

# GEOLOGISKT FORUM

NR 77 MARS 2013  
ÅRGÅNG 20

**Drömmen om  
ett koldioxidneutralt  
samhälle**

**Klarälvens  
meanderlopp**

**In Memoriam:**

**Jan Bergström**

# Lagra koldioxid

**G**eologer vid University Centre in Svalbard, UNIS, har bedömt att det i Adventdalen finns unika förutsättningar för att forska kring möjligheterna att (och än mer troligt, faktiskt genomföra) lagring av koldioxid i sandstenslager djupt nere i berggrunden. Tanken är att den koldioxid som produceras ska tas om hand, från "source till solution", det vill säga från kolkällan via förbränning i kraftverk till en permanent lösning. I Longyearbyen innebär det konkret att man avser att fånga upp koldioxidutsläppen från byns kraftverk och pumpa ner det i en sandstensreservoar.

Longyearbyen ligger på Spitsbergen, en ö i Svalbards övärld i norra Barentshavet intill den mittatlantiska spridningsryggen. Här bor cirka 2 200 människor permanent. Byn ligger långt norr om polcirkeln i en karg och isolerad arktisk miljö och den omges av orörda och oförstörda, till synes oändliga, vidder. Att försöka bevara dessa vidder

i ett Arktis som balanserar på en knivsegg under hotet från klimatförändringarna var den drivande faktorn i arbetet med att utveckla Longyearbyens koldioxidprojekt. Tanken om ett koldioxidneutralt samhälle växte fram bland geologerna på UNIS under början av 2000-talet. Forskarna konstaterade att Longyearbyen har många gynnsamma förutsättningar när det gäller att studera koldioxidlagring. Först och främst är Longyearbyen en energimässigt självgående by, där lokalt producerat kol bränns i det lokala kraftverket för att tillgodose öns energibehov. Här finns möjligheten att skapa ett samhälle som tar hand om den koldioxid det producerar. Dess läge i Arktis, där klimatförändringarna märks mest, och tidigast, är dessutom betydelsefullt för att studera lösningar på koldioxidproblematiken. Samtidigt finns på platsen också universitetcentret, med geologisk expertis, med kapacitet att både forska och undervisa om koldioxidlagring. Adventdalen, där Longyearbyen

ligger, befinner sig geologiskt sett i en tertiär bassäng. I sen krita, när de kontinentala plattor där Grönland och Norge är belägna började skiljas åt och Atlanten skapades, bildades en dextral förkastningszon och kompression norröver mellan Grönlands norra spets och Svalbard (Faleide et al., 1984; Harland, 1969). Kompressionen bildade ett deformationsbälte och genererade material för den tertiära bassängen. Under de tertiära lagren finns tjocka skifferlager från jura och krita och under dessa flera större sandstensansamlingar från trias. Det är i dessa sandstenar som geologerna vid UNIS avser att pumpa ner och förvara koldioxid.

År 2007 inleddes projektet med att man började borra brunnar för att finna och utvärdera en potentiell reservoar. Två brunnar borrades nära byns flygplats och en tredje cirka fem kilometer in i Adventdalen. Dessa tidiga brunnar hade alla problem med brunnstabilitet på grund av att det finns en förkastningszon på 380-480 meters djup

Världens nordligaste samhälle, Longyearbyen på den 78:e breddgraden, har kommit en bra bit på vägen med att förverkliga drömmen om att bli ett koldioxidneutralt samhälle.



Ovan: Mitt i Adventdalen, fem kilometer från Longyearbyen, ligger UNIS CO2 Well Park där ett flertal brunnar har borrats djupt ner i berggrunden. Här har geologer kunnat identifiera en sandstensreservoar att lagra koldioxid i. Foto: Miriam Marquardt.

Bakgrundsbild: Longyearbyen "skyline", där man ser det lokala kraftverket som drivs av lokalproducerat kol. Förhoppningen är att alla utsläpp av koldioxid istället för att gå ut i luften ska fångas upp och förvaras djupt under marken – i tusentals år. Foto: Ingrid Anell.

## MER OM KOLDIOXIDLAGRING

**Det har under** de senaste åren blivit uppenbart att människan måste hitta lösningar för att minska mängden koldioxid i atmosfären för att bekämpa klimatförändringarna. Klimatförändringar och planetens egna invecklade system är fortfarande inte fullt förstådda, men att vänta och se huruvida vår planet kommer att bekämpa koldioxiden själv, är inte ett alternativ. En sak är nämligen forskarna ense om, koldioxiden i atmosfären har ökat markant och det är en effekt som människan har bidragit till, i och med befolkningstillväxten och fortsatt ekonomisk utveckling anses det osannolikt att vi kommer att kunna minska vårt energibehov eller inom närmaste tiden hitta fungerande miljövänliga energialternativ. Forskare studerar därför intensivt möjligheterna att öka koldioxidfångst och -förvaring (Bachu, 2003).

**Koldioxid upptas och** återvinns naturligt i olika cykler – fysiskt, kemiskt och biologiskt – i havet, jorden och

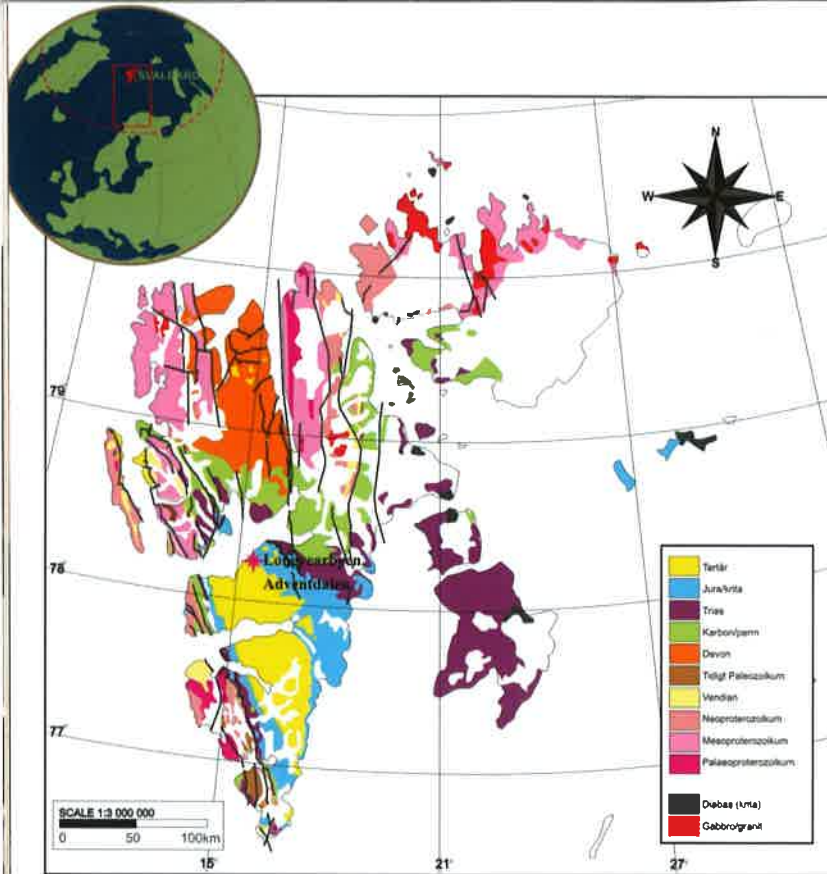
marken, i sten och mineral och så vidare. Forskare hoppas bidra till att lösa problemet genom att öka mängden permanent eller semi-permanent förvarad koldioxid i dessa cykler. De har kommit fram till att den potentiellt största kapaciteten att förvara koldioxid finns i sandstensreservoarer, och att den metoden samtidigt representerar det minst riskabla sättet.

**För att kunna** lagra koldioxid krävs förhållanden som är mycket lika de naturliga förhållandena, skapade genom de geologiska processer som lagrat olja. För förvaret behövs en porös reservoar, ofta en sandsten, och det behövs ett tak, en tät skiffer, som hindrar koldioxiden från att migrera tillbaka till ytan. Det krävs också bland annat en tektoniskt stabil miljö och djup helst över 800 meter där, med normal geotermisk gradient.

Koldioxid är i en superkritisk fas och beter sig som en gas (fyller utrymmet) men har en densitet som en vätska

(mycket större mängder som kan förvaras). Över en period på 10-100 tals år kommer koldioxiden att lösas upp i sandstenens porvätska. Över 100-1000 tals år kommer sedan reaktioner med mineraler att ske och en permanent förvaring att uppstå (Friedmann, 2007).

Sandstensreservoarer har en enorm kapacitet för förvaring. Tack vare oljeindustrins utvecklingsarbete finns redan teknologin, och mycket av infrastrukturen finns på plats. Samtidigt finns förstås faktiska och potentiella problem. Det gäller att hitta reservoarer och att fånga upp och transportera och pumpa in koldioxid och det handlar naturligtvis samtidigt om att minimera risker när det gäller läckage och grundvattenförorening. Under vissa omständigheter menar forskare att reaktioner kan leda till utsläpp av spårämnen i grundvattnet och till reducerad vattenkvalitet (Friedmann, 2007; Kharaka et al., 2006).



Till vänster en geologisk karta över Svalbard med Longyearbyen i Adventdalen markerat med stjärna. Kartan är omritad efter Dallman, 1999 (*Lithostratigraphic Lexicon of Svalbard – Review and recommendations for nomenclature use. Committee on the Stratigraphy of Svalbard. Norsk Polarinstittutt*).

Till höger: Kärnprov har tagits från topp till botten genom varje brunn som borrar i Adventdalen, vilket i den fjärde brunnen handlar om nästan en hel kilometer av kärnprov. Forskare kan genom detaljerade studier lära sig mycket om så väl resevoar som det täta tak som förhindrar läckage av koldioxid. Den lilla bilden i det övre hörnet visar en handfull kol som grävts fram ur de berg som omger Adventdalen. Foto: Ingrid Anell.

som skapar ras och kollaps. En fjärde brunn borrades sommaren 2009, åter i Adventdalen. Denna uppnådde ett djup på 970 meter, och man kunde detaljerat studera borrhål genom 400 meter tät skiffer ner till de djupa sandstensreservoarerna (Braathen et al., 2012, in press). Genom reflektionsseismiska studier kunde man även bedöma att reservoaren var "öppen", det vill säga att cirka 15 kilometer nordöst om den tänkta injektionsplatsen blottas reservoarstenen vid ytan. Detta innebär att den nedpumpade koldioxiden troligtvis kommer att migrera och att det salta vatten som det ersätter kommer att tryckas ut där reservoaren friläggs. Detta är ett annat intressant studieområde för forskarna.

Reservoaren är en okonventionell reservoar. Den har varken speciellt hög porositet eller hög permeabilitet. När tester genomfördes sommaren 2011 med nedpumpning av vatten upptäckte man dock att reservoaren hade mycket bättre injektivitet än vad som uppmätts. Detta kan förklaras av spricksystem som har bildats när stenarna utsatts för olika stresser (Ogata et al., 2012, in press). Sprickor leder vätskan mycket snabbare och

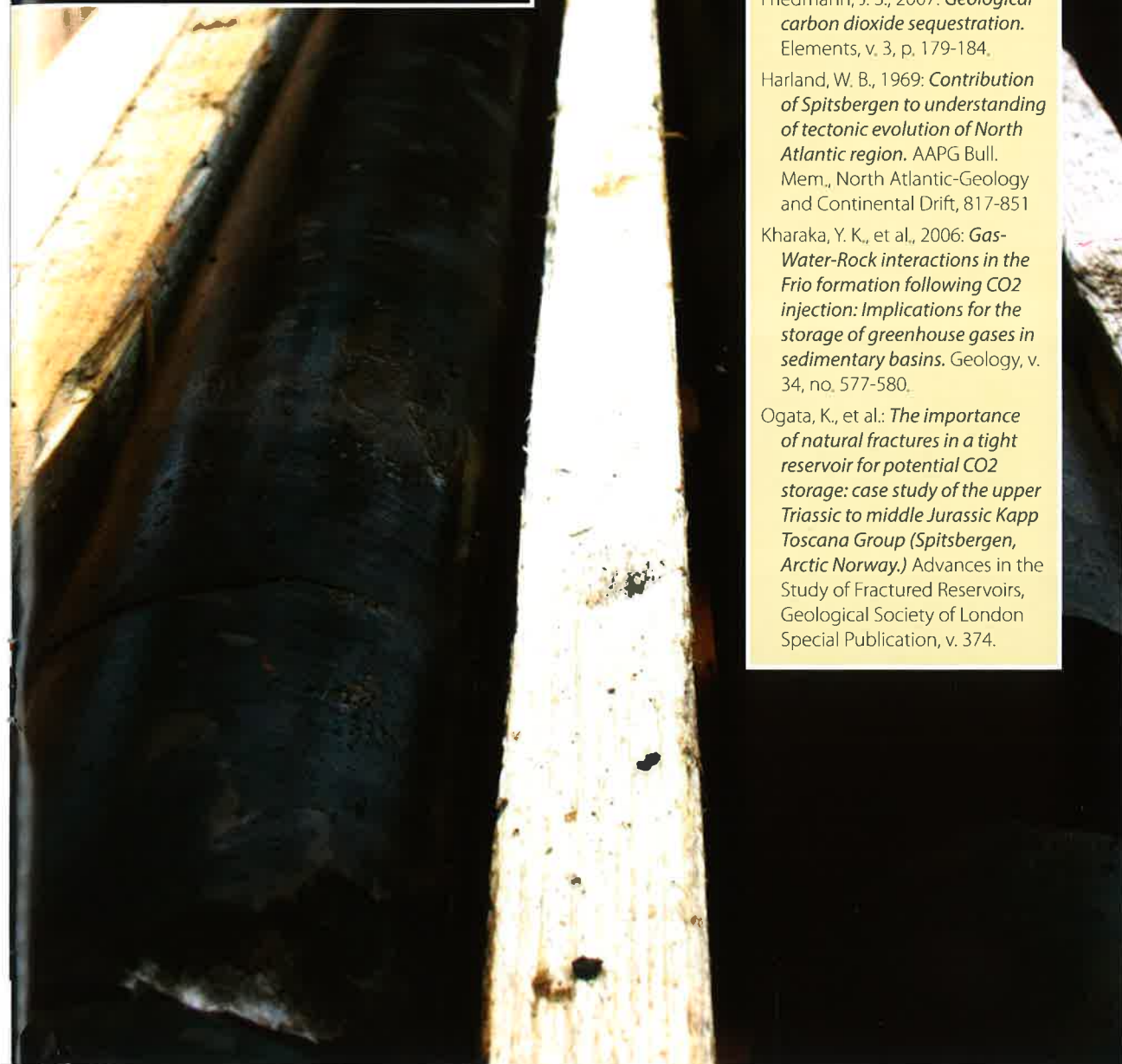
effektivare än vad sandstenen i sig kan. Utöver borrhål och sprickstudier har även studier av ytgeologi, porositet och permeabilitet och geomodellering genomförts.

Under sommaren 2012 fortsatte utvärderingen med borning av två nya borrar och vidare injektionstester. CO2 Lab närmar sig därmed snabbt sin tredje fas. De första två faserna innebär att hitta en reservoar och sedan studera dess potential för injektivitet och förvaring. Den tredje fasen, som inleds 2013, är att börja testa nedpumpning av koldioxid. Den sista fasen, som man hoppas inleda 2017, är att fånga upp och pumpa ner koldioxiden från kraftverket och på så sätt uppnå de mål som sattes när projektet drogs igång.

De geologer och geofysiker som är involverade i projektet samarbetar för att så ingående som möjligt studera möjligheterna för förvaring av koldioxid i Adventdalen, men också med sikte på att resultaten ska kunna tas till vara i ett vidare samman-

hang. Longyearbyen CO2 Lab är ett av flera projekt runt om i världen som studerar koldioxidlagring, alltifrån In Salahprojektet i Algeriet till Gorgonprojektet i Australien. Varje projekt drivs av samma grundtanke – att finna en säker långsiktig förvaringslösning och därmed minska den mängd koldioxid som släpps ut i atmosfären. Longyearbyens CO2 Lab hoppas kunna bidra till förstärkelsen och kunskapsutvecklingen när det gäller långsiktig lagring av koldioxid med avseende på beteende, migration och risker för läckage, med det slutgiltiga målet att skapa ett koldioxidneutralt samhälle. Och Longyearbyen hoppas kunna bli ett grönt utställningsobjekt för omvärlden när det gäller strävandena att bevara de orörda och oförstörda arktiska vidder som vi fortfarande har. Ett mål som vi förhoppningsvis är på väg att uppnå.

Ingrid Anell, PhD, arbetar som postdoc vid University Centre in Svalbard, UNIS.



#### REFERENSER

Bachu, S., 2003: *Screening and ranking of sedimentary basins for sequestration of CO<sub>2</sub> in geological media in response to climate change*. Environmental Geology, v. 44, p. 277-289.

Braathen, A., et al.: 2012 (in press), *Longyearbyen CO<sub>2</sub> lab of Svalbard, Norway – first assessment of the sedimentary succession for CO<sub>2</sub> storage*. Norw. J. Geol.

Faleide, J. I., Gudlaugsson, S. T., and Jacquart, G., 1984: *Evolution of the western Barents Sea*. Mar. Pet. Geol., v. 1, no. 2, p. 123-128.

Friedmann, J. S., 2007: *Geological carbon dioxide sequestration*. Elements, v. 3, p. 179-184.

Harland, W. B., 1969: *Contribution of Spitsbergen to understanding of tectonic evolution of North Atlantic region*. AAPG Bull. Mem., North Atlantic-Geology and Continental Drift, 817-851

Kharaka, Y. K., et al., 2006: *Gas-Water-Rock interactions in the Frio formation following CO<sub>2</sub> injection: Implications for the storage of greenhouse gases in sedimentary basins*. Geology, v. 34, no. 577-580.

Ogata, K., et al.: *The importance of natural fractures in a tight reservoir for potential CO<sub>2</sub> storage: case study of the upper Triassic to middle Jurassic Kapp Toscana Group (Spitsbergen, Arctic Norway)*. Advances in the Study of Fractured Reservoirs, Geological Society of London Special Publication, v. 374.