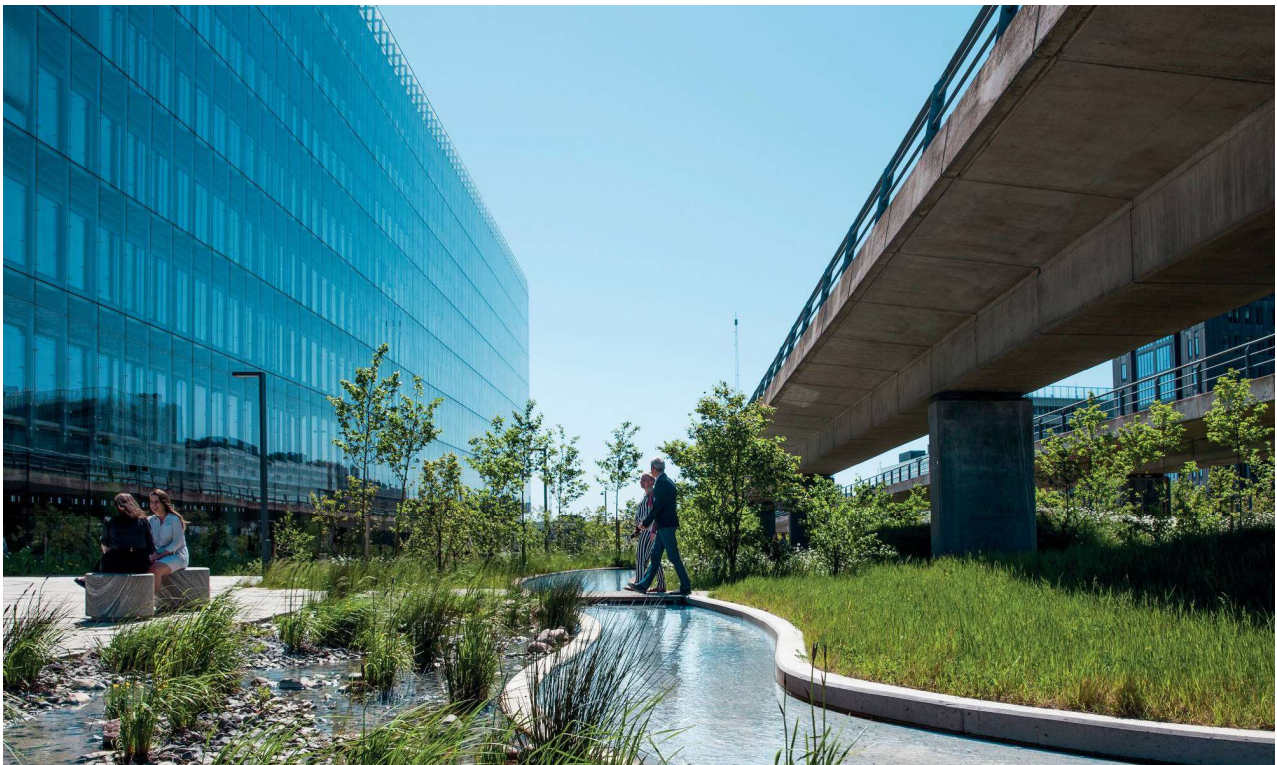


Beregnet til
Kommunal- og moderniseringsdepartementet
Dokument type
Rapport

Dato
Oktober 2021

FORPROSJEKT

KLIMAVERKTØY TIL KOMMUNAL PLANLEGGING ETTER PLAN- OG BYGNINGSLOVEN



FORPROSJEKT KLIMAVERTØY TIL KOMMUNAL PLANLEGGING ETTER PLAN- OG BYGNINGSLOVEN

Oppdragsnavn **Forprosjekt om klimaverktøy til kommunal planlegging etter plan- og bygningsloven**
Prosjekt nr. **1350047299**
Mottaker **Kommunal- og moderniseringsdepartementet**
Dokument type **Rapport**
Versjon **02 / Endelig**
Dato **29.10.2021**
Utført av **Ole Johan Kittilsen, Andre Uteng, Lucas van Laack, Ingvild Wang**
Kontrollert av **Ingvild Wang**
Godkjent av **Ole Johan Kittilsen**

Rambøll
Kobbes gate 2
PB 9420 Torgarden
N-7493 Trondheim

T +47 73 84 10 00
<https://no.ramboll.com>

1. SAMMENDRAG

Kommunal- og moderniseringsdepartementet (KMD) har bedt Rambøll levere et forprosjekt for å utrede muligheter, begrensninger og forutsetninger for et klimaverktøy for kommunal planlegging. Det er ønskelig at verktøyet kan brukes i alle kommuner, til alle plantyper, ulike scenarier, og at samlede virkninger av planalternativet sammenlignes med et nullalternativ. Det skal ikke medføre kostnader for brukerne å benytte verktøyet. Forprosjektet skal undersøke eksisterende verktøy, og hvorvidt det tilstrekkelige grunnlagsdata er tilgjengelig for utvikling av et klimaverktøy. Hva Rambøll anser som de viktigste suksesskriteriene og kravene til et mulig verktøy er beskrevet i kapittel 4. Figur 1 illustrerer hvordan grensesnittet i et mulig verktøy kan se ut.



Figur 1: Skjermtutklipp fra SSB sin kart- og dataverktøy som inspirasjon for klimaverktøy

I dag finnes flere verktøy som kan benyttes til å beregne klimaautslipp fra enten bygg, transport eller arealbruk, se kapittel 5. De fleste verktøyene er imidlertid utviklet med andre formål enn helhetlig kommunal arealplanlegging, og har gjerne et mer tematisk fokus. Eksempler er VegLCA utviklet for veg- og baneutbygging eller One Click LCA for utslipp fra bygninger. Regional transportmodell gir også data om transport som via EFFEKT kan beregne klimaautslipp knyttet til veg og bane. Enkelte av verktøyene har også en brukerkostnad.

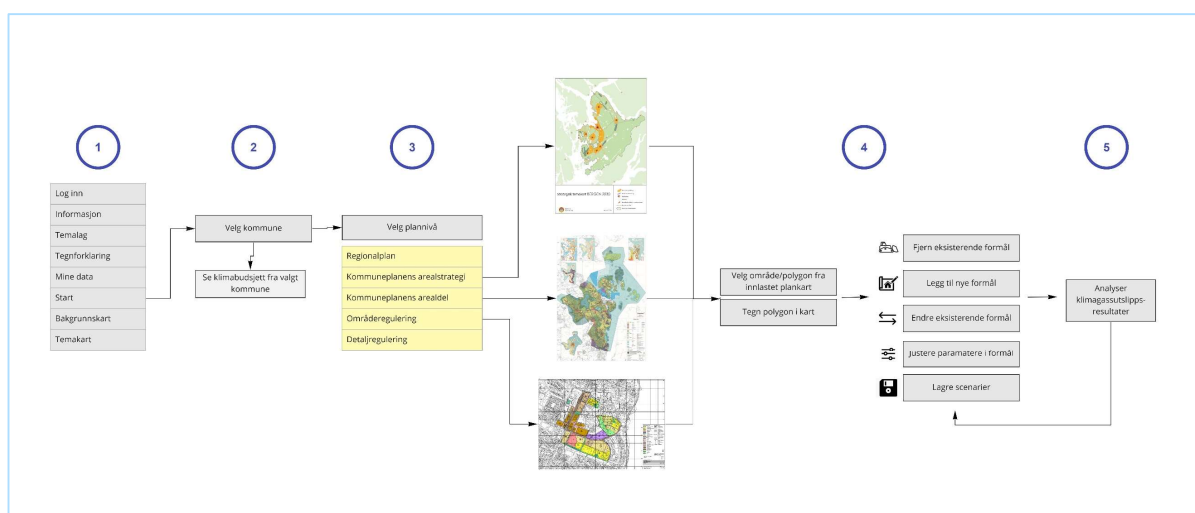
Det finnes prototyper og pågående utviklingsprosjekt for verktøy som tar hensyn til alle tre elementene. Miljødirektoratet er en av de store aktørene innen utvikling av klimaverktøy, og Rambøll og Miljødirektoratet har hatt dialog gjennom prosjektperioden. Disse eksisterende verktøyene forutsetter enten at det gjennomføres separate transportberegninger og kartanalyser knyttet til arealbruk, eller at estimatene for transport er grove og med behov for manuelle tilpasninger og faglige vurderinger. Dette øker terskelen for bruk, og arbeidsomfanget.

En viktig erfaring fra både utviklings- og prosjektarbeid er at det er fordelaktig at modellarbeidet gjøres enkelt, slik at det blir arbeidet blir transparent og at det er lett å isolere effekter. Klimaverktøyet som foreliggende prosjekt gjelder, skal i tillegg inneholde elementene bygg, anlegg, og arealforbruk. Når mengden inngangsfaktorer øker, er det viktig at man har kontroll på

de enkelte konsekvensene/effektene slik at man vet hva som virker. Disse begrensningene og mulighetene er beskrevet i kapittel 6.

Basert på disse forutsetningene har Rambøll i kapittel 7 skissert hvordan et nytt helhetlig verktøy kan se ut. Det er beskrevet ulike alternativer i en del av trinnene i verktøyet. Det har blitt lagt vekt på at verktøyet skal være lett å bruke, samt at det skal være lett å formidle resultater og årsakssammenhenger. Herunder vurderer vi hvordan analyser og beregninger knyttet til arealbruk og transport kan være integrert i verktøyet.

Rambølls vurdering, basert på gjennomgangen av eksisterende verktøy og data, er at det finnes tilstrekkelige grunnlagsdata for å utvikle et samlet verktøy. Et slikt verktøy krever imidlertid en betydelig jobb med innsamling og systematisering av dataene. Et kartbasert verktøy krever i tillegg en betydelig innsats knyttet til programmering. Rambølls anbefalinger er oppsummert i kapittel 8.



Figur 2: Overordnet skisse for software for et mulig verktøy - Se kapittel 7

Gjennom rapporten vil det komme en del gjentakelser angående verktøyets omfang, suksesskriterier og målsetning. Dette er et bevisst valg for at kapitler også kan leses frittstående, selv om det anbefales å lese rapporten kronologisk.

INNHALDSFORTEGNELSE

1.	Sammendrag	1
2.	Begrepsliste	4
3.	Innledning	5
3.1	Nasjonale utslippstall	5
3.2	Klimagassberegninger	7
3.3	Plantyper	8
4.	Funksjonskrav og brukerbehov	14
4.1	Spørsmål og kriterier fra utlysningen	14
4.2	Overordnede behov	15
5.	Kartlegging av eksisterende verktøy	17
5.1	Kriterier	17
5.2	Verktøy	19
5.3	Andre kilder	33
6.	Muligheter, begrensninger og forutsetninger	36
6.1	Overordnede prinsipper	36
6.2	Transport	41
6.3	Arealbruk	44
6.4	Bygg	46
7.	Skissering av verktøy og programvare	48
7.1	Skissering av mulig verktøy	48
7.2	Skisse av software	58
8.	Anbefaling	60
9.	Referanser	62

2. BEGREPSLISTE

Tabell 1: Forklaring av fagbegreper og forkortelser som brukes gjennom rapporten

Begrep	Betydning
AR5	NIBIO sitt arealressurskart med oppdelt areal for hele Norge
API	Application Programming Interface - er et programmeringsgrensesnitt som brukes for å utveksle data mellom to forskjellige applikasjoner
RTM	Regional transportmodell, brukes til å estimere trafikk til og fra ulike områder på grunnkrets nivå for ulike formålstyper
Inngangsfaktorer	En inngangsfaktor er en mengde av et materiale, produkt eller en prosess som går inn i analyse
EPD	En miljødeklarasjon er et tredjepartsverifisert dokument som oppsummerer miljøpåvirkningen til et produkt
ADV	Arealdataverktøyet
InMap	Integrert Metodikk for Arealprognoser til transportberegninger, Rambøll-utviklet på vegne av KMD
LCA	Livssyklusanalyse er en beregning som utføres over flere livssyklusstadier ofte over en referanselevetid på 60 år
Klimagasser	I et klimagassregnskap brukes ofte CO ₂ som en referanse-gass, men det er flere gasser som ODP, CH ₄ , N ₂ O , osv. som slippes ut og bidrar til global oppvarming
CO ₂ -ekvivalent	CO ₂ -ekvivalenter er en felles enhet for alle klimagassene og uttrykker hvor stor global oppvarmingseffekt klimagassene har samlet. CH ₄ har eksempelvis en oppvarmingseffekt på 28 CO ₂ -ekvivalenter
Dobbelttelling	Når et utslipp blir telt flere ganger, eksempelvis hvis både produsent og forbruker inkluderer utslipp fra produksjon av et produkt
Systemgrense	Omfanget av en klimagassberegning, eksempelvis vugge til grav for et produkt
KPI	Key Performance Indicators, brukes til å måle resultater
GIS	Geografiske Informasjons Systemer
Benchmark	En benchmark er en sammenligning av f.eks. klimagassutslipp fra flere bygninger eller produkter in en kategori. Det hjelper å definere f.eks. minimums-, maksimums- og gjennomsnittsverdier.

3. INNLEDNING

I august kom første del av FNs klimapanelts sjette rapport [1]. For å nå målet i Parisavtalen om å begrense oppvarmingen til 2, helst 1,5 °C, er verdens befolkning nødt til å endre trendene raskt. Norge har forpliktet seg til å kutte klimagassutslippene med minst 50 % innen 2050 sammenlignet med et 1990-nivå [2]. Dette betyr at samtlige bransjer, næringer og fagfelt må samarbeide for at Norge skal nå sitt ambisiøse mål.

Planavdelingen i Kommunal- og moderniseringsdepartementet ønsker å se om det er mulig å sammenstille utslippsdata fra ulike kilder til et felles klimaverktøy for kommunal planlegging for plan- og bygningsloven. Klimaverktøyet skal benyttes av kommunene til å estimere klimagassutslipp fra arealbruksendringer, transport og bygninger i ulike planforslag.

Beregningsverktøyet skal kunne sammenligne klimagassutslippene fra ulike planforslag for å lettere kunne rangere forslag etter klimapåvirkning, og på den måten bidra til omstillingen mot et fremtidig lavutslippssamfunn. Ettersom det allerede finnes mye god informasjon og nyttige verktøy totalt sett nasjonalt, er noen av de viktigste oppgavene til verktøyet å samle data og forenkle arbeidet for brukeren. Verktøyet skal brukes av ansatte i kommuner og konsulenter, som ikke nødvendigvis selv har miljø og klima som fagbakgrunn. Brukeren vil primært være personell som arbeider med arealplanlegging.

Dette prosjektet er et forprosjekt som er ment å undersøke mulighetsrommet for et verktøy. Denne innledningen setter rammene for hvorfor det er viktig at plan- og bygningsloven kobles opp mot klimapåvirkning, hvordan klimapåvirkning beregnes og hva loven sier om ulike plantyper. Deretter presenteres en kartlegging av behovet for et samlet klimaverktøy for planleggere (kap. 4), og en gjennomgang av eksisterende verktøy (kap. 5). Videre drøftes muligheter og begrensninger for at et slikt klimaverktøy skal kunne tilrettelegges for, og brukes av, kommunene (kap. 6). Avslutningsvis presenteres en skisse av et mulig verktøy og softwareutvikling (kap.7), samt Rambølls anbefaling for videre arbeid med verktøyet (kap. 8).

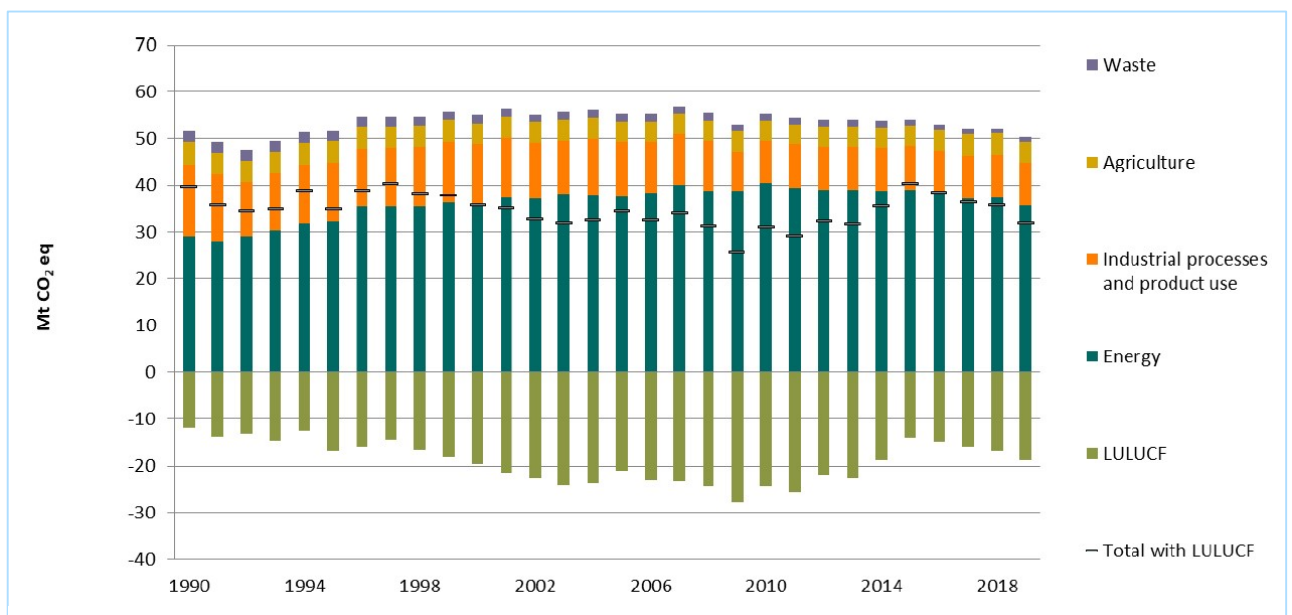
3.1 Nasjonale utslippstall

Norge rapporterer årlig utslippstall knyttet til norsk forbruk og aktivitet til flere ulike internasjonale instanser, blant annet for å dekke kravene i protokollene under Klimakonvensjonen. Fordi vi rapporterer til flere forskjellige instanser har vi flere forskjellige måter å måle og beregne utslippene på, som kan gi litt varierende resultater. Figur 3 viser utslipp til luft forårsaket av menneskelig aktivitet fra norsk territorium for 2020 [3]. Utslippene er fordelt på næringer, hvorav veitrafikk står for 17 % med 8,4 millioner tonn CO₂. Utslipp fra bygg og anlegg er fordelt mellom flere av postene i grafen, for eksempel er utvinning av masser og materialer registrert under industri og bergverk, mens utslipp fra anleggsplass faller inn under anleggsmaskiner og energibruk under energiforsyning. Grønn Byggallianse oppgir imidlertid at utslipp fra bygg-, anleggs- og eiendomssektoren står for omtrent 16 % av Norges totale klimagassutslipp [4]. Disse prosenttallene er ikke direkte sammenlignbare på grunn av de ulike beregningsmetodene, men viser at både vegtrafikk og bygg og anlegg står for en betydelig andel av norske utslipp årlig.



Figur 3: Utslipp til luft i 2020 forårsaket av menneskelig norsk aktivitet, fordelt på næringer. Kilde: SSB [3]

SSB sine statistikker over utslipp av klimagasser inkluderer kun de menneskeskapte utslippene, og ikke klimagassenes naturlige kretsløp mellom atmosfæren, hav, jordsmonn og vegetasjon. Innenfor Norges landareal lagres betydelige mengder klimagass i jord og vegetasjon. For å få et bedre datagrunnlag over både opptak og utslipp av klimagasser er derfor klimagasser fra arealbruk, landbruk og arealbruksendringer (LULUCF) inkludert i det årlige utslippsregnskapet. Miljødirektoratet produserer og rapporterer til FN [5]. Figur 4 viser det totale klimagassregnskapet til Norge fra 1990 til 2018, hvor klimagassopptak fra jordsmonn og vegetasjon er representert med grønn farge.



Figur 4: Totale klimagassutslipp og -opptak i Norge fra 1990 - 2019. Kilde: Miljødirektoratet [5]

Figur 4 viser at store mengder klimagasser årlig lagres i jord og vegetasjon. Enkelt sagt betyr dette at endringer i arealbruk og nedbygging av urørt natur kan gi en stor økning i klimagassutslipp.

Samlet viser de to grafene at utslipp fra arealbruk, bygg og anlegg- og transportsektoren står for en betydelig andel av Norges klimagassutslipp. Videre ser vi at bevaring/utvikling av jordsmonn og vegetasjon har et betydelig potensiale knyttet til å holde på karbon.

Et verktøy som skal benyttes til planarbeid i kommunene må først og fremst fokusere på områder hvor planleggingen har en påvirkning. Kommuner har eksempelvis i liten grad innvirkning på utslipp fra olje- og gassproduksjon, men kan i større grad bestemme hva som skal bygges, utvikles og prioriteres i ulike områder innenfor kommunen. Et verktøy som effektivt beregner klimagassutslippet fra et planforslag, vil gi et bedre grunnlag for kommunene, slik at de kan være med å kutte utslipp fra disse tre områdene.

3.2 Klimagassberegninger

Klimaverktøyet skal brukes for å tallfeste og konkret sammenlikne klimagassutslippene forbundet med ulike planforslag. Livsløpsvurderinger (LCA) er et verktøy som beregner den helhetlige miljøpåvirkningen til en prosess eller et produkt over levetiden [6]. En av typene miljøpåvirkning som beregnes i en LCA kan være klimagassutslipp, og derfor blir klimagassberegninger og LCA brukt litt om hverandre. Ettersom verktøyet til KMD skal være et klimaverktøy holder vi oss til begrepet klimagassberegninger i denne rapporten.

Alle produkter forårsaker en eller annen slags form for miljøpåvirkning gjennom sin livssyklus. Klimagassutslippene beregnes derfor på ulike faser, fra utvinning av råvarer til avhending etter produktets levetid. Innen klimafag har disse fasene ulike nummer og navn, kalt moduler. Et eksempel på moduler og oppdeling av livsløpet er vist i Figur 5.

Klimagassutslipp begynner allerede gjennom råvareutvinning. Deretter er det utslipp knyttet til bygg- eller anleggsfasen. For noen produkter eller prosesser, eksempelvis en bil eller et bygg, kan store deler av utslippet skje under bruksfasen, som ofte er den som varer lengst i tid. Avslutningsvis kommer livsløpets slutt når produktene enten kan ombrukes, gjenvinnes eller deponeres.



Figur 5: Faser i livssyklusanalysen for bygninger. Kilde: Rambøll

Etter hvert som klimagassberegninger har blitt mer vanlig er det blitt laget flere ulike standarder som bygger på ISO-standarden for LCA, ISO 14040 [6], og spesialiserer seg på en type produkt eller prosess. Den mest kjente i dag er kanskje *NS 3720 – Metode for klimagassberegninger for bygninger* [7]. For miljødeklarasjoner (EPD) er det standarden *NS 15804 – Bærekraftige byggverk, miljødeklarasjonen og grunnleggende produktkategoriregler for byggevarer* [8] som legges til grunn. For infrastrukturprosjekter er det per i dag ingen norske standarder for beregninger av klimagassutslipp, men det finnes norske veiledere og håndbøker.

Ulike standarder og kilder gjør at det brukes noe ulike navn og begreper for moduler og andre fagord innen de ulike elementene arealbruk, bygg og transport. I denne rapporten er det forsøkt å bruke generelle ord som kan passe til et helhetlig verktøy som inkluderer samtlige elementer. Det anbefales i utviklingen av et eventuelt klimaverktøy å benytte begrepene som ISO 14040 benytter, ettersom dette er grunnlaget for de andre standardene og veilederne.

3.3 Plantyper

Forprosjektet skal, som nevnt, ta utgangspunkt i kommunal planlegging etter plan- og bygningsloven. Det finnes flere relevante plantyper som kort beskrives under. Det legges vekt på det som er mest relevant for forprosjektet, og for ytterligere informasjon vises det til regjeringens veiledere for kommuneplanens arealdel og reguleringsplaner. Det som skal inngå og kan besluttes for de ulike plantypene bør altså også inngå i klimaverktøyet for tilsvarende plantype.

3.3.1 Kommuneplanen

Kommuneplanen består av flere deler; Det er krav om at planen inneholder en *samfunnsdel*, en *planstrategi* og en *arealdel*. I tillegg anbefaler departementet at det lages en *arealstrategi*. Samfunnsdelen og planstrategien følges opp gjennom arealstrategi og arealdel.

3.3.1.1 Langsiktig arealstrategi

En langsiktig arealstrategi, utarbeidet enten som del av planstrategien eller kommuneplanens samfunnsdel, er viktig grunnlag for arbeidet med kommuneplanens arealdel. I regjeringens *Veileder for kommuneplanens arealdel, Kapittel 1.2.3 Langsiktig arealstrategi*, heter det at:

«Ved å løfte de strategiske avklaringene om framtidig arealutvikling og utbyggingsmønster til samfunnsdelen, kan kommunen slå fast en del overordnede rammer før arbeidet med arealdelen settes i gang.»

I arbeidet med arealstrategien anbefaler departementet at det følgende diskuteres:

- Utbyggingsretninger
- Fortettings- og transformasjonsområder
- Kommunikasjonslinjer og -knutepunkt
- Langsiktige grenser for utbygging mot landbruks-, natur- og friluftsområder samt reindrift

3.3.1.2 Kommuneplanens arealdel

Kommuneplanens arealdel er den overordnede planen for arealbruk i kommunen. Plankartet skal vise hovedformål og hensynssoner for bruk og vern av arealer. I regjeringens *Veileder for kommuneplanens arealdel, Kapittel 2.1* heter det:

«Kommuneplanens arealdel skal angi hovedtrekkene i arealdisponeringen og rammer og betingelser for hvilke nye tiltak og ny arealbruk som kan settes i verk, samt hvilke viktige hensyn som må ivaretas ved disponeringen av arealene.»

(...)

«Arbeidet med kommuneplanens arealdel skal ta utgangspunkt i vedtatt planstrategi, og vil henge sammen med det plangrunnlaget kommunen har fra før. Arealdelen skal bygge på samfunnsdelen og følge opp mål og strategier som er vedtatt der. Denne koblingen er viktig for å sikre at den langsiktige arealpolitikken blir sett i sammenheng med utviklingen på andre områder i samfunnet.»

Ettersom kommuneplaner med nye framtidige utbyggingsområder, eller vesentlig ny utbygging innenfor eksisterende områder skal konsekvensutredes, foregår mye av det overordnede utredningsarbeidet i forbindelse med rulleringen av kommuneplanen.

3.3.2 Kommunedelplaner

Det kan utarbeides kommunedelplaner for bestemte områder, eksempelvis for et tettsted eller for en del av kommunen der det er store endringer. I tillegg utarbeides det gjerne kommunedelplaner for større samferdsels- og infrastrukturtiltak, som europaveier og riksveier, jernbane, lufthavn og havneområder.

3.3.3 Reguleringsplaner

Reguleringsplaner er planer for større bygge- og anleggstiltak, eller tiltak som kan få vesentlige konsekvenser for miljø eller samfunn. Alle reguleringsplaner skal ha en planbeskrivelse der blant annet virkninger av planen omtales. I regjeringens *Veileder for reguleringsplaner, Kapittel 2.1* heter det:

«En reguleringsplan består av et plankart med tilhørende planbestemmelser og planbeskrivelse. Reguleringsplan med tilhørende bestemmelser angir bruk, vern og utforming av arealer og fysiske omgivelser, jf. plan- og bygningsloven § 12-1. Detaljeringsgraden er avhengig av formålet med planen, og om det er behov for videre detaljering for deler av planen når utbyggingstidspunktet nærmer seg. Gjennom

reguleringsplan fastsettes det hvordan, og til hvilke formål, arealene innenfor planen kan utnyttes og eventuelle vilkår knyttet til bruken.

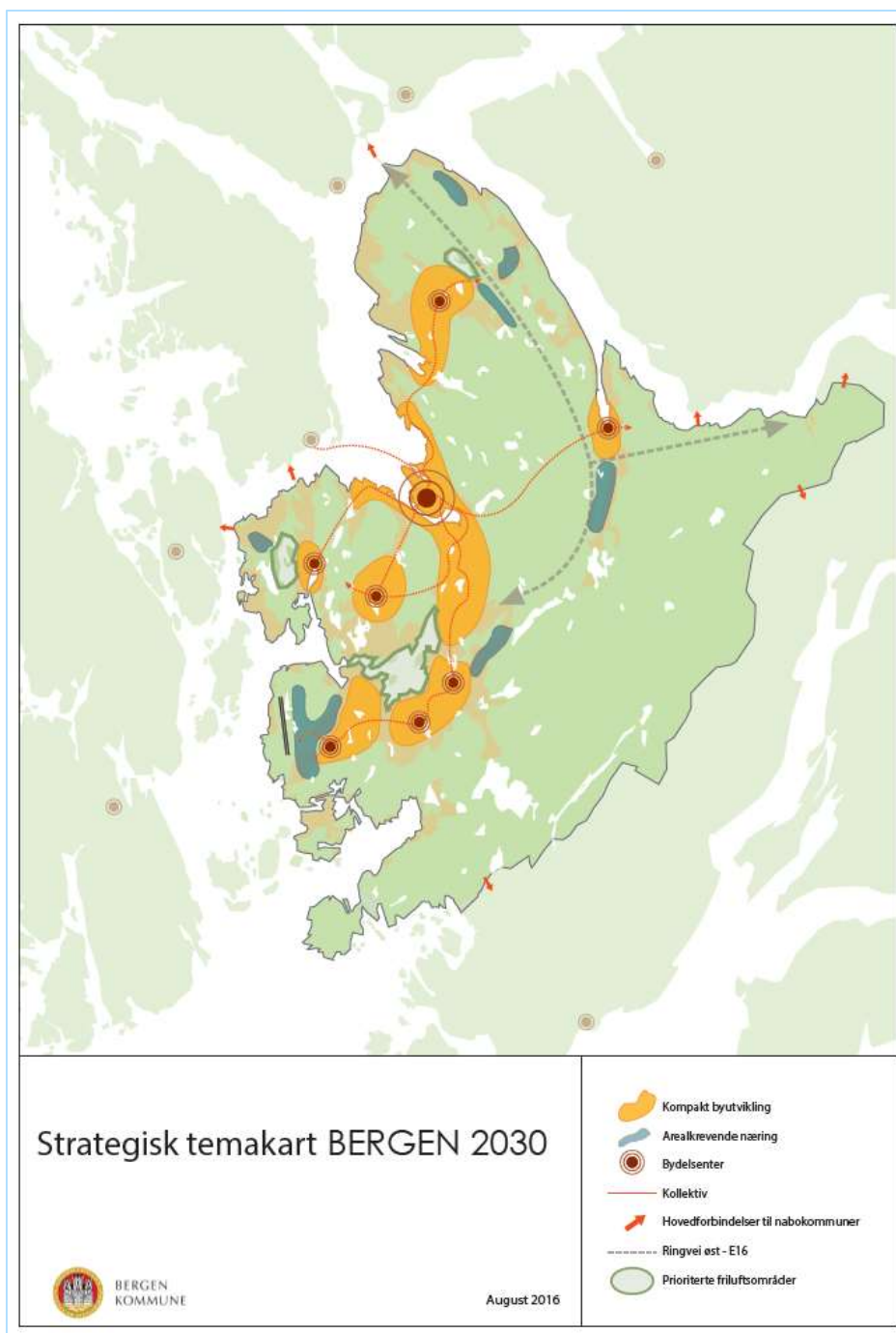
(...)

Det er to typer reguleringsplaner; områderegulering og detaljregulering. Områderegulering skal gi nødvendige områdeavklaringer der kommunen ser behov for dette, mens detaljregulering er en plan for gjennomføring av bygge- og anleggstiltak, flerbruk og vern. Detaljregulering skal brukes for å følge opp kommuneplanens arealdel og områderegulering.»

3.3.4 Eksempler

Nedenfor er vist noen eksempler på ulike plantyper. Med eksemplene har vi forsøkt å illustrere noen vesensforskjeller mellom plantypene som bør tas hensyn til i utviklingen av et mulig verktøy. Som omtalt under beskrivelsen av de ulike plantypene ovenfor, er det viktig å presisere at en plantypes detaljnivå og innhold vil variere fra sak til sak. Det er derfor viktig at et klimaverktøy som skal kunne håndtere alle plantyper og -forslag er fleksibelt nok til å takle disse variasjonene.

I eksemplet på arealstrategi fra Bergen kommune (Figur 6) vises overordnede utbyggingsretninger, fortettings- og transformasjonsområder. Kartet skiller også mellom byutvikling, arealkrevende næringsområder/industri og områder som ikke skal bygges ut.

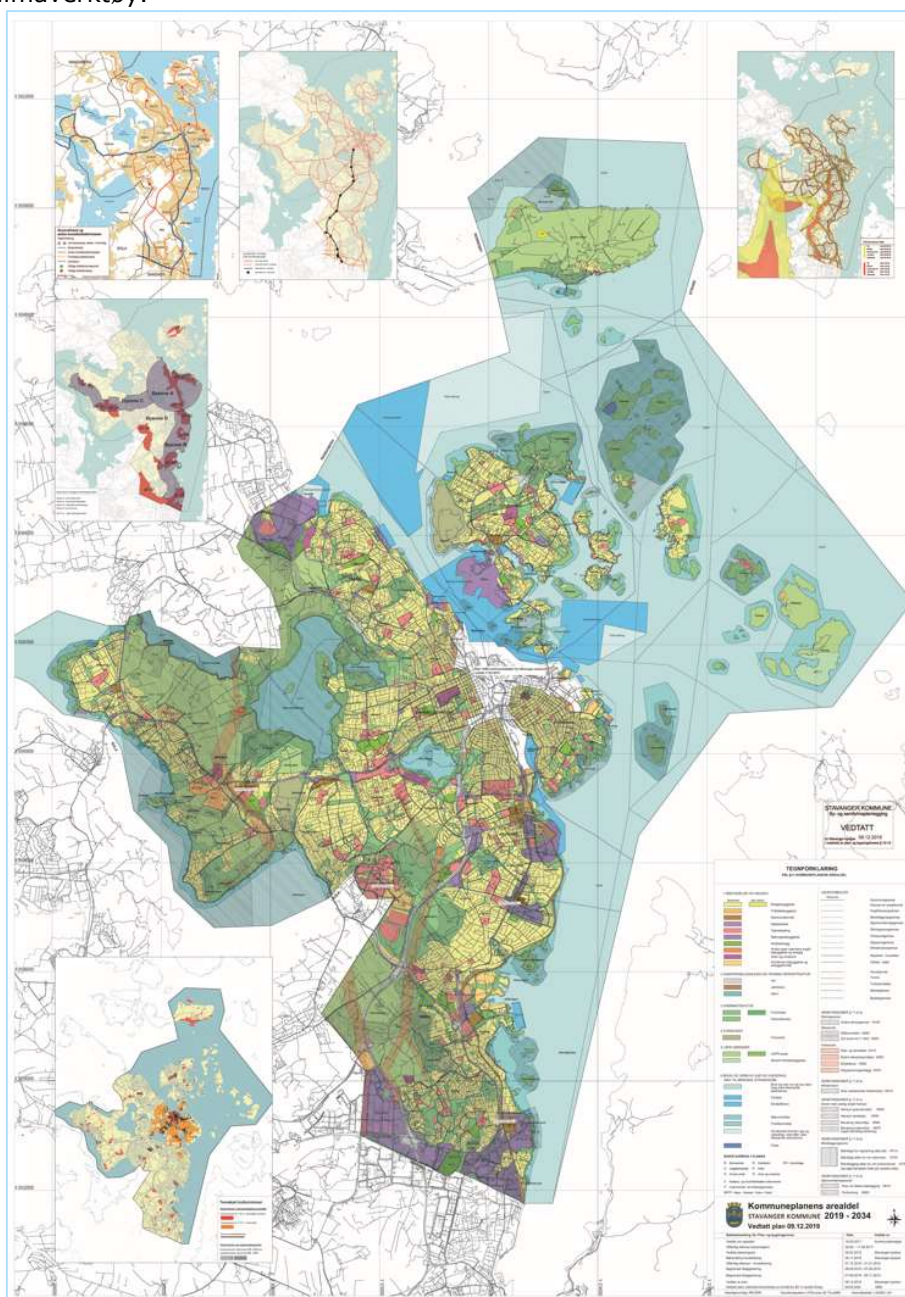


Figur 6: Kommuneplanens samfunnsdel/Arealstrategi. Eksempel fra Bergen

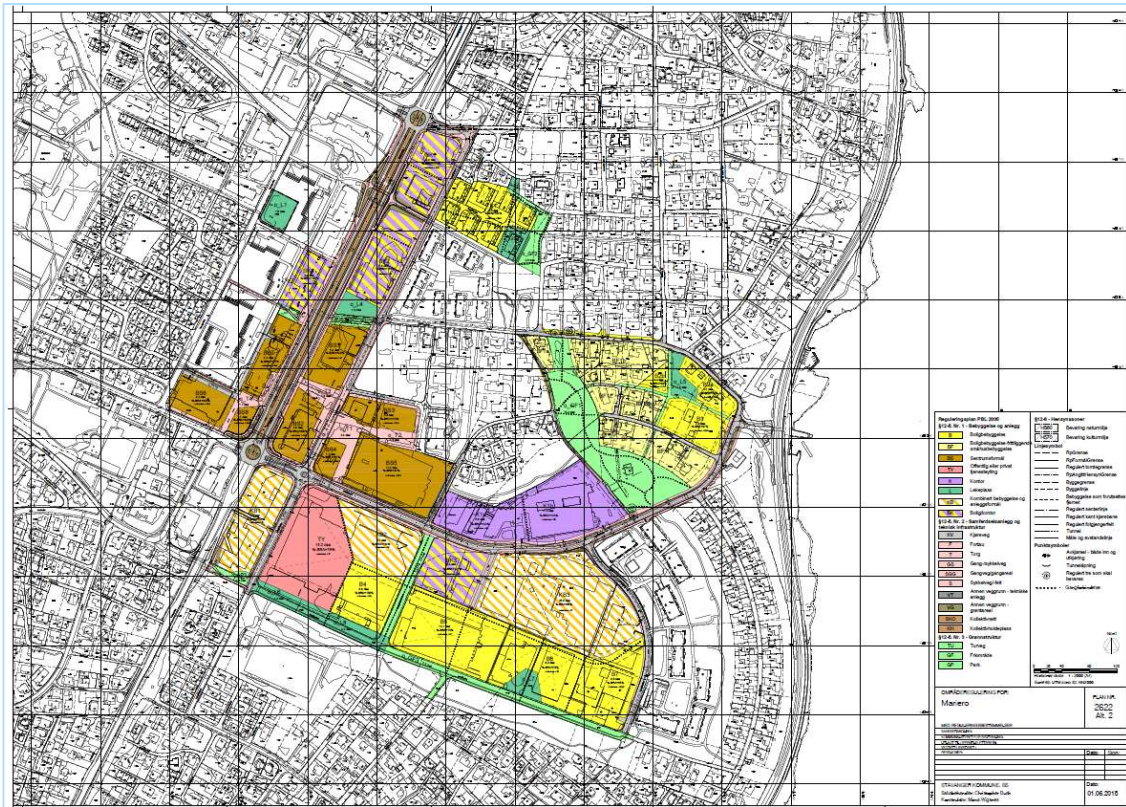
I eksemplet på kommuneplan fra Stavanger kommune (Figur 7) er kommunens områder delt opp i hovedformål og arealformål. Planen skiller mellom områder som hovedsakelig benyttes til boligformål, sentrumsformål, offentlig og privat tjenesteyting, næringsområder, landbruks-, natur-, og friluftsområder (LNF), samt bruk og vern i sjø og vassdrag. På kommuneplannivå angis normalt bare en grov avgrensning av utbyggingsområdet og hvilket formål det er som bygges ut (f.eks. bolig). Det er normalt ikke anvist lokale veier eller planer for bebyggelsen. En del av innspillene til kommuneplanen vil imidlertid være at det angis planlagte boligtyper og antall boenheter. Dette vil være viktig for klimaverktøyet.

Eksemplet på områdeplan (Figur 8) viser hovedgrepene for utbygging av et avgrenset område. Det er skilt mellom ulike formål, og løsningene knyttet til kjørevei og gang- og sykkelvei kommer fram. Offentlige forbindelser og uteplasser som torg og grøntområder er vist.

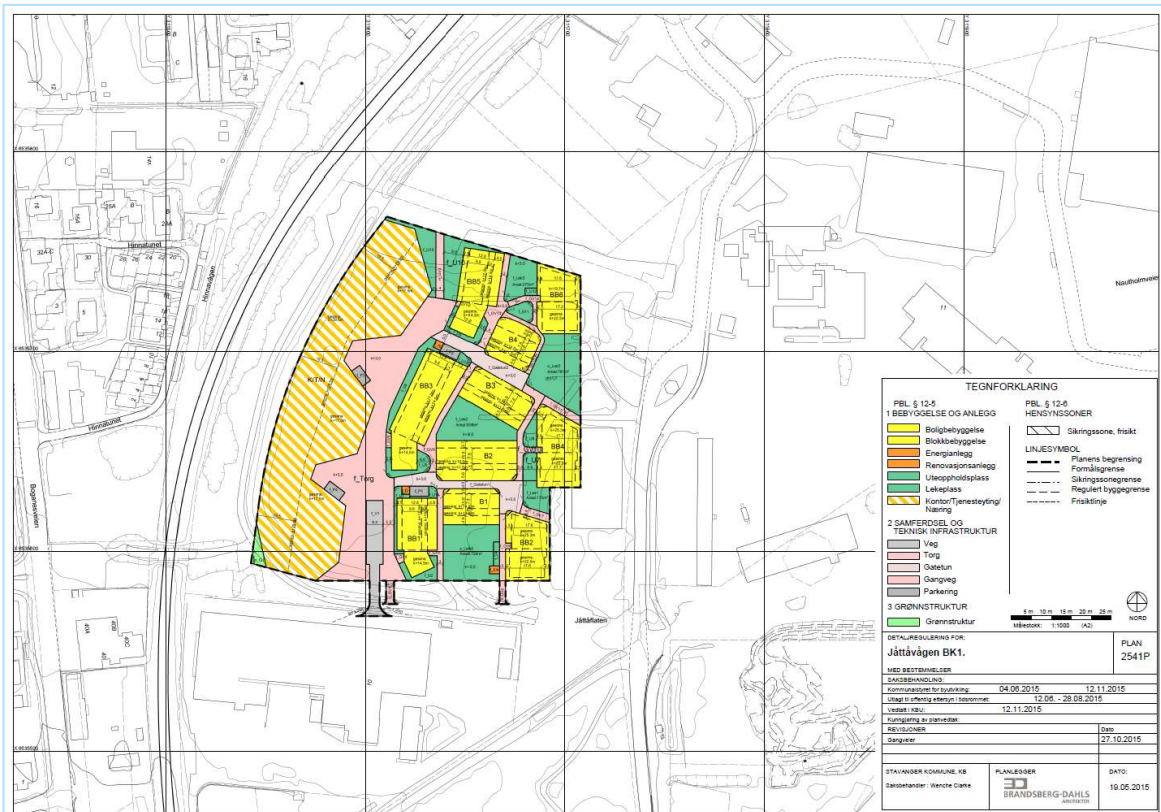
I detaljreguleringskartet (Figur 9) er utbyggingsområdene delt opp i boligområder og intern grønnstruktur med gangforbindelser. Plassering av renovasjon er vist. Rambølls erfaring er at dette plankartet er i den mer detaljerte enden av skalaen, selv for en detaljreguleringsplan. Det er ikke helt uvanlig at plankart detaljeres på dette nivået, men det er heller ikke uvanlig at utbyggingsområdene er vist kun i gult, og at bestemmelsene stiller funksjons- og arealkrav til uteopphold, renovasjon etc. Samtidig kan plankartene også være enda mer detaljert, for eksempel med plassering av bebyggelsen illustrert. Dette styrker igjen behovet for et eventuelt fleksibelt klimaverktøy.



Figur 7: Kommuneplanens arealdel. Eksempel fra Stavanger kommune, 2019



Figur 8: Områdereguleringsplan. Eksempel fra Mariero, Stavanger



Figur 9: Detaljreguleringsplan. Eksempel fra Jåttåvågen, Stavanger

4. FUNKSJONSKRAV OG BRUKERBEHOV

Dette kapitlet gir en dypere forståelse for bakgrunnen for prosjektet med presentasjon av oppdragsgiver KMD sitt behov i utlysningen i kapittel 4.1 og Rambøll sin tolkning av disse behovene i kapittel 4.2.

4.1 Spørsmål og kriterier fra utlysningen

I KMDs beskrivelse av oppdrag er det nevnt eksempler på spørsmål som forprosjekt skal besvare. Disse forholdene er viktig for oppdragsgiveren og samtidig relevant for brukerne, og er listet opp her slik at leseren får et bedre innblikk i bakgrunnen for forprosjektet.

- Forhold 1:** Er utslippsinformasjon om alle tre gruppene av utslippskilder tilgjengelig, og i et format som kan benyttes, med eller uten videre bearbeiding?
- Forhold 2:** Er det teknisk og praktisk mulig å sammenstille dataene i ett verktøy?
- Forhold 3:** Hvilke alternative løsninger finnes, teknisk og praktisk, for et slikt klimaverktøy?
- Forhold 4:** Hvilke utfordringer, muligheter og løsningsforslag har blitt beskrevet av andre aktører/prosjekter? Kan man dra veksler på/samarbeide med andre initiativer?
- Forhold 5:** Kan et verktøy på en hensiktsmessig måte gi informasjon om utslipp til bruk i både kommuneplanens arealdel og reguleringsplaner?

Det er også stilt følgende kriterier som forprosjekt skal vurdere løsninger på:

- Kriterier 1:** Verktøyet kan stilles til disposisjon for alle aktører som foreslår eller vedtar planer etter plan- og bygningsloven, uten kostnad for brukeren
- Kriterier 2:** Verktøyet skal være brukervennlig, og ikke kreve spesielle forkunnskaper eller spisskompetanse på klima for å brukes
- Kriterier 3:** Verktøyet bør være så enkelt å ta i bruk at en lett kan hente ut data for flere scenarioer for å synliggjøre forskjellen i klimaeffekt av nå-situasjon og ulike alternative planer
- Kriterier 4:** Verktøyet skal fortrinnsvis kobles opp mot eller integreres i de planleggingsverktøyene (for eksempel kartløsninger) kommunene allerede bruker.
- Kriterier 5:** Dataene som legges til grunn skal være offentlig tilgjengelig, anerkjente utslippstall og beregninger, og ved endringer/oppdateringer i kildematerialet bør det automatisk oppdateres også i klimaverktøyet

Gjennom rapporten forsøker vi å knytte vurderingen av eksisterende verktøy opp mot forholdene og kriteriene fra KMD, og det er dette som legger grunnlaget for skissene presentert.

4.2 Overordnede behov

Programvarer er verktøy for å finne løsninger til reelle problemer. Beslutningen om å bruke programvare i stedet for å finne løsninger manuelt avhenger av kompleksiteten til problemet. For å sikre at programvaren gir gode løsninger til brukerens problemer og faktisk blir brukt, er det viktig å identifisere behovet og arbeidsprosessen på en systematisk måte. Prosessen for å få til dette beskrives i dette kapitlet, og gjenspeiler innholdet i kapittel 4.1.

En grundig kartlegging av behovet trengs for å lage de nødvendige funksjonene i programvaren. I foreliggende forprosjekt skal vi se på de overordnede forholdene, men det vil være mulig å konkretisere noen av funksjonene i en senere fase av utviklingen.

Følgende forhold er sentralt for å sikre suksessen for programvaren til verktøyet:

(1) Brukskartlegging / Modellbehovet

Et sentralt forhold er å identifisere hvem brukerne er og på hvilken måte disse brukerne jobber med problemstillingen i dag. Det vil for eksempel hjelpe med å konkretisere utfordringer i arbeidsprosessen og for å måle fremtidig mulige tidsbeparelser.

Den viktigste brukeren av verktøyet vil være arealplanleggere i kommunene, men også konsulenter kan være brukere. Disse brukerne vil mest sannsynlig ha god kunnskap om arealplanlegging og tilhørende konsekvenser, men har trolig lite detaljert kunnskap om klimapåvirkning. Klimaverktøyet bør gjøre det enkelt for brukerne til å vurdere klimagassutslipp fra bygg, transport og arealbruk for ulike planalternativer, som innebærer at svaret må være lettfattelig. Det skal ikke være nødvendig å måtte gjøre egne faglige vurderinger for å tolke resultatet.

Kompetansen på ulike dataverktøy varierer. Rambølls erfaring gjennom plansaksbehandling og andre prosjekter med planavdelingene i ulike kommuner tilsier at det ikke kan forutsettes at brukerne har tilgang til eller kunnskap om GIS-verktøy. Her vil man likefult stå ovenfor avveininger mellom funksjonalitet og kostnader. Det å utvikle verktøyet som et selvstendig verktøy hvor kartdannelsen av resultatene gjennomføres i f.eks. Q-GIS, (som er et gratis GIS-verktøy) vil muligens gi betydelig lavere utviklingskostnader for verktøyet i og med at man benytter seg av allerede etablerte løsninger. På den andre siden kan dette gi utslag i en økt brukerterskel som gir utslag i at verktøyet tas mindre i bruk. Valg av tilnærming kan vil til syvende og sist ende opp med å være et kostnads-spørsmål i utviklingsfasen og er vanskelig å vurdere i dette stadiet.

(2) Programvaretilgang og datagrunnlag

Et grunnleggende premiss i prosjektet er at verktøyet kan benyttes av alle kommuner. En løsning for å oppnå dette kan være å benytte en webbasert plattform, i og med at dette vil gjøre det enkelt å skaffe tilgang til klimaverktøyet uten installering. En webbasert løsning vil også lettere kobles opp mot eksisterende verktøy (som ADV) og databaser, samtidig som det blir enkelt å gjøre endringer i brukertilgang om det kreves. En utfordring med å benytte en webløsning kan være tilkoblingen mot trafikkdataene, i og med at disse filene ofte kan ha en størrelsesorden på mangfoldige gigabytes. Med dagens skyløsninger vil det ikke være problematisk å legge store datamengder i en database.

Det vil også være fullt mulig å utvikle modellen som en stand-alone programvare som en bruker kan laste ned fra f.eks. miljødirektoratets eller KMDs nettsider. Dette vil eventuelt koste mer med tanke på installasjon og vedlikehold og kreve et tilpasset system,

eksempelvis windowsbasert, samt lagringsplass på enkelte datamaskiner. Valg av tilnærming vil her slå ut forskjellig på de ulike utslippselementene. For transportberegningene vil det kunne være tilstrekkelig med bare grunnkretsdata, mens for arealbruk vil det derimot være mest hensiktsmessig med en kartløsning. For bygninger vil det være mulig å bruke de siste utslippstall fra EPD-Norge Digi gjennom API-er [9]. Hva som representerer beste løsning i henhold til utviklingsbudsjett vil med andre ord være et avveinings spørsmål som må besvares i en senere fase av modellutviklingen.

(3) Funksjonaliteter

Hovedfunksjonene vil være at brukerne kan velge eller tegne inn formålsområder på kartgrunnlag og definere nye eller endre eksisterende formål. Effekten av disse endringene skal vise klimagassutslipp på de tre gruppene bygg, transport og arealbruk. Fortrinnsvis skal det være mulig å vurdere flere scenarier på en enkelt måte.

5. KARTLEGGING AV EKSISTERENDE VERKTØY

Det stilles stadig oftere og mer detaljerte krav til klimagassberegninger i prosjekter. Dersom de nye [TEK-kravene](#) blir godkjent vil det kreves klimagassregnskap for alle nye boligblokker og yrkesbygg. Klima inngår som et eget tema i konsekvensutredninger iht. V712 [10] og M1941 [11], og flere kommuner stiller krav til utslippskutt sammenlignet med et referansenivå i sine prosjekter [12] [13]. Den økende etterspørselen har ført til at en rekke ulike klimaverktøy er utviklet og tilpasset ulike brukere og aktiviteter.

Dette kapittelet gjennomgår en del av de eksisterende verktøyene. Kriterier for vurdering av verktøyene er beskrevet i kapittel 5.1. Metode og de viktigste funksjonene til verktøyene er beskrevet forløpende i dette kapittel 5.2. Avslutningsvis presenteres i kapittel 5.3 en rekke andre nyttige kilder som er utarbeidet og kan bidra til å forenkle videre arbeid med KMDs klimaverktøy.

5.1 Kriterier

For at et klimaverktøy skal fungere og samtidig blitt tatt i bruk må det være brukervennlig og egnet til sitt formål. Basert på de spørsmålene KMD ønsker besvart i utlysningen, har vi definert noen kriterier/punkter som verktøyene vurderes opp mot.

(1) Uten lisenskostnad

Det må være gratis slik at kostnad ikke er en barriere for kommunene.

(2) Egnethet for testing av flere scenarier

Det må kunne undersøkes effekt av ulike klimatiltak opp mot en referanse eller alternativer.

(3) Egnethet for testing av ulike plantyper

Verktøyet skal helst kunne brukes for samtlige plantyper og med ulike detaljeringsgrad.

(4) Beregning av klimagassutslipp

For å benyttes som klimaverktøy må det kvantifisere klimagassutslipp.

(5) Beregner flere elementer

Verktøyet beregner utslipp fra elementene arealbruk, transport og bygg på en helhetlig måte dersom planforslaget gjennomføres.

(6) Kartløsninger

Dersom det kan kobles til eksisterende løsninger vil det forenkle arbeidet.

(7) Transparent

Metoden bygger på offentlig tilgjengelige anerkjente beregninger med data for alle kommuner. Verktøy kan ikke basere seg på data som kun er tilgjengelig for de største kommunene.

(8) Vedlikehold

Verktøyet må driftes og kunne vedlikeholdes jevnlig slik at ikke metode eller utslippsdata blir utdatert.

Tabell 2 viser en forenklet sammenstilling av verktøyene som beskrives i dette kapittelet opp mot de relevante kriteriene ovenfor. Motivasjonen bak kriteriene er beskrevet i kapittel 4. Se nærmere omtale av hvert enkelt verktøy nedenfor.

Tabell 2: Sammenstilling av eksisterende relevante verktøy til klimaverktøy

Navn/ Kriterier	Uten lisenskostnad	Flere scenarier	Flere plantyper	Klimagassber egninger	Beregner flere elementer	Kartløsning	Transparent	Vedlikehold
EFFEKT		x	x	x	x			x
RTM		x						
InMap	x	x	x					x
ADV	x	x	x	x		x		x
VegLCA	x		x	x	x		x	x
Klimaverktøy, Tønsberg kommune	x	x	x	x		x		x
NV-GHG	x	x	x	x	x		x	
Arealbruks- kalkulator, MD	x			x			x	x
Arealbruks- kalkulator, NIBIO	?		x	x		x	x	
One Click LCA		x	x	x	x			x
Klimagassutslipp for bygg, DFØ	x	x					x	
Analyseverktøy, Oslo kommune	x			x	x		x	x
Klimakalkulator, Lier kommune	x	x		x	x		x	x
EE Settlement	?	x	x	x	x		x	

Tabellen øverst viser at det er flere verktøy som kan benyttes separat for å utføre klimagassberegninger, men det er ingen av dem som kan beregne samlet klimagassutslipp for bygninger, transport og arealendringer for samtlige plantyper på en tilfredstillende måte. Det er likevel svært mye god kunnskap som er samlet i disse verktøyene, som Rambøll mener det kan og bør bygges videre på.

5.2 Verktøy

5.2.1 EFFEKT

[EFFEKT](#) er et verktøy for samfunnsøkonomiske nytte-kostnadsanalyser av veg- og trafikktiltak. Etter Håndbok V712 er klimagassutslipp en prissatt konsekvens, og klimaberegninger er en del av nytte-kostnadsanalysene EFFEKT gjennomfører [10]. Klimamodulen i EFFEKT kan beregne utslipp fra veg i dagen, tunnel, bru og ferje. Resultatene blir fordelt på arealbruksendringer, bygging, drift- og vedlikehold og transport i drift.

EFFEKT krever detaljerte inndata fra brukeren. I tillegg til referansealternativ, også kalt nullalternativet, skal det oppgis informasjon om alternative vegtraseer. Deretter beregnes forskjellen mellom de ulike alternativene. For å regne utslipp fra arealbruksendringer må brukeren legge inn berørt areal selv, for eksempel ved bruk av Kilden [14].

For å bruke effekt må en ha tilgang til softwaren som er et eget nedlastbart program. Resultatene fra EFFEKT kan benyttes til å optimalisere en vegtrase med hensyn til klima, eller til alternativsvurderinger for ulike trasevalg.

5.2.2 Regional transportmodell

Regional transportmodell (RTM) er en transportmodell som er utviklet av de ulike transportetatene til å beregne endring i antall reiser, målpunkt, reisemiddel og rutevalg for biltrafikk, kollektivtrafikk og gang- eller sykkeltrafikk. Det er utviklet modeller for hele Norge.

Modellen beregner blant annet kjøretøykilometer på ulike transportformer. Kjøretøykilometer kan eksempelvis ligge til grunn for estimering av CO₂-ekvivalenter. Modellene oppdateres med jevne mellomrom, blant annet i forbindelse med grunnlagsarbeidene knyttet til Nasjonal transportplan NTP.

Blant svakhetene til de regionale transportmodellene (RTM) er at de bygger på forenklede forutsetninger i analysene av den lokale arealbruken, samtidig som de ikke tar hensyn til de gjensidige koblingene som eksisterer mellom infrastruktur for transport opp mot arealbruk.

I den virkelige verden vil utbyggingen av infrastruktur ofte påvirke arealbruken i influensområdet, hvor denne igjen påvirker bruken av infrastrukturen. En ny hovedvei kan for eksempel gi økt bosetting i et område, hvor dette igjen fører til en økt grad av nyetableringer ved nærliggende næringsarealer. Både den økte bosettingen, og økningen i næringsaktiviteten vil ha en tilbakevirkende effekt på trafikkveksten på den nye veistrekningen. For beregningene i RTM inngår kun deler av disse effektene.

I RTM er den fremtidige bosettingen antatt å reflektere dagens bosettingsmønster, noe som medfører at mesteparten av veksten kommer i sentrumsnære områder. Dette medfører videre at mesteparten av veksten i næringslivet (innenfor de besøks- og publikumsrelaterte næringene) forekommer i de sentrumsnære næringsarealene ettersom RTM beregner veksten i besøk og kunder som en funksjon av bosettingen.

5.2.3 InMap

InMap (Integrert Metodikk for ArealPrognoser i transportmodell) er utviklet av Rambøll på vegne av KMD, Kommunenes Sentralforbund (KS), Vegdirektoratet og Vegvesenet i forbindelse med FOU-prosjektet *Karakteristika i Transportmodeller (KiT)*. InMaps overordnede funksjon er vist i Figur 10. Modellen er en tilleggsmodul til de RTM, og genererer arbeidsplass- og befolkningsprognoser på grunnkrets nivå som reflekterer de gjensidige virkningene mellom arealbruk og samferdselstiltak.¹

InMap faller inn under klassen av modeller som internasjonalt kalles Land-Use and Transport Interaction Models (LUTI). Slike modeller tar hensyn til at bedriftenes og innbyggernes lokalisering-/bosettingsvalg påvirkes av tilgangen til arbeidsplasser, varehandel og offentlige og private tjenester. InMap skiller seg likevel ut fra de mest vanlige LUTI-modellene ved at den er tilpasset det norske systemet med arealplaner, og der ikke annet er bestemt, genererer InMap prognoser som bygger på antakelsen om at de vedtatte planene vil gjennomføres.

Kort oppsummert er InMap bygget på to hovedmomenter:

- (1) Kvantifisering av gjeldende arealplaner: I utgangspunktet kommuneplanens arealdel. Altså tallfesting av hva planen innebærer av kapasitet for bolig og næring.
- (2) Tilgjengelighetsmål beregnet fra transportmodellens reisekostnader, registrert bosetting og arbeidsplasser, samt grunnkretsenes historiske befolkningsvekst.

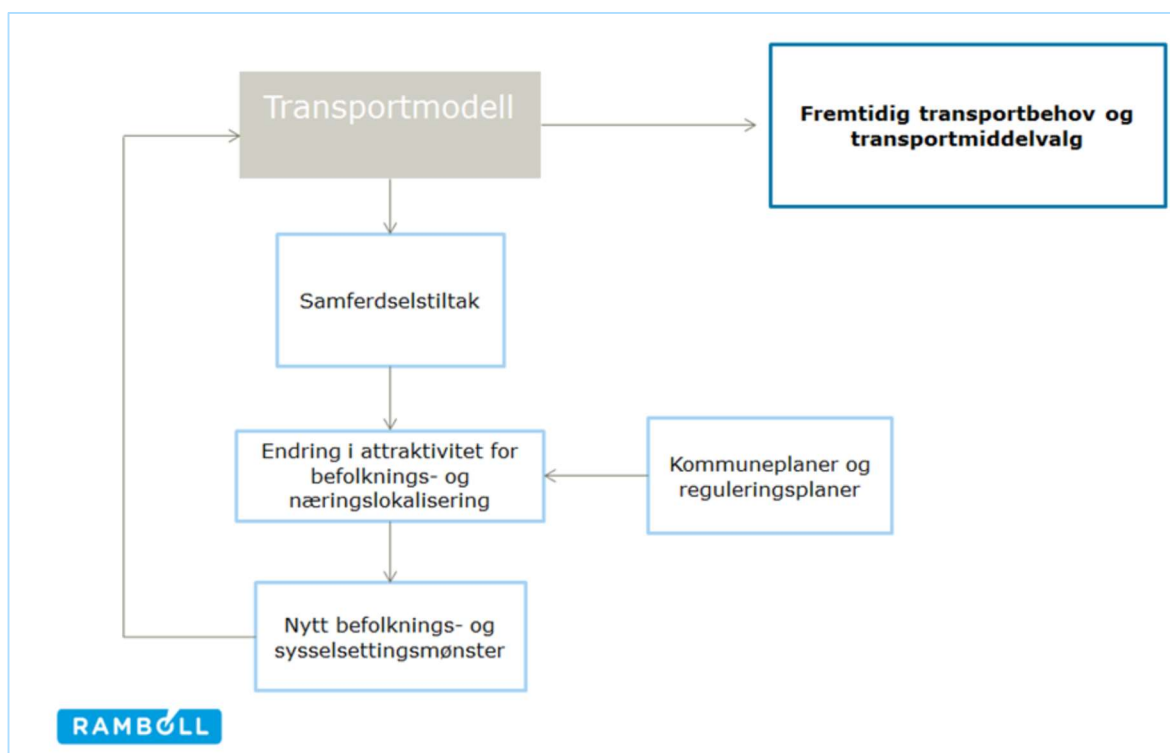
Tilgjengelighetstallene gir et mål på hvor attraktiv hver grunnkrets er for bosetting, relativt til de andre grunnkretsene i analyseområdet, og kan derfor brukes til å vurdere de potensielle arealbruksendringene av samferdselstiltak. Det er tilgjengelighetstallet som brukes for å tallfeste bosetting og næringsetablering i de ulike grunnkretsene. Tilgjengelighetstallene genereres med utgangspunkt i reisekostnadene mellom grunnkretsene, RVU-data angående gjennomsnittlige reiselengder med ulike reisemidler og for ulike reisemål, samt bosetting og antall sysselsatte i hver grunnkrets.

InMap har også en funksjon som gjør at man kan fordele veksten sonevis, og gjør at brukeren kan teste ulike scenarier raskt. Dette er spesielt relevant i det foreliggende arbeidet med KMDs klimaverktøy.

Følgelig gir InMap et forbedret inndata-grunnlag for de RTM ved at den utformer befolkningsframskrivninger og sysselsettingsprognoser som tar høyde for lokalt vedtatt arealbruk, og fanger opp måten planlagte samferdselstiltak innvirker på bosettingens tilgang til eksisterende og framtidig bosettings- og næringsarealer.

Et viktig moment med InMap er at den ikke lager nye prognoser for bosetting på kommunenivå, men at den istedenfor fordeler SSB sine kommunale bosettingsprognoser utover grunnkretsene i analyseområdet. Modellen kan likevel benyttes til å teste egendefinert befolkningsvekst, for eksempel der kommunene har mål om befolkningsvekst som avviker fra SSB sin middelprognose. Middelprognosen er SSBs hovedalternativ for befolkningsframskrivninger.

¹ Grunnkrets nivå er en geografisk inndeling av kommuner som benyttes i flere administrative sammenhenger. Nivået er mer detaljert enn bydeler. En kommune er altså bygget opp av ganske mange grunnkretser. Det kan være snakk om flere hundre for en større kommune.



Figur 10: Skjematisk framstilling av InMaps funksjon. Kilde: Rambøll

Figur 10 viser at InMap tar utgangspunkt i RTM og at ulike samferdselstiltak/korridorer endrer attraktiviteten for bosetting, arealbruk og sysselsetting i de ulike grunnkretsene. Dette legges deretter til grunn for nye transportmodellberegninger.

Selve InMap-verktøyet er Excelbasert, og kartdata må tilpasses med for eksempel GIS. InMap beregner utdata på et format tilpasset RTM.

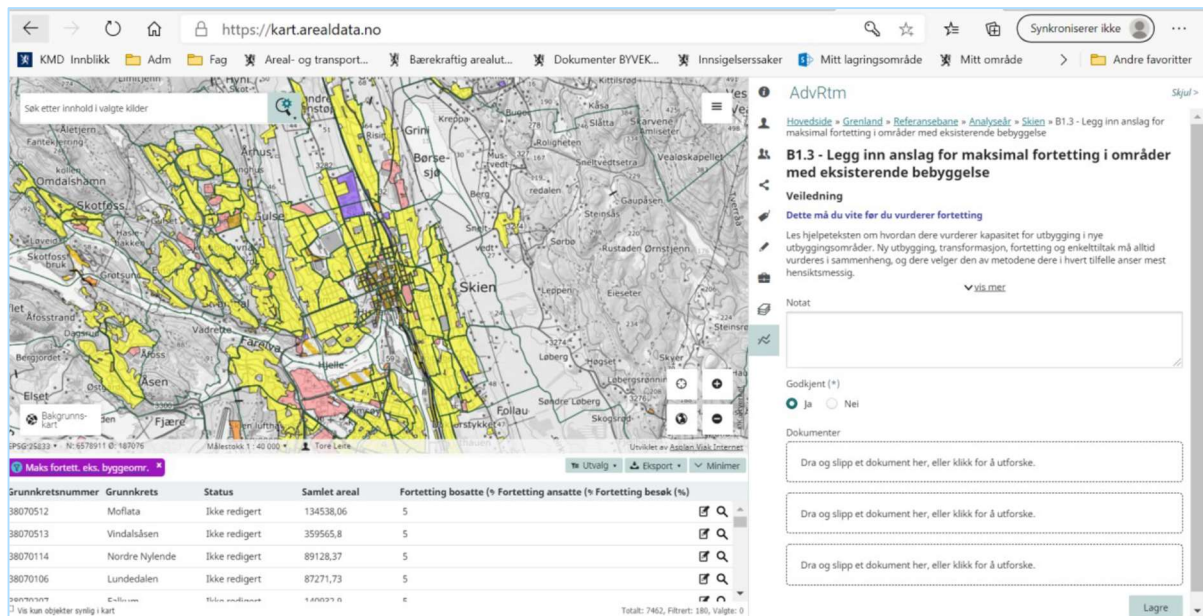
Det er i all hovedsak Rambøll som har operert og videreutviklet selve InMap-verktøyet på vegne av KMD eller andre oppdragsgivere. Arbeidet med InMap ligger til grunn for det videre arbeidet med Arealdataverktøyet ADV.

5.2.4 Arealdataverktøyet ADV

Arealdataverktøyet (ADV) brukes sammen med RTM og introduserer systematiske arealfaglige vurderinger, hensyn til arealplaner og bedre mulighet for å lage prognoser på utslipp fra vegtrafikk. ADV er et resultat av samarbeid mellom KMD, Vegdirektoratet, KS, Jernbanedirektoratet og Miljødirektoratet. Per i dag er verktøyet under testing i utvalgte byområder.

Med ADV er det mulig å anslå hvordan ny eller endret plassering av boliger, arbeidsplasser, butikker, offentlige bygg og andre besøksformål kan gi endringer i transportomfang og reisemiddelvalg. Tilsvarende kan vi anslå hvordan tiltak på vegnettet og endret kollektivtilbud påvirker hvilke områder utbyggere finner mest attraktive. Beregningene tar blant annet hensyn til pris og antall parkeringsplasser.

Ved å legge inn forskjellige alternativer for arealbruk og transportsystem i ADV og RTM utarbeides prognoser for trafikkomfanget. Beregnede kjøretøykilometer kan videre kombineres med utslippsfaktorer fra Miljødirektoratet, for å gi prognoser for utslipp til luft, blant annet av klimagasser og støv (PM).



Figur 11: Utsnitt fra brukergrensesnitt i ADV. Kilde: ADV på 1-2-3, KMD

Verktøyet er tilpasset regionalplan og kommuneplan (arealstrategi og arealdel). Men er ikke egnet til å se på reguleringsplaner / konkrete områder. Verktøyet er tilpasset de store og mellomstore byområdene.

Verktøyet har også en kartløsning for inndata, basert på Adaptive-plattformen utviklet av Asplan Viak. Muligheten for egenutviklet programvare har blitt testet, men det ble besluttet å ikke gå videre med dette.

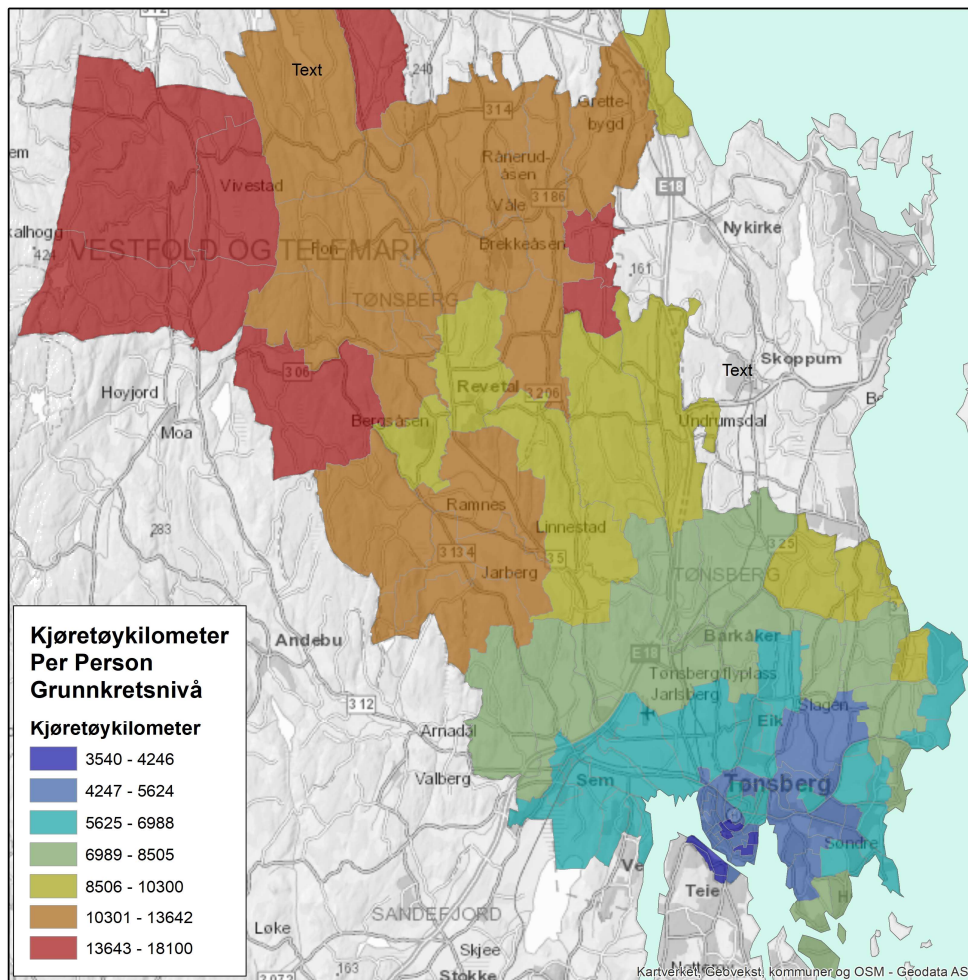
5.2.5 Klimaverktøy for Tønsberg kommune

Tønsberg kommune har gjennom finansiering via Klimasatsmidler fått utviklet en Excelbasert klimakalkulator til bruk i planarbeid med bolig- og næringsbygg i Tønsberg kommune. Kalkulatoren beregner transportutslippene tilknyttet et gitt arealscenario, hvor disse gjennomføres med utgangspunkt i enten mobildata eller tur-data fra RTM. Tur-data inneholder informasjon om hvor mange turer som går mellom ulike mål i et område.

Klimakalkulatoren er utviklet for å være et offentlig verktøy som på sikt skal tilgjengeliggjøres for alle, men tilnærming for tilgjengeliggjøring er enda ikke bestemt. For å få tilgang til modellen må man ta kontakt med Tønsberg kommune. Siden modellen er utarbeidet for bruk av Tønsberg kommune, og inneholder den per i dag ikke tur-informasjon for andre kommuner. Modellen er lagt for å enkelt tilpasses andre kommuner, her enten via at man benytter RTM-data, eller via at man går til innkjøp av mobildata.

Klimakalkulatoren for Tønsberg er av interesse i dette prosjektet ettersom den inneholder en smart metodikk for beregning av transportutslippene fra endring i arealbrukstype. Modellen gjennomfører dette ved at den for hvert utbyggingsområde (angitt på grunnkrets nivå i modellen)

innhenter turdataene (enten fra mobildata eller RTM) for den valgte grunnkretsen og et gitt antall nærliggende grunnkretser (disse er lagret som csv-filer lokalt). Modellen benytter så disse reisene til å estimere de mest sannsynlige destinasjonene for reisene fra utbyggingsområdet basert på reisetendensene til de nærliggende områdene. Disse destinasjonene kombineres videre med turfaktorer per person for utbyggingen til å estimere hvilke områder som får mertrafikk, hvor mye trafikk områdene får, antallet kjøretøykilometer og CO₂-utslippene fra transport som følge av utbygging i et område. Modellen estimerer utslippene både for næringsarealer og boligarealer.



Figur 12 Kjøretøykilometer per person per grunnkrets Kilde: MOBILITETSKARTLEGGING TØNSBERG

5.2.6 VegLCA

VegLCA er utviklet av Asplan Viak på oppdrag for Vegvesenet og er beregnet for detaljplanlegging av veg- og jernbaneinfrastrukturprosjekter [15]. I tillegg kan mellomfaseverktøyet brukes i tidligfase eller i tilbudsarbeid. VegLCA er tett knyttet opp til Vegvesenets håndbøker og prosesskoder, slik at de ulike fagenes mengdelister kan benyttes til klimagassberegninger. Utslippsdata er hentet fra EPD-er og erfaringstall som skal representere bransjestandarden.

VegLCA er Excelbasert og offentlig tilgjengelig til bruk i alle prosjekter, her vist i Figur 13. Det oppdateres jevnlig, men krever at brukeren følger med og laster ned nyeste Excelark fra hjemmesiden til Vegvesenet. Høsten 2021 er Vegvesenet, Nye Veier og Bane NOR i gang med et felles prosjekt for å utvikle et felles skybasert verktøy som trolig skal basere seg på VegLCA.

Dagens versjon av VegLCA krever at brukeren legger inn materialmengder og distanser fordelt på bru, dagsone og tunnel. Arealbruksendringer og massemengder må også legges inn manuelt. Det er ingen kartverktøy integrert i verktøyet.

PROSJEKTBEKRIVELSE		INPUT																																																																																																																																																																																																																																	
Klimabudsjett for VegLCA v5.03B, 09.07.21 Informasjon om analysen Navn på den som har utført analysen Dato for analyse Analyseperiode (år) Scenario for utslippsfaktor for elektrisitetsproduksjon Velg scenario for el-miks		Materialforbruk <table border="1"> <thead> <tr> <th>Materialer</th> <th>Mengde</th> <th>Enhet</th> <th>Velg enhet</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Asfalt, Agb</td><td></td><td></td><td>Velg enhet</td></tr> <tr><td>Asfalt, Ab</td><td></td><td></td><td>Velg enhet</td></tr> <tr><td>Asfalt, Ab m/PMB</td><td></td><td></td><td>Velg enhet</td></tr> <tr><td>Asfalt, Ska</td><td></td><td></td><td>Velg enhet</td></tr> <tr><td>Asfalt, Ska m/PMB</td><td></td><td></td><td>Velg enhet</td></tr> <tr><td>Betong (A4)</td><td></td><td>m3</td><td></td></tr> <tr><td>Forsterkingslag (pukk)</td><td></td><td>m3</td><td></td></tr> <tr><td>Normalbetong, B30, Bransjereferanse</td><td></td><td>m3</td><td></td></tr> <tr><td>Normalbetong, B35, Bransjereferanse</td><td></td><td>m3</td><td></td></tr> <tr><td>Normalbetong, B45, Bransjereferanse</td><td></td><td>m3</td><td></td></tr> <tr><td>Normalbetong, B30, Lavkarbon B</td><td></td><td>m3</td><td></td></tr> <tr><td>Normalbetong, B35, Lavkarbon B</td><td></td><td>m3</td><td></td></tr> <tr><td>Normalbetong, B30, Lavkarbon A</td><td></td><td>m3</td><td></td></tr> <tr><td>Normalbetong, B35, Lavkarbon A</td><td></td><td>m3</td><td></td></tr> <tr><td>Normalbetong, B45, Lavkarbon A</td><td></td><td>m3</td><td></td></tr> <tr><td>Betongelement, prefabrikert, lavkarbon C</td><td></td><td>tonn</td><td></td></tr> <tr><td>Betongelement, prefabrikert, lavkarbon B</td><td></td><td>tonn</td><td></td></tr> <tr><td>Betongelement, prefabrikert, lavkarbon A</td><td></td><td>tonn</td><td></td></tr> <tr><td>Sprøytebetong, B35, Bransjereferanse</td><td></td><td>m3</td><td></td></tr> <tr><td>Isjokksement</td><td></td><td>tonn</td><td></td></tr> <tr><td>Fyllingsmateriale, EPS 200</td><td></td><td>m3</td><td></td></tr> <tr><td>Fyllingsmateriale, skumglassgranulat</td><td></td><td>m3</td><td></td></tr> <tr><td>Fyllingsmateriale, jettlinker/ekspandert leire</td><td></td><td>m3</td><td></td></tr> <tr><td>Fyllingsmateriale, grus/pukk</td><td></td><td>m3</td><td></td></tr> <tr><td>Isolasjon, XPS 400</td><td></td><td>m3</td><td></td></tr> <tr><td>Kalksementstabilisering (50% kalk, 50% sement)</td><td></td><td>tonn</td><td></td></tr> <tr><td>Limtre</td><td></td><td>m3</td><td></td></tr> <tr><td>PE-skumplater</td><td></td><td>m3</td><td></td></tr> <tr><td>Rekkverk, standard veggrekverk</td><td></td><td>lm rekverk</td><td></td></tr> <tr><td>Rekkverk på bru (bjørestrekk rekverk i stål)</td><td></td><td>lm rekverk</td><td></td></tr> <tr><td>Rør og kummer, betong</td><td></td><td>tonn</td><td></td></tr> <tr><td>Rør og kummer, plast</td><td></td><td>tonn</td><td></td></tr> <tr><td>Støttemur av betong</td><td></td><td>Velg enhet</td><td></td></tr> <tr><td>Støttemur av naturstein</td><td></td><td>Velg enhet</td><td></td></tr> <tr><td>Stål, armering og bolter kamstål</td><td></td><td>tonn</td><td></td></tr> <tr><td>Stål, spennarmering</td><td></td><td>Velg enhet</td><td></td></tr> <tr><td>Stål, konstruksjonsstål og annet stål</td><td></td><td>tonn</td><td></td></tr> <tr><td>Stål, peler</td><td></td><td>tonn</td><td></td></tr> <tr><td>Stål, rustfritt/høykvalitet</td><td></td><td>tonn</td><td></td></tr> <tr><td>Stål, spunt</td><td></td><td>tonn</td><td></td></tr> <tr><td>Tetteløstmembran, plast</td><td></td><td>m2</td><td></td></tr> <tr><td>Trevirke</td><td></td><td>m3</td><td></td></tr> <tr><td>Bane: Overbygning og jernbaneteknikk - dagsone</td><td></td><td>Velg enhet</td><td></td></tr> <tr><td>Bane: Overbygning og jernbaneteknikk - tunnel</td><td></td><td>Velg enhet</td><td></td></tr> <tr><td>Bane: Overbygning og jernbaneteknikk - bru</td><td></td><td>Velg enhet</td><td></td></tr> </tbody> </table>			Materialer	Mengde	Enhet	Velg enhet	Asfalt, Agb			Velg enhet	Asfalt, Ab			Velg enhet	Asfalt, Ab m/PMB			Velg enhet	Asfalt, Ska			Velg enhet	Asfalt, Ska m/PMB			Velg enhet	Betong (A4)		m3		Forsterkingslag (pukk)		m3		Normalbetong, B30, Bransjereferanse		m3		Normalbetong, B35, Bransjereferanse		m3		Normalbetong, B45, Bransjereferanse		m3		Normalbetong, B30, Lavkarbon B		m3		Normalbetong, B35, Lavkarbon B		m3		Normalbetong, B30, Lavkarbon A		m3		Normalbetong, B35, Lavkarbon A		m3		Normalbetong, B45, Lavkarbon A		m3		Betongelement, prefabrikert, lavkarbon C		tonn		Betongelement, prefabrikert, lavkarbon B		tonn		Betongelement, prefabrikert, lavkarbon A		tonn		Sprøytebetong, B35, Bransjereferanse		m3		Isjokksement		tonn		Fyllingsmateriale, EPS 200		m3		Fyllingsmateriale, skumglassgranulat		m3		Fyllingsmateriale, jettlinker/ekspandert leire		m3		Fyllingsmateriale, grus/pukk		m3		Isolasjon, XPS 400		m3		Kalksementstabilisering (50% kalk, 50% sement)		tonn		Limtre		m3		PE-skumplater		m3		Rekkverk, standard veggrekverk		lm rekverk		Rekkverk på bru (bjørestrekk rekverk i stål)		lm rekverk		Rør og kummer, betong		tonn		Rør og kummer, plast		tonn		Støttemur av betong		Velg enhet		Støttemur av naturstein		Velg enhet		Stål, armering og bolter kamstål		tonn		Stål, spennarmering		Velg enhet		Stål, konstruksjonsstål og annet stål		tonn		Stål, peler		tonn		Stål, rustfritt/høykvalitet		tonn		Stål, spunt		tonn		Tetteløstmembran, plast		m2		Trevirke		m3		Bane: Overbygning og jernbaneteknikk - dagsone		Velg enhet		Bane: Overbygning og jernbaneteknikk - tunnel		Velg enhet		Bane: Overbygning og jernbaneteknikk - bru		Velg enhet		Anleggsgarbeid <table border="1"> <thead> <tr> <th>Prosess</th> <th>Mengde</th> <th>Enhet</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Sprengning dagen (kun sprengning)</td><td></td><td>pfm3</td></tr> <tr><td>Sprengning i tunnel (kun sprengning)</td><td></td><td>pfm3</td></tr> <tr><td>Massehåndtering og -graving (alle masser)</td><td></td><td>pfm3</td></tr> <tr><td>Masser ut av anlegg (kun transport)</td><td></td><td>pfm3</td></tr> <tr><td>Masser inn til anlegg (kun transport)</td><td></td><td>fm3</td></tr> </tbody> </table> Arealbeslag <table border="1"> <thead> <tr> <th>Arealtype</th> <th>Mengde</th> <th>Enhet</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Dyket mark/matjord</td><td></td><td>m3</td></tr> <tr><td>Myr</td><td></td><td>m3</td></tr> <tr><td>Skog - høy bonitet</td><td></td><td>m2</td></tr> <tr><td>Skog - middels bonitet</td><td></td><td>m2</td></tr> <tr><td>Skog - lav bonitet</td><td></td><td>m2</td></tr> </tbody> </table> Tips til utfylling av mengdedata Velg enhet: For materialer med alternative enheter på inputdata, MÅ dette velges Asfalt: kan angis i enten m2 eller tonn Mengde i tonn anbefales, da dette gir mer nøyaktige beregninger Levebid for siltefaget beregnes fra angitt ADT Det anbefales å velge type asfalt ut fra anbefalinger for ADT-klasser Betong: her er det mange kvaliteter å velge mellom Det anbefales å fylle inn for ulike typer så langt det lar seg gjøre Har man ikke denne type informasjon skal B35, bransjereferanse benyttes. Dette gjelder også for betongelementer Rekkverk: Her skal løpemetert rekverk angis, dvs total lengde enkelt Rør og kummer: Siden rør og kummer leveres med ulike dimensjoner og tykkelser må vekt (tonn) av rør og kummer beregnes manuelt. Se fanen Beregningsfaktorer fra rad 50 for vekt av ulike rørtyper Støttemur: kan angis i enten mengde i m3 eller areal Mengde i m3 anbefales, da dette gir mer nøyaktige beregninger Spennarmering: kan angis i enten tonn eller mMN Sommerdrift: (kantslutt, kumtanming, grafterens og feiling) beregnes basert på vallengde Vinterdrift: (brytning, salt og skiltvask) beregnes basert på vallengde Bane: Her skal løpemetert overbygning og jernbaneteknikk angis, basert på 1m enkeltspor eller 1m dobbeltspor. Her prosjektert en miks av enkeltspor og dobbeltspor kan 1m enkeltspor regnes om til 1m dobbeltspor. Utslippsdata Dersom man har utslippsdata for bestemte materialer tilgjengelig, kan man fylle inn disse i fanen utslippsfaktorer. Dersom det angis prosjektspecifikke utslippsfaktorer, vil disse overstryke standardfaktorene i beregningene. Det henvises til brukerveiledning for utfyllende beskrivelse. Se fanen Anlegg for å kunne justere til elektriske maskiner.			Prosess	Mengde	Enhet	Sprengning dagen (kun sprengning)		pfm3	Sprengning i tunnel (kun sprengning)		pfm3	Massehåndtering og -graving (alle masser)		pfm3	Masser ut av anlegg (kun transport)		pfm3	Masser inn til anlegg (kun transport)		fm3	Arealtype	Mengde	Enhet	Dyket mark/matjord		m3	Myr		m3	Skog - høy bonitet		m2	Skog - middels bonitet		m2	Skog - lav bonitet		m2
Materialer	Mengde	Enhet	Velg enhet																																																																																																																																																																																																																																
Asfalt, Agb			Velg enhet																																																																																																																																																																																																																																
Asfalt, Ab			Velg enhet																																																																																																																																																																																																																																
Asfalt, Ab m/PMB			Velg enhet																																																																																																																																																																																																																																
Asfalt, Ska			Velg enhet																																																																																																																																																																																																																																
Asfalt, Ska m/PMB			Velg enhet																																																																																																																																																																																																																																
Betong (A4)		m3																																																																																																																																																																																																																																	
Forsterkingslag (pukk)		m3																																																																																																																																																																																																																																	
Normalbetong, B30, Bransjereferanse		m3																																																																																																																																																																																																																																	
Normalbetong, B35, Bransjereferanse		m3																																																																																																																																																																																																																																	
Normalbetong, B45, Bransjereferanse		m3																																																																																																																																																																																																																																	
Normalbetong, B30, Lavkarbon B		m3																																																																																																																																																																																																																																	
Normalbetong, B35, Lavkarbon B		m3																																																																																																																																																																																																																																	
Normalbetong, B30, Lavkarbon A		m3																																																																																																																																																																																																																																	
Normalbetong, B35, Lavkarbon A		m3																																																																																																																																																																																																																																	
Normalbetong, B45, Lavkarbon A		m3																																																																																																																																																																																																																																	
Betongelement, prefabrikert, lavkarbon C		tonn																																																																																																																																																																																																																																	
Betongelement, prefabrikert, lavkarbon B		tonn																																																																																																																																																																																																																																	
Betongelement, prefabrikert, lavkarbon A		tonn																																																																																																																																																																																																																																	
Sprøytebetong, B35, Bransjereferanse		m3																																																																																																																																																																																																																																	
Isjokksement		tonn																																																																																																																																																																																																																																	
Fyllingsmateriale, EPS 200		m3																																																																																																																																																																																																																																	
Fyllingsmateriale, skumglassgranulat		m3																																																																																																																																																																																																																																	
Fyllingsmateriale, jettlinker/ekspandert leire		m3																																																																																																																																																																																																																																	
Fyllingsmateriale, grus/pukk		m3																																																																																																																																																																																																																																	
Isolasjon, XPS 400		m3																																																																																																																																																																																																																																	
Kalksementstabilisering (50% kalk, 50% sement)		tonn																																																																																																																																																																																																																																	
Limtre		m3																																																																																																																																																																																																																																	
PE-skumplater		m3																																																																																																																																																																																																																																	
Rekkverk, standard veggrekverk		lm rekverk																																																																																																																																																																																																																																	
Rekkverk på bru (bjørestrekk rekverk i stål)		lm rekverk																																																																																																																																																																																																																																	
Rør og kummer, betong		tonn																																																																																																																																																																																																																																	
Rør og kummer, plast		tonn																																																																																																																																																																																																																																	
Støttemur av betong		Velg enhet																																																																																																																																																																																																																																	
Støttemur av naturstein		Velg enhet																																																																																																																																																																																																																																	
Stål, armering og bolter kamstål		tonn																																																																																																																																																																																																																																	
Stål, spennarmering		Velg enhet																																																																																																																																																																																																																																	
Stål, konstruksjonsstål og annet stål		tonn																																																																																																																																																																																																																																	
Stål, peler		tonn																																																																																																																																																																																																																																	
Stål, rustfritt/høykvalitet		tonn																																																																																																																																																																																																																																	
Stål, spunt		tonn																																																																																																																																																																																																																																	
Tetteløstmembran, plast		m2																																																																																																																																																																																																																																	
Trevirke		m3																																																																																																																																																																																																																																	
Bane: Overbygning og jernbaneteknikk - dagsone		Velg enhet																																																																																																																																																																																																																																	
Bane: Overbygning og jernbaneteknikk - tunnel		Velg enhet																																																																																																																																																																																																																																	
Bane: Overbygning og jernbaneteknikk - bru		Velg enhet																																																																																																																																																																																																																																	
Prosess	Mengde	Enhet																																																																																																																																																																																																																																	
Sprengning dagen (kun sprengning)		pfm3																																																																																																																																																																																																																																	
Sprengning i tunnel (kun sprengning)		pfm3																																																																																																																																																																																																																																	
Massehåndtering og -graving (alle masser)		pfm3																																																																																																																																																																																																																																	
Masser ut av anlegg (kun transport)		pfm3																																																																																																																																																																																																																																	
Masser inn til anlegg (kun transport)		fm3																																																																																																																																																																																																																																	
Arealtype	Mengde	Enhet																																																																																																																																																																																																																																	
Dyket mark/matjord		m3																																																																																																																																																																																																																																	
Myr		m3																																																																																																																																																																																																																																	
Skog - høy bonitet		m2																																																																																																																																																																																																																																	
Skog - middels bonitet		m2																																																																																																																																																																																																																																	
Skog - lav bonitet		m2																																																																																																																																																																																																																																	
Prosjektinformasjon og forutsetninger for beregninger Utbyggingsprosjekt Sted / region / prosjektypen Velg region ADT Antall felt Lengde dagsone (m) Lengde bru (m) Lengde med belysning på dagsone og bru (m) Lengde tunnel oversjøisk (m) Lengde tunnel undersjøisk (m) Transportavstand: masser ut av anlegg (km) Transportavstand: masser inn til anlegg (km) 20 km er default, kan endres i celler over 20 km		Beskrivelsestekst (Kort beskrivelse av vurderte alternativer, trasévalg, etc. som er relevant.) Dette beregnes ut fra prosjektinformasjonen ADT: Reasfaltering: frekvens og mengde asfalt ADT: Tunnelklasse: ventilasjon og belysning i drift Antall felt: Omfang av aktiviteter i sommer- og vinterdrift Lengde på veg i dagen: Omfang av aktiviteter i sommer- og vinterdrift (ekskl belysning) Lengde på bru: Omfang av aktiviteter i sommer- og vinterdrift (ekskl belysning) Lengde tunneler: Ventilasjon og belysning i drift Sammensetning av maskinpark kan justeres i fane "Anlegg" Valg av andel maskiner til anleggsgarbeid og massetransport drevet av hhv diesel, biodiesel og el Tips til innfylling av data Transportavstander for masser: 20 km er default, men den kan endres Analyseperiode: default er 60 år, men den kan endres Omfatter prosjektert tunnel, må total lengde tunnel angis Utslippsfaktorer brukt i analysen: Norske gjennomsnittdata er standard Scenario for el-miks: Scenario 1 er standard																																																																																																																																																																																																																																	

Figur 13: Mellomfasemodulen i VegLCA til bruk i tidligfase. Kilde: VegLCA, v5.03B

I arbeidet med VegLCA er det lagt ned enorm innsats i å finne godt tilpasset utslippsdata for norske gjennomsnittstall og erfaringstall som danner grunnlag for beregningsfaktorer. VegLCA i seg selv er antageligvis på et detaljeringsnivå som er nødvendig i prosjekter som krever sine egne utredninger, men datagrunnlaget som er tilgjengelig og dokumentert [15] kan helt klart være nyttig for KMDs klimaverktøy.

5.2.7 NV-GHG

NIRAS har på oppdrag for Nye Veier utviklet et verktøy for å beregne klimagassutslipp fra veiprosjekter i tidligfase, NV-GHG [16]. Verktøyet krever at brukeren legger inn lengde på strekningen, antall tunneler og kulverter, bredde på de ulike vegtypene og bredde på anleggsbeltet. Deretter beregner verktøyet utslipp fordelt på ressurser og livsløpsfaser.

Verktøyet er utviklet for tidligfase, og tar derfor høyde for usikkerhet i beregningsgrunnlaget. Dette vises for eksempel gjennom sensitivitetsanalysen hvor brukeren får oppgitt hvor stort utslag en prosentvis endring i en inngangsfaktor vil gi på totale utslipp.

Utslippsdataen til verktøyet baserer seg i stor grad på EPD-er og skal representere bransjegjennomsnittet på markedet. For transport er utslippsfaktorer for NS 16258 benyttet [17]. I tillegg er «NIRAS' erfaringstall» oppgitt som dokumentasjon for flere av standardverdiene.

5.2.8 Excel-basert kalkulator for arealbruksendringer

Miljødirektoratet har laget et offentlig tilgjengelig [Excelark](#) som beregner klimagassutslipp fra endringer i arealbruk [18]. Kalkulatoren finner differansen mellom karbonopptak i vegetasjon og jordsmonn før og etter en utbygging, som kan gi enten opptak eller utslipp av klimagasser. Arealformålene er definert etter plan- og bygningsloven §12-5, og skiller på skog, dyrket mark, annen utmark, vann og myr, beite og utbygd areal. For skog skiller den i tillegg på treslag, jordtype og bonitet, da dette er avgjørende for skogens evne til å lagre karbon.

Brukeren må legge inn areal og arealtype før og etter planforslaget. Verktøyet har inkludert en brukerveiledning til NIBIO sitt kartverktøy Kilden [14], hvor et planområde kan tegnes inn for å finne nødvendige arealer. Utslippsfaktorene som brukes for de ulike arealtypene baserer seg på grunnlag fra Landskogstakseringen, og er tilpasset en standardperiode på 20 år iht. retningslinjene fra FNs klimapanel.

For å ta hensyn til ulike geografiske områder er det mulig å velge kommune for hvor arealet ligger. Dessverre er ikke kunnskapsgrunnlaget detaljert nok til å gi ulike utslippsfaktorer for kommunene enda. En ytterligere mangel med kalkulatoren er at den ikke kan regne endring fra flere enn én arealbrukstype om gangen. Det vil si at dersom et planforslag ønsker å bygge ut både et skogområde og dyrket mark, må kalkulatoren brukes to separate ganger. Dersom det er ønskelig å bruke Excelarket i klimaverktøyet til KMD kan dette enkelt løses ved å kjøre inn verdier i Excelarket et tilstrekkelig antall ganger.

Miljødirektoratet sin kalkulator er et Excelark som lastes ned fra hjemmesiden, og tar derfor ikke hensyn til oppdateringer som skjer. En annen begrensning er at kalkulatoren ikke er mer detaljert enn AR5, for eksempel blir den relativt grov for en detaljreguleringsplan. Her kan det være gunstig å skille «Utbygd areal» inn i flere kategorier, for å få med gevinsten fra grøntområder og lignende.

5.2.9 Kartbasert klimagasskalkulator for arealbrukssektoren

NIBIO har på vegne av KMD utviklet et kartbasert verktøy for å beregne klimagassberegninger i forbindelse med arealplanlegging i tråd med forskrift for konsekvensutredninger [19]. Verktøyet kan ta inn arealplaner i form av for eksempel område- og detaljplaner, før det oversetter plankart til arealbrukskategorier og beregner utslipp fra arealbruksendringer. Det er ikke utviklet for å regne utslipp fra andre aktiviteter som transport eller bygge- og anleggsvirksomhet.

Metoden som benyttes for klimaberegningene er basert på metodikken Miljødirektoratet benytter til de kommunevise klimagassregnskapene. Utslippsfaktorene som brukes i den kartbaserte klimagasskalkulatoren er hentet fra perioden 2010-2015, og tar ikke hensyn til utslippsfaktorer utarbeidet senere enn dette. Verktøyet er heller ikke laget for å inkludere fremtidige oppdateringer.

NIBIO sitt verktøy bruker AR5 som arealbrukskart. Dette er en forenkling sammenlignet med de kommunale utslippsregnskapene som benytter flere ulike datasett, ofte kalt AR5+. Videre tar karttjenesten kun hensyn til vertikalnivået på jordflaten regnes det ikke ut klimagassutslipp fra tiltak under bakken, for eksempel fra fjerning av masser.

Fordelen med prototypen som NIBIO har utviklet er at det er tilpasset dagens planarbeid i kommunene, og kan bidra til å forenkle saksbehandlingen. Det forutsetter imidlertid at arealplanleggerne har tilgang til plankart i offisielle filformater. Metoden som er brukt for å tegne inn planområder bør vurderes videre for klimaverktøyet til KMD.

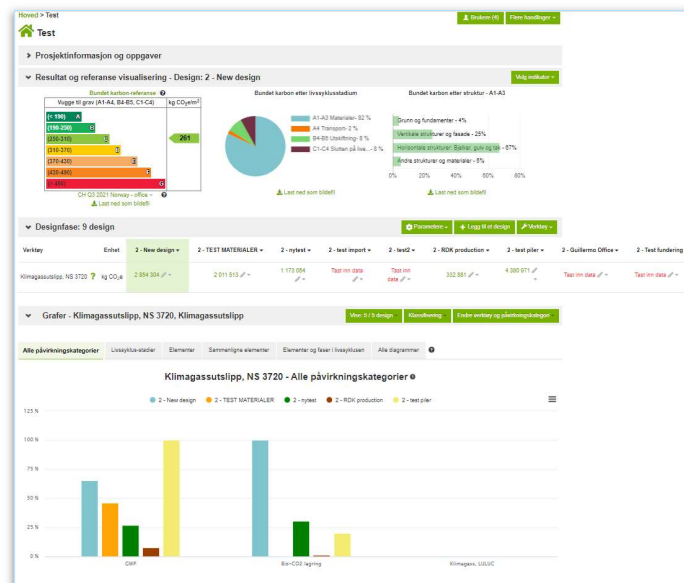
5.2.10 One Click LCA

One Click LCA er et verktøy utviklet for å gjøre LCA av en bygning, et produkt, infrastruktur eller en organisasjon [20]. One Click LCA gir mulighet til å følge forhåndsdefinerte bygningsscenarioer, eksempelvis massivtre eller passivhus, og er basert på NS 3720 [7]. Den norske standarden legger føringer for regneregler, forutsetninger og fremgangsmåter.

Videre gir One Click LCA mulighet til å automatisk generere et referansebygg gjennom *Carbon designer*. Metodikken bak denne funksjonaliteten er utviklet i samarbeid med Statsbygg og er basert på målinger og erfaringer fra eksisterende bygg. Referanseverdiene er premissettende i byggeprosjekter fordi resultatet vanligvis måles som reduksjon sammenlignet med et referansebygg. Regnereglene for referansebygg-generering er ikke offentliggjort, altså er ikke verktøyet transparent. Det kreves ofte noen justeringer av referansebygget i One Click LCA for å tilpasse materialmengdene til det virkelige prosjektets omfang, noe som kan være med å minske transparensen i beregningene ytterligere.

One Click LCA krever lisens, og er dermed ikke allment tilgjengelig. På tross av målsetningen om å gjøre LCA enkelt krever beregningene i verktøyet en god del valg og antagelser som forutsetter at brukeren har god fagkunnskap for at resultatene skal bli realistiske. Til gjengjeld blir det oppdatert jevnlig, og supportsenteret kan bidra med å legge inn EPD-er for eksakte utslippsverdier.

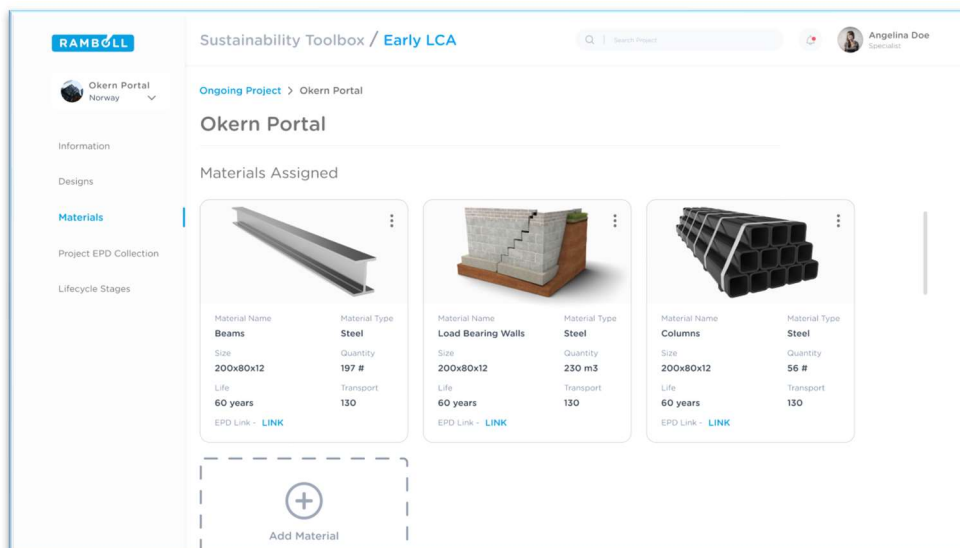
Å bruke One Click LCA som en integrert del av klimaverktøyet til KMD er ikke aktuelt, både på grunn av kostnad og brukervennlighet. Det er derimot mulig å benytte verktøyet til å skaffe nok utslippsdata om referansebygg og scenarioer, som deretter kan generaliseres til bruk i et aktuelt klimaverktøy.



Figur 14: Skjermtutklipp fra One Click LCA

5.2.11 eLCA (early LCA)

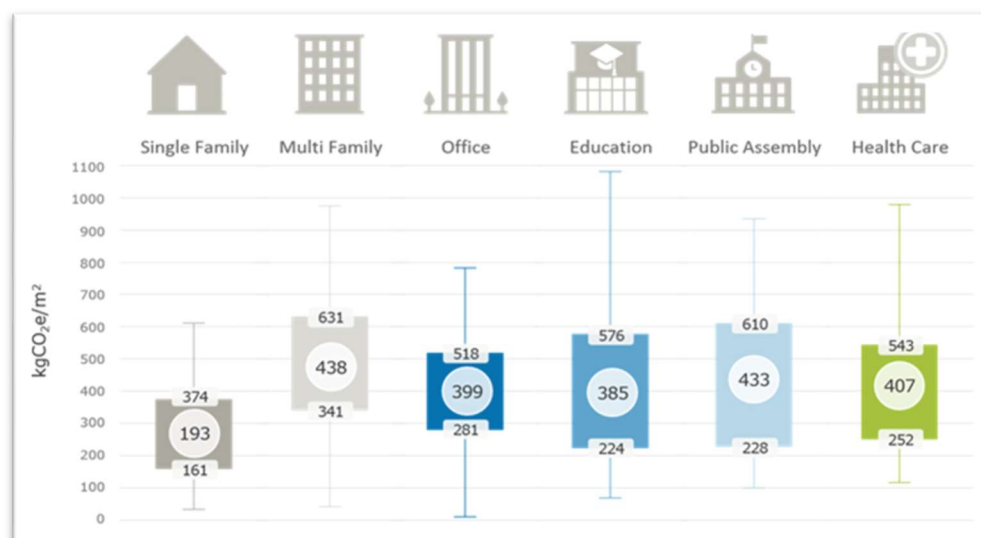
Rambøll har utviklet et eget verktøy for å utføre LCA i tidligfase. Verktøyet er knyttet til internasjonale databaser for klimagassutslipp av byggematerialer: EPD Norge, Okobaudat og ICE-database. eLCA har som hensikt å gjøre materialvurderinger enklere med hensyn til klimaavtrykk av bygningselementer og påvirkning på utslipp for hele byggeprosjektet.



Figur 15: Skjermtutklipp fra eLCA-verktøyet for å enkelt sammenligne materialalternativer. Kilde: Rambøll

Rambøll er også i gang med å utvikle et eget benchmarking-system for å kartlegge LCA-resultater av de ulike byggeprosjekter som Rambøll jobber med globalt. Det gjør det enklere å vurdere om man ligger over eller under gjennomsnittet. Det vil også gjøre det enklere å gi innsyn hva slags materialer eller strategier har blitt brukt i andre prosjekter. Basert på erfaring fra LCA-vurderinger fra ulike prosjekttyper og ulike land, får man et mer realistisk globalt bilde av klimagassutslippet i

bygg. Det kan være relevant for KMDs klimaverktøy å bruke disse gjennomsnittstallene fra ekte byggeprosjekter for å forenkle funksjonen med å beregne klimagassutslipp fra bygninger.



Figur 16: Illustrasjon av benchmarking av ulike bygningstyper. Kilde: Rambøll [21]

5.2.12 Analyseverktøy for utslippseffekt hos Oslo kommune

Plan- og bygningsetaten i Oslo kommune skal utvikle et analyseverktøy som skal brukes i revisjonen av arealdelen i kommuneplanen. Prosjektet vil vurdere transport, arealbruksendringer og bygninger samlet. Prosjektet er et [klimasatsprosjekt](#) og får støtte fra Miljødirektoratet. Oslo kommune skal redusere sine klimagassutslipp med 95 % sammenlignet med et 1990-nivå innen 2030, og trenger effektive verktøy til å innfri utslippsmålet.

Målsetningen til Oslo kommune er å samle utredningstema transport, arealbruk og bygg i et samlet verktøy for å unngå at beslutninger gjøres på et isolert grunnlag. Kommunen har behov for en metode som kan sammenligne de ulike klimaaspektene slik at riktig beslutning kan tas på et overordnet nivå. Den overordnede målsetningen er altså svært lik målet i KMD i dette prosjektet.

Verktøyet er særlig tiltenkt for bruk på et kommuneplannivå for å sikre at de riktige overordnede grepene tas i arealdelen. Ved bruk av et verktøy som beregner interrelaterede utslippseffekter ønsker de å unngå problemendringer som for eksempel å minske utslipp fra transport ved å øke utslipp fra arealbruksendringer. Et av hovedargumentene for tildeling av klimasatsmidler er det innovative med å samle utslipp fra de tre elementene i en og samme utredning.

Verktøyet utvikles i Excel. Kartanalyser og transportanalyser gjøres separat og resultatene legges inn i verktøyet. Verktøyet er ment å kunne vurdere ulike utbyggingsmønstre, men tar ikke høyde for egne vegutbygginger. Dette grunnlegges med erfaringen av at det fort blir for komplekst og stort. Rambølls vurdering av samme problem er at dette er typiske prosjekter hvor det likevel skal gjennomføres separate konsekvensutredninger.

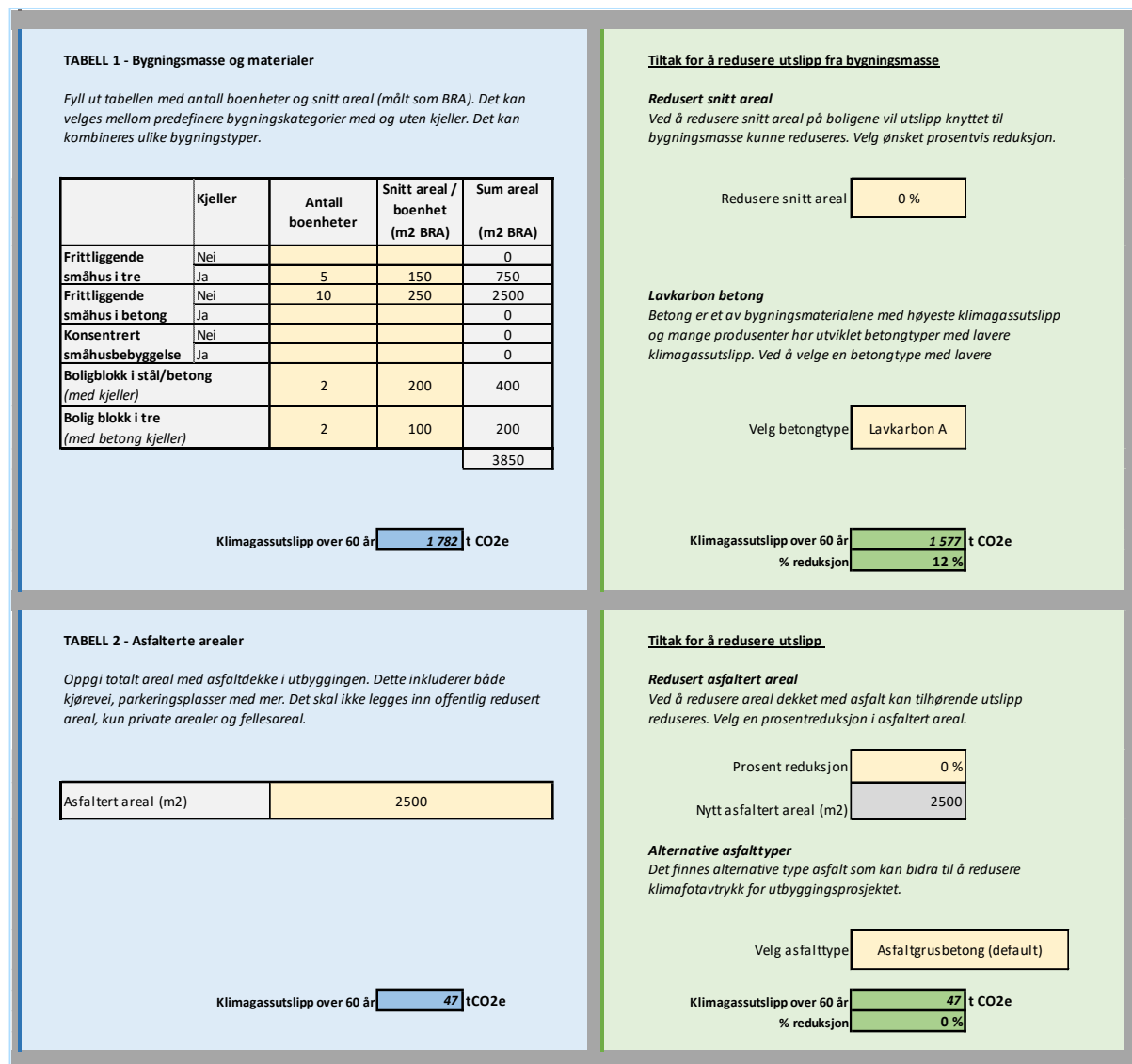
Utkast til verktøy og metodebeskrivelse ventes i løpet av 2021. Ettersom målsetningen til Oslo kommunes verktøy er den samme som til KMD sitt mulige klimaverktøy bør resultatet av klimasatsprosjektet undersøkes videre når det blir utgitt.

5.2.13 Lier kommunes klimakalkulator

Lier kommune har utgitt en egen Excelbasert klimakalkulator til bruk i planarbeid med bolig- og næringsbygg i Lier kommune (Figur 17). Kalkulatoren skal på en enkel måte regne ut klimagassutslipp fra utbyggingsprosjekter og belyse mulig utslippskutt fra tiltak som kan kreves på et reguleringsplannivå. Temaer kalkulatoren omfatter er materialbruk, materialtransport, energibruk i drift, arealbruksendring og transport i drift.

Klimakalkulatoren er offentlig tilgjengelig på kommunen sine nettsider og kan lastes ned av alle. Ettersom den er utarbeidet for bruk av Lier kommune er den ikke overførbar til andre kommuner for alle områder, spesielt transport uten tilpasninger. Den er laget med standard forutsetninger og scenarier som gjør den enkel å bruke og krever lite klimafaglige forkunnskaper. Det er planlagt å bruke et par timer årlig til å oppdatere klimakalkulatoren.

Klimagassberegningene til Lier kommune bygger på NS 3720 og med en rekke dokumenterte forutsetninger. For å regne utslipp fra bygningsmasse er det gjort beregninger på modeller i One Click LCA som hentes inn som utslippsfaktorer per kvadratmeter BTA for ulike bygningstyper og -scenarier. Utslippsfaktorer for materialer, byggeplass, anleggsmaskiner, massetransport, transport, arealbruksendringer og energibruk er også hentet fra One Click LCA.



Figur 17: Utsnitt av Lier kommunes klimakalkulator. Utsnittet viser hvordan kalkulatoren tar hensyn til effekten av klimatiltak. Kilde: Lier kommune

Transportberegninger bygger på tall fra SSB om Lier kommune og tall brukeren oppgir for avstanden fra planområdet til de største kollektivknutepunktene og bussholdeplass. Det er ikke funksjonalitet for å for eksempel kunne legge inn nye bussholdeplasser som en del av de nye planene.

At verktøyet ikke gir mulighet til å velge annet en predefinerte scenarier tilfører en større grad av usikkerhet, men gjør det samtidig intuitivt og enkelt å benytte seg av. Lier kommune understreker at verktøyet derfor ikke egner seg til å beregne nøyaktige utslipp fra en utbyggingsplan, men at det kan belyse forskjeller mellom ulike alternativer. I tillegg er det en effektiv måte å vise fram effekten av klimatiltak i reguleringsplaner.

Verktøyet til Lier kommune utfører i stor grad de funksjonene som KMD ønsker i sitt klimaverktøy, med beregnet klimagassutslipp fra både bygg, arealbruk og transport. Visualiseringen av mulige tiltak er god og oversiktlig, og kan inspirere til videre løsninger. Rambøll anser det som svært positivt at fanen med forutsetninger og beregninger er inkludert, som gjør metoden transparent og etterprøvbart.

En mangel ved verktøyet er at det mangler en dynamisk tilnærming til transport. Tilnærmingen til transport er grov. Et verktøy som skal inkludere alle kommuner vil kreve en del tilpasninger. Eksempelvis er det ikke hensiktsmessig å ha alle landets kjøpesentre og bussholdeplasser som alternativer i nedtrekksmenyer. Det er heller ikke mulig å tegne inn planområdet i et kart, og brukeren må derfor skrive inn en rekke avstander selv.

5.2.14 EE Settlement

EE Settlement – Bundet energi, kostnader og trafikk ved ulike bosettingsmønstre har vært et treårig forskningsprosjekt i regi av Sintef sammen med en rekke samarbeidspartnere [22]. Bakgrunnen er at det foreligger lite systematisert data om hvordan bosettingsstrukturer påvirker faktorer som energibehov, trafikk, areal og kostnader. Prosjektet kartlegger bundet energi for å skaffe nasjonale grunnlagsdata til støtte for kommuner og regioner, analysere investerings-/driftskostnader, energi i drift og generert trafikk, samt belyse rammebetingelsene som påvirker boligvalg og -utvikling. Denne informasjonen kan videre brukes til å beregne klimagassutslipp.

Gjennom prosjektperioden er arbeidet delt opp i ulike arbeidspakker. En av disse arbeidspakkene har som mål å utvikle et nettbasert verktøy som viser konsekvenser av boligbygging i et helhetlig bilde [23]. Etter dialog med utviklerne viser det seg at verktøyet ikke er i bruk i påvente av brukerrettighetsavklaringer.

Verktøyet skal kunne hjelpe både beslutningstakere i kommunen og private utbyggere til å gjøre bærekraftige valg i arbeidet med urban og regional planlegging. I første omgang er det bærekraft i et miljø- og økonomisk perspektiv som kvantifiseres. Med det skal verktøyet fylle en manglende funksjon i byplanlegging, nemlig muligheten til å få oversikt over fremtidig effekt av valg i det tidligste stadiet av arealplanlegging.

Verktøyet gir brukeren mulighet til å bygge og sammenligne så mange ulike utviklingsprosjekt som ønskes. Verktøyet kan brukes til alternativsanalyser, og har innebygde referansealternativer. Det er et komplekst verktøy med mulighet for en rekke inndata. Eksempelvis krever den antall bygninger, boligenheter, veityper, antall voksne og barn, nærliggende kollektivtrafikk, inntekt og avstand til arbeidsplass. For å øke brukervennligheten er verktøyet delt i to moduser, ekspertmodus og normalmodus. I ekspertmodus er det mulig å legge inn enda mer spesifikk data. EE Settlement oppgir at ettersom verktøyet krever såpass mye av brukeren er det ikke forventet at kommuner med mindre planfaglige miljøer skal ha kapasitet til å ta det i bruk. For disse tilfellene anbefaler EE Settlement-prosjektet at Fylkeskommunen kan fungere som et kompetansesenter som foretar beregningene [23].

Energi og klimagassutslipp blir beregnet for tre ulike områder: bygninger, infrastruktur og mobilitet. For bygninger og infrastruktur benyttes EPD-er i utstrakt grad for utslippsdata, mens mengdetall hentes fra håndbøkene til Vegvesenet og norske bygningsstandarder. Brukeren må selv legge inn lengde på de ulike vegstrekningene. EE Settlement beregner også utslipp fra løpende kommunale tjenester tilknyttet bygninger og infrastruktur, som vann- og avløpssystem, avfallsinnsamling/transport fra nye, samt drift og vedlikehold av veier.

Det finnes fra andre kilder lite dokumentasjon på utslippsdata for kommunale tjenestene, og arbeidet som er gjort i EE settlement for å få frem tall kan tas med videre, for eksempel som predefinerte gjennomsnittsverdier. For øvrig understrekes det at utslippsmodellen for kommunale tjenester er en sterk forenkling. For veitjenester er kun direkte utslipp fra drivstoff inkludert, og ikke utslipp fra ressurser som avisings-stoffer, salt eller sand. For vanntjenester er det

hovedsakelig utslipp fra energi som inkluderes, mens det for avfall kun er inkludert direkte utslipp fra transport.

For mobilitet beregnes utslipp per km kjørt (kjøretøykilometer) utifra parametere som andel beboere i leiligheter, tilgang til kollektivtransport, avstand til næring, parkeringstetthet osv. I de tilfellene hvor brukeren ikke legger inn verdier benytter verktøyet predefinerte gjennomsnittsverdier. Kjøretøykilometer ganges deretter med ulike utslippsfaktorer for de ulike teknologiene, hvor hydrogen- og elektriskdrevne biler telles som null.

Verktøyet til EE Settlement ekskluderer utslipp fra arealbruksendringer, og det er heller ikke mulig å regne utslipp fra bevaring, rehabilitering eller ombruk av bygg. Klimagassutslipp fra elektrisitet er beregnet med europeisk utslippsfaktor. En risikofaktor ved å bruke dette verktøyet videre er at prosjektperioden er ferdig, og at det dermed ikke driftes. Metoden er godt beskrevet [24], og det bør heller vurderes å ta med elementer herfra videre, eksempelvis utslipp fra kommunale tjenester i drift. Konseptet hvor brukeren kan legge inn egne verdier der de er kjent, men hvor det ikke er nødvendig for å kjøre beregningene kan gi en bedre fleksibilitet med tanke på ulik kompetanse i store og små kommuner.

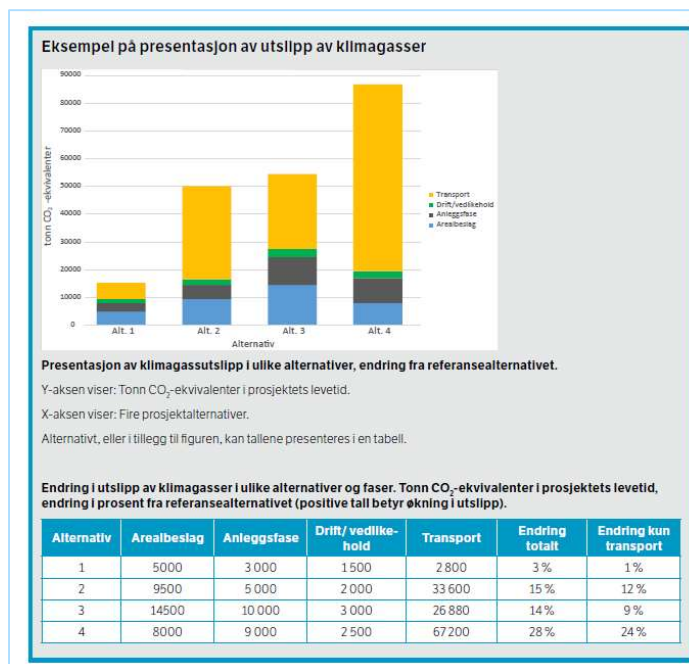
5.3 Andre kilder

I tillegg til verktøyene som er blitt presentert over finnes det i dag en rekke nyttige informasjonskilder og veiledere. Mange av dem er utviklet av eller for kommuner. Et par av dem blir presentert her.

5.3.1 Håndbok V712 Konsekvensanalyser

Kommunedelplaner for samferdselsanlegg utredes normalt av samferdselsmyndighetene. Beregningene gjøres i tråd med standardisert metodikk i Vegvesenets veileder 712. Ved bruk av håndbok V712 utføres gjerne beregningene med EFFEKT (basert på RTM-kjøringer, kartanalyser og tegninger) og presenteres per element (veg/konstruksjoner, anlegg, arealforbruk og transport) og i sum. Se kapittel 5.2.1 for ytterligere info.

Et eksempel på hvordan resultatene fra en konsekvensanalyse kan presenteres er vist i Figur 18. Denne fremstillingen er etter Rambølls mening en god visuell framstilling som viser en forståelig sammenligning av flere vegalternativer i et klimaperspektiv. For KMDs klimaverktøy kan en lignende fremstilling med graf fordelt på livsløpsfaser, eller moduler, vurderes.



Figur 18: Utsnitt fra V712, s. 105, eksempel på presentasjon av klimagassutslipp

5.3.2 Miljødirektoratets veileder for konsekvensutredninger M-1941

I 2020 kom Miljødirektoratets [M-1941](#) veileder for Konsekvensutredninger for klima og miljø. Veileder stiller krav til prosess og innhold, kunnskapsgrunnlaget og vurderingene som skal gjøres for klima og miljø i en konsekvensutredning. For klimagassutslipp skal tiltakets påvirkning på klimagassutslipp vurderes i så detaljert grad som mulig, med særlig fokus på karbonrike arealer, endring i trafikk, industri og energiløsninger. Deretter skal tiltakets ulike alternative løsninger belyses, og ulikhetene mellom dem beskrives. Til slutt skal klimagassutslipp inngå i en helhetlig miljøvurdering, som skal gjøre det enklere å ta inn klima og miljø som en del av beslutningsgrunnlaget.



Figur 19: Forsiden til Miljødirektoratets veileder for Konsekvensutredninger for klima og miljø. Kilde: miljødirektoratet.no

5.3.3 Klimavurderinger i plansaksbehandling (Bergen og Oslo kommune)

I samarbeid med Bergen kommune skal plan- og bygningsetaten i Oslo kommune utarbeide et faggrunnlag for hvordan de skal gjøre klimavurderinger i planbehandling. Vurderingen baseres på et sett med vedtatte klimakriterier som skal brukes i behandlingen av alle plan- og byggesaker.

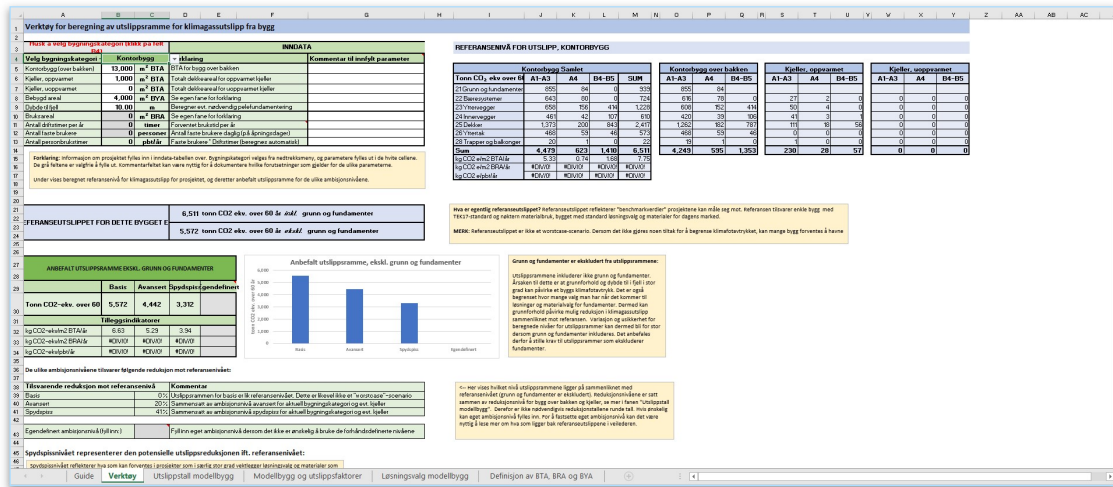
Det skal utarbeides et faggrunnlag som svarer på «hvordan foreta tilstrekkelig gode klimavurderinger i planbehandling». Dette vil danne grunnlag for å utarbeide en elektronisk veileder, samt en mal for hvordan kommunen ønsker å motta klimagassberegninger. Fokuset er på reguleringsplan- og byggesaksbehandling.

Asplan Viak holder i arbeidet på vegne av Oslo kommune, og arbeidet avsluttes innen utgangen av 2021. Resultatet bør vurderes i videre arbeid med utvikling av et mulig klimaverktøy for KMD.

5.3.4 Verktøy for å beregne utslippsrammer for bygg

DFØ har utviklet et Excelbasert [analyseverktøy](#) for å kunne sette utslippskrav til offentlige anskaffelser på bygg [25]. Ved å angi bygningskategori, areal og dybde til fjell beregner verktøyet hvilke utslipp man kan forvente fra bygget som helhet og fra de ulike bygningsdelene. Målet er å få forslag til klimagasskrav per areal som kan angis i konkurransegrunnlaget. I tillegg oppgis det utslippsdata per materiale, fordelt på ambisjonsnivåene basis, avansert og spydspiss. Det er også mulig å angi et eget ambisjonsnivå, etter ønsket prosentvis reduksjon sammenlignet med en referanse.

Referanseverdiene som oppgis i verktøyet tilsvare utslippsfaktorene for et standard referansebygg etter TEK17. Dermed er det svært relevante verdier å benytte til utslippsfaktorer i et klimaverktøy for plan, ettersom det der ikke er grunnlag til å stille strengere krav en oppfyllelse av TEK17. Utslippstallene for ambisjonsnivåene avansert og spydspiss kan være relevant å benytte dersom det blir mulig å gjøre tiltaksanalyser i klimaverktøyet. Den gir dessverre ikke mulighet til å se på tiltak med ombruk eller bruk av alternative materialer.



Figur 20: Utsnitt fra DFØs kalkulator for klimakrav til bygg

5.3.5 Bergen kommune sin veileder for klimagassberegninger

Bergen kommune kan, med hjemmel i kommuneplanens arealdel, kreve klimagassregnskap i enkelte reguleringsplan- og byggeprosjekter [26]. For å gi tydelige retningslinjer på hva som forventes er det utarbeidet en veileder for klimagassberegninger [12]. Dette er ment som en 1.utgave som skal utvikles etter hvert som andre prosjekter fullføres. I tillegg skal veilederen suppleres med en mal for hvordan klimagassberegninger skal rapporteres.

Klimagassregnskap kreves foreløpig ved vesentlige naturinngrep, valg mellom bevaring og riving av bygg og ved nybygg større enn 1000 m² BRA. Veilederen beskriver når beregningene bør gjennomføres, hvilke tiltak som kan anbefales, samt en rekke forhold som må inngå i vurderingen:

- (1) Eiendommens egnethet med tanke på å unngå nedbygging av karbonlager.
- (2) Reduksjon av biologisk mangfold og stor tomtebearbeiding.
- (3) Mulighet for egenproduksjon av energi.
- (4) Planområdets beliggenhet i forhold til kollektiv transport og sentrumsfunksjoner.
- (5) Mulighet for rehabilitering og ombruk av bygg og byggematerialer.
- (6) Funksjonalitet som gir merverdi, som gode etasjehøyder.
- (7) Arealeffektivitet og mulighet for flerbruk.
- (8) Tilrettelegging for mobilitetsløsninger og parkering for bil og sykkel.

Metoden som presenteres i veilederen baserer seg på NS 3720. Veilederen er ikke et verktøy i seg selv, men anbefaler ulike verktøy for de ulike områdene. Eksempelvis oppgir den at Miljødirektoratets verktøy kan benyttes til å beregne arealbruksendringer og at One Click LCA kan benyttes til å beregne utslipp fra bygninger.

6. MULIGHETER, BEGRENSNINGER OG FORUTSETNINGER

Under gjennomgangen av eksisterende verktøy og tilgjengelige kilder er det beskrevet en rekke eksisterende løsninger som kan tas videre i utformingen av et klimaverktøy for KMD. Det er også avdekket en del begrensninger innen metode og modellering. Disse mulighetene og utfordringene vil bli videre drøftet i dette kapittelet, og legger grunnlaget for skisseringen og anbefalingene i neste kapittel. Det skilles på overordnede prinsipper som angår flere eller alle utslippselementene (kap. 6.1) og aspekter som kun hver av de tre elementene (kap. 6.2, 6.3 og 6.4)

6.1 Overordnede prinsipper

6.1.1 Enkelt nok

En erfaring fra både utviklings- og prosjektarbeid med blant annet InMap og ADV er at det er fordelaktig at modellarbeidet gjøres enkelt, slik at det transparent og enkelt å isolere effekter. I areal- og transportanalysenes natur ligger det flere gjensidige påvirkninger mellom areal og transport. Det kan derfor være møysommelig arbeid å analysere resultatene. Klimaverktøyet som denne rapporten undersøker mulighetsrommet til, skal i tillegg inneholde elementene bygg og arealbruk. Når antall inngangsfaktorer øker, er det viktig at man har kontroll på de enkelte konsekvensene slik at man vet hva som virker.

En ytterligere erfaringene fra ADV er at det er krevende å programmere et verktøy fra bunnen av. Dersom verktøyet skal være kartbasert finnes det flere kartplattformer som det kan bygges videre på. Dette må, som nevnt, vurderes opp mot brukerkostnad.

6.1.2 Mangler i kart- og plandata

Dette forholdet gjelder spesielt for et kartbasert verktøy. Kommuneplanene og reguleringsplaner utformes i tråd med forskriftsfestede spesifikasjoner. Likevel kan det oppstå problemer enten på grunn av feil i dataene, eller dersom verktøyet ikke er robust nok med tanke på muligheter for utforming av plankart. Sosi-kontroll (teknisk kontroll av plankartet) av et kommuneplanforslag kan også være relativt tidkrevende, spesielt der det er mange endringer av formål og annet innhold sammenlignet med eksisterende plan. Det kan også verre feil eller mangler i selve grunnlagskartene.

Problemet med kartmangler kan delvis løses ved at det er mulighet for justeringer direkte i verktøyet knyttet til formål, status eller lignende. Rambøll antar også at leverandørene av kartløsninger for kommunene har erfaring med denne type problematikk. I en eventuell neste fase er det naturlig at disse involveres i utviklingen.

Det kan også oppstå andre problemer, eksempelvis kan det være en viss overlapp mellom eksisterende og framtidige områder i tilfeller der enkelte områder er dels utbygd. Transformasjonsområder og fortetningsområder som i utgangspunktet er utbygde områder, vil i varierende grad angis som framtidige områder i plankartene. Dette krever at brukeren er bevisst på hva som er faktisk status for området.

6.1.3 Drift av verktøy

Et sentralt aspekt for utvikling av programvaren er drift og vedlikehold av den. Det er viktig å ta hensyn til mulig oppdatering av funksjonaliteter, brukergrensesnitt og datagrunnlag allerede fra starten. Det er først og fremst essensielt å definere hvem som har ansvar for utvikling og vedlikehold, samt hvor mye det vil koste. Det er også viktig at «språket» i programvaren er kvalitetssikret og følger gjeldende standarder. Dette løses ved å legge inn forklaringer i koden,

utføre enhetstesting og dokumentere oppdragsforståelse. Mye av det lar seg gjøre ganske transparent i eksempelvis GitHub, der det også er mulig å gå tilbake til tidligere versjoner og følger opp med oppgaver. Det kreves spesialistkunnskap i programvareutvikling for å kvalitetssikre oppdraget og det anbefales å bruke tredjepartskontroll.

Det er også viktig at det undersøkes mulige endringer i databaser som benyttes for programvaren. Dette kan kanskje løses med API-tilkoblinger til eksterne databaser f.eks. EPD-Norge Digi, men krever også tilkobling til transportinformasjon som ADV og mobildata. For hver av elementene vil utslippstall endre seg i takt med teknologiutviklingen. Det vil brukes nye typer transportmidler for eksempel el-sparkesykler, eller en annen fordeling mellom eksisterende kjøretøy som fossil-, el- eller hydrogenkjøretøy. For bygninger vil det komme nye byggeteknikker og eksisterende materialer vil få reduserte klimagassutslipp. Med tanke på arealbruk vil det trolig komme bedre kunnskapsgrunnlag og oppdaterte tall basert på de nyeste forskningsprosjektene. Dette vil lede til for eksempel sikrere tall for karbonopptak fra skog eller myrer. Det er viktig at klimaverktøyet kan tilpasse seg endringer og at det er enkelt å oppdatere klimaverktøyet. Det er også viktig å beslutte hvem som har tilgang og mulighet til å endre disse. En annen begrensning kan være hvor mange brukere som skal kunne bruke verktøyet samtidig. Dette bør utredes i neste fase av prosjektet.

6.1.4 Koblinger mot eksisterende verktøy og kart

For å lykkes med å utvikle et verktøy for arealplanlegging som faktisk tas i bruk av de tiltenkte brukerne må verktøyet dekke brukerens behov. Brukergrensesnittet må være enkelt å bruke og å lære seg.

Uavhengig av en eventuell kartløsning er det overordnet to mulige tilnærminger: En webbasert løsning eller en desktopapplikasjon. En webbasert løsning kan enklere oppdateres automatisk, både for utslippsdata og beregninger. Dette vil også forenkle samordning mellom ulike aktører som bruker verktøyet. I tillegg kan verktøyet benyttes av hvem som helst med tilgang på internett, samtidig som det krever mindre plass tilgjengelig på lokal PC. En desktopapplikasjon trenger derimot ikke tilgang til internett, noe som kan gi raskere operasjoner ved dårlig forbindelse. Ved desktopløsning kan et ubegrenset antall brukere arbeide samtidig uten at det påvirker utviklingskostnaden.

En viktig problemstilling videre er håndtering av kart og geografi. Analyser av arealplaner innebærer i stor grad arbeid med geografiske data og enheter, som i utforming av brukergrensesnittet gir to større utfordringer. På den ene siden må det utformes en effektiv tilnærming for innlesningen av dataene som vil ligge til grunn for modellens beregninger. På den andre siden må det også etableres en løsning for visualisering av resultatene slik at disse kan formidles videre til å et beslutningsgrunnlag.

Behovet for en kart løsning variere mellom de ulike beregningstemaene. For transportberegningene vil det sannsynligvis være tilstrekkelig med et opplegg for å legge inn data på grunnkrets nivå i en innlesningstabell. For arealbruk og delvis også for bygg vil det være hensiktsmessig med kartløsninger til å måle geografiske størrelser. Om det er nødvendig å utvikle en kartløsning kun for måling av arealstørrelsene for beregningene av arealbruk og bygg bør diskuteres, da det er mulig å benytte gratisløsninger for disse målingene.

Erfaringene med å bygge et verktøy fra bunnen av, for eksempel i forbindelse med ADV er at dette kan være svært krevende, og ikke nødvendigvis gjennomførbart innenfor rimelige kostnadsrammer. Sett bort fra muligheten til å utvikle en helt ny kartløsning for klimaverktøyet, står man i hovedsak ovenfor tre alternativer.

- (1) Etablere en kartløsning og brukergrensesnitt gjennom å bygge på kommunenes eksisterende kartløsninger.
- (2) Bygge videre på eksisterende beregningsopplegg som utviklet for ADV.
- (3) Bygge en kartløsning basert på gratisverktøyene som allerede eksisterer i markedet (eksempelvis QGIS).

Med henhold til alternativ 1, å bygge videre på kommunenes eksisterende kartløsninger, fremstår dette som lite hensiktsmessig. Rambølls erfaring med disse at de ofte har ulike filstrukturer, databaser, formater og kompliserte integrasjoner med en lang rekke programsystemer. Situasjonen blir antakelig en litt annen dersom KMD skal stå ansvarlig for en mer sentralisert applikasjon som det er tenkt at kommunene kobler seg opp mot.

Gitt at KMD skal stå ansvarlig for utviklingen av applikasjonen virker det mer hensiktsmessig å bygge på det allerede etablerte rammeverket for ADV fremfor å bygge et nytt system fra bunnen av. Som en del av opprettelsen av ADV er det allerede etablert et sett med sjekklister og algoritmer inn i brukergrensesnittet under Adaptive (basert på QGIS). Videre er det etablert en ADV-server for gjennomføring av selve modellberegningene. Mye av den nødvendige infrastrukturen er dermed allerede etablert innenfor ADV-systemet. Å bygge den nye arealplanmodellen som en egen modul innenfor ADV burde i teorien være gjennomførbart innenfor en rimelig kostnadsramme.

Det er noe uklart om det å bygge videre på ADV-infrastrukturen er rimelig med henhold til visualisering og formidling av resultatene. Fra det Rambøll erfarer inneholder ADV begrenset funksjonalitet for hurtig og fleksibel illustrasjon av resultatene. Å enkelt kunne formidle resultater inn i videre beslutningsprosesser er et grunnleggende behov verktøyet skal dekke. Hvorvidt det bør bygges videre på den eksisterende ADV-plattformen vil derfor avhenge av hvor utfordrende det er å inkludere løsninger for visualisering av resultatene som fungerer på tvers av kommunene. Muligheten for fleksibel illustrasjon og visualisering bør undersøkes videre i utviklingen av klimaverktøyet.

Dersom en kartløsning er for vanskelig og kostbar kan det være hensiktsmessig å utvikle et verktøy som er tilpasset kartløsninger gitt i form av eksisterende gratisløsninger. En slik løsning vil innebære lavere utviklingskostnader da den i stor grad bygger på eksisterende løsninger. Samtidig vil det kreve en viss grad av GIS-kompetanse hos brukerne. I arbeidet med klimakalkulatoren utviklet for Tønsberg er det laget en manual hvor det gis en stegvis beskrivelse av hvordan brukeren kan både installere programvaren, hente ut arealdata og visualisere resultatene fra beregningene gjennom bruk av QGIS. Fordelene med en desktop- og kartløsning basert på QGIS vil være at man kun har utviklingskostnader for selve beregningsmodulen. Kartløsningen vil være gratis ettersom den bygger på QGIS-programvaren som er uten lisenskostnader. Ulempen er at brukerterskelen kan bli høyere, men terskelen kan reduseres ved å lage en enkel brukermanual med innføring i bruk av QGIS, samt gode systemer for tilgang til grunnlagsdataene.

Opprettelsen av en kartløsning blir da til syvende og sist et kostnadsspørsmål mellom fordelene fra å bygge videre på den eksisterende løsningen i form av ADV, eller å bygge systemet rundt en eksisterende gratisløsninger. For å evaluere dette på en ordentlig måte er det nødvendig med et realistisk kostnadsestimert for etableringen av en slik kartløsning.

En mulighet er selvfølgelig at verktøyet ikke knyttes opp mot en kartløsning, og at verktøyet for eksempel blir Excelbasert. Det forutsetter imidlertid at beregning av utslipp knyttet til

arealforbruk og transformasjon av eksisterende bebyggelse gjøres som separate prosesser. I tillegg blir ikke resultatene visualisert. Dermed kan det bli mer krevende å kommunisere resultatene til beslutningstagerne.

Å finne den mest hensiktsmessige tilnærmingen for etablering av kartløsning, er derfor vanskelig å besvare i denne fasen av prosjektet. Det bør utarbeides en oversikt over kostnadene tilknyttet de ulike løsningsalternativene. Disse kan settes opp mot de ulike fordelene og ulempene som hvert alternativ innebærer med henhold til både beregningsmodellens egenskaper og brukergrensesnitt. I neste fase kan aktuelle leverandører involveres for å bistå med dette.

6.1.5 Systemgrenser

Et av kravene i en LCA, som klimagassberegningene vanligvis bygger på, er å definere en systemgrense. En systemgrense bestemmer hva som er inkludert i beregningene, og hva som ikke telles med. Et eksempel kan være at klimapåvirkningen fra urbane grøntområder neglisjeres på for kommunens arealplan, og derfor er utenfor systemgrensen. Hvor systemgrensen bør settes avhenger av tilgjengelig data og nødvendig nøyaktighet. Dersom det viktigste er å vise frem forskjellene mellom ulike alternativer kan det være mindre krav til nøyaktig resultat, så alternativene har samme systemgrense.

Rambøll ser det som nødvendig å bruke ulike systemgrenser for ulike plantyper, grunnet ulikt detaljnivå. Systemgrensen trenger derfor ikke inkludere detaljer som kommunen ikke har lov til å stille krav til for en gitt plantype.

Verktøyet skal beregne den helhetlige klimaeffekten av et planforslag innenfor områdene transport, arealbruk og bygg. Selv om disse tre områdene er adskilt i prosjektet er det flere aspekter som inngår i flere av områdene. I henhold til NS 3720 skal det beregnes utslipp fra transport i drift for bygninger [7]. Dersom man i klimaverktøyet til KMD kombinerer ulike eksisterende verktøy er det viktig å unngå dobbelttelling. Eksempler på dobbelttelling er å inkludere utslipp fra transport som et eget område i tillegg til transport i drift fra bygninger, eller å ha både utslipp fra grunnbearbeiding for bygg og fjerning av jordsmonn for arealbruk.

6.1.6 Infrastruktur

Både nye bolig- og næringsområder er med på å generere et behov for infrastruktur i form av veg, VA-nett og lignende. Fortettningsområder kan også øke kapasitetsbehovet på eksisterende nett. Rambøll anbefaler å inkludere erfaringene og eventuelt videreutvikle metoden til EE Settlement, som har kombinert tall fra Vegvesenets håndbøker og bygningsstandarder med EPD-er for å beregne utslipp fra infrastruktur (kap 5.2.14). EE Settlement har også inkludert utslipp fra kommunale tjenester, som bør inkluderes i verktøyet for å få realistiske utslipp fra drift og vedlikehold til planforslagene.

6.1.7 Formålstyper med manglende mengdedata

Det må jobbes med å systematisere/koble bebyggelse og andre tiltak slik de er definert i prosesskoder eller håndbøker, med areal- og reguleringsformål. For en del formål kan dette være en relativt enkel jobb. For eksempel boligblokkbebyggelse, hvor det allerede finnes mye erfaringstall og utslippsdata fra klimagassregnskap. Hvis det i planforslaget er oppgitt boenheter kan disse kobles med gjennomsnittstall for personer per boenhet eller areal.

Andre formål krever litt mer skjønnsmessige eller faglige vurderinger, hvor det må jobbes med å koble arealformål mot riktige eksisterende datagrunnlag. Eksempelvis kan et område som er regulert til rasteplass anses som en asfaltert plass med eller uten et lite bygg og møbler. Her kan Vegvesenets håndbøker brukes til å tallfeste materialmengder, og disse mengdene kan ganges opp med respektive EPD-er for utslippsdata eller tall fra VegLCA. En mulighet for manuelle korreksjoner i verktøyet kan være en måte å redusere problemet med slike forhold.

6.1.8 Nullalternativet og sammenligning av alternativer

Nullalternativet, eller referansealternativet, er alternativet som bygger på gjeldende vedtatte planer. For arealstrategier og kommuneplanens arealdel vil gjeldende arealdel være nullalternativet. Eventuelt med mindre tilpasninger der det for eksempel er vedtatte delplaner eller reguleringsplaner som gjelder foran kommuneplanen.

Når det gjelder reguleringsplaner er det ofte i mindre grad gitt hva som bør være nullalternativet. Dersom et område ikke bygges ut, vil deler av befolknings- eller næringsveksten komme i andre områder. Dette er en problemstilling et mulig klimaverktøy bør kunne håndtere. To mulige løsninger kan være enten en utbygging basert på et snitt av eksisterende situasjon eller en sammenligning med andre reguleringsplaner.

Rambøll ser det som naturlig at et snitt for framtidig situasjon basert på gjeldende planer legges til grunn. Dersom det er utført en beregning knyttet til kommuneplanens arealdel kan et snitt for disse beregningene legges til grunn. I motsatt fall må det gjøres antagelser eller settes forutsetninger for de ulike elementene bebyggelse, transport og arealbruk.

For bebyggelse kan problemet løses relativt enkelt ved å legge til grunn utslippstall fra standard TEK17-referansebygg, for eksempel fra DFØs veileder for klimakrav i bygg. Videre kan et snitt for kjøretøykilometer for kommunen på kommunenivå fra seneste NTP-rullering legges til grunn for transport. Kjøretøykilometer for referansebanen kan benyttes hvis det er gjort ADV-beregninger for området. For arealbruk er en mulighet å estimere et snitt for areal per person/BRA, som kan følge kommuneplanen. Det kan være uforholdsmessig at dette skal gjøres av en enkelt utbygger, og bør gjøres på et overordnet nivå.

En stadig større andel av utbygging skjer som fortetting og transformasjon, og med reetablering av grønt vil det framover være slik at en større andel av veksten gir netto økning i grønne flater. Som referanse til en reguleringsplan for utbygde områder mener vi derfor at utslipp fra arealbruksendringer kan nulltelles. Dette vil være en forenkling, men en forenkling som Rambøll mener er forsvarlig. Der det er utført en beregning på kommuneplannivå vil dette ikke være en problemstilling.

Slik Rambøll ser det, bør verktøyet ikke inneholde én separat oppskrift på hvordan et nullalternativ skal utformes. Data knyttet til nullalternativet bør testes inn på samme måte som øvrige alternativ, slik at det bedre kan tilpasses ulike prosjekter. Det som er viktig er at verktøyet kan benyttes til å estimere effektene av nullalternativet, og å sammenligne effektene av de ulike alternativene.

Vi mener i tillegg det er fordel at det legges ned en viss arbeidsmengde i estimatene for nullalternativet, fordi det gjør at brukerne får litt mer kunnskap til forskjellene mellom alternativene, både faktiske forskjeller, men også hva som er kodet inn i modellen. Det gjør at resultatene blir lettere å forklare, og at det kan bidra til ny kunnskap i planleggingen. Det er viktig å bevisstgjøre brukerne at ofte er store deler av planalternativene er like. Flere planer kan

inneholde en viss andel fortetting og transformasjon. Derfor er det og viktig at de faktiske forskjellene blir isolert i analysen av resultatene.

I dag når prosjekters måloppnåelse på klima vanligvis måles som en prosentvis reduksjon opp mot nullalternativet er det ekstra viktig at det utarbeides et tilstrekkelig detaljert nullalternativ.

6.1.9 Samlede konsekvenser

Målet med verktøyet er at bruker taster inn data knyttet områder som endrer karakter eller egenskaper. Det kan gjelde både nye felt, transformasjonsområder og fortettningsområder. Samlede konsekvenser av planen er summen av endringer for de enkelte områdene som endres.

For transport har vi lagt til grunn at befolknings- og arbeidsplassveksten hentes fra SSBs middelprognose. Dette er samme prognose som benyttes i de nasjonale og regionale transportmodellene i dag. Ofte har kommunene derimot egne mål eller vekstprognoser, og det bør derfor legges inn en mulighet for egendefinert vekst.

Normalt overstiger potensialet i nye områder for kommuneplanen det samlede vekstbehovet. Dette kan være velbegrunnet fordi markedet etterspør vekst i ulike delområder av kommunen. Likevel er dette et forhold som man må være OBS på i programmering og bruk av et eventuelt verktøy, for å unngå at man legger inn for stor vekst. I InMap og ADV kan dette problemet håndteres ved at veksten fordeles basert på tilgjengelighetsmål. For et klimaverktøy der fokuset i større grad er på effekter av en gitt utbygging kan det være mer hensiktsmessig at det er opp til brukeren å plassere veksten. Denne tilnærmingen er vist i skisseringen av verktøyet.

Videre kan dette virke bevisstgjørende under analysen av resultatene, fordi kommuneplanleggeren som bruker verktøyet vil være klar over at det fortsatt er restpotensiale i planen utover den befolkningsveksten som er lagt inn.

6.2 Transport

Hvorvidt man vil lykkes med å utvikle en samlet metodikk for beregning av utslippseffektene tilknyttet arealbruks-scenarier og planforslag, vil i stor grad avhenge av hvorvidt man lykkes med å identifisere en praktisk tilnærming for beregning av arealbrukens effekter for transport. Dette ikke bare fordi de trafikk-relaterte utslippene utgjør en stor del av de totale utslippene, men også ettersom det å modellere de trafikale effektene fra arealbruken er vanskelig å gjennomføre på en enkel måte.

Kartleggingen viser at de eksisterende verktøyene og modellene tilbyr tilnærminger for trafikkestimeringer som spriker fra det meget enkle (som klimakalkulatoren for Lier) til det svært komplekse (som gitt ved RTM).

Klimakalkulatoren for Tønsberg virker her å utgjøre et kompromiss mellom det enkle og det komplekse, via at den tilbyr en enkel tilnærming som bygger på strukturen og resultatene fra RTM.

Utgangspunktet for det videre arbeidet bør være at man i størst mulig grad bygger på disse eksisterende tilnærmingene, hvor disse sys sammen i tråd med deres gjensidige sammenhenger og roller. Innenfor dette rammeverket er det da de følgende verktøyene som kan argumenteres å

utgjøre byggesteinene for hvordan en eventuell ny modell kan estimere trafikk-effektene fra arealbruksendringer:

(1) Regional Transportmodell

Metodikk for beregning av trafikk som en funksjon av antallet bosatte i boligområdene og antallet arbeidsplasser i næringsarealene

(2) InMap og ADV

Metodikk for arealkvantifisering og beregning av bosatte og ansatte for en utbygging som en funksjon av arealstørrelser

(3) Klimakalkulator for Lier

Metodikk for enkel CO₂-beregning fra transportutslipp basert på antallet bosatte i utbyggingsområdet og utslippsindeks basert på avstand til nærmeste sentrum

(4) Klimakalkulator for Tønsberg

Metodikk for trafikk- og CO₂-beregning basert på satte verdier for bosatte og ansatte per grunnkrets, kombinert med reisedata på grunnkretsnivå fra enten mobildata eller RTM-estimer.

En sentral forutsetning for arbeidet er at det er ønsket at et nytt verktøy i størst mulig grad skal ta utgangspunkt i eksisterende prosesser, data og verktøy.

Skal man lykkes med dette, må man først få en oversikt over hvilke behov og utfordringer som dekkes av dagens verktøy, og hvilken rolle et nytt verktøy kan spille innenfor arealplanleggingen.

6.2.1 Behovsvurdering

Første steg i tilnærmingen for beregningen av trafikkeffektene bør bestå av en behovsvurdering. Målet er å identifisere hva modellen skal og ikke skal brukes til og hva det ønskes å modellere. Det må belyses hva brukere ønsker å oppnå, samt hvilke behov og egenskaper modellen må inneha for å kunne gi en realistisk representasjon av arealplanenes trafikkeffekter.

Starter man med hva metodikken ikke trenger å omfavne av trafikkeffekter, er disse gitt ved utbygginger av tilstrekkelig størrelse til at de medfører krav om egne transport/klima-utredninger. Det gjelder som omtalt i kapitlene ellers i denne rapporten større samferdsels- og infrastrukturprosjekter som veger, bane og havn, som utredes av egne etater. Samtidig gjelder det også enkelte større bygge- og anleggstiltak, eksempelvis energianlegg som inngår i utredninger etter annet lovverk.

Begrensningen innebærer at man i hovedsak står ovenfor et behov for et verktøy for beregning av effektene fra utbygging og plantyper med moderate trafikkeffekter. Gitt denne forutsetningen vil reisestrømmene tilknyttet dagens situasjon i stor grad også være representativt for en fremtidig situasjon, i og med at utbyggingene ikke innvirker på reisekostnadene tilknyttet de ulike områdene i betydelig grad. Dette innebærer at man ikke trenger å re-estimere forhold som reisekostnadene mellom grunnkretsene, destinasjonene til turene fra de ulike områdene osv. Konsekvensen blir da man ikke trenger en ny RTM beregning for å beregne trafikk-utslippene, men at man kan benytte destinasjonene til turene fra en eksisterende RTM-kjøring, og skalerer turene opp til å inneholde effektene fra arealplans-endringene. Tilnærmingen vil gi utslipps-estimer for trafikkeffektene som vil speile resultatene fra en RTM-beregning.

Samlet sett peker dette mot at man kan få utviklet et verktøy som vil kunne benyttes til alle typer arealbruksanalyser, og som vil kunne frembringe utslippsestimater for trafikk-effektene tilknyttet

arealbruksendringer uten behov for gjennomføring av tid-takende RTM-beregninger. Her vil estimatene være grove, men fortsatt representative forenklinger av RTM-beregninger, og hvor usikkerheten er økende med utbyggingenes størrelser. Likefullt vil verktøyet være tilpasset analyser på et overordnet nivå, og gi en overordnet oversikt over de forventede utslippene for ulike arealscenarier med tilstrekkelig detaljeringsnivå til at disse kan benyttes i planleggingsfasen.

Et annet forhold som også kan utnyttes til å forenkle oppgaven med å estimere trafikkeffektene er det at man bare trenger å estimere deler av de endrede trafikkstrømmene fra en endring i arealformål. Ved en eventuell endring vil det være en rekke ulike trafikkrelaterte utslippseffekter. Noen vil være knyttet til byggefasen, noen til drift og vedlikehold av arealene, mens andre vil være knyttet til menneskelig bruk av arealene. Innenfor denne rammen er det i hovedsak trafikken knyttet til bruken av arealene som er variabel og vrien å estimere, mens de øvrige trafikkstrømmene kan representeres med mer enkle regneregler knyttet mot arealenes størrelser.

På et overordnet nivå kan de ulike trafikkstrømmene deles opp i fire reise-kategorier:

- (1) Næringstrafikk.
- (2) Godstransport.
- (3) Lange reiser.
- (4) Daglige reiser.

For utslipp fra trafikk vil det i hovedsak være de daglige reisene som utgjør den mest variable trafikken ettersom det er denne som er mest følsom for arealbruksendringer. Dette innebærer at modellens omfang i hovedsak må fange opp de daglige reisene.

Forenklet sett vil trafikkeffektene fra nye boligarealer i stor grad komme i form av nyskapt trafikk fra de bosatte, mens trafikkeffektene fra nye næringsarealene forenklet sett både vil komme i form av nyskapt trafikk (fra økt verdiskapning og en økning i arbeidsplasser), og i form av en overføringseffekt hvor reiser overføres fra eksisterende til de nye næringsarealene.

Beregning av trafikk-effektene tilknyttet etablering av næringsareal er følgelig mer kompleks enn den tilhørende boligarealer. Hovedårsaken til dette ligger i det at det å avsette arealer for næringsvirksomhet i et område ikke i seg selv er tilstrekkelig for at området faktisk får næringsvirksomhet/besøkende. I hvilken grad nye næringsarealer oppnår tiltenkte utnyttelsesgrad målt i arbeidsplasser og besøk vil avhenge av hvor konkurransedyktig de nye arealene er sammenlignet med eksisterende arealer. Beregningen av trafikkeffektene fra næringsarealene blir ytterligere komplisert fordi styrken på disse overføringseffektene vil avhenge av hvilken type næring som etableres.

Situasjonen peker mot at det trengs separate tilnærminger for utslippsberegningene tilknyttet boligformål og næringsformål.

Av de eksisterende verktøyene anser vi Klimakalkulatoren for Tønsberg til å inneha en metodikk som gir en tilfredsstillende estimering av trafikken fra både bolig- og næringsutbygging. I dette verktøyet bygger man på sone- og fil-strukturen til RTM, hvor da trafikken fra boligutbygginger estimeres med utgangspunkt i resultatene fra en eksisterende RTM-beregning. For næringsarealer benytter klimakalkulatoren for Tønsberg en liknende tilnærming som for boligarealene, men hvor forskjellen ligger i at for næringsarealer benyttes en tilgjengelighets-metodikk basert på reisekostnadene fra RTM til å estimere de mulige overføringseffektene.

6.2.2 Systematisering av grunnlagsdata for transport

Dersom verktøyet skal utformes som skissert i eget kapittel anbefales det at grunnlagsdata systematiseres. Særlig bør det etableres erfaringstall antall ansatte per 100 m² BRA, og en kobling mellom arealformålene og næringskategoriene i RTM. Dette gitt at verktøyet knyttes til data fra transportmodellen.

For begge punkter regner vi med at det kan dras veksel på arbeidet som er gjort i forbindelse med ADV. Men dataene må systematiseres til bruk i foreliggende nytt verktøy. Basert på vår innsikt i ADV tror vi ikke det behøves mer detaljerte data enn det ADV opererer med.

Med henhold til databehovet fra RTM vil tilnærmingen foreslått over kreve at det etableres en datainnhentingsprosess hvor resultatene fra de ulike områdemodellene innhentes og gjøres tilgjengelig i en database (eller i form av csv-filer).

Per i dag er RTM inndelt i ulike regions-modeller (ulike regioner har sine egne modeller), og disse modellene oppdateres og vedlikeholdes i tråd med NTP-prosessen. For hver NTP oppdateres modellene til å inneholde nyeste vegnett, og de ulike kollektivselskapene er forpliktet å legge inn nyeste kollektivruter i RTM via en egen applikasjon.

Angående tilgang til beregnings-resultatene har Statens Vegvesen allerede etablerte rutiner for forvaltning av resultatene, og disse er tilgjengelig for nedlasting via Statens Vegvesens E-room.

Med henhold til overordnet databehov vil dette innebære en oppdeling i ulike regionmodeller, hvor man for hver regionmodell må innhente følgende data:

- (1) Tur-matriser for hvert reisemiddel (gange, sykkel, kollektiv, bilfører og bilpassasjer)
- (2) Reisekostnader for hvert reisemiddel
- (3) Avstandsmatrise for gange og bil

Innhenting og bearbeiding av disse matrisene er en jobb som må gjennomføres hvert fjerde år.

6.2.3 Nye datakilder og etterprøvbarehet

En sentral egenskap ved metodikken i Utslippskalkulatoren for Tønsberg er at den er utviklet for å fungere med mobildata. Det er utviklet en metode for bearbeiding av mobildataene slik at disse har samme format som RTM-dataene. Denne funksjonaliteten åpner opp for en rekke nye muligheter når det kommer til planleggingsprosesser og utslippsberegninger. En fordel ved å benytte mobildata er at det forankrer verktøyet i lokale data, som da medfører at modellens estimater reflekterer de faktiske reisepreferansene for området. En annen sentral egenskap med mobildata er at den åpner opp for at man kan etterprøve resultatene fra planleggingsfasen. Gjennom å benytte mobildata kan man oppnå spesifikke utslippstall for både før og etter-situasjon. Disse kan benyttes til å evaluere hvorvidt man faktisk oppnådde de ønskede effektene, og hvorvidt det er samsvar mellom forventet og faktisk utvikling. Både med henhold til trafikkutvikling, utslipp, og endringene i reisestrømmene som følge av endringer i arealformål (som f.eks. bilfritt sentrum, innføring av el-sparkesykler osv.).

6.3 Arealbruk

Kartleggingen viser at det i dag finnes gode løsninger for å beregne utslipp fra arealbruk og arealbruksendringer, eksempelvis med Miljødirektoratets kalkulator eller NIBIO sin kartløsning. Hovedutfordringen for KMDs klimaverktøy er derfor for arealbruk knyttet til å finne enkle, men

fungerende løsninger som gjør at brukeren selv ikke må måle opp arealene, og å bestemme hvilket detaljeringsnivå som er tilstrekkelig for ulike plantyper.

6.3.1 Utslippsdata

For tiltak og forslag til kommuneplanens samfunnsdel vil arealbrukskategoriene til AR5 være tilstrekkelig til å regne klimagassutslipp. Dette kan gjøres ved å implementere Miljødirektoratet sin arealbruksendringkalkulator (5.2.8) eller ved å benytte metoden til NIBIO sitt kartbaserte verktøy (5.2.9). Det finnes relativt sikker og anerkjent utslippsdata for disse arealkategoriene, men det hadde styrket resultatene dersom utslippsfaktorene varierte på kommunenivå. Det vil gi bedre mulighet til å skille på vekstforhold, jordsmonn og andre stedsvariable forhold.

I stedet for å benyttes gjennomsnittsdybder for myr, som er en svært utslippsintensiv arealtype, bør det sees på muligheten til å benytte mer detaljerte kart. Myrddybde, nedbrytingsgrad og omdanningsgrad er viktige egenskaper for hvor mye karbon en myr kan holde på.

For en detaljreguleringsplan er det mulig å si noe om antall bygninger, grøntområder og vegetasjon, og de gir ofte mer spesifikke føringer. På et så detaljert nivå er det ikke nødvendigvis hensiktsmessig å benytte AR5. AR5 vil for eksempel definere hele planområdet i Figur 9 som «utbyggt areal», og det vil derfor ikke gi noen teoretisk endring i lagring i karbon dersom det omreguleres. Det er kjent at grøntområder i byer også kan bidra til å binde karbon [27]. Særlig store trær kan lagre mye karbon i løpet av sin levetid. Trær har også ytterligere miljøgoder i tillegg til karbonbinding. Trær regulerer temperatur, som kan senke behovet for oppvarming og kjøling, i tillegg til at det reduserer luftforurensning. Trær og vegetasjon er også med og bremser vannet, som er bra for overvannshåndteringen.

Det er noe usikkerhet rundt hvor stor effekt grønne urbane områder har på det globale klimaet, og dette er noe som bør undersøkes videre for å finne realistisk utslippsdata. Karbonutslipp er for eksempel avhengig av type trær og alder. I gjennomsnitt begynner karbonopptaket for trær først etter 20 år. Det er flere studier som prøver å kvantifisere karbonutslipp og -opptak av grøntområder [27] [28]. Muligheten til å planlegge større grønne områder og beregne mulig urban karbonlagring kan derfor ha en svært god effekt.

6.3.2 Blågrønn faktor

For de mer detaljerte planforslagene skal det oppgis en blågrønn faktor. Blågrønn faktor oppgir hvor stor andel av planarealet som skal settes av til klimatilpassede uterom med vegetasjon og vann. Dette kan spille inn på klimagassutslippet til et planforslag på flere måter, hovedsakelig som nevnt med urbane grøntområder. Videre kan noen arealer som inngår i blågrønn faktor kan kreve klimaintensive materialer, eksempel betongramme rundt vannspeil eller regnbed. Det må gjøres en vurdering på om utslipp fra disse materialene er neglisjerbare, eller om de skal inkluderes. Dersom de skal inkluderes er det for eksempel mulig å kombinere mengdetall fra veiledere for design av overvannsløsninger med utslippstall fra relevante EPD-er.

En begrensning med bruk av blågrønn faktor er at den oppgir et samlet prosentvis areal med både blå og grønne arealer. Det er ikke detaljert nok til å oppgi antall regnbed, trær eller plener. En mulighet for å inkludere utslipp eller opptak av klimagasser i blågrønne områder er å lage erfaringstall i CO₂-ekv./m² for ulike formålstyper. Dette vil trolig kreve en stor gjennomgang og strukturering av eksisterende data.

6.3.3 Tidshorisont

Ved utbygging av et planområdet er det ikke slik at alt foregår på et tidspunkt, som medfører at heller ikke utslippene skjer i et samlet tidsrom. Dette kan gi flere effekter for klima. For arealer som blir midlertidig rensket for vegetasjon under anleggsfasen, men som blir revegetert, kan arealene på sikt bli et karbonsluk med opptak av CO₂. For bygninger kan utviklingen av ny teknologi, byggemetoder, tekniske krav og nye mer klimavennlige materialer føre til at utslippene fra bygninger i fremtiden har lavere utslipp enn det som bygges i dag. Dette er et aspekt som ikke er mye beskrevet i dette forprosjektet, men som gir muligheter som bør vurderes i neste fase.

6.3.4 Energiproduksjon

Avhengig av kommunens lokalklima og energiforsyning kan det være aktuelt å inkludere en mulighet til å endre arealbruk til energiproduksjon. I noen kommuner som har god vindkapasitet vil det være viktig å kunne belyse muligheter for å redusere klimagassutslipp fra produksjon gjennom vindkraft. Det er flere tekniske og miljømessige faktorer som påvirker beslutningen, men det vil være viktig å inkludere det i kommunens klimastrategi. Det vil kreve egne utredninger og er derfor kanskje mindre relevant å inkludere i verktøyet i første steg, som beskrevet under kapittel 6.2. Likevel kan det å legge inn energiproduksjon fra vind, sol og vann vurderes for klimaverktøyet.

Med hensyn til klimagassutslipp og energiproduksjon kan det også bli aktuelt å legge inn karbonfangst-anlegg for mulige utredninger [29]. Disse er fortsatt under utvikling, men det kan bli mer og mer aktuelt å kunne avgjøre effekten av disse på kommunens klimagassbudsjett.

6.4 Bygg

Klimagassberegninger for bygninger er i dag relativt vanlig, og det finnes mange eksempler på klimagassregnskap for kommunale bygninger og den anerkjente norske standarden NS 3720. For KMDs mulige klimaverktøy må det besluttes hva som kan brukes av de mange verktøyene listet opp i kartleggingen, hvilke utslippsdata som er mest beslutningsrelevant og hvordan det skal utarbeides gjennomsnittlige utslippsfaktorer per boligenhet eller lignende. Rambøll anser det også som viktig å utarbeide et system for hvilke formålstyper som hører til hvilke bygningskategorier.

6.4.1 Funksjonalitet i eksisterende verktøy

I forrige kapittel er verktøyene One Click LCA verktøyet og klimagasskalkulator for bygninger fra Miljødirektoratet beskrevet. Det finnes flere beregningsverktøy for klimagassberegninger for bygninger, som den danske LCAByg eller den tyske CAALA. De fleste LCA-verktøyene for bygninger fungerer på en veldig lik måte. Materialmengder multipliseres med utslippsfaktorer fra en database. Det legges til utslipp for transportavstand, samt tap og svinn fra materialene i produksjon.

6.4.2 Materialer

For å redusere kompleksiteten anbefales det å undersøkes typiske Norske konstruksjonsmetoder og de mest brukte byggematerialer i markedet. Da kan det lages et eget «benchmark-system» for klimagassutslipp fra ulike materialtyper eller bygningselementer som er mest brukt for ulike bygningstyper i Norge. Det samme kan gjøres for andre typer konstruksjoner og infrastruktur. Basert på dette vil man kunne beregne et gjennomsnittsutslipp for disse materialene.

6.4.3 Livsløpsfaser

Det vil være relativt enkelt å inkludere livsløpsfasene for klimagassutslipp fra råvareutvinning og produksjonsprosessen. Det vil kreve noen forenklinger å inkludere klimagassutslipp relatert til transport til bygg- eller anleggsplass. Det er stor usikkerhet rundt klimagassutslipp fra anleggsfasen. Her kan det også benyttes gjennomsnittstall, men de vil trolig ha liten betydning for det totale utslippene til bygningene. Det bør også inkluderes klimagassutslipp relatert til vedlikehold og utskiftning over bygningenes levetid, for å få med de helhetlige effektene. Livsløpsfasen som inkluderer transport i drift vil som nevnt være dekket av klimagassregnskap av transportmodulen i klimaverktøyet, og må ikke dobbeltelles. Videre bør det også inkluderes klimagassutslipp for energibruk i drift av bygninger. Utslipp fra avhending av bygningene må undersøkes nærmere i arbeidet med verktøyet, for å se på mulige løsninger for sirkulær økonomi,

7. SKISSERING AV VERKTØY OG PROGRAMVARE

I dette kapitlet er det beskrevet og skissert hvordan et verktøy kan bygges opp, basert på de mulighetene og begrensningene som er beskrevet i kapittel 6. Dette er gjort med utgangspunkt i kriteriene definert for verktøyet, beskrevet i kapittel 4.

Hensikten med skisseringen har vært å avdekke ytterligere muligheter og begrensninger ved et mulig verktøy. I tillegg ønsker Rambøll å illustrere hvordan verktøyet kan bygges opp, uavhengig av hvilken programvare som benyttes. Det er imidlertid ikke ment å være en fullstendig skisse som kan ligge til grunn for programmering. Vi håper skissene kan bli et godt kunnskapsgrunnlag å bygge videre på, heller enn en fasit for hvordan verktøyet bør bygges opp.

7.1 Skissering av mulig verktøy

Skisseringen av verktøyet er delt i tre:

- (1) Kommuneplanens arealstrategi
- (2) Kommuneplanens arealdel
- (3) Reguleringsplan

Denne inndelingen skal dekke de begrensningene vi kan forvente å møte på i forbindelse med verktøyet. Det er ikke til hinder for at et endelig verktøy kan deles opp ytterligere. Rambøll opplever en rekke fordeler med denne inndelingen i forbindelse med skisseringen som her blir nærmere beskrevet.

Kommuneplanens arealstrategi er ikke en formell lovpålagt plantype etter plan- og bygningsloven, men kan heller kategoriseres som en planoppgave eller -metode. Likevel er arealstrategien viktig, fordi den legger føringer for kommuneplanens arealdel. Ettersom det ikke er definert hvilke arealformål som skal inngå i en arealstrategi, bør tilnærmingen for dette plannivået være litt mer åpent enn for de påfølgende.

Kommuneplanens arealdel er en lovpålagt oppgave som alle kommuner må utføre og krever betydelige ressurser over lengre tid. Både enkeltinnspill fra utbyggere og kommunens egne forslag vurderes i denne prosessen. Prosessen for å komme fram til endelig vedtak er vanligvis omfattende. Plan- og bygningsloven med forskrift definerer hvilke arealformål som kan inngå i kommuneplanen. Kommunedelplaner kan benyttes for delområder av kommunen, men benytter samme arealformål som den overordnede.

Reguleringsplaner brukes for å detaljere grepene i de overordnede planene. Områderegulering skal gi nødvendige områdeavklaringer der kommunen ser behov for dette, mens detaljregulering er en plan for gjennomføring av bygge- og anleggstiltak, flerbruk og vern. Reguleringsplaner inneholder flere mulige inndelinger i underformål enn kommuneplanen. Reguleringsformålene som kan benyttes i områderegulering og detaljregulering er for øvrig de samme.

Skisseringen av verktøyet skiller på omfanget av inndata og trinn basert på detaljnivået. Dette er vurdert opp mot omfanget av arbeidet på hvert enkelt nivå. Det understrekes at dette kun er et forslag, og det kan for eksempel være at det er aktuelt å flytte noen av trinnene for detaljreguleringsplan opp til kommuneplan-nivået. Dette må vurderes nærmere i et eventuelt videre prosjekt.

7.1.1 Overordnet felles tilnærming for alle plantypene

I skisseringen er det vektlagt at alle kommuner skal kunne benytte verktøyet, at verktøyet skal kunne beregne samlede konsekvenser av et planforslag og ulike plantyper, og at alternativet skal kunne sammenlignes med et nullalternativ.

Forslaget til verktøy er bygget opp rundt de enkelte formåls-/utbyggingsområdene. For å estimere de samlede effektene av en kommuneplan må brukeren legge inn informasjon om alle områdene som endres som følge av planen. De samlede konsekvensene av planen beregnes ut ifra de endringene av de enkelte formålsområdene.

Brukeren av verktøyet er i hovedsak arealplanlegger i kommunene. Kjennskapen til klimaberegninger og analyseverktøy har vi forutsatt at er varierende. Brukeren selv vil ofte ikke ha kompetanse på GIS-verktøy.

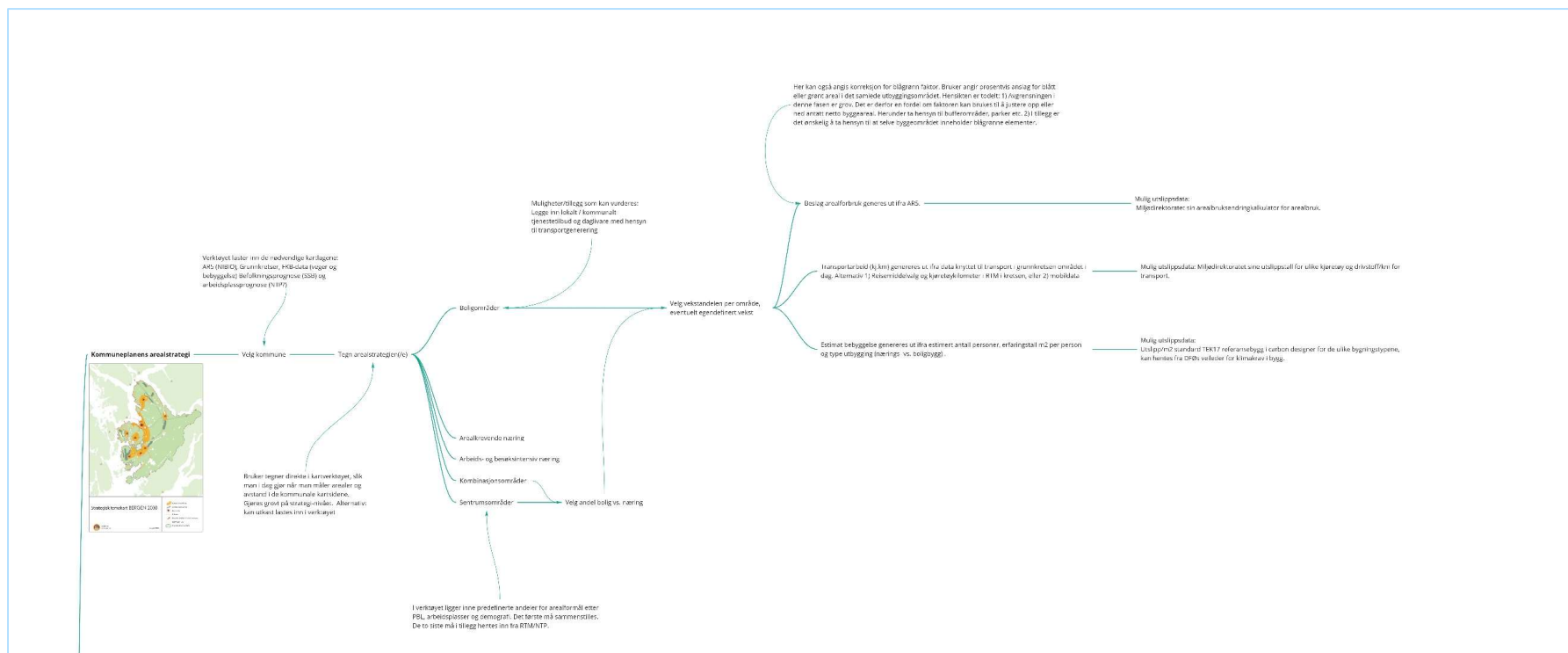
Fullstendig skisse er gratis tilgjengelig på nett her (krever innlogging):

[Lenke til skissert verktøy²](#)

Skisseringen er beskrevet i teksten nedenfor.

² https://miro.com/app/board/o9J_lzhzhE4=?invite_link_id=177398289147

7.1.2 Kommuneplanens arealstrategi



Figur 21: Skissering av mulig framgangsmåte for å estimere samlet klimagassutslipp fra kommuneplanens arealstrategi. Kilde: Rambøll

(Se lenke til fullstendig skissering som også inkluderer kommuneplanens arealdel og reguleringsplan og skissering av Software i kapittel 7.2.)

Tilnærmingen vist i Figur 21 begynner med å velge analyseområde (aktuell kommune), og å få på plass de nødvendige grunnlagsdata. Det gjelder:

- (1) Arealdata. For eksempel AR5
- (2) FKB-data/grunnkart.
- (3) Befolkningsprognose. For eksempel SSBs middelalternativ.
- (4) Arbeidsplassprognose.

Videre finnes flere muligheter, vi foreslår her at brukeren får to valg:

- (1) Laste inn utkast til kart for arealstrategien som skal analyseres.
- (2) Tegne direkte i kartverktøyet, og verktøyet knytter informasjon om arealformål til polygonene.

For arealstrategier finnes det ikke et definert sett arealformål. I skissen har vi lagt til grunn at det skilles på boligområder, arealkrevende næring (industri, lager, eventuelt gods etc.), samt arbeids- og besøksintensiv næring. Det vil i tillegg være sentrumsområder og kombinasjonsområder med ulike miks av formål.

Dersom planforslaget omfatter kombinasjons- og sentrumsområder må andel bolig og næring velges. I tillegg trenger verktøyet typen næring, for å knytte det opp mot riktige transporttall og utslippsberegninger. På dette nivået er et skille mellom arbeidsplass eller besøksintensiv næring (tjenesteyting, forretninger etc.) og arealkrevende næring nødvendig som et minimum.

I verktøyet kan det ligge inne gjennomsnittlige erfaringstall for sammensetning av næringen i sentrumsområdene. Denne sammensetningen påvirker transport og de tilhørende utslippene. Dette er data som finnes, men som må systematiseres. I forbindelse med InMap ble det for eksempel sett på sammensetningen av næring i sentrum i Kristiansand. Dette ble lagt til grunn som en mulig standard sammensetning for arbeidsplassene. Dette kan kombineres med valgmuligheter for å justere sammensetning.

På dette nivået kan det være tilstrekkelig å legge inn samlet vekst i form av antall personer for både bosatte og arbeidsplasser. Rambøll har skissert at brukeren velger andelen av samlet vekst som plasseres i de enkelte områdene (Figur 21). Dette blir en relativt enkel og overordnet tilnærming. Ofte avviker kommunens egne mål eller prognoser fra SSB sine prognoser, så det bør derfor være en mulighet for å legge inn egendefinert vekst.

I forbindelse med Nasjonal Transportplan benyttes framskrivninger for arbeidsplasser innenfor ulike næringskategorier. I ADV er det også lagt inn tall for framtidige arbeidsplasser differensiert mellom typer arbeidsplasser. Vår erfaring med arbeidsplassprognoser er at disse ofte er svært grove. Likevel tilsier vår kjennskap til ADV at det er laget et oppsett/kobling som kan legges til grunn for differensiering av arbeidsplasser også i klimaverktøyet.

En alternativ metode for ulike næringsformål er at brukeren også angir utnyttelse i form av for eksempel BRA og/eller boenheter. Dette har er lagt til grunn at kommer inn på kommuneplan-nivået (/arealdelen). For bygninger vil dette gjøre resultatene vesentlig mer sikre. I grunnlagsarbeidene for ADV ble det også laget sammenstillinger for antall arbeidsplasser per 100 m² BRA, så her finnes data som kan brukes som standardtall.

For boligområdene kan det av hensyn til transport vurderes om man også legger inn data for ny lokal tjenesteyting og forretning, for eksempel skole eller dagligvare. Dette vil minske usikkerhetene ytterligere, men gjør beregningene, særlig for transport, mer komplisert.

Transportarbeid kan beregnes ut ifra data knyttet til transport i området som utbyggingsområdet berører. For boligutbygging vil dette innebære at det beregnes et totalt turestimat som reflekterer antallet bosatte, gitt av utbyggingens størrelse. Basert på RTM-dataene for området vil de totale turene fordeles utover reisemidlene. Deretter blir turene per reisemiddel fordelt utover de omkringliggende grunnkretsene i tråd med fordelingen fra RTM. Resultatet vil bli trafikkestimater som i stor grad vil reflektere resultater fra RTM, men uten at man trenger å gå igjennom en krevende RTM-beregning. En begrensning vil være at dersom utbyggingen innebærer betydelige trafikk konsekvenser vil det kunne bli avvik mellom estimatene fra vår forenklete tilnærming og den som ville blitt estimert ved en fullstendig RTM-beregning.

Modellering av trafikkutslippene fra næringsarealene vil være mer kompleks enn fra boligarealer, ettersom det må modelleres to separate prosesser. På den ene siden vil næringsarealer innebære arbeidsplasser og derfor økte utslipp tilknyttet selve arbeidsreisene. På den andre siden vil næringsarealer trolig tiltrekke seg besøk. Omfanget av besøksreisene vil avhenge av hvilken type næring som tillates i næringsområdet, og i hvilken grad de nye næringsarealene er konkurransedyktige relativt til de eksisterende arealene.

Som mål på arealenes konkurransekraft kan man benytte tilgjengelighetsmetodikken som benyttes i ADV og InMap. Her vil tilgjengelighet til kunder, målt med grunnlag i reisekostnadene fra RTM og bosettingen per grunnkrets for gitt arealplan, benyttes som et mål på hvor attraktivt det vil være for næringsaktører å etablere seg i et nytt næringsareal. Via en slik tilnærming vil man kunne gi en forholdsvis realistisk representasjon av de avveiningene som næringslivet vil stå ovenfor i evalueringen av nye næringsarealer. Ved å skille mellom ulike næringskategorier som eksempelvis varehandel og tjenestetilbud, vil man også kunne fange opp forskjellene mellom næringene.

Tilnærmingen sikrer at det blir konkurranse mellom områdene, i og med at folk heller reiser til områdene som tilbyr størst tilbud, målt i arbeidsplasser, relativt til reisekostnadene. Nye handelsområder vil da kun ha en høy utnyttelsesgrad dersom de er attraktive relativt til de allerede eksisterende områdene.

I metodikken vil det være mulig å benytte data fra enten RTM eller mobildata, eller alternative enklere tilnærminger. Fordelen med å benytte RTM-data vil være at disse dataene vil være gratis tilgjengelig og derfor kan benyttes til å etablere modellene for de ulike områdene uten ekstra kostnad. Utfordringen med RTM dataene vil være at disse ikke nødvendigvis er kalibrert for de spesifikke områdene som skal analyseres. Det er mulig å rette opp for dette gjennom å kalibrere RTM-modellen for de spesifikke kommunene, men dette kan være arbeidskrevende og vil kreve god tilgang til RVU-data. Metodikken legger derfor opp til at man også kan benytte mobildata som datagrunnlag for modellen, slik det er gjort i Tønsberg kommune (kap. 5.2.5). Fordelen med mobildataene er at disse vil bidra til å utgjøre både et lokalt forankret datagrunnlag, og vil bidra til å belyse de lokale reisestrømmene. Bruken av mobildata vil også sørge for at man opparbeider en mulighet for å etterprøve resultatene ved at man bruker faktiske målinger av reisestrømmene i før- og ettersituasjon.

En potensiell feilkilde for beregningen vil være at det kan være avvik mellom plankartet og grunnkretsene som kan medføre at deler av en utbygging blir liggende i feil grunnkrets. Slike avvik vil bidra til å øke feilmarginen til verktøyet, men i de aller fleste tilfeller vil konsekvensene av denne typer feil kun har marginal innvirkning på utslippsberegningene. Videre bør det gjøres en vurdering av data for hvilket område (/grunnkrets) som legges til grunn for beregningen for de enkelte områdene. En mulighet er at brukeren velger området ut ifra egenskaper man ser for seg at området inneholder i framtiden.

På dette nivået vil avgrensningen av utbyggingsområdene være svært grov. For å gi realistiske beregninger knyttet til arealbeslag kan det legges inn en korreksjon for blågrønn faktor, diskutert i kapittel 6. Ved at bruker angir prosentvist anslag for blått og grønt areal i det samlede utbyggingsområdet hensyntas det at området vil inneholde buffersoner, parker, og feltinterne blågrønne elementer på et overordnet nivå.

Beslag fra arealforbruk beregnes deretter ut ifra AR5, utbyggingsområde og blågrønn faktor. Mulige verktøy å benytte er Miljødirektoratet sin arealbruksendringkalkulator, eventuelt bare utslippsdata derifra. En av utfordringene kan bli beregning av effekt knyttet til fortettingsområder. En mulighet her er at blågrønn faktor angis for hvert enkelt område der utbyggingsområdet berører ikke-bebygd areal. Dette kan imidlertid bli en krevende manuell og teknisk øvelse. På arealstrategi-nivå kan likevel en grov tilnærming her være akseptabelt.

Estimat for utslipp fra bebyggelse kan lages ut ifra estimert antall personer, erfaringstall for BRA per person, og type utbygging med ulike typer næring- og boligbygg. Dersom bruker har fått mulighet og lagt inn BRA bør selvfølgelig det benyttes. Det kan også legges inn mulighet for manuelle justeringer og lokale tilpasninger. Videre må dataene sammenstilles, slik at riktig formålstype kobles opp mot riktig utslippsdata. DFØs veileder for klimakrav i bygg inneholder mulige data som kan legges til grunn, eller det kan utarbeides en egen utslippsdatabase med utgangspunkt i foreliggende LCA-verktøy. De fleste av disse krever en kostnad, og prosjektets behov for et gratis verktøy må ivaretas.

Tabell 3: Eksempel på relevante inndata på arealstrategi-nivå

Mulige inndata arealstrategi	Funksjoner	Inndata	Merknad
Alle formål og områder	Arealformål og størrelse	Dekar	Skal allerede være generert i tidligere steg, men kan korrigeres her.
Alle formål og områder	Blå-grønn faktor	Prosent	Faktor for å ta hensyn til at avgrensningen av området er svært grov i denne fasen, og ikke tar høyde for interne grøntområder. Viktig for å nansere arealforbruksberegningen.
Boligområder	Utnyttelse	Antall bosatte, antall boliger eller andel av samlet befolkningsvekst.	Samlet vekst hentes fra SSB. For kommunen, eller regionen som helhet hvis man ønsker å se på regionalt nivå. Alternativt kan egendefinert vekst veges.
Arealkrevende næring (industri, lager, gods, tilhørende kontor)	Utnyttelse	Antall, eller andel av samlet vekst for arbeidsplasser arealkrevende næring (industri og lager).	I verktøyet ligger det inne en predefinert kobling til arbeidstakere i de relevante kategoriene i RTM. Samlet vekst hentes fra SSB/NTP.
Ansatt- og besøksintensiv næring (tjenesteyting, forretning, kontor)	Utnyttelse	Antall, eller andel av samlet vekst for arbeidsplasser arbeidstaker- og besøksintensiv næring.	I verktøyet ligger det inne en predefinert kobling til arbeidstakere i de relevante kategoriene i RTM. Samlet vekst hentes fra SSB/NTP.
Alle formål og områder	Kjøretøykilometer	Reisemiddelfordeling og gjennomsnittlig reiselengde	Beregnes automatisk i verktøyet basert på tallene for området i dag, men kan justeres manuelt

7.1.3 Kommuneplanens arealdel / kommunedelplaner

Omtalen nedenfor knytter seg til skissering på lenke i kapittelet over.

De innledende trinnene knyttet til innhenting av grunnlagsdata kan tilsvare tilnærmingen omtalt under arealstrategien. Kommuneplanens arealdel inneholder imidlertid definerte arealformål i tråd med plan- og bygningsloven som verktøyet bør ta hensyn til. Videre er arealformålene et naturlig utgangspunkt for kommuneplanleggeren som skal bruke verktøyet. Rambøll har derfor skissert at brukeren går gjennom de enkelte feltene, organisert etter arealformål. Arbeidsomfanget og detaljnivået vil trolig bli relativt høyt på grunn av antallet felt som vurderes i forbindelse med rullering av en kommuneplan. Dermed er den skisserte detaljeringsgraden per felt ikke veldig mye høyere enn i arealstrategien. Det reduserer samtidig behovet for detaljkunnskap og antall inngangsfaktorer fra brukeren.

Vi har ikke skissert en tilnærming alle formål eller alle muligheter. I stedet har vi forsøkt å identifisere viktige begrensninger og muligheter for å kunne ta en beslutning om videre arbeid med et mulig verktøy. Underformål som i hovedsak ikke gir utbygging er ikke vurdert nærmere. Dette gjelder for eksempel *Bruk og vern av sjø og vassdrag*. Det er ikke alltid klare grenser mellom områder for utbygging og vern, og vi har derfor fokusert på de viktigste og mest brukte utbyggingsformålene i kommuneplansammenheng. Derfor er det lagt vekt på å beskrive utbyggingsformålene bolig, næring, tjenesteyting, sentrumsområder, kombinasjonsområder, og skillet dem imellom.

Skissen viser hvordan data knyttet til boligformål kan testes inn og ligge til grunn for verktøyets beregninger. For hvert enkelt feltområde testes inn data knyttet til arealforbruk, transport og bebyggelse.

Det er skissert at utslipp fra arealforbruket og arealbruksendringer beregnes basert på AR5 og plankart. På kommuneplannivå er imidlertid avgrensningen av utbyggingsområder fortsatt grov, og byggeområdet vil inneholde blågrønne elementer. Derfor bør verktøyet inneholde en korreksjonsmulighet for blågrønn faktor, eksempelvis angitt med prosent blågrønnfaktor per felt. Utslippsdata kan hentes fra Miljødirektoratet sin arealbruksendringkalkulator. Utslippsfaktorer for urban karbonlagring (i urbane blågrønne elementer) bør undersøkes nærmere ettersom disse i realiteten kan redusere netto utslipp. Dette er beskrevet i kapittel 6.3.

Kjøretøykilometer foreslås beregnet ut ifra inngangsfaktoren for antall boenheter eller personer og gjennomsnittstall for området i dag. Mulige utslippsdata er Miljødirektoratet sine utslippstall for kjøretøy og forbruk per km. Det kan også være mulig å hente data og metode fra verktøyet EFFEKT. På dette nivået kan det være nyttig at bruker korrigerer dataene for området, eksempelvis hvis det i dag er et industriområde, men skal utvikles til å gis egenskaper mer likt senterområder. I så fall bør verktøyet inneholde en visuell oversikt (kart) som viser forskjellen i reisemiddelvalg og kjøretøykilometer mellom ulike kretser i dag. Slik kan brukeren gjøre en kvalifisert vurdering av hva som bør legges til grunn.

Dersom bruker kun angir antall boenheter eller antall personer vil en begrensning ved tilnærmingen være at transportberegningene legger til grunn et demografisk snitt. Dermed hensyntas det ikke at noen områder vil ha flere småhus med familier, og noen områder flere mindre husholdninger med et annet type reisemønster. Samtidig vurderes det at en tilnærming som skal ta hensyn til dette blir svært arbeidskrevende.

For bebyggelse bør det på dette detaljnivået være en mulighet å dele opp i type bolig; frittliggende småhus, rekkehus og boligblokker. Det foreligger utslippstall for de ulike

bygningstypene som for eksempel kan hentes fra DFØs veileder for klimakrav i bygg. Utslipp fra anleggsfase tas dels høyde for gjennom arealforbruk og dels knyttet til erfaringstall for bygg. Dataene finnes, men må sammenstilles, som diskutert i kapittel 6.4. I tillegg må det vurderes hvordan data for tilhørende infrastruktur skal ivaretas. Her finnes det data (jmfør omtalen under reguleringsformål), men dette kan bli omfattende data dersom det må legges inn på kommuneplan-nivå.

Rambøll kjenner ikke til at det foreligger egne tall for fritidsboliger. Standard ved bygging og energiforbruk i drift vil normalt være lavere enn boliger, mens utslipp fra råvareutvinning og materialer vil være de samme som for boliger. Lengre fritidsreiser fanges heller ikke opp i for eksempel RTM. Den mest åpenbare muligheten er kanskje at fritidsbebyggelsen kodes som bolig, og for arealbruk vil tilnærmingen fungere bra.

Tilnærmingen for sentrumsformål og kombinasjonsområder kan bygge på den som er skissert for bolig, men i tillegg må det legges inn mulighet for å velge andelen næring. Næring bør brytes opp ytterligere i underformål, særlig av hensyn til ulike transportgenerering som følge av de ulike underformålene. En mulighet er at verktøyet inneholder erfaringstall for sammensetningen av ulike typer næringsformål i sentrum. Som nevnt ble det i forbindelse med arbeidet med InMap hentet inn tall for sentrum i Kristiansand. Her ble fordeling av underformålene lagt inn som en «dummy» gitt at man ikke selv hadde mer detaljert data. Tall for dette bør i så fall oppdateres og suppleres. Det kan også være grunnlagsdata fra utviklingen av ADV som er av relevans her.

På kommuneplan-nivå er det naturlig at brukeren angir bruksareal per underformål. Verktøyet bør da inneholde erfaringstall for ansatte per 100 m² for de ulike formålene. I tillegg bør det ligge inne en mulighet for manuell korreksjon basert på lokal kunnskap, men som ikke er påkrevd av brukeren.

Kjøpesenter, forretning, tjenesteyting og næringsbebyggelse kan følge skisseringen under sentrumsformål, fra trinnet der man skiller mellom næringsformålene. En mulighet for fritids- og turistformål er at man avhengig av underformål knytter tiltaket til enten boligbebyggelse (som for fritidsbebyggelse), eller tjenesteyting.

Råstoffutvinning kan følge beskrivelsen for boligformål under arealbruk og for bebyggelse kan næringsbygg legges til grunn. Råstoff kan imidlertid være komplekst og avhengig av lokale forhold når det gjelder transport. Det avhenger av hvor massene skal og hvilken type masser det gjelder. En mulighet er at bruker velger gjennomsnittlig avstand mellom sted for uttak og mottak, basert på lokalkunnskap om området. Dette er informasjon man normalt kan be forslagsstiller om i forbindelse med rulleringen av kommuneplanen. Det finnes tall for utslipp målt i tkm (tonn*km), eksempelvis i VegLCA eller i Miljødirektoratet sine nevnte utslippstall for transport. Det er også mulig å bruke tall fra internasjonale databaser hvis det er ønskelig, eksempelvis Ecoinvent [30]. Disse har for øvrig ofte en tilknyttet kostnad.

Andre typer bebyggelse og anlegg inkluderer typisk energianlegg (vindkraft, vannkraft etc.), og avfallsanlegg. På kommuneplannivå er dette normalt større tiltak som krever omfattende egne utredninger, gjerne i form av kommunedelplaner eller reguleringsplaner med konsekvensutredning. Tiltakene er gjerne avhengig av omfattende vegutbygging, som vanligvis ikke inngår i kommuneplankartet. Energianleggene skal derfor inngå i egen konsekvensutredning etter særlovverket. Denne typen formål kan derfor forsvares at holdes utenfor verktøyet i en samlet vurdering opp mot samlet omfang og kompleksitet. Alternativt kan det legges til grunn data for industri- eller produksjonsbygg.

Kommunedelplaner for samferdselsanlegg som veg, bane, havn og lufthavn utredes normalt av de enkelte samferdselsmyndighetene. Hos disse myndighetene finnes egne ressurspersoner, og veiledere for denne type beregninger. Beregningene gjøres i tråd med standardisert metodikk, for eksempel Vegvesenets veileder for konsekvensanalyser (V712), hvor beregningene normalt utføres i EFFEKT. Av samme årsak som for energianlegg anbefaler Rambøll derfor å utelukke disse fra verktøyet for å minske kompleksiteten og for å unngå dobbeltarbeid.

Dersom kommunene selv skal stå for et større samferdselsprosjekt må de involvere egen kompetanse knyttet til utredningene. Unntak gjelder kanskje for noen av de større byene, men det er i så fall fordi de sitter på kompetansen internt. Ettersom det finnes gjennomprøvde beregningsverktøy og metodikk for denne type planer går vi ikke videre med skissering av dette. Det er naturlig at verktøyet fokuserer på den typen planer der et samlet verktøy og metode mangler.

Landbruks-, natur-, friluft-, og reindriftsområder med spredt utbygging skal normalt konsekvensutredes som del av kommuneplanen. Det kan være krevende å beregne effekten på dette stadiet, ettersom omfanget av bygg, arealbeslag og transport er uklart. Det er imidlertid mulig å bruke tall for de øvrige formålene, som nevnt i kapittel 6.1.7. Tilsvarende gjelder for forsvarsformål.

Tabell 4: Eksempel på relevante inndata for kommuneplanens arealdel

Mulige inndata kommuneplannivå	Funksjoner	Type	Merknad
Alle formål og områder	Arealformål og størrelse	Dekar	Skal allerede være generert i tidligere steg, men kan korrigeres her.
Alle formål og områder	Blågrønn faktor	Prosentvis andel	Faktor for å ta hensyn til at avgrensningen av området er grov i denne fasen, og ikke tar høyde for interne grøntområder. Viktig for å nansere arealforbruksberegningen.
Alle formål og områder	Utnyttelse	Bruksareall (BRA eller %-BRA)	Kan erstattes av andre mål for utnyttelse. For eksempel boenheter under boligformål.
Bolig og næring	Energikilde	Energikilde	Bruker har mulighet til å velge energikilde: fjernvarme, solcelleanlegg, vanlig strøm. Fjernvarmeområder bestemmes ofte på kommuneplannivået.
Sentrumsformål og kombinasjonsformål	Andel næring	Prosentvis andel	Andel næring. Deretter andel forretning, tjenesteyting, næring. Prosentvis inndeling knyttet til hvert enkel bebyggelseformål som tilkates i sentrumsformål
Sentrumsformål og kombinasjonsformål	Andel bolig	Prosentvis andel	
Alle formål med næring	Ansatte	Antall ansatte per 100m2 BRA	Erfaringstall fra ADV og annet sammenstilles.
Råstoffutvinning	Transport	Kilometer	Avstand til mottak
Næringsbebyggelse	Type	Prosentvis andel	Prosentandel knyttet til de relevante formålene; industri, lager, tilhørende kontor
Tjenesteyting	Type	Prosentvis	Prosentvis andel knyttet til de relevante formålene; Helse, skole, høyskole/universitet mfl.
Bolig	Type	Prosentvis andel frittliggende småhus, konsentrert småhus, blokkbebyggelse	Relevant for energiberegning, og transport (gitt ulikt antall personer per boenhet)
Bolig	Utnyttelse	Antall boenheter, eller antall bosatte.	Knyttes til erfaringstall for bosatte per enhet.
Fritidsbolig	Som bolig	Som bolig	
Alle formål og områder	Reisemiddelvalg eller kjøretøy-km	Automatisk beregnet	Beregnes automatisk i verktøyet basert på tallene for området i dag, men kan justeres manuelt

7.1.4 Reguleringsplan

Omtalen nedenfor knytter seg til skissering på lenke i kapittelet over.

I reguleringsplanfasen følges samme framgangsmåte som for kommuneplanen. Likevel er det flere valgmuligheter, knyttet til blant annet parkering, veg og annen infrastruktur, blågrønn struktur, samt generelt flere underformål og reguleringsformål. Igjen har vi forsøkt å beskrive noen viktige muligheter, og avdekke om det er begrensninger som gjør at nivået ikke bør inngå i et verktøy.

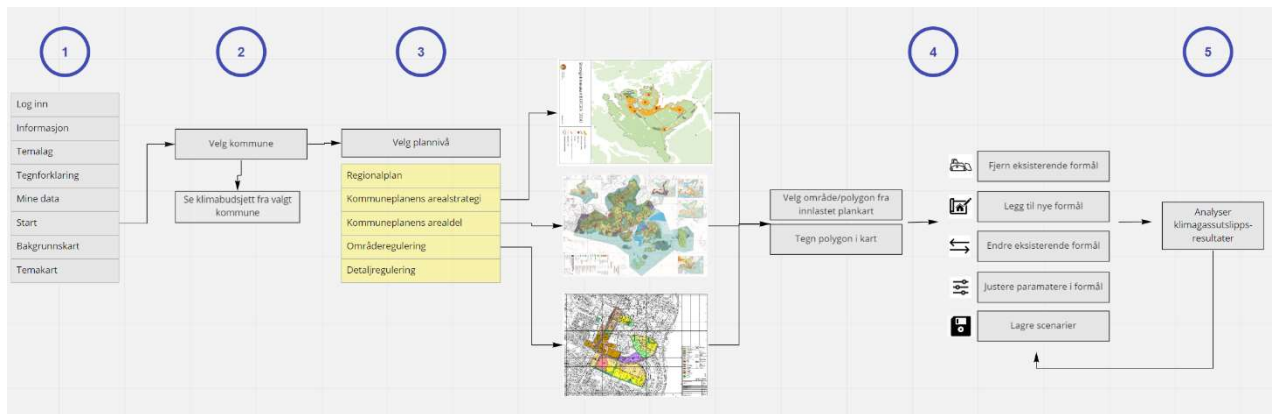
I tillegg er det verdt å huske på at formålsområdene er mer detaljert. Selv om bruker ikke legger inn mer detaljert data skjer likevel mye detaljering i form av nærmere inndeling i formålsområder. Dette øker potensielt også arbeidsomfanget. Aktuelle utvidelser av tilnærmingen kan være antall og type parkeringsplasser. Å skille mellom parkering i grunnen, overbygde eller åpne p-plasser kan gjøre utslippsresultatet mer realistisk. Det finnes erfaringstall for klimautslipp knyttet til de ulike typene anlegg og antall plasser som kan benyttes til å lage gjennomsnittstall.

På reguleringsplan-nivå kan generelt byggeformålene også deles opp i flere under/reguleringsformål enn i kommuneplanen, og det foreligger i større grad informasjon om bredder, lengder og formål for veg og annen infrastruktur. På samme måte som for kommuneplaner kan arealforbruk beregnes ut ifra grunnkart og AR5. Data for utslipp fra selve bebyggelsen og konstruksjoner kan beregnes ut ifra plankart og erfaringstall, hvor utslippsdata er diskutert i kapittel 6. Det gjøres ikke en egen transportberegning, da denne knyttes til bebyggelsesformålene.

7.2 Skisse av software

Basert på behovskartleggingen i kapittel 4 presenteres det nederst en enkel oversikt av en mulig arbeidsprosess for klimaverktøyet. Det vil i utgangspunktet være 5 overordnede steg for brukerne for å beregne klimagassutslippet for et planalternativ. Dette er en mulig løsning, men bør kun være et utgangspunkt for videre utvikling av et klimaverktøy.

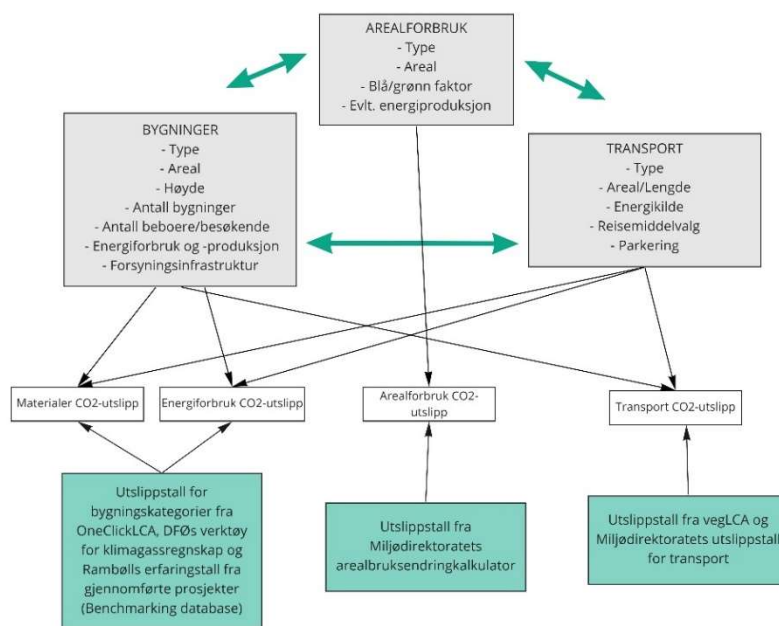
- (1) Først vil det være en forside, der det er mulig å logge seg inn. Her vil det være informasjon om programvaren.
- (2) Når brukeren begynner fra start-funksjonen bør det være mulig å velge en kommune fra en liste eller en søkefunksjon. Her kan brukeren få tilgang til klimabudsjettet for den valgte kommunen hvis det finnes.
- (3) Deretter vil brukeren kunne velge plannivået som er relevant for arbeidsoppgaven.
- (4) I første steg vil brukeren kunne arbeide med plankart og kunne velge et område eller tegne inn en polygon i plankartet for å velge et område. Dette vil også kunne avhenge av detaljnivået til valgt plannivå. Brukeren bør ha mulighet til å fjerne, legge til eller endre eksisterende formål. Det kan også være mulig å justere parameterne i det valgte formålsområdet og lagre scenarier.
- (5) Basert på de valgte parameterne vil det vises en oversikt av klimagassutslippene fordelt på arealbruk, bygg, transport og samlede utslipp.



Figur 22: Skisse for mulig arbeidsflyt i klimaverktøyet med de fem stegene. Kilde: Rambøll

Diagrammet nederst viser kompleksiteten av klimagassberegningene for de tre elementene arealbruk, bygg og transport. Når brukeren endrer parameterne i steg 4, eksempelvis antall bygninger i et boligområde, vil det påvirke transportutslipp på grunn av økt antall beboere i det berørte området. Dersom brukeren vurderer et nytt park- eller skogområde, vil det bidra til klimagassopptak på grunn av karbonlagringseffekten. For transport vil det beregnes klimagassutslipp basert på transportunderlaget og Miljødirektoratets utslippstall, mens for arealbruk beregnes utslippstall fra arealunderlaget og Miljødirektoratets arealbrukskalkulator. Klimagassutslipp fra bygninger kan være basert på gjennomsnittstall fra One Click LCA, fra erfaringstallene til DFØs veileder eller Lier kommune sin kalkulator.

Diagrammet i Figur 23 viser et forenklet bilde av kompleksiteten og forbindelser mellom elementene.



Figur 23: Skisse som viser relasjoner mellom utslippelementene. Kilde: Rambøll

8. ANBEFALING

Initiativet fra Planavdelingen i KMD om å lage et helhetlig klimaverktøy til bruk i planarbeid er et skritt i riktig retning for at kommunene kan være med å møte de nasjonale og internasjonale klimaforpliktelsene. Dette er særlig aktuelt i tiden fremover med klimatoppmøtet i Glasgow og i oppstarten av EUs taksonomi og handlingsplan for bærekraftig finans. De valgene man tar knyttet til planlegging av arealer i dag, har stor konsekvens for utslippene i framtida.

Vi ser at klimaverktøyet har et betydelig potensial for å tallfeste effekten av konkrete tiltak og vurdere ulike scenarier opp mot hverandre. Verktøyet vil gi en felles metode for planarbeid nasjonalt, som sikrer transparente, sammenlignbare og etterprøvbare resultater. Dermed kan planleggerne enkelt kommunisere dette til befolkningen og beslutningstakere. Rambøll anbefaler derfor at KMD går videre med utviklingen av et klimaverktøy til kommunal planlegging for plan- og bygningsloven. Verktøyet skal kunne raskt beregne klimagassutslipp fra ulike planforslag.

Gjennom kartleggingen av eksisterende verktøy er vår vurdering at det finnes tilstrekkelig tilgjengelig offentlige mengde- og utslippstall, beregningsmetoder og modeller som kan bygges på og samtidig ivareta kriteriene for brukerbehov. Hvordan en slik modellutvikling bør gjennomføres i praksis med henhold til for eksempel brukergrensesnitt, må vurderes nærmere i neste fase. Med utgangspunkt i det prosjektutløsende behovet, framstår det mest hensiktsmessig å bygge videre på infrastrukturen etablert for ADV. Alternativt kan det vurderes å etablere et beregningsopplegg for desktop der kartløsningen bygger rundt gratisløsninger som QGIS.

Fordelen med å bygge videre på ADV er blant annet at den nødvendige infrastrukturen for datainnlesning og beregning allerede er etablert. Imidlertid må kartløsningen eventuelt utvides til å ta høyde for utslipp fra arealbruksendringer og transformasjon av eksisterende bebyggelse. Det å bygge den nye helhetlige løsningen som en egen modul innenfor ADV antas derfor å være gjennomførbart innenfor en rimelig kostnadsramme, spesielt sammenlignet med å bygge et webbasert verktøy fra bunnen av. En annen fordel er at ADV bygger på samme plattform som SSB-kart. Dette vil derfor i stor grad være en kjent og enkel løsning, med brukergrensesnitt som benyttes på tvers av kommuner og andre potensielle brukere i dag. Det finnes i tillegg flere ulike kartløsninger som benyttes i ulike kommuner, med ulik oppbygning som gjør at det kan være kostbart å samkjøre løsningene. Det å lage et verktøy som skal knytte seg opp mot alle eller flere av disse verktøyene blir et svært omfattende arbeid, som det er risiko for at ikke lar seg gjennomføre innenfor rimelige kostnadsrammer.

Hvorvidt en tilnærming basert på ADV-plattformen vil være hensiktsmessig, vil imidlertid også avhenge om denne kan videreutvikles til å inneholde en løsning for visualisering av resultatene. For å redusere terskelen for bruk bør et eventuelt verktøy som bygger på ADV legge opp til et forenklet brukergrensesnitt.

En desktop QGIS-løsning bør derfor heller ikke ekskluderes i denne fasen. En desktop- og kartløsning basert på QGIS vil gjøre at man kun har utviklingskostnader for selve beregningsmodulen. Det vil være lavere kostnader knyttet til kartløsningen ettersom den bygger på QGIS-programvaren som er uten lisenskostnader. Ulempen er at brukerterskelen kan bli høyere, men terskelen kan reduseres ved å lage en enkel brukermanual med innføring i bruk av QGIS, samt gode systemer for tilgang til grunnlagsdataene.

Samlet er det for tidlig å konkludere om verktøyet bør være desktop- eller webbasert, og om det skal ha sin egen kartløsning. Det er flere fordeler med en webbasert løsning, men at en enkel desktopløsning, eksempelvis en Excelmodell som kombinerer klimakalkulatoren til Lier og

klimaverktøyet Tønsberg kommune, vil ha vesentlig lavere utviklingskostnader. Denne kostnad/nytte-analysen bør i neste fase gjøres i dialog med programvareutviklere og kartløsningsleverandører.

For at klimaverktøy skal være robust må det være tilstrekkelig fleksibelt til å tåle endringer i klimakrav i fremtiden, eksempelvis dersom det kommer krav til ombruk for bygge- og anleggsprosjekter. Et verktøy må da kunne ta høyde for dette, eller enkelt utvides.

Av de tre elementene bygg, transport og arealbruk erfarer Rambøll at transportberegninger kan være de mest komplekse. For samtlige elementer, men særlig for transport, bør det derfor gjøres tilstrekkelige forenklinger tidlig i verktøyet. En viktig løsning vi peker på er å ikke inkludere planforslag for store samferdsels- og infrastrukturprosjekter som likevel krever egne klimaberegninger og som utføres av egne etater i tråd med respektive veiledere. Dette gjelder planer som ikke utredes av kommunen selv, men der aktører som Vegvesenet, Bane Nor, Avinor eller Kystverket utfører nødvendige beregninger og utredninger. Videre gjelder det også planer etter annet lovverk der for eksempel NVE eller andre myndigheter har ansvaret. Det kan for eksempel gjelde vindkraftutbygging.

For at brukeren skal få et bedre forhold til hva klimagassresultatet betyr i den store sammenheng er det en mulig løsning å koble verktøyet opp mot kommunens eget klimabudsjett, eventuelt det nasjonale dersom et kommunalt ikke foreligger. Dette muliggjør at brukeren kan se hvor stor andel av det årlige budsjettet som vil benyttes av planforslaget som vurderes.

Et kritisk punkt for at verktøyet skal kunne fungere for alle planforslag og -typer er at det lages et gjennomarbeidet system som kobler de ulike formålstypene opp mot de ulike utslippsdatabasene. I forbindelse med dette arbeidet kan det også være mulig å se på andre aspekter. Ved å knytte kostnader mot mengder på samme måte som utslipp kan man også se et prosjekts antatte livsløpskostnader. Det bør også vurderes å inkludere arealregnskap for kommunen i databasen, som KMD arbeider med i et separat prosjekt.

9. REFERANSER

- [1] FNs klimapanel, «Delrapport 1: Fysiske klimaendringer,» Miljødirektoratet, 09 08 2021. [Internett]. Available: <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/klima/fns-klimapanel-ipcc>.
- [2] Miljøstatus, «Miljømål 5.2 Parisavtalen,» Miljødirektoratet, 20 08 2021. [Internett]. Available: <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/miljomal/klima/miljomal-5.2/>.
- [3] SSB, «Utslipp til luft,» Statistisk sentralbyrå, 30 07 2021. [Internett]. Available: <https://www.ssb.no/natur-og-miljo/forurensning-og-klima/statistikk/utslipp-til-luft>.
- [4] Grønn byggallianse, «Klimakur for bygg og eiendom,» Grønn byggallianse, Oslo, 2020.
- [5] Miljødirektoratet, SSB og NIBIO, «Greenhouse Gas Emissions 1990-2019,» Miljødirektoratet, 2021.
- [6] CEN, «ISO 14040:2006: Miljøstyring - Livsløpsvurdering - Prinsipper og rammeverk,» Norsk standard, 2006.
- [7] Standard Norge, «NS 3720 Metode for klimagassberegninger for bygninger,» 2018.
- [8] CEN, «ISO 15804:2012: Sustainability of construction works - Environmental product declarations - Core rules for the product category of construction products,» Danish Standard, 2019.
- [9] EPD-Norge, «EPD-Norge Digi,» The Norwegian EPD Foundation, 2021. [Internett]. Available: <https://digi.epd-norge.no/>.
- [10] Statens vegvesen, «Konsekvensanalyser,» Vegdirektoratet, 2021.
- [11] Miljødirektoratet, «Konsekvensutredninger for klima og miljø,» 14 12 2020. [Internett]. Available: www.miljodirektoratet.no/myndigheter/arealplanlegging/konsekvensutredninger/.
- [12] Plan- og bygningsetaten og Klimaetaten, «Veileder for klimagassberegninger,» Bergen, 2020.
- [13] Kommune, Lillehammer, «Byplanens bestemmelser for Lillehammer».
- [14] NIBIO, «Kilden,» NIBIO, Karverket og Geovekst, 20 08 2021. [Internett]. Available: www.nibio.no/tjenester/kilden.
- [15] Asplan Viak, «Dokumentasjon VegLCA v5.01,» Statens vegvesen, 2021.
- [16] NIRAS, «NV-GHG,» Nye Veier, 2021.
- [17] Standard Norge, «NS-EN 16528:2012 Metode for beregning av og deklarerer av energiforbruk og klimagassutslipp for transporttjenester (vare- og persontransport),» 2015.
- [18] Miljødirektoratet, «Beregne effekt av ulike klimatiltak,» Miljødirektoratet, 01 06 2021. [Internett]. Available: <https://www.miljodirektoratet.no/tjenester/klimagassutslipp-kommuner/beregne-effekt-av-ulike-klimatiltak/>.
- [19] NIBIO, «Kartbasert klimagasskalkulator for arealbrukssektoren,» NIBIO, 2021.
- [20] OneClick LCA og 360optimi, «OneClick LCA v.21.02.2021, database v.7.6,» Bionova, 2021.
- [21] K. Simonen, B. X. Rodriguez og C. D. Wolf, «Benchmarking the Embodied Carbon of Buildings,» *Technol. + Des.*, vol. 1, p. 208–218, 2018.
- [22] Sintef Research, «EE SETTLEMENT FINAL REPORT 2017-2021,» Sintef Academic Press, 2021.
- [23] Sintef Fag, «Bundet energi og klimagassutslipp i nye boligprosjekter,» Sintef Academic Press, 2021.
- [24] Sintef notes, «EE Settlement - Norwegian Model Description,» Sintef Academic Press, 2021.

- [25] Asplan Viak, «Klimagassutslipp bygg,» DFØ, 2020.
- [26] Bergen kommune, «KPA2018: Kommuneplanens arealdel,» 2019.
- [27] M. Ariluoma, J. Ottelin, R. Hautamäki, E.-M. Tuhkanen og M. Mänttari, «Carbon sequestration and storage potential of urban green in residential yards,» *Urban Forestry & Urban Greening*, vol. 57, 2021.
- [28] L. Lindén, A. Riikonen, H. Setälä og V. Yli-Pelkonen, «Quantifying carbon stocks in urban parks under cold climate conditions,» *Urban Forestry & Urban Greening*, vol. 49, 2020.
- [29] Climeworks, «Homepage,» [Internett]. Available: <https://climeworks.com/>.
- [30] Ecoinvent, «Ecoinvent - The world's most consistent & transparent life cycle inventory database,» 2020. [Internett]. Available: www.ecoinvent.org. [Funnet 17 11 2020].

VEDLEGG

- (1) Skissering arealstrategi
- (2) Skissering kommuneplanens arealdel
- (3) Skissering reguleringsplan
- (4) Skissering sammenhenger elementer og utslippstall
- (5) Skissering software valg plantyper og område