebane + ytterligere salg for å realisere tiltaket) og årlig tiltakskostnad per kjøretøy. Kalkulasjonsrente 4 %.

2.3.4 Samlet tiltakskostnad for små og store biler

Figur 38 viser tilsvarende tiltakskostnader og innfasing for små og store elbiler samlet. Vektet, gjennomsnittlig tiltakskostnad er beregnet til ca. 1100 kr/tonn CO_2-ekvivalenter.



Figur 38. Årlig tiltakskostnad per kjøretøy og antall kjøretøy i tiltaket for store og små personbiler samlet. Kalkulasjonsrente 4%.

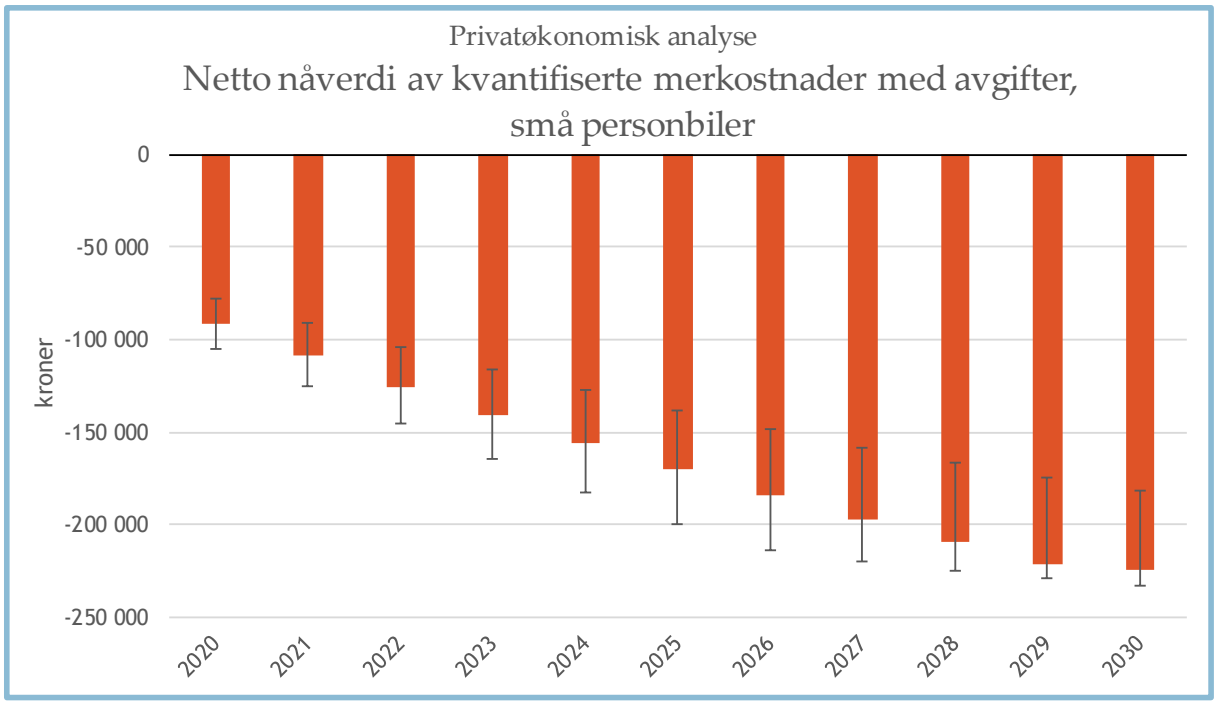
2.4 Sensitivitets- og scenarioberegninger

En rekke antakelser og forutsetninger ligger til grunn for kostnadsberegningene. I dette kapittelet vurderes det hvordan resultatene av den privatøkonomiske analysen påvirkes med endrede innkjøpskostnader på elbiler, samt for ulike bruksmønstre.

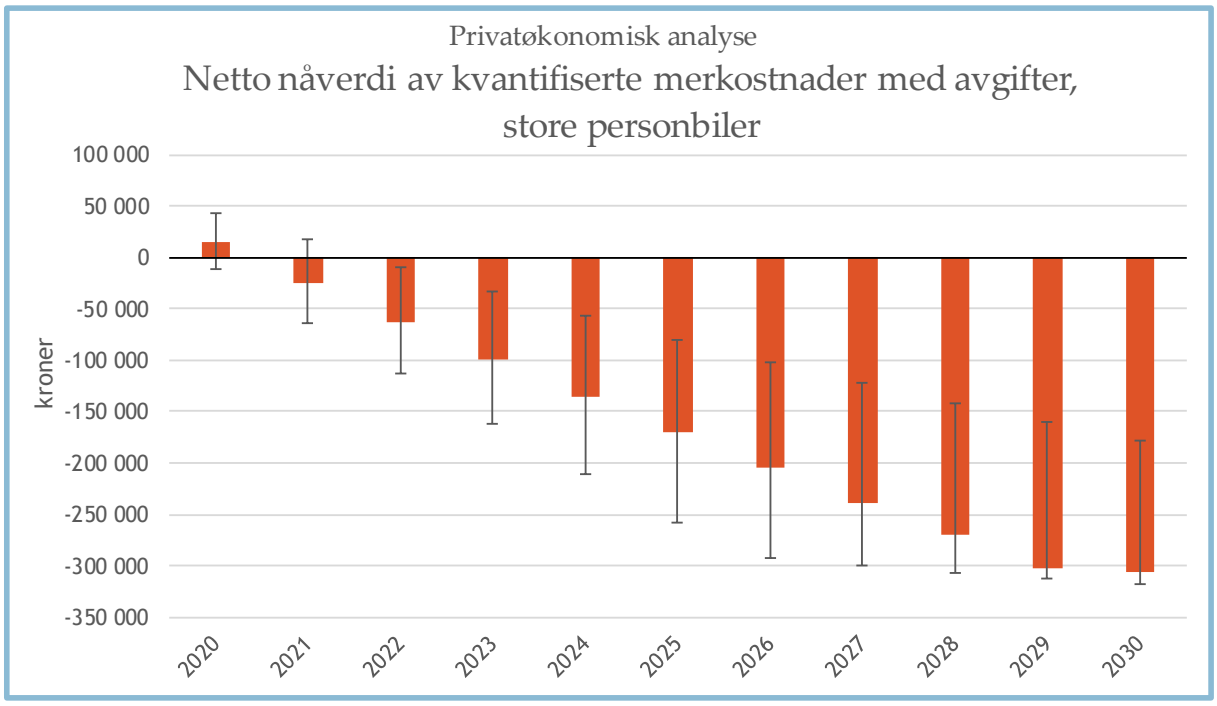
2.4.1 Innkjøpskostnader

Framtidig investeringskostnad for elbil er en usikker variabel som inngår i modellen og som kan være utslagsgivende både for tiltakskostnad og privatøkonomisk lønnsomhet. Utviklingen i batteripris kan være særlig utslagsgivende, siden denne er forutsatt å falle raskt. Det samme gjelder hvor fort skalafordeler i produksjonen realiseres. Usikkerheten blir større jo nærmere 2030 man kommer.

Figur 39 og Figur 40 viser et usikkerhetsspenn for privatøkonomisk lønnsomhet av å kjøpe en henholdsvis liten og stor personbil over perioden. Avvikssymbolene viser utfallsrommet om batteriprisene ligger fra 20 prosent under til 30 prosent over batteriprisene som er lagt til grunn i modellen, samtidig som skalafordelen er endret slik at det tar mellom 7 og 20 år til elbilene oppnår samme skalafordeler som bensinbilene. I basisscenarioet oppnås samme skalafordeler for elbiler som for bensinbiler etter 10 år.



Figur 39. Netto nåverdi av kvantifiserte merkostnader med avgifter for små personbiler. Avvikssymbolene viser hvordan lønnsomheten endres i et scenario med høye innkjøpskostnader og i et scenario med lave innkjøpskostndaer.



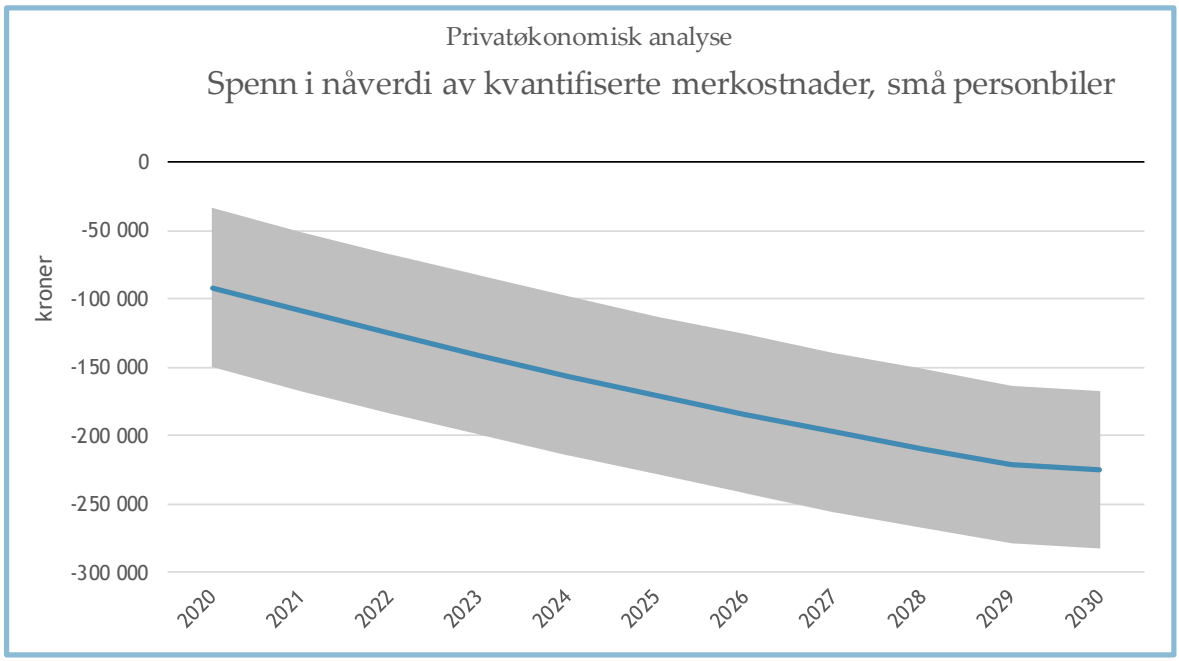
Figur 40. Netto nåverdi av kvantifiserte merkostnader for store personbiler. Avvikssymbolene viser hvordan lønnsomheten endres i et scenario med høye innkjøpskostnader og i et scenario med lave innkjøpskostndaer.

De samme endringene gir et spenn i tiltakskostnad (vektet gjennomsnitt over perioden) på mellom 2 700 kr/tonn CO_2-ekvivalenter i høykostnadsscenarioet og 200 kr/tonn CO_2-ekvivalenter i lavkostnadsscenarioet for store og små elbiler samlet.

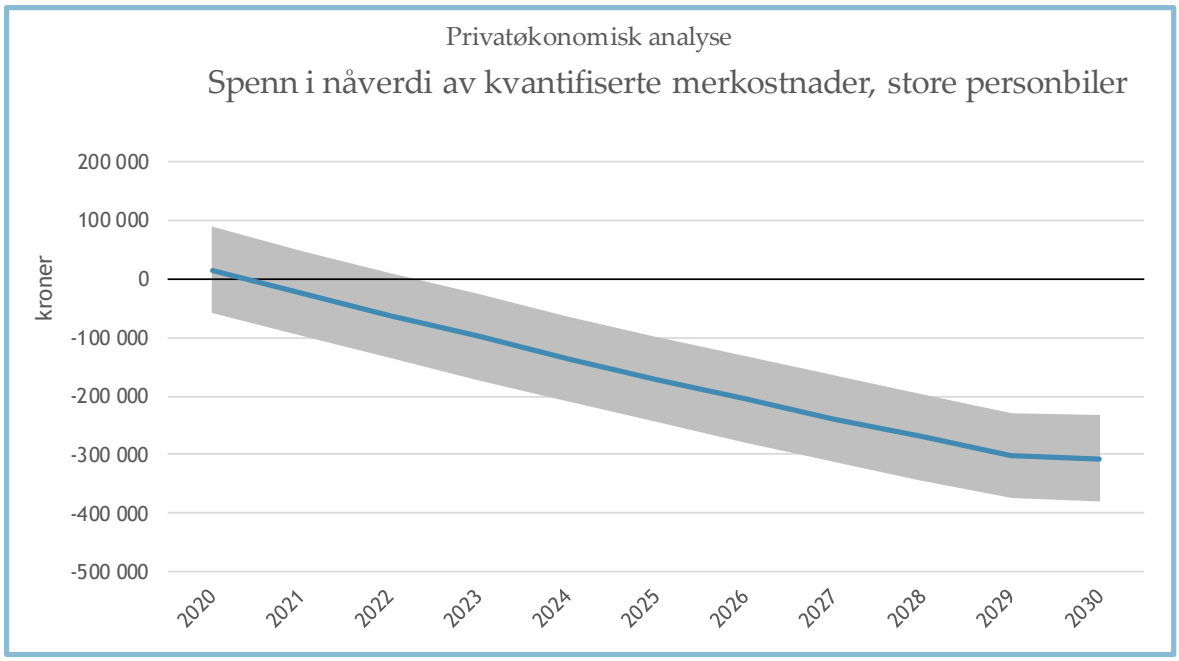
2.4.2 Kjørelengde og bruksfordeler

For å se på hvordan lønnsomheten varierer mellom ulike brukere, har vi sett på hvordan resultatene av den privatøkonomiske analysen påvirkes av kjørelengde og bompasseringer og andre

bruksfordeler. Det er modellert nåverdi av merkostnader for en bruker med lav årlig kjørelengde og ingen bompasseringer eller bruksfordeler; og for en bruker med høy årlig kjørelengde og store bom- og bruksfordeler. Resultatet er vist i Figur 41 for små elbiler og Figur 42 for store elbiler. For brukeren som har et minst fordelaktig bruksmønster (kort kjørelengde og ingen bruksfordeler) vil en stor elbil likevel lønne seg å anskaffe fra 2022. Det modellerte spennet favner rundt 80 prosent av kjørelengden til personbilene ifølge data fra kjøretøykontrollene (Statens Vegvesen).



Figur 41. Spenn i netto nåverdi av merkostnader for ulike brukere av små personbiler. Kjørelengden er variert med +/-50 % (6 500 – 19 500 km/år første året), og bom-/bruksfordelen med +/-100 % (0 – 8000 kr/år).



Figur 42- Spenn i netto nåverdi av merkostnader for ulike brukere av store personbiler. Kjørelengden er variert med +/-50 % (8 000 – 24 000 km/år første året), og bom-/bruksfordelen med +/-100 % (0 – 8000 kr/år)

3 Varebiler

Dette kapittelet omhandler varebilsegmentet og de to tiltakene *100 prosent av nye lette varebiler er elektriske innen utgangen av 2025* og *100 prosent av nye tunge varebiler er elektriske innen utgangen av 2030*. Begge tiltakene er basert på politiske føringer fra Nasjonal Transportplan 2018-2029.

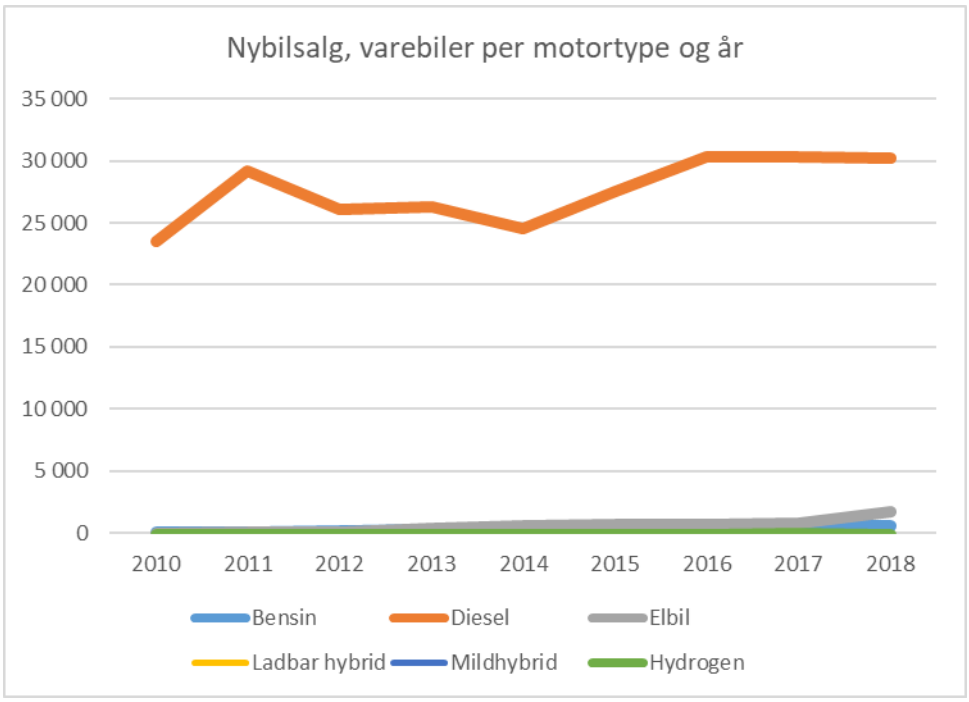
Analysen er i stor grad basert på den kartleggingen av varebiler som ble gjort av Miljødirektoratet i forbindelse med utarbeiding av rapport "Miljøavtale med CO_2-fond"[240].

Vegdirektoratets definisjon av "lette varebiler" og "tyngre varebiler" etter kjøretøyklasser[241] er lagt til grunn:

- Lette varebiler: N1-I (egenvekt under 1305 kg) og N1-II (1305-1706 kg)
- Tyngre varebiler: N1-III (over 1706 kg)

3.1 Forventet markedsutvikling

Figur 43 viser utviklingen i nybilsalget av varebiler de siste åtte årene i Norge. I motsetning til nybilsalget for personbiler er dette markedet fortsatt dominert av tradisjonell teknologi, hovedsakelig dieselbiler.



Figur 43. Nybilsalg av varebiler per motortype og år.

Som beskrevet i kapittel 2 er bilindustrien inne i en omstilling der man tar i bruk dedikerte produksjonslinjer og kjøretøyplattformer for elektriske kjøretøy. Nye modeller lanseres først i personbilsegmentet. Fordi dagens elvarebiler fortsatt bygger på samme chassis som tradisjonelle

[240] Miljødirektoratet (2018). Miljøavtale med CO2-fond: Modellering av kostnader og potensial for utslippsreduksjoner. Rapport M-1047|2018.

[241] Merk imidlertid at det nå innføres nye typegodkjenningstester som vil endre den registrerte egenvekten til varebiler noe. Det forventes en generell økning i egenvekt, noe som vil forskyve hvor mange varebiler som er registrert i hver N1-klasse. Til sammenligning har EU allerede økt tillatt vektgrense for nullutslippskjøretøy i segmentet lastebiler med 2 tonn, se artikkel 20 i Regulation (EU) 2019/1242 Of The European Parliament And Of The Council Of 20 June 2019.

dieselvarebiler, begrenses batteristørrelsen og kostnaden er relativt høy. Produksjonen av en slik elvarebil innebærer skreddersøm/*retro-fit* av en modell tilpasset en drivlinje til forbrenningsmotoren – som resulterer i en mer kompleks produksjon.

Dagens utvikling innenfor personbilsegmentet er relevant med tanke på framtidig utvikling i varebilsegmentet fordi varebiler og personbiler har mange felles komponenter. For eksempel har Hyundai annonsert elektriske versjoner av varebilen Porter og den lette lastebilen Mighty, som begge deler komponenter til drivlinjen med el-SUVen Kona[242].

Utvikling av antall modeller elektriske varebiler har ikke vært i nærheten av det vi ser innenfor personbilsegmentet, og introduksjonen av alternativ teknologi for varebiler har fram til 2019 vært marginal. Det er kun i segmentet lette varebiler det er solgt et fåtall elvarebiler. Disse modellene er Renault Kangoo, Citroen Berlingo, Nissan e-NV200 og Peugeot Partner. I segmentet tyngre varebiler har det stort sett ikke vært elektriske modeller tilgjengelige i markedet i det hele tatt.

Alle de nevnte elvarebilene hadde da de kom på markedet en batteripakke på ca. 24 kWh og dermed forholdsvis kort rekkevidde – på opp mot 150 km. Først i 2017 lanserte Renault ny batteripakke for Kangoo ZE og økte kapasiteten til 33 kWh. Også Nissan har nå oppgradert e-NV200 med ny batteripakke og økt fra 24 til 40 kWh. Oppgradering av ytterligere batterikapasitet for PSA sine modeller (Citroen og Peugeot) forventes først i 2021.Elektriske varebiler solgt så langt i 2019 i Norge er vist i Figur 44.



Figur 44. Eksempel på elektriske varebiler tilgjengelige i det norske markedet 2019.

[242] Electrive.net (2018). Hyundai will elektrische Nutzfahrzeuge anbieten. 21.03.18.

Nybilsalget av varebiler har de seneste år vært forholdsvis likt fra år til år, med få innsalg av helt nye modeller eller produsenter. Det kan se ut som at noe endring er på gang. I løpet av 2019 introduseres det, særlig i segmentet tunge varebiler, flere nye elektriske varebiler i markedet.

Volkswagen lager batterielektriske versjoner av flere av modellene sine. I Norge har Møller Bil fra 2019 begynt å levere e-Crafter[243]. Sammen med selskapet ABT e-Line vil Volkswagen i Tyskland fra 2019 også lage en elektrisk Caddy[244] (modellversjon Maxi) og en elektrisk Transporter. Produksjonen starter mot slutten av 2019[245]. De elektriske Caddy og Transporter vil fortsatt være basert på dieselversjonen av samme modell, men batteripakken som settes inn vil være større enn det som har vært vanlig for varebiler fram til i dag. Transporter vil trolig leveres med to ulike batteripakker[246], den mindre er den samme som for e-Caddy på 37 kWh med rekkevidde på 208 km (NEDC) og nyttelast på inntil ca. 1 000 kilo. Den større vil ha et batteri på 75 kWh og en rekkevidde på 400 km (NEDC) og nyttelast på ca. 700 kilo. Den nye elektriske minibussen ID Buzz, basert på elbilplattformen MEB vil i 2022 bli lansert som i en varebil-modell kalt ID Buzz Cargo[247], vist iFigur 45. Som for personbiler samarbeider Volkswagen og Ford også om å dele utviklingskostnader for framtidige modeller i varebilsegmentet. Ford ser for seg å ha levert over 600 000 elektriske kjøretøy før 2025 (person- og varebiler) basert på Volkswagens MEB-plattform i det europeiske markedet[248].



Figur 45. Buzz Cargo.

MAN har også lansert en elektrisk versjon av den tyngre varebilen TGE, som er på lik størrelse med Volkswagens e-Crafter. Den er tilgjengelig i Norge fra 2019[249] med en batteripakke på 36 kWh og rekkevidde på 170 km. Rekkevidde målt etter gamle NEDC.

Daimler, med Mercedes, tilbyr nå en elektrisk versjon av varebilen Vito, og Norge er i 2019 det andre landet etter Tyskland som får den levert[250]. eVito har et batteri på 41 kWh med rekkevidde på 150

[243] Volkswagen. e-Crafter elvarebil.
[244] Electrek (2018). VW unveils a series of new commercial all-electric vehicles: … 19.19.18.
[245] Volkswagen. ABT e-Caddy Maxi | Elektrisk varebil.
[246] Volkswagen. ABT e-Transporter | Elektrisk varebil.
[247] Carscoops (2017). VW I.D. Buzz Cargo Announced, Arriving In 2022. 12.10.17.
[248] Volkswagen (2019). Ford – Volkswagen expand their global collaboration to advance autonomous driving, electrification and better serve customers. 07.12.19.
[249] MAN. MAN TGE-modeller.
[250] NTB Kommunikasjon (2018). Salgsstart for den første elektriske varebilen fra Mercedes-Benz. 27.08.18.

km målt fra nye WLTP. Fra slutten av 2019 skal det også komme en elektrisk Sprinter[251] og noe senere også en elektrisk versjon av den nye varebilen Citan[252]. Mercedes har også annonsert at man i 2020 kommer til å lansere modellen EQV med plass til ni personer[253]. Den er ikke utenkelig at den senere også kan bli levert som varebil. Batteripakken blir på 100 kWh og rekkevidden er dermed opp mot 400 km.



Figur 46. Mercedes-Benz EQV.

PSA, med Citroen og Peugeot, har annonsert at alle varebiler skal tilbys i elektriske versjoner før 2023[254]. Tidligere sa man at disse først ville komme i 2025[255]. De første modellene vil være Peugeot Expert og Citroen Jumpy-modellene. Også de større varebilene Peugeot Boxer og Citroen Jumper (som i Europa blir kalt Citroen Relay) forventes å komme som elektriske modeller før 2021[256]. Disse lages i samarbeid med BD Auto som står for elektrifiseringen/ombyggingen av selve bilene[257]. PSA kjøpte Opel fra GM i 2017 og flere av Opels modeller av varebiler er annonsert i elektriske versjoner framover. Vivaro (som lages sammen med Peugeot Expert og Citroen Jumpy) ventes i markedet fra 2020 og innen 2021 har Opel annonsert at man vil tilby elvarebil også av modellene Combo og Zafira Life[258].

Også Renault har annonsert at de vil tilby en elektrisk versjon av den tunge varebilen Master[259]. Den lages i samarbeid med franske PVI som står for konvertering til en elektrisk drivlinje[260]. Det er også interessant at neste versjon av Mercedes sin elektriske lette varebil Citan vil bli utviklet i et samarbeid mellom Mercedes og alliansen Renault-Nissan-Mitsubishi[261]. Det kan komme flere elektriske lette varebiler basert på deres felles plattform. Renault har vist fram en ny generasjon

[251] Electrek (2019). Mercedes-Benz releases electric eSprinter van specs, goes through winter endurance test. 22.03.19.
[252] Electrive.com (2019). Mercedes says Citan successor will be electric van. 23.08.19.
[253] Mercedes-Benz. World premiere of the Concept EQV.
[254] Commercial Motor (2019). PSA plans all-electric versions of all its popular van brands by 2023. 02.05.19.
[255] Les Echos (2018). PSA prépare des utilitaires électriques pour la livraison en centre-ville. 13.10.18.
[256] Automotive News Europe (2019). PSA will offer electric Peugeot Boxer, Citroen Jumper vans. 30.04.19.
[257] Commercial Motor (2019). PSA plans all-electric versions of all its popular van brands by 2023. 02.05.19.
[258] Opel (2019). „Opel wird elektrisch“: CEO Michael Lohscheller kündigt auf der IAA nächste Schritte der Opel-Elektro-Offensive an. 10.09.19.
[259] I juni 2019 enda ikke lansert i Norge, jf. Renault (RBI Norge) (2019). Master Z.E. er foreløbig ikke lansert i Norge. Svar på Twitter @Renaultnorge 03.06.19
[260] Yrkesbil (2018). Renault Master Z.E.: Storebror på strøm. 23.02.18.
[261] Daimler (2019). The Mercedes among small vans. 23.08.19.

elektrisk Kangoo, som er vist i Figur 47, men kun som konsept og uten å si noe om forventet lansering i markedet[262].



Figur 47. Renault Kangoo Z.E. Concept.

Den felles plattformen vil antageligvis være den Nissan vil ta i bruk til den annonserte modellen av lett varebil NV250[263] som skal lanseres i markedet i løpet av 2019. Nissan har i og med oppgradering til større batteri i varebilen e-NV200 sett en markant økning av etterspørsel og velger å legge ned produksjon av versjonen med dieselmotor[264]. Batteripakken er nå på 40 kWh, mens personbilen Leaf også kan bestilles med en batteripakke på 60 kWh. Nissan har foreløpig ikke sagt noe om hvorvidt den større batteripakken også vil bli lansert i varebilen.

Også Toyota samarbeider med PSA i utvikling av elektriske varebiler, og har annonsert at de vil lage elektriske versjoner av to varianter av varebilen Proace[265]. De forventes i det europeiske markedet i tidsrommet mellom 2020 og 2021. Modellen Proace er en av de mestselgende varebilene i klassen mellomstore varebiler i Norge.

En av de nye aktørene i det europeiske markedet er tyske Streetscooter som ble etablert av den tyske posten/DHL[266]. Streetscooter har produsert over 10 000 varebiler og har nå utvidet fra en til to fabrikker, for å kunne selge til eksterne firmaer. Den nye fabrikken i Düren vil ha en kapasitet på 10 000 biler i året[267]. Streetscooter samarbeider nå også med Ford om å bygge den større modellen Work XL[268], vist i Figur 48.

[262] Renault. Renault KANGOO Z.E. Concept.
[263] Group Renault (2018). Van production expands for Renault-Nissan-Mitsubishi in France. 08.11.18.
[264] Nissan News (2019). La Nissan NV200 continuará únicamente como una furgoneta 100% eléctrica en Europav. 25.01.29.
[265] Toyota (2019). Erweitern und elektrifizieren: Toyota präsentiert neue Nutzfahrzeugstrategie. 08.07.19.
[266] Electrive.net (2019). Schuh soll Aufkauf der StreetScooter-Sparte erwägen. 23.05.19.
[267] CleanTechnica (2018). StreetScooter Opens 2nd Factory To Build Electric Trucks. 31.05.18.
[268] Deutsche Post DHL Group (2017). Deutsche Post and Ford to manufacture E-Van. 14.06.17.



Figur 48. Streetscooter Work XL.

Foreløpig er det ingen Streetscooter registrert i Norge, men selskapet satser nå på eksport til andre land[269] og vil fra 2020 blant annet være tilgjengelig i USA[270]. En av de første store bestillingene er fra det japanske logistikkselskapet Yamoto som har bestilt 500 Streetscootere for bruk til varelevering[271].

I bussmarkedet har elektrifisering ført til at nye aktører, særlig fra Kina, er kommet inn i markedet. Det samme kan også forventes framover for varebiler. Den kinesiske produsenten SAIC, via RSA[272], selger nå den tyngre varebilen Maxus EV80 i Norge. Planen er at EV80 skal følges opp av en mindre EV30 i tidsrommet 2020-2021. Tilsvarende har den kinesiske produsenten BYD planer om å lansere den elektriske varebilen T3 i Norge[273].

Figur 49 viser en oversikt over forventede elektriske varebilmodeller i det norske eller europeiske markedet fram mot 2025 (inkludert noen modeller pick-up annonsert i det amerikanske markedet).

[269] Deutsche Post DHL Group (2018). Street Scooter receives approval for large series production. 07.12.18.
[270] Reuters (2019). DHL to debut zero-emission electric delivery vans in U.S. cities. 25.11.19.
[271] ElectricCarsReport (2019). Japanese logistics provider Yamato orders 500 StreetScooters. 28.0519.
[272] Maxus. EV80 Varebil.
[273] Zero (2019). Video and presentations from «How to electrify all urban transport by 2030?» April 2nd 2019.



Figur 49. Elektriske varebiler som forventes bli lansert framover. Tekst i blå farge indikerer usikkerhet om lansering i det norske markedet.

Det er også verdt å merke seg den voksende interessen for elektrifisering av det viktige markedet for pick-up-kjøretøy i USA. Til sammenligning er dette tradisjonelt et lite marked i Europa, men utviklingen i USA kan bli en viktig driver for de større produsentene i å legge om til elektrifisering. Da vil neste steg være å tilby nye elektriske modeller som er mer tilpasset det europeiske markedet. Blant de produsentene som har annonsert oppstart av produksjon i tidsrommet 2020-2021 finnes Tesla[274], Bollinger Motors[275], Rivian[276], Atlis[277] og Ford[278]. Også med noen forsinkelser er det realistisk å se for seg serieproduksjon senest ca. 2022.

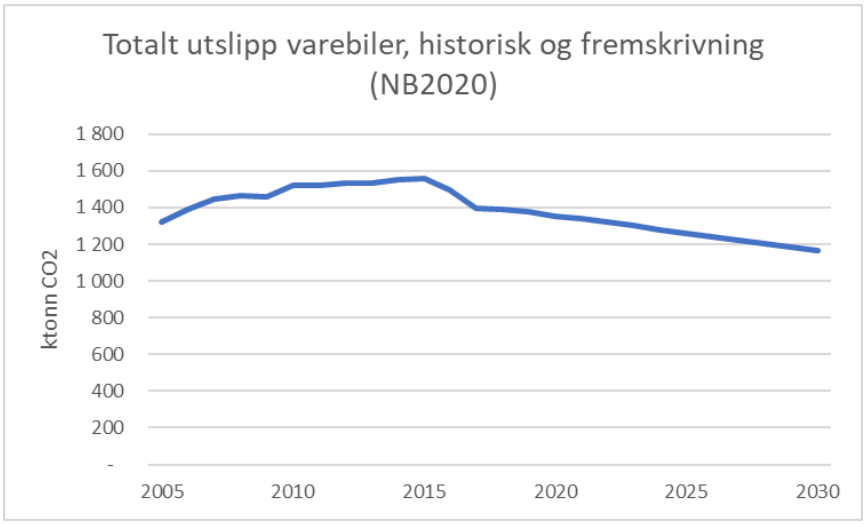
[274] Tesla. Cybertruck.
[275] Bollinger Motors. The Four Door Bollinger B1 And B2.
[276] Rivian. R1T Truck.
[277] Atlis. XT Pickup Truck.
[278] Bloomberg (2019). Ford Joins Amazon Investing in Electric Truck Maker Rivian. 24.04.19.



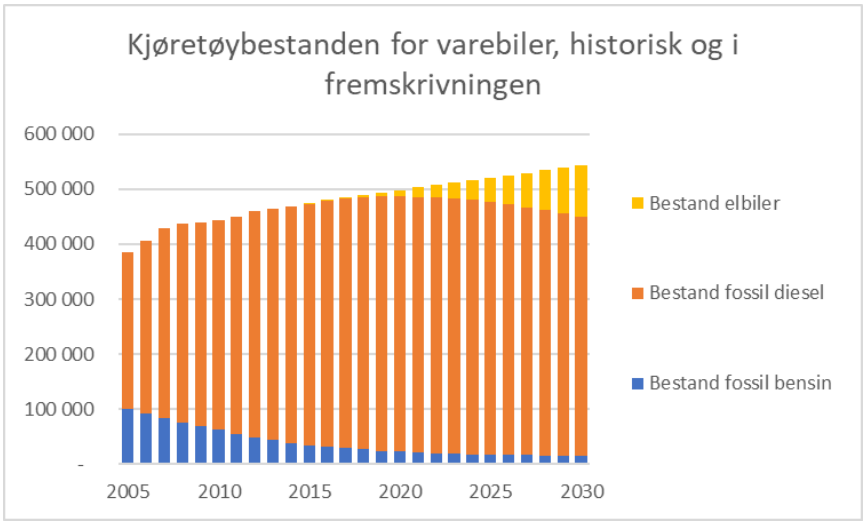
Figur 50. Atlis XT, Rivian R1T, Tesla Cybertruck.

3.2 Nullalternativet

Utslippet fra varebiler har økt de siste ti årene, men er i framskrivningen (NB2020) forventet å bli betydelig redusert mot 2030, se Figur 51. Den forventede nedgangen skyldes både en effektivisering av dieselvarebilene og en introduksjon av elektriske varebiler i referansebanen, se Figur 52.



Figur 51. Historisk og framskrevet utslipp fra varebiler, NB2020. Historiske utslipp t.o.m. 2016.



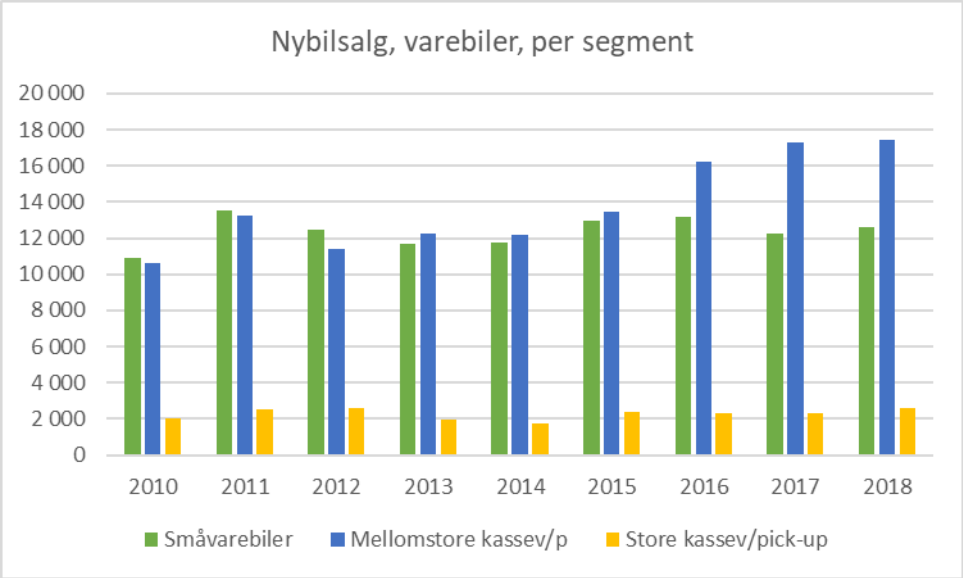
Figur 52. Historisk og framskrevet kjøretøybestand for varebiler.

3.2.1 Fordeling av lette og tunge varebiler i nybilsalget

I referansebanen er det ikke skilt mellom lette og tunge varebiler. OFV[279] har salgsstatistikk hvor varebiler er delt inn i klassene "Småvarebiler", "Mellomstore kassevarebiler/pick-up" og "Store

[279] Opplysningsrådet for veitrafikken

kassevarebiler/pick-up". Figur 53 viser utviklingen i nybilsalget fra OFVs statistikk over solgte modeller.

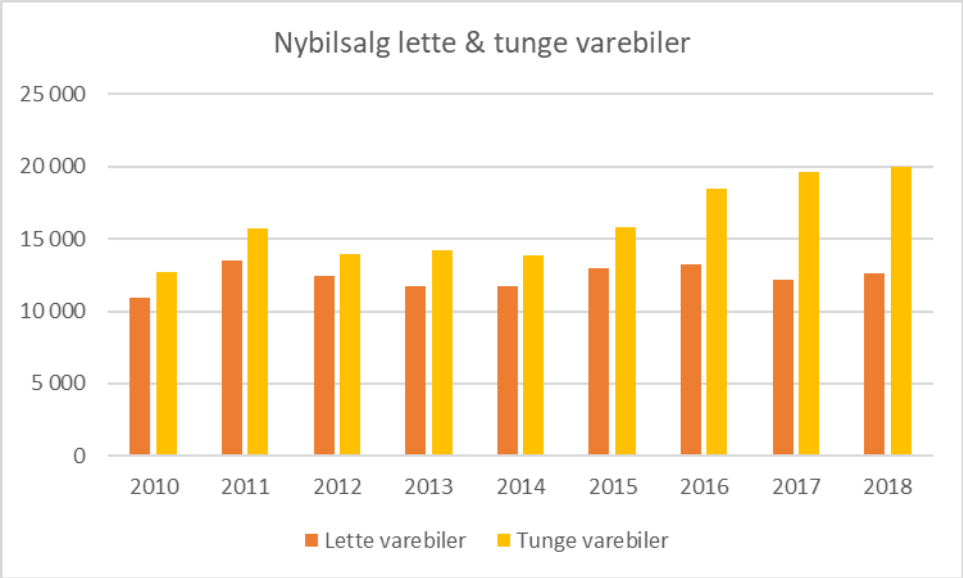


Figur 53. Historisk utvikling i nybilsalget for varebiler (basert på OFVs statistikk)

OFV sin inndeling i varebilkategorier følger ikke kjøretøyklassene som er definert i kjøretøyforskriften. Som nevnt innledningsvis er denne analysen basert på Vegdirektoratets definisjon av "lette varebiler" og "tyngre varebiler":

- Lette varebiler: N1-I (egenvekt under 1305 kg) og N1-II (1305-1706 kg)
- Tyngre varebiler: N1-III (over 1706 kg)

Lette varebiler tilsvarer da OFVs klasse småvarebil, og tunge består av mellomstore og store kassevarebiler eller pick-up. Årlig nybilsalg etter kjøretøyklassene lette og tunge varebiler er da vist i Figur 54.



Figur 54. Det historiske nybilsalget fordelt på lette og tunge varebiler

For å fordele bilene i bestanden og nybilsalget fra referansebanen på lette og tunge varebiler fram mot 2030 er det brukt følgende antagelser:

- Bestanden er fordelt 60/40 (lette vs. tunge varebiler) i 2020 med en lineær endring til 40/60 i 2030.
- Nybilsalget er fordelt 60/40 i 2020 basert på historiske tall for salg (OFV). Den historiske trenden går mot flere tunge varebiler, med en reduksjon på 0,9 % per år for lette varebiler. Dette er derfor fortsatt til 2030 noe som gir en fordeling på 40/60 i 2030.
- Elbilsalget i referansebanen er fordelt på lette og tunge basert på en antagelse om at det i starten er hovedsakelig lette varebiler som elektrifiseres. Konkret er det lagt inn at 70 prosent av elvarebilene som selges i 2017 er lette varebiler, mens det i 2030 er 60 prosent av nye elvarebiler som er lette og 40 prosent som er tunge.

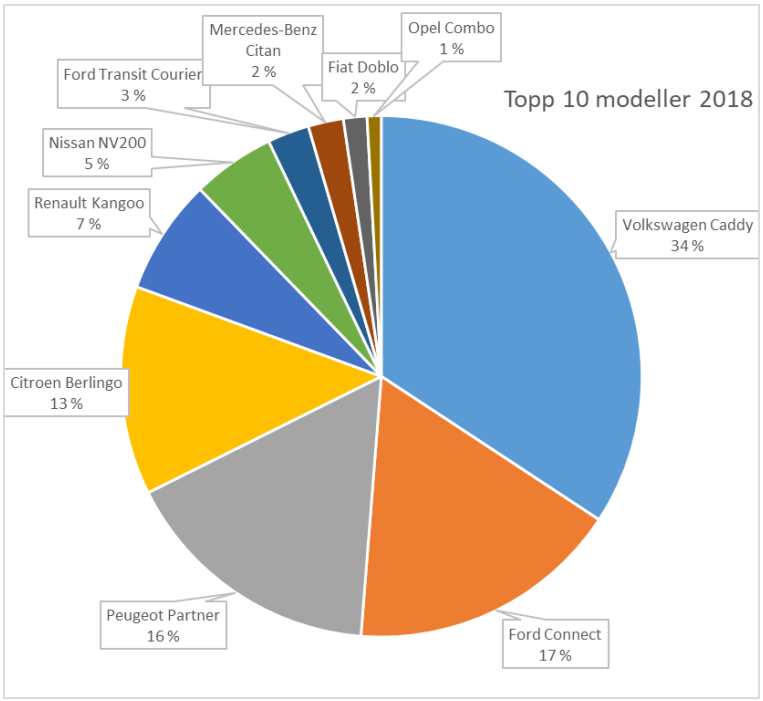
3.3 Analyse av merkostnader

3.3.1 Valg av referansekjøretøy

På samme måte som for personbiler, tas det ved valg av referansekjøretøy for varebiler utgangspunkt i salgsstatistikken og antagelsen om at de mest populære modellene de siste årene har egenskaper som dekker de flestes behov. Begge referansekjøretøyene for lette og tunge varebiler bygger i hovedsak på en relativt enkelt utstyrt innstegsmodell med dieselmotor.

Valg av referansekjøretøy for lette varebiler

Figur 55 viser fordelingen av de ti mestselgende modellene i nybilsalget for lette varebiler i 2018.



Figur 55. Nybilsalg varebil, lette varebiler, per modell 2018. Kilde: OFV.

For å modellere nybilsalget i segmentet er den mestselgende modellen i klassen "småvarebiler" valgt som referansekjøretøy. Dette er modellen Volkswagen Caddy, vist i Figur 56.

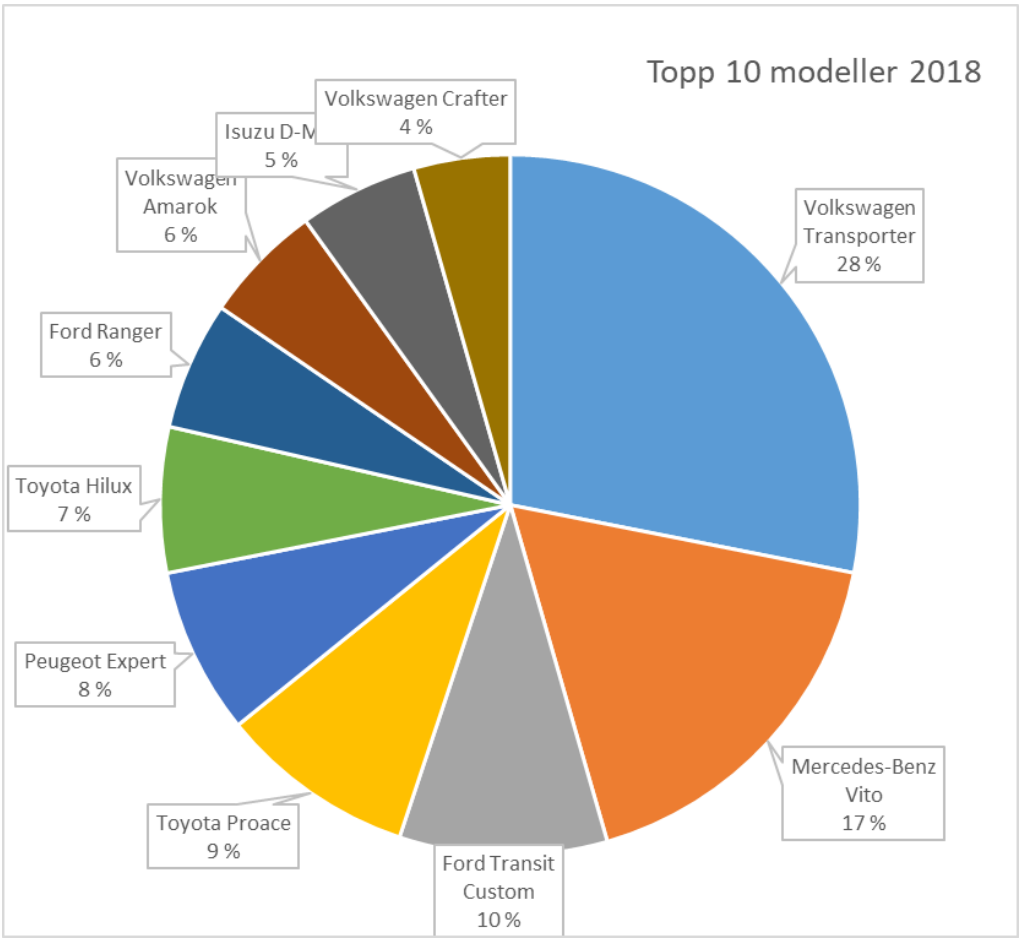


Figur 56. Volkswagen Caddy. Bilde: Volkswagen.

Priser er hentet fra Volkswagens nettsider[280] i Norge i mai 2019. Referansekjøretøyet koster 242 200 kroner inkludert mva. og avgifter. Den har 2-hjulsdrift med manuell girkasse og en egenvekt på 1 365 kilo. Motoren yter 56 kW med et gjennomsnittlig forbruk på 4,55 liter diesel per 100 km og CO_2-utslipp på 124 g/km (NEDC-test) og 44,5 mg NO_X/km.

Valg av referansekjøretøy for tunge varebiler

Figur 57 viser fordelingen av modeller i nybilsalget for tunge varebiler.



Figur 57. Nybilsalg varebil, tunge varebiler, per modell 2018. Kilde: OFV.

For å modellere nybilsalget i segmentet er den mestselgende modellen i klassene "mellomstore" og "store" kassevarebiler/pick-up valgt som referansekjøretøy. Dette er modellen Volkswagen Transporter, vist i Figur 58.

[280] Volkswagen. Prislister & brosjyrer .



Figur 58. Volkswagen Transporter. Bilde: Volkswagen.

Priser er hentet fra Volkswagens nettsider[281] i Norge i mai 2019. Referansekjøretøyet koster 404 700 kroner inkludert mva. og avgifter. Den har 2-hjulsdrift med manuell girkasse og en egenvekt på 1 800 kilo[282]. Motoren yter 112 kW med et gjennomsnittlig forbruk på 6,2 liter diesel per 100 km og CO_2-utslipp på 162 g/km (NEDC-test) og 61,1 mg NO_X/km.

3.3.2 Merkostnader ved innkjøp

Basert på utvalget av modeller av elektriske varebiler som kommer og rekkevidden disse vil ha er det antatt at alle elvarebilene i markedet fra 2025 fullt ut ville kunne erstatte dagens biler med forbrenningsmotor, både med tanke på kjørelengder og andre egenskaper. Blant de tunge varebilene er modeller som finnes i dag rettet inn mot by-distribusjon med forholdsvis korte kjørelengder. Dette vil endre seg i takt med økt batterikapasitet og dermed rekkevidde, etter hvert som modellene oppdateres.

Som for personbiler er framtidige innkjøpskostnader i denne analysen modellert til tross for at det finnes noen elektriske modeller av varebiler i markedet. Ingen av dagens elektriske varebiler produseres med elektrisk drivlinje "fra bunn av" (Renault Kangoo, Citroen Berlingo, Volkswagen Crafter osv. finnes også med dieselmotor) og de produseres også i beskjeden skala. Ikke dedikert design og tilpassing resulterer i fordyrende momenter i produksjonen. Samlet innebærer dette at kostnaden for dagens modeller av elvarebiler ikke er representative for kostnader som vi forventer i årene framover.

I modellen tas det utgangspunkt i elbilmodeller som er designet og bygget som elbil fra bunn av, og innkjøpskostnader er basert på kostnadsestimater for de tre komponenter; *glider* (chassis og karosseri), *drivlinje* (uten batteri) og *batteri* (pakke). Forutsetninger og antakelser som ligger til grunn for modellering av innkjøpskostnad for elvarebiler:

- Det antas lik produksjonskostnad for glider til tiltaks- og referansekjøretøy og kostnaden er uendret over analyseperioden.
- Det antas at kostnaden for glider for referansekjøretøyet tilsvarer 75 prosent av produksjonskostnad for kjøretøyet før skatter og avgifter i 2019.
- For lette varebiler antas drivlinjen til referansekjøretøyet å koste ca. 43 000 kroner og drivlinjen til tiltakskjøretøyet å koste ca. 26 000 kroner i 2019.

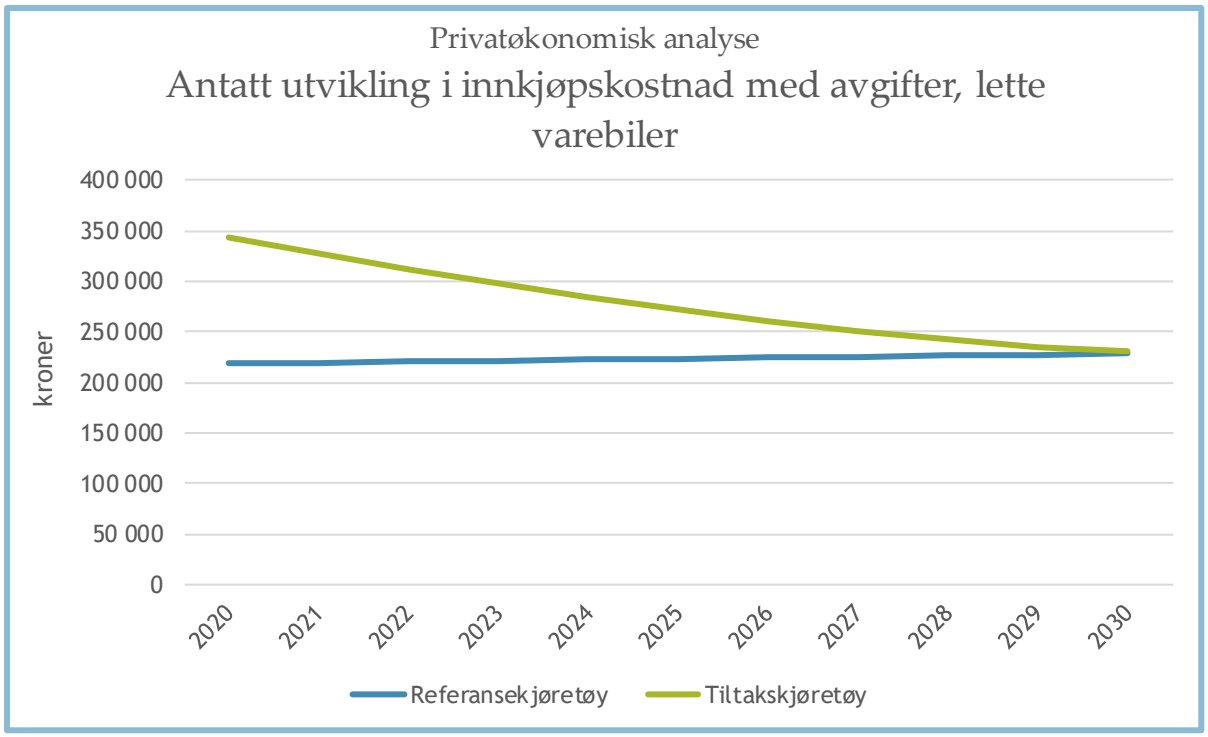
[281] Volkswagen. Våre varebiler, pickuper og kassebiler.
[282] Estimat basert på Mercedes-Benz Vito.

- For tunge varebiler biler antas drivlinjen til referansekjøretøyet å koste ca. 67 000 kroner og drivlinjen til tiltakskjøretøyet å koste ca. 34 000 kroner i 2019.
- Kostnad for drivlinje til referansekjøretøyet forventes øke med 1 prosent per år i perioden grunnet EUs utslippskrav[283], mens kostnad for drivlinje til elektrisk tiltakskjøretøy forventes synke med 1 prosent per år på grunn av økte skalafordeler ved produksjon.
- For lette varebiler antas en batteristørrelse på 75 kWh. Det tilsvarer en rekkevidde på over 300 km. For tunge varebiler antas en batteristørrelse på 105 kWh, det tilsvarer en rekkevidde på over 400 km.
- For varebiler benyttes lik batterikjemi og -kostnad som for personbiler.
- For lette elektriske varebiler antas en ekstrakostnad på grunn av liten skala i 2019 på grunn av umodent marked på 40 000 kroner per bil, sammenlignet med modellert tiltakskjøretøy.
- For tunge elektriske varebiler antas en ekstrakostnad på grunn av liten skala i 2019 på grunn av umodent marked på 200 000 kroner per bil, sammenlignet med modellert tiltakskjøretøy.
- Merkostnad på grunn av liten skala antas å være 0 i 2030 for begge segment.
- Til innkjøp av elektriske varebiler følger en kostnad på 16 000 kroner for ladeinfrastruktur hos eier (samme som for elektriske personbiler men uten merverdiavgift). Det er ikke nødvendigvis kostnad for et ladepunkt per bil, men anslått gjennomsnittlig kostnad for ladeinfrastruktur (AC) per bil.
- 10 prosent av den strømmen som lades på bilen antas fra hurtiglading.
- I beregning av strømforbruk til elbil er det i vår modell inkludert et ladetap (fra lader til bil) på 10 prosent i vår modell. Test-normen WLTP inkluderer ladetap i ombordlader i kjøretøy.

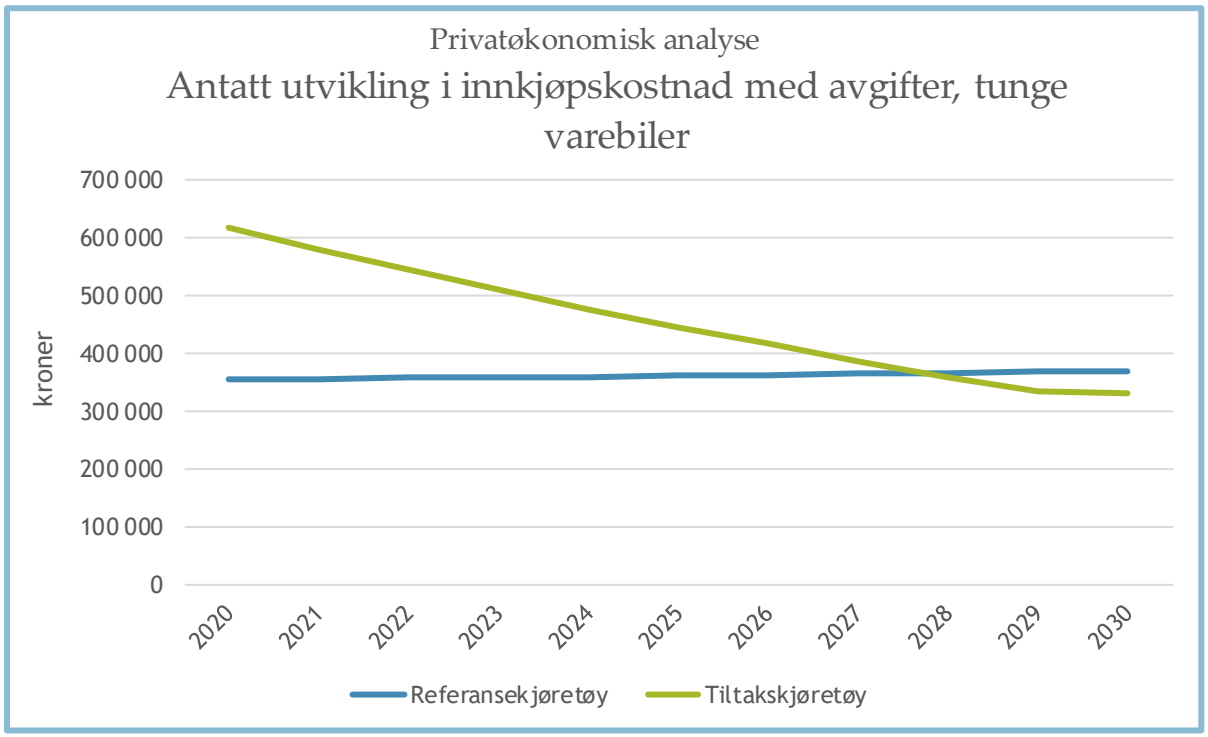
Både lette og tunge elvarebiler er tilgjengelige fra 2020. Priser beregnes i basisscenarioet uten eventuell støtte fra Enova[284] eller lignende ordninger.

Figur 59 og Figur 60 med blå ramme viser privatøkonomiske beregninger av innkjøpskostnader for referansekjøretøyet og tiltakskjøretøyet (inkludert ladeinfrastruktur) i de to segmentene. Videre viser Figur 61 og Figur 62 med gul ramme innkjøpskostnader uten avgifter som benyttes til å beregne tiltakskostnad.

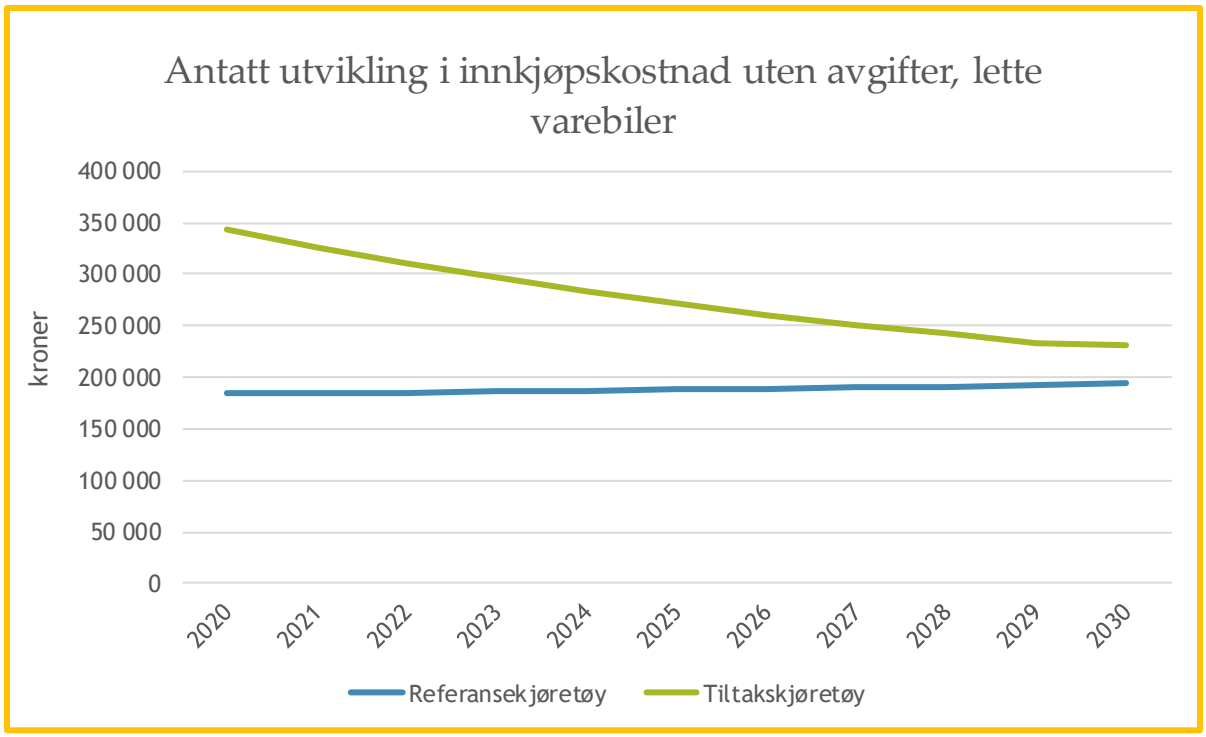
[283] Antar også en videreutvikling av Euro-kravene i løpet av perioden, jf. ICCT (2019). Recommendations for post-Euro 6 standards for light-duty vehicles in the European Union.
[284] Fra 2019 tilbyr Enova støtte rettet mot elektriske varebiler, se Enova. Støtte til kjøp av elektrisk varebil.



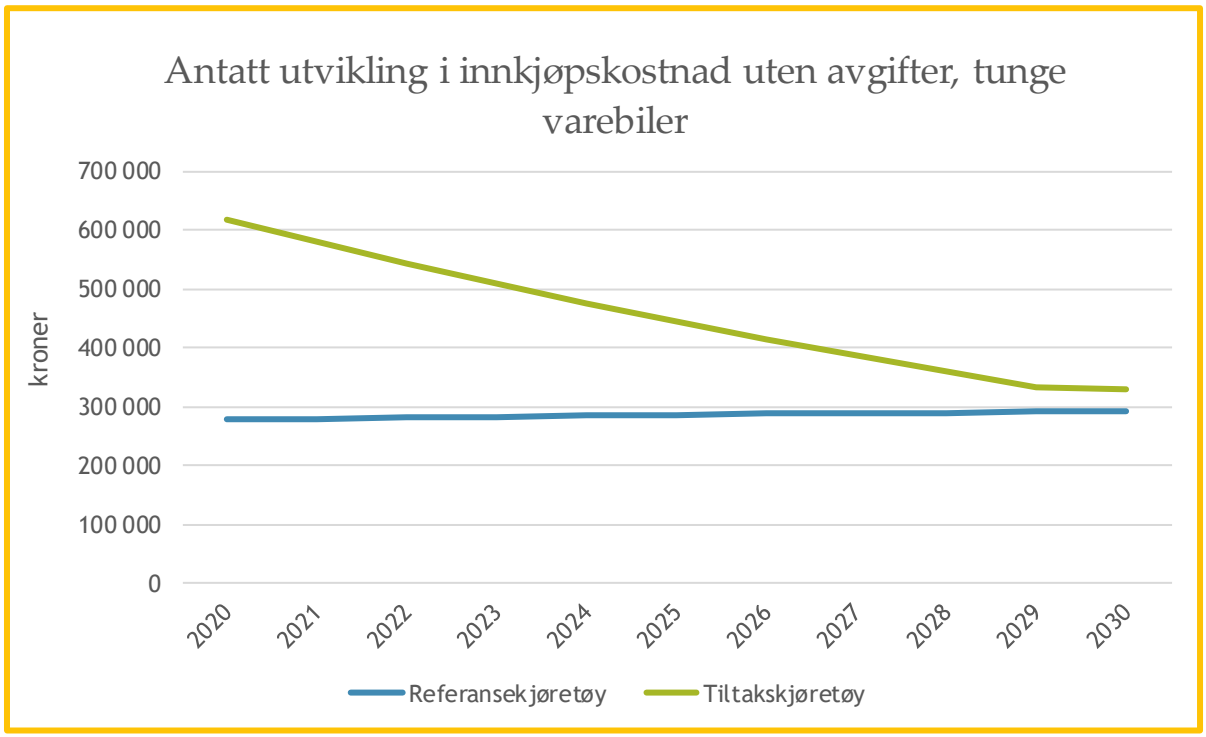
Figur 59. Utvikling i innkjøpspris inkludert avgifter for lette varebiler (2019-kroner).



Figur 60. Utvikling i innkjøpspris inkludert avgifter for tunge varebiler (2019-kroner).



Figur 61. Utvikling i innkjøpspris ekskludert avgifter for lette varebiler (2019-kroner).



Figur 62. Utvikling i innkjøpspris ekskludert avgifter for tunge varebiler (2019-kroner).

3.3.3 Kostnadsbesparelser knyttet til drift

Årlig kjørelengde

Basert på markedsutviklingen beskrevet over legges det til grunn at den elektriske varebilens generelle rekkevidde er god nok til at årlig kjørelengde fra 2020 er lik en tradisjonell dieselvarebil. Dette innebærer at tiltakskjøretøyet erstatter 100 prosent av tradisjonell kjørelengde fra dag én.

Det antas at en typisk årlig kjørelengde per lett varebil er mellom 10 000 og 50 000 km. Representativ verdi brukt i basisscenario er 16 500 km[285]. Gjennomsnitt for tunge varebiler antas være innenfor likt spenn, men estimat brukt i basisscenario er 18 500[286].

Energikostnader

Introduksjon av elektriske varebiler er ikke kommet langt nok til at det finnes et godt datagrunnlag for å vurdere reelt strømforbruk i trafikk. Eksisterende varebiler er som nevnt ikke veldig godt egnet for å vurdere den bølgen av nye elektriske kjøretøy som vil komme i markedet de nærmeste årene.

Norsk elbilforening har testet en rekke av dagens tilgjengelige elektriske lette varebiler og finner et oppgitt gjennomsnittlig forbruk, målt via den gamle NEDC-metoden, på ca. 15 kWh/100 km[287]. For kjøretøy med større batteripakker som skal kjøre turer med last i ulik topografi og klima over hele landet er det realistisk å se for seg et forbruk et stykke over dette.

For tunge varebiler er det oppgitt et offisielt forbruk for noen få modeller, med et gjennomsnitt på ca. 23 kWh/100 km[288].

I modellen er det antatt et forbruk for lette varebiler til 0,17 kWh/mil, og 0,29 kWh/mil for tunge varebiler.

For referansekjøretøy er det antatt et forbruk på 0,44 liter/mil for lette varebiler og 0,73 liter/mil for tunge varebiler.

Vedlikeholdskostnader

Kostnader for vedlikehold bygger på vurderinger knyttet til personbiler samt innspill fra NHO Logistikk og Transport som kom i forbindelse med utarbeidelse av rapporten "Miljøavtale med CO_2-fond"[289].

For lette varebiler antas en årlig vedlikeholdskostnad på 7 000 kroner for referansekjøretøy og 4 000 kroner for tiltakskjøretøyet. For tunge varebiler antas en årlig vedlikeholdskostnad på 10 000 kroner for referansekjøretøy og 6 000 kroner for tiltakskjøretøyet. Kostnadene holdes konstant over analyseperioden.

Bompenger, parkeringsavgifter med mer

Besparelser knyttet til fritak fra bompenger, parkeringsavgifter med mer er anslått til 4 000 kroner per år for elvarebilen. Variasjonene innen segmentet være betydelig, og usikkerheten i dette

[285] Gjennomsnittlig kjørelengde nye små varebiler (0-4 år) i 2016 i SSBs kjørelengdestatistikk, tabell 07305.
[286] Gjennomsnittlig kjørelengde nye store varebiler (0-4 år) i 2016 i SSBs kjørelengdestatistikk, tabell 07305.
[287] Norsk elbilforening. Sammenlikn pris, rekkevidde og garanti på elbiler du kan kjøpe i dag. Varebil.
[288] Eksempelvis Volkswagen e-Crafter elvarebil og Mercedes EQV.
[289] Miljødirektoratet (2018). Miljøavtale med CO2-fond: Modellering av kostnader og potensial for utslippsreduksjoner. Rapport M-1047|2018.

estimatet er stort. Samme besparelse er til grunn for lette og tunge varebiler, selv om tunge varebiler antas å ha noe lenger kjørelengde.

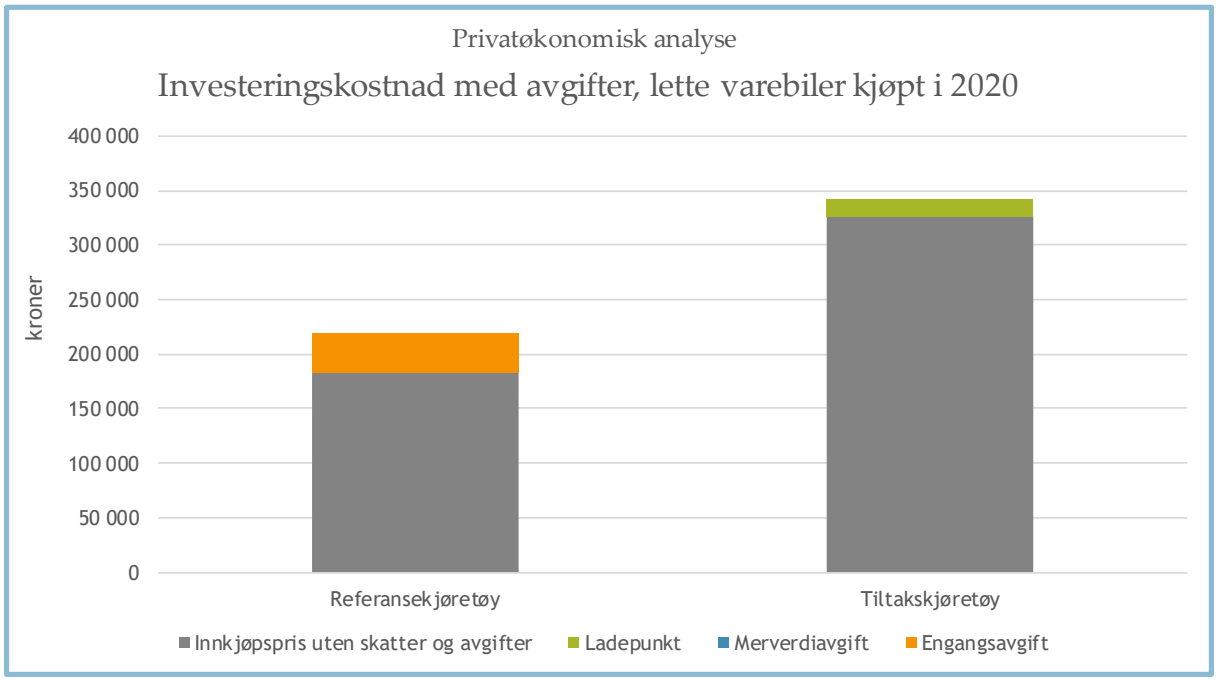
3.3.4 Merkostnader over tiltakets levetid

Merkostnader for lette elvarebiler

Tabellen under viser antagelsene som er lagt til grunn for beregning av merkostnader for lette biler i basisscenarioet.

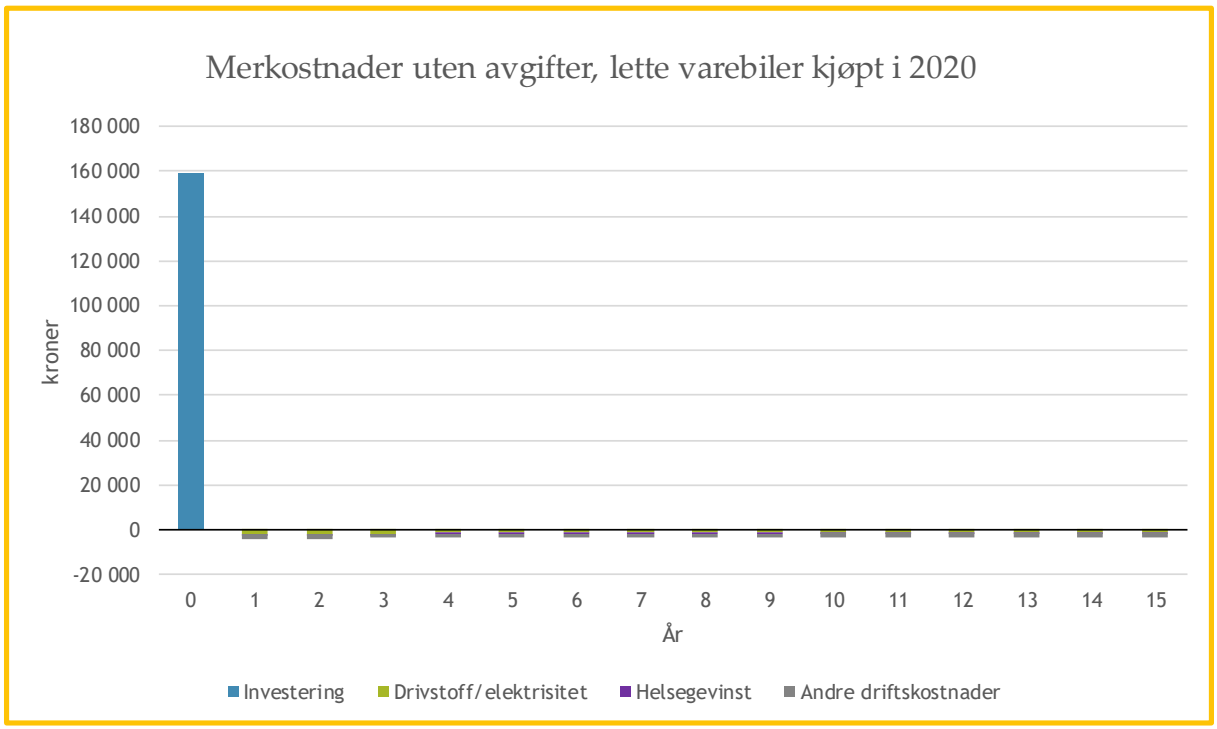
Antakelser for innkjøp av lette varebiler	**Referansekjøretøy**	**Tiltakskjøretøy**
Modell	VW Caddy	*Modellert*
Batteripakke (kWh)		75
Forventet levetid	15	15
Innkjøpskostnad i 2019 (eks. skatter og avgifter)	183 000 kr	344 000 kr
Engangsavgift	24 000 kr	0 kr
MVA	0 kr	0 kr
Kjøp og montering av ladeinfrastruktur hos eier	-	16 000 kr
Sum investering	207 000 kr	357 000 kr
Årlig kjørelengde i år 1 for gjennomsnittsbruker (avtar over kjøretøyets levetid)	16 500 km	16 500 km
Drivstoff-forbruk	0,44 liter/mil	0,17 kWh/km
Andel av el som dekkes med hurtiglading	-	10 %
Årlige vedlikeholdskostnader (inkl. MVA)	7 000 kr	4 000 kr
Årlige avgifter (trafikkforsikringsavgift)e	2 858 kr	0
Bompenger, parkering m.m. (merkostnad)	4 000 kr	-

Figur 63 viser hvordan avgifter og kostnader for ladeinfrastruktur påvirker privatøkonomiske investeringskostnader for lette varebiler i 2020. Støtte fra Enova gjennom nullutslippsfondet er ikke inkludert i figuren.



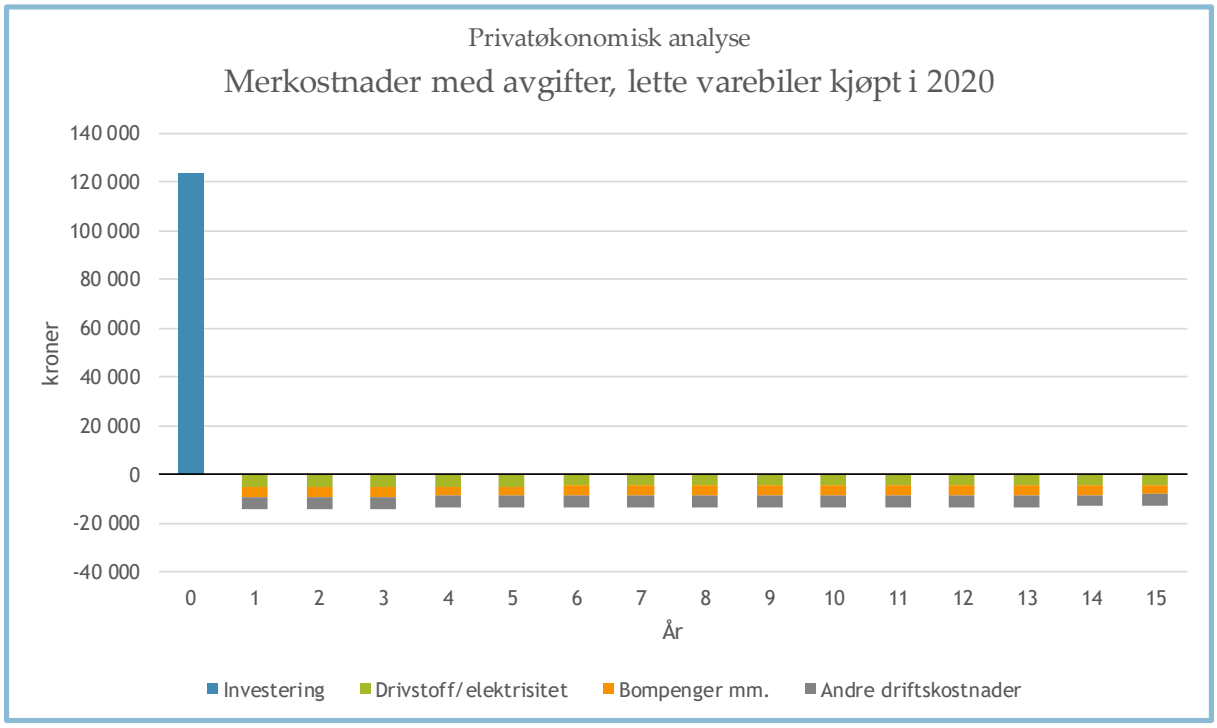
Figur 63. Investeringskostnad for lette elvarebiler kjøpt i 2020.

Figur 64 viser merkostnader over levetiden til en elektrisk lett varebil kjøpt i 2020 *uten* avgifter. Helsegevinster knyttet til reduserte utslipp av partikler og NOx inngår også i figuren.



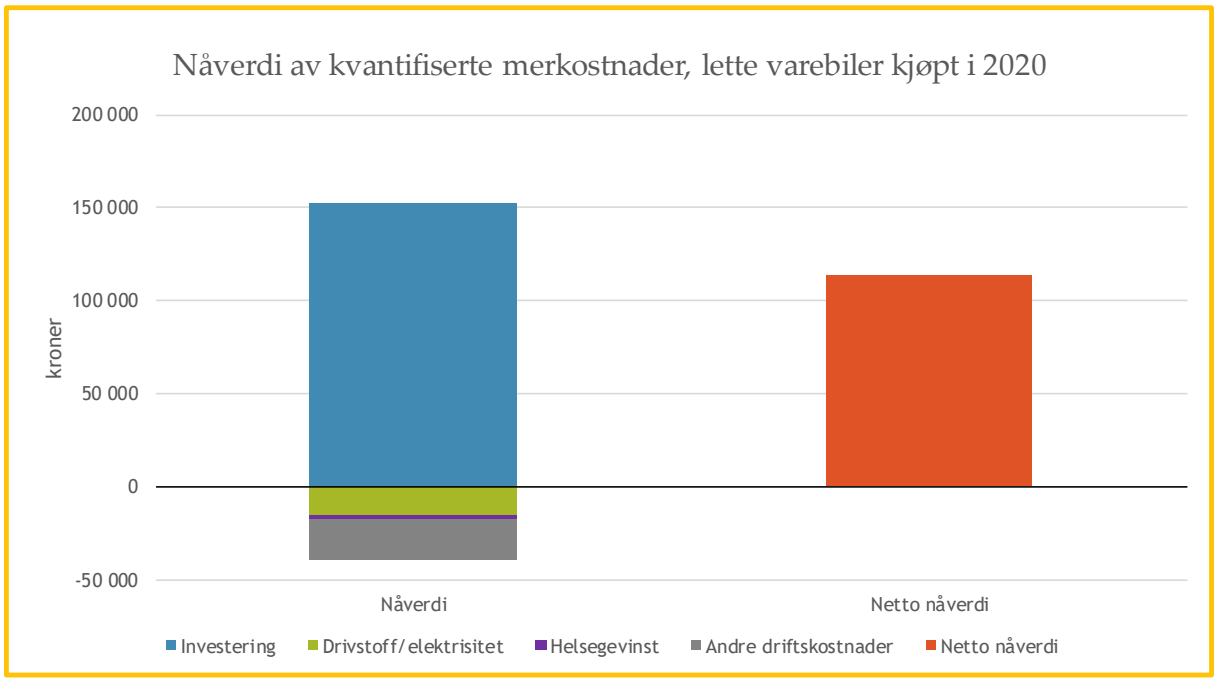
Figur 64. Samfunnsøknomisk merkostnader over levetiden uten avgifter for lett varebil kjøpt i 2020 (2019-kroner)

Figur 65 gir et tilsvarende bilde av de privatøkonomiske merkostnadene. Forskjellen mellom privatøkonomiske kostnader og samfunnsøkonomiske kostnader er langt mindre for varebiler enn for personbiler som følge av at næringsvirksomhet har fradrag for inngående merverdiavgift både ved kjøp av bil, drivstoff og vedlikehold.

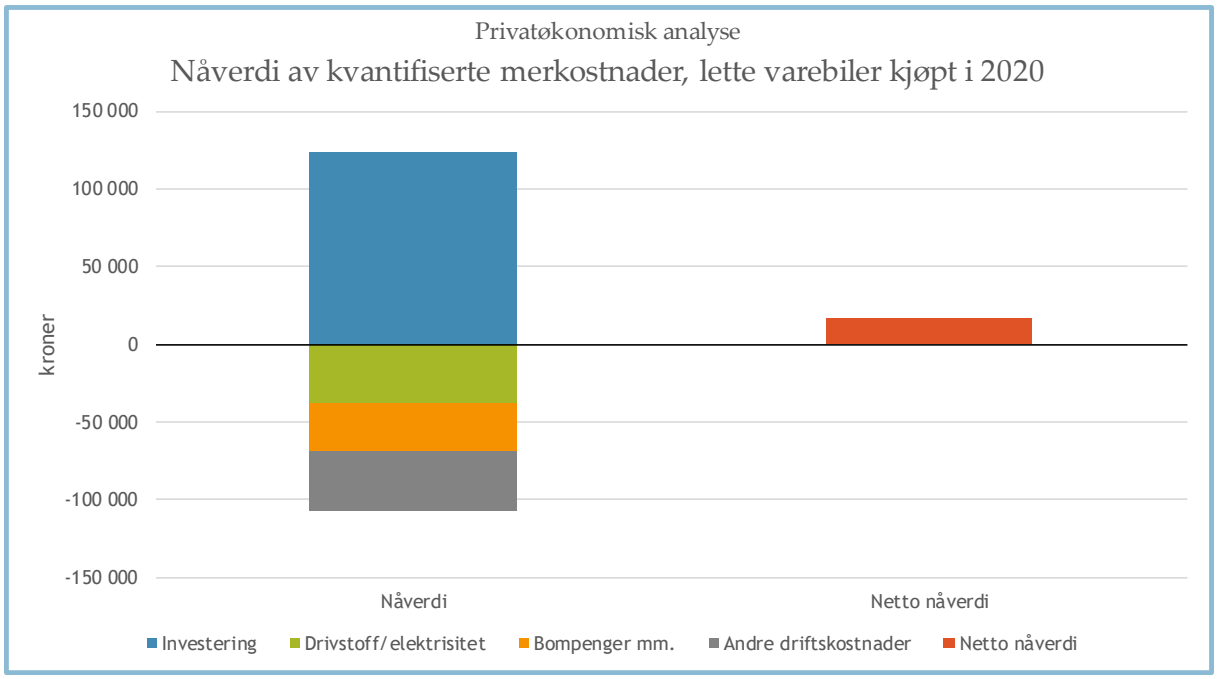


Figur 65. Privatøkonomisk merkostnader over levetiden med avgifter for lett varebil kjøpt i 2020 (2019-kroner).

Figur 66 og Figur 67 under viser nåverdien av henholdsvis samfunnsøkonomiske og privatøkonomiske merkostnader. I den privatøkonomiske analysen er det benyttet en kalkulasjonsrente på 9,5 prosent, mens den samfunnsøkonomiske analysen benytter en kalkulasjonsrente på 4 prosent.



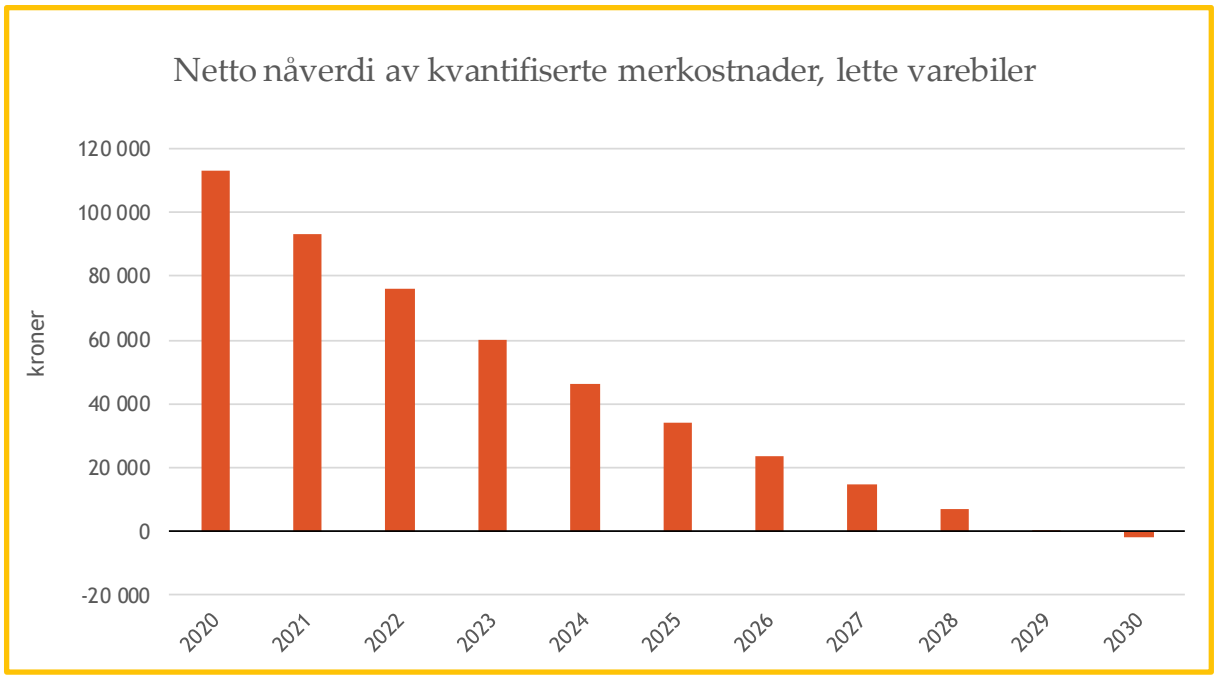
Figur 66. Nåverdi og netto nåverdi av samfunnsøkonomiske merkostnader for lette elvarebiler kjøpt i 2020. Kalkulasjonsrente 4 %.



Figur 67. Nåverdi og netto nåverdi av privatøkonomiske merkostnader for lette elvarebiler kjøpt i 2020. Kalkulasjonsrente 9,5 %.

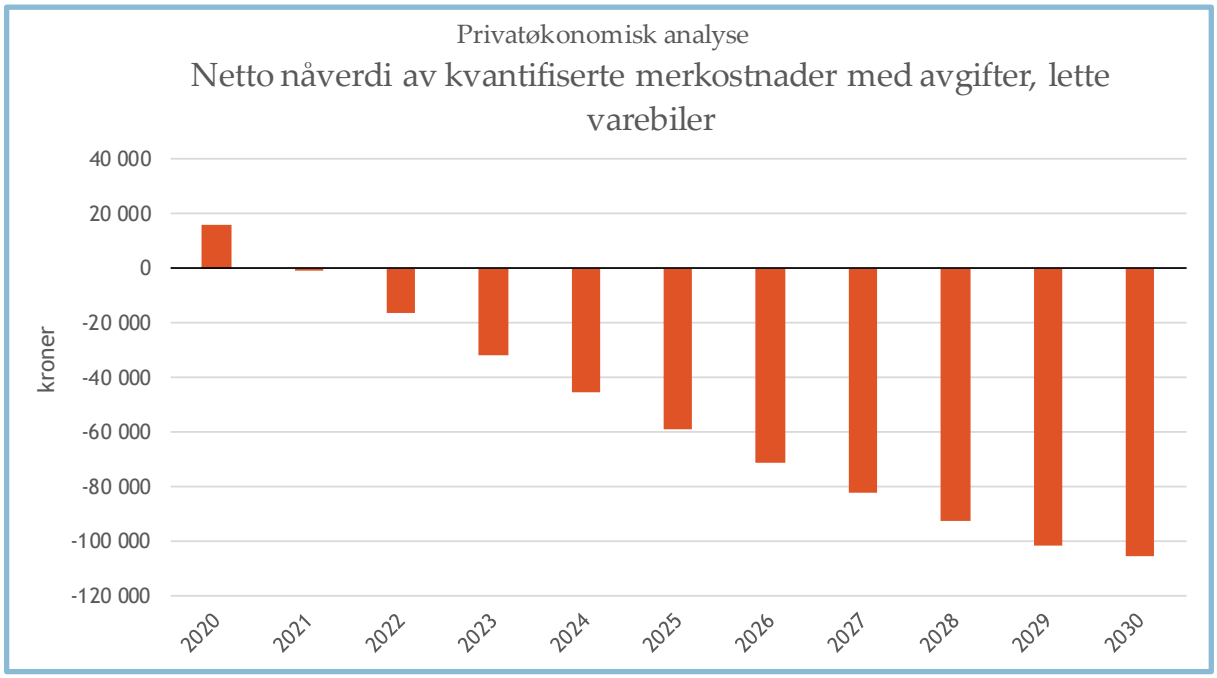
Figur 67 viser at for en gjennomsnittsbruker er den lette elvarebilen nesten lønnsom og støtte fra Enova gjennom Nullutslippsfondet vil være nok til å gjøre en del elvarebiler konkurransedyktige.

Netto nåverdi av kostnadselementene som inngår i tiltakskostnaden for lette elvarebiler kjøpt fra 2020 til 2030 framgår av Figur 68. Merkostnadene reduseres raskt men blir ikke negativ før omkring 2030.



Figur 68. Netto nåverdi av samfunnsøkonomiske merkostnader for lette elvarebiler anskaffet i 2020-2030. Alle tall er neddiskontert til 2019. Kalkulasjonsrente 4 %.

Tilsvarende privatøkonomisk analyse er vist i Figur 69. Denne figuren illustrerer at gitt forventet prisutvikling vil lette elvarebiler bli lønnsomme for brukere i løpet av et par år, selv uten støtte fra Enova (gitt gjennomsnittlig kjørelengde).



Figur 69. Netto nåverdi av privatøkonomiske merkostnader for lette elvarebiler anskaffet i 2020-2030, gitt en diskonteringssats på 9,5 %. Diskontert til innkjøpsåret.

Merkostnader for tunge varebiler

Tabellen under viser antagelsene som er lagt til grunn for beregning av merkostnader for tunge elvarebiler i basisscenarioet.

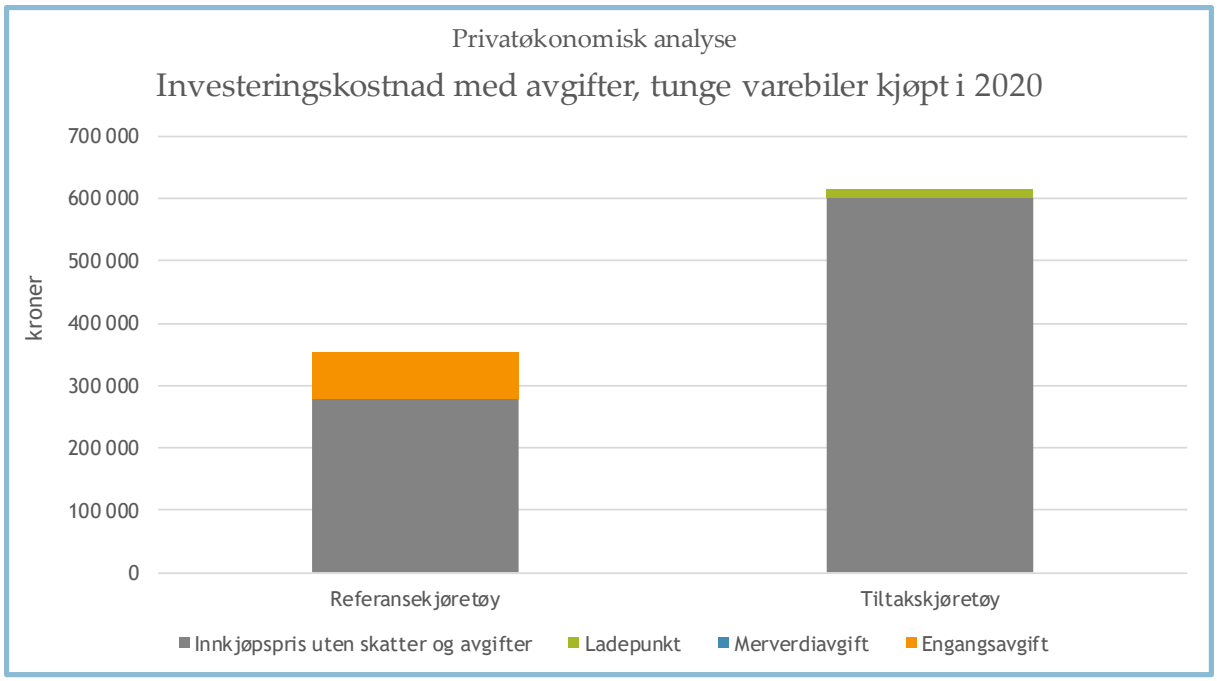
Antakelser for innkjøp av tunge varebiler	**Referansekjøretøy**	**Tiltakskjøretøy**

Modell	VW Transporter	*Modellert*
Batteripakke (kWh)		105
Forventet levetid	15	15
Innkjøpskostnad i 2019 (eks. skatter og avgifter)	278 000 kr	639 000 kr
Engangsavgift	69 000 kr	0 kr
MVA	0 kr	0 kr
Kjøp og montering av ladeinfrastruktur hos eier	-	16 000 kr
Sum investering	347 000 kr	
Gjennomsnittlig årlig kjørelengde i år 1 (avtar over kjøretøyets levetid)	18 500 km	18 500 km
Drivstoff-forbruk	0,73 liter/mil	0,29 kWh/km
Andel av el som dekkes med hurtiglading	-	5 %
Årlige vedlikeholdskostnader (inkl. MVA)	10 000 kr	6 000 kr
Årlige avgifter (trafikkforsikringsavgift)	2 858 kr	0
Bompenger, parkering m.m. (merkostnad)	4 000 kr	-

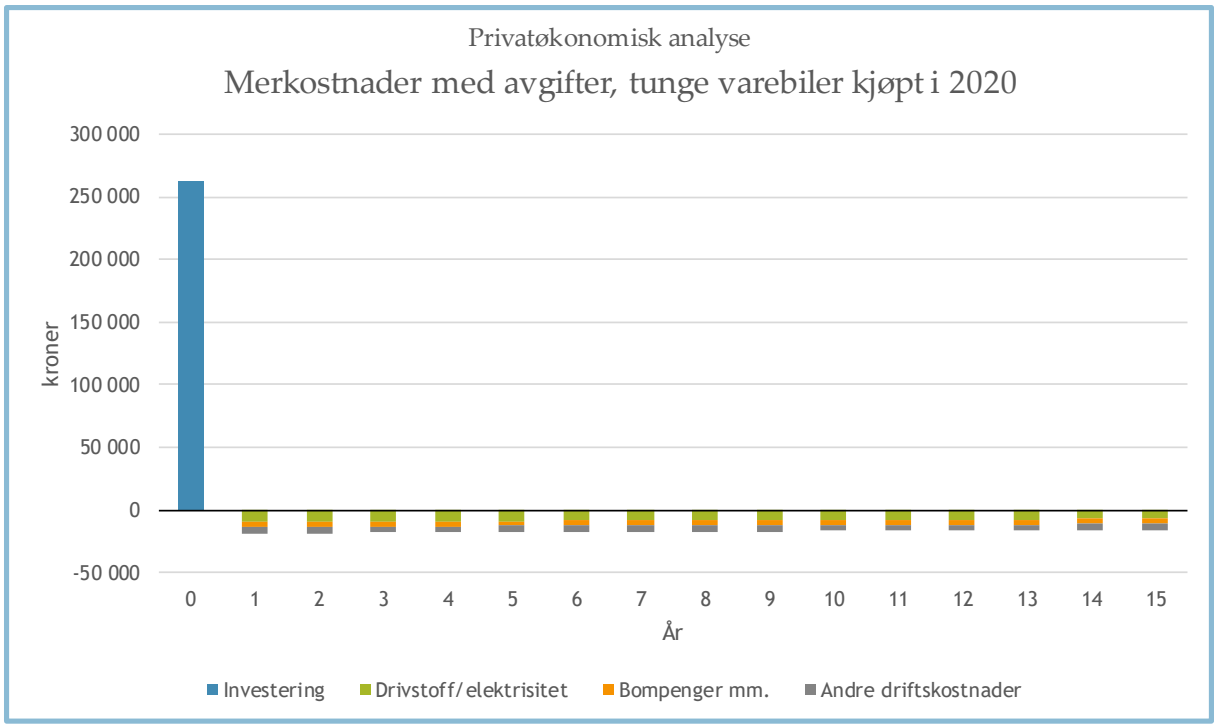
Basert på disse antagelsen er det gjort tilsvarende beregninger som for lette varebiler. Resultatene er illustrert grafisk i avsnittene under.

Privatøkonomisk analyse av tunge elvarebiler

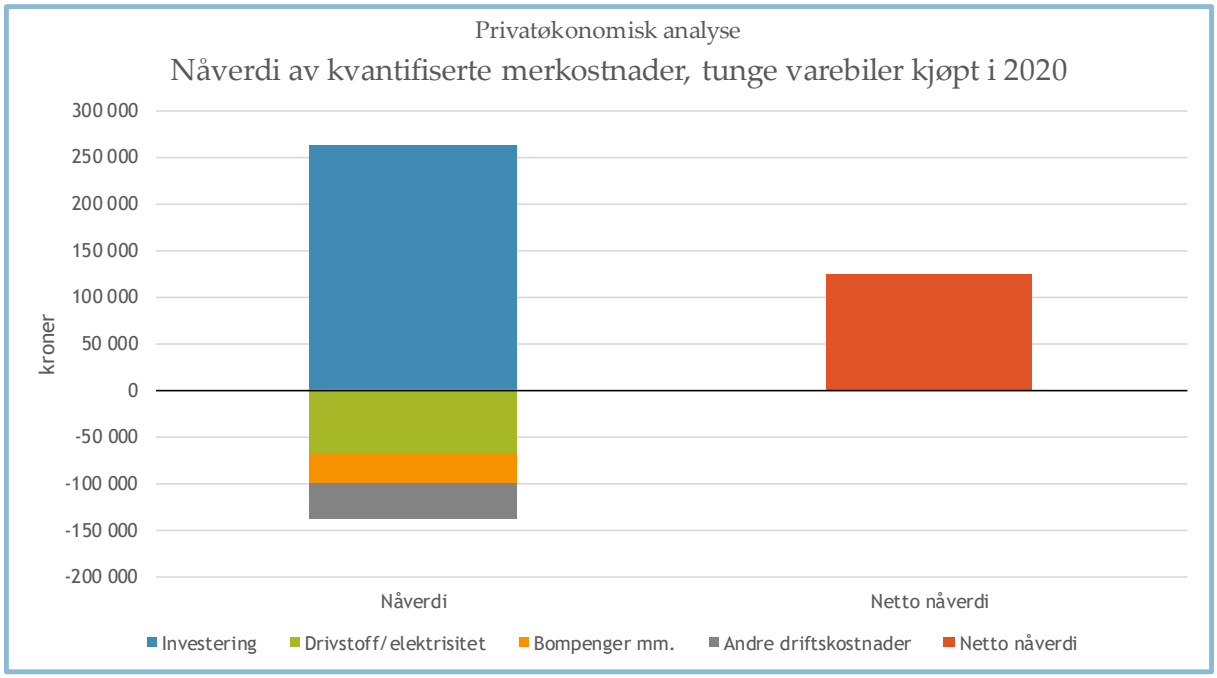
Figur 70, Figur 71 og Figur 72 viser investeringskostnader, merkostnader over levetiden og nåverdi av merkostnadene for tunge elvarebiler kjøpt i 2020. Netto nåverdi av privatøkonomiske merkostnader for en tung elvarebil kjøpt i 2020 er anslått til å være omtrent 125 000 kr.



Figur 70. Investeringskostnad for tunge varebiler kjøpt i 2020.

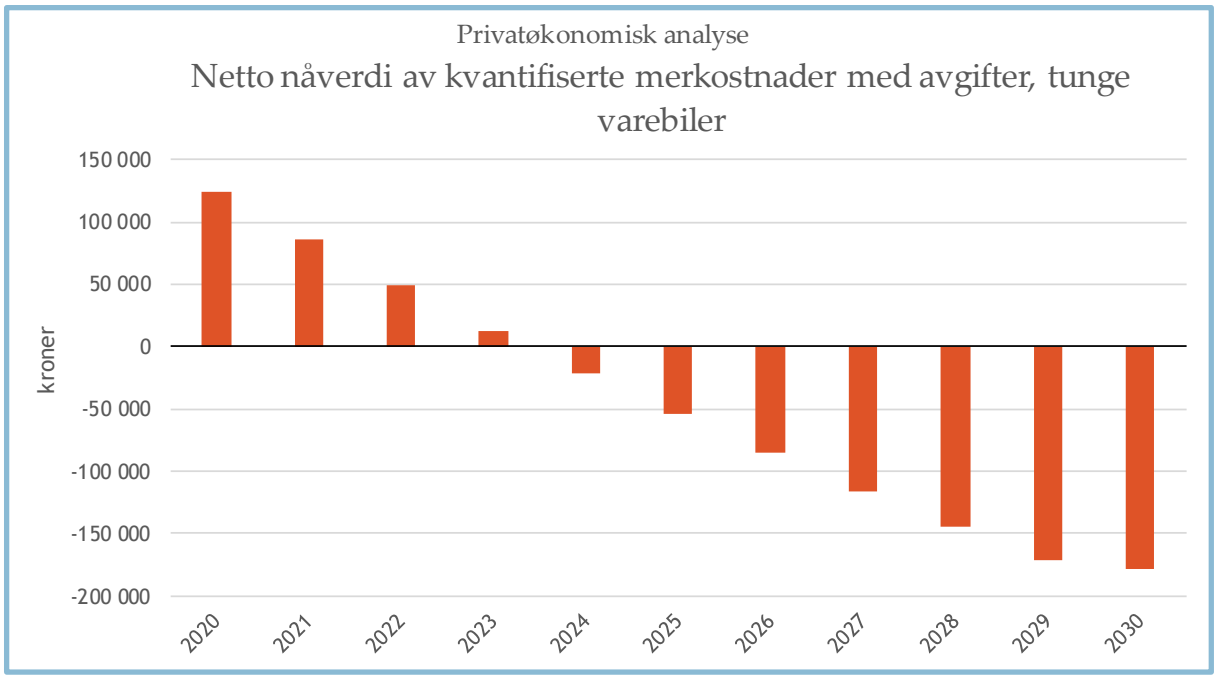


Figur 71. Privatøkonomiske merkostnader for tunge elvarebiler kjøpt i 2020.



Figur 72. Nåverdi og netto nåverdi av privatøkonomiske merkostnader for tunge elvarebiler kjøpt i 2020. Diskonteringssats 9,5 %.

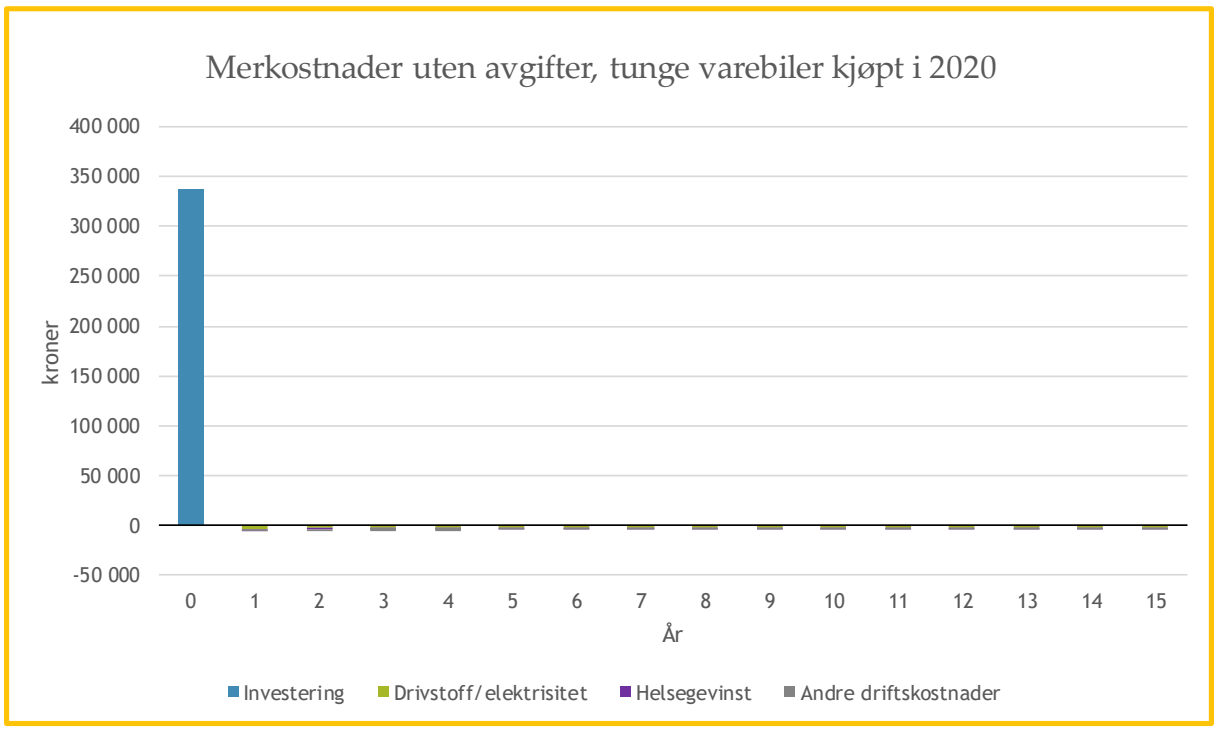
Beregningene viser at tunge elektriske varebiler kan bli privatøkonomiske lønnsomme for gjennomsnittsaktøren fra 2024, dette er illustrert i Figur 73. Fallende innkjøpskostnader kombinert med lengre kjørelengde medfører at de tunge varebilene blir mer lønnsomme enn de lette varebilene mot slutten av perioden.



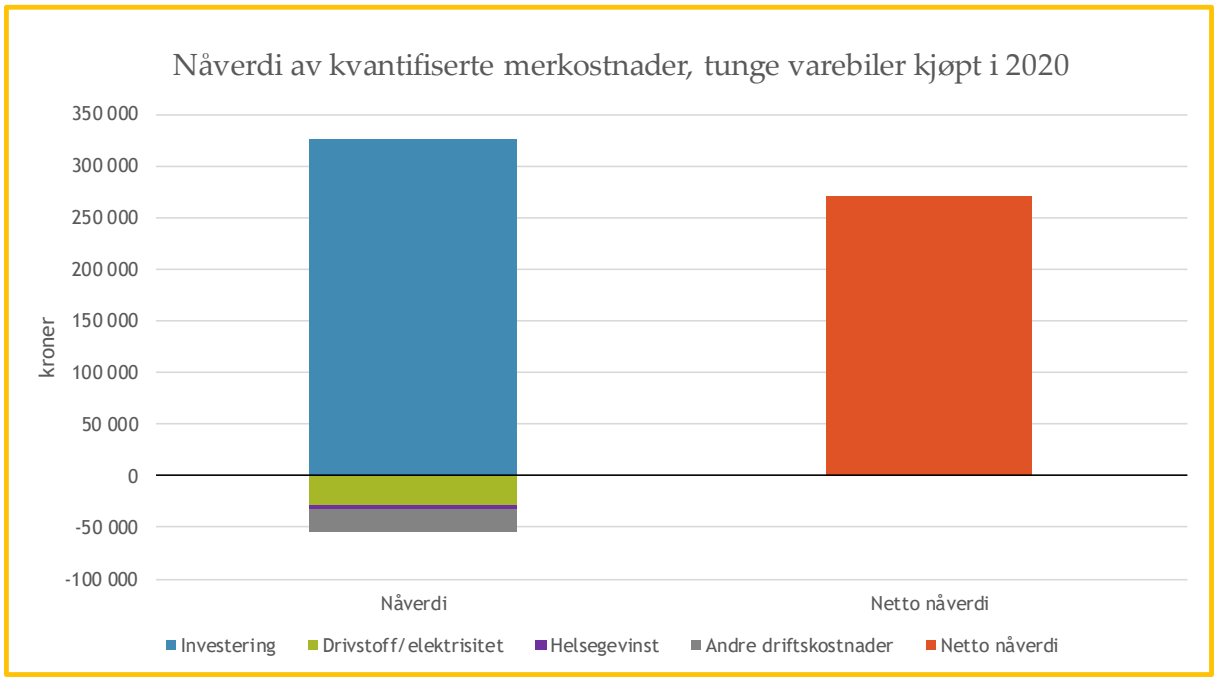
Figur 73. Netto nåverdi av privatøkonomiske merkostnader for tunge elvarebiler anskaffet i 2020-2030, gitt en diskonteringssats på 9,5 %. Diskontert til innkjøpsåret. 2019-kroner.

Samfunnsøkonomiske kostnader for tunge elvarebiler

Figur 74 og Figur 75 viser henholdsvis samfunnsøkonomiske merkostnader over levetiden og nåverdi av merkostnadene for tunge elvarebiler kjøpt i 2020. For en stor elvarebil kjøpt i 2020 er netto nåverdi av samfunnsøkonomiske merkostnader anslått til omtrent 270 000 kroner.

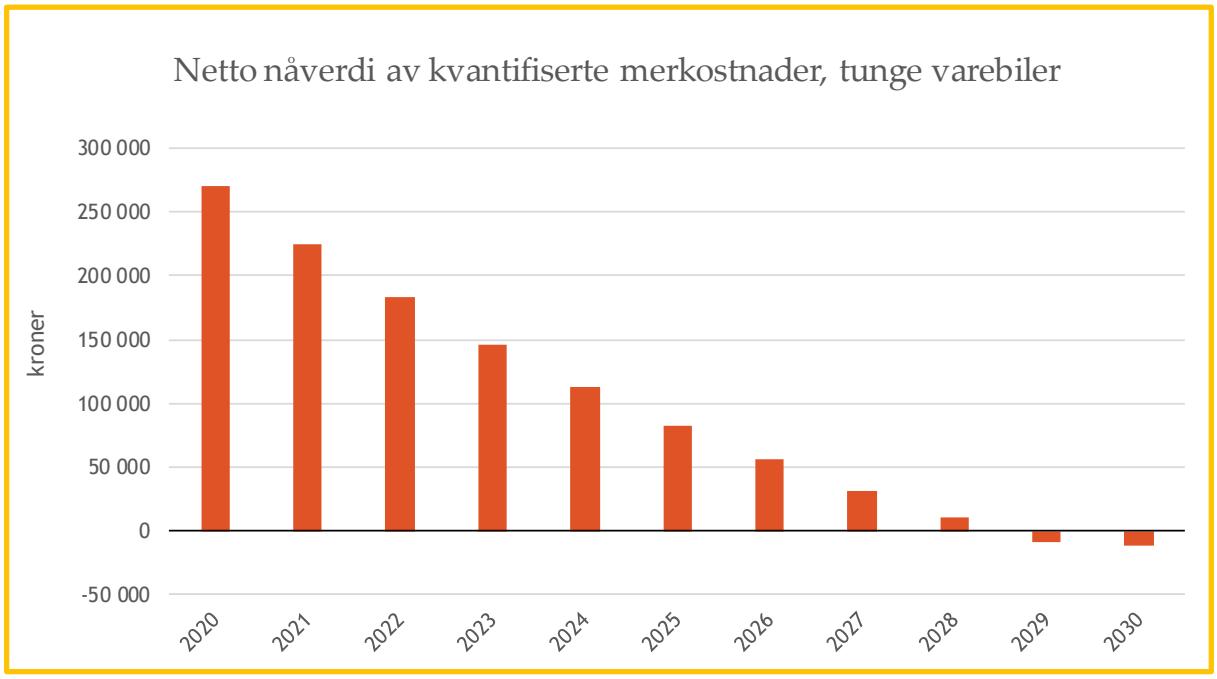


Figur 74. Samfunnsøkonomiske merkostnader per år for tunge elvarebiler kjøpt i 2020.



Figur 75. Nåverdi og netto nåverdi av kostnadselementer som inngår i beregning av tiltakskostnad for tunge elvarebiler. Diskonteringsrente 4 %.

Figur 76 viser utviklingen i netto nåverdi for tunge elvarebiler anskaffet i perioden 2020-2030.



Figur 76. Netto nåverdi av samfunnsøkonomiske merkostnader for tunge elvarebiler anskaffet i 2020-2030. Alle tall er neddiskontert til 2019. Kalkulasjonsrente 4 %.

3.4 Beregning av tiltakskostnad

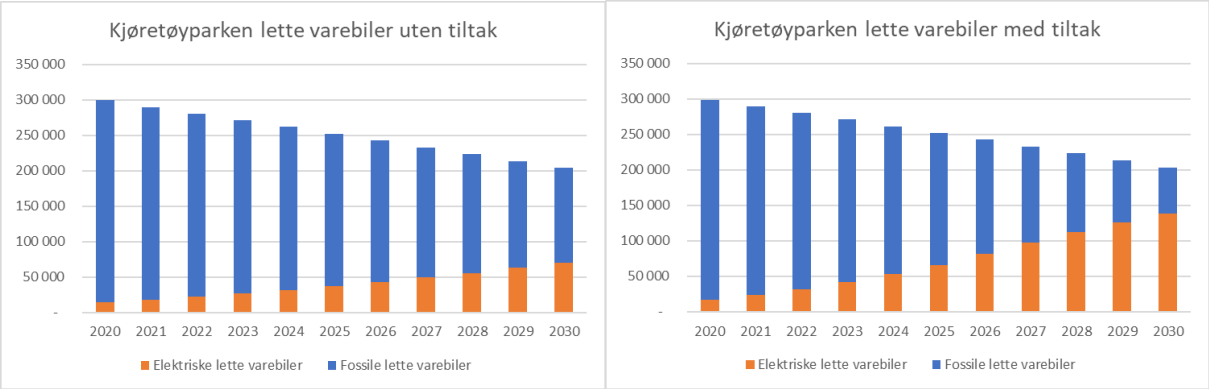
I dette kapittelet beregnes samfunnsøkonomisk tiltakskostnad for de to tiltakene *100 prosent av nye lette varebiler er elektriske innen utgangen av 2025* og *100 prosent av nye tunge varebiler er elektriske innen utgangen av 2030.* Innfasing og utslippsreduksjon som ligger til grunn for og beregningen beskrives for lette og tunge varebiler hver for seg.

3.4.1 Lette varebiler

Innfasingen og utslippsreduksjonspotensial for tiltaket *100 prosent av nye lette varebiler er elektriske innen utgangen av 2025* er vist i Tabell 10 og i Figur 77. Utslippsreduksjonen i perioden 2021-2030 er beregnet til 0,69 millioner tonn CO_2-ekvivalenter.

Tabell 10. Innfasing og utslippsreduksjonspotensial for lette varebiler

Lette varebiler	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2026	2028	2029	2030
El-andel av nybilsalget i nullalternativet	15 %	18 %	21 %	25 %	29 %	33 %	37 %	41 %	46 %	51 %	56 %
Antatt andel av nybilsalget i tiltak	25 %	35 %	45 %	55 %	65 %	80 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
Antatt nybilsalg (antall kjøretøy)	19 345	19 062	18 590	17 882	17 164	16 562	15 952	15 233	14 515	13 853	13 208
Utslippsreduksjon tiltak (mill. tonn CO_2-ekv.)	0,005	0,012	0,021	0,032	0,045	0,059	0,078	0,094	0,106	0,116	0,124



Figur 77. Utvikling i bestanden av lette varebiler i nullalternativet (uten tiltak) og med tiltak

Tiltakskostnadene er beregnet på samme måte som for personbiler (se kapittel 2.5). Innfasingen gitt over, kombinert med de samfunnsøkonomiske merkostnadene per år for lette elvarebiler beregnet i kapittel 3.3, gir en tiltakskostnad på ca. 1 200 kr/tonn CO_2-ekvivalenter som illustrert i Figur 78 under.



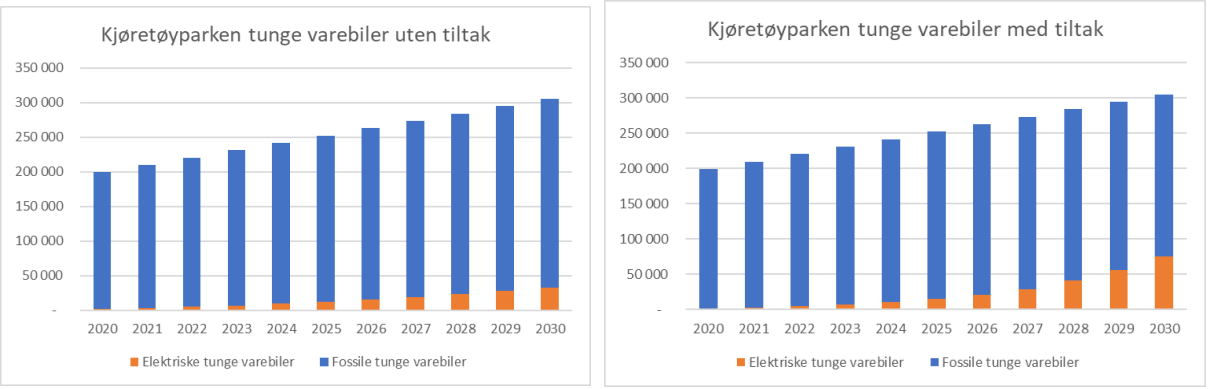
Figur 78. Utvikling i salg av nye lette elvarebiler utover referansebanen for å realisere tiltaket og utvikling i årlig tiltakskostnad per kjøretøy . 2019-kroner. Kalkulasjonsrente 4 %.

3.4.2 Tunge varebiler

Innfasingen og utslippsreduksjonspotensial for tiltaket *100 prosent av nye tunge varebiler er elektriske innen utgangen av 2030* er vist i Tabell 11 og Figur 79. Den totale utslippsreduksjonen i perioden 2021-2030 er 0,28 millioner tonn CO_2-ekvivalenter.

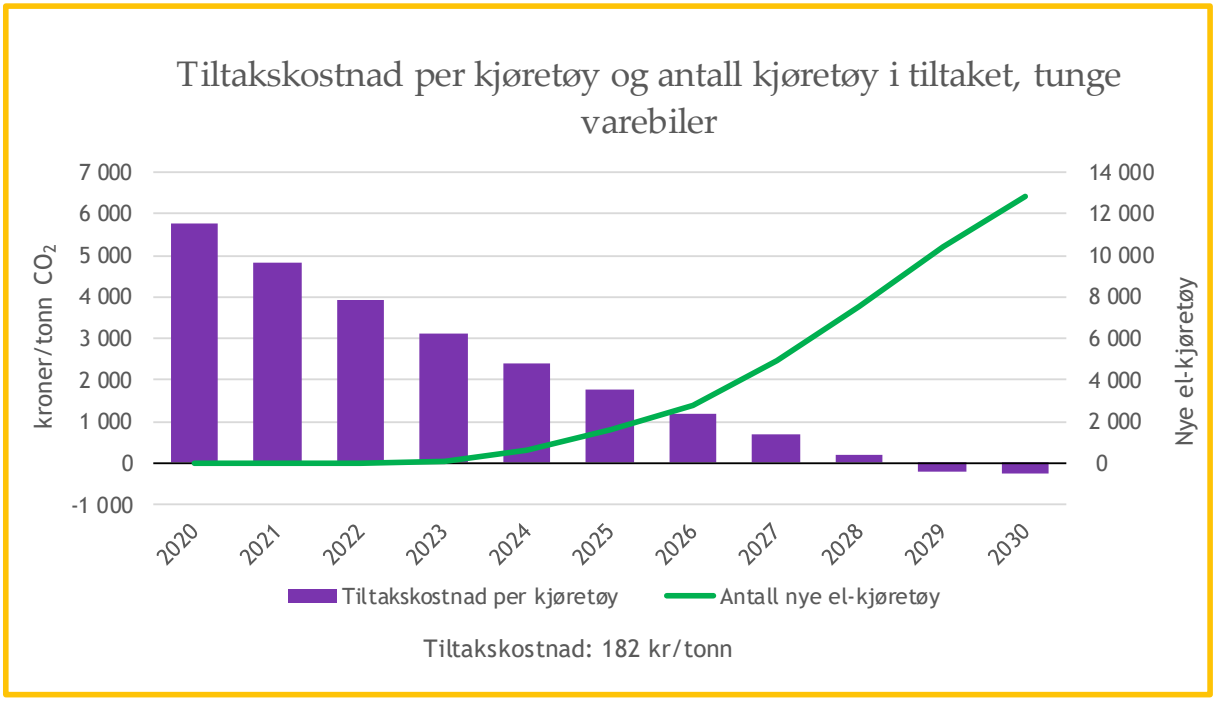
Tabell 11. Innfasing og utslippsreduksjonspotensial for tunge varebiler

Tunge varebiler	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2026	2028	2029	2030
El-andel av nybilsalget i nullalternativet	9 %	11 %	13 %	14 %	16 %	18 %	19 %	21 %	22 %	24 %	25 %
Antatt andel av nybilsalget i tiltak	10 %	11 %	13 %	14 %	20 %	27 %	35 %	48 %	63 %	78 %	100 %
Antatt nybilsalg (antall kjøretøy)	12 896	13 803	14 606	15 233	15 844	16 562	17 281	17 882	18 474	19 130	19 812
Utslippsreduksjon tiltak, utover nullalternativet (mill. tonn CO_2-ekv.)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,03	0,05	0,07	0,11



Figur 79. Utviklingen i bestanden av tunge varebiler i nullalternativet (uten tiltak) og i tiltaket

Innfasingen gitt over, kombinert med de samfunnsøkonomiske merkostnadene per år og kjøretøy for tunge elvarebiler beregnet i kapittel 3.3, gir en tiltakskostnad på ca. 200 kr/tonn CO_2-ekvivalenter som illustrert i Figur 80 under.



Figur 80. Utvikling i salg av nye tunge elvarebiler utover referansebanen for å realisere tiltaket og utvikling i årlig tiltakskostnad per kjøretøy. 2019-kroner. Kalkulasjonsrente 4 %.

3.5 Sensitivitets- og scenarioberegninger

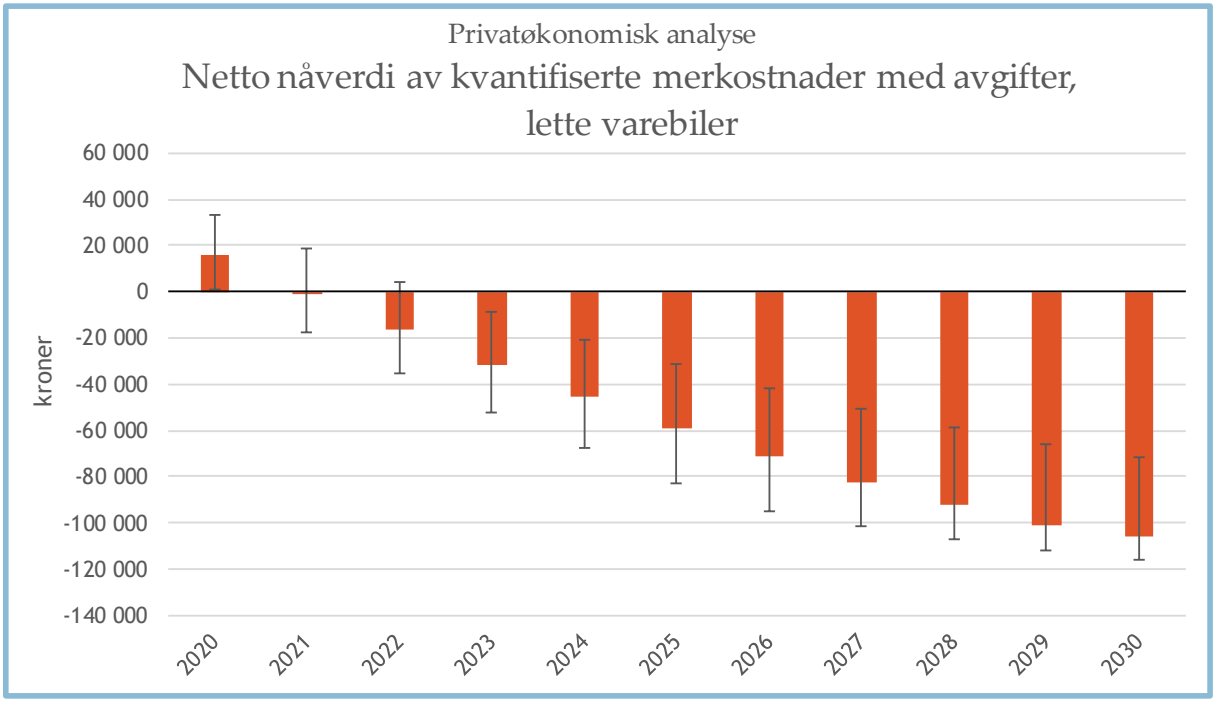
3.5.1 Innkjøpskostnader

Figur 81 og Figur 82 viser hvordan den privatøkonomiske lønnsomheten ved investeringen endres dersom innkjøpskostnadene er høyere eller lavere enn forutsatt i basisscenarioet som er presentert i kapittel 3.3. Ved høyere innkjøpskostnader som følge av høyere batteripriser (+ 10 % i 2020 og + 30 % i 2030), samt saktere overgang til masseproduksjon (reduksjon av skalaulempene med 5 % i stedet for 10 % per år), vil elkjøretøyene oppnå privatøkonomisk lønnsomhet 1-2 år senere enn i basisscenarioet.

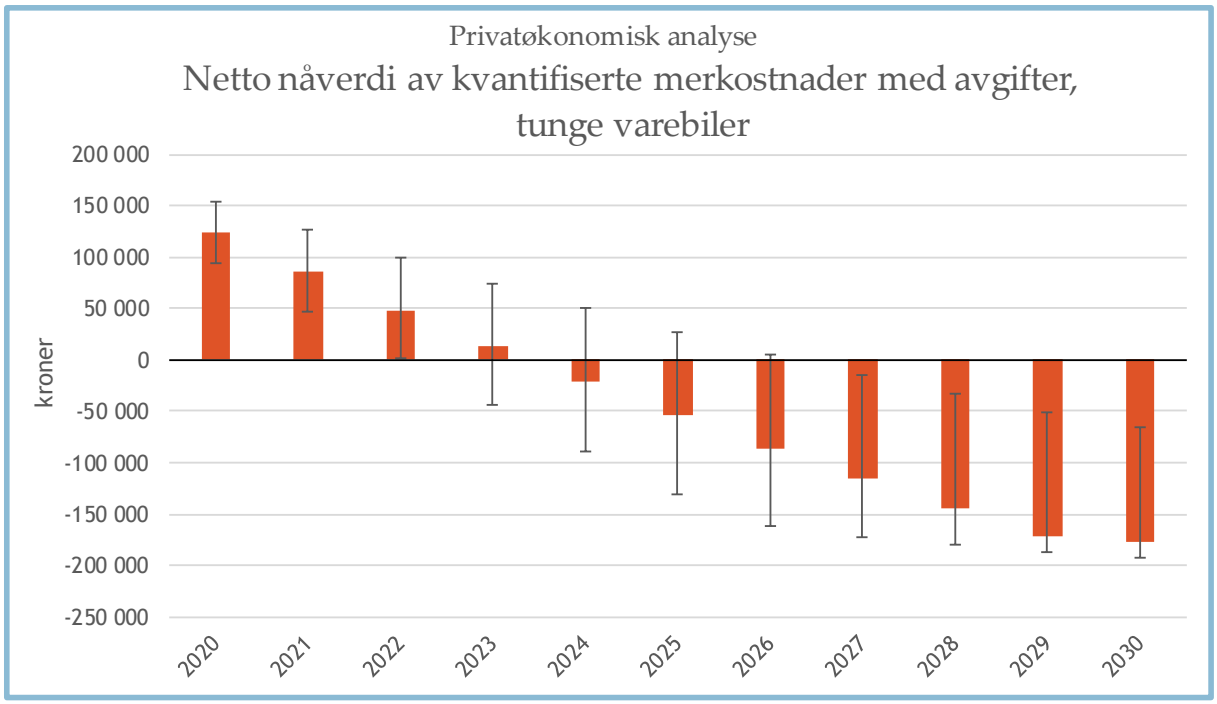
I et lavkostnadsscenario vil tiltakskostnaden reduseres som vist i Tabell 12, det vil si til 550 kr/tonn CO_2 for lette varebiler og til -300 kr/tonn CO_2 for tunge varebiler. I et høykostnadsscenario øker tiltakskostnaden til rundt 1 900 kr/tonn for lette og 1 800 kr/tonn for tunge varebiler. Økningen er større for de tunge varebilene fordi den gjennomsnittlige kostnaden her påvirkes i større grad av innkjøpskostnaden sent i perioden når brorparten av kjøretøyene anskaffes.

Tabell 12. Tiltakskostnad (kr/tonn CO_2-ekvivalenter) i høykostnadsscenario og lavkostnadsscenario

	Basis	Høy	Lav
Lette varebiler	1 200	1 900	550
Tunge varebiler	200	1 800	- 300



Figur 81. Netto nåverdi av merkostnader ved investering i en lett elvarebil. Avvikssymbolene viser hvordan lønnsomheten endres i et scenario med høye innkjøpskostnader (30 % økt batterikostnad og skalafordeler som oppnås for fullt først etter 20 år i stedet for 10 år i basisscenarioet) og i et scenario med lave innkjøpskostndaer (20 % redusert batterikostnad og skalafordeler som oppnås for fullt etter 7 år). Diskonteringssats 9,5%. Diskontert til innkjøpsåret. 2019-kroner.

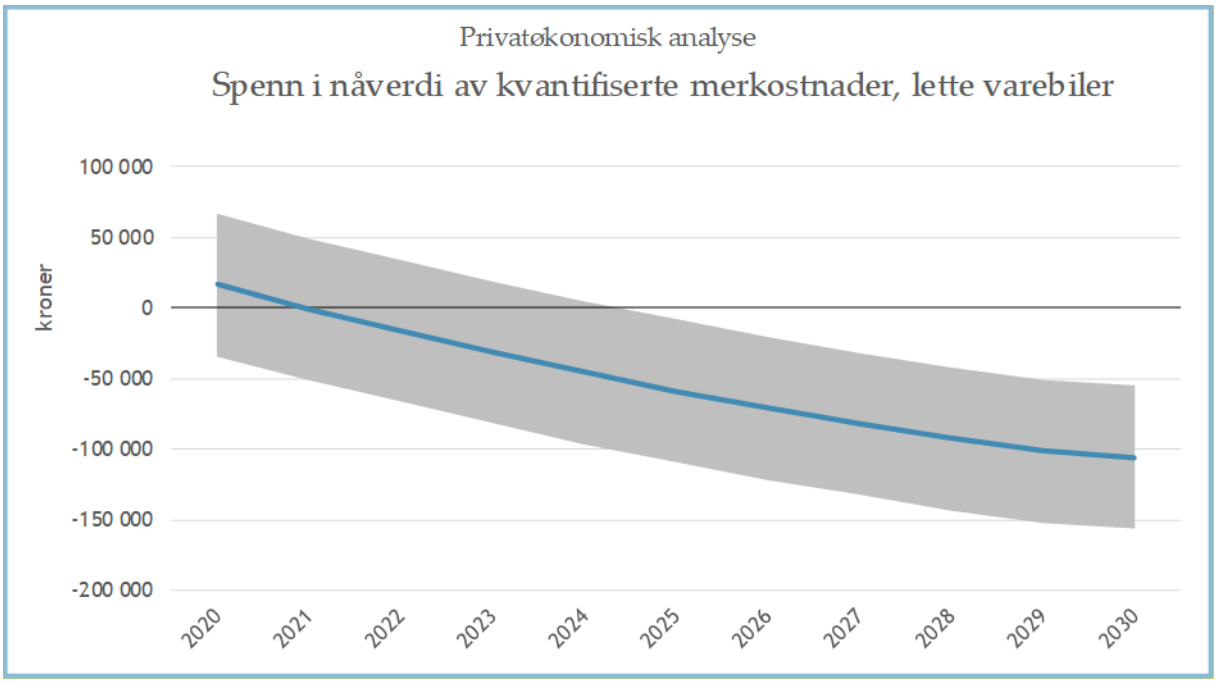


Figur 82. Netto nåverdi av merkostnader ved investering i en tung elvarebil. Avvikssymbolene viser hvordan lønnsomheten endres i et scenario med høye innkjøpskostnader (30 % økt batterikostnad og skalafordeler som oppnås for fullt først etter 20 år i stedet for 10 år i basisscenarioet) og i et scenario med lave innkjøpskostndaer (20 % redusert batterikostnad og skalafordeler som oppnås for fullt etter 7 år). Diskonteringssats 9,5%. Diskontert til innkjøpsåret. 2019-kroner.

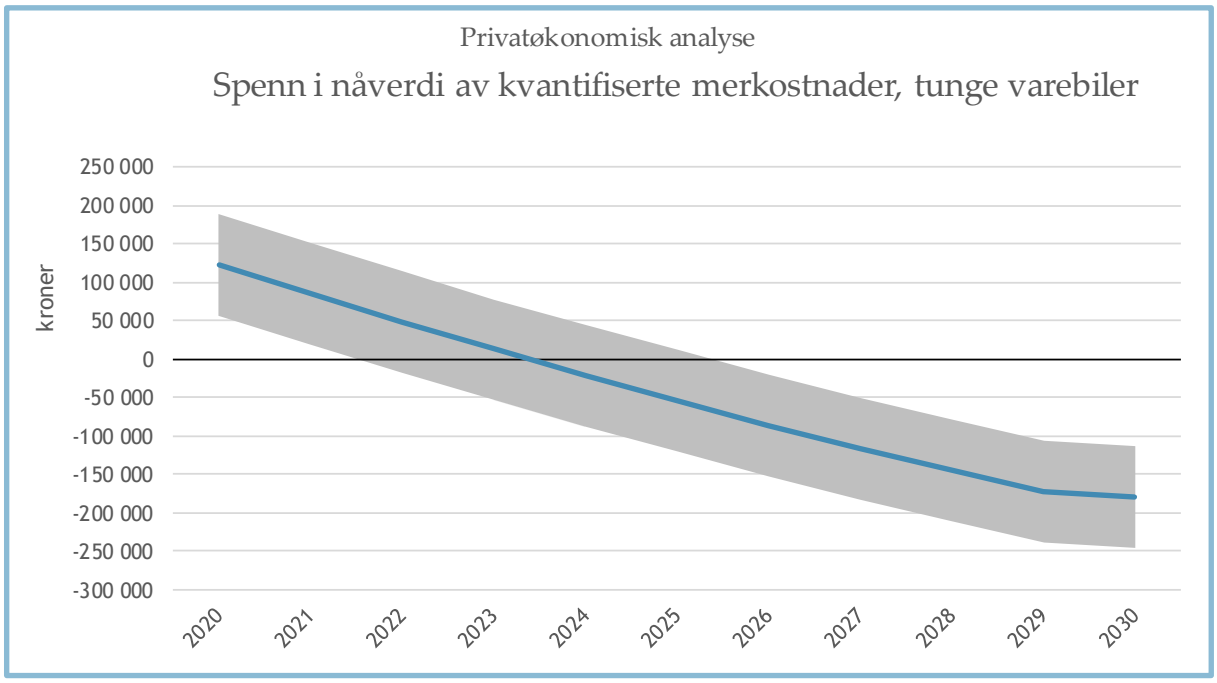
3.5.2 Kjørelengde og bruksmønster

For å se på hvordan lønnsomheten varierer mellom ulike brukere, har vi sett på hvordan resultatene av den privatøkonomiske analysen påvirkes av variasjoner i kjørelengde og bompasseringer/andre bruksfordeler. Det er modellert kostnader for en bruker med lav årlig kjørelengde og ingen bompasseringer eller bruksfordeler; og for en bruker med høy årlig kjørelengde og store bom- og bruksfordeler.

Figur 83 og Figur 84 og viser at for brukerne med et minst fordelaktig bruksmønster (kort kjørelengde og ingen bruksfordeler) vil elektrisk varebil blir lønnsom 1-3 år senere enn for den gjennomsnittlige brukeren.



Figur 83. Spenn i netto nåverdi av merkostnader for ulike brukere av lette varebiler. Kjørelengden er variert med +/-50 %, og bom-/bruksfordelen med +/-100 %. Diskonteringssats 9,5%. Diskontert til innkjøpsåret. 2019-kroner.



Figur 84. Spenn i netto nåverdi av merkostnader for ulike brukere av tunge varebiler. Kjørelengden er variert med +/-50 %, og bom-/bruksfordelen med +/-100 %. Diskonteringssats 9,5%. Diskontert til innkjøpsåret. 2019-kroner.

3.6 Andre lav- og nullutslippsteknologier

3.6.1 Biogass

Volkswagen leverer den lette varebilen Caddy, modell TGI, med gass- og bensinmotor[290]. Salg i Norge er de siste to årene vært under 40 biler per år.

3.6.2 Hydrogen

Det er mulig å få en brenselcelle montert i varebil, eksempelvis fra selskapet SymbioFCell. Skedsmo kommune har kjøpt en slik varebil som bygger på en Renault Kangoo ZE. Rekkevidden er 170 km for både batteri og brenselcelle, men ekstra vekt på grunn av hydrogenkomponentene gir bilen 200 kilo redusert kapasitet på nyttelast[291].

Gjennom ulike EU-prosjekter testes også hydrogen-varebiler i pilotprosjekter i flere land[292]. UPS har også satt i gang et pilotprosjekt[293] med elektriske varebiler som bruker hydrogendrevet brenselcelle som rekkeviddeforlenger og back-up[294].

StreetScooter har signert en intensjonsavtale med H2Mobility om å teste en flåte varebiler med brenselcelle i Tyskland. DHL har foreløpig bestilt 100 slike varebiler fra StreetScooter, for levering i 2020[295].

Vi ser ingen signaler fra de større varebilprodusentene som tilsier at det kan forventes hydrogenelektriske varebiler i markedet i særlig stort omfang de nærmeste årene. Som for personbiler forventes merkostnaden for et hydrogenkjøretøy i de fleste segmentene å være høyere enn for en batterielektrisk varebil over perioden. Det kan være en løsning for noen nisjer, kanskje til bruk som rekkeviddeforlenger for batterielektrisk varebil, men samlet sett ikke stort nok segment til å i særlig grad påvirke utslippsregnskapet.

3.6.3 Hybridisering

Utviklingen ser ut til å gå mot fullelektrifisering av varebiler og det er meget få modeller som lanseres i hybridversjoner. I Norge er det foreløpig kun Ford som har annonsert at man fra desember 2019 vil tilby en ladbar hybridversjon av Transit Custom[296].

LEVC som lager de nye ladbare taxiene til London har presentert en ladbar hybrid i varebilsegmentet. Modellen TX har en bensinmotor som rekkeviddeforlenger og skal klare litt over 100 km. elektrisk[297]. Den var tenkt å testes i markedet i 2019, men lansering er siden blitt forsinket og skjøvet fram i tid til 2020[298].

[290] Volkswagen. Caddy TGI.
[291] Norsk Hydrogenforum (2017). Første hydrogenbil på grønne skilter.
[292] ElectricCarsReport (2017). H2ME deploys its first 100 fuel cell vehicles across Europe. 12.02.17.
[293] UPS (2017). UPS Unveils First Extended Range Fuel Cell Electric Delivery Vehicle. 05.02.17.
[294] Recharge (2017). UPS ska kapa utsläppen med en blandning av bränclecell och batterielbil. 06.06.17.
[295] Deutsche Post DHL Group (2019). DHL and StreetScooter develop new electric drive vehicle with hydrogen technology. 24.05.19.
[296] Ford. Nye ford transit custom ladbar hybrid.
[297] Autocar (2018). Black cab maker LEVC reveals plug hybrid van. 30.05.18.
[298] Autocar (2019). Black cab maker LEVC to delay launch of range-extender van. 08.01.19.

4 Lastebiler

Dette kapittelet omhandler lastebilsegmentet og tiltaket *50 prosent av nye lastebiler er el- eller hydrogenkjøretøy i 2030*. Tiltaket er basert på politiske føringer fra Nasjonal Transportplan 2018-2029.

Analysen bygger i stor grad på kartleggingen som Miljødirektoratet gjennomførte i rapporten "Miljøavtale med CO_2-fond"[299]. Campingbiler, som i statistikken ofte inkluderes i begrepet lastebiler, er ikke del av analysen.

En lastebil er en bil som hovedsakelig brukes til godstransport. Typisk bruk kan være distribusjon av varer, frakt av råstoff som tømmer og masser, tankbiler for frakt av olje, kjemikalier eller melk, flyttetransport, utrykningskjøretøy, dyretransport, bergingsbiler, kjøle- og frysetransport, renovasjon o.a. Det er stor variasjon i kjøremønster, kjørelengder og størrelse på kjøretøyene innad i segmentet. Langtransport er ofte grensekryssende, mens andre aktører opererer i begrensede geografiske områder.

I kjøretøyforskriften[300] skilles det mellom lette og tunge lastebiler (inkluderer trekkvogner):

- Bil gruppe N2 (lastebil): Bil for godsbefordring med tillatt totalvekt på over 3 500 kg, men ikke over 12 000 kilo.
- Bil gruppe N3 (lastebil): Bil for godsbefordring med tillatt totalvekt over 12 000 kilo.

En trekkvogn er en kort lastebil som blir brukt til å trekke en tilhenger. Den har ikke noe lastekapasitet uten tilhengeren og operer derfor nesten uten unntak med tilhenger. En lastebil kan frakte last både med og uten tilhenger. En trekkvogn eller lastebil med en eller flere tilhengere kalles et **vogntog**. Begrepet **semitrailer** benyttes om en tilhenger der den fremre delen hviler på trekkvognen slik at trekkvognen belastes med en del av vekten til semitraileren. I dagligtale brukes ofte begrepet semitrailer om hele vogntoget.

I utslippsregnskapet omfatter segmentet lastebiler alle kjøretøy registrert som lastebil eller trekkvogn, inkludert spesialbiler. I tillegg inkluderer segmentet kjøretøy registrert som kombinert bil med totalvekt over 3 500 kilo samt varebil med egenvekt over eller lik 3 859 kilo.

Når det gjelder trafikk over grensene er det viktig å være klar over at utslippsregnskapet er basert på salg av drivstoff i Norge. Salg i Norge til utenlandske biler inngår derfor i regnskapet. Det samme gjelder salg av drivstoff til norske biler som så kjører ut av landet. Drivstoff kjøpt i utlandet som biler har med over grensen er ikke med.

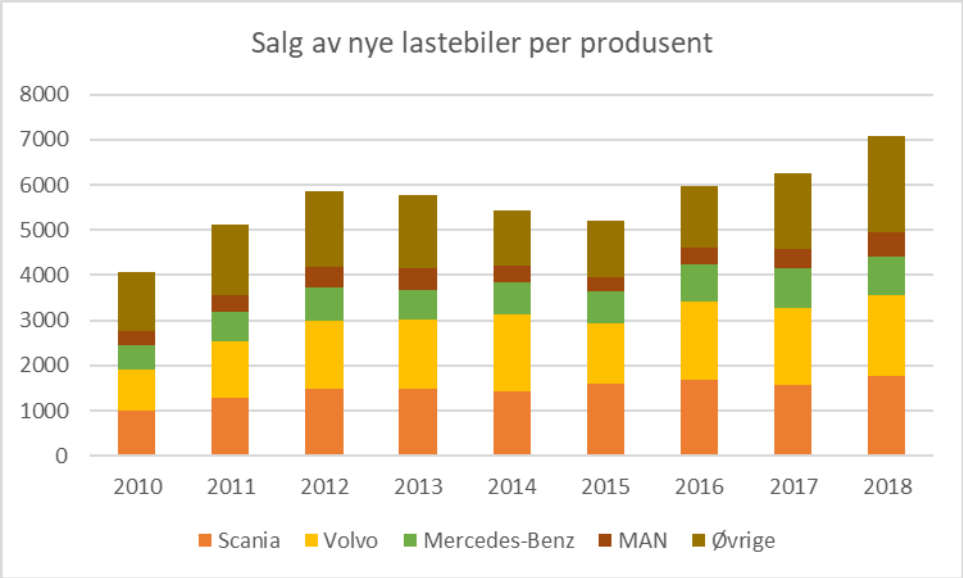
I SSBs utslippsmodell for veitrafikk er lastebiler og trekkvogner i utgangspunktet delt inn etter totalvekt for selve lastebilen/trekkvognen (slik de er registrert i motorvognregisteret), og ikke for hele vogntoget. Derfor gjøres såkalte transformasjonsberegninger for å ta hensyn til kjøring med henger, slik at riktige utslippsfaktorer kan benyttes. (Tyngre kjøretøy gir høyere utslippsfaktor i gram CO_2/km.) Mens trekkvogner nesten alltid kjører med henger, må kjørelengden for lastebiler fordeles mellom kjøring med og uten henger. For eksempel vil kjørelengden for en lastebil registrert med totalvekt mellom 7,5 tonn og 12 tonn, fordeles mellom "lastebil 7,5-12 tonn", "vogntog 20-28 tonn"

[299] Miljødirektoratet (2018). Miljøavtale med CO2-fond: Modellering av kostnader og potensial for utslippsreduksjoner. Rapport M-1047|2018.
[300] Forskrift om tekniske krav og godkjenning av kjøretøy, deler og utstyr (kjøretøyforskriften) (FOR-1994-10-04-918, Kapittel 2).

og "vogntog 28-34 tonn", avhengig av vekten på tilhengeren. Denne fordelingen tar utgangspunkt i resultater fra SSB sin lastebilundersøkelse.

4.1 Forventet markedsutvikling

Figur 85 viser at dette er et stabilt segment med noen ganske få aktører på produksjonssiden, særlig tatt i betraktning at Volkswagen eier både Scania og MAN.



Figur 85. Nybilsalget fordelt på produsenter. Tallene inkluderer campingbiler over 3,5 t. Kilde: OFV.

EUs utslippskrav til produsenter av personbiler antas å bli en sterk driver i overgang til ny motorteknologi. I 2019 vedtok EU-parlamentet for første gang også utslippskrav til tunge lastebiler og busser[301]. Utslipp skal reduseres med 15 prosent til 2025 og med 30 prosent til 2030 sammenlignet med nivåene i 2019 og 2020. Det etableres også et system i perioden 2019 til 2024 lignende det for personbiler, med superkreditter for kjøretøy med lave eller null utslipp. Batterielektriske lastebiler teller i perioden med disse kredittene dobbelt som bidrag for produsentene mot utslippsmålet for flåten. Tildeling av kreditter er dog ikke knyttet til gods-aktivitet og det er antatt at dette i større grad vil være et insentiv for å elektrifisere mindre lastebiler med mer begrenset bruksområde[302]. Fra 2025 innføres en bonus-ordning som måles ut fra et salgsmål (utover 2 prosent av salg som beregnes via en faktor for lav- og nullutslippslastebiler), men uten negativ konsekvens hvis salgsmål ikke oppnås[303]. For å kompensere for vekt til batterier har EU nylig også økt tillatt vektgrense for nullutslippslastebiler[304].

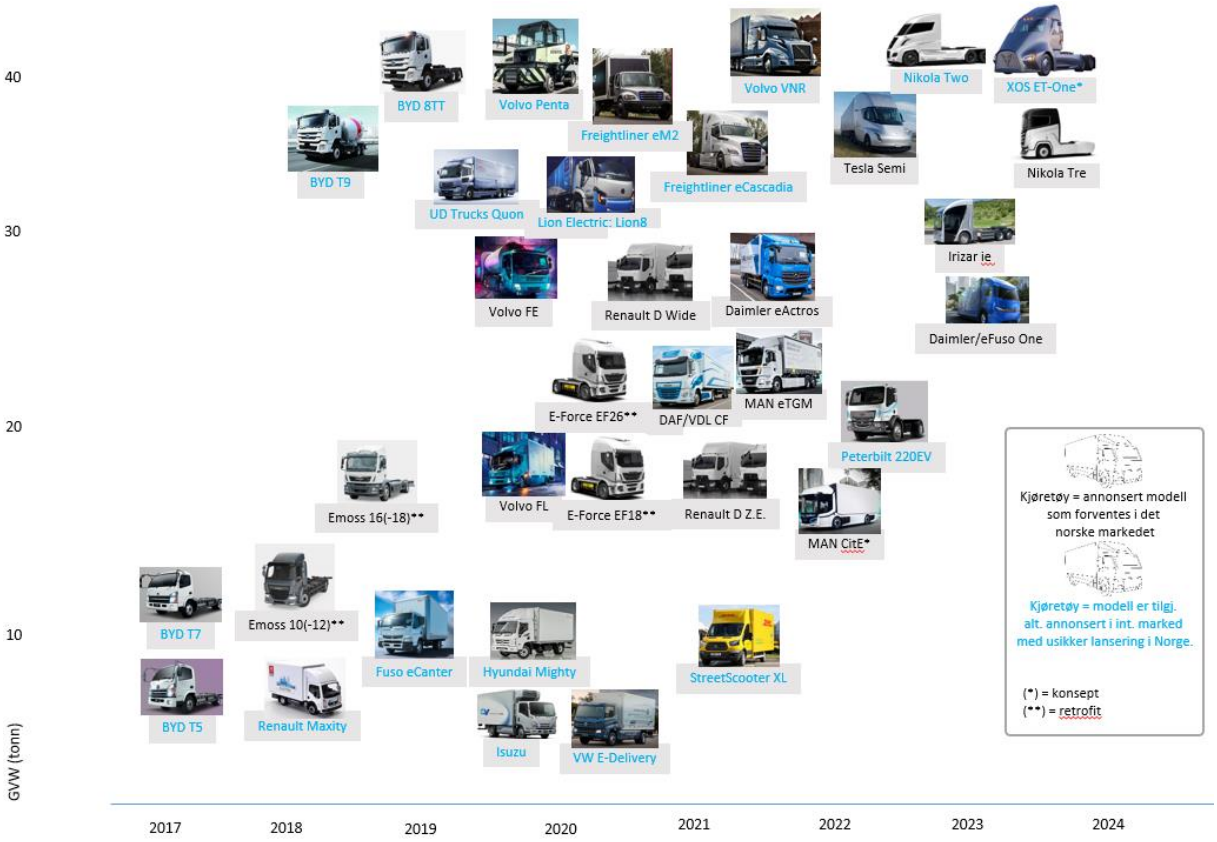
Fra 2020 vil også utseendet til de europeiske lastebilene endres, fra den tradisjonelt flate fronten til mer aerodynamisk utforming for å redusere drivstofforbruk[305].

Produksjon av elektriske lastebiler er foreløpig rettet mot små serier i testprosjekter. Tilgjengelige modeller av batterielektriske tunge kjøretøy er også mest rettet inn mot kortere distanser og distribusjonskjøring i bymiljøer. Men mye av uttestingen gjennomføres i reell trafikk i samarbeid med aktører i markedet og flere av de store etablerte europeiske produsentene er i ferd med å utvikle

[301] Ny Teknik (2019). Så ser EU:s nya utsläppskrav för lastbilar ut. 19.02.19.
[302] ICCT (2018). Fixing the broken super credits scheme of the proposed HDV CO2 standards. 03.12.18.
[303] ICCT (2019). CO2 standards for heavy-duty vehicles in the European Union. 16.04.19.
[304] Nullutslippskjøretøy har fått økt vektgrense med 2 tonn, se artikkel 20 i Regulation (EU) 2019/1242 Of The European Parliament And Of The Council Of 20 June 2019.
[305] Ny Teknik (2019). EU har röstat bort den klassiska lastbilsformen. 29.03.19.

modeller av større tunge elektriske lastebiler og trekkvogner. Ingen av dagens elektriske lastebiler er designet for elektrisk drivlinje fra bunn av, men som for varebiler er det mulig å bestille eller få laget småserie eksemplarer av elektriske kjøretøy også i segmentet lastebiler. Det finnes flere selskaper som er spesialisert på ombygging av lastebiler fra dieselmotor til batteri og elektrisk motor.

Figur 86 er en illustrasjon av de modeller vi forventer blir lansert de neste par årene, grovt delt inn i etter størrelse/vekt. Introduksjon bør forstås som en prosess over noen år med start i småskala serieproduksjon og gradvis økt antall lastebiler ut i markedet.



Figur 86. Forventede modeller elektriske lastebiler fram mot 2024.

4.1.1 Små lastebiler

I det internasjonale markedet finnes flere produsenter som tilbyr mindre elektriske lastebiler. Foreløpig lages de i små serier, men mange har nå vært testet ut i reell trafikk i pilotprosjekter i flere år. Det forventes større produksjonsvolum og distribusjon i det norske og resten av det europeiske markedet i perioden rett etter 2020.

Flertallet av de kinesiske produsentene lager lette elektriske lastebiler, men foreløpig har import til Europa vært begrenset til demonstrasjonsprosjekter. Fra 2019 har BYD annonsert den mindre lastebilen T6 skal lanseres i Europa[306]. Foreløpig er det uklart om den blir levert til det norske markedet men BYD har uttalt et ønske om å gjøre det[307].

[306] ElectricCarsReport (2019). BYD pure electric trucks come to Europe. 12.02.19.
[307] BYD (2019). BYD Electric Vehicle Program for Europe. Presentasjon.



Figur 87. Fuso eCanter.

Japanske Fuso (eid av Daimler) sin eCanter er den første lette el-lastebilen som produseres i noe større skala. Lastebilen har en rekkevidde på ca. 100 km. Den er satt i begrenset produksjon på ca. 500 kjøretøy per år[308], men det er annonsert at dette vil øke fra ca. 2021 til opp mot 10 000 biler i året[309]. Fusos lastebil Canter selges i dag i Norge gjennom forhandlernettverket Bertel O. Steen.

Emoss er et av de største selskapene spesialisert på ombygging fra dieseldrift til elektrisk drivlinje. Asko har hatt en liten elektrisk lastebil fra Emoss i trafikk i flere år. Den var dobbelt så dyr i innkjøp som en tilsvarende diesellastebil i 2016, men er estimert å spare over 17 000 liter diesel i året[310].

4.1.2 Mellomstore lastebiler

Elektriske modeller av mellomstore lastebiler prøves nå ut av flere av de store produsentene i Europa. Foreløpig er det snakk om tester i begrenset omfang, men innen non få år forventer vi at noen modeller vil tilbys i det europeiske markedet.

Volvo har lansert to elektriske lastebiler, Volvo FL og Volvo FE[311] som har blitt testet hos utvalgte kunder og samarbeidspartnere i 2018 og 2019[312]. Begge lastebilene er rettet mot lokal distribusjon og renovasjonskjøretøy i byer. FL Electric får en modulær batteripakke og kan bestilles med en rekkevidde på mellom 100 til 300 km, som lades via CCS. Bruttovekt er 16 tonn[313]. De første el-lastebilene i det kommersielle er i salg fra november 2019[314].

[308] Motor1.com (2016). Latest Fuso eCanter light-duty EV truck revealed. 28.09.16.
[309] Broom/TV2 (2018). Kan bli starten på noe stort. 07.11.18.
[310] TU (2016). Askos nye lastebil har to tonn batterier mellom akslingene. 13.09.16.
[311] Volvo Trucks (2018). Navigating the future with electric trucks. 12.10.18.
[312] Volvo Trucks (2018). Volvo Trucks wants to see fewer trucks in urban rush-hour traffic. 23.01.18.
[313] Electrive.net (2018). Volvo Trucks nennt Technik-Details zu E-Lkw FL Electric. 12.04.18.
[314] Volvo Trucks (2019). Volvo startar försäljningen av eldrivna lastbilar för stadstransporter. 06.11.19.



Figur 88. Volvo FL Electric.

Et interessant aspekt er den parallelle utviklingen av lastebiler og busser. Volvo har flere ganger pekt på synergier mellom utvikling av el-lastebiler og elbusser og at et antall komponenter vil deles mellom gruppene for å kutte kostnader[315]. Volvo Penta har vist fram en elektrisk truck til bruk i havner og andre logistikk-terminaler, med drivlinje fra Volvos elektriske busser. Trucken kan bli lansert i markedet til 2021[316]. Renault, som samarbeider med Volvo om lastebiler, vil også lansere egne versjoner av Volvos elektriske FE og FL. Renaults modell D Z.E. er en mellomstor lastebil med bruttovekt på 16 tonn og rekkevidde opp mot 300 km, mens den større D Wide har en bruttovekt på 26 tonn (nyttelast 11 tonn) og rekkevidde på opp mot 200 km[317]. Produksjon starter opp i 2019 og uten å avsløre hvor mange som vil bli laget har Renault annonsert at ikke alle som har bestilt lastebilen vil kunne få levert den i 2019 eller i løpet av 2020[318].

Også nederlandske DAF har lansert en mellomstor elektrisk lastebil, LF Electric, tenkt for lokal by-distribusjon og logistikk[319]. Den er en 19 tonns lastebil med batteripakke på litt over 220 kWh som skal gi en rekkevidde på 220 km.

4.1.3 Store lastebiler/trekkvogner

Flere av de etablerte produsentene har vist fram eller annonsert elektriske trekkvogner. En forsiktig introduksjon av disse kan forventes, i første rekke antageligvis i små antall i noen pilotprosjekter. De første modellene vil sannsynligvis være rettet mot bynær logistikk eller begrenset til en havn eller lignende. Leger rekkevidde som øker bruken til langdistanse transport forventer vi i det kommersielle markedet nærmere 2025.

Blant europeiske produsenter har både Daimler og MAN annonsert elektriske trekkvogner, som kan ventes i små serier i markedet de neste par årene. I 2018 annonserte Daimler at det kommer en elektrisk versjon av den tunge lastebilen Actros. Drivlinjen er den samme som Mercedes bruker til den kommende elbussen Citaro. Første generasjon eActros som testes 2018-2019 lages i to versjoner med tillatt bruttovekt på 18 respektive 25 tonn og har en rekkevidde på opp mot 200 km[320]. Med

[315] Ny Teknik (2018). Volvos ellastbil – så lång räckvidd får den. 25.01.|8.
[316] Volvo Penta (2019). Volvo Penta-powered electric terminal tractor to star at TOC Europe. 17.06.19.
[317] Renault Trucks (2018). Renault Trucks unveils its second generation of electric trucks: a complete Z.E. range from 3.1 to 26t. 26.06.18.
[318] TU (2019). Denne elektriske lastebilen settes i produksjon i år – inntil 11 tonn nyttelast. 23.05.19.
[319] Electrive.net (2018). DAF rückt Hybrid- und Elektro-Lkw ins Rampenlicht. 25.09.18.
[320] Daimler (2018). All-electric Mercedes-Benz trucks for the heavy-duty distribution sector: Sustainable, fully electric and quiet: Mercedes-Benz eActros to roll out to customers in 2018. 21.02.18.

batteripakke på 240 kWh[321] er dette i startfasen tenkt som lastebiler til bruk i lokal distribusjon. Lastebilene fra Daimler og MAN er forventet å settes i en mindre serieproduksjon fra ca. 2021.

Et annet eksempel på felles bruk av komponenter mellom elektriske busser og lastebiler er DAF som har lansert trekkvognen CF. Den bruker bussprodusenten VDLs drivlinje. Begge selskap er lokalisert i Eindhoven i Nederland[322]. Trekkvognen veier ca. 10 tonn og har en tillatt bruttovekt på 37 tonn. Batteripakken på 170 kWh gir en rekkevidde på 100 km[323]. Foreløpig er den som andre tunge elektriske lastebiler tilgjengelig kun i begrenset skala, men kan forventes i markedet innen noen år.



Figur 89. DAF CF.

I USA har Daimler i form av Freightliner lansert den elektriske trekkvognen eCascadia[324]. Batteripakken er på 550 kWh, noe som skal gi eCascadia en rekkevidde på inntil 400 km. Daimlers fabrikk i Portland er nå under ombygning med sikte på å produsere elektriske lastebiler med ventet oppstart i 2021[325]. Daimler arbeider også med et prosjekt for å få til lading med effekter opp mot 3 MW[326] som vil innebære vesentlig raskere lading av store batterier dersom man lykkes.

Også Volvo har lansert den elektriske trekkvognen VNR for det amerikanske markedet[327], med planlagt markedsintroduksjon i 2020[328]. Ettersom japanske UD Trucks samarbeider med Volvo i det amerikanske markedet og får tilgang til Volvos komponenter, vil også UD Trucks lansere en elektrisk trekkvogn i 2020[329]. Det er foreløpig uklart om det vil bli laget en trekkvogn tilpasset det europeiske markedet.

[321] Electek (2019). Mercedes previews electric vehicle lineup including exclusive EQV ahead of Frankfurt. 05.19.19.
[322] Yrkesbil (2018). DAF og VDL med elektrisk trekkvogn. 16.05.18.
[323] Electrive.net (2018). DAF rückt Hybrid- und Elektro-Lkw ins Rampenlicht. 25.09.18.
[324] Trucks.com (2018). Daimler Unveils Electric Freightliner Cascadia. 06.06.18.
[325] The Oregonian/OregonLive (2019). Daimler will convert Portland factory to make electric trucks. 24.05.19.
[326] Electrek (2019). Daimler is working on electric truck charging rate 'up to 3MW'. 29.04.19.
[327] Trucks.com (2019). Volvo Trucks Unveils Electric Truck, Readies Commercialization. 13.09.19.
[328] Volvo Trucks (2018). Volvo Trucks to Demonstrate Volvo VNR Electric Models in 2019 and Commercialize in 2020. 12.12.18.
[329] Reuters (2018). Volvo Trucks plans to share electric truck battery tech across brands. 23.04.18.



Figur 90. Volvo VNR.

Tesla viste fram en prototyp av den elektriske trekkvognen Tesla Semi, som er vist i Figur 91, allerede i november 2017. Trekkvognen skal ha en rekkevidde på mellom 500-800 kilometer (antatt batteripakke på mellom 800-1 000 kWh) og skal kunne trekke en semitrailer med vekt på inntil 36 tonn. Tesla har annonsert en forventet pris på mellom 150 000 og 180 000 USD. Modellen til 180 000 USD vil da koste ca. en halv million kroner mer enn en tradisjonell diesel-trekkvogn i USA. Dette vil tilsvare den tyngste klassen lastebiler i USA (klasse 8), men disse vil antageligvis fra starten ikke være tilpasset eller godkjent etter europeiske standarder. Produksjonsstart for Tesla Semi er utsatt fra 2019 til 2020. Dette innebærer at tidligst mulige salgsstart av Teslas trekkvogner i det europeiske markedet vil være noen år senere, tidligst ca. 2022-2023. Teslas Semi deler en rekke komponenter med personbilen Model 3, blant annet drivlinjen inkludert motorer[330].



Figur 91. Tesla Semi.

Selskapet Nikola Motors har annonsert at de planlegger å lansere den elektriske modellen Tre i det europeiske markedet omkring 2021-2022[331]. Batteripakker på mellom 500 og 1 000 kWh er ventet å gi en rekkevidde på inntil 650 km[332]. Også modellen Nikola Two lanseres som batterielektrisk lastebil, men den antas å være tenkt for det amerikanske markedet.

[330] Teslarati (2018). Tesla Semi production to 'earnestly' begin by 2020. 12.09.18.
[331] Roadshow (2019). Tesla Semi gets real competition in Nikola Tre for Europe. 03.12.19.
[332] Ny Teknik (2019). Nikola tvärvänder – bygger även batterilastbil. 12.02.19.



Figur 92. Nikola Tre.

Kinesiske BYD er trolig det selskapet som har kommet lengst i produksjon av elektriske trekkvogner til kommersielt salg. Man produserer også lastebiler for det amerikanske markedet i en fabrikk i California. Bryggeriet Anheuser-Bush setter i et pilotprosjekt 21 BYD 8TT elektriske trekkvogner i trafikk fra 2019[333].



Figur 93. Elektrisk BYD-trekkvogn

BYD sine tyngre elektriske kjøretøy er foreløpig ikke blitt introdusert i det norske markedet, men selskapet er vært tydelige på at man kommer til å etablere seg i det europeiske og dermed det norske markedet etter hvert[334].

Flere firmaer bygger om store lastebiler til elektrisk drift basert på modeller av eksisterende chassis. Nederlandske Emoss har levert to elektriske lastebiler, bygget på chassis fra MAN, til Ragn-Sells i Norge[335]. Den ene er en trekkvogn med tillatt totalvekt på inntil 50 tonn (batteripakke på 300 kWh gir

[333] Anheuser-Busch (2019). Anheuser-Busch to Deploy 21 BYD Electric Trucks as Part of State-Wide Commitment to Sustainable Logistics. 02.10.19.
[334] Yrkesbil (2019). BYD-topp i Oslo: - Vi skal etablere oss i Norge i løpet av året. 07.06.19.
[335] Ragnsells (2019). Blant de første i Europa. 25.02.19.

en rekkevidde på 150 km), den andre et elektrisk renovasjonskjøretøy. Ragn-Sells angir merkostnaden etter Enova-støtte til 2 millioner kroner for trekkvognen og 1 million for renovasjonskjøretøyet. Ragn-Sells anslår at merkostnaden er tjent inn etter bare fem år på grunn av lave vedlikeholds- og driftskostnader[336].



Figur 94. Elektrisk Emoss trekkvogn.

Et annet eksempel er E44 fra sveitsiske E-Force One som tilbyr en elektrisk trekkvogn som er basert på chassis til en diesellastebil. I og med lansering av andre generasjons trekkvogn øker mulig batteripakke fra maksimalt 310 kWh for første generasjons E44, til over 600 kWh i den nye EF18 SZM[337].

4.2 Nullalternativet

I arbeidet med Klimakur 2030 har vi valgt å bryte ned utslippskategorien "lastebiler" på tre kategorier ut ifra typen transport de bedriver:

1. Langtransport
2. Regional/lokal distribusjon
3. Massetransport

Langtransport er transport med trekkbil med semitrailer og andre vogntog. Regional og lokal distribusjon vil inkludere utkjøring av varer, mat osv. til butikker, mindre leveranser til bedrifter og privatpersoner, renovasjonskjøretøy osv. Massetransport (transport av sand, stein, grus osv.) er i stor grad knyttet til anlegg (både bygging av store bygg, veier og annen infrastruktur), men omfatter også mindre oppdrag som drenering av hagen, bygging av små boliger osv.

Det vil selvfølgelig være store variasjoner innafor segmentene som vi beskriver og segmentene vil ikke dekke absolutt alle typer lastebiler. I utredningen er vi avhengig av å forenkle verden en del. Inndelingen i kategoriene baserer seg på følgende:

Langtransport er transport med trekkbil med semitrailer og andre vogntog. Tall fra SSB viser at trekkbiler står for rundt 30 prosent av trafikkarbeidet, selv om kjøretøykontrollene fra Statens Vegvesen viser at disse kun står for 15 prosent av kjøretøyene. Den årlige kjørelengden for denne gruppen er høy, data fra kjøretøykontrollene viser et gjennomsnitt på rundt 90 000 km/år i det tredje året trekkbilen brukes. Kjørelengden er fallende med lastebilens alder. Data fra lastebilundersøkelsen

[336] Norsk elbilforening (2019). – We're on a highway to EL! 02.05.19.
[337] Electrive.net (2019). E-Force One setzt bei E-Lkw auf Batterien von Ecovolta. 09.05.19.

til SSB antyder en typisk daglig kjørelengde på rundt 400 km med et spenn på 300-550 km/dag. Data fra Volmax viser et snitt for trekkbiler på 370 km/dag. Det er derfor antatt at langtransport står for 20 prosent av kjøretøyene og 35 prosent av utslippet fra lastebiler.

Regional og lokal distribusjon vil inkludere utkjøring av varer, mat osv. til butikker, leveranser til bedrifter og privatpersoner, renovasjonskjøretøy osv. Det er et stort spenn i dette segmentet siden det omfatter mye forskjellig transport, men det er antatt en daglig kjørelengde på 200 km og en årlig kjørelengde på 40 000 km de første fem årene og 20 000 km de resterende fem årene. Det er antatt at 55 prosent av lastebilene ligger i dette segmentet og at det står for 40 prosent av utslippene.

Massetransport står for rundt 60 prosent av transporterte tonn, men bare 25 prosent av tonn-km (SSB). Ifølge lastebilundersøkelsen har lastebiler med åpen plan en daglig kjørelengde på 100-300 km. Disse står for 30 prosent av kjøretøykontrollene og hadde en årlig kjørelengde på rundt 40 000 km i sitt tredje år (SVV). Det forutsettes at massetransport skjer med lastebiler og trekkvogner med åpen plan og at de står for 25 prosent av lastebilene og 25 prosent av utslippene.

4.3 Analyse av merkostnader

4.3.1 Valg av referansekjøretøy

For å modellere merkostnaden og utslippsreduksjonene som følger av innfasing av elektriske lastebiler, må vi ha et tradisjonelt alternativ å sammenligne med (referansekjøretøy). Referansekjøretøy skal representere hele den delen av markedet vi ønsker å modellere. Referansekjøretøyet bør derfor i form, funksjon og egenskaper kunne tilfredsstille markedet i en tenkt situasjon hvor det kun fantes en bil tilgjengelig.

Vi har tatt utgangspunkt i salgsstatistikken og antar at de mest populære modellene de siste årene dekker de fleste sine behov. Referansekjøretøyene vi modellerer er ikke helt like eksisterende modeller, men de er i stor grad basert på eksisterende modeller. Grunnen til at vi gjør enkelte justeringer er at referansekjøretøyene skal brukes til å modellere et større overordnet segment.

De fleste lastebiler som tilpasses kundenes behov med en viss grad av skreddersøm. Kunden kan konfigurere både chassis, drivlinje, førerhus og trekkvogn. I tillegg kommer påbygg, som lasteplan til distribusjon, rom for kjøling eller frys eller andre spesiallagde påbygg som til renovasjonskjøretøy eller annen bruk. Dette betyr at eksempelvis vekt, hestekrefter eller lasteevne kan variere forholdsvis mye innenfor hver lastebilklasse. I tillegg vil det for to helt like lastebiler variere hvor mye de kjører med henger. Dette har mye å si for drivstofforbruk og dermed CO_2-utslipp. Det innebærer at det er krevende å finne én enkeltlastebil som kan representere et lastebilsegment.

Vi har tatt utgangspunkt i at referansekjøretøyene skal representere nybilsalget i hvert av de tre segmentene som er presentert i kapittel 4.1.

Referansekjøretøyene for de tre segmentene (vist i Figur 95):

- Lastebiler til lokal/regional transport: Mercedes-Benz Atego. Typisk en singel skapbil som brukes til lett distribusjon av eksempelvis pakker og lignende. Tillatt totalvekt 7,5 tonn, ingen henger, motoreffekt 150-180 hk. Batteripakke på tiltakskjøretøy: 175 kWh.
- Lastebiler til massetransport: Scania P-serie. Typisk en singel 2-akslet distribusjonsbil eller renovasjonsbil. Tillatt totalvekt 19 tonn, ingen henger, motoreffekt 280-320 hk. Batteripakke på tiltakskjøretøy: 350 kWh.

- Store lastebiler/trekkvogner til langtransport: Volvo FH. 3-akslet lastebil eller trekkvogn med 3-akslet henger. Tillatt totalvekt 26 tonn[338], tillatt totalvekt henger 24 tonn. Motoreffekt 520-540 hk. Batteripakke på tiltakskjøretøy: 600 kWh.



Figur 95. Mercedes-Benz Atego, Scania P-serie, Volvo FH.

4.3.2 Merkostnad ved innkjøp

Modellering av kostnader for elektriske lastebiler bygger som nevnt i stor grad på den kartleggingen av segmentet som ble gjennomført av Miljødirektoratet i forbindelse med utarbeiding av rapport "Miljøavtale med CO_2-fond"[339]. I dagens kommersielle marked finnes det ikke tilsvarende lastebil som referansekjøretøyene med batterielektrisk drivlinje. Derfor er det konstruert et tiltakskjøretøy med like egenskaper som referansekjøretøyet.

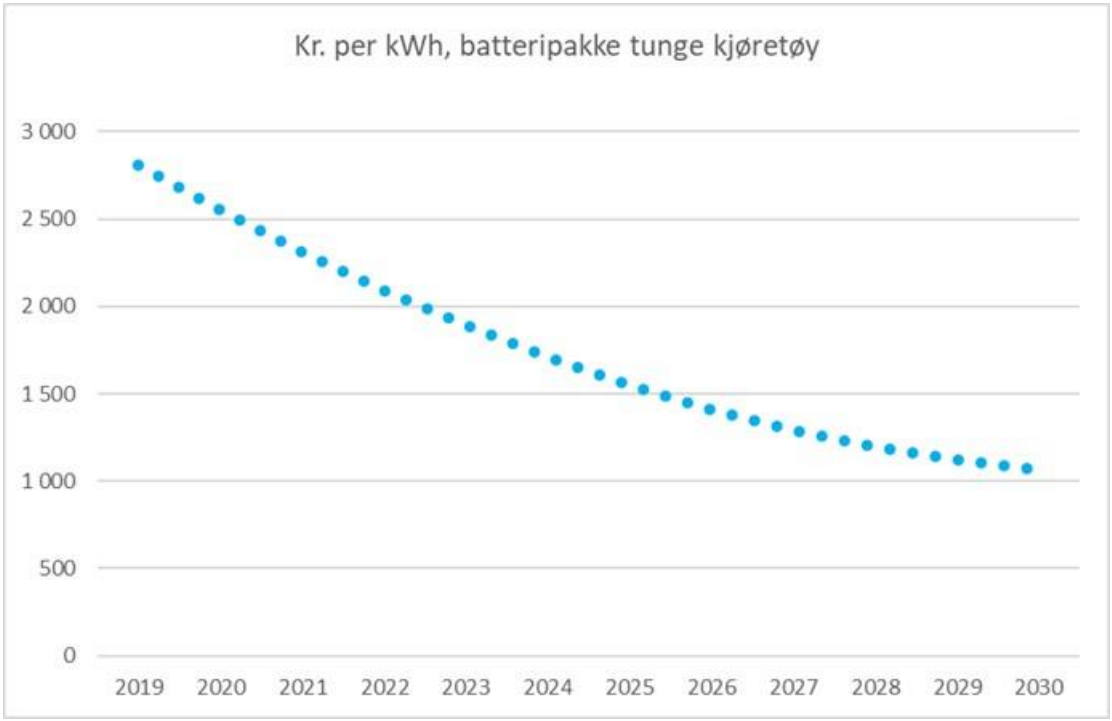
Kostnadsutvikling for batterier

Kostnadsanslag for batteripris til tunge kjøretøy er basert på anslagene som er laget for personbiler, der det forventes at batteriprisen reduseres framover i perioden mot 2030. I dagens marked er det foreløpig et lavt produksjonsvolum for batterier til dette segmentet og det gjør dem dyre å produsere. Batterier til bruk i tunge kjøretøy med et annet bruksområde og kjøremønster resulterer også i at batteripakken blir dyrere å lage. Vi baserer modellen på de samme kostnadstallene som er brukt for batteripakke til personbiler per kWh og legger til en merkostnad for batteriet til tunge kjøretøy på 150 prosent sammenlignet med batterier som brukes i lette kjøretøy[340]. Kostnadsestimatet for tunge kjøretøy er vist i Figur 96.

[338] Selve trekkvogna veier 10 tonn, men med vekt av den delen av semihengeren som hviler på den, blir det 26 tonn.

[339] Miljødirektoratet (2018). Miljøavtale med CO2-fond: Modellering av kostnader og potensial for utslippsreduksjoner. Rapport M-1047|2018.

[340] Estimat i tråd med Bloomberg antar merkostnad for batterier til elektriske busser vil være, jf. Bloomberg (2018). Electric Buses in Cities.



Figur 96. Kostnadsestimat for produksjon av batteripakker til tunge kjøretøy som legges til grunn i denne analysen, kroner per kWh.

Ekstrakostnader på grunn av liten skala

Batteriprisen er viktig for den totale prisen på et elektrisk kjøretøy, men de indirekte kostnadene knyttet til utvikling og produksjon i en industri som går over fra småskala serieproduksjon til masseproduksjon er enda viktigere[341].

Modelleringen av kostnader for lastebilsegmentene forutsetter et modent marked. Fordi vi antar en mangel på synergieffekter ved storskala produksjon og distribusjon som gir økte kostnader i dagens marked, legger vi til en ekstra kostnad per elektrisk kjøretøy for å gi et realistisk bilde av prisutviklingen de nærmeste årene. Vår modellerte ekstrakostnad skyldes en rekke effekter i et umodent marked, for eksempel større enhetskostnad i produksjon, omstilling og utvikling av infrastruktur og et tredjepartsleverandør- og forhandlerledd som er tilpasset tradisjonelle kjøretøy.

Vi forventer en betydelig økning av produksjonskapasitet de neste årene, ikke minst som følge av veksten i salg av elektriske busser som i og med tette bånd til produksjon av lastebiler har en positiv effekt. Utviklingen med en ventet overgang fra retro-fit-løsninger over til serieproduksjon resulterer derfor i at merkostnaden på grunn av liten skala reduseres forholdsvis kraftig de neste årene. Fra 2029 er ekstrakostnaden satt til 0.

Oppsummering av antakelser i modellering

Som beskrevet tidligere har vi for de tre kategoriene lastebiler valgt ut tre referansekjøretøy. Da det i dagens kommersielle marked ikke finnes tilsvarende lastebil med batterielektrisk drivlinje velger vi å konstruere et tiltakskjøretøy med like egenskaper som referansekjøretøyet. Det er forventet at modellen med et konstruert tiltakskjøretøy vil gi et mer realistisk bilde av prisutviklingen i næringen framover.

[341] ICCT (2019). Update on electric vehicle costs in the United States through 2030. 02.04.19.

I tiden fram til det tenkte tiltakskjøretøyet finnes i markedet finnes dagens alternativer basert på ombygging av eksisterende modeller som er nevnt ovenfor, men med en økt merkostnad som følge av tilpassing og liten skala i produksjon. Samlet innebærer dette at kostnaden for dagens elektriske lastebiler ikke er representative for kostnadene som forventes for elektriske lastebiler i årene framover. I denne beregningen modellerer vi først kostnader gitt storskala produksjon, før vi legger vi på en merkostnad som skyldes at markedet for elektriske lastebiler fortsatt er umodent.

Forutsetninger som ligger til grunn for modelleringen:

- Referansekjøretøy, med dieselmotor, er Mercedes-Benz Atego, Scania P-serie og Volvo FH trekkvogn eller lastebil. Innkjøpspris er estimert til henholdsvis 1 050 000, 1 050 000 og 1 100 000 kroner.
- Vi antar at konstruksjon av selve lastebilen, da vi ser bort fra motor og batteri osv., i utgangspunktet ikke har noen fordyrende elementer sammenlignet med en tradisjonell lastebil med forbrenningsmotor. Kostnad for produksjon av *glider*, det vil si kjøretøy uten drivlinje, antas derfor å være lik for både diesel- og elektrisk lastebil. Kostnaden er uendret over analyseperioden.
- Kostnad for glider antas å utgjøre 80 prosent av produksjonskostnaden for referansekjøretøy.
- Som følge av strengere utslippskrav til lastebiler i Europa antas en kostnadsøkning som følge av utvikling og rensesystemer for forbrenningsmotorer[342] til lastebiler på 1 prosent per år for drivlinjen.
- Drivstofforbruket er estimert til 3,5 l/mil, 5,0 l/mil og 5,0 l/mil for henholdsvis lokal/regional transport, massetransport og langtransport. For de elektriske tiltakskjøretøyene er estimatet på forbruk 1,6 kWh/km, 2,2 kWh/km og 2,2 kWh/km.
- Kostnad for drivlinjen til en elektrisk lastebil er basert på effekt og er estimert til 200 kr/kW. Som følge av den elektriske motorens virkningsgrad er prisen på effekt langt billigere enn for en dieselmotor, og vi antar også at den elektriske lastebilen har noe høyere motoreffekt, i tråd med det vi ser i personbilmarkedet, enn tilsvarende tradisjonell lastebil. Modellert lastebil har også noe høyere effekt enn lastebiler i øvrige Europa eller USA som følge av tilpassing til norsk klima og geografi.
- Årlig vedlikeholdskostnad for lastebiler til lokal/regional transport og massetransport er estimert til 0,98 kr/km, mens det for langtransport er antatt 0,79 kr/km.
- Som følge av økt produksjon og skalafordeler antas det en kostnadsreduksjon i produksjonen av den elektriske drivlinjen på 1 prosent per år.
- Kostnad for batteripakken er knyttet til kapasitet (kWh) og antatt redusert pris på batteripakker som angitt i kapittel om batteriutvikling. Det er antatt en batteripakke på 350 kW for lokal/regional transport, 450 kW for massetransport og 600 kW for langtransport.
- Vi antar videre en merkostnad for produksjon som skyldes umoden produksjonslinje samt delvis umodent salgsnettverk. Merkostnaden er satt til 700 000 kr/kjøretøy for lokal/regional distribusjon, 800 000 kr/kjøretøy for massetransport og 900 000 kr/kjøretøy for langtransport i 2019 og faller til 0 i 2029.

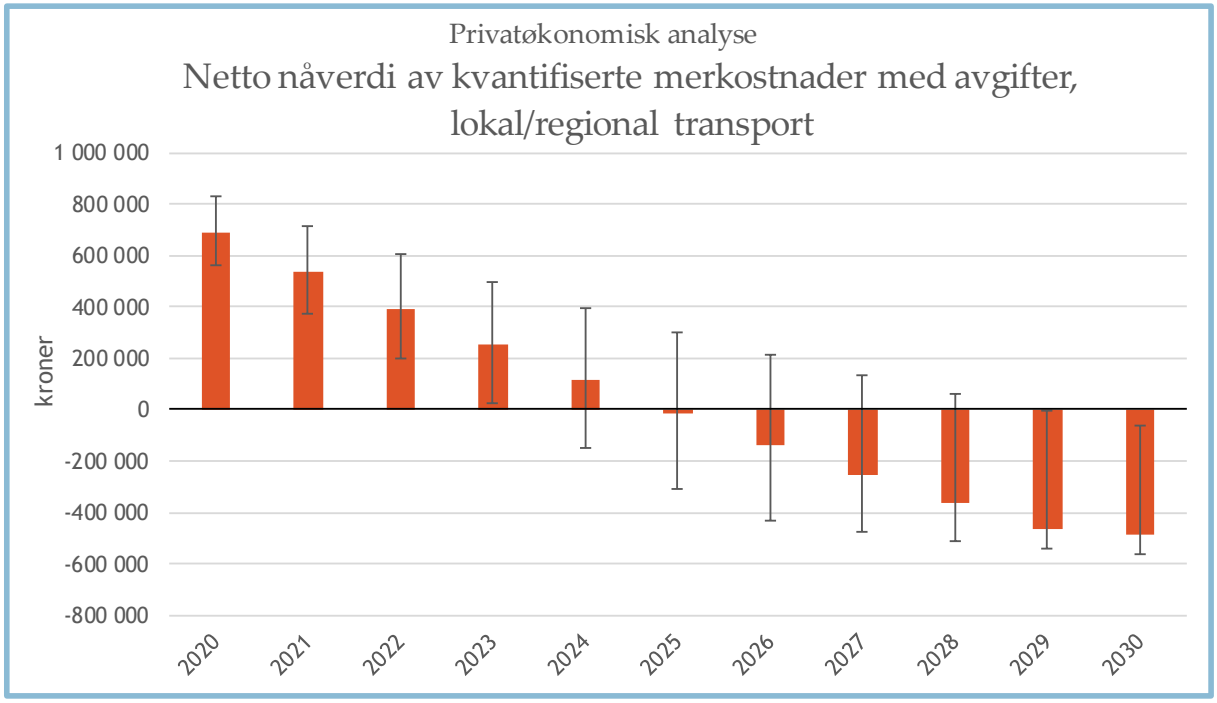
[342] ICCT (2017). Transitioning to zero-emission heavy-duty freight vehicles. 26.09.17.

- Vi antar at elektriske lastebiler er tilgjengelig fra 2019 ettersom det i dag går an å bestille ombygging til elektrisk framdrift fra et tradisjonelt chassis. De første serieproduserte el-lastebilene i det kommersielle markedet venter vi å se først ca. 2021.
- Priser beregnes uten eventuell støtte fra Enova eller lignende ordninger.

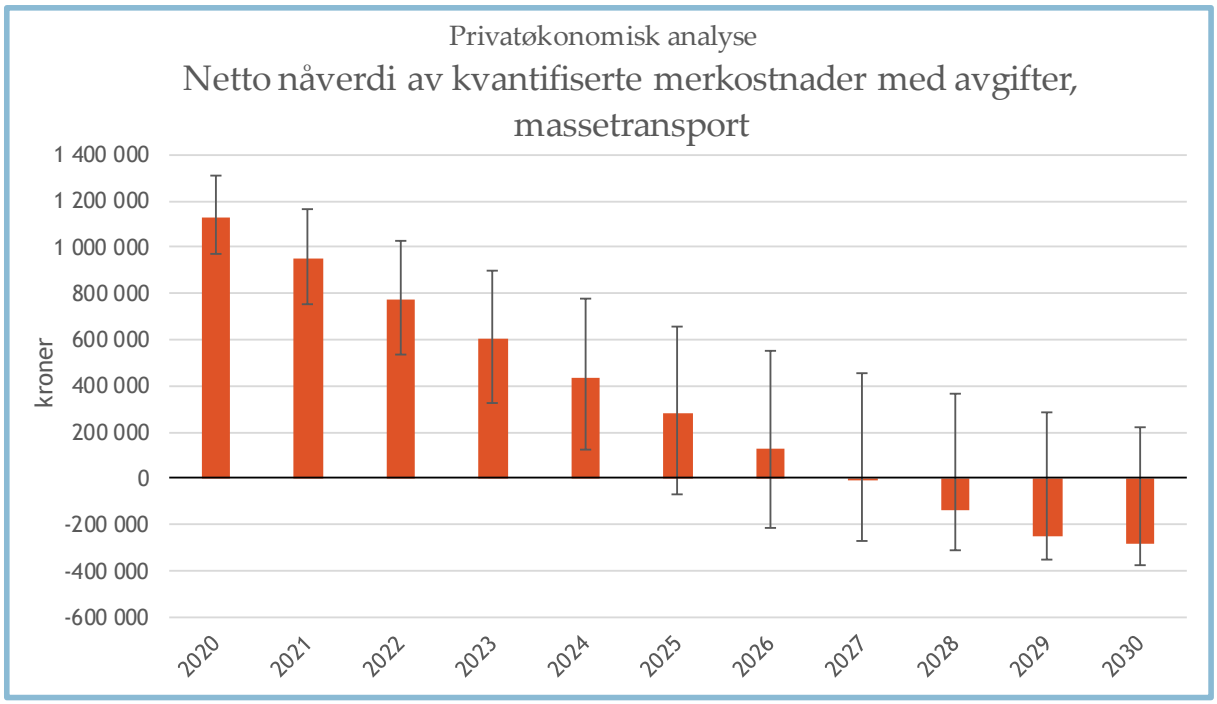
Vi antar ingen reell prisendring i referansekjøretøyet.

4.3.3 Merkostnader over tiltakenes levetid

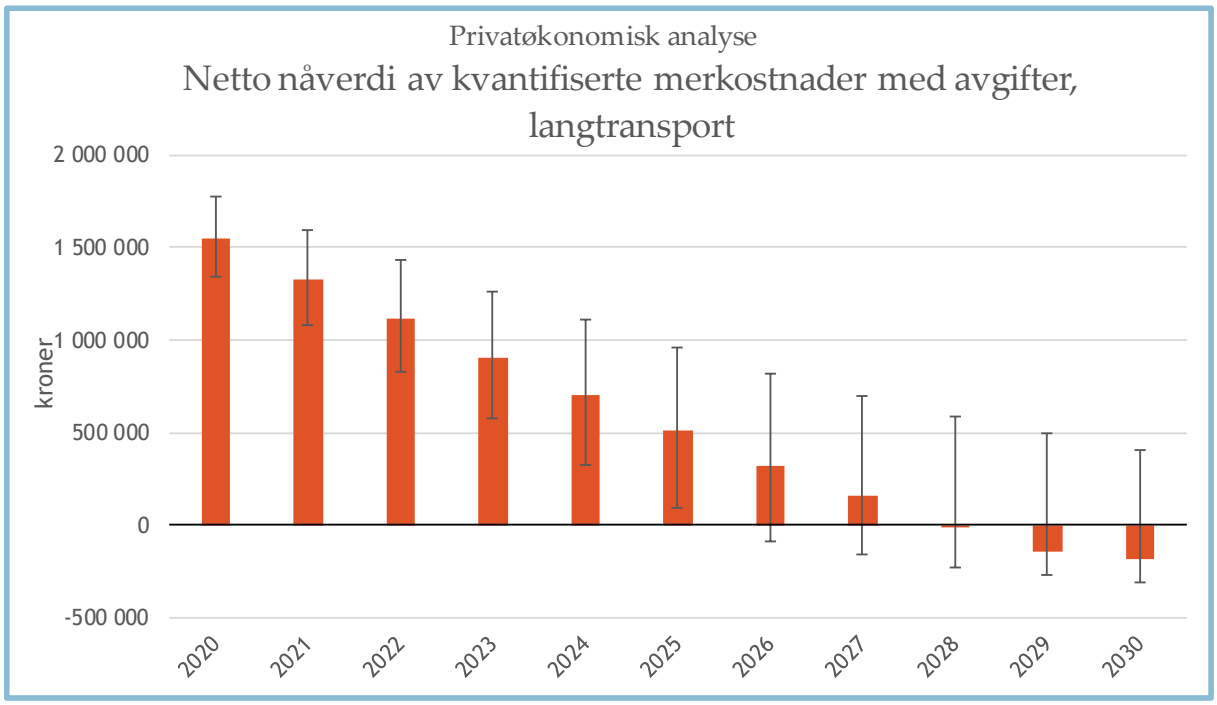
Som for person- og varebiler vil det for elektriske lastebiler være en merkostnad ved innkjøp av kjøretøy og ladepunkt. Kostnaden for kjøretøyet er forventet å falle i takt med redusert batterikostnad og økende masseproduksjon. Lastebiler har en høy årlig kjørelengde og bruker mye drivstoff, slik at driftsbesparelsene blir store ved overgang til elektrisk drift. I tillegg gir det i dag store bompengebesparelser. Figur 97, Figur 98 og Figur 99 viser forventet utvikling i netto nåverdi av privatøkonomiske merkostnader for de tre segmentene. I alle segmentene forventes investeringen å bli lønnsom med dagens virkemidler før 2030 – gitt at det er tilgang på tilstrekkelig med ladeinfrastruktur. Figurene viser også et spenn på hvordan lønnsomheten endres i et scenario med høye innkjøpskostnader og i et scenario med lave innkjøpskostnader.



Figur 97. Netto nåverdi av merkostnader ved investering i elektrisk lastebil til lokal/regional transport. Avvikssymbolene viser hvordan lønnsomheten endres i et scenario med høye innkjøpskostnader (30 % økt batterikostnad og skalafordeler som oppnås for fullt først etter 20 år i stedet for 10 år i basisscenarioet) og i et scenario med lave innkjøpskostnader (20 % redusert batterikostnad og skalafordeler som oppnås for fullt etter 7 år). Diskonteringssats 9,5%. Diskontert til innkjøpsåret. 2019-kroner.



Figur 98. Netto nåverdi av merkostnader ved investering i elektrisk lastebil til massetransport. Avvikssymbolene viser hvordan lønnsomheten endres i et scenario med høye innkjøpskostnader (30 % økt batterikostnad og skalafordeler som oppnås for fullt først etter 20 år i stedet for 10 år i basisscenarioet) og i et scenario med lave innkjøpskostndaer (20 % redusert batterikostnad og skalafordeler som oppnås for fullt etter 7 år). Diskonteringssats 9,5%. Diskontert til innkjøpsåret. 2019-kroner.



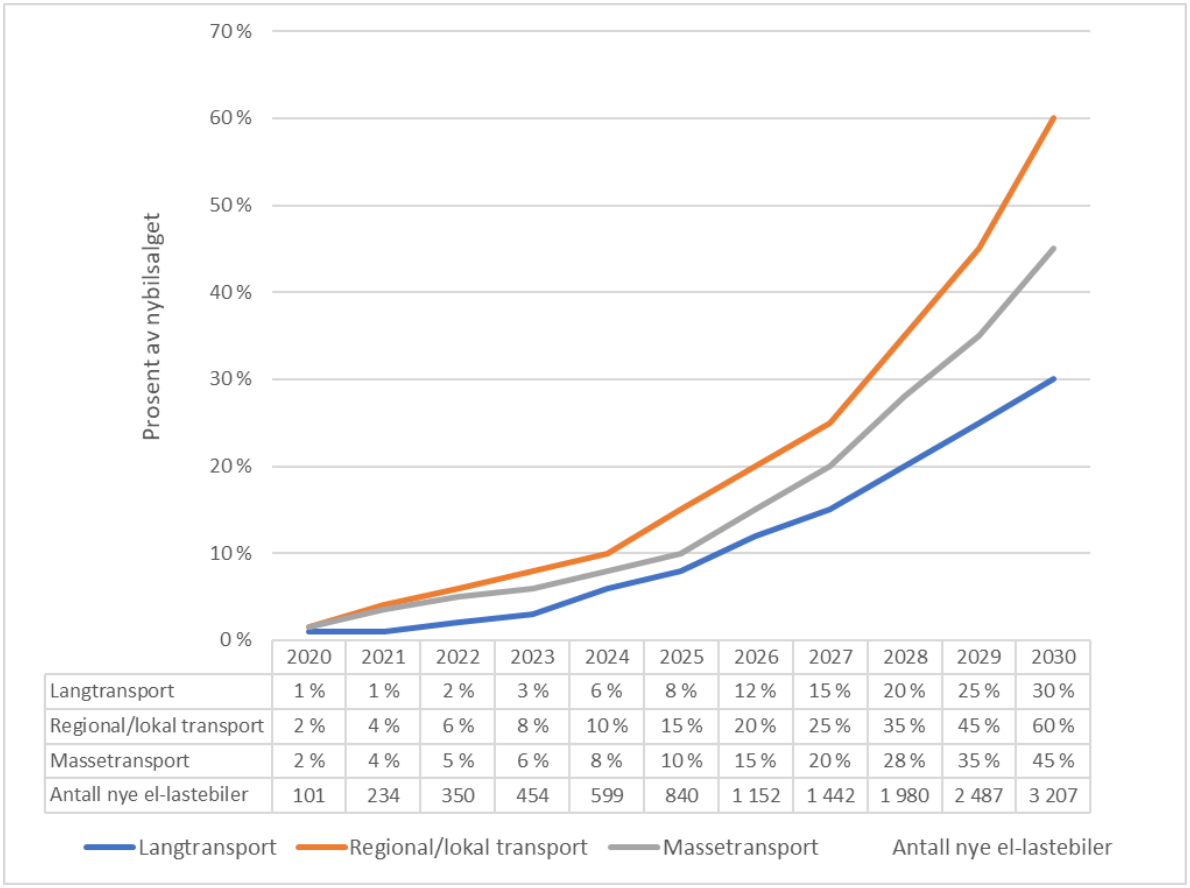
Figur 99. Netto nåverdi av merkostnader ved investering i elektrisk lastebil til langtransport. Avvikssymbolene viser hvordan lønnsomheten endres i et scenario med høye innkjøpskostnader (30 % økt batterikostnad og skalafordeler som oppnås for fullt først etter 20 år i stedet for 10 år i basisscenarioet) og i et scenario med lave innkjøpskostndaer (20 % redusert batterikostnad og skalafordeler som oppnås for fullt etter 7 år). Diskonteringssats 9,5%. Diskontert til innkjøpsåret. 2019-kroner.

4.4 Beregning av tiltakskostnad

Merkostnadsberegningene presentert over, fratrukket skatter og avgifter og justert for positive helseeffekter ved redusert luftforurensning, benyttes til å anslå samfunnsøkonomiske tiltakskostnader for samletiltaket 50 % av nye lastebiler er el- eller hydrogenkjøretøy i 2030. For å finne netto nåverdi av merkostnadene i samletiltaket, ganges netto samfunnsøkonomiske merkostnader per kjøretøy (i 2019-kroner) med antall tiltakskjøretøy som anskaffes hvert år i perioden. Tiltakskostnaden fremkommer ved å dele denne kostnaden på utslippsreduksjonene som tiltaket er anslått å utløse.

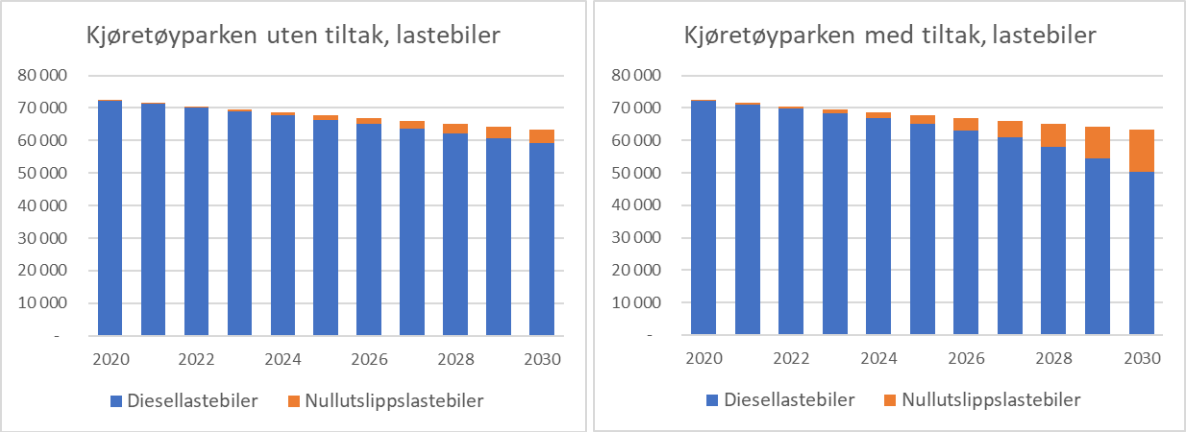
4.4.1 Innfasing og utslippsreduksjoner

Innfasingen for de tre segmentene er vist i Figur 100. Det er antatt at segmentet lokal/regional transport er lettest å elektrifisere, mens segmentet langtransport er mest krevende. Totalt blir el-lastebilandelen av nysalget på 50 prosent i 2030. Utslippsreduksjonen som følge av tiltaket er beregnet til 1,13 millioner tonn CO_2-ekvivalenter for perioden 2021-2030. Tiltaket er her skalert for å ta hensyn til logistikkoptimalisering og effektivisering av lastebiler, samt godsoverføring. Det er også tatt hensyn til den forventete innblandingen av biodrivstoff i framskrivningen. Små lastebiler i varedistribusjon vil være vesentlig mindre krevende å elektrifisere enn masse- og langtransport, og tiltaket er operasjonalisert ved at disse fases inn først. Mellomstore lastebiler og trekkvogner til langdistansetransport fases gradvis inn etter 2025. Figur 101 viser kjøretøyparken fram til 2030 fordelt på diesel- og nullutslippslastebiler med og uten tiltaket.



	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Langtransport	1 %	1 %	2 %	3 %	6 %	8 %	12 %	15 %	20 %	25 %	30 %
Regional/lokal transport	2 %	4 %	6 %	8 %	10 %	15 %	20 %	25 %	35 %	45 %	60 %
Massetransport	2 %	4 %	5 %	6 %	8 %	10 %	15 %	20 %	28 %	35 %	45 %
Antall nye el-lastebiler	101	234	350	454	599	840	1 152	1 442	1 980	2 487	3 207

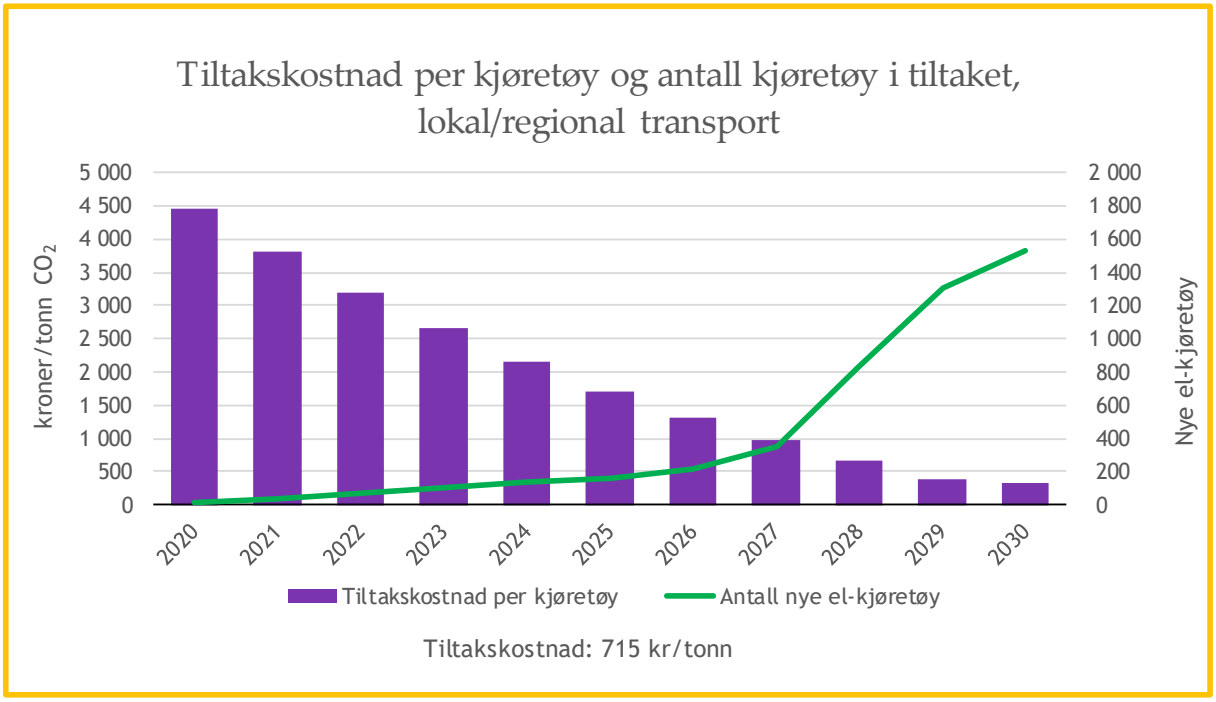
Figur 100. Innfasingen av elektriske lastebiler inklusive referansebanen



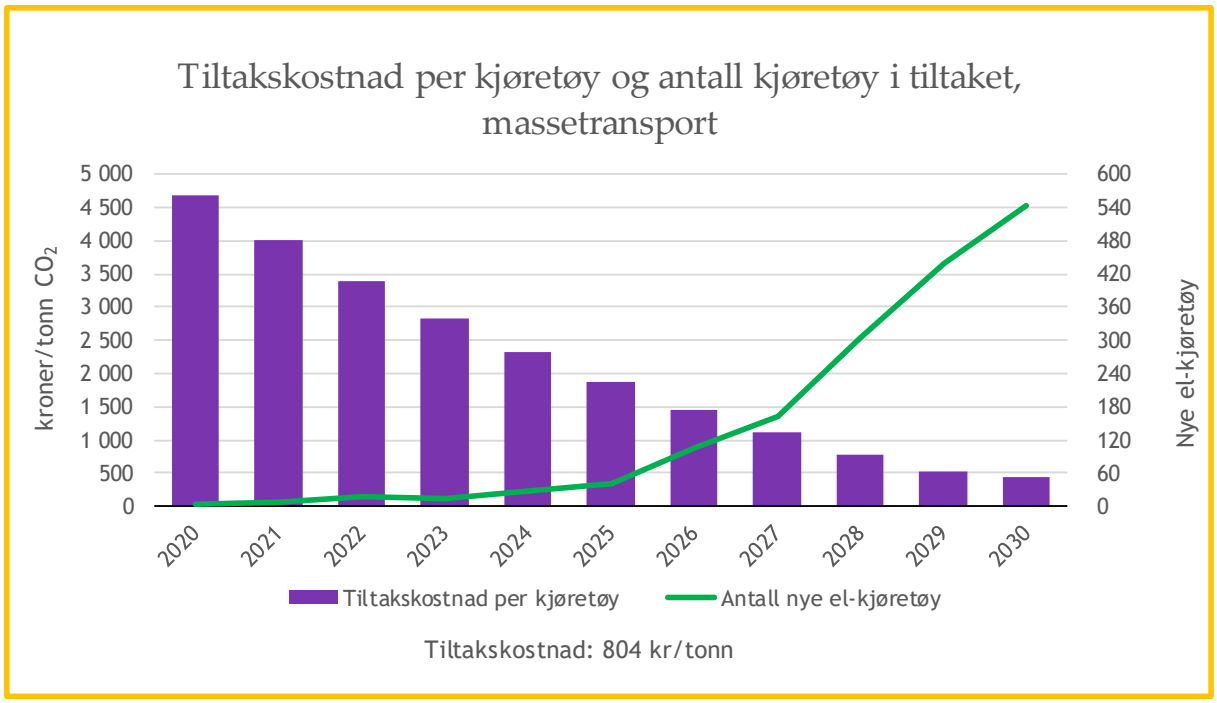
Figur 101. Utvikling i kjøretøyparken for lastebiler i framskrivningen (uten tiltak) og ved gjennomføring av tiltaket 50% av nye lastebiler er nullutslippslastebiler i 2030

4.4.2 Tiltakskostnader

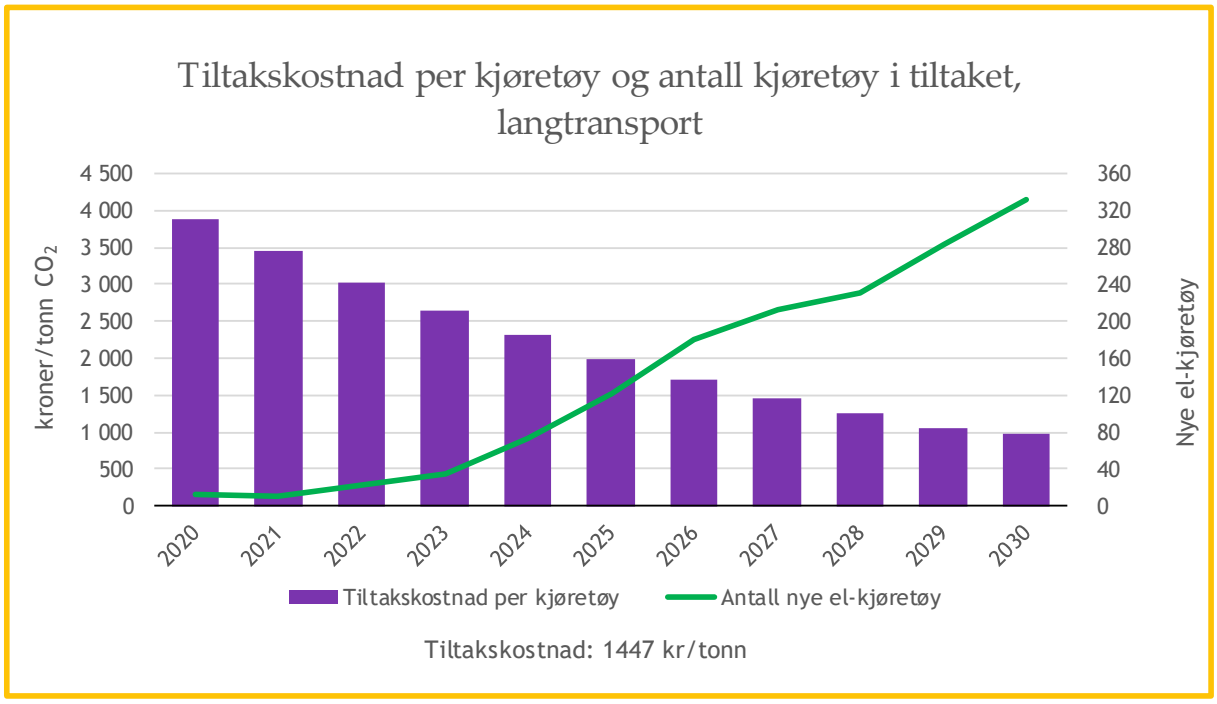
Tiltakskostnaden for de ulike segmentene er vist i Figur 102, Figur 103 og Figur 104. Tiltakskostnaden er lavest for lokal/regional transport og høyest for langtransport. Tiltakskostnaden for samletiltaket er rundt 1 000 kr/tonn CO_2-ekvivalenter som vist i Figur 105.



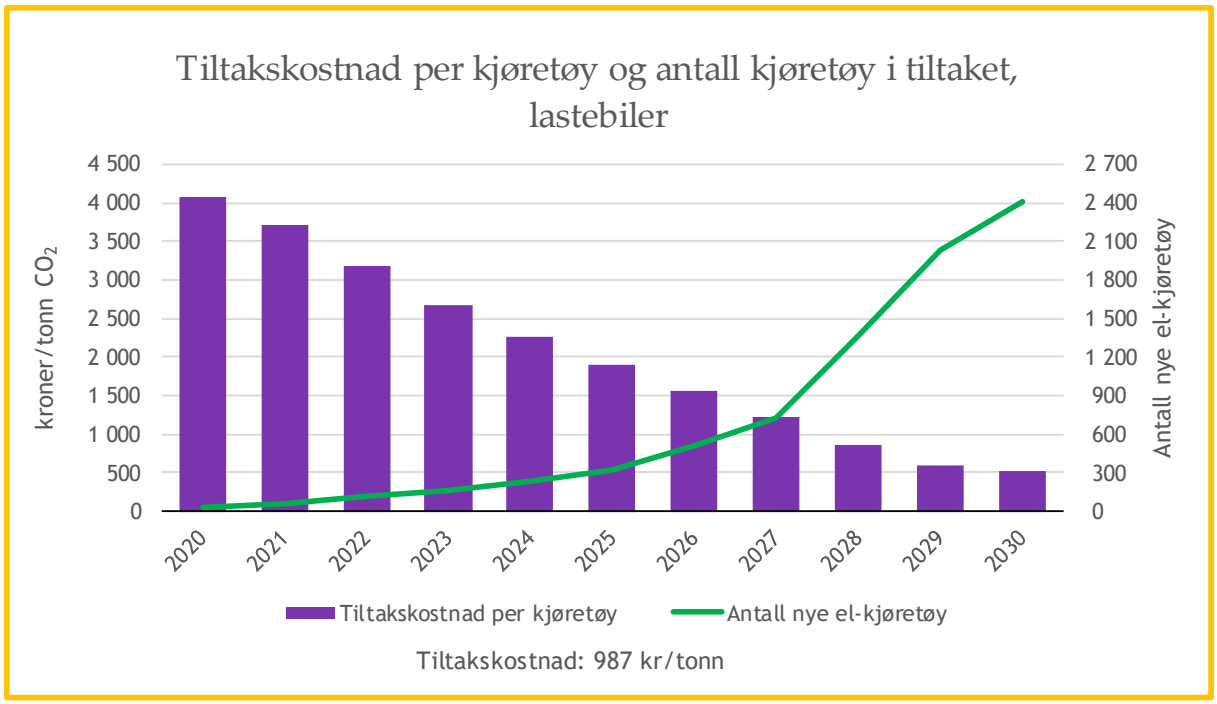
Figur 102. Utvikling i salg av nye el-lastebiler til lokal/regional transport utover referansebanen for å realisere tiltaket, årlig tiltakskostnad per kjøretøy. 2019-kroner. Kalkulasjonsrente 4 %.



Figur 103. Utvikling i salg av nye el-lastebiler til massetransport utover referansebanen for å realisere tiltaket, årlig tiltakskostnad per kjøretøy. 2019-kroner. Kalkulasjonsrente 4 %.



Figur 104. Utvikling i salg av nye el-lastebiler til langtransport utover referansebanen for å realisere tiltaket, årlig tiltakskostnad per kjøretøy. 2019-kroner. Kalkulasjonsrente 4 %.



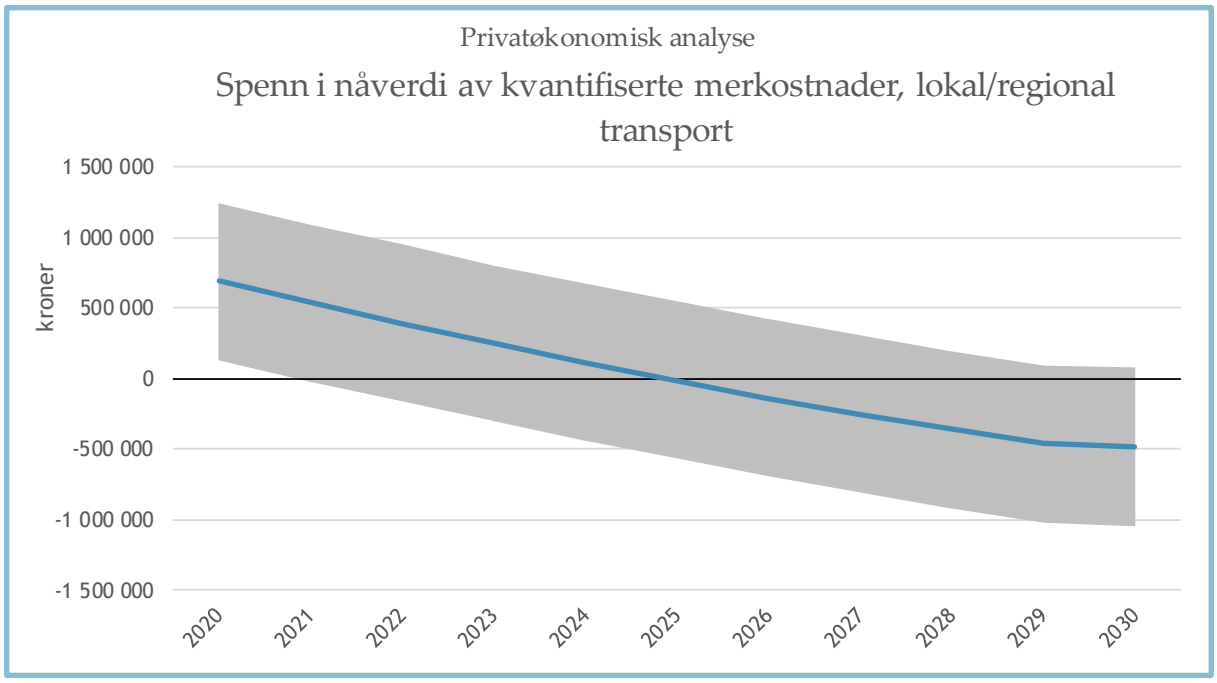
Figur 105. Utvikling i salg av nye el-lastebiler totalt utover referansebanen for å realisere tiltaket, årlig tiltakskostnad per kjøretøy. 2019-kroner. Kalkulasjonsrente 4 %.

4.5 Sensitivitets- og scenarioberegninger

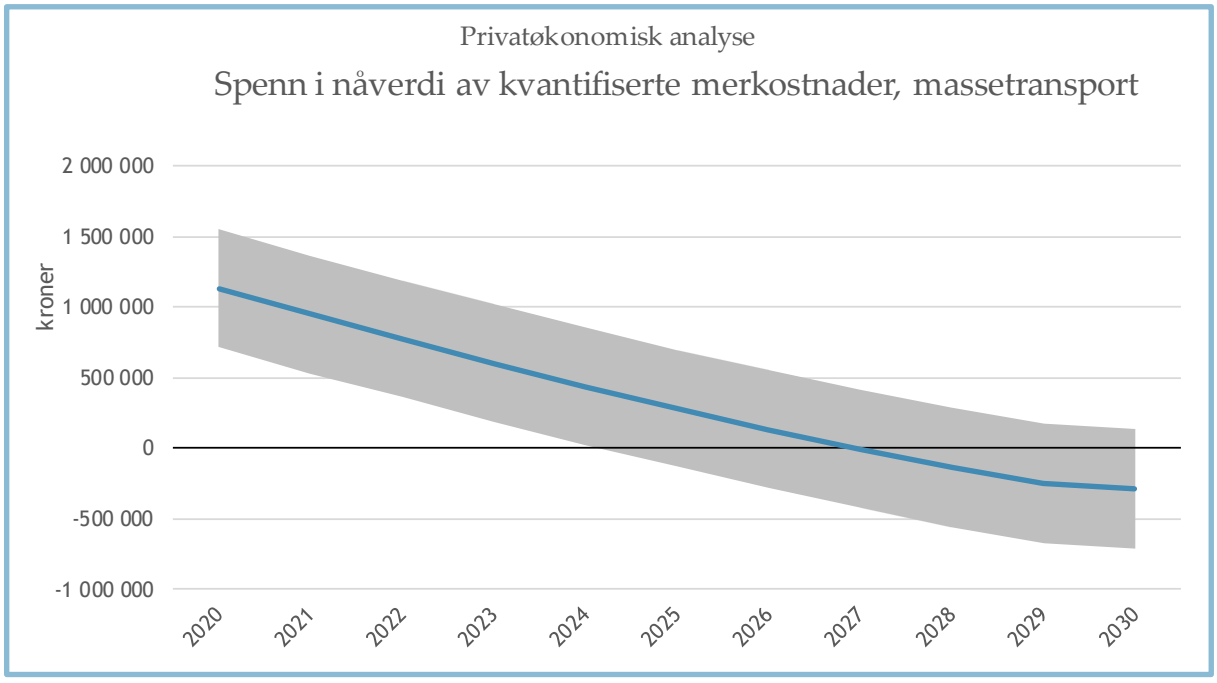
Figurene under viser hvordan ulike bruksmønster påvirker den privatøkonomiske lønnsomheten ved tiltakene. Det er sett på et spenn i kjørelengde med +/-50 prosent og en endring i bomutgifter med +/- 100 prosent. Mens det for gjennomsnittsbrukeren i alle tre segmentene lønner seg å investere i en elektrisk lastebil før 2030, gjelder ikke dette for de brukerne med kortest kjørelengde og uten bomfordelene. Siden tiltaket bare innebærer at halvparten av de nye lastebilene skal være elektriske, og ikke hele nysalget, vil tiltaket kunne gjennomføres ved å elektrifisere de brukerne som ligger på den nedre delen av kurven, altså de med store bruksfordeler i bomringen og/eller høy kjørelengde.

Hvordan endringer i forutsetningene for innkjøpskostnad (batteripris og skalaulempe) påvirker den privatøkonomiske kostnaden er vist for de ulike segmentene i Figur 106, Figur 107 og Figur 108.

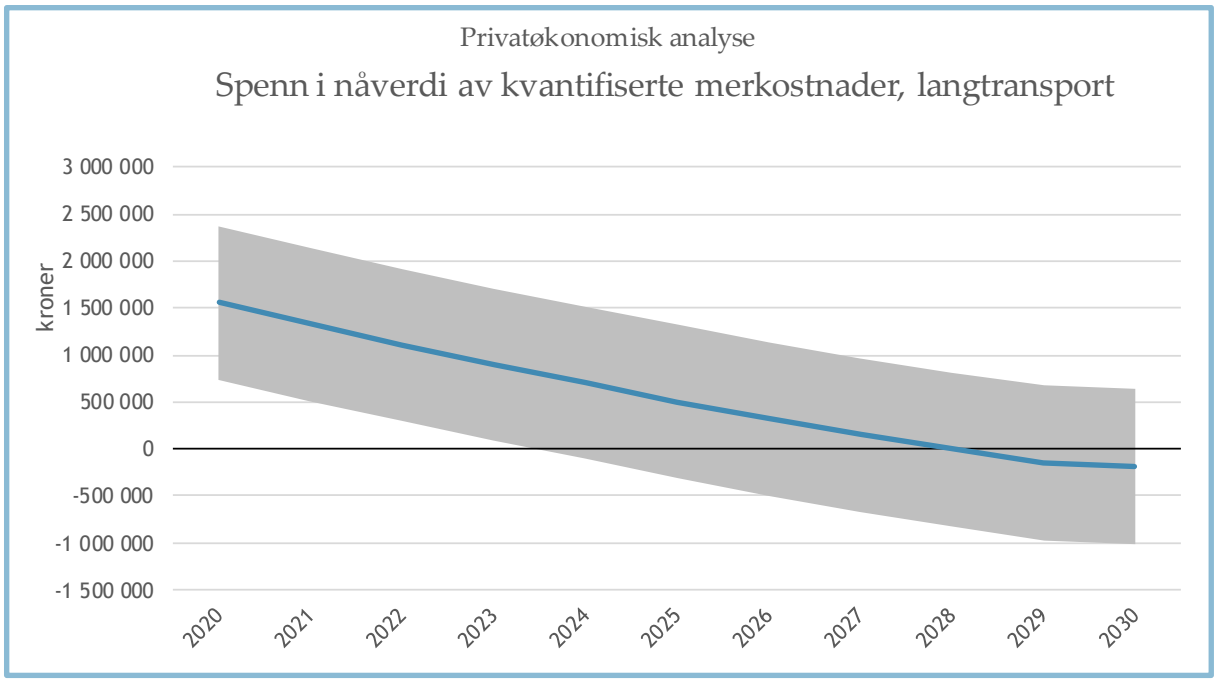
Tiltakskostnaden vil også påvirkes av endret innkjøpspris og varierer mellom 1850 og 700 kr/tonn CO_2 i høy- og lavkostnadsscenario. I scenarioet med høye innkjøpskostnader er batterikostnad økt med 10 prosent i 2020 og 30 prosent i 2030 og det er antatt at skalafordeler oppnås for fullt først etter 20 år i stedet for ti år i basisscenarioet. I et scenario med lave innkjøpskostnader er batterikostnaden redusert med 10 prosent i 2020 og med 20 prosent i 2030 og det er antatt at skalafordeler som oppnås for fullt etter syv år.



Figur 106. Spenn i netto nåverdi av privatøkonomiske merkostnader ved kjøp av elektrisk lastebil til lokal/regional transport ved ulike bruksmønster. Diskonteringssats 9,5%. Diskontert til innkjøpsåret. 2019-kroner.



Figur 107. Spenn i netto nåverdi av privatøkonomiske merkostnader ved kjøp av elektrisk lastebil til massetransport ved ulike bruksmønster. Diskonteringssats 9,5%. Diskontert til innkjøpsåret. 2019-kroner.



Figur 108. Spenn i netto nåverdi av den privatøkonomiske kostnaden ved kjøp av elektrisk lastebil til langtransport ved ulike bruksmønster. Diskonteringssats 9,5%. Diskontert til innkjøpsåret. 2019-kroner.

4.6 Andre lav- og nullutslippsteknologier

Scania har foreløpig ikke lansert noen batterielektriske lastebiler, men gjennomfører i løpet av 2019 et testprosjekt i Stockholm med en ladbar hybrid[343]. Den siste generasjonen ladbar hybridlastebil har en elektrisk rekkevidde på 10 km, fra et batteri på litt over 7 kWh[344].

DAF har laget en (ladbar) hybrid versjon av sin trekkvogn CF. Et ekstra batteri på 85 kWh gir en ren elektrisk rekkevidde på mellom 30-50 km[345].

Daimler har vært tydelige på at man ikke ser for seg å lage ladbare hybrider for lastebiler[346].

Det finnes også modeller med gassmotor, se eget tiltaksark om biogass brukt til trekkvogner.

Noen produsenter har laget konsept til lastebil drevet med hydrogen og brenselcelle. Eksempelvis er det annonsert at de nevnte modellene fra Nikola Motors vil bli tilbudt i en hydrogen-versjon.

[343] Scania (2019). Hybridlastbil för tysta nattleveranser i Stockholm. 15.02.19.
[344] Scania (2018). Versatile hybrid trucks for urban applications. 03.09.18.
[345] Electrive.net (2018). DAF rückt Hybrid- und Elektro-Lkw ins Rampenlicht. 25.09.18.
[346] Ars Technica (2019). Daimler North America CEO says future "does not include plug-in hybrids". 25.04.19.

5 Busser

Dette kapittelet tar utgangspunkt i følgende tiltak som er definert på bakgrunn av NTP-målene:

- 100 % av nye bybusser er elektriske innen utgangen av 2025
- 75 % av nye langdistansebusser er el- eller hydrogenkjøretøy i 2030

Analysen bygger i stor grad på den kartlegging av segmentet busser som ble gjort av Miljødirektoratet i forbindelse med utarbeiding av rapport "Miljøavtale med CO_2-fond"[347].

Busser er i analysen delt i to kategorier: bybusser som er alle busser som har ståplasser og langdistansebusser som er busser med flere enn 17 passasjerer uten ståplasser.

5.1 Forventet markedsutvikling

2019 er uten tvil det året elektrifiseringen av busser for alvor startet. I de nordiske land har nyregistrering av elbusser gått fra noen titalls i året til en flåte på nesten 500 elektriske busser totalt i 2019[348]. Samlet sett er det ventet at det ved utgangen av 2020 er ca. 400 elektriske busser i trafikk bare i Norge[349].

5.1.1 Bybusser

Globalt sett er det Kina som leder an utviklingen for elektriske busser, både når det gjelder produksjon og markedsutbredelse. Flere store byer i Kina har allerede en helelektrisk bussflåte. I Kinas tredje største by, Guangzhou, planlegges det å skifte ut hele byens bussflåte på ca. 30 000 bensin- og dieselbusser med elbusser i løpet av 2020[350]. Byen satte de 300 første elbussene i drift i 2016[351]. I byen Shenzen hadde man i slutten av 2017 byttet ut 14 000 gassbusser med elbusser fra BYD[352]. Utviklingen i Kina påvirker elektrifiseringstakten i Europa. Til forskjell fra personbilmarkedet, hvor få eller ingen kinesiske bilprodusenter tilbyr kjøretøyene sine i europeiske land, er flere store kinesiske aktører, særlig BYD og Yutong, aktive i Europa.

Det har vært gjennomført mange pilot- og demonstrasjonsprosjekter for å prøve ut elektriske busser i europeiske byer i løpet av de siste årene. I løpet av det siste året har prosjektene blitt skalert opp betraktelig, eksempelvis har bussprodusenten Solaris mottatt bestillinger på 250 elbusser til Milano, 90 til Berlin og 130 til Warszawa[353]. I Hamburg planlegges det innkjøp av over 500 elbusser i løpet av de nærmeste årene[354]. Roskilde i Danmark og Norrtälje i Sverige er eksempler på byer der samtlige dieselbusser har blitt erstattet med elbusser[355][356]. Moskva har kjøpt inn elbusser fra den russiske produsenten Kamaz, og planlegger å kun kjøpe inn elektriske busser fra 2021[357]. På litt lengre sikt kan mange store byer komme etter; Byene som deltar i nettverket C40, herunder Paris, London, Barcelona og Los Angeles, har underskrevet en erklæring der de forplikter seg til å utelukkende kjøpe inn elektriske busser fra 2025[358].

[347] Miljødirektoratet (2018). Miljøavtale med CO2-fond: Modellering av kostnader og potensial for utslippsreduksjoner. Rapport M-1047|2018.
[348] RuterVideo (2019). Nordisk konferanse for utslippsfrie busser. Strømmet direkte på YouTube 28.08.19.
[349] NRK (2019). Elektrisk bussboom i norske byer. 28.08.19.
[350] SINA English (2017). Guangzhou to replace all buses with "new energy" vehicles by 2020. 30.05.17.
[351] Bussmagasinet (2017). Snart bara elbussar i mångmiljonstad. 07.06.17.
[352] CleanTechnica (2017). 100% Electric Bus Fleet For Shenzhen (Population 11.9 Million) By End Of 2017. 12.11.17.
[353] InsideEVs (2019). Solaris Takes 25% Share Of European EV Bus Market This Year. 17.08.19.
[354] Bussmagasinet (2019). Storsatsning på 530 elbussar. 02.09.19.
[355] Electrive.net (2018). Yutong liefert 20 Elektrobusse nach Roskilde. 21.03.18.
[356] SVT (2018). Norrtälje först i Sverige med enbart elbussar i stadstrafik. 18.08.18.
[357] Electrive.com (2019). Kamaz is building a plant for electric buses in Moscow. 07.07.19.
[358] C40 cities. Fossil Fuel Free Streets Declaration.



Figur 109. Solaris Urbino 12 Electric i Milano[359]

Trenden er den samme i Norge, der Bergen har fått tilskudd fra Enova for ladeinfrastruktur til 80 nye elbusser som skal fases inn fra 2020[360]. Trondheim har nylig lagt ut anbud for busstjenester med oppstart i 2019, hvor det stilles krav om 38 elbusser[361]. De første 25 elbussene til Trondheim, inkludert ladeinfrastruktur, er nå bestilt fra Volvo[362]. Ruter i Oslo har ved utgangen av 2019 over 100 elbusser i trafikk[363], og det er ventet at av over 100 nye elbusser settes i trafikk i løpet av 2020[364]. På Romerike har Ruter satt landets første elektriske regionbusser i trafikk[365]. Dette er klasse 1-busser som er tilpasset regional trafikk og utstyrt med setebelter mm[366].



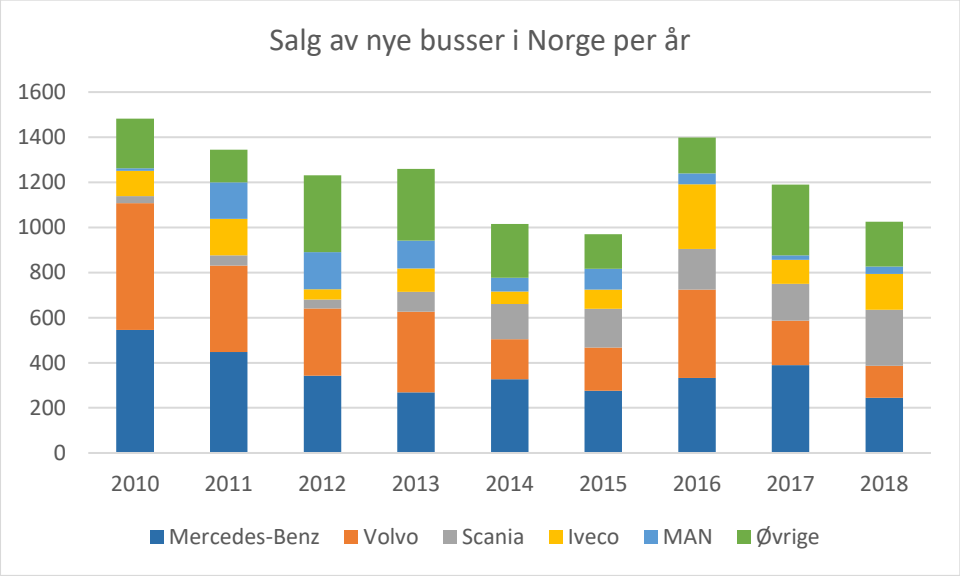
Figur 110. Elektrisk buss fra Volvo i Oslo

[359] Solaris (2019). Milan opts for Solaris as supplier of up to 250 e-buses! 09.07.19.
[360] Enova (2019). 80 nye elbussar – blir Bergen elbusshovudstaden i Norden? 22.02.19.
[361] Doffin. Publication_150796.
[362] Bussmagasinet (2017). Största elbussordern hittills för Volvo. 18.09.17.
[363] Ruter (2019). CO2 utslipp reduseres kraftig med 115 nye elbusser. 28.08.19.
[364] Ruter (2017). De første batterielektriske bussene på vei til Oslo. 11.01.17.
[365] Ruter (2019). Grønne elbusser på veien i Norges største busskontrakt. 01.07.19.
[366] RuterVideo (2019). Nordisk konferanse for utslippsfrie busser. Strømmet direkte på YouTube 28.08.19.

De første elektriske klasse 2-bussene ser ut til å kunne bli levert av spanske Irizar eller kinesiske BYD[367]. Irizar anslår pris, for 15-metersbussen med opp mot 60 sitteplasser, 525 kWh batteripakke og rekkevidde på ca. 300 km, til mellom 5 og 6 millioner kroner[368]. Bussene fra BYD er på 13 meter og skal leveres andre halvdel av 2020.

Det finnes eksempler på at utviklingen noen ganger går raskere enn antatt eller at kostnadene blir redusert. HSL, som driver kollektivtrafikken i Helsinki, satte i sitt anbud i 2019 et krav om at minimum fem busser skulle være elektriske. Yutong, som leverer busser til operatøren Pohjolan Liikenne, vant anskaffelsen og planlegger å sette inn 30 elbusser[369].

Det er de store europeiske produsentene som har vært viktige leverandører av konvensjonelle busser til det norske markedet: Mercedes-Benz (Tyskland), Volvo (Sverige), Scania (Sverige) og Solaris (Polen). Antall nye busser i Norge fordelt på ulike leverandører er vist i Figur 111.



Figur 111. Antall nye busser i Norge årlig.

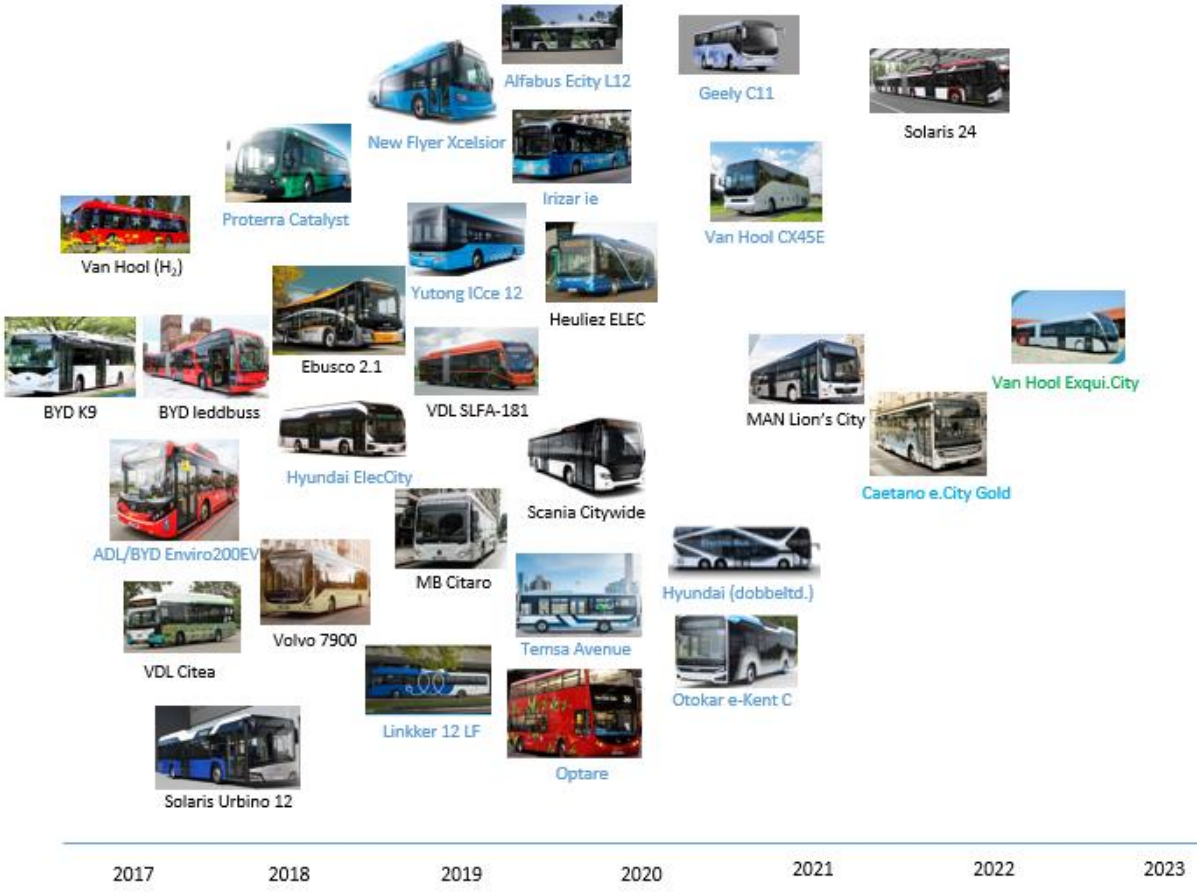
Registreringsstatistikken for 2019 viser en rekke nye aktører på tilbudssiden som følge av den økte etterspørselen etter elbusser. Første halvår 2019 er både VDL og BYD, begge har blant annet levert elbusser til Ruter i Oslo, med blant de ti mestselgende produsentene. I august ble BYD for første gang største leverandør i salg av nye busser i Sverige[370]. Franske Heuliez, som ikke har levert busser i Norge tidligere, er for første gang med i statistikken på grunn av sin nye elektriske modell GX Elec. Det samme gjelder VDL som i første runde leverer busser til kjøring inne på flyplassen på Gardermoen etter anbud der Avinor fått støtte til åtte elbusser fra Enova[371]. På flyplassen både i Brussels og i Amsterdam opererer fra før BYD elbusser[372].

[367] ElectricCarsReport (2019). BYD scores major electric bus order with Vy Buss in Norway. 24.10.19.
[368] Bussmagasinet (2017). Irizar med klass 2 elbuss og etablerer seg i Norge. 12.06.19.
[369] Bussmagasinet (2019). Stor kinesisk elbusstart i Finland. 07.08.19.
[370] Bussmagasinet (2019). BYD största bussmärke i Sverige under augusti. 02.09.19.
[371] InsideFlyer (2019). Oslo lufthavn får elektriske shuttlebusser. 10.07.19.
[372] Electrive.net (2019). BYD liefert 30 Elektrobusse an Flughafen in Brüssel. 09.03.19.



Figur 112. BYDs elektriske leddbuss.

Økende politisk prioritering av nullutslippsløsninger i kollektivtrafikken, blant annet for å bedre luftkvaliteten i byene, er en kraftig driver for omstillingen. Det forventes at alle store produsenter fra 2020 vil kunne tilby elektriske bybusser, og at produksjonen kommer til å skaleres opp betydelig fram mot 2025. Sett i lys av hvor raskt teknologien modner og kostnadene reduseres, antas det at svært få nye dieseldrevne bybusser vil bli solgt i Europa etter 2025. Figur 113 illustrerer nye modeller av elbusser som forventes å bli lansert fram til 2023.



Figur 113. Illustrasjon av nye modeller av elbuss som forventes lansert de neste par årene.

Alle de fire mest populære bussprodusentene i Norge (som til sammen stod for nesten 75 prosent av salget av nye busser i 2017) har annonsert at de vil tilby elektriske bybusser før 2020: Mercedes-Benz med Citaro, Volvo med 7900, Scania med Citywide og Solaris med Urbino 12. I tillegg har eksempelvis MAN annonsert serieproduksjon av en elektrisk Lion's City E i løpet av andre halvdel av 2020. Den får 480 kWh batteri for 12-metersmodellen og 640 kWh

for 18-meternsmodellen. Det skal gi minimum 200 km rekkevidde[373]. MANs bybuss, klasse 1, vil kun lades med CCS-kontakt[374]. Det forventes også at de produsenter som i dag både lager 12- og 18-metersbusser vil tilby elektriske versjoner av begge typer busser.

I løpet av perioden fram mot 2025 forventes det at det er etablert et tilstrekkelig service-, forhandler- og distribusjonstilbud, samt øvrige støttefunksjoner, for elektrisk kollektivtransport i byene.

Størrelse på batteripakke vil i forholdsvis stor grad kunne tilpasses den enkelte ruten. Hvis en operatør bruker hurtiglading langs ruten vil batteripakken kunne ha vesentlig mindre kapasitet enn for busser som kun bruker depotlading om natten. I dag finnes det ingen standard for slik hurtiglading, og kollektivselskapene har pekt på denne mangelen som en barriere for overgangen til elbusser.

Depotladende busser som kun lades om natten vil, forutsatt tilstrekkelig batterikapasitet, være enkle å ta i bruk da driftsmønsteret ikke skiller seg vesentlig fra dagens dieselbusser. Ved behov er det selvsagt mulig å tilleggs-lade slike busser, eksempelvis ved endeholdeplasser langs ruten. Vi anslår at et tiltakskjøretøy for bybusser med et batteri på 350 kWh basert på depotlading, men med eventuell hurtiglading langs ruten, kan antas å dekke transportbehovet langs de aller fleste byruter som elektrifiseres.

Sammenlignet med personbilprodusentene tilbyr bussprodusentene meget få ulike modeller busser. Eksempelvis har Volvo bare fire bybusser; en diesel (8900), en mildhybrid (7900 Hybrid), en ladbar hybrid (7900 Electric Hybrid) og en helelektrisk (7900 Electric). Rekkevidden til elbussene tilpasses ved å tilby batteripakker av ulike størrelser, på samme måte som dieselbussene kan ha ulike motortyper og -størrelser.



Figur 114. Volvo 7900 Electric.

Produksjonskapasitet og etablering av dedikerte monteringslinjer for de nye elektriske bussene er ikke i nærheten av den kapasitet og kostnadseffektivitet de etablerte linjene for dieselbusser har. De fleste elektriske modeller vil i første fase bli introdusert i små serier, og produksjon i små serier fører til forholdsvis høy kostnad per enhet. Merkostnad som følge av mindre skala og modenhet i produksjon er tatt inn i modellen for beregning av merkostnad av tiltakskjøretøy, og reduseres over tid.

Basert på forventinger om store innkjøp av elektriske bybusser som er varslet i mange europeiske byer i tiden fram mot 2025, forventes det en sterk vekst i produksjon av elektriske busser. Større industriell skala i produksjon vil gi lavere kostnader både som følge av mer effektive monteringslinjer og eventuelt mer egnede chassis. Chassis som brukes i dagens busser, eksempelvis Volvo sine B8R og B11R ("bunner" for ulike by- og langdistansebusser), er tilpasset forbrenningsmotor. Den er dermed ikke optimalt konstruert for en elektrisk drivlinje.

[373] MAN (2019). BUS2BUS in Berlin: MAN präsentiert Elektrobus Lion's City E. 19.03.19.
[374] Bussmagasinet (2019). MAN kommer sent, men godt. 04.07.19.



Figur 115. Illustrasjon, Volvos to chassis B8R og B11R[375]

Forbrenningsmotorer dimensjoneres etter behov. Den elektriske motoren er kraftfull, men vesentlig mindre, og en mulig tilnærming er installere flere motorer i samme buss, fortrinnsvis en ved hver av akslingene. Et tradisjonelt chassis vil også være tilpasset en mindre dieseltank, og ikke den større batteripakken. Som for personbiler tilsier drivlinjens volum og reduserte antall komponenter at det på sikt bør det være til dels betydelig kostnads- og effektiviseringspotensial i å konstruere chassis med tanke på elektriske busser fra bunn av.

Industrielt er et viktig aspekt at drivlinjen til busser i stor grad er identisk med drivlinjen til lastebiler. At de samme aktørene (Mercedes-Benz, Volvo og Scania) også produserer andre tunge kjøretøy og har ambisiøse planer om elektriske lastebiler vil kunne bidra til positive synergieffekter og prisreduksjon i produksjonsledd. Det er seks lastebilprodusenter i Europa: DAF, Daimler, Iveco, Man, Scania og Volvo Group (som inkluderer Renault). Av produsentene er det bare DAF (og Renault) som ikke også lager busser.

5.1.2 Langdistansebusser

Første serieproduksjon av elektriske langdistansebusser i Europa forventer vi å se først etter 2020.

Belgiske Van Hool og amerikanske Proterra har nylig annonsert et samarbeid om den første serieproduserte 12-meters elektriske langdistansebussen, modellen heter CX45E, og denne ventes lansert i det amerikanske markedet i løpet av 2019[376]. Proterra tilbyr i dag modellen Catalyst E2 med batteripakke på inntil 660 kWh (modulbasert med seks batterimoduler med 110 kWh hver) og rekkevidde på over 500 km.



Figur 116. Proterra Catalyst E2.

I Kina produseres elektriske turbusser i større volumer allerede i dag. Foreløpig importeres disse til Europa kun i pilotprosjekter, som til Flixbus som er første selskap som har tatt i bruk elektriske langdistansebusser i Europa. Fra

[375] Volvo Buss. VOLVO B8R. For en førsteklasses flåte.
[376] Bussmagasinet (2017). Van Hool lanserar batteridriven turistbuss. 09.10.17.

2018 kjører de en BYD C9 mellom Frankfurt am Main og Mannheim i Tyskland[377] og de opererer fra før to busser fra bussprodusenten Yutong utenfor Paris i Frankrike[378].

I USA er det noen steder blitt kjøpt inn BYDs C6 til bruk som turistbuss. Det er en 7 meter lang turistbuss med batteripakke på 135 kWh og rekkevidde på inntil 200 km.

Det er stor usikkerhet rundt kostnader for utbygging av ladeinfrastruktur for all type langdistansetransport enten det er lastebiler eller busser. Som for bybusser antas det at langdistansebusser vil lades i depot når de ikke brukes, men de vil antageligvis i større grad bruke hurtiglading langs ruten den opererer. Det anslås at en pakke på 600 kWh representerer behovet til batterikapasitet til langdistansebussene.

Ved lading på lav effekt over natt vil bussene bruke likt utstyr som bybussene, men de vil samtidig kunne ha behov for hurtiglading langs rutene de kjører. Foreløpig er det utviklet få standarder for hurtiglading av tunge kjøretøy og industrien er i en forholdsvis tidig fase. Samtidig finnes det synergieffekter fordi langdistansebussene muligens kan dele infrastruktur for hurtiglading med andre kjøretøy, som lastebiler. Langdistansebussene leier seg i dag inn på terminaler og disse terminalene eller flyplassene kan også tenkes å legge til rette for lading.

5.2 Analyse av merkostnader

Utgangspunktet for analysen av merkostnader er en forenklet modell, der det antas at alle dagens transporttjenester med buss dekkes av to typer busser – en bybuss og en langdistansebuss. De fossile versjonene av de to busstypene kalles "referansekjøretøy", mens de elektriske alternativene som i modellen erstatter referansekjøretøyene én til én kalles "tiltakskjøretøy".

Det er en utfordring at statistikken er mangelfull når det gjelder oversikt over antall *minibusser*. En del minibusser er i bruk som drosjer, mens det også er en betydelig andel i privat eie og hos lag og foreninger. Det er derfor ikke gjennomført analyser av merkostnader for el-minibusser.

5.2.1 Valg av referansekjøretøy

Som referansekjøretøy har vi valgt eksisterende dieselbusser fra Volvo uten hybrid drivlinje. Bybussen er en typisk buss klasse 1 til kollektivtrafikk med lavt gulv, mens langdistansebussen er en klasse 3 rutebuss (typisk ekspressbuss, flybuss eller turbuss).



Figur 117. Eksempel på bybuss og langdistansebusser fra Volvo

I analysen legges det for enkelhets skyld til grunn for leddbusser at *merkostnaden* for investering i elektrisk buss vil være omtrent den samme for en vanlig buss som for en leddbuss. Det er batterikapasitet som er den største driveren for kostnader og den kan endres i ulike scenario-kjøringer. Beregningene av merkostnader som gjøres nedenfor vil derfor være representative for hele bybuss-segmentet.

For langdistansebusser er det lite tilgjengelig informasjon om bestand og nysalg. I utslippsframskrivningene for klimagassutslipp er det lagt til grunn et årlig nysalg på 300-400 langdistansebusser årlig. NHO Transport har tidligere spilt inn at dette tallet virker høyt, men at turbussnæringen er vanskelig å kartlegge. Vi har i vårt basisscenario antatt

[377] Electrive.net (2018). Flixbus setzt erstmals E-Fernbus in Deutschland ein. 24.10.18.
[378] Electrive.net (2018). Flixbus startet E-Bus-Linie in Paris und plant für Deutschland. 10.04.18.

et årlig nysalg på 200 busser i hele perioden 2020-2030. Langdistansebusser kjøpes ikke inn i anbudsrunder på samme måte som busser til kollektivtransport, men etter behov hos den enkelte operatør.

5.2.2 Merkostnader knyttet til innkjøp

Som for de andre segmentene kjøretøy er pris på dagens eksisterende elektriske busser ikke nødvendigvis representativ for prisen som kan forventes i årene framover. Busser er et segment som er i tidlig fase i introduksjon av elektriske drivlinjer og det er mange ledd i produksjon som kan være fordyrende i en periode framover fram til det at hele verdikjeden modnes.

Dagens elektriske busser produseres i relativt beskjeden skala, i tillegg til at prisbildet forstyrres av mange ulike typer subsidier eller støtteordninger. Som for de andre segmentene modellerer vi derfor tiltakskjøretøy og legger på en merkostnad som skyldes at markedet fortsatt er i utvikling.

Det modellerte tiltakskjøretøyet bygger på kostnadsvurdering og -utvikling på tre ulike komponenter; glider (chassis og karosseri), drivlinje (uten batteri) og batteri (pakke).

- Vi modellerer markedet med bybusser og langdistansebusser. Klasse 2, regionbusser, antar vi er kommet omtrent like langt i utviklingen og har lignende merkostnader som langdistansebusser i overgang til elektriske kjøretøy. Modell til langdistansebuss er noe justert for også å dekke regionbuss.
- Prisforskjell i dagens marked mellom referansekjøretøy og tiltakskjøretøy antar vi skyldes umoden produksjonslinje med små produksjonsserier av elektriske busser, samt delvis umodent salgsnettverk.
- Innkjøpskostnad for begge referansekjøretøy er estimert til 2 500 000 kroner i 2019.
- Vi antar at produksjon, det vil si konstruksjon av den elektriske bussen ekskludert drivlinje og batteri, i utgangspunktet ikke har noen fordyrende elementer sammenlignet med en buss med forbrenningsmotor. Vi antar at produksjonskostnaden for en dieselbuss uten drivlinje (glider) utgjør 90 prosent av prisen på en dieselbuss i dagens marked for begge typer busser[379]. Kostnaden er uendret over perioden.
- Vi antar at kostnaden for drivlinjen til en dieselbuss utgjør de resterende 10 prosent for begge typer referansekjøretøy. Kostnad til drivlinje for referansekjøretøy øker med 1 prosent årlig som følge av strengere utslippskrav og utvikling av Euro-kravene.
- Kostnad for buss uten drivlinje (glider) til elektrisk tiltakskjøretøy antas lik kostnad til referansekjøretøy. Kostnaden er uendret over perioden[380].
- Kostnad for drivlinjen til tiltakskjøretøy er basert på effekt og estimert til 200 kr/kW, i tillegg til en fast kostnad per buss for det øvrige elektriske systemet på 40 000 kr[381]. Motoren til en bybuss antas gi 240 kW, en langdistansebuss 400 kW. Kostnad for drivlinje til tiltakskjøretøy antas redusert med 1 prosent årlig som følge av skalafordeler av økt produksjonskapasitet.
- Prisen på batteripakken (350[382] respektive 600 kWh) beregnes etter prisutvikling som angitt i kapittel om batteriutvikling, se kapittel 4.3.2. Batteripakkens størrelse endres ikke over perioden i basisscenarioet. Vi

[379] Tilsvarende ca. 1 000 kr/kW motoreffekt (dieselmotor). Basert på estimat for tunge kjøretøy, jf. ICCT (2017). Transitioning To Zero-Emission Heavy-Duty Freight Vehicles, og motoreffekt på 320 hk/240 kW.

[380] Som for øvrige segment kjøretøy vurderes det som en forsiktig antakelse i favør av dieselbussen da muligheten å designe bussen på ny fra bunn og ta høyde for lavere antall komponenter og en mindre plasskrevende elektrisk drivlinje bør åpne for kostnadsreduksjoner over tid.

[381] I tråd med blant annet TNO (2018). Assessments with Respect to the EU HDV CO2 Legislation. Se også referanse til beregnet kostnad for motoreffekt for dieselbuss.

[382] Tilsvarer den kapasitet de første elektriske leddbussene til Ruter i Oslo har installert, se Ruter faktaark: Fakta om de åtte ulike elbussene.

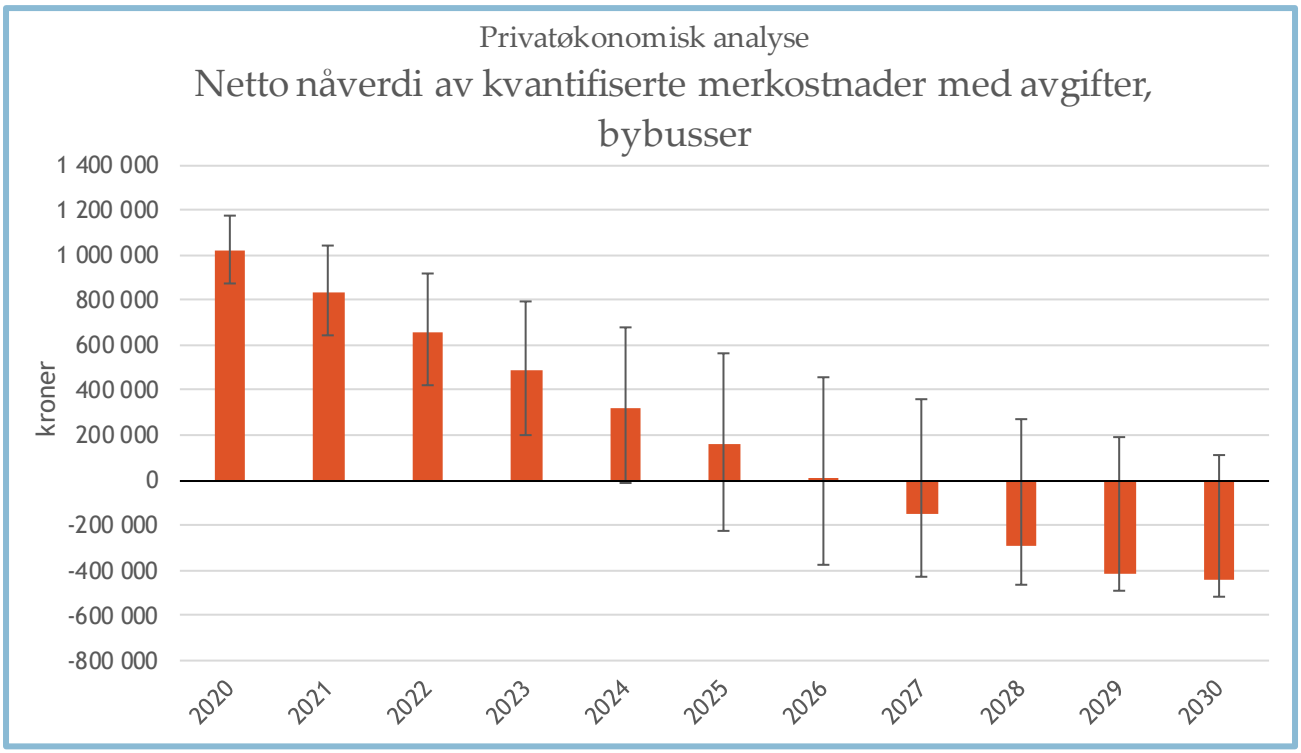
antar at modeller introduseres med noe begrenset batteripakke, men at større utvalg av større batteripakker vil bli tilgjengelig over tid.

- Vi antar videre en merkostnad for produksjon av (ekskl. batteripakken), som skyldes umoden produksjonslinje samt delvis umodent salgsnettverk (for en bybuss 1 million kroner i 2019, for en langdistansebuss 1,5 million kroner) som avtar over perioden og når 0 kroner i 2029.
- Merkostnaden for bompassering, parkering med mer for referansekjøretøy er anslått til 0 kroner for bybuss og 10 000 kroner for langdistansebuss.
- Vi antar at elektriske bybusser er tilgjengelig i 2019, men at de første elektriske langdistansebussene først kan introduseres i liten skala fra 2022. Priser beregnes uten eventuell støtte fra Enova eller lignende ordninger.
- Levetid for begge typer busser settes til ti år. En typisk kontrakts-lengde for offentlig kollektivtransport antas være åtte år, men at den etter åtte år har så lav restverdi at vi med ti års levetid antar restverdi til 0 kroner.
- Estimert forbruk for elektrisk bybuss er 1,3 kWh/km[383]. Vedlikeholdskostnad er satt til 2,20 kr/km for en dieselbuss, og 1,60 kr/km for en elektrisk buss[384].
- 20 prosent av den strøm som lades på bybuss antas fra hurtiglading, 25 prosent for en langdistansebuss.
- I beregning av strømforbruk til elbil er det i vår modell inkludert et ladetap (fra lader til bil) på 5 prosent i vår modell.
- Kostnad for installasjon av ladeinfrastruktur er antatt til 800 000 kroner per buss.

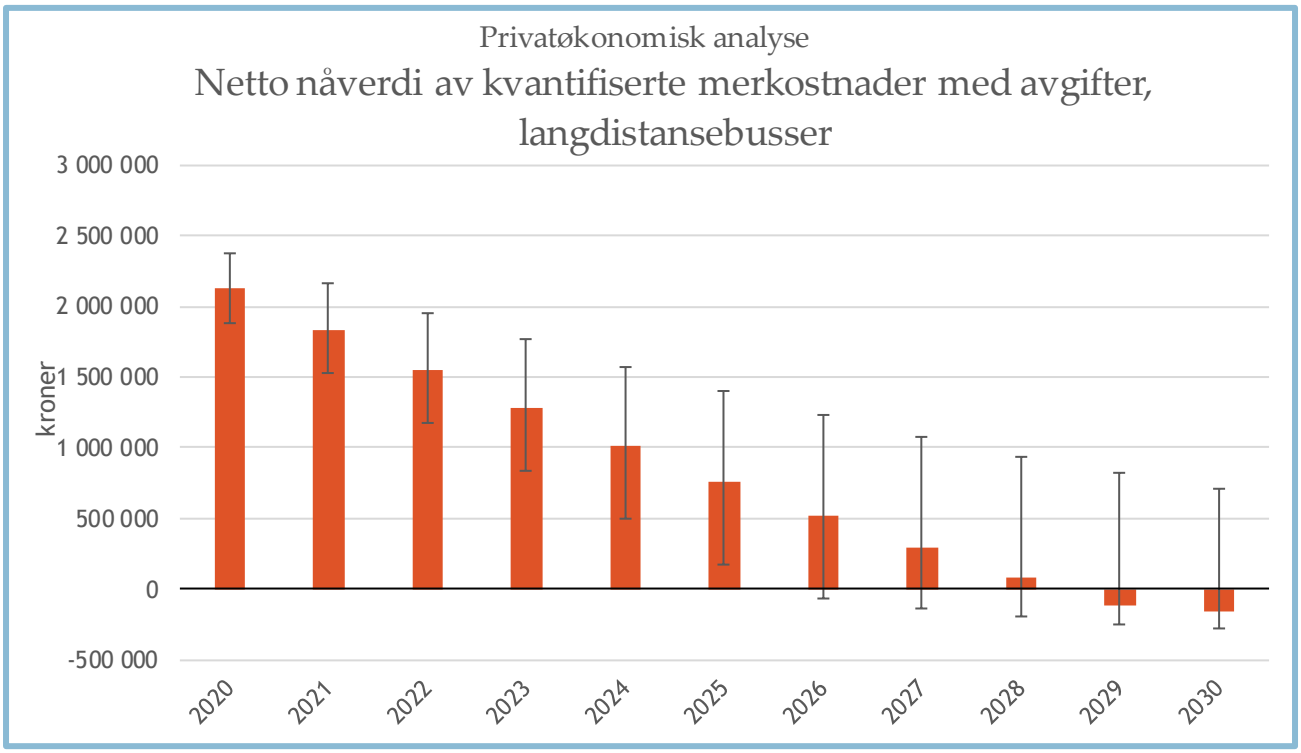
5.2.3 Merkostnader over tiltakenes levetid

Figur 118 og Figur 119 viser netto nåverdi av de privatøkonomiske merkostnadene ved investering i en elektrisk buss i stedet for en dieselbuss for henholdsvis bybusser og langdistansebusser. For bybusser forventes investeringen å kunne bli lønnsom fra ca. 2026, mens det for langdistansbussene ikke forventes å bli lønnsomt før i 2029. Hovedgrunnen til forskjellen mellom segmentene er at det er forutsatt en betydelig større batteripakke i langdistansebussene (600 kWh mot 350 kWh i bybussene), slik at merkostnaden ved investering er betydelig høyere for langdistansebussene.

[383] Se IEA (2018). Global EV Outlook 2018.
[384] Basert på Ruter (2018). Utslippsfri kollektivtransport i Oslo og Akershus. 08.01.18. Versjon 10.



Figur 118. Netto nåverdi av privatøkonomiske merkostnader ved investering i elektrisk bybuss. Avvikssymbolene viser hvordan lønnsomheten endres i et scenario med høye innkjøpskostnader (30 % økt batterikostnad og skalafordeler som oppnås for fullt først etter 20 år i stedet for 10 år i basisscenarioet) og i et scenario med lave innkjøpskostndaer (20 % redusert batterikostnad og skalafordeler som oppnås for fullt etter 7 år). Diskonteringssats 8,5%. Diskontert til innkjøpsåret. 2019-kroner.



Figur 119. Netto nåverdi av privatøkonomiske merkostnader ved investering i elektrisk langdistansebuss. Avvikssymbolene viser hvordan lønnsomheten endres i et scenario med høye innkjøpskostnader (30 % økt batterikostnad og skalafordeler som oppnås for fullt først etter 20 år i stedet for 10 år i basisscenarioet) og i et scenario med lave innkjøpskostndaer (20 % redusert batterikostnad og skalafordeler som oppnås for fullt etter 7 år). Diskonteringssats 8,5%. Diskontert til innkjøpsåret. 2019-kroner.

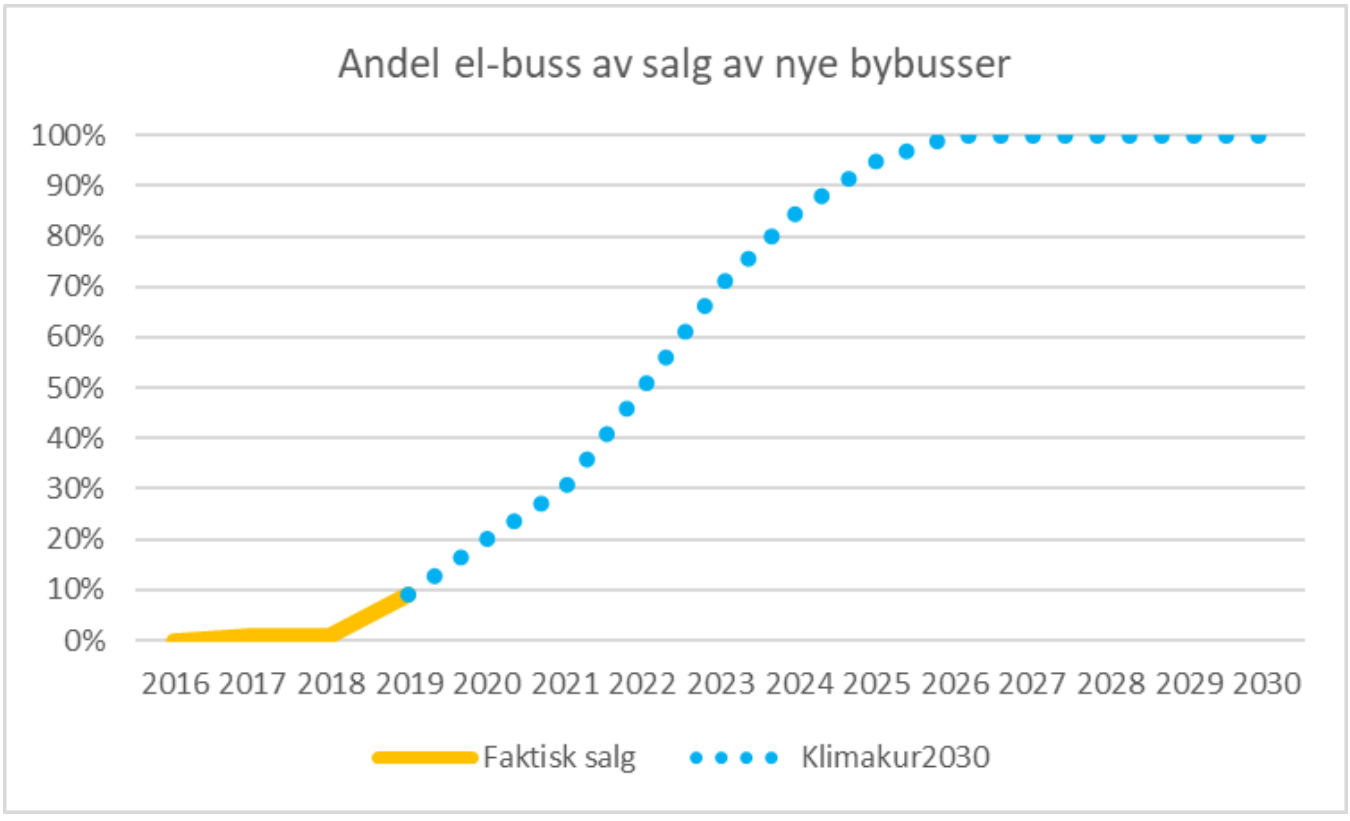
5.3 Beregning av tiltakskostnad

Merkostnadsberegningene presentert foran, fratrukket skatter og avgifter og justert for positive helseeffekter ved redusert luftforurensning, benyttes til å anslå samfunnsøkonomiske tiltakskostnader for samletiltakene *100 % av nye bybusser er elektriske innen utgangen av 2025* og *75 % av nye langdistansebusser er el- eller hydrogenkjøretøy i 2030*. For å finne netto nåverdi av merkostnadene i samletiltaket, ganges netto samfunnsøkonomiske merkostnader per kjøretøy (i 2019-kroner) med antall tiltakskjøretøy som anskaffes hvert år i perioden. Tiltakskostnaden fremkommer ved å dele denne kostnaden på utslippsreduksjonene som tiltaket er anslått å utløse.

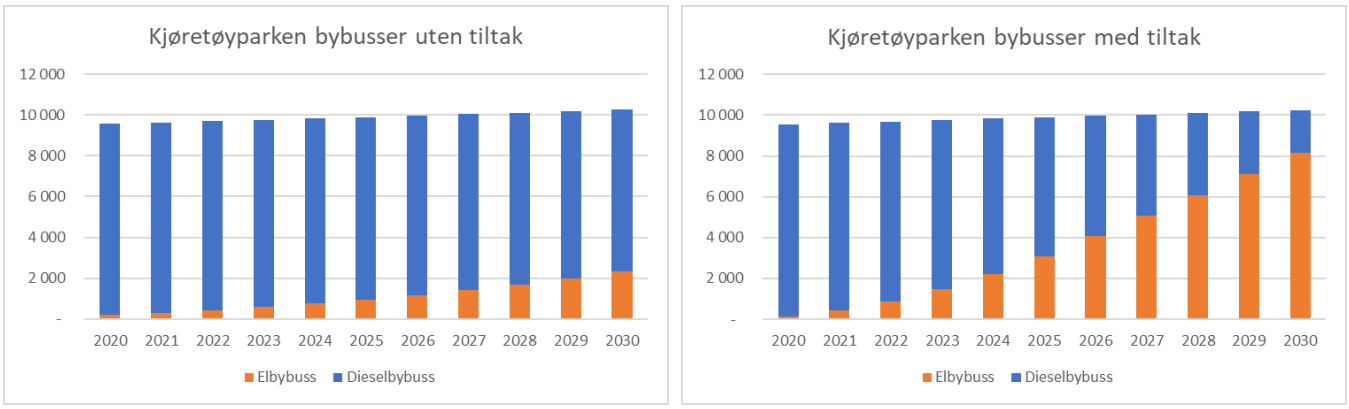
5.3.1 Innfasing og utslippsreduksjoner

Figur 120 viser innfasingen som er lagt til grunn i tiltaket for bybusser. Figur 121 viser hvordan kjøretøyparken for bybusser utvikler seg i nullalternativet (uten tiltak) og ved gjennomføring av tiltaket. Utslippsreduksjonen i perioden 2021-2030 er på 1,08 millioner tonn CO_2.

Innfasingstakten for elektriske langdistansebusser er vist i Figur 122. Figur 123 viser hvordan dette påvirker utviklingen i kjøretøyparken. Den samlete utslippsreduksjonen som følge av tiltaket er på 0,17 millioner tonn CO_2 for perioden 2021-2030.



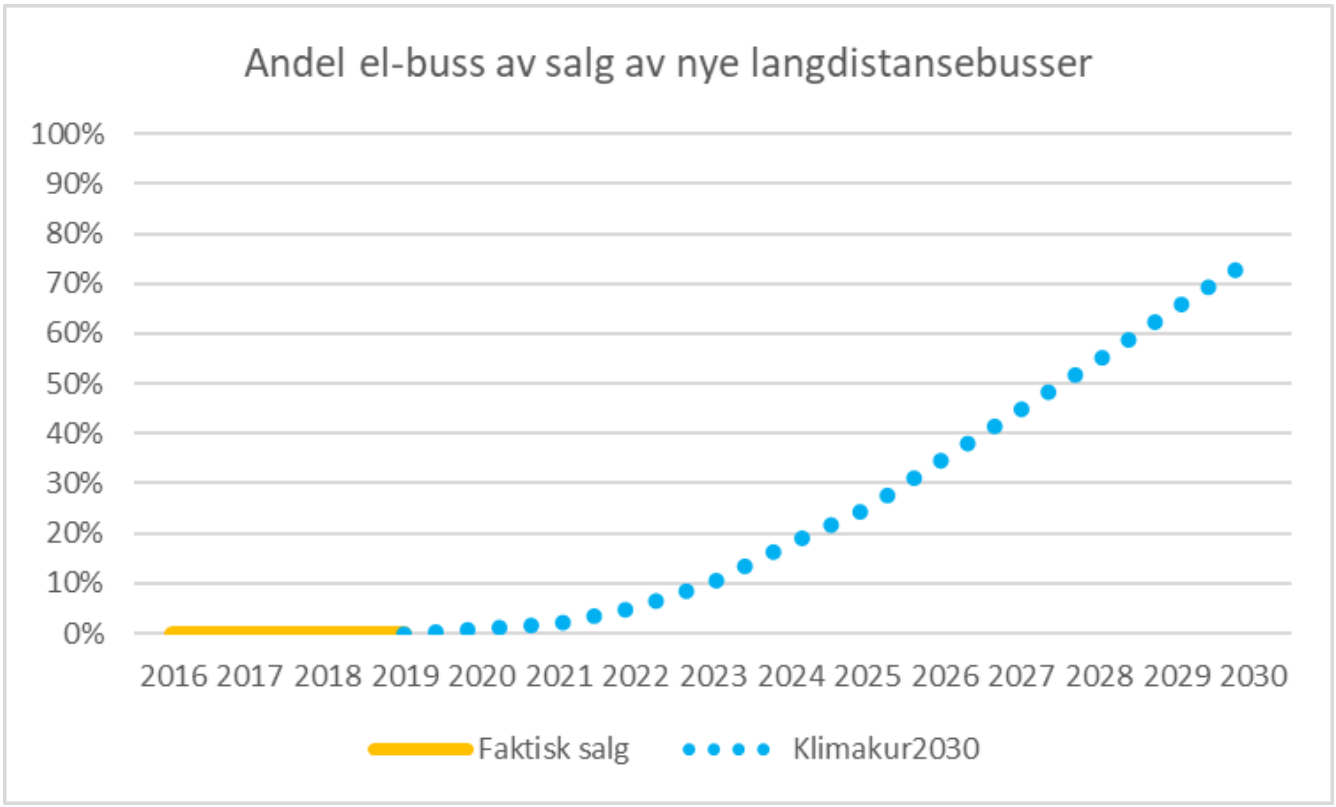
Figur 120. Innfasing av elektriske bybusser. Kilde OFV og elbilstatistikk.no. 2019 til og med juli.



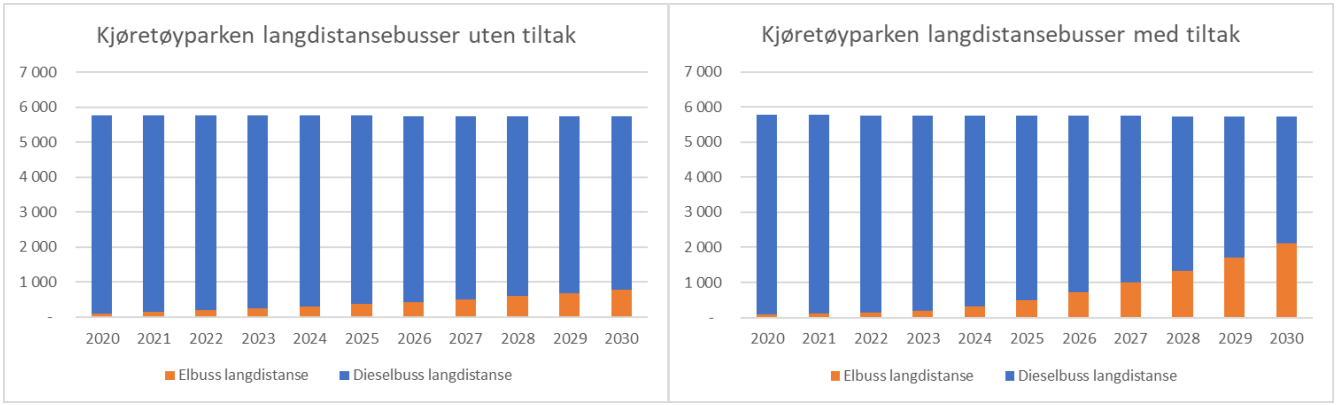
Figur 121. Kjøretøyparken for bybusser i nullalternativet (uten tiltak) og ved gjennomføring av tiltaket

Fra og med 2025 antar vi at elektriske modeller fra alle de store europeiske produsentene er tilgjengelige i det norske markedet, og at alle nye kontrakter for bybusser blir el- eller biogassbusser.

Innkjøp av busser gjøres i anbudsrunder. Dette vil kunne ha mye å si for utviklingen fordi produsenter retter utvikling og tilbud av modeller etter kommende bestillinger.



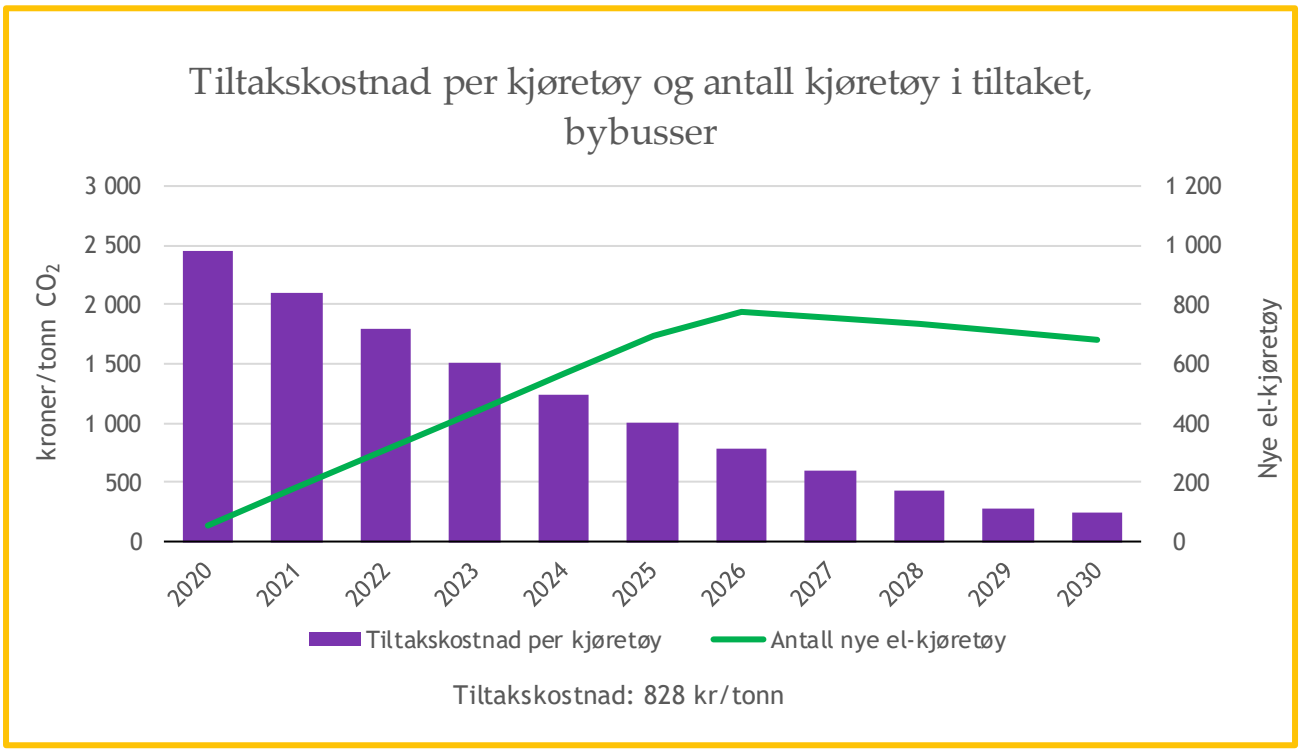
Figur 122. Innfasing av elektriske langdistansebusser.



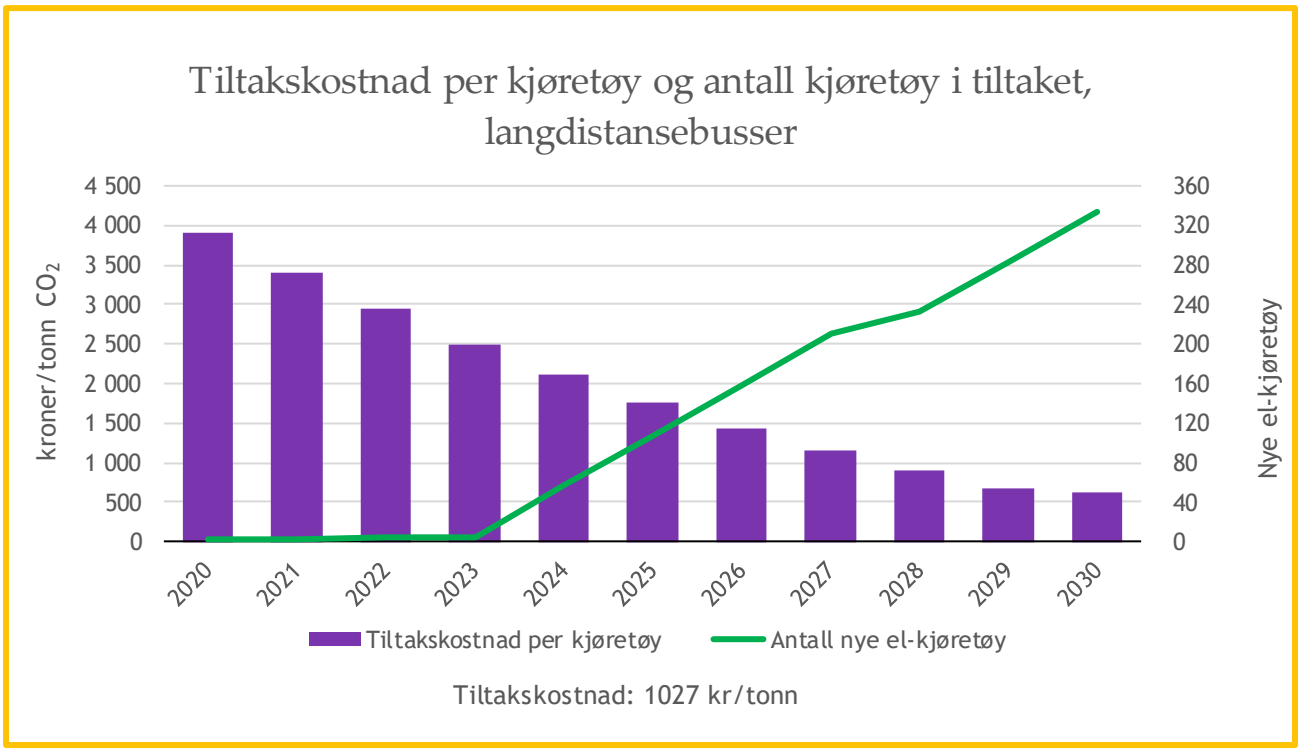
Figur 123. Kjøretøyparken for langdistansebusser i nullalternativet (uten tiltak) og ved gjennomføring av tiltaket

5.3.2 Tiltakskostnader

Tiltakskostnaden for elektriske bybusser og langdistansebusser ligger på henholdsvis 800 og 1000 kr/tonn CO_2-ekvivalenter, se Figur 124 og Figur 125.



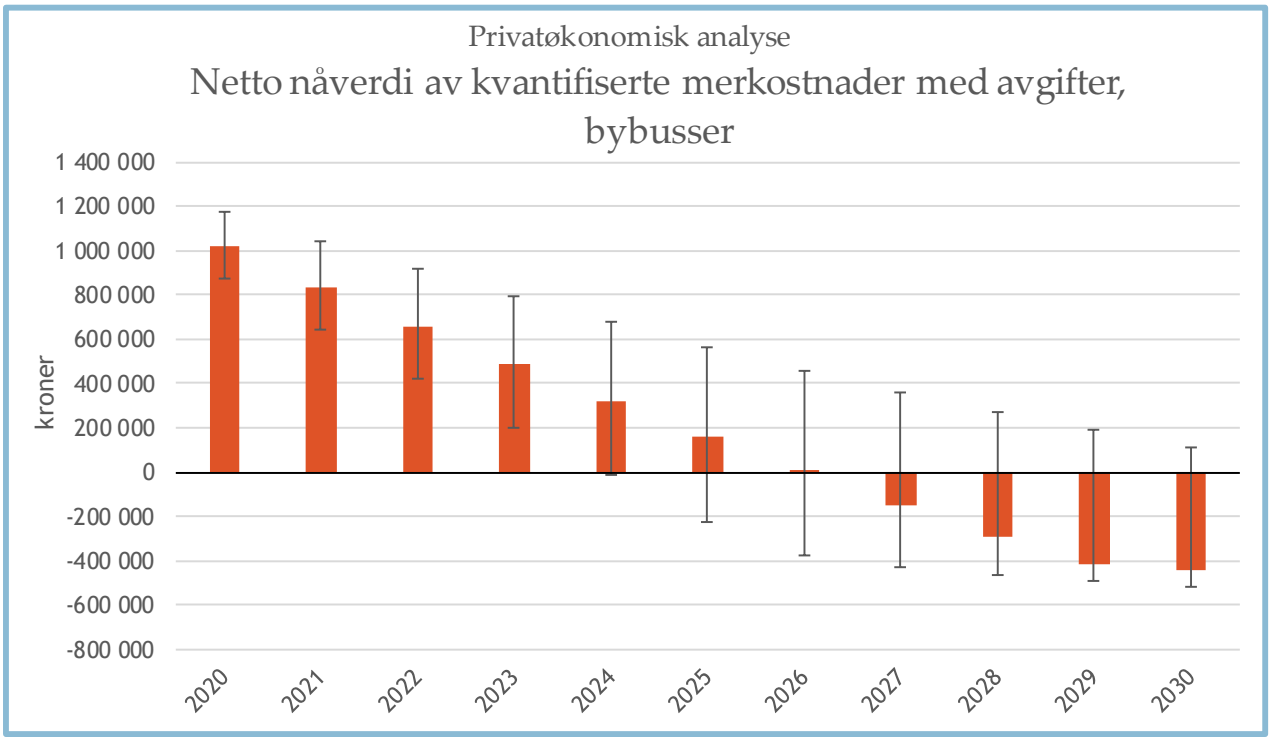
Figur 124. Utvikling i salg av nye elbybusser utover referansebanen for å realisere tiltaket, årlig tiltakskostnad per kjøretøy. 2019-kroner. Kalkulasjonsrente 4 %.



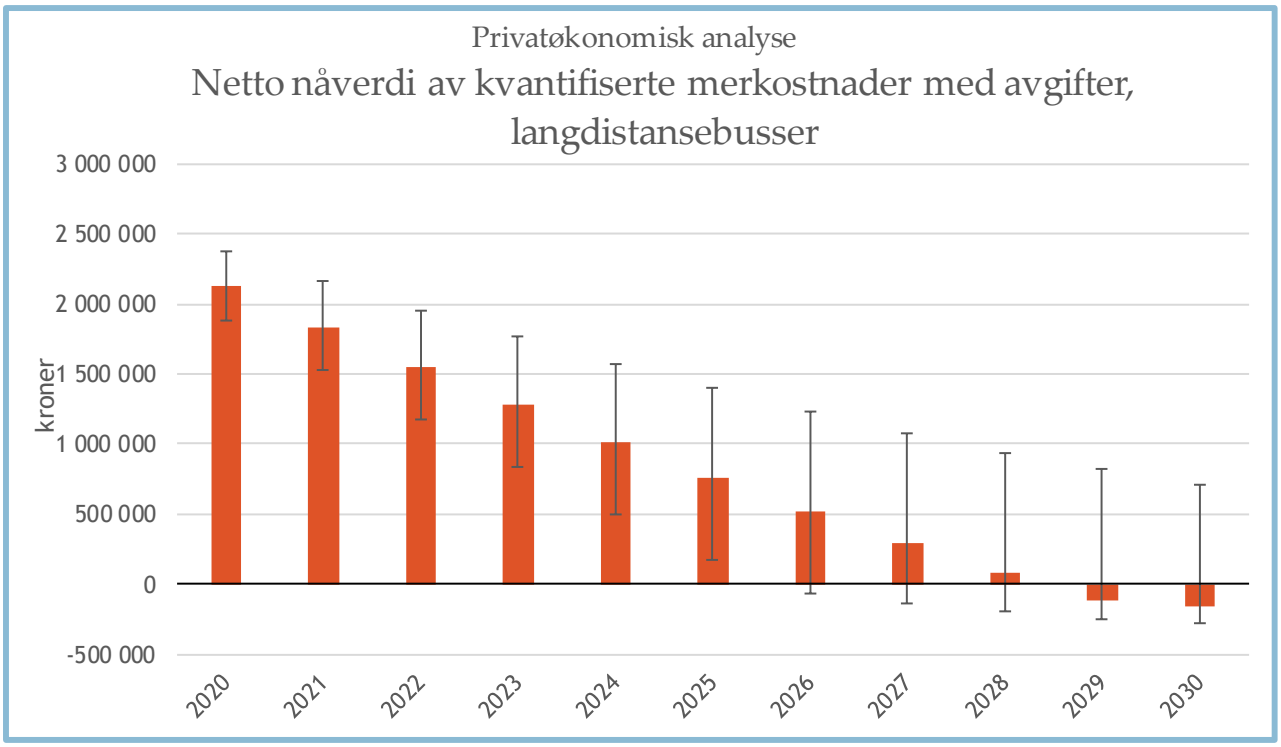
Figur 125. Utvikling i salg av nye elektriske langdistansebusser utover referansebanen for å realisere tiltaket, årlig tiltakskostnad per kjøretøy. 2019-kroner. Kalkulasjonsrente 4 %.

5.4 Sensitivitets- og scenarioberegninger

Figur 126 og Figur 127 viser hvordan endringer i forutsetningene for innkjøpskostnad (batteripris og skalaulempe) påvirker den privatøkonomiske merkostnaden ved investering i elektriske busser i de to segmentene.



Figur 126. Netto nåverdi av privatøkonomiske merkostnader ved investering i elektrisk bybussbuss. Avvikssymbolene viser hvordan lønnsomheten endres i et scenario med høye innkjøpskostnader (30 % økt batterikostnad og skalafordeler som oppnås for fullt først etter 20 år i stedet for 10 år i basisscenarioet) og i et scenario med lave innkjøpskostndaer (20 % redusert batterikostnad og skalafordeler som oppnås for fullt etter 7 år). Diskonteringssats 8,5%. Diskontert til innkjøpsåret. 2019-kroner.



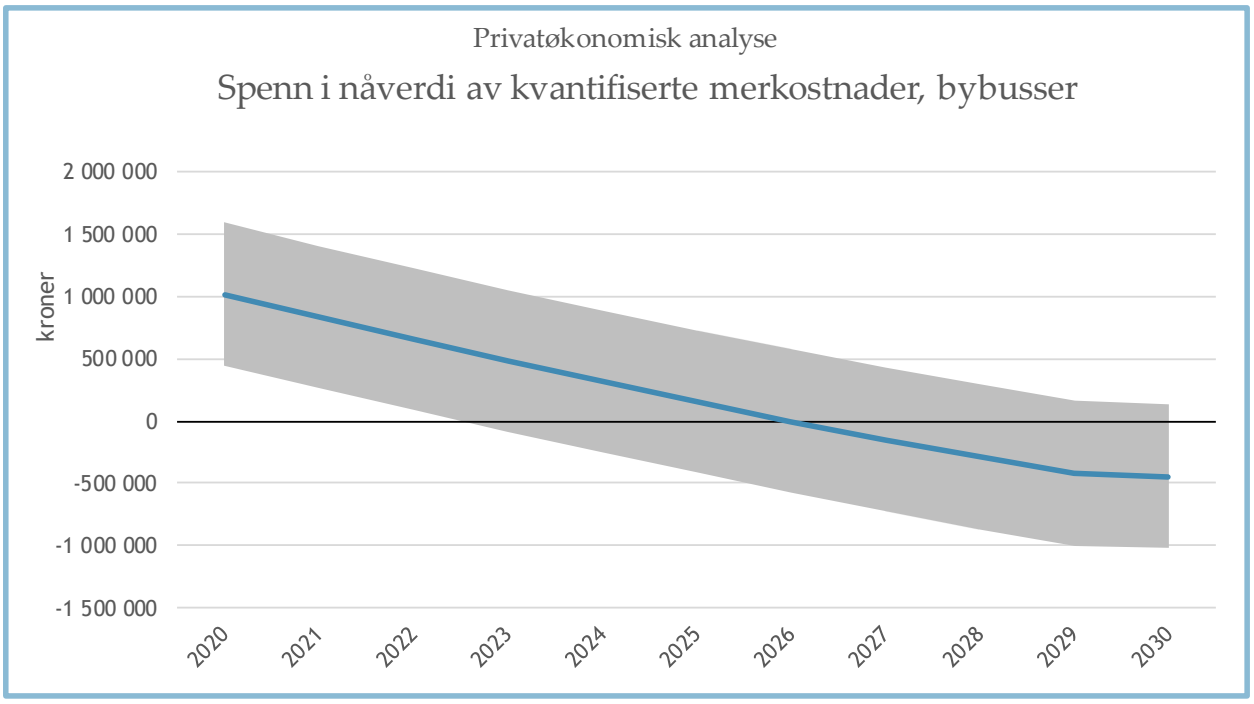
Figur 127. Netto nåverdi av privatøkonomiske merkostnader ved investering i elektrisk langdistansebuss. Avvikssymbolene viser hvordan lønnsomheten endres i et scenario med høye innkjøpskostnader (30 % økt batterikostnad og skalafordeler som oppnås for fullt først etter 20 år i stedet for 10 år i basisscenarioet) og i et scenario med lave innkjøpskostndaer (20 % redusert batterikostnad og skalafordeler som oppnås for fullt etter 7 år). Diskonteringssats 8,5%. Diskontert til innkjøpsåret. 2019-kroner.

Tabell 13 viser hvordan tiltakskostnaden påvirkes av innkjøpskostnader. I scenarioet med høye innkjøpskostnader er batterikostnad økt med 10 prosent i 2020 og 30 prosent i 2030 og det er antatt at skalafordeler oppnås for fullt først etter 20 år i stedet for ti år i basisscenarioet. I scenarioet med lave innkjøpskostnader er batterikostnaden redusert med 10 prosent i 2020 og med 20 prosent i 2030 og det er antatt at skalafordeler oppnås for fullt etter syv år.

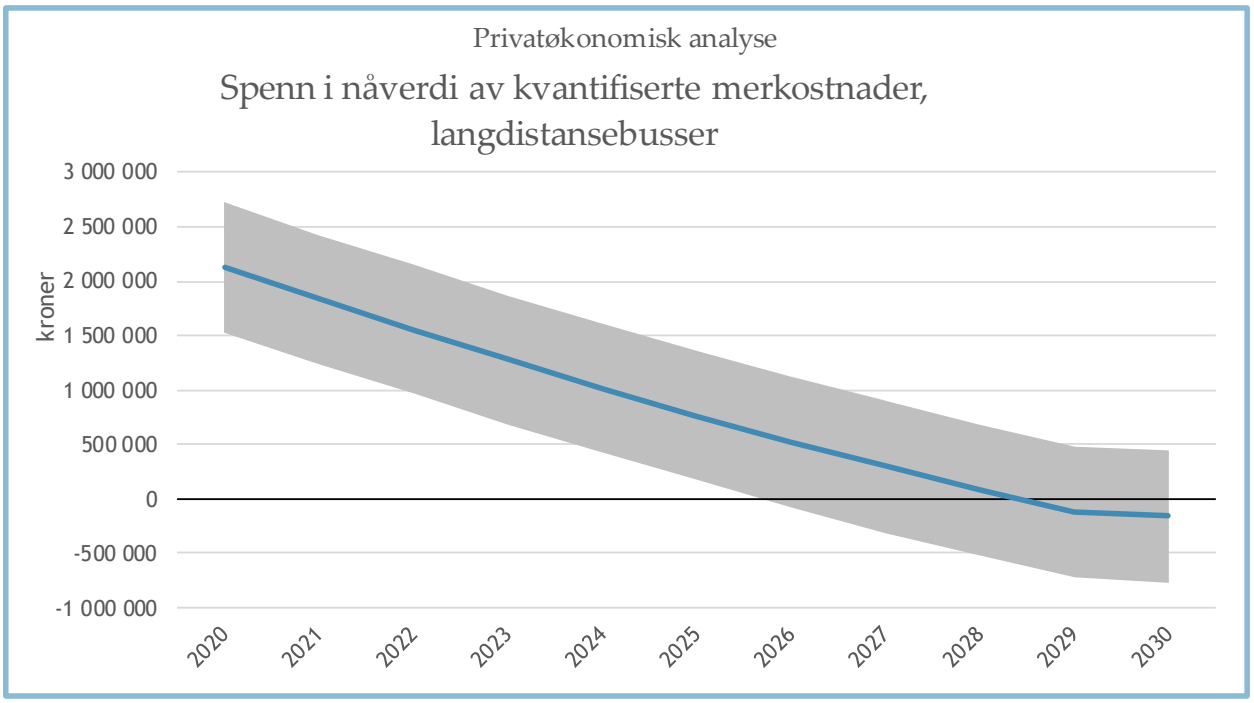
Tabell 13. Tiltakskostnad for bybusser og langdistansebusser ved høye og lave innkjøpskostnader

	Basis	Høy	Lav
Bybusser	800	1 300	500
Langdistansebusser	1 000	1 800	700

Figur 128 og Figur 129 viser hvordan ulike bruksmønster påvirker den privatøkonomiske lønnsomheten ved tiltakene. Det er sett på et spenn i kjørelengde med +/-50 prosent og en endring i bomutgifter med +/-100 prosent (kun relevant for langdistansebuss siden det er forutsatt at bybusser ikke betaler bompenger). Mens det for gjennomsnittsbrukeren i begge segmentene lønner seg å investere i en elektrisk buss før 2030, gjelder dette ikke for de brukerne med kortest kjørelengde og uten bompengefordeler.



Figur 128. Spenn i netto nåverdi av privatøkonomiske merkostnader for elektrisk bybuss ved ulike bruksmønster Diskonteringssats 8,5%. Diskontert til innkjøpsåret. 2019-kroner.



Figur 129. Spenn i netto nåverdi av privatøkonomiske merkostnader for elektrisk langdistansebuss ved ulike bruksmønster Diskonteringssats 8,5. Diskontert til innkjøpsåret. 2019-kroner.

5.5 Andre lav- og nullutslippsteknologier

5.5.1 Biogass

Bussmarkedet er i dag det viktigste markedet for bruk av biogass i Norge. Bruken har vært fremmet gjennom en kombinasjon av lokalpolitiske vedtak, offentlige anskaffelser og fritak for veibruksavgift. Omtrent halvparten av forbruket av biogass som drivstoff skjer i dette markedet.[385] Økt konkurranse fra flytende biodrivstoff og

[385] Avfall Norge, epost-korrespondanse 17.12.2019.

batterielektriske busser har resultert i en krevende konkurransesituasjon for biogass i bussmarkedet. 820 gassbusser var registrert i Norge i 2018. Energigass Norge anslår at 180-200 GWh biogass, altså i underkant av 18-20 millioner dieselekvivalenter[386], ble brukt i bussmarkedet i 2019.[387] Naturgass blir brukt som reserveforsyning for biogass i bussmarkedet. De seneste årene er det eksempler på bussaktører med redusert satsing på biogass, som Ruter i Oslo og Akershus. Det er også eksempler på aktører med betydelig økt satsing, som Skyss i Bergen og Tide i Trondheim.[388]

Det er ikke utredet eget tiltak for bruk av biogass til buss i Klimakur 2030. I modellering av segmentet bybusser har vi lagt til grunn kostnader for elektriske busser, og ikke gjort noen antagelser om en eventuell andel av bybusser som går på biogass. Andre privatøkonomiske analyser har vist at biogass til bybussdrift i dag er generelt noe dyrere enn bruk av dieselteknologi, inkludert avansert biodiesel, men er rimeligere enn batterielektriske busser.[389] Med den forventede kostnadsutviklingen som er lagt til grunn i Klimakur 2030, kan det antas at totale kostnader forbundet med batterielektrisk drift vil lavere enn for biogassdrift før 2025. Biogass kan for øvrig være særlig relevant for langdistansebusser, som normalt brukes i bussdrift med større fleksibilitet- og rekkeviddebehov enn bybusser i rutedrift.[390]

5.5.2 Hydrogen

På sikt vil også hydrogenelektriske busser med brenselcelle kunne bli aktuelt. Dette er fortsatt umoden teknologi i en tidlig fase og testes ut i enkelte pilotprosjekter i Europa. Kollektivselskapet Ruter har i flere år hatt et prosjekt med fem hydrogenbusser i Oslo og Akershus. Opsjonen på flere hydrogenbusser er ikke blitt løst ut på grunn av at kostnadene var betydelig høyere enn forventet. De strekninger som skulle dekkes av anbudet der det var tenkt å bruke hydrogenbusser krever klasse 2-busser, som før ikke fantes som batterielektriske. Ifølge Ruter finnes det nå slike busser, og at prisen blir lavere enn for hydrogenbussene[391].

Hydrogen kan bli en konkurransedyktig energibærer mot fossil energi en gang i løpet av 2020-tallet, mest sannsynlig i løpet av siste halvdelen av perioden. Bloomberg mener hydrogen fra vind og solenergi kan nå prisparitet med naturgass i samme periode, innen 2030[392]. Det kan være at det vil være særlig relevant løsning med hydrogenbuss i segmentet langdistansebuss. Flixbus har annonsert at man i samarbeid med selskapet Freudenberg kommer til å teste slike busser[393]. Brenselceller kan også på sikt bli en aktuell løsning som rekkeviddeforlenger i en hybridbuss med batteri- og hydrogenløsning.

Med tanke på den omfattende introduksjonen av et stort antall modeller batterielektriske busser de neste årene forventer vi ikke at hydrogenelektriske busser blir introdusert i særlig større grad i tidsperioden før 2030. Vi har ikke inkludert hydrogenbuss som eget tiltak i vår modell.

5.5.3 Trolleybusser

Trolleybusser kan være et alternativ til elektriske bybusser, mest relevant i byer som allerede har bygget ut slik infrastruktur.

---

[386] 10 kWh biogass kan erstatte i underkant av 1 liter diesel. 180-200 GWh erstatter dermed i underkant av 18-20 millioner liter diesel.
[387] Energigass Norge. Epost-korrespondanse 29.10.2019.
[388] Se f. eks. Ruter (2018). Utslippsfri kollektivtransport i Oslo og Akershus. 08.01.18. Versjon 10, "Bergen Nord full av MAN" http://bussmagasinet.no/?p=12160 og " https://www.tide.no/i-tide/miljoe-og-teknologi/trondheim-faar-norges-mest-miljoevennlige-bussflaate/
[389] Se f. eks: Departementene (2019). Plan for fossilfri kollektivtrafikk i 2025. Handlingsplan. 01.07.19.
[390] Blant annet har Flixbus annonsert samarbeid med buss-selskapet Freudenberg. Mer info: https://www.electrive.net/2019/09/02/flixbus-will-brennstoffzellenbusse-testen/
[391] Bussmagasinet (2019). Ruter dropper flere hydrogenbusser i denne runden. 12.06.19.
[392] Bloomberg (2019). Hydrogen's Plunging Price Boosts Role as Climate Solution. 22.08.19.
[393] Electrive.net (2019). Flixbus will Brennstoffzellenbusse testen. 02.09.19.

Prisutviklingen på batteriteknologi ser ut til å gjøre at batteribusser kommer stadig bedre ut økonomisk, også sammenlignet med trolleybusser i byer med etablert infrastruktur. I Norge vil det sannsynlig kun være i Bergen, med eksisterende infrastruktur, at trolleybuss er et mulig alternativ langs noen ruter.



I Klimakur 2030 er potensialet for å redusere ikke-kvotepliktige utslipp av klimagasser analysert. Tiltak som øker opptaket og reduserer utslipp fra skog og annen arealbruk er også vurdert.

www.klimakur2030.no

M-1625 | 2020

Trykksak
2041 0731