

CO₂

FANGST

TRANSPORT

LAGRING

Tord Lien om
internasjonalt samarbeid

Kristin Halvorsen mener vi
må ta ansvar for utslippene

Norcem vil ha
karbonnøytral betong

ET MAGASIN FRA CLIMIT-PROGRAMMET OM FORSKNING PÅ CO₂-HÅNDTERING

Teknologi verden trenger

Skal vi løse klimakrisen må vi fange og lagre store mengder CO₂.
CLIMIT bidrar til å utvikle teknologien for å gjøre det.

INNHOOLD



- 3 DERFOR TRENGER VI CLIMIT
- 4 NORGE LEDER AN
- 5 SLIK FUNGERER TEKNOLOGIEN
- 8 NORGE ER MED PÅ DUGNADEN
- 10 VIL BLI VERDENS RENESTE SEMENTFABRIKK
- 13 TESTER TEKNOLOGI PÅ TILLER
- 14 SÅ TIDLIG FORETNINGSMULIGHETENE
- 15 KARBONFANGST KAN SIKRE VERDIENE PÅ NORSK SOKKEL
- 16 REINERTSEN VIL VÆRE EN DEL AV LØSNINGEN
- 18 NORSK SOKKEL KAN BLI EUROPAS CO₂-LAGER
- 19 LAGRINGSEKSPERTEN
- 21 VIL BRUKE CO₂ TIL Å UTVINNE MER OLJE OFFSHORE
- 22 REALISTISK IDEALIST
- 23 STERKE PÅ DEN INTERNASJONALE ARENA

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-HÅNTERING. 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-HÅNTERING GJENNOM ØKONOMISK STIMULERING AV FORSKNING, UTVIKLING OG DEMONSTRASJON.

CLIMIT 10 år

Utgiver: CLIMIT-programmet i anledning sitt 10-årsjubileum

I redaksjonen: Liv Lønne Dille, Svein Staal Eggen, Åse Slagtern og Thelma Bergheim

Foto: Geir Mogen, Styrk Fjærtoft Trondsen og iStock **Illustrasjoner:** Headspin

Redaksjonell rådgiving og tekst: Fete typer **Design:** Fete typer **Trykk:** Stibo Printing Solutions

Derfor trenger vi CLIMIT



**I anledning
CLIMITs
10-årsjubileum
er vi glade for å
presentere noe
av mangfoldet
i programmet i
dette magasinet.**

Klimaendringene er en global utfordring som må møtes med mange slags tiltak. Skal vi forhindre at klodens gjennomsnittstemperatur øker med mer enn to grader må utslippet av klimagasser drastisk ned. Vi må over på mer bærekraftig produksjon og forbruk, og vi må ta i bruk mer fornybar energi. Problemet er at det ikke er nok, og at det går for langsomt.

Verdens befolkning øker, velferdsnivå og energibehov er på vei opp. Det grønne skiftet er på vei, men det tar tid. Fossile energikilder vil være viktige i mange tiår framover, og mye livsviktig industri slipper ut klimagasser. Nettopp derfor er teknologi for fangst, transport og lagring av CO₂ så viktig. Vi vil rett og slett ikke ha noen mulighet til å nå to-gradersmålet hvis vi ikke tar denne teknologien i bruk.

CLIMIT er ett av Norges viktigste bidrag til å løse klimautfordringene. I løpet av de siste ti år har vi, sammen med industrien og kunnskapsmiljøene, investert mye i kunnskap og kompetanseutvikling: Det har bragt oss til den internasjonale forskningsfronten, og gjort oss til en aktør å regne med. Norge har også naturgitte forutsetninger for å kunne håndtere lagring av store mengder CO₂ på sokkelen. Vi har de beste forutsetninger for å ta en ledende rolle innenfor fangst, transport og lagring av CO₂.

CLIMIT vil fortsette å jobbe med forskning og utvikling i samarbeid med Forskningsrådet, og med demonstrasjonsanlegg sammen med Gassnova. Det vil gi enda bedre og mer lønnsomme teknologier, men det vil ikke løse den største utfordringer akkurat nå: Å få tatt teknologien i bruk.

Første skritt vil være å komme i gang med et fullskala demonstrasjonsanlegg, slik Regjeringen har lagt opp til innen 2020. Det vil gi viktig erfaring for veien videre. Samtidig må det jobbes politisk med å få på plass de forretningsmessige rammebetingelser som gjør det lønnsomt å fange og lagre karbon. Det handler om å prise utslipp, innføre og forsterke CO₂-skatt. Dette kan ikke Norge innføre på egenhånd, men vi kan være en pådriver for gode internasjonale avtaler og regler.

Vi vet at det er mulig. Verden har gjort det før, for eksempel i møtet med klorfluorkarbonene som ødela ozonlaget, eller svovelutslippene som forsuret jord, skog og vann. Foreløpig har vi ikke fått til en tilsvarende internasjonal enighet om karbonutslipp, men det må komme. For nå haster det.

Hans Roar Sørheim

Programstyreleder i CLIMIT-programmet



HANS JÖRG
FELL

Leder for CLIMIT-
sekretariatet

Mer enn 20 års erfaring
fra forskning og
utvikling, teknologi-
og produktutvikling.

Mastergrad i fysikk fra
Rheinisch-Westfälische
Technische Hochschule
i Aachen. Doktorgrad i
materialfysikk, NTNU.
Gassnova fra 2013.

Norge leder an

Da CLIMIT ble startet opp for 10 år siden, var målet å få fram bedre og mer bærekraftig teknologi for fangst, transport og lagring av CO₂. Vi har kommet langt på veien mot det målet. Teknologien er nå i praksis klar til å tas i bruk.

✍ Hans Jörg Fell, leder for CLIMIT-sekretariatet 📷 Styrk Fjærtoft Trondsen

I løpet av de første 10 årene 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 industripartnere. Det tette og langsiktige samarbeidet mellom forskning og industri er noe av det unike med CLIMIT, og viktig for å få teknologien ut fra laboratoriet og over i virkeligheten. Takket være CLIMIT har norske forskningsmiljøer også blitt svært attraktive som partnere for forskere i andre land.

Klimaendringene er globale og vi må finne verdensomspennende løsninger. Selv om reduserte utslipp og overgangen til fornybar energi er viktig, går utviklingen

for sakte til at det alene vil gjøre at vi når to-gradersmålet. CO₂-håndtering er derfor ikke bare en overgangsteknologi til en karbonfri framtid, men en uunnværlig del av løsningen på klimaproblemene i uoverskuelig framtid.

Norge er et lite land i forskningens verden. Vi kan ikke være eksperter på alt, men vi kan gjør vår del og delta i det internasjonale forskningssamarbeidet. De første 10 år har vært en stor suksess. Nå skal programstyret drøfte hvordan CLIMIT best kan forvalte kunnskap og forskningsmidler i årene som kommer. Selv om forskning og teknologi ikke er det eneste svaret på klimaproblemene, må det utvilsomt være en del av løsningen.

■ ■ **Vi kan ikke være eksperter på alt, men vi kan gjøre vår del.**

Regjeringen vurderer nå muligheten for et fullskala-prosjekt for å teste hele kjeden fra fangst og transport til lagring. En slik demonstrasjon vil vise at CO₂-håndtering ikke bare er nødvendig, men også praktisk mulig. Den erkjennelsen vil bidra til å skape et marked for CO₂, og dermed også for teknologien som skal håndtere det. Da skal Norge være parat. *

Slik fungerer teknologien

Skal vi unngå katastrofale klimaendringer mener FNs klimapanel at jordas gjennomsnittstemperatur ikke bør øke med mer enn to grader celsius sammenliknet med førindustriell tid.

✍ Morten Ryen ✍ Headspin

Et slikt mål forutsetter kraftige kutt i utslipp av klimagasser, og det vil ikke bli lett. Verden vil være avhengig av energi fra kull, olje og gass i mange tiår framover. I tillegg kommer store CO₂-utslipp fra prosessindustri som sement og stål. Skal utslipp fra disse kildene begrenses er det helt nødvendig med teknologi for å fange, transportere og lagre CO₂.

Norge er langt framme når det gjelder forskning på CO₂-håndtering, og man har i dag teknologi som er klar til bruk.

KARBONFANGST Karbonfangsten skjer ved at CO₂-gassen skilles fra andre gasser fra industriutslipp eller kraftproduksjon (eksosgasser). Det finnes ulike teknologier for å fange CO₂. Noen er modne og kan tas i bruk allerede, andre vil kreve mer forskning og utvikling.

Teknologier for å fange CO₂ deles gjerne inn i tre hovedgrupper:

- **Etterrensing av røykgass.** Denne metoden bruker kjemiske stoffer som absorberer CO₂ når de kommer i kontakt med røykgass. Denne metoden gjør det mulig å fange ca. 80–90 prosent av all CO₂ som befinner seg i eksosgassen.
- **Utskilling av CO₂ for forbrenning.** Her spaltes hydrokarboner til CO₂ og hydrogen før selve kraftproduksjonen starter. Hydrogen-gassen brukes til forbrenning, mens CO₂ fanges.
- **Forbrenning med bruk av oksygen.** Her forbrennes hydrokarboner i en ren oksygen atmosfære. Eksosen vil da kun bestå av CO₂ og vanddamp. Når gassen kjøles ned vil vanddampen gå over til vann og den resterende gassen vil være ren CO₂-gass.

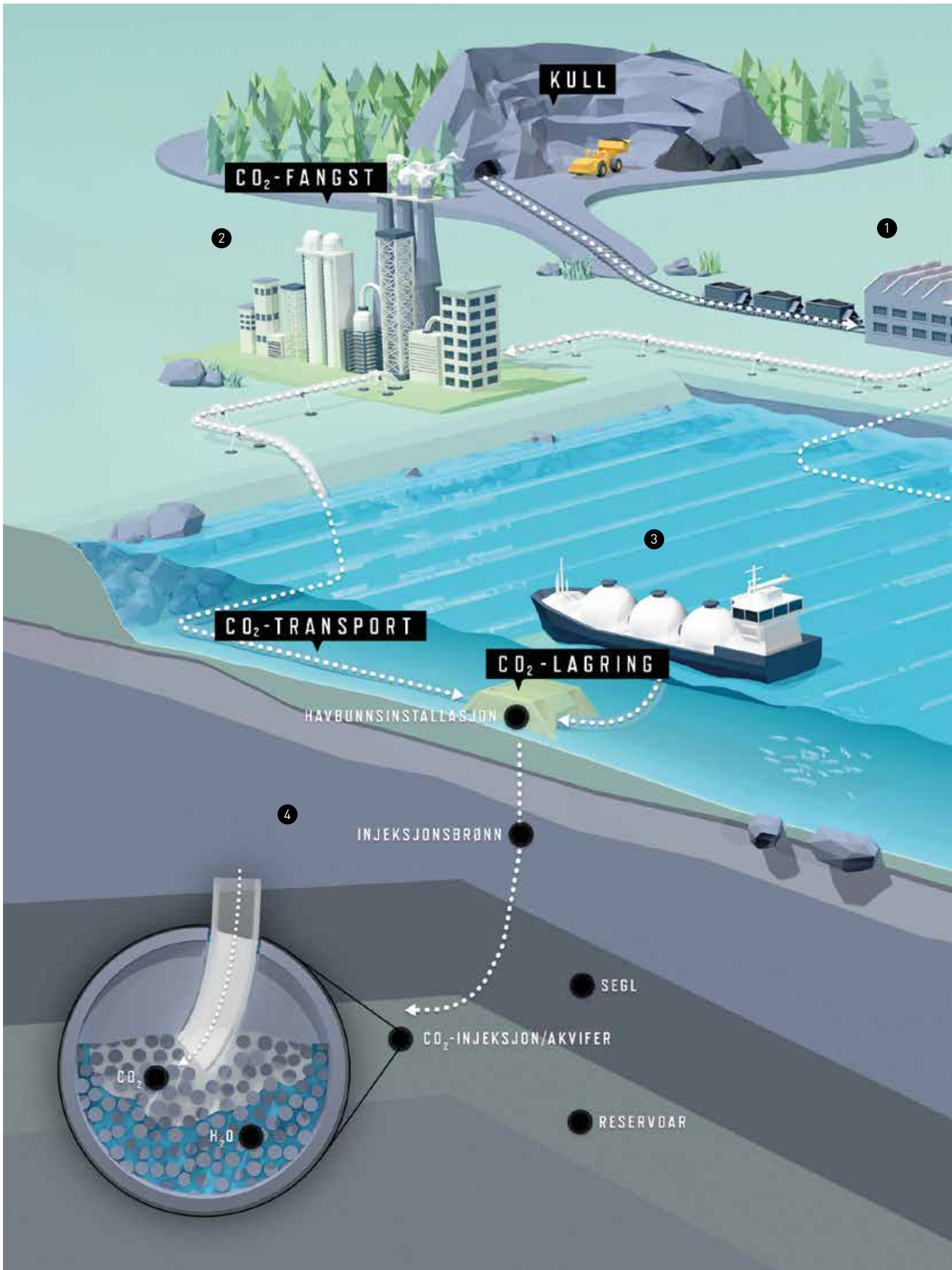
▀▀ *Norge er ledende innenfor forskning på fangst, transport og lagring av CO₂.*

TRANSPORT Når CO₂-gassen er skilt ut og «fanget», blir den komprimert til en væske-lignende tilstand. Deretter kan den transporteres videre under trykk enten via rørledninger, i tankbiler eller i tankskip til et sted som er egnet for permanent lagring. CO₂ sammen med vann har en sterkt korroderende virkning på mange metaller, derfor handler mye av forskningen på transport om å finne materialer som tåler CO₂. I dag er CO₂-transport med skip trolig det mest aktuelle og gjøres allerede av Yara for salg til blant annet matvareindustri. På lengre sikt kan en tenke seg rørledninger fra land og ut til deponi på norsk sokkel.

LAGRING Skal CO₂-fangst ha noe for seg, må vi være sikre på at CO₂ blir lagret på en slik måte at den ikke slipper ut igjen. I praksis handler det om å finne lagringsplasser som ligger så dypt at det naturlige trykket sikrer at CO₂ forblir flytende. I dag er det mest aktuelt å injisere CO₂ ned i geologiske formasjoner en kilometer eller mer ned under vannoverflaten. De geologiske formasjoner som egner seg til CO₂-lagring består av porøse lag som kan ta opp CO₂, og en eller flere tette bergarter som ligger på toppen som et lokk og hindrer at CO₂ lekker ut, såkalte takbergarter.

Tomme olje- og gassfelt er trolig det mest aktuelle alternativet i dag. Reservoarene ligger der klare til bruk, og de har allerede vist at de kan holde på olje og gass i flere millioner år. Hvorfor skulle de ikke kunne holde på CO₂ på samme måte? *





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.



■ ■ Gjennom blant annet CLIMIT har vi bygd opp forskningsmiljøer som er helt i toppklasse internasjonalt.

Norge er med på dugnaden

Fossilt brensel vil være viktig i flere tiår framover, tror olje- og energiminister Tord Lien. Derfor må Norge samarbeide med andre land om å utvikle og ta i bruk teknologi for CO₂-håndtering.

✍ Morten Ryen 📷 Styrk Fjærtoft Trondsen

På vei mot lavutslippssamfunnet må vi øke satsingen på fornybare energikilder, men vi vil også trenge fossile energikilder i mange, mange tiår framover. I tillegg vil vi – også i et lavutslippssamfunn – ha industri som slipper ut store mengder klimagasser. Skal du lage solceller, trenger du silisium, og du kan ikke lage silisium uten å slippe ut CO₂, sier Tord Lien. Han mener teknologi for fangst, transport og lagring av CO₂ blir helt nødvendig.

NORGE I VERDENSKLASSE Statsråden er rastløst tilstede en tidlig ettermiddag i november. Det er bare noen timer til han skal sette seg på flyet til Riyadh i Saudi-Arabia for å delta i et internasjonalt ministermøte om CO₂-håndtering og internasjonalt samarbeid.

– Vår satsing på forskning og teknologi-utvikling er en viktig grunn til at Norge er med i slike fora. Gjennom blant annet CLIMIT har vi bygd opp forskningsmiljøer som er helt i toppklasse internasjonalt, og det tette samspillet vi har mellom institutter, industri og myndigheter i Norge er noe helt unikt, sier Lien.

– Det er noe andre kan lære av.

ET TØFFERE KVOTEMARKED Utviklingen av teknologi for fangst, transport og lagring av CO₂ har kommet langt, men foreløpig har kraftprodusenter og industribedrifter få insentiver for å ta den i bruk.

– I dag er det praktisk talt «gratis» å slippe ut CO₂. Det må det bli en slutt på. Vi er nødt til å få på plass et fungerende kvotemarked så raskt som mulig slik at det blir lønnsomt å ta i bruk teknologi for å håndtere CO₂, sier Tord Lien. Han tror imidlertid ikke markedet kan gjøre jobben alene.

– Jeg tror ikke det er realistisk å få et så stramt kvotemarked innen 2030 at det alene er nok til å gjøre fangst lønnsomt i stor skala, sier han.

– Det vil komme etter hvert, men det vil ta tid. I mellomtiden må myndighetene i de ulike land også bidra, gjennom reguleringer, subsidier eller støtteordninger.

INTERNASJONALT SAMARBEID Ifølge det internasjonale energibyrådet IEA må en sjettedel av CO₂-kuttene de neste 30 årene skje gjennom fangst, transport og lagring av CO₂. Vi når ikke to-gradersmålet ellers.

– Skal vi få gjort teknologien mer effektiv og lønnsom, og få tatt den i bruk, trengs det samarbeid både i Europa og med andre land. Takket være CLIMIT, og en kraftig offentlig satsing på forskning og teknologi, har Norge mye å bidra med, sier Lien.

– Internasjonalt samarbeid gir oss økt tilgang til midler, men også til de beste forskerne i verden på dette området. Med sin kompetanse er våre forskningsmiljøer svært relevante samarbeidspartnere for forskere i Canada, USA og andre land som er ledende på forskning innen CO₂-håndtering.

FULLSKALA-MODELLEN Norske forskere mener tiden er moden for å teste hele forløpet fra fangst til lagring i et fullskalaprojekt. Tord Lien er enig i at et slikt forsøk trengs for å verifisere om teknologien fungerer i praksis.

– Vi har allerede verdens største testsenter for CO₂-fangst på Mongstad, og det finnes også anlegg i drift i USA og Canada. Vi skal absolutt jobbe for et fullskala anlegg også i Norge, men det vil bli krevende å få det til innen 2020. Jeg synes dessuten det er viktigere at vi gjør dette grundig, enn at vi gjør det raskt, sier han.

– Dette er tross alt ikke noe verdensmesterskap. Det er en internasjonal dugnad. *

TORD LIEN
STILLING: Olje- og energiminister (FrP)
CV: Tidligere medlem i Energi- og miljøkomiteen (2005–2009) og Kirke-, utdannings- og forskningskomiteen (2009–2013).
Cand. Phil med hovedfag i historie, mellomfag i statsvitenskap og internasjonal politikk.

Vil bli verdens reenste



sementfabrikk

Alle som har kjørt sørover på E18 gjennom Telemark, kjenner de store, grå siloene ved Norcems sementfabrikk i Brevik. Gjennom pipene her slippes det hvert år ut store mengder CO₂. Det ønsker selskapet å gjøre noe med.

✍ Morten Ryen 📷 Styrk Fjærtøft Trondsen

> Aker Solutions sitt mobile testanlegg er beskjedent sammenlignet med fabrikkens i Brevik. Et fullskala anlegg vil ta betydelig mer plass og kreve en delvis ombygging av sementfabrikken.

Sementindustrien står for omlag fem prosent av verdens utslipp av CO₂, og Norcems sementfabrikk i Brevik, i Telemark er den største enkeltkilden i Fastlands-Norge. De 800 000 tonn som slippes ut gjennom pipene her hvert år tilsvarer utslippet fra all biltransport i Norge i løpet av én måned. Dette ønsker Norcem å gjøre noe med, blant annet ved å halvere utslippet av CO₂ fra røykgassen i Brevik.

– Vi har en visjon om null utslipp fra våre produkter i et livsløpsperspektiv, sier Liv Margrethe Bjerger i Norcem. Hun har vært Norcems prosjektleder for testsenteret, der ulike teknologier for fangst av CO₂ har vært prøvd ut på fabrikkens i Brevik.

– Vi klarer ikke det bare ved å fjerne CO₂ fra røykgassen, men også gjennom tiltak som inkluderer energieffektivisering, CO₂-nøytrale brenselkilder og endring i produksjonsprosessen, sier hun.

I regnstykket hører det også med at ferdig betong over tid binder betydelige mengder CO₂ gjennom såkalt karbonatisering.

UUNNGÅELIGE UTSLIPP Det er et ambisiøst mål Norcem har satt seg, for det er i dag umulig å produsere sement uten å slippe ut store mengder CO₂. Det er også vanskelig å se for seg en verden uten sement, den viktigste ingrediensen i betong, som brukes i alt fra veier, broer og bygninger til kaianlegg og flyplasser.

– Det er to kilder til CO₂ i sementproduksjonen, forklarer Bjerger. – To tredeler kommer fra kalksteinen som er

råvaren for sementproduksjonen. Kalkstein inneholder bortimot 60 prosent CO₂, som frigjøres når kalksteinen knuses og brennes. Den siste tredelen av utslippet kommer fra brennstoff til ovnene. Fordi sementproduksjon krever så høye temperaturer, har det vært vanlig å fyre ovnene med kull.

Norcem har lenge jobbet med å redusere utslippene fra egen fabrikk, og har kommet et godt stykke ved å gå over til å fyre med pellets og avfall som er CO₂-nøytralt. Nå ønsker bedriften å redusere utslippene ytterligere, ved å gå løs på selve røykgassen fra produksjonen.

– Norcem tok selv initiativet til dette prosjektet, sier Bjerger. – Det begynte med at vi kartla kunnskapsstatusen på kjent teknologi for CO₂-fangst, for å finne ut om noe av det kunne brukes på vårt anlegg. Vi endte opp med fire teknologier som vi mente var lovende for utprøving.

VELLYKKET TESTING Selskapet søkte CLIMIT om midler til å etablere et testsenter, og tok kontakt med forskere tilknyttet CLIMIT-programmet gjennom andre prosjekter på henholdsvis NTNU og Høgskolen i Telemark. De siste to årene har de ulike fangstteknologiene vært nøye testet ut både med tanke på effektivitet og kostnader.

– Så vidt jeg vet er dette det eneste stedet i verden der teknologiene er testet ut på ekte røykgass fra sementproduksjon. Det var viktig for oss at det skulle være testing i en virkelig situasjon og ikke bare i et laboratorium, sier Liv Bjerger.

Alle teknologiene har gitt gode →



> **OPTIMIST:** Prosjektleder Liv Bjerger ser optimistisk på mulighetene for et fullskala-anlegg ved sementfabrikken i Brevik.

noe som innebærer en halvering av utslippene fra anlegget uten økte energikostnader.

Aker Solutions avsluttet sitt forskningsprosjekt ved Norcem i oktober 2015. Nå skal de gjøre en mulighetsstudie som skal kartlegge svakheter og risiko ved et fullskala anlegg. Når mulighetsstudien er avsluttet har Liv Bjerger et beslutningsgrunnlag hun kan presentere for morselskapet i Tyskland.

– Hva vi gjør i Brevik angår nemlig ikke bare oss, det vil gi viktig erfaring og nyttig læring både for vårt konsern og for sementindustrien ellers i verden.

LAGRINGSUTFORDRINGER Norske myndigheter har en ambisjon om å realisere minst ett fullskala demonstrasjonsanlegg innen 2020, men Liv Bjerger tror det skal holde hardt.

– Det finnes foreløpig ingen varig løsning for lagring av CO₂, og det må vi ha. Skal vi gå videre med dette skal det være en varig løsning, ikke bare et forsøk over noen år. Og vi kan ikke ta ansvaret for transport og lagring av CO₂. Derfor må myndighetene på banen, sier Bjerger. Hun er likevel både entusiastisk og optimistisk for framtiden.

– Jeg håper og tror vi får dette til i Norge. Det er viktig at noen går foran og får ballen til å rulle. Ingen konkurrerer med oss på mer miljøvennlig betong. *

FAKTA

NORCEM

Med støtte fra CLIMIT har Norcem etablert et småskala CO₂-fangst testsenter ved sementfabrikken i Brevik.

Testsenteret studerer ulike teknologier for CO₂-fangst og vurderer hvor godt egnet disse er for moderne sementfabrikker.

Prosjektets varighet er fra mai 2013 til mars 2017.

Fire ulike teknologier testes:

- > Aker Solutions Aminteknologi
- > RTI Faststoff Faste sorbenter
- > DNV GL/ NTNU/ Yodfat Engineers Membranteknologi
- > Alstom Karbonat syklus

resultater for CO₂-fangst, men de stiller ulike krav til plass, tilpassing og energibehov.

– Vi har prøvd ut både membran-teknologi og faststoff adsorbenter, og flere teknologier kan være aktuelle for vår industri i et litt lengre perspektiv. Den som er mest moden, sett i et 2020-perspektiv, er Aker Solutions sin aminteknologi. Derfor er det den vi har valgt å gå videre med, forklarer Bjerger.

ENERGIKREVENDE PROSESS CO₂-fangst med aminteknologi er altså en metode som kan tas i bruk nå, men den er energikrevende, og det er en flaskehals for Norcem.

– Hvis vi skulle fange all CO₂ i produksjonen måtte vi ha bygget et eget kraftverk, og det er neppe veien å gå. Derfor har vi sett på muligheten for å bruke spillvarme fra sementproduksjonen, og det virker lovende. Det ser ut til at spillvarmen gir nok energi til å kunne fange 400 000 tonn,

> **TRIVES:** Istvan Stiller har jobbet ved sementfabrikken i Brevik i snart 30 år. > **HETT:** Det kreves høy varme for å gjøre kalkstein om til sement.





Tester teknologi på Tiller

Skal du ta i bruk ny teknologi kan det være lurt å prøve den ut i liten skala først. Det er nettopp de de gjør ved SINTEFs CO₂-lab på Tiller utenfor Trondheim. Metoden for å fange CO₂ på Mongstad og i Brevik ble først prøvd ut her.

✍ Morten Ryen 📹 Geir Mogen

Kjører du sørover fra Trondheim langs fylkesvei 885, vil du etter en drøy mil få øye på en høy hvit bygning over trærne på den andre siden av Nidelven. «SINTEF», står det med store bokstaver, noe som ikke levner tvil om at her er det en eller annen form for forskning eller laboratorievirksomhet som foregår. Det er «Tiller-riggen», SINTEFs CO₂-lab.

«**TILLER-RIGGEN**» En så høy og ruvende bygning kan virke malplassert i slike landlige omgivelser, men det er en god grunn til at den er bygget slik. På innsiden finnes blant annet et 28 meter høyt absorpsjonstårn som brukes til CO₂-fangst.

– Vi kan i anlegget teste CO₂-fangst fra ulike røykgasskilder (industri, gasskraftverk eller kullkraftverk), forklarer Mejdell. Det er Mejdell som har ansvaret for den daglige drift og forsøkene som gjennomføres ved anlegget.

– Vi bruker aminteknologi, som er en etablert og velkjent teknologi. Forsøkene handler om å gjøre prosessen mest mulig effektiv og miljøvennlig, og samtidig få ned kostnadene.

KONTROLLERTE OMGIVELSER

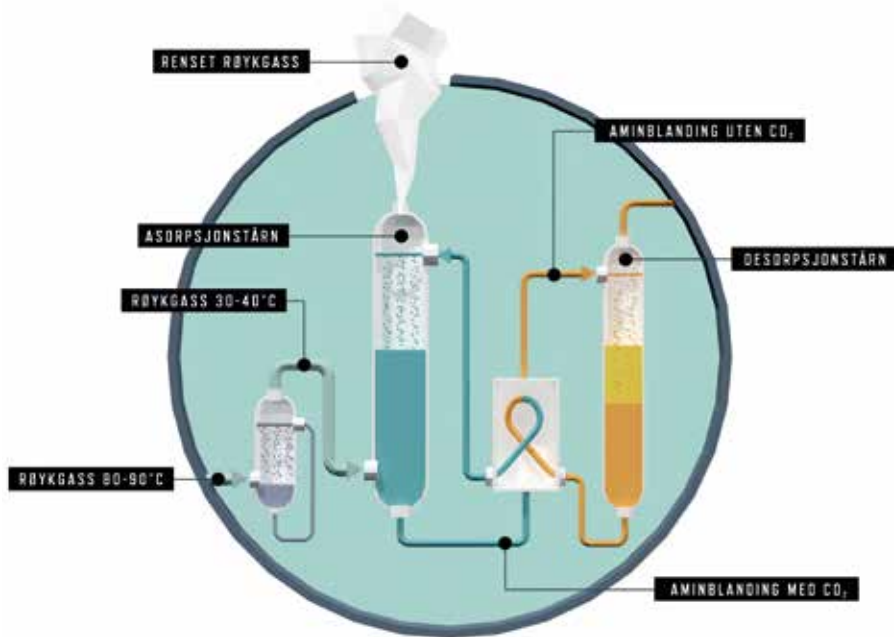
CO₂-laben på Tiller ble etablert i tilknytning til forskningsprogrammet SOLVit, der SINTEF, NTNU og Aker Solutions sam-

arbeider. Tiller-riggen er delvis finansiert med støtte fra CLIMIT-programmet.

– Selv om anlegget her er temmelig stort, er det likevel en miniatyr i forhold til hvordan et fullskala-anlegg på en sementfabrikk eller et gasskraftverk ville sett ut, sier Mejdell.

– Fordelen her er at vi kan påvirke ulike parametere i prosessen i en kontrollert laboratoriesetting, og forsøkene blir også betydelige rimeligere enn de ville vært i full skala.

ENKEL TEKNOLOGI Forsøkene handler i all hovedsak om å prøve ut ulike solventer, det er de kjemiske væskene som →



Metoden for å fange CO₂ med amin-teknologi er relativt enkel. Røykgass slippes opp gjennom tårnet, og solventen tilføres ovenfra. Innvendig er det 28 meter høye absorpsjonståret forsynt med spesielle gitter som bidrar til å skape best mulig kontakt mellom solventen og røykgassen. Når solventen er mettet med CO₂ etter å ha passert ned gjennom absorpsjonstårnet, varmes den opp slik at CO₂ frigjøres. Gassen komprimeres og samles opp i tanker, mens solventen pumpes tilbake for å brukes på ny.

TILPASSES KILDENE Teknologien må tilpasses de ulike kildene, men metoden er ellers klar til bruk – enten det er røykgass fra industri, gasskraftverk eller kullkraftverk.

– Røykgass fra for eksempel en sementfabrikk som i Brevik inneholder 15–20 prosent CO₂, mens utslippet fra et gasskraftverk bare er på 3–5 prosent CO₂. Kullkraftverk inneholder i tillegg til CO₂ også mye svovel. Derfor utvikler vi også teknologi som kan fange svovel fra røykgassen, sier Mejdell. – I det hele tatt har vi kommet veldig langt på utvikling av denne typen fangstteknologi. Den største utfordringen nå er vel å få på plass en økonomi og infrastruktur som gjør det mulig å lagre store mengder CO₂. *

> **KARBONFANGST:** Røykgassen avkjøles først før den tilføres en aminblanding i et absorpsjonstårn. Renset røykgass slippes ut, mens aminblandingen mettet med CO₂ føres over i et desorpsjonstårn der det varmes og slik at CO₂ skilles ut. CO₂ samles for lagring. Aminblandingen føres tilbake, og prosessen gjentas. Aminblandingen kan brukes mange ganger.

brukes til å binde CO₂ i røykgassen.
– Solventene er en blanding av ulike kjemikalier med ulik evne til å absorbere CO₂, og de stiller også ulike krav til energibruk.

I prosjektet SOLVit testet vi ut flere titalls ulike solventer på lab for å finne fram til de som egner seg best. De beste ble så testet ut her før det ble testet i større skala som for eksempel på Teknologisenteret på Mongstad og på Norcems sementfabrikk i Brevik, sier Mejdell.



> 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.

Så tidlig forretningsmulighetene

Aker Solutions har vært en viktig pådriver for å omsette forskningsbasert kunnskap til praktisk anvendbar teknologi. Etter drøyt syv års forskning og testing har selskapet nå fangstteknologi som er klar for markedet.

– Vi så allerede i 2005 at dette med CO₂-fangst ville komme, og tenkte at vi som teknologer kanskje kunne ha noe å bidra med, sier Oscar Graff, teknisk direktør i Aker Solutions. Selskapet konkluderte raskt med at etterrensing av røykgass var den teknologien de hadde mest kompetanse på.

– Det var også den teknologien vi hadde mest tro på. Den er fleksibel, robust og vi tenkte den ville være ledende de første tiårene, sier Graff.

AVGJØRENDE TESTING Aker Clean Carbon (nå heleid av Aker Solutions) ble etablert i 2007 og inngikk omtrent på samme tid samarbeid med SINTEF og NTNU. Sammen søkte de i 2008 midler fra CLIMIT. Det ble starten på forskningsprogrammet SOLVit som skulle utvikle og teste nye, forbedrede kjemiske blandinger som kan binde og frigjøre CO₂. – Det var helt avgjørende for oss å ha forsknings-

Karbonfangst kan sikre verdiene på norsk sokkel



Petroleumsindustrien må komme på offensiven og ta et større ansvar for CO₂-utslippene de forårsaker, mener klimadirektør Nils A. Røkke ved SINTEF. Karbonfangst kan gi naturgass et langt liv i lavutslippssamfunnet.

– Hvis det er ett land i Europa som skulle ha interesse av CO₂-håndtering, så er det Norge, sier Nils A. Røkke. – Som en så stor petroleums-eksportør forårsaker vi 11 ganger så store utslipp som det vi har selv. Dette er utslipp som vi ikke tar med i regnestykket i dag fordi det er kjøperens problem. Hvor lenge tror du det vil vare?

IKKE BARE EN OVERGANG Røkke har jobbet med CO₂-problematikk i mange år, både som forsker ved SINTEF

og som tidligere medlem av programstyret for forskningsprogrammet CLIMIT. Han mener karbonfangst både er en helt nødvendig teknologi for å nå de globale klimamålene, og en unik mulighet for Norge.

– Mange snakker om CO₂-håndtering som en overgangsløsning, nærmest som et nødvendig onde på vei mot lavutslippssamfunnet. Det er langt mer enn som så.

Spesielt for deler av industrien er karbonfangst selve løsningen. Fabrikker som produserer kunstgjødsel, sement, glass og metall har prosesser som gir store CO₂-utslipp. Å fange, transportere og lagre CO₂ er eneste mulighet for dem til å oppnå virkelig store kutt.

GRØNN GASS Også for petroleumsnæringen er CO₂-fangst noe mer enn en overgangsløsning. Teknologien kan gi naturgass et langt liv i lavutslippssamfunnet.

– Da vi startet CLIMIT, var mandatet å «fikse» problemet med CO₂-utslipp fra gasskraftverk. Tanken var at Norge skulle ha CO₂-frie gasskraftverk og selge energien til Europa. CO₂-håndtering kan øke verdien av den norske olje- og gassvirksomheten, men da må vi erkjenne hvilke utfordringer vi har, og gripe sjansen til å gjøre noe med dem. Nå.

Hvis vår naturgass skal framstå som et bærekraftig alternativ, mener Røkke vi bør lagre like mye CO₂ som gassen forårsaker.

– Europa trenger vår gass, men de trenger ikke utslippet, sier han. I neste omgang ser han for seg at vi kan bruke naturgassen som råstoff for å produsere hydrogen direkte på plattformene, og selge rent hydrogen til Europa. Begge scenarier forutsetter injeksjon av CO₂ i undergrunnen.

SKJEBNETIME Røkke mener det er helt avgjørende at vi tar hånd om CO₂-problemet hvis vi skal fortsette å selge norsk naturgass til Europa. Hvis ikke frykter han det vil gå med olje- og gassnæringen som med kullselskapene.

– For bare noen år siden tjente kullselskapene enorme summer, men så kom energirevolusjonen til Europa. Nå vil ingen ha kull hvis de kan unngå det, sier Røkke.

– De hadde sjansen til å investere i renseteknologi. De hadde pengene. Nå kan det se ut som om det er for sent.

Han frykter at myndighetene og norsk olje- og gassnæring ikke tar inn over seg de nye realitetene raskt nok.

– Det er ingenting som heter «business as usual» i den energi- og klimarevolusjonen vi nå er midt oppe i. Fornektelsens tid er forbi. *

partnere med solid kompetanse. Og vi har utdannet flere PhD, postdoc og masterstudenter i programmet. I tillegg ville vi ha et testanlegg som kunne brukes for å teste på reelle, industrielle røykgasser, sier Graff.

– Det var derfor vi bygget vårt mobile fangstanlegg (MTU) i 2008 og som senest har testet i 18 måneder i Brevik på Norcems sementfabrikk.

Tiller-riggen, eller SINTEFs CO₂-lab, ble også bygget delevis med midler fra SOLVit. Den har vært viktig for å teste egenskapene til de ulike solventene i en kontrollert setting.

– Vi har testet om lag 90 ulike solventer for å finne fram til de beste og

mest kostnadseffektive for ulike typer røykgass, sier Graff. Takket være SOLVit kan selskapet i dag tilby solventer som har svært lav degradering, og er mange ganger bedre enn tidligere solventer.

VIKTIGE INDUSTRIPARTNERE

For Aker Solutions har det hele tiden vært viktig å ha sentrale industripartnere med på laget, i tillegg til forskningsmiljøene.

– At en ekstern aktør vil være med er alltid en god test på om vi er på riktig spor. Det er derfor vi hele veien har hatt med oss sentrale industripartnere fra brukersiden som EnBW, Statkraft, Scottish Power og E.ON, sier Graff.

– Støtten fra CLIMIT har også vært helt

avgjørende. Uten den hadde vi ikke kommet så langt som vi har, og det hadde vært betydelig vanskeligere å få med industripartnere.

Graff mener vi har kommet langt på forskning og utvikling på karbonfangst i Norge, men mener det er helt avgjørende at det bygges kommersielle anlegg dersom industrien skal utvikle seg videre i Europa.

– For Aker Solutions er teknologien av interesse både til rensing av industriutslipp, naturgass og for bruk til økt oljeutvinning. Vi har kompetanse og erfaring langs hele verdikjeden, men i dag er det ikke lønnsomt, sier han.

– Rammebetingelsene er ikke på plass. *

Reinertsen vil være en



■ ■ *Planen er at vi skal ha et kommersielt produkt klart allerede tidlig i 2017.*

del av løsningen

Tenk deg en framtid der naturgass fra Nordsjøen blir forvandlet til ren hydrogen, og CO₂-gassen som blir igjen pumpes tilbake i reservoaret. Det mener Reinertsen de kan få til med en syltynn membran av palladium.

✍ Morten Ryen 📷 Geir Mogen

I et romslig hjørnekontor, med fri utsikt til Munkholmen og Trondheimsfjorden, sitter Torkild Reinertsen og Frode Roness med et 20 cm langt glassrør mellom hendene. På innsiden er det et stålrør kledd med noe som ligner aluminiumsfolie. – Dette er framtiden, sier Reinertsen.

GRØNN BUSINESS Reinertsen AS er en familieeid engineeringbedrift, etablert like etter 2. verdenskrig. Selskapet, som i dag har omlag 2 500 ansatte, leverer alt fra avansert offshore-teknologi, til rådgivende ingeniørtjenester. Selv om fallende oljepris har gitt selskapet hard medfart i det siste, er Torkild Reinertsen overbevisst om at olje og gass vil være viktig også i framtiden.

– Det er en rekke formål der det ikke finnes alternativer i dag, så olje og gass vil vi trenge i flere tiår framover. Klimaproblemet er imidlertid reelt nok, derfor må vi gjøre denne næringen så ren og bærekraftig som mulig, sier han. Det er her det lille glassrøret kommer inn.

PALLADIUM-MAGI Det blanke metallet kan ligne aluminium, men er noe helt annet. Det er en tynn film av palladium – et sjeldent og svært kostbart grunnstoff med helt unike egenskaper. Det er nemlig bare hydrogenatomer som slipper gjennom filmen, mens CO₂ og andre gasser blir holdt tilbake. Når filmen legges over et porøst rør som det sendes gass gjennom, vil hydrogen skilles ut gjennom membranen. Teknologien kan dermed brukes til å produsere hydrogen uten å slippe ut CO₂.

Reinertsen ønsker i første omgang å bruke teknologien til CO₂-fangst på gasskraftverk. Neste skritt på veien blir å teste teknologien på Statoils metanolanlegg på Tjeldbergodden.

– Det er flere år siden vi først tok kontakt med SINTEF og NTNU for å få hjelp til CO₂-fangst,

sier Frode Roness, som har ledet prosjektet.

– Det var de som foreslo bruk av palladiummembran. De membranene som eksisterte var imidlertid for tykke til praktisk bruk i stor skala. Utfordringen har derfor vært å lage membranene så tynne som mulig, og i tilstrekkelig stort areal. Det har vi fått til, takket være et A-lag av forskere og støtte fra CLIMIT. Nå kan vi produsere én kvadratmeter av gangen. Filmen legges over porøse rør som settes sammen til moduler. Rensekapasiteten bestemmes egentlig bare av antall moduler.

HASTVERK Selv om teknologien ikke er ny, har Reinertsen et konkurransefortrinn i å ha den tynneste og mest effektive membranen. Skal de beholde forspranget, er det viktig å komme ut på markedet så fort som mulig.

– Planen er at vi skal ha et kommersielt produkt klart allerede tidlig i 2017, eller kanskje helst allerede sent 2016, sier Torkild Reinertsen. – Deretter håper vi at mange kunder vil prøve ut teknologien i sine eksisterende anlegg.

Selv om dette i første omgang er tenkt som en renseteknologi, kan det bli vel så aktuelt for å produsere hydrogen. Hydrogen kan brukes både til energiproduksjon og som drivstoff i transportsektoren, og har den fordel at det eneste «avfallet» er rent vann. Tradisjonell hydrogenproduksjon gjennom elektrolyse er imidlertid svært energikrevende, noe som ikke nødvendigvis er så bra for miljøet. Palladium-teknologien er lite energikrevende.

– Tenk deg at vi tar denne teknologien i bruk på plattformer ute i Nordsjøen. Da kan vi produsere hydrogen i store mengder, samtidig som vi injiserer overskuddet av CO₂ direkte ned i olje- og gassfeltene der den vil bidra til høyere utvinningsgrad for den går til varig lagring, sier Torkild Reinertsen begeistret. – Da ville vi kunne få en «lavkarbon» gassvirksomhet som er bærekraftig også i et lavutslippssamfunn. *

PALLADIUM-TEKNOLOGI

> Utviklet ved SINTEF siden tidlig på 90-tallet.

> CO₂ skilles ut ved hjelp av en 1,5 mikrometer tykk membran laget av palladiumlegeringer.

> Teknologien er validert og utviklet i samarbeid med oljeselskaper via flere EU-prosjekter og prosjekter støttet av Forskningsrådet.

> Et kraftverk på 400 MW vil kreve et membranareal på 11 000 kvm.

Norsk sokkel kan bli Europas CO₂-lager

Får Grethe Tangen på SINTEF det som hun vil, skal Norge fylle tomme olje- og gassfelt med CO₂ fra hele Europa. Det gir oss ikke bare litt bedre samvittighet for all oljen og gassen vi har pumpet opp. Det kan bli god butikk også.

I mer enn 45 år har vi pumpet olje og gass opp fra norsk kontinentalsokkel. Det har gjort Norge til et rikt land. Nå kan vi kanskje bli enda rikere på å fylle de tomme reservoarene og enorme sandsteinsformasjoner med all den klimagassen som Europa ønsker å bli kvitt.

– Det skal i hvert fall ikke stå på teknologien, sier Grethe Tangen, seniorforsker i SINTEF Petroleum, og leder for prosjektet «Grunnlag for storskala CO₂-lagring på norsk sokkel». Prosjektet har sett på mulighetene for å starte med slik lagring allerede fra 2018.

– Vi vet hvordan vi skal fange CO₂, vi vet hvordan vi skal få transportert den ut og vi vet hvordan vi skal injisere den under havbunnen. Vi ser ingen tekniske hindringer. Det er ikke der utfordringen ligger. Får vi en høy pris på CO₂ vil behovet for lagring komme.

HELHETSTENKNINGEN En rekke forskningsmiljøer utvikler teknologi både for fangst, transport og lagring av CO₂. Grethe Tangen og hennes kolleger forsøker å se helheten og realismen i et fullskala CO₂-håndteringsprosjekt.

– Skal dette fungere i praksis må noen kunne identifisere risiko og utfordringer langs hele kjeden, sier hun. – Hvordan skal CO₂ fra industri behandles før den transporteres med skip? Hvilken temperatur skal gassen ha ved injisering? Vil gassen holde seg på plass etter injisering? Hvordan kan vi unngå lekkasjer? Hva gjør vi hvis noe uventet skjer? Slike spørsmål må vi stille. Det er også

viktig å se på konsekvensene av ulike valg eller endringer i ulike parametere. Skaper det problemer? Får det konsekvenser for lønnsomheten?

CO₂-håndtering er en uunnværlig del av løsningen på klimaproblemene.

OPTIMIST Selv om det utvilsomt er mange utfordringer, er Grethe Tangen utelukkende entusiastisk over muligheten for å lagre CO₂ fra hele Europa på norsk sokkel.

– CO₂-håndtering er en uunnværlig del av løsningen på klimaproblemene, og når du ser på mengden CO₂ som må lagres for at vi skal nå to-gradersmålet kan du bli litt nedslått. Samtidig er jeg mer optimistisk enn noen gang. Vi kan få dette til hvis vi vil. Vi har demonstrert at det er mulig, og vi har naturgitte forhold for å kunne lagre nærmest ubegrensede mengder CO₂. I tillegg har vi erfaringene fra offshore olje- og gassvirksomhet som vil være viktige for å få det til i praksis. Her har vi en unik mulighet til å gjøre noe som betyr noe i den store sammenhengen. Ikke bare for Norge, men for hele Europa.

TIDSRIST Problemet er at det ikke er noe marked som roper etter løsninger.

– Nettopp derfor har CLIMIT vært så viktig. Vi har kunnet jobbet med teknologiutvikling i et langsiktig perspektiv uten å være avhengig av etterspørselen fra markedet, sier Tangen, som mener vi må ta med oss den offensive tanken videre.

– Prosjektene må være av en slik dimensjon at det monner. Vi vet at det er mulig, men vi må bestemme oss for å gjøre det. Da vil vi være klare med lagringskapasitet når markedet kommer. Men det haster med å komme i gang, for det tar kanskje fem til ti år å klargjøre et lager på sokkelen.

MÅ TA LEDERTRØYA Hun mener Norge bør ta en ledende rolle i utviklingen av teknologien og for å få på plass de rammebetingelsene som skal til for å skape et marked. Ingen andre har bedre forutsetninger.

– Danmark har posisjonert seg på vindkraft, Tyskland på solenergi – Norge kan bli Europas CO₂-lager. Det er både noe vi har høy kompetanse på og noe vi har interesse av å lykkes med. Både for å ta vare på verdiene på norsk sokkel, men også for å få til en omstilling til en økonomi som er litt mindre avhengig av olje, sier Tangen. – Jeg mener CO₂-håndtering er en nøkkel til begge disse ambisjonene. *

> Grethe Tangen, seniorforsker i SINTEF Petroleum, mener Norge bør bruke tomme olje- og gassreservoarer til å lagre CO₂ fra hele Europa.





> Philip Ringrose i Statoil forsikrer at det er helt trygt å lagre CO₂ under havbunnen.

Lagringseksperthen

Mange synes det høres risikabelt ut å lagre millioner av tonn CO₂ under havbunnen. Hvordan gjøres det? Er det trygt? Hva om det lekker ut? Philip Ringrose i Statoil kan berolige. Han forklarer at det har blitt gjort i 20 år allerede.

Ringrose er petroleumsgeolog i Statoil og Prof. II på NTNU, og en av Norges fremste eksperter på CO₂-lagring. Han har vært med på lagring av CO₂ under havbunnen både på Sleipner og Snøhvit på norsk sokkel, og i underjordiske reservoarer i In Salah i Algerie.

– Denne typen lagring bygger på mye av den samme kunnskapen som vi har fra utvinning av gass og olje, men teknisk er det litt mer komplisert. Det krever også betydelige investeringer i infrastruktur hvis det skal gjøres i stor skala.

VIL LEGGE RØR Ringrose mener det eneste realistiske scenariet for storskala lagring er å frakte CO₂ fra land og ut på sokkelen i rør. Selve injiseringen krever nøyaktighet og overvåking, men Ringrose mener at gassen ligger trygt når den først er på plass.

– Mange er bekymret for om CO₂ kan lekke ut gjennom forkastninger eller

sprekker, eller skape jordskjelv, men forskningen viser at det er liten fare for det. Ifølge Ringrose er det ingenting i veien med å starte lagring av CO₂ i stor skala nå, men det har en pris – og den må noen betale.

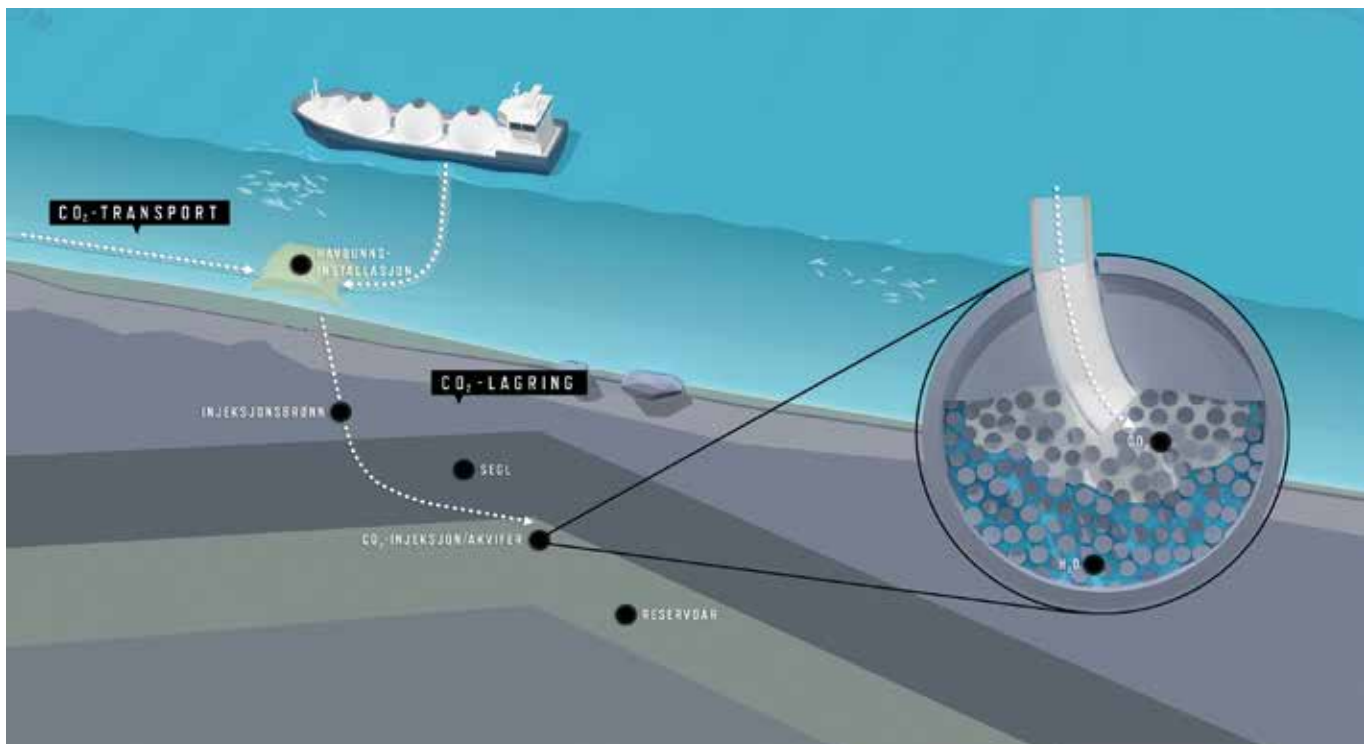
– CO₂-lagring øker selvfølgelig prisene på fossile energikilder sammenlignet med om du ikke lagrer. Men sammenligner du energikostnadene med fornybare kilder som vindkraft eller solenergi, så er det faktisk konkurransedyktig, sier han.

NOEN MÅ BETALE Ringrose mener Norge, takket være CLIMIT, er ledende på forskning om CO₂-lagring, men når det gjelder praktisk anvendelse må vi se oss slått av USA og Canada. Her har de kommet langt i å bruke CO₂ til å utvinne olje, såkalt økt oljeutvinning (EOR), og samtidig lagre.

– EOR kan til en viss grad betale for CO₂-lagringen. Ved annen type lagring må antakelig kostnadene bakes inn i energiprisen, sier Ringrose.

– Heldigvis er jeg teknolog, og ikke politiker. Hvis myndigheten ønsker å lagre CO₂, kan jeg si hvordan det må gjøres. Hvem som skal betale slipper jeg å ta stilling til. *

> **LAGRING:** CO₂ injiseres i porøse bergarter under havbunnen. Over lagringsplassen må det være stabile takbergarter som forseglar lageret.





FAKTA

ØKT UTVINNING

- > EOR kan gjøre det mulig å utvinne ytterligere 300 millioner kubikkmeter olje på norsk sokkel.
- > Det tilsvarer 10 prosent av det som allerede er hentet opp.
- > På britisk sokkel kan reservene være tre ganger så store.



> Pål Helge Nøkleby i Aker Solutions mener Norge er veldig godt posisjonert for å drive med EOR offshore.

» **Vi kan antakelig lagre betydelig mer CO₂ enn det den oljen vi utvinner vil representere.**

Vil bruke CO₂ til å utvinne mer olje offshore

Aker Solutions har betydelig kompetanse på offshore teknologi for å utvinne olje og gass. Nå vil de bruke erfaringen sin til å få enda mer ut av feltene ved å injisere CO₂ i reservoarene. Alt skal foregå på havbunnen.

CO₂ fra fossile brensler regnes som en av årsakene til global temperaturøkning. Er det da en god idé å bruke CO₂ til å presse ut enda mer olje av reservoarene? Det mener Pål Helge Nøkleby, direktør for forretningsutvikling i Aker Solutions.

– Det kan kanskje høres litt paradoksal ut, men det finnes teknologi som kan gi redusert karbonfotavtrykk til den ekstra produserte oljen, ved at mye av det injiserte karbondioksidet blir værende i reservoaret. Vi kan antakelig lagre betydelig mer CO₂ enn det den oljen vi utvinner ekstra vil slippe ut ved forbrenning. Dette gjøres ved å ta i bruk oljereservoaret som et CO₂-lager i en fase etter den kommersielle oljeproduksjonen, sier Nøkleby.

KJENT METODE EOR – eller økt oljeutvinning – er en metode som har vært kjent og brukt for å utvinne olje i 40 år,

blant annet i USA, men da for utvinning på land. Metoden har aldri vært benyttet i kommersiell sammenheng offshore, av ulike teknologiske og kostnadmessige årsaker. Sammen med Statoil og CIPR har nå Aker Solutions kommet opp med et teknologikonsept som kan bidra til å realisere offshore-basert CO₂-EOR.

– Det vi foreslår er å injisere CO₂ fra skip ned i reservoaret, og samtidig håndtere CO₂ som kommer tilbake med oljestrømmen i en havbunnsinstallasjon, sier Nøkleby. – Nå er det om å gjøre og få testet dette ut, slik at vi kan dokumentere at det vil fungere også i fullskala.

BRUKER EKSISTERENDE UTSTYR

Aker Solutions konsept for offshore EOR har mange fordeler. De kan bruke mange av de utstyrskomponentene de allerede bruker for subsea olje- og gassproduksjon som for eksempel Åsgard subsea kompressor-teknologien, men setter elementene sammen på nye måter for å få en fungerende produksjonslinje.

– Konseptet er selvfølgelig ikke uten utfordringer. Vi ønsker derfor å teste dette ordentlig ut så snart som mulig, slik at

metoden forhåpentligvis kan bli en del av en fullskala prosess for CO₂-håndtering i 2020, sier Nøkleby.

En av utfordringene er å få bragt tilstrekkelig mengde med CO₂ fra kilder på land og ut til sokkelen. Tidligere har det vært snakket om rørledninger, men Nøkleby tror ikke det er realistisk i første omgang.

– Jeg er overbevist om at skips-transport vil være riktig i første generasjon av offshore CO₂-EOR. Grunnen er at et EOR-prosjekt har en begrenset levetid, så rørinstallasjoner vil være upraktisk og svært kostbart, sier Nøkleby.

STORE VERDIER Store verdier kan bli realisert dersom denne teknologien blir virkeliggjort.

– På norsk sokkel finnes det kanskje 300 millioner kubikkmeter olje som kan utvinnes med CO₂-flømming. Det tilsvarer omtrent 10 prosent av det vi allerede har hentet opp. På britisk side finnes det kanskje tre ganger så mye, sier Nøkleby.

– Det beste av alt er likevel at denne metoden kan gi stor verdiskaping samtidig med et redusert karbonfotavtrykk for den ekstra produserte oljen. *

Realistisk idealist

Oljen fra Nordsjøen har skapt både velstand og velferd i Norge. Cicero-direktør Kristin Halvorsen mener det er vår moralske plikt å ta ansvar for de uheldige konsekvensene av oljevirkosomheten. For eksempel ved CO₂-håndtering.

✍ Morten Ryen 📍 Styrk Fjærtoft Trondsen

Verden har oppnådd enighet om at vi må begrense økningen i den globale oppvarmingen til maks to grader. Samtidig øker erkjennelsen av at vi ikke vil komme dit med utslippskutt og fornybare energikilder alene. Til det er vi for sauset inn i olje.

- Skal vi ha noen som helst sjanse til å nå to-gradersmålet må vi satse på CO₂-håndtering. I tillegg til å redusere klimagassutslippene ned mot null er karbonfangst og lagring det viktigste vi kan holde på med akkurat nå, sier Kristin Halvorsen.

REALIST Kristin Halvorsen har gått fra å være politiker til å bli leder av et klimaforsknings-senter. Det er med trygg forankring i klimaforskning og FNs femte klimarapport hun etterlyser høye ambisjoner for karbonfangst og -lagring.

- Det går alt for langsomt å få til de endringene som trengs, sier hun. – Dessverre er det ikke sånn at vi bare kan stenge oljekrana i morgen. Til det er verden alt for avhengig av fossile brensler. Ganske mye ville stoppe opp på en dramatisk måte hvis vi plutselig skulle greie oss uten olje og gass. Derfor må vi ha en plan for å fase ut bruken av fossile brensler, samtidig som vi tar i bruk teknologi for å fange og lagre CO₂.

SAVNER POLITISK HANDLEKRAFT

Kristin Halvorsen mener samarbeidet mellom Gassnova og Norges forskningsråd om forskningsprogrammet CLIMIT har vært svært viktig for norsk kunnskapsutvikling innenfor CO₂-håndtering.

- CLIMIT har gitt oss en mye større og bedre verktøykasse enn vi hadde for noen år siden. Samtidig har denne store satsingen plassert

norske forskere og norske forskningsmiljøer helt i forskningsfronten internasjonalt. Det forplikter, sier hun. Hun mener vi fortsatt skal satse på forskning og utvikling, men at teknologien er moden nok til å tas i bruk.

- Teknologien er der. Dessverre er det ikke lønnsomt å ta den i bruk foreløpig. Det må bli mye dyrere å slippe ut CO₂, men prising krever både politisk vilje, handlekraft og internasjonal enighet.

VI MÅ GÅ FORAN Mens vi venter på verdens politikere og et fungerende CO₂-marked, mener Halvorsen vi snarest bør få på plass et nytt fullskala-prosjekt for fangst, transport og lagring i Norge.

- Selv om Mongstad ble mer komplisert og kostbart enn forutsatt, er det ingen grunn til å gi opp. Vi bør snarest finne oss et annet prosjekt, sier hun. Med oppvekst i Porsgrunn er det lett å slippe lokalpatriotismen til når hun skal komme med et forslag.

- Sementfabrikken i Brevik! Det mener jeg oppriktig hadde vært et både spennende og viktig prosjekt, ler hun.

Kristin Halvorsen mener norske myndigheter bør støtte virksomheter som ønsker å drive med fangst og lagring av CO₂, selv om det ikke er «lønnsomt» under dagens rammebetingelser.

- Som en stor eksportør av olje og gass mener jeg vi nærmest er moralsk forpliktet til å satse på CO₂-håndtering, sier hun. – Norsk økonomi og norsk velstand ligger i verdenstoppen, og det kan vi i stor grad takke oljen for. Er det ikke da en rimelig forventning at vi også rydder opp etter oss? I tillegg er det mye som tyder på at «det grønne skiftet» kan komme raskere enn mange tror. Da vil det være et konkurransefor-trinn å ligge i front på dette området. *

KRISTIN HALVORSEN


STILLING: Direktør for CICERO Senter for klimaforskning

CV: Tidligere SV-leder. Stortingsrepresentant fra 1989–2013.

Medlem av Stoltenberg II-regjeringen fra 2005–2013.

Norges første kvinnelige finansminister, 2005–2009. Kunnskapsminister 2009–2013.

Har studert sosialpedagogikk og kriminologi ved Universitetet i Oslo.



*Som en stor eksportør
av olje og gass mener
jeg vi nærmest er
moralsk forpliktet
til å satse på
CO₂-håndtering.*

CLIMIT blir utvilsomt sett på som viktig ute i verden, og Norge er helt i forskningsfronten på flere områder.

Sterke på den internasjonale arena

CLIMIT har både styrket Norges posisjon internasjonalt, og gitt norske forskere økt adgang til internasjonalt forskningssamarbeid. De internasjonale nettverkene er helt avgjørende i en forskningsdugnad som skal løse globale utfordringer.

– CLIMIT blir utvilsomt sett på som viktig ute i verden, og Norge er helt i forskningsfronten på flere områder, sier Niels Peter Christensen, sjefsgeolog i Gassnova. Christensen har lang erfaring med internasjonalt forskningssamarbeid innenfor CO₂-håndtering.



– CLIMIT har representert kontinuitet i en periode der det har vært vekslende oppslutning om og interesse for CO₂-håndtering. Styrken og langsiktigheten i satsingen har gitt Norge et utvilsomt fortrinn, sier han.

FELLESEUROPEISK SATSING

European Research Area (ERA) er en av flere viktige arenaer for europeisk forskningssamarbeid. Her er det Norge som, sammen med Tyskland, forsøker å få til en felles europeisk satsing på karbonfangst og -lagring. Det vil i så fall bli den største forskningsinnsats på feltet noensinne.

– Tanken er at de enkelte land bidrar med egne midler, og så stiller EU med tilleggsfinansiering gjennom Horisont 2020 tilsvarende 50 prosent av landenes bidrag. Programmet skal dekke hele forløpet fra fangst, via transport til lagring, forklarer Christensen. Han håper også europeisk industri ser dette som en anledning til komme i gang med karbonfangst. – Dette gir dem en sjanse til å prøve ut teknologi som de uansett vil måtte til å ta i bruk før eller senere.

SAMARBEID MED USA

Forskningssamarbeid med USA har lange tradisjoner i Norge, og CLIMIT er intet unntak i så måte. Foreløpig er samarbeidet mellom USA og Norge på planleggingsstadiet, men kontakten mellom de to landene er på høyt nivå. Det har blant annet vært møter mellom våre egen olje- og energiminister og det amerikanske Department of Energy, etter initiativ fra CLIMIT.

– I tillegg har vi skapt møteplasser for forskere. Så sent som i september møttes forskere fra Norge og USA for å diskutere hvilke områder det kan være mest aktuelt for oss å samarbeide, sier Aage Stangeland, programkoodinator for CLIMIT i Norges

forskningsråd. – Forhåpentligvis vil dette være starten på samarbeid om prosjekter til nytte for begge parter. Både våre forskere og våre industripartnere bør være av interesse for amerikanerne.

Selv om CLIMIT har vært en stor og kostbar satsing for Norge, mener Stangeland at programmet har vært svært verdifullt.

– Gjennom CLIMIT har vi bygd opp miljøer som blir lagt merke til internasjonalt. Det gjør at vi blir en attraktiv samarbeidspartner, og også at vi får mer igjen for vår deltakelse i EUs ramme-



program Horisont 2020, sier Stangeland.

– Takket være et tett samarbeid med dyktige industripartnere tror jeg CLIMIT-forskningen kan legge grunnlaget for viktig ny norsk næringsutvikling. *