

CO₂ fangst, transport og lagring (CCS)

av

Dr. Ing Nils A. Røkke

Klimadirektør

SINTEF

Kolbjørn Hejes vei 1a, 7465 Trondheim

nils.a.rokke@sintef.no

www.sintef.no

Innledning

CCS er en teknologi som fjerner klimagassen CO₂ i prosesser som benytter fossile brensler – kull, olje og gass. Normalt tenker man på kull og gasskraftverkprosesser men det er like anvendelig for sement, stål og petrokjemiske prosesser inkludert separering av CO₂ fra naturgassproduksjon. Etter renseprosessen transporteres den komprimerte CO₂-gassen til underjordiske lagringsplasser, mest aktuelt er såkalte akviferer, vannførende underjordiske lag ved 800 meter dyp eller mere. Disse akviferene er normalt fylt med vann med stor salinitet. Ved slike dyp vil CO₂-en være i superkritisk tilstand og oppføre seg tilnærmet som en væske.

CCS er en teknologi som er relativt ny da det ikke vil være behov for slike prosesser uten et behov for å redusere klimagassutslipp. De første ideene om dette kom på 1980 tallet og SINTEF forskerne Erik Lindeberg og Torleif Holt blir ofte nevnt som opphavsmenn til ideen om å separere ut CO₂ for klimaformål og lagre den dypt under jorda. Statoil har siden 1996 brukt CCS på Sleipner plattformen og lagrer der omlag 1 million tonn CO₂ pr år i Utsira formasjonen i Nordsjøen. Siden 2008 har man også injisert CO₂ fra LNG anlegget på Melkøya i Tubåen formasjonen ved Snøhvit feltet 150 km fra land. Dette er 2 av 8 anlegg som er i drift i verden og Sleipner er den eneste offshore CCS-installasjonen i verden. Norge har en spesiell posisjon innen CCS globalt og bokser godt over sin vektklasse innen området.

CCS er den eneste teknologien vi kjenner til som kan rettferdiggjøre fortsatt storskala bruk av kull og gass til energi og prosessformål i en verden hvor utslippene av klimagasser skal reduseres med i størrelsesorden 80 % innen 2050 i forhold til et "business as usual" tilfelle. Dette betyr utslipp i 2050 på linje med det man hadde rundt 1970. Det er derfor stor interesse knyttet til forskning, pilot-, demonstrasjons- og fullskala anlegg for CCS.

Hovedutfordringer

I fangst, transport og lagringsprosessen for CO₂ må man tilføre energi. For et kraftverk utgjør dette typisk et virkningsgradstap på 8-12 %, og et merbruk av energi på om lag det dobbelte av dette. Størsteparten av tapet ligger i fangstprosessen og dette utgjør også det største kostnadselementet med ca 60-70 %. Kostnaden for CCS varierer med ulike prosesser og avstand til lagringsløsning, et typisk anslag er 500-1000 kr/tonn CO₂ fanget, typisk påslag i elektrisitetsprisen er rundt 20-30 øre/kWh. Dette er svært avhengig av brenselpris, lokalisering og modenhet, se for eksempel [1]. Uten en effektiv karbonpris er dette tunge prosjekter å drive frem, kvoteprisen i EU har sunket fra om lag 180 kr/tonn til 60 kr/tonn og dette er betydelig under rensekostnaden. Man trenger mao mer effektive CCS teknologier-dette kan bety mer effektive prosesser men kan også bety economy of scale, smart bruk av materialer og lean engineering.

Et aspekt ved CCS som har vært undervurdert er lagring og lagringssikkerhet. Den føyte risikoen ved å ha CO₂ under bakken i befolkete strøk er betydelig i deler av verden. Det har de facto stoppet noen prosjekter fra å bli realisert (feks Barendrecht- Shell- Nederland).

Erfaringen fra lagring av CO₂ i geologiske lag er begrenset. Akviferer utgjør om lag 90 % av lagringskapasiteten for CO₂ i verden og disse har aldri lagret CO₂. Lagring i tomme olje og gassreservoarer kan i så måte vise til lang historikk av hydrokarboner som analogi. I Norge er ikke dette et tema, vi lagrer CO₂ dypt under havbunnen og det er liten følt risiko ved dette i befolkningen. Uten aksept for lagring har CCS ingen rolle å spille i klimapolitikken. Det er derfor viktig å utvikle teknologi og metoder for sikker lagring og overvåkning samt avbøtende tiltak i tilfelle uønskede situasjoner oppstår. For at CCS skal kunne ta imot de mengder man snakker om i fremtiden må man få bedre kunnskap om stor skala injeksjon av CO₂. Per i dag har man erfaring fra brønner som kan ta 1 million tonn/år men vi trenger å vite hvor mye man kan injisere realistisk i stor skala (1-10 million tonn/år). Trykkoppbygging er et element, sikkerhet i forhold til gjennombrudd av takbergartene og trykkkontroll. Produksjon av vann for trykkkontroll er aktuelt men pr i dag ikke uttestet som metode. Mange mener at man ikke kan se for seg stor skala anvendelse av lagring av CO₂ uten slike teknologier.

Erfaring har vist at demonstrasjon av teknologier og metoder er effektive kommunikasjonsmiddel og det er derfor tatt til orde for å etablere mange lagringspiloter i Europa for å bygge tillit. Diskusjonen er paradoksal all den tid man har et utstrakt nettverk av gass i Europa med utbredt bruk av underjordiske gasslagre. Men det er forskjell på erfart risiko og ny ukjent risiko. Nylig har interessen for utnyttelse av CO₂ til industrielle formål, i produkter, til økt oljeutvinning og stabil lagring i mineraliseringsprosesser tatt seg opp. Det er viktig å se slike prosesser i et totalperspektiv og med en livssyklusanalyse som referanse. Langtids lagring må ivaretas, det må ha en klimaeffekt og ikke bestå av en forskyving i tid til utslippet kommer (for eksempel produksjon av metanol fra CO₂). Det er svært positivt om man får til dette og økt oljeutvinning er helt klart et område av stor interesse for Norge og her har det kommet politiske føringer (jfr klimameldingen). Mineralisering av CO₂ i form av karbonater er en teknologi som kan ha anvendelser der forholdene ligger til rette for det i form av store forekomster av såkalte ultramafiske bergarter. Behovet for faste stoffer for binding til karbonater er imidlertid stort, typisk 2.5 til 4 kg per kg CO₂ og ved lagringsbehov på flere millioner tonn CO₂ blir volumene fort u håndterlige. Det kan imidlertid kombineres med produksjon av salgbare materialer og utgjøre en nisjeteknologi og -løsning.

Potensial

CCS er en av hovedpilarene for å kunne realisere betydelige utslippskutt. IEA sine studier peker på CCS som det nest viktigste tiltaket for klimagassutslipp bare overgått av energi-effektivisering. IEA estimerer at CCS kan stå for 19 % av kuttene innen 2050. Det er i det hele tatt tvil om omleggingen av energisystemet til mer bærekraft er mulig uten CCS. Vi har bygd opp en infrastruktur for fossile brensler som er helt unik over mange år og det er lite trolig at dette vil fases ut på kort sikt. Mange peker på CCS som en brobyggende teknologi, dvs et skritt i retningen av et fornybart og bærekraftig energisystem. Men som teknologi for industrielle prosesser er dette en varig løsning. Vi vet for eksempel ikke hvordan vi skal kunne produsere aluminium eller sement uten CO₂-utslipp og her vil man ha behov for CCS på lang sikt.

For å kunne ta hånd om 19 % av utslippskuttene må det bygges 5000-7000 CCS anlegg innen 2050. Det er mao et stort potensial for teknologiutvikling, salg og eksport. Likeså er det stort behov for lagringskapasitet. Norge har størst lagringskapasitet i Europa offshore, og kan ta imot opp mot 200¹ gigatonn CO₂, det nylig utgitte lagringsatlas² for den norske delen av Nordsjøen viser et lagringspotensial alene på om lag 70 gigatonn CO₂. Lagerplass kan man selge og her ligger det og en forretningsmulighet i transport og lagring av CO₂.

¹<http://www.geology.cz/geocapacity/publications/GeoCapacity%20Publishable%20Final%20Activity%20Report%202006-2008-.pdf>

² <http://www.npd.no/Global/Norsk/3-Publikasjoner/Rapporter/PDF/CO2-ATLAS-lav.pdf>

Forskningsutfordringer og behov

Under hovedutfordringer er det pekt på mer effektive og rimeligere fangstprosesser for CO₂ som viktig, likeså lagringsteknologier med vekt på sikker lagring herunder trykkontroll og injeksjonsstrategier. Termodynamisk sett så arbeider vi mot strømmen når vi skal separere CO₂ fra en eksosgass eller en reformert brenngass men potensialet er fremdeles stort for forbedringer. Det må imidlertid ikke reises tvil ved modenheten til teknologien i den forstand at anlegg kan realiseres nå. De første anleggene vil imidlertid ikke være optimalisert og her må det foregå parallelle aktiviteter som kan bidra til erfaringsutveksling og interaksjon mellom forskning og utvikling. CCS er også en teknologi som kan benyttes til å fange biogen CO₂ - dvs CO₂ som er dannet fra forbrenning av biomasse. Ved å gjøre dette kan man netto ta ut CO₂ fra kretsløpet og derved få til det som kalles CO₂ negative prosesser, man lagrer mer enn man danner. Dette burde det forskes mer på og koble det til livssyklusanalyser. Biomasse har ulikt klimagassavtrykk basert på opphav, driftsmåte og fremskaffelse av biomassen. For Norge er det slik at vi har få store punktutslipp og disse er ofte knyttet til industrielle prosesser slik som sement, stål og aluminiumproduksjon. Det er viktig at man forsker på CCS teknologier som er relevante for industrielle utslipp. For meroljeutvinning kan CO₂ brukes som innsatsfaktor med god stimulerings effekt, studier peker på 6-12 % merolje-effekt ved bruk av CO₂ for øke mobiliteten på oljen. Dette utgjør store verdier og vil sannsynligvis også komme til anvendelse før eller siden også offshore. Utfordringen er å få dette til i et stor-skala system i en kostnadseffektiv ramme offshore. Tidlige studier³ har pekt på en break-even pris på olje rundt 35\$/fat for å kunne rettferdiggjøre CO₂ EOR under gitte betingelser. Andre studier har vist dårlig lønnsomhet - hovedsakelig forårsaket av tapt inntekt ved ombygging av plattformer. Potensial og mulighetsstudier av EOR offshore er et område man bør rette mer innsats mot. Norge har interesse av stor skala lagring og bedre forståelse av begrensninger og muligheter som ligger i dette. Her må innsatsen rettes mot injektivitet, trykkontroll, overvåkning og avbøtende tiltak. Transport av CO₂ gjennomføres i dag i liten skala på skip og i større skala med rørledninger. Offshore rørledninger stiller nye krav til transportprosessen og koblede material/strømningsmodeller er viktige for å forstå og forhindre uønskede situasjoner i et stor-skala transportsystem.

Konklusjoner og anbefalinger

CCS er en teknologi vi ikke klarer oss uten for å nå omforente klimamål og det er i Norges interesse at denne teknologien kommer til anvendelse. Uten en løsning for CCS kan man vanskelig se for seg langsiktige gassleveranser til Europa, en økonomi som har store klimaambisjoner.

Forskningsinnsatsen innen området er liten i forhold til kapitalbehovet i investering i anlegg, et anlegg vil typisk koste 10-15 mrd kroner, den årlige rene forskningsinnsatsen i Norge er om lag 1 % av dette. Det vil være viktig å styrke underskogen av nye ideer og teknologier og knytte internasjonale allianser og kontakter. EU arenaen har vært viktig for området og vil være det i det nye Horizon2020 programmet fra 2014. Styrking av infrastruktur for forskning og tilgang på test sites vil være attraktivitetsfaktorer for Norske miljø som agerer i det internasjonale miljøet innen CCS.

Gasskraft med CCS har opp til nå blitt sett på som en norsk særegenhet. Dette har imidlertid endret seg radikalt med inntoget av ny gass i markedene - særlig skifergass. Den norske kunnskapsbasen er nå en nasjonal styrke og vi bør forfølge dette som en hovedvektor i videre arbeid sammen med teknologi for rensing av utslipp industrielle prosesser og fangst av biogen CO₂. Vi har og nasjonal interesse for lagringsteknologi, lagringskompetanse inkludert pilot og demonstrasjonsanlegg for lagring og økt oljeutvinning ved bruk av CO₂.

³ Oljedirektoratet; "Mulighetsstudie av CO₂ til EOR på norsk sokkel", april 2005.

REFERANSE

[1] Røkke, N. A. og Eldrup N; "Hva koster egentlig CO₂-håndtering?", tidsskriftet MAGMA 02/2011 pp 42-56. Finnes også på <http://www.magma.no/hva-koster-egentlig-co2-handtering>