

CLIMIT OPPSUMMERT

# 20

---

# 17

---

DET NASJONALE PROGRAMMET for  
forskning, utvikling og demonstrasjon  
av teknologi for CO<sub>2</sub>-håndtering

**CLIMIT**

## INNHOLD

Forord	3
Solid internasjonalt samarbeid	4
ACT er godt i gang	6
Vil lage gull og grønn prosessindustri	8
Kostnadseffektiv overvåking av CO <sub>2</sub> -lagre	10
Rimeligere CO <sub>2</sub> -fangst fra raffinerier er mulig	12
Utvikler spesialmaterialer som kan fange CO <sub>2</sub>	14
Tester om takbergarten tåler trykket	16
Kutter kostnader med kompakt fangstanlegg	18
Urenheter krevende for CO <sub>2</sub> transport	20
Nøkkeltall 2017	22

**CLIMITS HOVEDMÅLSETTING** er å bidra til å utvikle teknologi og løsninger for CO<sub>2</sub>-håndtering, ved å støtte utvikling av kunnskap, kompetanse, teknologi og løsninger som kan gi viktige bidrag til kostnadsreduksjoner og bred internasjonal utbredelse av CO<sub>2</sub>-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.

Foto omslag: Helge Hansen/TCM

Design: Fete Tjver + Sivert - Trykk: Renaissance Media

## FORORD

## VERDEN TRENGER LAVKARBON-TEKNOLOGIER

**DE FØRSTE 10 ÅRENE** var hovedvekten i CLIMIT lagt på grunnleggende forskning og teknologiutvikling for forbedring av metoder for fangst og lagring av CO<sub>2</sub> (CCS). Dette er helt nødvendig kunnskapsproduksjon for å kunne realisere en teknologi som er helt avgjørende om vi skal nå de globale klimamålene.

Programplanen for 2017-2022 markerer en ny fase for CLIMIT. Nå nærmer vi oss realiseringen av en komplett verdikjede for fullskala fangst, transport og lagring av CO<sub>2</sub>. Det skal fremdeles gjøres ny forskning og teknologiutvikling, men den praktiske anvendelsen av kunnskapen blir mer sentral i det videre arbeidet.

Ett år inn i den nye programperioden er kanskje den økende interessen fra industrien det mest påtakelige. Parisavtalen understreker at det grønne skiftet forutsetter bruk av CCS, ikke minst fordi utslipp fra blant annet industri ikke kan håndteres på annen måte. Derfor er det det flere og flere virksomheter, både i Norge og i utlandet, som nå ser på hvordan de

kan utnytte den planlagte infrastrukturen i fullskalaprojektet og ta fangstteknologien i bruk. Da blir også interessen for, og kravene til, de ulike fangstmetodene mer spesifikk. En løsning som fungerer på en plattform eller i et kraftverk, er ikke nødvendigvis egnet i prosessindustrien. Ulike utslippskilder krever ulike fangstteknologier og tilpasninger. Utfordringene skaper spennende møter mellom industri og forskningsmiljøer.

Verden vil ha et økende behov for ren og fornybar energi i årene framover. Da er hydrogen et interessant alternativ til olje og gass. Hydrogenproduksjon fra naturgass er eneste farbare vei dersom en skal ha hydrogen i tilstrekkelig mengder - til energiproduksjon eller som drivstoff i skip. Utfordringen er at selv om hydrogen i seg selv er en ren energikilde, gir produksjonen fra naturgass store mengder CO<sub>2</sub> som biprodukt. Det betyr at om Norge og Statoil skal skrive seg ut av oljeeventyret og inn i et nytt bærekraftig hydrogeneventyr må vi få til lagring av CO<sub>2</sub> i full skala. Det finnes ikke noe alternativ.



**Hans Roar Sørheim**  
CLIMIT's  
programstyreleder



**Hans Jørgen Vinje**  
Leder for CLIMIT



## SOLID INTERNASJONALT SAMARBEID

Skal fangst, transport og lagring av CO<sub>2</sub> bli et effektivt klimatiltak, krever det internasjonalt samarbeid. CLIMIT bidrar i stor grad til dette.

CLIMITs PROGRAMSTYRE 1. Hans Roar Sørheim 2. Per Reidar Ørke 3. Hans Jørgen Vinje 4. Eva Halland 5. Per Aagaard 6. Mette Vågenens Eriksen 7. Eystein Leren 8. Karen Lyng Anthonson 9. Marie Bysveen 10. Sveinung Hagen 11. Espen Bernhard Kjærgård.



Foto: Sverre Christian Jarlid

**GJENNOM DE SISTE** 12 år har CLIMIT vært en satsing som har gitt Norge en internasjonal lederposisjon innenfor fangst, transport og lagring av CO<sub>2</sub>. CLIMIT går nå nye veier for å styrke internasjonalt samarbeid. Et eksempel er Forskningsrådet, som koordinerer en europeisk satsing hvor ti land samarbeider om kunnskapsdeling og fellesutlysninger. Samarbeidet heter ACT – Accelerating CCS Technologies. I tillegg leder Forskningsrådet et sekretariat for bilateralt FoU-samarbeid med USA. Alt dette har ført til økt internasjonalt FoU-samarbeid som hever kvaliteten på forskningen.

Forskningsrådet har også ledende roller i strategisk viktige internasjonale fora (IEA, GHG og CSLF – Carbon Sequestration Leadership Forum). Dette bidrar til koordinert internasjonal satsing på CCS. Resultatet er at alle land med interesse for CCS drar i samme retning.

De norske planene for fullskala infrastruktur for transport og lagring av CO<sub>2</sub> vil utvilsomt bidra til å styrke Norges posisjon innen CCS. Industriaktører både i Norge og utlandet ser med spenning fram til at det norske fullskalaprojektet skal komme i gang, og etter hvert åpne for å lagre CO<sub>2</sub> fra egne utslippskilder.

### NORSK GEVINST

For Regjeringen er det naturligvis viktig at fullskalaprojektet kan komme Norge til gode. I tillegg kan dette legge grunnlaget for økt internasjonalt samarbeid. CLIMIT kan bidra ved å støtte opp under videre teknologiutvikling basert på læring fra prosjektet. Nye forskningsprosjekter vil ha stort utbytte av erfaringene fra fullskalaprojektet, noe som vil skape en raskere teknologiutvikling. For Norge som nasjon er det også rimelig å forvente at steder med CO<sub>2</sub>-infrastruktur vil være attraktive for etablering av ny industri. En del av CLIMITs prosjekter knyttet til demonstrasjonsprosjektet vil være

relatert til å vurdere tekniske løsninger og merkostnadene for et anlegg ved å knytte seg opp mot den potensielle infrastrukturen i fullskalaprojektet.

### ØKENDE INTERESSE FRA INDUSTRIEN

CLIMIT FoU opplevde i 2017 økende interesse og flere søknader fra industrien enn på flere år. Økende interesse fra norsk prosessindustri for CO<sub>2</sub>-håndtering vil trolig gi flere søknader til CLIMIT-Demo i 2018. Også fra utlandet er det interesse for de muligheter en fremtidig norsk fullskala infrastruktur vil gi. SINTEF Energi og Chalmers Universitet skal blant annet se på muligheter for å få testet CO<sub>2</sub>-fangstteknologi på Preems raffinerier i Lysekil og Göteborg. Et annet eksempel er CDI Global som sammen med prosjektpartnere SINTEF Tel-Tek, Elkem og Polchar skal evaluere muligheter for å flytte deler av Polchars produksjon av char (koks) til Norge med CO<sub>2</sub>-fangst og tilknytning til fremtidig CCS-infrastruktur.

### CO<sub>2</sub>-TRANSPORT

Utviklingen i det norske fullskalaprojektet har medført at oljeselskapene har blitt mer aktive partnere i prosjekter som støttes av CLIMIT. Prosjektene innenfor dette området vil kunne bidra til å redusere risiko og kostnader i det norske fullskalaprojektet og andre tidligere CCS-prosjekter.

Statoil skal blant annet gjennomføre eksperimentelle forsøk med CO<sub>2</sub>-transport i rør. Forsøksdata fra prosjektet skal brukes til å validere programvare for simulering av CO<sub>2</sub>-strømning («flow assurance»). Et annet prosjekt, ledet av IFE med Shell og Statoil som partnere, undersøker korrosjon i CO<sub>2</sub> injeksjonsbrønner, og vil avdekke hvordan ulike urenheter i CO<sub>2</sub> strømmen påvirker korrosjonstene til ulike rørmaterialer.

Et samarbeidsprosjekt mellom DNVGL og det australske forsknings-

instituttet Energy Pipelines CRC undersøker hvordan rørledninger skal dimensjoneres for å unngå løpende brudd. Prosjektet gjennomførte en test av løpende brudd i et rør i september 2017.

### CO<sub>2</sub>-LAGRING

Det norske fullskala-prosjektet har økt industriens interesse for å delta i utvikling innen CO<sub>2</sub>-lagring. Flere nye prosjekter, motivert ut fra behov knyttet til utvikling av Smeaheia-lageret, har vært under utvikling i 2017 og vil bli fremmet for vedtak i 2018. Selskaper som Norsar, Octio Geophysical samt Norges Geotekniske Institutt utvikler teknologier for overvåking av CO<sub>2</sub>-lagre. I tillegg blir oljeselskapene i økende grad enn for med i kompetanseprosjekter og grunnforskning ledet av forskningsinstitutter og universiteter.

### USA ER MED

Selv om interessen for CCS er stor i Europa, har det vært en viss usikkerhet om USAs politiske vilje til fortsatt satsing. Norge har i lengre tid hatt et godt bilateralt forskningssamarbeid med USA, og heldigvis har det vist seg at dette samarbeidet har holdt seg godt gjennom 2017. Det er ingen indikasjoner på at USA vil trekke seg ut av internasjonale samarbeidsprosjekter – verken med Norge eller andre land. Som et gledelig uttrykk for dette var USA vertskap, sammen med Saudi-Arabia, for en egen workshop innen CO<sub>2</sub>-håndtering under den internasjonale storsatsningen Mission Innovation. Resultatet ble internasjonal enighet om videre forskningsprioriteringer og satsing innen CO<sub>2</sub>-håndtering. Norske fagmiljøer satte sitt tydelige preg på workshopen som gikk av stabelen i Houston, Texas i september. De deltagende landene i Mission Innovation, 22 land pluss EU, har ambisjoner om å doble sin forskningsinnsats innenfor ren energi.

## ACT ER GODT I GANG

ACT – Accelerating CCS Technologies – er et felleseuropeisk program for CCS-forskning som finansieres av EU-kommisjonen og ni deltakende europeiske land. De første samarbeidsprosjektene er allerede i gang.

**ACT STØTTER BÅDE** industriell prosjekter og forskerdrivne prosjekter. De forskerdrivne prosjektene skal også møte behov definert av industrien. Det er viktig at forskningsmiljøer og industribedrifter samarbeider om å løse utfordringene knyttet til å redusere utslipp av CO<sub>2</sub>.

– Vi har bevilget støtte til åtte transnasjonale prosjekter så langt. Totalt dreier det seg om ca. 36 millioner euro, eller nær 350 millioner kroner. Alle prosjektene er godt i gang, sier Ragnhild Rønneberg, spesialrådgiver i Norges forskningsråd og koordinator for ACT. Rønneberg har store forventninger til resultatene fra prosjektene og at det kan skapes synergier mellom de prosjektene som nå er satt i gang, slik at implementeringen av CCS kan skje raskere.

– Vi inviterte alle koordinatorene for de respektive prosjektene til en felles workshop for noen måneder siden og det viste seg at flere av dem så muligheter om ytterligere samarbeid og synergier til det beste for CCS-feltet. Det er en veldig fin og åpen tilnærming, deling av ideer og kunnskap, som lover godt for fremtiden.

Det er ingen land som alene kan løse CO<sub>2</sub>-problemet. For å lykkes med å redusere CO<sub>2</sub>-utslipp fra kraftverk

og industrianlegg, samt etablere sikker lagring av CO<sub>2</sub>, kreves samarbeid på tvers både av fag- og landegrensar.

Flere av forskerne sier åpent at de ikke hadde kommet i gang med tilsvarende transnasjonalt samarbeid uten ACT. Programmet har stimulert dem til å finne partnere i andre land, samt åpnet opp for nye tilnæringer til CO<sub>2</sub>-håndtering ut fra de respektive lands prioriteringer og styrke hva gjelder FoU-miljøer og industri.

– Norge, Tyskland, Nederland og Storbritannia er førende i ACT. I tillegg deltar Sveits, Romania, Spania, Hellas og Tyrkia. Det norske bidraget kommer fra CLIMIT-programmet, og favner både forskerdrivne prosjekter og de mer industrielt rettede prosjekter.

Norge er med i 7 av 8 prosjekter, noe som er veldig bra både for de norske forskningsmiljøene, men også for norske industriaktører, sier Rønneberg.

EU-kommisjonen, som støtter ACT med om lag 11 millioner euro, er også veldig begeistret for ACT og legger stor vekt på betydningen dette internasjonale samarbeidet har for CCS-satsingen i Europa.

– Det er store forventninger til at CCS også skal etableres i Europa. I USA har denne teknologien vært virksom

og av kommersiell interesse i flere år, da særlig knyttet til økte oljeutvinning. Med ACT-prosjektene som nå er i gang, er håpet å få belyst både miljøaspekter, de teknologiske muligheter innenfor ulike bransjer, samt de kommersielle og juridiske forhold, som skal til for å lykkes med CO<sub>2</sub>-håndtering i bred skala i Europa.

– ACT jobber med å få partnere fra flere land. Både USA, Canada, Australia og Frankrike har vist interesse, men foreløpig har de ikke meldt seg på. Men de er mer enn velkomne til å bli med når vi kommer med neste utlysning i juni 2018, sier Rønneberg.

– I Norge er vi mest opptatt av fangst, transport og lagring. Andre land, som Frankrike, Storbritannia og Tyskland, har etter hvert rettet sin interesse mye inn på utnyttelse (Utilization) av CO<sub>2</sub>, fremfor ren lagring. Vi vil muligens se en viss dreining av ACT-porteføljen i den retning fremover.

Rønneberg forventer uansett at de prosjekter ACT støtter skal ha en god og rask effekt på implementeringen av CCS/CCUS-teknologi.

– Vi når ikke Parismålene om reduksjon av klimagassutslipp uten å ta i bruk CCS-teknologi i full skala, sier hun.

## HYDROGENPRODUKSJON MED CO<sub>2</sub>-HÅNTERING

**PRODUKSJON** av hydrogen fra naturgass kan være en lovende retning for å møte etterspørselen etter utslippsfri energi til oppvarming, kjøling, transport og industrielle prosesser. Men det forutsetter en løsning for lagring av CO<sub>2</sub>.

ELEGANCY er et prosjekt i ACT, med en rekke europeiske partnere fra forskning og næringsliv. Fra norsk side er Statoil, Aker Solutions, Universitetet i Oslo og SINTEF med, og SINTEF er også koordinator i prosjektet.

– Prosjektet skal gjennom case-studier vise både hvordan vi kan kombinere produksjon av hydrogen med lagring av CO<sub>2</sub>, og hvordan vi mest kostnadseffektivt kan lagre CO<sub>2</sub> fra industrielle kilder, sier Svend T. Munkejord i SINTEF.

– Det har gått tregt med å få i gang stor-skala fangst og lagring av CO<sub>2</sub> i Europa. Det er stor interesse i industrien, men bedriftene kommer ikke i gang før det finnes gode løsninger for lagring. Vårt mål er å finne ut hvordan vi best kan lagre CO<sub>2</sub> både på land og offshore, og samtidig møte et økende behov for ren energi.

ELEGANCY vil forhåpentligvis lede til kunnskap, produkter og teknologier som kan eksporteres til hele verden. Partnerne i prosjektet er alle verdensledende på sine respektive områder, og omfatter ikke bare anerkjente forskningsinstitusjoner og juridiske eksperter, men teknologileverandører, og internasjonale energi- og petrokjemiske selskaper.

### FAKTA

**Prosjekt**  
ELEGANCY  
– Enabling a low-carbon economy via hydrogen

**Prosjekteier**  
SINTEF Energi AS

**Prosjektperiode**  
08 2017–08 2020

**Totalbudsjett**  
150 MNOK

**Støtte fra CLIMIT**  
20,6 MNOK

## OVERVÅKING AV CO<sub>2</sub>-LAGRE

**DE STØRSTE** utfordringene for akse-lerert bruk av CO<sub>2</sub>-håndtering er lagringskapasitet, kostnad og allmenhetens tillit. Prosjektet Pre-ACT møter disse utfordringene gjennom forbedrede strategier for overvåking og kontroll av poretrykk.

En av de viktigste utfordringene for å få fart på CCS er tilgang på pålitelige og kostnadseffektive lagringssteder. Pre-ACT vil utvikle et kostnadseffektivt system for reservoarovervåking som hjelper operatøren til å treffe riktige beslutninger, slik at en kan oppnå trygg og effektiv utnyttning av CO<sub>2</sub>-lagringskapasiteten.

Pre-ACT har sikret seg tilgang til et bredt og relevant sett med overvåkings-

data fra viktige demonstrasjonssteder over hele verden. Disse dataene skal brukes til å kalibrere, verifisere og demonstrere løsninger for CO<sub>2</sub>-lagring. Industripartnerne i Pre-ACT – Statoil, Total, Shell og TAQA – vil være med på å sikre relevansen og anvendeligheten av verktøyene og metodene som er utviklet i prosjektet, og vil bidra med sin operasjonelle erfaring og perspektiv.

Partnere fra fem land er med i prosjektet: Norge, Tyskland, Nederland, Storbritannia og Frankrike. I tillegg vil Pre-ACT etablere et samarbeid med USA og Australia. Fra norsk side er SINTEF (koordinator), NORSAR, Statoil og Total med i prosjektet.

### FAKTA

**Prosjekt**  
Pre-ACT

**Prosjekteier**  
SINTEF Industri

**Prosjektperiode**  
09 2017–08 2020

**Totalbudsjett**  
50 MNOK

**Støtte fra CLIMIT**  
23,9 MNOK



## VIL LAGE GULL OG GRØNN PROSESSINDUSTRI

Prosessindustriens visjon er å øke produksjonen, bli klimanøytrale og beholde en internasjonal lederposisjon i markedet. I Veikart for Prosessindustrien skisseres flere måter å nå dette målet på. Prosjektet, Char-C, skal bidra til at prosessindustrien når sine klimamål.

Prosessindustrien er helt avhengig av karbonfangst for å kunne bli klimanøytrale. Fangstmetoder tilpasset ulike kilder er testet på SINTEFs laboratorium på Tiller utenfor Trondheim.



Foto: Thor Nilsen



**Helene Mørne**  
Daglig leder i  
CDI Global

– **EN DEL AV UTSLIPPENE** i prosessindustrien er det vanskelig å gjøre noe med. I silisiumindustrien er kull eller koks en avgjørende del av den kjemiske prosessen for å framstille silisiumprodukter, sier Helene Mørne, daglig leder i CDI Global AS. Hun leder et prosjekt som skal se på mulighetene for å redusere utslippene fra denne industrien.

### GRØNN PROSESSINDUSTRI

Silisium er et grunnstoff som finnes i nærmest ubegrensede mengder, men som må foredles for å kunne brukes i alt fra elektronikk og solceller til leppestift og implantater. For å kunne utvinne silisium fra kvarts, trengs et karbonholdig reduksjonsmateriale i prosessen. Reduksjonsmaterialet kan være koks eller kull, der koks, eller char, gir minst utslipp av både CO<sub>2</sub>, NOx og partikler.

– Ideen vår er derfor å produsere koks kombinert med karbonfangst og -lagring. Slik kan industrien redusere sitt karbonfotavtrykk. Bare i Norge alene slipper prosessindustrien ut millioner av tonn CO<sub>2</sub> i året. Vi tror det kan være mulig å halvere utslippet i deler av denne industrien, og gjøre norsk prosessindustri til verdens grønneste, sier Mørne.

### GRØNT SKIFTE

Prosessindustrien er i utgangspunktet en forurensende industri med lave marginer i sterk internasjonal konkurranse. Mørne tror imidlertid at økt karbonskatt etter hvert vil gjøre også denne industrien grønnere. Bedrifter som er forberedt på det grønne skiftet, og kan produsere på en mer klimavennlig måte, vil da ha et konkurransefortrinn.

– Det er trolig at både denne og andre industrier vil bli møtt med både en høyere karbonskatt og et økende krav fra konsumentene om å produsere mer miljøvennlig, sier Mørne.

– I lengden vil ikke industrien kunne fortsette sin virksomhet uten å ta i bruk CO<sub>2</sub>-reduksjon, derfor driver norsk prosessindustri utstrakt forskning for å redusere utslippene. Det er flere måter dette kan gjøres på, og vi vil være med å bidra gjennom å levere et CO<sub>2</sub>-redusert reduksjonsmateriale, sier Mørne.

### VIL SKAPE ARBEIDSPLASSE

Prosjektet er foreløpig i en veldig tidlig fase, men for CDI Global er målet å bygge en norsk fabrikk for produksjon av koks kombinert med fangst og lagring av CO<sub>2</sub>. Prosjektet er avhengig av at fullskalaprojektet, med nødvendig infrastruktur for transport og lagring, blir en realitet. Samarbeidspartnere i prosjektet er det polske selskapet Polchar (som leverer halvparten av den koks norsk silisiumindustri bruker i dag), SINTEF, Elkem og det amerikanske Air Products.

– Karbonfangst er helt avgjørende for å nå klimamålene i Parisavtalen. Norge er i dag ledende på karbonfangst og har nå en unik mulighet til å posisjonere seg innen fangstteknologi og grønn produksjonsindustri, sier Helene Mørne.

Hun mener mange ser for seg at Norge skal bli store på lagring av CO<sub>2</sub> fra kontinentet, men vi kan også satse på å få flyttet industri hit.

– Tenk om vi kan flytte forurensende industri til Vestlandet, rense den, fange CO<sub>2</sub> og lagre det under havbunnen i Nordsjøen. Jeg mener det må være mulig å inspirere industri til å etablere seg nær lagringsplassene framfor å transportere CO<sub>2</sub> i store mengder over tusenvis av kilometer, sier Mørne.

– Jeg er overbevist om at vi kan bli et virkelig foregangsland på miljøvennlig industriteknologi, og at en satsing i tilknytning til fullskalaprojektet kan sikre mange arbeidsplasser i Norge.

### FAKTA

#### Prosjekt

Prosjekt Char-C  
– Fangst av CO<sub>2</sub>  
fra produksjon  
av char med kull  
som råstoff

#### Prosjekteier

CDI Global

#### Prosjektperiode

2017

#### Totalbudsjett

3,6 MNOK

#### Støtte fra

CLIMIT-Demo  
2,5 MNOK

#### Partnere

Elkem, PolChar,  
SINTEF, Air  
Products

## KOSTNADSEFFEKTIV OVERVÅKING AV CO<sub>2</sub>-LAGRE

Ved injeksjon av CO<sub>2</sub> under havbunnen kan det oppstå ørsmå bevegelser i berggrunnen. OCTIO i Bergen forsøker å finne den mest kostnadseffektive metoden for langtids overvåking av mikroseismisk aktivitet rundt framtidige CO<sub>2</sub>-lagre.

**NORSK SOKKEL HAR** generelt en meget stabil geologi, men selv i de meste stabile geologiske områder vil det forekomme ørsmå bevegelser fra tid til annen. Slike mikroseismiske bevegelser har ofte naturlige årsaker, men kan også utløses av menneskelig aktivitet. OCTIO har lang erfaring med mikroseismisk måling av akustiske sensorer i tilknytning til olje- og gassvirksomhet. Det er denne kunnskapen de har med seg når de utvikler en løsning for overvåking i forbindelse med CO<sub>2</sub>-injeksjon.

– I likhet med oljeboring, er injeksjon av CO<sub>2</sub> en type menneskelig aktivitet som vil kunne utløse små bevegelser i geologiske formasjoner i og omkring lagrene. Derfor bør lagrene overvåkes kontinuerlig under og etter injeksjon av CO<sub>2</sub>, sier Tatiana Thiem, prosjektleder hos OCTIO.

### KONTINUERLIG OVERVÅKING

Det finnes flere metoder for måling, avhengig av om det skal være sporadisk eller permanent måling.

– På det planlagte CO<sub>2</sub>-lageret på Smeaheia kan det være ønskelig med kontinuerlig overvåking. Med sensorer på havbunnen over lageret og tilgang på data i sanntid, er det mulig å analysere utviklingen fortløpende både ved

injeksjon av CO<sub>2</sub> og i perioden etterpå, sier Thiem.

Spørsmålet er hvordan sensorene skal plasseres og hvor mange som trengs for å gi pålitelige målinger. Antall sensorer er den enkeltfaktor som har størst konsekvenser for kostnadene ved en overvåkningsløsning. Målet med prosjektet er å komme fram til den mest kostnadseffektive overvåkningsløsningen, den løsningen som har den rette balansen mellom et nødvendig og tilstrekkelig antall sensorer.

### LAGER MODELL

For å finne den mest optimale løsningen, har OCTIO utviklet en geofysisk modell over forventet mikroseismisk aktivitet i forbindelse med CO<sub>2</sub>-injeksjon i Smeaheia. Med modellen som utgangspunkt jobber de nå med å finne ut hvordan sensorene bør legges ut for å kunne fange opp signaler på best mulig måte.

Som en del av overvåkningsløsningen utvikler OCTIO også programvare med et brukervennlig grensesnitt. Det vil gjøre det mulig for operatører uten spesiell teknisk kunnskap å følge med på den mikroseismiske aktiviteten. Utslag som er overraskende eller uventede vil umiddelbart bli synlige på skjermen under injeksjon.

### FAKTA

#### Prosjekt

CO<sub>2</sub> monitoring – Cost-effective monitoring and processing solutions for seabed caprock systems and microseismic surveillance

#### Prosjekteier

OCTIO

#### Prosjektperiode

2016–2018

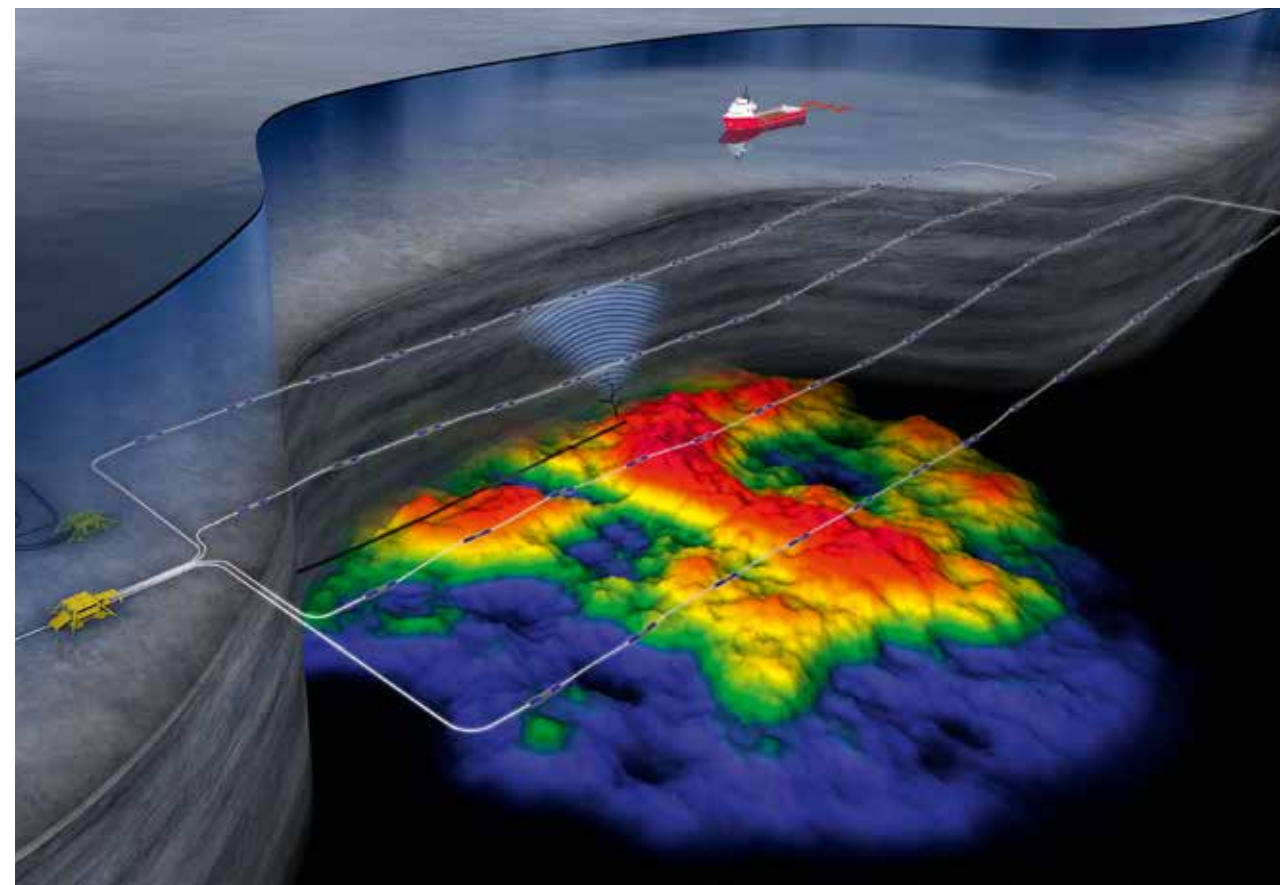
#### Totalbudsjett

5,5 MNOK

#### Støtte fra

CLIMIT-Demo  
2,7 MNOK

OCTIO forsøker å finne den mest kostnadseffektive metoden for overvåking av CO<sub>2</sub>-lagre.



Illustrasjon: OCTIO



**Tatiana Thiem**  
Prosjektleder hos  
OCTIO

MÅLET MED PROSJEKTET ER Å KOMME  
FRAM TIL DEN MEST KOSTNADSEFFEKTIVE  
OVERVÅKNINGSLØSNINGEN.



## FANGST

På oljeraffinerier er det både trangt om plassen og utslipp fra mange ulike kilder. Det er en utfordring for kostnadseffektiv CO<sub>2</sub>-fangst.



Foto: Shutterstock

## RIMELIGERE CO<sub>2</sub>-FANGST FRA RAFFINERIER ER MULIG

På verdensbasis står oljeraffinerier for omtrent 4 prosent av de menneskeskapte CO<sub>2</sub>-utslippene. Utslippene kan reduseres med karbonfangst, men kostnader og plass er en utfordring.



**Kristin Jordal**  
Forskningsleder  
på SINTEF og  
prosjektleder  
for ReCap

### FAKTA

**Prosjekt**  
Understanding the Cost of Retrofitting CO<sub>2</sub> Capture in an Integrated Oil Refinery (ReCap)

**Prosjekteier**  
SINTEF Energi

**Prosjektperiode**  
2014–2017

**Totalbudsjett**  
10,0 MNOK

**Støtte fra CLIMIT-Demo**  
5,7 MNOK

**Partnere**  
CONCAWE,  
IEAGHG

– **DET KOMMER NOK** ikke til å bli bygd mange nye oljeraffinerier i verden i årene som kommer. Derfor er det viktig å finne gode løsninger for karbonfangst som kan tilpasses eksisterende raffinerier, sier Kristin Jordal, forskningsleder på SINTEF og prosjektleder for ReCap. Prosjektets hovedmål var å evaluere post-combustion karbonfangst med aminer i eksisterende raffinerier, for å finne ut hva kostnadene er.

#### PLASSMANGEL

– Det er en rekke utfordringer med bare å få på plass et fangstanlegg på et eksisterende raffineri. Typiske aminanlegg tar stor plass, og det kan være trangt om plassen på et oljeraffineri, sier Jordal.

– I tillegg er raffineriene kjennetegnet ved at det ikke er ett, men mange utslippssteder som slipper ut varierende mengde CO<sub>2</sub> i forskjellige konsentrasjoner. Utslippspunktene er spredd ut over raffineriet. I praksis betyr det at høy grad av karbonfangst vil kreve flere fangstanlegg.

#### ENERGIKREVENDE

Karbonfangst er også energikrevende, og kostnadene stiger hvis du ikke kan bruke overskuddsvarme, men nå produserer damp fra en egen varmekilde.

– I våre modeller har vi forutsatt bruk av et naturgassfyrte kraft-varmeanlegg, uten CO<sub>2</sub>-fangst. Selv om fangstgraden er 90 prosent fra selve raffineriet, vil utslippene fra kraftverket trekke den effektive fangstgraden ned til 60 prosent, sier Jordal.

– Det er også energiproduksjonen som er den største enkeltkostnaden. I tillegg vil det være noen CO<sub>2</sub>-kilder som har høyt svovelinnhold, noe som vil gi tilleggskostnader i form av svovelrensing.

#### MULIG, MEN KREVENDE

ReCap-prosjektet viser at det er teknisk sett fullt mulig å drive CO<sub>2</sub>-fangst i moderne oljeraffinerier, men plassbehov, kompleksitet i anlegget og energibehov kan drive opp kostnadene og redusere effektiviteten.

– Vi mener man bør unngå å bruke et separat kraft-varmeanlegg for produksjon av damp og strøm. Dette øker kostnadene betraktelig og reduserer CO<sub>2</sub>-fangstgraden. Raffinerier har ofte reservekapasitet for kraft- og varme-produksjon, og en anbefaling er å gå videre med å studere om denne reservekapasiteten, og mer moderne og energieffektive aminer og aminprosesser, kan få ned kostnadene for CO<sub>2</sub>-fangst, sier Jordal.

Fire forskjellige generiske oljeraffinerier med varierende kompleksitet ble definert i prosjektet, og totalt 16 forskjellige "cases" med 90 prosent CO<sub>2</sub>-fangst fra 1–5 eksosstrømmer ble undersøkt. Kostnadene for å unngå CO<sub>2</sub>-utslipp fra raffinerier ble beregnet til 161–210 USD/tonn CO<sub>2</sub>.

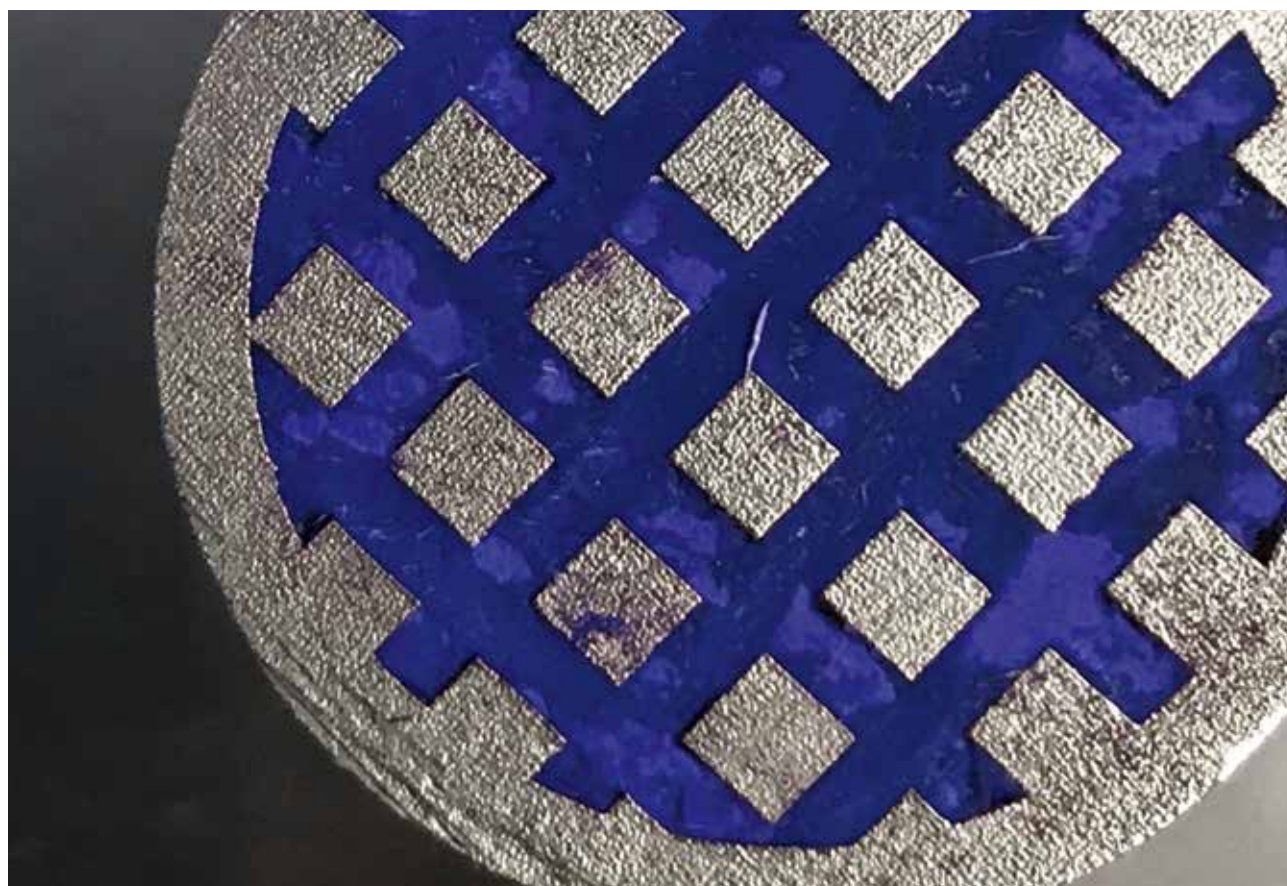
– Dette er alt for høye kostnader til å gjøre CO<sub>2</sub>-fangst i raffinerier attraktivt i dag, men vi mener det fins gode muligheter for kostnadskutt gjennom bruk av nye og mer energieffektive aminer og aminprosesser og bruk av spillvarme, sier Jordal

RECAP-PROSJEKTET VISER AT DET ER TEKNISK SETT FULLT MULIG Å DRIVE CO<sub>2</sub>-FANGST I MODERNE OLJERAFFINERIER.

## UTVIKLER SPESIALMATERIALER SOM KAN FANGE CO<sub>2</sub>

Den vanligste teknologien for fangst av CO<sub>2</sub> fra røykgass er bruk av aminer. Dette er imidlertid en energikrevende prosess. SINTEF utvikler materialer som kan fange CO<sub>2</sub> med adsorpsjon.

En 3D-printet støpeform i rustfritt stål for å lage MOF-monolitter. Materialet inni er UTSA-16 (koboltbasert MOF).



**Carlos Grande**  
Prosjektleder og  
seniorforsker ved  
SINTEF

### FAKTA

#### Prosjekt

Shaping of advanced materials for CO<sub>2</sub> capture processes

#### Prosjekteier

SINTEF

#### Prosjektperiode

2014–2018

#### Totalbudsjett

9,0 MNOK

#### Støtte fra CLIMIT-FoU

7,2 MNOK

#### Partnere

SINTEF Industri & SINTEF Energi, Statoil, Gassco, GDF Suez E&P Norge, Total E&P Norge, Shell Techn. Norge og Conoco Phillips Skandinavia gjennom BIGCCS senteret.

**ALLE VET HVA ABSORPSJON** er, men kanskje ikke adsorpsjon? Dette er en prosess der gass binder seg til overflaten av et fast stoff. Det er en prosess som foregår i naturen hele tiden, og som også utnyttes industrielt og i katalysatorer i biler. Det skiller mellom trykksvingadsorpsjon (PSA) og temperatursvingadsorpsjon (TSA), avhengig av om det er trykkforskjeller eller temperaturforskjeller som binder og frigir gassene. Forskere ved SINTEF utvikler metoder for å ta denne teknikken i bruk for å fange CO<sub>2</sub> på en kostnadseffektiv måte.

– Adsorbentene som utvikles inneholder spesielle hybridmaterialer (MOF) som formes til monolittiske strukturer, eller «søyler» med ørsmå korridorer som gassen kan strømme gjennom, sier Carlos Grande, prosjektleder og seniorforsker ved SINTEF. Monolittene blir produsert ved hjelp av 3D-printere.

– Målet er å skape en så stor overflate som mulig for å binde CO<sub>2</sub>.

Foreløpig er monolittene bare som små modeller av det Grande ser for seg i framtiden.

– Materialene er foreløpig svært kostbare å produsere, og kan heller ikke produseres i de mengder eller dimensjoner som vil være nødvendig for praktisk bruk, sier Grande.

Forskerne har så langt framstilt og testet 200 gram av et MOF-materiale som heter UTSA-16.

– Dette er den beste MOF-en vi kjenner til nå, og vi ser nå på hvordan dette kan brukes til samtidig produksjon av H<sub>2</sub> og CO<sub>2</sub> fra naturgass, sier Grande. Han understreker at forskningen han driver har et 10 års perspektiv på kommersialisering.

– Vi er langt fra et ferdig produkt, men metoden er veldig lovende for framtidig hydrogenrensing og CO<sub>2</sub>-fangst.

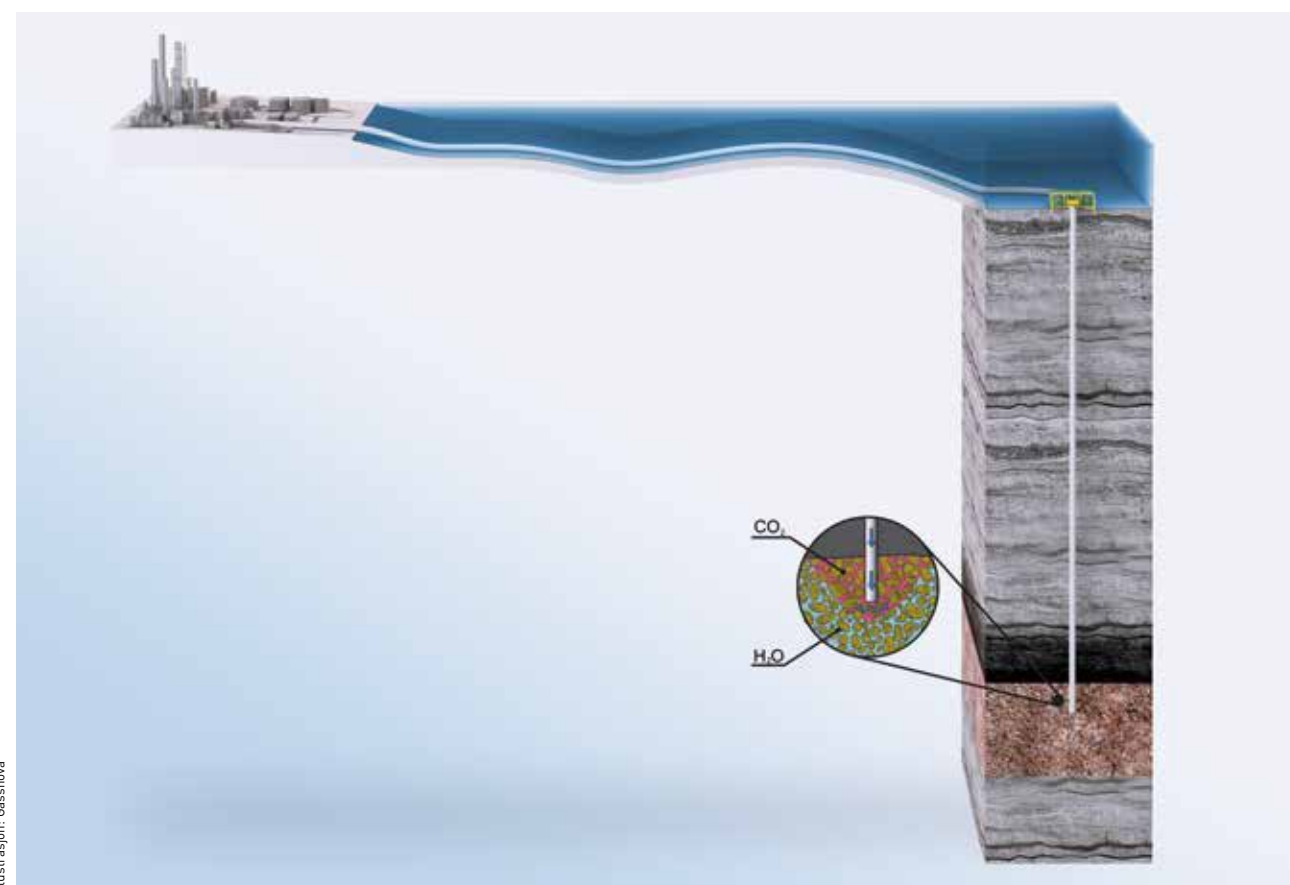
VI SER NÅ PÅ HVORDAN METODEN KAN BRUKES TIL SAMTIDIG PRODUKSJON AV H<sub>2</sub> OG CO<sub>2</sub> FRA NATURGASS.



## TESTER OM TAKBERGARTEN TÅLER TRYKKET

CO<sub>2</sub>-lagre under havbunnen i Nordsjøen består av porøse bergarter, med en hardere og tettere takbergart over. PROTECT-prosjektet undersøker takbergartens evne til tåle CO<sub>2</sub> under trykk.

CO<sub>2</sub>-lagre under havbunnen består av porøse bergarter under tak av tettere og hardere fjell.



**Sarah Gasda**  
Prosjektleder  
ved Uni Research  
CIPR

– **DETTE ER ET** typisk tverrfaglig forskningsprosjekt der vi forsøker å finne ut hva som skjer ved injisering av store mengder CO<sub>2</sub> i et lager, sier Sarah Gasda, prosjektleder ved Uni Research CIPR i Bergen.

– Vi har hatt med oss både matematikere, geokjemikere, geologer og andre fagfolk, og gjennomført laboratoriske studier, modelleringer og simuleringer. Selv om vi har erfaring fra CO<sub>2</sub>-lagring i Nordsjøen fra før, blant annet fra Sleipner, er det vi snakker om nå av en helt annen størrelsesorden, sier Gasda.

### STORT POTENSIAL

Lagringspotensialet i Nordsjøen er enormt. Trolig flere titalls milliarder tonn CO<sub>2</sub> – nok til å møte hele Europas behov i mange, mange år framover.

– Utfordringen er at kontinuerlig injeksjon av store mengder CO<sub>2</sub> vil endre trykket i reservoaret, og da må vi vite hvordan trykket vil fordele seg og hva som skjer med takbergarten, sier Gasda.

Det finnes ingen annen måte å finne dette ut på enn å forske, samle inn så mye data som overhodet mulig om alle mulig tenkelige parametere, og så bygge simuleringsmodeller med det som utgangspunkt. Det er nettopp det PROTECT handler om. Prosjektet har fått kjerneprøver av takbergarten fra Statoil, og studert dennes evne til å tåle ulike typer stress. Analyser av hva som skjer på småskala – fra en meter og ned til centimeterne – er skalert opp for å skape en modell av hva som kan skje i et helt reservoar.

LAGRINGSPOTENSIALET I NORDSJØEN ER ENORMT. TROLIG FLERE TITALLS MILLIARDER TONN CO<sub>2</sub> – NOK TIL Å MØTE HELE EUROPAS BEHOV I MANGE, MANGE ÅR FRAMOVER.

### TRYGG LAGRING

– Alle typer fjell er utsatt for naturlige bevegelser, sprekker og forkastninger som kan bli påvirket av trykk. Også kjemiske og termiske prosesser kan påvirke takbergarten. Hensikten med prosjektet er å forstå hvordan trykkendringer kan påvirke lagringskomplekset. Denne kunnskapen er viktig for å gi god reservoarstyring og sikker lagring, sier Gasda.

Sarah Gasda understreker at eventuelle lekkasjer fra CO<sub>2</sub>-lagre ikke vil vært skadelig verken for mennesker eller natur.

– CO<sub>2</sub> er verken giftig eller eksplosiv, og det finnes allerede betydelige naturlige «lekkasjer» av CO<sub>2</sub> fra havbunnen. Sikkerhet ved CO<sub>2</sub>-lagring handler først og fremst om effektivitet og økonomi. Hvis vi får betalt for å lagre en million tonn CO<sub>2</sub>, og 10 prosent siver ut igjen, er det ikke bra for business, sier hun.

### TRENGER FULLSKALA

PROTECT har allerede gjort storskala simuleringer av hva som vil skje ved injeksjon på Utsira-formasjonen på 25 år. Resultatene viser at formasjonen har betydelig kapasitet for lagring av CO<sub>2</sub> på en trygg måte. Men modeller er modeller.

– Det er derfor fullskala-prosjektet på Smeaheia er så viktig. Vi kommer bare et stykke på vei gjennom simuleringer og modeller. Til syvende og sist trenger vi data fra virkeligheten for å kunne si med sikkerhet hvordan dette vil fungere i praksis, sier Gasda.

### FAKTA

#### Prosjekt

Protection of Caprock Integrity for Large-Scale CO<sub>2</sub> Storage

#### Prosjekteier

Uni Research  
CIPR, Bergen

#### Prosjektperiode

2014–2018

#### Totalbudsjett

16,3 MNOK

#### Støtte fra

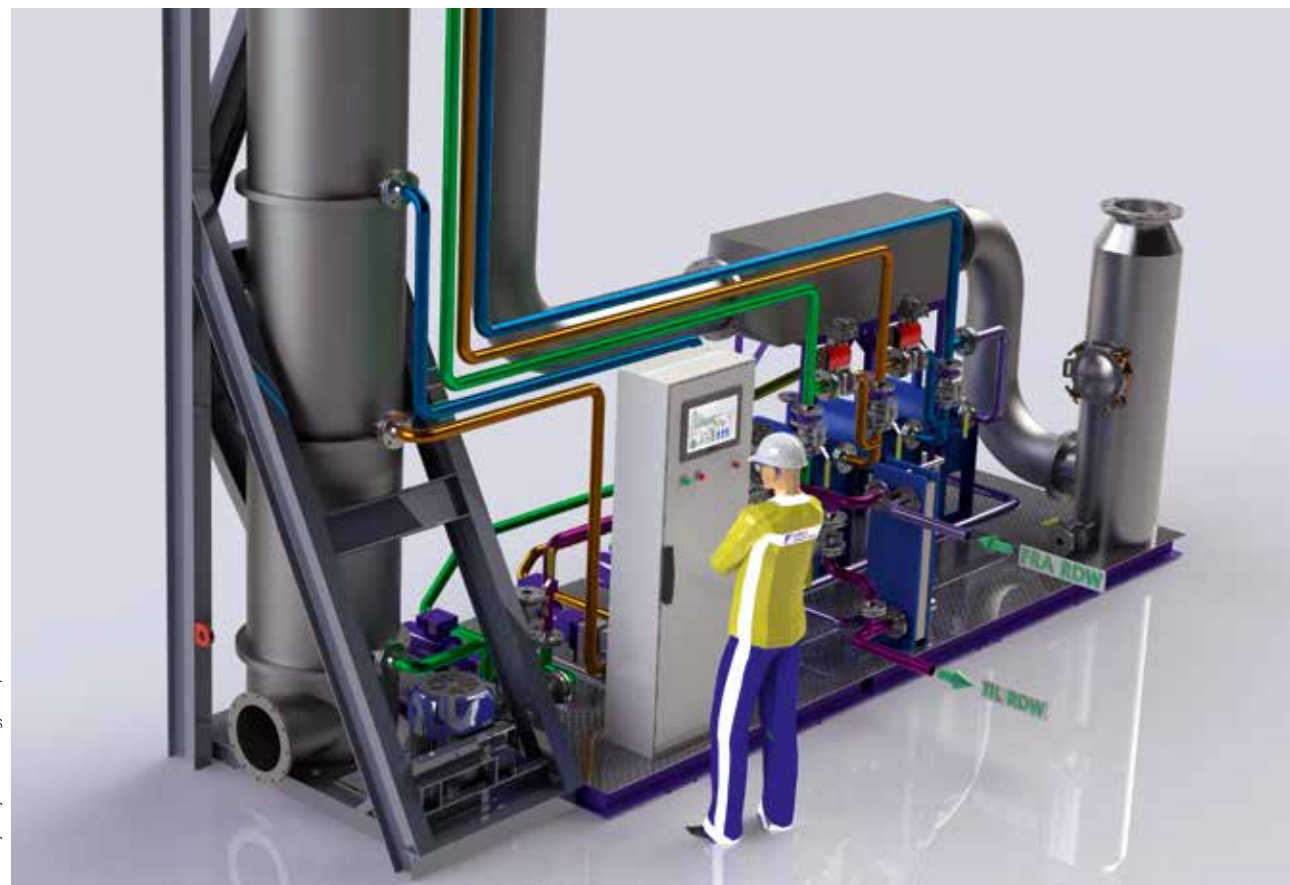
CLIMIT-FoU  
13,0 MNOK

#### Partnere

UiB, NGI, UiO, IFE

## FANGST

Fjell Technology Group har laget et anlegg for CO<sub>2</sub>-fangst som er betydelig mer kompakt enn tradisjonelle anlegg.



Illustrasjon: Fjell Technology Group

## KUTTER KOSTNADER MED KOMPAKT FANGSTANLEGG

Skal karbonfangst bli tatt i bruk i stor skala, må løsningene være økonomisk bærekraftig. En gruppe aktører ledet av Fjell Technology Group i Bergen har effektivisert en velprøvd metode.



**Asbjørn Strand**  
CTO i Fjell



**Dag A. Eimer**  
Konsulent i  
Sintef Tel-Tek  
og professor  
ved Høgskolen i  
Sørøst Norge

– **FANGST AV CO<sub>2</sub>** med solventer har vært gjort i mange år, men metoden baserer seg på teknologi utviklet på 1930-tallet, sier konsulent i Sintef Tel-Tek og professor ved Høgskolen i Sørøst Norge, Dag A. Eimer. Fjell, SINTEF Tel-Tek og CMR Prototech har sammen med Statoil de siste ti årene arbeidet med å utvikle et mer effektivt og mindre plasskrevende fangstanlegg.

### HØYE PIPER TAR PLESS

– Bruken av solventer handler om å gi kjemikalene tilstrekkelig tid og kontakt med røykgassen til å kunne binde CO<sub>2</sub>, forklarer CTO i Fjell, Asbjørn Strand. Tradisjonell fangst gjøres ved at avgasser slipper ut gjennom en høy pipe. På veien opp møter røyken CO<sub>2</sub>-bindende kjemikalier – såkalte solventer – som sprøytes ned fra toppen og sidene og absorberer CO<sub>2</sub>. Solventen blir så ført over i en desorber der CO<sub>2</sub> frigjøres fra solventen.

– Absorpsjonsmetoden kan kreve en flere titalls meter høy pipe. Det betyr at du får et fangstanlegg som krever betydelig plass, noe som både begrenser anvendelsesområdene og gir betydelige investeringskostnader, sier Strand.

Mens mange prosjekter innenfor CLIMIT har bidratt til å utvikle mer effektive og rimeligere solventer, har Fjell Technology Group sett på forbedringsmuligheter ved selve fangstanlegget.

### ROTTERENDE PAKNINGER

– Enkelt forklart har vi utviklet et kompakt anlegg som ved hjelp av en roterende teknologi øker overflaten på aminet. Dette reduserer behovet for tid røykgassen behøver i fangstenheten, noe som igjen reduserer størrelsen på anlegget, forklarer Strand. Metoden gjør det også mulig å benytte konsentrerte og viskøse solventer som mer effektivt absorberer CO<sub>2</sub>. Det er likegyldig hvilke typer solvent som benyttes. Teknologien er solventnøytral.

### SAMARBEID

Fjell Technology Groups samarbeid med Statoil, SINTEF Tel-Tek og CMR Prototech begynte allerede i 2007. Da utviklet gruppen, under ledelse av Statoil, en kompakt «stripper» eller desorber som separerer CO<sub>2</sub> og solventer etter karbonfangst. Det er den samme gruppen som står bak den nye piloten på absorberdelen av fangstanlegget, som nå testes i SINTEF Tel-Teks regi hos Høgskolen i Sørøst-Norge i Porsgrunn.

– Arbeidet med å utvikle absorbereren stoppet opp i 2012, men etter avtale med Statoil overtok vi rettighetene og tok opp igjen arbeidet i 2015. Da hadde vi fått ideen til hvordan vi kunne løse absorpsjonsprosessen. Vi søkte, og fikk støtte fra, CLIMIT, noe som har vært helt avgjørende for at vi har kommet dit vi er i dag, sier Strand. Statoil har også bidratt med finansiering.

– Teknologien er fremdeles umoden, men målet er å være klar med et kompakt anlegg som kan få et bredt anvendelsesområde, både i industrien og på oljeplattformer i løpet av 2020.

I tillegg til å være plassbesparende, vil konseptet også være rimeligere enn tradisjonelle fangstanlegg.

– Investeringskostnadene vil være betydelig lavere, og det ser også ut til at de operasjonelle kostnadene vil være noe lavere, sier Strand.

### LAGRING ER AVGJØRENDE

Skal karbonfangstanlegget bli kommersielt interessant, er det imidlertid avgjørende at en infrastruktur for transport og lagring kommer på plass. Madsen er spent på når fullskalaprojektet for karbonfangst kommer i gang, men har tillit til at det vil skje etter planen.

– Nesten alle scenarier for hvordan vi skal kunne nå to-gradersmålet fra Parisavtalen forutsetter fangst av CO<sub>2</sub> fra kraftverk og industri. Vi har ikke noe alternativ til også å ta i bruk karbonfangst, sier Strand.

– Jo tidligere vi kommer i gang, desto bedre.

### FAKTA

#### Prosjekt

Integrert 3C Pilot

#### Prosjekteier

Fjell Technology Group

#### Prosjektperiode

06 2017–12 2018

#### Totalbudsjett

36,5 MNOK

#### Støtte fra

CLIMIT-Demo  
23,2 MNOK

#### Partnere

Statoil ASA,  
SINTEF Industri  
og CMR Prototech



## URENHETER KREVENDE FOR CO<sub>2</sub> TRANSPORT

Det er vanskelig å fange CO<sub>2</sub> fra for eksempel røykgass uten samtidig å få med andre gasser eller vann. Selv små mengder av de andre gassene kan skape store problemer når CO<sub>2</sub> skal transporteres til lagringsstedet.

Tre ulike stålprøver som eksponeres i superkritisk CO<sub>2</sub> med urenheter.



**Gaute Svenningsen**  
Institutt for  
energiteknikk  
ved Høgskolen

– **OM CO<sub>2</sub>-GASSEN** kommer fra gasskraftverk, kullkraftverk eller industri er det nesten aldri snakk om 100 prosent ren CO<sub>2</sub>, sier Gaute Svenningsen på Institutt for energiteknikk på Kjeller utenfor Oslo. – Avhengig av hvor godt CO<sub>2</sub>-gassen er rensert vil den inneholde større eller mindre urenheter i form av partikler, vann, svovel- eller nitrogenforbindelser.

### CO<sub>2</sub> I ULIKE BLANDINGER

I prosjektet Svenningsen leder, er målet å finne ut hvor mye urenheter som kan aksepteres. Mange av urenheterne kan reagere og danne produkter som kan ødelegge stålørerne som skal transportere CO<sub>2</sub>.

– Hvis vi ser for oss infrastruktur for CO<sub>2</sub>-transport med mange ulike kilder, vil CO<sub>2</sub> kunne inneholde ulike urenheter som både hver for seg og i blandinger kan føre til ødeleggende reaksjoner, sier Svenningsen.

– CO<sub>2</sub> fanget fra et kullkraftverk kan for eksempel inneholde små mengder svovelsyre. Hvis denne møter vann og oksygen kan det dannes svovelsyre som kan etse bort stålet i en rørledning. CO<sub>2</sub> fra andre kilder kan inneholde andre urenheter som kan gi andre reaksjonsprodukter, inkludert faste partikler. Partikler i gassen eller løselvne partikler fra korrosjonsprosesser kan også skape problemer, ikke minst for endestasjonen der CO<sub>2</sub> injiseres i undersjøiske lagre.

### LABFORSØK

Alle forsøkene foregår i et laboratorium på Kjeller, der CO<sub>2</sub> tilsettes ulike typer urenheter fra separate kilder i svært

nøyaktige doser og med bestemte tidsintervaller. Deretter måles effekten over tid på stål tilsvarende det som brukes i rørledninger.

– Korrosjon og krysskjemiske reaksjoner blir studert i autoklav- og strømningsløpssystemer der vi har nøyaktig kontroll på alle variablene, forklarer Svenningsen. Spektrometre, laserlys og infrarødt lys brukes for å måle innholdet av urenheter og reaksjonsprodukter. Dersom urenheter forsvinner fra en gassblanding er det et tegn på at det foregår en kjemisk reaksjon, noe som stort sett er uønsket.

### SMÅ MENGDER, STORE KONSEKVENSER

– Det vi har sett er at det vi normalt vil regne som svært små mengder urenheter kan få store konsekvenser over tid. CO<sub>2</sub> med svovelsyre kan ete seg gjennom 40 mm stålør på et år, sier Svenningsen.

– Når det er planer om å transportere mange millioner tonn CO<sub>2</sub> over mange kilometer i mange år framover, er det viktig at ikke kostbare rørledninger ruster bort i løp av kort tid. Med kunnskap om hvor mye, og hvilke, urenheter infrastrukturen kan tåle over tid, er det mulig å stille presise krav til rensing av CO<sub>2</sub> fra ulike kilder før transport og lagring.

Prosjektet vil legge grunnlag for å anbefale grenseverdier for ulike typer urenheter i CO<sub>2</sub>-blandinger som transporteres i rørledninger. Kunnskapen vil være avgjørende for alle som har ansvar for drift av rørledninger og andre anlegg som håndterer urent CO<sub>2</sub>.

### FAKTA

#### Prosjekt

Korrosjon og kryss kjemiske reaksjoner i rørledninger som transporterer CO<sub>2</sub> med urenheter

#### Prosjekteier

Fjell Technology Group

#### Prosjektperiode

2015–2018

#### Totalbudsjett

13,5 MNOK

#### Støtte fra CLIMIT-FoU

10,0 MNOK

#### Partnere

UiO, med finansielt bidrag fra OLI Systems, OCAS NV, Gassco, Shell, Total

## NØKKELTALL 2017

Det var stor interesse for å søke midler fra CLIMIT i 2017, og ved utgangen av året hadde i alt 64 nye prosjekter fått 221 millioner kroner i støtte. Stadig flere forskningsprosjekter fortsetter som demonstrasjonsprosjekter.

### DEMONSTRASJONSPROSJEKTER

CLIMIT-Demo hadde 103 aktive prosjekter med en samlet tildelt støtte-ramme på 564 MNOK i 2017.

17 nye prosjekter ble tildelt støtte. Videre er det gitt støtte til idéstudier, mindre utredninger og informasjons-tiltak. Samlet utgjør tilsagn om støtte i 2017 om lag 82 MNOK. 39 prosjekter ble avsluttet i 2017.

### FORSKNINGSPROSJEKTER

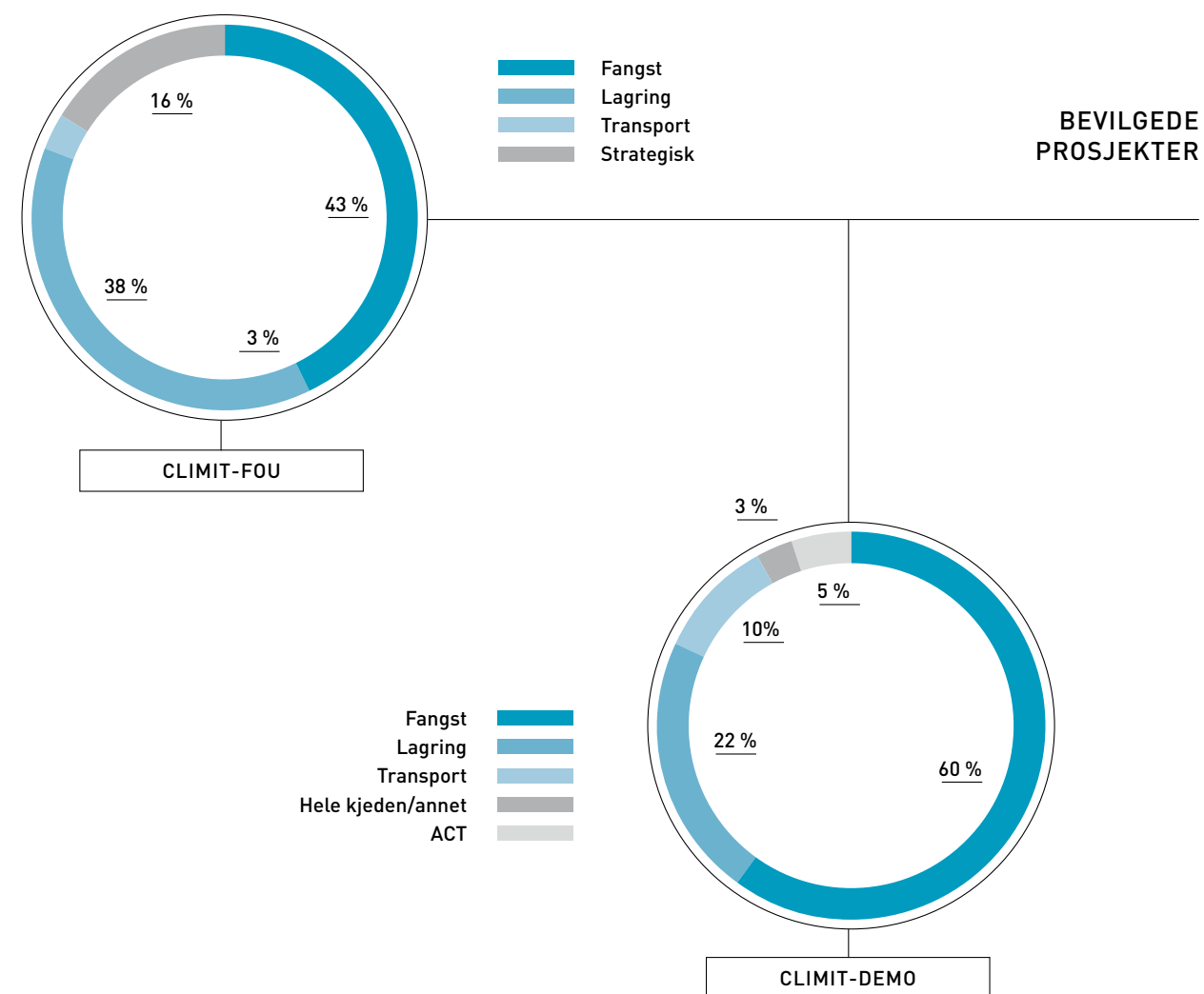
CLIMIT-FoU hadde i 2017 69 aktive prosjekter som samlet mottok 101 millioner kroner i støtte i løpet av året. Det er budsjettert med totalt 483 millioner kroner i støtte til disse prosjektene over flere år.

Det ble i 2017 innvilget støtte til 12 større prosjekter, hvorav fire forskerprosjekter, tre kompetanseprosjekter for næringslivet og fem innovasjonsprosjekter i næringslivet.

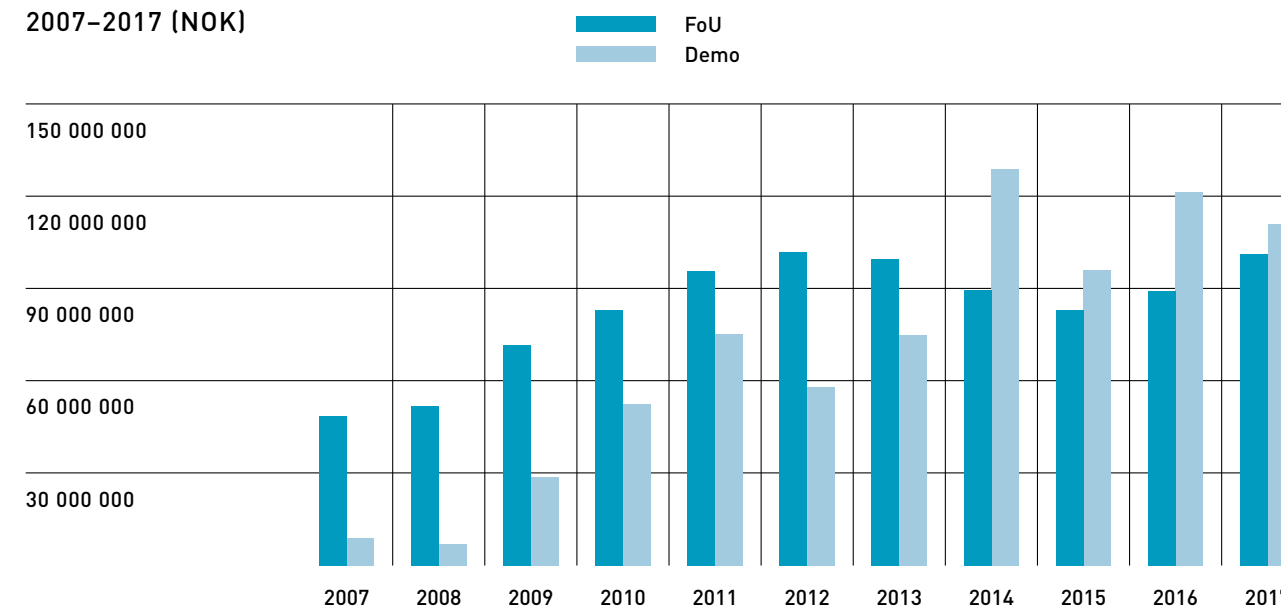
I tillegg er det også tildelt støtte til flere mindre prosjekter, inkludert medvirkningsprosjekter, arrangementsstøtte og utenlandsopphold. Det ble i 2017 bevilget 139 millioner kroner til nye prosjekter (inkludert ACT-prosjekter).

### ACT

Forskningsrådet er koordinator for den Europeiske satsingen ACT (Accelerating CCS Technologies) hvor ni land samarbeider om kunnskapsdeling og fellesutlysninger. I 2017 ble det startet åtte nye ACT-prosjekter som til sammen får 36 millioner euro i støtte fra ACT. Sju av prosjektene har norske partnere, og de norske partnerne mottar totalt 96 millioner kroner i støtte fra ACT. Midlene til norske partnere kommer fra CLIMIT-FoU (37 mill. kr), CLIMIT-Demo (28 mill. kr) og Europakommisjonen (32 mill. kr).



### UTBETALINGER TIL CLIMIT-PROSJEKTER 2007-2017 (NOK)







**GASSNOVA SF/CLIMIT**  
Dokkvegen 10  
N-3920 Porsgrunn

**NORGES FORSKNINGSRÅD**  
Postboks 564 – 1327 Lysaker

**CLIMIT.NO**  
postmottak@gassnova.no