



DET KONGELIGE
OLJE- OG ENERGIDEPARTEMENT

Meld. St. 9

(2010–2011)

Melding til Stortinget

Fullskala CO₂-håndtering

Innhold

1	Innledning og sammendrag	5	4.2.2	Utredning av ulike modeller for eierskap og drift	24
2	CO₂-håndtering i energi- og klimapolitikken	7	4.3	Om arbeid med forskrift for CO ₂ -lagring	25
3	CO₂-fangst på Mongstad	10	4.4	Sikkerhet ved transport og lagring av CO ₂	25
3.1	Bakgrunn for arbeidet med CO ₂ -håndtering på Mongstad	10	5	Teknologi, kunnskap og kompetanse	27
3.2	Teknologiseret for CO ₂ -fangst på Mongstad	10	5.1	Teknologistatus	27
3.2.1	Om planleggingen og byggingen av teknologiseret for CO ₂ -fangst på Mongstad	10	5.1.1	Teknologier for fangst av CO ₂	27
3.2.2	Om drift av testanleggene og arbeid med teknologiutvikling	11	5.1.2	Utfordringer knyttet til transport av CO ₂	30
3.3	Fullskala CO ₂ -fangst på Mongstad	13	5.1.3	Utfordringer knyttet til lagring av CO ₂	31
3.3.1	Bakgrunn	13	5.2	CLIMIT	31
3.3.2	Behov for økt kunnskap om effekter på helse og miljø	14	5.3	Forskningssentre for miljøvennlig energi	34
3.3.3	Statoils vurdering	15	6	CO₂-håndtering internasjonalt	36
3.3.4	Gassnovas vurdering	17	6.1	Handlingsplan for det internasjonale arbeidet med fangst og lagring av CO ₂	36
3.3.5	Det videre planleggings- og forberedelsesarbeidet med fullskala CO ₂ -fangst på Mongstad	17	6.2	Storskalaprojekter internasjonalt	37
3.3.6	Organiseringen av samarbeidet om fullskala CO ₂ -fangst på Mongstad	19	6.3	Pilotanlegg internasjonalt	39
3.3.7	Om Gassnovas arbeid med å utvikle og realisere fullskala CO ₂ -fangst	20	6.4	Forskning og teknologiutvikling internasjonalt	40
4	Transport og lagring av CO₂	21	6.4.1	Eksempler på FoU i USA, Tyskland og Storbritannia	42
4.1	CO ₂ -lagring i Norge	21	6.4.2	Laboratorier internasjonalt	43
4.1.1	CO ₂ -lager i bruk	21	7	Økonomiske og administrative konsekvenser	44
4.1.2	Videre muligheter for CO ₂ -lagring i Norge	22	7.1	Bygging og drift av teknologiseret for CO ₂ -fangst	44
4.2	Transport og lagring av CO ₂ fra Mongstad	23	7.2	Planleggingen av fullskala CO ₂ -fangst	45
4.2.1	Transport og lagring fra fullskala CO ₂ -håndtering på Mongstad	23	7.3	Planleggingen av løsning for transport og lagring av CO ₂	46



DET KONGELIGE
OLJE- OG ENERGIDEPARTEMENT

Meld. St. 9

(2010–2011)

Melding til Stortinget

Fullskala CO₂-håndtering

*Tilråding fra Olje- og energidepartementet av 4. mars 2011,
godkjent i statsråd samme dag.
(Regjeringen Stoltenberg II)*

1 Innledning og sammendrag

I forbindelse med nysalderingen av statsbudsjettet for 2010 (Prop. 35 S (2010-2011)), ble det varslet at regjeringen ville komme tilbake til Stortinget med en nærmere gjennomgang av arbeidet med CO₂-fangst på Mongstad tidlig i 2011. I denne meldingen blir det gitt en redegjørelse for status i arbeidet med CO₂-håndtering i Norge og andre relevante land. Arbeidet på Mongstad er sentralt i regjeringens politikk og omtalen av dette arbeidet utgjør derfor hoveddelen av meldingen.

Kapittel 2 omtaler *CO₂-håndterings plass i energi- og klimapolitikken*. Den nødvendige velstandsutviklingen utenfor OECD-landene vil medføre betydelig økning i det globale energiforbruket. Fossil energi vil være nødvendig i energiforsyningen i tiår fremover. Både Det internasjonale energibyrådet (IEA) og FNs klimapanel mener at fangst og lagring av CO₂ vil være et sentralt tiltak i utviklingen mot lavere klimagassutslipp. Norge har bl.a. gjennom Sleipner-prosjektet opparbeidet betydelig kompetanse på lagring av CO₂ i geologiske formasjoner. Sammen med CO₂-håndteringsprosjekter i andre land, vil CLIMIT-programmet, CO₂ Technology Centre Mongstad (TCM) og fullskala CO₂-fangst på Mongstad gi ny kun-

skap og bidra til å utvikle mer effektive og billigere løsninger for CO₂-håndtering. Fullskalaanlegget og teknologiseret på Mongstad vil gi unik erfaring med å etablere CO₂-fangst ved eksisterende gasskraftverk. Fullskala CO₂-håndtering på Mongstad vil begrense de norske klimagassutslippene. Et like viktig mål er at den norske teknologi- og kompetanseutviklingen også kommer til anvendelse utenfor Norge.

Kapittel 3 *CO₂-fangst på Mongstad* omtaler teknologiseret, arbeidet med å realisere fullskala CO₂-fangst på Mongstad, behov for mer kunnskap om effekter på helse og miljø ved bruk av amin-teknologi og Gassnova og Statoils vurderinger knyttet til dette arbeidet. På bakgrunn av informasjonen som har fremkommet om behov for økt kunnskap om mulige effekter på helse og miljø ved bruk av aminteknologi, beskrives en gjennomføringsplan som åpner for alternative teknologier i det videre planleggingsarbeidet. Til nå har planen vært at kvalifisering av aminteknologi skulle pågå i parallell med prosjekteringen av selve CO₂-fangstanlegget. En slik prosjektmodell vil øke risikoen for uforutsette hendelser og økte kostnader når det samtidig åpnes for flere, alter-

native CO₂-fangstteknologier. For å redusere denne risikoen, legges det til grunn en modell hvor teknologikvalifiseringen i all hovedsak foregår før prosjekteringen av selve anlegget på Mongstad. Alle kjente teknologier for CO₂-fangst fra røykgass fra kull- og gasskraftverk er umodne, og selv om noen teknologier er mer utviklet enn andre, er det behov for et langsiktig utviklingsarbeid.

Den justerte prosjektmodellen innebærer at det i den nærmeste fasen av planleggingsarbeidet skal sikres tilstrekkelig kunnskap og oversikt over aktuelle teknologier. Teknologikvalifiseringen skal inkludere teknologier som kan være egnet for CO₂-fangst fra eksisterende gasskraftverk. Formålet er å kvalifisere minst én fangstteknologi som kan anvendes. Neste fase med prosjektering av anlegg innebærer bl.a. detaljerte utredninger av den valgte hovedteknologien integrert med kraftvarmeverket, infrastruktur og de omkringliggende anleggene. Varigheten av fasen for teknologikvalifisering anslås til tre år. Planen for teknologikvalifiseringsfasen vil være beheftet med usikkerhet fordi det er usikkert når ønskede resultater oppnås. Hvis en fangstteknologi skulle bli tilstrekkelig utviklet og kvalifisert tidligere enn dette, skal denne fasen kortes ned. Det påfølgende prosjekteringsarbeidet anslås til omtrent to år. Dagens informasjon tilsier at regjeringen vil kunne legge frem et samlet beslutningsgrunnlag for Stortinget senest i 2016.

Videre omtales den planlagte organiseringen av samarbeidet mellom staten, representert ved Gassnova, og Statoil i det videre planleggingsarbeidet. Utgangspunktet er å utarbeide to avtaler. Den første avtalen skal regulere planleggingsfasen frem til ferdigstillelsen av et investeringsgrunnlag, mens en neste avtale skal regulere utbyggingen og driften. Avtalen for planleggingsfasen skal danne grunnlaget for notifikasjon til ESA og tre i kraft ved ESAs godkjennelse. Staten og Statoil har et felles ansvar for å realisere fullskala CO₂-fangst, men partenes roller og bidrag til dette er ulike. Statens bidrag er i hovedsak å finansiere CO₂-fangstanlegget, mens Statoil skal være prosjektgjennomfører. Det legges opp til at Gassnova skal utøve statens rettigheter og oppfylle statens forpliktelser etter avtalen. Statoil, som prosjektgjennomfører, skal rapportere til den felles styringskomiteén hvor Statoil og Gassnova er representert.

Regjeringen er opptatt av å realisere fullskala fangst og lagring av CO₂ til lavest mulig kostnad.

Gassnova skal gjennomføre et utredningsarbeid hvor hensikten er å bidra til en bred og oppdatert kartlegging av mulighetsområdet for realisering av fullskala CO₂-håndtering utover prosjektet på Mongstad. Resultater fra dette arbeidet skal inngå i regjeringens arbeid med Klimameldingen, og i regjeringens arbeid med CO₂-håndtering. Utredningen skal skje parallelt med gjennomføringen av teknologikvalifiseringen i Mongstad-prosjektet.

Kapittel 4 omtaler *transport og lagring av CO₂*. Det fremgår av gjennomføringsavtalen at staten har ansvaret for gjennomføringen av transport og lagring av CO₂ fra Mongstad. I det pågående planleggingsarbeidet legges det til grunn at det skal være etablert en løsning for transport og sikker lagring av CO₂ ved oppstart av det planlagte fullskalaanlegget for CO₂-fangst. Gassco og Gassnovas planleggingsarbeid har til nå blant annet omfattet studier av aktuelle lagringslokaliteter, havbunnen og løsninger for en CO₂-rørledning ut fra Mongstad.

Gassnova har gjort en foreløpig utredning av ulike modeller for organisering av eierskap, utbygging og drift for transport og lagring av CO₂ fra Mongstad. Den fremste ekspertisen på transport og lagring av CO₂ besittes av aktører og selskaper tilknyttet olje- og gassvirksomheten på norsk sokkel. Regjeringen ser det som naturlig å ta i bruk disse aktørenes kunnskap, og deltakelse fra industrien er en ambisjon i arbeidet med å utvikle en modell for eierskap og drift.

Kapittel 5 og 6 omhandler henholdsvis *teknologi, kunnskap og kompetanse* og *CO₂-håndtering internasjonalt* og Norges plass i dette bildet. Det er behov for teknologiutvikling og kompetanseoppbygging på et bredt felt, fra langsiktig forskning til bygging av fullskala anlegg for fangst, transport og sikker lagring av CO₂. Den norske innsatsen ivaretar dette. Internasjonalt er arbeidet med CO₂-fangst i kraftsektoren i hovedsak rettet mot kullkraftverk. Den norske satsingen er i større grad rettet mot CO₂-fangst fra gasskraftverk. Norges innsats kompletterer således det internasjonale arbeidet. Erfaringsoverføring fra norske prosjekter til andre land vil bidra til å fremme CO₂-håndtering internasjonalt. Samtidig bidrar deltakelse i internasjonalt samarbeid til å styrke kompetanseoppbyggingen hos norsk industri, forskningsmiljøer og myndigheter.

Kapittel 7 omhandler *økonomiske og administrative konsekvenser* av forslagene i meldingen.

2 CO₂-håndtering i energi- og klimapolitikken

På partsmøtet under Klimakonvensjonen i Cancún i 2010 ble landene enige om et langsiktig mål om å begrense stigningen i den globale middeltemperatur til under to grader celsius sammenlignet med førindustrielt nivå. Det ble også enighet om å gjennomføre en revisjon av dette målet i 2013-2015, der vurdering av et fremtidig mål om å begrense økningen i den globale middeltemperaturen til under 1,5 grader celsius vil bli spesielt vurdert. Regjeringen viser til at selv en begrensnings av den globale temperaturøkningen til to grader celsius kan ha alvorlige konsekvenser for natur og samfunn.

Togradersmålet er en ambisiøs målsetting. I følge FNs klimapanel må samlet global reduksjon i klimagasser være på minst 50-85 prosent i forhold til 2000-nivået innen 2050 for å nå dette målet. Reduksjonen i industrilandenes samlede utslipp må være minst 25-40 prosent innen 2020, og minst 80-95 prosent i forhold til 1990-nivået i samme periode. For å nå målet vil ikke industrilandenes utslippsreduksjoner alene være tilstrekkelig. Utviklingslandenes samlede utslipp må også begrenses i størrelsesorden 15-30 prosent i forhold til hva de ville ha vært uten nye tiltak innen 2020 og ytterligere reduksjoner deretter. Etter partsmøtet i København i 2009 har en rekke land spilt inn sine utslippsmål. Basert på disse har Det internasjonale energibyrådet (IEA) gjort beregninger som indikerer at dette kan resultere i en global temperaturøkning på 3,5 grader celsius. Regjeringen understreker at vi er langt fra målet, og landene må sette mer ambisiøse mål. Ut fra dagens utslippsnivå, ressurser og kapasitet vil industrilandene måtte ta ansvar for de største utslippskuttene.

Produksjon og bruk av energi står i følge FNs klimapanel for om lag 2/3 av de globale utslippene av klimagasser. Dette skyldes i stor grad at verdens energibruk er basert på bruk av fossile energikilder som kull, olje og gass. Dersom vi skal nå togradersmålet må verden redusere utslippene fra produksjon og bruk av energi.

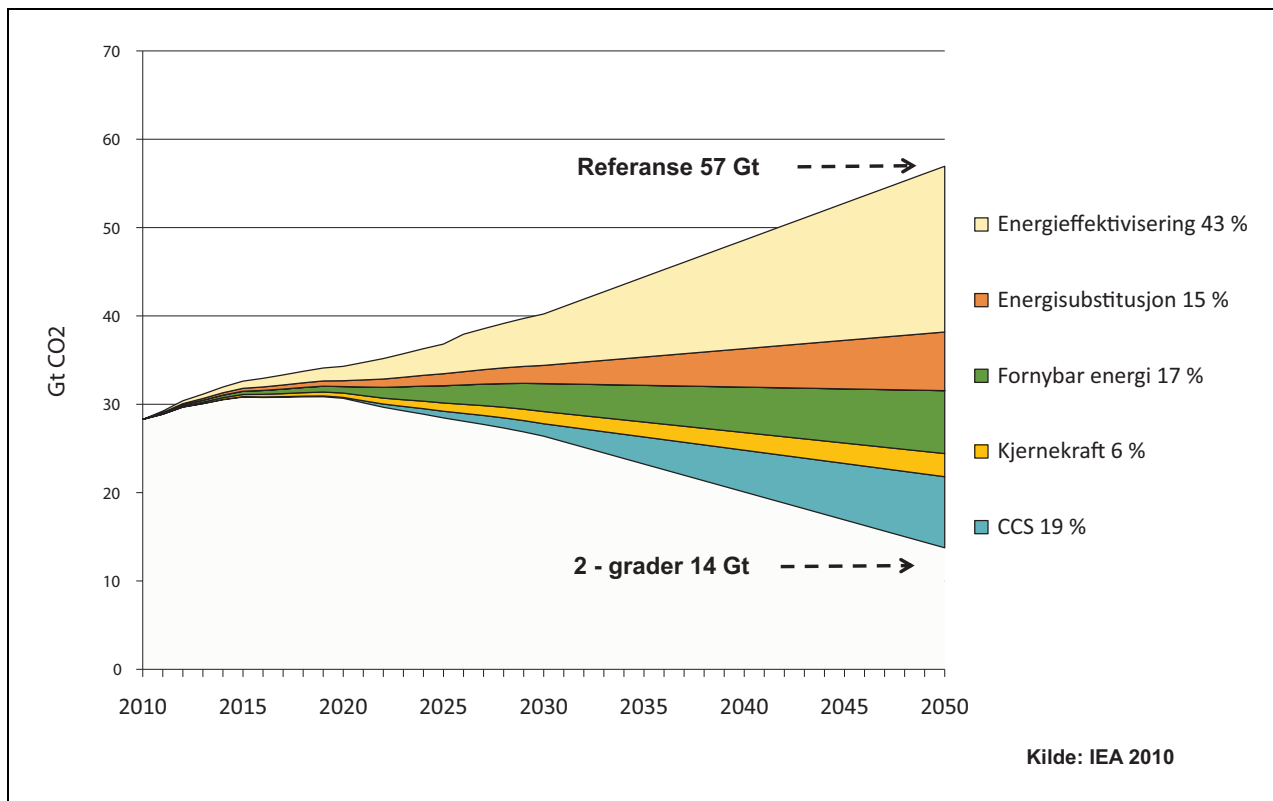
Analysen fra IEA viser at nesten all vekst i energiforbruket i verden vil komme i landene utenfor OECD. I «Ny politikk» scenarioet i World

Energy Outlook 2010 er det tatt hensyn til vedtatte og planlagte energi- og klimatiltak, inkludert nasjonale utslippsmål og utfasing av økonomiske subsidier på fossil energi. Verdens samlede energiforbruk er i dette scenarioet beregnet til å øke med 1/3 de neste 25 årene. Landene utenfor OECD vil bidra med mer enn 90 prosent av denne veksten, og 2/3 av verdens energiforbruk i 2035 vil finne sted utenfor OECD-området. Dette er både en konsekvens av og forutsetning for økonomisk vekst. Det skyldes blant annet at energibruk henger nært sammen med velstandsnivå og velstandsutvikling. Energibruk gjør at maskiner og utstyr kan fremstilles og tas i bruk for å lette menneskers hverdag, og arbeidskraft frigjøres fra lavproduktivt manuelt arbeid til oppgaver der den er mer produktiv. Dette bidrar igjen til økt produksjon, høyere lønninger og en mindre fysisk krevende arbeidssituasjon.

Den nødvendige velstandsutviklingen utenfor OECD-landene, vil medføre en betydelig økning i det globale energibehovet i årene fremover. Til tross for sterk vekst i energiforbruket, vil energiforbruket per innbygger bare øke moderat, fordi utgangspunktet er lavt og fordi befolkningene ventes å øke mye. IEAs analyser viser at energiforbruket per innbygger i utviklings- og fremvoksende land bare vil være tredjeparten så stort som i OECD i 2035.

Fossil energi vil være nødvendig i energiforsyningen i tiår fremover. I de siste årene har det vært høye vekstrater for fornybar energi som vind, sol og biodrivstoff, men det skjer fra et lavt nivå i forhold til den totale globale energibruken. Det vil derfor ta lang tid før disse energikildene vil kunne dekke en stor del av energibruken.

Kraftproduksjon basert på naturgass kan få en viktigere rolle i klima- og energipolitikken internasjonalt ved å erstatte kull og ved å balansere svingninger i kraftsystemet som følger av økt utbygging av uregulerbar fornybar kraftproduksjon. Verdens reserver av naturgass er meget store, og nok til å møte dagens etterspørsel i over 250 år. Ny utvinningsteknologi har gjort ukonvensjonell gassproduksjon lønnsom. IEA har anslått at Europas ukonvensjonelle gassressurser er seks ganger



Figur 2.1 Nøkkelteknologier for å redusere globale CO₂-utslipp.

Kilde: IEA Energy Technology Perspectives 2010.

større enn kontinentets reserver av konvensjonell gass. Kraftproduksjon basert på naturgass kan i følge IEA stå for en vesentlig del av markedet for ny kraftproduksjon frem mot 2035.

Både IEA og FNs klimapanel mener at fangst og lagring av CO₂ vil være et sentralt tiltak i utviklingen mot lavere klimagassutslipp. Hvis vi lykkes i storskala utvikling og bred implementering av fangst og lagring av CO₂ internasjonalt, vil vi kunne oppnå betydelig reduksjon i klimagassutslippene.

IEA har i Energy Technology Perspectives 2010 utarbeidet et scenario som beskriver hvordan ulike teknologier kan bidra til å nå målet om å begrense global oppvarming til under to grader celsius. I dette scenarioet, kalt *Blue Map Scenario*, står energieffektivisering, fornybare energikilder og CO₂-håndtering for i overkant av ¾ av energirelaterte utslippsreduksjoner i 2050. Den relative betydningen av CO₂-håndtering øker gjennom perioden, og utgjør nærmere en femdel av energirelaterte utslippsreduksjoner i 2050. Utslippsreduksjonen knyttet til CO₂-håndtering er i scenarioet om lag likt fordelt mellom kraftproduksjon og industri.

Utviklingen beskrevet i IEAs scenario krever at vi både må ta i bruk eksisterende teknologi og utvikle ny. Ikke minst er det viktig med en bred spredning av ulike teknologier til mange land.

Norge har i klimaforhandlingene arbeidet for at det må legges til rette for at teknologi kan spres og implementeres på en effektiv og miljømessig forsvarlig måte. Derfor har det fra norsk side vært arbeidet for å få godkjent fangst og lagring av CO₂ som prosjektaktiviteter under Den grønne utviklingsmekanismen (CDM) under Kyotoprotokollen. I Cancún ble det enighet om å åpne for en slik mulighet. Dette er viktig både for å skape økonomiske incentiver til prosjekter og regelverk som sikrer en felles og høy miljømessig standard på prosjekter i utviklingsland. I tillegg har Norge foreslått at det etableres en egen mekanisme for CO₂-lagring under Klimakonvensjonen.

Norge har betydelig kompetanse på lagring av CO₂ i geologiske formasjoner. Siden 1996 har Statoil i forbindelse med gassproduksjonen på Sleipner skilt ut en million tonn CO₂ årlig fra gasstrømmen og lagret den i Utsiraformasjonen. På Snøhvit separeres 700 000 tonn CO₂ årlig fra gasstrømmen og lagres i en geologisk formasjon under havbunnen. I tillegg er Statoil involvert i In Salah-

prosjektet i Algerie der man fra 2004 har skilt ut og lagret 1,2 millioner tonn CO₂ årlig på land.

Sammen med CO₂-håndteringsprosjekter i andre land, vil CLIMIT-programmet, teknologisenteret og fullskalaanlegget på Mongstad gi ny kunnskap og bidra til å utvikle mer effektive og billigere løsninger for CO₂-håndtering. Fullskalaanlegget på Mongstad vil gi unik erfaring med å etablere CO₂-fangst ved eksisterende gasskraftverk. Slik kompetanseoppbygging er viktig tatt i betraktning rollen kraftproduksjon fra naturgass vil ha i den globale energiforsyningen. Land med

kullkraftproduksjon kan oppnå betydelige utslippsreduksjoner de nærmeste årene ved å erstatte kullkraft med gasskraft. CO₂-håndtering på gasskraft gjør det mulig å redusere CO₂-utslippene ytterligere på sikt.

Fullskala CO₂-håndtering på Mongstad vil begrense de norske klimagassutslippene. Et like viktig mål for den norske teknologi- og kompetanseutviklingen er at den kommer til anvendelse også utenfor Norge. Først da vil man oppnå store reduksjoner av klimagassutslipp som følge av den norske satsingen.

3 CO₂-fangst på Mongstad

3.1 Bakgrunn for arbeidet med CO₂-håndtering på Mongstad

Kampen mot klimaendringer og utfordringene knyttet til å dekke verdens energibehov er viktige årsaker til regjeringens satsing på fangst og lagring av CO₂, jf. kapittel 2. Regjeringen ønsker at Norge skal bidra til teknologiutvikling og økt kunnskap om bruk av slik teknologi. I tillegg til at man må lykkes med å løse de tekniske utfordringene, er det en forutsetning at kostnadene reduseres før fangst og lagring av CO₂ kan få bred anvendelse som et effektivt klimatiltak. Regjeringen er derfor opptatt av at realisering av fangst og lagring av CO₂ skjer til lavest mulig kostnad. I dette arbeidet er det en målsetting å bidra til å utvikle effektive teknologier for CO₂-håndtering, og til at erfaring og teknologi som blir utviklet i norske prosjekter kan resultere i reduksjoner av CO₂-utslipp også utenfor Norge.

Miljøverndepartementets utslippstillatelse av 2006 med tilhørende endringer og gjennomføringsavtalen mellom staten og Statoil om håndtering av CO₂ på Mongstad (gjennomføringsavtalen) danner utgangspunktet for etableringen av anlegg for fangst og lagring av CO₂ fra Mongstad. I gjennomføringsavtalen heter det blant annet at «Partene er enige om at det er behov for en stegvis utvikling frem mot et samlet CO₂-fangstanlegg på Mongstad, samt også en stegvis utvikling av teknologien for fangst av CO₂ for å redusere kostnader og risiko.» Byggingen og driften av teknologisenteret for CO₂-fangst (steg 1) og arbeidet med planlegging og forberedelse av fullskala CO₂-fangst på Mongstad (steg 2) er sentrale elementer i regjeringens innsats for å utvikle og realisere CO₂-håndtering i årene som kommer. Ved første steg, teknologisenteret for CO₂-fangst, er byggingen godt i gang. Staten, representert ved Gassnova, er sammen med Statoil, Shell og Sasol eiere av teknologiselskapet, som står for samarbeidet om realiseringen av teknologisenteret. I neste steg planlegges det et fullskala fangstanlegg for CO₂ fra kraftvarmeverket på Mongstad, med tilhørende løsning for sikker lagring av CO₂.

3.2 Teknologisenteret for CO₂-fangst på Mongstad

3.2.1 Om planleggingen og byggingen av teknologisenteret for CO₂-fangst på Mongstad

Arbeidet med teknologisenteret for CO₂-fangst på Mongstad (CO₂ Technology Centre Mongstad) står sentralt i regjeringens satsing på å få frem teknologier som kan redusere utslipp av CO₂, jf. St.prp. nr. 38 (2008-2009) om investering i teknologisenter for CO₂-håndtering på Mongstad. Utvikling av teknologi for CO₂-fangst er krevende og det vil hele tiden være usikkerhet involvert i forbindelse med utvikling av teknologier fra forskningsstadiet til industriell skala. Det er en målsetting for regjeringen at teknologisenteret kan skape en arena for målrettet utvikling, testing og kvalifisering av teknologi for CO₂-fangst. Det er også et mål å bidra til internasjonal spredning av disse erfaringene slik at kostnader og risiko for fullskala CO₂-fangst kan reduseres.

Alle kjente teknologier for CO₂-fangst fra røykgass fra kull- og gasskraftverk er umodne. Selv om noen teknologier er mer utviklet enn andre, er det behov for et langsiktig utviklingsarbeid, jf. kapittel 5. I denne sammenheng er det avgjørende å ha tilgang på fasiliteter der CO₂-fangstteknologier kan testes ut og verifiseres i en skala som nærmer seg industriell skala. Gjennom samarbeidet ved teknologisenteret, er formålet å vinne praktisk erfaring med CO₂-fangstteknologier knyttet til design, oppskalering og drift av store CO₂-fangstanlegg. Erfaringene til nå viser at størrelsen og innretningen av teknologisenteret på Mongstad gjør at dette vil være et vesentlig norsk bidrag til internasjonal teknologiutvikling.

Samarbeidet om å utvikle, bygge, eie og drifte teknologisenteret på Mongstad er organisert gjennom en deltakeravtale og teknologiselskapet TCM DA. Eierne i teknologiselskapet inngikk deltakeravtale og selskapsavtale og dannet TCM DA våren 2009. Samtidig ble det fattet investeringsbeslutning for teknologisenteret. Deltakeravtalen

regulerer alle relevante forhold knyttet til utbygging og drift av teknologisenteret. Staten har i dag en eierandel på 75,12 prosent i TCM DA, Statoil en andel på 20 prosent og Sasol og Shell har andeler på 2,44 prosent hver. Staten vil kunne invitere med flere, egnede selskaper som deleiere i TCM DA.

Byggingen av teknologisenteret er om lag 70 prosent ferdig, og vil etter planen stå klart til drift rundt årsskiftet 2011/2012, etterfulgt av en avtalt testperiode på fem år. De samlede byggekostnader for teknologisenteret er estimert til om lag 5,2 mrd. kroner, eks. mva. Om lag 1/3 av investeringene er knyttet til de to CO₂-fangstanleggene, og om lag 2/3 av investeringene er knyttet til infrastruktur og hjelpesystemer. Teknologisenteret bygges med infrastruktur og kapasitet til å kunne støtte flere teknologier samtidig og vil være robust nok til å ha en levetid på flere tiår. Det vil i første omgang bli testet to forskjellige teknologier. En teknologi fra Alstom som benytter nedkjølt ammoniakk og en teknologi fra Aker Clean Carbon som benytter amin. I første periode av driften vil anleggene i hovedsak anvendes til gjennomføring av de to teknologileverandørenes testprogrammer.

Det er en målsetting for regjeringen at industrielle selskapers eierskap i teknologisenteret på Mongstad skal sikre industriell og teknologisk kompetanse, samt å tilføre kunnskap, kapital og erfaring om gjennomføring av store prosjekter. Statoil, Shell og Sasols deltakelse i utviklingen og gjennomføringen av teknologisenteret er viktig for prosjektet og underbygger prosjektets internasjonale relevans. Alle eierne i TCM DA er potensielle sluttbrukere av CO₂-fangstteknologi og har dermed en felles interesse for at teknologien på sikt skal bli kommersielt tilgjengelig og at det er konkurranse i markedet for CO₂-fangstteknologier. Driftsorganisasjonen til TCM DA består av personell fra Gassnova, Statoil, Shell og snart Sasol. Selskapene vil kunne bringe erfaring og kunnskap om CO₂-fangst tilbake i egne organisasjoner for anvendelse i fremtidige CO₂-håndteringsprosjekter.

Planleggingen og byggingen av teknologisenteret har allerede gitt kunnskap om så vel tekniske som kommersielle utfordringer knyttet til å utvikle ny teknologi. Dette gjelder for eksempel erfaring med design, byggemetode, oppskalering og prosessutforming i forbindelse med å knytte et CO₂-fangstanlegg til kraftverk og raffineri i drift. Dette er nyttig erfaring som kan være viktige for fremtidige prosjekter der CO₂-fangstteknologi i full skala skal ettermonteres. Videre er det høstet

erfaringer knyttet til kommersielle forhold i forbindelse med utvikling og bruk av uprøvd teknologi. Selv om det legges opp til konkurranse om leveranser av slik ny teknologi, vil det være krevende å oppnå stor grad av garantier for kostnader og funksjonalitet fra leverandørenes side. Dette innebærer at utbygger av denne type prosjekter sannsynligvis må være villig til å påta seg risiko for økte kostnader i utviklingen og gjennomføringen av prosjektet.

3.2.2 Om drift av testanleggene og arbeid med teknologiutvikling

Partnerne i TCM DA har kommet frem til følgende hovedmålsettinger for arbeidet ved teknologisenteret:

- Testing, verifikasjon og utprøving av teknologi for CO₂-fangst som eies og markedsføres av leverandører
- Redusere kostnader samt teknisk, miljømessig og økonomisk risiko
- Fremme markedsutviklingen for CO₂-fangstteknologi
- Sikte mot internasjonal utvikling av CO₂-fangstteknologi.

Etter en omfattende planleggings- og utredningsprosess, pågår bygging av to anlegg for testing av to forskjellige teknologier ved teknologisenteret; en teknologi fra Alstom som benytter nedkjølt ammoniakk, og en teknologi fra Aker Clean Carbon (ACC) som benytter amin. Begge disse teknologiene vil fange CO₂ etter forbrenning, og benytter seg av en kjemisk oppløsning for å absorbere CO₂ fra røykgassene. For at erfaringen fra teknologisenteret skal ha bredest mulig relevans, er det lagt opp til testing av CO₂-fangst fra to forskjellige røykgasskilder.

Det er valgt å teste og demonstrere to teknologier for fangst av CO₂ etter forbrenning fordi slik teknologi vil kunne ettermonteres på eksisterende anlegg. De valgte teknologitypene vurderes også til å være mest modne, med et forbedringspotensial med hensyn til energiforbruk og miljøeffekt. Det største kostnadselementet i forbindelse med drift av CO₂-fangstanlegg er knyttet til prosessens energibehov. Redusert energibehov vil derfor kunne gi viktige kostnadsreduksjoner, jf. kapittel 5.

Teknologisenteret på Mongstad er designet for å kunne fange 100 000 tonn CO₂ per år, og vil bli det største demonstrasjonsanlegget av sitt slag i verden. Størrelsen på anlegget, fleksibilitet og utformingen gjør det mulig å gjennomføre flere

forskjellige testtyper. Teknologisenteret har tilgang til røykgasser fra kraftvarmeverket og krakeranlegget på oljeraffineriet. CO₂-innholdet er på hhv. 3,5 prosent og 13 prosent. Begge røykgassskildene kan ledes til både det amin- og det ammoniakkbaserte CO₂-fangstanlegget. I tillegg vil anlegget kunne justere konsentrasjonen av CO₂ i røykgassen ved å berike eksosgass fra kraftvarmeverket med fanget CO₂. Dette gjør det mulig å teste CO₂-fangst fra røykgasser med ulike konsentrasjoner av CO₂. Teknologisenteret kan derfor teste CO₂-fangstteknologier som er relevante for både kull- og gassfyrte kraftverk, samt raffineri og annen industriell virksomhet.

TCM DA har lagt opp til at testprogrammene og den praktiske erfaringen fra driften av CO₂-fangstanleggene skal gi nyttig erfaring og kunnskap om teknologienes egnethet for fullskala anvendelse, og bidra til utvikling og kvalifisering av CO₂-fangstteknologiene. Dette kan være med på å redusere kostnader til drift og investering i fullskala CO₂-fangstanlegg. Teknologisenteret bygges med en robust infrastruktur som vil gjøre det mulig å gjennomføre ulike utviklings- og testaktiviteter i industriell skala i flere år fremover. Det legges også til rette for at det skal kunne gjennomføres ombygginger og tilpasninger av de to fangstanleggene for å kunne teste alternative teknologier. Eventuelle ombygginger vil være forbundet med kostnader utover foreliggende investeringsestimater.

Når teknologisenteret kommer i drift, vil de reelle utslippene fra CO₂-fangst med aminteknologi blir målt og vurdert, jf. kapittel 3.3.2. Testaktivitetene vil for eksempel bidra til verdifull innsikt knyttet til dannelsen av nitrosaminer og nitraminer. Sammen med nasjonalt og internasjonalt FoU-arbeid, vil testaktivitetene bidra til mer kunnskap om bruk av aminer til CO₂-fangst.

Etter at testaktivitetene knyttet til de to teknologiene fra Alstom og Aker Clean Carbon er gjennomført, kan det bli aktuelt å slippe til flere teknologileverandører. Det er ennå ikke besluttet testprogram utover testprogrammene til ACC og Alstom, som i hovedsak gjennomføres i 2012. TCM DA arbeider med å etablere flere testprogram, og å få nye samarbeidspartnere til anlegget. Det legges til grunn at TCM DA både vil kunne gjennomføre egne testprogram, og testprogram for nye samarbeidspartnere. Slike samarbeidspartnere kan være teknologileverandører, komponentleverandører eller sluttbrukere av teknologien, som ønsker å benytte etablert infrastruktur og prosesser på teknologisenteret for å utføre testprogram. Både utprøving av nye kjemikalier, og

forsøk med annet utstyr og andre prosessløsninger er aktuelt.

Det er avsatt plass til uttesting av en tredje teknologi i samme størrelse som de to som nå bygges. Hvilke teknologier som kan være aktuelle er ikke evaluert ennå. TCM DA vil utarbeide kriterier for utvelgelse av en eventuell tredje teknologi, samt utforme en strategi for etableringen av nye teknologiutviklingsprogrammer. Dette arbeidet vil pågå i 2011. Den nærmere organiseringen og betingelsene for inkludering av nye samarbeidspartnere på teknologisenteret må avklares når dette eventuelt blir aktuelt.

I tillegg til testing i industriell skala, kan det bli aktuelt å legge til rette for testing av mindre pilotanlegg på teknologisenteret. TCM DA har allerede samarbeid med forskningsinstitusjoner med kompetanse på CO₂-håndtering, for eksempel SINTEF. Forskningsinstitusjonene vil kunne tilby TCM DA å prøve ut forhold i laboratorier før testing i større skala. Tilsvarende vil forskere kunne få problemstillinger testet og verifisert ved hjelp av anleggene tilknyttet teknologisenteret. I samarbeid med forskningssentrene planlegges det også at doktorgradsstudenter skal kunne hospitere ved senteret.

Et fullskala CO₂-fangstanlegg vil normalt bli minst ti ganger så stort som hvert av de to testanleggene som bygges på Mongstad. Anlegg på teknologisenterets størrelse anses som et viktig skritt på veien mot fullskala anlegg for å kunne verifisere de tekniske løsningene, sørge for nødvendig driftserfaring og for å minimere risikoer. I dag er det svært få steder i verden hvor testing av CO₂-fangstteknologi foregår i denne skala og ingen steder hvor flere teknologier kan testes samtidig på røykgass med ulik CO₂-konsentrasjon. Samtidig arbeider flere leverandørselskaper med utvikling av nye og forbedring av eksisterende løsninger. TCM DA vurderer derfor at det kan være sannsynlig at det vil komme flere teknologier for CO₂-fangst og at leverandørene vil ønske å teste dem i industriell skala.

Partene i TCM DA har avtalt å samarbeide om testing og utprøving av CO₂-fangstteknologi i fem år etter at det første testanlegget er overlevert partnerskapet. Dersom partene ønsker å fortsette samarbeidet utover denne perioden, eller eventuelt korte ned samarbeidsperioden, kan dette avtales. Etter at den avtalte testperioden på fem år er gjennomført kan den eller de partnerne som ønsker å fortsette virksomheten vederlagsfritt beholde anleggene. Det legges med dette til rette for at testarbeidet på teknologisenteret kan vide-

reføres etter at dagens partnerskap i TCM DA er ferdig med sitt testarbeid.

TCM DA opplever økende interesse knyttet til aktivitetene ved teknologisenteret. I 2010 var mer enn 1000 besøkende innom senteret for en omvisning, og senteret er i ferd med å bli en viktig besøks- og møtearena for aktører med interesse for CO₂-fangst og lagring. Innenfor rammene for samarbeidet mellom TCM DAs partnere og teknologileverandørene, legges det opp til at testresultater fra teknologisenteret skal bli publisert og presentert i ulike internasjonale fora etter hvert som testarbeidet gir resultater. Det er viktig at kunnskapen som vinnes på teknologisenteret blir spredt slik at erfaringene kan anvendes i fremtidige prosjekter verden over.

Arbeidet med teknologisenteret på Mongstad vil kunne gi ringvirkninger til lokale, nasjonale og internasjonale forskningsmiljøer og virksomheter. Teknologisenter er i ferd med å etablere et nettverk av samarbeidende bedrifter og institusjoner, både i Norge og i utlandet. I begynnelsen av februar i år ble det inngått en intensjonsavtale om uttak av inntil 30 000 tonn CO₂ fra teknologisenteret for industriell anvendelse. Bak planene om industriell anvendelse står en arbeidsgruppe fra Institutt for Energiteknikk (IFE), Christian Michelsen Research (CMR), Universitetet i Bergen, Bergen Teknologioverføring AS og Nordhordland Handverk- og Industrielag (NHIL). Arbeidsgruppen har tatt utgangspunkt i at fanget CO₂ er en ressurs som kan anvendes som et supplement til deponering. Intensjonen er at det skal etableres forskjellige typer prosjekter, i første omgang knyttet til algeproduksjon for produksjon av biodiesel og fiskefôr, og kjemisk produksjon basert på CO₂ som råvare. Arbeidsgruppen planlegger også å etablere et selskap hvor forskningsinstitusjoner og industrielle aktører deltar i det videre arbeidet på Mongstad.

3.3 Fullskala CO₂-fangst på Mongstad

3.3.1 Bakgrunn

Miljøverndepartementets utslippstillatelse av oktober 2006, med tilhørende endringer, og gjennomføringsavtalen mellom staten og Statoil danner utgangspunktet for planlegging, bygging og drift av et fullskala anlegg for CO₂-håndtering på Mongstad. I tiden etter at staten og Statoil inngikk gjennomføringsavtalen, har det vært arbeidet fortløpende med teknologisenteret for CO₂-fangst og planleggingen av fullskala CO₂-håndtering på Mongstad. Gjennomføringsavtalen og utslippstil-

latelsen danner rammen for et prosjekt hvor staten og Statoil har et felles ansvar, med ulike roller, for å realisere fullskala CO₂-fangst på Mongstad. Statens bidrag er i hovedsak å finansiere CO₂-fangstanlegget, mens Statoil skal være prosjektgjennomfører. Et omfattende arbeid har pågått i tråd med statens og Statoils rettigheter og forpliktelser som følger av gjennomføringsavtalen og utslippstillatelsen.

Regjeringens ambisjon om å realisere CO₂-håndtering på Mongstad har hele tiden vært utfordrende, jf. St.prp. nr. 49 (2006-2007) om samarbeid om håndtering av CO₂ på Mongstad, Prop. 125 S (2009-2010) om tilleggsbevilgninger og omprioriteringer i statsbudsjettet 2010, Prop. 1 S (2010-2011) og Prop. 35 S (2010-2011) om endringer i statsbudsjettet for 2010 under Olje- og energidepartementet.

Det er lagt ned et betydelig arbeid med å planlegge fullskala CO₂-fangst med sikte på å bringe prosjektet nærmere et grunnlag for investeringsbeslutning. I tråd med utslippstillatelsen og gjennomføringsavtalen, og som redegjort for blant annet i Prop. 125 S (2009-2010), oversendte Statoil i februar 2009 en overordnet utredning for fremtidig fangst av CO₂ fra de største utslippene på Mongstad («masterplanen») til Miljøverndepartementet og Olje- og energidepartementet. Utredningen identifiserer utslippskilder på Mongstad som er aktuelle for CO₂-fangst, og viser at det er teknisk mulig å etablere fullskala CO₂-fangst ved kraftvarmeverket og krakkeranlegget ved oljerafineriet. Utredningen peker også på utfordringer ved å gjennomføre et slikt banebrytende prosjekt. Det fremkommer av Statoils utredning at vurderingene som gjøres, er i en tidlig fase av prosjektgjennomføringen, og at konsept og kilder for CO₂-fangst ikke er valgt.

Statoils utredning utgjorde et omfattende innspill i en tidlig fase av arbeidet med å planlegge og forberede fullskala CO₂-håndtering på Mongstad. Etter at utredningen var mottatt av Olje- og energidepartementet og Miljøverndepartementet, ble det igangsatt et samarbeid mellom Gassnova og Statoil for å kartlegge og vurdere mulige alternativer til hovedløsningen som beskrives i Statoils utredning. Dette, samt påfølgende utredningsarbeid, er redegjort for i Prop. 125 S (2009-2010) og i forbindelse med Stortingets behandling av samme proposisjon, jf. Innst. 350 S (2009-2010).

Erfaringsgrunnlaget for planlegging, bygging og drift av anlegg for fullskala CO₂-fangst er svært begrenset. Planleggingsarbeidet som er gjennomført til nå har imidlertid bidratt til en gradvis oppbygging av kunnskap og erfaring. Prosjektet har

vist seg mer krevende og komplekst enn opprinnelig lagt til grunn. Dette gjelder både utfordringer ved de teknologiske og kommersielle løsningene og tilknytningen av et fullskala CO₂-fangstanlegg til kraftvarmeverket ved et stort oljeraffineri i drift. På bakgrunn av det omfattende arbeidet som var gjennomført, og en samlet vurdering av tilgjengelig informasjon, la regjeringen i forbindelse med revidert nasjonalbudsjett våren 2010 opp til at det skulle legges frem et samlet beslutningsgrunnlag for fullskala fangst, transport og lagring av CO₂ fra kraftvarmeverket på Mongstad for Stortinget i 2014.

Tilsvarende anlegg til det som planlegges på Mongstad har aldri vært bygget tidligere, jf. kapittel 6 om arbeid med CO₂-håndtering internasjonalt. I planleggingsarbeidet er det gått detaljert inn i de forskjellige utfordringene ved å realisere fullskala CO₂-fangst, og erfaringen er at arbeidsomfanget og kompleksiteten er stor. På bakgrunn av informasjonen som har fremkommet om behov for økt kunnskap om mulige effekter på helse og miljø ved bruk av aminteknologi, varslet regjeringen høsten 2010 at den ville komme tilbake til Stortinget med en nærmere gjennomgang av arbeidet med CO₂-fangst på Mongstad, jf. Prop. 1 S (2010-2011) og Prop. 35 S (2010-2011). I dette kapitlet redegjøres det for vurderinger knyttet til gjennomført og videre arbeid med planlegging og forberedelser av grunnlag for investering i fullskala CO₂-fangst på Mongstad. Blant annet fremkommer Statoil og Gassnovas vurderinger i forbindelse med det videre arbeidet.

3.3.2 Behov for økt kunnskap om effekter på helse og miljø

CO₂-fangst med aminer, en gruppe organiske forbindelser, foregår ved at røykgassen fra kraftverket avkjøles og føres inn i et absorpsjonstårn der den passerer gjennom en løsning av aminer i vann. CO₂ reagerer med amin og tas opp av løsningen. Den CO₂-rike aminløsningen føres så inn i desorpsjonstårnet der den blir varmet opp ved hjelp av damp. Løsningen frigir CO₂-gass som er nesten helt ren, og aminløsningen fortsetter tilbake i kretsløpet. Små mengder aminforbindelser blir med den behandlede avgassen ut i atmosfæren.

Aminer har i lengre tid vært benyttet til å fjerne CO₂ fra gasstrømmer, blant annet fanges CO₂ fra naturgasstrømmen på Sleipner og Snøhvit. En viktig forskjell fra CO₂-fangst ved kull- og gasskraftverk, er at fangstsystemene på Snøhvit

og Sleipner er lukkede systemer hvor aminene ikke slippes ut til luft.

FoU-aktivitetene som har pågått de senere årene har fremskaffet viktig informasjon og kunnskap om utslipp og dannelse av aminprodukter. Aktivitetene har også avdekket behov for ytterligere kunnskap. Det er blant annet behov for mer kunnskap om hva som skjer med dannelsen og levetiden til aminprodukter når det ikke er dagslys, hvordan aminprodukter reagerer i våt atmosfære, nedbrytning av stoffer og uavklarte helsemessige effekter av ulike stoffer som dannes. I prosjektplanleggingen pågår derfor et arbeid for å sikre kunnskap om bruk av aminteknologi slik at denne kan tas i bruk innenfor trygge rammer for helse og miljø.

Klima- og forurensningsdirektoratet (KLIF) har den senere tiden gitt ut vurderinger som relaterer seg kunnskapsstatus når det gjelder helse- og miljøfare ved bruk av aminer til rensing av CO₂, først i brev til Miljøverndepartementet 4. november 2010 og deretter i nytt brev til Miljøverndepartementet 1. mars 2011.

I KLIFs brev av 4. november 2010 peker direktoratet på at «De største kunnskapshullene består av at vi ikke vet nok om hvor *mye* eller hvor *lite*, og akkurat *hvilke* typer nitrosaminer (eller nitraminer) som vil dannes underveis i en CO₂-fangstprosess, og i atmosfæren etter at aminene har sluppet ut av pipene. Vi vet også for lite om hvor giftige de forskjellige nitrosaminene som dannes fra slike prosesser er, og i hvilken grad og hvor hurtig nitrosaminene brytes ned i luft og vann.» Videre kommenterer direktoratet nye resultater fra FoU-virksomhet, slik de ble presentert av Statoil i brev til Olje- og energidepartementet 27. september 2010. KLIF sier i brev av 4. november at det i det siste året er framkommet ytterligere opplysninger som styrker holdepunkter for at nitrosaminer og nitraminer dannes i CO₂-fangstprosessen. Direktoratet sier videre at de ikke har «tilgjengelig estimater på hvor stor endringen i dannelse av nitrosaminer og nitraminer er i forhold til tidligere vurderinger. Uten konkrete data på dette er det ikke mulig for Klif å vurdere i hvilken grad disse nye opplysningene endrer risikobildet for fullskala CO₂-fangst».

Under henvisning til de forutsetningene som er lagt til grunn i den foreliggende utslippssøknaden for TCM uttalte KLIF i brevet av 4. november 2010 at «Hvis det viser seg at de konservative forutsetninger blir bekreftet, kan utslipp fra et fullskala fangstanlegg uten rensing av aminer, få utfordringer med å overholde grenseverdiene for nitrosaminer som er valgt i TCM vurderingene».

Samtidig pekes det i brev av 4. november til at en gjennom å redusere utslippene av aminer vil kunne redusere potensialer for dannelse av nitrosaminer, og det vises til at det testes ut ulike blandinger av aminer og at renseteknologi er under utvikling for dette formål.

I brev av 1. mars 2011 uttaler KLIF at de vurderer at nitrosaminer i atmosfæren grunnet CO₂-fangst med aminer representerer mindre risiko enn tidligere antatt, at økning i maksimal konsentrasjon av utslippskomponenter ved bakken er betydelig lavere i fullskala enn tidligere antatt, og at det fortsatt er kunnskapshull knyttet til nitraminer. Ifølge Folkehelseinstituttet er nitraminer trolig mindre potente som kreftfremkallende substanser enn nitrosaminer. Under henvisning til nye opplysninger fra FoU-prosjekter de siste månedene, at det ser ut til at nitrosaminer i atmosfæren grunnet CO₂ fangst med aminer representerer mindre risiko enn tidligere antatt, og at økning i maksimal konsentrasjon av utslippskomponenter ved bakken er betydelig lavere i fullskala enn tidligere antatt.

KLIF uttaler videre at de ikke kan «se at kunnskapen om risikoen for helsefarlige utslipp ved aminteknologi har gitt noen økt grunn til bekymring, snarere tvert imot trekker ny kunnskap i positiv retning i og med at risikoen for dannelse og spredning av nitrosaminer er mindre enn tidligere antatt». Samtidig peker de på at det fremdeles mangler kunnskap om nitraminer.

Når det gjelder usikkerhet knyttet til nitraminer uttaler KLIF at de «ser at det her fremdeles er store kunnskapshull og at videre fokus med forskning på dette er nødvendig. KLIF har bedt Folkehelseinstituttet om å vurdere risiko for helseskade også fra nitraminer innen midten av mars 2011».

Behovet for å få bedre kunnskap knyttet til bruk av aminteknologi ble blant annet omtalt i St.prp. nr. 38 (2008-2009) om investering i teknologiserer for CO₂-håndtering på Mongstad, som ble lagt frem i januar 2009. I proposisjonen ble det påpekt at eksisterende kunnskap om helse- og miljøeffekter av aminer og kjemikalienes nedbrytningsprodukter er begrenset, og at det ikke eksisterer veiledende normer eller kvalitetskriterier for hvilke konsentrasjoner eller utslippsmengder som er akseptable.

I forbindelse med Statoils arbeid med en overordnet utredning av CO₂-fangst på Mongstad (masterplanen) var omtalen av dette spørsmålet basert på resultat fra teoretiske studier, som tilsa at det kunne dannes helseskadelige reaksjons- og nedbrytningsprodukter, dvs. nitrosaminer og nitraminer. Det er senere bekreftet at aminer brytes

ned til mange ulike kjemiske forbindelser, deriblant nitrosaminer og nitraminer. Nitrosaminer og nitraminer er en gruppe kjemiske forbindelser hvorav flere har kreftfremkallende egenskaper.

I forbindelse med forberedelsene til at testaktivitetene ved teknologiseret på Mongstad skal starte opp, er det sendt inn søknad om utslippstillatelse. Søknaden omhandler blant annet utslipp av aminforbindelser, og er nå til behandling hos KLIF. Forhold knyttet til helse og miljø vil på vanlig måte løses før det kan gis utslippstillatelse.

Teknologiseret er en av flere kilder til økt kunnskap om helse- og miljøeffekter ved CO₂-fangst, jf. kapittel 3.2.3. Erfaringer fra driften av teknologiseret vil gi verdifull innsikt fordi man da kan måle reelle utslipp. Målinger av ulike aminer og deres degraderingsprodukter vil sammen med forskjellige FoU-prosjekter bidra til å redusere usikkerheter i vurderinger av fullskala fangst av CO₂.

Det er iverksatt et omfattende teknologikvalifiseringsprogram som del av planleggingen og prosjekteringen av anlegget på Mongstad, jf. kapittel 3.3.5. Videre vil testingen av teknologier ved teknologiseret for CO₂-fangst gi nyttig og viktig informasjon fra faktisk drift av et CO₂-fangst-anlegg, jf. kapittel 3.2.3. Det pågår også flere prosjekter i regi av CLIMIT for å øke kunnskapen om bruk av aminteknologi, jf. kapittel 5.

3.3.3 Statoils vurdering

Statoil la i fjor høst frem ny informasjon hvor selskapet vurderer at det er økt usikkerhet vedrørende ulemper knyttet til helse- og miljøforhold ved bruk av aminteknologi i CO₂-fangstanlegg. Selskapet har arbeidet videre med problemstillingen og innhentet oppdatert informasjon gjennom deltakelse i FoU-aktiviteter knyttet til bruk av aminteknologi. Det er fortsatt Statoils vurdering at usikkerheten knyttet til helseeffekter fra utslipp fra fullskalaanlegg, og derved risikoen knyttet til at aminteknologi ikke lar seg anvende, er høyere nå enn i 2009, da masterplanen ble fremlagt. I lys av disse vurderingene har Statoil vurdert konsekvenser for det videre planleggings- og forberedelsesarbeidet med fullskala CO₂-fangst på Mongstad.

CO₂ Masterplan Mongstad (masterplanen), som ble oversendt Olje- og energidepartementet og Miljøverndepartementet i februar 2009, avdekket behov for økt kunnskap om mulige effekter og konsekvenser for helse og miljø fra utslipp til luft og vann av absorpsjonskjemikalier og/eller reaksjons- og nedbrytningsprodukter ved bruk av aminteknologi til CO₂-fangst. Masterplanen refe-

rerte til en studie under ledelse av NILU (Norsk institutt for luftforskning), som påpeker en teoretisk mulighet for dannelse av flere reaksjonsprodukter, blant annet nitrosaminer og nitraminer. Flere stoffer i denne gruppen kan representere en kreftfare avhengig av eksponeringsnivå og eksponeringstid.

I masterplanen pekte Statoil på at den manglende kunnskapen om helse- og miljøeffekter utgjorde den største risikoen ved anvendelse av aminteknologi. Det ble imidlertid forutsatt at FoU-innsats og økt kunnskap ville kunne avklare risiko og bidra til å finne metoder for å redusere risikoen. Masterplanen skisserte to hovedalternativer hvorav det ene var basert på anvendelse av dagens tilgjengelige aminbaserte teknologi, gitt avklaring av helse- og miljørisiko slik at risikoen vurderes akseptabel før investeringsbeslutning.

Testing og FoU-arbeid har imidlertid senere påvist at stoffer som kan representere en kreftfare faktisk dannes, og selv om noe av den gjennomførte testingen har gitt positive resultater for nitrosaminer, er det etter Statoils vurdering fortsatt usikkerhet knyttet til mulige helseeffekter fra et aminbasert fullskalaanlegg for CO₂-fangst. Usikkerheten vurderes å være knyttet til helse- og miljøeffekter for nitraminer, kunnskap om mengder av aminforbindelser som slippes ut fra et absorpsjonsanlegg og hvordan de dannes, samt levetiden i våt og mørk atomsfære. I tillegg vurderer Statoil at det er behov for å utvikle gode analyse- og målemetoder.

På denne bakgrunn vurderer Statoil at en videreutvikling av prosjektet kun basert på aminteknologi innebærer en risiko for at en på et senere tidspunkt må konkludere med at risikoen for ikke å møte utslippskravene er for høy. Selskapet vurderer at usikkerheten knyttet til bruk av aminteknologi i det planlagte fullskalaanlegget for CO₂-fangst på Mongstad gjør at det bør vurderes å introdusere alternative teknologier til amin. Statoil vurderer at aktuelle alternative teknologier er mindre utviklet enn aminteknologier fordi det mangler praktisk erfaring knyttet til anvendelse av disse teknologiene på eksosgass fra gassfyrte kraftverk. Alternative teknologier som er aktuelle vurderes å ikke ha tilsvarende mulige helseeffekter som er identifisert for aminteknologi. Statoil vurderer at det i dag ikke er opplagt hvilken teknologi som bør velges for prosjektet på Mongstad, men at usikkerheten rundt virkninger ved bruk av aminer tilsier utvidelse av antall teknologier for å sikre at man får kvalifisert minst én teknologi.

Statoil peker på at prosjektmodellen til nå, som primært har vært styrt av målet om raskest mulig

oppstart, har medført at prosjektet har vært planlagt med samtidig teknologikvalifisering og prosjektering basert på et definert teknologivalg (amin). En slik prosjektmodell vil i følge Statoils vurdering være krevende risikomessig og kostnadmessig, dersom en skal utrede flere teknologier parallelt. En utvidelse til å inkludere alternative og mindre utviklede teknologier innebærer etter Statoils syn at en bør følge en industriell prosjekttilnærming som ivaretar usikkerhetsmomentene på en tilfredsstillende måte. Dette innebærer at teknologikvalifiseringen foregår før forprosjekteringen starter. Statoil vurderer at dette er spesielt viktig når det ikke foreligger opplagte teknologikandidater. Formålet er at teknologikvalifiseringen drives frem til et modenhetsnivå som gjør at man kan velge hovedteknologi før forprosjekteringen starter.

Statoil legger til grunn at teknologikvalifisering er en systematisk metode for å redusere risiko ved anvendelse av ny teknologi. Selskapet peker på at anvendelse av ny teknologi alltid er forbundet med risiko, og at risiko skal reduseres til et akseptabelt nivå før en beslutter å bruke teknologien i et prosjekt. Dette gjøres ved å etablere et teknologikvalifiseringsprogram som relativt detaljert beskriver hvilke kvalifiseringsaktiviteter som må gjennomføres og hvilke resultater som må oppnås. På Mongstad skal CO₂-fangsten skje etter forbrenning og som ettermontering uten vesentlige ombygginger av eksisterende anlegg.

Kvalifiseringsutfordringene for amin- og ammoniakkteknologiene, som i dag vurderes som mest utviklet, er forskjellige da aminbasert teknologi i hovedtrekk er CO₂-fangstteknisk kvalifisert, men har utfordringer når det gjelder helse- og miljøaspekter. For ammoniakkbasert teknologi er vurderingen at det er teknologiens mulighet til å fungere tilfredsstillende, og spesielt for eksosgass med lave CO₂-konsentrasjoner, som er beheftet med usikkerhet.

Statoils anbefalte prosjektmodell legger til grunn en tidsplan som forutsetter teknologimodning frem til valg av CO₂-fangstteknologi og helhetlig konseptløsning ved beslutning om videreføring av prosjektet. Fasen frem til beslutning om videreføring av anbefalt konsept (DG2) vil da inkludere teknologimodning og konseptstudier med en forventet varighet på tre år. En slik plan er beheftet med usikkerhet fordi en er avhengig av at teknologikvalifiseringen gir de nødvendige resultater for å kunne gå videre. Gitt modning av en eller flere teknologier, antar Statoil en varighet på ytterligere to år fra DG2-beslutning og frem til ferdigstilling av et investeringsgrunnlag.

Statoils anbefalte prosjekttilnærming tilsier at teknologivalget besluttes før forprosjekteringsfasen. Etter Statoils vurdering, gir dette mulighet for å redusere det totale arbeidsomfanget i forprosjekteringsfasen og å redusere risikoen for forsinkelser i denne fasen på grunn av teknologiutfordringer. Statoil vurderer imidlertid at samlet varighet av prosjektet vil forlenges sammenliknet med planen som ble lagt frem i Prop. 125 S (2009-2010), og at dette i seg selv vil medføre en lengre periode hvor kostnader påløper.

3.3.4 Gassnovas vurdering

Gassnova anbefaler at det åpnes for flere teknologier i det videre arbeidet med fullskala CO₂-fangst på Mongstad, samt etableringen av et teknologikvalifiseringsprogram. I brev til departementet heter det videre at Gassnova anbefaler at det åpnes for å vurdere flere alternativer i parallell med arbeidet med Mongstad-fullskalaprojektet. Det endelige valget med tanke på realisering av fullskala CO₂-håndtering kan da gjøres når den planlagte teknologikvalifiseringsfasen er avsluttet.

Det er avgjørende at teknologikvalifiseringsprogrammet tilrettelegges på en slik måte at dette kan ha stor nytteverdi for realisering av fullskala CO₂-håndtering generelt:

- Programmet bør være generisk knyttet til kvalifisering av fangstteknologi, uavhengig av lokasjon. «Mongstad-spesifikke» elementer bør utredes utenfor dette programmet i parallell med andre alternativer.
- Programmet må gjennomføres på en slik måte at resultatene blir tilgjengeliggjort og kan benyttes i et eventuelt videre arbeid med andre alternativer.
- Programmet bør ha fokus på utvikling av leverandørmarkedet fremfor kompetansebygging internt i prosjektoperatørens organisasjon.
- Tidsrammen for gjennomføring av programmet bør fastlegges og må koordineres med utredningsarbeidet for de ulike alternativer.

Med basis i en slik gjennomføringsstrategi vil det på tidspunktet hvor teknologikvalifiseringsprogrammet er avsluttet foreligge et bedre beslutningsgrunnlag for det videre arbeidet med realisering av fullskala CO₂-håndtering. Det endelige valget kan da gjøres når følgende aktiviteter er gjennomført:

- Utredning av alternative veivalg for fullskala CO₂-håndtering som i større grad vil tilfredsstille statens målsettinger og belyse forhold knyttet til tiltakskostnader (kroner/tonn CO₂)

for det første fullskalaanlegget. Utredningene vil også omfatte vurdering av eventuelle konsekvenser for etablerte forpliktelser og utslippstillatelsen på Mongstad.

- Teknologikvalifiseringsprogrammet vil gi økt innsikt i de teknologiske utfordringer og således bidra til å redusere usikkerhet og risiko knyttet til fullskala fangstanlegg.

Det vil på dette tidspunkt også foreligge økt kunnskap fra aktiviteter i CLIMIT-programmet og annet forsknings- og utviklingsarbeid, samt nyttig erfaring fra Teknologisenteret på Mongstad og eventuelle andre internasjonale demoprojekter knyttet til CO₂-håndtering. Med en slik løsning bør arbeidet med utredning av alternativer kunne gjennomføres uten å svekke en målrettet norsk satsing mot demonstrasjon av fullskala CO₂-håndtering.

3.3.5 Det videre planleggings- og forberedelsesarbeidet med fullskala CO₂-fangst på Mongstad

Regjeringen ønsker å realisere fullskala CO₂-fangst på Mongstad og legger vekt på at dette arbeidet skal være et viktig steg videre i utviklingen av teknologi som kan redusere utslippene av klimagasser. Regjeringen er opptatt av at det videre arbeidet med prosjektet sikrer god balanse mellom fremdrift, kvalitetssikring og kostnadskontroll. Målsettingen er derfor at investeringsgrunnlaget, som skal legges frem for Stortinget, er godt gjennomarbeidet og kvalitetssikret. På grunnlag av erfaringene til nå, og erfaringer fra internasjonalt arbeid med CO₂-håndteringsprosjekter, er det regjeringens vurdering at det gjenstår et omfattende og utfordrende arbeid de nærmeste årene før et investeringsgrunnlag kan fremmes for Stortinget.

I Prop.125 S (2009-2010), ble det redegjort for planlagt fremdriftplan for fullskala fangst av CO₂ fra kraftvarmeverket på Mongstad. Denne fremdriftsplanen og organiseringen av prosjektet har til nå ligget til grunn for arbeidet. Med bakgrunn i målsettingen om raskest mulig realisering av fullskala CO₂-fangst, forutsatte denne planen bruk av aminteknologi. Dette var basert på en vurdering av at slik teknologi er kommet lengst i teknologikutviklingen, har størst erfaringsgrunnlag og dermed var mest relevant for en raskest mulig ettermontering på det eksisterende kraftvarmeverket.

På bakgrunn av informasjonen som har fremkommet vedrørende behov for økt kunnskap om effekter ved bruk av aminteknologi til CO₂-fangst,

legger regjeringen opp til å åpne for alternative teknologier i det videre planleggingsarbeidet. Dette for å bidra til et mest mulig robust beslutningsgrunnlag. Når flere teknologier inkluderes i planleggingsfasen, legger regjeringen til grunn at modellen for planleggingsarbeidet justeres. Til nå har det vært lagt opp til at kvalifisering av amin-teknologi skulle pågå i parallell med prosjekteringen av selve CO₂-fangstanlegget på Mongstad. En slik prosjektmodell vurderes som krevende risikomessig og gjennomførmessig når det åpnes for flere forskjellige CO₂-fangstteknologier. For å redusere risiko for uforutsette hendelser, legges det derfor til grunn en modell hvor teknologikvalifiseringen i all hovedsak foregår før prosjekteringen av selve anlegget på Mongstad. Dette innebærer at det i den nærmeste fasen av planleggingsarbeidet legges opp til å sikre tilstrekkelig kunnskap og oversikt over aktuelle teknologier.

Det legges også opp til at det videre planleggingsarbeidet skal ta hensyn til usikkerhet knyttet til kapasitetsutnyttelsen og røykgassmengder ved kraftvarmeverket. For å sikre at arbeidsomfanget og kompleksiteten i planleggingen av prosjektet ikke skal bli unødig stort, legges det til grunn at det skal utredes en utbyggingsløsning basert på full kapasitet fra kraftvarmeverkets to gassturbiner. Løsningen skal etter planen også være fleksibel med hensyn til at kraftvarmeverket kan opereres med én eller to gassturbiner med redusert eller full kapasitet.

Teknologikvalifiseringen skal inkludere teknologier som er egnet for CO₂-fangst fra eksisterende gasskraftverk, og skal foregå i samarbeid med teknologileverandører. Formålet er å kvalifisere minst én CO₂-fangstteknologi som kan anvendes. Det pågår arbeid med å utarbeide et program for teknologikvalifiseringen. Programmet vil blant annet beskrive kriterier for kvalifikasjon av teknologialternativer, forslag til aktiviteter, tester og leveranser som skal gjennomføres og den nærmere organiseringen av arbeidet. Teknologileverandørene skal utarbeide spesifikke program for egen teknologi. Parallelt med teknologikvalifiseringen, vil det pågå utredninger av tilkoblingen av CO₂-fangstanlegget til kraftvarmeverkets skorsteiner og hvilke omkringliggende hjelpe-systemer som må tilrettelegges.

Amin- og ammoniakkteknologier vurderes som mest aktuelle fordi CO₂-fangstanlegget på Mongstad etter planen skal ettermonteres på et kraftvarmeverk. Også andre teknologier kan imidlertid være aktuelle. Et viktig mål med kvalifiseringen av amin-teknologi er å oppnå tilstrekkelig sikkerhet for at denne teknologien kan tas i bruk

uten uønskede helse- og miljøeffekter. Som en del av arbeidet er det allerede satt i gang et omfattende teknologikvalifiseringsprogram for aminer. Flere studier hos forskningsinstitusjoner nasjonalt og internasjonalt vil blant annet gi mer kunnskap om dannelsen og spredningen av aminforbindelser samt helseeffekter av slike forbindelser. Følgende hovedaktiviteter er planlagt under det igangsatte programmet:

- Etablering av prøvetakings- og analysemetoder for de aktuelle helseskadelige stoffene for å kunne gjennomføre nøyaktige målinger av sammensetningen og mengden av utslippet fra fangstanlegget.
- Etablering av testkrav for de ulike fangstleverandørene med fokus på dannelses- og utslipp av potensielt farlige forbindelser. Testene forutsettes utført i mindre laboratorier samt i større demonstrasjonsanlegg med leverandørenes anbefalte aminløsninger.
- Økt teoretisk forståelse av kjemiske reaksjoner i atmosfæren inkludert lysets nedbrytningseffekt. De ulike aminleverandørene vil ha ulike aminløsninger med ulike reaksjoner og egenskaper.
- Videreutvikling av atmosfæriske spredningsmodeller med fokus på å inkludere de viktigste dannelses- og nedbrytningsprosesser av helseskadelige stoffer i atmosfæren tatt i betraktning lokale vær- og vindforhold. Det fokuseres på å bestemme luftkonsentrasjoner samt hvor mye av stoffene som kan havne i drikkevannskilder.
- Etablering av relevante kreft- og giftighetstester som gir tilstrekkelig kunnskap på kort tid samt spesielt å kartlegge giftighet og kreftfare knyttet til stoffgruppen nitraminer hvor det i dag er mangelfull kunnskap.
- Evaluering og testing av teknologier som vil kunne redusere det fysiske aminutslippet fra fangstanleggene betydelig. Dette kan være forbedrede vaskeprosesser, filtre, UV-bestråling med mer.

I tillegg omfatter teknologikvalifiseringen klarlegging av forskjellige aminteknologiers egenskaper knyttet til CO₂-fangstgrad, oppskaleringsrisiko og energieffektivitet.

Målsettingen med kvalifiseringen av ammoniakkteknologi knytter seg til å oppnå tilfredsstillende krav til CO₂-fangstgrad, energieffektivitet og teknologimodenhet. Det er blant annet planlagt å gjennomføre mulighetsstudier for et fullskala-konsept og testing i pilotanlegg med representativ design og eksos fra gasskraftverk.

For eventuelle andre teknologier, kan det bli utarbeidet tilpassede teknologikvalifiseringsprogrammer, men også her vil tilfredsstillende krav til CO₂-fangstgrad, energieffektivitet og teknologimodenhet være viktige parametre. Når minst én teknologi vurderes som kvalifisert, legges det opp til at den valgte CO₂-fangstteknologien skal inngå som del av et konseptvalg for hele løsningen for fullskala CO₂-fangst på Mongstad. I forbindelse med slikt konseptvalg, vil vurderinger av kostnadseffektivitet, risiko og utslippsnivåer være sentrale.

Neste fase, med prosjektering av anlegg, innebærer blant annet utarbeidelse av detaljerte utredninger av den valgte hovedteknologien integrert med kraftvarmeverket og de omkringliggende anleggene på Mongstad, inkludert hjelpesystemer for tilførsel av energi og kjølevann mv. til CO₂-fangstanlegget. Det skal besluttes hvilke teknologiske løsninger som skal være med videre i en mer detaljert forprosjektering av fangstanlegget (FEED-studier; front-end engineering and design). Deretter skal FEED-studiene evalueres for å kunne beslutte hvilke teknologiske løsninger som skal ligge til grunn for den avsluttende fasen i konkurransen om utbyggingskontrakten for fangstanlegget. Denne kontrakten (EPC-kontrakt; engineering, procurement, construction) vil utgjøre en viktig del av det endelige beslutningsgrunnlaget.

Varigheten av fasen for teknologikvalifisering og teknologivalg anslås til omtrent tre år. Den nærmere planen for teknologikvalifiseringsfasen vil være beheftet med usikkerhet fordi det er usikkert når ønskede resultater oppnås. Hvis en fangstteknologi skulle bli tilstrekkelig utviklet og kvalifisert tidligere enn dette, skal spørsmålet om teknologivalg tas opp umiddelbart. Dette vil kunne bidra til en raskere fremdrift i prosjektet. Det påfølgende prosjekteringsarbeidet anslås til omtrent to år, som i opprinnelig fremdriftsplan. Dagens informasjon tilsier at regjeringen vil kunne legge frem et samlet beslutningsgrunnlag for Stortinget senest i 2016.

Et foreløpig, grovt kostnadsanslag for denne fremdriftsplanen, tilsier samlede kostnader for planleggingen og forberedelsen av fullskala CO₂-fangst på Mongstad frem til ferdigstillelsen av et investeringsgrunnlag på om lag 2,9 mrd. kroner. Økningen sammenliknet med omtalen i Prop. 1 S (2010-2011) henger sammen med at arbeidsomfanget i prosjektet vil bli større ved åpning for flere teknologier. Regjeringen vil komme nærmere tilbake til omtale av arbeidsomfang og tilhørende budsjettbehov i budsjettokumenter til Stortinget.

3.3.6 Organiseringen av samarbeidet om fullskala CO₂-fangst på Mongstad

Det følger av gjennomføringsavtalen av 2006 at avtaleverket som regulerer staten og Statoils videre arbeid med gjennomføringen av prosjektet på Mongstad skal utdypes og konkretiseres. Det pågår derfor et arbeid med å utvikle et slikt avtaleverk som regulerer staten og Statoils rettigheter og forpliktelser i forbindelse med planleggingen, utbyggingen og driften av fullskala-anlegget for CO₂-fangst ved kraftvarmeverket på Mongstad.

Det er enighet mellom partene om å utarbeide to avtaler. Den første avtalen, utviklingsavtalen, skal regulere planleggingsfasen frem til ferdigstillelsen av et investeringsgrunnlag, mens neste avtale skal regulere utbyggingen og driften av anlegget. Arbeidet med utviklingsavtalen er nå i slutfasen, og regjeringen vil komme tilbake til Stortinget med en orientering om saken. Olje- og energidepartementet legger opp til at en slik Steg 2-avtale for planleggingsfasen, skal danne grunnlaget for notifikasjon til ESA og tre i kraft ved ESAs godkjenning.

Avtalene skal regulere nærmere det planleggingsarbeidet som må utføres for at partene skal kunne fatte beslutning om bygging og drift av CO₂-fangstanlegg på Mongstad. Det legges opp til at staten og Statoil har et felles ansvar for å realisere fullskala CO₂-fangst, men at partenes roller og bidrag til dette er ulike. Statens bidrag er i hovedsak å finansiere CO₂-fangstanlegget, mens Statoil skal være prosjektgjennomfører. Det legges opp til at Gassnova skal representere staten ved oppfyllelsen av avtalen. Dette innebærer etter planen at Gassnova skal utøve statens rettigheter og oppfylle statens forpliktelser etter avtalen.

Avtalen for planleggings- og forberedelsesarbeidet skal regulere hvordan partene skal samarbeide i denne fasen, og vil gi en beskrivelse av hovedtrekkene i arbeidet. Basert på status i arbeidet med å ferdigstille denne avtalen, legges det opp til at Statoil, som prosjektgjennomfører, skal stå for den daglige ledelsen av prosjektet. Prosjektgjennomføreren skal rapportere til den felles styringskomitéen hvor Statoil og Gassnova er representert. Beslutninger i styringskomitéen skal kreve enstemmighet mellom Gassnova og Statoil. Videre legges det opp til at Statoil skal oppdatere og revidere fremdriftsplanene hvert halvår, og dette skal skje i tråd med normal industripraksis for sammenlignbare prosjekter. Styringskomitéen skal holdes orientert om fremdrift og eventuelle avvik i forhold til den til enhver tid gjeldende fremdriftsplan. Eventuelle beslutninger om end-

ringer i den overordnede fremdriftsplanen må imidlertid fattes i styringskomitéen.

Det legges opp til at Gassnova skal kunne nominere et begrenset antall personer til posisjoner i Statoils prosjektorganisasjon. Det legges også opp til at Gassnova skal ha tilgang til, innsyn i og rett til å kommentere kvalitetssikrede prosjektdokumenter. Videre skal Gassnova etter planen ha rett til å delta i kvalitetssikringsprosessene som Statoil i henhold til sine styrende dokumenter gjennomfører i prosjektarbeidet, samt ha rett til å delta i arbeidsmøter med teknologileverandørene i forbindelse med at disse fremlegger tekniske løsninger, konseptanbefalinger og teknologikvalifiseringsresultater.

Staten skal ha rettigheter til resultater og opparbeidet kunnskap fra teknologikvalifiseringen, og kunne utnytte dette i fremtidige CO₂-fangst-anlegg i Norge som i det vesentligste finansieres med statlige midler. Rettigheter til å bruke resultater og kunnskap må på ordinær måte være innenfor rammene av avtaler som inngås med teknologileverandører, Statoil eller andre tredjeparter.

Regjeringen er opptatt av god balanse mellom fremdrift, kvalitetssikring og kostnadskontroll i det videre arbeidet med prosjektet. For å bidra til å sikre dette, legges det opp til at Olje- og energidepartementets politiske ledelse og Statoils øverste ledelse skal møtes om det pågående arbeidet en gang i halvåret i perioden frem til investeringsgrunnlaget er ferdigstilt.

3.3.7 Om Gassnovas arbeid med å utvikle og realisere fullskala CO₂-fangst

Gassnova ble etablert som statsforetak sommeren 2007. Foretaket spiller en viktig rolle i den norske satsingen på CO₂-håndtering, jf. St.prp. nr. 49 (2006-2007) om samarbeid om håndtering av CO₂ på Mongstad og Innst. S. nr. 205 (2006-2007).

I henhold til tildelingsbrev til Gassnova for 2011, heter det at Gassnova har i oppgave å forvalte statens interesser i TCM DA, og at foretaket skal sikre statens interesser i oppfølgingen av Gjennomføringsavtalen, deltakeravtale og andre relevante avtaler i forbindelse med teknologiseret på Mongstad, herunder sikre statens behov for forsvarlig kostnadskontroll. Det fremgår videre at Statoil er operatør for utbyggingsfasen, og at Gassnovas representant leder selskapsmøtet. Gassnova skal legge til rette for at statens del-

takelse i teknologiseret kan nyttiggjøres best mulig, blant annet gjennom kunnskapsspredning og teknologiutbredelse.

Regjeringen legger opp til at Gassnova skal ivareta statens interesser og oppgaver under avtalen som regulerer planleggings- og prosjekteringsarbeidet med fullskala CO₂-fangst på Mongstad, jf. kapittel 3.3.6. En slik rolle vil være viktig med hensyn til utøvelsen av statens rettigheter og forpliktelser etter avtalen, og bidra til at staten kan dra god nytte av erfaringer og kunnskap som følger med arbeidet på Mongstad. Gassnova skal etter planen representere staten i styringskomitéen for det videre planleggingsarbeidet. Denne styringskomiteen skal være øverste organ for samarbeidet mellom staten og Statoil. Statoil skal lede styringskomitéen. Styringskomitéen skal etter planen fatte vedtak ved enstemmighet, med mindre annet fremgår av avtaleverket for samarbeidet. I avtaleverket vil det bli lagt til rette for at Gassnova på god og tilstrekkelig måte skal kunne ivareta statens interesser knyttet til finansieringsforpliktelsen.

Regjeringen er opptatt av å bidra til gode løsninger som både kan dekke verdens energibehov og redusere utslippet av klimagasser. Det er derfor et mål å utvikle og realisere fullskala transport og lagring av CO₂ på en måte som kan bidra til bred anvendelse av slik teknologi. Gassnova skal gjennomføre et utredningsarbeid hvor hensikten er å bidra til en bred og oppdatert kartlegging av mulighetsområdet for realisering av fullskala CO₂-håndtering utover prosjektet på Mongstad. Resultater fra dette arbeidet vil blant annet inngå i regjeringens arbeid med stortingsmelding om klimapolitikken, og i regjeringens videre arbeid med CO₂-håndtering.

Utredningen skal etter planen skje parallelt med gjennomføringen av teknologikvalifiseringsprogrammet i Mongstad-prosjektet. Utredningen skal blant annet bygge videre på Gassnovas erfaringer og kunnskap fra arbeidet med prosjektene på Mongstad og Kårstø. Det er også relevant å trekke på utredningsarbeidet i forbindelse med Klimakur 2020. Videre vil erfaringer fra prosjekter i utlandet være nyttig i arbeidet med CO₂-håndtering i Norge. I denne sammenheng er det blant annet relevant å se på erfaringer som er gjort knyttet til utviklingen av teknologiske løsninger, utviklingen av det internasjonale aktørbildet innenfor CO₂-fangst og -lagring, samt økonomiske og kommersielle spørsmål.

4 Transport og lagring av CO₂

Norske selskaper og forskningsmiljøer har unik og omfattende kompetanse på transport og lagring av CO₂ i geologiske formasjoner. Dette skyldes i stor grad at Norge var det første landet som benyttet fangst og lagring av CO₂ som et klimatil-tak. I 1996 startet Statoil utskilling av CO₂ fra naturgasstrømmen på Sleipner, i 2008 startet CO₂-lagring på Snøhvit og når Gudrunfeltet kommer i drift i 2014 vil CO₂ fra naturgasstrømmen bli utskilt på Sleipner og lagret i Utsira-formasjonen. Kapittel 4.1 omhandler arbeid med CO₂-lagring i Norge.

Miljøverndepartementets utslippstillatelse av 2006, med tilhørende endringer, og gjennomføringsavtalen mellom staten og Statoil danner utgangspunktet for etableringen av anlegg for fangst og lagring av CO₂ på Mongstad. Det fremgår av gjennomføringsavtalen at staten skal dekke investerings- og driftskostnader for fangstanlegget samt transport- og lagringskostnader, utover det som dekkes av Statoils bidrag. For transport og lagring av CO₂ fra Mongstad har staten ansvaret for gjennomføring og organisering av prosjektet. Det blir gjort nærmere rede for transport og lagring av CO₂ fra Mongstad i kapittel 4.2.

Det vil bli utformet nye forskrifter om transport og lagring av CO₂ i undersjøiske reservoarer på kontinentalsokkelen. Forskriftene vil være hjemlet i kontinentalsokkeloven av 1963 og forurennsningsloven, og vil være tuftet blant annet på bestemmelsene i EUs lagringsdirektiv. Arbeidet med forskrift om CO₂-lagring omtales i kapittel 4.3. Sikkerhet i forbindelse med transport og lagring av CO₂ er omtalt i kapittel 4.4.

4.1 CO₂-lagring i Norge

4.1.1 CO₂-lager i bruk

I 1991 innførte Stortinget en avgift på utslipp av CO₂. Avgiften omfattet petroleumsvirksomheten på norsk sokkel og var en medvirkende årsak til at Norge fikk verdens første prosjekt der CO₂ lagres i et geologisk reservoar under havbunnen.

Naturgassen i Sleipnerfeltet i Nordsjøen har et CO₂-innhold som overstiger spesifikasjonen hos

kjøperne. Rettighetshaverne på Sleipnerfeltet måtte derfor i utbyggingsplanen finne en måte å redusere CO₂-innholdet i naturgassen slik at spesifikasjonene hos kjøperne ble oppfylt. Alternativene som ble vurdert var blant annet utslipp av CO₂ til luft, eller å reinjisere og lagre CO₂ i en geologisk formasjon under havbunnen. CO₂-avgiften medvirket til at det var lønnsomt for rettighetshaverne å lagre CO₂. I 1996 startet lagringen av CO₂ fra Sleipnerfeltet.

På Sleipner transporteres CO₂-rik naturgass til Sleipner Vest-plattformen der CO₂ skilles fra naturgassen i et fangstanlegg. Utskilt CO₂ blir deretter reinjisert og lagret i et saltvannsreservoar i Utsiraformasjonen, en geologisk formasjon ca 1 000 meter under havbunnen. Om lag en million tonn CO₂ har vært skilt ut og lagret årlig siden oppstarten av prosjektet.

Ettersom Sleipner var første prosjekt av sitt slag, ble det etablert omfattende forskningsprosjekter for å følge utviklingen i prosjektet nøye. Utsiraformasjonen overvåkes ved hjelp av seismikk, og det er utviklet omfattende modeller for beregning av hvordan CO₂ beveger seg i reservoaret. De seismiske undersøkelsene viser at den lagrede CO₂-en oppfører seg i tråd med modell-anslagene.

Norges andre CO₂-håndteringsprosjekt er lokalisert på Melkøya utenfor Hammerfest. Naturgassen på Snøhvit kjøles ned slik at den blir flytende (LNG), og transporteres med skip til markedet. Av tekniske årsaker må CO₂ skilles ut fra naturgassen før naturgassen kjøles ned. Naturgassen på Snøhvit inneholder i utgangspunktet fem til åtte prosent CO₂. I stedet for å slippe ut utskilt CO₂ til luft og betale CO₂-avgift, valgte rettighetshaverne å reinjisere og lagre utskilt CO₂.

Ved normal drift separeres årlig 700 000 tonn CO₂ fra gasstrømmen i fangstanlegget på Melkøya. CO₂-en transporteres og lagres i Tubåen, en sandsteinsformasjon 2 600 meter under havbunnen. Injeksjonen av CO₂ har medført en trykkoppbygning i en del av denne formasjonen. Det blir derfor innført tiltak for å jevne ut trykket i formasjonen. Ved injeksjon av CO₂ vil det være satt opp kriterier for hvor høyt trykk en kan

akseptere. Hvor mye trykket øker lokalt som følge av at CO₂ injiseres, er avhengig av hvor stor motstand det er mot strømming av vann og CO₂ i formasjonen og hvor stort volum av vann som er til stede i utgangspunktet. Ved oppstart av injeksjon er disse egenskapene modellert, men det vil være nødvendig å oppdatere modellene etter hvert som en får erfaring. Generelt kan flere tiltak være aktuelle for å jevne ut trykket i formasjonen, for eksempel ved å injisere i flere nivåer i formasjonen eller bore flere injeksjonsbrønner. Det kan også være et alternativ å produsere ut vann fra området der CO₂ injiseres.

4.1.2 Videre muligheter for CO₂-lagring i Norge

CO₂ kan lagres i vannfylte formasjoner, nedstengte hydrokarbonfelt eller injiseres for å øke utvinningen i produserende felt. For å finne gode lagringsplasser for CO₂ må det gjøres et grundig forarbeid, ikke minst i form av innhenting og tolking av seismikk og boring av test- og letebrønner. Oljedirektoratet vurderer lagringsegenskapene på norsk sokkel til å være spesielt gode, og kartlegger mulige vannfylte reservoarer for lagring av CO₂ på dyp mellom 600 og ned mot 3000 meter. CO₂ vil akkumuleres i hulrom mellom sandkorn og opprinnelig væske vil bli fortrent. Formasjonen det injiseres i må ha gode gjennomstrømmingsegenskaper, og i tillegg må reservoaret være forseglet av en tett bergart slik at ikke CO₂ lekker ut fra den aktuelle strukturen.

CO₂ har egenskaper som endrer seg med temperatur og trykk. Fanget CO₂ (separert fra andre gasser) komprimeres og fraktes i væskelignende tilstand ut til en injeksjonsbrønn via rørledning eller med skip.

Det oppstilles strenge krav til lagringsløsninger for å sikre at det ikke oppstår lekkasje fra lagringslokaliteten, jf. også omtalen av arbeidet med forskrifter for lagring av CO₂ i kapittel 4.3. Det er derfor nødvendig å foreta grundige stedsspesifikke undersøkelser ved ethvert CO₂-lagringsprosjekt. Kunnskap om forsegling, migrasjonsruter, reservoaregenskaper og effektiv lagringskapasitet er avgjørende før start av CO₂-lagring. Det samme gjelder brønnintegritet, både for injeksjonsbrønner, og eventuelt andre brønner som går gjennom reservoaret hvor CO₂ skal lagres.

En klar forutsetning for at fangst og lagring av CO₂ skal få bred internasjonal anvendelse som klimatilstand, er at miljømessig sikre CO₂-deponier kartlegges, modnes og sertifiseres. Dette gjelder også for norsk sokkel, hvor det er ønskelig å få en

mer enhetlig forståelse av hva som kan være lagringspotensialet. Dette er ikke minst viktig i lys av at geologiske formasjoner på norsk sokkel antas å egne seg meget godt for lagring av store mengder CO₂, og på lengre sikt kan være aktuelle for lagring av andre lands CO₂. Det har vært behov for en økt satsing innenfor kartlegging av mulige lagringsområder for CO₂. Siden 2009 har regjeringen gitt Oljedirektoratet særlige årlige bevilgninger for å trappe opp dette arbeidet.

Som følge av lagringsprosjektene på Sleipner og Snøhvitfeltet, har norske aktører opparbeidet betydelig kompetanse på CO₂-lagring. Norske miljøer har derfor gode forutsetninger for å estimere lagringspotensialet og lagringssikkerheten i geologiske formasjoner på norsk sokkel.

Det finnes i dag flere norske initiativ rettet mot kartlegging av CO₂-deponier. Det er ønskelig at ulike initiativ sees i sammenheng og drar nytte av hverandres kunnskap og erfaring, samt at aktørene kan drøfte spørsmål knyttet til metode og datamateriale i vurderingene av områdenes egnethet og størrelse. Det kan også være naturlig å se CO₂-lagring i sammenheng med mulig fremtidig bruk av CO₂ til økt oljeutvinning.

Olje- og energidepartementet ga i 2009 Oljedirektoratet i oppdrag å etablere et faglig forum for lagring av CO₂ i geologiske formasjoner under havbunnen. CO₂-lagringsforum er sammensatt av aktører innen forskning, akademia, industri og næringsliv i Norge med relevante aktiviteter innen lagring av CO₂ på norsk sokkel. Forumet ledes av Oljedirektoratet.

Formålet med forumet er å ha et kontaktpunkt for relevante fagmiljøer, og på denne måten holde best mulig oversikt over pågående aktiviteter relatert til CO₂-lagring på norsk sokkel, herunder aktiviteter i regi av myndigheter, forskningsinstitusjoner og industri. Forumet vil bidra til at aktivitetene knyttet til CO₂-lagring kan sees i sammenheng og partene kan dra nytte av hverandres kunnskap og erfaring. Forumet er en faglig arena der tekniske utfordringer og spørsmål om metode og datamateriale kan diskuteres. Forumet skal gjennom dette arbeidet bidra til å styrke kunnskapen om lagringspotensialet på norsk sokkel. Forumet vil også fungere som kunnskapsbase for myndighetenes arbeid innen lagring av CO₂.

Oljedirektoratet har, med bakgrunn i sitt kartleggingsarbeid og med innspill fra CO₂-lagringsforumet, lagt frem en skisse til hvordan man kan få en bedre oversikt over lagringspotensialet på norsk sokkel, og hvordan et atlas for CO₂-lagring kan utarbeides. Det legges opp til at en første versjon av et norsk CO₂-lagringsatlas med hovedvekt

på Nordsjøen ferdigstilles innen utgangen av 2011. Videre planlegges det å utvide atlasen med Norskehavet innen utgangen av 2012. Atlasen vil bli et interaktivt atlas som er GIS-basert og søkbart. I atlasen vil det være en beskrivelse av lagringsmuligheter både i saltvannsholdige formasjoner og nedstengte olje- og gassfelt, hvor man viser datatilgjengelighet og hvordan lagringskapasiteten er beregnet.

4.2 Transport og lagring av CO₂ fra Mongstad

4.2.1 Transport og lagring fra fullskala CO₂-håndtering på Mongstad

I forbindelse med arbeidet med fullskala CO₂-fangst på Mongstad skal det også etableres en løsning for transport og sikker lagring av CO₂. Gjennomføringsavtalen mellom staten og Statoil fra 2006 regulerer samarbeidet om fullskala CO₂-håndtering på Mongstad. Dette omfatter både fangst, transport og lagring. Hovedprinsippet i avtalen er at Statoil skal dekke kostnader for fullskala CO₂-håndtering tilsvarende selskapets alternative CO₂-kostnad dersom CO₂-håndtering ikke hadde vært gjennomført. Staten skal dekke investerings- og driftskostnader for fangstanlegget og for en transport- og lagringsløsning, utover det som dekkes av Statoils bidrag. En eventuell positiv verdi av CO₂ i en verdikjede skal komme til fradrag fra statens kostnader.

I det pågående planleggingsarbeidet legges det til grunn at det skal være etablert en løsning for transport og sikker lagring av CO₂ ved oppstart av det planlagte fullskalaanlegget for CO₂-fangst. Staten har ansvaret for både gjennomføring og organisering av transport- og lagring av CO₂ fra Mongstad.

Gassnova fikk på den bakgrunn ansvaret for å forvalte statens interesser i arbeidet med transport og lagring av CO₂ fra fullskala CO₂-håndtering på Mongstad i desember 2007. Foretaket har i oppgave å forberede beslutningsgrunnlag for investering i en løsning for transport og lagring av CO₂ fra det planlagte CO₂-fangstanlegget. Videre er Gassnova bedt om, i samråd med departementet, å arbeide frem forslag til organisering av eierskap og gjennomføring av transport- og lagringsprosjektet.

Gassco fikk i januar 2010 i oppdrag å utarbeide forprosjekteringsgrunnlaget knyttet til transport av CO₂ fra Mongstad, samt forberedende aktiviteter knyttet til slik forprosjektering. Gasscos oppdrag inngår som en viktig del av arbeidet med

transport og lagring av CO₂ fra Mongstad, organisert som et prosjekt ledet av Gassnova.

Gassco og Gassnovas planleggingsarbeid har til nå omfattet aktiviteter knyttet til forberedelse og utarbeidelse av beslutningsgrunnlag, inkludert blant annet studier av aktuelle lagringslokaliteter, studier av havbunnen og rørtraséer, konseptstudier, og utvikling av løsninger for en CO₂-rørledning ut fra Mongstad. Gassco har bistått Gassnova i arbeidet med å utrede en transportløsning.

Potensialet for å lagre CO₂ i undersjøiske reservoarer på norsk sokkel vurderes som stort, jf. kapittel 4.1.2. Dette innebærer at det er flere forskjellige lokasjoner som kan være aktuelle for lagring av CO₂ fra ulike CO₂-kilder på land eller til havs. Hovedaktiviteten i Gassnovas pågående planleggings- og forberedelsesarbeid er å finne et egnet lager for deponering av CO₂ fra Mongstad. Gassnova anser at Johansenformasjonen, gitt sin størrelse og beliggenhet, kan ha et potensial for å kunne bli et stort, sentralt lager for CO₂ på sikt. Det er et omfattende arbeid å modne frem et egnet lager for CO₂, og det er derfor behov for å bruke tilstrekkelig tid til å kartlegge lager i god tid før lagringen skal begynne.

I Gassnovas arbeid med å kartlegge Johansenformasjonen er det samlet inn og tolket seismikk. I sørlige deler av Johansenformasjonen ble det samlet inn ny seismikk i 2010. Denne seismikken er prosessert og Gassnova jobber nå med å tolke denne. Når seismikken er tolket ferdig er det naturlig å vurdere lokalisering av en test- og verifikasjonsbrønn på egnet sted i formasjonen. En slik brønn vil gi viktig informasjon om hvorvidt Johansenformasjonen er egnet som lager for CO₂.

Gassnova har tidligere vurdert Utsiraformasjonen som aktuelt lager for CO₂, hovedsakelig fra Kårstø. Gassnovas vurdering er at Utsiraformasjonen er mindre aktuell som mulig lager for CO₂ fra Mongstad. En eventuell lagring i Utsiraformasjonen vil blant annet kreve uforholdsmessig høye investeringer i rørledning på grunn av den lange avstanden fra Mongstad.

Gassco har utarbeidet et beslutningsgrunnlag for å velge konsept for transportløsningen fra Mongstad. I arbeidet er det vurdert transport til ulike lagringslokasjoner i eller i nærheten av Johansenformasjonen. En utfordring i transportarbeidet har vært å finne en mulig rørledningstrasé gjennom de ytre deler av Fensfjorden med spesielt vanskelige forhold. Fensfjorden er dyp og smal med sterke strømmer. Å legge et nytt CO₂-rør i samme trasé som oljerørledningene fra Trollfeltet kan føre til økt risiko for de eksisterende rørledningene når CO₂-rørledningen blir instal-

lert. Basert på havbunnsundersøkelser er det funnet en foretrukket trasé som i stor grad unngår de mest utfordrende områdene i ytre Fensfjorden.

Gassco har i sine vurderinger lagt til grunn et transportbehov på 1,2 millioner tonn CO₂ per år fra kraftvarmeverket på Mongstad. Rørledningen som er utredet vil ha reservekapasitet på om lag 2,5 millioner tonn CO₂ som gir mulighet til å håndtere CO₂ også fra andre utslippskilder.

I områder der for eksempel trålkativitet kan føre til økt risiko for rørledningen vil denne bli gravd ned. Det er foretatt analyser for å identifisere trålkativitet langs rørledningstraséen. Hele rørledningssystemet utenfor Fensfjorden vil bli gravd ned for å legge til rette for sameksistens.

Gassco understreker i sitt arbeid viktigheten av at roller og ansvar i utbyggings- og driftsfasen blir klarlagt så snart som mulig. I neste fase av arbeidet vil det være nødvendig å utføre detaljert ingeniørarbeid og undersøkelser av hvordan CO₂ vil strømme i rørledningssystemet. For å ha et godt nok investeringsestimert viser Gassco også til at det kan være nødvendig å starte en anskaffelsesprosess før investeringsbeslutning er fattet. Det vil ikke være behov for å signere kontrakter før investeringsbeslutning, men det er vanlig industripraksis å hente inn tilbud fra relevante aktører i markedet.

4.2.2 Utredning av ulike modeller for eierskap og drift

Gassnova skal i samråd med Olje- og energidepartementet utarbeide forslag til organisering av eierskap og gjennomføring av transport og lagring av CO₂ fra det planlagte CO₂-fangstanlegget på Mongstad. Det er et mål at arbeidet med transport- og lagringsløsninger for CO₂ fra Mongstad skal bidra til økt kunnskap og generell innsikt om sikker lagring av CO₂. Det er også et mål at arbeidet skal bidra til økt industriell virksomhet og erfaringsoppbygging innenfor transport og sikker lagring av CO₂.

Transport og lagring av CO₂ fra Mongstad vil bli ett av de første prosjektene av sitt slag, der CO₂ tas fra en kilde på land for lagring offshore. Det bør legges til rette for at selskaper som har opparbeidet seg teknisk kompetanse og ønsker å delta i prosjektet får mulighet til dette. Det vil vurderes hvordan private aktører kan inviteres til å delta i prosjektet for å bidra med kompetanse og for å utvikle kompetansen og erfaringen med CO₂-lagring videre.

Gassnova har gjort en foreløpig utredning av ulike modeller for organisering av eierskap, utbygging og drift i forbindelse med transport og lagring av CO₂ fra Mongstad. Den fremste ekspertisen på transport og lagring av CO₂ besittes av aktører og selskaper tilknyttet olje- og gassvirksomheten på norsk sokkel. Regjeringen ser det som naturlig å ta i bruk disse aktørenes kunnskap, og er positiv til at alternative lokasjoner for CO₂-lagring utredes. Deltakelse fra industrien vil være en ambisjon i arbeidet med å utvikle en modell for eierskap og drift. Det vil arbeides videre med å utrede mulige gjennomføringsmodeller for transport og lagring av CO₂ fra Mongstad. Regjeringen vil legge frem en plan for organisering og gjennomføring av transport- og lagringsprosjektet når dette arbeidet er ferdig.

I arbeidet med å utrede slike modeller, vil kompetansekrav for transport og lagring av CO₂ vektlegges. Utnyttelse av et undersjøisk reservoar på kontinentalsokkelen til lagring av CO₂ innebærer boring av letebrønner, bygging av injeksjonsfasiliteter som havbunnsrammer og drift av lagringslokaliteten frem til lukning og nedstengning. Driften av et CO₂-lager krever blant annet omfattende reservoarstyring og god overvåking av reservoaret i henhold til en overvåkningsplan. Dette er krevende, og de aktørene som skal forstå denne virksomheten bør ha reservoarfaglig og teknisk kompetanse på linje med en operatør i petroleumsvirksomheten. Dette for å kunne identifisere utfordringene og iverksette kompensende tiltak. I tillegg må disse aktørene kunne dokumentere evne til å ivareta de finansielle forpliktelser som følger av aktiviteten under den aktuelle tillatelsen.

Det legges til grunn at regelverket for transport og lagring av CO₂ i stor grad vil bygge på den reguleringserfaring en har innenfor petroleumsvirksomheten. I lys av at oppgavene knyttet til CO₂-håndtering vil kreve betydelig kompetanse og klare ansvarsforhold tas det sikte på at kravene til aktørene som skal drive med transport og lagring av CO₂ i stor grad utformes etter samme prinsipper som i petroleumsvirksomheten. Oppgavene er imidlertid ikke helt like innenfor de to områdene og det er derfor noe ulike fagkompetanse som kan kreves.

Myndighetene vil utforme spesifikke kompetansekrav som skal legges til grunn for å kvalifisere som rettighetshaver og operatør i transport- og lagringsvirksomheten. Kompetansekravene vil bli gjort kjent for industrien på egnet måte når de foreligger.

4.3 Om arbeid med forskrift for CO₂-lagring

EUs direktiv om geologisk lagring av CO₂ (direktiv 2009/31/EC) etablerer et juridisk rammeverk for miljømessig sikker lagring. Direktivet trådte i kraft i juni 2009 og skal være gjennomført i medlemsstatenes lovgivning innen ultimo juni 2011. Direktivet antas å være EØS-relevant, men er ennå ikke vedtatt innlemmet i EØS-avtalen.

Lagringsdirektivet oppstiller krav om etablering av en konsesjonsordning for leting etter en lagringslokalitet, tillatelse til miljømessig sikker lagring av CO₂, overvåking av lagret CO₂, rapportering til myndighetene, plan for avbøtende tiltak ved evt. lekkasje, inspeksjoner m.v., avslutning av lagringen og lukning av lagringslokaliteten, overføring av det juridiske ansvaret for lagringslokaliteten til staten, overvåking av lagringslokaliteter etter nedlukning av lagringslokaliteten, finansiell sikkerhet, grenseoverskridende transport av CO₂, tredjepartsadgang til rørledninger for transport av CO₂ og til lagringslokaliteter.

Olje- og energidepartementet, Arbeidsdepartementet og Miljøverndepartementet vil ha ansvar for å gjennomføre ulike deler av direktivet i norsk rett.

I mars 2009 ble Olje- og energidepartementet og Arbeidsdepartementet delegert myndighet i medhold av kontinentalsokkeloven av 1963 som følger:

- Olje- og energidepartementet for så vidt gjelder leting, utbygging og drift av undersjøiske geologiske formasjoner med henblikk på transport og lagring av CO₂ og utnyttelse av slike formasjoner for lagring av CO₂,
- Arbeidsdepartementet for så vidt gjelder sikkerhet med henblikk på transport og lagring av CO₂ i undersjøiske geologiske formasjoner på kontinentalsokkelen.

I tråd med ovennevnte delegasjonsvedtak vil det bli utformet en ny forskrift om transport og lagring av CO₂ i undersjøiske reservoarer på kontinentalsokkelen. Denne forskriften vil være basert på bestemmelsene i EUs lagringsdirektiv og gjeldende petroleumslov og petroleumsforskrift. Lagringsaktiviteten har mange likhetstrekk med petroleumsaktiviteten og mange bestemmelser fra petroleumslovgivningen vil være relevante også i forhold til transport og lagring av CO₂ på kontinentalsokkelen.

Miljøverndepartementet har ansvar for å regulere de miljømessige sidene av transport og lag-

ring av CO₂. Miljøverndepartementet vil fastsette en forskrift i medhold av forurensningsloven.

Arbeidsdepartementet har ansvaret for sikkerhet for transport og lagring av CO₂ i undersjøiske formasjoner på kontinentalsokkelen og vil på denne bakgrunn fastsette nye regler for helse, miljø og sikkerhet (HMS) for denne virksomheten. Arbeidsdepartementet tar sikte på å sende utkast til forskrift på høring i løpet av 2011.

I dag lagres CO₂ fra produksjon av gass på Sleipner i Nordsjøen og Snøhvit i Barentshavet. Lagringen er forutsatt godkjent Plan for utbygging og drift i medhold av petroleumsloven. Klif har utstedt særskilt tillatelse til injeksjon, lagring og overvåking av CO₂ i tilknytning til gassproduksjonen i medhold av forurensningsloven.

4.4 Sikkerhet i forbindelse med transport og lagring av CO₂

I forbindelse med injisering av CO₂ i reservoarer på sokkelen, gjelder de samme sikkerhetsmessige utfordringer knyttet til bore- og brønnintegritet og barrierer som for bore- og brønnområdet i petroleumsvirksomheten. Etablering og drift av infrastruktur for transport av CO₂ på sokkelen har også mange fellestrekk med petroleumsvirksomheten. Likeledes er virksomheten på landanleggene definert som høyrisikovirksomhet med betydelig potensial for storulykke.

Arbeidsdepartementet har ansvaret for regelverk og tilsyn for så vidt gjelder sikkerhet og arbeidsmiljø ved fangst, transport og injeksjon av CO₂ (herunder boring og brønn). Den kompetansen som Arbeidsdepartementet, ved Petroleumstilsynet, har bygget opp gjennom regelverk og tilsyn for HMS i petroleumsvirksomheten blir svært relevant også ved ivaretagelsen av dette nye forvaltningsansvaret.

Samtidig er det foretatt flere grep for ytterligere å kartlegge hvilke risikoer som er forbundet med virksomheten. Det Norske Veritas har gjennomført en studie på oppdrag fra Petroleumstilsynet, knyttet til kartlegging av potensielle farer ved CO₂-håndtering. De potensielle farene og utfordringene kan grovt sett deles inn i tre grupper:

- CO₂-rørledningsutfordringer; innvending og utvendig korrosjon, hydrattdannelse, lastfordeling ved frie spenn, løpende brudd
- Materialutfordringer; CO₂-løsemiddelegenskaper og materialkompatibilitet, elastomerer – det vil blant annet si at materialene som brukes må være tilpasset CO₂s syreegenskaper

- Drifts- og designutfordringer; CO₂ faststoffdannelse, trykkreduksjon (både kontrollert og ukontrollert), lave temperaturer, feiling av trykksatte systemer, CO₂ BLEVEs – det vil si hvordan CO₂ oppfører seg i ekstreme omgivelser – for eksempel ved høyt trykk kombinert med sterk varme

Studien konkluderer med at det ikke er forventet at noen av de identifiserte HMS-utfordringene og potensielle farene vil utgjøre noen betydelig hindring for implementering og anvendelse av CO₂-fangst og -lagring, så lenge risiko vurderes og håndteres på en fullstendig og tilfredsstillende måte. Det er Arbeidsdepartementets vurdering at eksisterende strategier for risikohåndtering i petroleumsvirksomheten i stor grad bør kunne tilpasses slik at de potensielle farene håndteres på en akseptabel måte.

Det legges også til grunn at retningslinjer, standarder, god praksis, erfaring og kunnskap fra eksisterende industrier i stor grad kan benyttes for den relativt umodne virksomheten knyttet til

CO₂-håndtering. I den forbindelse vil det imidlertid være en utfordring både for virksomhetene og myndighetene å vurdere anvendbarheten i det enkelte tilfelle.

Gjennom det arbeidet som til nå er gjennomført for å identifisere HMS-utfordringer i denne nye industrien er det fremkommet enkelte gap i kunnskap og erfaring som bør utredes nærmere for å øke forståelsen og sørge for pålitelig design og drift gjennom hele verdikjeden for CO₂-håndtering. Arbeidsdepartementet understreker at det er nødvendig at disse gapene fylles, og vil for sin del følge opp at Petroleumstilsynet, gjennom sin kontakt med industrien påvirker til at dette arbeidet gjennomføres. I denne forbindelse fremheves det spesielt at det er behov for å utvikle kriterier for å måle styrke og tåleevne til sementering som barriere i injeksjonsbrønner for CO₂ og at det på denne bakgrunn er et klart råd fra Petroleumstilsynet at næringen må jobbe målrettet med problemstillinger knyttet til brønnintegritet og CO₂-injeksjon.

5 Teknologi, kunnskap og kompetanse

Kapittel 5.1 gir en gjennomgang av teknologistatus for fangst, transport og lagring av CO₂, og drøfter noen viktige teknologiske og kunnskapsmessige utfordringer på kortere og lengre sikt. Kapittel 5.2 og 5.3 omhandler tiltak fra myndighetene for å bidra til teknologiutvikling og økt kunnskap og kompetanse, henholdsvis gjennom forsknings- og demonstrasjonsprogrammet CLIMIT og gjennom forskningssentre for miljøvennlig energi (FME).

5.1 Teknologistatus

CO₂-håndtering omfatter teknologi for fangst, transport og lagring av CO₂ fra kraftproduksjon eller industrielle prosesser.

5.1.1 Teknologier for fangst av CO₂

Fossil kraftproduksjon er forbundet med store utslipp av CO₂. For å håndtere disse utslippene vil det være behov for utvikling, utprøving og forbedring av ulike CO₂-fangstteknologier. For stor skala fangst av CO₂ er det i hovedsak tre konsepter som er mest aktuelle. De deles inn avhengig av hvor i prosessen CO₂ fanges: Fangst før forbrenning, fangst etter forbrenning og fangst knyttet til forbrenning med ren oksygen.

En felles utfordring for de tre konseptene er å få redusert kostnadene og energiforbruket ved fangst av CO₂. Dette krever målrettet forskning, utvikling og demonstrasjon. Fangst av CO₂ innebærer store investeringer og fører til økte driftskostnader for kraftverket. Kostnadene må derfor reduseres både for fangstprosessen og i forbindelse med oppføringen av anlegget. Planlegging og bygging av de første fullskala fangstanleggene vil gi erfaring som bidrar til å redusere investeringskostnadene.

Fangst av CO₂ er energikrevende. Kullkraftverk har med dagens teknologi en elektrisk virkningsgrad¹ på 45-47 prosent². Gasskraftverk med en kombinasjon av gass- og damp turbiner har en tilsvarende virkningsgrad på 58-59 prosent. Med

CO₂-håndtering vil virkningsgraden for begge typer kraftverk falle med 10 prosentpoeng eller mer. Dette bidrar til å heve energikostnadene til kraftverket betydelig. Reduksjon av energibruket knyttet til CO₂-håndtering er derfor en sentral utfordring.

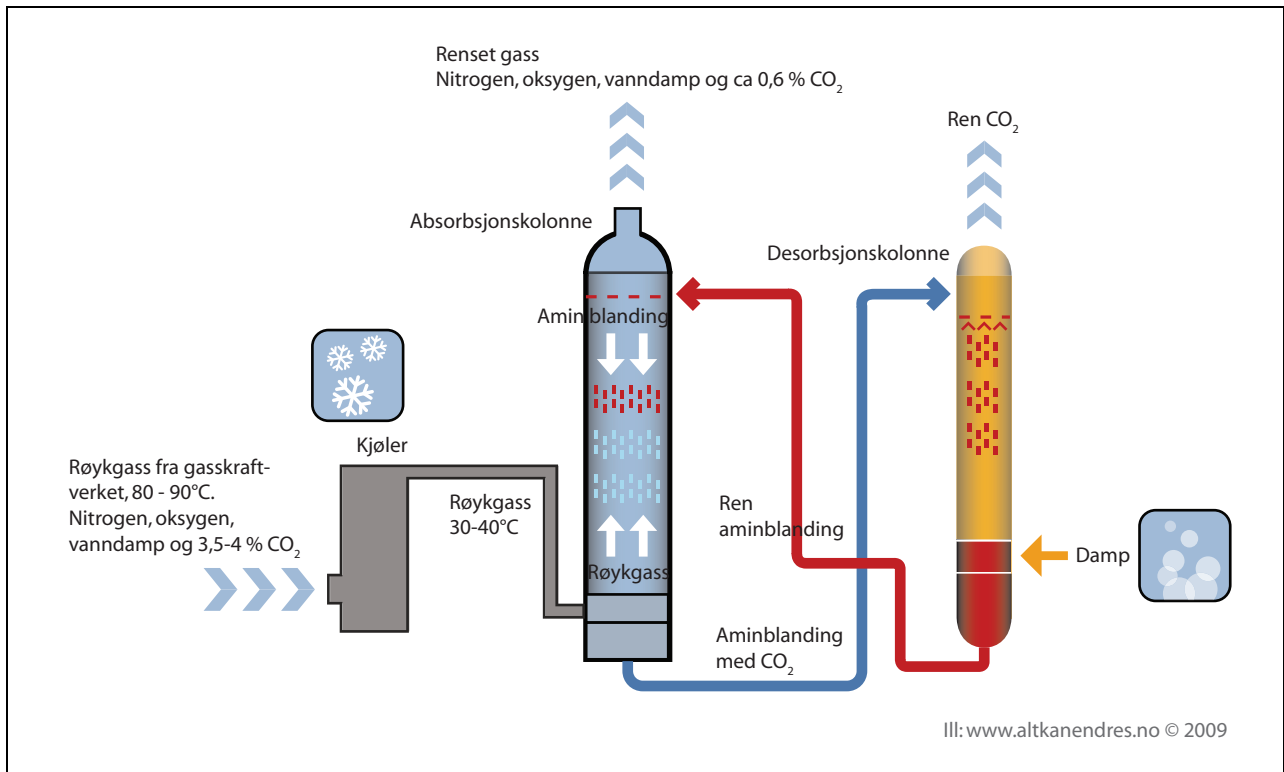
De tre ulike konseptene for fangst av CO₂ er nærmere beskrevet under. For hvert utviklingsløp blir ulike utfordringer listet opp. Det vises også til prosjekteksempler under kapittel 5.2.

CO₂ fanges etter forbrenning (post-combustion)

Ved forbrenning av fossile brensler dannes røykgass som inneholder CO₂. Ved denne fangstprosessen blir CO₂ fjernet fra røykgassen etter forbrenningen av det fossile brenset (figur 5.1). Mengden CO₂ i røykgassen fra kraftverk kan variere fra 3-4 prosent for gasskraftverk til 12-15 prosent for kullkraftverk. Røykgass fra kraftverket/røykkilden ledes inn i bunnen av en stor tårnformet tank, som kalles absorpsjonskolonne. På toppen av tårnet sprøytes det inn en væske som ofte kalles «solvent». I et aminanlegg er solventen en blanding av vann og amin. På vei nedover i tårnet møter solventen røykgassen på vei oppover og solventen fanger opp/absorberer CO₂ i røykgassen. Et anlegg kan fange omtrent 80-90 prosent av CO₂ i røykgassen. Resten av røykgassen slippes ut til omgivelsene på toppen av tårnet. Når solventen når bunnen av tårnet er den anriktet med CO₂ og pumpes videre til toppen av et annet tårn som kalles desorpsjonskolonne. Her varmes solventen opp. Dette krever mye energi. Da skilles CO₂ fra solventen og går over til gassform igjen. CO₂ stiger opp til toppen av desorpsjonskolonnen og går videre til kompresjon for transport til lagring. Solventen renner ned til bunnen av desorpsjonskolonnen og pumpes tilbake til absorpsjonskolonnen.

¹ Elektrisk virkningsgrad er forholdet mellom produsert elektrisitet og energiinnholdet i brenselet.

² Moderne kull- og gasskraftverk. Eldre kullkraftverk har virkningsgrad på omkring 30 prosent.



Figur 5.1 viser prosessen for fangst ved etter-forbrenning.

Kilde: Gassnova

Selve fangstprosessen er adskilt fra kraftverket/røykkilden. Fangstanlegget er derfor egnet for etterinstallering på eksisterende kraftverk og industrikilder. Kraftverket og industriprosessen påvirkes i liten grad av fangstanlegget og kan derfor teknisk sett drives selv om fangstanlegget skulle være ute av drift. Bruken av aminer for absorpsjon av CO₂ er en moden og velkjent teknologi for bruk i lukkede og trykksatte anlegg av mindre størrelse. CO₂ fangst etter forbrenning er regnet som den mest modne teknologien for stor-skala fangst av CO₂ fra røygass.

Fangst av CO₂ fra røygasser er kun utført i anlegg av mindre skala og i pilot- og demonstrasjonsanlegg. Fangstanlegget for gasskraftverket på Mongstad vil bli 10 til 20 ganger større enn de største anlegg som er bygget til nå. Erfaring fra bygging av store prosessanlegg viser at et slikt stort sprang i størrelse tar tid å løse, selv om teknologien og prosessen er kjent. Utfordringer knyttet til oppskalering, teknologikvalifisering, tilknytning til eksisterende anlegg med videre er nærmere beskrevet i kapittel 3.

Utfordringer ved etter-forbrenning:

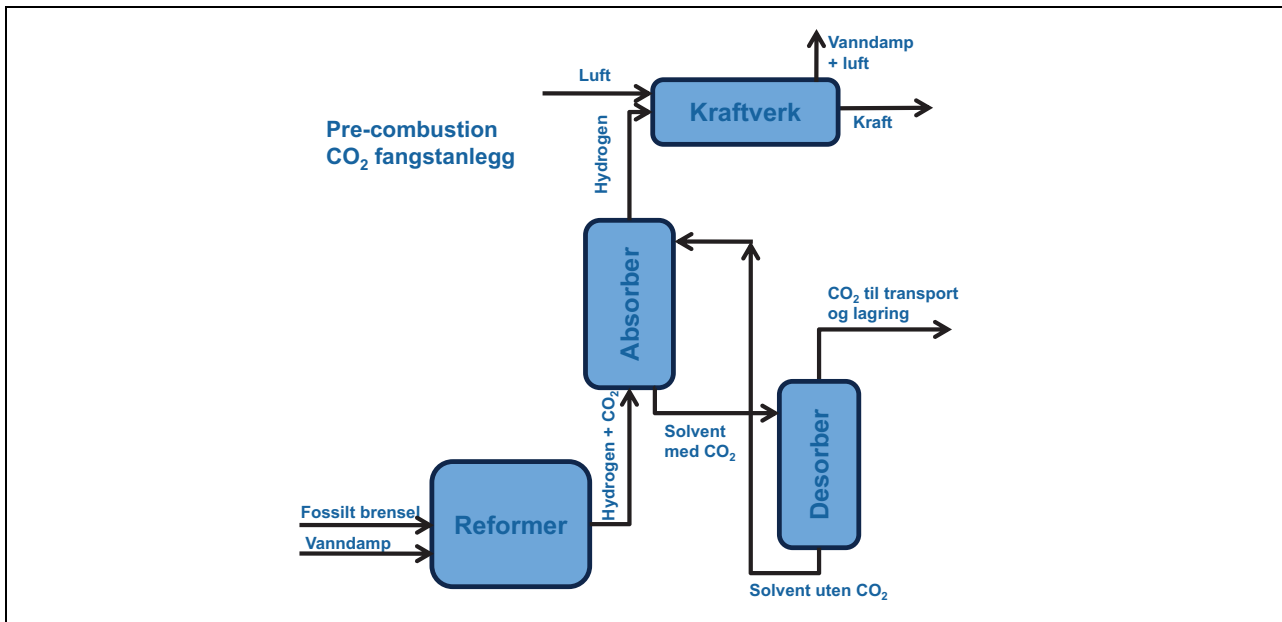
- Høyt energiforbruk og høye investerings- og driftskostnader.

- Fangstanlegg krever stor plass, siden store volumer med røygass skal håndteres. Dette er særlig en utfordring ved ettermontering på eksisterende industrianlegg.
- Usikkerhet vedrørende helse- og miljøkonsekvenser ved utslipp av aminer til luft.

CO₂ fanges før forbrenning (pre-combustion)

Fossile brensel består av karbon og hydrogen. Ved pre-combustion fjernes karbonet før forbrenningen, slik at hydrogenet kan forbrennes og generere elektrisk kraft uten CO₂-utslipp. Først blandes brensel og vanndamp i en reformer og omdannes til hydrogen og CO₂ (figur 5.2). Reformingsanlegg er kjent og moden teknologi fra gjødsel- og metanolproduksjon, og brukes blant annet i Yaras anlegg på Herøya og på Statoils metanolanlegg på Tjeldbergodden.

CO₂ separeres fra hydrogen i en prosess som likner på CO₂-fangst fra røygass etter forbrenning, men fangstprosessen skjer under høyt trykk og ved høyere konsentrasjoner av CO₂ (15-40 prosent). Størrelsen til fangstanlegget og energiforbruket kan da være relativt mindre enn ved CO₂-fangst etter forbrenning. Hydrogenet brennes i en



Figur 5.2 viser prosessen for før-forbrenningsteknologien.

Kilde: Gassnova

gassturbin som genererer elektrisk kraft. Dette gir ingen CO₂-utslipp, kun vanndamp.

Utfordringer ved før-forbrenning:

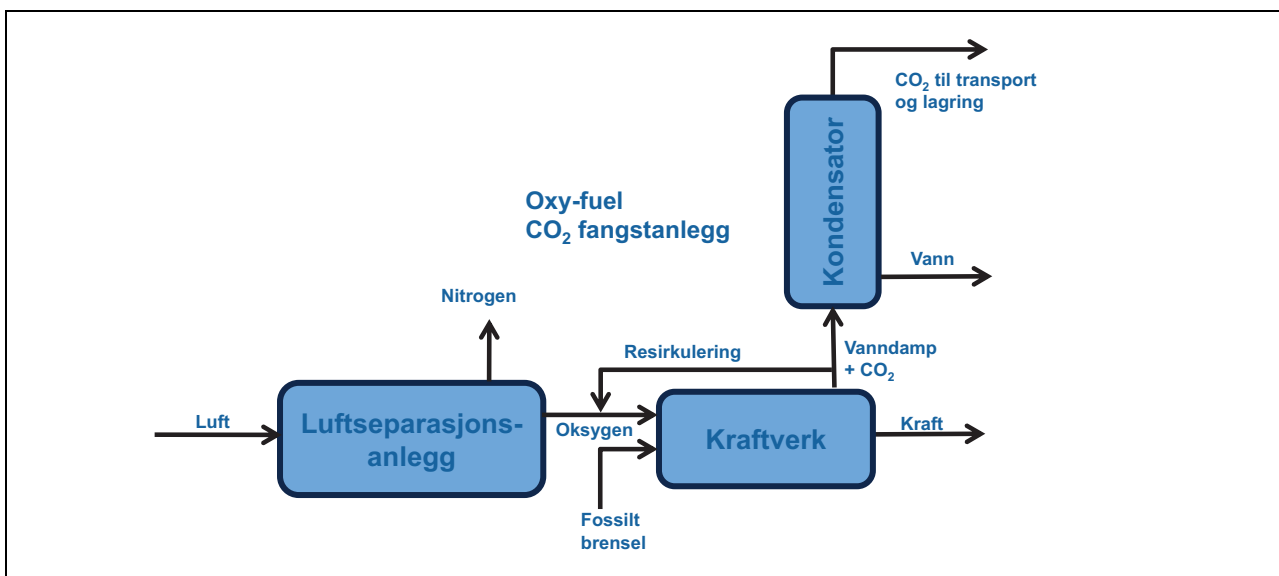
- Teknologien er ikke egnet for ettermontering.
- Krever teknologiutvikling for å få til forbrenning av hydrogen i gassturbin med høy virkningsgrad og lave utslipp av NOX³.

- Høyt energiforbruk ved omdanning av det fossile brensetil hydrogen og CO₂

Forbrenning med ren oksygen (oxyfuel)

Med denne metoden forbrennes brenselet med rent oksygen i stedet for luft (figur 5.3). Oksygen kan produseres i et anlegg som separerer oksygen fra luft. Luftseparasjon er velkjent og moden teknologi, men prosessen er energikrevende. Ved forbrenning med ren oksygen dannes kun CO₂ og vanndamp. Vanndampen i røykgassen skilles

³ 1-2 prosent dårligere virkningsgrad ved forbrenning av hydrogen enn ved forbrenning av naturgass i en gassturbin.



Figur 5.3 viser prosessen for forbrenning med oksygen.

Kilde: Gassnova

siden ut ved å kjøle ned røykgassen i en kondensator. Resten av røykgassen er nesten ren CO₂, noe som gir prosessen en høy fangstgrad av CO₂ sammenliknet med andre metoder. Et fangstanlegg i vanlig forstand er derfor ikke nødvendig. Prosessen gir ikke utslipp av kjemikalier. Teknologien kan også ettermonteres på enkelte typer kullkraftverk.

Utfordringer ved forbrenning med oksygen:

- Produksjon av oksygen er energikrevende. Det er derfor høye kostnader forbundet med fremstilling av oksygen.
- Forbrenning med ren oksygen gir høy forbrenningstemperatur. Det kreves utvikling av ny gassturbinteknologi som tåler høy temperatur, eller som kan benytte resirkulert CO₂/vann-damp til kjøling.
- Uforbrent oksygen vil følge med CO₂-strømmen etter kondenseringen av vandamp. Ved bruk av CO₂ til økt oljeutvinning, kan oksygenet være et problem. For å fjerne oksygen kreves ekstra utstyr som er kostnadsdrivende.

5.1.2 Utfordringer knyttet til transport av CO₂

CO₂ kan transporteres med rørledninger eller skip til egnet lokasjon for permanent lagring. Hvilket alternativ som er best, avhenger av mengden CO₂ som skal transporteres, avstanden mellom kilde og lager, samt hvor lenge CO₂-transport er aktuelt fra den enkelte kilde. Mindre mengder, lange avstander og/eller behov for CO₂-transport over en kortere periode favoriserer skipstransport, mens rørtransport er aktuelt for større mengder, korte eller moderate avstander og kilde med fangst av CO₂ med lang levetid.

CO₂ vil ved omgivelsestemperatur og -trykk være i gassfase. Transport av CO₂ i gassfase ville kreve så store rørledninger og skip at det ikke vil være et kostnadseffektivt alternativ. Både ved rørtransport og skipstransport vil CO₂ derfor transporteres i flytende tilstand. I rør vil CO₂ transporteres under trykk (typisk 55–250 bar), som sikrer at man unngår overgang til gassfase. På skip vil CO₂ transporteres med en kombinasjon av trykk og temperatur som holder CO₂ flytende (typisk -50 °C og 8 bar). Disse prosessene, og utstyret som anvendes, er vel etablert teknologi.

Transport av CO₂ har mange fellestrekk med transport av olje og gass, både når det gjelder rør- og skipstransport. CO₂ i flytende form har imidlertid spesielle egenskaper som gir egne utfordringer, og må derfor analyseres spesielt.

Rørtransport av CO₂

Systemer for transport av CO₂ i rør på land har vært i drift i Nord-Amerika i mer enn 30 år, i forbindelse med at CO₂ fra industrielle kilder og naturlige forekomster i undergrunnen brukes til økt utvinning av olje.

I Norge finnes det en CO₂-rørledning i drift i dag. Den går på havbunnen fra Melkøya til Tubåenformasjonen, hvor Statoil injiserer CO₂ som er fjernet fra gass produsert fra Snøhvitfeltet. Slik injeksjon foregår også ved Sleipnerfeltet, hvor Statoil i mer enn ti år har lagret CO₂ som er fjernet fra produsert gass. På Sleipner er imidlertid injeksjonsbrønnen for CO₂ en integrert del av feltet, og transport i den forstand som her menes, foregår ikke.

Det er i dag mulig å bygge rørsystemer for CO₂ som tilfredsstiller krav til sikkerhet og teknisk integritet. Men økt kunnskap kan gjøre løsningene sikrere, billigere og mer effektive. Vedlikehold og reparasjoner av CO₂-rør på havbunnen er utfordrende. I store deler av traseen ut til lagret vil røret ligge nedgravd. Bygging og drift av havbunnsrør er således mer komplekst enn for rør på land, og eventuelle feil og skader som oppstår kan medføre kostbare reparasjoner og lange nedstengningsperioder.

Det er således fortsatt behov for kunnskapsinnhenting gjennom forskning og teknologikvalifisering knyttet til rørtransport av CO₂ til havs. Eksempler på utfordringer er;

- Korrosjon: Effekter av vann og urenheter i CO₂-strømmen på rørmaterialet, samt kombinasjonseffekter.
- Modellering av strømning i CO₂-røret: Brukes for å finne kostnadseffektivt design og for å vurdere risiko knyttet til uønskede hendelser. Erfaringsdata fra drift eller testing trengs for å kalibrere slike modeller.
- Modellering av spredning av eventuelle CO₂-lekkasjer: Brukes for å vurdere risiko knyttet til eventuelle lekkasjer, og erfaringsdata fra drift eller testing trengs for å kalibrere også disse modellene.

Skipstransport av CO₂

Skipstransport av CO₂ har foregått i snart 20 år i relativt små kvanta til næringsmiddelindustri. Teknologien regnes som vel etablert. Transporten av CO₂ er underlagt internasjonale regulering.

Det eksisterer middels store skip som er godkjent for CO₂-transport. Det er imidlertid sannsynlig at eventuell storskala transport av CO₂ vil

kreve skip av en slik størrelse at de må bygges for formålet. Dette gjelder spesielt om skipene skal losse CO₂ direkte på lagerlokasjonen til havs, hvor krav til stabilitet og evne til å losse sikkert under harde værforhold vil være strenge. I slike tilfeller vil utstyret ligne det som anvendes til lasting av olje offshore. Dette utstyret har vist seg å være svært robust og driftssikkert.

Skal CO₂ fra skip injiseres i et undergrunnslager, er det behov for å øke temperaturen fra -50 °C til ~0 °C. I tillegg er det risiko knyttet til hendelser under lossing. Dette vil kreve teknologikvalifisering av eksisterende utstyr.

Alternativet til offshore lossing er lossing av skip i havn og pumping av CO₂ inn i rørledning for videre transport. For slike konsepter anses teknologien å være tilgjengelig.

5.1.3 Utfordringer knyttet til lagring av CO₂

Sikker lagring av CO₂ forutsetter at CO₂ lagres i en egnet geologisk bergart uten at den kan lekket ut. Det er to hovedalternativer for lagring av CO₂:

- Porøse, vannførende geologiske formasjoner (akviferer)
- Olje- eller gassfelt: i nedstengte felt eller til bruk for økt utvinning

På verdensbasis er akviferer det lagringsalternativet med størst kapasitet. CO₂ fra Sleipnerfeltet lagres for eksempel i en slik akvifer, jf. kap. 4.1.1. CO₂ kan også injiseres i oljefelt for økt utvinning. Dette er gjort siden 1970-tallet på land i USA.

En rekke forutsetninger må være tilstede for sikker lagring. Lagringsreservoaret må ha tilstrekkelig kapasitet til å ta imot og lagre CO₂ over hele levetiden til prosjektet. En forseglingsbergart⁴ må være tilstede som hindrer at CO₂ beveger seg oppover mot overflaten. Plasseringen bør være dypere enn 800 meter for å ha trykk og temperatur som sikrer at CO₂ er i en komprimert, flytende form som maksimerer mengden CO₂ som kan lagres. Det er nødvendig å foreta grundige stedsspesifikke undersøkelser ved ethvert CO₂-lagringsprosjekt. Kunnskap om forsegling, migrasjonsruter, reservoaregenskaper og effektiv lagringskapasitet er avgjørende for CO₂-lagring. Det samme gjelder for brønner, for å hindre lekkasje fra injeksjonsbrønner og forlatte brønner.

Ved geologisk lagring vil CO₂ over tid bli mer immobil. Dette skjer ved en kombinasjon av flere prosesser; først ved at CO₂ fanges i «mikrofeller» i

porestrukturen til bergarten; dernest at CO₂ løser seg opp i formasjonsvannet i undergrunnen, og til slutt vil noe CO₂ reagere med bergartskornene og danne mineralet kalkspat.

Selv om det er gode erfaringer med CO₂-lagring på verdensbasis, er det flere forskningsmessige utfordringer forbundet med CO₂-lagring. Noen eksempler er nevnt under. Se også prosjekt-eksempler i kapittel 5.2.

Lagringskapasitet. Dette omfatter å utvikle, demonstrere og kommersialisere metoder for karakterisering og kvalifisering av potensielle lagringssteder for CO₂ på norsk sokkel. Det vil være nødvendig med innsats innenfor en rekke områder, eksempelvis utvikling av metoder for matematisk simulering av CO₂-injeksjon, og regionale studier av reservoarer og forseglingsbergarter på sokkelen.

Monitorering. Dette gjelder utvikling av metoder for overvåkning av CO₂ i reservoaret, samt metoder for eventuell deteksjon av CO₂ ved en eventuell lekkasje. Overvåkning må kunne gjøres mest mulig kontinuerlig, og forståelse av geokjemiske og biologiske prosesser på havbunnen må økes. Disse metoder, prosedyrer og verktøy må møte de krav som vil stilles av myndighetene, bl.a. som følge av internasjonale avtaler og lovverk.

5.2 CLIMIT

CLIMIT er et program for forskning, utvikling og demonstrasjon av teknologier for fangst, transport og lagring av CO₂ fra fossil kraftproduksjon og industri. Det dekker hele kjeden fra langsiktig, kompetansebyggende grunnforskning til prosjekter som demonstrerer CO₂-håndteringsteknologier. Programmet gjenspeiler den strategiske betydningen som kunnskap og kompetanse har for at Norge skal ha en internasjonal posisjon innen CO₂-håndtering.

Programmet startet opp i 2005 og administreres av Gassnova og Norges forskningsråd. Forskningsrådet støtter forskning og utvikling (FoU-delen av programmet), mens Gassnova støtter demonstrasjon og kommersialisering (demodelen av programmet). CLIMIT har i 2011 et budsjett på 95 mill. kroner til FoU-prosjekter og 81 mill. kroner til pilot- og demonstrasjonsprosjekter.

Programmet skal gi kunnskap og løsninger for:

- CO₂-fangst fra kraftproduksjon og industriutslipp
- Kompresjon og transport av CO₂

⁴ En tett bergart er eksempelvis leirskifer som danner en tett kappe eller lokk over reservoaret.

- Langtidslagring eller andre bruksområder som medfører permanent lagring av CO₂

CLIMIT hadde opprinnelig som formål å støtte forskning, utvikling og demonstrasjon av CO₂-håndtering for gasskraftverk. I 2009 ble programets virkeområde utvidet til å gjelde fossil kraftgenerering generelt. Bakgrunnen var at CO₂-utslipp fra kullkraftverk er den største utfordringen internasjonalt. I 2010 ble virkeområdet utvidet til også å gjelde industriutslipp.

Programplanen for perioden 2010-2012 har følgende satsingsområder:

- Forbedre kostnads- og energieffektiviteten ved CO₂-fangst
- Få frem ny og uprøvd teknologi for CO₂-fangst med stort forbedringspotensiale
- Kartlegge miljøkonsekvenser ved CO₂-fangst
- Utvikle, bekrefte og demonstrere teknologi for sikker og kostnadseffektiv transport av CO₂
- Utvikle og verifisere kunnskap og teknologi for sikker og kostnadseffektiv lagring og overvåking av CO₂
- Bidra til å utvikle og bekrefte kommersialiserbare metoder, tjenestekonsepser og teknologi for CO₂-lagring
- Bidra til økt kunnskap om geologisk lagring

Siden starten har CLIMIT støttet 175 prosjekter fordelt på:

- 101 prosjekter innen FoU – 50 prosent fangstprosjekter, 35 prosent lagring, 9 prosent transport og 6 prosent annet
- 74 prosjekter innen demonstrasjon – 49 prosent fangstprosjekter, 27 prosent lagring, 5 prosent transport og 19 prosent annet (metodikk, verktøy, analyser, studier, med mer)

Innenfor FoU-porteføljen av fangstprosjekter er det gitt støtte til om lag like mange prosjekter innen pre-combustion og post-combustion. Oxy-fuel-prosjekter utgjør en mindre andel. I demoporteføljen er over 80 prosent av fangstprosjektene rettet mot post-combustion.

CLIMIT-støtte har for eksempel vært viktig for Aker og senere Aker Clean Carbon (ACC) i sin

utvikling av fangstteknologi og kjemikalier fra forskning og utvikling og frem til demonstrasjon (se boks 5.1). Satsingen har dannet grunnlaget for at ACC har kunnet by på og få kontrakt på TCM og delta i flere konkurranser i Europa for øvrig.

CLIMIT støtter også prosjekter innen nye og innovative fangstteknologier som på lengre sikt har potensial til å kunne redusere kostnader og energibruk:

- Christian Michelsen Research (CMR), Prototech og Institutt for Energiteknikk (IFE) har i samarbeid utviklet ZEG-teknologien (Zero Emission Gas Power). Konseptet har svært høy virkningsgrad (se boks 5.1).
- «Chemical looping», som er en form for oxy-fuel forbrenning. Et stort laboratorieanlegg er bygd ved SINTEF for å teste nye materialer og reaktordesign for denne teknologien.
- Statoils 3C-prosjekt har gjennomført laboratorietester av et kompakt aminanlegg for CO₂-fangst fra røykgass.

Felles for disse teknologiene er at betydelig utviklingsarbeid gjenstår før kommersialisering.

CLIMIT støtter en rekke prosjekter innen helse- og miljøproblematikk rundt aminutslipp. Prosjektet Atmospheric Degradation of Amines (ADA) er ett av disse prosjektene, hvor det arbeides med å identifisere og kvantifisere ulike degraderingsprodukter fra aminer i luft. Prosjektet ledes av Universitetet i Oslo med en rekke nasjonale og internasjonale samarbeidspartnere.

Hovedinnsatsen i CLIMIT innenfor lagring er rettet mot overvåking av CO₂-lager. En viktig del av satsingen har vært etableringen av feltlaboratorier der metoder for overvåking kan utvikles og kvalifiseres under kontrollerte betingelser (se boks 5.2). I tillegg gjennomføres prosjekter rettet mot metoder for å vurdere og kvalifisere CO₂-lagre. Det er også utviklet viktige modellverktøy for hvordan CO₂ oppfører seg i reservoarene (UiB, UiO og SINTEF), bl.a. for bruk i risikovurderinger ved CO₂-lagring. En rekke prosjekter støttes også for å gi bedre kunnskap om lagringspotensialet på sokkelen. Denne kunnskapen kan brukes i myndighetenes egen kartlegging av lag-

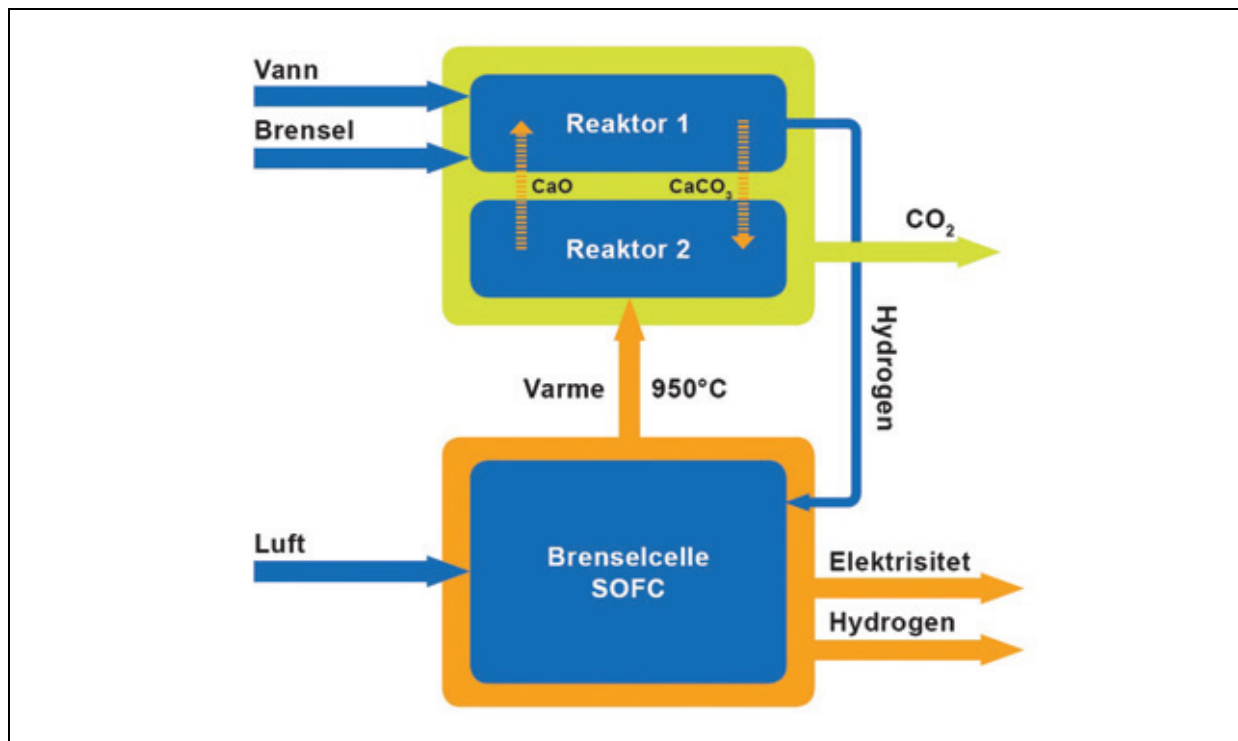
Boks 5.1 CO₂-fangst

SOLVit-prosjektet

SOLVit-prosjektet er et samarbeid mellom Aker Clean Carbon, Scottish Power, Statkraft, E.ON og SINTEF/NTNU. Prosjektet ble startet i 2008 og skal gå over en åtteårs periode. SOLVit skal utvikle kostnadseffektiv og miljøvennlig post-combustion teknologi gjennom blant annet utvikling av nye solventer for fangst av CO₂. Så langt har prosjektet oppnådd en reduksjon i energiforbruket i desorbsjonsprosessen på 25 prosent, mens målet er en reduksjon på 35 prosent. Prosjektet inkluderer også oppgradering av laboratoriefasiliteter. Gjennom SOLVit-prosjektet er byggingen av et CO₂ pilot fangstanlegg på Tiller støttet. Laboratoriet ble åpnet mai 2010. I tillegg testes kjemikalier i et mobilt fangstanlegg utviklet av Aker Clean Carbon. Det vil også være kompetansebygging med ansettelse av stipendiater i prosjektet. Det totale budsjettet er på over 300 mill. kroner, hvorav om lag 30 prosent er planlagt som offentlig støtte gjennom CLIMIT-programmet.

ZEG (Zero Emission Gas Power) teknologien

Christian Michelsen Research (CMR), Protech og Institutt for Energiteknikk (IFE) har siden 2001 hatt et betydelig samarbeid for å utvikle ZEG-konseptet. ZEG-teknologien muliggjør konvertering av fossilt brensel til hydrogen og elektrisitet med svært høy virkningsgrad (mer enn 80 prosent). I konseptet produseres elektrisitet fra hydrogen i høytemperatur brenselceller (Solid Oxide Fuel Cell – SOFC). Brenselcellene er integrert med en reaktormodul som reformerer naturgass til hydrogen og skiller ut CO₂. Spillvarmen fra brenselcellene utnyttes i reformeringsprosessen. Det er bygget en liten pilot på 2 kW som står på Risavika gassenter ved Stavanger. Neste mål er å realisere et 200 kW demonstrasjonsanlegg basert på denne teknologien.



Figur 5.4 Skjematisk skisse av ZEG teknologien.

Kilde: IFE

Boks 5.2 CO₂-lagring – Feltlaboratorium

Svelvik, Hurum

Sikker lagring er en forutsetning for at lagring av CO₂ kan regnes som et klimatiltak. Det støttes derfor en rekke lagringsprosjekter for å få mest mulig kunnskap om hvordan CO₂ kan lagres i ulike geologiske formasjoner. På Svelvik i Hurum (Buskerud) er et feltlaboratorium for CO₂-lagring under etablering. Her skal forskerne injisere CO₂ ned i undergrunnen og studere hvordan gassen beveger seg opp gjennom løsmassene. Teststedet har ikke en kappebergart som hindrer CO₂ å bevege seg opp mot overflaten, i motsetning til en rekke andre slike feltlaboratorier (eksempelvis Longyearbyen). I feltlaboratoriet vil injisert CO₂ sakte sive ut på overflaten. Forskere kan da teste hvor nøyaktige og følsomme eksisterende måle- og overvåkingemetoder er. Grundige forundersøkelser pågår, slik at operasjonene ikke skal gi ulemper for beboerne i området.

SINTEF Petroleumsforskning koordinerer prosjektet, som er bredt sammensatt av en rekke nasjonale og internasjonale forskningsinstitusjoner og selskaper. Prosjektet har et samlet budsjett på 94 mill. kroner, hvorav CLIMIT-programmets støtte utgjør om lag 50 mill. kroner.

Longyearbyen, Svalbard

Universitetssenteret på Svalbard (UNIS) leder et laboratorium hvor hensikten er å overvåke og

demonstrere lagring av CO₂. Svalbard har en geologi som har store likheter med den på norsk sokkel. Prosjektet vil derfor kunne gi nyttig kunnskap om lagringsforhold og metoder og risiko knyttet til lekkasjer i undergrunnen relevant for norsk sokkel. Et første steg for CO₂-laboratoriet har vært å identifisere egnede geologiske formasjoner der CO₂ kan lagres. Tre brønner ble boret i 2007 og 2008 som ga prøver av reservoaret og forseglingsbergarten, og verifiserte forseglingen av reservoaret. En fjerde brønn ble boret i 2009 for å verifisere lagringsmulighetene i sandsteinene. Injiseringsgraden ble verifisert gjennom utvidet testing ved injeksjon av vann i 2010. I neste treårsperiode (2011–2013) er målet å:

- studere reservoarkvalitetene (muligheter for injeksjon, permeabilitet, sprekkdannelser, lekkasjer og geokjemiske reaksjoner) ved hjelp av vanninjeksjon og labbaserte forsøk med CO₂-injeksjon
- studere havbunnen, permafrost og vegetasjon
- utvikle et internasjonalt nettverk av partnere med tilsvarende prosjekter andre steder

Prosjektet er et samarbeidsprosjekt mellom en rekke norske forskningsinstitusjoner og mottar betydelig finansiell støtte fra industrien. Prosjektet har så langt et totalbudsjett på om lag 43 mill. kroner, hvorav støtte fra CLIMIT-programmet utgjør om lag 15 mill. kroner.

ringspotensialet, og har betydning for kommersielle aktørers vurderinger på området.

5.3 Forskningscentre for miljøvennlig energi

I 2009 ble det opprettet åtte Forskningscentre for miljøvennlig energi (FME). Sentrene skal gi økt kunnskap og kompetanse på prioriterte forskningsområder innenfor energisektoren. To av FMEene er innenfor CO₂-håndtering (se boks 5.3). Det ene (BIGCCS) skal forske på hele verdikjeden fra fangst, transport til lagring av CO₂. Det andre (SUCCESS) skal ha fokus hovedsakelig på

lagring. De to sentrene mottar henholdsvis 20 og 10 mill. kroner hvert år i åtte år i støtte fra Norges forskningsråd. Støtten utgjør maksimalt 50 prosent av sentrenes totalbudsjett. Resten dekkes av forskningsinstituttene og av næringslivspartnerne. Sentrene bygger på den kunnskap som er bygget opp gjennom FoU-prosjekter støttet av CLIMIT.

I februar 2011 ble det opprettet tre nye FMEer innenfor samfunnsvitenskaplig energi- og klimaforskning. Sentrene skal ha en samfunnsvitenskapelig tilnærming til de energi- og klimapolitiske utfordringene og skal gi økt kunnskap om økonomi, innovasjon, markeder og samspillet mellom teknologi og samfunn. Forskningscentrene vil

bestå av ledende samfunnsfaglige forskningsmiljøer i partnerskap med offentlige og private energiaktører. Sentrene får til sammen 26 mill. kroner hvert år i åtte år i støtte fra Norges forskningsråd.

De tre sentrene er:

- Centre for Sustainable Energy Studies (CENSES), ledet av NTNU
- Strategic Challenges in International Climate and Energy Policy (CICEP), ledet av CICERO

- Oslo Center for Research on Environmentally Friendly Energy (CREE), ledet av Frischsenteret.

Satsingen gjennom forskningssentrene og CLIMIT vil bidra til rekruttering og utvikling av spisskompetanse og en bred, nasjonal kunnskapsbase som grunnlag for den norske satsingen på CO₂-håndtering.

Boks 5.3 Forskningssentre for miljøvennlig energi (FME) innenfor CO₂-håndtering

BIGCCS

BIGCCS er et FME som ledes av SINTEF Energiforskning AS. Senteret har et bredt spekter av samarbeidspartnere og betydelig industristøtte. Innenfor fangst forskes det på CO₂-separasjon, høytemperatur membraner, hydrogenforbrenning (pre-combustion), oksygenforbrenning, resirkulering av røykgass, anvendelser innen prosessindustri og på plattformer til havs. Innen transport har BIGCCS aktiviteter innen pålitelighet av rørledninger og egenskaper til gassblandinger som kan transporteres i rørene. Innenfor lagring er fokuset på kvalifisering og styring av lagringsformasjoner, oppførsel til CO₂ i lager og overvåkingsmetoder. BIGCCS ser også på økonomi og rammebetingelser for hele kjeden og har utstrakt samarbeid med academia innen utdanning av PhD-kandidater.

SUCCESS

SUCCESS (Subsurface CO₂ Storage Critical Elements and Superior Strategy) ser på problemstillinger knyttet til lagring av CO₂. Senteret ledes av Christian Michelsens Institutt (CMR), som samarbeider med sentrale universiteter og institutter, og med industristøtte fra fem store energiselskaper. Formålet er å frembringe en grundig vitenskapelig basis for injeksjon, lagring og overvåking av CO₂ i geologiske formasjoner, fylle kunnskapsgap og gi opplæring og kompetanseoppbygging innen CO₂-lagring. Senteret har aktiviteter innen geokarakterisering, strømning i CO₂-lagre, forsegling, overvåking, effekter av CO₂-lekkasje til det marine miljø og operasjon og drift av CO₂-lagre. Det er også opprettet en CO₂-skole.

6 CO₂-håndtering internasjonalt

Det internasjonale energibyrådet (IEA) og FNs klimapanel peker på at CO₂-håndtering vil være et sentralt tiltak i utviklingen mot lavere klimagassutslipp. Dette forutsetter at en rekke land satser på teknologi- og kompetanseutvikling og utvikler prosjekter for CO₂-håndtering. Ved å bygge på våre erfaringer fra Sleipner- og Snøhvitprosjektene, satsing på FoU og ved å være tidlig ute med fangst av CO₂ fra avgasser fra kraftverk, ønsker Norge å bidra til teknologiutvikling, læring og derigjennom reduserte kostnader på sikt. Erfaringsoverføring fra norske prosjekter til andre land vil bidra til å fremme CO₂-håndtering internasjonalt. Samtidig bidrar deltakelse i internasjonalt samarbeid til å styrke kompetanseoppbyggingen hos norsk industri, forskningsmiljøer og myndigheter.

Kapitlet gir en oversikt over CO₂-håndtering internasjonalt, og Norges plass i dette bildet. Kapittel 6.1 beskriver regjeringens handlingsplan for det internasjonale arbeidet med CO₂-håndtering, samt noen viktige internasjonale samarbeidsfora. Status for fullskala CO₂-håndteringsprosjekter og pilotanlegg beskrives i henholdsvis kapittel 6.2 og 6.3. I kapittel 6.4 presenteres internasjonal FoU-aktivitet på området.

6.1 Handlingsplan for det internasjonale arbeidet med fangst og lagring av CO₂

I henhold til klimaforliket, la regjeringen i 2008 frem en handlingsplan for det internasjonale arbeidet for å fremme fangst og lagring av CO₂ som klimatiltak. Olje- og energidepartementet er ansvarlig for koordineringen, og flere departementer samt utenriksstasjonene deltar aktivt i oppfølgingen av handlingsplanen. Hovedmålsettingen er raskere utbredelse og bruk av fangst og lagring av CO₂ internasjonalt. I regjeringsplattformen understreker regjeringen at den vil intensivere arbeidet med å være et foregangsland for internasjonal aksept for fangst og lagring av CO₂ som et nødvendig klimatiltak.

En sentral utfordring er å skape forståelse for det store potensialet for utslippsreduksjoner som

CO₂-håndtering representerer. Demonstrasjon av teknologien gjennom flere prosjekter i en rekke land vil være viktig for å oppnå økt kunnskap og forståelse. Det er imidlertid knapphet på insentiver for å utløse pilot- eller fullskalaprojekter på verdensbasis. Dersom et tilstrekkelig antall slike prosjekter skal iverksettes internasjonalt, er det nødvendig å etablere insentiver.

Erfaringsoverføring fra norske lagringsprosjekter er et viktig bidrag i arbeidet med å fremme CO₂-fangst og -lagring internasjonalt. Etter hvert vil også erfaringene fra teknologisenteret på Mongstad og fullskala fangst på Mongstad være viktige bidrag i oppfølgingen av handlingsplanen. Regjeringens visjon er at teknologien som blir utviklet på dette området i Norge, skal bidra til betydelige reduksjoner i CO₂-utslipp også utenfor Norge.

Handlingsplanen inneholder et sett av aksjonspunkter på kort og lang sikt. Prioriterte oppgaver på kort sikt er å øke forståelsen av CO₂-håndtering som et klimatiltak, bidra til å heve andre lands myndigheter og andre aktuelle aktørers kompetanse med hensyn til nødvendig regulering og tilrettelegging for CO₂-håndtering, fremme samarbeid om utvikling av rammer og regelverk for transport og lagring av CO₂ og medvirke til samarbeid om lagring av allerede utskilt CO₂. På mellomlang sikt bør prosjekter for lagring av eksisterende utslipp hvor CO₂ allerede er utskilt og pilot- og demonstrasjonsprosjekter for fangst og lagring av CO₂ fra kraftproduksjon, vurderes. På lang sikt bør det fokuseres på overføring av kunnskap og erfaring fra de norske prosjektene for fangst og lagring av CO₂.

Det er iverksatt en rekke regionale og internasjonale initiativ hvor Norge deltar aktivt. Norge deltar blant annet i North Sea Basin Task Force, Verdensbankens fond for kapasitetsbygging på CO₂-fangst og -lagring, Carbon Sequestration Leadership Forum, The 4-Kingdom Initiative og Det globale instituttet for fangst og lagring av CO₂. Norge samarbeider også nært med EU om utvikling av rammer og regelverk for sikker fangst og lagring av CO₂. Norge deltar sammen med Europakommisjonen og Storbritannia i prosjektet Near

Boks 6.1 Samarbeid om CO₂-håndtering

Verdensbankes fond for kapasitetsbygging på CCS i utviklingsland

I 2009 bidro Norge som største giver til etableringen av Verdensbankens fond for kapasitetsbygging på CO₂-fangst og -lagring. Fondet skal bidra til å styrke utviklingslands muligheter til å fremme økonomisk vekst med lave CO₂-utslipp gjennom teknologisamarbeid som fremmer bruk av CO₂-håndteringsteknologier i industri og kraftsektor. Støtten på 53 millioner kroner (hovedsakelig bistandsmidler) vil bidra til å styrke teknologisamarbeidet mellom industri- og utviklingsland.

Carbon Sequestration Leadership Forum

Carbon Sequestration Leadership Forum (CSLF) består av 23 medlemsland inklusiv Europakommisjonen, og fremstår i dag som en av de viktigste arenaene for fremme av fangst og lagring av CO₂. CSLF har en policygruppe og en teknisk gruppe. Den tekniske gruppen er ledet av Norge.

Det globale instituttet for fangst og lagring av CO₂

Det globale instituttet for fangst og lagring av CO₂ (Global Carbon Capture and Storage Institute – GCCSI) ble opprettet etter et initiativ fra australske myndigheter. Målsettingen til instituttet er å bidra til en raskere spredning av teknologi for fangst og lagring av CO₂ internasjonalt. Olje- og energidepartementet er medeier i instituttet. Eierskapet følger av en MOU (Memorandum of Understanding) med Australia, og er et ledd i oppfølgingen av handlingsplanen for fangst og lagring av CO₂ internasjonalt.

North Sea Basin Task Force

I 2005 ble det etablert et norsk-britisk samarbeid om fangst og lagring av CO₂. Et viktig utfall av samarbeidet var etableringen av North Sea Basin Task Force. I 2008 ble Nederland og Tyskland inkludert. Formålet er å utarbeide felles prinsipper for sikker transport og lagring av CO₂ i Nordsjøbassenget. Myndigheter og industri fra de fire landene deltar. Hittil har North Sea Basin Task Force utarbeidet to rapporter og er i ferd med å utarbeide den tredje.

Zero Emission Coal i Kina. I tillegg samarbeider Norge med internasjonale organisasjoner som Det internasjonale energibyrået (IEA) og United Nations Industrial Development Organisation (UNIDO).

Norge har i klimaforhandlingene arbeidet for at det må legges til rette for at teknologi kan spres og implementeres på en effektiv og miljømessig forsvarlig måte. Derfor har det fra norsk side vært arbeidet for å få godkjent CO₂-håndtering som prosjektaktiviteter under Den grønne utviklingsmekanismen (CDM) under Kyotoprotokollen. I Cancún ble det enighet om å åpne for en slik mulighet. Dette er viktig både for å skape økonomiske insentiver til prosjekter og regelverk som sikrer en felles og høy miljømessig standard på prosjekter i utviklingsland. I tillegg har Norge foreslått at det etableres en egen mekanisme for CO₂-lagring under Klimakonvensjonen.

Det ble i handlingsplanen foretatt en prioritering av viktige utslippsland hvor regjeringen ønsker en særskilt innsats innen CO₂-håndtering.

Dette gjelder Kina, Indonesia, Gulfstatene (Saudi-Arabia, Kuwait, Qatar og De forente arabiske emirater), og det sørlige Afrika. Samtidig har det vokst frem nye muligheter for å bidra til CO₂-håndtering etter at handlingsplanen ble fremlagt, bl.a. gjennom EØS-finansieringsmidler til utvalgte EU-land som for eksempel Polen.

6.2 Storskalaprosjekter internasjonalt

Det internasjonale energibyrået (IEA) og Carbon Sequestration Leadership Forum (CSLF), i samarbeid med Det globale instituttet for fangst og lagring av CO₂, gjennomførte en kartlegging av pågående og planlagte CO₂-håndteringsprosjekter for G8s møte i Canada i 2010. Kartleggingen omfatter 80 storskala⁵ CO₂-håndteringsprosjekter,

⁵ Storskala er definert som minst én million tonn CO₂ fanget fra kullkraftverk eller minst en halv million tonn CO₂ fanget fra industrielle prosesser.

Tabell 6.1 Storskala CO₂-håndteringsprosjekter i drift

Prosjekt	Land	CO ₂ -kilde	Fangst-teknologi	Lagrer mtonn/år	Start
Rangely Weber Sand Unit CO ₂ -injection Project*	USA	CO ₂ skilles ut fra naturgass	Selexol ¹	1,0	1986
Sleipner	Norge	CO ₂ skilles ut fra naturgass	Aminer	1,0	1996
Sharon Ridge EOR*	USA	CO ₂ skilles ut fra naturgass		1,3	1999
Wayburn-Midale*	USA/ Canada	CO ₂ skilles ut som et biprodukt ved gassifisering av kull	Pre-combustion	2,4	2000
Coffeyville Resources Nitrogen Fertilizer Plant*	USA	CO ₂ skilles ut som en del av produksjonen av kunstgjødsel	Pre-combustion	0,6	2000
Enid Fertilizer*	USA	CO ₂ skilles ut som en del av produksjon av kunstgjødsel	Pre-combustion	0,7	2003
Salt Creek EOR*	USA	CO ₂ skilles fra naturgass	Selexol	2,4	2004
Snøhvit	Norge	Skilles ut CO ₂ fra naturgass	Aminer	0,7	2007
In Salah	Algerie	Skilles ut CO ₂ fra naturgass	Aminer	1,2	2007

*CO₂ brukes til økt oljeutvinning.

¹ Selexol er en type solvent for fangst av CO₂.

og er den mest omfattende analyse som er gjennomført til nå.

Prosjektene har ulike CO₂-kilder, fangstteknologier og ulik anvendelse av fanget CO₂. Hoveddelen av prosjektene er i kraftsektoren, og knyttet til kullkraft. I tillegg er det prosjekter tilknyttet industrielle prosesser, som gassprosessering tilsvarende Sleipner og Snøhvit. I følge oversikten er det kun få prosjekter innen CO₂-fangst knyttet til gasskraftverk under planlegging⁶. Fullskalaanlegget på Mongstad er derfor et viktig prosjekt på verdensbasis for å utvikle CO₂-håndtering på gasskraftverk. 40 prosent av prosjektene planlegges å bruke fanget CO₂ til økt utvinning av petroleum. Sju av prosjektene er i utviklingsland (inkludert Kina), de øvrige er hovedsakelig i USA, EU, Australia, Canada, Japan, Norge og Sør-Korea.

Prosjektene er inndelt etter hvor langt i beslutningsprosessen prosjektene er kommet. Det er ni storskala-prosjekter i drift i verden. Prosjektene er listet i tabell 6.1. I seks av prosjektene brukes CO₂ til økt oljeutvinning. Fem av prosjektene har etablert rutiner og systemer for å overvåke lagret CO₂. Det gjelder Rangely Weber Sand Unit i USA,

Weyburn-Midale i Canada, In Salah i Algerie og Sleipner og Snøhvit i Norge.

To prosjekter er i følge studien besluttet utbygd. Det ene er et prosjekt i Texas i USA hvor CO₂ skal skilles ut fra naturgass og anvendes til økt oljeutvinning. Det andre er Gorgonprosjektet i Australia hvor CO₂ skilles ut fra naturgasstrømmen og naturgassen kjøles ned for transport i skip. Dette er tilsvarende Snøhvitprosjektet i Norge. Det norske Gudrunprosjektet, som ble vedtatt utbygd av Stortinget våren 2010, er for lite til å kvalifisere til IEA/CSLFs definisjon av storskala.

21 prosjekter har i følge studien definert utbyggingskonsept og er i gang med mulighetsstudier. Av disse er 15 CO₂-fangst fra kullkraftverk og seks fra industrielle prosesser.

På lik linje med andre prosjekter i planleggingsfasen, er det betydelig usikkerhet knyttet til fremdrift og gjennomføring av prosjektene i studien, men alle skal i følge opplysninger oppgitt til IEA/CSLF være planlagt satt i drift senest i 2020. For 59 av prosjektene er planlagt idriftsettelse oppgitt til innen 2015.

I analysen av status internasjonalt fremkommer det tydelig at det er CO₂-håndtering i petroleumsindustrien og da spesielt gassprosessering som er mest moden, teknologisk og kommersielt.

⁶ Masdar i De forente arabiske emirater og Peterhead i Storbritannia.

Her viser de norske erfaringene med Snøhvit og Sleipner at det kan være tilstrekkelig med en pris på CO₂ for at CO₂-håndtering skal være kommersielt attraktivt.

EU har, i likhet med Norge, en ambisiøs CO₂-håndteringspolitikk. Den overordnede målsettingen er at fangst og lagring av CO₂ skal bli et kommersielt attraktivt klimatiltak så raskt som mulig og innen 2020. EU har en bred tilnærming for å nå dette. De har utviklet felles lovverk, tilpasset sitt kvotesystem, endret reglene for statsstøtte til miljøformål og etablert støttesystemer for en overgangperiode. EU-landene har en felles målsetting om å realisere opp til tolv storskala demonstrasjonsanlegg innen 2015.

Det er bred enighet om at de første prosjektene vil være avhengig av finansiell støtte fra myndigheter. EU har derfor etablert flere økonomiske støttesystemer.

European Energy Programme for Recovery

I EUs European Energy Programme for Recovery (EEPR), vedtatt i desember 2008, ble det øremerket 1 milliard Euro til støtte av CO₂-håndteringsprosjekter.

I desember 2009 godkjente EU-kommisjonen støtte til seks prosjekter – ett prosjekt i hvert av landene Italia, Nederland, Polen, Spania, Storbritannia og Tyskland. Støtten varierer fra 100 til 180 millioner Euro per prosjekt.

EU-kommisjonen har etablert Det europeiske nettverket for demonstrasjonsprosjekter innen fangst og lagring av CO₂. Nettverket koordineres av Det Norske Veritas. Prosjekter som får støtte fra EEPR forutsettes å delta i nettverket og dele informasjon knyttet til teknologiutvikling og prosjektfremgang. Nettverket skal bidra til best mulig flyt av informasjon og kunnskapsdeling, og samtidig styrke det sivile samfunns forståelse av potensialet ved CO₂-håndtering.

Kvoteresserven for demonstrasjonsprosjekter innen fangst og lagring av CO₂ og innovative prosjekter innen fornybar energi (NER 300)

Under EUs kvotesystem er det, i henhold til revidert kvotedirektiv for perioden 2013-2020, satt av en kvoteresserve på 300 millioner kvoter som skal bidra til å finansiere demonstrasjonsprosjekter innen fangst og lagring av CO₂ og innovative prosjekter innen fornybar energi. Kvoteresserven kalles «New Entrants Reserve 300» (NER300).

Kvoteresserven er et finansielt instrument som skal stimulere til realisering av prosjekter. Mid-

lene kommer fra salget av de 300 millioner kvotene. Størrelsen på finansieringen vil derfor avhenge av kvoteprisen på det tidspunktet hvor kvotene selges.

Midler fra kvoteresserven vil kunne dekke inntil 50 prosent av de relevante kostnadene ved hvert enkelt prosjekt. Dersom et CO₂-håndteringsprosjekt også har fått støtte fra EEPR, vil støtten reduseres med beløpet som er tildelt fra EEPR.

Det skal gjennomføres to utlysingsrunder. Den første utlysningen fant sted i november 2010. Den andre utlysningen skal etter planen finne sted i 2013. Prosjektene som får innvilget støtte må være operative innen henholdsvis 2015 og 2017. Det er et uttrykt ønske om å tildele støtte til prosjekter som representerer spredning av teknologi. Det legges opp til at minst åtte prosjekter for fangst og lagring av CO₂ får støtte, i tillegg til 34 prosjekter innen innovativ fornybar energi.

EØS-finansieringsordningene

EØS-finansieringsordningene ble opprettet da EØS ble utvidet med ti nye land i mai 2004 – Polen, Ungarn, Tsjekkia, Slovakia, Litauen, Latvia, Estland, Slovenia, Kypros og Malta. Ordningene ble utvidet i 2007 til også å omfatte Romania og Bulgaria.

I desember 2009 signerte EØS/EFTA-landene Norge, Island og Liechtenstein en ny avtale med EU om bidrag til sosial og økonomisk utjevning og samarbeid i Europa for perioden 2009-2014. Norge vil bidra med nær 3 milliarder kroner (347 millioner euro) per år. Mottakere er de tolv nyeste EU-landene pluss Portugal, Hellas og Spania.

Dette er to støtteordninger, hvorav én felles EØS-ordning, og én norsk ordning. Fangst og lagring av CO₂ er et av satsningsområdene i den norske ordningen. 160 millioner Euro er øremerket CO₂-håndteringsprosjekter i mottakerlandene. Norge vil på denne måten kunne bidra til å realisere slike prosjekter i mottakerlandene, og derigjennom bidra til at EU kan nå målet om opp til tolv demonstrasjonsprosjekter innen 2015.

6.3 Pilotanlegg internasjonalt

Det finnes en rekke mindre CO₂-håndteringsanlegg internasjonalt som primært er for forsknings- og demonstrasjonsformål. For planlagte prosjekter er det usikkerhet om tidsplaner, kapasitet og

Tabell 6.2 Anlegg sammenlignbare med CO₂ Technology Centre Mongstad (TCM)

Prosjektnavn	Deltakere	Land	CO ₂ -kilde	Fangst-teknologi	Kapasitet ktonn/år	Start	Status
Ferrybridge	Scottish & Southern Vattenfall Doosan & Babcock	UK	Kull	Aminer	36	2012	Under bygging
Enel Brindisi	Enel ENI	Italia	Kull	Aminer	20	2010	I drift
AEP Mountaineer	American- El Power Alstom	USA	Kull	Nedkjølt ammoniakk	100	2009	I drift
Plant Barry	Southern- Company Mitsubishi	USA	Kull	Aminer	100	2011	Under bygging
Huaneng Shanghai	Huaneng	Kina	Kull	Aminer	120	2009	I drift

fremdrift. Anleggene finnes i svært ulik størrelse, behandler ulike gasstrømmer og har ulikt formål.

Tabell 6.2 viser anlegg som er sammenlignbare med teknologisenteret på Mongstad med hensyn til fangstkapasitet, fangstteknologi og prosjektstatus.

Det finnes også andre anlegg med lignende størrelser, men som benytter andre teknologier. Tabell 6.3 viser noen eksempler.

Ved teknologisenteret vil man kunne teste forskjellige fangstteknologier for etterforbrenning med røykgasskilder. Slik planen er i dag inkluderer teknologisenteret en aminprosess og en ammoniakkprosess, men det er plass til flere teknologier i fremtiden, jf kapittel 3.2. Røykgasstilførselen er fleksibel ved at det er direkte tilgang på to kilder fra henholdsvis gasskraftverket og raffineri samt at røykgassen fra gasskraftverket

kan berikes med allerede fanget CO₂. Dette gir muligheter for å utforske CO₂-fangstteknologier som kan passe for både kull- og gassfyrte kraftverk, så vel som raffineri og annen industriell virksomhet. Dette gjør teknologisenteret til et unikt anlegg i verdenssammenheng.

6.4 Forskning og teknologiutvikling internasjonalt

Det pågår omfattende forskning og teknologiutvikling på CO₂-håndtering i mange land. De mest fremtredende landene og regionene for forskning på CO₂-håndtering omfatter USA, Canada, EU, Tyskland, Storbritannia, Norge, Nederland, Australia, Japan og Kina. Aktiviteten er økende i land som lenge har forsket på temaet, samtidig som

Tabell 6.3 Eksempler på anlegg med andre CO₂-fangstteknologier enn TCM

Prosjektnavn	Deltakere	Land	CO ₂ -kilde	Fangst-teknologi	Kapasitet ktonn/år	Start	Status
Schwartze Pumpe	Vattenfall	Tyskland	Kull	Oxy fuel	80	2008	I drift
Compostilla	Endesa CIUDEN	Spania	Kull	Oxy fuel	80	2011	Under bygging
Lacq	Total	Frankrike	Gass	Oxy fuel	60	2009	I drift
Staudinger	EoN Siemens	Tyskland	Kull	Aminosyresalter	0,25	2009	I drift

stadig flere land starter med forskningsaktiviteter på CO₂-håndtering.

Etter flere år med internasjonal forskning på CO₂-håndtering, er det bred enighet blant forskere og industrien at et naturlig neste steg er å demonstrere teknologien i stor skala. Dette reflekteres i pågående forskning. Forskningen kan deles i to hovedgrupper:

- Forskning på forbedring av eksisterende teknologi. Dette omfatter forskning som vil være relevant for de første demonstrasjonsanlegg som bygges.
- Langsiktig forskning for å frembringe neste generasjons teknologi. Dette omfatter forskning for å frembringe ny teknologi for CO₂-håndtering som kan være aktuell etter 2020.

Landene tilpasser sin forskning til egne behov. Kraftsektoren i mange land er i stor grad basert på kullkraft, og disse landene retter derfor innsatsen mot utvikling av fangstteknologi knyttet til kullkraft. Globalt er det langt større forskningsaktivitet på utvikling av fangstteknologi for kullkraftverk enn for gasskraftverk. Den norske forskningsaktiviteten retter seg mer mot gasskraftverk enn kull, og kompletterer derfor internasjonal forskning.

Kraftproduksjon fra gasskraftverk gir CO₂-utslipp som er mindre enn halvparten av kullkraftproduksjon. Land som har mye kullkraftproduksjon kan oppnå betydelige utslippsreduksjoner de nærmeste årene ved å erstatte kullkraft med gasskraft. CO₂-håndtering på gasskraft gjør det mulig å redusere CO₂-utslippene ytterligere på sikt. Den norske satsingen gjennom CLIMIT, teknologisenteret og fullskala CO₂-fangst på Mongstad, utgjør viktige bidrag i denne sammenhengen.

For å realisere det langsiktige potensialet for CO₂-håndtering må teknologien tas i bruk for industrielle kilder som sementfabrikker, stålverk, aluminiumsverk og raffinerier. Det er derfor et globalt behov for forskning på rensing av industrielle kilder. Med utvidelse av CLIMITs mandat til å inkludere industrielle kilder, har Norge posisjonert seg for en slik satsing.

Norske aktører har de senere årene bygd opp en betydelig kompetanse på CO₂-lagring, og norske miljøer innen lagring har høy anseelse internasjonalt. Denne posisjonen er det viktig å videreutvikle, spesielt for å kunne kapitalisere den store lagringskapasiteten som finnes på norsk sokkel.

EUs Strategic Energy Technology Plan

Strategic Energy Technology Plan (SET-planen) av 22.11.07 er teknologipilaren i EUs «energi- og klimapakke». Utgangspunktet for planen er at lavutslippsteknologier vil spille en avgjørende rolle for å nå EUs energi- og klimamål. Hensikten med SET-planen er å akselerere utviklingen og implementeringen av disse teknologiene. Norge deltar i dette arbeidet.

Det skal innenfor prioriterte teknologiområder i SET-planen etableres European Industrial Initiatives (EII), der industrien sammen med forskningsmiljøer kan konsentrere innsatsen om nøkkelutfordringer og flaskehalsar knyttet til utvikling av nye energiteknologier og foreslå konkrete handlinger for perioden 2010-2020. Det er etablert et eget industriinitiativ på CO₂-håndtering.

Det er også innenfor SET-planen etablert en European Energy Research Alliance (EERA), et samarbeid mellom utvalgte nasjonale forskningsinstitutter, slik at man sammen kan identifisere og implementere felles programmer.

EUs 7. rammeprogram for forskning

EUs 7. rammeprogram for forskning, teknologisk utvikling og demonstrasjonsaktiviteter for årene 2007-2013 (FP7) står sentralt i SET-planen. Innenfor energidelen av FP7 gir programmet støtte til utvikling og demonstrasjon av teknologier knyttet til fornybare energikilder, energieffektivisering, effektivt energisystem, renere kullkraft og CO₂-fangst og -lagring. Norge deltar gjennom EØS-avtalen som fullverdig medlem av FP7 og er i rammeprogrammets energikomité representert ved Olje- og energidepartementet og Norges forskningsråd. Energikomitéen beslutter innholdet i arbeidsprogrammene for de ulike budsjettårene. Arbeidsprogrammet er førende for de årlige prosjektutlysningene. «CO₂ capture and storage technologies for zero emission power generation» er en av ti hovedaktiviteter innenfor arbeidsprogrammet.

IEA

IEA utarbeider sentrale analyser av status, utfordringer og fremtidige utviklingstrekk for CO₂-håndtering og er en viktig arena for internasjonalt FoU-samarbeid.

IEAs Working Party for Fossil Fuels, WFFF, er en styringskomité for teknologispørsmål og teknologisamarbeid rettet mot fossile energibærere.

Komiteén ledes av Norge. WFFF har initiert et internasjonalt nettverk basert på erfaringsutveksling mellom ledende CO₂-håndteringsprosjekter. Teknologisenteret på Mongstad er pekt ut som et av prosjektene i nettverket. Siktemålet er å etablere et ledende tverregionalt nettverk for utveksling av tekniske og andre utfordringer og erfaringer knyttet til testing og operasjon av storskala CO₂-håndteringsanlegg.

Samarbeidsavtalen IEA Greenhouse Gas Implementing Agreement under WFFF arbeider med forsknings- og utredningsrettede analyser av fangst og lagring av CO₂. Gjennom programmet studeres og evalueres teknologier som kan bidra til å redusere utslipp av klimagasser fra bruk av fossilt brensel. Programmet gir informasjon til medlemslandene om rollen teknologi kan ha for å redusere utslippet av klimagasser. Norge er ett av 19 medlemsland i avtalen, i tillegg til EU-kommisjonen og OPEC.

6.4.1 Eksempler på FoU i USA, Tyskland og Storbritannia

USA

Nasjonale forskningsprogram på CO₂-håndtering i USA administreres av Department of Energy (DoE). I USA har det vært en betydelig økning i offentlige midler til forskning på CO₂-håndtering de senere årene. Tilgjengelige midler ble mer enn doblet fra 2006 til 2010. I 2010 var budsjettet på over 150 mill.USD.

Forskningen på CO₂-håndtering er motivert ut fra et mål om at USA skal ha forutsigbar og rikelig tilgang på energi fra fossile brensler i en fremtid hvor det kan bli restriksjoner på CO₂-utslipp. USA er i stor grad avhengig av kull, og forskning på CO₂-fangst er derfor primært rettet inn mot kullkraftverk med CO₂-håndtering.

USA har en bred FoU-satsing innen CO₂-fangst. Både post- og pre-combustion CO₂-fangst og oxyfuel fangstteknologier er godt representert i forskningsporteføljen. Det legges vekt på å støtte langsiktig forskning rettet mot helt nye teknologier, mens forskning på de mest markedsnære teknologiene i betydelig grad overlates til leverandørindustrien.

DoE har de siste årene økt budsjettene til forskning på CO₂-lagring langt mer enn forskning på fangstteknologier. Aktivitetene på lagring er i stor grad knyttet opp mot de såkalte *Carbon Sequestration Regional Partnerships* som er opprettet av DoE. Dette er regionale nettverk som skal utvikle teknologi, infrastruktur og reguleringer som kan bane vei for storskala CO₂-lagring.

Tyskland

Offentlige midler til forskning på fangstteknologier i Tyskland er administrert gjennom COORETEC-programmet. Programmet er etablert av *Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie* (BMW) for å blant annet utvikle fossilt fyrte kraftverk med CO₂-håndtering.

COORETEC-programmet er basert på to strategiske hovedprioriteringer:

- Utvikle teknologi som øker kraftverkens effektivitet.
- Utvikle teknologi for fangst, transport og trygg lagring av CO₂.

COORETEC hadde i 2009 et budsjett på i størrelsesorden 140 millioner euro. Om lag 40 prosent av budsjettet var allokert til prosjekter på forbedring av effektivitet i kraftverk. Om lag like stor andel av budsjettet gikk til CO₂-fangstprosjekter. Det er betydelig mer aktivitet på oxyfuel og pre-combustion CO₂-fangst enn på post-combustion CO₂-fangst. Tyskland har også et eget program på CO₂-lagring.

Tyskland har hatt en betydelig økning i offentlige midler til forskning på CO₂-håndtering de siste årene. COORETEC-programmets budsjett ble økt med 80 prosent fra 2007 til 2009.

Storbritannia

Programmet *Carbon Abatement Technology* (CAT) har et budsjett i størrelsesorden 50 millioner pund, primært til støtte for demonstrasjonsprosjekter innen «clean coal»-teknologier og CO₂-håndtering. Støtte til forskning på CO₂-håndtering utgjorde 15 millioner pund i 2008. Programmet støtter prosjekter innen både fangst og lagring av CO₂.

Det er etablert nasjonale sentre for forskning på CO₂-håndtering:

- *Scottish Centre for Carbon Storage* (SCCS) er etablert ved Universitetet i Edinburgh. Dette senteret har den største gruppen av eksperter på CO₂-lagring i Storbritannia, og 65 forskere deltar i senteret.
- *The National Centre for Carbon Capture and Storage* (NCCS) er etablert av *Universitetet i Nottingham* og *British Geological Survey* som begge besitter betydelig forskningskompetanse innen CO₂-håndtering. NCCS representerer en koordinert forskningssatsing der eksperter fra to av Storbritannias fremste miljøer på forskning innen CO₂-håndtering samarbeider om sentrale forskningsoppgaver.

6.4.2 Laboratorier internasjonalt

Økt forskningsaktivitet internasjonalt har medført at det etableres en rekke laboratorier innen fangst og lagring av CO₂. Samarbeid mellom laboratorier vil bli viktig fremover for å koordinere forskningsinnsatsen og for å maksimere utbyttet av offentlige forskningsmidler.

Et eksempel på samarbeid mellom CCS-relevante laboratorier er det europeiske prosjektet ECCSEL. Formålet er å etablere en felles europeisk infrastruktur for CO₂-håndteringslaboratorier. Prosjektet startet i januar 2011 med deltakelse fra ti europeiske land. Prosjektet ledes av NTNU. Den første fasen, som går over to år, er en forberedelsesfase, hvor hensikten er å etablere en juridisk og finansiell struktur.

Realisering av ECCSEL kan gi den nasjonale og europeiske forskningen på CO₂-håndtering et betydelig løft. Lokalisering av hoveddelen av laboratoriene i Trondheim og tilhørende norsk vertskapsrolle vil kunne bidra vesentlig til oppbygging av kunnskap som vil tjene satsingen på CO₂-håndtering og bidra til at Norge vil være langt fremme i

forskningen globalt. Det vil også være viktig å se på mulige synergier og kunnskapsoverføring mellom ECCSEL og TCM.

Det finnes flere relevante laboratorier i Europa enn de som er aktuelle for ECCSEL, for eksempel CO₂-lagringsprosjektet ved Ketzin i Tyskland. I tillegg finnes det viktige laboratorier flere andre steder i verden. I USA er det blant annet flere laboratorier på CO₂-lagring knyttet til de regionale partnerskapene. Canada har også etablert laboratorier, mange av dem ledet av myndighetene i Saskatchewan og *Petroleum Technology Research Centre* (PTRC). I Australia har forskningsinstituttet CSIRO etablert laboratorier på post-combustion fangst fra kullkraft, og *Cooperative Research Centre for Greenhouse Gas Technologies* (CO₂CRC) har etablert laboratorier i forbindelse med Gorgon-prosjektet, jf kapittel 6.2. Japan har flere laboratorier, blant annet har Mitsubishi laboratorier for post-combustion CO₂-fangst. Kina har de senere år lansert mange aktiviteter innen CO₂-håndtering, og landet er i ferd med å bli en svært sentral aktør.

7 Økonomiske og administrative konsekvenser

Siktemålet med denne meldingen er å gi en redegjørelse for arbeidet med CO₂-håndtering i Norge og andre land. Arbeidet med prosjektene på Mongstad står sentralt i regjeringens energi- og klimapolitikk. Regjeringen ønsker å bidra til at CO₂-håndtering kan få bred anvendelse som et effektivt klimatiltak, og er derfor opptatt av at fangst og lagring av CO₂ skjer til lavest mulig kostnad.

Miljøverndepartementets utslippstillatelse av 2006, med tilhørende endringer, og gjennomføringsavtalen mellom staten og Statoil danner utgangspunktet for etableringen av anlegg for fangst og lagring av CO₂ fra Mongstad. Byggingen og driften av teknologiseret for CO₂-fangst (steg 1) og arbeidet med planlegging og forberedelse av fullskalaanlegg på Mongstad (steg 2) er viktige elementer i innsatsen for å utvikle og realisere fangst og lagring av CO₂ i årene som kommer.

7.1 Bygging og drift av teknologiseret for CO₂-fangst

Samarbeidet om å utvikle, bygge, eie og drifte teknologiseret for CO₂-fangst på Mongstad er organisert gjennom en deltakeravtale og teknologiskapet TCM DA, jf. St.prp. nr. 38 (2008-2009) om investering i teknologiseret for CO₂-håndtering på Mongstad og Innst. S. nr. 206 (2008-2009). Statoil er operatør for utbyggingsfasen og rapporterer til det øverste styringsorganet i teknologiskapet, selskapsmøtet. Gassnova representerer staten, og leder selskapsmøtet. Selskapsmøtet utpeker en daglig leder, som har ansvaret for drift og den daglige kontakt med operatøren.

Byggingen av teknologiseret for CO₂-fangst på Mongstad er om lag 70 prosent ferdig, jf. kapittel 3.2. Anlegget vil etter planen stå klart til drift rundt årsskiftet 2011/2012, etterfulgt av en avtalt testperiode på fem år. De samlede byggekostnadene for teknologiseret er i dag anslått til om lag 5,2 mrd. kroner, eks. mva (6,5 mrd. kroner inkl. mva.), jf. Prop. 1 S (2010-2011). Statens

andel av dette utgjør i dag om lag 3,9 mrd. kroner eks. mva. I tillegg kommer kostnader knyttet til driftsforberedelser, foreløpig anslått til om lag 300 mill. kroner for hele utbyggingsfasen. Ved utgangen av 2010 var det utbetalt om lag 1,6 mrd. kroner knyttet til statens andel i prosjektet. TCM DA vedtar oppdatert kostnadsestimat to ganger i året. Regjeringen vil komme tilbake til eventuelle konsekvenser for statens kostnadseksposering i budsjettokumentene til Stortinget.

Utgiftene (investeringer og drift) for etableringen av teknologiseret blir dekket av eierne, og finansieringen blir behandlet som et utlån til TCM DA i investeringsfasen. Utlånet skal betales tilbake til eierne av TCM DA i driftsfasen på fem år, jf. Prop. 44 S (2009-2010). Formålet med modellen er å synliggjøre forretningsforholdene mellom eierne, brukerne og TCM DA. I henhold til deltakeravtalen, skal hver av eierne dekke en andel av eventuelle overskridelser utover forventet kostnad på investeringsbeslutningstidspunktet som tilsvarer deres respektive eierandeler. Statoil skal imidlertid dekke en del av statens andel av eventuelle overskridelser. Denne overskridelsesgarantien omfatter kostnader som knytter seg til hjelpesystemer og infrastruktur ved teknologiseret, jf. Prop. 1 S (2009-2010). Eierne i TCM DA, inkludert staten, skal dekke proporsjonale andeler av overskridelser som knytter seg til selve teknologidelen av teknologiseret.

I henhold til St.prp. nr. 38 og Innst. S. nr. 206 (2008-2009), kan staten, eller den staten utpeker, invitere andre selskaper som medeiere i TCM DA, noe som vil redusere statens andel tilsvarende. Gassnova arbeider med å rekruttere andre industrielle parter med som deleiere i TCM DA. Videre er TCM DA i ferd med å utarbeide en strategi for eventuell etablering av nye teknologiutviklingsprogrammer. Den nærmere organiseringen og betingelsene for inkludering av nye samarbeidspartnere på teknologiseret må avklares når dette blir aktuelt. Regjeringen vil komme tilbake til eventuelle endringer i statens eierandel, eller forslag til aktivitet ved teknologiseret.

7.2 Planleggingen av fullskala CO₂-fangst

Gjennomføringsavtalen og Statoils utslippstillatelse danner rammen for prosjektet hvor staten og Statoil har et felles ansvar, med ulike roller, for å realisere fullskala CO₂-fangst på Mongstad. Statens bidrag er i hovedsak å finansiere CO₂-fangstanlegget, mens Statoil skal være prosjektgjennomfører.

Investeringsgrunnlaget som er under utarbeidelse vil være resultatet av planleggingsarbeidet som skal pågå de kommende årene. Anslag for oppstartstidspunkt og kostnader i den nåværende, tidlige fasen av prosjektet tar utgangspunkt i et begrenset erfaringsgrunnlag og foreløpige estimater. Slike anslag er derfor usikre. Basert på planleggingsarbeidet som til nå er gjennomført, tilsier dagens informasjon et foreløpig, grovt investeringsestimert for fullskala fangst, transport og lagring av CO₂ fra kraftvarmeverket på Mongstad på i størrelsesorden 20-25 mrd. kroner, jf. Prop. 1 S (2010-2011). Blant annet som følge av mer kunnskap om ulike utfordringer knyttet til realisering av fullskala CO₂-fangst, er kostnadsbildet betydelig endret siden inngåelsen av gjennomføringsavtalen i 2006.

På bakgrunn av informasjonen som har fremkommet om behov for økt kunnskap om mulige effekter på helse og miljø ved bruk av aminteknologi, beskrives i denne meldingen en gjennomføringsplan som åpner for alternative teknologier i det videre planleggingsarbeidet, jf. kapittel 3.3. Til nå har planen vært at kvalifisering av aminteknologi skulle pågå i parallell med prosjekteringen av selve CO₂-fangstanlegget. Åpningen for flere teknologier fører isolert sett til at planleggingsarbeidet øker i omfang og kompleksitet. Av hensyn til risikostyring og kostnadskontroll, legges det opp til en prosjektmodell hvor teknologikvalifisering i all hovedsak foregår før forprosjekteringen av selve anlegget på Mongstad. Målsettingen er blant annet å redusere det totale arbeidsomfanget i prosjekteringsfasen og å redusere risikoen for forsinkelser på grunn av teknologiutfordringer. Imidlertid vil anslått varighet av prosjektet forlenges, og dette vil medføre at estimerte planleggingskostnader øker. Dagens informasjon tilsier at regjeringen vil kunne legge frem et samlet beslutningsgrunnlag for Stortinget senest i 2016.

For den tidligere prosjektplanen, som ble redegjort for i forbindelse med revidert nasjonalbudsjett for 2010, ble kostnadene for planleggingen og utarbeidelsen av et investeringsgrunnlag for fullskala CO₂-fangst anslått til i størrelsesor-

den 2,4 mrd. kroner inkl. mva, jf. Prop 1 S (2010-2011). Et fullt oppdatert kostnadsestimat for revidert planleggingsmodell er foreløpig ikke utarbeidet. Dette skyldes blant annet at prosjektorganisasjonen har avvettet beslutning vedrørende revidert fremdriftsplan for prosjektet. Utarbeidelsen av et kvalitetssikret, revidert kostnadsestimat for planleggingsperioden vil kreve en detaljert gjennomgang av arbeidsomfang og tidsplan med tilhørende kostnader. En slik gjennomgang vil inkludere en dialog med leverandørmarkedet og andre, relevante tredjeparter. Det er imidlertid foretatt en foreløpig og overordnet vurdering basert på eksisterende kostnadsanslag. Et foreløpig kostnadsanslag for den reviderte fremdriftsplanen, tilsier samlede kostnader for hele planleggingen av fullskala CO₂-fangst på Mongstad frem til investeringsbeslutning på om lag 2,9 mrd. kroner. Det økte kostnadsanslaget skyldes i hovedsak at arbeidsomfanget blir større når det åpnes for flere teknologier. Ved utgangen av 2010 var det utbetalt totalt om lag 176 mill. kroner knyttet til planleggingen av fullskala CO₂-fangst på Mongstad.

Det følger av gjennomføringsavtalen av 2006 at avtaleverket som regulerer staten og Statoils videre arbeid med gjennomføringen av prosjektet på Mongstad skal utdypes og konkretiseres. Det pågår derfor et arbeid med å utvikle et slikt avtaleverk som regulerer staten og Statoils rettigheter og forpliktelser i forbindelse med planleggingen, utbyggingen og driften av fullskalaanlegget for CO₂ fangst ved kraftvarmeverket på Mongstad. Arbeidet med avtalen for planleggingsfasen er i slutfasen, og regjeringen vil komme tilbake til Stortinget om saken. Olje- og energidepartementet legger opp til at avtalen skal danne grunnlaget for notifikasjon til ESA og tre i kraft ved ESAs godkjenning. Avtalen vil inneholde forbehold knyttet til EØS-avtalens statsstøtteregler og behovet for nødvendige stortingsvedtak.

Basert på status i arbeidet med å ferdigstille denne avtalen, legges det opp til at Gassnova skal representere staten ved oppfyllelsen av avtalen. Statoil skal som prosjektgjennomfører stå for den daglige ledelsen av prosjektet. Dette arbeidet skal organiseres og utføres slik at statens midler anvendes forsvarlig, formåls effektivt og kostnads effektivt. Det legges til grunn at Statoil skal sørge for et effektivt system for kvalitetssikring og prosjektkontroll i tråd med selskapets gjeldende praksis.

Prosjektgjennomføreren skal rapportere til den felles styringskomiteén hvor Statoil og Gassnova er representert. Beslutninger i styrings-

komitéen skal kreve enstemmighet mellom Gassnova og Statoil. Videre legges det opp til at Statoil skal oppdatere og revidere fremdriftsplanene hvert halvår, og dette skal skje i tråd med normal industripraksis for sammenlignbare prosjekter. Styringskomitéen skal holdes orientert om fremdrift og eventuelt avvik i forhold til den til enhver tid gjeldende fremdriftsplan. Eventuelle beslutninger om endringer i den overordnede fremdriftsplanen må imidlertid fattes i styringskomitéen. I arbeidet for å sikre god balanse mellom fremdrift, kvalitetssikring og kostnadskontroll, legges det blant annet opp til at Gassnova skal kunne nominere et begrenset antall personer til posisjoner i Statoils prosjektorganisasjon. Det legges også opp til at Gassnova skal ha tilgang til, innsyn i og rett til å kommentere kvalitetssikrede prosjektdokumenter. Videre skal Gassnova etter planen ha rett til å delta i kvalitetssikringsprosessene som Statoil i henhold til sine styrende dokumenter gjennomfører i prosjektarbeidet, samt ha rett til å delta i arbeidsmøter med teknologileverandørene i forbindelse med at disse fremlegger tekniske løsninger, konseptanbefalinger og teknologikvalifiseringsresultater.

Gassnova skal gjennomføre et utredningsarbeid hvor hensikten er å bidra til en bred og oppdatert kartlegging av mulighetsområdet for realisering av fullskala CO₂-håndtering utover prosjektet på Mongstad. Utredningen forutsettes ikke å medføre økt omfang eller tidsbruk for selve teknologikvalifiseringen på Mongstad.

7.3 Planleggingen av løsning for transport og lagring av CO₂

Det fremgår av gjennomføringsavtalen av 2006 at staten har ansvaret for gjennomføringen av trans-

port og lagring av CO₂ fra Mongstad. Gassnova arbeider med å planlegge en løsning for sikker lagring av CO₂ fra Mongstad. Med sikte på å kunne ha en løsning for sikker lagring av CO₂ på plass ved oppstart av CO₂-fangstanlegget på Mongstad, legges det opp til at fremdriftsplanene for disse arbeidene samordnes. Regjeringen vil vurdere det årlige aktivitetsbehovet i lys av dette. På usikkert grunnlag er budsjettbehovet for planleggingsarbeidet foreløpig, grovt anslått til om lag 1,6 mrd. kroner, jf. Prop. 1 S (2010-2011). Budsjettbehovet må oppdateres i tråd med justert fremdriftsplan. Det legges vekt på at den justerte fremdriftsplanen ikke skal medføre unødige kostnadsøkninger innenfor planleggingsarbeidet med transport og lagring av CO₂ fra Mongstad.

I meldingen er det også gjort rede for Gassnovas foreløpige utredning av ulike modeller for organisering av eierskap, utbygging og drift for transport og lagring av CO₂ fra Mongstad, jf. kap 4. Den fremste ekspertisen på transport og lagring av CO₂ besittes av aktører og selskaper tilknyttet olje- og gassvirksomheten på norsk sokkel. I meldingen signaliseres at regjeringen ser det som naturlig å ta i bruk disse aktørenes kunnskap og at deltakelse fra industrien er en ambisjon i arbeidet med å utvikle en modell for eierskap og drift. Regjeringen vil komme tilbake til eventuell oppfølging av dette arbeidet.

Olje- og energidepartementet

t i l r å r :

Tilråding fra Olje- og energidepartementet av 4. mars 2011 om fullskala CO₂-håndtering blir sendt Stortinget.

Offentlige institusjoner kan bestille flere
eksemplarer fra:
Departementenes servicesenter
Internett: www.publikasjoner.dep.no
E-post: publikasjonsbestilling@dss.dep.no
Telefon: 22 24 20 00

Opplysninger om abonnement, løssalg og
pris får man hos:
Fagbokforlaget
Postboks 6050, Postterminalen
5892 Bergen
E-post: offpub@fagbokforlaget.no
Telefon: 55 38 66 00
Faks: 55 38 66 01
www.fagbokforlaget.no/offpub

Publikasjonen er også tilgjengelig på
www.regjeringen.no

Trykk: 07 Xpress AS 03/2011

