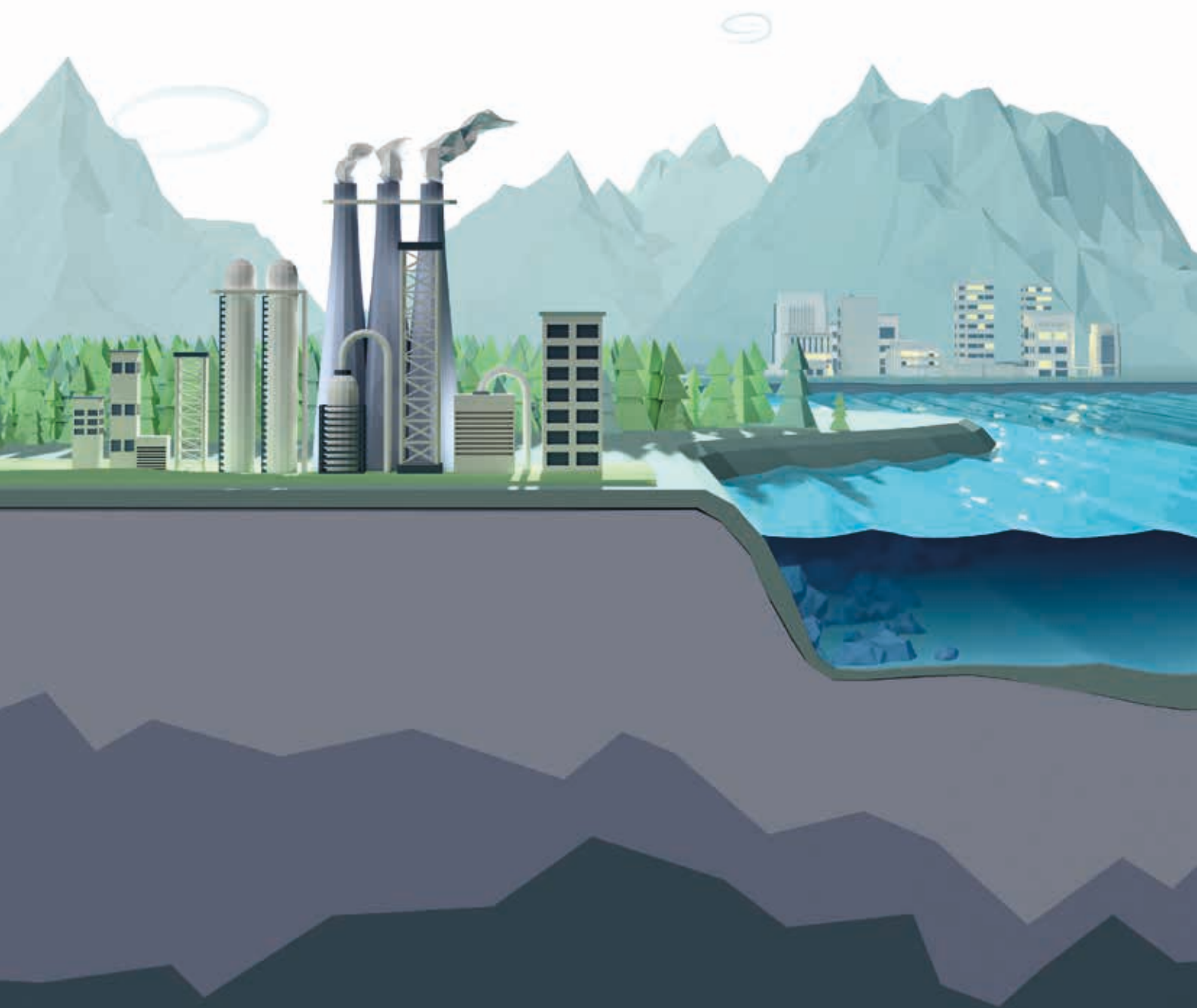


ÅRSMELDING | 2015



INNHOOLD

- 3 EN BETYDELIG BIDRAGSYTER
- 4 INTERNASJONALT SAMARBEID BLIR VIKTIGERE
- 6 TI ÅR MED TEKNOLOGISK UTVIKLING
- 10 MOT NESTE GENERASJONS TEKNOLOGI
- 12 CLIMIT-DEMO EN AKSELERATOR FOR CO₂-HÅNDBLING
- 13 CLIMIT-DEMO KAN FORLENGES FRAM TIL 2020
- 14 MEMBRAN SOM ETTERLIGNER LUNGENE
- 16 FANGSTTEKNOLOGI KLAR FOR MARKEDET
- 19 STABILISERING AV FLYVEASKE
- 20 KLIMANØYTRALT GASSKRAFTVERK SOM PRODUSERER HYDROGEN
- 22 VELLYKKET LAGRINGSFORSØK PÅ SVALBARD
- 24 TESTER MÅLEINSTRUMENTER I FELTFORSØK
- 25 DOKTORGRADSSEMINAR
- 26 NY BRENNER KAN GI KULLKRAFT MED LAVT CO₂-UTSLIPP
- 28 NØKKELTALL

På future.climit.no kan du lese og høre mer om CLIMITs arbeid.

CLIMIT-PROGRAMMET

CLIMIT ER DET NASJONALE PROGRAMMET FOR FORSKNING, UTVIKLING OG DEMONSTRASJON AV TEKNOLOGI FOR CO₂-HÅNDBLING. PROGRAMMET OMFATTER NORGES FORSKNINGSRÅDS STØTTEORDNING FOR FORSKNING OG UTVIKLING (FoU-DELEN), OG GASSNOVAS STØTTE TIL UTVIKLING OG DEMONSTRASJON (DEMO-DELEN).

CLIMITs VISJON

AKSELERERE KOMMERSIALISERING AV CO₂-HÅNDBLING GJENNOM ØKONOMISK STIMULERING AV FORSKNING, UTVIKLING OG DEMONSTRASJON.

Utgiver: CLIMIT-programmet i anledning sitt 10-årsjubileum **I redaksjonen:** Liv Lønne Dille, Svein Staal Eggen, Åse Slagtern og Thelma Bergheim **Foto:** Geir Mogen, Sverre Jarild, Styrk Fjærtøft Trondsen, CO₂ Teknologisenter Mongstad, SINTEF, HyNor og iStock **Illustrasjoner:** Headspin **Redaksjonell rådgiving og tekst:** Fete typer **Design:** Fete typer **Trykk:** Erik Tanche Nilssen AS

EN BETYDELLIG BIDRAGSYTER

Både Paris-avtalen og FN's klimapanel understreker at CO₂-håndtering er en sentral teknologi dersom verden skal nå to-gradersmålet. Selv om det skjer mye innenfor utvikling av fornybare energikilder, er det liten tvil om at fossile brensler også vil være en del av energimiksen i flere tiår framover. Mange industrielle prosesser medfører også stor utslipp av CO₂. Det blir derfor helt nødvendig å fange, transportere og lagre store mengder CO₂ fra kraftverk og industri i årene som kommer.

Ti år etter at CLIMIT-programmet ble etablert i Norge, kan vi konstatere at det har skjedd teknologiske framskritt innenfor CO₂-håndtering. Vi kan også være stolte av at Norge har vært og er med å sette sitt preg på teknologiutviklingen, og at vår innsats blir lagt merke til internasjonalt.

Første generasjons teknologi for å fange, transportere og lagre CO₂ er nå på plass, og det første anlegget er i drift i Canada. CLIMIT ser utviklingen i et 10–20 års perspektiv og vi må fortsette forskningen for å utvikle 2. og 3. generasjons teknologi som vil være enda mer økonomisk, effektiv og miljøvennlig enn dagens teknologi. CLIMIT skal være med på den utviklingen. Det har skjedd flere viktige endringer siden forrige programplan ble vedtatt i 2013, og det internasjonale samarbeidet vil bli viktigere. Dette er bakgrunnen for at CLIMITs programstyre har bedt sekretariatet utarbeide en ny programplan for CLIMIT som skal gjelde fra 2017.

Gjennom olje- og gassvirksomheten i Nordsjøen har vi fått betydelig kompetanse på geologi, undervannsteknologi og offshore virksomhet. Det gir oss også tilgang til store undersjøiske reservoarer som etter hvert som de tømmes kan være egnet for lagring av betydelige mengder CO₂.

Kanskje det er svaret på hvordan vi skal gjennomføre «det grønne skiftet» i Norge? At vi bruker vår erfaring fra olje- og gassvirksomheten, og vår kunnskap om CO₂-håndtering, til å skape nye grønne arbeidsplasser. Ved å tilby klimanøytral norsk gass, og fangst, transport og trygg lagring av CO₂, kan vi være en del av løsningen på klimaproblemet – ikke bare for Norge, men for hele Europa.



Hans Roar Sørheim
Programstyreleder

INTERNASJONALT SAMARBEID BLIR VIKTIGERE



> Hans Jörg Fell, leder for CLIMIT- sekretariatet

■ ■ *Norge er ledende innenfor forskning på fangst, transport og lagring av CO₂.*

> Gjennom ECCSEL kan forskere i Europa låne utstyr på tvers av landegrensene.



Klimaproblemene er globale, derfor gir det mening å samarbeide internasjonalt om løsninger. CLIMIT har gjort Norge til en attraktiv samarbeidspartner og støtter norske forskere i en rekke internasjonale prosjekter knyttet til CO₂-håndtering.

CLIMIT samarbeider både bilateralt og i større internasjonale nettverk. Den største internasjonale satsingen nå er utvilsomt ACT (Accelerating CCS Technology) der Norge i bresjen for åtte andre land søkte om støtte fra Europakommisjonen til et såkalt ERA-NET Cofund innen CO₂-håndtering. Dette er en ordning under EUs rammeprogram Horisont 2020, der kommisjonen kan gi tilleggsstøtte når flere land samarbeider om fellesutlysninger.

Gjennom ACT vil ni land nå forbereder en fellesutlysning på tilsammen 41 millioner euro. Nærmere en tredjedel av midlene kommer fra EU-kommisjonen, resten fra søkerlandene. CLIMIT og Norge gikk alene inn med seks millioner euro, noe som er et betydelig bidrag. Prosjektmidlene vil bli lyst ut sommeren 2016, og trolig vil industrinære prosjekter bli prioritert høyt. Dette er en stor forskningssatsing som samtidig vil gi europeisk industri en anledning til prøve ut teknologi for CO₂-håndtering.

DELER PÅ UTSTYR Utstyr er en stor kostnad innen teknologisk forskning, og det er derfor en fordel om institusjoner kan låne utstyr av hverandre. ECCSEL, et europeisk prosjekt ledet av SINTEF for å finansiere infrastruktur og utstyr, koordinerer utstyrskjøpene, slik at ressursene utnyttes best mulig. Forskningsrådet har støttet ECCSEL-prosjektet med 200 MNOK, noe som gir CLIMIT-forskere tilgang til viktig infrastruktur. Fremover blir det viktig at CLIMIT-støttede prosjekter kan dra nytte av infrastrukturen som bygges opp gjennom ECCSEL.

BORING MED BRITER Norske og britiske aktører gikk i 2015 sammen om en søknad til IODP (International Ocean Drilling Project) om støtte til å gjennomføre grunne borer i Nordsjøen. Målet med prosjektet er å få bedre kunnskap om de øverste 1 000 meter med sedimenter i Nordsjøbassenget med tanke på forsegling av Utsira-type CO₂-lagre. IODP er et internasjonalt samarbeidsprosjekt for vitenskapelige borer på kontinentalsokler rundt om i verden. Norge er

medlem, og borer skjer med boreskip eller plattformer. CLIMIT-støttede prosjekter på CO₂-lagring vil ha stor nytte av data som kan komme ut av et slikt prosjekt.

NYE MULIGHETER I HORISONT 2020 Horisont 2020 er Europakommisjonens program for forskning og innovasjon, og her er det gode muligheter for å søke om prosjekter innen CO₂-håndtering. Norske aktører har gjennom flere år bygd opp solid kompetanse gjennom både CLIMIT og kommisjonens programmer. Vi erfarer at norske forskere lykkes bra med søknader til Horisont 2020 innen CO₂-håndtering, og det er dermed gode synergier mellom den nasjonale og europeiske forskningen.

NORD-AMERIKA SAMARBEID Forskningssamarbeid med USA og Canada har lange tradisjoner i Norge, og CLIMIT er intet unntak i så måte. Foreløpig er mye på planleggingsstadiet, men i 2015 delte CLIMIT ut 20 MNOK til forskning på økt oljeutvinning (Enhanced Oil Recovery), en metode for å utvinne mer olje ved injeksjon og lagring av CO₂. En av forutsetningene for å få støtte var samarbeid med aktører fra USA eller Canada, som er ledende på denne teknologien. EOR kan ha et stort potensial på norsk sokkel.

Ett av prosjektene dreier seg om utvikling av en skumteknologi som skal forbedre EOR-effekten, samtidig som det forenkler lagring av CO₂. Det er Universitetet i Bergen som står bak dette prosjektet. SINTEF Petroleum har også fått støtte til et lignende prosjekt som skal utvikle nye metoder for mobilitetskontroll av CO₂ i forbindelse med EOR.

SAMARBEID MED NEDERLAND CLIMIT har gjennomført en fellesutlysning med det nederlandske CATO-programmet med et budsjett på rundt 11 MNOK. Utlysningen forutsatte bilateralt samarbeid med industriell deltakelse. Tematisk fokus var prosjekter innen CO₂-transport, CO₂-lagring og bruk av CO₂ til økt utvinning av olje, gass eller kondensat. CLIMIT mottok to søknader som ble tildelt støtte.

TI ÅR MED TEKNOLOGISK UTVIKLING

CLIMITs mangeårige satsing har bragt forskningen på CO₂-håndtering mange skritt framover og gjort norske forskningsmiljøer svært attraktive som partnere for forskere i andre land. Programmet er allerede vedtatt videreført for fem nye år fram til 2020.

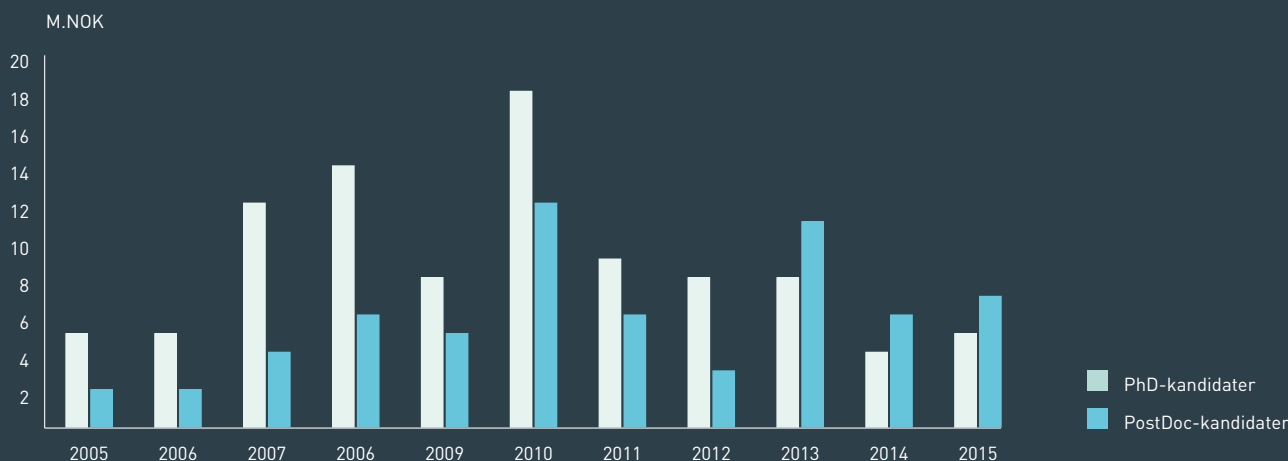
CLIMIT ble startet ut fra en erkjennelse av at fangst, transport og lagring måtte være en del av løsningen på de globale klimaendringene. Teknologiene for CO₂-håndtering var imidlertid for kostbare og for lite effektive for kommersiell anvendelse. CLIMITs målsetting har vært å bidra til å tette dette teknologigapet.

I løpet av de første 10 år har CLIMIT ikke bare bragt forskningen mange skritt framover, men også bidratt til å bygge opp en betydelig kompetanse i Norge, både i forskningsmiljøene og hos industripartnerne. Det tette og langsiktige samarbeidet mellom forskning og industri er noe som er spesielt godt i CLIMIT, og viktig for å få teknologien ut fra laboratoriet og over i virkeligheten.

EVALUERING Dette inntrykket av hva CLIMIT har betydd understrekes i den evalueringen som det svenske selskapet Faugert & Co gjorde av demonstrasjons-delen i 2015. Evalueringen konkluderer med at CLIMIT-Demo har bidratt til å utvikle nye konsepter for CO₂-håndtering og skapt rom for ideer som ellers ikke ville ha oppstått (Evalueringen er fyldigere omtalt på side 12).

10-ÅRS JUBILEET CLIMIT markerte 10-års jubileet på flere måter. Et innstikk til Teknisk Ukeblad oppsummerte mange av de resultater som er oppnådd, og pekte også på hvilke utfordringer som ligger foran oss. Innstikket inneholdt et intervju med olje- og energiminister Tord Lien, som sa: «Gjennom blant annet CLIMIT har vi bygd opp forsknings-

ANTALL DOKTORGRADS- OG POSTDOCSTIPENDIATER – 2005–2015



54

MILLIONER TONN

Norges samlede utslipp av CO₂ var i fjor ca. 54 millioner tonn CO₂.

70

MILLIARDER TONN

mengden CO₂ som vi mener kan lagres på norsk sokkel.

82

PROSENT

I dag kommer ca. 82 % av all energi vi forbruker fra fossile brensler.



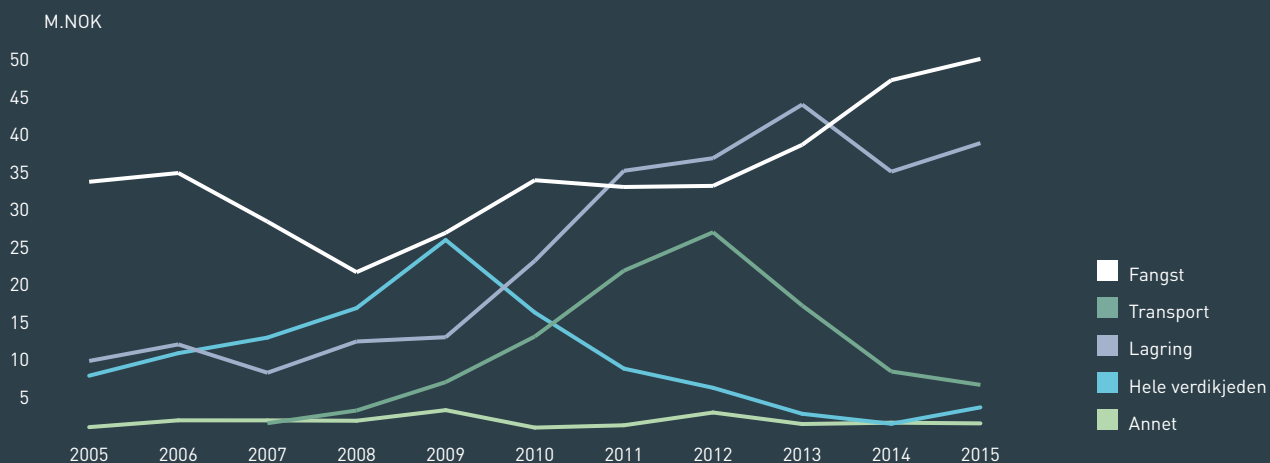
> Olje- og energiminister Tord Lien

miljøer som er helt i toppklasse internasjonalt, og det tette samspillet vi har mellom institutter, industri og myndigheter i Norge er noe helt unikt».

Det er også laget en nettportal (future.climit.no) som skal promotere og spre informasjon om CLIMIT, hva CLIMIT kan bidra med til det globale klimaproblemet og vise resultater fra prosjekter. Portalen inneholder en rekke videoer og intervjuer med representanter fra CO₂-håndteringsmiljøet.

CLIMIT SUMMIT Forskerkonferansen CLIMIT Summit ble arrangert for fjerde gang i 2015 med over 230 deltakere, 39 faglige foredrag og 80 poster. Konferansen, som også var en del av markeringen av 10-årsjubileet, er blitt en viktig

CLIMIT-FOU: FORDELING AV MIDLER PER OMRÅDE – 2005–2015



200

MILLIONER KRONER

braker CLIMIT på forskning hvert år.

300

PROSJEKTER

Over 300 prosjekter har vært gjennomført de siste 10 år.

117

DOKTORGRADER

er avlagt gjennom CLIMIT.

møteplass for forskere, industri og myndigheter nasjonalt og internasjonalt.

CLIMIT har også arrangerte flere workshops med forskere og industri for å drøfte hvordan eksisterende kunnskap, kompetanse og utstyr kan utnyttes best mulig i tiden framover. CLIMIT-forskere har deltatt på, og holdt foredrag på, en rekke konferanser både i Norge og i utlandet.

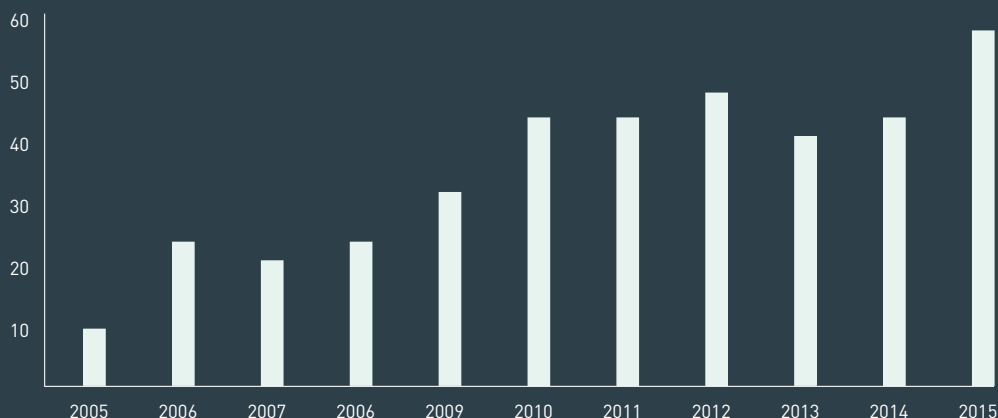
HVA ER UTFORDRINGEN FOR FORSKNING INNEN CO₂-HÅNDTERING? Utvikling og innovasjon av ny teknologi for CO₂-fangst er nødvendig, men klare mål må identifiseres slik at forskningen støtter utvikling av kommende

pilot- og demonstrasjons-prosjekter. Videre er det viktig med kunnskapsutveksling og internasjonalt samarbeid for drive teknologiutviklingen videre.

Innenfor *transport* er det nødvendig med forskning som bidrar til å utvikle bedre praksis-standarder. Det er videre behov for å se videre på utfordringer med hensyn til materialvalg og korrosjon.

Det er et stort potensial for *lagring* av CO₂ i undergrunnen på sokkelen. Her er det nødvendig med utvikling av bedre modeller og teknologi som kan brukes for å detaljplanlegge utbygging og drift av lagre. Det er videre behov for bedre og mer effektive metoder for å overvåke CO₂-lagret.

ANTALL CLIMIT-PROSJEKTER – 2005–2015



CLIMITs PROGRAMSTYRE



Ikke tilstede da bildet ble tatt: Cato Christiansen og Per Aagaard.

4 Anita Utseth

6 Sveinung Hagen

3 Hans Jörg Fell (leder sekretariatet)

8 Per Reidar Ørke

2 Marie Bysveen

5 Mette Vågnes Eriksen

9 Eva Halland

1 Karen Lyng Anthonen

7 Hans Roar Sørheim (leder programstyret)

MOT NESTE GENERASJONS TEKNOLOGI

GRUNNFORSKNING

CLIMIT-forskningen har gitt mye ny kunnskap om fangst, transport og lagring av CO₂, og teknologi som er klar til bruk. Samtidig rettes mye av CLIMIT-FoU sin forskningsinnsats inn mot neste generasjons teknologi for CO₂-håndtering.



FoU-delen av CLIMIT, som styres av Forskningsrådet, omfatter i dag omlag 50 pågående forskningsprosjekter. Noen er helt i startgropa, andre nærmer seg avslutning.

– Vi utlyser midler til prosjekter for 80–90 MNOK hvert år, og det er høy kvalitet på søknadene, noe som betyr at vi må si nei til mange gode prosjekter, sier Aage Stangeland, spesialrådgiver i Norges forskningsråd.

LANGSIKTIG KUNNSKAPSUTVIKLING Fra CLIMIT-programmet ble startet for 10 år siden har forskere jobbet med å utvikle og forbedre eksisterende teknologi for CO₂-håndtering, både for å gjøre den mer effektiv og redusere kostnadene ved å ta den i bruk. Den største enkelt-satsingen har vært SOLVit, et prosjekt som i samarbeid mellom forskningsmiljøer og industri, har videreutviklet aminteknologi for å fange CO₂ fra røykgass. Prosjektet er nå avsluttet, og teknologien er klar for å tas i bruk i et fullskala-anlegg.

– Selv om det fortsatt vil forskes på å forbedre aminteknologien, rettes mye av den grunnleggende forskningsinnsatsen inn mot neste generasjons fangst-teknologier – teknologi som kanskje først vil bli tatt i bruk

om 20 til 30 år, sier spesialrådgiver Åse Slagtern, som også jobber med CO₂-håndtering i Forskningsrådet.

– Det kan være snakk om nye membranteknologier, bruk av ulike faststoff absorbenter eller tredje generasjon solventteknologier, alle teknologier som på lang sikt trolig vil være mindre energikrevende, rimeligere og mer miljøvennlig enn aminteknologien.

STOR OG BRED SATSING I tillegg til forskning på morgendagens fangstmetoder, er det også utfordringer knyttet til transport og lagring av CO₂ som krever mer kunnskap.

– Innenfor transport er en av utfordringen å forstå hvordan CO₂ iblandet ulike forurensinger, og under ulikt trykk og temperatur, påvirker tanker og rørsystemer. Korrosjon er den største utfordringen ved transport, sier Åse Slagtern. Den store jokeren er likevel lagring av CO₂. Det hjelper lite med fangst og transport hvis du ikke har et egnet, trygt og tilgjengelig sted for lagring.

– Vi har erfaring fra lagring i sandsteinsformasjoner på Sleipner og Snøhvit, men forskerne trenger langt flere data fra for å utvikle sine modeller og simulatorer til å dekke et bredt spekter av ulike geologier. Vi har sterke mate-



matikkmiljøer i Norge som jobber med modellering, men de kan ikke jobbe med de samme dataene i det uendelige. Det er derfor viktig å få etablert reelle lagringsprosjekter i pilotskala.

OVERVÅKINGSTEKNOLOGI Til tross for at CO₂ kan lagres trygt og sikkert finnes det en viss skepsis til omfattende lagring av CO₂, og frykt for hva som kan skje om det lekker ut. Aage Stangeland mener frykten stort sett er ubegrunnet, men at den likevel må tas på alvor.

Takket være CLIMIT-programmet er det bygget opp en rekke solide norske kunnskapsmiljøer, noe som gjør norske forskere til attraktive samarbeidspartnere for utenlandske forskningsmiljøer.

– Forskerne mener det vil være helt trygt å lagre CO₂ under havbunnen, men vi må kunne dokumentere at det forblir trygt lagret, sier han. – Det er enighet om at det er viktig å overvåke CO₂-lagre, slik at vi kan sette inn tiltak om noe skulle skje. Forskning på ulike metoder for overvåking av lagre er derfor prioritert i CLIMIT nå. Et eksempel er ny teknologi for mikroseismisk overvåking av reservoarer, noe som kan gi en effektiv og rimelig overvåking. Dette er blant annet testet ut på Longyearbyen CO₂-lab.

Forskere jobber også med mer effektive metoder for plugging av brønner, en videreutvikling av teknologi fra olje- og gassnæringen.

– Det er forskjell på å tette igjen en tom oljebrønn og et smekktfullt CO₂-lager, sier Stangeland. – CO₂ er sterkt korroderende på f. eks. sement. Derfor må det utvikle

motstandsdyktige sementblandinger og andre materialer som kan brukes til plugging.

SOLIDE KUNNSKAPSMILJØER Forskningen innenfor CLIMIT er spredt på institutter og universiteter over hele landet. Miljøene ved SINTEF/NTNU står for en betydelig andel. I tillegg er forskningsmiljøer ved Institutt for energiteknikk (IFE), Universitetene i Oslo og Bergen, NTNU og NORSAR godt representert.

– Takket være CLIMIT-programmet er det bygget opp en rekke solide norske kunnskapsmiljøer, noe som gjør norske forskere til attraktive samarbeidspartnere for utenlandske forskningsmiljøer, sier Åse Slagtern. Det kommer blant annet til syne på internasjonale forskerkonferanser.

– Sist den viktigste internasjonale forskerkonferansen på feltet, Greenhouse Gas Control Technologies-konferansen (GHGT), ble arrangert var en betydelig andel av innleggene norske bidrag. Det sier litt om hva slags posisjon vi har, til tross for at vi er et lite land.

HVORDAN SER FRAMTIDEN UT? CLIMIT har bygd opp sterke forskningsmiljøer, og dermed er det nødvendig å opprettholde forskningsinnsatsen også i årene som kommer. Det er viktig å ta den kunnskapen som er oppnådd i bruk.

– Vi har bygget opp veldig mye kompetanse, og mange gode miljøer. Når vi kommer i gang med prosjekter i større skala vil det dukke opp utfordringer, og da er godt å vite at vi har kunnskap for å møte disse utfordringene, sier Stangeland. Samtidig mener han det er viktig også for forskningen at storskalaprojekter for CO₂-håndtering snart blir realisert.

– Om 10–15 år kan vi ha teknologi som er mye rimeligere enn dagens, men vi kommer ikke til 2. og 3. generasjons teknologi før vi har fått testet ut 1. generasjonsteknologien. Vi trenger den erfaringen for å komme videre, sier Aage Stangeland.

CLIMIT-DEMO EN AKSELERATOR FOR CO₂-HÅNDTERING

En ekstern evaluering viser at CLIMIT-Demo bidrar til å utvikle nye konsepter og forbedre prosesser og produkter som ellers ikke hadde blitt noe av. Demo-delen har redusert kostnader og risiko ved CO₂-håndtering.

Konsultentselskapet Faugert & Co har sett på virksomheten i CLIMIT-Demo i perioden 2011–2013.

Evalueringsrapporten er gjennomgående positiv til CLIMIT-programmet. – Vi er fornøyd med at en av konklusjonene er at CLIMIT har en tydelig addisjonalitet, det vil si at programmet støtter prosjekter som ellers ikke hadde kommet i gang. De positive tilbakemeldingene i evalueringsrapporten samsvarer med erfaringen jeg har når jeg møter folk fra utlandet.

CLIMIT-programmet og den norske innsatsen på CO₂-håndtering får stor anerkjennelse internasjonalt, sier Hans Jörg Fell.

Programmets demonstrasjonsdel skaper rom for ideer som ellers ikke hadde latt seg utvikle og har bidratt til å få i gang nye konsepter for CO₂-håndtering.

Programmet har imidlertid ikke klart å påskynde utviklingen av kommersialisering av CO₂-håndtering. Dette skyldes først og fremst at kommersialisering er styrt av faktorer

programmet ikke rår over, og bare i begrenset grad kan påvirke.

Rapporten peker også på noen utfordringer og ser noen forbedringsmuligheter. Evalueringsrapporten oppfordrer blant annet CLIMIT til å stimulere flere til å søke for å sikre god kvalitet og innovasjonshøyde i programmet.

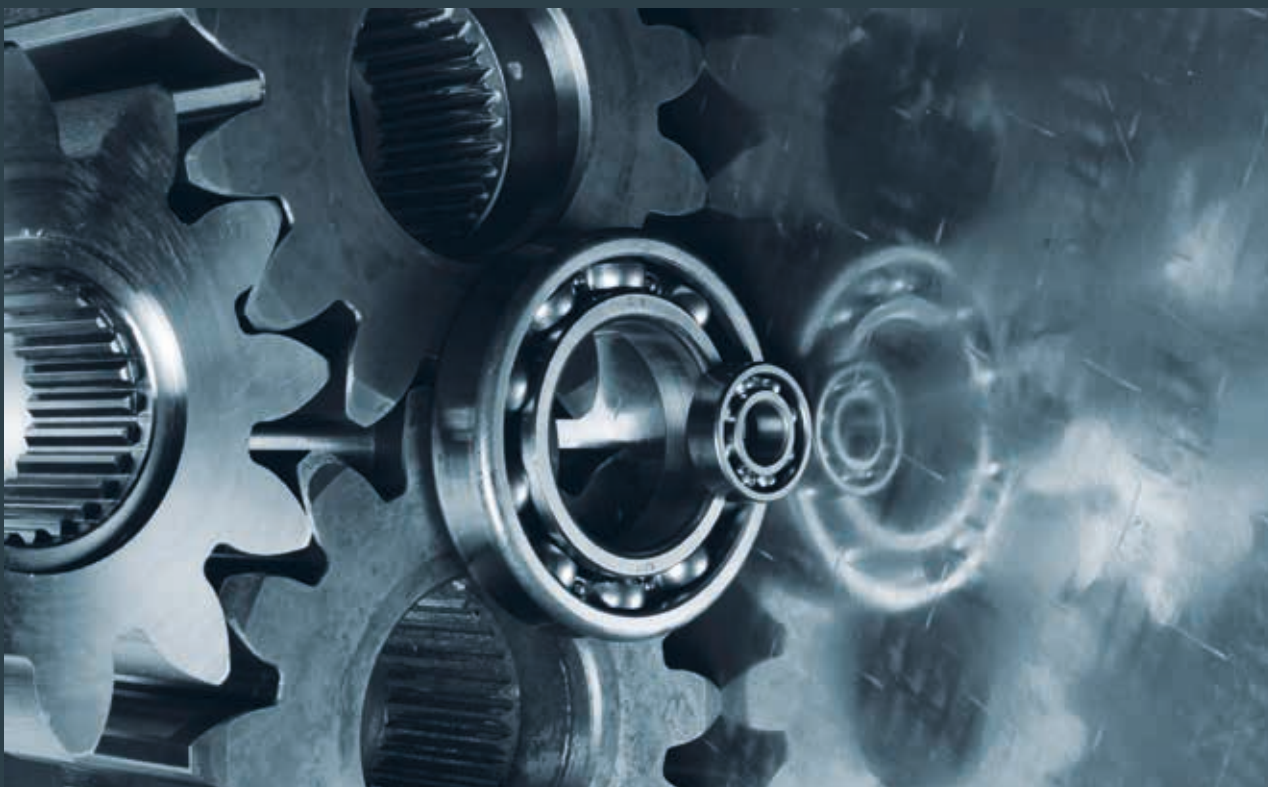
En kortversjon av evalueringsrapporten er publisert på climit.no

> Fra posterutstillingen under CLIMIT Summit.



CLIMIT-DEMO KAN FORLENGES FRAM TIL 2020

EFTAs overvåkningsorgan ESA godkjente 25. november at støtteordningen CLIMIT-Demo kan forlenges frem til 2020.



Støtteordningen for CLIMIT-Demo ble første gang godkjent av ESA i 2005 for en periode på ti år. Teknologiske utfordringer gjør imidlertid at det er behov for ytterligere forskning og utvikling før CO₂-håndteringsteknologi kan utnyttes kommersielt. Norske myndigheter ønsket derfor å forlenge programmet. ESA har kommet frem til at fortsatt offentlig støtte er nødvendig for å utvikle teknologien videre, og at CLIMIT-Demo er i tråd med retningslinjene for statsstøtte.

Etter at EFTAs overvåkingsorgan ESA godkjente den norske ordningen for industristøtte gjennom CLIMIT-Demo, trådte et nytt regelverk for CLIMIT-Demo i kraft 1. desember 2015.

– Den viktigste endringen er at Olje- og energidepartementet har fjernet kravet til at søkere må være etablert i Norge og formelt registrert i foretaksregister, eller tilsvarende i Norge. Men det kreves fortsatt at prosjekter som støttes over CLIMIT-Demo skal bidra til verdiskaping i Norge, sier jurist i CLIMIT Svein Mofossbakke.

For å få støtte fra CLIMIT-Demo må det planlagte prosjektet tilfredsstillende en rekke krav som er nedfelt i regelverket. I tillegg må prosjektet bidra til realisering av de mål som er fastsatt i Programplanen for CLIMIT. Dersom kriteriene er tilfredsstillende, er det opp til

Programstyret å vurdere om søknaden skal innvilges eller ikke basert på en faglig vurdering.

CLIMIT-Demo skal gi økonomisk støtte til utvikling og demonstrasjon av teknologier for CO₂-håndtering som bidrar til:

- Utvikling av kunnskap, kompetanse, teknologi og løsninger som kan gi viktige bidrag til kostnadsreduksjoner og bred internasjonal utbredelse av CO₂-håndtering.
- Utnyttelse av nasjonale fortrinn og utvikling av ny teknologi og tjenestekonsepser med kommersielt og internasjonalt potensial.

MEMBRAN SOM ETTERLIGNER LUNGENE

PROSJEKT



> May-Britt Hägg ved NTNU har utviklet en fangstteknologi som etterligner lungene.

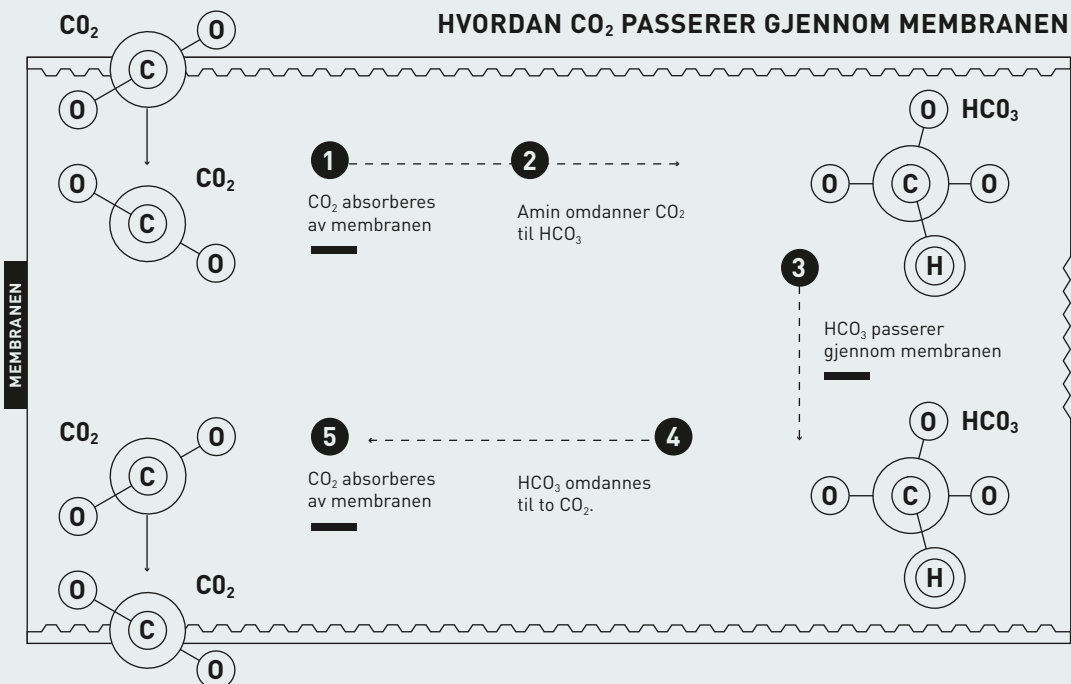
FAKTA

Prosjekteier: NTNU

Prosjektperiode: 2013–2016

Finansiering: 6,1 MNOK

Partnere: Sintef Materials and Chemistry (Trondheim), Air Products & Chemicals, Inc. (USA) Statoil Petroleum AS (Norge), Alberta Innovates – Energy and Environment Solutions (Canada), DNV GL (Nederland)



> Ved hjelp av en amingruppe skilles CO₂ fra røykgassen ved passering gjennom membranen. Prosessen krever at det er vann tilstede, men det er det i all røykgass.

Luften vi puster inn består i all hovedsak av nitrogen og oksygen, men det vi puster ut er bortimot ren CO₂ og vann. May-Britt Hägg, professor ved NTNU, har utviklet en membran som etterligner lungenes måte å skille ut CO₂ på.

Bruken av aminbaserte solventer for å fange CO₂ fra røykgass, er den teknologien som i dag har kommet lengst og er nærmest kommersiell anvendelse. Metoden er effektiv, men både plass- og energikrevende. Derfor foregår det også utvikling av andre typer teknologi, blant annet med bruk av membraner. En slik teknologi er May-Britt Häggs «lungehermer».

– I lungene har vi et enzym – carbonic anhydrase – som «fanger» og transporterer vekk CO₂, og prosessen skjer svært hurtig. Den membranen vi har utviklet etterligner denne prosessen, forklarer Hägg. Membranen gir en svært miljøvennlig metode for å skille ut CO₂ fra røykgass. Den krever betydelig mindre energi enn solventteknologien, og den går svært raskt.

ENERGIEFFEKTIV Å bruke membraner til å rense gass er ikke noe nytt. Det har vært gjort siden slutten av 1980-tallet, men den gang ble det brukt stort trykk for å presse gassen gjennom membranen, noe som var svært energikrevende. Det nye med May-Britts teknologi, er at gass-separeringen skjer ved hjelp av en kjemisk bærer i selve membranen. Membranen er laget av et plastlignende stoff (polyvinylamin), der en amingruppe henger fast på polymerkjeden. Det er denne amingruppen som fungerer som bærer av CO₂.

– På samme måte som carbonic anhydrase transporterer CO₂ i lungene når vi puster, vil dette aminet fungere som et transportmolekyl som tar med seg CO₂ gjennom membranen, forklarer Hägg. Metoden krever at det er vann tilstede, men dette er ikke noe problem ved røykgass som ofte inneholder betydelige mengder vanndamp.

PRODUKSJONSKLAR Etter mange års forskning, blant annet med støtte fra CLIMIT, er membranen nå så klar at den kan settes i produksjon og tas i bruk. Teknologien er testet ut både ved kullkraftverk i Portugal, på Norcems sementfabrikk i Brevik, og på SINTEFs CO₂-lab på Tiller utenfor Trondheim. Den er spesielt effektiv til å rense røykgasser fra for eksempel kullkraftverk. Ifølge Hägg kan membranen fjerne bortimot 90 prosent av CO₂-en fra røykgassen. Hägg og NTNU har nå inngått et samarbeid med det amerikanske selskapet Air Products, som er en stor produsent av membraner. Selskapet har også en avdeling i Kristiansand, og det er denne som skal produsere membranen.

STORE MULIGHETER May-Britt Hägg tror membranen har et stort potensial og mange anvendelsesområder. Den kan brukes til å rense nær sagt alle typer røykgass, men er foreløpig noe sensitiv for høye temperatur og trykk. Arbeid pågår for å gjøre membranen mer motstandsdyktig for trykkbelastning, og om det lykkes, så kan den for eksempel brukes til å separere CO₂ fra naturgass. Røykgassen leveres som vi vet ved atmosfærisk trykk, og CO₂ «trekkes gjennom».

– Vi opplever stor interessen for teknologien fra hele verden, sier Hägg. – Jeg tror det kan ligge an til et lite norsk industrieventyr her, med mange arbeidsplasser – ikke minst i Kristiansand.

FANGSTTEKNOLOGI KLAR FOR MARKEDET

PROSJEKT



FAKTA

Prosjekteier: Aker Solutions

Prosjektperiode: 2008–2016

Finansiering: 332 MNOK

Partnere: Sintef Materials and Chemistry (Trondheim), NTNU (Trondheim) EON (UK), Scottish Power (UK), Statkraft (Norge), EnBW (Tyskland)



> Aker Solutions mobile testanlegg.

Mer enn syv års forskning og testing gjennom SOLVit-programmet ligger bak Aker Solutions teknologi for fangst av karbon fra røykgass. De er klare for markedet den dagen kraftverk og industri møter skjerpede klimakrav.

Vi innså allerede i 2005 at karbonfangst ville bli et nødvendig virkemiddel for å møte klimautfordringene. Som et teknologiselskap med mye kunnskap fra olje- og gassnæringen tenkte vi at vi kanskje kunne ha noe å bidra med, sier Oscar Graff, teknisk direktør i Aker Solutions.

Han var med da selskapet begynte med å vurdere eksisterende teknologier for å fange karbon, og konkluderte med at rensing av røykgass ved hjelp av aminsolventer var den mest lovende.

- Det var den teknologien vi hadde mest kompetanse på, men også den teknologien vi hadde mest tro på, sier Graff.
- Det er en fleksibel og robust teknologi, og den vi antok ville være den mest anvendelige de første tiårene. Historien har vist at dette var en riktig beslutning.

AVGJØRENDE TESTING Aker Solutions etablerte datterselskapet Aker Clean Carbon i 2007, og inngikk kort tid etter et forskningssamarbeid med SINTEF og NTNU. Sammen søkte de i 2008 midler fra CLIMIT. Det ble starten på forskningsprogrammet SOLVit, som over en periode på mer enn syv år har utviklet og forbedret solventer som kan binde og frigjøre CO₂. SOLVit er den største enkeltatsingen i CLIMITs tiårige historie.

- Det var helt avgjørende for oss å ha de beste forskningspartnere, og de fant vi i Trondheim. I tillegg ville vi ha et testanlegg som vi kunne bruke for å teste på reelle, industrielle røykgasser, sier Graff. – Vi visste at det ikke var nok med forskningsresultater og laboratorietesting. Vi måtte prøve teknologien ut i reelle situasjoner og få driftserfaring gjennom langtidstest. Derfor bygget vi vårt mobile fangstanlegg (MTU), som har vært testet blant annet ved et kullkraftverk i Alabama i USA, på Mongstad og nå sist på Norcems sementfabrikk i Brevik

SINTEFs CO₂-lab på Tiller utenfor Trondheim ble også bygget delvis med bidrag fra SOLVit. Laboratoriet er et fullt fungerende renseanlegg i mindre skala, og har vært viktig for å teste egenskapene til de ulike solventene i en kontrollert setting. →



→ Her har vi testet ut om lag 90 ulike solventer. Hensikten har vært å finne fram til de beste og mest kostnadseffektive blandingene, sier Graff. Det mobile testanlegget har vært brukt til å teste solventene på ekte røykgass fra sementproduksjon, kull- og gasskraftverk, samt på raffinerigass.

VIKTIGE INDUSTRIPARTNERE I tillegg til å ha gode forskningspartnere, har det vært viktig for Aker Solutions å ha sentrale industripartnere med på laget.

– At en ekstern aktør vil være med er alltid en god indikator på at vi er på riktig spor. I SOLVit har vi hatt med oss sentrale industripartnere som Statkraft, Scottish Power og E.ON, sier Graff.

– Støtten fra CLIMIT har selvfølgelig vært helt avgjørende. Uten den hadde vi ikke oppnådd de resultatene vi har fått. Det ville også vært betydelig vanskeligere å få med industripartnere dersom vi ikke hadde hatt den offentlige forskningsstøtten gjennom CLIMIT.

GODE RESULTATER Etter om lag 45 000 driftstimer på seks ulike pilotanlegg, og omlag 10 000 spesialanalyser på SINTEFs lab, har SOLVit skapt et omfattende kunnskapsgrunnlag.

– Resultatet er at vi nå kan tilby effektive solventer som krever vesentlig mindre energi, har svært lav degradering og gir minimale utslipp, sier Graff. Han mener Norge totalt sett har kommet langt på forskning og utvikling innenfor karbonfangst, men at det nå trengs kommersielle anlegg dersom industrien skal kunne utvikle seg videre.

– Vi mener vår teknologi er aktuell for rensing av utslipp både fra industri og kraftverk, til rensing av naturgass og for bruk til EOR (økt oljeutvinning), og vi har kompetanse langs hele verdikjeden, sier Graff. – Det som må på plass nå er de rammebetingelsene som gjør det lønnsomt å ta teknologien i bruk. Den dagen det koster mer å slippe karbon ut enn å fange det, er vi i business.



> Oscar Graff i Aker Solutions mener støtten fra CLIMIT har vært helt avgjørende for at de har kommet så langt med teknologien som de har.

STABILISERING AV FLYVEASKE

PROSJEKT

Prosjektet 245051 NOAH AS «Utnyttelse av CO₂ i avgass fra sementindustrien for stabilisering av flyveaske fra forbrenning av husholdningsavfall» ble avsluttet i desember 2015. Prosjektet startet i januar 2015 og hadde et kostnadsbudsjett på 8,4 MNOK med 45 prosent støtte fra CLIMIT

Flyveaske regnes som farlig avfall fordi det inneholder små mengder tungmetaller. Asken må behandles («stabiliseres») før den kan deponeres slik at tungmetallene ikke lekker ut. NOAH behandler i dag omtrent 300 000 tonn flyveaske per år som deponeres på Langøya. Siden 2012 har NOAH jobbet med å utvikle en ny

prosess for stabilisering av flyveaske med CO₂-holdig gass. I prosjektet ble prosessen testet i et pilotanlegg hos Norcem i Brevik hvor røykgass fra sement-fabrikken ble brukt til å stabilisere flyveasken. Det er selve røykgassen som brukes til å stabilisere asken, ikke CO₂-gass som er fanget fra røykgassen. CO₂-opptaket var omtrent 75 kg per tonn tørr flyveaske. Prosjektet fanget omtrent 5 tonn med CO₂ i stabilisert flyveaske som er lagret på Langøya. Testresultatene var gode og NOAH vil satse videre på utvikling og kommersialisering av prosessen.

NOAH ser for seg et framtidig volum på 500 000 tonn flyveaske per år.

FAKTA

Prosjekteier: NOAH AS

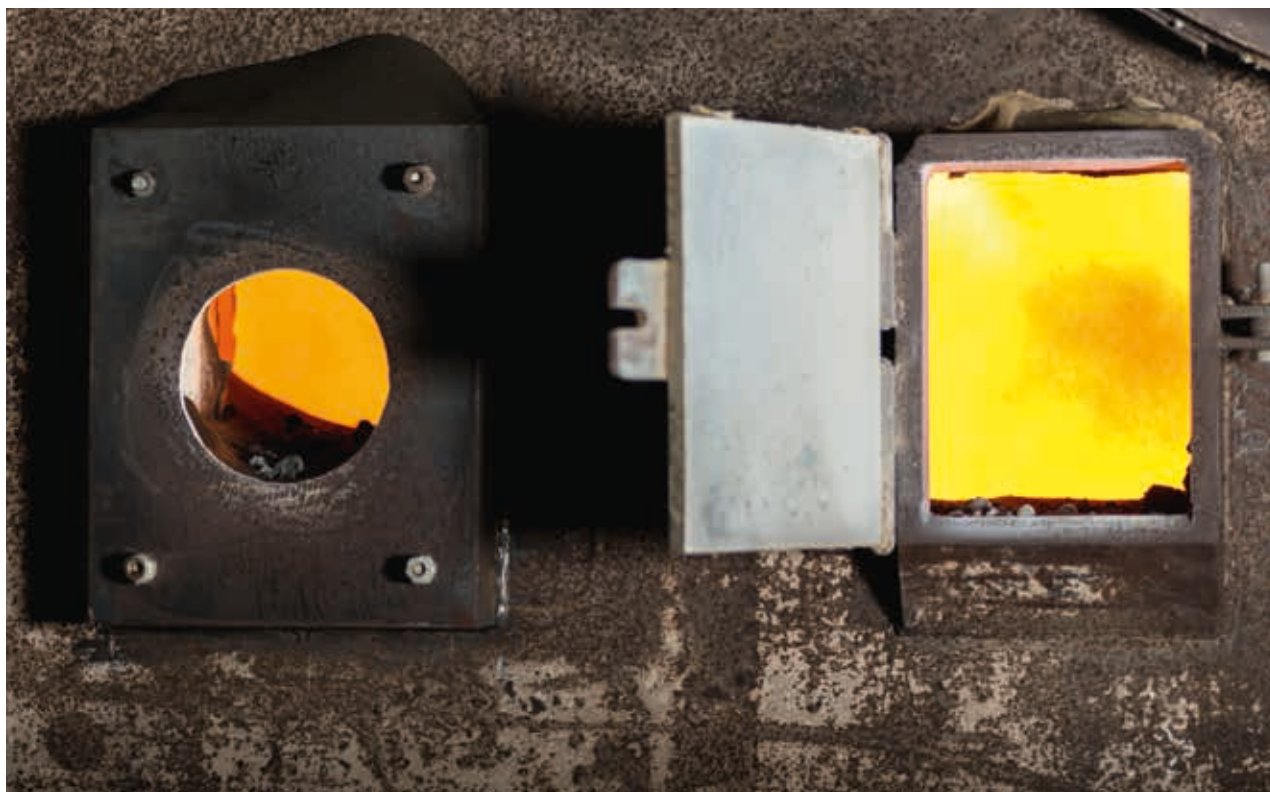
Prosjektperiode: 2015

Finansiering: 8,4 MNOK

Partnere: Norcem

Det gir mulighet til å fange omtrent 40 000 tonn CO₂ per år. Det tilsvarer utslippet fra 15 000 personbiler. Målet til NOAH er at prosessen skal være klar til drift i 2020 uten investerings- eller driftsstøtte fra staten.

> Forsøk viser at asken kan stabiliseres med røykgass og samtidig binde CO₂.



KLIMANØYTRALT GASSKRAFTVERK SOM PRODUSERER HYDROGEN

PROSJEKT



FAKTA

Prosjekteier: ZEGPower AS

Prosjektperiode: 2013–2016

Finansiering: 6,1 MNOK

> Bjørg Andresen i ZEGPower vil produsere hydrogen fra naturgass og samtidig rensen den for CO₂.



I Akershus Energipark utenfor Lillestrøm står et unikt lite gasskraftverk ute på et jorde. Til forskjell fra andre gasskraftverk produserer det hydrogen i tillegg til kraft, og i prosessen skiller det ut CO₂.

> Ruter har allerede hydrogen-drevne busser i bruk i Oslo.



BioZEG er et pilotanlegg som eies og drives av ZEG Power, et selskap sprunget ut av forskning ved Institutt for energiteknikk (IFE) på Kjeller og Christian Michelsens Research i Bergen. ZEG står for «Zero Emission Gas power», og er en teknologi for produksjon av hydrogen og kraft med integrert CO₂-fangst.

EFFEKTIV ENERGI Pilotanlegget bruker biogass som omdannes til CO₂ og hydrogen i en reformer. Noe av hydrogenet går til en brenselcelle som produserer kraft til nettet, men det meste av hydrogenet kan gå til Hynors fyllstasjon for hydrogenbiler i samme bygning. Overskuddsvarme fra brenselcellen utnyttes i reformer-prosessen, noe som bidrar til at anlegget får en høy termisk virkningsgrad.

– Med BioZEG produserer vi både kraft og hydrogen som til sammen gir et utbytte på 70 prosent av energien i biogassen, inkludert separasjon av CO₂. Det er svært bra, sier Bjørg Andresen, daglig leder i ZEG Power.

KLIMANØYTRALT Hydrogen og brenselceller kan på sikt erstatte fossile brensler, blant annet i transportsektoren. Toyota er ett av selskapene som satser på hydrogen og brenselceller. Selskapet lanserte nylig sin første serieproduserte bil med brenselcelle på det europeiske markedet.

– Å produsere hydrogen fra biogass eller naturgass, og samtidig rense CO₂, gir i praksis klimanøytral energi, sier Andresen.

BioZEG produserer tilsammen 50 kW i dag, men selskapet har som mål å bygge gradvis større anlegg i årene som kommer.

– Å teste i en litt større skala er en forutsetning for å kunne skalere opp og kommersialisere teknologien, sier Andresen. – Den erfaringen vi har med BioZEG er imidlertid et godt utgangspunkt for det arbeidet vi nå gjør med å designe og planlegge et 400 kW anlegg.

VELLYKKET LAGRINGSFORSØK PÅ SVALBARD

PROSJEKT

I åtte år har forskere ved Longyearbyen CO₂ Lab på Svalbard undersøkt om det er mulig å lagre CO₂ i berglagene på øygruppen. Resultatene kan komme til nytte på Svalbard – men også mange andre steder.

Longyearbyen CO₂ Lab ble etablert i 2007, og de første hullene i Adventsdalen ble boret med Store Norskes borerigg i sandsteinslag for å undersøke om det var mulig å lagre CO₂ der. Svalbardsamfunnet får lys og varme fra et kullkraftverk, og tanken var at rensing av CO₂ fra kraftverket og lokal lagring kunne gjøres Svalbard CO₂-nøytralt. I tillegg var målet at CO₂-laben skulle fungere som en forsøksstasjon der en kunne hente kunnskap og prøve ut teknologi for framtidig lagring også andre steder.

– Prosjektet har vist at lagring av CO₂ absolutt er mulig på Svalbard, og vi har fått kunnskap som har overføringsverdi til lagring i andre deler av verden, sier professor og prosjektleder Snorre Olaussen.

– Vi har boret til sammen åtte brønner i løpet av prosjektet, de dypeste ned på vel 1 000 meter. Vi har testet reservoarenes egenskaper med injeksjon av vann, for å etterligne flytende CO₂, gjort trykkmålinger, «monitort» injeksjonsrater og testet bergartsstyrken. I tillegg har vi undersøkt hvordan berglagene oppfører seg ved hjelp av tradisjonell 2D-seismikk og mikroseismikk. Nå kommer vi ikke så mye lenger uten å bruke ekte CO₂.

FASE 2 AVSLUTTET Prosjektet fase 2, som har vært støttet av CLIMIT, er nå avsluttet, og alle brønner er tettet igjen.

– Prosessen med å tette brønnene ble mer komplisert enn forutsatt fordi vi traff på gass, noe som gjorde avslutningen av prosjektet betydelig mer kostbart enn budsjettet, sier Olaussen.

– Det er et komplisert reservoar med veldig tette bergarter. Lagringspotensialet er hovedsakelig knyttet til sprekker i sandsteinslaget. Vi mener likevel det er tilstrekkelig for å lagre de små volumene CO₂ fra kullkraftverket på Svalbard, og over reservoarene er det gode takbergarter som vil hindre gassen i å sive ut, sier Olaussen. Prosjektet har søkt Miljødirektoratet om tillatelse til å gjennomføre en test med CO₂ for en endelig verifisering av lagringspotensialet.

NYTT KRAFTVERK Skal det bli noe av visjonen om kullkraftverk med nullutslipp på Svalbard, må det imidlertid bygges et helt nytt kullkraftverk med integrert rensianlegg for fangst av CO₂.

– Det vil selvfølgelig kreve investeringer i milliardklassen å bygge et kraftverk med fangstanlegget, og det må også bores nye brønner og anlegg som er dimensjonert for injeksjon av CO₂ i grunnen, sier Olaussen.

– Som forskere har vi fått bekreftet at det er mulig å gjøre det, men det er selvfølgelig opp til politikerne om de vil gjøre det.

Selv om det ikke blir noe av et slikt kraftverk på Svalbard med det første, har prosjektet gitt verdifull kunnskap rundt CO₂-lagring som kan komme til nytte andre steder.

– Fra før har vi en del erfaring med lagring av CO₂ i sandsteinsreservoarer, som på Sleipner og Snøhvit, men kunnskap fra dette prosjektet har overføringsverdi til områder i verden der bergartene er litt mer vanskelige, sier Olaussen.

FAKTA

Prosjekteier: Universitetsstudiene på Svalbard (UNIS)

Prosjektperiode: 2007–2015

Finansiering: 29,1 MNOK

Partnere: FME-senter SÚCESS, UiO, UIB, NTNU, SINTEF, NGU, NGI, NORSAR, Store Norske Spitsbergen, Leonard Nilsen, Baker Hughes, Statoil, ConocoPhillips, Lundin og Statkraft



TESTER MÅLEINSTRUMENTER I FELTFORSØK

Lagring av CO₂ i deponier under havbunnen vil være svært trygt, og risikoen for lekkasje minimal. For sikkerhets skyld vil deponiene likevel bli overvåket med følsomme måleinstrumenter. Slike instrumenter har vært testet i feltforsøk i et sandtak i Svelvik.

I et sandtak i Svelvik har forskere boret hull ned på ulike dyp, injisert små mengder CO₂ ned i sandlag under bakken, slik at gassen langsomt siger opp til overflaten. Hensikten er å finne ut hvordan ulike typer måleinstrumenter kan oppdage CO₂-lekkasjer.

– I det virkelige liv vil lagringssteder for CO₂ blir valgt ut fordi de er svært trygge, med solide berglag som ligger som et lokk over deponiet. Vi kan likevel ikke helt utelukke at lekkasjer kan skje under gitte forhold. Derfor vil det være viktig å overvåke lagrene, sier Maria Barrio, prosjektleder for CO₂ Field Lab.

FØLSOMME INSTRUMENTER

Eventuelle lekkasjer vil uansett være små, så instrumentene må være svært følsomme. Vi gjør tester i laboratoriet, men å teste ute i felt som i Svelvik gir mer realistiske resultater.

De første forundersøkelsene med blant annet seismikk og jordradar ble gjort i Svelvik allerede i 2009. Da var hensikten å finne ut om området egnet seg for å injisere og overvåke CO₂-bevegelser. Fra 2011 til 2013 ble det boret injeksjons- og overvåkingsbrønner, og det ble gjort injeksjoner på cirka 20–25 meters dyp. For å måle bevegelsene av CO₂ ble det brukt både seismiske, geokjemiske, elektromagnetiske og økologiske undersøkelser i tillegg til luftmålinger.

– Det var planlagt å injisere CO₂ også på større dyp, men det viste seg å være ugjennomførbart på grunn av dype leir- lag som ville ha forhindret lekkasje av CO₂ til overflaten, sier Maria Barrio.

Injeksjonene ble avsluttet i 2013, og tiden etterpå har først og fremst vært brukt til å analysere resultater av feltforsøkene.

MYE LÆRING Selv om prosjektet ikke ble gjennomført i sin fulle bredde i denne omgang, er det høstet mange erfaringer og hentet mye innsikt fra forsøkene så langt.

– Alle måle metodene viste seg å kunne oppdage CO₂-gass, og vi lærte mye om fordeler og ulemper ved de ulike måleverkøyene, sier Maria. Det ble brukt både stasjonære og mobile måleinstrumenter, noe som viste seg å være viktig for å avdekke nøyaktig hvor CO₂ lakk ut gjennom grunnen.

– All kunnskapen fra feltforsøket vil være verdifull når vi en dag kommer i gang med fullskala lagring, sier Barrio.

FAKTA

Prosjekteier: SINTEF Petroleum AS

Prosjektperiode: 2009–2015

Finansiering: 51,7 MNOK.

Forskningspartnere: NGI, BRGM, BGS og Geosciences Montpellier

Industripartnere: Schlumberger Carbon Services, Imageau, WesternGeco og Bureau Veritas



> Svein Eggen (Gassnova) og Erik Lindeberg (SINTEF).

DOKTORGRADSSEMINAR:

– UNGE FORSKERE VISER HVORDAN DET SKAL GJØRES!

Doktorgradsseminaret som ble arrangert i Trondheim den 1. september, viste at unge doktorgrads- og postdoktorkandidater har mange interessante løsninger for nye og innovative teknologier for CO₂-håndtering.

Doktorgradsseminaret til CLIMIT har blitt en tradisjon. Hver høst møtes doktorgrads- og postdoktor-kandidater for å legge frem resultatene sine og lære av hverandre.

– CLIMIT ser viktigheten av å arrangere disse seminarene og med den interessen og aktiviteten som er – så frister det til gjentakelse sier Aage Stangeland, initiativtaker i Norges forskningsråd.

Dette årets seminar ble arrangert i samarbeid med forskningscenteret BIGCCS, og var CLIMIT og BIGCCS PhD-seminaret for 2015.

40 FORSKERE Rundt 40 unge forskere deltok på seminaret som startet med et besøk på forsøksanlegget for CO₂-håndtering på Tiller. Dette er et laboratorium i verdensklasse for testing av løsemidler for CO₂-fangst etter forbrenning. Laboratoriet har spilt en viktig rolle i å kvalifisere teknologier

for CO₂-håndtering og tilbyr en utmerket forskningsinfrastruktur for forskere som ønsker å forbedre teknologiene for håndtering av CO₂.

– Det å vise fram bredden innenfor forskningen er viktig for våre kommende forskere, som Tiller er et godt eksempel på. Det å møte andre og høre hva som rører seg innen fagfeltene er viktig for deltakerne, understreker Åse Slagtern, Norges forskningsråd.

KUNNSKAPSDELING På seminarets andre dag var hovedfokuset på presentasjoner fra de unge forskerne. Målet var å sikre kunnskapsdeling og skape en plattform for nettverksbygging. Presentasjonene viste at doktorgrads- og postdoktor-kandidater har kommet frem til noen svært interessante resultater. Presentasjonene omhandlet mange forskjellige emner fra nyvinninger innen membraner for CO₂-håndtering til nye modeller for lagring

av CO₂. Alle presentasjonene, og også plakatene som ble vist, viste at unge forskere har oppnådd resultater som vil være viktige for vår felles innsats for å kommersialisere kostnadseffektive teknologier for CO₂-håndtering.

NY KUNNSKAP Tre inviterte foredragsholdere ga presentasjoner som deltakerne satte stor pris på. Nils Røkke fra SINTEF la frem en oversikt over internasjonal status for CCS, Christian Gutvik fra NTNU Technology Transfer ga oss innblikk i hvordan forskningsresultater kan kommersialiseres, og Malin Torsæter fra SINTEF Petroleum ga et inspirerende foredrag om hvilke utfordringer og muligheter doktorgrads-studenter kan støte på ved starten av en akademisk karriere. Evalueringsskjemaer som deltakere fylte ut, viste at de hadde fått ny og verdifull kunnskap om CO₂-håndtering og at nettverksbyggingen var svært nyttig.



PROSJEKT

NY BRENNER KAN GI KULLKRAFT MED LAVT CO₂-UTSLIPP



> Tore Hatlen, seniorrådgiver i Gassnova

FAKTA

Prosjekteier: SINTEF Energi AS

Prosjektperiode: 2012–2015

Finansiering: 30 MNOK

Partnere: German Aerospace Center (DLR) Tyskland og Alstom Switzerland Ltd, Sveits



En viktig brikke er på plass for kullkraft med lavt CO₂-utslipp. CLIMIT-prosjektet BIGH2 har utviklet en ny type gassturbinbrenner.

Mange steder i verden er kull en rimelig og lett tilgjengelig energikilde. Kullet kan forgasses, og syngassen som oppstår, kan forbrennes i kraftverk. I denne prosessen dannes CO₂ som man – om man ønsker – kan fange og lagre. Syngass inneholder mye hydrogen. Hvis denne gassen brennes i konvensjonelle gassturbiner, gir det det høye utslipp av miljøskadelige nitrogenoksider (NO_x). Målet til prosjektet er å redusere utslipp av NO_x til et akseptabelt nivå ved forbrenning av hydrogenrik gass i gassturbiner uten at det går på bekostning av virkningsgraden til prosessen.

FORSKNING I VERDENSKLASSE Det CLIMIT-støttede prosjektet BIGH2 er et samarbeid mellom SINTEF, Alstom i Sveits og Det tyske senteret for luft- og romfart (DLR). Målet med prosjektet var å utvikle et nytt brennerkonsept.

– Prosjektet er forskning i verdensklasse. Målene er nådd, og dette kan komme CO₂-håndtering globalt til gode, sier seniorrådgiver Tore Hatlen i Gassnova og CLIMIT.

Hydrogenrikt brensel gir for store utslipp av nitrogenoksider (NO_x) hvis de forbrennes i konvensjonelle gass-turbiner. Dersom den hydrogenrike gassen blandes ut med nitrogen eller vanndamp, kan NO_x-utslippene reduseres, men det vil redusere virkningsgraden. Det skaper et behov for nye gassturbinbrennere som kan bruke hydrogenrik gass med akseptable utslipp av NO_x uten at det går på bekostning av termisk virkningsgrad.

– En økning i virkningsgrad på 2–4 prosentpoeng er veldig mye, og kan være forskjellen på om et fremtidig prosjekt blir realisert eller ikke. I dette markedet konkurrerer leverandørene på promiller i virkningsgrad, sier Hatlen.

LAVE UTSLIPPSTALL Målet til prosjektet var å utvikle et nytt brennerkonsept for mager forblandet forbrenning av hydrogenrike brenslere i stasjonære gassturbiner. Mer spesifikt var målet å utvikle en ny brenner for første brennkammer (høytrykk) til Alstoms GT24/26 gassturbin. Brenneren skulle også kunne tåle varierende last og kunne bruke naturgass som reservebrensel.

Prosjektet tok utgangspunkt i flere forslag til brennerdesign fra Alstom. SINTEF har gjennomført avanserte numeriske simuleringer for å identifisere forhold som påvirker ytelsen til brennerdesignene. Alstom og DLR har testet modeller av brennerne i ulike skalaer. Resultatene av testene har blitt sendt tilbake til SINTEF for kalibrering av simulering-modellene. Denne iterative prosessen har ledet fram til at ett brennerdesign ble testet i full skala.

Det utvalgte designet hadde lavere utslippstall enn dagens brennere. Prosjektet har altså gitt en betydelig modning av denne lave-NO_x brenneren for hydrogenrike brensel.

MARKEDSMULIGHETER Mer testing er imidlertid nødvendig for å vurdere ytelsen før brenneren markedsføres. Her må også lastvariasjoner og stabilitetsvurderinger inngå.

Det vurderes for tiden hvordan prosjektet best kan videreføres. Hydrogenfyrte gassturbiner med de nye «BIGH2-brennerne» kan bli en viktig brikke i et fremtidig energisystem basert på hydrogen, både som energibærere og som energilager når fornybare kilder produserer mer enn markedet forbruker.

NØKKELTALL 2015

I 2015 er det tildelt totalt ca. 179 MNOK i prosjektmidler fra CLIMIT-programmet. I alt har 57 nye prosjekter fått tilskudd, samt at et prosjekt har fått tilleggsbevilgning.

Samlede utbetalinger for CLIMIT-Demo i løpet av året utgjør ca. 96 MNOK som er 33 MNOK lavere enn rekordåret 2014. For FoU-delen er det utbetalt ca. 83 MNOK som er noe lavere enn i 2014.

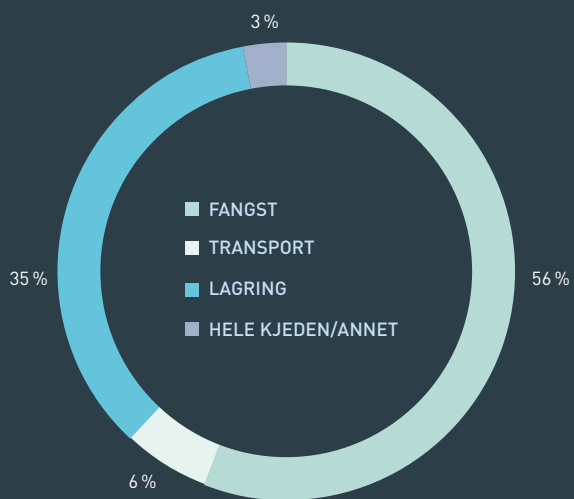
CLIMIT-FoU hadde i 2015 et stort tilfang med 51 søknader og et samlet søknadsbeløp på 464 MNOK, som overskred tilgjengelig budsjett. 13 av prosjektsøknadene fikk tildelt støtte på totalt ca. 99 MNOK. Innkomne søknader har vært dominert av forskningsprosjekter. Dette gjenspeiler utfordringen med å motivere industrien til å satse på teknologiutvikling når et marked for CO₂-håndtering er fraværende.

For CLIMIT-Demo har det vært et viktig år, da fire store satsinger er avsluttet: både SOLVit-programmet, BIGH2, CO₂-lab Svalbard og Svelvik (som alle er omtalt i denne årsmeldingen) viser evnen til å realisere omfattende og langsiktige prosjekter i Norge med resultater som støtter opp under den globale satsingen på CO₂-håndtering.

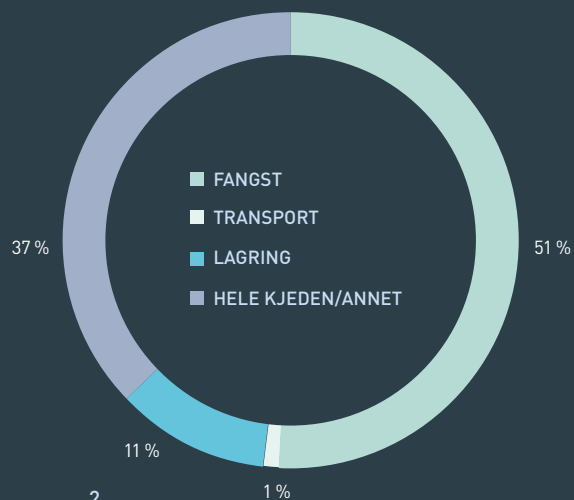
Internasjonalt har CLIMIT intensivt samarbeidet med både USA og Nederland og man har for første gang hatt fellesutlysning med begge landene. Det har resultert i spennende prosjekter, der internasjonalt samarbeid er i fokus. Diagrammene 1 og 2 viser fordelingen per område (5 av

beløp) for henholdsvis FoU og Demo. CLIMIT har flest fangstprosjekter i sin portefølje i 2015. ERA-NET Cofund satsingen ACT støttes av CLIMIT. For dette er det i CLIMIT-Demo satt av 27 MNOK innenfor HELE KJEDEN/ANNET. CLIMIT-FoU har ikke satt av penger til denne satsingen i 2015, men kommer til å støtte prosjektet med en tilsvarende sum. Tilsammen deltar 10 partnere fra ni land: Norge, Tyskland, Sveits, Romania, Nederland, UK, Hellas, Tyrkia og Spania. Fra Norge deltar Forskningsrådet og Gassnova. Forskningsrådet er koordinator for programmet som har et FoU-budsjett på nesten € 43 millioner, herav ca. 1/3 fra EU. Den nasjonale forskningsstøtten kan kun tildeles respektive nasjonale søkere. Det tas sikte på at hele budsjettet utlyses i sin helhet i løpet av 2016.

Siden oppstart av CLIMIT i 2005, har årlige utbetalinger hatt en stigende tendens. Fra CLIMIT-FoU er utbetalingene noe under nivået for rekordåret 2012. Mens det for CLIMIT-Demo er utbetalingene noe under toppåret 2014. Når prosjektene blir besluttet støttet blir midlene bundet til dette prosjektet, men utbetalingene vil ha noe etterslep. Typisk vil prosjektet vare over 2-3 år.



1
CLIMIT-FoU: FORDELING PER OMRÅDE
PÅGÅENDE PROSJEKTER 2015, BEVILGET

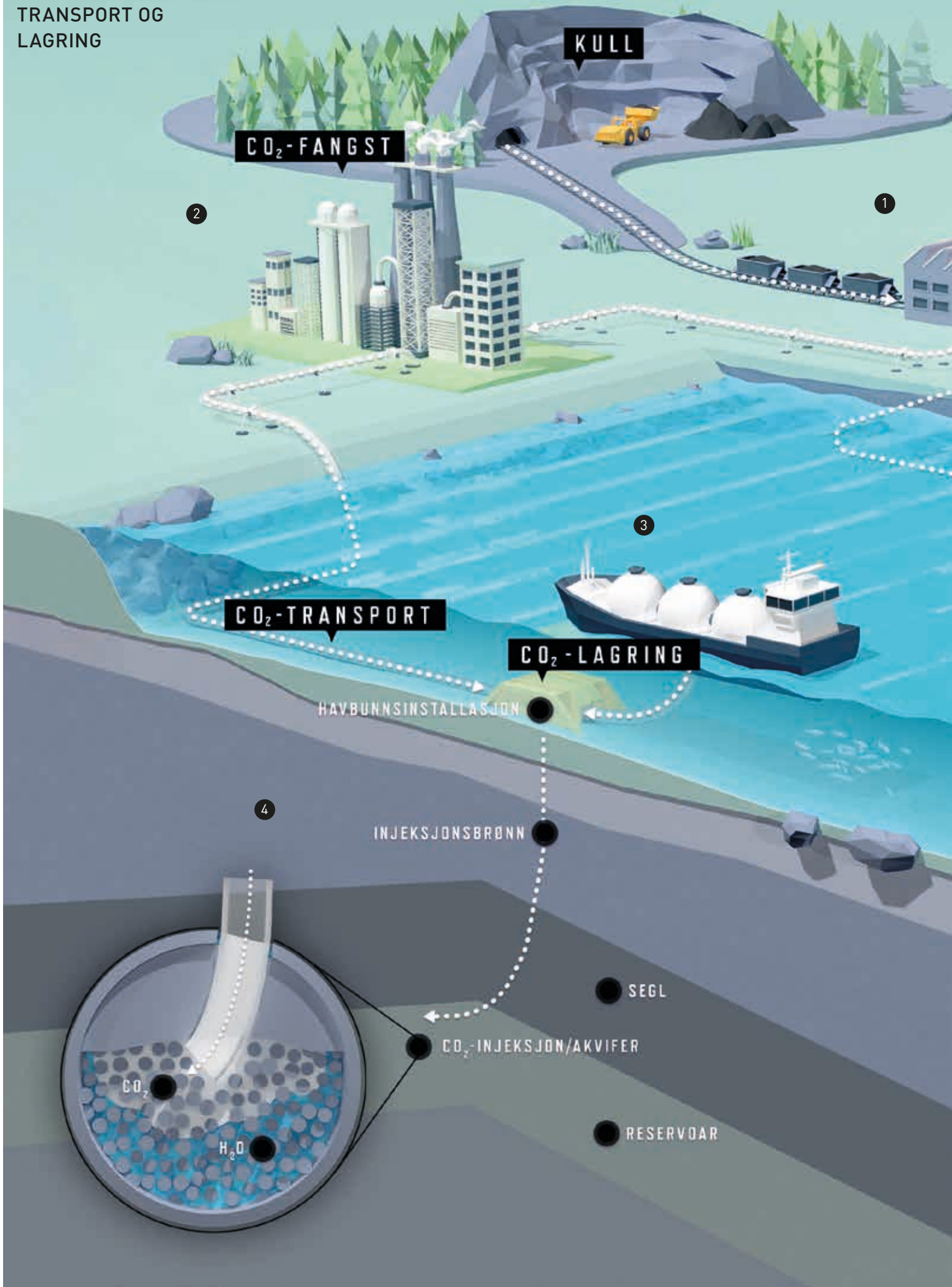


2
CLIMIT-DEMO: FORDELING PER OMRÅDE
PÅGÅENDE PROSJEKTER 2015, BEVILGET



3
UTBETALINGER TIL CLIMIT-PROSJEKTER, FoU OG DEMO

KARBONFANGST,
TRANSPORT OG
LAGRING





KRAFTVERK OG INDUSTRIPRODUKSJON

OLJE OG GASS

- 1 **KILDER:** Utslipp fra industri og kraftverk er mest aktuelle for CO₂-fangst, -transport og -lagring.
- 2 **FANGST:** CO₂ skilles fra andre gasser og komprimeres til væske.
- 3 **TRANSPORT:** Gjennom rørledninger eller tankskip.
- 4 **LAGRING:** CO₂ injiseres i porøse bergarter på 1 000 meter eller mer under havoverflaten. Over lagringsplassen må det være stabile takbergarter som forseglar lageret.



CLIMIT_{10år}

www.climit.no