



- Oslo Centre of Research on Environmentally friendly Energy

Økonomiske studier av lønnsomhet for CCS: En gjennomgang av CREE-arbeider

Snorre Kverndokk, Frischsenteret

Stiftelsen Frischsenteret for samfunnsøkonomisk forskning

Ragnar Frisch Centre for Economic Research

www.frisch.uio.no

1. Hvorfor er ikke CCS implementert i stor skala?

- De fleste studier viser at CCS vil være nødvendig for å nå både 2-gradersmålet og 1,5-gradersmålet uten altfor store kostnader.
- Likevel er CCS i veldig liten grad implementert.
- Hvis disse målene er satt utfra hva som er samfunnsøkonomisk optimale nivåer på global oppvarming, må det bety at CCS er samfunnsøkonomisk lønnsomt.
- Hvorfor blir ikke da CCS implementert?
 - Kan det skyldes at vi ikke er på en utslippsbane som er i samsvar med målene?
 - Kan det være markedsimperfeksjoner som ikke er korrigert som er årsaken?
 - Kan det skyldes at CCS og fornybar energi er substitutter og at CCS vil bli lønnsomt etterhvert?



2. Hva har CREE gjort så langt på CCS-feltet?

- De fleste studiene er basert på den europeiske energimarkedsmodellen

LIBEMOD:

- Energimodell for Europa (EU27, Island, Norge og Sveits)
- 8 energivarer (elektrisitet, gass, olje, tre kulltyper, biobrensel og biomasse)
- Gass, elektrisitet og biomasse handles mellom parvise land, mens det er verdensmarkeder for kull, olje og biobrensler. Bare hjemmemarked for lignitt.
- Fire sluttbrukergrupper i hvert land, men energi brukes også som vareinnsats.
- Ulike versjoner med ulik antagelser om markedsmakt. En versjon med usikkerhet.
- Korttids- og langtidsversjon avhengig om kapasiteter kan endres eller ikke.
- Statisk modell med 2009 som basisår.
- Modellen bestemmer priser og kvantum produsert, handlet og konsumert.



2.1: CCS-teknologier i det europeiske kraftmarkedet

- *Golombek, R., M. Greaker, S.A.C. Kittelsen, O. Røgeberg and F.R. Aune (2011): Carbon Capture and Storage Technologies in the European Power Market, Energy Journal , Vol. 32, No. 3, pp 209-238.*
- Bruker LIBEMOD til å se på hvilken rolle CCS får for å nå 2030-mål i Europa.
- To typer CCS-teknologier som kan brukes både i gass- og kullkraftverk:
 - Pre-combustion – fjerner karbonet fra brenselet
 - Post-combustion – «end of pipe» (dyrest)



2.1: CCS-teknologier i det europeiske kraftmarkedet (forts.)

- Resultater
 - Ved en avgift på \$90 per tonn CO₂ i 2030 (stabilisere GHG-konsentrasjon på 550 ppm) vil CCS spille en rolle i det europeiske kraftmarkedet selv uten subsidier.
 - Nye kullkraftverk med CCS vil erstatte gamle kullkraftverk og til en viss grad ny vind og bioenergi. Lønnsomt ved avgift på \$30. Ikke lønnsomt å ettermontere (post-combustion) CCS i eksisterende kullkraftverk.
 - Nye gasskraftverk med CCS vil også bli lønnsomme, men ikke fullt ut erstatte gamle gasskraftverk. Lønnsomt ved avgift på \$65. Ikke lønnsomt å ettermontere (post-combustion) CCS i eksisterende gasskraftverk.
 - Kraftig subsidiering må til for at ettermontering av CCS skal være lønnsomt.
- Studien viser betydningen av CO₂-avgifter for å innføre CCS-teknologier. Pris i dag i EU ETS: 9,5 Euro \approx \$11,6.



2.2: Støtte til utvikling eller bruk?

- *Golombek, R., M. Greaker, S. Gaure, S.A.C. Kittelsen og K.E. Rosendahl: Promoting CCS in Europe: A case for green strategic trade policy?, CREE Working Paper 05/2016.*
- Ser på hvordan støtteordninger for CCS bør utformes i EU. Bør man støtte utviklingen av teknologien eller anskaffelse av teknologien?
- Lavt antall utviklere noe som tilsier at myndighetene bør iverksette tiltak for å unngå oligopolprising. Optimalt å støtte utviklere innen EU, ikke kjøpere. Støtte til EU-utviklere gir disse et strategisk fortrinn. Støtte til kjøp påvirker alle utviklere.



2.2: Støtte til utvikling eller bruk? (forts.)

- Resultatene støttes av simuleringer i LIBEMOD: Best å prioritere støtte til utviklere
- Støtten til kullkraftverk med CCS bør være større enn støtten til gasskraftverk med CCS:
 - Større CO₂-gevinster ved støtte til kull
 - Terms-of-trade effekter: EU er nettoimportør av gass og kull, så høyere priser på disse varene rammer EU. CCS øker etterspørsel etter kull og gass, men priseffektene blir mist for kull (verdensmarked)



2.3: Investeringer under usikkerhet

- *Golombek, R., S. Gaure, M. Greaker, og K.E. Rosendahl: Investment in zero carbon technologies under uncertainty about future climate policy, utkast*
- Viktig med nullutslippsenergi for å nå klimamålene. Dette kan nås ved fornybar energi eller CCS på fossilbaserte kraftverk.
- Ser på en modell hvor det er usikkerhet om framtidig klimapolitikk.
- Foreløpige resultater viser at for at CCS skal være lønnsomt må etterspørselen etter elektrisitet i 2030 være langt større enn det som vanligvis predikteres. Dette kan imidlertid skje ved omfattende elektrifisering i sluttbrukersektorer.

2.4: Barrierer for kommersialisering

- *Aakenes, S.: From Moon-walking towards Moon-landing: How might CCS leave the Launch Pad?, CREE working paper 13/2004.*
- Ser på barrierer for kommersialisering, bl.a markedsimperfeksjoner:
 - Høye investeringskostnader – mindre interessant ved usikkerhet i energimarkedene
 - Endret kostnadsstruktur – produksjonsprofilen har betydning for lønnsomheten
 - Ulempe ved å være først ute – nettverk, spillover, lock-in
 - Usikkerhet rundt ny forretningsmodell – potensiell stor risiko ved lagring, manglende marked for slik risiko



2.5: Nettverkseffekter

- *Velten, C: Network effects and excess inertia: Do carbon Capture and Storage Technologies Suffer from Technology Lock-in?, CREE Working Paper 07/2017.*
- Nettverkseffekter eksisterer hvis fordelene av å bruke godet avhenger av hvor mange som bruker det. Det kan eksistere flere nettverk og brukere kan være «innelåst» i et nettverk selv om bedre teknologier finnes, da det vil være kostnader ved å bytte. Det beste alternativet vil derfor ikke alltid benyttes.
- Studien viser at det under visse forutsetninger kan være nettverkseffekter i energimarkedet, noe som innebærer at investeringer i CCS ikke blir gjennomført selv om de er lønnsomme. Resultatet er sensitivt til forventninger om karbonpriser og kostnader.



3. Planlagte arbeider

- Planlegger å gå inn på de tre markedene for å identifisere markedssvikt og foreslå virkemidler.
 - Ulike markeder:
 - Fangst – kommersielt marked
 - Transport – lite utviklet
 - Lagring – lite utviklet
 - Hvilke imperfeksjoner finnes?
 - Naturlig monopol, læringseffekter, nettverkseksternaliteter, risiko
 - Vil korrigerer av imperfeksjoner i ett marked føre til at andre markeder blir etablert og lønnsomme?
- SSB deltar i et nyoppstartet prosjekt som ledes av University of Strathclyde som ser på effekter av å investere i CCS i Storbritannia.

