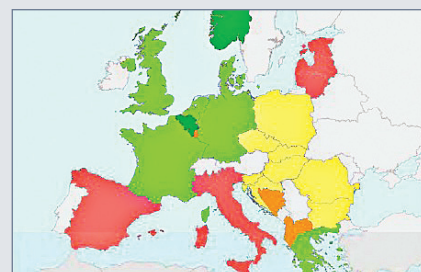




Svalbard er et velegnet sted når matematikerne skal teste ut modeller for lagring av CO<sub>2</sub>. [❖ side 3](#)



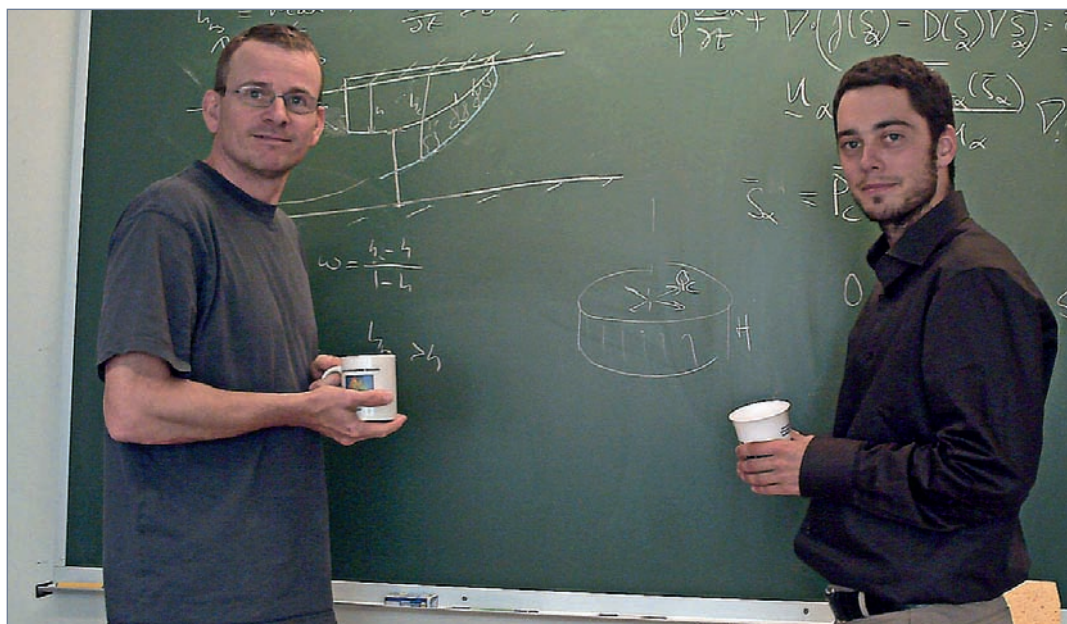
Statsministeren åpnet det nye forskningssenteret for CO<sub>2</sub>-håndtering - BIGCCS. [❖ side 4](#)



EU-landene har et enormt potensial for lagring av CO<sub>2</sub>, viser Geocapacity-prosjektet. [❖ side 4](#)

## Reduserer risikoen ved CO<sub>2</sub>-lagring med matematikk

Marerittet for dem som skal lagre klimagassen CO<sub>2</sub> i bakken, er at gassen lekker ut igjen. Et omfattende norsk forskningsprosjekt utvikler verktøy for å skille ut de gode fra de dårlige lagringsstedene, før et eneste gram CO<sub>2</sub> er pumpet ned.



Helge Dahle (t.v.) og Jan Nordbotten utvikler en ny matematisk modell for transport av CO<sub>2</sub>. (Foto UIB).

**Tekst: Claude R. Olsen**

Allerede i dag brukes modelleringsverktøy for å få en ide om hvordan CO<sub>2</sub>-en vil bevege seg ned i et potensielt lagringssted i berggrunnen. Men selskapene og forskerne vet fortsatt for lite om hva som vil skje i ulike geologiske formasjoner. Det som kan gå bra i én bergart behøver ikke gjøre det et annet sted.

En gruppe forskere ledet fra Universitetet i Bergen utvikler modeller for hvordan CO<sub>2</sub> beveger seg etter at den er blitt injisert. Det er en svært komplisert prosess som vil avhenge av porøsiteten i bergarten, samt kjemiske og mekaniske egenskaper i lagringsområdet.

I prosjektet "Geological Storage of CO<sub>2</sub>: Mathematical

Modelling and Risk Assessment" brukes anvendt matematikk for å utvikle mer presise verktøy for å kunne forutsi hva som vil skje når CO<sub>2</sub> injiseres i berggrunnen.

– En viktig del av prosjektet har vært å finne ut hva som er viktig, og hvor det trengs mer kunnskap rundt det å modellere CO<sub>2</sub>-injeksjon. Med verktøyet vi utvikler, håper vi å kunne gi svar på hva en

skal bruke mer ressurser på enten det er å få en god geokarakterisering, å forstå deler av prosessen eller andre ting som lager usikkerhet i vår modellering av CO<sub>2</sub>-injeksjon, sier professor Helge K. Dahle ved Matematisk institutt ved Universitetet i Bergen. Han leder det fireårige prosjektet.

SINTEF IKT i Oslo er en viktig partner i prosjektet. SINTEF-forskerne er sentrale i utviklingen av de numeriske modellene. De er gode på implementering og utvikling av raske regneprosesser. I tillegg bidrar Bergen Center for Computational Science (BCCS).

### Mindre risiko

– De geologiske formasjonene som er best egnet for CO<sub>2</sub>-lagring kan vi allerede identifisere. Men vi vet for lite til å injisere milliarder tonn med CO<sub>2</sub> rundt om i verden, noe som må til dersom det skal monne i klimaregnskapet. Vi kan ikke i dag sette i gang prosjekter over hele verden i stor skala for vi har mer kunnskap, sier førsteamanuensis Jan M. Nordbotten som er en sentral forsker i prosjektet.

[❖ Forts. side 2](#)

**Forts. fra side 1**

Nordbotten (27) fikk i sommer en internasjonal matematikkpris for unge forskere innenfor geovitenskap. Han tok doktorgraden allerede da han var 22, som den yngste i Norge.

Prosjektet ser på strømningsmønstrene i berggrunnen. Både de som oppstår rundt injeksjonsbrønnene, men også de som oppstår når CO<sub>2</sub> oppløses i vann. Da får du såkalte konveksjonsceller siden vann med innløst CO<sub>2</sub> er tyngre enn vann uten CO<sub>2</sub>.

For å komme frem til hvilke verktøy som er til å stole på, er prosjektgruppen med å utvikle flere benchmarks (sammenligninger). Forskningsmiljøer som arbeider med ulike matematiske og numeriske modeller kjører simuleringer basert på de samme dataene fra en gitt geologisk formasjon. I oppgaver hvor beskrivelsen er detaljert er svarene noenlunde like fra de ulike modellene, men der oppgaven er mer åpen spriker svarene. Dette gir utfordringer i forhold til den virkelige verden, hvor data ofte er usikre eller ukjente.

**Svalbard testområde**

Dahle og Nordbotten er entusiastiske etter å ha arrangert en internasjonal workshop om modellering og vurdering av risiko ved CO<sub>2</sub>-lagring på Svalbard (se egen sak i dette nyhetsbrevet).

- Svalbard-prosjektet vil være en fantastisk test-case til å få mer kunnskap om CO<sub>2</sub>-lagring. Både fordi en får en veldig god karakterisering av geologien i forkant, og fordi en i den skalaen injeksjonsprosjektet skal foregår kan teste resultatene fra simuleringene, sier Dahle.

Formasjonen på Svalbard der CO<sub>2</sub> etter planen skal injiseres, er en akvifer som er forholdsvis lett å karakterisere og monitorere. Dermed er det langt enklere å få fasiten på de matematiske modellene i praktiske forsøk. Fordelen med forsøkene på Svalbard er at CO<sub>2</sub>-mengden som skal injiseres er stor nok til at det er interessant og ikke så stor at det er uforsvarlig.

- Dersom du injiserer en liten mengde CO<sub>2</sub> i en akvifer vil den ikke gå langt. Da kan du injisere

med veldig stor sikkerhet. Men usikkerheten stiger med økende mengde. Vi ønsker å redusere denne usikkerheten slik at du kan injisere en større mengde med samme sikkerhet, sier Nordbotten.

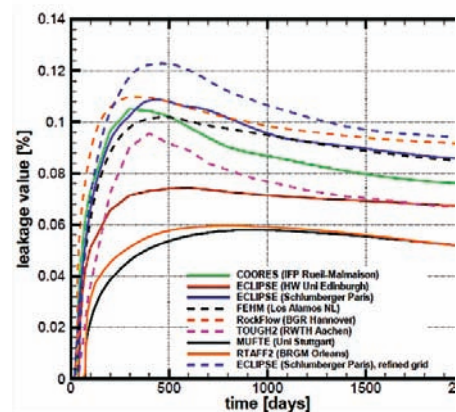
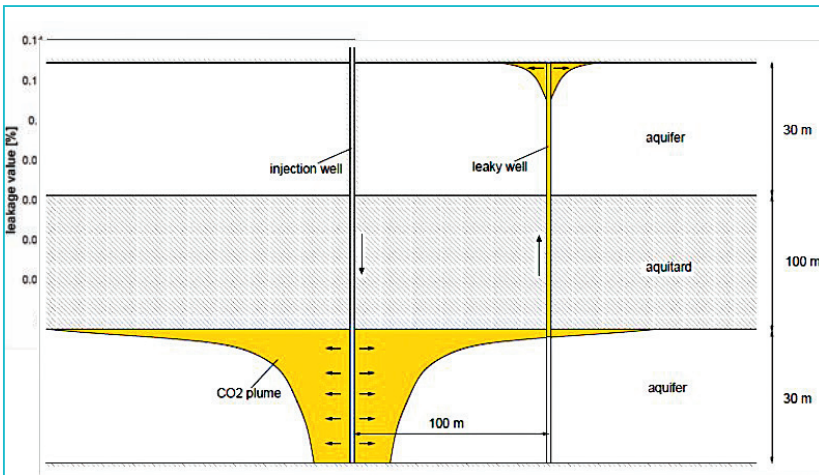
- Forståelse av geologien er det viktigste for lagring av CO<sub>2</sub>, men forståelsen må brukes på en fornuftig måte sammen med modellverktøyer. Vi må vite hva vi kan forvente av modellverktøyene og hvilken tiltro vi kan ha til de. Dette er vår oppgave, i tillegg til å forstå de dynamiske flytprosessene som er klassisk anvendt matematikk, sier Dahle.

Prosjektet er i tett samarbeid med flere miljøer internasjonalt om modellering av CO<sub>2</sub>-lagring, blant annet Princeton University i USA og Universitetet i Stuttgart. Dette gir tilgang til data fra prosjekt i USA og Tyskland.

Prosjektgruppen vil bli en sentral del av det nye forsknings-senteret for miljøvennlig energi SUCCESS i Bergen, et av de åtte FME-ene som Forskningsrådet utnevnte tidligere i år. ☺

**FAKTA OM PROSJEKTET**

**Navn:** Geological Storage of CO<sub>2</sub>: Mathematical Modelling and Risk Assessment  
**Prosjektleder:** Universitetet i Bergen (Professor Helge K. Dahle)  
**Akademiske partnere:** Unifob Petroleum (CIPR), SINTEF IKT, Princeton University, Universität Stuttgart  
**Industripartnere:** StatoilHydro, A/S Norske Shell  
**Tidsramme:** 2007-2011  
**Budsjett:** 18 millioner kroner, hvorav 80 prosent i støtte fra CLIMIT



En av benchmark-oppgavene prosjektgruppen har vært med å utvikle, viser utfordringene ved å beregne lekkasje gjennom brønner som ikke er tette (figur til venstre). Det viste seg å være en langt vanskeligere oppgave enn forventet, og resultatene (gitt i lekkasjerater) var signifikant forskjellige (figur til høyre). Forskjellene kommer av at hver modelleringsgruppe har tolket fysikken i oppgavene på forskjellige måter. Benchmarkstudien er publisert i Computational Geosciences, 2009.

## CLIMIT-programmets rådgivere



**Trygve Riis**

*Ansvarsområde: Koordinator FoU  
Jobbtittel: Spesialrådgiver,  
Norges forskningsråd  
Bakgrunn: Cand.real.,  
Universitetet i Oslo, Kjemi (Petrokjemi)  
[tur@forskningsradet.no](mailto:tur@forskningsradet.no)*



**Svein Eggen**

*Ansvarsområde: Geologisk lagring av CO<sub>2</sub>  
Jobbtittel: Seniorrådgiver, Gassnova  
Bakgrunn: Cand.real., Geologi  
[se@gassnova.no](mailto:se@gassnova.no)*



**Stein Koren**

*Ansvarsområde: Kraftgenerering  
Jobbtittel: Seniorrådgiver, Gassnova  
Bakgrunn: Sivilingeniør, med termo-  
dynamikk som spesialfelt  
[sk@gassnova.no](mailto:sk@gassnova.no)*

## Matte og geo på Svalbard

Workshopen "Modeling and risk assessment of geological storage of CO<sub>2</sub>" 3.-7. august var lagt til Svalbard, et spennende sted med gode forhold for forskning på CO<sub>2</sub>-lagring.



Svalbard er et unikt teststed for CO<sub>2</sub>-lagring. Prøveboringen er i gang.

*Tekst og foto: Maria Toreblad*

Modellering av geologiske lagringssteder for CO<sub>2</sub> brukes til å kunne forutsi om klimagassen vil bli i bakken i over 10.000 år. Når CO<sub>2</sub> pumpes ned i bakken, vil den begynne å flytte på seg avhengig av trykkøkning, diffusjon, og andre effekter. Et viktig spørsmål er om et planlagt reservoar vil ha tilstrekkelige fangstmekanismer (trapping) eller om det er en risiko for lekkasje.

De rundt 70 deltakerne fra Norge, Danmark, Tyskland, Frankrike, Storbritannia, USA og Japan gikk gjennom de fleste sider av modellering for geologisk lagring av CO<sub>2</sub>.

Workshopen var en del av et forskningsprosjekt støttet av CLIMIT-programmet (se egen sak i dette nyhetsbrevet).

Utfordringene med å beskrive CO<sub>2</sub>-lagring matematisk er dels den lange tiden man vil modellere

og dels de store geografiske områdene som må være med i modellen. Sammenliknet med simuleringer i olje- og gassindustrien vil tidskalaen være helt annerledes. CO<sub>2</sub>-lagring har et tidsspenn på ca. 10.000 år mens et oljereservoar har en levetid på 25-30 år. Det betyr at en CO<sub>2</sub>-simulering med samme tidsoppløsning som en olje- eller gassmodellering vil ta ca 400 ganger lengre tid, noe som er lite rasjonelt. Det blir derfor nødvendig med en tilpasning av modellen eller akseptere en dårligere oppløsning.

Problemene med størrelsen på området er at man prøver å simulere mikroskopiske effekter, som diffusjon og kapillære krefter, for store områder (100 m × 10 km × 10 km). For å lage realistiske modeller må man oppskalere de mikroskopiske effektene og prøve å beskrive dem makroskopisk. De fleste av foredragene diskuterte en eller flere av disse problemene og mulige løsninger, og presenterte en blanding av egenprodusert

datakode og kommersielle programmer.

Svalbard et velegnet sted for CO<sub>2</sub>-håndtering. Geologien egner seg godt for CO<sub>2</sub>-lagring, og ettersom all varme og elektrisitet produseres av et lokalt kullkraftverk er Longyearbyen energimessig et lukket system. Svalbard har sitt eget forskningsprosjekt gjennom Longyearbyen CO<sub>2</sub> Lab som for tiden borer injeksjonsbrønner. Tanken er å sette opp et CCS-anlegg som kan demonstrere CO<sub>2</sub>-verdikjeden ved å fange CO<sub>2</sub> fra kullkraftverket og lagre den i berggrunnen utenfor Longyearbyen.

Diskusjonene i workshopen handlet ikke bare om matematikk og geologi, men også om hvordan CCS og CO<sub>2</sub>-lagring blir mottatt av publikum. I Tyskland har for eksempel debatten blitt veldig negativ og en del prosjekter er stanset. Det er en god påminnelse om at teknologi ikke løser alle problemer. Den må også være forankret hos publikum. ●

## Utlysninger for nye prosjekter

CLIMIT-programmet utlyser KMB- og Forskerprosjekter for oppstart i 2010. KMB-prosjekter blir prioritert. Forskerprosjekter retter seg primært mot universitetene, og Ph.D.-utdanning er en viktig del av disse prosjektene. Søknadsfrist er 2. september 2009.

Les mer på utlysningssidene til Norges forskningsråd [www.forskningsradet.no](http://www.forskningsradet.no)

## Jens hilste til Nils

Det nye forskningssenteret for CO<sub>2</sub>-teknologi BIGCCS fikk en „overraskende“ telefon under kickoff-seminaret mandag 22. juni. Statsminister Jens Stoltenberg dukket opp på skjermen og åpnet det nye forskningssenteret.

– Karbonfangst og karbonlagring er nøkkelteknologier for å redusere utslippene av klimagasser. Dette senteret er derfor viktig for dere, for verden og vår evne til å redusere utslippene, sa Stoltenberg i sin videotale.

BIGCCS er et av åtte nye forskningssentre for miljøvennlig energi (FME) som Forskningsrådet utpekte tidligere i år med bistand fra internasjonale ekspertpaneler.

– Nå er det opp til oss å oppfylle forventningene, sa leder for BIGCCS, klimateknologidirektør Nils A. Røkke



Direkte fra statsministerens kontor: Stoltenberg åpnet BIGCCS.  
(Foto: Claude R. Olsen)

i SINTEF, til representanter for forsknings- og industripartnerne.. Industripartnerne er en viktig del av FME-konsortiene. De skal sikre at forskningsresultatene også blir en kommersiell suksess.

[www.forskningsradet.no/energisenter](http://www.forskningsradet.no/energisenter)

## EU-prosjektet Geocapacity er avsluttet

Prosjektet som har pågått siden 2006, har gått gjennom geologien i en rekke land i Øst-Europa for å utrede lagringskapasiteter i EU. Kartet viser status med hensyn på oppdatering av lagringskapasiteter. I prosjektet er det utviklet en GIS-database over utslipp og lagringssteder i hele Europa. Rapporten sammenfatter lagringspotensialet i akviferer og petroleumsfelt til å være 116 Gt CO<sub>2</sub>. Til sammenligning er utslipp fra "store" industri-punktutslipp i EU 1.9 Gt.

Rapportene er tilgjengelig på: [www.geology.cz/geocapacity/publications](http://www.geology.cz/geocapacity/publications)

## Storbritannias lavutslippsplan

Departementet for energi og klimaendringer i Storbritannia har laget en plan for hvordan landet skal nå målene om 34 prosent kutt i utslippene av klimagasser i 2020 fra nivået i 1990 - The UK Low Carbon Transition Plan. 21 prosent er allerede oppnå, noe departementet sammenligner med å kutte alle utslippene i fire byer på størrelse med London. [www.decc.gov.uk](http://www.decc.gov.uk)

## Konferanser

- 28.-29. september:** Zero-konferansen, Oslo, [www.zero09.no](http://www.zero09.no)  
**7.-8. oktober:** North European Renewable Conference (NEREC), Lillestrøm, [www.messe.no/en/ntf/Projects/NEREC/For-conference](http://www.messe.no/en/ntf/Projects/NEREC/For-conference)  
**27.-29. oktober:** GassArena, Haugesund, [www.gassarena.no](http://www.gassarena.no)

Norges forskningsråd  
Stensbergata 26  
Postboks 2700, St. Hanshaugen  
NO-0131 Oslo

Telefon: +47 22 03 70 00  
Telefaks: +47 22 03 70 01  
post@forskningsradet.no  
[www.forskningsradet.no](http://www.forskningsradet.no)

Gassnova SF  
Dokkvegen 10,  
NO-3920 Porsgrunn

Telefon: +47 40 00 59 08  
Telefaks: +47 35 93 11 89  
[www.gassnova.no](http://www.gassnova.no)

Utgiver:  
Norges forskningsråd/Gassnova SF  
CLIMIT-programmet  
[www.forskningsradet.no/climit](http://www.forskningsradet.no/climit)  
[www.climit.no](http://www.climit.no)

Koordinator Forskningsrådet  
Trygve U. Riis  
Telefon: +47 22 03 73 47  
[tur@forskningsradet.no](mailto:tur@forskningsradet.no)

Direktør Teknologi, Gassnova SF  
Klaus Schöffel  
Telefon: +47 913 42 329  
[ks@gassnova.no](mailto:ks@gassnova.no)

Tekst og layout:  
Teknomedia AS  
Endre Barstad

Trykk:  
Allkopi

Opplag  
300

Oslo, 08/2009

### Om programmet

CLIMIT - kraftproduksjon med CO<sub>2</sub>-håndtering gjennom forskning, utvikling og demonstrasjon.

For abonnement på nyhetsbrevet, skriv til [ak@forskningsradet.no](mailto:ak@forskningsradet.no)



GASSNOVA