Programplan CLIMIT 2006-2009

Revisjon 3 - november/2008
Godkjent av programstyret for CLIMIT 7. november 2008

Utarbeidet av Gassnova SF med bidrag fra Norges forskningsråd

Innholdsfortegnelse

I Sammendrag **3**

II Innledning **5**

Bakgrunn, finansiering og organisering 5

III CO_2 og gasskraft - trender og utfordringer **7**

Internasjonale trender 7
Nasjonale trender og utfordringer 9

IV CLIMIT målsetning og satsningsområder **11**

1. Kraftgenering med CO_2 fangst 12
2. CO_2 kompresjon og transport 16
3. CO_2 lagring 17

V Referanser **23**

GASSNOVA

Forskningsrådet

Sammendrag

Programplanen beskriver arbeidet med forskning, utvikling og demonstrasjon som CLIMIT-programmet skal bidra til i perioden 2006-2009. Programplanen gir en kort oversikt over status innen de ulike satsningsområdene, utfordringer, strategi og handlingsplan for programmets virksomhet. Dette dokumentet innholder revisjoner utført i november 2008.

CLIMIT-programmet har følgende målsetting:

Kommersialisering av kraftproduksjon med CO_2-håndtering gjennom forskning, utvikling og demonstrasjon.

CO_2-håndtering innebærer CO_2 fangst og lagring - Carbon Capture and Storage (CCS). Programmets ambisjon er å bidra til kommersialisering av kraftproduksjon med karbon fangst og lagring (CCS) til utvikling av teknologi som:

- Får ned kostnadene til de enkelte trinn i kjeden
- Leder til økt konkurranse ved at flere teknologier modnes frem og flere leverandører kommer inn på markedet

Programmets hovedbidrag er finansiell støtte sammen med andre partnere, men programmet vil også bidra gjennom veiledning og prioritering av enkelte hovedområder.

Realisering av CCS forutsetter at man også må satse på aktiviteter som retter seg mot:

- HMS aspekter ved karbonfangst, transport og lagring
- Sikkerhet og aksept for geologisk lagring (herunder overvåkning, utbedring og nedstengning)
- Informasjon slik at publikum og beslutningstakere kan danne seg en oppfatning av teknologien basert på korrekt og tilstrekkelig informasjon

CLIMIT sitt mandat innebærer fokus på kraftproduksjon med CO_2 fangst og - lagring. Dette innebærer:

På kort sikt:

- Kvalifisere teknologi og redusere kostnadene knyttet til CO_2 fangst fra gasskraftverk
- Etablere metodikk for sikker transport og geologisk lagring av CO_2

På lenger sikt:

- Forbedre eller utvikle teknologier med potensial for signifikant forbedring i virkningsgrad og lønnsomhet innen kraftproduksjon basert på fossile brensel med CO_2 fangst
- Utvikle mer robust og kostnadseffektiv metodikk for transport og lagring av CO_2.

Hovedutfordringen innen satsningsområdet er å få involvert sentrale industriaktører til å satse tilstrekkelig på teknologiutvikling som grunnlag for industriutvikling, samtidig som Norge makter å oppfylle sine klimaforpliktelser. Nøkkelen til et sterkt industriengasjement er å skape tillit til at det vil vokse frem markeder for produkter og tjenester i et omfang som kan motivere til denne betydelige investeringen fra industrien. I tillegg har CLIMIT en

utfordring ved at det er få nasjonale teknologileverandører med evne til større satsninger. Samarbeid med utenlandsk industri vil derfor være nødvendig.
Gassnova SF og Norges forskningsråd vil fortsette å arbeide aktivt for å skape arenaer for nettverksbygging og samarbeid, og for å synliggjøre muligheter for industrien gjennom teknologiledelse og -utvikling. Dette arbeidet foregår både nasjonalt og internasjonalt.

Norske myndigheter har offensive ambisjoner innen klimagasshåndtering. Den sittende regjering har forpliktet seg til krevende og ambisiøse målsettinger innen CO_2 fangst og lagring i forbindelse med gasskraftverk på Kårstø og Mongstad.

I denne revisjon av programplan pekes det spesielt på behov for økt satsing innen:

Geologisk lagring
Det er en stigende erkjennelse nasjonalt og internasjonalt at lagring kan bli en begrensende faktor for realisering av CCS. Dette skyldes i mange områder manglende myndighets-regulering, tilgang på tilstrekkelig modne områder for CO_2 lagring. Manglende lokal forståelse for de risikoer CO_2 lagring innebærer og skepsis basert på manglende lokal demonstrasjon av geologisk lagring. Skepsis knyttet til lekkasje problematikk innebærer behov for økt fokus på å forstå disse fenomenene og metodikk for å detektere og eventuelt sette inn avbøtende tiltak. Det er videre utfordringer knyttet til langtidsovervåkning av lagre og etablering av metoder og protokoller for å beslutte nedstengning og tilbakelevering av et lager til myndighetene.

CO_2 kompresjon og transport
Pågående arbeider med fullskala realisering har avdekket forhold knyttet til tekniske og materialmessige utfordringer som krever økt fokus fremover. Et sentralt tema er sammenheng mellom CO_2 strømmens sammensetning og materialmessige utfordringer.

HMS
Teknologiutvikling innen CCS innebærer at man også må lukke gap innen forståelse rundt HMS aspekter ved CCS. Dette innebærer alt fra kjemikalier som benyttes i fangstprosesser til tekniske utfordringer innen storskala CO_2 transport og lagring. HMS vil flagges sterkere innen alle satsningsområder.

Informasjon
Informasjon om CCS til legfolk og beslutningstagere nasjonalt og internasjonalt er noe som skal prioriteres høyt. Gassnova SF og Norges forskningsrådet vil sammen arbeide for å gjøre informasjon om CCS lettere tilgjengelig. Det vil i fremtiden også stilles større krav til mottagere av statsstøtte at de bidrar til informasjonsspredning til det brede publikum.

Kostnadsreduksjon ved fullskala realisering
Arbeider med å planlegge fullskala realisering viser at den teknologi man planlegger vil innebære store kostnader i alle ledd fra fangst til lagring. Fokus i disse første utbyggingene er demonstrasjon og rask realisering snarere enn kostnadsreduksjon.
Kostnadsnivået ved CCS må utfordres på alle nivåer:

- Teknologivalg og fokus
- Engineering og bygging av kraftverk, fangstanlegg
- Driftskostnader
- Økt synergi med integrering med annen industri
- Teknologiløsninger for transport
- Teknologiløsninger for lagring

Kostnadsreduksjon kan også oppnås ved at det etableres økt konkurranse i markedet ved utvikling av flere leverandører innen alle ledd.

Innen teknologiutvikling må satsningen finne en risikoprofil som etterstreber en balanse mellom å løse tekniske problemer knyttet til den teknologi man vil kommersialisere og teste ut først og satsning på de mer langsiktige løsninger der man ser potensial for store kostnadsreduksjoner.

Kostnadsnivå har sammenheng med hvilken del av industrien man forholder seg til. Prosjekter man i dag arbeider med i Norge utvikles i tilknytning til oljeindustri og petrokjemiske anlegg. Dette er kostnadsdrivende pga de spesielle krav til prosjektgjennomføring og bygging som gjelder på slike anlegg. CCS må på sikt drives på kraftindustriens premisser.

Internasjonalt samarbeid
Problemstillingen er global og trenger lokale og globale løsninger. Det foregår mange parallelle satsninger internasjonalt. I noen tilfeller vil det være store synergier å ta ut gjennom internasjonalt samarbeid og andre tilfeller kan nasjonale målsettinger oppnås ved satsninger internasjonalt. CLIMIT skal bidra til å realisere de overordnede ambisjoner med å etablere hensiktsmessige samarbeid internasjonalt.

I Innledning

CLIMIT er et programsamarbeid mellom Gassnova SF og Norges forskningsråd om forskning, utvikling og demonstrasjon av teknologi til miljøvennlig gasskraft. I 2008 ble det startet prosess mot ESA for å generalisere mandatet til å dekke kraftproduksjon fra fossile brensel.

Gassnova SF er et statsforetak som har som formål å bidra til reduksjon i kostnader i forbindelse med gasskraftverk med CCS.

Norske myndigheter har offensive ambisjoner innen klimagasshåndtering. Den sittende regjering har forpliktet seg til krevende og ambisiøse målsettinger innen CO_2 fangst i forbindelse med gasskraftverk på Kårstø og Mongstad.

CLIMIT sitt mandat omfatter kunnskaper og løsninger for:

- CO_2-fangst før, under, eller etter kraftproduksjonen
- Kompresjon og transport av CO_2
- Langtidslagring eller andre bruksområder som medfører permanent lagring av CO_2

CLIMIT programmet vil kunne gi støtte til aktiviteter i alle faser av utvikling og kommersialisering av nye løsninger.

Retningslinjer for tildeling av prosjektstøtte finnes på: www.climit.no.

Bakgrunn, finansiering og organisering

Gassnova ble etablert 1. januar 2005 som et forvaltningsorgan med særskilte fullmakter, underlagt Olje- og energidepartementet (OED). Bakgrunnen for etableringen er beskrevet i Stortingsmelding nr. 47 (2003-2004). Gassteknologifondet på 2 milliarder kroner ble opprettet av Stortinget i 2004 for å sikre finansiering av Gassnovas tilskuddsvirksomhet.

Den årlige avkastning fra fondet er i størrelsesorden 90 millioner og fra 2006 dekkes også driften av tilskuddsordning fra avkastningen. Gassnova ble fom 1.10.2007 omdannet til et statsforetak. Det ble fra samme dato besluttet å opprette et programstyre for å foreta den formelle godkjenning av strategier og prosjekter i CLIMIT. Programstyret oppnevnes av Olje- og energidepartementet. Programstyrets sammensetning kan finnes på www.climit.no

Gassnova SF har ansvaret for koordinering av CLIMIT-programmet hvor arbeidsoppgavene blir fordelt ved at forsknings- og utviklingsprosjekter blir ivaretatt av Norges forskningsråd og prosjekter nærmere kommersialisering dvs. utviklings- og demonstrasjon prosjekter, blir håndtert av Gassnova SF. I tillegg til faglig evaluering av søknader og prosjekter, er teknologiledelse en viktig del av det Gassnova SF utfører i samarbeid med Norges forskningsråd som del av CLIMIT programmet. Det innebærer å være pådriver i å etablere industrielle arenaer for teknologiutvikling.

Innenfor CLIMIT programmet disponerer Gassnova SF og Norges forskningsråd årlig i størrelsesorden 80 og 50 millioner, og hver av organisasjonene har ansvar for tildeling og oppfølging av tilskudd.

Ambisjonen er å få til satsning på teknologiutvikling gjennom tett samarbeid mellom industrien og myndighetene. Det regnes derfor med prosjektfinansiering hvor industriandelen er på ca 2:1. Dette kan gi et aktivitetsomfang på over 400 millioner kroner pr. år i Norge.

CLIMIT inngår også i myndighetenes hydrogenstrategi ved at det er opprettet en ”Hydrogenplattform” som fungerer som en felles kontaktflate mot brukermiljøene. Hydrogenplattformen administreres av Norges forskningsråd, men har ikke egne midler til utdeling.

Gassnovas virksomhet med støtte til prosjekter innen gasskraft med CCS (CO_2 håndtering), er godkjent (notifisert) som en tilskuddsordning innenfor EØS regelverket av The EFTA Surveillance Authority (ESA). I 2008 ble arbeid startet for å utvide notifisering til også å omfatte kraftgenerering fra alle fossile brensel.

Målsettinger for programmet

Programmet dekker hele innovasjonskjeden fra forskning til demonstrasjon.
Gjennom støtte fra Norges Forskningsråd skal man gjennom CLIMIT støtte langsiktig og bred kompetanse- og teknologiutvikling. Gjennom CLIMIT-demo skal man ved å gi støtte til prosjekter for utprøving og demonstrasjon bidra til å utvikle kostnadseffektive og fremtidsrettede teknologikonsepter for CO_2-håndtering. CLIMIT-demo skal ha fokus på å delfinansiere prosjekter som vurderes å ha et klart kommersielt potensial og som inneholder en markedsbasert forretningsplan. Prosjektene må også bidra til teknologi- og kompetanseutvikling i Norge innenfor CO_2-håndtering.

Med utgangspunkt i mandat fra OED har CLIMIT programmet definert følgende målsetting:

Kommersialisering av kraftproduksjon med CO_2-håndtering gjennom forskning, utvikling og demonstrasjon

Programmets ambisjon er således primært støtte til utvikling av teknologi som bidrar til at karbon fangst og lagring lar seg realisere og får økt konkurranseevne ved at man får ned

kostnadene knyttet til de enkelte trinn i kjeden, samt ved at flere teknologier modnes frem og flere leverandører kommer inn på markedet.

Realisering av CCS forutsetter videre at det satses på en rekke ”ikke-teknologiske” elementer.

- Det er behov for økt fokus på HMS aspekter ved ulike deler av teknologi-kjeden fra fangst til lagring. Herunder også bygge opp tillit til at geologisk lagring av CO_2
- Bidra til at den offentlige debatt rundt CCS er basert på korrekt og tilstrekkelig informasjon

Det er i tillegg viktig at de ulike teknologi elementene i kjeden modnes frem med fokus som sikrer at ikke enkelte elementer blir stoppere.

Fra industrien ser man videre initiativ i retning av ytterligere integrering av CO_2 fangst og energiutnyttelse i industriklynger. Satsningene på Mongstad er et eksempel på et prosjekt, der man tar sikte på energiintegrering for å gjøre CO_2 fangst mest mulig effektiv. Synergier knyttet til CO_2 fangst og lagring fra kraftproduksjon og industri utfordrer CLIMIT programmets målsetting som i dag er begrenset til kraftproduksjon ved gasskraft. Lønnsomhet innen gasskraft er presset og realisering av gasskraft med CO_2 håndtering kan i noen tilfeller være betinget at man tar ut slike synergier.

Hovedutfordringen innen satsningsområdet til CLIMIT er å få involvert sentrale industriaktører til å satse tilstrekkelig på teknologiutvikling som grunnlag for industriutvikling, samtidig som Norge makter å oppfylle sine klimaforpliktelser. Nøkkelen til et sterkt industriengasjement er å skape tillit til at det vil vokse frem markeder for produkter og tjenester i et omfang som kan motivere til denne betydelige investeringen fra industrien. I tillegg har CLIMIT en utfordring ved at det er få nasjonale teknologi-leverandører med evne til større satsinger og samarbeid med utenlandsk industri vil være nødvendig. Etablering av Aker Clean Carbon i 2008 er et stort skritt i riktig retning i så henseende.

Gassnova SF og Norges forskningsråd vil fortsette å arbeide aktivt for å skape arenaer for nettverksbygging og samarbeid, og for å synliggjøre muligheter for industrien gjennom teknologiledelse og -utvikling. Dette arbeidet foregår både nasjonalt og internasjonalt.

II CO_2 og gasskraft - trender og utfordringer

Internasjonale trender

CO_2-håndtering har fått en kraftig økt oppmerksomhet de siste 2-3 år. Fra å være en langsiktig visjon som bare Norge og noen få andre land vurderte seriøst, er CO_2-håndtering blitt løftet opp som ett av de meste aktuelle virkemidlene for å bekjempe den globale oppvarmingen.

I dag er det en utbredt oppfatning om at fangst og lagring av CO_2 i stor skala vil bli nødvendig for å oppnå betydelige reduksjoner i CO_2 utslipp relativt raskt. De fleste scenarioene forutsetter fortsatt økning i bruk av fossilt brensel i stor skala, ikke minst for å understøtte forventet kraftig vekst i energiforbruk i land med rask økonomisk utvikling, som f.eks. Kina og India. IEA’s rapport Energy technology perspectives 2008 understreker

behovet for bla. a storskala implementering av CCS for å møte klima og energiutfordringen.

Internasjonalt er det stor oppmerksomhet knyttet til fangst og lagring av CO_2 fra kullkraft. Flere internasjonale initiativ er tatt i EU, USA og andre industrialiserte land. Allikevel er det er kanskje størst fokus på Kina og i neste omgang India, som er de landene hvor kraftgeneringen øker raskest. De fleste land har en nasjonal strategi innen CO_2-håndtering (ref 3-10).

Det er opprettet en rekke internasjonale samarbeidsfora innen CCS og nedenfor omtales de viktigste.

EU har etablert en teknologi plattform (ZEP - Zero Emission Fossil Fuel Power Plants) hvor de aller fleste store kraftprodusenter, leverandører og oljeselskaper, sammen med miljøorganisasjoner, forskning og universiteter og nasjonale myndigheter jobber for å komme fram til en samlet strategi for forskning, utvikling og implementering av kraftproduksjon med CCS. Den primære oppgaven nå i 2008 er å få vedtatt realisering av 10-12 demonstrasjonsanlegg i Europa, slik at forskjellige CCS-teknologier, inkludert lagring, kan bli demonstrert og verifisert. Hovedutfordringen er finansieringen av disse prosjektene. Det jobbes med ulike modeller for å understøtte selskapenes og medlemslandenes egne bidrag. EU-kommisjonen fremmet i januar 2008 et forslag til direktiv for lagring av CO_2. Man håper å få dette implementert i løpet av 2009. Det er stor politisk vilje til å komme i gang med CCS i Europa, og kommisjonen har jobbet usedvanlig raskt med å få fram grunnlaget. Norge er representert i ZEP ved Olje- og energidepartementet og Norges forskningsråd, samt StatoilHydro, Bellona og SINTEF.

Det internasjonale energibyrået – IEA - har også økende fokus på klimautfordringene og CCS som tiltak. I en omfattende bok med tittel ”Energy Technology Perspectives – In support of the G8 Plan of Action” (12) har CCS en svært sentral plass. IEA-programmet Greenhouse Gas Technologies (IEA GHG) organiserer et omfattende samarbeid med 18 medlemsland + EU og 20 sponsorbedrifter. Programmet gjennomfører en rekker studier av høy kvalitet innen alle temaer for CCS. CLIMIT-programmet representerer Norge i programmet, og StatoilHydro og Statkraft er med som sponsorer.

Carbon Sequestration Leadership Forum (CSLF) ble startet i 2003. Forumet fokuserer på utvikling av kostnads effektive CCS teknologier ved å organisere, koordinere og iverksette internasjonal F&U- og demonstrasjon aktiviteter. CSLF har 21 medlemsland og Norge har vært med fra starten av. Olje- og energidepartementet er representert i styringskomiteen og er sammen med Norges forskningsråd i den tekniske komiteen.

USA har et meget omfattende program innenfor lagring av CO_2. Det er organisert i 7 regioner, som hver gjennomfører flere omfattende prosjekter med lagring av betydelige mengder CO_2 i forskjellige formasjoner. USA’s planer for et kullbasert anlegg for produksjon av kraft og hydrogen (FutureGen/DOE) er imidlertid endret slik at det ikke lenger omfatter hydrogenproduksjon. Det åpner også for andre teknologier i tillegg til IGCC.

Vattenfall planlegger CO_2 post-combustion fangst med tilhørende lagring ved Nordjyllandsværket (Danmark) og ved brunkullsverket Jänschwalde (Tyskland). I England har regjeringen utlyst en konkurranse for CO_2 fangst, transport og lagring fra et kullkraftverk på minimum 300 MWe.

Store satsinger er knyttet til kullgassifisering med pre-combustion fangst av CO_2 bl.a. FutureGen i USA, RWE's prosjekt ved Hürtz Knapsack og Hypogen i EU. Oxy-fuel teknologi for kullforbrenning er gjenstand for utvikling i regi av ADECOS prosjektene og Vattenfall i Tyskland (Schwartze Pumpe og Jänschwalde). Oxyfuel planlegges også i Japan, Canada og Australia. Ved Esbjergverket (kull) ble det i regi av EUs CASTOR prosjekt installert et pilotanlegg for post-combustion fangst basert på amin absorpsjon. Dette ble startet opp våren 2006 og videreføres nå i CESAR programmet under EUs 7 rammeprogram.

En viktig milepæl for gjennomføring av CCS fant sted i november 2006 og 2007 da man i London-konvensjonen og OSPAR vedtok prinsippet om geologisk lagring.

Mer informasjon om internasjonalt CO_2-håndteringsarbeid finnes på www.gassnova.no. Innovasjon Norge har laget oversikt over internasjonalt arbeid og denne rapporten blir revidert to ganger per år.

Nasjonale trender og utfordringer

I Norge sees CO_2-håndtering i sammenheng med fire viktige siktemål:

1. Redusere utslipp av klimagasser knyttet til forbrenning av fossile brensel. Klimaforliket våren 2008 setter nye ambisiøse målsettinger
2. Opprettholde en tilfredsstillende kraftbalanse ved å ta i bruk gasskraft
3. Øke bruken av norsk gass til innenlands verdiskapning og kraftproduksjon
4. Bidra i den internasjonale teknologiutviklingen ved å fremme CCS som virkemiddel samt utvikle norsk teknologi.

Sett i forhold til hva som gjøres internasjonalt, er Norge i en gunstig særstilling i forhold til å ta i bruk CO_2-håndtering i stor skala. Teknologisk ligger vi langt framme gjennom erfaringer med geologisk lagring og overvåking av CO_2 lagre. Dessuten har vi sterke faglige miljøer innenfor gassprosessering og internasjonalt anerkjente forsknings institutter. Vi har også oljeselskaper som er tunge brukere av denne teknologien.

Fra politisk hold har Norge ambisjoner om å gjennomføre CO_2 fangst av røkgassen fra gasskraftverk på Kårstø og Mongstad. Gassnova SF har ansvar for et prosjekt som skal fremme et investeringsgrunnlag for fangstanlegg tilknyttet Naturkrafts gasskraftverk på Kårstø.

I oktober 2006 underskrev Statoil(nå StatoilHydro) og staten en avtale om å realisere et CO_2 testsenter på Mongstad. Testsenteret vil ha en kapasitet på 100,000 t CO_2/år hvilket svarer til ca. 10 % av utslippet fra Mongstads kraftvarmeverk (EVM) som startes opp i 2010. Dette er første trinn fram mot fullskala CO_2 fangst fra kraftvarmeverket. I juni 2007 ble Norsk Hydro, Statoil, Vattenfall, Dong Energy og Shell med i samarbeidet om prosjekteringen av anlegget. Prosjektet har fått navnet "European CO_2 Test Centre Mongstad (TCM)". Gassnova SF leder arbeidet på vegne av staten i samarbeid med StatoilHydro og de andre partnerne.

Omtrent samtidig initierte Olje- og energidepartementet et prosjekt for vurdering av lagringsalternativer fra Kårstø og Mongstad. Dette prosjektet ledes også av Gassnova SF i samarbeid med Gassco og Oljedirektoratet.

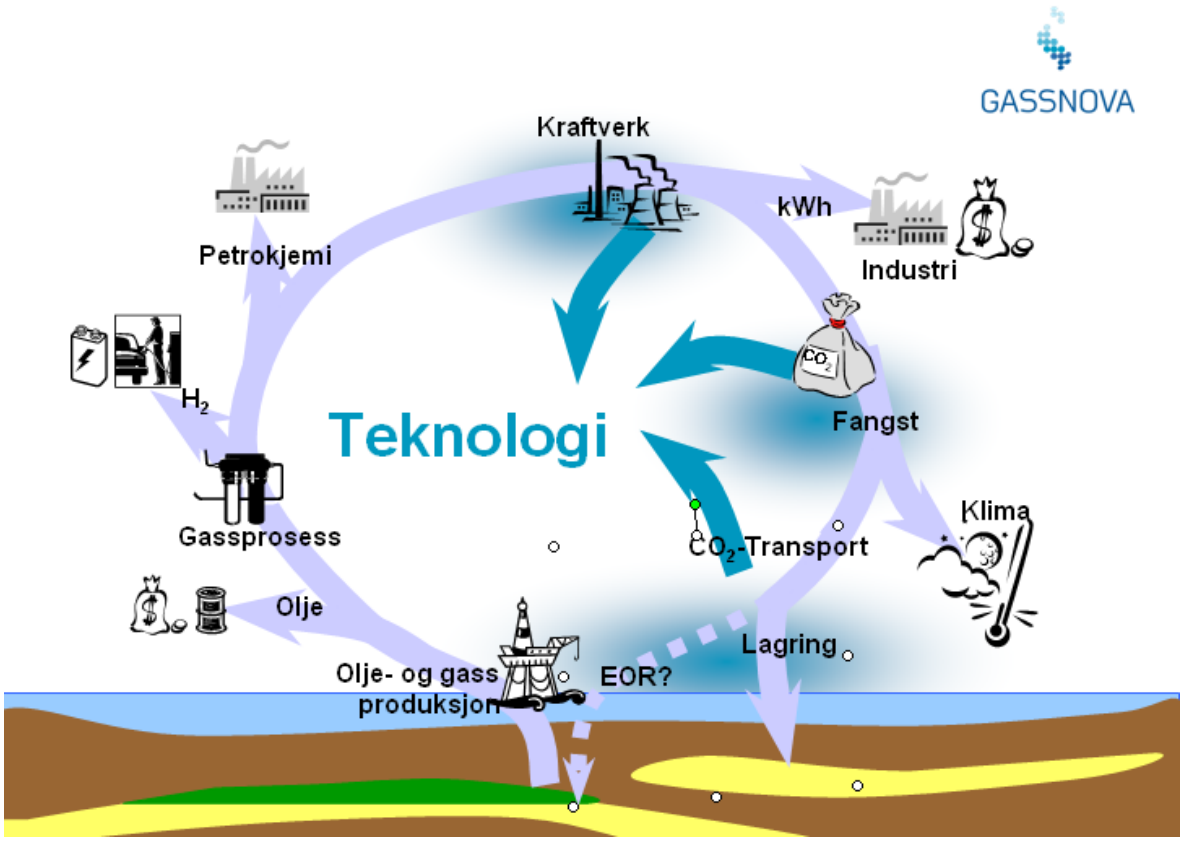
Per dags dato er det en rekke landbaserte kraftverk (gass og kull) under planlegging av industrien i Norge. Flesteparten av disse vurderes og planlegges med CO_2 fangst. Flere av prosjektene har planlagte investeringsbeslutninger i tidsrommet 2010-12. Prognosen for kraftbehovet i Norge indikerer at det ikke er behov for mer enn en fraksjon av de planlagte kraftverkene Det har i løpet av 2007-8 blitt stigende usikkerhet knyttet til gasskraft pga høye gasspriser. Som følge av dette utreder aktører i Norge kullkraft som alternativ.

Kobling av CO_2 fangst med etablering av en CO_2 verdikjede, der CO_2 brukes til økt oljeutvinning på sokkelen er et stort, kapitalkrevende og komplisert prosjekt med betydelig økonomisk risiko. Det berører mange markeder og krysser mange forvaltningsgrenser, noe som kompliserer beslutningsprosessene. Etter gjentatte utredninger, der alle viser manglende inntjening er prosjektene satt på hold.

Med hensyn på teknologiutvikling for CO_2 fangst er det en utfordring at vi i Norge har en liten norsk leverandørindustri, og at vi representerer et lite marked i forhold til de kostnadene som kreves for utvikling av ny teknologi innen kraft- og fangstteknologi. I så henseende var det et gjennombrudd i 2008 da Aker Clean Carbon ble etablert med ambisjoner om å bli teknologileverandør. Med støtte fra CLIMIT startet ACC sammen med SINTEF og NTNU i 2008 et stort forskning-, utvikling- og demo prosjekt (SOLVit) rettet mot utvikling av kjemikalier til post-combustion fangst prosess.

III CLIMIT målsetning og satsningsområder

Målsettingen for CLIMIT programmet er:
Kommersialisering av kraftproduksjon med karbonfangst og lagring gjennom forskning, utvikling og demonstrasjon.



Mandatet for å støtte teknologutvikling er definert innen hele verdikjeden fra kraft produksjon til slutt disponering/lagring (se figur over)

De teknologiske utfordringene er definert til primært å ligge langs tre innsatsområder:

Kraftproduksjon med CO_2 fangst
- Kostnadseffektiv og energioptimal kraftproduksjon
- Energieffektiv og miljøvennlig fangst av CO_2

Transport
- Sikker, stabil og kostnadseffektiv transport av CO_2 fra fangstanlegg til lagringssted

Lagringsmetodikk og overvåkning
- Tilgjengelig metodikk for økt teknisk/økonomisk, helsemiljømessig og klimamessig sikkerhet ved lagring av CO_2

Overordnet sett er det viktig at alle tre områder håndteres i et regime bestemt av kraftprodusentene, da CO_2 fangst og lagring på sikt må behandles på samme måte som annen røykgassrensing så som fjerning av flyvæske, SOx og NOx.

Innen CLIMIT pekes det på følgende satsningsområder:

1. Kraftproduksjon med CO_2 fangst
    - CO_2 fangst etter kraftgenerering (post-combustion)
    - CO_2 fangst før kraftgenerering (pre-combustion)
    - CO_2 fangst som del av kraftgenerering (oxy-fuel forbrenning)
    - Annen fremtidig CO_2 fangstteknologi (hybrid teknologi)
2. CO_2 kompresjon og transport
3. CO_2 langtidslagring

For hver av disse satsningene er hovedutfordringene kartlagt og prioritert og det er formulert målsettinger på kort, medium og lang sikt. Satsningsområder og målsettinger er satt inn i et veikart som vil bli omtalt i det påfølgende.

1. Kraftproduksjon med CO_2 fangst

Status kraftproduksjon fra kombikraft

Utvikling av kraftteknologien henger nøye sammen med utvikling av gass- og dampturbin teknologien. Gassturbinen er den viktigste komponenten og teknologien domineres internasjonalt i dag av fire teknologileverandører. Enkelte fremtidige prosesser kan også kreve turbiner som baserer seg på medier som er en blanding med en stor andel vanndamp og/eller CO_2. Turbiner for disse prosessene må utvikles.

Det satses internasjonalt betydelig summer på videreutvikling av tradisjonelle gass- og dampturbiner. GE og Siemens har uttrykt ambisjoner om kombi-kraftverk med 65 % virkningsgrad.

Status CO_2 fangst

Det understrekes i mange sammenhenger at det ikke peker seg ut noen klare teknologivinnere i dag. Det må satses på teknologiutvikling og demonstrasjon innen flere teknologispor i mange år fremover. De ulike fangstteknologiene grupperes vanligvis som:

- Post-combustion
- Pre-combustion
- Oxy-fuel
- Hybride

Noe mer langsiktige teknologier er bruk av membraner, reaksjoner med metalloksyd til karbonat, samt chemical looping hvor forbrenningsprosessen i gassturbin syklusen er erstattet med et to-reaktor forbrenningssystem hvor forbrenningen splittes opp i separate oksidasjon- og reduksjonsprosesser.

Fordeler med de ulike fangstteknologiene:

- Post-combustion
    - Teknologien er tilgjengelig
    - Ikke behov for egen gassturbinutvikling
    - Kan bygges og kjøres uavhengig av kraftverket
    - Ettermonterbart
    - Driftsikkerhet
    - Kan nyttes til CO_2 fangst fra andre punktkilder

- Pre-combustion
    - Kan kombineres med hydrogenproduksjon for andre formål
    - Enkel utskilling av CO_2
    - Reformering av naturgass er moden teknologi

- Oxy-fuel
    - Enkelt fangstanlegg
    - Enkel kraftprosess
    - Nær 100 % fangst
    - Tilnærmet ingen NOx (gassturbin basert)
- Hybride
    - Høyt potensial mhp virkningsgrad

Utfordringer for kraftproduksjon med CO_2 fangst

På kort sikt er utfordringene knyttet til kostnadsreduksjon i forbindelse med drift av anlegg gjennom å utvikle forbedrede absorpsjonskjemikalier. På lang sikt er utfordringene knyttet til kostnadsreduksjon innen investering og drift ved videre forbedring av kjente teknologier og utvikling av helt nye teknologier som f.eks. involverer bruk av brenselceller og/eller membraner.

Hovedutfordringer innen hver av fangstteknologiene:

- Post-combustion
    - Høyt energiforbruk
    - Plasskrevende
    - Miljøkonsekvenser ved bruk av kjemikalier
- Pre-combustion
    - Stort og kostbart reformeringsanlegg (naturgass basert)
    - Ikke helt moden forgasningsteknologi
    - Kan ikke opereres uten drift av reformer/forgasnings-anlegg
    - Krever gassturbin med spesielle brennkammer
- Oxy-fuel
    - Krever kraftkrevende luftseparasjonsanlegg
    - Krever utvikling av egnede turbintyper
    - Endret varme overgangsforhold i kjel
    - Utvikling av storskala luftseparasjonsprosesser
    - Integrering av luftseparasjon med turbin prosessen
    - Krever uttesting i pilot- og demoanlegg
- Hybride
    - Uprøvd og umoden teknologi
    - Kompliserte prosesser med mange elementer som må verifiseres
    - Stabile oksygenbærere ved chemical looping

Strategi for CLIMIT innen kraftgenerering og CO_2 fangst

Satsningsområder	Overordnede målsettingene		Målsettinger Kortsiktig 2006-10	Medium 2011-15	Langsiktig >2015
Post-combustion	1.1	Redusere oppskaleringsrisiko	Trinnvis utbygging realisert	Fullskala realisert	
	1.2	Optimalisere driftsregularitet	Testsenter realiseres	Drifts- og vedlikeholds-erfaring erverves	
	1.3	Redusere energiforbruket	25 % redusert ift referanse*)	50 % reduksjon ift referanse*)	*) Ref case 4200 kJ/t CO2
	1.4	Redusere investeringkostnader (ex site spesifikke)		25% redusert vs NVE Kårstø	50% redusert vs NVE Kårstø
	1.5	Neglisjerbar miljøkonsekvens	Oversikt etablert og tiltak identifisert	Oppnådd neglisjerbar konsekvens	
Pre-combustion	2.1	Realisere hydrogenrik forbrenning	Uttesting labratorieskala	Uttesting pilotskala	Realiserbart
	2.2	Redusere energiforbruket		Ny teknologi på labskala	Ny teknologi demonstrert
Oxy-fuel	3.1	Redusere kraftforbruk til luftseparasjon	Luftseparasjon	Prosessintegrering mellom ASU og kraftanlegg realisert	Ny membranteknologi demonstrert
	3.2	Utvikle kritiske komponeneter	utredninger og lab-tester	Uttesting pilotskala	Realiserbart
Hybrider	4.1	Utvikle konkurransedyktig ny teknologi	Mulighetstudier, lab og pilotesting		Demoanlegg realisert

Kortsiktig mål (2006-2010)
Med utvikling på kort sikt mener vi teknologier som er realiserbare innen 5 år. I dag ser vi to løp innen dette området:

- Post-combustion
- Pre-combustion med H_2 produksjon

For post-combustion vil de kortsiktige målene i hovedsak være fokusert rundt redusert oppskaleringsrisiko ved demonstrasjon i mindre skala og reduserte driftskostnader i form av redusert energiforbruk. I tillegg er et viktig kortsiktig mål å få full forståelse av miljøkonsekvensene ved bruk av ulike kjemikalier under post-combustion.

For pre-combustion vil de kortsiktige målsetningene være fokusert rundt å etablere en lab skala enhet for demonstrasjon av relevante brennere for hydrogenrikt brensel som del i videreutvikling av egnede turbiner med lavt NO_x utslipp.

Medium mål (2011-2014)
På mellom og noe lengre sikt er det definert målsetninger for alle fire fangst teknologiene, som vist i veikartet over. For post-combustion er målsetningen å ha oppnådd fullskala demonstrasjon, halvert energiforbruk ift 30 % MEA og ha neglisjerbar miljøkonsekvens. Det forventes videre en reduksjon av de ikke site-spesifikke omkostninger. For de andre teknologiene er målsetningene på et tidligere stadium.

Langsiktige mål (>2015)
Parallelt med satsningene nevnt over, må det satses på langsiktig utvikling av nye teknologier som kan gi signifikant økning i virkningsgrad og/eller gi vesentlig kostnadsforbedring. Her er det en rekke muligheter basert på integrerte og hybride prosesser, både innenfor post-combustion, pre-combustion og oxy-fuel baserte teknologier. På lang sikt vil det også fremkomme krav om nær 100 % CO_2 fangsgrad.

Kriterier som Gassnova vil legge til grunn for videre satsning på fremtidsrelaterte teknologier:

- Teknisk potensial/mht virkningsgrad samt mulighet for signifikante kostnadsreduksjoner (Capex og Opex)
- Potensial for lavere energikostnad enn dagens teknologi
- HMS aspekter

Handlingsplan 2006-2009
Det er utarbeidet handlingsplaner for de fire metodene for kraftgenering med CO_2 fangst som er vist i veikartet for å oppnå de skisserte målsetningene.

Post-combustion:

- Redusere oppskaleringsrisiko ved å stimulere til trinnvis oppskalering av teknologi
- Optimalisere driftsregularitet ved å igangsette og drive forprosjekt for et større testsenter for CO_2 håndtering samt bidra til realisering av demo prosjekter
- Redusere energiforbruket ved å bidra til å utvikle, teste og kommersialisere nye kjemikalier med redusert energiforbruk og håndterbar miljøkonsekvens. Igangsette aktiviteter innen integrering mellom kraftverk og fangstanlegg og prosessoptimalisering av fangsanlegg og endelig å stimulere til utvikling av alternativ teknologi til aminabsorpsjon
- Neglisjerbar miljøkonsekvens skal adressers ved kartlegning av mengder, sammensetning og konsekvens av utslipp til atomsfæren så vel som håndtering av degradert kjemikalieavfall. Videre er det viktig å identifisere nødvendige tiltak for implementering

Pre-combustion:

- Realisere hydrogenrik forbrenning ved å stimulere til aktiviteter innen utvikling og demonstrasjon av brennkammer for hydrogenrik forbrenning. Internasjonalt samarbeid er viktig for å utvikle konsepter/teknologi
- Redusere energiforbruket ved å stimulere til utvikling av ny reformer- og membranteknologi

Oxy-fuel:

- Stimulere til ny membranteknologi for luftseparasjon og aktiviteter innen prosessintegrering mellom luftseparasjon og kraftanlegg
- For kritiske komponenter stimulere uredninger, lab-tester og uttesting i pilotskala.

Hybride prosesser:

- Stimulere til utvikling og labuttesting av innovative teknologier
- Stimulere til pilot og demo-testing av konkurransedyktige teknologier

2. CO_2 kompresjon og transport

Dette satsningsområdet omfatter tekniske utfordringer knyttet til transport med skip eller rørledninger, trykksetting og kompresjon, samt pumping.

CO_2 transport gjøres i dag av blant andre Yara for industriformål. I hovedsak benyttes da velkjent teknologi basert på rør og båt. (ref 1). StatoilHydro startet i 2008 opp det undersjøiske CO_2 røret fra Melkøya til Snøhvit. Internasjonalt har storskala CO_2 transport i rør foregått i USA siden 70-tallet (kun onshore).

Det er kjent at CO_2 sammensetning (innhold av forurensinger) påvirker tilstandsdiagrammet til CO_2, noe som igjen kan påvirke transport egenskapene og dermed kostnadene. Krav til CO_2 sammensetning som pålegges fangstanleggene fra transportsystemet kan påvirke kompleksiteten og kostnadene ved et fangstanlegg.

Sentrale problemstillinger knytter seg til korrosjon samt flytende/komprimert CO_2's innflytelse på materialer og pakninger.

Polytec utførte i 2008 en studie for å samle tilgjengelig kunnskap knyttet til CO_2 transport i rør offshore (ref 11). De peker blant annet på følgende R&D behov:

- Materialkunnskap (rør, pakninger, ventiler etc.) og korrosjon
- Eksperimentelle data for CO_2 i blanding med andre gasser, definere spec'er for CO_2 sammensetning i relasjon til materialvalg/korrosjon
- Vann innhold og termodynamiske modeller
- Vedlikehold og pigging av lange rørledninger
- Modeller for trykkavlastning av rørledninger
- Oppsprekking/propagering av sprekker i rørledninger
- Problematikk rundt hydratdannelse i undersjøiske CO_2 rør
- En rekke problemstillinger rundt drift av CO_2 rørledninger (trykkavlasting, stop-/ start-prosedyrer, tørking og HMS)

Prioriterte satsingsområder og målsettinger innen CLIMIT fremgår av veikart under.

			Kortsiktig 2006-10	Medium 2011-15	Langsiktig >2015
Rør-Transport	1	Grunnleggende transportegenskaper for CO2	Utvikle modeller for prediksjon av grunnleggende CO2 transportegenskaper	Videreutvikling av simuleringsverktøy vs eksperimentelle data	Kommersiellt tilgjengelig
	2	Pumpe og kompressor teknologi	Utvikle og kvalifisere teknologi for fullskala	Realiserbart i fullskala	Kommersiellt tilgjengelig
	3	Sikker rørtransport av CO2 fra fangstanlegg til deponi	Internasjonal aksept for valg av rør-standarder samt CO2 spec	Realiserbart ("1. generasjon")	Kostnadsreduksjoner Økt driftssikkerhet
	4	HMS	Oversikt etablert og tiltak iverksatt	Allmen aksept for sikkerhet knyttet til transport av CO2	Forbedrede systemer for overvåking og varsling
Andre	5	Alternative transportmetoder	Teknisk / økonomiske mulighetsstudier	Uttesting / Demonstrasjon	Kommersiellt tilgjengelig

Handlingsplan 2009

På kort sikt er det spesielt utfordringer knyttet til transportegenskaper til CO_2, samt CO_2 strømmens sammensetning og de effekter denne har på materialer og dermed sikker drift (operasjon, pigging, trykkavlastning) som krever fokus.

Det kan således være aktuelt å støtte prosjekter som har til formål å få frem mer eksperimentelle data rundt fundamentale termodynamiske og fysikalske egenskaper til CO_2 i blanding med andre gasser samt kvantifisere hvilken effekt dette har på krav til trykk og temperatur under rør-transport.

Det er videre behov for å utvikle gode modeller for simulering av transportfenomener for CO_2.

Problemstillinger knyttet til helse, miljø og sikkerhet knyttet til CO_2 transport er et prioritert satsningsområde.

Mulighetsstudier for å utrede alternative transportmetoder for fanget CO_2 kan også komme inn under CLIMIT programmet.

3. CO_2 lagring

Det satses internasjonalt på å studere tre mulige CO_2 lagringsmetoder:

- Geologisk lagring
- Havlagring
- Mineral lagring

IPCC (ref 1) beskriver detaljert status innen alle disse lagringsmetoder. De fremhever geologisk lagring som den mest aktuelle metode for permanent og sikker lagring.
For Norge kan mineral lagring i noe omfang være en mulighet på grunn av rikelig tilgang på relevante silikat mineraler. Denne teknologien er imidlertid fortsatt på forskningsstadiet. Havlagring av CO_2 oppfattes ikke som gjennomførbart med den kunnskap om forsuring av havene som man kjenner til i dag. Dette er bl.a. nedfelt i OSPAR og EU' direktiv om kvotesystemet. CLIMIT vil ikke støtte slik forskning.

De fleste teknologielementene som anvendes for å realisere geologisk lagring er hentet fra oljevirksomheten, og er tilgjengelige for kommersiell utnyttelse. Tilpasning av teknologi til bruk ved CO_2-lagring foregår i regi av ulike demonstrasjonsprosjekter der EU-prosjektene knyttet til Sleipner -CO_2 injeksjon har stått svært sentralt. Norge ligger langt fremme i dette arbeidet.

Ledende forskningsmiljøer peker på at geologisk lagring antas å være en sikker metode, men viser også til en rekke utfordringer som må løses før dette blir en anerkjent metode. Det pekes spesielt på:

- Kriterier for valg av lokalitet for lagring
- Optimalisere porevolum utnyttelse samt bedre metoder for kapasitets estimering
- Oppnå og vedlikeholde injeksjonsprofil av CO_2
- Demonstrere at et lager er tett på kort og lang sikt
- Etablere overvåkning og verifikasjons protokoller

- Oppnå befolkningens tillit til at lagringsmetoder er trygge og ikke utgjør en miljøtrussel

Det pekes på at teknologi er tilgjengelig men at denne må demonstreres i full/pilot skala, og at det er på denne måten man kan få frem sikker metodikk som kan brukes til å planlegge, gjennomføre samt overvåke CO_2 lagre. Internasjonalt er det fokus på å demonstrere CO_2 injeksjon i ulike provinser og geologiske settinger.

Forståelse og tillit i befolkningen til at lagringsmetodene ikke utgjør noen trussel for mennesker eller miljø er et viktig tema. Spesielt er dette viktig der lagrene finnes på land. Offshore vil krav fra internasjonale avtaler stille krav til dokumentasjon og oppfølging som igjen vil kreve metode verifikasjon.

De fleste land som har en nasjonal strategi innen CO_2-håndtering, planlegger med geologisk lagring som den mest aktuelle metode til å lagre CO_2. Dette anses som et aktuelt virkemiddel fra ca. 2015 (ref 3-10).

I løpet av 2007/8 har hovedfokus internasjonalt vært primært knyttet til geologisk lagring. Noen høydepunkter:

- OSPAR og LC vedtar tillegg til avtaler som tillater geologisk lagring.
- Norge
    - Snøhvit injeksjon starter i 2008
    - Myndighetsprosjektet ”Transport og lagring av CO_2 fra Kårstø og Mongstad” leverer mulighetsstudie. Arbeidet går videre til konsept fase og det igangsettes konsekvensutredningsprogram
- Danmark
    - Vattenfall starter planlegging av CCS i forbindelse med Nordjyllandsverket
- Tyskland
    - Vattenfalls 30MWth pilotanlegg i Schwartze pumpe starter opp
- EU-lagringsdirektiv presenteres i januar 08 og skal besluttes ila første kvartal 09
    - EU fokuserer på ”manage risk” og remove legal barriers”
- USA
    - Meget omfattende satsning gjennom regional sequestration partnerships. Her går man videre fra small scale geological testing (25 prosjekter) til å beslutte å finansiere 7 fullscale deployment tests
- Målsetting er å oppnå 99 % lagringseffektivitet. For å nå dette (samt sikre at lagret CO_2 blir kreditert) fremheves avansert monitorering, ”mitigation” og verifikasjon, samt modellerings verktøy som viktige satsningsområder. Innen FOU fremheves forseglingsmekanismer og forbedret prediktiv modellering. Videre all problematikk knyttet til CO_2 brønner (sement, injeksjonsstrategier og korrosjon)
- Innen monitorering har man mål om at i 2012 skal 99 % av all injisert CO_2 krediteres som netto utslipps reduksjon. For å nå dette defineres FoU behov innen monitoreringsteknologier og lekkasje deteksjon. I Australia ble Otway prosjekt startet i april 2008. Her skal ca 100’tonn CO_2 injiseres pr år)
- Ytterligere 13 CCS prosjekter i Australia er til vurdering

Strategi for CLIMIT innen CO_2 lagring

Målsetting

Bidra til at geologisk lagring kan gjennomføres

- På en miljø og klimamessig forsvarlig måte
- I samsvar med nasjonale lover og regelverk, samt internasjonale avtaler
- Til lavest mulig kostnad

Delmål relevant for Norge

- Bidra til at CCS blir et godkjent CDM tiltak (eller tilsvarende mekanismer under senere avtaler) og del av EU's ETS
- Bidra til at CCS oppnår internasjonal aksept og utbredelse
- Sikre gjennomføring av industrielle kraft/fangst prosjekter ved at
    - Tilstrekkelig modne områder for lagring blir utviklet
    - Utvikles industrielt forankret metoder og verktøy som muliggjør gjennomføring av store investeringsprosjekter i samsvar med industriell praksis
- Bidra til utvikling av en internasjonalt slagkraftig norsk kunnskaps- og leverandørindustri innen CO_2-lagring
- Utrede minerallagring som alternativ eller supplerende virkemiddel.

Med basis i disse utfordringer pekes det 6 satsningsområder i veikart for satsning innen geologisk lagring.

		Kortsiktig 2006-10	Medium 2011-15	Langsiktig >2015
6.1	Bedre kunnskap om kritiske prosesser og mekanismer	Utvikles og valideres iht gap-analyser	Utvikles og valideres iht gap-analyser	Utvikles og valideres iht gap-analyser
6.2	Metoder for vurdering og drift av lagre	Utvikle metoder for vurdering av lokaliteter	Kommersialisering	I drift
		Utvikle metoder for overvåkning og utbedring	uttesting og kvalifisering av metoder	kommersialisering
6.3	Bygge tillit til geologisk lagring	Demonstrere teknologi ved feltforsøk	Tillit etablert Demonstrere teknologi	Tilstrekkelig demonstrert
		Dokumentere geologisk lagring gjennom forsøk og publikasjoner	Oppnå bred forståelse og aksept	
6.4	Miljø konsekvens -lekkasje i marine miljøe	Dokumentere effekter av lekkasje på marine organismer	monitoreringsmetoder etablert	
6.5	Lagringsvolum på norsk sokkel	Utrede lagringsvolumer	2-3 nye lagringsområder etablert	Bedre enn 30% nøyaktighet i prediksjon
6.6	teknikk for utbygging og drift	mulighetstudier	kvalifisering av ny teknologi	kommersialisering

Behov

Behov defineres innen følgende områder knyttet til geologisk lagring.

1) Prosesser og mekanismer.

- Økt forståelse for de prosesser som har betydning for lagring og gjennomføring av CO_2 injeksjonsprosjekter: CO_2 migrasjon i undergrunnen, lekkasje, geokjemi, geomekanikk

Innen dette satsningsområdet er det igangsatt flere KMB'er ved norske universiteter og institutter som adresser problematikken. Disse satsningene vil danne grunnlag for videre satsning basert på identifiserte gap.

Det er behov for å få belyst hvordan migrasjon og eventuelle lekkasjer vil arte seg i ulike geologiske settinger (f. eks felletyper, reservoarertyper)

2) Metoder for vurdering og drift av lagre
Det pekes spesielt på:

- Metoder og protokoller for vurdering og kvalifisering av lagringslokaliteter. DNV har i 2007/8 satt i gang et prosjekt (co2qualstore) som adresserer denne problemstillingen. Prosjektet vil peke på gap innen metodikk og kan danne grunnlag for videre satsing.
Utvikling av simuleringsprogrammer og algoritmer som kan benyttes til å forutsi CO_2 migrasjon og lekkasje er av stor betydning for å få godkjent lagringsprosjekter.

- Overvåkningssmetoder som kan innfri de krav som vil stilles i nasjonal og internasjonal lovgivning EU, OSPAR og som sikrer at lagret CO_2 krediteres som utslippsreduksjon. Viktig å etablere hvilke begrensninger som ligger i dagens metoder som grunnlag for videre satsning kombinert med kravspesifikasjoner for realistiske CO_2 lagre i forskjellige geologiske settinger.

Herunder også langtidsmonitorering etter at injeksjon er stoppet. Det må etableres metoder og protokoller som gjør det mulig å fastslå når et lagringsted oppfattes som stabilt med neglisjerbar risiko for lekkasje

- Strategier og metoder for utbedrende tiltak ved lekkasje:
Det er av stor betydning å få etablert strategier og metoder for hvordan man kan iverksette avbøtende tiltak ved eventuell lekkasje og andre utilsiktede effekter fra et lager.

3) Aksept for geologisk lagring
Aksept for geologisk lagring utvikles gjennom arbeider som kan dokumentere at:

- geologisk lagring kan gjennomføres med akseptabel sikkerhet i ulike geologiske provinser
- at metoder som benyttes er kalibrert og dokumentert gjennom faktiske forsøk i relevante geologiske settinger

Det kan være aktuelt å gi støtte til demo og pilot prosjekter i inn/utland. Videre vil bidrag til å spre relevant informasjon til beslutningstagere og publikum kunne være aktuelt å støtte

4) Miljømessig konsekvens av lekkasje på marine organismer
Det er behov for metoder for å oppdage CO_2 lekkasjer til havbunnen, samt økt forståelse for effekter på marine organismer ved lekkasje ut i marint. Det må utvikles overvåkningsmetoder og etableres deteksjonsgrenser for disse.

5) Lagringspotensial på norsk sokkel
Det er behov for å modne frem nye områder for geologisk lagring på norsk sokkel. Mangel på slike områder vil i fremtiden kunne bli begrensende på utvikling av industrielle fangstprosjekter.

Dette kan gjøres gjennom støtte til tidligfase kartleggings studier rundt utbredelse/ egenskaper til akviferer, lagringsvolum, injeksjonskapasitet etc.
Det kan også være av interesse å få til samarbeid med andre nordsjøland for å etablere felles oversikt over lagringsmuligheter. En målsetting på sikt bør være å utvikle et "CO_2-lagringsatlas" for Nordsjøen

6) Utbygging og drift
Det er behov for å utvikle tekniske løsninger og installasjoner for fleksibel utbygging og drift av havbunnskompletterte utbyggingsløsninger for CO_2 injeksjon.

I dag benyttes standard løsninger for havbunnskompletterte utbygging av olje-gassfelt. Disse er kostbare og innbyr til moderat fleksibilitet. Andre løsninger forefinnes - sakskomplekset bør utredes sammen med leverandører av denne type utstyr. Bunnrammer må i dag styres fra nærliggende plattformer. Dette legger føringer og bindinger som kan være uheldig. Andre systemer for styring/kontroll samt overvåkning av brønner bør utredes. Studier for å utrede muligheter samt tekniske krav ved konvertering av petroleumsinstallasjoner til bruk ved CO_2 lagring kan også være av interesse.
Det vil også være ønskelig å utvikle rimeligere metoder for testing og evaluering av akviferer.

Andre lagringsmetoder
Minerallagring er en mulighet der Norge har naturgitt fortrinn. Metoden innbyr til å kombinere verdiskapning og permanent lagring av CO_2.Utfordringer innen dette området er energiforbruk til prosessene samt å sikre at fanget CO_2 forblir bundet og ikke unnslipper til atmosfæren gjennom bruk av fremstilte karbonater.

Søknader om støtte innen dette området må adressere disse utfordringer.

Handlingsplan

- **På kort vil** Gassnova SF og CLIMIT bidra til:
  - Modne frem nye områder for CO_2 lagring på sokkelen gjennom mulighetsstudier og tidligfase kartlegging, reservoarstudier etc. Etter modell av arbeider i andre land kan det være aktuelt å bidra til at det utvikles en lagringsatlas for Nordsjøen. Dette kan eventuelt også gjøres i samarbeid med de andre nordsjølandene
  - Metode kvalifisering spesielt rettet mot vurdering og overvåkning av lagre gjennom utviklings-, samt pilot- og demonstrasjonsprosjekter. Det pekes spesielt på behov for metoder for tidlig deteksjon og utbedring av eventuelle lekkasjer
  - Støtte forskningsprosjekter rettet mot økt grunnforståelse for prosesser av betydning for å forstå CO_2 flyt og bevegelse i undergrunnen samt reaksjoner mellom CO_2 og bergarter
  - Utrede miljøkonsekvenser og overvåkningsteknikker ved eventuell lekkasje til det marine miljø
  - Vurdere andre mulige lagringsmetoder
  - Bidra til å spre informasjon og øke det generelle kunnskapsnivå om geologisk lagring av CO_2 spesielt rettet mot publikum og beslutningstagere

- **På lengre sikt vil** virksomheten rettes mot forbedret metodekvalitet/sikkerhet. Det forventes at internasjonale avtaler vil stille krav til dokumentasjon av migrasjonshastigheter og eventuelt lekkasjerater. Metode nøyaktighet må harmonere med disse kravene. Det vil videre være fokus på å redusere kostnader til utbygging og drift av lagre.

IV Referanser

1. Special report on carbon dioxide capture and storage, IPCC (2005)
2. CLIMIT programplan 2006-2009
3. A strategy for developing carbon abatement technology for fossil fuel use. DTI (2005)
4. Low emissions technology demonstration fund, Australian greenhouse office in dept of environment and heritage (2005)
5. Carbon sequestration, technology roadmap and program plan; US DOE (2007)
6. CCSTRM: Canada's CO_2 capture and storage technology roadmap/march 2006
7. The role of fossil fuel carbon abatement technologies in a c/low carbon energy system- a report on analysis undertaken to advise DTI's CAT strategy; des 2005, Report no COAL R301, DTI/PUB URN 05/1894
8. Monitoring technologies for the geological storage and CO_2: DTI -TSR025 march 2005
9. COORETEC- lighthouse concept: the path to fossil-fired power plants for the future Federal Ministry of economics and labour, Tyskland. Res report no 566, april 2008
10. State of the art overview of CO_2 pipeline transport with relevance to offshore pipelines: Oosterkamp og Ramsen, Polytec, 2008
11. Transmission of CO_2 in dense phase in submarine pipelines - GAP Analysis; Report for Gassco AS; DnV Report no 2007-1676.
12. IEA 2008: Energy technology perspectives, http://www.iea.org/Textbase/techno/etp/index.asp