

# **Geologisk karbonlagring som klimatiltak: Institusjonelle, politiske og økonomiske utfordringar**

Asbjørn Torvanger,

Steffen Kallbekken og Kristin Rypdal

CICERO

Basert på prosjektet: Storskala CO<sub>2</sub> deponering på norsk sokkel: Ei teknisk, økonomisk og juridisk vurdering

Deltakarar: SINTEF Petroleumsforskning AS, CO2 Norway, BI, Juridisk Fakultet/UiO, og CICERO

Finansiert av NFR/Klimatek 2002-2003

**CICERO**

Center for International Climate and Environmental Research – Oslo

Senter for klimaforskning

# Motivasjon for lagring av CO<sub>2</sub> i geologiske formasjonar

- Kan bli ein viktig del av klimapolitikken for å redusere utsleppa av klimagassar. Det er eit stort potensiale for lagring både i Noreg og andre land.
- I følgje IPCC må det til ein kraftig reduksjon i klimagassutsleppa for å hindre ei ukontrollert global oppvarming, og det vil ta tid å utvikle karbonfattige teknologiar
- Kopling mot eit hydrogenbasert energisystem – som også kan omfatte mobile kjelder
- Olje- og gassreservoar, og akviferar er viktige formasjonar. Både offshore og på land.
- Potensiale for å kombinere CO<sub>2</sub> lagring med meioljeutvinning.

# Estimat av lagringskapasiteten på norsk sokkel

- I olje- og gassreservoar: 16 Gt CO<sub>2</sub>, som svarar til EU sine 1990-utslepp (3 Gt) i ca 10 år.
- I akviferar på sokkelen: 800 GT CO<sub>2</sub>: som svarar til EU sine 1990-utslepp i rundt 70 år.
- Generelt: for å få ned kostnaden per tonn er det gunstig med utbygging av infrastruktur i stor skala (fallande grensekostnad). Dette saman med ulik fordeling av kjelder og lagringskapasitet gjer samarbeid mellom land attraktivt.

**Table 1 Capture costs in USD/tonne CO<sub>2</sub>**

Source	Current cost	Near-term cost
Anderson and Newell (2003)		
- coal/gas power plant	45-58	34-42
- integrated gasification combined-cycle	28	17
- hydrogen production from natural gas	10	
Hustad (2003)		
- coal power plant	25	
- gas power plant	33-35	
- ammonia from natural gas	6-12	
- integrated gasification combined-cycle		15-20
Johnson and Keith (2004)		
- coal power plant		20
- gas power plant		48
Hendriks et al. (2000)		
- Natural gas combined cycle	41-66	
- Furnace/combined heat and power	6-45	

**Table 2 Transportation and storage costs in USD/tonne CO<sub>2</sub>**

Source	Transport	Storage	Total
Anderson and Newell (2003)	5.60-10.80*	1.40-8.20	7-19
Hustad (2003)	10-13		
Johnson and Keith (2004)			8.20
Hendriks et al. (2000)	12-28*	1-16	13-44

\*Cost is given per 100 km pipeline. We assume an average transport of 400 km (Denmark or Northern Great Britain to North Sea oil reservoirs).

## Meiroljeutvinning (EOR)

- CO<sub>2</sub> brukt til EOR kan få ut 6-15% meir av oljen i feltet; som svarar til ein 10-30% auke i produksjonen frå eit oljereservoar
- Verdien ved ein oljepris på USD 15-25 er på USD 9-15
- Observert pris i dag på USD 11-18

# Lekkasjar av CO<sub>2</sub>

- Lekkasjar kan oppstå på grunn av olje- og gassaktivitet, ustabile pluggar i borehol, og jordskjelv m.m. Sjansen for lekkasjar frå akviferar er større enn for olje- og gassreservoar
- Ein viss sjanse for ikkje-marginale lekkasjar kan bli eit politisk problem
- Lekkasjane kan vere små per år (t.d. 0,01%) men vare i tusenvis av år
- Korleis vurdere små men langvarige lekkasjar?
- Kven har ansvaret for lekkasjar, bedriftene involvert eller staten?
- Ei mogleg løysing er at dersom lagringa er i tråd med eit fastsett regelverk tek staten på seg ansvaret for eventuelle framtidige lekkasjar

# Karbonlagring under klimaavtalane

- Klimakonvensjonen og Kyotoprotokollen
- *Ikkje avklart om geologisk karbonlagring kan godkjennast som tiltak*
- Brukt store ressursar på å få med biologisk lagring av CO<sub>2</sub> (skog og jord) – forhandlingar og komplisert regelverk. Sluk meir komplisert enn utslepp.
- Mange tekniske vanskar: avgrensingsproblematikk, permanens, m.m.
- Politiske vanskar: land og grupper har ulike interesser.
- Geologisk lagring på sett og vis enklare enn biologisk lagring
- Geologisk lagring vil komme opp – IPCC rapport kjem snart

# Rapportering og verifikasjon under Kyotoprotokollen

- Nødvendig å utvikle regelverk ('IPCC guidelines'; UNFCCC)
- Sikre at utsleppsreduksjonen er reell
- Det kan bli eit liknande regelverk for geologisk som for biologisk lagring (visse restriksjonar). Analogi til for eksempel organisk materiale i avfallsdeponi som gradvis blir omforma til metan.
- Vertslandet ansvar for overvaking og verifikasjon, og rapportering av eventuelle lekkasjar

# Handtering av geologisk karbonlagring under Kyotoprotokollen

*Innan eit land:* 'end of pipe' teknologi – ikkje rekna som utslepp; eller rekna som separat slukkategori ('sink').

*Mellom land:*

1. 'End of pipe' teknologi: kreditt til landet som produserte CO<sub>2</sub> men unngjekk utsleppa sjølv om gassen blir lagra i eit anna land.
2. Rapportert som eigen slukkategori ('sink'): kreditt til lagringslandet ved overføring mellom land.
3. Handtert gjennom fleksibilitetsmekanismane, for eksempel 'joint implementation' eller kvotehandel ('storage quotas'; 'removal units').

**Table 4 Net economic benefit of CCS under various assumptions (USD per ton of CO<sub>2</sub>)**

		CCS cost		
		Low* \$7-21	Medium \$40-50	High \$75-95
<b>Permit price</b>	Low \$0-5	-2 to -26	-35 to -50	-70 to -95
	Medium \$10-15	-11 to +8	-25 to -40	-60 to -85
	High \$25-35	+28 to +4	-5 to -25	-40 to -70

\* Includes income from EOR.

# Hovudpunkt

- Geologisk karbonlagring kan bli eit viktig klimatiltak. Vi veit ikkje kor viktig det vil bli, men meir forskning og utvikling er ei god investering.
- Svake insentiv for satsing p.g.a. manglande politisk avklaring og uvisse
- I dag er geologisk karbonlagring berre interessant ved dei mest gunstige tilfella, d.v.s. relativt høg kvotepris og meioljeutvinning
- Geologisk karbonlagring kan bli meir interessant i framtida p.g.a. høgare karbon/kvotepris og teknologiske framskritt (spesielt fangst)
- Utfordringar:
  - Uavklart status i klimaavtalane
  - Treng regelverk for rapportering og verifikasjon
  - Treng avklaring i forhold til fleksibilitetsmekanismene og ansvar for mogelege framtidige lekkasjar
  - Usikker kostnad i framtida og usikre framtidige karbonprisar