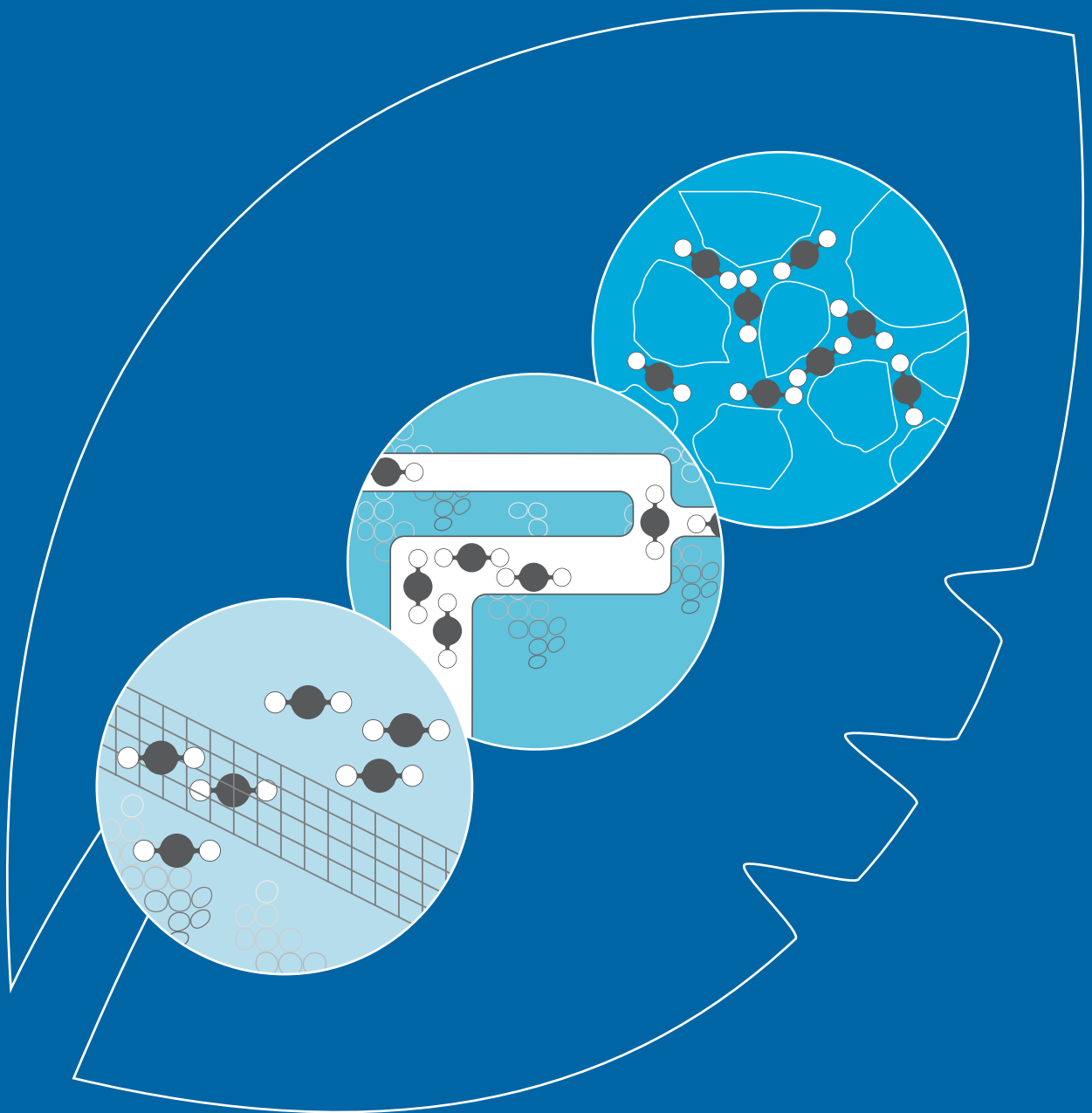


# CLIMIT

PROGRAMPLAN 2010–2012



## Innholdsfortegnelse

I	Sammendrag .....	3
II	Innledning.....	3
III	CO <sub>2</sub> -håndtering i Norge .....	4
IV	CLIMIT bakgrunn, finansiering og organisering .....	6
V	Mål for CLIMIT-programmet .....	7
VI	Virkemiddelapparatet .....	8
VII	Satsinger i CLIMIT-programmet.....	9
	1. CO <sub>2</sub> -fangst .....	9
	2. CO <sub>2</sub> -transport.....	11
	3. CO <sub>2</sub> -lagring .....	13
	4. Verdikjede for CO <sub>2</sub> -håndtering .....	16
VIII	Referanser .....	17

# CO<sub>2</sub>-håndtering



## I Sammendrag

CLIMIT-programmet ble opprettet i 2005 for å støtte utvikling av gasskraftteknologi med karbonfangst og lagring, forkortet med CO<sub>2</sub>-håndtering, eller "CCS" på engelsk. Støtteordningen ble i 2008 generalisert til å omfatte kraftproduksjon basert på alle fossile brensler og fra 2010 også punktutslipp fra industrien.

Norges satsing innen CO<sub>2</sub>-håndtering var opprinnelig motivert ut fra å støtte teknologitvilling for å muliggjøre egen kraftforsyning med gasskraft. Fokus for aktiviteten fremover vil i større grad dreie seg om å delta internasjonalt for å utvikle teknologi for CO<sub>2</sub>-håndtering. Dette som et ledd i å redusere globale CO<sub>2</sub>-utslipp fra kraftproduksjon og industri samt å bidra til å sikre verden tilstrekkelig energiforsyning.

Det er i følge Det Internasjonale Energibyrå (IEA) forventninger om at fossile brensler må spille en sentral rolle innen energiforsyningen i lang tid fremover<sup>(1)</sup>. For å innfri de kutt i klimagassutslipp som er nødvendig for å begrense global oppvarming må CO<sub>2</sub>-håndtering tas i bruk innen kull og gasskraft i et betydelig omfang<sup>(1,2)</sup>. Det pekes i denne sammenheng også på nødvendigheten av å fange CO<sub>2</sub> fra industriutslipp og biomasseforbrenning<sup>(2)</sup>. Det er forventninger om at det vil utvikles et stort internasjonalt marked for å levere tjenester til CO<sub>2</sub>-håndtering.

Norge har gode tekniske og industrielle forutsetninger til å bidra i dette arbeidet. Som betydelig eksportør av olje og gass kan man også argumentere for at Norge har en ekstra motivasjon for å delta aktivt i utviklingen av CO<sub>2</sub>-håndterings-teknologi.

CLIMITs programplan for perioden vektlegger de områder hvor norske forsknings- og industrimiljøer legger til grunn at Norge kan utgjøre størst forskjell. Det fremheves her spesielt CO<sub>2</sub>-transport og -lagring og røkgassrensing.

Programmet vil fokusere på:

- Langsiktig og bredt anlagt støtte til forskning og utvikling innen programmets satsingsområder.
- Bidra til pilotering og demonstrasjon av teknologi frem mot 2015. Denne teknologien vil danne basis for de første fullskala demonstrasjonsanleggene som vil bygges i 2015-20.
- Stimulere til utvikling av nye og mer banebrytende teknologier som kan støttes i pilot og demonstrasjon etter 2015.

- Bidra til demonstrasjon og kommersialisering av ny og banebrytende teknologi i perioden etter 2015-20.

Det forventes at CLIMITs mandat i løpet av 2010 vil bli utvidet til å omfatte CO<sub>2</sub>-fangst fra industriutslipp. Programplanen gjenspeiler til en viss grad utvidelsen. Tilskudd til denne type tiltak forutsetter at EFTA's overvåkningsorgan (ESA) etter notifisering gir sin godkjenning. CLIMIT-programmet vil komme tilbake til ytterligere konkretisering av satsingen.

## II Innledning

IEA<sup>(1,2)</sup> forventer at fremtidens energiforbruk i verden vil øke med 45 % frem mot 2030 om ikke betydelige tiltak iverksettes. Selv med stor innsats for å få opp andelen fornybar energi, vil økningen primært komme fra fossile brensler. Dette kan bety en temperaturøkning på opp mot seks grader i utgangen av dette århundret<sup>(3)</sup>. En rekke land har, med anbefaling fra bl.a. FN's klimapanel (IPCC)<sup>(3)</sup>, besluttet å sette som målsetting at temperaturøkning i dette århundre ikke skal overstige to grader. Den Europeiske Union (EU) har i lys av dette forpliktet seg til å redusere klimagassutslippene med 20 % innen 2020<sup>(4)</sup>. Norge har med klimaforliket gått enda lenger og har ambisjoner om 30 % reduksjon innen 2020<sup>(5)</sup>.

IEAs policy scenario, "the Blue scenario"<sup>(2)</sup>, sikter mot å stabilisere temperaturøkningen på to grader. Dette krever en halvering av dagens klimagassutslipp. IEA understreker<sup>(1)</sup> at dette er et svært ambisiøst mål som krever en "revolusjon i måten vi produserer og bruker energi". Scenariet innebærer søkelys på å utvikle nær sagt alle energiformer. CO<sub>2</sub>-håndtering er en viktig brikke, og kan i et tidsperspektiv frem mot 2050 stå for rundt 19 % av utslippsreduksjonen. IEA utvider begrepet CO<sub>2</sub>-håndtering til også å omfatte industriutslipp og utslipp fra termisk biomassekonvertering<sup>(2)</sup>, og deres analyser viser at CO<sub>2</sub>-fangst fra industri vil bli et like viktig tiltak som fra kraftproduksjon. Videre anfører IEA at også gasskraft med CO<sub>2</sub>-fangst kan bli et betydelig innsatsområde frem mot 2050.

Ifølge IEAs scenario<sup>(2)</sup> vil det være nødvendig å bygge 18 stor-skala CO<sub>2</sub>-fangstanlegg globalt i 2015, 100 anlegg i 2020 og 3 400 anlegg i 2050 for å nå de utslippsmål man har satt seg.

EU forventer også at CO<sub>2</sub>-håndtering må bli sentralt for å kunne levere klimagassreduksjoner i tide, og har uttrykt som ambisjon å ha tolv demonstrasjonsanlegg for CO<sub>2</sub>-håndtering i drift innen 2015, hvorav seks allerede har fått betydelige bevilgninger.

IEA anslår<sup>(2)</sup> et globalt investeringsbehov for storskala CO<sub>2</sub>-håndteringsanlegg til 5 000 milliarder US \$ i perioden fra 2010 til 2050. Kostnadene for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering antas å ligge på 60-90 Euro per tonn CO<sub>2</sub> i 2015 og 35-50 Euro per tonn CO<sub>2</sub> i 2020<sup>(6)</sup>. Hoveddelen av kostnadene er knyttet til CO<sub>2</sub>-fangst. Den forventede kostnadsreduksjonen frem mot 2020 er mulig forutsatt implementering av et vellykket internasjonalt demonstrasjonsprogram parallelt med et betydelig forskningsprogram og internasjonalt samarbeid.

Regjeringens planer for statlig finansierte fullskala CO<sub>2</sub>-håndterings-anlegg og -testsentra i Norge<sup>(7)</sup> legger basis for fremtidige behov for forskning og utvikling. Det antas å være betydelige synergier mellom denne satsingen og fremtidig CO<sub>2</sub>-fangst også fra termiske biomasse anlegg og industriutslipp.

Ved å se CO<sub>2</sub>-teknologi og -infrastruktur i sammenheng i helhetlige løsninger blir det mulige verdiskapingspotensialet for Norge og norsk industri betydelig og den globale samfunnsnyten av å utvikle fangst, transport- og lagringsløsninger stor.

### III CO<sub>2</sub>-håndtering i Norge

FN's klimapanel<sup>(3)</sup>, IEA<sup>(1,2)</sup> fremhever at klimautfordringen vi står overfor er så betydelig at vi har behov for å komme i gang med CO<sub>2</sub>-utslippsreduksjoner hurtig og før det er etablert rammer og mekanismer for et kommersielt globalt marked. CO<sub>2</sub>-håndtering inngår som ett av mange tiltak som utvikles for å redusere menneskeskapte CO<sub>2</sub>-utslipp.

Norske myndigheter deltar aktivt i det internasjonale arbeidet for å sikre fremtidens energiforsyning og for å redusere klimagassutslipp. Klimaforliket<sup>(5)</sup> mellom Regjeringen og opposisjonen setter ambisiøse mål for reduksjon av klimagassutslipp i Norge mot 2020. En tredel av kuttene, rundt 16 millioner tonn CO<sub>2</sub>, skal skje innenlands.

I et ikke-kommersielt marked hvor det er nødvendig å frem-skaffe ny teknologi raskt må myndighetene påta seg ansvar som går utover det som er vanlig innen forskning og utvikling. Oppskalering og verifikasjon av teknologi i pilot- og demon-anlegg vil normalt være ledd i en industriell kommersialisering av ny teknologi som industrien selv forestår. I et ikke-kommersielt marked vil det ikke være kommersielle drivere for å gjennomføre slike kostbare prosjekter. Offentlig støtte

til pilot- og demoprojekter kan således bidra til at teknologi kommer raskere til markedet.

Arbeidet med CO<sub>2</sub>-håndtering i Norge kan motiveres ut fra:

- Å utvikle konkurransedyktig, norsk CO<sub>2</sub>-håndterings-teknologi til et fremtidig internasjonalt marked,
- Å utvikle teknologier for kraftproduksjon som muliggjør en kontrollert bruk av fossile brensler til kraftforsyning i tråd med blant annet IEAs 450 ppm-scenario ("the Blue Scenario")<sup>(2)</sup>,
- Å bidra til å sikre Norges kraftforsyning og reduksjoner i CO<sub>2</sub>-utslipp gjennom utbygging av egne anlegg, og
- Å redusere norske CO<sub>2</sub>-utslipp fra industri og å legge grunnlaget for å utvikle konkurransedyktig industri tilpasset en fremtidig karbonbegrenset økonomi.
- Utløse verdiskaping gjennom lagring av CO<sub>2</sub> på norsk sokkel.

Satsingen innen CO<sub>2</sub>-håndtering i Norge muliggjør utnyttelse av synergier knyttet til CO<sub>2</sub>-fangst fra kraftproduksjon, industriutslipp og CO<sub>2</sub>-utskilling fra naturgass. Energiintegring mellom petroleumsvirksomhet, industri, kraftproduksjon og CO<sub>2</sub>-fangst kan bidra til å legge grunnlag for en fremtidsrettet og konkurransedyktig industri i Norge i en fremtidig karbonbegrenset økonomi. For oljevirksomheten kan CO<sub>2</sub>-håndtering komme til å bli en viktig rammebetingelse for fremtidige operasjoner. CO<sub>2</sub>-håndtering kan følgelig komme til å bli viktig for fremtidig verdiskaping på sokkelen og innen norsk petroleumsindustri.

Det kan videre være aktuelt for Norge å utvikle CO<sub>2</sub>-lagring på norsk sokkel som forretningsmulighet som også kan muliggjøre eksport av CO<sub>2</sub>-fri gasskraft til kontinentet.

Regjeringen<sup>(7)</sup> har satt seg som mål å etablere en verdikjede for transport og injisering av CO<sub>2</sub> i Norge. Satsingen er bred og inkluderer forskning og utvikling, demonstrasjonsprosjekter og store prosjekter, som Europeisk CO<sub>2</sub> Teknologisenter Mongstad (TCM) og senere fullskala CO<sub>2</sub>-fangst på Mongstad og Kårstø.

Statlig støtte til CO<sub>2</sub>-håndtering ble styrket gjennom klimaforliket i Stortinget i 2008<sup>(5)</sup>. Som et direkte resultat av dette ble det også etablert to sentre for miljøvennlig energi innen CO<sub>2</sub>-håndtering (BIGCCS og SUCCESS).

CLIMIT-programmet er et sentralt virkemiddel for den norske satsingen. Programmet ble opprettet for å øke forskningsinnsatsen og stimulere til teknologiutvikling og demonstrasjon for å få fortgang i utviklingen av et mer miljø- og klimavennlig energisystem.

CLIMIT-programmet er et samarbeid mellom Gassnova SF og Norges forskningsråd og mandatet omfatter kunnskaper og løsninger for:

- CO<sub>2</sub>-fangst før, under, eller etter kraftproduksjon samt fra industriutslipp.
- Kompresjon og transport av CO<sub>2</sub>.
- Langtidslagring eller andre bruksområder som medfører permanent lagring av CO<sub>2</sub>.

Programmet har grenseflater og koblingspunkter med andre forskningsprogrammer; RENERGI-programmet dekker fornybar energi, energieffektivisering og energisystemer, og har også en samfunnsfaglig aktivitet innen disse områdene. RENERGI-programmet har også støttet samfunnsfaglige prosjekter knyttet til CO<sub>2</sub>-håndtering. PETROMAKS-programmet dekker FoU innen norsk olje- og gassvirksomhet. Kompetanse knyttet til reservoarer og lignende er av stor betydning for CLIMIT-programmet, og spesielt bruk av CO<sub>2</sub> til økt oljeutvinning er et tema med klart overlappende interesse for PETROMAKS og CLIMIT. Klimaforskningen i Forskningsrådet er i hovedsak organisert gjennom programmet NORKLIMA, og kunnskap derfra er av stor betydning for CLIMIT og vica versa.

Det er nedsatt tre strategi-grupper med overordnet ansvar for forskningsstrategiene innen petroleum, energi og klima. OG21 dekker olje- og gassvirksomheten og gir overordnet strategi for PETROMAKS og DEMO 2000. Energi21<sup>(8)</sup> utarbeider på tilsvarende måte den overordnede strategien for RENERGI, mens Klima21 skal utarbeide strategi for klimaforskningen i Norge. Temaet CO<sub>2</sub>-håndtering er spesielt trukket fram som en av de satsingene i Energi21, men CLIMIT-programmet må også forholde seg til strategiene i OG21 og Klima21.

CLIMIT-programmet er ikke gitt noen definert varighet. Programplanen revideres hvert tredje år.

## IV CLIMIT bakgrunn, finansiering og organisering

CLIMIT-programmet ble etablert 1. januar 2005. Bakgrunnen for etableringen er beskrevet i Stortingsmelding nr. 47 (2003-2004). CLIMIT administrerer to tilskuddsordninger som til sammen i 2010 disponerer i underkant av 200 MNOK:

- 1) Pilot og demo: Gassteknologifondet på to milliarder norske kroner ble opprettet av Stortinget i 2004 for å sikre finansiering av Gassnovas tilskuddsvirksomhet til pilot og demonstrasjon. Den årlige avkastning fra fondet er i størrelsesorden 82 MNOK.
- 2) Forsknings- og utviklingsaktiviteter som Forskningsrådet administrerer får sine bevilgninger årlig over statsbudsjettet. For 2010 utgjør dette 100 MNOK.

Programstyret som er oppnevnt av Olje- og energidepartementet (OED (se [www.climit.no](http://www.climit.no))) og har ansvaret for strategi og bevilgninger. Gassnova SF har ansvaret for koordinering av CLIMIT-programmet.

Gassnova SF og Norges forskningsråd samarbeider om den faglige evaluering av søknader og prosjekter i CLIMIT. Gassnova har i tillegg ansvaret for teknologiledelse og for pådriverrollen for å etablere industrielle arenaer for teknologitvilling.

CLIMIT-programmets virksomhet med støtte til prosjekter innen kraftproduksjon med CO<sub>2</sub>-håndtering, er godkjent og notifisert som en tilskuddsordning innenfor EØS-regelverket av "The EFTA Surveillance Authority (ESA)". Tilskuddsvirksomheten vil i løpet av 2010 bli søkt notifisert til også å omfatte industriutslipp<sup>(10)</sup>.

Denne revisjon av programplanen for CLIMIT er gjennomført med basis i en prosess der det er gjennomført SWOT og Foresight analyser innen de satsingsområder som er omfattet av programmet. Analysene er gjennomført med deltagere fra industri og forskning.

## V Mål for CLIMIT-programmet

Målsettingen for CLIMIT-programmet er:

*Akselerere kommersialisering av CO<sub>2</sub>-håndtering gjennom økonomisk stimulering av forskning, utvikling og demonstrasjon.*

Innsatsen Norge gjør gjennom CLIMIT-programmet var tidligere dels rettet mot å dekke eget elkraftbehov gjennom gasskraft. I dagens situasjon med forventet overskudd av kraft vil ikke dette alene være en tung driver for egen teknologitvilling. Programmet har i tråd med endrede rammebetingelser og regjeringens forskningsmelding<sup>(9)</sup> lagt mer vekt på å utvikle teknologi for et internasjonalt marked og dermed bidra til å løse de globale klima og energi utfordringer.

I dette bildet må fokus i CLIMIT rettes mot satsingsområder der Norge har spesielle forutsetninger for å kunne gi et signifikant bidrag. Dette kan gjøres ved å:

- Gjennom omfattende støtte til forskning og utvikling, bidra til å utvikle nye konsepter for CO<sub>2</sub>-håndtering som kan bidra til å bringe ned kostnadene med CO<sub>2</sub>-håndtering.
- Bygge på den erfaring og de sterke miljøer og mulige leverandører Norge har for å utvikle geologisk lagring. Herunder også å utnytte Nordsjøens rolle som mottaker av CO<sub>2</sub> fra land på kontinentet.
- Bygge videre på den erfaring, infrastruktur og kom-

mersielle forankring som røykgassrensing har i Norge. Utnytte synergier ved røykgassrensing på kraftverk og industriutslipp.

Med basis i en forventet tidsplan frem mot kommersialisering av CO<sub>2</sub>-håndtering, som er antatt å finne sted rundt 2020<sup>(2,11)</sup>, peker vi i de kommende kapitler på følgende målsettinger for satsingen gjennom CLIMIT-programmet:

- Langsiktig og bredt anlagt støtte til forskning og utvikling innen programmets satsingsområder som omtalt i de påfølgende kapitler.
- Bidra til pilotering og demonstrasjon av kjent teknologi frem mot 2015. Denne teknologien vil danne basis for de første fullskala demoanleggene som vil bygges i 2015-20.
- Stimulere til utvikling av nye og mer banebrytende teknologier som kan støttes i pilot- og demonstrasjonsprosjekter etter 2015.
- Bidra til kommersialisering av ny og banebrytende teknologi i perioden etter 2015-20.

Veikart	2010-2014	2015-2019	2020-
Forskning og utvikling	■	■	■
Pilot-demo/felt forsøk – kjent teknologi	■	■	■
Pilot-demo – nye teknologier	■	■	■
Fullskala-demo/“early mover”	■	■	■
Kommersielt marked	■	■	■

Fig 1: Norsk CO<sub>2</sub>-håndterings veikart frem mot 2020.

Mørkblå = Aktivt.

Lyseblå = Redusert aktivitet.

Hvit = Ikke aktivt.

For å realisere målsetningene om en kommersialisering i 2020 er det behov for langvarig og bredt anlagt forskning, utvikling og demonstrasjon hvor samarbeid mellom forskningsinstitutter, universiteter og industrien er sentralt for å utvikle en bred portefølje. Et tett samarbeid med leverandørindustri og industrielle brukere skal sikre videre oppskalering, verifikasjon og kommersialisering. CLIMIT-programmet kan gi støtte til aktiviteter i alle faser av utvikling og kommersialisering av nye løsninger.

## VI Virkemiddelapparatet

CLIMIT-programmet er unikt i norsk sammenheng ved at tilskuddsordningen dekker hele innovasjonskjeden fra grunnforskning til demonstrasjon.

**CLIMIT-Forskning og utvikling (FoU):** Støtter langsiktig og bred kompetanse- og teknologiutvikling gjennom rettede ut-

lysninger i regi av Norges forskningsråd. Det er mulighet til å søke støtte til tre typer prosjekter:

- Brukerstyrte prosjekter (BIP), der næringslivet eller andre brukere er søkere, og brukeren selv må bidra med minst 50 % av finansieringen til prosjektet. Samarbeid mellom bedrifter og bruk av forskningsinstitutter som samarbeidspartnere og underleverandører er en vesentlig styrke for prosjektene.
- Kompetanseprosjekter med brukermedvirkning (KMB), er prosjekter der primært forskningsinstituttene står som søker, og minst 20 % av prosjektet må dekkes med finansielt bidrag fra næringslivet
- Forskerprosjekter, som primært er rettet mot universiteter og høyskoler, og det kan gis 100 % støtte fra Forskningsrådet. Utdanning, i form av Ph.D. o.a., prioriteres.

For alle prosjektypene, men særlig for KMB og forskerprosjekter, er internasjonalt samarbeid av avgjørende betydning. Forskningsrådet er ved årsskiftet 2009/2010 i ferd med å vedta en ny strategi for internasjonalt samarbeid, og de generelle prinsipper herfra vil også gjelde for CLIMIT-FoU delen.

**CLIMIT-DEMONSTRASJON (demo):** En åpen utlysning primært rettet mot pilotering og demonstrasjon av kommersielt lovende teknologier som er grundig dokumentert gjennom forutgående forskning. Støtten prioriteres til prosjekter som bidrar til å oppskalere og verifisere kostnadseffektive, fremtidsrettede teknologikonsepter for CO<sub>2</sub>-håndtering. Prosjektene må bidra til teknologi- og kompetanseutvikling i Norge innenfor CO<sub>2</sub>-håndtering og inneholde en forretningsplan. Tilskuddsordningen er notifisert for å gi støtte til prosjekter innen følgende kategorier (ESA):

- **Grunnforskning:** Med dette menes eksperimentelt og teoretisk arbeid rettet mot å oppnå ny kunnskap om underliggende prinsipper for fenomener, prosesser eller observasjoner uten å ha mål om en klar praktisk anvendelse.
- **Utforskning:** Planlagt forskning og undersøkelser rettet mot å samle inn ny kunnskap og ferdigheter for å utvikle nye produkter, prosesser eller tjenester eller for å signifikant forbedre eksisterende produkter, prosesser eller tjenester. Herunder utvikling og uttesting av deler av et system eller prosess for å gjennomføre generisk teknologivalidering.
- **Pilot og demo:** Innsamling, kombinerende og bruk av eksisterende kunnskap med det mål for øye å fremstille planer, design for nye eller modifiserte/ forbedrede produkter, prosesser eller tjenester. Aktiviteter vil typisk omfatte utvikling av plantegninger som er rettet mot kommersielt bruk.
- **Utvikling av kommersielt anvendelige prototyper og piloter** der slike er nødvendige som ledd i en kommersialisering.
- **Forprosjekter** for å planlegge og modne større utforsknings og pilot/demonstrasjon prosjekter.

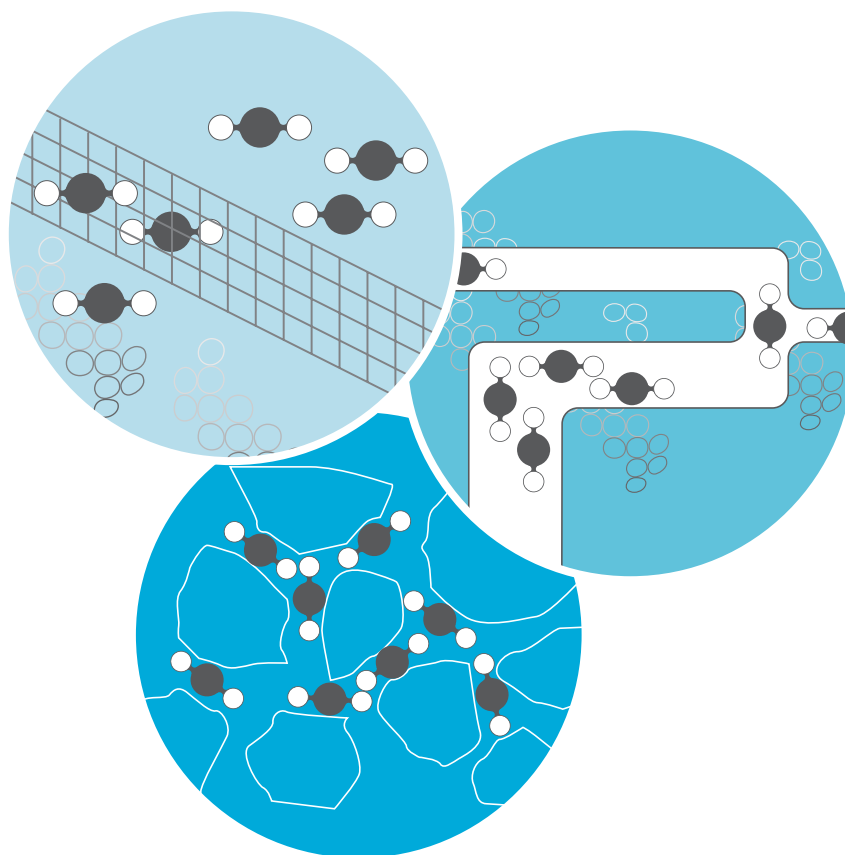
For nærmere definisjoner se EFTA Decision No 302/05/COL<sup>(12)</sup>.

Kriterier og retningslinjer for CLIMIT-demo skiller seg fra CLIMIT-FoU ved at det er større fokus på det mulige forretningspotensial og på å sikre rettigheter med tanke på kommersialisering.

For kriterier for tildeling av støtte, se [www.climit.no](http://www.climit.no)

## VII Satsinger i CLIMIT-programmet

CLIMIT-programmet sine satsingsområder er kartlagt og prioritert gjennom dialog med industri- og forskningsmiljøer og det er formulert hovedutfordringer og målsettinger for planperioden og skisse av målsetning for den påfølgende periode. Satsingsområder og målsettinger er satt inn i et veikart som omtalt på de neste sidene:



# 1. CO<sub>2</sub>-fangst

## Hovedmål innen satsingsområdet er å:

- Bedre kostnads- og energieffektiviteten ved CO<sub>2</sub>-fangst.
- Få fram ny og uprøvd teknologi med stort forbedringspotensial.
- Kartlegge miljøkonsekvenser ved CO<sub>2</sub>-fangst.

Området CO<sub>2</sub>-fangst deles tradisjonelt opp i før, etter eller under kraftproduksjon. Dette viser til om CO<sub>2</sub> fanges før eller etter forbrenningen (pre-/post-) eller om forebrenningen forgår med rent oksygen (oxyfuel). Alle tre teknologier vil sannsynligvis bli representert i de første fullskala CO<sub>2</sub>-fangst-anleggene som vil bygges i 2015-2020. For Europa er denne antagelsen styrket ved at EUs gjenoppretningsplan (ERP) kommer til å støtte fullskala prosjekter innen pre-, post, så vel som oxyfuel. Av de tre teknologiene er aminbasert CO<sub>2</sub>-fangst vurdert som mest moden. Det er bygget anlegg med en kapasitet på over 300 000 tonn CO<sub>2</sub> om året og det finnes få, men etablerte leverandører.

Det er foreløpig ingen av de "kjente" teknologiene for CO<sub>2</sub>-fangst som beviselig er vesentlig bedre enn de andre. Det er derfor viktig med en bred satsing på alle lovende tekniske løsninger. I Norge er imidlertid post-combustion teknologien godt forankret i norsk gassindustri gjennom fjerning av naturlig forekommende CO<sub>2</sub> i naturgass.

Satsingen innen dette feltet i CLIMIT-programmet, vil bidra til å understøtte myndighetenes engasjement i TCM og fullskala renselanlegg på varmekraftverket på Mongstad. Satsingen vil også være relevant for CO<sub>2</sub>-fangst fra industrielle kilder.

Dagens utfordringer for CO<sub>2</sub>-fangst er orientert omkring investerings- og driftskostnader, energibehov og miljø. For utbredelsen av teknologien er det imidlertid viktig at CO<sub>2</sub>-fangst blir en naturlig del av røykgassrensingen, dvs. at det på sikt skal håndteres av forurensere på linje med dagens tiltak for å fjerne for eksempel støv, svovel og nitrogenoksider.

## Kostnads- og energieffektivitet

Mål for planperioden er å få fram kostnadseffektive fangstprosesser med lav energi- og miljøbelastning. For aminbasert post-combustion CO<sub>2</sub>-fangst er målet for planperioden basert på ambisjonen i CLIMIT-prosjektet SOLVIt som sikter mot 2,7 GJ/tonn CO<sub>2</sub> for regenerering av amin.

Det er fortsatt en utfordring for de kjente CO<sub>2</sub>-fangst-teknologiene å prestere bedre enn et ti prosentpoengs tap i virkningsgraden for kraftverket. Chemical looping combustion (CLC) og prosesser som inkluderer bruk av brenselceller er eksempler på teknologier med et høyere virkningsgradspotensial, men som foreløpig er langt fra kommersialisering.

I denne planperioden er hovedsatsingen post-combustion CO<sub>2</sub>-fangst med fokus på nye og bedrekjemikalier med lavt energibehov, lav degradering og neglisjerbare miljøkonsekvenser, samt på prosessintegrering. Det siste punktet vedrører varme integrasjon internt i fangstprosessen så vel som integrasjon med CO<sub>2</sub>-kilden, og mulige hjelpesystemer. Generelt har kostnadseffektive løsninger med nye innovative prosesser, alternativ materialbruk mv. høy prioritet.

CLIMIT ønsker også prosjekter innen pre-combustion og oxyfuel. Eksempler på aktiviteter innen disse to teknologier er utvikling av turbinbrennkammer for hydrogen og oksygenproduksjon for oxyfuel anvendelse.

## Ny og uprøvd teknologi

Mål for planperioden er å få fram en større portefølje av prosjekter innen området ny og uprøvd teknologi. Anslagsvis bør minst ti prosent av midlene som tildeles gjennom CLIMIT-programmet gå til prosjekter basert på innovative og helt nye ideer med potensial for signifikante forbedringer av kostnad, energibruk og/eller miljøbelastning.

For å redusere kostnader, energi og miljøkonsekvenser vil det være nødvendig å utvikle innovative og helt nye ideer til CO<sub>2</sub>-fangst. CLIMIT-programmet vil med dette sette søkelyset på å støtte utvikling av nye høyeffektive prosesser som ikke tar utgangspunkt i små inkrementelle forbedring av tradisjonelle teknologier, men som har potensial for sprangvis forbedring.

## Kartlegge miljøkonsekvenser ved CO<sub>2</sub>-fangst

Mål for planperioden er at forståelsen av miljøkonsekvensene i forbindelse med kjemikalieutslipp til luft skal være tilstrekkelig for gjennomføring av en konsekvens utredningsprosess for et aminbasert post-combustion CO<sub>2</sub>-fangst-anlegg. Det er videre også et mål å få verifisert teknologi for å bringe selve utslippet ned.

Fremtidens CO<sub>2</sub>-fangst prosesser må utvikles med tanke på minimale miljøkonsekvenser. CLIMIT-programmet ønsker

derfor å støtte aktiviteter for å kartlegge miljøkonsekvenser og tiltak for å minimere årsakene/kildene. På kort sikt er det stor interesse for utslipp til luft fra aminbasert CO<sub>2</sub>-fangst, men området er også åpent for prosjekter med utgangspunkt i andre fangstteknologier.

For aminbasert CO<sub>2</sub>-fangst er det FoU-behov innen analyse av reelle utslipp fra CO<sub>2</sub>-fangstprosessen, forståelse av den underliggende kjemi i reaktoren, transport og reaksjoner i atmosfæren og nedfallstoffenes innvirking på mennesker, dyr og planter. Det er parallelt med dette også behov for å utvikle prosesser for å minimere selve kjemikalieutslippet til et dokumentert sikkert nivå.

Det er i strategiarbeidet forut for denne programplan ikke vært analysert spesifikt hvilke spesielle utfordringer som er knyttet til CO<sub>2</sub>-fangst fra industriutslipp. Dette vil bli gjennomført når mandatet fra Olje- og energidepartementet foreligger.

		2010–2012	2013–
<b>Miljø</b>	Miljøkonsekvenser: post-combustion	God miljøforståelse	
	Utslippsreduksjon	Verifisert teknologi	Klar for fullskala
<b>Energieffektivitet</b>	Videreutvikling av kjemikalier*	2,7 GJ/tonn CO <sub>2</sub>	2,1 GJ/tonn CO <sub>2</sub>
	Hydrogenbrennkammer	Konsept er valgt	Utvikling med leverandør
	Oksygenproduksjon	Ett prosjekt	Prosjekt med leverandør
<b>Ny og utprøvd teknologi</b>	Satsing på utradisjonelle løsninger	10 % av CLIMIT	10 % av CLIMIT

\* Basert på SOLVit programmet.

Fig. 2: Veikart for CO<sub>2</sub>-fangst.

## 2. CO<sub>2</sub>-transport

### Hovedmål innen satsingsområdet er å:

- Utvikle, bekrefte og demonstrere teknologi for sikker og kostnadseffektiv transport av CO<sub>2</sub>.

Dette teknologiområdet har den styrken at det i stor grad bygger på til dels moden og etablert teknologi. Det er ingen åpenbare tekniske stoppere. Derimot er det identifisert noen potensielle kostnadsdrivere og behov for mer kunnskap innenfor noen viktige områder som beskrives nærmere under.

Storskala transportsystemer for CO<sub>2</sub> vil sannsynligvis innebære kombinasjoner av rørledninger og skip. Selv om man fra USA har over 30 års erfaring med rørledningstransport av CO<sub>2</sub> (kun onshore) fra naturlige kilder for økt oljeutvinningsformål er det allikevel en rekke ubesvarte spørsmål i forbindelse med transport i den skala det her er tale om. Det er også usikkerhet knyttet til transport av mer eller mindre uren CO<sub>2</sub> fra forskjellige typer industri og kraftverk. Sammensetningen av CO<sub>2</sub> fra et fangstanlegg vil kunne variere betydelig avhengig av type fangst teknologi. Det er følgelig behov for ytterligere utviklingsarbeid på flere områder i forbindelse med CO<sub>2</sub>-transport.

Følgende satsingsområder innen CO<sub>2</sub>-transport er identifisert:

### Basiskunnskap og infrastruktur

Mål for planperioden er at man skal opparbeide basiskunnskap og forståelse innen de områder av CO<sub>2</sub>-transport som beskrives i de følgende avsnitt i denne programplanen.

For ren CO<sub>2</sub> foreligger det tilfredsstillende tilstandsligninger. Det er imidlertid behov for bedre termodynamiske modeller for CO<sub>2</sub>-sammensetninger relevante for CO<sub>2</sub>-håndtering. Disse modellene må bekreftes gjennom eksperimentelle studier. Det er også behov for grunnleggende studier av korrosjon, vannløselighet i CO<sub>2</sub> og modeller for hydratdannelse som funksjon av varierende gassammensetning. Identifisering av nye materialsammensetninger, belegg osv. som kan redusere investeringskostnader og/eller driftskostnader for CO<sub>2</sub>-rørledninger vil også være et prioritert satsingsområde.

Infrastruktur gjennom etablering av egnet laboratorie-, pilot- og demo-utstyr for å gjennomføre reelle eksperimenter for å utvikle og bekrefte teorier og metoder er høyt prioritert.

### Anbefalte standarder og retningslinjer

Mål for planperioden er at det etableres tekniske grunnlag for reguleringer og retningslinjer for alle aspekter vedrørende transport av CO<sub>2</sub> offshore og onshore som kan sikre kvalitet og integritet på transportsystemene og derigjennom sikre bred internasjonal aksept.

### Drift og flow assurance

Mål for planperioden er å lukke alle vesentlige kunnskaps-gap innenfor drift og flow assurance som kan være til hinder for en sikker og kostnadseffektiv gjennomføring av rørtransport av CO<sub>2</sub>. Dette omfatter bl.a. kostnadseffektiv utnyttelse av CO<sub>2</sub>-rørnettverk, prosedyrer for sikker trykkavlastning, tørking, deteksjon av lekkasjer, hydratdannelse m.m.

### Helse, miljø og sikkerhet (HMS)

Målsetningen for dette området er å etablere grunnleggende kunnskap for å kunne vurdere alle HMS-aspekter ved CO<sub>2</sub>-transport. Områder som vil bli prioritert omfatter bl.a. utslipps- og spredningsmodellering ved nedblåsing og lekkasjer samt kvantitative risikoanalyser.

### Kritiske utstyrskomponenter og materialer i transportkjeden

Målsetningen innenfor planperioden er å bidra til at utstyrskomponenter utvikles og kvalifiseres. Videre å lukke kunnskapsgap innen valg av materialer og materialkombinasjoner. Eksempelvis er standard pumper og kompressorer i mindre grad optimalisert for CO<sub>2</sub> i de mengder og med det innhold av urenheter som kan være aktuelt innenfor storskala CO<sub>2</sub>-håndtering. Problematikk rundt materialvalg, pakninger etc. relatert til varierende innhold av urenheter må også adresseres.

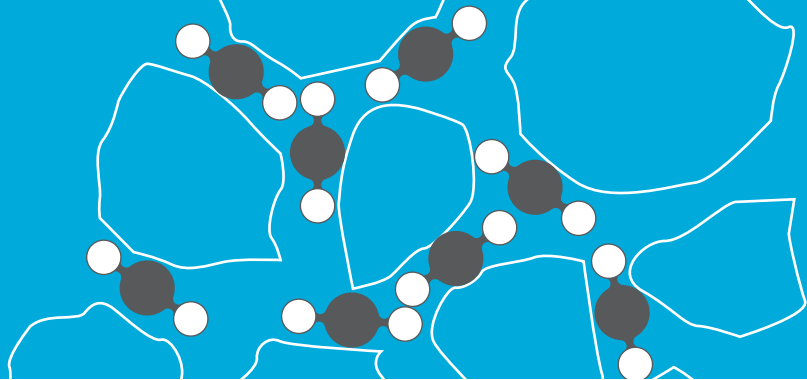
### Alternative transportmetoder

Mål for perioden er å gjennomføre mulighetsstudier og eventuelt småskala pilotforsøk for alternative transportmetoder. Transportsystemer for CO<sub>2</sub> vil sannsynligvis måtte baseres på en kombinasjon av rørledninger og skip. Det kan imidlertid ikke utelukkes at nye, innovative løsninger kan finnes også innenfor transport. Det er følgelig på flere områder behov for ytterligere utviklingsarbeid i forbindelse med CO<sub>2</sub>-transport.

		2010-2012	2013-
<b>Rørtransport</b>	Basiskunnskap og infrastruktur	FoU i henhold til gap-analyser	Grunnleggende gap-lukket
	Standarder	Guidelines og standarder	Realiserbart
	Materielteknologi	Validering av modeller	Kompetent leverandørmarked etablert
	Drift og Flow Assurance	FoU i henhold til gap analyse	Realiserbart
	Helse, miljø og sikkerhet (HMS)	Etablere grunnlag for å vurdere alle risikomomenter forbundet med transport av CO <sub>2</sub>	Kontinuerlig forbedring
	Kritiske utstyrskomponenter	Kompetent leverandørmarked etablert	Realiserbart
<b>Andre</b>	Alternative transportmetoder	Mulighetsstudier	Småskala pilotprosjekt eventuelle demo anlegg

Fig. 3: Veikart for CO<sub>2</sub>-transport.

# 3. CO<sub>2</sub>-lagring



## Hovedmål innen satsingsområdet er å:

- Utvikle og verifisere kunnskap og teknologi for sikker og kostnadseffektiv lagring og overvåking av CO<sub>2</sub>.
- Bidra til å utvikle og bekrefte kommersialiserbare metoder, tjenestekonsepser og teknologi.
- Bidra til økt kunnskap om geologisk lagring.

I tråd med anbefalinger fra FN's klimapanel og EU direktivet for geologisk lagring anses ikke havlagring som et reelt alternativ<sup>(4)</sup>. Primærfokus for programmet er følgelig støtte til utvikling av geologisk lagring av CO<sub>2</sub>. Dette innebærer lagring i vannholdige formasjoner som ligger dypt nok til at CO<sub>2</sub> er i tett fase. Lagring kan finne sted i såkalte akviferer som er vannfylte porøse sandsteiner med stor regional utbredelse eller i tomme olje- og gass strukturer.

Norge har gjennom petroleumsindustrien gode forutsetninger til å utvikle en konkurransedyktig industri for å betjene et fremtidig marked for lagring av CO<sub>2</sub>.

Nasjonale planer og internasjonale veikart peker på at det vil bli et kommersielt marked etter 2020. Det er imidlertid sannsynlig at det utvikles et marked for å levere tjenester til en rekke fullskala demonstrasjon anlegg allerede i planperioden og frem mot 2015-2020.

Teknologiområdet har den styrken at det bygger på kunnskap, teknologi og metoder som for en stor del er utviklet av petroleumsindustrien. I noen tilfeller er det behov for å tilpasse både kunnskap og metoder og teknologi til utbygging av CO<sub>2</sub>-lagre. Dette begrunnes i de krav til dokumentasjon som geologisk lagring er underlagt samt tilpassning av teknologi til de trykk, temperatur og sikkerhetskrav som vil gjelde for CO<sub>2</sub>-lagring. Målet er å utvikle en sikker, kostnadseffektiv og konkurransedyktig industri.

Kunnskapsmangel kombinert med interessemotsetninger gjør at området har behov for utstrakt informasjonsspredning basert på validering av prinsipper og metoder gjennom feltforsøk.

Følgende satsingsområder er identifisert innen geologisk lagring:

## Basis kunnskap og infrastruktur

Mål for planperioden er økt kunnskap om grunnleggende prosesser og målemetoder som omfattes av geologisk lagring. Det er videre av stor betydning å bidra til å etablere infrastruktur og feltlaboratorier som muliggjør grunnforskning og metodeutvikling innen alle aspekter ved CO<sub>2</sub>-lagring.

Det er behov for kontinuerlig kunnskapsoppbygging innen basisfagene geologi, geofysikk, geokjemi, geobiokjemi, bergmekanikk og strømning i porøse medier for å bedre forstå hvordan CO<sub>2</sub> strømmer og påvirker bergartssystemer kjemisk og mekanisk. Numerisk simulering av CO<sub>2</sub>-strømning er et spesielt viktig verktøy innen geologisk lagring. På lang sikt er det viktig at slike metoder, foruten å simulere trykk og konsentrasjonsfordelinger, også kan simulere bergmekaniske og geokjemiske prosesser.

Det er videre behov for å utvikle bedre og mer kostnadseffektive metoder for å overvåke CO<sub>2</sub>-lagre offshore. Det er ønskelig at overvåking skal kunne gjøres mest mulig kontinuerlig og uten omfattende støtte fra land eller petroleumsinstallasjoner. For å forstå konsekvenser av eventuelle CO<sub>2</sub>-lekkasjer til havbunnen er det behov for å forstå geobiokjemiske og biologiske prosesser i overflate sedimenter og på havbunnen.

Infrastruktur gjennom etablering av feltlaboratorier eller andre innretninger for å gjennomføre reelle eksperimenter for utvikle og bekrefte teorier og metoder er høyt prioritert. Det bør etterstrebes stor grad av internasjonalt samarbeid rundt slike initiativ.

Innen dette satsingsområdet vil det også være rom for å støtte andre teknologier for CO<sub>2</sub> enn ren lagring ved injeksjon i geologiske formasjoner, så som metoder for mineralisering og lagring kombinert med økt oljeutvinning.

## Lager

Mål for planperioden er å utvikle og verifisere metoder og standarder for hvordan lagringspotensial estimeres samt vurdering og kvantifisering av reservoarutnyttelse, forseglingskapasiteter og mulige lekkasjeveier.

Det må utvikles, bekrefte og kommersialiseres metoder og tjenestekonsepser rettet mot å vurdere og å kvalifisere lagringslokaliteter. Metodikk må tilfredsstillende de krav til

presisjonsnivå som er typisk for de ulike stadier i prosjektutvikling frem til investeringsbeslutninger for CO<sub>2</sub>-håndteringsprosjekter samt de krav som vil stilles fra godkjennende myndigheter. I tidligfase er det behov for å identifisere lagringspotensialet knyttet til forskjellige lagringskonsep-ter og områder på norsk sokkel. Utvikling og validering av matematiske metoder og software for flytsimulering for å kunne kvantifisere utbredelse av injisert CO<sub>2</sub> og eventuelle lekkasjer fra lagre er høyt prioritert.

## Utbygging

Mål for planperioden er å utvikle, og i størst mulig omfang verifisere metoder, teknologier og tjenestekonsep-ter for å muliggjøre kommersiell bruk på fullskala lagringsprosjekter etter 2015.

Petroleumsindustriens metoder for boring og utbygging av felt må tilpasses de krav og rammebetingelser som vil gjelde for CO<sub>2</sub>-lagre. Brønner og andre innretninger må tilfredsstille de krav som stilles til sikkerhet (trykk temperatur, korrosjon, levetid og materialer), overvåkning og reduksjon i kostnader. På lenger sikt er det behov for å utvikle ny "fit for purpose" teknologi for CO<sub>2</sub>-håndterings-utbygging som vesentlig reduserer kostnader til boring og komplettering av brønner samt utbyggingsløsninger.

Satsingen vil primært rette seg mot leverandører innen petroleumssektoren, men også petroleumsteknologiske for-skningsmiljøer.

## Drift og overvåkning

Mål for planperioden er å utvikle og i størst mulig omfang verifisere metoder, teknologier og tjenestekonsep-ter for å muliggjøre kommersiell bruk på fullskala lagringsprosjekter.

Drift og overvåkning av etablerte CO<sub>2</sub>-lagre vil kreve metoder for å overvåke CO<sub>2</sub>-væskens fordeling i reservoaret som tilfredsstiller de krav som offentlige myndigheter stiller til presisjon. Forskning og utvikling av ny teknologi vil støttes under satsingen på *basiskunnskap*. Innen denne satsingen vil det være aktuelt å støtte tilpasning og verifikasjon av nye metoder ved felt eller fullskala forsøk.

Ved drift av lagre vil det bli viktig at man planlegger og gjennomfører injeksjoner på en slik måte at man utnytter reservoaret maksimalt, sikrer kontroll over reservoartrykket og minimerer risiko for lekkasje. Kunnskap, metoder og innretninger for å sikre reservoarstyring er høyt prioritert.

Det forventes at det vil bli stilt strenge krav til sikkerhet ved operasjon av CO<sub>2</sub>-injeksjonsprosjekter. Prosjekter som vil

		2010-2012	2013-
<b>Basiskunnskap og infrastruktur</b>	Økt kunnskap om geologiske, geokjemiske, strømningsmessige og bergmekaniske prosesser samt overvåkningsmetoder	FoU i henhold til gap-analyser, uttesting i feltlaboratorier	FoU i henhold til gap-analyser
	Infrastruktur for forskning	Feltlaboratorier etablert, internasjonalt samarbeid	
	Alternative metoder for lagring	Grunnforskning og tekn.øk. mulighetstudier	Grunnforskning og tekn.øk. mulighetstudier
<b>Lager</b>	Metoder for å vurdere kapasitet, injektivitet, risiko og reservoarutnyttelse	Utviklet og implementert i nasjonalt regelverk	Forbedret og validert på felteksampler
	Kvalifisere lagringsvolum på norsk sokkel	Etablert grunnlag for nye lagringsområder på sokkel	Bedre enn 30 % nøyaktighet i prediksjon
<b>Utbygging</b>	Havbunns og brønneteknologi	Eksisterende teknologi kvalifisert for CO <sub>2</sub>	Ny teknologi utviklet og kvalifisert
<b>Drift og overvåkning</b>	Overvåkningsmetoder og sikker drift	Metoder for avvikshåndtering lager overvåkning utredet og validert i feltforsøk	Nye metoder for overvåkning validert i feltforsøk
	Reservoar styring	Metoder for reservoarstyringstrykk kontroll utviklet	Nye metoder testet og kvalifisert
<b>Miljø</b>	Miljøkonsekvens av lekkasje i marine miljøer	Effekter av lekkasje på marine organismer dokumentert	Monitoreringsmetoder testes ut etablert

Fig. 4: Veikart for CO<sub>2</sub> lagring.

bidra til utvikling av enkle og billige, men verifiserte og pålitelige metoder for overvåking og identifisering av lekkasjer eller andre uventede hendelser, i reservoaret, samt avbøtende eller intervensjonerende tiltak ved eventuelle lekkasjer, kan støttes.

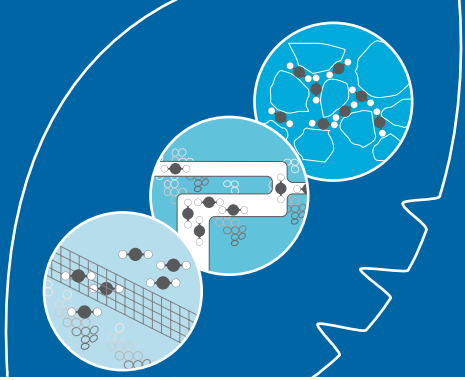
På noe lenger sikt må det utvikles standarder, prosedyrer og metoder som kan anvendes for å stenge ned og overføre et lager fra en operatør til myndighetene.

## **Miljø**

Mål for planperioden er at CO<sub>2</sub>-lagring under havbunnen skal gjennomføres med minst mulig risiko for lekkasje og på en måte som møter krav som stilles i internasjonale konvensjoner og direktiver (OSPAR, LC, EUs lagringsdirektiv), samt nasjonale regelverk.

En eventuell lekkasje opp til overflaten vil kunne arte seg som en strøm av CO<sub>2</sub>-gass fra en lekk brønn eller forkastning eller "pipling" opp gjennom havbunnen. For å kunne vurdere konsekvensene av en lekkasje, er det viktig å forstå hvordan organismer i det marine miljø vil tåle og reagere på økte CO<sub>2</sub>-konsentrasjoner og eventuelle andre stoffer som måtte bli mobilisert av CO<sub>2</sub>. Slik kunnskap kan også benyttes til å overvåke havbunnen (bioindikatorer) for å avsløre eventuelle lekkasjer. Slike sammenhenger skal være kartlagt og forstått innen planperiodens utløp.

# 4. Verdikjede for CO<sub>2</sub>-håndtering



De foregående satsingene beskriver de sentrale teknologi-områder innen CO<sub>2</sub>-håndtering.

CO<sub>2</sub>-håndtering representerer en helt ny verdikjede som vil bestå av forretningsområder som dels krysser tidligere grenser. Man vil her støte på begrensninger, utfordringer og muligheter som kan virke hemmende, men også fremmende, på utvikling av CO<sub>2</sub>-håndtering.

For å kunne bestemme og videre maksimere den samfunnsmessige nytteverdi for CO<sub>2</sub>-håndtering må disse elementene settes sammen på en forretnings og miljømessig optimal måte. Denne satsingen er derfor rettet mot "Verdikjede for CO<sub>2</sub>-håndtering" og skal være bro mellom de enkelt-teknologiene og de samfunnsmessige aspektene for CO<sub>2</sub>-håndtering som adresseres bla. gjennom Energi 21 og FoU-programmet RENERGI.

Følgende områder innenfor verdikjeder for CO<sub>2</sub>-håndtering framheves:

- Utvikling av standard kostnadsestimeringsmetodikk og beregningsverktøy.
- Gjennomføring av ulike analyse av typen: teknisk-økonomisk, teknisk-økologisk (bl.a. livssyklusanalyser), risiko og "impact" og samfunnsøkonomisk.

misk, teknisk-økologisk (bl.a. livssyklusanalyser), risiko og "impact" og samfunnsøkonomisk.

- Studier av samfunnsmessig eller juridisk karakter med vesentlig betydning for kommersialisering av den aktuelle teknologi slik som konsekvenser, utfordringer innen rammebetingelser og regelverk.
- Barriærer for introduksjon av CO<sub>2</sub>-håndtering.

Prosjekter kan støttes dersom de har basis i en utvikling av teknologi eller et forretningskonsept innen CO<sub>2</sub>-håndtering. Prosjekter som retter seg mot teknologiutvikling, utvikling av tjenestekonseppter, samt kommersialisering av CO<sub>2</sub>-håndteringsteknologi oppfordres til å ha et helhetlig perspektiv på de utfordringer og muligheter vi står overfor.

I forbindelse med prosjektsøknader der CO<sub>2</sub> skal inngå i en verdikjede må det gjøres spesielt rede for prosessens totale energi og CO<sub>2</sub>-balanse, samt aspekter knyttet til sikker og klimagodkjent langtidslagring av fanget CO<sub>2</sub>.

Det understrekes at intensjon med støtteordningen CLIMIT er å bidra til at CO<sub>2</sub> kan fanges med lavere energi-/ investeringskostnader og lagres i samsvar med nasjonale og internasjonale avtaler og reguleringer.

## VIII Referanser

1. IEA ; Energy Technology Perspectives 2008: <http://www.iea.org/techno/etp/index.asp> <<http://www.iea.org/techno/etp/index.asp>>
2. IEA: Technology Roadmaps - Carbon Capture and Storage [http://www.iea.org/publications/free\\_new\\_Desc.asp?PUBS\\_ID=2145](http://www.iea.org/publications/free_new_Desc.asp?PUBS_ID=2145) <[http://www.iea.org/publications/free\\_new\\_Desc.asp?PUBS\\_ID=2145](http://www.iea.org/publications/free_new_Desc.asp?PUBS_ID=2145)>
3. <http://www.ipcc.ch/>
4. [http://ec.europa.eu/environment/climat/climate\\_action.htm](http://ec.europa.eu/environment/climat/climate_action.htm)
5. <http://www.regjeringen.no/nb/dep/md/pressemeldinger/2008/enighet-om-nasjonal-klimadugnad.html?id=496878#4>
6. Mckinsey- Carbon capture and storage- assessing the economics [http://www.mckinsey.com/clientservice/ccsi/pdf/ccs\\_assessing\\_the\\_economics.pdf](http://www.mckinsey.com/clientservice/ccsi/pdf/ccs_assessing_the_economics.pdf)
7. [http://www.regjeringen.no/upload/SMK/Vedlegg/2009/Ny\\_politisk\\_plattform\\_2009-2013.pdf](http://www.regjeringen.no/upload/SMK/Vedlegg/2009/Ny_politisk_plattform_2009-2013.pdf)
8. <http://www.energi21.no>
9. <http://www.regjeringen.no/nb/dep/nhd/dok/regpubl/stmeld/2008-2009/stmeld-nr-7-2008-2009-.html?id=538010>
10. [http://www.climit.no/utvidet-mandat-for-climit/?publish\\_id=1287&active=](http://www.climit.no/utvidet-mandat-for-climit/?publish_id=1287&active=)
11. Strategic Energy Technology Plan (SET Plan) [http://ec.europa.eu/energy/technology/set\\_plan/set\\_plan\\_en.htm](http://ec.europa.eu/energy/technology/set_plan/set_plan_en.htm)
12. <http://www.eftasurv.int/state-aid/legal-framework/state-aid-guidelines/>



**Gassnova SF** | Dokkvegen 10, NO-3920 Porsgrunn

Telefon: +47 40 00 59 08 | Telefaks: +47 35 93 11 89 | [info@gassnova.no](mailto:info@gassnova.no) | [www.gassnova.no](http://www.gassnova.no)

CLIMIT-sekretariatet: Direktør Teknologi Klaus Schöffel | Telefon: +47 913 42 329 | [ks@gassnova.no](mailto:ks@gassnova.no)



**Norges forskningsråd** | Stensbergata 26 | Postboks 2700, St. Hanshaugen, NO-0131 Oslo

Telefon: +47 22 03 70 00 | Telefaks: +47 22 03 70 01 | [post@forskningsradet.no](mailto:post@forskningsradet.no) | [www.forskningsradet.no](http://www.forskningsradet.no)

Kontaktperson: Spesialrådgiver Trygve U. Riis | Telefon: +47 22 03 73 47 | [tur@forskningsradet.no](mailto:tur@forskningsradet.no)

Akselerere  
kommersialisering av  
**CO<sub>2</sub>-håndtering** gjennom  
økonomisk stimulering  
av forskning, utvikling  
og demonstrasjon.

[www.climit.no](http://www.climit.no)