



CLIMIT

DET NASJONALE PROGRAMMET for
forskning, utvikling og demonstrasjon
av teknologi for CO₂-håndtering

2018

OPPSUMMERT

INNHOLD

CO ₂ -håndtering er nå er realistisk mulighet	04
Industrielt samarbeid (CO ₂ Hub Nordland)	06
Fjerning av CO ₂ fra industrielle avgasser (AEROSOLVE)	08
Kostnadseffektive løsninger for prosessindustrien (CO ₂ stCAP)	10
Mindre utslipp i forbrenningsprosessen (CAPEWASTE)	12
Mer kunnskap om CO ₂ -transport (CO ₂ FACT)	14
Sikre rørledninger for CO ₂ -transport (CO ₂ SafeArrest)	16
Marin overvåking av CO ₂ -lagre (ACT4Storage)	18
Sikker lagring av CO ₂ krever overvåkning (DEMODAS)	20
Fra lab til brønn (POREPAC)	22
Sikkerhet for tette brønner (Polymer resins)	24
Nøkkeltall for 2018	26

CLIMITS HOVEDMÅLSETTING er å bidra til å utvikle teknologi og løsninger for CO₂-håndtering, ved å støtte utvikling av kunnskap, kompetanse, teknologi og løsninger som kan gi viktige bidrag til kostnadsreduksjoner og bred internasjonal utbredelse av CO₂-håndtering, samt utnyttelse av nasjonale fortrinn og utvikling av ny teknologi og tjenestekonsepser med kommersielt og internasjonalt potensial. Programmet er et samarbeid mellom Gassnova og Norges Forskningsråd. CLIMIT omfatter Forskningsrådets støtteordning for forskning og utvikling (FoU-delen), og Gassnovas støtte til utvikling og demonstrasjon (Demo-delen). Gassnova har det overordnede ansvaret og leder programsekretariatet.

FORORD

CO₂-HÅNDTERING ER NÅ EN REALISTISK MULIGHET

Industrien vurderer i økende grad karbonfangst i et strategisk perspektiv. Selskapene ser den nye teknologien som en mulighet til å posisjonere seg i et grønt marked.

I 2005 BLE CLIMIT GRUNNLAGT med et formål om å stimulere forskning og nyskaping innen karbonhåndtering. CLIMIT ble etablert som et virkemiddel for å kunne utvikle teknologien hele veien fra grunnforskning frem til pilotering og demonstrasjon.

– Siden den gang har det vært en rivende utvikling. I dag sitter vi med en teknologi som er klar til å brukes. Dette er bakgrunnen for at industrien i stadig større grad melder sin interesse. Og CLIMIT har vært en pådriver i arbeidet med å skape hele denne innovasjonskjeden, forteller Hans Jørgen Vinje, leder av CLIMIT.

INDUSTRIELLE UTSLIPP

Vi merker nå en dreining i klimadebatten. Hittil har den største innsatsen vært rettet mot å skape grønne energikilder som kan erstatte fossilt brensel. Men sol og vind kan bare redusere utslippene, ikke fjerne CO₂ fra for eksempel industrielle prosesser.

Energi står for 25 prosent av klimagassene, mens industrien slipper ut 20 prosent.

Det er bakgrunnen for at produksjon av materialer som samfunnet trenger – sement, stål, aluminium, osv. – nå har fått et langt større fokus.

En ny trend er at industrien selv etterspør teknologi for å kutte utslippene. De ønsker å lage produkter med mindre CO₂-avtrykk. Gjennom en strategisk, langsiktig satsing på grønne produkter, kan et industriselskap styrke sin markedsposisjon globalt.

– Og karbonfangst og lagring er den eneste teknologien som faktisk kan redusere CO₂-utslipp i atmosfæren ved å putte CO₂ tilbake der den kom fra, understreker Vinje.

Et omfattende arbeid ligger bak utviklingen av teknologien. Mange tusen tanker har skapt teknologiene.

BREDT SAMARBEID

– CLIMIT vektlegger anvendbarheten av forskningen. Når vi mottar søknader om finansiering, vurderer vi blant annet om forskerne har en plan for hvordan de tenker seg at forskningen deres kan skape forretningsmuligheter. CLIMIT stiller også krav om kommersiell finansiering, sier Vinje.

Nært samspill mellom forskning og industri er en av årsakene til at teknologien nå er modnet og klar for implementering. Industrikompetanse fores inn i forskningsprosessen, og mye av forskningen rettes mot å finne kostnadseffektive løsninger. Flere av prosjektene som omtales i denne

rapporten representerer en slik synergi mellom forskere og sluttbrukerne av teknologi.

– Forskningsprosjekter som har mottatt finansiering fra CLIMIT, har bidratt med innsikt og kunnskap som vil være avgjørende for realiseringen av fullskala-prosjektet, sier Vinje.

MOT FULLSKALA-ANLEGG

Konstruksjon av et fullskalaanlegg for fangst, transport og lagring av CO₂ vil bety et veiskille for både forskningen og industrien.

– Når vi tar teknologien i bruk, vil vi høste viktige erfaringer og innsikt. Vi vil få en raskere innovasjonssyklus, sier Arvid Nøttvedt, programstyreleder i CLIMIT.

Et fullskalanlegg vil også åpne for helt nye muligheter. Et slikt anlegg innebærer at man bygger en omfattende infrastruktur for hele verdikjeden. Industrien kan fokusere sin innsats på fangst av CO₂ – fordi transport og lagring allerede er ivarettatt.

En infrastruktur vil også tilrettelegge for mer fleksible løsninger. Bedrifter kan fange deler av utslippene, som mates inn i transportsystemet. Dette er mindre krevende å realisere, både teknologisk og økonomisk. Konsepter for delvis fangst gjør det mulig å hente



CLIMIT programstyre. Bak f.v. Arvid Nøttvedt, Hans Jørgen Vinje og Kaare Helle. Foran f.v. Hildegunn Blindheim, Hanne Lerche Raadal, Sveinung Hagen, Lars Petter Maltby, Eystein Leren, Marie Bysveen og Eva Halland. Foto: Sverre Christian Jarild

mindre mengder CO₂ fra flere steder, og samtidig oppnå betydelige reduksjoner av de samlede utslipp.

Det norske fullskalaprojektet har også vakt interesse utenfor landets grenser. Et eksempel er svenske Preem, som med sine raffinerier er en av de største utslipperne av CO₂ i Sverige. I samarbeid med partnerne Aker Solutions, SINTEF, Chalmers og Equinor har Preem nå fått støtte fra CLIMIT og Svenske Energimyndigheten. I et treårig prosjekt skal man blant annet teste ut Aker Solution's fangsteknologi på raffi-

neriet i Lysekil, og vurdere mulighetene for å koble seg på det norske fullskalaprojektet

– Det er særdeles positivt at fullskalaanlegget planlegges med muligheter for fremtidig utvidelse. Dette vil gjøre det mulig å teste ut skalert oppbygging av en karbonfangst-verdikjede, sier Nøttvedt.

PÅ TVERS AV LANDEGRENSER

Norge er et av de landene som ligger lengst fremme når det gjelder kompetanse på karbonfangst.

– Derfor ser vi det som en viktig oppgave å dele vår kunnskap på området, med sentrale aktører internasjonalt, sier Vinje.

CLIMIT er en aktiv bidragsyter i det internasjonale forskningssamarbeidet ERA-NET ACT. Programmet har medlemmer fra 11 land, både i Europa og USA. I dette programmet deltar både forskningsinstitusjoner og selskaper innen prosessindustri og energi. En rekke tunge prosjekter er utviklet i regi av ACT. ■

FANGST

INDUSTRIELT SAMARBEID

I Nordland har industriaktørene gått sammen om å redusere CO₂-utslipp.



Mo Industripark i Mo i Rana der industriaktørene nå studerer CO₂-håndtering. Foto: MIP

MO INDUSTRIPARK AS HAR ambisiøse mål for næringsutviklingen fremover. Nordland har i dag verdens grønneste prosessindustri, og dette grunnlaget ønsker industriparken å bygge på for å utvikle industrisektoren videre.

Rundt en fjerdedel av klimautslippene i verden kommer fra industri, og de siste årene har karbonavtrykket

i selve produksjonsprosessene fått større fokus. Utfordringen blir å finne kostnadseffektive løsninger, slik at industrien har en realistisk mulighet til å implementere teknologien.

PROAKTIV INDUSTRI

– I prosjektet *CO₂ HUB Nordland* har industriparken gått sammen med

sentrale industribedrifter for å gjennomføre en studie av CO₂-håndtering i regionen. Vi har mottatt finansiell støtte fra CLIMIT, og SINTEF har koordineringsansvaret, sier Jan Gabor, markedsdirektør i Mo Industripark.

Målet er å fange mer enn 1,2 millioner tonn CO₂ hvert år.

Prosjektet kartlegger utslippspunktene hos deltagerne i prosjektet, som representerer det meste av utslipp i Nordland i tillegg til NorFraKalk i Verdal. Ulike fangstteknologier skal også evalueres. Økt energiutnyttelse vil være avgjørende for å kunne redusere utslippene, og bruk av overskuddsvarme fra eksisterende industri er meget interessant i denne sammenheng.

Bedriftene samarbeider nært for å sikre kompetanseoverføring rundt prosessforbedringer, som for eksempel lukkede smelteovner i metallindustrien, og bruk av overskuddsvarme til å produsere damp for å fjerne CO₂.

FOKUS PÅ MULIGHETENE

– Vi ser også på hvordan vi kan skape konsepter for sirkulær økonomi. Kan vi bruke CO₂ som en innsatsfaktor i annen industri? For tiden jobber vi med to interessante prosjekter – produksjon av metanol og proteiner for akvakultur-næringen. Denne type nyskapning kan åpne for ytterligere verdiskapning i regionen, sier Gabor.

En viktig del av prosjektet går på å utvikle infrastruktur for transport og lagring. CO₂en som fanges av industribedriftene i Nordland, skal etter planen mates inn i Northern Lights-infrastrukturen. I tillegg har *CO₂ HUB Nordland* en tett dialog med både Fortum Varme på Klemetsrud og Norcem i Breivik, som representerer de ledende karbonfangstprosjektene i Norge.

Prosjektet har som mål at resultatene skal komme hele den norske industrien til gode – og forhåpentligvis bidra til at industri i Norge og andre steder i verden også kan redusere sine utslipp.

PRAKTISKE LØSNINGER

– Skal vi lykkes med å gjennomføre dette prosjektet, er det avgjørende at vi finner realistiske, kostnadseffektive løsninger. Derfor legger vi vekt på å utarbeide et godt grunnlag for investeringsbeslutninger.

Industriparken jobber tett med de ulike aktørene for å sikre robuste kostnadsanalyser og forundersøkelser.

– Det er en forventning fra norske myndigheter at industrien spiller en sentral rolle i implementeringen av teknologi for karbonfangst. Men vi er helt avhengige av å finne gode investeringsløsninger for å få dette til, sier Gabor. ■



JAN GABOR

Mo Industripark

Prosjekt:

CO₂-hub Nordland.
Mot nullutslipp i prosessindustrien

Prosjekteier:

Mo Industripark

Prosjektperiode:

2018-2020

Totalbudsjett:

9,8 MNOK

Støtte fra CLIMIT:

6,4 MNOK

Partnere:

Alcoa Mosjøen, Elkem, Celsa Armeringsstål, Ferroglobe Mangan Norge, SMA Minerals, Norcem Kjøpsvik, NorFraKalk, SINTEF og Olje-gassklynge Helgeland.

FANGST

FJERNING AV CO₂ FRA INDUSTRIELLE AVGASSER

Ny teknologi reduserer utslipp av renskemikaliene som fjerner CO₂ fra forbrenningsprosesser.



KARL A. HOFF
SINTEF

Prosjekt:

Overvåking og reduksjon av aerosolrelaterte solventutslipp ved Post Combustion CO₂-fangst (AeroSolve)

Eier:

SINTEF Industri

Porsjektperiode:

2017-2019

Totalbudsjett:

45 MNOK

Støtte fra CLIMIT:

22,5 MNOK

Partnere:

NTNU, TCM, TNO, Engie, Uniper, ROAD Maasvlakte CCS (til mars 2018)

VED FORBRENNINGSPROSESSER

i industrien – som sementfabrikker, stålverk og avfallsforbrenningsanlegg – dannes røykgass med betydelige mengder CO₂. Kjemisk absorpsjon er den mest utbredte teknologien for å fjerne denne CO₂-en.

CO₂ føres inn i en absorpsjonskolonne, der gassen reagerer med amin, før den ledes inn i en desorber (stripper). Under endrede trykk- og temperaturforhold, gir aminet slipp på CO₂, og den rensede gassen tas videre i prosessen.

SMÅ DRÅPER

Men ved enkelte applikasjoner av aminteknologi, dannes det ørsmå dråper i absorberreaktoren samtidig som CO₂-en fanges. Disse dråpene, som kalles aerosoler, er så små at de ikke samles opp av tradisjonelt utstyr.

– Aerosoler dannes ved at partikler og sporstoffer i røykgassen reagerer med amin i absorberen. Utfordringen er at teknologien vi hadde tidligere, ofte genererte utslipp som oversteg grenseverdiene, sier Karl A. Hoff, prosjektleder ved SINTEF.

Derfor har målet med dette prosjektet vært å produsere mer generisk kunnskap om dannelse av aerosoler, slik at industrien kan tilpasse

teknologien og sikre at utslippene ligger godt under grenseverdiene.

OMFATTENDE FORSKNING

NTNU har dekket hele spennet fra dyp teoretisk tilnærming på molekylnivå til design av renseteknologier for en rekke industrielle prosesser. Forskerne har utviklet matematiske modeller for å beskrive hvordan aerosolene utvikler seg fra innløpet i bunnen av absorpsjonskolonnen, og hvordan dråpene ender opp som utslipp.

På SINTEF har forskerne jobbet med testing i laboratoriet. I Trondheim har instituttet et pilotanlegg der man kan introdusere støv, katalysatorpartikler og svovelsyre i røykgass, for å observere dråpedannelse og mist.

TCM har også testet utstyr for måling og reduksjon av utslipp. Teknologisenteret har spesielt fokusert på forbehandling av CO₂. Hvis man kan fjerne partikler og svovelsyredråper før gassen strømmer inn i crackeren, så kan man forhindre dannelse av aerosoler og mist.

NY INNSIKT

– Rent vitenskapelig har dette vært et spennende prosjekt. Vi har for eksempel fått en helt ny forståelse for hva som egentlig skjer under dråpe-



Teknologisenter Mongstad (bildet) har også testet utstyr for måling og reduksjon av utslipp i regi av Aerosolve-prosjektet. Foto: Helge Hansen

dannelse. Som hvordan amin bygges opp i en dråpe på kanskje bare noen nanometer – og hvordan denne dråpen vokser. Denne innsikten har bidratt til at vi har kunnet utvikle prosesser og teknologi som sterkt reduserer risikoen for utslipp, forklarer Hoff.

Møtet mellom teori og operasjonell virksomhet har vært sentral.

– Når vi satte modellene sammen med testene ved TCM og SINTEFs laboratorium, for eksempel, fikk vi en del overraskelser rundt det mekanistiske. Vi har fått et nytt bilde av sammenhen-

gene mellom de ulike fenomenene, og forstår helheten på en ny måte.

CLIMIT setter som krav for finansiering, at prosjektene skal gjøre resultatene tilgjengelig for industri, forskning og teknologileverandører.

– Vårt mål har vært å flytte forskningsfronten fremover, og bidra til realiseringen av trygge og robuste fullskalaanlegg. Og forskningsresultatene fra dette prosjektet, vil være åpne for alle.

Som partnere i dette prosjektet har SINTEF hatt med seg NTNU, TCM, Engie, Uniper og TNO. ■

FANGST

KOSTNADSEFFEKTIVE LØSNINGER FOR PROSESSINDUSTRIEN

Hvis karbonfangst skal bli en realitet, er reduksjon av kostnader en kritisk suksessfaktor.



RAGNHILD SKAGESTAD
SINTEF

Prosjekt:

Kutte kostnader for CO₂-fangst i prosessindustrien (CO₂stCap)

Prosjekteier:

SINTEF

Prosjektperiode:

August 2015 – Desember 2019

Totalbudsjett:

25 MNOK

Støtte fra CLIMIT Demo:

14,5 MNOK

Partnere:

Chalmers, Universitetet i Sørøst-Norge, Norcem, Elkem, GCCSI, Swerea Mefos, Innventia, SSAB, AGA Linde, IEAGHG

UTSLIPPENE FRA PROSESSINDUSTRIEN

utgjør en betydelig andel av de totale globale utslippene. Jern- og stålindustrien alene, for eksempel, står for syv prosent av verdens samlede utslipp.

– Skal vi klare to-gradersmålet fra Parisavtalen, må vi finne pragmatiske løsninger som prosessindustrien raskt kan ta i bruk, sier prosjektleder Ragnhild Skagestad fra SINTEF.

Den store bremsen når det gjelder implementering av karbonfangstanlegg, er kostnadene. De fleste bedrifter vil i dag ha store utfordringer med å implementere teknologi som fanger hele utslippet.

DELVIS FANGST

Da CO₂stCAP-prosjektet ble igangsatt i 2015, var delvis fangst et relativt nytt konsept.

Hvis man fanger litt CO₂ på mange anlegg, istedenfor å konsentrere innsatsen på ett, så oppnår man de samme kuttene, men til en langt rimeligere prislapp.

CO₂stCAP-prosjektet har sett på ulike typer prosessindustri. De har analysert prosesser i et SSAB stålverk, et Norcem sementanlegg, en REC solcelle-fabrikk og en generisk papirprodusent i Sverige.

– Vi ønsker å utnytte de mulighetene som allerede ligger i industrien, ved for eksempel å benytte overskuddsvarme til å lage damp. Det er denne dampen vi bruker, sammen med aminfangsteknologi, til å fange CO₂ i prosessanleggene, sier Skagestad.

For det krever mye energi å produsere helt ny damp.

– De fleste anlegg har ikke nok energi tilgjengelig til å fange all CO₂. Derfor justerer vi heller ned fangstanlegget. Man kan for eksempel fange femti prosent av utslippet, for det blir langt billigere. Og da kommer man kanskje lettere i gang.

REALISTISKE KONSEPTER

CO₂stCAP har også konkludert med at kull i noen tilfeller kan erstattes av biomasse.

– Hvis vi fanger CO₂ fra biomasse kan vi i teorien få negative utslipp. I den virkelige verden vil noe CO₂ alltid lippes ut. Allikevel, hvis vi tilpasser prosessene for biomasse vil det resultere i betydelige reduksjoner av utslipp.

Forskerne har identifisert faktorer som driver ned kostnadene for fangsteknologi i industrien.



Sementindustrien står for rundt 8 prosent av verdens CO₂-utslipp. Her fra Norcem sementfabrikk i Brevik som er aktuelt fangststed i fullskalaprojektet. Foto: Norcem

– Vi har vurdert en rekke ideer som kan virke lovende på tegnebrettet. Men hvor kostnadseffektive blir egentlig disse konseptene hvis vi skal opp til et industrianlegg?

SAMARBEID MED INDUSTRIEN

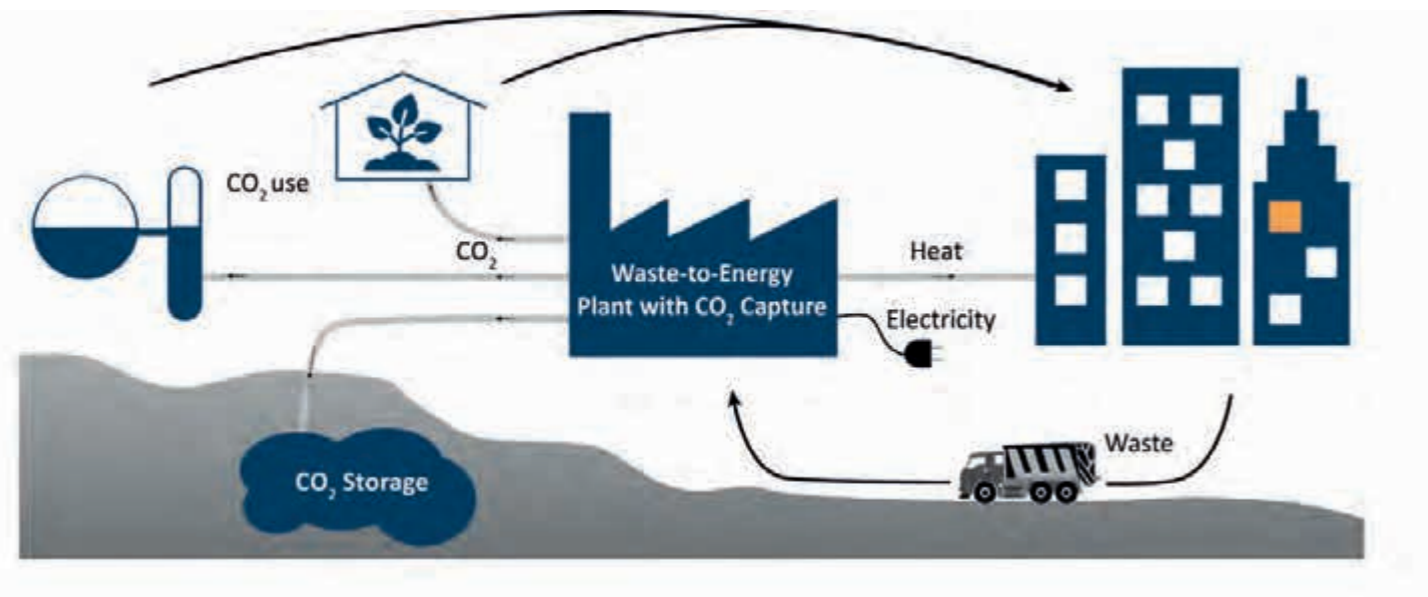
Gjennom hele prosjektet har forskerne jobbet tett sammen med industrien.

– Skal vi lykkes i å drive teknologien fremover, trenger vi koblingen mellom forskning og operativ kunnskap. Dette har vi fått til ved blant annet å gjennomføre en rekke 'workshops' sammen med folk fra industrien, der vi har diskutert ulike prosessforbedringer og konsepter. ■

FANGST

MINDRE UTSLIPP I FORBRENNINGSPROSESSEN

Oxy-fuel-teknologi representerer et viktig bidrag for bedre å kunne håndtere CO₂ i industrien.



MER ENN 80 PROSENT av all energien som forbrukes i verden, produseres av fossile brensler. Enten det gjelder kraftgenerasjon for å lage elektrisitet, industriprosesser for å produsere sement og metaller, eller forbrenning av avfall, så ligger den tradisjonelle forbrenningsprosessen til grunn.

Så hvis man skal redusere CO₂-utslipp, må man se på alle disse forbrenningsteknologiene. Siden begynnelsen på 2000-tallet har norske

forskere jobbet mye med oxy-fuel-teknologien for å fjerne CO₂ fra eksosgass. Flere av disse prosjektene har mottatt finansiell støtte fra CLIMIT.

OXY-FUEL FOR INDUSTRIEN

– Siden Norge er en stor produsent av naturgass, er det naturlig at vi har rettet forskningen mot dette brenselet. Men etterhvert har vi også utviklet oxy-fuel-teknologier for industrien, sier Mario Ditaranto, prosjektleder ved SINTEF.

Oksygenet som brukes for å forbrenne et brensel kommer fra luften. Men bare 21 prosent av luften inneholder oksygen, resten er nitrogen. Og nitrogenet «går bare gjennom» forbrenningsprosessen uten å bidra til reaksjonene som utløser varme. Nitrogenet ender likevel opp i eksosgassen.

Utfordringen er at når CO₂ blir produsert i forbrenningen, er det energikrevende å skille CO₂ fra nitrogenet. Så et alternativt konsept for å fange CO₂, må innebære å unngå nitrogen i eksosgassen.

Forbrenninger med ren oksygen istedenfor luft, genererer kun CO₂ og vanddamp. Dette er to naturlige avgasser som er enkle å separere – kondenseres vannet, får man en ren strømning av CO₂.

TILPASSEDE FORBRENNINGSPROSESSE

Men oxy-fuel-teknologien presenterer også nye utfordringer. Oxy-fuel er et relativt nytt fagområde, og man har fremdeles begrenset erfaring med forbrenning under en blanding av oksygen og CO₂.

– Når vi forbrenner ren oksygen, for eksempel, blir temperaturen svært høy. I tillegg til flammetemperatur, skjer det også endringer i varmeovergang, stabilitet av flammene og forurensninger. På SINTEF har vi jobbet mye med å tilpasse brennkamre og annen infrastruktur til en ny forbrenningsprosess som er veldig annerledes enn den tradisjonelle, forklarer Ditaranto.

Det er nedlagt mye arbeid i å gjennomføre eksperimenter i laboratoriet. SINTEF har bygd en infrastruktur for å teste oxy-fuel-forbrenning under høyt trykk og i en realistisk skala. Forskningen er i stor grad rettet mot den praktiske anvendelsen av teknologien. Oppgaven for forskerne blir å tilpasse oxy-fuel-teknologien til brensel som benyttes.

LAVERE KOSTNADER

– I et av prosjektene våre bygger vi et demonstrasjonsanlegg. Dette er en del av det europeiske CCS infrastruktur-nettverket ECCSEL, som er finansiert av Forskningsrådet. Hensikten er å vise at en oxy-fuel-prosess som genererer elektrisitet, kan fungere. Vi modifiserer en gassturbin slik at den kan produsere strøm fra naturgass i oxy-fuel-modus. Samtidig skal CO₂ fanges. Og dette er ikke bare et eksperiment i laboratoriet, men en demonstrasjon av teknologien der anlegget skal kobles til det elektriske nettverket i Trondheim.

Et annet prosjekt, som CLIMIT har støttet, er CAPEWASTE, der forskerne ser på hvordan oxy-fuel-teknologi kan brukes i avfallsanlegg. Mer enn femti prosent av karboninnholdet i avfall stammer fra biomasse. Dette åpner for 'karbon-negative utslipp,' det vil si at man fjerner CO₂ fra atmosfæren. I følge IPCC vil dette bli helt nødvendig om man skal nå klimamålene.

– Vi jobber for å gjøre oxy-fuel-prosessen mer effektiv, slik at det blir billigere å fange CO₂. Og det er en forutsetning for at teknologien kan bli implementert bredt ute i industrien. ■



MARIO DITARANTO
SINTEF Energi

Prosjekt:

Muliggjøring av Bio CO₂-fangstteknologi innen energigjenvinning i avfallssektoren (CAPEWASTE)

Prosjekteier:

Oslo Kommune Energi-gjenvinningsetaten (EGE)

Prosjektperiode:

2018 - 2021

Totalbudsjett:

12,35 MNOK

Støtte fra CLIMIT:

8 MNOK

Partnere:

Energigjenvinningsetaten (EGE), SINTEF Energi, AGA, Miljødirektoratet

TRANSPORT

MER KUNNSKAP OM CO₂-TRANSPORT

Ny programvare skal hjelpe ingeniørene med å konstruere sikrere transportsystemer.

EQUINOR HAR LANG ERFARING med håndtering av CO₂. Siden 2009 har anlegget på Melkøya separert CO₂ fra brønnstrømmen som kommer inn fra Snøhvit-feltet. CO₂-strømmen blir deretter transportert gjennom en 110 km lang rørledning for injeksjon i en geologisk formasjon i Barentshavet. Selskapet har også lagret CO₂ på Sleipner siden 1996. Disse erfaringene er et godt utgangspunkt, men det er

likevel et behov for mer kunnskap om hvordan CO₂ oppfører seg i rørledninger.

SIKKER TRANSPORT

– Vi anser CO₂-transport som svært sikkert. Men selv om vi har lang erfaring fra Snøhvit, så er dette bare ett felt. Derfor fokuserer vi nå på å styrke kunnskapsbasen, sier prosjektleder Zhilin Yang i Equinor. Målet for

CO₂FACT-prosjektet er å utvikle og validere programvare for å simulere strømninger av CO₂ gjennom rørledninger og injeksjonsbrønner. Vanligvis blir CO₂ transportert som superkritisk gass. Fysikken er godt forstått og modellene gjennomarbeidet. Men det er en liten risiko for at andre stoffer – som vann, for eksempel – kan bli med CO₂-gassen i transportsystemet, og påvirke gasstrømmen slik at det dannes andre former av CO₂. Vi har fremdeles begrenset kunnskap om denne type multifase-strømninger.

PRESISE MODELLER

– Vi vil gjennomføre tallrike eksperimenter hos Institutt for Energiforskning (IFE) for å samle data om hvordan CO₂ endrer egenskaper når den blir blandet med andre forbindelser. Dette er data som vil bli brukt for å validere eksisterende kommersiell programvare, forteller Yang.

Forurensninger kan endre de termodynamiske egenskapene til CO₂-strømmen. Her er det et behov for mer presise modeller. – Hvis trykket

faller i rørledningen, kan for eksempel temperaturen i CO₂ falle raskt. Da er det en fare for at CO₂, sammen med vann, danner hydrater, en tungtflytende substans som kan hindre transporten av gass, forklarer Yang. Forskerne har også undersøkt mulige forhold i selve injeksjonsbrønnen.

– Vi vet at vann kan trenge inn i brønnen og forårsake korrosjon. Videre kan CO₂ reagere med vann og danne syre, som kan skade sementen i brønnene.

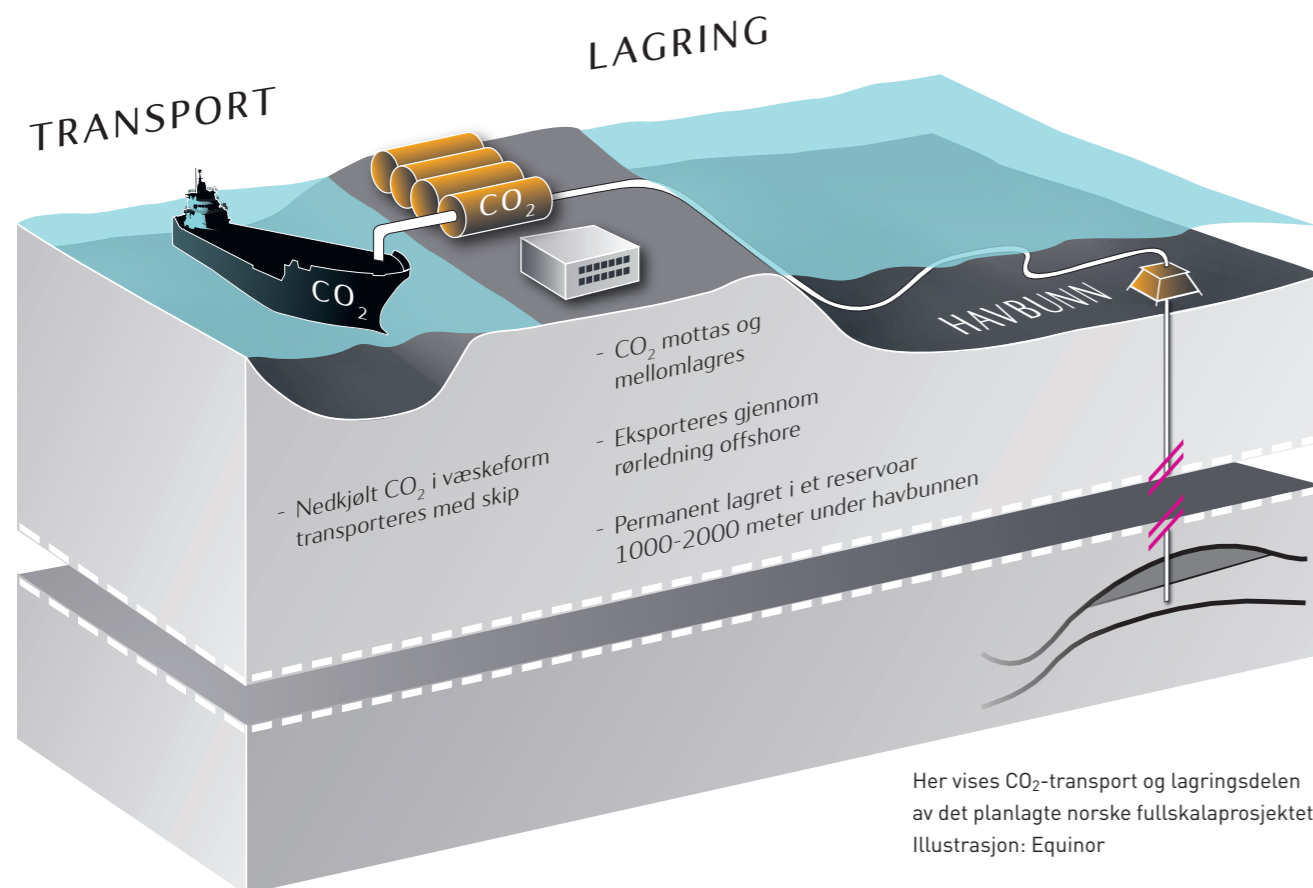
ANVENDT KUNNSKAP

Kunnskapen som prosjektet produserer vil bli brukt i utvikling av programvare for design av transportsystemer for CO₂. Systemene skal både være sikre og kostnadseffektive.

– Resultatene fra prosjektet deles med de andre partnerne i prosjektet – Total, Gassco, Schlumberger og LedaFlow – og vil få en praktisk anvendelse i Northern Light-prosjektet, som omfatter infrastruktur for transport og lagring i det norske fullskala-prosjektet. ■



ZHILIN YANG
Equinor



Prosjekt:
CO₂ strømningssikkerhet for kostnadseffektiv transport (CO₂FACT)

Prosjekteier:
Equinor Energy

Prosjektperiode:
Nov. 2018- Mars 2021

Totalbudsjett:
17,8 MNOK

Støtte fra CLIMIT:
8,9 MNOK

Partnere:
Total E&P Norge, Gassco, Schlumberger, LedaFlow Technologies

TRANSPORT

SIKRE RØRLEDNINGER FOR CO₂-TRANSPORT

DNV GL og EPCRC har nylig testet ut hvordan en CO₂-rørledning oppfører seg om det skulle oppstå en lekkasje.



Det stilles andre krav for transport av CO₂ enn for hydrokarboner. Dette prosjektet oppdaterer designkodene for CO₂-rørledninger.

MÅLET TIL PROSJEKTET «CO₂SAFE-ARREST» er å bidra til kostnadsoptimal design av rørledninger for CO₂ transport. CO₂SafeArrest er et samarbeidsprosjekt mellom DNV GL og australske Energy Pipelines Cooperative Research Centre (EPCRC) og er finansiert av CLIMIT og australske myndigheter. Prosjektet har gått over tre år og inkluderer to fullskaletester av løpende brudd i CO₂-rørledning og målinger av hvordan skyen av CO₂ fra bruddet sprer seg i omgivelsene. Testene ble utført ved DNV GL Spadeadam test-senter i Storbritannia.

HINDRE LØPENDE BRUDD

Løpende brudd oppstår hvis en iboende svakhet eller skade gjør at røret begynner å revne på langs. Utfordringen er at røret må være sterkt nok til at skaden ikke utvikler seg til et løpende brudd, men heller ikke mer enn sterkt nok, fordi da blir røret dyrere enn nødvendig. Målet er å utvikle metodikk for kostnadsoptimal design av rørledninger for å forhindre løpende brudd.

– Beregningsmetodikken for konstruksjon av rørledninger for naturgass kan ikke overføres direkte til CO₂-transport. Så et av målene med dette prosjektet har vært å tilpasse designformlene for å skape sikrere transport, sier Leinum.

REALISTISKE TESTER

Fullskala-testene ble gjennomført for å produsere eksperimentelle data for

å utvikle nevnte metodikk for design av rørledninger. – Vi valgte rør med forskjellige dimensjoner og materialegenskaper. Forsøkene skulle komplettere testresultater fra tidligere tester og fylle gap i eksisterende kunnskap. Denne kunnskapen kan igjen benyttes for å stille krav til hvilke egenskaper rørledningen må ha. I den første testen var rørledningen gravd ned en meter under jorden, mens i den andre testen var halve røret over jorden. Midt på røret ble det plassert en ladning med sprengstoff som initierte et brudd. Sprekkveksthastigheten i starten var rundt 150 meter per sekund. Prosjektet brukte høyhastighetskameraer for å se hvordan rørledningen revnet.

NYE DESIGNKODER

På bakgrunn av disse forsøkene, har DNV GL justert kravene til materialegenskaper. – Disse vil bli nedfelt i en oppdatert utgave av DNV GL RP ('recommended practice') F104 'Design and Operation of carbon dioxide pipelines' – og gjort tilgjengelig for alle, sier Sigbjørn Røneid, prosjektdeltager og ansvarlig for oppdatering av DNVGL RP-F104.

– Det viktige er å designe rør som ikke er for konservative, for da blir de også veldig dyre. Industrien må hele tiden fokusere på å holde en god prosjektøkonomi i produksjon og installasjon av rørledningene, og i så måte er oppdateringer av designkodene et viktig hjelpemiddel, sier Leinum. ■



BENTE LEINUM
DNV GL

Prosjekt:

Forbedre sikkerheten og effektiviteten til CO₂-rørledninger ved å utvikle og validere prediktive modeller for CO₂-rørledningsdesign (CO₂SafeArrest)

Prosjekteier:

DNV GL og EPCRC

Prosjektperiode:

2016 til 2019

Totalbudsjett:

40 MNOK

Støtte fra CLIMIT:

20 MNOK

Partnere:

DNV GL og Energy Pipelines Cooperative Research Centre (EPCRC)

LAGRING

MARIN OVERVÅKING AV CO₂-LAGRE

Forskerne undersøker en rekke muligheter for hvordan lekkasjer best kan detekteres.



ANN ELISABETH
ALBRIGHT BLOMBERG
NGI

Prosjekt:

Akustiske og kjemiske teknologier for miljøovervåking av geologisk CO₂-lagring (ACT4Storage)

Prosjekteier:

NGI

Prosjektperiode:

2018-2019

Totalbudsjett:

17 MNOK

Støtte fra CLIMIT:

11 MNOK

Partnere:

Equinor, Total, Kongsberg Maritime, Franatech GmbH, NIVA, CMR, Universitetet i Oslo, Universitetet i Bergen og FFI

ACT4STORAGE FOKUSERER PÅ teknologier for overvåking av havbunnen og vannsøylen, såkalt «marine environmental monitoring.»

– Når CO₂ injiseres i et reservoar, er det på forhånd gjort grundige undersøkelser for å sikre at det er liten sannsynlighet for lekkasje. Likevel er det viktig å overvåke nøye for å være helt sikker på, og kunne dokumentere, at lekkasjer ikke forekommer, sier prosjektleder Ann Elisabeth Albright Blomberg, ved Norges Geotekniske Institutt (NGI).

ULIKE SCENARIER

Det er vanskelig å vite hvordan en eventuell lekkasje vil se ut hvis den når vannsøylen. Men det er sannsynlig at man vil kunne se både CO₂ i gassform, eller økte konsentrasjoner av oppløst CO₂. I tillegg kan et økt trykk kunne presse væsker – porefluider – opp i de grunne sedimentene og ut i vannet,

Forskerne tror at disse væskene har en annen geokjemi enn vannet ellers – kanskje en annen pH, oksygeninnhold, saltholdighet, osv. Porefluider fra sedimenter vil kunne komme opp for gassen, og kan derfor være en tidlig indikasjon på at noe skjer lenger ned. En oppgave blir derfor å kartlegge hvilke teknologier som kan detektere slike bevegelser.

OPTIMALE SENSORER

I NIVA's laboratorier på Solbergstrand har forskerne testet hvordan ulike sensorer responderer på en rekke lekkasjeforløp. Store tanker fylles med sjøvann og tilføres CO₂. De naturlige sesongvariasjonene i Nordsjøen simuleres. En sentral parameter som testes ut er responstid. Hvor raskt kan en sensor fange opp et avvik?

Sensorene ble så testet i et 'nearshore' miljø, i sjøen utenfor Horten, for å få et mer realistisk bilde av hvordan sensorene virker når de også blir utsatt for eksterne forhold – som havstrømmer, bakgrunnsstøy for båttrafikk, marin begroing på sensoren osv.

– Vi simulerte en CO₂-lekkasje på havbunnen, noen hundre meter fra land. Under disse forsøkene slapp vi ut CO₂ i gassform, som enkelt detekteres ved hjelp av akustikk, og CO₂ oppløst i vann, som kan detekteres ved hjelp av kjemiske sensorer, forteller Albright Blomberg.

REALISTISKE TESTER

Det planlegges en ny runde med nearshore tester i mai 2019, hvor forskerne også vil benytte autonome undervannsfartøy. Disse kan saumfare både havbunnen og vannsøylen over store strekninger. Forskerne tenker seg at et større område over et reservoar



Sensorene ble testet i et 'nearshore' miljø, i sjøen utenfor Horten. Bilde: NGI

kan undersøkes litt grovt, mens man går grundigere til verks på steder der risikoen vurderes som høyere, som for eksempel over en injeksjonsbrønn.

Prosjektet innbefatter også en offshore verifikasjonstest. Sammen med Universitetet i Bergen, seiler forskerne på forskningsfartøyet *G.O. Sars* til havområdene utenfor Jan Mayen. På denne ferden tas en rekke teknologier i bruk for å studere hydrotermal virksomhet, det vil si undersjøiske vulkaner som slipper ut CO₂, for å observere en lekkasje i virkelighetens verden.

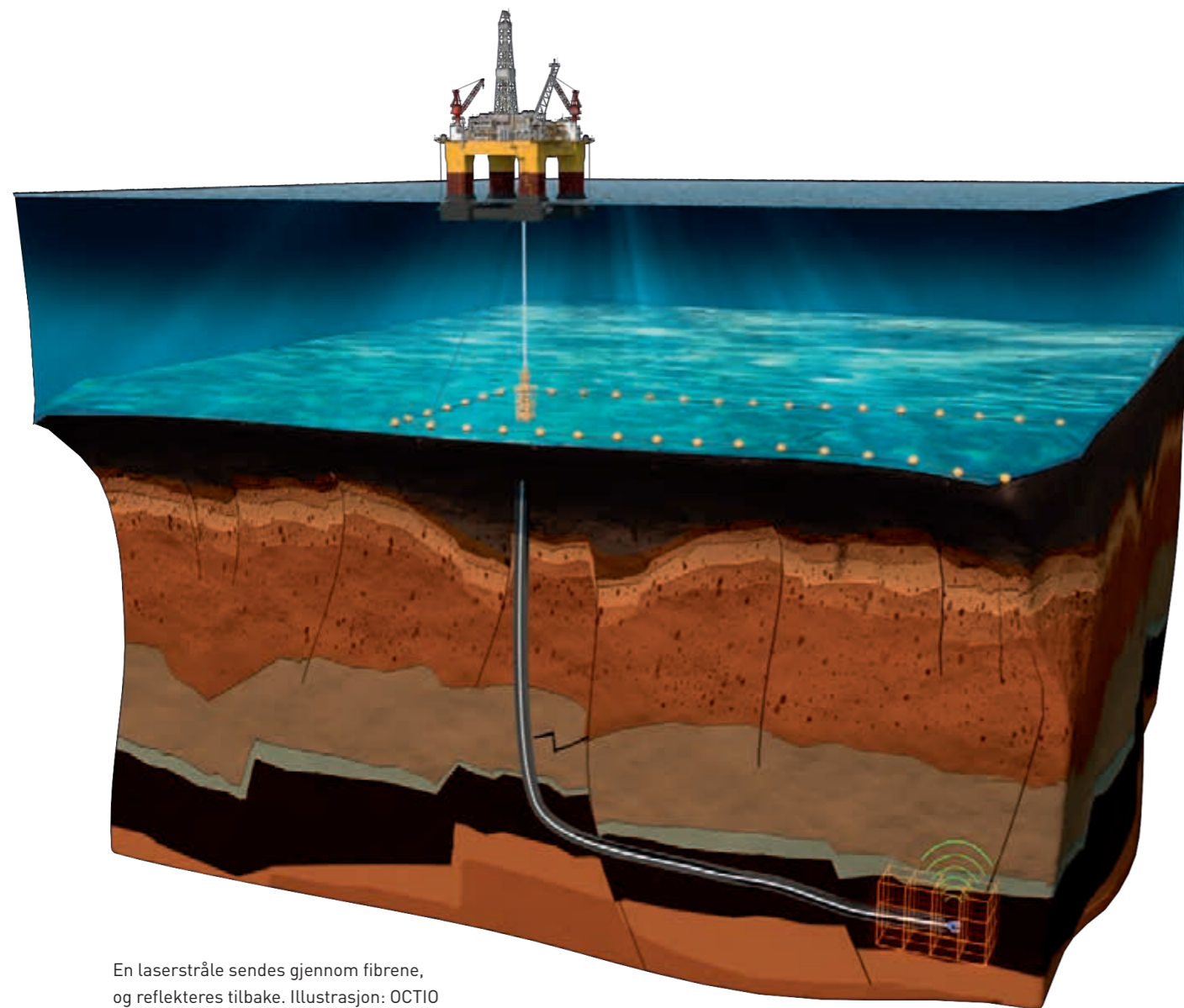
Prosjektet – som består av partnerne NGI, NORCE, NIVA, UiO, UiB, FFI, Kongsberg Maritime, Franatech, Total, Equinor – har generert store mengder data, og et omfattende arbeid pågår for å tolke og analysere disse dataene.

– ACT4Storage representerer et solid kunnskapsløft. Vi håper å bidra med ny innsikt i deteksjon av CO₂ på havbunnen som industri og akademia kan bygge videre på i årene som kommer, sier Albright Blomberg. ■

LAGRING

SIKKER LAGRING AV CO₂ KREVER OVERVÅKNING

Optiske fibre som detekterer mikroseismiske bevegelser, senker kostnadene for monitorering av lagret CO₂.



En laserstråle sendes gjennom fibrene, og reflekteres tilbake. Illustrasjon: OCTIO

HVERT ANDRE ÅR SENDES et skip ut til Sleipner, der man har lagret CO₂ siden 1996, for å gjennomføre seismiske undersøkelser. Hensikten er å kontrollere at CO₂en ligger der den skal i reservoaret. Dette er en effektiv – men kostbar – inspeksjonsrunde.

Derfor har det vært et mål for forskere ved NORCE å utvikle et kostnadseffektivt system for kontinuerlig overvåkning.

TILGJENGELIG KUNNSKAP

– Selv om risikoen for betydelige lekkasjer fra geologiske strukturer anses som liten, stilles det høye sikkerhetskrav ved sentrallagring av CO₂ i Nordsjøen. Og dette må kunne dokumenteres utførlig, sier prosjektleder Kirsti Midttømme ved NORCE.

Innen olje- og gassutvinning har man lenge brukt fiberoptikk som lyttekabler for mikroseismiske bevegelser. Men teknologien har vært utviklet av kommersielle selskaper, og er derfor proprietær. Forskerne har derfor ikke hatt tilgang til kunnskapen. Men nå har forskningsinstitutter begynt å bygge sine egne systemer.

– Ved NORCE har vi en optikergruppe som lenge har jobbet med fiberoptikk. Det er denne fagkompetansen vi har trukket på for å utvikle dette systemet. For det er viktig å bygge forståelse blant forskere på dette fagfeltet, sier Midttømme.

TIDLIG VARSLING

Målet for dette prosjektet har vært å utvikle et overvåkningssystem som detekterer CO₂-lekkasjer så tidlig som mulig. Til dette trengs fibre og prosesseringsmetoder som kan gi høy kvalitet på signalene.

En laserstråle sendes gjennom fibrene, og reflekteres tilbake. Endringer i fiberens omgivelser vil påvirke tilbakespredningen av lyset. Med dette systemet kan man

foreta målinger langs en distanse på 50 km på kontinuerlig basis, hele året rundt.

Et eksempel på et lekkasjescenario som forskerne har jobbet med, er overtrykk i reservoaret som får bergartene til å begynne å sprekke opp. Oppsprekking fører til små bevegelser som avgir lyd, og dette vil detekteres av et nettverk av fiber.

Men systemet kan også brukes aktivt, ved at en sender et lydsignal ned i bakken som reflekteres tilbake. Lydsignalet vil se forskjellig ut avhengig av om det er vann eller gass tilstede i undergrunnen. Ved sprekke-dannelser, kan gass sive inn i sedimentene over CO₂-lageret og hope seg opp i gasslommer. Gass har andre egenskaper enn vann. Det er derfor lett å detektere gass. Systemet gir da et varsel om at en lekkasje kan være i ferd med å oppstå.

BRED DELTAGELSE

Systemet har store fordeler.

– En fiber tar liten plass i en injeksjonsbrønn eller en observasjonsbrønn, og kan ligge og lytte på mikroseismisk aktivitet. I tillegg er fibre relativt billige, sier Midttømme.

NORCE jobber tett med andre kompetansmiljøer i dette prosjektet. Det er flere måter å prosessere data fra fibre på, og både NTNU og NORSAR har bidratt med ekspertise på tolkning og prosessering av data. OCTIO har stilt med kompetanse på monitorering. Equinor er også parter.

Prosjektet har vakt oppmerksomhet utenfor landets grenser. Indonesia har store utfordringer i landets olje- og gassindustri fordi oljeblandingen de utvinner, inneholder mye CO₂. Et indonesisk universitet har derfor valgt å delta som partner i prosjektet. Med støtte fra verdensbanken skal Indonesia etablere sitt første CO₂ lagringsanlegg. ■



KIRSTI MIDTTØMME
NORCE

Prosjekt:

Distribuert seismisk overvåking for geologisk lagring av CO₂ (DEMODAS)

Prosjekteier:

NORCE

Prosjektperiode:

Juni 2016 – Mai 2019

Totalbudsjett:

12,5 MNOK

Støtte fra CLIMIT:

10 MNOK

Partnere:

NORSAR, NTNU, OCTIO, Equinor, CMC Research Institute, (Canada), Institut Teknologi Bandung (ITB), Indonesia, Kyoto University, Japan

LAGRING

FRA LAB TIL BRØNN

Målet for POREPAC-prosjektet er å utvikle kunnskap som kan bidra til sikker og effektiv injeksjon av CO₂ i reservoaret.



ANDREAS
BERNTSEN
SINTEF

Prosjekt:

Forhindre tap av nær-brønn permeabilitet i CO₂-injeksjonsbrønner (POREPAC)

Eier:

SINTEF AS

Periode:

2018-2021

Totalbudsjett:

11,4 MNOK

Støtte fra CLIMIT:

8,9 MNOK

Partnere:

Universitetet i Oslo, NORCE, Lawrence Livermore National Laboratory, Equinor, Total, Shell, Gassco

VED LAGRING BLIR CO₂ pumpet gjennom injeksjonsbrønner og inn i bergartene under havbunnen. Forskerne anser dette som svært sikkert. Flere steder i verden finnes det naturlige ansamlinger av CO₂ i geologiske strukturer, der gassen har ligget stabilt i millioner av år.

UNNGÅ TETTING

Men ved injeksjon kan operatørene støte på utfordringer. På norsk sokkel har man etterhvert fått lang erfaring med å injisere og lagre CO₂ i formasjoner på Sleipner og Snøhvit. Og i enkelte tilfeller, som for eksempel på Snøhvit, har man opplevd tetting av porene i reservoaret rundt brønnen, antagelig forårsaket av saltutfelling. Dermed var man ikke i stand til å fylle hele reservoaret i Tubåen-formasjonen.

POREPAC-prosjektet har som mål å øke kunnskapen om hva som skjer i bergartene og porerommet, under injeksjon.

– Det er en rekke mekanismer som kan føre til tetting i steinen rundt brønnen. Spenninger, trykk, temperatur og strømninger kan forårsake ulike scenarier som saltutfelling, dannelse av voks og hydrater, og transport av knust stein rundt brønnen, forteller Andreas Berntsen, forsker og fungerende prosjektleder ved SINTEF.

FRA LABORATORIUM TIL VIRKELIGHET

Det har vært gjennomført en del forskning på området, både i Norge og i utlandet. Men det er en utfordring at betingelsene i et laboratorium ikke alltid er de samme som i den operative virkeligheten.

– Vi ønsker å tette gapet mellom feltstudier og småskala-forsøk. I SINTEFs laboratorier, skaleres vi for eksempel ned en brønn i form av en steinprøve på 20 cm, med et sylindrisk hull i midten. Deretter injiserer vi CO₂ gjennom denne testbrønnen under ulike forhold, sier Berntsen.

I et laboratorium kan forskerne isolere fysiske og kjemiske mekanismer. Mange variabler holdes konstante, mens én variabel varieres. Slik kan man få større forståelse for hvordan en prosess forløper.

– Men dette kan også resultere i overforenklinger. Vi kan for eksempel mette en steinprøve med saltvann, og deretter la CO₂ strømme igjennom prøven. Men en brønn ute på sokkelen vil ofte være utsatt for komplekse fysiske krefter. Varierende trykkforhold kan skape et sammensatt mønster av spenninger. Temperaturene kan også være høye – enkelte ganger opp til 80 grader. Det er viktig å være klar over samspillet mellom alle disse faktorene.



Nedskalerte brønner testes under realistiske trykk- og temperaturbetingelser med det spesialdesignede utstyret. Foto: SINTEF

PRAKTISK NYTTEVERDI

Derfor har et sentralt mål for prosjektet vært å se tetningsmekanismene i en realistisk, operasjonell sammenheng. Kunnskapen skal kunne anvendes av operatørene for bedre planlegging og gjennomføring av CO₂-injeksjon.

– Vi har samarbeidet nært med våre industripartnere Equinor, Gassco, Total og Shell, gjennom Norwegian CCS Centre. Partnerskapet har sikret

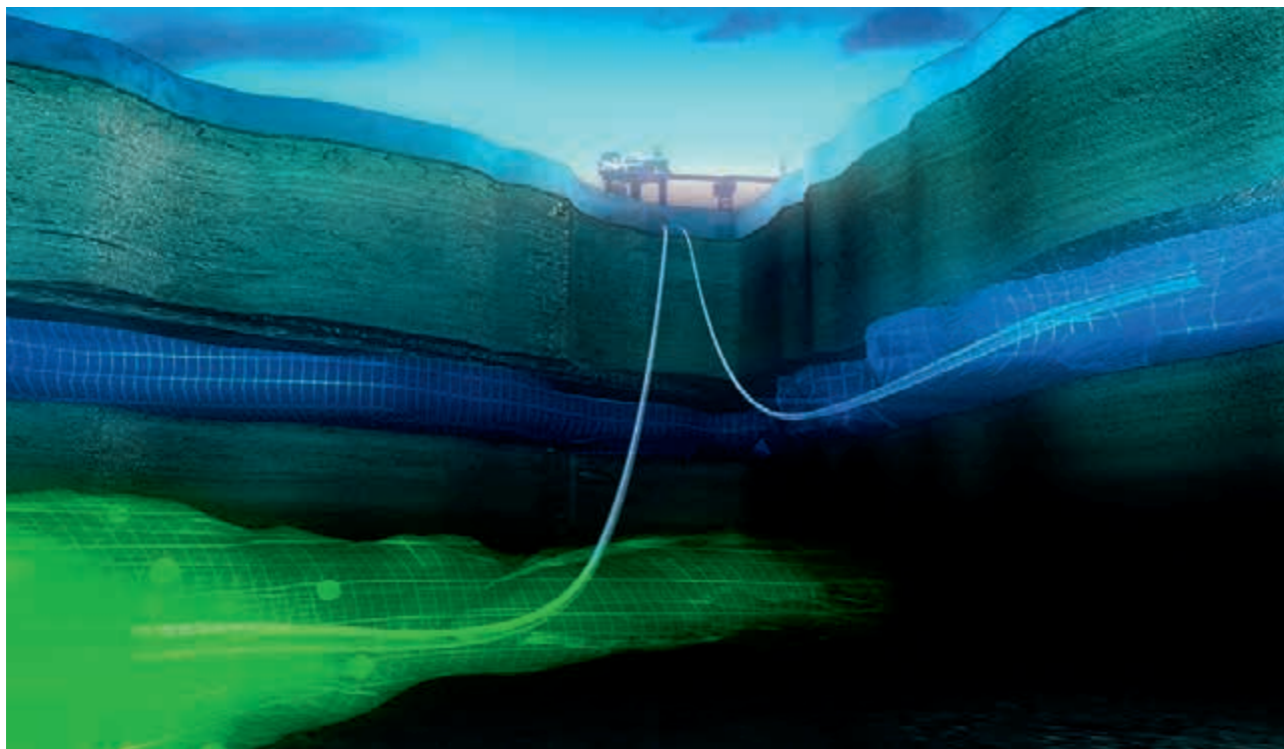
at vi forskere settes godt inn i de konkrete, operasjonelle utfordringene som de møter på sokkelen – og nede i brønnene. Dette har stor betydning for hvilke typer scenarier vi tester ut i laboratoriet vårt, sier Berntsen.

SINTEF jobber nært med NORCE, Universitetet i Oslo, og Lawrence Livermore Laboratory i USA, som alle er forskningspartnere i prosjektet. ■

LAGRING

SIKKERHET FOR TETTE BRØNNER

Wellcem har utviklet polymerer som hindrer lekkasje av CO₂ i injeksjonsbrønner.



Wellcem-prosjektet forsker på hva som skal til for å hindre lekkasje i en brønn. Her en illustrasjon fra Sleipner-feltet. Ill.: Equinor

HVA SKAL TIL FOR Å HINDRE lekkasje i en brønn? Dette er et område det har vært forsket lite på. Selv om vi har en del erfaring med håndtering av CO₂ – for eksempel med injeksjon av CO₂ i Sleipner-feltet – så representerer denne gassen et relativt nytt fagfelt. Derfor har Wellcem i dette prosjektet fokusert på å gjennomføre ulike testscenarier for å bygge kunnskapsbasen.

Når CO₂ løses i vann, dannes en lett syre som i enkelte tilfeller kan forårsake sprekkdannelse i sementen som sitter i brønnene.

FLEKSIBLE LØSNINGER

– Sammen med vår forskningspartner, NORCE, har vi testet ut ulike oppskrifter på polymerer for å finne frem til den kjemiske sammensetningen som gir best tetning i en brønn – nesten uansett hvordan sprekkgeometrien er. Vi har også utviklet mer miljøvennlige polymeralternativer, forteller adm.dir. Jonny Haugen i Wellcem.

Materialet kan tilpasses de enkelte brønnene. Wellcem lager løsninger som herder ved gitte temperaturer. Det vil si at man kalibrerer herdeprosessen til temperaturen der sprekkene befinner seg, og andre variable som for eksempel tid. Selskapet har blant annet funnet frem til en polymertype som er svært tyntflytende, og som trenger inn i de minste hårnålssprekker.

– Lekkasje kan føre til trykkforskjeller i en brønn, og dette kan representere en risiko. Det kan ofte bety nedstengning av en produksjonsbrønn. Det mest alvorlige scenariet er tap av sirkulasjon og brønnkontroll under boring. Dette kan føre til 'blowout,' men også andre problemer kan oppstå som følge av at trykket endres i deler av brønnen. Tetningsmiddelet vi har

utviklet bidrar dermed til å øke sikkerheten i brønnene, forklarer Haugen.

TALLRIKE EKSPERIMENTER

I samarbeid med Wellcem har forskerne nedlagt et omfattende arbeid i laboratoriet. Kjerner av sement med kunstige sprekker ble behandlet med ulike resin-typer, og testene ble kjørt under de samme trykk- og temperaturforhold som finnes i en typisk brønn. Forskerne målte gjennomstrømning med både superkritisk CO₂ og CO₂-saltvann, og kunne fastslå at resinene var intakt etter forsøkene.

– Vi har kjørt mange eksperimenter for å kunne demonstrere effekten av produktet. Det stilles strenge krav til dokumentasjon av ny teknologi, og vi må kunne påvise at resinene representerer et sikkert og pålitelig tetningsmiddel.

NYE FORRETNINGSMULIGHETER

Wellcem ser at det kan ligge en interessant forretningsmulighet i å forhindre eller stoppe lekkasje av CO₂ i brønner.

– Ettersom karbonfangst blir implementert, vil behovet melde seg for å tette eksisterende og nye brønner, og vi ønsker å posisjonere oss i dette markedet. Vi aner konturene av et slikt marked på norsk sokkel, og enda større grad i USA. I Europa er det fremdeles utbredt skepsis til lagring av karbon – frykten for lekkasjer er stor. Allikevel kan man tenke seg at behovet for å finne konkrete løsninger på klimatrusselen, vil veie tyngre. Og i det scenariet vil et produkt som skaper sikrere brønner, treffe godt.

Wellcem bidrar selv med femti prosent av prosjektkostnadene, mens CLIMIT står for de resterende femti prosent. ■



JONNY HAUGEN
Wellcem

Prosjekt:

Resin-basert løsning for tetting av lekkasjer i CO₂ brønner

Prosjekteier:

Wellcem

Prosjektperiode:

Jan. 2016 – Mars 2020

Totalbudsjett:

10 MNOK

Støtte fra CLIMIT:

5 MNOK

Partner:

NORCE

NØKKELTALL 2018

Det var stor interesse for å søke midler fra CLIMIT i 2018, og ved utgangen av året hadde i alt 43 nye prosjekter fått 201,5 millioner kroner i støtte. Stadig flere forskningsprosjekter forsetter som demonstrasjonsprosjekter.

DEMONSTRASJONSPROSJEKTER

CLIMIT-Demo hadde 102 aktive prosjekter med en samlet tildelt støtte-ramme på 473 millioner kroner i 2018. 24 nye prosjekter ble tildelt støtte.

Videre er det gitt støtte til idéstudier, mindre utredninger og informasjonstiltak. Samlet utgjør tilsagn om støtte i 2018 om lag 145 millioner kroner. 32 prosjekter ble avsluttet i 2018.

FORSKNINGSPROSJEKTER

CLIMIT-FoU hadde i 2018 64 aktive prosjekter som samlet mottok 109 millioner kroner i støtte i løpet av året. Det er budsjettert med totalt 480 millioner kroner i støtte til disse prosjektene over flere år.

Det ble i 2018 innvilget støtte til 7 større prosjekter, hvorav 2 forskerprosjekter, 3 kompetanseprosjekter for

næringslivet og 2 innovasjonsprosjekter i næringslivet.

I tillegg er det også tildelt støtte til flere mindre prosjekter, inkludert medvirkningsprosjekter, arrangementsstøtte og utenlandsopphold.

Det ble i 2018 bevilget 57 millioner kroner til nye prosjekter. Årsaken til et noe lavt beløp er at ACT-prosjekter innvilges i 2017 og 2019, men ikke i 2018. ■

Aktive prosjekter fordelt på sektor (mill. kroner)

	2017		2018	
	FoU	Demo	FoU	Demo
Instituttsektor	63,9	40,0	77,4	46,9
Næringsliv	5,9	60,8	10,5	47,1
UoH-sektor	30,3	7,5	18,9	
Øvrige	0,9	2,6	2,6	2,1

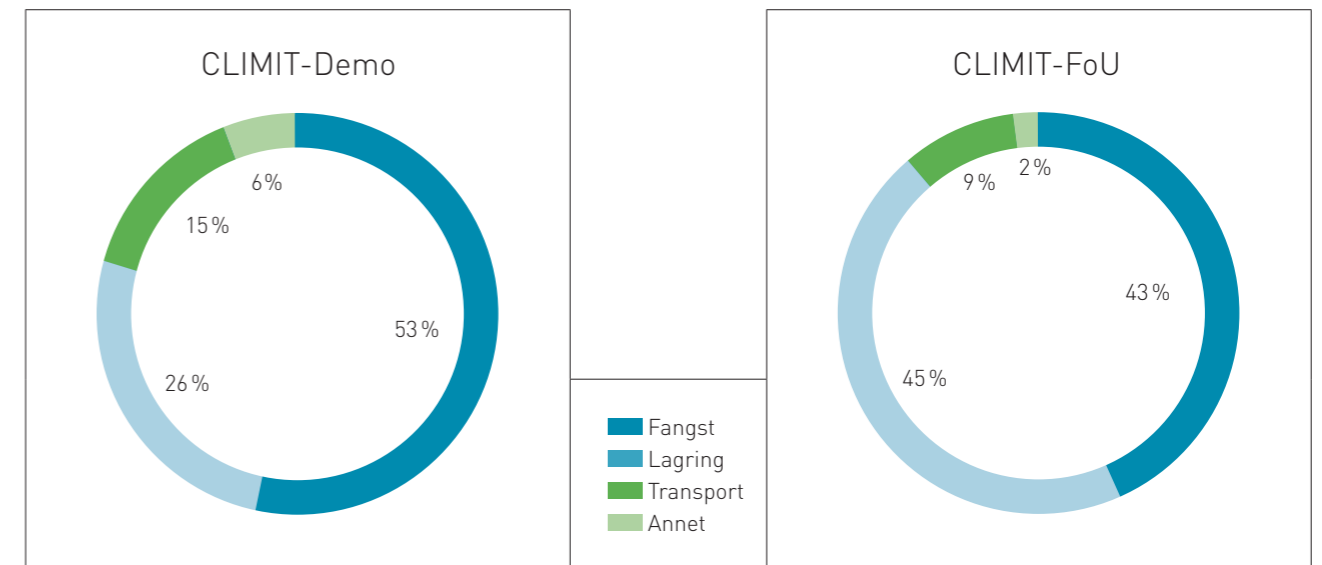
Aktive prosjekter fordelt på søknadstype (mill. kroner)

	2017		2018	
	FoU	Demo	FoU	Demo
Annen støtte	11,1	1,5	16,6	0,2
Arrangementstøtte	1,1	1,2	0,6	0,8
Forskerprosjekter	65,7		63,7	
Innovasjonsprosjekter i næringslivet	5,9		11,2	
Kompetanseprosjekter for næringslivet	17,2		17,3	
Personlige utenlandsstipend	0,1		0,1	
Demoprojekter		107,0		92,9
Idé, forstudier		1,3		2,2

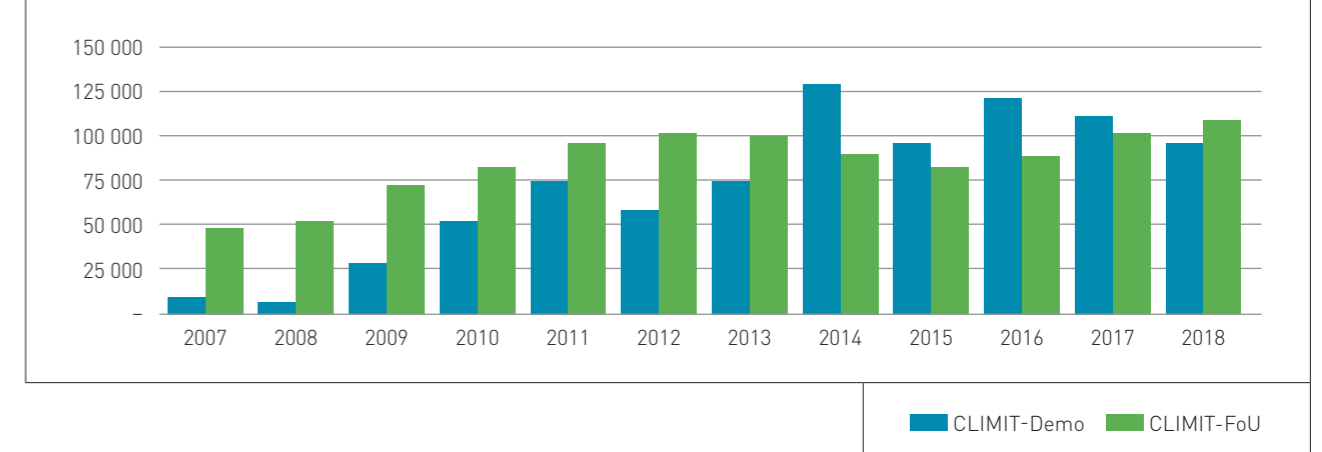
Inntekter (mill. kroner)

	2017		2018	
	FoU	Demo	FoU	Demo
Diverse	8,2		-0,1	
Olje- og energidepartementet	105,0	94,2	92,1	90,0

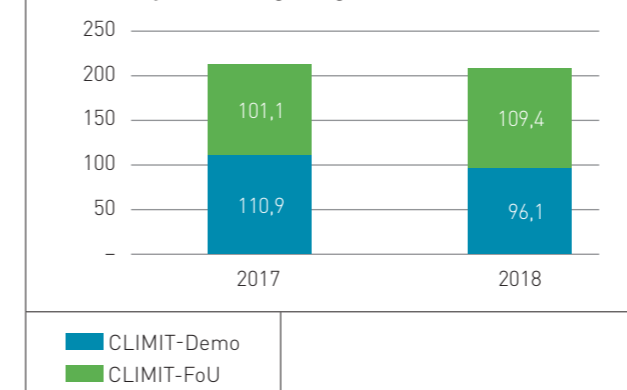
Bevilgede prosjekter



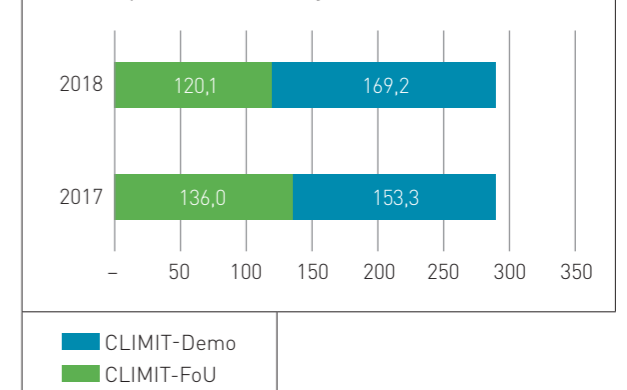
Utbetalinger til CLIMIT-prosjekter 2007–2018 (MNOK)



Prosjektbevilgninger i mill. kroner



Disponibelt budsjett i mill. kroner





GASSNOVA SF / CLIMIT
Dokkvegen 10
N-3920 Porsgrunn

NORGES FORSKNINGSRÅD
Postboks 564
1327 Lysaker

CLIMIT.NO
postmottak@gassnova.no

