

CLIMIT strategi 2012-20

Innholdsfortegnelse

Sammendrag.....	2
0. Innledning.....	3
Del 1: Strategisk bakgrunn	
1. Drivkrefter	4
2. Status for CO ₂ -håndtering.....	5
3. CLIMIT 2011.....	6
Del 2: Strategisk analyse; Basis for norsk satsing	
4. Mulige utviklingstrekk	9
5. Teknologisk status og gap.....	11
6. Kommersielle utfordringer og muligheter.....	13
Del 3: Strategi 2012-20	
7. Effekt- og resultatmål	17
8. Teknologiske ambisjoner	18
9. Satsingsområder	19
10. CLIMITs rolle	20
Vedlegg 1: Ord og uttrykk.....	22
Vedlegg 2: Referanser	23

Sammendrag

CLIMIT er et viktig forskningspolitisk virkemiddel med industriell betydning. CLIMIT skal løfte fram teknologi og løsninger som kan gi betydelige bidrag til kostnadsreduksjoner og bred internasjonal utbredelse av CO₂-håndtering. Forsinket implementering av CO₂-håndtering internasjonalt medfører at CLIMITs fokus justeres fra å støtte hurtig implementering av CO₂-håndtering på norske gasskraftverk, til langsiktig teknologiutvikling med vekt på å utnytte nasjonale fortrinn.

Effekt mål:	Resultat mål:
CLIMIT skal bidra til	Prosjekter støttet av CLIMIT skal bidra til
<ul style="list-style-type: none"> • Lavere kostnader og tidlig internasjonal realisering av CO₂-håndtering • CO₂-håndtering ved norske foretak • Realisering av lagringspotensial i Nordsjøen 	<ul style="list-style-type: none"> • Kunnskap og kompetanse for å øke sikkerheten og lukke teknologiske gap • Banebrytende teknologier og tjenestekonsepser med internasjonalt potensial
CLIMIT skal ha fokus på:	
<ul style="list-style-type: none"> • Nye innovative løsninger som kan gi betydelige kostnadsreduksjoner og økt sikkerhet • Områder der Norge eller norske aktører har fortrinn relevant for CO₂-håndtering • CO₂-håndtering anvendt i alle typer norsk industri og store CO₂-punktkilder 	

CLIMITs rolle overfor forskningsmiljøer og næringsliv må styrkes slik at nødvendige prosjekter blir startet. Videre må programmets virkemidler styrkes. Dagens fravær av "market pull" innen CO₂-håndtering, bør blant annet føre til at maksimal støtteintensitet fra CLIMIT må økes.

Norge som energinasjon er godt posisjonert for å bidra med kunnskap, teknologi, løsninger og lagringskapasitet for CO₂. Med bakgrunn i et omfattende engasjement og industriell erfaring over lang tid, har Norge og norske aktører et godt utgangspunkt for videre satsing på området. Norske myndigheter har også forpliktet seg til å ta aktivt del i internasjonalt samarbeid på CO₂-håndtering. CO₂-prising har allerede endret rammebetingelse for norsk industri. CO₂-håndtering kan bidra til å sikre fortsatt konkurransedyktighet for norske energiressurser og for industri som slipper ut CO₂. I tillegg representerer den norske kontinentalsokkelen et vesentlig lagringspotensial som kan nyttiggjøres i et europeisk marked for CO₂ lagring. Synergi med petroleumsindustrien ved naturgass-separasjon og EOR kan bidra til raskere realisering av CO₂-kjeder.

CO₂-håndtering vurderes som teknisk gjennomførbart, men fraværet av bindende internasjonale konvensjoner om utslippskutt fører til at storskala implementering av CO₂-håndtering skyves ut i tid. Dette innebærer usikre rammebetingelser for CO₂-håndtering. Utgangspunktet for CLIMITs strategi er at det føres en langsiktig politikk som gjør det lønnsomt for industrielle aktører å investere i kunnskap, teknologi og løsninger for CO₂-håndtering. Før dette skjer, vil et svakt marked med få "krevende kunder" innebære risiko for at politiske ambisjoner ikke kan nås.

Innenfor fangstområdet er det i dag ingen klare teknologivinnere. CLIMIT må derfor legge vekt på innovasjon på et bredt spektrum av teknologier for å bidra til reduserte fangstkostnader og høyere energieffektivitet over tid. Innenfor transport og lagring er det nødvendig å etablere piloter for å demonstrere effektiv og trygg transport og lagring av CO₂. Forskning er en nødvendig kontinuerlig og underliggende aktivitet for å gi innsikt i prosessene og mer banebrytende teknologier. Læring fra piloter og demoanlegg vil videre danne basis for ytterlige FoU for å bidra til økt innsikt og redusert risiko i beslutningsprosesser. Internasjonale konvensjoner legger føringer for risiko, konsekvens-analyser samt lagerovervåking som vil kreve utvikling av nye prosedyrer og teknologier.

CLIMIT har et vist seg å være et egnet redskap til å støtte forskningsmiljøers og industrielle aktørers kompetanse- og teknologiutvikling innen CO₂-håndtering. CLIMIT er i posisjon til å bidra til mål-oppfyllelse, men kraftigere virkemidler og klargjøring av utviklingsbehov på området er nødvendig.

0. Innledning

Føringer for CLIMIT

Realisering av teknologier for fangst, transport og langtidslagring av CO₂ er en sentral del av regjeringens energi- og klimapolitikk. Det er et overordnet mål at satsingen bidrar til utvikling av kostnadseffektive og fremtidsrettede teknologikonsepter for fangst og lagring av CO₂, med potensial for bred global anvendelse.

CLIMIT er det nasjonale programmet for forskning, utvikling, pilotering og demonstrasjon av teknologier for CO₂-håndtering fra kraftgenerering og andre industrielle kilder. Programmet omfatter både Norges Forskningsråds støtteordning for forskning og utvikling (FoU-delen), og Gassnovas støtte til utvikling og demonstrasjon av teknologi for CO₂-håndtering (i det videre kalt demo-delen). Gassnova leder sekretariatet.

Dette strategidokumentet setter spesifikke mål for programmet i perioden 2012-2020 og gir retning for hvordan programmet skal gjennomføres. På bakgrunn av dette dokumentet skal det utvikles programplaner som konkretiserer satsingen innenfor hvert teknologiområde.

Statsbudsjettet (1) gir overordnede retningslinjer og mål knyttet til arbeidet med CO₂-håndtering. Gassnova og Forskningsrådet gis videre føringer fra OED gjennom tildelingsbrev og øvrige instruksjoner. Programstyret har mandat fra OED. I tillegg gir Energi 21s nasjonale strategi (2) for forskning, utvikling, demonstrasjon og kommersialisering av ny energiteknologi, viktige føringer for CLIMITs videre satsinger.

Beskrivelse av strategiprosessen

Programstyret tok høsten 2010 initiativ til å utarbeide en strategi for CLIMIT mot 2020. Arbeidet er gjennomført av CLIMITs sekretariat. Den eksterne evalueringen av CLIMIT som ble gjennomført i 2011 har også gitt viktige bidrag. Strategiarbeidet ble påbegynt i desember 2010 og sluttført 2. kvartal 2012.

Strategiarbeidet har tatt utgangspunkt i en aktøranalyse som vurderte de strategiske interesser til aktører som er relevante søkere til programmet, en teknologianalyse som ga status på de enkelte teknologiområder og deres utviklingspotensial samt internasjonale prioriteringer, veikart og prosjekter, politikk og rammebetingelser som har betydning for utviklingen av området framover. Basert på dette er bakgrunn, utfordringer og muligheter innen CO₂-håndtering analysert og beskrevet. Målsettinger for perioden 2012-2020 er definert og strategien for å oppnå disse målsettingene er formulert til slutt.

Del 1: Strategisk bakgrunn

1. Drivkrefter

Klimautfordringen er en av de største utfordringene verdenssamfunnet står overfor. CO₂-håndtering har som mål å redusere menneskeskapt utslipp av CO₂ og derved bidra til å begrense klimendringene. Langsiktig global og nasjonal satsing på klimavennlige energiteknologier er avgjørende for å nå FN klimapanelts mål om en reduksjon på minst 85 % i verdens klimagassutslipp innen 2050.

CO₂-håndtering er en nøkkelteknologi for å løse klimautfordringene. IEA anslår at CO₂-håndtering vil spille en betydelig rolle for å nå målene om utslippsreduksjoner, og anslår at nær 20 % av nødvendige utslippsreduksjoner av klimagasser i 2050 må løses ved hjelp av CO₂-håndtering, hvorav ca 50 % fra kraftproduksjon (3). Det har vært bred enighet blant statsledere, forskere og industrielle aktører om at kostnader og teknisk/økonomisk risiko knyttet til CO₂-håndtering som miljøtiltak er høye og at det må satses betydelige ressurser på utvikling og demonstrasjon av konkurransedyktige teknologier.

Norske myndigheter har besluttet å ta aktivt del i denne utviklingen. Den norske satsingen på CO₂-håndtering er også begrunnet ut fra vår posisjon som energinasjon. Petroleumsindustrien har bidratt med sterke drivere i alle realiserte CO₂-håndteringsprosjekter internasjonalt. Norsk olje- og gassindustri har utviklet relevant kompetanse i verdensklasse som kan gi vesentlige bidrag i utvikling av løsninger for CCS nasjonalt og internasjonalt.

For å møte utfordringene, er det etablert ulike nasjonale programmer for å støtte utvikling og demonstrasjon av teknologi for CO₂-håndtering. De mest omfattende programmene gir direkte støtte til investering i tidlige fullskala kjeder for demonstrasjon av teknologien. Barrierer mot realisering av tidlige fullskalaanlegg er hovedsakelig knyttet til manglende finansiering, svakt utbygd infrastruktur/lagre, allmenn aksept av løsningene samt manglende lovverk og reguleringsregimer.

I USA er CO₂-håndtering i stor grad drevet av ønsket om økt oljeutvinning (EOR) og økt selvforsyning av petroleumsprodukter. CO₂-separasjon fra naturgass er i seg selv lønnsomt, fordi det gir et salgbart produkt. I Norge er i tillegg lagring av CO₂ fra naturgasseparasjon lønnsomt på grunn av kvoteplikt og høye avgifter på utslipp av CO₂ offshore.

Et teknologinøytralt system for kjøp og salg av utslippskvoter for CO₂ ble innført i EU og Norge i 2005. Det var forventet at prisen på utslippskvoter etter hvert skulle bli så høy at det ville gi tilstrekkelig incentiv for investeringsbeslutninger i bedrifter med CO₂-utslipp. Kvoteprisen har imidlertid foreløpig vært for lav til å ha vesentlig betydning for investeringsviljen i industrien.

Energi 21 har gitt anbefaling om nasjonal satsing på CO₂-håndtering (2) med fokus på 1) at eksisterende norsk industri opprettholder eller øker sin konkurransekraft og 2) etablering av en ny konkurransedyktig norsk leverandørindustri på området.

Det er bred enighet internasjonalt om at CO₂-håndtering er et viktig og nødvendig tiltak for å bidra til å nå klimamålene og samtidig dekke verdens voksende energibehov. Kvoteprisen på utslipp av CO₂ gir for tiden imidlertid ikke tilstrekkelige insentiver for industrien til å satse på CO₂-håndtering. EOR med CO₂ er imidlertid en viktig driver for CO₂-håndtering i enkelte land.

Norge som energinasjon er godt posisjonert for å bidra med kompetanse, teknologi, løsninger og lagringskapasitet for CO₂. På bakgrunn av et omfattende engasjement og industriell erfaring over lang tid, har norske aktører et godt utgangspunkt for videre satsing på området. Norske myndigheter har også forpliktet seg til å ta aktivt del i internasjonalt samarbeid på CO₂-håndtering.

2. Status for CO₂-håndtering

CO₂ har vært injisert i oljefelt for EOR i Nord-Amerika siden 1970-tallet. Det har imidlertid ikke vært stilt nasjonale krav til overvåking og kontroll for å forsikre seg om at CO₂ ble varig lagret. Norge innførte i 1991 en avgift på utslipp av CO₂ fra petroleumsnæringen. Som en følge av dette ble det første rene CO₂-lagringsprosjektet i Europa satt i drift fra Sleipnerplattformen i 1996, hvor CO₂ separeres fra naturgass og lagres i Utsiraformasjonen. Ved inngangen til 2012 er det ifølge Global CCS Institute (GCCSI) åtte fullskala CO₂-håndteringskjeder i drift internasjonalt (4), hvorav fem benytter CO₂ til økt oljeutvinning, men ingen som innebærer fangst av CO₂ fra kraftverk. Imidlertid er to CO₂-kjeder fra kraftverk under bygging (Boundary Dam, Canada og Kemper County, Mississippi, USA). Teknologisk sett er dagens operative kjeder noe enklere og rimeligere enn CO₂-fangst fra røykgass på land med lagring offshore via rørledning på havbunnen, slik det for eksempel planlegges på Mongstad. CO₂-prosjektene på Sleipner og Snøhvit er likevel massive prosjekter med driftsmessig kompleksitet som ikke bør undervurderes. Det er høstet betydelig erfaring gjennom disse prosjektene, og mye av denne er delt med resten av verden gjennom ulike forskningsprogrammer. Drøyt 60 prosjekter internasjonalt er (i følge GCCSI) på planleggingsstadiet, men finansieringen er en utfordring for de fleste av disse. I Norge har beslutningen om bygging av fullskala CO₂-håndtering på Mongstad blitt utsatt. EUs ambisjon om å etablere inntil 12 CO₂-håndteringsprosjekter innen 2015 anses ikke lenger som realistisk, og det forventes at EUs målsettinger vil bli justert. 11 av verdens 15 fullskala CO₂-håndteringskjeder som er i drift eller under bygging er i Nord-Amerika.

EU vedtok i 2011 et direktiv knyttet til lagring av CO₂ i geologiske formasjoner. Medlemsstatene og EØS-land er pålagt å implementere regelverket i den nasjonale lovgivningen. Direktivet pålegger lagringsoperatøren et betydelig ansvar etter nedstengning av et prosjekt, noe som er et vesentlig hinder for utvikling av CO₂-håndteringskjeder.

Etter kansellering av Longannet- og Jämschwalde-prosjektene i 2011, er det betydelig usikkerhet knyttet til realisering av CO₂-håndtering i Tyskland og Storbritannia. Bakgrunnen for kanselleringene er ulike. I Storbritannia har høye kostnader og markedsmessige forhold vært de viktigste hindringene, mens i andre land har lagring på land (som i Tyskland) møtt omfattende motstand fra lokalbefolkningen. Svakere fremdrift i de internasjonale demonstrasjonsprosjektene gir svake investeringssignaler for alle aktører i bransjen.

Internasjonale konvensjoner mot dumping av avfall i verdenshavene (som London-traktaten og OSPAR-konvensjonen) har utarbeidet tilføyelser som i prinsippet godkjenner CO₂-lagring under havbunnen. Disse avtalene er imidlertid ikke ratifisert av alle signatarland. Avtalene forventes å sette standarder for hvordan CO₂-lagring under havbunnen skal implementeres internasjonalt, blant annet med hensyn til krav om risikoanalyser, miljøkonsekvenser og overvåking av lagre.

De internasjonale klimaforhandlingene i regi av FN (UNFCCC) har ikke ført til forpliktende avtaler om betydelige klimakutt eller en pris på utslipp av CO₂. Dette er en forutsetning for at CO₂-håndtering tas i bruk bredt internasjonalt. Viljen og evnen til å investere i CO₂-håndteringskjeder er derfor svekket.

ZEP (EUs Zero Emission Platform) har i 2011 publisert en rapport (5) hvor det hevdes at de rimeligste kommersielle kjeder for CO₂-håndtering vil kunne realiseres rundt 2025 med en kvotepris på ca € 40 per tonn. Sammensatte kjeder med ulike kilder, teknologier og lagre vil kunne kreve kvotepriser på opp mot € 100 per tonn CO₂. Kvoteprisen i Europa utviklet seg i 2011 i negativ retning til et nivå på under € 10 per tonn, vesentlig på grunn av finanskrisen og lavere behov for CO₂-kvoter.

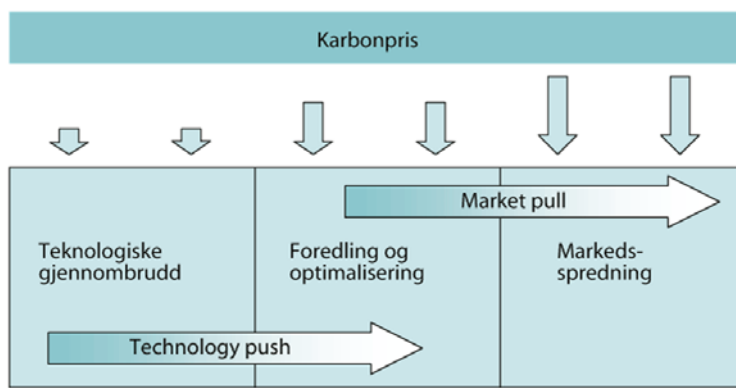
CO₂ fangst og lagring vurderes som teknisk gjennomførbart, men fravær av internasjonale konvensjoner om bindende utslippskutt og tiltak, fører til at storskala implementering av CCS skyves ut i tid.

3. CLIMIT 2011

Bakgrunn

Ved opprettelsen av CLIMIT-programmet i 2005, var det en generell oppfatning at avstanden til et kommersielt marked var kort. Høsten 2005 tiltrådte en ny regjering med erklæring om at CO₂-håndtering på Kårstø skulle være realisert i 2009. I dag er den mest optimistiske antakelsen at CO₂-håndtering i Norge tidligst kan starte opp i 2018. I perioden 2005 til 2010 har CLIMIT bevilget ca 900 mill. kroner til om lag 200 prosjekter. Industrielle aktører har også investert betydelige midler til og ut over disse prosjektene. Aker Clean Carbon (ACC) hevder at de alene har investert 400 mill. kroner på CO₂-håndtering.

I NOU 2009:16 (6) ble sammenhengen mellom teknologi- og markedsutvikling for CO₂-håndterings-teknologi illustrert med nedstående figur, hvor CLIMIT bidrar med "technology push". Med større avstand til et kommersielt marked, betyr det at markedseffekten ("Market pull") svekkes eller uteblir, noe som igjen kan bidra til en "vente og se" holdning fra industrien.

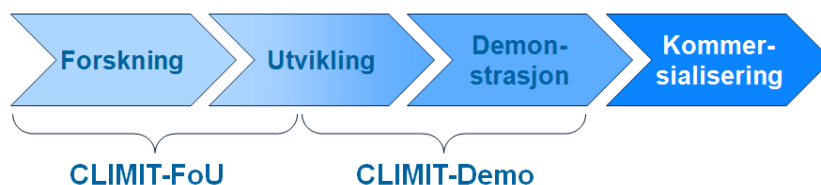


Figur 1 - drivkrefter for teknologiutvikling

Programstyret i CLIMIT bidro i 2011 til E21s utarbeidelse av en anbefaling til OED vedrørende en nasjonal strategi for forskning, utvikling, demonstrasjon og kommersialisering av ny energiteknologi. I rapporten fra E21 (2) anbefales CO₂-håndtering som ett av seks satsingsområder.

Om programmet

CLIMIT støtter prosjekter i alle deler av utviklingskjeden fram til kommersialisering. Fordelingen mellom CLIMIT-FoU og CLIMIT-demo er som vist i figuren nedenfor.



Figur 2 – Oversikt over utviklingskjeden som støttes av CLIMIT

CLIMITs portefølje består av prosjekter fra industri, forskningsinstitutter og universiteter. Det foreligger en programplan gjeldende for inneværende tre-årsperiode (2010-12).

Søknadene til CLIMIT-FoU er basert på spesifikke utlysninger og det er som regel konkurranse om tilgjengelige midler, noe som medfører en prioritering av de beste prosjektene. Søknader vurderes i all hovedsak av internasjonale eksperter.

CLIMIT-demo har en åpen utlysning som viser til programmets mandat og programplan. Årlige prosjekttildelinger fra CLIMIT-demo de senere år er på nivå med årlige tildelinger fra OED. CLIMIT-

demo har i praksis ikke konkurranse om midlene da det er overført betydelige ubrukte midler fra tidligere år. Innen CLIMIT-demo har sekretariatet egen relevant fagkompetanse og søknadene blir i hovedsak vurdert internt.

Programstyret får seg forelagt innstillinger om innvilgning eller avslag av søknadene fra sekretariatet og gjør de endelige vedtak om tildeling.

CLIMITs prosjektportefølje

Innenfor fangstområdet er det i CLIMIT-FoU en jevn fordeling mellom de ulike fangstteknologier. Innenfor CLIMIT-demo er det klar hovedvekt på post-combustion prosjekter. Det er imidlertid innvilget noen viktige prosjekter innenfor pre-combustion og oxyfuel. Felles for sistnevnte prosjekter er at de drives av forskningsinstitusjoner i tett samarbeid med utenlandske teknologileverandører. Rettigheter til teknologien vil derfor i mindre grad bli eid av norske aktører, men kompetanseutvikling i Norge er likevel vesentlig. Innsatsen innenfor potensielt banebrytende fangstteknologier gjennomføres hovedsaklig innenfor CLIMIT-FoU. Dette har sammenheng med avstanden til et kommersielt marked.

Innenfor lagring er det en bred portefølje av prosjekter som dekker hele spekteret fra forskningsrettede prosjekter til utvikling av metoder og verktøy for teknologibedrifter. I CLIMIT-FoU er det en betydelig prosjektportefølje innen grunnforskning hvor det fokuseres på bringe fram ny kunnskap om hvordan CO₂ flyter og reagerer i et lager. I CLIMIT-Demo er det flere prosjekter som fokuserer på industriell utvikling, og de største prosjektene retter seg mot etablering av feltlaboratorier for å muliggjøre pilotering og demonstrasjon.

Det er ingen rene demo-prosjekter (prosjekter før kommersiell fase) i porteføljen, selv om enkelte prosjekter i utviklingsfasen har elementer av demonstrasjon. Dette henger sammen med markedsmessige forhold, samt lav støtteintensitet for demo-prosjekter (typisk 25 %). Dette i sterk kontrast til støttenivået til TCM og demoprojekter for øvrig i Europa som er fra 50 og opp mot 100 %. Etablering av feltlaboratorieprosjekter er analogt til etablering av demoanlegg innen CO₂-fangst, og er helt sentralt i den teknologiutvikling som kreves innen CO₂-lagring. CLIMIT-demo har støttet flere prosjekter der ny teknologi er testet i mindre pilotanlegg.

Aktører i CLIMITs prosjektportefølje

Innen CLIMIT-FoU er 25 % av FoU porteføljen finansiert med industrielle midler, mens 15 % av porteføljen er ledet av industrien. Rene forskerprosjekter utgjør ca 20 % av porteføljen i CLIMIT-FoU. SINTEF har ledet flest prosjekter. Andre store aktører er NTNU, Universitetet i Bergen, Universitetet i Oslo og IFE. Norske forskningsmiljøer kan ha større kapasitet enn norsk industri kan utnytte.

I CLIMIT-demo porteføljen har deltakende aktører bestått av en liten håndfull få store industrielskaper og mange små oppstartsselskaper med begrensede ressurser. Mangel på finansiell styrke innebærer også høyere risiko for prosjektet når avstanden til et kommersielt marked øker. Det er også bred involvering av forskningsmiljøene i CLIMIT-demo prosjektene.

Oljeselskaper og leverandørselskaper til oljebransjen er sentrale industriaktører innen CO₂ lagring. Disse kjennetegnes med noe større vilje og evne til å satse enn leverandører som satser innen CO₂ fangst. Statoil og Shell har vært de oljeselskapene med bredest deltakelse i CLIMIT-porteføljen, og de eneste oljeselskapene som har deltatt i fangstprosjekter. Det har vært begrenset deltagelse fra kraftprodusenter og øvrig landbasert industri i CLIMIT-demo prosjekter.

Norske forskningsaktører er ledende innen CO₂-håndtering, kan konkurrere om internasjonale oppdrag og er etterspurt som partnere i internasjonale prosjekter.

Evaluering av programmet

Det ble i 2011 foretatt en ekstern evaluering av programmet med følgende hovedkonklusjon:

Vår hovedkonklusjon er at CLIMIT-programmet har vært svært viktig i stimuleringen av relevante FoU-aktiviteter og at det har vært oppnådd viktige resultater, både blant Gassnova-finansierte prosjekter og prosjekter finansiert av Norges Forskningsråd (NFR). Det har blitt utviklet mange interessante ideer og framtidsutsikter for videre FoU-aktiviteter. Noen av forskningsaktivitetene er innenfor områder som kan vise seg å være neste generasjons teknologier med mulighet for anvendelser også utenfor verdikjeden for CO₂-håndtering.

CLIMIT finansiert forskning har både innsnevret kunnskapsgapet og frembrakt alternativer for bedre ytelse i CO₂-håndteringssystemer. Til tross for at det er vanskelig å påvise klare årsakssammenhenger, så kan den stabile fremgangen hos norske interessenter som jobber med internasjonale partnere ha gitt politikere og bedrifter rundt om i verden ny tiltro til levedyktigheten til CO₂-håndtering. Dette har styrket oppslutningen rundt finansiering av CO₂-håndtering-demonstrasjonsaktiviteter.

På denne bakgrunn kan CLIMIT-programmet sies å ha gjort utsiktene for global utbredelse av CO₂-håndteringsteknologi mer sannsynlig enn det som hadde vært tilfellet uten programmet. Programmet har også bidratt til å opprettholde Norges posisjon i mange områder innenfor CO₂-håndtering.

(Fra Oxford Research; "Evaluation of the CLIMIT Programme")

Evalueringen gir følgende innspill for CLIMITs framtidige strategi:

- Det må tas hensyn til at det markedsmessige potensialet for CO₂-håndtering generelt og i Norge spesielt er begrenset på kort sikt
- Programmet bør søke en bredere prosjektportefølje og akseptere høyere risikoprofil
- Det må gjennom programmet legges til rette for økt internasjonalt samarbeid
- Grunnleggende forskning knyttet til CO₂-håndtering bør gis høyere prioritet

Et viktig bidrag for å styrke CLIMIT i strategiperioden er å vurdere renotifisering av programmet for å muliggjøre høyere statsstøtteintensitet. For å øke programmets internasjonale relevans, bør det også kreves bredere internasjonalt samarbeid i prosjektene. Videre må sekretariatets arbeidsform tilpasses en situasjon med svake investeringssignaler, for eksempel ved å bidra til å lage konsortier som kan utvikle og løfte større prosjekter sammen. Endelig bør en vurdere om programmet i større grad bør sette ut oppdrag i form av utredninger og arbeider knyttet til kompetansegap hvor en ikke får inn relevante søknader.

CLIMIT har et vist seg å være et egnet redskap til å støtte forskningsmiljøers og industrielle aktørers kompetanse- og teknologiutvikling innen CO₂-håndtering. At det er få prosjekter i demo-fasen, skyldes i hovedsak stor avstand til et kommersielt marked.

Del 2: Strategisk analyse; Basis for norsk satsing

4. Mulige utviklingstrekk

Internasjonale ambisjoner

I følge IEAs "BLUE Map scenario" (7) bør det internasjonalt bygges 100 fullskala CO₂-håndteringskjeder innen 2020 for å være i rute med å halvere de globale CO₂-utslippene innen 2050. Scenarioet viser en kraftig vekst i antall CO₂-håndteringskjeder i årene etter 2025, til 3.400 kjeder i 2050. Tidlige demonstrasjonsanlegg anses å være en forutsetning for å verifisere teknologien i stor skala og oppnå reduserte tiltakskostnader og usikkerhet i beslutningene. Status viser imidlertid at CO₂-håndtering nå står foran en tid med usikre rammebetingelser. Dette vil svekke mulighetene for å nå klimamålene.

EUs "Energy Roadmap 2050" (8) slår fast at et sikkert, konkurransedyktig og avkarbonisert energisystem i 2050 er mulig, og gir en meny av mulige tiltak i energisektoren for å redusere klimagassutslippene med 80 % innen 2050. Det legges til grunn at CO₂-håndtering må bidra med opptil 32 % av den samlede løsningen. Naturgassens andel av Europas energiforsyning er antatt uendret i hele perioden. Det forventes at naturgass vil måtte brukes uten CO₂-håndtering fram mot 2030, mens det fra 2030 skal være iverksatt CO₂-håndtering fra alle fossile kraftverk, også naturgass.

I EUs nye rammeprogram for FoU som starter i 2014, Horizon 2020 (9), legges det opp til en mer samordnet gjennomføring av europeiske FoU-aktiviteter. Budsjettforslaget er på € 80 milliarder, og dekker et vidt spekter av fagområder. Det legges også opp til at nasjonale programmer skal delfinansiere EU-prosjekter med nasjonal relevans. I tillegg til EU, har Storbritannia og Norge den siste tiden profilert seg i arbeidet med å utvikle og implementere teknologi for CO₂-håndtering.

Nasjonale ambisjoner

Norske myndigheter har satt ambisiøse klimamål og krav til CO₂-utslippskutt. Klimameldingen (10) legger til grunn at målene i klimaforliket skal stå fast. Dette innebærer en målsetting om utslippsreduksjoner på 15-17 millioner tonn CO₂ innen 2020, hvor to tredjedeler av reduksjonene skal tas nasjonalt. CO₂-håndtering er nevnt som ett av flere tiltak. Følgende oversikt viser de viktigste tiltak fra myndighetene for å realisere CO₂-håndtering i Norge (i tillegg til CLIMIT):

- Det er i 2012 under planlegging en fullskala kjede for fangst og lagring fra av CO₂ fra varmekraftverket på Mongstad.
- Oljedirektoratet har utarbeidet et atlas ("CO₂ Storage Atlas Norwegian North Sea") over mulige lagringsreservoarer for CO₂ på norsk sokkel.
- OED har bedt operatører på norsk sokkel om å nominere områder i Nordsjøen for geologisk lagring av CO₂. Fem selskaper har nominert slike lagre.
- TCM – Technology Centre Mongstad ble åpnet i mai 2012, med to fangstanlegg og samlet kapasitet på 100.000 tonn CO₂ per år.
- Gassnova har i 2011 på oppdrag fra OED, igangsatt en studie for å vurdere muligheter for CO₂ investeringsprosjekter i Norge, utover Mongstad.
- Det er en satt i gang en betydelig forskningsinnsats ved to Forskningscentre for Miljøvennlig Energi (FME) på CO₂-håndtering og tre FMEer innenfor samfunnsvitenskap.

I internasjonal sammenheng representerer dette en svært betydelig satsing på CO₂-håndtering. Satsingen er også forankret i Klimakur (11) og Energi 21 (2), som fremhever CO₂-håndtering som en av de viktigste teknologiene for å nå Norges klima- og energimål. I tillegg har Åm-utvalget, som har vurdert økt oljeutvinning på norsk sokkel, pekt på CO₂ EOR som et tiltak for å øke utvinningsgraden for olje.

Rammebetingelser fram mot 2020

Noen viktige forhold som påvirker framtidige brukere av CLIMIT-programmet er:

- a) Graden av forpliktende internasjonalt klimasamarbeid og dermed prisen for utslipp av CO₂
- b) Den økonomiske utvikling generelt
- c) Befolkningens aksept av CO₂-håndtering
- d) Vellykket gjennomføring av de internasjonale demonstrasjonsprosjektene
- e) CO₂ etterspørres til EOR-formål i Nordsjøen

Ad a) Forpliktende internasjonalt klimasamarbeid: Kyotoavtalen går ut i 2012. Det må på plass en forpliktende klimaavtale som også inkluderer USA og Kina, før det kan forventes betydelige reduksjoner av verdens klimagassutslipp. I de pågående klimaforhandlingene i UNFCCC regi, er det enighet mellom partene at det skal forhandles fram en juridisk bindende avtale om klimagassreduksjoner innen 2015 gjeldende fra 2020. EU har erklært at de uansett vil videreføre sine klimaambisjoner uendret. Kvotepreisen for CO₂-utslipp i Europa var ved årsskiftet 2011/2012 under € 10/tonn. Det forventes at med fortsatt kun regionale avtaler kombinert med svak økonomisk vekst, vil kvotepreisen i EU kunne forbli lav i mange år.

Ad b) Økonomisk utvikling: EUs finansieringsordning for demonstrasjonsanlegg baserer seg på salg av kvoter i markedet. På grunn av finanskrisen har etterspørselen etter kvoter og prisen på kvoter falt. OECDs Economic Outlook fra 2011 (12) peker på fortsatt svake utsikter for verdensøkonomien den nærmeste tiden, men mulighet for en svak oppgang i 2013. Ulike prognoser antyder at kvotepreisen i EU fram mot 2020 vil ligge i området € 10-24, avhengig av blant annet økonomisk vekstrate i perioden og graden av politiske tiltak som settes inn for å begrense tilgangen på kvoter.

Utsiktene for CO₂-håndtering fra norsk industri er i stor grad knyttet til utviklingen i de internasjonale og regionale energimarkedene, samt statens politikk. Statnetts prognoser for kraftsituasjonen i Norge fram til 2025 viser et sannsynlig kraftoverskudd, spesielt på grunn av mer fornybar kraft. Det forventes derfor ikke behov for nye gasskraftverk. Norske myndigheter krever CO₂-håndtering for nye gasskraftverk i Norge, men forutsetter industriell finansiering.

Ad c) Befolkningens aksept: Meningsmålinger har vist svakt fallende kunnskap om klima-utfordringene blant Europas befolkning de senere år (13). I flere europeiske land har det vært motstand mot geologisk lagring av CO₂ på land. Dette har vært et vesentlig hinder for etablering av demonstrasjonsanlegg for CO₂-håndtering. I Norge har media vist interesse for spørsmål om utslipp av aminer til luft og statens utgifter i forbindelse med bygging og drift av CO₂-håndteringsanlegg. Offentlig satsing på teknologiutvikling innenfor CO₂-håndtering vil fortsatt være avhengig av befolkningens aksept.

Ad d) Gjennomføring av internasjonale demonstrasjonsprosjekter: Vellykket gjennomføring av tidlige demonstrasjonskjeder for CO₂-håndtering anses å være viktig for å skape trygghet for industrien og aksept i befolkningen om at CO₂-håndtering er gjennomførbart i stor skala. Det vil også bli et viktig investeringssignal for ytterligere teknologiutvikling for alle markedsaktører og skape større momentum i utviklingen av politikk og regelverk på området.

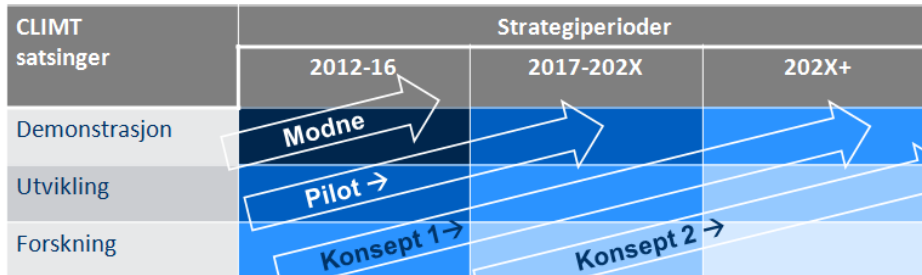
Ad e) EOR/ EGR med CO₂ i Nordsjøen: Dersom oljeindustrien finner lønnsomme muligheter til å koble CO₂ lagring og EOR, vil dette kunne bidra til å muliggjøre CO₂-håndtering fra kilder på land.

CO₂-håndtering står nå foran en tid med usikre rammebetingelser. Internasjonalt bindende klimaavtaler vil neppe tre i kraft før 2020. CLIMITs langsiktige strategi forutsetter at det legges til rette for at industrielle aktører finner det lønnsomt å investere i kunnskap, teknologi og løsninger for CO₂-håndtering. I mellomtiden vil et svakt marked og mangel på "krevende kunder" utgjøre et "insentivgap" som innebærer risiko for at politiske ambisjoner ikke nås. CLIMIT kan fylle deler av dette gapet, men kraftigere virkemidler og tydeligere utpeking av framtidige utviklingsbehov innen området er nødvendig.

5. Teknologisk status og gap

Balansert utvikling

CLIMIT skal ha en balansert portefølje og bidra til å løfte framtidsrettet teknologi fram til kommersialisering. For fangstteknologier er dette illustrert i figuren nedenfor.



Figur 3: Modning av teknologier for CO₂ fangst

Modellen er også anvendelig for CO₂ transport og lagring selv om behovene her retter seg mer mot kontinuerlig utvikling av kompetanse og metodeverk. Gjennom grunninvesteringer i kunnskap, infrastruktur, feltlaboratorier, samt utprøving i felt- og fullskala forsøk, vil ny kunnskap og metoder for transport og lagring bli verifisert. Innen CO₂-lagring vil naturen være "laboratoriet" der metoder og kunnskap kan verifiseres. Viktige demo-prosjekter i CLIMIT vil være knyttet til å utnytte feltlaboratorier og fullskalaprojekter nasjonalt og internasjonalt. Lagringsdemoer vil også være sentrale for å definere kunnskapsgap og gir retning for videre forskning innen CO₂ lagring.

Økt sikkerhet oppnås gjennom utprøving og systematisk forskning innen hvert teknologiområde. Erfaring fra piloter og demoanlegg gir grunnlag for nye forbedringer, men peker også på behovet for ytterligere FoU for å oppnå dypere innsikt i de grunnleggende prosesser, som igjen kan gi grunnlag for forbedringer.

Kostnadsreduksjoner oppnås over tid gjennom utbredelse av ny teknologi, skalafordeler, inkrementelle forbedringer, optimaliseringer og i samvirke med forskning og videre utvikling. Temaer for videre forskning i strategiperioden beskrives i det følgende, og vil være utgangspunkt for programplaner i strategiperioden.

CO₂-fangst

Post-combustion fangst med aminbaserte prosesser er i dag den mest modne teknologien. Andre post-combustion teknologier som er langt fremme er basert på aminosyresalter og karbonatbaserte løsningsmidler. Det er også andre lovende konsepter som ikke ventes å være kommersielt tilgjengelige før 2020 under utvikling.

Innen pre-combustion teknologier jobbes det med flere mulige varianter som er potensielt mer effektive og lønnsomme. De teknologier som per i dag er mest lovende er "Combined Cycle Gas Turbine" (CCGT) kombinert med reformering av naturgass samt "Integrated Gasification Combined Cycle" (IGCC) kombinert med CO₂-fjerning fra syntesegass med fysikalske løsningsmidler.

Innen oxyfuel forskes det både på nye metoder for separasjon av oksygen fra luft og nye konsepter med andre oksygenbærere som Chemical Looping Combustion.

For å redusere kostnadene for CO₂-fangst, er det behov for samvirke mellom forskningsaktiviteter, utviklingsaktiviteter og utprøving i fullskala anlegg.

CO₂-transport

I dag transporteres CO₂ både via rør og med skip, og det er ikke påvist klare tekniske stoppere. Det er imidlertid identifisert en rekke faktorer som kan øke driftssikkerhet og redusere investerings- og driftskostnader. I Norge og ellers i Europa er det etablert en rekke forskningsprosjekter rettet mot denne type problemstillinger for rørledningstransport av CO₂. I tillegg vil "hub"-løsninger bli viktige i integrerte transportnettløsninger.

CO₂-lagring

Erfaringen viser at lagring av CO₂ er teknologisk gjennomførbart i vannførende geologiske formasjoner (akviferer). Det mangler imidlertid overvåkingmetoder som innfrir alle de krav som stilles for å oppnå godkjenning av myndighetene i henhold til lagringsdirektivet. I tillegg har allmenn aksept av lagring på land vist seg å være en utfordring i Europa. Det er identifisert teknologiske gap innen flere deler av kjeden, som omfatter forundersøkelser, prosjektutvikling, utbygging og drift av CO₂-lagre. Mange av disse gapene kan best dekkes ved å gjennomføre pilot-forsøk med CO₂ injeksjon. Fullskala- og feltlaboratorieprosjektene innen lagring er viktig for å kartlegge kunnskapsgap som krever økt FoU-innsats. Reelle demonstrasjon av lagring vil også være svært viktige for å øke befolkningens tillit til at CO₂ lagring kan gjennomføres på en sikker måte. For å muliggjøre effektiv storskala CO₂-lagring er det videre behov for å utvikle metoder og teknologi for å bygge ut lagringsprosjekter og gjennomføre storskala CO₂ injeksjon. Dette må rette seg mot å maksimere utnyttelsen av den lagringskapasitet som en akvifer eller felt kan tilby, samtidig med at trykkoppbyggingen holdes under kontroll. Erfaringsoverføring og nye prosjekter knyttet til pågående CO₂ injeksjonsprosjekter i pilot og fullskala, vil være viktig i denne sammenheng. I norsk sammenheng vil det også være viktig å utrede hvordan EOR og EGR med CO₂ kan kombineres med CO₂ lagring. I tillegg er det nødvendig å utvikle prosedyrer og verktøy for å imøtekomme krav fra internasjonal og nasjonal regulering.

Miljø

Utslipp av aminer til luft og degraderingsprodukter er i dag den dominerende miljøutfordring for aminbasert CO₂-fangst. Det er hovedsakelig i Norge det er startet undersøkelser av denne problemstillingen. Teknologisenteret på Mongstad (TCM), fullskala CO₂-fangst Mongstad (CCM) og CLIMIT har en rekke pågående og avsluttede studier innen aminer og miljø. Potensielle miljøutfordringer for andre fangstprosessene er også relevant.

For CO₂-transport er den største helse- og miljøusikkerheten knyttet til spredning og konsekvenser av store CO₂ utslipp, og for CO₂-lagring er det viktig å få kartlagt lokale miljøkonsekvenser av store og små lekkasjer fra lager. Miljø-, risiko- og konsekvensanalyser vil være krav fra regulerende myndigheter, verktøy for å kunne gjennomføre disse må forbedres. Dette er også viktig for å kunne gi faktabaserte svar til offentligheten og er dermed viktig for aksept.

Det vil være ønskelig å utføre LCA-analyser ("Life Cycle Assessment") for kartlegging av det totale miljøavtrykk fra en komplett CO₂-håndteringskjede og for å vurdere miljøeffekten av enkeltkomponenter og prosesser.

Innenfor fangstområdet er det i dag ingen klar teknologivinner. CLIMIT må legge vekt på innovasjon i en bred teknologiportefølje for å bidra til reduserte kostnader over tid.

Innenfor transport og lagring er det nødvendig med piloter for å demonstrere trygg lagring.

Forskning er en kontinuerlig og underliggende aktivitet for å oppnå grunnleggende innsikt i prosessene, å øke den generelle sikkerheten og å bidra til banebrytende teknologier.

6. Kommersielle utfordringer og muligheter

Olje- og gass som driver for CO₂-håndtering

Realiserte CO₂-håndteringskjeder internasjonalt er i stor grad drevet fram av petroleumsbransjen. Behov for naturgasseparasjon, muligheten for EOR ved bruk av CO₂, omfattende petroleums-teknologisk kompetanse og tilgang til akviferer og tomme olje/gass-felt er sentrale elementer som setter petroleumsbransjen i en særstilling når nye CO₂-håndteringskjeder skal etableres. Norsk petroleumsindustri er godt posisjonert til å utnytte mulighetene dette gir. Statoil har den siste tiden også offentlig uttalt at de ønsker å posisjonere selskapet til å kunne bli lagringsoperatør for CO₂.

Naturgass fra enkelte felt på norsk sokkel inneholder betydelige mengder CO₂. I dag blandes naturgass med ulikt CO₂-innhold for å tilpasses en salgsspesifikasjon på maksimalt 2,5 % CO₂. Statoil har planer om overføring av CO₂-rik naturgass fra Gudrun-feltet til Sleipner for prosessering og injeksjon av CO₂ i Utsira-formasjonen. Med produksjon fra nye og mer CO₂-rike naturgassfelt i kombinasjon med kvoteplikt og CO₂-avgift på norsk sokkel, er CO₂-lagring mer kommersielt interessant. Dette er allerede vist gjennom Sleipner og Snøhvit.

Høyere pris på utslipp av CO₂ vil endre konkurranseforholdet mellom naturgass og andre energikilder. Det å demonstrere CO₂-fangst og lagring fra naturgassbasert energiproduksjon vil bidra til å styrke naturgassens posisjon som energikilde i Europa.

I ODs lagringsatlas (14), som ble fremlagt i 2011, ble lagringspotensialet for CO₂ i norsk del av Nordsjøen vurdert til å være i størrelsesorden 80 Gt. Dette er et betydelig også i Europeisk målestokk, hvor EU 27 i 2008 hadde et totalt CO₂-utslipp på 4,4 Gt. Potensialet må sees i sammenheng med utfordringene knyttet til lagring av CO₂ på land i Europa og norsk kompetanse på området. CO₂-håndtering kan også bidra til å skape legitimitet for oljeselskaperenes egen virksomhet, spesielt ved utvinning fra mindre tilgjengelige olje- og gassforekomster.

CO₂-prising har endret rammebetingelsene for petroleumsindustrien. CO₂-håndtering kan sikre konkurransedyktigheten til norske energiresurser. I tillegg representerer den norske sokkelen et betydelig lagringspotensial som kan nyttiggjøres i Europeisk sammenheng. Synergi med petroleumsindustrien ved naturgasseparasjon / EOR kan bidra til raskere realisering av CO₂-kjeder.

Industrien som driver for CO₂-håndtering

Industri med utslipp av CO₂ vil møte økende krav fra samfunnet om å redusere sine utslipp. CO₂-håndtering kan på sikt bli nødvendig for å legitimere egen virksomhet. Alternativet kan bli nedleggelse av virksomheten eller flytting til land med lavere utslippskrav. Dette er en viktig driver for å delta i utviklingsprosjekter støttet av CLIMIT. Det er likevel ikke forventet at alminnelige industriaktører vil foreta vesentlige investeringer på området uten betydelig offentlig støtte.

For spesielle industriprosesser kan det være lønnsomt å utvikle egen prosesseteknologi med integrert fangst av CO₂ som kan gi konkurransemessige fortrinn. Norske aktører vil neppe kunne løfte fram slike teknologier til kommersialisering uten betydelig internasjonalt samarbeid.

Realisering av CO₂-håndtering ved norske virksomheter vil derfor på sikt kunne bidra til å sikre verdier i norsk industri med store utslipp. I tillegg kan norsk industri også dra fordeler av å utnytte slik kompetanse og løsninger i øvrig virksomhet utenlands.

CO₂-prising vil over tid endre konkurranseforholdene for norsk industri som slipper ut CO₂. Teknologi for CO₂-håndtering kan bidra til å opprettholde industriens konkurransedyktighet og styrket omdømme. Dette kan videre bidra til en bærekraftig industriutvikling i Norge.

Norske teknologileverandører

Transport og lagring

Norske leverandører og teknologibedrifter har lang erfaring fra offshore- og petroleumssektoren. Norge har lang og unik erfaring med rørledninger for transport av naturgass og Statoil opererer verdens eneste CO₂-rørledning til havs. Norge har videre et petroleumsteknologisk miljø som dekker alle faser fra tidlig kartlegging, evaluering frem til boring og feltutbygging. Denne bransjen er i sin helhet relevant for CO₂-håndteringskjeden.

Norsk rederinæring, spesielt innen lasting, transport og lossing av nedkjølt gass, har også vært viktige medspillere ved utvikling av realistiske konsepter for skipstransport av CO₂. Et norsk rederi eier fire små tankskip som går i CO₂-frakt for Yara.

Fangst

Aker Clean Carbon (ACC) er foreløpig den eneste hel-norske systemleverandøren som kan konkurrere om leveranser til de kommende demonstrasjonsprosjektene i Europa. Sargas er en leverandør med en fangstteknologi som er integrert i prosessløsningen, og som mener at teknologien er moden for storskala utbygging.

Kunnskapsbasert industri

Norge har forskningsmiljøer i verdensklasse som danner grunnlag for en norsk kunnskapsbasert industri innen CO₂-håndtering. Virksomheten omfatter grunnleggende forskning, oppdragsforskning og utvikling av nye, høyteknologiske konsepter. CLIMIT har i porteføljen flere relevante banebrytende teknologiprojekter som kan gi Norge en ledende rolle innen fangstteknologi.

Norsk leverandørindustri og norske forskningsinstitusjoner kan bidra med konkurransedyktig teknologi- og kunnskapsleveranser til nasjonal og internasjonal industri.

Grunnlag for innovative satsinger

CLIMITs langsiktige mål er å bidra til vesentlig reduksjon av kostnader for CO₂-håndtering. Dette krever ny forskning for å gi grunnleggende innsikt i og uttesting av prosesser i mindre piloter og i bredt samarbeid med industrielle aktører som vil investere teknologien. Miljø for innovasjon og nyskaping styrkes videre gjennom internasjonalt og tverrfaglig samarbeid.

CCU (Carbon Capture and Utilisation) har den siste tiden blitt lansert som en mulig løsning for CO₂-håndtering med en kommersiell driver. Dette kan føre til at nye fagmiljøer kommer til med nye innovative bidrag til teknologiutviklingen. I en fase hvor det ikke er noen "den beste" løsning for CO₂-håndtering, bør CLIMIT snu alle steiner, slik at også CCU prøves ut. Ved realisering av slike tiltak kan anvendelser av CO₂ bidra til risiko- og kostnadsavlastning for øvrige ledd i kjeden.

Vesentlige teknologiforbedringer krever styrket forskning for å oppnå grunnleggende innsikt i CO₂-håndtering, i internasjonalt, tverrfaglig samarbeid og i kombinasjon med kommersielle drivkrefter.

Det er i tråd med konklusjonene fra evalueringen, hvor det er anbefalt å gi høyere prioritet til mer grunnleggende forskning innenfor CLIMIT-FoU.

Infrastruktur og innovasjonsarenaer

Innen CO₂-håndtering har myndighetene bidratt til å etablere en rekke læringsarenaer samt pilot/testanlegg som danner basis for mye av pågående forskning og teknologiutvikling i Norge. Disse arenaer danner også en viktig basis for fremtidig satsing.

Det finnes testanlegg for post-combustion CO₂ fangst med kapasitet fra 0,01 til 10 tonn CO₂ per time. Anleggene er primært basert på amin som fangstkjemikalie. Innen CO₂ transport er det etablert rigger og rørsløyfer for å undersøke tofasestrømning generelt og det finnes også dedikerte installasjoner for å se på trykkavlastning, varmeovergang og korrosjon. Det er to lagringspiloter under etablering hvor man skal følge bevegelse av injisert CO₂ og hvor ulike overvåkningsmetoder for å påvise CO₂ lekkasjer testes.

Ut over dette er det nye planer for bruk av TCM (Mongstad) og industrielle prosjekter. TCM har et tredje test-område tilgjengelig og ett alternativ er å dedikere dette til mindre pilotanlegg knyttet opp mot utvikling av ny og banebrytende teknologi. I industriell skala representerer CO₂-fangst fra naturgassproduksjon på Sleipner, Snøhvit og In Salah viktige læringsarenaer for videre forskning og verifikasjoner.

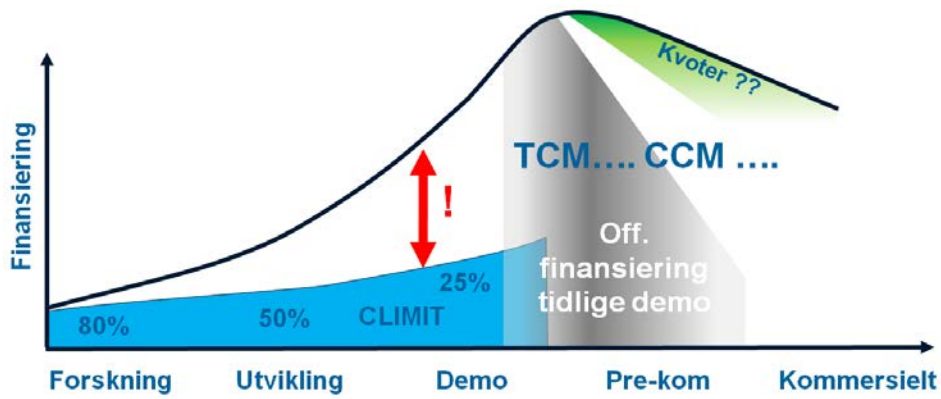
Når infrastruktur og innovasjonsarenaer skal sees i internasjonal sammenheng, vil ECCSEL bli sentralt. NTNU i samarbeid med SINTEF koordineringsansvaret for ECCSEL som er den europeiske laboratorieinfrastrukturen for CO₂-fangst og lagring. ECCSEL som er planlagt operativ fra 2015, vil inkludere oversikt over eksisterende infrastruktur, identifisering av mangler og også initiativ for å utfylle disse.

Norsk infrastruktur og innovasjonsarenaer for CO₂-håndtering bidrar til viktig forskning og industriell erfaring innen fangst, transport og lagring og danner en god basis for internasjonalt samarbeid. Porteføljen av tilgjengelig og relevant infrastruktur må kontinuerlig videreutvikles for å være tilpasset behovet for FoU. TCMs ledige område for nye fangstteknologier har potensial til å bli strategisk svært viktig for oppskalering av innovative fangstteknologier.

Norsk infrastruktur og innovasjonsarenaer for CO₂-håndtering bidrar til viktig forskning og industriell erfaring innen hele CO₂-kjeden og danner en god basis for internasjonalt samarbeid. Porteføljen av tilgjengelig og relevant infrastruktur må kontinuerlig videreutvikles for å være tilpasset behovet for FoU. TCMs ledige område for nye fangstteknologier har potensial til å bli strategisk svært viktig for oppskalering av innovative fangstteknologier.

Prekommersielle demonstrasjonsanlegg

Gjennomføringen av de planlagte internasjonale demonstrasjonsprosjekter vil få betydelig konsekvenser for forsknings- og utviklingsaktivitetene innen CO₂-håndteringsteknologi. Prosjektene vil bidra til å peke ut områder for inkrementell forbedring, samtidig som behovet for mer effektive fangstteknologier vil øke. Utvikling av mer banebrytende teknologier er imidlertid lengre fra markedsintroduksjon og har et betydelig utviklingsbehov for å kunne være aktuell for bruk i CO₂-kjeder. Det vil være avgjørende for forsert utvikling av slik teknologi at støttenivået fra offentlige kilder tilpasses støttenivået til demonstrasjonsprosjektene som nå er under planlegging. Dette er illustrert i følgende figur:



Figur 4, offentlige tilskudd til teknologiutvikling i ulike utviklingsfaser.

Tilgjengelige CO₂-håndterings-teknologier vil bli drevet fram av internasjonale demonstrasjonsprosjekter. FoU-behov, raffineringer og optimaliseringer av kjent teknologielementer vil bli kartlagt. Innsatsen for framtidsrettet teknologiutvikling bør styrkes og støttenivået for slik utvikling må økses og tilpasses det nivået som benyttes for tidlige demonstrasjonsprosjekter.

Del 3: Strategi 2012-20

7. Effekt- og resultatmål

CLIMIT skal bidra til utvikling av CO₂-håndteringsteknologi med potensial for internasjonal utbredelse. Dette forutsetter et fungerende marked for slik teknologi på sikt, og at industrien investerer i utvikling og anvendelse av teknologien. CLIMITs måloppnåelse er derfor avhengig av forskningsmiljøenes og industriens satsinger innen CO₂-håndtering.

Forsinket implementering av CO₂-håndtering internasjonalt medfører at CLIMITs strategi må endres. Den må dreie fokus fra å støtte hurtig implementering av CO₂-håndtering på norske gasskraftverk, mot teknologiutvikling for et internasjonalt marked. Dette innebærer langsiktig teknologiutvikling basert på nasjonale fortrinn. CLIMITs satsing på første generasjons teknologi må avstemmes mot oppstart av TCM og øvrige internasjonale demonstrasjonsprosjekter i årene som kommer, slik at en oppnår en balansert teknologiutvikling både i et kort og lengre tidsperspektiv.

Basert på vurderinger som er redegjort for i dette dokumentet, skal CLIMIT i strategiperioden derfor:

- Satse mer målrettet på norsk industri som har spesielle forutsetninger for å lykkes med CO₂-håndtering
- Tillate større bredde og dybde innen forskning for å skaffe grunnleggende innsikt i de viktigste prosessene
- Prioritere neste generasjons teknologier og mer banebrytende løsninger
- Stille høyere krav til prosjektsamarbeid internasjonalt og på tvers av faggrenser

For å lykkes med dette må CLIMIT:

- Styrke egen rolle som tilrettelegger ved å klargjøre behovene framover, sette ut oppdrag til aktørene der det er nødvendig og i enda sterkere grad bidra til dannelsen av samarbeidsarenaer mellom relevante industri- og forskningsaktører nasjonalt og internasjonalt
- Søke renotifisering av programmet med sikte på å kunne øke støtteintensiteten som kan gis til prosjekter i demo-fasen.
- Styrke porteføljestylingen mellom forsknings- og demo-delen av programmet
- Styrke samhandling i sekretariatet og samarbeidet med andre deler av virkemiddelapparatet

CLIMITs effekt- og resultatmål i strategiperioden er:

Effekt mål: *CLIMIT skal bidra til*

- *lavere kostnader og tidlig internasjonal realisering av CO₂-håndtering*
- *gjennomføring av CO₂-håndtering ved norske foretak*
- *realisering av lagringspotensial i Nordsjøen*

Resultat mål: *Prosjekter støttet av CLIMIT skal bidra til*

- *kunnskap og kompetanse for å øke sikkerheten og lukke teknologiske gap*
- *banebrytende teknologier og tjenestekonsepter med internasjonalt potensial*

Økt kunnskap, kompetanse og innsikt i de fundamentale prosessene vil bidra til å gi beslutningstakere, myndighetsorganer og allmennheten raskere og mer treffsikre beslutninger. Banebrytende teknologier er nødvendig for å redusere kostnadene for CO₂-håndtering og bidra til å gjøre teknologien konkurransedyktig internasjonalt.

CLIMIT vil med dette bidra til å redusere barrierer mot realisering av CO₂-håndteringskjeder.

8. Teknologiske ambisjoner

Med teknologiske ambisjoner menes kvalitative mål innenfor teknologiområdene som må innfris gjennom prosjektene for at programmets resultatmål kan nås. De teknologiske ambisjonene er basert på teknologisk status, gap og som beskrevet i kapittel 5, og er sammenholdt med vurderingen av teknologiske gap som norske aktører har mulighet til å adressere i strategiperioden.

Tabellen viser CLIMITs teknologiske ambisjoner i strategiperioden i form av nødvendige bidrag innen 2016 og 2020.

Teknologi-område	Bidrag innen 2016	Bidrag innen 2020
Fangst	<ul style="list-style-type: none"> Ny fangsteknologi for røykgassrensing på TCM To lab-skala-prosjekter videreført til pilotskala Lab-skala tester for ny og lovende teknologi innen alle tre teknologityper Pilotanlegg for industriprosesser Karbonnegative konsepter inkludert bioCCS 	<ul style="list-style-type: none"> Ny, innovativ teknologi brakt frem gjennom forskningsprosjekter, benkeskala og pilot til uttesting på TCM Nye konsepter som kombinerer fangst, transport og lagring gjennom bruk av CO₂¹
Transport	<ul style="list-style-type: none"> Virkning av urenheter i CO₂ klarlagt på korrosjon og transportegenskaper Validerte og kvalitetssikrede modeller for spredning og miljøkonsekvenser av CO₂ ved lekkasjer Design av utstyr og prosedyrer som kan effektivisere skipstransport av CO₂ 	<ul style="list-style-type: none"> Økt driftsikkerhet og reduserte kostnader knyttet til design og drift av transportsystemer for CO₂ Ha utviklet all nødvendig teknologi for å etablere effektive nettverk av skipstransportløsninger for CO₂
Lagring	<ul style="list-style-type: none"> Validerte og kvalitetssikrede overvåkingsteknologier og numeriske modeller i CO₂-feltlaboratorier eller i laboratorieskala Etablert et forskningsprogram for overvåking og modellering i forbindelse med et fullskala lagringsprosjekt 	<ul style="list-style-type: none"> Overvåking og modellering gjennomført i forbindelse med et fullskala lagringsprosjekt Demonstrasjon og kvalifisering av teknologier og modelleringsverktøy for CO₂-lagring som tilfredsstillende krav for planlegging, utbygging, drift, prediksjon, overvåking og avbøtende tiltak for et fullskala lagringsprosjekt. Disse skal være dokumentert etter internasjonalt anerkjente retningslinjer.
Miljø	<ul style="list-style-type: none"> Tilstrekkelig miljøforståelse for post-combustion CO₂-fangst Teknologi for utslippsreduksjon av amin klar for bruk i fullskala Utviklede prosedyrer og modeller for miljøkonsekvensanalyser Mulighetsstudier innen CCU er gjennomført knyttet til ulike teknologier, metoder og standarder som gjør det mulig å sammenlikne de ulike teknologienes potensial 	<ul style="list-style-type: none"> Miljøkonsekvenser ved fangst, transport og lagring avklart. Dette måles ved at kunnskapsnivået er tilfredsstillende for konsekvensutredninger og utslippstillatelser.

¹ Dette punktet er under utredning og vil bli nærmere vurdert.

9. Satsingsområder

CLIMIT skal prioritere prosjekter innenfor tre strategiske satsingsområder, som sikter mot aktører som har potensial innenfor CO₂-håndtering og hvor CLIMIT er villig til å akseptere en høyere teknologisk risiko. Satsingsområdene er:

1. Nye innovative løsninger som kan gi betydelige kostnadsreduksjoner og økt sikkerhet
2. Områder der Norge eller norske aktører har fortrinn relevant for CO₂-håndtering
3. CO₂-håndtering anvendt i alle typer norsk industri og store CO₂-punktkilder

Søkere som ikke faller innenfor disse satsingsområder vil kunne møte strengere krav til kommersielt potensial. Satsingsområdene inkluderer også kvantifisering og reduksjon av usikkerhetene knyttet til teknologien, for å tilfredsstille myndighetskrav innen HMS. Satsingsområdene er utdypet nedenfor:

Ad 1) Nye innovative løsninger som kan gi betydelige kostnadsreduksjoner og økt sikkerhet

Dagens fangstprosesser er energikrevende og dyre. Det er grunn til å tro at økt innsats mot andre fagområder (som for eksempel materialer og kjemisk prosesseteknologi) og tverrfaglig samarbeid kan danne grunnlag for nye innovative løsninger for CO₂-håndtering som kan gi signifikant reduserte kostnader og økt sikkerhet. Satsning på nye innovative løsninger krever økt fokus på den grunnleggende forståelsen av prosessene i kombinasjon med innovasjon og gründerånd for å få tilslag av nye konsepter. Begrenset finansiell kapasitet og kontaktnett hos mindre bedrifter kan imidlertid være hinder for at potensialet kan bli realisert fullt ut. Internasjonalt samarbeid er derfor viktig.

I Norge fins betydelig infrastruktur og arenaer for testing av CO₂-håndteringsteknologi (TCM, lagringspiloter med mer). CLIMIT skal bidra til relevant utnyttelse og videreutvikling av forskningsinfrastrukturen i Norge, for at ulike teknologier og metoder kan oppskaleres og testes i relevante størrelser. Videre skal det arbeides for internasjonalt samarbeid om laboratorieinfrastruktur.

CCU-prosjekter kan være en viktig kilde til innovasjon. På grunn av den tekniske og kommersielle kompleksiteten i CCU-prosjekter, må kjedens total virkningsgrad og miljøeffekter spesielt studeres gjennom en form for LCA analyse. CCU prosjekter kan støttes av CLIMIT, forutsatt at disse også bidrar i et miljøperspektiv med varig lagring av CO₂.

Dette er i tråd med anbefalingen fra evalueringen av CLIMIT.

Ad 2) Områder der norske aktører har fortrinn relevant for CO₂-håndtering

På bakgrunn av at insentivene for CO₂-håndtering er svake, vil CLIMIT fokusere på områder hvor norske foretak har særlige komparative fortrinn. Det er i hovedsak fem relevante bransjer:

1. Olje- og gassindustri med infrastruktur og lagringspotensial for CO₂
2. Offshore leverandørindustri
3. Norsk forskningsmiljøer
4. Skipsfartsindustrien
5. Prosess- og bergverksindustri med prosesser som innebærer binding av CO₂ i mineraler

Den omfattende norske olje- og gassvirksomheten og tilgrensende offshore leverandørindustri representerer en betydelig mulighet for norsk satsing på CO₂-håndtering framover. Eksempelene med Sleipner, Snøhvit og (etter hvert) Gudrun viser at sokkelindustrien har slike store CO₂-punktkilder som uansett skal fanges, og sannsynligvis vil få flere prosjekter av denne typen i årene som kommer. Heri ligger synergieffekter med FoU-aktiviteter innen lagring.

Det vil styrke utviklingen av CO₂-håndteringsteknologi om flere prosjekter med norsk deltakelse fra FoU-miljøer blir realisert. De besitter høy kompetanse og grunnleggende kunnskap, relevant for både norsk og internasjonal industri og har i tillegg etablert viktig infrastruktur innenfor forskning og utvikling av CO₂ fangstteknologier, transport og lagring. CLIMIT-FoU skal ha fokus på de sterke

forskningsmiljøene som kan bidra til å frembringe ny kunnskap som er nødvendig for å realisere lagringspotensialet på sokkelen.

Transport med skip kan bli et viktig fleksibelt element i et framtidig transportnett. Norsk skipsfartsnæring har lange tradisjoner og er nært knyttet til offshorevirksomheten, og vil kunne bli en viktig bidragsyter når skipstransportløsninger for CO₂ skal realiseres.

CLIMIT skal innenfor demo-delen støtte kartlegginger og mulighetsstudier for prosjekter hvor CO₂ kan benyttes som en ressurs i industriell sammenheng. For at CLIMIT skal støtte teknologiutvikling, må søker sannsynliggjøre at prosessen har teknisk og økonomisk potensial og vil fange CO₂ som kan lagres varig. Det må i denne sammenheng etableres gode metoder og verktøy for å analysere og vurdere de samlede miljøkonsekvensene av slike kjeder, inkludert å redusere usikkerhetene i slike analyser. Det skal gjennomføres egen vurdering om utvidelse av mandatet til programmet for eventuelt å tillate støtte til utvikling av teknologier som ikke innebærer langtidslagring av CO₂.

Ad 3) CO₂-håndtering i norsk industri

Det fins industrielle utslippskilder hvor CO₂-håndtering kan være aktuelt i Norge. CO₂-håndtering i norsk industri skiller seg likevel fra internasjonal industri på to områder:

- Lagringsdelen er en av de største utfordringene internasjonalt, men er i liten grad ansett som et problem i Norge, primært fordi kun offshore lagring er aktuelt i Norge.
- Norske CO₂-utslipp er dominert av annen industri enn kraftsektoren. Disse har andre røykgassammensetninger enn kullkraftverk, som er den utslippskilden det oftest blir fokusert på internasjonalt.

Det kan derfor oppstå "særnorske" behov eller muligheter som ikke dekkes i like stor grad av de pågående internasjonale demonstrasjonsprosjekter. Realisering av CO₂-håndtering ved norske virksomheter vil på noe sikt kunne bidra med å sikre verdier i norsk industri som har store utslipp.

CO₂-håndtering fra gasskraft er spesielt relevant fordi Norge er en stor eksportør av gass til Europa. Strengere krav om utslippsreduksjoner vil gjøre CO₂-håndtering fra gasskraftverk nødvendig. CLIMIT prioriterer derfor utvikling av optimal teknologi for fangst av CO₂ fra gasskraftverk.

10. CLIMITs rolle

I dagens situasjon med svake markedsdrivere, vil programmet utvikle egen rolle for i økende grad å bidra til å kompensere for mangelen av "krevende kunder". Dette innebærer at CLIMIT i større grad må bidra til å inspirere til og sette sammen prosjektkonsortier, og utnytte større deler av handlingsrommet som regelverket gir. Dette er også i tråd med anbefalingen fra evalueringen av CLIMIT.

Virkemidler

Programmets virkemidler må styrkes i samarbeid med OED, ved at programmet søkes renotifisert under mer markededstilpassede EU retningslinjer. Dette vil gi mulighet for økt støtteintensitet til prosjekter i utviklings- og demonstrasjonsfasen.

For å styrke innovasjonsgraden og internasjonal relevans, skal CLIMIT stille strengere krav til internasjonalt og tverrfaglig samarbeid i prosjektene, både innenfor forskning, utvikling og demonstrasjon. Samarbeid med internasjonale programmer for CO₂-håndtering er i denne sammenheng også relevant, herunder også å bidra med delfinansiering av EU-prosjekter under "Horizon 2020" (9) som er relevant for Norge og innenfor CLIMITs mandat.

CLIMIT vil arbeide for at den tredje test-området på TCM blir tilrettelagt slik at det kan gi rom for oppskalering av banebrytende teknologier, delfinansiert av CLIMIT.

CLIMIT skal styrke sin rolle som tilrettelegger ved å klargjøre kompetansegap og sette ut oppdrag på områder hvor det ikke har vært mulig å få søknader fra kommersielle aktører. Dette skal skje i samråd med OED og innenfor gjeldende regelverk for CLIMIT og offentlige anskaffelser. Resultatet fra slike oppdrag vil bli publisert i sin helhet.

Endringer i programmets arbeidsform, i retning av mer innovative satsinger og ved å inspirere og koordinere fram prosjektkonsortier som ellers ikke ville oppstå, kan medføre behov for endret kompetansesammensetning i programstyre og sekretariat.

Programstyret

Programstyrets rolle er primært av strategisk og beslutende karakter. Programstyret har ansvar for utvikling og gjennomføring av CLIMIT gjennom prosjektvurdering, tildelinger og etablering av en balansert prosjektportefølje. Programstyrets sammensetning skal til enhver tid tilpasses de behov som er nødvendig for effektiv gjennomføring av programmet og for å oppnå dets mål. Programstyret har også ansvar for at programmet gjennomføres i tråd med vedtatt strategi og føringer gitt fra OED.

Vedlegg 1: Ord og uttrykk

ACC	Aker Clean Carbon
CCGT	Combined Cycle Gas Turbine
CCM	CO ₂ Capture Mongstad – Prosjektet for planlegging av fullskala CO ₂ -fangst på Mongstad
CCS	Engelsk forkortelse for Carbon Capture and Storage. På norsk: CO ₂ -håndtering
CCU	Carbon Capture and Utilisation
CLC	Chemical-looping combustion
CLIMIT-Demo	Demo-delen av CLIMIT-programmet, administrert av Gassnova
CLIMIT-FoU	FoU-delen av CLIMIT-programmet, administrert av Forskningsrådet
CO ₂ -håndtering	Fangst, transport og sikker langtidslagring av CO ₂ . Bruk av CO ₂ til EOR/EGR eller andre mineralske bindinger ansees også som geologisk lagring, så lenge CO ₂ ikke slippes ut til atmosfæren eller verdenshavene.
CSLF	Carbon Sequestration Leadership Forum
Demo-prosjekter	Offentlig del-finansierte fullskala demonstrasjonsprosjekter for CCS
E21	Energi 21 - den nasjonale strategien for energisektoren
ECCSEL	European Carbon dioxide Capture and Storage Laboratory Infrastructure
EGR	Engelsk forkortelse for Enhanced Gas Recovery. På norsk: Økt gassutvinning
EOR	Engelsk forkortelse for Enhanced Oil Recovery. På norsk: Økt oljeutvinning
GCCSI	Global CCS Institute, Australia
IEA	International Energy Agency
IGCC	Integrated Gasification Combined Cycle
KU	Konsekvensutredning
LCA	Life Cycle Assessment / Livsløpsanalyser
OED	Olje- og energidepartementet
TCM	CO ₂ Technology Centre Mongstad
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change
ZEP	Zero Emission Platform

Vedlegg 2: Referanser

1. **Olje- og Energidepartementet.** *Statsbudsjettet (Prop. 1 S 2011-2012) - Proposisjon til Stortinget (forslag til stortingsvedtak).* 2011.
2. **Energi 21.** *Nasjonal strategi for forskning, utvikling, demonstrasjon og kommersialisering av ny energiteknologi.* 2011.
3. **IEA.** *World Energy Outlook 2011.* s.l. : IEA, 2011.
4. **Global CCS Institute.** *The global status of CCS: 2011.* 2011.
5. **Zero Emission Platform.** *The Costs of CO₂ Capture, Transport and Storage.* 2011.
6. **Norges offentlige utredninger.** *NOU 2009:16 Globale miljøutfordringer – norsk politikk.*
7. **IEA.** *Technology Roadmap - Carbon Capture and Storage.* s.l. : IEA, 2009.
8. **European Commission.** *Energy Roadmap 2050.* 2011.
9. **European Commission.** *Horizon 2020 - The Framework Programme for Research and Innovation.* Brussels : s.n., 2011.
10. **Miljøverndepartementet.** *Norsk klimapolitikk (klimameldingen), Mld. St. 21 (2011-12).* 2012.
11. **KLIF - Klima og Forurensningsdirektoratet.** *Klimakur 2020 - Tiltak og virkemidler for å nå norske klimamål mot 2020.* 2010.
12. **OECD.** *OECD Economic Outlook 2011/2.* 2011.
13. **European Commission.** *Special Eurobarometer 364, Public Awareness and Acceptance of CO₂.* 2011.
14. **Oljedirektoratet.** *CO₂ storage ATLAS - Norwegian North Sea.* 2012.
15. **UNIDO, IEA.** *Technology Roadmap - Carbon Capture and Storage in Industrial Applications.* s.l. : UNIDO, 2011.