



- Oslo Centre of Research on Environmentally friendly Energy

Muligheter for utslippsreduksjoner ved produksjon og bruk av sement

(Samfunnsøkonomen nr. 3/2021)

**Oskar Vågerö, Snorre Kverndokk og
Eric Nævdal**

*Stiftelsen Frischsenteret for samfunnsøkonomisk forskning
Ragnar Frisch Centre for Economic Research
www.frisch.uio.no*

1. Innledning

- 2020: Regjeringen Solberg besluttet å gi støtte til et demonstrasjonsanlegg for CCS på Norcem i Brevik.
- Hvorfor sement?
 - Store utslipp (6-8% av globale CO₂-utslipp)
 - En sektor hvor det er vanskelig å redusere utslippene
- Hvor kommer utslippene fra (Portlandsement - OPC)
 - Klinkerproduksjon gir CO₂-utslipp: 2/3 av utslippene
 - Oppvarmingen til prosessen: 1/3 av utslippene



1. Innledning (forts.)

- *Prosessutslipp* kan reduseres ved
 - Klinkersubstitusjon
 - Alternative typer sement
- Utslipp ved *fyring* kan reduseres ved
 - Forbedret energieffektivitet
 - Brennstoff som gir mindre utslipp



1. Innledning (forts.)

- Men *etterspørselen* kan også reduseres:
 - Sement brukes hovedsakelig som bindingsmiddel i betong
 - Bygninger (50%), infrastruktur (30%), vedlikehold (20%)
 - Utslippene kan reduseres ved
 - Redusere bruken av sement i betong
 - Bruke alternativer til betong



2. Tiltak i sementproduksjon – utslipp fra forbrenningen

- Energieffektivitet:
 - Lite å hente: Potensialet anslås til ca. 3% reduksjon av utslippene
 - Energieffektivisering har veldig liten kostnad (\approx null)
- Andre typer brennstoff:
 - Brevik: Avfall (42%), biobrensler (30%), fossile brensler (28%)
 - Kan i prinsippet bare bruke biobrensler og redusere samlede utslipp med 1/3.
 - Økte kostnader: 57-137 NOK/tCO_{2e}



3. Tiltak i sementproduksjon – utslipp fra prosessen

- Klinkersubstitusjon:
 - Finnes materialer som kan erstatte klinker (SMC)
 - Noen er veldig billige, men tilgangen er redusert
 - Mest aktuelt er antagelig *kalsinert leire* (og kalkmel), men det krever investeringer i kalsineringsfabrikk.
 - Klinkerandel kan reduseres med 50%, dvs. utslippsreduksjon på ca. 33% (50% av 2/3).
 - Kan gi kostnadsbesparelser. Satt marginalkostnad til \approx null



3. Tiltak i sementproduksjon – utslipp fra prosessen (forts.)

- Alternative typer sement
 - *RBPC-klinker*: Kan produseres i konvensjonelle sementfabrikker uten store endringer i prosessen.
 - Kan gi utslippsreduksjoner på ca. 10%
 - Kostnader omtrent som OPC, dvs. ingen ekstra kostnader
 - *BYF-klinker*: Kan gi 28% lavere utslipp, men noe økte driftskostnader. Ennå ikke godkjent under europeiske standarder.



4. Tiltak i sementproduksjon – CCS

- Anlegget planlagt i Brevik er et «post-combustion»-anlegg.
- Det skal fange ca. 50% av utslippene (400.000 tonn CO₂ årlig)
- Teknisk sett er det mulig å fange 90%. Dette er lagt til grunn i figurene nedenfor.
- Vi har brukt kostnadsanslag fra Cementsa (Sverige): 890 NOK/tCO_{2e} uten transport og lagring.

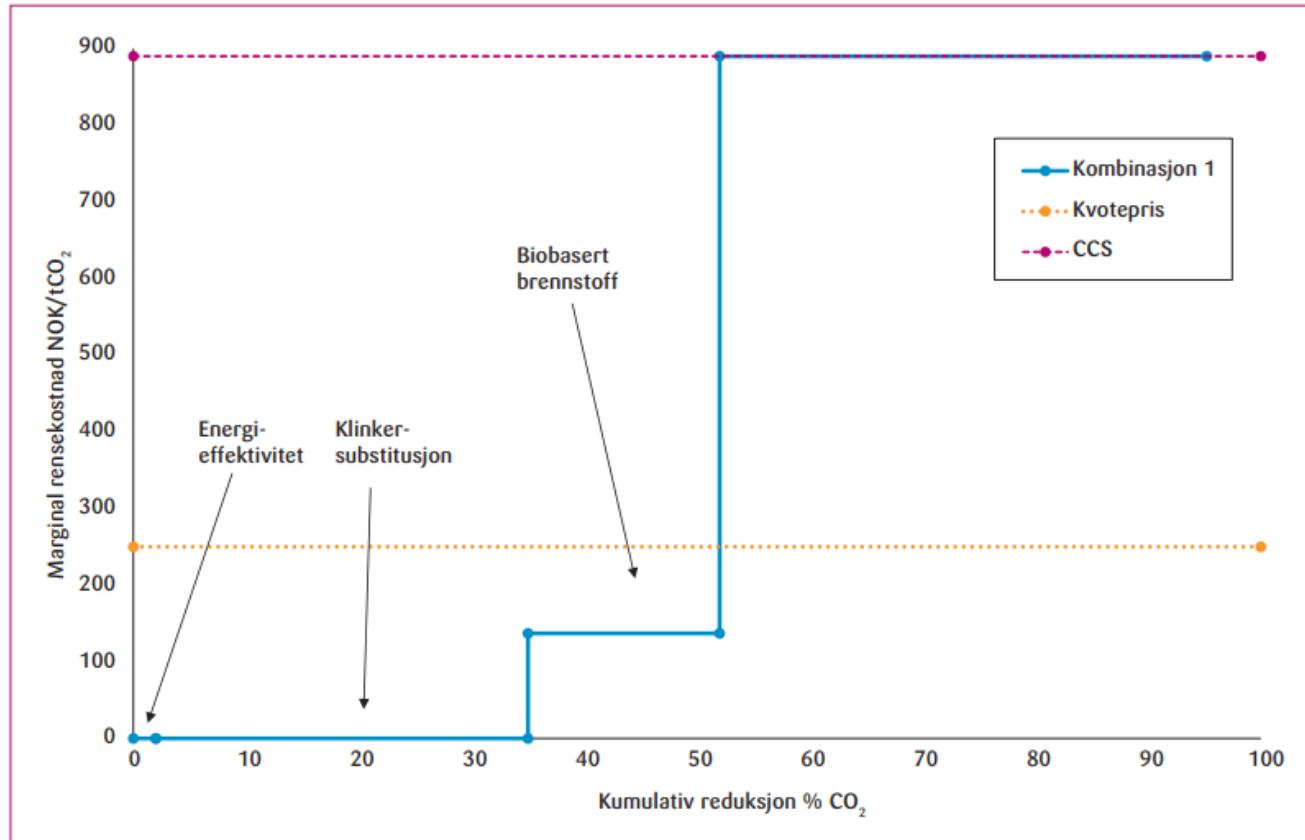


5. Tiltak i sementproduksjon – mulige kombinasjoner

Tabell 2: Studerte kombinasjoner av tiltak og utslippsreduksjoner.

	TILTAK 1 (reduksjon i prosent)	TILTAK 2 (reduksjon i prosent)	TILTAK 3 (reduksjon i prosent)
Komb. 1 (OPC)	Energi- effektivitet (2 prosent)	Klinker- substitusjon (33 prosent)	Biobasert brennstoff (17 prosent)
Komb. 2 (RBPC)	Energi- effektivitet (3 prosent)	RBPC klinker (10 prosent)	Biobasert brennstoff (21 prosent)

6. Tiltak i sementproduksjon – marginalkostnadskurver



Figur 1: Marginal rensekostnad for komb. 1, EU ETS priser og kostnad per enhet for CCS.

7. Etterspørselsreducerende tiltak

- *Sementeffektivitet*: Erstatte klinker med annen masse
 - Betong består av 7-20% sement
 - Studier tyder på at 70% av sementen kan erstattes
 - Dette kan gi utslippsreduksjoner på 50%
 - Kostnadene vil antagelig gå ned (\approx null)
- *Betongeffektivitet* (enklere konstruksjoner) og *gjenbruk*:
 - “Better safe than sorry”-prinsipp: Brukes for mye sement
 - Anslag på redusert bruk av sement er 20%
 - Dette vil derfor ikke gi noen ekstra kostnad



7. Etterspørselsreducerende tiltak (forts.)

- Andre byggematerialer enn betong:
 - *Tre* brukes mer enn før – vanskelig å anslå effekten
 - *Biosement* – (bakterier og kalsium) umoden teknologi
 - *Mycel* – (rotnettverket til sopp) fremdeles under utvikling

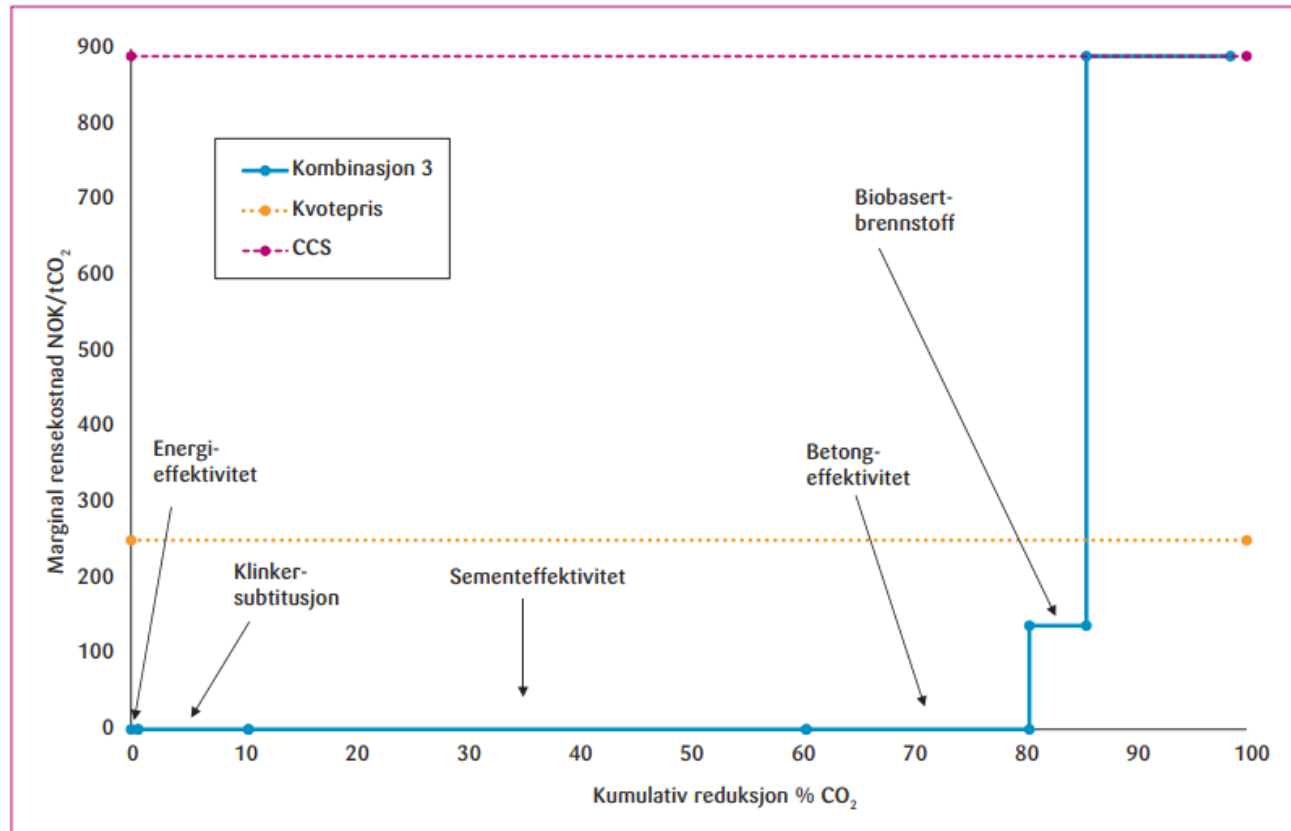


8. Samfunnets muligheter for utslippsreduksjoner

Tabell 4: Studerte kombinasjoner av tiltak og utslippsreduksjoner.

	TILTAK 1 (reduksjon i prosent)	TILTAK 2 (reduksjon i prosent)	TILTAK 3 (reduksjon i prosent)	TILTAK 4 (reduksjon i prosent)	TILTAK 5 (reduksjon i prosent)
Komb. 3	Energieffektivitet (0,63 prosent)	Klinkersubstitusjon (9,9 prosent)	Sementeffektivitet (50 prosent)	Betongeffektivitet (20 prosent)	Biobasert brennstoff (5,1 prosent)
Komb. 4	Energieffektivitet (0,81 prosent)	RBPC klinkers (3 prosent)	Sementeffektivitet (50 prosent)	Betongeffektivitet (20 prosent)	Biobasert brennstoff (6,2 prosent)

9. Samfunnets marginale renseskostnad



Figur 3: Marginal renseskostnad for komb. 3, EU ETS priser og kostnad per enhet for CCS.

10. Drøfting og konklusjoner

- Teoretisk mulig å redusere utslippene i produksjonen med ca. 50%, mens tilleggstiltak på etterspørsels-siden kan redusere utslippene med over 80%.
- Forbehold: Gjenspeiler ikke nødvendigvis mulighetene i Brevik
 - NORCEM planlegger å ta i bruk flere av tiltakene
- Noen hindringer:
 - *Vannbehov og bestandighetsegenskaper*
 - *Standarder* setter begrensninger: Største tillatte innblanding av kalsinert leire er 35%, vi har antatt 50%.
 - *Omstillingskostnader* ikke med: Rutiner, opplæring etc.



10. Drøfting og konklusjoner (forts.)

- Grunner til å satse på CCS selv om det er dyrt
 - Målsetting om hjemlige reduksjoner – redusert bruk av kvotehandel
 - Læringseffekter: Billigere på sikt
 - Bidra til at CCS blir lønnsomt internasjonalt
 - Bidra til realiseringen av Northern Lights

