

SAMFUNNSØKONOMEN

TEMA: KLIMA

- Böhringer og Rosendahl :
SATSING PÅ FORNYBART = KULLKRAFT
- Kverndokk og Rosendahl:
KLIMA OG FoU
- Aaheim:
VIRKNINGER AV KLIMAENDRINGER
- Amundsen:
EUS MÅL OG MIDLER
- Bye og Hoel:
GRØNNE CERTIFIKATER
- Hoel og Holtsmark:
UTVIKLINGSLANDENE BESTEMMER
- Torvanger:
KARBONHANDTERING



SAMFUNNSØKONOMEN

- ANSVARLIG NUMMERREDAKTØR
Annegrete Bruvoll • annegrete.bruvoll@ssb.no
- REDAKTØRER
Rolf Brunstad • rolf.brunstad@nhh.no
Annegrete Bruvoll • annegrete.bruvoll@ssb.no
Steinar Vagstad • steinar.vagstad@econ.uib.no

- RÅDGIVER
Jannicke Halvorsen
jannicke.halvorsen@samfunnsokonomene.no

- UTGIVER
Samfunnsøkonomenes Forening
Leder: Trond Tørstad
Generalsekretær: Ragnar Ihle Bøhn

- ADRESSE
Samfunnsøkonomenes Forening
Skippergt. 33
Postboks 8872, Youngstorget
0028 Oslo
Telefon: 22 31 79 90
Telefaks: 22 31 79 91
sekretariatet@samfunnsokonomene.no

www.samfunnsokonomene.no

Postgiro: 0813 5167887
Bankgiro: 8380 08 72130

2009

- | | |
|---------------------|--------------|
| • PUBLISERINGSDATO | ANNONSEFRIST |
| NR. 8: 17. NOVEMBER | 29. OKTOBER |
| NR. 9: 15. DESEMBER | 27. NOVEMBER |

2010

- | | |
|----------------------|---------------|
| • PUBLISERINGSDATO | ANNONSEFRIST |
| NR. 1: 16. FEBRUAR | 01. FEBRUAR |
| NR. 2: 16. MARS | 01. MARS |
| NR. 3: 23. APRIL | 09. APRIL |
| NR. 4: 21. MAI | 03. MAI |
| NR. 5: 22. JUNI | 04. JUNI |
| NR. 6: 21. SEPTEMBER | 03. SEPTEMBER |
| NR. 7: 12. OKTOBER | 28. SEPTEMBER |
| NR. 8: 16. NOVEMBER | 01. NOVEMBER |
| NR. 9: 14. DESEMBER | 29. NOVEMBER |

- | | |
|-----------------------|------------|
| • PRISER | |
| Abonnement | kr. 1080.- |
| Studentabonnement | kr. 300.- |
| Enkeltnr. inkl. porto | kr. 160.- |

- | | |
|-------------------------------|------------|
| • ANNONSEPRISER (ekskl. moms) | |
| 1/1 SIDE | kr. 6690.- |
| 3/4 SIDE | kr. 6040.- |
| 1/2 SIDE | kr. 5390.- |
| Byråprovisjon | 10% |

Opplag: 2550

Design: www.deville.no

Trykk: Grafisk formidling as, Bergen

Innhold

NR. 7 • 2009 • 63. ÅRG.

TEMA: KLIMA

- LEDER 3
- ARTIKLER 4
 - Satsing på fornybar kraft = satsing på kullkraft** 4
av Christoph Böhringer og Knut Einar Rosendahl
 - Sammenhenger mellom klima- og FoU-politikk** 10
av Snorre Kverndokk og Knut Einar Rosendahl
 - Samfunnsøkonomisk vurdering av virkninger av klimaendringer** 18
av Asbjørn Aaheim
- AKTUELLE KOMMENTARER 28
 - Mål og midler i EUs energi- og klimapolitikk: Et kritisk syn** 28
av Eirik S. Amundsen
 - Grønne sertifikater - dyr og formålsløs fornybar moro** 34
av Torstein Bye og Michael Hoel
 - Utviklingslandene bestemmer klimautviklingen** 38
av Michael Hoel og Bjart Holtsmark
 - Kan karbonhandtering redde klimaet?** 49
av Asbjørn Torvanger
- ANMELDELSER 53
 - Til siste dråpe** 53
Av Helge Ryggvik
Anmeldt av Øystein Noreng
 - Globale miljøutfordringer - Norsk klimapolitikk** 56
NOU 2009:16
Energieffektivisering
Lavenergiutvalget
Anmeldt av Hans Henrik Ramm

FORSIDEFOTO: ALLAN DAVEY STUDIOS / SCANPIX

SAMFUNNSØKONOMEN / ISSN 1890-5250

Kamp om byrdefordeling

I desember skal prosessen rundt FNs klimakonvensjon sluttforast i København. Artiklane i dette temanummeret tek opp ei rekkje problemstillingar som er relevante for Norge si tilnærming i forhandlingane.

Medan så å seie alle er einige i at utsleppa må ned, er det store interessekonfliktar både mellom og i landa om kven som skal betale. I dag står u-landa og i-landa for om lag halvparten av utsleppa kvar. Fram mot 2050 vil utsleppa frå u-landa bli nesten tredobla om ein ikkje gjer noko, medan i-landa sine utslepp er anslått å auke med ti prosent. Det betyr at dei største utsleppkutta må skje i dei fattigaste landa. Samtidig er utsleppa per capita mykje høgare i i-landa, eksempelvis fire gongar høgare i USA enn i Kina. Då er det ikkje rart at u-landa seier nei til å forplikte seg til utsleppsreduksjonar. Dei prioriterer naturleg nok betring av levekåra for dei som veks opp i dag framfor mulige temperaturrendringar langt inn i framtida. Men utan u-landa med på laget kan ein i praksis gløyme å gjere noko særlig med den globale oppvarminga.

Det betyr at dei rike landa må bere hovudbyrda om vi skal få til ei avtale som monnar. Gitt bekymringane for klima som gjenspeglar seg i mediebildet synest kostnadane ved å imøtekomme problemet å vere små. Eksempelvis er hovudanslaget frå Stern-rapporten at det vil koste rundt 1 prosent av verda sitt samla BNP å stabilisere oppvarminga på pluss 3 grader. Dette føreset kostnadseffektive kutt, det vil seie store kutt i u-landa. Potensialet er mindre her heime, med reine og effektive produksjonsstrukturar som følgje av mange års økonomisk vekst og miljøreguleringar. For å få til dette må ein frikoble byrdefordelinga frå utsleppsreduksjonane; i-landa må betale for tiltak i u-landa. Dei rikaste landa er så rike at sjølv om berre eksempelvis dei ti rikaste landa tok heile kostnaden, ville det ikkje utgjere meir enn litt over 3 prosent av deira BNP. Fordelt på dei 20 rikaste landa er kostnaden berre 1,3 prosent av BNP.

Det ideelle ville vere ei global klimaavgift, eller eit globalt kvotesystem. Med ei global klimaavgift kan inntektene frå avgifta omfordelast internt i landa. Eit globalt kvotesystem vil ha store fordelingsverknader mellom landa gjennom kvotetildelinga. Dette er eit problem i forhandlingane, men det kan også vere ei mulegheit for å få med u-landa, om dei rike landa er villige til å betale. Som eit tankeeksperiment kunne ein dele verda i to – u-land og i-land. «U-land» kunne få tildelt heile kvoten, medan «i-land» sin kvote var null. Då måtte «i-land» kjøpe alle sine nødvendige utsleppsrettar frå «u-land», og «u-land» ville redusere utsleppa så lenge prisen dei fekk var høgare enn kostnaden

ved å redusere. Dette ville innebære ei stor penge-overføring frå «i-land» til «u-land» (1,3 prosent av BNP for maks tre graders oppvarming om «i-landa» eksempelvis var synonymt med dei 20 rikaste landa) samtidig som utsleppsmålet blei oppfylt.

Kven som kuttar og kven som betaler må altså handterast som to separate spørsmål. Her i Norge er det politiske miljøet temmeleg unisont i kravet om at vi skal kutte utsleppa innanfor våre egne grenser. Kutt i utlandet blir sett på som avlat og at ein kjøper seg fri. Faktum er at vi, til liks med andre industrialiserte og høgteknologiske land, har lite å hente heime. Pengar vi brukar nasjonalt har minimal effekt i forhold til om midla hadde nådd fram til omstilling, energieffektivisering og regnskogtiltak i u-landa. Dei tre milliardane regjeringa skal bruke på regnskogtiltak vil, med Stern sine kostnadsanslag, kunne spare CO₂-utslepp tilsvarande 2-10 gongar alle utsleppa i Norge. Det er framleis store problem knytte til gjennomføring og kontroll av slike tiltak i u-land, og disse mekanismane må vidareutviklast i internasjonale fora. Men om effekten berre var ein tidel, vil eit slikt tiltak likevel overgå alt vi gjer her heime.

Likevel er det ikkje mulegheitene i denne typen politikk som får merksemd i den politiske debatten. Få stiller spørsmålsteikn ved 3 milliardar på vindkraftprosjekt, i tillegg til energieffektivisering og andre tiltak som ikkje har nokon som helst klimateffekt. Det viktige ser ut til å vere nasjonal symbolpolitikk på norsk grunn. Også den innanlandske klimapolitikken er gjennomsyra av interessekonfliktar. Grøne sertifikat er lansert som eit mirakelmiddel, men det er ingen som kan forklare korleis disse skal bidra. Tvert imot tilseier normal marknadsatferd null klimateffekt, medan eksisterande energiprodusentar, det vil stort sett seie offentlege eigarar, taper inntekter. Subsidiar betalte over Enova er heller ikkje gratis, disse reduserer potten til skule, helse og andre offentlege oppgåver. Ein annan tapar er naturmiljøet, vassdrag og havutsikt blir ofra i klimaets namn for at sterke interessegrupper skal få meir og billigare straum.

Når forhandlarar frå rike og fattige land sit rundt same bordet kan det vere håp om at den nasjonale symbolpolitikken vil få mindre vekt. Norge bør bidra til global effektivitet og til å framforhandle ordningar der i-land finansierer reelle utsleppskutt utanom egne landegrenser. I tillegg bør dei rikaste landa satse på forskning og utvikling av nye teknologiar. Implementeringa her heime skal vi derimot ikkje blande oss opp i, med riktig prising av utsleppa vil den vil kome når det er kommersielt lønsamt.

Mykje av dette og meir til er omhandla i artiklane i dette bladet – god lesing!

CHRISTOPH BÖHRINGER
Professor, Universitetet i Oldenburg

KNUT EINAR ROSENDAHL
Seniorforsker, Forskningsavdelingen, Statistisk sentralbyrå



Satsing på fornybar kraft = satsing på kullkraft*

I Norge og resten av Europa er det politisk ønske om å redusere CO₂-utslippene og øke produksjonen av fornybar energi. I denne artikkelen diskuterer vi hvordan økt satsing på fornybar kraft vil påvirke kraftmarkedet, gitt at det allerede er satt et tak på utslippene av CO₂. Vi finner at satsingen på fornybar kraft vil gi økt produksjon av kullkraft, mens gasskraftproduksjonen vil falle.

1 INNLEDNING

Et av de store spørsmålene i energipolitikken her i landet er hvor mye man skal støtte fornybar energiproduksjon som for eksempel vindkraft, og hvilken innretning støtten eventuelt skal ha.¹ Dette spørsmålet står også høyt på dagsordenen i EU og USA. Argumentene som brukes for å fremme slik støtte er flerfoldige, men det aller viktigste virker å være klimaproblemet. I EU og USA er også forsyningsikkerhet et viktig argument, men det argumentet er mindre relevant i Norge.

Støtte til fornybar energi kan føre til reduserte CO₂-utslipp dersom støtten stimulerer til økt produksjon av fornybar energi, som igjen fortrenger fossil energiproduksjon. Det er iallfall to innvendinger som kan rettes mot denne logikken. For det første er det en indirekte måte å redusere CO₂-utslipp på – en mer effektiv måte er selvsagt å øke

prisen på CO₂-utslipp gjennom avgifter eller kvoter. For det andre har vi allerede et kvotemarked som dekker blant annet kraftproduksjon i EU og Norge, med rammer lagt fram til 2020. Dermed er utslippene fra sektorene i kvotemarkedet i stor grad gitt,² og støtte til fornybar kraft vil derfor ikke påvirke disse utslippene.

Støtte til fornybar kraft kan likevel være fornuftig dersom det reduserer de samfunnsøkonomiske kostnadene ved å nå utslippsmålene som er satt, eller dersom det påvirker utslippsmålene som settes etter 2020. Det er viktig at omfanget og innretningen av støtten sees i et slikt lys.

Denne artikkelen fokuserer på en annen effekt av å støtte fornybar energi, nemlig effekten på markedsandeler for ikke-fornybar energiproduksjon. Ved hjelp av en enkel teoretisk modell for kraftmarkedet viser vi at økt støtte til

* Vi er takknemlig for finansiering fra NFR-programmet Petrosam, og for nyttige kommentarer fra en anonym referee.

¹ Etter at artikkelen ble skrevet har norske og svenske myndigheter blitt enige om å danne et felles grønt sertifikatmarked fra 2012 for å stimulere til økt produksjon av ny fornybar kraft (se fotnote 4).

² Ettersom bedriftene i EUs kvotemarked også kan kjøpe såkalte CDM-kvoter fra utviklingsland, vil satsing på fornybar kraft kunne påvirke omfanget av utslippsreduksjoner i Europa, mens globale utslippsreduksjoner ikke påvirkes (gitt at CDM-mekanismen virker etter hensikten, jf. Rosendahl og Strand, 2009).

fornybar kraft vil være gunstig for de mest utslippsintensive kraftteknologiene (typisk kullkraft), gitt at et kvotemarked for CO₂-utslipp allerede er på plass. Årsaken er at økt produksjon av fornybar kraft vil lette presset i kvotemarkedet og føre til lavere pris på CO₂, noe som er mest gunstig for produsentene med høyest CO₂-utslipp. Simuleringer på en numerisk modell for det tyske kraftmarkedet bekrefter at økt andel fornybar kraft øker produksjonen av kraft fra brunkull, mens gasskraftproduksjon rammes hardest.

2 TEORETISK ANALYSE: STØTTE TIL FORNYBAR ER OGSÅ STØTTE TIL DE MEST FORURENSENDE

Vi studerer et lukket kraftmarked som består av såkalte «grønne» (G) og «brune» (B) kraftverk der ingen produsenter har markedsrett. La kostnadene ved å produsere kraft være gitt ved funksjonene $c^i(q^i)$, der q^i angir produksjonen i kraftverk i . Vi antar at både kostnadene og marginalkostnadene er strengt voksende i produksjonen. CO₂-utslippene fra brune kraftverk (e^i) antas å være proporsjonale med produksjonen, dvs. $e^i = \gamma^i \cdot q^i$ der γ^i betegner utslippsintensiteten for kraftverk i . Denne antakelsen bygger på at det er en tilnærmet proporsjonal sammenheng mellom input av CO₂-holdig (fossil) energi og produksjon av elektrisitet for det enkelte kraftverk.³ Noen brune kraftverk har CO₂-utslipp (for eksempel kullkraft og gasskraft), mens andre har ikke (for eksempel kjernekraft). Grønne kraftverk har ingen CO₂-utslipp, og representerer fornybar kraft. Den samlede etterspørselen etter kraft (D) er en avtakende funksjon av konsumentprisen p^E , og markedet antas å være i likevekt slik at total produksjon er lik total etterspørsel:

$$1) \quad \sum_{i \in B} q^i + \sum_{i \in G} q^i = D(p^E) \quad (D' < 0).$$

Vi antar at myndighetene har innført et kvotemarked for kraftmarkedet, og at den totale kvotemengden $\hat{E}$ er bindende. Det betyr at summen av utslipp er konstant:

$$2) \quad \sum_{i \in B} (\gamma^i q^i) = \hat{E}.$$

I praksis vil kvotemarkedet typisk inkludere flere sektorer (jf. EUs kvotemarked), men ettersom de fleste utslippsreduksjonene normalt finner sted i kraftmarkedet, er sannsynligheten stor for at resultatene våre er overførbare til dagens situasjon. Prisen på kvoter er gitt ved σ . Vi antar så at myndighetene ønsker å øke andelen grønn kraft gjennom (økt) subsidiering av slik kraft, gitt ved π^i (subsidiene kan enten være uniform eller differensiert mellom teknologier/produsenter). Subsidiene kan eventuelt betales for gjennom (økt) avgift t på forbruket av kraft. I så fall fungerer subsidiene på samme måte som et grønt sertifikatmarked.⁴

Førsteordensbetingelsene for grønne og brune kraftverk kan da uttrykkes på følgende måte, basert på standard profittmaksimering:

$$3) \quad c_{q^i}^i(q^i) = p^E - t - \sigma \gamma^i \quad (i \in B)$$

$$4) \quad c_{q^i}^i(q^i) = p^E - t + \pi^i \quad (i \in G).$$

Alle produsentene mottar $(p^E - t)$ for hver enhet kraft. Brune kraftverk må betale for sine eventuelle utslipp, mens grønne kraftverk mottar subsidier proporsjonalt med sin produksjon. La b og g angi antall brune og grønne kraftverk. Ligningssystemet (1) – (4) består av $(b+g+2)$ ligninger og like mange endogene variable (q^i , p^E , σ). Ved blant annet å totaldifferensiere ligning (3) kan vi etter litt omregninger vise at følgende gjelder (se Böhringer og Rosendahl, 2009):

- Kraftverk med høyest utslippsintensitet vil øke sin produksjon.
- Brune kraftverk uten utslipp vil redusere sin produksjon, og det samme vil kraftverk med lavest (strengt positive) utslipp.
- Total produksjon fra brune kraftverk vil reduseres.

Merk at resultatet *ikke* gjelder dersom alle de brune kraftverkene har samme utslippskoeffisient. Da forblir produksjonen uendret i alle de brune kraftverkene.

³ Kombinasjonen av strengt voksende marginalkostnader og proporsjonalitet mellom utslipp og produksjon forutsetter strengt tatt at produktfunksjonen er en såkalt Leontief-funksjon, der produksjonen er proporsjonal med bruk av (fossil) energi, mens det er strengt avtakende utbytte med hensyn på minst en annen innsatsfaktor.

⁴ Et grønt sertifikatmarked innebærer at produsenter av grønn kraft kan utstede et sertifikat for hver enhet kraft de produserer, mens andre produsenter (eller konsumenter) må kjøpe en bestemt andel (grønne) sertifikater for hver enhet kraft produsert (konsumert). Andelen fastsettes av myndighetene, som på denne måten kan styre andelen grønn kraft i markedet. Ekvivalensen mellom grønne sertifikater og kombinasjonen av avgifter/subsidier er vist i Böhringer og Rosendahl (2009). Resultatet forutsetter at det er frikonkurranse i markedet, og at $\pi^i = \pi$ er lik for alle grønne kraftverk.

Intuisjonen bak det første og mest interessante resultatet er som nevnt innledningsvis at kvotemarkedet sørger for å holde summen av utslipp konstant. Økt støtte til grønne kraftverk vil i første omgang redusere kraftprisen og dermed lønnsomheten for alle brune kraftverk. Dette fører til at prisen på utslippskvoter faller slik at totalutslippene forblir uendret (se også Amundsen og Mortensen, 2001). Redusert kvotepris er mest gunstig for kraftverkene med høyest utslippsintensitet. Resultatet blir dermed at disse kraftverkene øker sin produksjon, mens de minst utslippsintensive brune kraftverkene kommer dårligere ut som følge av lavere kraftpris. Dersom vi for eksempel har tre typer brune kraftverk, kullkraft, gasskraft og kjernekraft, vil kullkraft tjene på støtte til fornybar kraft, mens gasskraft og kjernekraft vil tape.

Resultatene over er gyldige for alle typer politikk som øker lønnsomheten av fornybar kraft, inkludert forskningssubsidier som reduserer kostnadene ved å produsere slik kraft. På den annen side: Uten kvotemarkedet ville alle brune kraftverk komme dårligere ut ved støtte til fornybar kraft.

Effekten på kraftprisen og samlet kraftproduksjon vil avhenge av valg av virkemiddel. Subsidiert fornybar kraft uten økning i forbruksavgiften vil naturlig nok stimulere samlet kraftproduksjon. Innføring av et grønt sertifikatmarked kan slå begge veier, og avhenger av kostnadsfunksjonene og variasjonen i utslippsintensitet blant de brune kraftverkene. Jo mindre variasjon det er i utslippsintensiteten til de brune kraftverkene, jo mindre vil samlet brun kraftproduksjon falle, og jo større er sjansen for at samlet kraftproduksjon øker.

3 NUMERISK ANALYSE: STØTTE TIL FORNYBAR GÅR PÅ BEKOSTNING AV GASSKRAFT

For å undersøke betydningen av det teoretiske resultatet, har vi utført simuleringer på en statisk partiell likevektsmodell for det tyske kraftmarkedet. Kullkraft står for omtrent halvparten av den tyske kraftproduksjonen. En betydelig del av denne kullkraften er basert på brunkull, som fører til ekstra høye CO₂-utslipp pr. kWh. I tillegg har Tyskland en stor andel kjernekraft, en ikke ubetydelig andel gasskraft, og noe vannkraft og annen fornybar kraft. Mens kullkraften i stor grad er basert på kull utvunnet i Tyskland, importeres mesteparten av gassen fra Russland, Norge og Nederland.

I modellen er det ti ulike kraftteknologier, og det skilles mellom eksisterende og nye kraftverk. Førstnevnte må kun ha dekning for driftsutgifter for å produsere, mens sistnevnte også må ha dekning for investeringskostnader. Modellen skiller videre mellom tre ulike lastperioder, topplast, mellomlast og grunnlast. Den er kalibrert til år 2004, dvs. året før EUs kvotemarked startet opp. Utfallet i basisåret brukes også som referansescenario, men vi inkluderer framtidig anslått potensiale for fornybar kraft i modellen med tanke på de politiske målene som er satt for 2020. Detaljert informasjon om blant annet eksisterende og potensiell kapasitet og kostnader for ulike teknologier er lagt til grunn. Se for øvrig Böhringer og Rosendahl (2009) for nærmere informasjon.

EU har nylig forpliktet seg til å redusere sine klimagassutslipp til 20 prosent under 1990-nivået i 2020.⁵ Samme år skal andelen fornybar energi i EU utgjøre minst 20 prosent. Tysklands ambisjoner på egne vegne er enda større: Allerede i Kyoto-perioden skal utslippene være 21 prosent under 1990-nivået, og ytterligere reduksjoner er ventet fram mot 2020. En betydelig del av utslippsreduksjonene vil trolig finne sted i kraftsektoren.

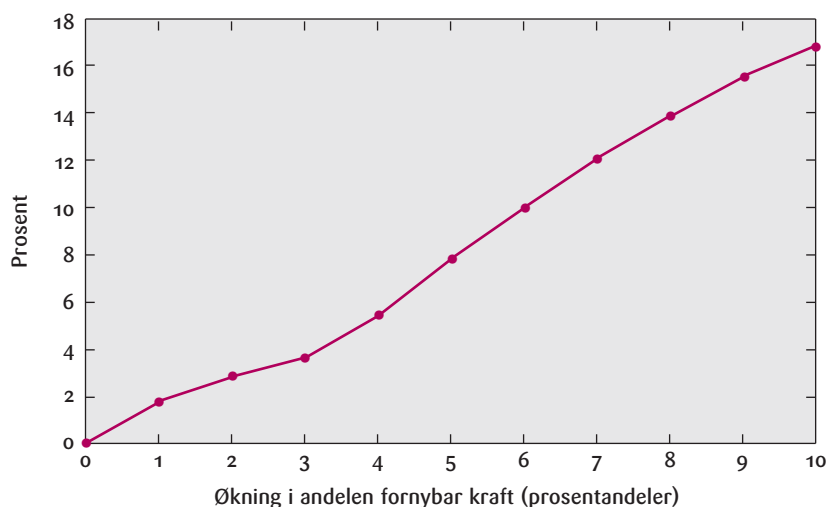
På denne bakgrunn legger vi først til grunn at det innføres et kvotemarked for det tyske kraftmarkedet som reduserer CO₂-utslippene derfra med 25 prosent. Dette scenariet kaller vi KLIMA. Andelen fornybar kraft i dette scenariet er 13 prosent, mot 11 prosent i referansescenariet. Deretter antar vi at det innføres et marked for grønne sertifikater, med gitte andeler for fornybar kraftproduksjon. Vi øker andelen fornybar kraft med ett prosentpoeng om gangen opp til 23 prosent, dvs. ti prosentpoeng høyere enn i scenariet KLIMA. Disse scenariene kaller vi KLIMA&FORNYBAR.

Brunkull er den mest utslippsintensive kraftteknologien i Tyskland. Når kvotemarkedet innføres i scenariet KLIMA, faller kraftproduksjonen basert på brunkull med 41 prosent. Når så andelen fornybar kraft økes via det grønne sertifikatmarkedet, stiger denne kraftproduksjonen igjen i tråd med det teoretiske resultatet (se figur 1). Økningen er på 17 prosent når andelen fornybar kraft er økt med ti prosentpoeng.

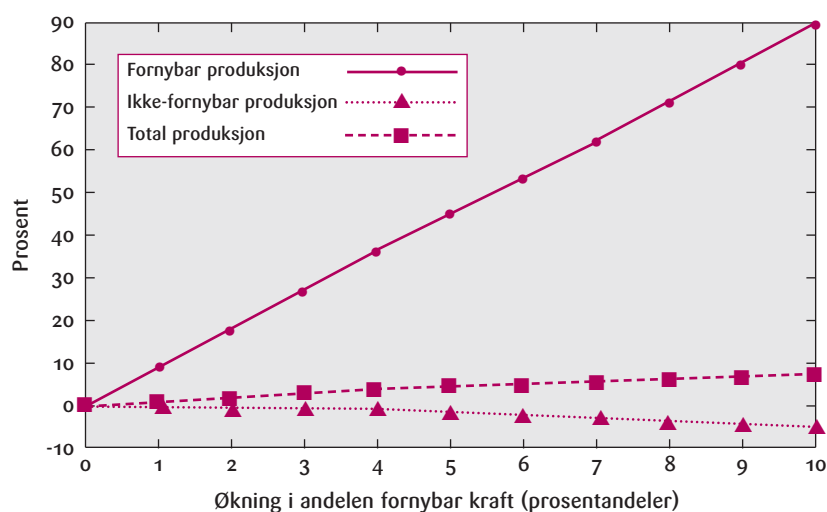
Gasskraft er den store taperen som følge av at andelen fornybar kraft økes. Mens kvotemarkedet fører til en økning

⁵ Se http://ec.europa.eu/environment/climat/climate_action.htm.

Figur 1 Prosentvis økning i kraftproduksjon basert på brunkull i KLIMA&FORNYBAR sammenlignet med KLIMA.



Figur 2 Prosentvis endring i kraftproduksjon i KLIMA&FORNYBAR sammenlignet med KLIMA.

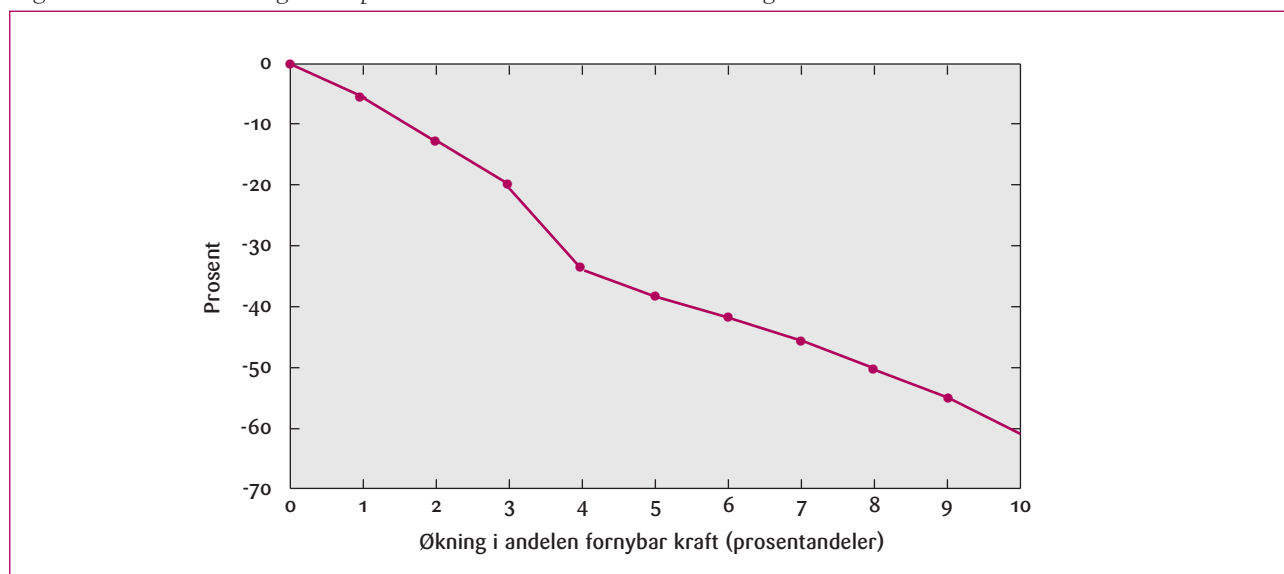


i gasskraftproduksjonen, fører det grønne sertifikatmarkedet til at denne produksjonen nesten halveres når andelen fornybar kraft er økt med ti prosentpoeng. Nedgangen i gasskraftproduksjonen er i tråd med de teoretiske resultatene, og det kraftige fallet henger også sammen med at gasskraft har høye driftskostnader (spesielt kjøp av gass). Produksjon av kjernekraft, som ifølge den teoretiske analysen skulle avta, påvirkes derimot lite på grunn av relativt lave driftskostnader.

Det grønne sertifikatmarkedet fører til at samlet ikke-fornybar kraftproduksjon faller med inntil fem prosent, mens total kraftproduksjon øker med inntil åtte prosent (se figur 2). Det vil si at konsumentprisen på kraft faller som følge av økt andel fornybar kraft, implementert via det grønne sertifikatmarkedet. Som nevnt i kapittel 2 er dette ikke selvsagt. Sannsynligheten for et prisfall er likevel større når det allerede eksisterer et kvotemarked, fordi nedgangen i kvoteprisen demper fallet i samlet ikke-fornybar kraftproduksjon.⁶

⁶ Fischer (2006) analyserer blant annet effekten på kraftprisen av å innføre grønne sertifikater uten at det samtidig eksisterer et kvotemarked.

Figur 3 Prosentvis endring i kvoteprisen i KLIMA&FORNYBAR sammenlignet med KLIMA.



Kvoteprisen faller for øvrig med inntil 60 prosent når det grønne sertifikatmarkedet innføres (se figur 3).

De samfunnsøkonomiske kostnadene ved å redusere CO₂-utslippene i det tyske kraftmarkedet gjennom et kvotemarked beregnes i modellen til ca. 1,1 milliarder Euro pr. år.⁷ Når det grønne sertifikatmarkedet innføres og andelen fornybar kraft økes fra 13 til 23 prosent, fordobles de samfunnsøkonomiske kostnadene. CO₂-utslippene forblir selvfølgelig uendret. Kostnadsøkningen må derfor settes opp mot eventuelle andre gevinster av det grønne sertifikatmarkedet. Det kan for eksempel være langsiktige kostnadsgevinster gjennom økt erfaring med produksjon av fornybar kraft. Dette kan gjøre det billigere å redusere CO₂-utslipp i framtida. I europeisk sammenheng er økt innenlandsk produksjon av energi et viktig moment, for å redusere avhengigheten av russisk gass og olje fra Midtøsten. Noen vil også hevde at det kan skape flere arbeidsplasser i distrikter med mangel på slikt.

Selv om det kan være hold i flere av disse argumentene, er det grunn til å tro at andre virkemidler vil være mer treffsikre. Et grønt sertifikatmarked vil for eksempel være gunstigst for de grønne teknologiene som har lavest kostnader i dag, og det er ikke nødvendigvis disse teknologiene som har størst potensiale for kostnadsreduksjoner. Støtte til

forskning og utvikling (FoU) og demonstrasjonsanlegg kan dessuten være mer hensiktsmessig enn en generell støtteordning basert på produksjon. Når det gjelder satsing på FoU, er det stor enighet om at gevinsten for samfunnet er større enn den gevinsten som de private aktorene oppnår. Som vist i Kverndokk og Rosendahl (2009), kan det argumenteres for at generell FoU-støtte ikke er optimalt, dvs. at det er behov for støtteordninger målrettet mot utvikling av CO₂-frie energiteknologier.

4 OPPSUMMERING

I denne artikkelen har vi vist at økt satsing på fornybar kraft også vil være gunstig for de mest utslippsintensive kraftteknologiene, gitt at det allerede eksisterer et kvotemarked for CO₂-utslipp. De ikke-fornybare teknologiene med lavest eller ingen CO₂-utslipp vil derimot tape på en slik satsing. Er dette et problem? De samlede CO₂-utslippene forblir jo uendret.

En negativ bieffekt er at det i stor grad er en positiv sammenheng mellom CO₂-intensiteten og intensiteten av andre utslipp som SO₂, NO_x og partikler. Gasskraft har for eksempel betydelig lavere utslipp av disse komponentene enn kullkraft. Økt satsing på fornybar kraft kan dermed paradoksalt nok føre til økt lokal og regional luftforurensning.

⁷ De samfunnsøkonomiske kostnadene er i modellen beregnet som nedgangen i summen av konsumentoverskudd, produsentoverskudd og offentlige inntekter.

På den annen side vil økt produksjon av kullkraft på bekostning av gasskraft i Europa redusere behovet for import av gass fra Russland og stimulere den innenlandske produksjonen av kull. Økt satsing på fornybar kraft kan dermed redusere importavhengigheten både direkte via økt fornybar kraft og indirekte via økt kullkraft. Mon tro om politikerne i EU har hatt dette i tankene når de har vedtatt sine ambisiøse mål for 2020?

REFERANSER:

Amundsen, E.S. og J.B. Mortensen (2001): The Danish Green Certificate Market: Some Simple Analytical Results, *Energy Economics* 23, 489-509.

Böhringer, C. og K.E. Rosendahl (2009): Green Serves the Dirtiest. On the Interaction between Black and Green Quotas, Discussion Papers 581, Statistisk sentralbyrå.

Fischer, C. (2006): How Can Renewable Portfolio Standards Lower Electricity Prices? RFF Discussion Paper 06-20-REV, Washington, DC: Resources for the Future.

Kverndokk, S. og K.E. Rosendahl (2009): Sammenhenger mellom klima- og FoU-politikk, *Samfunnsøkonomen* (dette nummer).

Rosendahl, K.E. og J. Strand (2009): Simple Model Frameworks for Explaining Inefficiency of the Clean Development Mechanism, Policy Research Working Paper 4931, The World Bank.



SAMFUNNSØKONOMENE

Valutaseminaret 2010 hold av dagene

Lysebu i Oslo torsdag 4. og fredag 5. februar.

Hovedtema for seminaret blir finanskrisen og de norske og internasjonale tiltakspakkene.

Detaljene kommer senhøstes. Det blir igjen festmiddag.

*Velkommen!
Programkomitéen*

SNORRE KVERNDOKK
Seniorforsker ved Frischsenteret og Adjunct Professor of International Relations ved SAIS,
Johns Hopkins University.

KNUT EINAR ROSENDAHL
Seniorforsker i Statistisk sentralbyrå.



Sammenhenger mellom klima- og FoU-politikk*

I denne artikkelen ser vi på sammenhengen mellom klimapolitikk og innovasjonspolitik for å utvikle nye CO₂-frie energiteknologier. Hvis myndighetene har nok virkemidler tilgjengelig, kan klimapolitikken settes uavhengig av innovasjonspolitikken. Imidlertid bør innovasjonspolitikken avhenge av klimatilstanden med mindre patenter er evigvarende. Stilt overfor et voksende klimaproblem, bør støtten være høyest på et tidlig stadium da profitten ved salg av CO₂-frie teknologier er lavest. Om ikke alle virkemidlene er tilgjengelige i innovasjonsmarkedet, kan det imidlertid være argumenter for å innføre strengere klimapolitikk for å stimulere utvikling og bruk av ny teknologi.

1 INNLEDNING

Det er nødvendig med radikale politikktiltak internasjonalt de nærmeste tiårene for å stoppe økningen i konsentrasjonen av klimagasser i atmosfæren. Dette har vært budskapet fra blant annet FN's Klimapanel (IPCC, 2007) og den mye omtalte Stern-rapporten (Stern Review, 2007). En avgjørende faktor for å få til betydelige utslippskutt er teknologisk utvikling, spesielt innenfor energiforsyning og energibruk.

Et av de store spørsmålene er hvilke politikktiltak som bør tas i bruk for å få til den nødvendige omstillingen til klimavennlige energiteknologier. Et annet viktig spørsmål er

hvilke tiltak eller virkemidler som er politisk og praktisk mulig å gjennomføre. Disse to spørsmålene kan naturlig nok sammenfattes i følgende problemstilling: Hvilke politisk gjennomførbare virkemidler bør tas i bruk, og i hvilken målestokk?

Et viktig argument for å iverksette politikktiltak er at det er imperfeksjoner i markedsøkonomien, slik at markedsløsningen ikke sammenfaller med det som er det samfunnsøkonomisk beste utfallet. Slike imperfeksjoner kan f.eks. være eksternaliteter. Utslipp av klimagasser gir en negativ eksternalitet, fordi skaden av utlippene rammer flere enn den som forårsaker utslippet. Dette er en ekstrem

* Denne artikkelen bygger i stor grad på Gerlagh, Kverndokk og Rosendahl (2008), og vi er naturlig nok takknemlige overfor vår medforfatter Røyer Gerlagh. Vi er også takknemlige for finansiering fra NFR-programmet Energi, og for nyttige kommentarer fra konsulent og redaktør.

eksternalitet fordi klimaet i for eksempel Sør-Afrika påvirkes like mye av et tonn CO₂-utslipp i Norge som av et tonn utslipp i Sør-Afrika. Stern (2007) kaller denne eksternaliteten den største i historien. Økonomisk forskning har for lengst slått fast at den beste måten å korrigere for denne eksternaliteten er å innføre en felles pris på utslipp av klimagasser, gjennom avgifter eller kvotemarkeder. Den store utfordringen er selvsagt å få alle verdens land med på noe slikt.

Hva så med teknologiutvikling? Ut fra effektivitetshensyn er det ingen grunn til å føre en egen teknologi- eller innovasjonspolitik om det ikke er imperfeksjoner i markedet for teknologi. Det er imidlertid stor enighet i den økonomiske litteraturen om at forskning og utvikling (FoU) har positive eksternaliteter eller ringvirkninger. Utvikling av en teknologi i en bedrift kan gi impulser til utvikling av nye teknologier i andre bedrifter. Gevinsten ved å ta i bruk nye teknologier vil dessuten bare delvis tilfalle bedriften som har utviklet teknologien, blant annet som følge av begrenset levetid for patenter. Nordhaus (2002) legger for eksempel til grunn i sine analyser av klimapolitikk at den samfunnsøkonomiske verdien av FoU er fire ganger større enn den privatøkonomiske. Dermed blir det mindre FoU-virksomhet enn det som er ønskelig fra samfunnets side, og støtte til FoU kan være en måte å korrigere for dette. Det kan også være positive eksternaliteter knyttet til bruk av nye teknologier, nemlig læringseffekter, men her er den faglige uenigheten noe større. Dette argumentet går på at kostnadene ved bruk av teknologien vil falle jo mer erfaring man har med å bruke den.

Hva sier så den økonomiske litteraturen om støtte til teknologier som et virkemiddel i klimapolitikken? Litteraturen skiller ofte mellom to typer modeller. Den enkleste modellen er den som framhever læringseffektene som den viktigste drivkraften bak teknologiutvikling (*Learning-by-doing* – LBD). Hovedresultatene fra denne type modeller er at man bør starte tidlig med utslippsreduksjoner for å stimulere innovasjon (se f.eks. van der Zwaan m.fl., 2002, eller Kverndokk og Rosendahl, 2007). Et typisk resultat er at man bør ha høye subsidier ved bruk av teknologier på et tidlig stadium, men at disse bør gå

ned etter hvert som læringspotensialet uttømmes. Om man av en eller annen grunn ikke har mulighet til å subsidiere bruken av teknologiene, bør man øke CO₂-avgiften slik at teknologibruken indirekte stimuleres ved at forurensende teknologier blir dyrere. Avgiften bør altså settes høyere enn det selve miljøproblemet skulle tilsi (Pigou-avgiften) så lenge det er læringseffekter.

Den andre skolen innen økonomisk teori legger vekt på at innovasjon først og fremst skjer som følge av forskning og utvikling (FoU). Hvis det er slik at teknologiutvikling kun oppnås gjennom FoU, vil ikke det å subsidiere bruken av teknologier være noe effektivt tiltak. Virkemidlene bør heller rettes mot det som skaper positive eksternaliteter, nemlig forskning. Slike eksternaliteter kan f.eks. være at den samlede kunnskapsmassen i samfunnet vil være tilgjengelig for alle. Forskere i dag vil kunne trekke på resultater fra tidligere forskning ("standing on shoulders"). Konklusjonene fra slike studier går i motsatt retning av de som bygger på læringseffekter: Utsett mesteparten av utslippsreduksjonene til kostnadene ved å gjennomføre dem har gått ned. Dette kan oppnås ved å støtte FoU på et tidlig stadium (se f.eks. Goulder og Mathai, 2000, eller Nordhaus, 2002).

Et problem med standardmodellene for FoU som har blitt brukt i klimaanalyser, er at de ikke tar hensyn til patenter. Nye teknologier blir gjerne patentert.¹ Dette innebærer at de som utvikler en ny teknologi (eller kjøper rettighetene til å produsere teknologien) vil bli tildelt en monopolrettighet til å produsere denne i en tidsbegrenset periode, f.eks. 20 år.² Etter at patentrettigheten er utløpt vil alle kunne produsere teknologien. Skal man tjene penger på innovasjon er man derfor avhengig av at det man utvikler blir tilstrekkelig brukt i den perioden man har patentrettighet.

Hvis man innfører patenter i en modell for FoU, hvordan vil det påvirke resultatene? Dette er et av spørsmålene vi ønsker å svare på i denne artikkelen. Et annet spørsmål er om det er behov for en egen teknologipolitikk rettet mot klimavennlige teknologier. Er det tilstrekkelig med en generell teknologipolitikk, dvs. like støtteordninger på

¹ Berglann (2008) gir en grundig gjennomgang av patenter, spesielt knyttet til miljøteknologier.

² Patenholderen utnytter sin markedsrett ved å selge teknologien til en pris som overstiger de marginale produksjonskostnadene. Bruken av teknologien blir derfor mindre utstrakt enn om den var blitt solgt til en pris lik marginalkostnad. På den ene side er utnyttelse av markedsrett nødvendig for å oppnå renprofitt til betaling for patentet, som igjen er nødvendig for å gi FoU-bedriftene insentiver til å drive med forskning. På den annen side blir utnyttelse av teknologien, når den først er utviklet, lavere enn det som er samfunnsøkonomisk optimalt. Subsidiert av patenterte teknologier kan rette på dette.

tvers av næringer, så lenge prisen på utslipp av klimagasser er riktig? Eller bør for eksempel CO₂-frie energiteknologier støttes ekstra mye? Og hva med prisen på utslipp – bør den være ekstra høy for å stimulere til teknologisk utvikling?

Vår hovedkonklusjon er at en generell teknologipolitikk ikke er tilstrekkelig – den optimale støtten til klimavennlige teknologier varierer over tid. Støtten til forskning bør være høyest i starten når behovet for å bruke teknologien er minst. Årsaken er at FoU-bedriftene da har små insentiver til å drive FoU-virksomhet fordi gevinstene i løpet av patent-levetida er begrensede. Teknologier vil imidlertid ofte ha samfunnsøkonomisk verdi utover levetida til patentet, enten direkte eller indirekte via utvikling av nye teknologier.³ Etter hvert som utslippene øker og behovet for utslippsreduksjoner tiltar, blir salget av teknologien i løpet av patent-levetida større, og behovet for støtte tilsvarende mindre. Forskjellen mellom den private og den samfunnsøkonomiske gevinsten ved innovasjon avtar.

2 MODELL FOR UTVIKLING AV CO₂-FRI TEKNOLOGI

For å svare på spørsmålene ovenfor benytter vi oss av en teoretisk modell basert på den kjente Romer-modellen (Romer, 1987, 1990).⁴ Vi legger til grunn at utslipp fra energibruk kan reduseres ved å ta i bruk flere ulike CO₂-frie teknologier samtidig (vi ser bort fra energisparing i denne analysen). Det kan enten være teknologier for produksjon av fornybare eller andre CO₂-frie energikilder, eller det kan være teknologier som fjerner CO₂ (karbonfangst og -lagring). En viktig antagelse er at produktiviteten til hver enkelt teknologi er avtagende, samtidig som produktiviteten kan økes ved å ta i bruk nye teknologier. Motivasjonen bak dette er at hver enkelt teknologi, for eksempel vindkraft, er spesielt egnet på noen steder. Ettersom antallet vindmølleparker øker, må man ta i bruk mindre egnede steder, og dermed reduseres produktiviteten for denne teknologien. Ved å også ta i bruk for eksempel solkraft, som kanskje egner seg bedre andre steder, kan produktiviteten opprettholdes. Tilsvarende for karbonfangst: Det fins flere typer teknologier, hvorav en kan være mest velegnet for kullkraft, mens en annen kan være mest velegnet for gasskraft, og en tredje for sementproduksjon.

Mens nye teknologier gjerne er patentert, kan eldre teknologier produseres av hvem som helst. Levetida på patenter i EU og USA er 20 år. I vår analyse skiller vi mellom patenterte og ikke-patenterte teknologier. Som vi skal se senere i artikkelen, er dette skillet av stor betydning.

Vi legger til grunn at nye CO₂-frie teknologier utvikles av bedrifter som har spesialisert seg på slik FoU-virksomhet. Videre antar vi at økt virksomhet hos en FoU-bedrift reduserer den umiddelbare produktiviteten hos andre FoU-bedrifter. Ett argument for dette er at FoU-bedriftene til en viss grad risikerer å utvikle like ideer. Dette er altså en negativ eksternalitet av FoU. På den annen side er det positive FoU-eksternaliteter ved at FoU-bedriftene ikke får gevinster av at teknologien også kan nyttiggjøres etter at patentet er utgått.

3 OPTIMAL UTVIKLING AV CO₂-FRI TEKNOLOGI: START TIDLIG!

Det optimale nivået på konsentrasjonen av klimagasser i atmosfæren er svært vanskelig å anslå, og avhenger både av kostnadene ved klimaendringer og kostnadene ved å redusere utslipp. Begge disse kostnadskomponentene er usikre. Spesielt er man usikker på om det er viktige terskelverdier for konsentrasjonen av klimagasser eller den globale temperaturøkningen. I vår analyse legger vi til grunn at verdens ledere enes om å holde konsentrasjonen av CO₂ under et bestemt nivå. Både Norge og EU mener for eksempel at det bør settes et tak for globale temperaturøkninger på 2 grader Celsius (Miljøverndepartementet, 2007). Vi studerer så implikasjonene av dette for optimal utvikling av ny teknologi og reduksjoner av utslipp.

Den optimale utviklingen over tid bestemmes ved å minimere de totale kostnadene ved å redusere utslipp, under forutsetning av at CO₂-konsentrasjonen ikke overstiger taket som er satt. Kostnadene består av FoU-kostnader ved å utvikle ny CO₂-fri teknologi, og kostnader ved å produsere teknologiutstyret som brukes til å redusere utslipp.⁵

Som vist i Gerlagh m.fl. (2008), kommer vi fram til et sentralt uttrykk for optimal FoU-innsats: Omfanget av FoU-virksomheten på et bestemt tidspunkt bør avhenge av

³ Merk at denne konklusjonen gjelder utvikling av all teknologi hvor man forventer en økt etterspørsel etter teknologien i framtiden.

⁴ I denne artikkelen presenterer vi kun de viktigste trekkene ved modellen. En mer utførlig beskrivelse av modellen og analysen er presentert i Gerlagh m.fl. (2008).

⁵ Produksjonen av teknologiutstyret skjer med konstante enhetskostnader. Vi ser bort fra kostnader ved å bruke teknologien.

neddiskontert bruk av CO₂-frie teknologier i all framtid.⁶ Jo mer en teknologi tas i bruk over tid, jo mer lønnsomt er det for samfunnet å utvikle denne teknologien. Dette innebærer for eksempel at dersom bruken av CO₂-frie teknologier vokser sterkt over tid, vil forholdet mellom optimal FoU-innsats og optimal bruk av CO₂-frie teknologier på et gitt tidspunkt være relativt stort, noe som betyr at man bør satse relativt mer på FoU enn på bruk av teknologier.

I tilknytning til dette finner vi følgende interessante resultat: *Forholdet mellom samfunnets verdi av CO₂-frie teknologier og bruken av slike teknologier faller monotont over tid så lenge CO₂-konsentrasjonen ikke har nådd taket.*

En måte å forstå dette resultatet på er at *utvikling* av CO₂-fri teknologi er viktigere enn *bruk* av slik teknologi i den tidlige fasen av klimaproblemet. Etter hvert som vi nærmer oss konsentrasjonstaket, bør fokus rettes mer og mer mot bruk av CO₂-frie teknologier, og noe mindre mot utvikling av nye teknologier. Det betyr ikke at verdien av nye teknologier avtar over tid, men at verdien avtar *sett i forhold* til bruken av CO₂-frie teknologier. Verdien av å redusere CO₂-utslipp (Pigou-avgiften) stiger for øvrig med en konstant rate over tid til man når konsentrasjonstaket, noe som er i tråd med tidligere studier på dette området (Goulder og Mathai, 2000).⁷

Som vi skal se i neste kapittel, har resultatet over viktige implikasjoner for optimal teknologipolitikk rettet mot CO₂-frie teknologier.

4 OPTIMAL STØTTE TIL CO₂-FRI TEKNOLOGI

Markedsimperfeksjoner

La oss anta at det er private bedrifter som står for innovasjon. Det offentlige rolle blir da å legge til rette slik at innovasjonen og produksjonen av CO₂-fri energi skal være samfunnsøkonomisk optimal. Dette kan gjøres ved å påvirke bedriftens insentiver slik at utfallene sammenfaller med samfunnets interesser.

Ut fra dette er det ingen grunn til offentlige reguleringer i et samfunn uten imperfeksjoner, om man ser bort fra eventuelle fordelingsmessige grunner. De private bedrif-

tene vil ha sammenfallende interesser med storsamfunnet. I vår modell har vi imidlertid fire ulike imperfeksjoner:

- For det første har vi negative eksternaliteter av *foruren-
sing*. Utslipp av klimagasser er skadelige for produksjon og velferd. Dette vil normalt kunne korrigeres ved en pris på utslipp som en *avgift* eller en omsettbar kvote.

Vi har deretter tre imperfeksjoner i *innovasjonsmarkedet*:

- Det er for liten bruk av CO₂-frie energiteknologier som følge av monopolsituasjonen som skapes av patenter.
- Det er positive spillovereffekter av innovasjon etter at patenttiden har utløpt som ikke tas hensyn til av innovatørene. Dette skyldes at andre bedrifter enn patentholderne kan produsere energiteknologien etter at patentlevetiden er utløpt. Innovatørene tar kun hensyn til den profitten som tilfaller dem selv. Ved liten profit ønsker de å redusere FoU-aktiviteten.
- Økt virksomhet i en FoU bedrift vil redusere den umiddelbare produktiviteten til andre FoU bedrifter. På kort sikt er det derfor negative spillovereffekter av samlet forskning på produktiviteten i den enkelte FoU-bedrift (crowding out). Jo mer det forskes på CO₂-frie teknologier, jo mindre vil utbyttet være av å ansette en forsker til, alt annet likt.

Legg merke til at den første imperfeksjonen i innovasjonsmarkedet gir for liten bruk av CO₂-frie teknologier da disse er patenterte. Dette kan korrigeres ved å gjøre det gunstigere for patentholderen å produsere mer, for eksempel ved en *subsidie på kjøp av nye energiteknologier*. De to neste imperfeksjonene gjelder begge forskning, noe som betyr at det kan holde å bruke ett politikkinstrument for å korrigere disse. Forskning gir både positive og negative eksternaliteter. Hvis man velger å bruke en subsidie, er det ikke sikkert om denne skal være positiv eller negativ. Det vil avhenge av styrken på eksternalitetene. Alternativt kan myndighetene variere patentlevetiden. En lenger patentlevetid gjør at innovatørene får en større andel av profitten, noe som stimulerer til mer forskning.

Oppsummerer vi dette ser vi at vi har tre typer imperfeksjoner; forurensning ved bruk av fossil energi, markeds-

⁶ Merk at vi i dette resonnementet ser bort fra usikkerhet, med andre ord bruker vi en deterministisk modell.

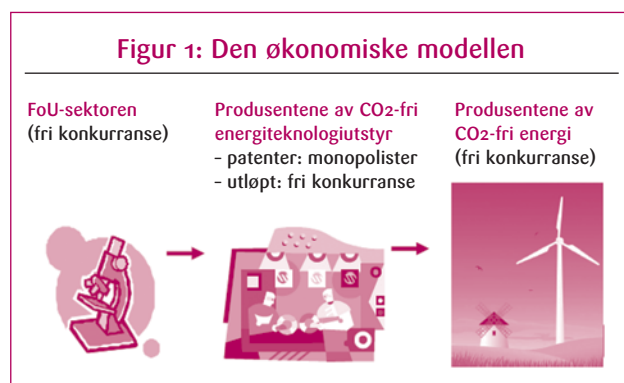
⁷ Intuisjonen bak dette resultatet er at når man kun er opptatt av å holde seg under et gitt konsentrasjonstak, så spiller det ingen rolle for klimaet om man fyller opp atmosfæren i dag eller i morgen. Nåverdien av å slippe ut en enhet CO₂ er da den samme i dag og i morgen. Ser man bort fra depresiering av CO₂ i atmosfæren, innebærer dette at CO₂-avgiften skal stige med diskonteringsraten slik at nåverdien av rensekostnadene minimeres.

makt i salg av CO₂-fri energiteknologi og spillovereffekter ved forskning. I vår modell har vi fire virkemidler til disposisjon; en avgift på utslipp fra fossil energi, en subsidie på kjøp av CO₂-fri energiteknologi, subsidie/avgift på forskning og patentlevetiden. Ut fra hva vi vet om mål og midler i økonomisk politikk (Johansen, 1965), trenger vi kun tre virkemidler for å korrigere for tre imperfeksjoner. I utgangspunktet er derfor modellen overdeterminert, og vi kan utelate ett av virkemidlene rettet mot forskning. Dette betyr at vi kan velge mellom å bruke en forskningssubsidie/-avgift eller patentlevetiden som virkemiddel. Alternativt kan vi bruke en kombinasjon av disse to virkemidlene.

Markedsløsningen

For å bestemme den optimale størrelsen på de ulike virkemidlene, må vi ta utgangspunkt i hvordan markedet fungerer og sammenligne det med hvordan vi ønsker at det skal fungere.

Figur 1 illustrerer de ulike sektorene i denne økonomien:



Produsentene av CO₂-fri energi kjøper CO₂-fri energiteknologiutstyr fra produsentene av slikt utstyr. De kjøper både patentert og patentfritt utstyr. Prisen på CO₂-fri energi gjenspeiler avgiften på CO₂-utslipp. Produsentene maksimerer profitten, noe som bestemmer etterspørselen etter de to ulike typene av teknologier (patenterte og ikke-patenterte).

Produsentene av CO₂-fri energiteknologiutstyr maksimerer sin profitt gitt etterspørselen etter slikt utstyr. Deres neddiskonterte profitt i løpet av patentets levetid er den maksimale verdien de er villig til å betale innovatørene for å få

patent på teknologien. En lengre patentlevetid gjør at den neddiskonterte profitten blir høyere, og produsentene er derfor villig til å betale en høyere pris for patentet, noe som kommer innovatørene til gode.

Basert på etterspørselen etter patenter maksimerer innovatørene sin profitt. Deres inntekter kommer fra salg av patenter, mens deres kostnader er FoU-kostnadene. Gitt også myndighetenes FoU-politikk, bestemmes dermed FoU-innsatsen i samfunnet.

Hvordan bør utviklingen i politikkinstrumentene være?

I en situasjon hvor alle politikkinstrumentene er tilgjengelige vil vi (ikke overraskende) skille mellom miljøpolitikk og innovasjonspolitikk. CO₂-avgiften vil da bare trenge å korrigere for miljøeksternaliteten (dvs. være lik Pigou-avgiften). At det finnes eksternaliteter i markedet for innovasjon og produksjon av nye CO₂-frie teknologier trenger derfor ikke miljømyndighetene ta hensyn til, gitt at disse blir korrigert gjennom innovasjonspolitikken.

Markedsmakten som følger av patenter kan kalles en statisk imperfeksjon, fordi den gjelder på ethvert tidspunkt uavhengig av tidligere salg av varen. Subsidien vil avhenge av hvor mye monopolistene tar for varen i forhold til frikonkurranseprisen (mark-up). Da denne mark-up'en er konstant i denne typen modell (se f.eks. Barro og Sala-i-Martin, 1995), vil også subsidien være konstant over tid.

Mer spennende er det å studere hvordan støtten til forskning bør være. Som nevnt ovenfor har vi to virkemidler til å stimulere forskning, en subsidie til FoU samt patentlevetiden. Det er derfor interessant å se hvilke ulike kombinasjoner av disse virkemidlene som kan brukes. Vi vil se nærmere på tre ulike tilfeller.

1. Anta først at *patenter har en uendelig levetid*. Dette er en antagelse som ofte brukes i energi- og miljøøkonomisk litteratur. I dette tilfellet får innovatørene all profitten ved innovasjonen og det er derfor ingen positiv spillover til andre produsenter.⁸ Ofte kalles dette for et perfekt innovasjonsmarked. Da gjenstår kun den negative eksternaliteten av forskning som nevnt ovenfor. Denne vil i vår modell være konstant, slik at det skal være en konstant avgift på forskning i dette tilfellet. Det som er

⁸ Merk at vi ser bort fra spillovereffekter mellom FoU-bedrifter i denne analysen. Som nevnt innledningsvis kan teknologiutvikling i en bedrift gi ideer til andre bedrifters FoU-virksomhet. Dermed vil det være positive eksternaliteter ved FoU selv om patentlevetida er uendelig.

interessant ved denne konklusjonen er at dersom vi har perfekte innovasjonsmarkeder (uendelig patentlevetid) skal innovasjonspolitikken settes uavhengig av klimatilstanden. Hvorvidt det er mye eller lite drivhusgasser i atmosfæren spiller ingen rolle for innovasjonspolitikken; klimaproblemet har kun betydning for CO₂-avgiften.

2. Hva nå hvis *patentlevetiden er konstant* slik den er i virkeligheten (f.eks. 20 år)? Subsidien må da ta hensyn til begge eksternalitetene av forskning. Mens den negative spillovereffekten er konstant over tid, er dette ikke tilfelle for den positive eksternaliteten. Når det er lite drivhusgasser i atmosfæren vil det heller ikke være stor etterspørsel etter CO₂-fri energi, men etterspørselen (og dermed prisen) vil øke jo mer forurensning det er. Dette betyr at det vil være en større profitt å ta patent på en CO₂-fri teknologi når klimaet har blitt kraftig forverret i forhold til et tidspunkt hvor det er lite forurensning. Den samfunnsøkonomiske gevinsten vil imidlertid ikke være større da vår modell antar at teknologiene kan brukes i all framtid. For å korrigere dette vil det derfor være optimalt å ha en høy subsidie når etterspørselen etter teknologier er liten og la den avta etter hvert. Dette betyr at når innovasjonsmarkedene ikke er perfekte, vil det være optimalt å la innovasjonspolitikken avhenge av utslippsprisen og dermed også av miljøtilstanden.
3. Det samme gjelder hvis vi setter *subsidien lik null* og lar patentlevetiden være fleksibel. I dette tilfellet vil patentlevetiden korrigere for begge eksternalitetene. Konklusjonen blir at patentlevetiden skal være høy når klimaproblemet er i startfasen, men at den skal falle etter hvert som utslippene og konsentrasjonen øker. Årsaken er den samme som over. Det vil være liten profitt for innovatørene i en tidlig fase, men denne vil øke etter hvert som klimaet forringes og etterspørselen etter CO₂-fri energi øker. For å korrigere for dette bør derfor patentlevetiden være lang på et tidlig stadium, men falle etter hvert som den private profitten øker.

Disse konklusjonene viser at myndighetene har en viss fleksibilitet i FoU-politikken. Det finnes ulike kombinasjoner av virkemidler rettet mot forskning som kan gi samfunnsøkonomisk gunstige resultater. Vi har også sett at når innovasjonsmarkedene ikke er perfekte, bør forskning støttes mye i perioden før utslippsreduksjonene virkelig

setter inn. En tolkning av dette er at klimapolitikken på et tidlig stadium bør fokusere på oppbygging av teknologi og kunnskap, mens det å anvende disse blir viktigere på senere tidspunkt.

Betyr dette at teknologi for å redusere forurensning bør støttes mer enn andre typer teknologier? Ikke nødvendigvis. Svaret på dette avhenger av hvor store imperfeksjonene er for miljøteknologi sammenlignet med annen teknologi. Mange vil nok argumentere for større positive spillovereffekter ved miljøteknologi enn annen teknologi, men det er ikke det som er poenget her. Vårt poeng er at CO₂-fri teknologi bør støttes mer på et tidlig tidspunkt når den private profitten er liten og den samfunnsøkonomiske profitten er stor, og mindre etter hvert som den private profitten øker og det blir mer lønnsomt for aktørene å entre markedet.

Et annet spørsmål er hvor enkelt det vil være med kraftig støtte på et tidlig tidspunkt. I vår modell vil det kunne være gunstig med opp til 100% subsidiering eller uendelig levetid i den innledende fasen, noe som vil være vanskelig å gjennomføre. Merk imidlertid at så store subsidier eller så lang patentlevetid kun vil være optimalt for de helt første teknologiene som utvikles. Et alternativ kan også være at det offentlige tar ansvaret for å utvikle teknologier på et tidlig stadium.

5 BØR CO₂-AVGIFTEN ØKES FOR Å STØTTE CO₂-FRI TEKNOLOGI?

Er det slik at vi bør ha en streng klimapolitikk for å legge til rette for å utvikle nye teknologier? Ser vi bort fra læringseffekter som vi nevnte innledningsvis i denne artikkelen, er svaret på dette nei gitt at det offentlige har nok politikkinstrumenter tilgjengelig. Hvis man kan føre en innovasjonspolitik som korrigerer for imperfeksjonene i innovasjonsmarkedet, er det ingen grunn til å ha strengere klimapolitikk enn det klimaproblemet skulle tilsi. Brukes en CO₂-avgift bør denne med andre ord settes lik Pigou-avgiften.

Men er det rimelig å tro at myndighetene har alle politikkvirkemidlene tilgjengelig? De fleste land driver med støtte til forskning. Dette skjer først og fremst gjennom offentlig finansiert forskning, men også gjennom direkte støtte til bedrifter. En annen imperfeksjon vi studerte ovenfor var imidlertid monopolsituasjonen som patenter

skaper. Vi har forutsatt at myndighetene kan korrigere for denne ved å bruke en subsidie på kjøp av de patenterte varene. I en viss grad brukes subsidier her i Norge, for eksempel ved utskifting av gamle vedovner eller investeringer i fornybar energi, men de skiller ikke på om teknologiene er patenterte eller ikke. Hva vil situasjonen være hvis slike subsidier ikke er tilgjengelig eller ikke brukes av politiske grunner? Da er vi over i en nest-best situasjon. Fra økonomisk teori vet vi at dette betyr at bruken av de andre politikkinstrumentene må justeres for å ta hensyn til alle imperfeksjonene, og at kostnadene ved å redusere utslippene går opp.

Det samme resultatet finner vi: Hvis vi ikke kan bruke en subsidie (eller et annet politikkinstrument) for å korrigere for markedsmakten, vil dette påvirke den (nest-best) optimale bruken av en CO₂-avgift. Denne bør settes høyere enn Pigou-avgiften når det finnes patenterte teknologier, og høyere jo større andel av teknologier som er patenterte. Grunnen til dette er at CO₂-avgiften må kompensere for for liten etterspørsel etter CO₂-frie teknologier. En høyere CO₂-avgift vil øke etterspørselen på samme måte som en subsidie gjorde. Konklusjonen blir derfor at det kan være gunstig å innføre strengere klimapolitikk, for eksempel i form av høyere CO₂-avgifter enn Pigou-avgiften, for å stimulere til innovasjon av CO₂-frie energiteknologier. Men dette gjelder kun hvis myndighetene ikke har alle innovasjonspolitiske virkemidler tilgjengelig. Legg merke til at dette resultatet sammenfaller med resultatet fra læringslitteraturen som nevnt innledningsvis, selv om mekanismene er litt ulike.

6 OPPSUMMERING

Et spørsmål som har vært oppe i debatten om utvikling av CO₂-fri teknologi er hvorvidt man bør stimulere teknologiutviklingen ved strenge miljøreguleringer eller med direkte støtte til de som utvikler og/eller produserer slik teknologi. Vi har vist at dersom myndighetene har nok virkemidler tilgjengelig, kan man atskille klimapolitikken og innovasjonspolitikken. Miljøeksternaliteten kan korrigeres ved for eksempel CO₂-avgifter eller omsettbare kvoter, mens imperfeksjonene i innovasjonsmarkedet kan korrigeres ved egne virkemidler. Selv i denne situasjonen (først best) vil det likevel være slik at støtten til forskning bør avhenge av tilstanden til klima-

problemet, med mindre patentlevetiden er uendelig. Står vi overfor et voksende klimaproblem, bør støtten være høyest på et tidlig stadium. Da er den private profitten minst på grunn av lav etterspørsel etter CO₂-frie teknologier, mens den samfunnsøkonomiske gevinsten er stor da disse teknologiene også vil kunne brukes på senere tidspunkt. Jo mer som utvikles tidlig, jo bedre rustet er man til å møte klimaproblemet når dette blir prekært. Denne konklusjonen sammenfaller i stor grad med det som er funnet i FoU litteraturen: Det er viktigere å satse på støtte til FoU enn utslippsreduksjoner i en tidlig fase av miljøproblemet.

Det finnes imidlertid også grunner til å innføre ekstra streng klimapolitikk for å stimulere FoU, slik læringslitteraturen konkluderer med, selv om man ser bort fra læringseffekter. Dette vil være tilfelle hvis myndighetene ikke har alle virkemidlene tilgjengelig for å korrigere imperfeksjonene i innovasjonsmarkedet (nest-best situasjon). I en slik situasjon vil for eksempel høye CO₂-avgifter føre til økt etterspørsel etter CO₂-fri teknologi og dermed økt produksjon. Økte avgifter kan dermed erstatte subsidier til produsentene. Merk likevel at dette vil øke kostnadene ved å nå målsettingene våre, jfr. den gamle lærdommen om mål og midler i offentlig politikk.

Hva betyr vår analyse for norsk klima- og innovasjonspolitikk? Ta som et eksempel regjeringens såkalte månelandingsprosjekt, dvs. CO₂ rensing av gasskraftverket på Mongstad. Bør vi støtte dette ved bruk av offentlige midler, og i så fall hvordan bør dette gjøres? Basert på økonomisk forskning er det rimelig å tro at den samfunnsøkonomiske verdien av et slikt utviklingsprosjekt er større enn den privatøkonomiske, noe som taler for offentlig støtte. Vi har argumentert for at denne støtten (enten i form av en subsidie eller lang patentlevetid) bør trappes ned etter hvert ettersom etterspørselen etter renseteknologier eller CO₂-fri energi øker. Dette bør også være tilfelle med støtte til CO₂-rensing. Det er likevel verdt å merke seg at selv om det vil være optimalt med en høy støtte på et tidlig stadium i klimapolitikken,⁹ vil det ikke nødvendigvis bety at støtten er høy nok til at prosjektet bør gjennomføres. Dette avhenger av forholdet mellom kostnadene og den samfunnsøkonomiske gevinsten ved prosjektet. Det siste er vanskelig å beregne, også når det gjelder Mongstadprosjektet.

⁹ Selv om klimaproblemet har vært reelt en del år, vil det øke i styrke i flere år framover selv om man skulle lykkes med å bli enige om en mer effektiv internasjonal klimapolitikk i København i desember.

REFERANSER:

Barro R. og X. Sala-i-Martin (1995): *Economic growth*. The MIT Press: Cambridge, Massachusetts.

Berglann, H. (2008): Patenter i modeller med teknologisk vekst - en litteraturoversikt med vekt på klimapolitikk, *Samfunnsøkonomen* Nr. 4.

Gerlagh, R., S. Kverndokk og K.E. Rosendahl (2008): *Linking Environmental and Innovation Policy*, Memorandum No 08/2008, Økonomisk institutt, Universitetet i Oslo.

Goulder, L. og K. Mathai (2000): Optimal CO₂ abatement in the presence of induced technological change. *Journal of Environmental Economics and Management* 39, 1-38.

IPCC (2007): *Climate Change 2007- The Synthesis Report*, The Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press: Cambridge.

Kverndokk, S. og K.E. Rosendahl (2007): Climate policies and learning by doing: Impacts and timing of technology subsidies. *Resource and Energy Economics* 29, 58-82.

Johansen, L. (1965): *Offentlig økonomikk*, Universitetsforlaget.

Miljøverndepartementet (2007): *Norsk klimapolitikk*, St.meld. nr. 34 (2006-2007).

Nordhaus, W.D. (2002): *Modeling induced innovation in climate-change policy*. I: Grubler A., Nakicenovic N., Nordhaus W.D. (red.), *Modeling induced innovation in climate-change policy*. Resources for the Future Press: Washington. Kapittel 9.

Romer, P.M. (1987): Growth Based on Increasing Returns Due to Specialization. *American Economic Review* 77(2), 56-62.

Romer, P.M. (1990): Endogenous Technological Change. *Journal of Political Economy* 98(5), 71-102.

Stern Review (2007): *Stern Review on the Economics of Climate Change*. Cambridge University Press: Cambridge, United Kingdom and New York, USA.

van der Zwaan, B.C.C., R. Gerlagh, G.A.J. Klaasen, og L. Schrattenholzer (2002): Endogenous technological change in climate change modelling, *Energy Economics* 24: 1-19.

Veiledning for bidragsytere

1. **Samfunnsøkonomen trykker artikler om aktuelle økonomfaglige emner, både av teoretisk og empirisk art. Temaet bør være av interesse for en bred leserkrets. Bidrag må ha en fremstillingsform som gjør innholdet tilgjengelig for økonomer uten spesialkompetanse på feltet.**
2. **Manuskripter deles inn i kategoriene artikler, aktuelle kommentarer, debattinnlegg og bokanmeldelser. Bidrag i førstnevnte kategori sendes normalt til en ekstern fagkonsulent, i tillegg til vanlig redaksjonell behandling.**
3. **Manuskriptet sendes i elektronisk format i Word til Samfunnsøkonomenes Forening ved jannicke.halvorsen@samfunnsokonomene.no, eller direkte til en av redaktørene. Bidragene skal leveres med dobbel linjeavstand og 12 pkt skrift. Artikler bør ikke overstige 20 A4-sider, aktuelle kommentarer 12 sider, debattinnlegg og bokanmeldelser 6 sider.**
4. **Artikler og aktuelle kommentarer skal ha en ingress på max. 100 ord. Inngressen bør oppsummere artikkelens problemstilling og hovedkonklusjon.**
5. **Matematiske formler bør brukes i minst mulig grad. Unngå store, detaljerte tabeller. Alle figurer og tabeller skal det henvises til i teksten med figur- og tabellnummer (ikke benytt formen «ovenfor» eller «under» o.l.).**
6. **Referansene skal følge Harvard Style of Referencing**
Referanselisten:
Tidsskrifter: Isachen, A. J. og J. T. Klovland (1982): Pengemengde og inflasjon, hvordan gikk det?, *Sosialøkonomen* 36(1), 11-13.
Bøker: Johansen, L. (1982): *Kriser og beslutningssystemer i samfunnsøkonomien*. Universitetsforlaget, Oslo.
Working papers/rapporter: Finstad, A. G. Haakonsen og K. Rypdal (2002): *Utslipp til luft av dioksiner i Norge - Dokumentasjon av metode og resultater*, Rapport 7, Statistisk sentralbyrå.
7. **Referansene i teksten:**
Hhv én, to og flere enn to forfattere: «...Johansen (1982), Isachen og Klovland (1982), Finstad m. fl. (2002)».
Referanser i paranteser: «...(Johansen, 1982; Hoel, 2008)».



ASBJØRN AAHEIM
Forskningsleder, CICERO Senter for klimaforskning

Samfunnsøkonomisk vurdering av virkninger av klimaendringer

Denne artikkelen peker på at man kan få ny innsikt i hvilke samfunnsøkonomiske konsekvenser klimaendringer har ved å utnytte egenskaper i økonomiske modeller bedre enn tilfellet har vært i såkalte integrerte modellanalyser til nå. Økonomiske analyser kan kaste nytt lys både over hvilke konsekvenser klimaendringer vil få og hvilke muligheter og begrensninger som ligger i tilpasning. Vi viser at de årlige økonomiske kostnadene ved klimaendringer antakelig vil bli forholdsvis begrensede for industrialiserte land, langt på vei fordi markedsadferd vil bidra til å redusere dem. Det kan derfor være vanskelig å argumentere for store utslippskutt på kort sikt, dersom det vurderes utelukkende i lys av de økonomiske kostnadene ved klimaendringer. Virkningene kan imidlertid komme til å variere betydelig mellom distrikter, og gjøre det vanskelig å få til en balansert økonomisk utvikling. Dessuten er det stor usikkerhet om hvilke virkninger klimaendringer medfører og hvor store de vil bli. Hensynet til usikkerheten kan i seg selv tilsi kraftige kutt også på kort sikt.

1 INNLEDNING

Møtet mellom partene i FN's klimakonvensjon i København i november markerer fristen for å bli enige om en oppfølging av Kyoto-protokollen etter 2012. Det råder stor usikkerhet om utfallet. Få tror at den rike delen av verden, som i denne sammenheng gjerne omtales som Annex B-land, fortsatt vil påta seg forpliktelser om å kutte utslipp uten noen form for deltakelse fra de store u-landene som Kina og India. U-landene, på sin side, har ikke signalisert noen vilje til å forplikte seg til noe. Til tross for en betydelig omlegging av USAs holdning til en interna-

sjonal løsning på klimaproblemet er det også usikkerhet om hvilken støtte presidenten har i Senatet, som til syvende og sist skal ratifisere en avtale.

Skepsis mot å regulere utslipp av klimagasser begrunnes stort sett bare med at det koster for mye i forhold til de gevinstene man kan forvente å høste. Av naturlige grunner målbæres dette sterkest av aktører med klare økonomiske interesser, men generelle økonomiske analyser har heller ikke gitt mange av dem som ivrer for kraftig utslippskutt gode argumenter. Dette begrunnes vanligvis med at andre

investeringer vil gi langt bedre avkastning på kort og mellomlang sikt. Inntjeningen fra disse investeringene kan eventuelt brukes senere for å iverksette tiltak for å redusere klimaproblemet på lang sikt (Nordhaus og Boyer, 2000). Stern-rapporten (Stern, 2006) representerer et unntak fra dette synet. Etter en omfattende analyse av kostnader og virkninger av klimaendringer konkluderer den med at det er lønnsomt å redusere utlippene kraftig på kort sikt. Stern-rapporten ble omfavnet av mange, men mange økonomer var kritiske. Rapporten ble anklaget for å tillegge forhold som kunne underbygge kraftige tiltak for stor vekt, mens den la for liten vekt på faktorer som trakk i motsatt retning (Tol and Yohe, 2006). Først og fremst ble den kritisert for å ha valgt en for lav diskonteringsrate, slik at gevinstene ved å unngå virkninger av klimaendringer langt inn i framtida fikk større betydning enn det tradisjonelle avveininger mellom nytte og kostnader skulle tilsi (Dasgupta, 2006; Nordhaus, 2007).

Diskusjonen i etterkant av Stern-rapporten har likevel ført til en viss selvransakelse av det tradisjonelle økonomiske verktøyet som brukes til analyser av klimaspørsmålet. Denne har i første rekke dreid seg om hvorvidt det gir god mening å anta at virkningene av klimaendringer kan forutsies med full sikkerhet, slik Stern-rapporten gjør, i likhet med de fleste andre tilsvarende analyser. Det kan også stilles spørsmålsteget ved måten tilpasning til klimaendringer er behandlet på. Det vanlige er å trekke forventede gevinster av å gjennomføre tilpasningstiltak fra kostnadene ved klimaendringer. Disse kalkylene gjøres eksternt og uavhengig av markedsatferden i de modellene som benyttes. Nettovirkning etter tilpasning blir representert i en aggregert kostnadsfunksjon, som brukes til å korrigere de samlede inntektene som genereres ellers i økonomien (Tol, 1995; Nordhaus og Boyer, 2000).

«Datagrunnlaget» som disse kalkylene baserer seg på er mangelfullt. Det finnes få kvantitative anslag over virkninger av klimaendringer i økonomiske sektorer for land eller regioner, og mange av anslagene som brukes stammer fra tidlige analyser av umiddelbare virkninger, uten at man vurderte mulighetene for tilpasning. På den annen side kan det hevdes at globale modeller, som sjelden deler verden inn i mer enn ti-femten regioner, overdriver evnen til å tilpasse seg, fordi de forutsetter at man kan flytte økonomisk virksomhet innenfor hver region uten friksjon. Mesteparten av litteraturen om tilpasning handler imidlertid om betydningen av geografisk variasjon og lokale virk-

ninger nettopp fordi det koster noe å flytte folk og ressurser.

I denne artikkelen skal vi se nærmere på hvordan tilpasning og mobilitet kan behandles i integrerte modellanalyser av klimapolitikk, og antyde hvilke konsekvenser en bedre behandling av disse faktorene kan få for anbefalinger om utslippsbegrensinger på kort sikt. Det må også understrekes at utvikling av integrerte modeller, tilsvarende PAGE-modellen som ble brukt i Stern-rapporten, fortsatt er i sin begynnelse, og man kan ikke bygge anbefalinger på grunnlag av resultatene fra disse modellene uten vurderinger av den store usikkerheten. Artikkelen avsluttes derfor med en diskusjon av hvordan hensynet til usikkerhet kan virke inn på de anbefalingene modellene gir.

2 EN ØKONOMISK TOLKNING AV TILPASNING

De fleste integrerte modeller for analyse av klimapolitikk inkluderer virkninger av klimaendringer ved hjelp av skadefunksjoner. Denne skal angi de samlede kostnadene for et land eller for en region ved en nærmere spesifisert endring i klima. Slike kostnadsanslag er helt avhengige av hva man antar om tilpasning. Etter en gjennomgang av studier av virkninger av klimaendringer peker Tol m.fl. (1998) på at det ofte er uklart om tilpasning er tatt hensyn til. Likevel er det klart at tilpasning i noen tilfeller kan snu kostander ved klimaendringer til gevinster. De aggregerte skadefunksjonene er vanligvis estimert med bakgrunn i resultater fra mange studier av enkelte sektorer i relativt få land. For å kunne lage numeriske estimater over skaden på grunnlag av disse studierne må resultatene tolkes og korrigeres slik at de blir sammenliknbare, aggregeres og generaliseres til å gjelde verdensregioner. Det er altså knyttet mange vurderinger og dermed stor usikkerhet til anslagene over samlede kostnader, og det er ofte vanskelig å si hvordan, eller om, tilpasning er ivarettatt uten å gå inn i hele grunnlagsmaterialet. Å lage skadefunksjoner for klimaendringer krever fortsatt utpreget vilje til å «spytt på blyanten».

I prinsippet skal imidlertid tilpasningen til klimaendringer være tatt hensyn til i skadefunksjonene, og graden av tilpasning kan derfor betraktes som en forutsetning som ligger til grunn for modellberegningene. Når man integrerer en slike skadefunksjoner i generelle likevektsmodeller med mange sektorer, blir aktørenes tilpasning til klimaen-

Tabell 1 Virkninger av klimaendringer fordelt på økonomiske sektorer og aktivitet innen hver sektor.

Sektor	Aktivitet					
	Naturressurser	Realkapital	Arbeidskraft	Energietersp	Turisme	Persontransport
Jordbruk	Vekstsesong og vekst-betingelser	Skader som følge av naturulykker (storm, flom, skred, etc.)	Helse-effekter	Temperatur-korrigert energiforbruk		
Skogbruk	Vekst og produktivt areal					
Fiske	Bestands-enderinger					
Energiforsyning	Vanntilsig					
Industri						
Transport						Reisevaner
Andre tjenester					Endring i ferievaner	

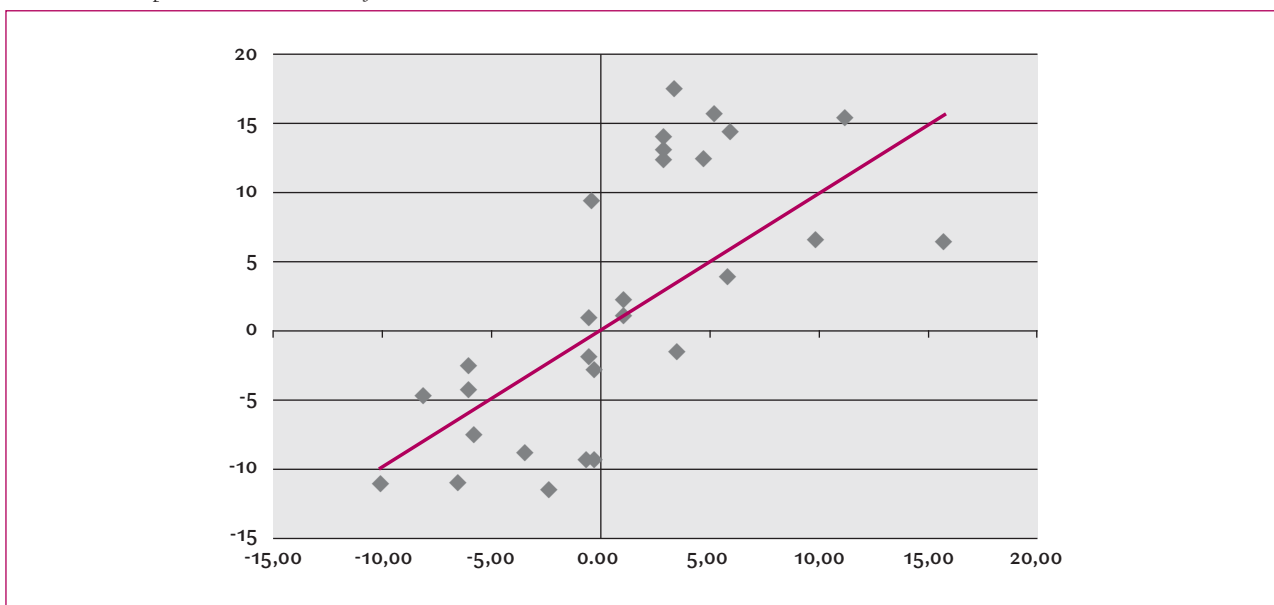
dringer derfor vurdert uavhengig av deres tilpasning til endrede markedsforhold. I den grad klimaendringer virker inn på markedsforutsetningene, som for eksempel ressurstilgang, blir derfor tilpasning til klimaendringer inkonsistent med markedstilpasningen. På en måte kan man si at modellegenskapene ikke utnyttes fordi aktørene har tilpasset seg klimaet allerede før modellen bestemmer markedstilpasningen. I de senere årene har man derfor begynt å tilordne skadefunksjoner til hver aktivitet i modellen, som beskrevet i Aaheim og Schjolden (2004). Virkninger av klimaendringer kan da tolkes som skift i tilbud og etterspørsel etter varer og tjenester. Tilpasningen til klimaendringer beregnes da i modellen, og svarer til markedstilpasningen. Eventuell tilpasning innenfor sektoren må imidlertid fortsatt beregnes eksogent. Det vil si at hvis klimaendringer gjør det lønnsomt å endre produkt-sammensetningen innen jordbrukssektoren, så skal det reflekteres i skadefunksjonene. Modellen tar seg imidlertid av endringer i forholdet mellom sektorene.

Tabell 1 viser hvordan faktortilgang og –etterspørsel i ulike sektorer som er representert i den integrerte likevektsmodellen GRACE (Aaheim m.fl., 2009) berøres av klimaendringer. Enkelte virkninger slår inn i bestemte sektorer, som for eksempel mange av virkningene i de res-

sursbaserte næringene. Andre virkninger går på tvers av sektorer, enten fordi aktiviteten går igjen i flere av dem, som energietterspørsel, eller fordi virkningene rammer uavhengig av aktivitet, som virkninger av naturulykker. For å integrere disse virkningene er det nødvendig å etablere en sammenheng mellom hver aktivitet og noen valgte klimaindikatorer, som for eksempel endring i årlig gjennomsnittstemperatur og årlig nedbør.

Det finnes ennå forholdsvis få studier som gir numeriske anslag over virkninger av klimaendringer. Vil man lage funksjonelle sammenhenger mellom indikatorer for klimaendringer og økonomisk aktivitet for et land eller en region, er det sjelden mer enn en studie å støtte seg på, ofte ingen. Da må man ty til studier fra andre steder, og tilpasse dem forholdene i det landet eller den regionen de skal gjelde for. Men en studie med ett resultat gir heller ingen bakgrunn for å si hvordan skadene varierer med endring i klimaindikatorene. Det er vanlig å velge enkle skadefunksjoner med stigende marginalkostnad, for eksempel kvadratiske funksjoner, uten at man har noen empiri å bygge på. Det er heller ikke trivielt å velge klimaindikatorer. Studiene som skadeanslagene bygger på kan være høyst uklare på hvor store, og hvilke klimaendringer man refererer til. Noen ganger opplyses det bare om hva konsentra-

Figur 1 Virkninger av klimaendringer for landbruksproduksjon beregnet i bakgrunnsstudiene og med funksjonssammenheng i Europa. Kilde: Aaheim m.fl. et al. (2009).



sjonene av klimagasser er, uten å angi hvilke endringer som er antatt om temperatur eller årlig nedbør.

I Aaheim m.fl. (2009), har vi studert i hvilken grad markeds mekanismer kan bidra til tilpasning til klimaendringer i Europa. Studien bygger på en gjennomgang av resultater fra tilgjengelige grunnlagsstudier om virkninger av klimaendringer. Resultatene fra disse studiene er justert slik at de i prinsippet refererer seg til ett og samme klimascenario, i dette tilfellet det som er brukt i PESETA (2007). Arbeidet med å anslå virkningene er gjenstand for mange skjønnsmessige vurderinger, men danner grunnlaget for å tallfeste funksjonelle sammenhenger mellom klimaindikatorer og virkninger. For å få et bredere «datagrunnlag» for å tallfeste disse sammenhengene, har vi valgt å forutsette at virkningene av klimaendringer kan representeres med samme funksjon i alle land i hele Europa. Forskjeller mellom land skyldes da at klimaet endrer seg ulikt, i praksis ved ulik endring i gjennomsnittstemperatur eller årlig nedbør. Hvor sterke virkningene blir, kan imidlertid variere mellom land avhengig av årlig gjennomsnittstemperatur eller andre observerte faktorer.

Forutsetningen om at funksjonene er like for alle land er svært tvilsom, men må vurderes i lys av det tynne bak-

grunns materialet. Estimerte virkninger avviker da også en god del fra de anslagene over virkninger som er brukt som datagrunnlag. Figur 1 viser forholdet mellom estimerte og observerte anslag over endringer for jordbruksproduksjonen. Skadefunksjonen forklarer virkningene i sektoren i en region R (dX_R) med endring i årlig gjennomsnittstemperatur (ΔT_R) og årlig nedbør (ΔP_R). Dessuten skaleres endringene med landets inntekt per capita (C_R), slik at:

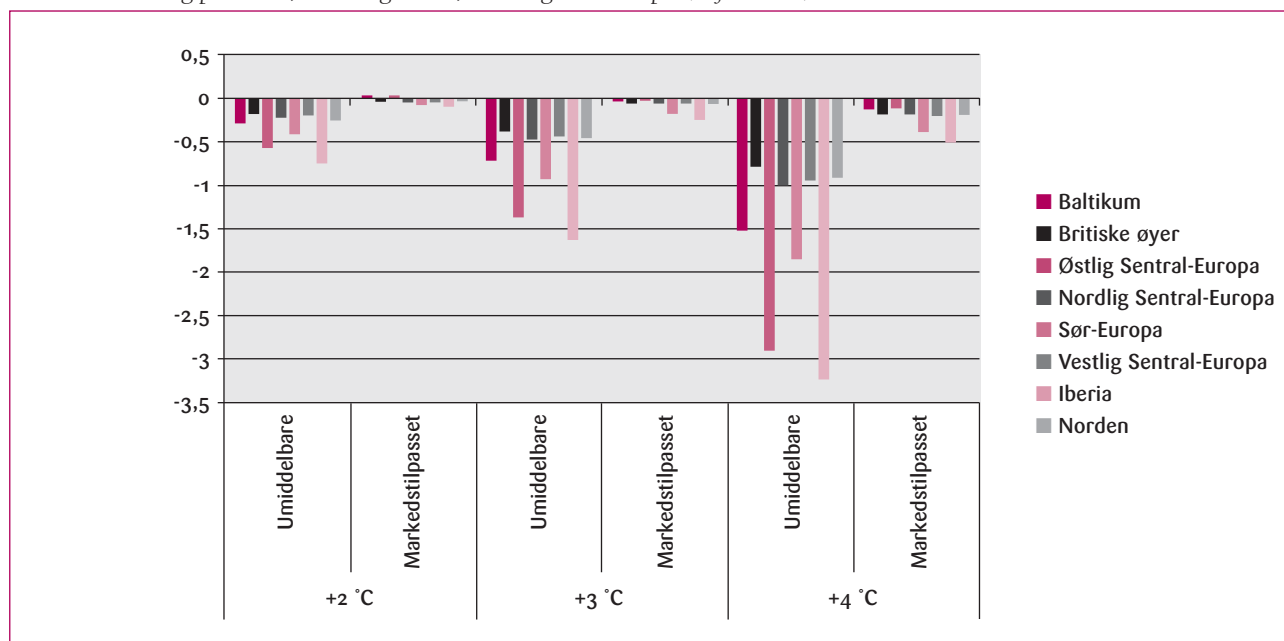
$$dX_R = (a_1 + a_2 \Delta T_R) \Delta T_R + (b_1 + b_2 \Delta P_R) \Delta P_R + c C_R$$

der a_j , b_j ($j = 1, 2$) og c er parametre. Figur 1 viser hvordan virkningene, når de beregnes med denne funksjonssammenhengen, passer med anslaget som er anslått med bakgrunn i resultatene fra grunnlagsstudiene. Hvert punkt representerer ett av landene i Europa, til sammen 29 land/punkter. Observasjoner som ligger på linjen innebærer at det er fullt samsvar mellom resultatene fra grunnlagsstudiet og de beregnede virkningene. Tilsvarende funksjoner er estimert for alle virkningene som er oppført i tabell 1.

Modellen deler Europa inn i åtte regioner¹. Resten av verden er representert ved to regioner, en rik del og en fattig del. Beregningen er ment å vise i hvilken grad markedet

¹ Norden (Danmark, Finland, Island, Norge, Sverige), Baltikum (Estland, Latvia, Litauen, Polen), De Britiske Øyer (Irland, Storbritannia), Nordlige Sentral-Europa (Tyskland, Sveits, Østerrike), Vestlige Sentral-Europa (Belgia, Frankrike, Luxembourg, Nederland), Østlige Sentral-Europa (Bulgaria, Romania, Tsjekkia, Slovakia, Ungarn), Sør-Europa (Hellas, Italia, Kypros, Malta), Iberia (Portugal, Spania).

Figur 2 Opprinnelig beregnede kostnader i prosent av BNP og virkning på BNP i prosent etter markedsklarering ved global oppvarming på +2 °C, +3 °C og +4 °C, etter region i Europa (se fotnote 2).



kan bidra til å moderere de økonomiske virkningene av klimaendringer. Vi beregner likevektstilstanden med og uten klimaendringer, og sammenlikner de opprinnelig beregnede kostnadene ved klimaendringer (uten markedsstilpasning) med kostnadene ved ny likevekt, målt i prosent av BNP. Variasjon i klimaendringene mellom regioner er beskrevet i PESETA (2007), som har beregnet endringer i Europa ved en global oppvarming på +3.5 °C. Det generelle bildet er at temperaturstigningen i europeiske land er omtrent den samme som den globale økningen, men litt høyere i de nordlige regionene. De største forskjellene ligger i nedbørendringene, der en antar et tørrere sør og en fuktigere nord. Vi har sett bort fra virkninger av klimaendringer i resten av verden.

Figur 2 viser endring i BNP etter region som følge av global oppvarming på +2 °C, +3 °C og +4 °C, beregnet med og uten markedsstilpasning. Markedsstilpasning medfører en reduksjon i de opprinnelige kostnadsanslagene på mellom 85 og 95 prosent av de initiale kostnadsanslagene, og samlet sett er reduksjonen i BNP svært liten, selv ved en global oppvarming på +4 °C. Dette skyldes til dels at virkningene modereres noe på grunn av endring i bytteforholdet med resten av verden, der det ikke er forutsatt virkninger av klimaendringer. Det er også viktig å huske på at vi bare har sett på et «sjokk» i ett år. Dersom man vurderer alternative scenarier der virkningene akkumule-

res over tid, ville de samlede virkningene blitt vesentlig større. Man skal derfor ikke legge for stor vekt på nivået på disse tallene.

Det er imidlertid en del interessante trekk når vi sammenlikner virkningene. For det første går det fram at det er de fattigste regionene, Baltikum og Østlige Sentraleuropa, som har størst gevinst av tilpasning. Ved +2 °C gir modellen positive virkninger på BNP i disse to regionene. Hovedforklaringen er at bytteforholdet til utlandet bedres som følge av klimaendringer. For det andre vil markedets evne til å moderere virkningene av klimaendringer bli mindre dess større klimaendringene er. Dersom den globale oppvarmingen øker fra +3 °C til +4 °C stiger de direkte kostnadene til det dobbelte, mens virkningen på BNP etter markedsstilpasning tredobles. Dette henger sammen med modellens konkavitetsegenskaper, som gir stigende marginalkostnader for tilpasning. For det tredje gir resultatene en viss støtte for EUs målsetting om å begrense den globale oppvarmingen til +2 °C, siden de samlede virkningene av +2 °C er ubestemmelig for Europa i den forstand at BNP stiger i noen regioner og synker i andre. Ved større temperaturøkning er virkningene negative i alle regioner. Det er også verdt å merke seg at virkningene i Norden er negative allerede ved +2 °C. Andre studier har vist positive virkninger på våre breddegrader ved moderate endringer. Årsaken kan være at beregningene her er

gjort med bakgrunn i generelle kostnadsfunksjoner for hele Europa, mens andre studier refererer seg direkte til studier for de Nordiske landene.

3 VARIASJON I VIRKNINGER OG BEGRENSET MOBILITET.

Litteraturen om virkninger av og tilpasning til klimaendringer har, som nevnt, utviklet seg mer og mer i retning av lokale studier og såkalte «cases». Det er vanlig å se dette i sammenheng med at klimaforhold og antatte endringer vil variere betydelig over små avstander, og at folk og samfunn vil bli berørt av endringene i svært ulik grad avhengig av livsgrunnlag og levetilstand. O'Brien og Leichenko (2000) peker på at sårbarhet for klimaendringer blir større jo mindre enheter man betrakter. Man kan derfor hevde at en nasjon kan være sårbar for klimaendringer selv om endringene sett under ett er små.

Makroøkonomiske modeller er laget for å analysere aggregerte størrelser og gjennomsnitt, blant annet med tanke på å belyse problemstillinger med relevans for nasjonale myndigheter. I visse sammenhenger erkjennes det at makroøkonomiske modellanalyser er uegnet, som for eksempel dersom bestemte tiltak har distriktspolitiske konsekvenser. Variasjon i virkninger og sårbarhet for klimaendringer fører til at modellanalyser av tilpasning blir gjenstand for samme svakhet. I praksis innebærer bruk av aggregerte størrelser at det antas full mobilitet av alle innsatsfaktorer, varer og tjenester: Dersom fiskestammen som et fiskevær høster av forsvinner, setter ikke modellen noen grenser for hvor raskt eller hvor langt fiskerne kan flytte og ta med seg sine båter og hus for å finne noe annet å gjøre innenfor egne landegrenser. Det er heller ingen grenser for hva man kan bruke båt og hus, eller for den saks skyld fiskerne selv til. Alt sysselsettes i andre sektorer uten større konsekvenser for faktorprisene enn det substitusjonen mellom bruk av primærfaktorer, varer og tjenester tilsier.

Med en viss rett kan man derfor si at hele tilpasningsproblematikken blir definert bort. Tilpasning handler nettopp om det som gjør det vanskelig å omstille seg, blant annet på grunn av manglende mobilitet. Om klimaet i Norge skulle bli slik det er i Italia, er det neppe noe stort problem på veldig lang sikt. Problemet ligger i at vi har stilt oss slik vi tror det er best under rådende klimatiske forhold, og at omstillingene kan bli vanskelige og kostbare. Det er imid-

lertid problematisk å få fram geografisk variasjon innenfor landegrensene i makroøkonomiske modeller så lenge de baserer seg på nasjonalregnskapsdata. Noen land har nasjonalregnskapet brutt ned på regioner, men ikke alle, og kvaliteten kan være så som så.

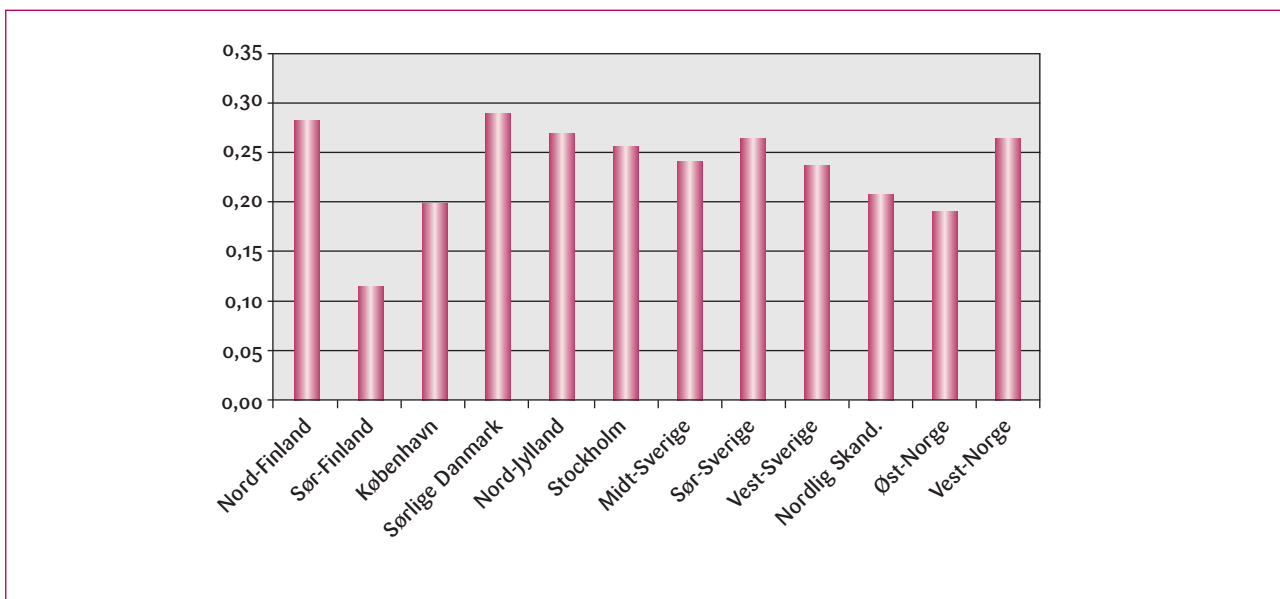
I Aaheim m.fl. (2009) har vi forsøkt å få fram variasjoner innenfor hver region ved å dele opp hver av de åtte europeiske regionene i 9 – 11 provinser. Det antas at teknologi og preferanser i hver provins, definert som sammensetningen av etterspurte innsatsfaktorer, varer og tjenester er den samme i hele regionen. Dermed kan en benytte nasjonalregnskapsdata (GTAP, 2004) for hver region til å estimere etterspørselsfunksjonene, og så anvende dem på hver provins. Sektorsammensetningen kan i prinsippet variere dersom det finnes gode data. I studien av virkninger og tilpasning i Europa (Aaheim m.fl., 2009) har vi imidlertid måttet anta at også sektorsammensetningen er den samme i alle provinser.

Det som skiller provinsene er klimaendringene og virkningene av dem. Variasjon i klimaendringene mellom provinser er hentet fra PESETA-studien som er nevnt ovenfor. Denne baserer seg på forholdsvis grove indikatorer. Videre har vi skalert virkningene av klimaendringer for hver sektor i henhold til opplysninger om sektorsammensetningen i hver provins. For eksempel vil ikke provinser i innlandet bli berørt av endringer i fiskeriene, selv om provinsen i utgangspunktet har «fått tildelt» en like stor fiskerisektor som alle andre provinser.

Det er satt skranker for mobilitet av arbeid og naturressurser, ved at disse innsatsfaktorene ikke kan flyttes mellom provinser som følge av klimaendringer. Dermed oppstår det prisforskjeller mellom provinser. Dette kan tolkes som drivkrefter for flytting som følge av klimaendringer: Hvis prisen på arbeidskraft er lavere i en provins enn i en annen, gir det motiver for å flytte fra provinsen med lavest lønnsnivå.

Figur 3 viser hvordan virkningen av klimaendringer på BNP varierer etter provins i de Nordiske landene under disse forutsetningene. Det er tatt utgangspunkt i en endring i global middeltemperatur på +4 °C. Kommentaren om skalaen på endringene i tilknytning til Figur 2 gjelder også her. Det er sammenlikningen mellom provinser som har interesse. Virkningene er om lag 2.5 ganger større i det sørlige Danmark, der BNP reduseres

Figur 3 *Kostnader ved økning i global middeltemperatur på +4 °C i prosent av BNP etter markedsklarering i ulike provinser i Norden.*



mest, enn i Sør-Finland, som er den provinsen der BNP berøres minst, i følge disse beregningene. Dette skyldes i all hovedsak tilpasning. Verdien av skog, som er stor i Sør-Finland, reduseres betydelig, dvs. mer enn 7 prosent, fordi klimaendringer gir større tilbud av tømmer, og dermed lavere priser. Til sammenlikning reduseres verdien av naturressurser i de andre provinsene med mindre enn 2 prosent. Resultatet er betydelig substitusjon i Sør-Finland. Siden det forutsettes full sysselsetting både før og etter klimaendringer faller lønnsnivået i Sør-Finland langt mer enn i andre nordiske provinser. Det bidrar til å stimulere andre sektorer i denne provinsen, og fordi kapital kan flyttes mellom provinser strømmes det kapital til. På den måten begrenses den samlede virkningen på BNP.

På denne bakgrunn kan man spørre seg hvordan man best måler de økonomiske virkningene av klimaendringer. I eksperimentet som er utført her bestemmes virkningene langt på vei av antakelsen om full sysselsetting i alle regioner både før og etter klimaendringer. En annen måte tolke å resultatene på er at reduksjonen i lønnsnivået indikerer økt arbeidsledighet, med tilhørende migrasjon. Dette gir et helt annet, og langt på vei motsatt bilde av hvilke provinser som taper mest eller minst. Poenget med disse beregningene er imidlertid å illustrere hvilket bidrag likevektsmodeller kan gi til forståelsen av tilpasning til klimaendringer, blant annet ved å gi grunnlag for mer nyanserte vurderinger av hvordan de virker på folk og samfunn.

4 KONSEKVENSER FOR KLIMAPOLITIKK OG BETYDNINGEN AV USIKKERHET

Det ble pekt på at beregningene ovenfor først og fremst egner seg til å indikere hvordan markedet fungerer som tilpasningsmekanisme også for klimaendringer, men at geografisk variasjon innen land og regioner har betydning for hvor mye og hvordan tilpasningen vil skje. Selv om man ikke skal legge for stor vekt på nivået på endringene når man sammenlikner to likevektstilstander med og uten klimaendringer, tyder likevel ikke beregningene på at de målbare økonomiske kostnadene ved klimaendringer rettferdiggjør drastiske tiltak i Norden. Når virkningene dessuten ligger forholdsvis langt fram i tid, er det lett å forstå hvorfor de fleste økonomiske analyser, der Stern-rapporten representerer unntaket, ikke har gitt grunnlag for å etterlyse kraftige klimatiltak på kort sikt.

Det er imidlertid stilt spørsmålsteget ved om det gir god mening bestemme nivået på utslippsreduksjoner med bakgrunn i denne typen analyser, som er motivert ut fra målet om å allokere bruken av dagens og fremtidens ressurser slik at vi samlet sett kommer best ut. Usikre anslag representeres ved en beste gjetning eller forventningsverdi, og selve analysen gjennomføres som om det er full usikkerhet om anslagene. Den optimale politikken er den som gir høyest forventet nåverdi. For det første er anslagene over virkningene svært usikre, og den bør man ta innover seg på en eller annen måte når man skal vurdere virk-

ningene i lys av tiltak. For det andre er det mange virkninger som ikke kan verdsettes på noen enkel måte, og som vi har sett bort fra i analysen ovenfor.

Et mer grunnleggende spørsmål er om klimapolitikken motiveres ut fra forventede kostnader, eller om klimaendringer først og fremst representerer en risiko som vi må avgjøre om vi vil ta. Neumayer (2007) peker på at man undervurderer betydningen av eventuelle katastrofer når man vurderer virkningene på grunnlag av forventningsanslag. Sannsynligheten for katastrofer er liten. Vi vet imidlertid ikke hvor liten, og det er få, om noen, holdpunkter for å anslå hva de kan koste. Eksperimentelle undersøkelser avslører at preferanser i spill med kombinasjoner av små sannsynligheter og store konsekvenser ikke er forenlig med maksimering av forventet nytte (se for eksempel Machina, 1989). Weitzmann (2007) viser at selv en liten endring i sannsynligheten for en katastrofe kan få store konsekvenser for valg av diskonteringsrate, og at negativ diskontering kan være mulig. Samtidig peker han på at vi vet svært lite om sannsynlighetsfordelingen for framtidige kostnader av klimaendringer.

Barker (2008) avviser tanken på å analysere motivet for klimapolitikk ved å anta at virkningene av klimatiltak er sikre. I stedet for å la det tradisjonelle ressursallokeringsperspektivet være overordnet, mener han at behandlingen av usikkerhet, og kanskje først og fremst muligheten for dramatiske, irreversible skift, må stå i sentrum. Dette kan dreie seg om markante skift i geofysiske systemer, som endring i Golfstrømmen, eller et sammenbrudd i den økologiske balansen. Den enkleste måten å gjøre økonomiske analyser av forsvarlige utslippskutt på i en slik sammenheng er å sette en øvre grense for framtidig konsentrasjon av klimagasser, og legge politikken opp med tanke på å holde seg under denne til lavest mulig kostnad. Grensen kan referere seg til anslag over hvor stor sannsynligheten for et maksimalt kostnandsnivå for klimaendringer kan være, eller til en sikkerhetsmargin for store systemskift, for eksempel uttrykt som et tak på konsentrasjon av klimagasser i atmosfæren eller temperatur.

Det finnes allerede mange slike analyser der en belyser kostnadseffektive baner for utslipp med en øvre grense for en valgt klimaindikator, som for eksempel EUs målsetting på + 2 °C. Disse målene har imidlertid vært betraktet som politisk – eller eksogent – bestemte. Man har derfor ikke kalt dem optimale baner. De som hevder at klimapolitikken

først og fremst handler om å håndtere risikoen bestrider imidlertid at den banen som gir høyest nåverdi kan betegnes som optimal dersom den innebærer en uakseptabel risiko for store, irreversible endringer i naturen. På den annen side bør et eventuelt tak på konsentrasjoner eller temperatur være gjenstand for en samlet vurdering av kostnader og risiko, noe som gjør selve modelleringsarbeidet svært komplisert. Et argument for å sette et slikt tak uavhengig av anslag på og usikkerhet i kostnadene kan være at anslagene på de økonomiske virkningene i modellene ansees som sikre, mens taket på konsentrasjonene knytter seg til vurderinger av risikoen for større irreversible endringer som det ikke gir god mening å tallfeste i økonomiske størrelser, slik som kollaps i den økologiske balansen.

En slik endring i optimalitetskriteriet for klimapolitikk fører til en markert endring i optimale utslippskutt på kort sikt. For å nå et stabilitetsmål må man gjennomføre en viss mengde tiltak under et gitt scenario for økonomisk vekst. Jo mer man utsetter tiltak, dess større kutt er nødvendige når man nærmer seg stabilitetsmålet. Med stigende marginalkostnad innebærer altså utsettelse en alternativ-kostnad, fordi utsettelsen må tas igjen senere. Større kutt medfører høyere kostnader per tonn. Jo større økning i marginalkostnaden dess større kutt bør derfor tas tidlig. På den måten kan de billigste tiltakene virke over en lengre periode, og gi et større bidrag til at stabilitetsmålet nås.

Dette illustreres i en studie av Rive m.fl. (2007), som ser på konsekvensene av å utsette utslippskutt med 10 år dersom temperaturøkningen skal holdes under +2.5 °C i 2100. Dersom dette kan oppnås med moderate kutt fordi klimafølsomheten ved gitte konsentrasjoner er lav (2.5 °C ved dobling av klimagasskonsentrasjoner fra før-industriell tid), så innebærer 10 års utsettelse at skyggeprisen på utslipp øker med 10 prosent fra midten av dette århundre og framover. Ved større klimafølsomhet blir kostnaden ved å utsette høyere. Det skyldes delvis at det er nødvendig med større utslippsreduksjoner. Med stigende marginalkostnad vil de samlede kostnadene ved å utsette derfor bli noe høyere. Den viktigste årsaken til høyere kostnader er imidlertid at forskjellen mellom kostnadene på de tiltakene som må settes i verk mot slutten av perioden dersom man utsetter og de man kan nøye seg med dersom man setter i verk tidlig er så mye høyere. Med en klimafølsomhet på 3.4 °C, øker prisen på å utsette tiltak med om lag 230 prosent fra midten av århundret og framover i følge Rive m.fl. (2007).

Dersom man i stedet vurderer nåverdien av en utslippsbane uten hensyn til en øvre grense for temperatur eller konsentrasjon, vil all utsettelse av tiltak være lønnsom dersom nåverdien er negativ. Selv ved positiv nåverdi kan utsettelse lønne seg, fordi tiltakene som skal settes i gang kan fange opp virkninger lengre inn i fremtiden, når skadene er større. Spørsmålet om utsettelse stiller seg altså forskjellig i de to tilfellene: Med stabilitetsmål er det en alternativkostnad i å utsette tiltak fordi framtidige kutt blir dyrere. Med maksimering av netto nåverdi ligger det en gevinst i å utsette tiltak, fordi de vil reparere en større skade jo senere de blir iverksatt. anbefalt klimapolitikk selv på kort sikt kan derfor bli svært ulik avhengig av hvilken tilnærming man bruker.

5 KONKLUSJON

Utvikling av integrerte makroøkonomiske modeller for analyse av klimaendringer kan sies å ha begynt med Nordhaus (1991), som spør hvor store klimatiltak det er forsvarlig å gjøre umiddelbart for å begrense virkningene av klimaendringer i framtida. Nordhaus konkluderte med at det ikke finnes gode økonomiske argumenter for redusere utslippene av klimagasser på kort sikt. Dette synet har han befestet i senere analyser (se for eksempel Nordhaus og Boyer, 2000). Andre analyser med andre modeller er videreutviklet og blitt mer omfattende, men de skiller seg ikke prinsipielt fra analysene til Nordhaus. Det samme gjelder langt på vei Stern rapporten også (Stern, 2006). Årsaken til at denne kom til motsatt konklusjon var hovedsakelig at han antok at virkningene blir noe større, og at han mente å finne grunner for å bruke en langt lavere diskonteringsrate enn det Nordhaus brukte.

I kjølvannet av Stern-rapporten er det reist spørsmål om mer prinsipielle sider ved måten disse studiene vurderer de samfunnsøkonomiske konsekvensene av klimaendringer på. Det ene er om det gir god mening å vurdere virkningene utelukkende med bakgrunn i forventede, årlige kostnader, eller om det ikke er mer fornuftig å behandle spørsmålet i lys av den risikoen vi står overfor. Det kan innebære mindre vekt på nåverdiene av framtidige skader, og større vekt på grensene for hvor store endringer som kan tolereres. I denne artikkelen er det pekt på at en slik omlegging av vurderingskriteriet kan ha store konsekvenser for hvilke råd man skal gi om klimapolitikken. Større vekt på risiko åpner for sterkere reduksjoner i utslippene på kort sikt.

Et annet spørsmål er i hvilken grad tilpasning vil bidra til å redusere kostnadene ved klimaendringer. Økonomer har jobbet med dette spørsmålet i rundt ti år, men hovedsakelig fra et mikro-perspektiv; det vil si at man spør seg hvordan kostnadene ved klimaendringer kan reduseres gjennom tilpasningstiltak. I denne artikkelen har vi argumentert for at økonomiske likevektsmodeller representerer et uutnyttet potensiale i analyse av tilpasning, fordi økonomisk teori nettopp handler om hvordan man tilpasser seg endrede omgivelser. For å utnytte dette potensialet må imidlertid virkningene implementeres i større detalj i modellene enn det som har vært vanlig, og man må få representert de viktigste barrierene for tilpasning.

En modellsimulering på regioner i Europa viser at markedstilpasning kan redusere de umiddelbare virkningene av klimaendringer på BNP med opp til 90 prosent gjennom markedstilpasning. Virkningene avhenger imidlertid av hvor store klimaendringene er. Jo større endringer, dess mindre andel av kostnadene blir redusert gjennom tilpasning. Ser en på Norden, varierer virkningene med en faktor på 2.5 mellom provinsen med størst nedgang i BNP og den med minst nedgang. Årsaken er at provinser der de økonomiske konsekvensene i utgangpunktet er negative trekker til seg aktivitet fra andre provinser, og har dermed større nytte av substitusjon. Dette gjør at virkningen på BNP har en tendens til å bli mindre i provinser der de økonomiske konsekvensene er store i utgangpunktet. Dette viser at makroøkonomiske modeller kan gi et viktig bidrag til å forstå tilpasning til klimaendring, blant annet ved å understreke viktigheten av å nansere vurderinger av virkninger. Det er imidlertid grunn til å understreke at det fortsatt gjenstår en del før økonomiske analyser av tilpasning til klimaendringer er fullgode.

REFERANSER:

- Aaheim, A. and A. Schjolden (2004): «An Approach to Utilise Climate Change Impacts Studies in National Assessments», *Global Environmental Change* [14], 147-160.
- Aaheim, A., H. Amundsen, T. Dokken, T. Ericson and T. Wei (2009): A macroeconomic assessment of impacts and adaptation of climate change in Europe. CICERO Report 2009:6. 50p.
- Barker, T. (2008): «The Economics of Avoiding Dangerous Climate Change, An Editorial Essay on the Stern Review», *Climatic Change*, [89], 173-194.

Dasgupta, P. (2007): «Comments on the Stern Review's Economics of Climate Change», National Institute Economic Review, [199], 4-7.

Hare, B. and M. Meinshausen (2004): «How much warming are we committed to, and how much can be avoided», PIK report no. 94, Potsdam Institut für Klimaforschung (PIK), Potsdam.

Machina, M. (1989): «Dynamic consistency and non-expected utility models of choice under uncertainty», Journal of Economic Literature [XXVII], 1622-1668.

Neumayer, E. (2007): «A Missed Opportunity: The Stern Review on Climate Change Fails to Tackle the Issue of Non-substitutable Loss of Natural Capital», Global Environmental Change [17], 297-301.

Nordhaus, W.D. (1991): «To slow or not to slow. The economics of the greenhouse effect» The Economic Journal [101] (6), 920-237.

Nordhaus, W.D. and J. Boyer (2000): Warming the World. Economic Models of Global Warming, MIT Press. Cambridge Mass.

Nordhaus, W.D. (2007): «A review of the Stern Review of the Economics of Climate Change», Journal of Economic Literature, [45] (3).

O'Brien, K., and R. Leichenko (2000): «Double exposure: assessing the impacts of climate change within the context of economic globalization», Global Environmental Change [10], 221-232.

PESETA (2007): Limiting Global Climate Change to 2 degrees Celcius. The way ahead for 2020 and beyond. Commission Staff Working Document. EC.

Rive, N., A. Torvanger, T. Berntsen og S. Kallbekken (2007): «To what extent can long-term temperatur targets guide near-term climate change commitments?», Climatic Change [82], 373-391.

Stern, N.H. (2006): The Stern Review. The Economics of Climate Change, Cambridge University Press.

Tol, R.S.J. (1995): «The damage costs of climate change: toward more comprehensive calculations», Environmental and Resource Economics [5], 353-374.

Tol, R.S.J., S. Fankhauser and J.B. Smith (1998): «The scope for adaptation to climate change: what can we learn from the impact literature?», Global Environmental Change [8] (2), 109-123.

Tol, R.S.J. and G.W. Yohe (2006): «A review of the Stern Review», World Economics [7] (4), 233-250.

Weitzmann, M.L. (2007): «Subjective Expectations of Asset Prices Puzzels», American Economic Review [97] (4), 1102-1130.

ABONNEMENT

ABONNEMENT LØPER TIL OPPSIGELSE FORELIGGER



EIRIK S. AMUNDSEN

Professor ved Universitetet i Bergen og medlem av formannskapet for De Økonomiske Råd (DØR) i Danmark.

Mål og midler i EUs energi- og klimapolitikk: Et kritisk syn*

EUs politikk på klima- og energiområdet inneholder mål for reduksjon av klimagassutslipp, økning i andel av fornybar energi og reduksjon av energiforbruk. Mens det ikke er noen tvil om hvorfor det eksisterer reduksjonsmål for klimagassutslipp, er det ikke like åpenbart hvorfor de to andre målene er nødvendige.

Kampen mot klimaendringer vil innebære en massiv omlegging fra bruk av fossil energi til bruk fornybar energi. EU har gjennom mange år sett dette som en utfordring og har på denne bakgrunn oppstilt de meget omtalte «20-20-20 i 2020» målene for sin klima og energipolitikk. Disse målene innebærer at utslippet av klimagasser innenfor EU skal reduseres med 20 prosent¹ i 2020 sammenliknet med 1990, at andelen av fornybar energi skal være 20 prosent i 2020 og at energiforbruket i 2020 skal være 20 prosent lavere enn det som ellers var forventet. I det følgende gis en kritisk gjennomgang av EUs mål og virkemidler som er tenkt anvendt.

1 MÅLENE

Reduksjon av klimagassutslipp

EU har delt sin CO₂ politikk i to. Den ene delen består av en felles innsats med et felles mål for reduksjon av CO₂ utslipp. Innenfor denne delen er der ingen landespesifikke mål. Dette er den såkalte kvotesektoren hvor målet skal nås gjennom et kvotesystem (EU-ETS), hvor antallet kvoter (eller utslippstillatelser) som utstedes svarer til CO₂-utslippet som maksimalt tillates innenfor kvoteområdet². Den andre delen består av «ikke-kvotesektoren» hvor EU sentralt har bestemt et prosentvis reduksjonskrav for klimagassutslipp for hvert enkelt medlemsland.

* Artikkelen bygger på rapporten «Økonomi og miljø – 2009» fra De Økonomiske Råd og på et foredrag som ble holdt ved Det Miljøøkonomiske Råds Konferanse 2009, Skodsborg, september 2009. En takk til mine medformenn i DØR; Peter Birch Sørensen, Michael Rosholm, Hans Jørgen Witta-Jacobsen, til DØRs sekretariatssjef Lars Haagen Petersen; og til Jørgen Birk Mortensen, Københavns Universitet. Jeg står imidlertid alene ansvarlig for innholdet i denne artikkelen.

¹ Målet vil strammes til 30 prosent dersom også andre store land forplikter seg til vesentlige reduksjoner av klimagasser ved klimatoppmøtet i København i desember 2009.

² Virksomhetene har likevel en mulighet for å slippe ut noe mer enn det de har kvoter til ved at de gjennomfører CO₂-reduksjoner utenfor EUs grenser gjennom såkalt Clean Development Mechanisms og Joint Implementation.

Kvotesystemet omfatter i alt mer enn 10 000 større energiintensive virksomheter (hovedsakelig innenfor elektrisitetsproduksjon, prosessindustri og raffinering). Systemet dekker ca 50 prosent av alt CO₂-utslipp og ca 40 prosent av alt klimagassutslipp i EU. Av det totale antall kvoter i EU får medlemslandene tildelt kvoter i henhold til sine Allocation Plans som er godkjent av EU sentralt. Medlemslandene fordeler så sine kvoter videre til virksomhetene som er omfattet av kvotesystemet. Det er mulighet for å selge eller bortauksjonere en mindre andel av kvotene men mesteparten deles ut gratis. Virksomhetene står fritt til å kjøpe kvoter eller å selge kvoter dersom de sørger for å redusere sine utslipp tilsvarende i forhold til sine reduksjonsforpliktelser. Perioden for det nåværende kvotesystemet strekker seg til desember 2012. Kvotesystemet vil imidlertid bli forlenget med en ny periode inntil 2020, hvor målet er å redusere utslippet av klimagasser innenfor EU ETS med 21 prosent i forhold til 2005. Fra 2013 vil man gradvis begynne å auksjonere kvoter i stedet for å dele dem ut gratis. Kravet om å kjøpe kvoter vil i første omgang særlig bli rettet mot elektrisitetsproduksjon.

Ikke-kvotesektoren består hovedsakelig av transport, jordbruk og individuell oppvarming i bygninger og private hjem. De landspesifikke reduksjonskravene innenfor denne sektoren varierer. De er delvis bestemt ut fra fordelingsmessige hensyn (høyt eller lavt BNP per capita). Noen land har et stramt reduksjonskrav, mens andre land kan øke sine utslipp av klimagasser. For eksempel skal Danmark redusere sitt utslipp med 20 prosent mens et land som Bulgaria kan øke sitt utslipp med 20 prosent frem til 2020 (se tabell 1).

Fordelingen av reduksjonskravene kan altså ikke tas som et uttrykk for hvor billig eller dyrt det er å redusere klimagassutslippet innefor landene. Sagt på en annen måte så kan man ikke gå ut fra at grensekostnadene ved å redusere klimagassutslippene i ikke-kvotesektoren vil være like landene imellom. Det er så langt lagt opp til at det enkelte medlemsland selv skal velge virkemidler til å tilfredsstille reduksjonskravene (for eksempel avgifter, påbud, forbud og standarder).

Økning i andel av fornybar energi

Det såkalte Fornybarhetsdirektivet (2009³) pålegger EUs medlemsland å øke sin andel av fornybar energi. Som

Tabell 1 Reduksjonskrav for klimagasser i «ikke-kvotesektoren» for en del utvalgte EU land.

Danmark:	- 20
Storbritannia	- 16
Tyskland	- 14
Sverige	- 17
Italia	- 13
Bulgaria	+ 20
EU	- 10

Kilde: De Økonomiske Råd (2009)

nevnt er målet for EU som helhet 20 prosent i 2020, men hvert enkelt medlemsland har også fått pålagt et krav om hvor stor andel av fornybar energi de skal ha i 2020. Disse kravene er, liksom for kravene i ikke-kvotesektoren, fremkommet ved forhandlinger og kan ikke tas som et uttrykk for hvor dyrt eller billig det er å utbygge fornybar energi i de enkelte medlemsland. En oversikt over kravene er vist i Figur 1. Foreløpig er det ikke fastsatt noen felles virkemidler til å oppnå målene innenfor dette området. Her benyttes såkalte grønne sertifikater, «feed-in»-tariffer og andre direkte subsidier.

Reduksjon av energiforbruk

Som nevnt har EU et felles mål for reduksjon av energiforbruket på 20 prosent i 2020 i forhold til den utviklingen som ellers var forventet. På dette området er det imidlertid ikke bestemt noen krav til de enkelte medlemsland sentralt fra EUs side. Mange medlemsland har likevel fastsatt egne krav. For eksempel skal Danmark redusere sitt samlede bruttoenergiforbruk med 4 prosent frem til 2020 i forhold til forbruket i 2008 (De Økonomiske Råd, 2008).

2 HVORFOR HAR MAN DISSE MÅLENE?

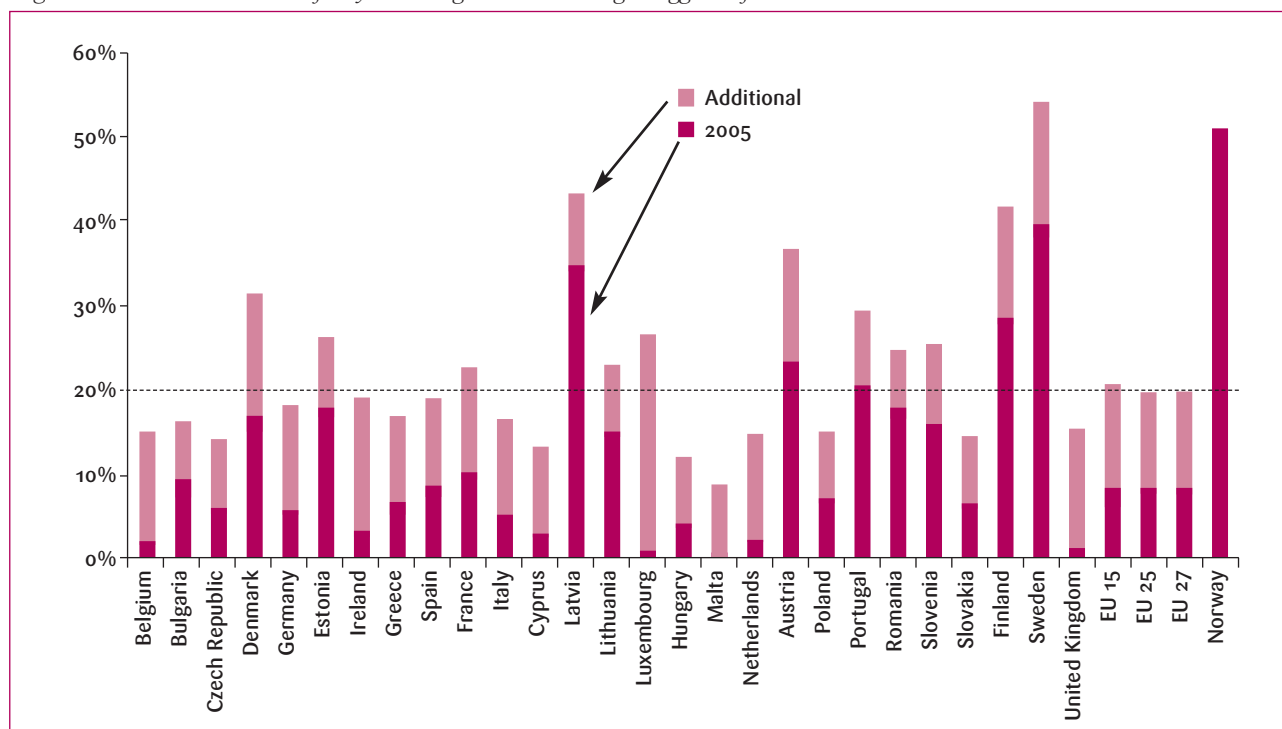
Mens det ikke er noen tvil om hvorfor det eksisterer reduksjonsmål for klimagassutslipp er det ikke like åpenbart hvorfor det eksisterer mål for andel av fornybar energi og for reduksjon i forbruket av energi.

Fornybar energi

Det er fremsatt mange argumenter for hvorfor det er grunn til å ha konkrete mål for andel av fornybar energi. Et argument som ofte nevnes er at kravene om andel av fornybar energi kan ses som et virkemiddel til å redusere utslippet av klimagasser. Det er vanskelig å se at dette er et selv-

³ EUs klima og energipakke ble formelt vedtatt 6. april 2009.

Figur 1 Faktiske andeler av fornybar energi i EU i 2005 og tilleggskrav frem mot 2020.



Kilde: Dansk Energi (2008)

stendig argument. Klimagassutslipp tas jo hånd om gjennom kvotemarkedet og diverse CO₂-avgifter o.a. som medlemslandene pålegger i ikke-kvotesektor. Bruken av disse virkemidlene vil i seg selv føre til økt andel av fornybar energi simpelthen fordi fornybar energi blir relativt billigere i forhold til fossil energi. Med kvoter og avgifter vil dette skje på en kostnadseffektiv måte. En utbygging av fornybar energi for å tilfredsstille et bestemt andelskrav er ikke en kostnadseffektiv måte å oppnå CO₂-reduksjon på.

Dessuten er det en utbredt misforståelse at utbygging av ny kapasitet for fornybar energi i form av vindmøller og biomasse i kraftproduksjonen vil føre til redusert CO₂ utslipp i EU. Slike tiltak vil kunne redusere CO₂-utslippet i det land hvor det foregår men bare dersom dette fører til at produksjon av kraft fra fossile energibærere fortrenses. Det vesentlige er imidlertid hva som skjer med det samlede CO₂-utslippet i EU og dette vil ikke endres. Poenget er at elektrisitetsproduksjonen er omfattet av kvotemarkedet. Den eneste virkningen av at et land bygger ut ny fornybar kraft er at kvotene blir billigere slik at andre virksomheter vil kjøpe de kvotene som frigis når etterspørselen etter kvoter reduseres som følge av utbygging av ny fornybar kraft. Det samme vil være tilfelle hvis man satser på å redusere etterspørselen etter kraft eller innfører mekanis-

mer som grønne sertifikater. Det er antallet av kvoter som bestemmer CO₂-utslippet innenfor kvotesektoren og dette antallet er fastlagt av EU i flere år fremover.

Et annet argument man hører er at andelskravet for fornybar energi er fremsatt for å kunne øke forsyningssikkerheten. Kravet om høy grad av forsyningssikkerhet er et reelt krav, men det er vanskelig å se at et generelt krav om andel av fornybar energi på en effektiv måte kan løse problemet med forsyningssikkerhet. Problemet dreier seg jo i stor grad om å unngå usikkerhet ved leveranser av energi fra enkeltland (for eksempel naturgass fra Russland). Et virkemiddel som mer direkte og effektivt kunne oppnå dette ville for eksempel være å legge en importavgift på forsyninger fra politisk ustabile land. Et generelt krav om andel av fornybar energi er i beste fall en meget upresis og en meget indirekte måte å oppnå forsyningssikkerhet på.

Et tredje argument som ofte fremsettes er at kravet om økning i andel av fornybar energi vil fremme forskning og utvikling av ny teknologi innenfor dette området. Forskning og utvikling kan sies å ha positive eksterne effekter, og man kan derfor argumentere for at aktiviteten innenfor dette området ville være for lav med kun private initiativer. Derfor bør EU og enkeltstatene stimulere til økt

innsats på dette området. Dette kan gjøres ved å utdele forsknings- og utviklingsmidler i konkurranse institusjoner og virksomheter imellom. Et generelt krav om andel av fornybar energi er en meget upresis og ineffektiv måte å øke forsknings- og utviklingsaktiviteten på for ny fornybar energi.

Et fjerde argument man hører er at EU bør sikre seg en «first mover advantage» for ny fornybar energi, slik at medlemslandene står parate til å eksportere teknologikunnskap og produksjonsutstyr når det virkelig kommer gang i etterspørselen fra store land slik som Kina og India. Til dette er det å si at det generelt er en dårlig idé at politikere og administrative beslutningstakere prøver å utpeke vinnere innefor dette området uten å ta hensyn til markedskrefter og aktører i markedet. Under alle omstendigheter er det vanskelig å forestille seg at alle EU land skal kunne etablere en «first mover advantage» for ny fornybar energi.

Energiforbruk

Energi er liksom arbeidskraft, kapitaltjenester, råvarer og mellomprodukter en produksjonsfaktor som er nødvendig for å frembringe varer og tjenester. I et slikt perspektiv er det underlig at man skulle ha spesielle mål om å redusere bruken av akkurat denne produksjonsfaktoren. Det er derfor uklart hva begrunnelsen for dette målet skulle være. Hovedargumentet som fremføres er at redusert energiforbruk fører til lavere klimagassutslipp og fremmer forsyningssikkerheten. Igjen kan man peke på at det allerede eksisterer virkemidler til å ta hånd om klimagassutslippet. Energisparing er heller ikke særlig presist virkemiddel når det gjelder å redusere avhengigheten av energi fra politisk ustabile land. I Danmark omfatter målet om energisparing all energibruk, også fornybar energi. Det er vanskelig på se hvorfor man skulle ønske å legge begrensninger på bruken av fornybar energi dersom den er samfunnsøkonomisk lønnsom.

Man kan også fremholde at det egentlig ikke dreier seg om reduksjon av energiforbruk som sådan, men snarere om å øke energieffektiviteten. Dette lyder jo noe mer rimelig, men man kan i denne sammenhengen lure på hva er det for en eksternalitet som gjør at man trenger en ekstra innsats for å fremme energieffektivisering utover den som normalt følger av høyere energipriser. Her fins der reelle begrunnelser som for eksempel eksistens av asymmetrisk informasjon. For eksempel blir det hevdet at folk flest ikke

er klar over hvor meget energi man kan spare ved å foreta enkle tiltak i hjemmet (varmeisolering, installasjon av varmepumper, bruk av smarte systemer for å styre bruken av elektrisitet i hjemmet osv). Dette er et argument for økt opplysningsvirksomhet og veiledning i hvordan man går frem for å effektivisere energibruken. Det ligger imidlertid en fare i at man kan drive innsatsen lengre enn hva som er samfunnsøkonomisk lønnsomt.

3 VIRKEMIDLER

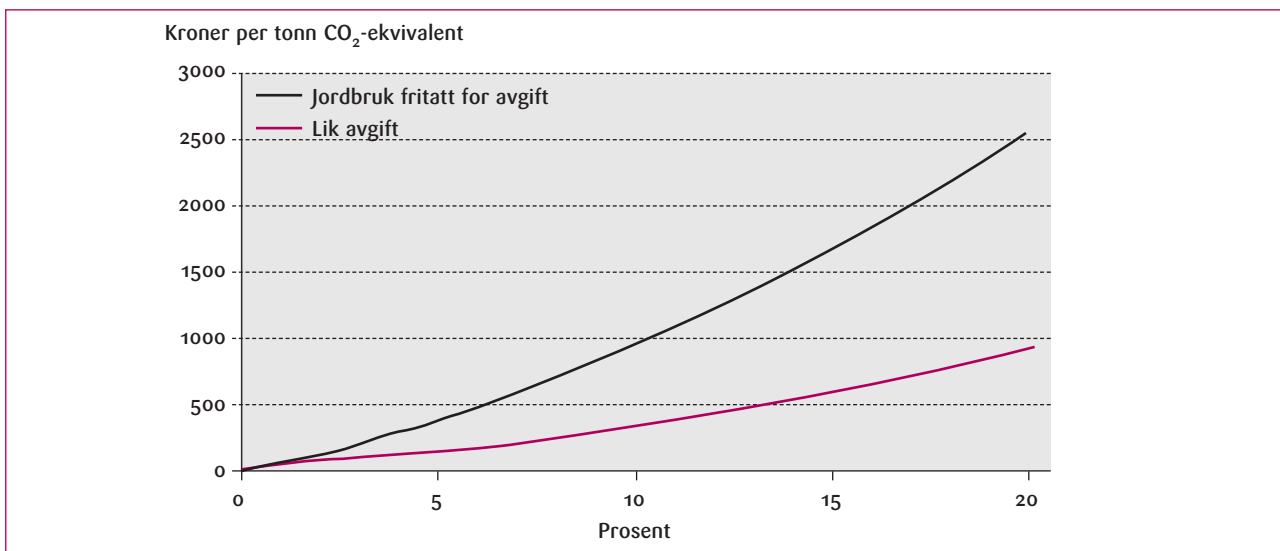
Reduksjon av CO₂-utslipp

Innenfor kvoteområdet er EU ETS et effektivt virkemiddel som kan sørge for at marginalkostnaden ved å redusere CO₂-utslipp blir den samme mellom virksomheter i alle land. Det er imidlertid et grunnleggende problem når det gjelder utjevning av grensekostnaden for CO₂-reduksjon mellom kvotesektor og ikke-kvotesektor. I kvotesektoren vil marginalkostnaden tilpasse seg kvoteprisen. I ikke-kvotesektoren vil marginalkostnaden være bestemt av kravet om hvor meget man skal redusere CO₂-utslippet innenfor denne sektoren og kostnadsforholdene ved CO₂-reduksjon. Det er ingen mekanisme som sørger for at marginalkostnad i denne sektoren blir lik kvoteprisen. For et land som Danmark vil den ligge høyere og for andre land vil den ligge lavere. Figur 2 viser at en reduksjon på 20 prosent innenfor ikke-kvotesektoren i Danmark vil medføre en marginalkostnad på oppimot 1000 Danske kroner. Denne kostnaden ligger langt over en forventet kvotepris på 225 danske kroner.

Det vil være et betydelig samfunnsøkonomisk tap for EU som helhet hvis man ikke sørger for en utjevning av grensekostnaden ved CO₂-reduksjon mellom kvotesektor og ikke-kvotesektor. Det foreligger foreløpig ingen konkrete retningslinjer innenfor EU om hvordan man kan oppnå dette. Det peker seg imidlertid ut en del muligheter:

Man kan tillate at kravene i ikke-kvotesektor delvis kan innfris ved å kjøpe kvoter i kvotesektor. Dette vil i seg selv føre til en utjevning av kvotepris og marginalkostnad i ikke-kvotesektor. På lengre sikt kan man prøve å få sektorer innenfor ikke-kvotesektor til å bli innlemmet i kvotesektor. Videre vil høye CO₂-avgifter i ikke-kvotesektor kunne føre til at noe energibruk overføres fra ikke-kvotesektor til kvotesektor (for eksempel elektriske biler i stedet for bensindrevne biler og varmepumper i stedet for oljefyr). Endelig bør det tillates at det handles med CO₂-

Figur 2 Avgifter for forskjellige reduksjonsnivåer for klimagasser i Danmark, med og uten jordbrukets deltagelse.



Kilde: De Økonomiske Råd (2009).

reduksjoner også innenfor ikke-kvotesektor. Et medlemsland som har lave kostnader ved å redusere CO₂-utslippet (grensekostnad lavere enn kvotepris) innenfor ikke-kvotesektoren bør kunne overoppfylle sine krav og selge overskuddet til et annet medlemsland som har en marginalkostnad høyere enn kvoteprisen. Dette vil gi gevinster ved handel og medføre at grensekostnadene utjevnes mellom virksomheter og land innenfor ikke-kvotesektor.

Økning i andel av fornybar energi

Fornybarhetsdirektivet pålegger medlemslandene krav om at andelsmålene for fornybar energi skal innfris (uansett om man syns kravene gir mening eller ikke). Spørsmålet er da om det fins effektive virkemidler til å oppnå dette.

Når det gjelder kravet om bestemte andeler av fornybar energi fins der ingen felles virkemidler som kan sørge for lik marginalkostnad ved etablering av ny fornybar energi. Problemet er at den vedtatte fordeling av andelskrav innebærer stor forskjell i marginalkostnadene landene i mellom. Skal EU oppnå målet om en bestemt andel av fornybar energi for EU som helhet, bør der innføres mekanismer som sørger for at de land som er i stand til å øke sine andeler på billigst måte faktisk også bygger ut mer enn egne krav tilsier og gir andre land mulighet for å innfri sine krav ved å betale dem for å gjøre det. Der er gevinster ved handel også her og for å realisere disse bør man skille mellom hvem som betaler og hvem som utfører. Det

fins visse muligheter for å gjøre dette innenfor det eksisterende systemet, men det er ennå ikke fastlagt klare retningslinjer.

Handel med grønne sertifikater er nevnt som en mulighet for å realisere denne typen gevinster og for å oppnå likhet i marginalkostnaden ved utbygging av ny kapasitet for grønn energi.⁴ Systemet for grønne sertifikater har imidlertid ikke samme gode egenskaper som for eksempel CO₂-kvotemarkedet har, og bruken av grønne sertifikater har vært gjenstand for kritikk. Det dreier seg om problemer ved kompatibilitet med kvotemarked, om svingende priser, markedsrett og annet (se Amundsen og Mortensen, 2001; Bye, 2003; Amundsen og Nese, 2009).

Reduksjon av energiforbruk

I den grad det foreligger eksternaliteter som tilsier at det offentlige bør intervenere for å sikre redusert energiforbruk og økt energieffektivisering vil man kunne anvende en generell energiavgift. En avgift har gode egenskaper til å sikre at energieffektiviseringen forgår på en effektiv måte. Administrative virkemidler som retter seg mot økt opplysningsvirksomhet er også på sin plass. Likevel har en rekke land innført såkalte hvite sertifikater som i prinsippet følger den samme idé som de grønne sertifikatene. Land som England, Frankrike og Italia har innført denne typen systemer men de er ganske forskjellige. Systemene for hvite sertifikater har også vært gjenstand for kritikk

⁴ Norge og Sverige er nå blitt enige om at det skal innføres et felles marked for grønne sertifikater fra 1. januar 2012.

blant annet at der er visse designproblemer og at transaksjonskostnadene ved å drive dem er meget høye (Amundsen og Mortensen, 2008).

4 AVSLUTNING

EUs klima- og energipakke må sies å ha betydelige mangler. Det er uklart hvorfor målene om andel av fornybar energi og energisparing er formulert. Hvis det egentlige formålet er å redusere utslippet av klimagasser, er det en stor fare for at kostnadene ved dette langt overstiger hva de kunne vært. Problemet er at medlemslandene med fornybarhetsdirektivet pålegges unødvendige skranker ved å oppnå redusert klimagassutslipp. Klimasatsingen bør drives av virkemidler som setter en enhetlig pris på utslipp av klimagasser. En tilpasning i forhold til denne prisen vil medføre at utbygging av ny fornybar energi og energiøkonomisering foregår på en effektiv måte.

EU står imidlertid overfor en stor utfordring når det gjelder å samordne klimagasspolitikken innenfor kvotesektoren og ikke-kvotesektoren (transport, jordbruk, individuell oppvarming). Med det nåværende opplegg er det ingen garantier for at grensekostnaden ved reduksjon av klimagassutslipp vil være den samme innenfor de to sektorene. Handel med utslippsreduksjoner innenfor ikke-kvotesektoren landene imellom vil kunne føre til en utjevning av

grensekostnader innenfor denne sektoren, men en fullstendig utjevning også i forhold til kvotesektoren vil kreve samordning, for eksempel ved at man innenfor ikke-kvotesektoren får anledning til å innfri sine reduksjonsforpliktelser ved å kjøpe kvoter i kvotemarkedet.

REFERANSER:

Amundsen, E. S. og J. B. Mortensen (2001): The Danish green certificate system: Some simple analytical results, *Energy Economics* 23, 489-509.

Amundsen, E. S. og J.B. Mortensen (2008) «Markeder i klimapolitikken», *Samfunnsøkonomen*, September 2008, No. 4.

Amundsen, E. S. og G. Nese (2009): Integration of tradable green certificate markets: What can be expected? *Journal of Policy Modeling*, doi: 10.1016/j.jpolmod.2009.09.002

Bye, T. A. (2003): On the price and volume effects from green certificates in the energy market, Discussion paper 351, Statistics Norway.

De Økonomiske Råd (2008): Økonomi og Miljø - 2008, København.

De Økonomiske Råd (2009): Økonomi og Miljø - 2009, København.

European Union (2009): Directive of the European Parliament and of the council on the promotion of the use of energy from renewable sources amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC, 26 March, 2009.

**Er du medlem av Samfunnsøkonomenes Forening,
vil vi gjerne ha din e-post adresse.**

Send på e-post til:

nina.risasen@samfunnsokonomene.no

TORSTEIN BYE
Fagdirektør, Statistisk sentralbyrå

MICHAEL HOEL
Professor, Økonomisk institutt, Universitetet i Oslo



Grønne sertifikater – dyr og formålsløs fornybar moro

Den norske regjeringen har inngått en avtale med den svenske regjeringen om et felles grønt sertifikatmarked for elektrisitet, og de politiske partiene i Norge kappes om å fremheve et slikt marked som redningen for energi- og klimaproblemene. Det synes som man i iveren har glemt helt banale økonomiske poenger. Ved å studere markedseffektene av slike sertifikater vil man raskt finne at virkningen slett ikke vil være slik man synes å tro, verken for energi-markedet eller klima.

HVA ER GRØNNE SERTIFIKATER – OG HVA ER VIRKNINGEN I ENERGIMARKEDET?

Vi starter først med en kort gjennomgang av generelle egenskaper til grønne sertifikater, før vi i neste avsnitt diskuterer særskilte forhold som er relevante i Norge.

Formålet med grønne sertifikater er å få mer fornybar elektrisk energi inn i kraftmarkedet på bekostning av tradisjonell energi, som i de fleste land er basert på fossile brensler. Disse fornybare teknologiene er for dyre til å komme inn i markedet på kommersielle vilkår. Ordningen virker slik at de som produserer kraft med utgangspunkt i nye fornybare energikilder får et sertifikat av myndighetene. Dette sertifikatet blir brukerne av elektrisk energi pålagt å kjøpe en viss mengde av når de kjøper elektrisitet. Da har vi et marked for elektrisitet og et marked for grønne sertifikater. For produsenten av kraft basert på ny fornybar energi utgjør dette sertifikatet en subsidie og for brukere av elektrisk energi utgjør det en avgift på bruk av strøm. Begge deler trekker i retning av lavere selgerpriser

på energi. Hvem som til syvende og sist betaler kostnadene avhenger som vanlig av priselastisitetene. Både avgifter og subsidier omfordeles mellom tilbyder og forbruker gjennom markedsvirkningene. I Amundsen og Mortensen (2001), Bye (2003) og Golombek og Hoel (2005) har en vist at ved stigende grensekostnader i tilbudet og normalt fallende etterspørselkurver kan omfordelingen bli så sterk at konsumenten faktisk får billigere strøm, og eksisterende produsenter må betale hele kalaset.

Uansett om forbrukere får dyrere eller billigere strøm, gir innføring av grønne sertifikater tre viktige virkninger:

- Det blir lavere produsentpris på elektrisk energi
- Det blir mer produksjon av fornybar energi
- Det kan bli mindre produksjon av tradisjonell energi med mindre tilbudet av slik energi er helt uelastisk

Dersom formålet er å øke produksjonen av fornybar elektrisk energi er dette altså et virkemiddel som virker etter hensikten. Men det reiser likevel to spørsmål: (1) Finnes det alter-

native virkemidler som er mer treffsikre og/eller har lavere kostnader for å nå målet om økt fornybar energi? (2) Hvorfor skulle det være et mål i seg selv å ha økt produksjon av fornybar energi? Ett av argumentene for storstilt satsing på fornybar energi i EU er at EU ønsker å være mindre avhengig av importert energi (særlig gass fra Russland og andre land som vurderes som upålitelige tilbydere). Et annet argument for satsing på fornybar energi, som også brukes i Norge, er at dette bidrar til teknologiutvikling som er viktig for fremtidige kraftige reduksjoner av klimagasser. Et viktig spørsmål er imidlertid om ikke disse to målene kan ivaretas ved mer målrettede virkemidler. Dette er omhandlet i NOU 2009:16 (Finansdepartementet 2009, kapittel 10 og vedlegg 2). Et hovedpoeng her er at man bør skille mellom miljøeksternaliteter og FOU-eksternaliteter når man utformer virkemidlene. De grønne sertifikatene bryter mot dette.

Grønne sertifikater kan altså bidra til å redusere produksjonen av tradisjonell energi. I den grad denne energien er basert på fossile brenslers bidrar således grønne sertifikater til reduserte klimagassutslipp fra fossilbasert kraftproduksjon. Vi kommer tilbake til dette argumentet i et senere avsnitt.

SPESIELLE FORHOLD VED DET NORSKE KRAFTMARKEDET.

Det norske kraftmarkedet har en rekke kjennetegn som gjør det annerledes enn tilsvarende markeder i de fleste andre land:

- tradisjonell elektrisk energi i Norge er vannkraft, ikke fossil kraft som i de fleste andre land
- tilbudet av kraft fra eksisterende vannkraftverk er svært prisuelastisk
- norsk vannkraft er i stor grad (vel 90 %) eid av staten og kommuner

Som vist over vil produsentprisen gå ned ved innføringen av grønne sertifikater. Siden tilbudet av eksisterende vannkraft er nesten helt uelastisk, får vi liten eller ingen virkning på denne produksjonen, men overskuddet til produsentene vil gå ned. Siden det meste av overskuddet blir beskattet eller hentet i utbytte vil det offentlige sitte med regningen. Det blir interessant å se hvilke deler av økonomien som da må beskattes hardere eller hvilke offentlige utgifter som må beskjæres. Er økt fornybar energi en riktig prioritering av offentlige midler?

I det norske sertifikatmarkedet er det meningen at industrien skal unntas. OED anslår at markedet vil omfatte 80

TWH – det betyr at det er kraftintensiv industri som antas unntatt mens resten av industrien må være med. Siden kjøpsplikten for sertifikater er for norske forbrukere vil heller ikke utenlandske kjøpere omfattes av den norske ordningen. Utenlandske brukere får derfor en gevinst av innføringen av grønne sertifikater, siden produsentprisen på energi går ned. Både kraftintensiv industri som stor bruker av elektrisk kraft og industri som er leverandører til produsenter av fornybar energi vil altså tjene på innføring av grønne sertifikater. Det er derfor ingen overraskelse at norsk industri sterkt støtter et slikt regime.

KLIMAEFFEKTEN AV GRØNNE SERTIFIKATER I NORGE

De fullstendige klimaeffektene av en slik ordning deles gjerne inn i i) effekter i de deler av markedet som er utsatt for klimavgifter og ii) effekter i de deler som er innenfor det europeiske kvotemarkedet.

I Norge er store deler av klimagassutslippene regulert gjennom avgifter, for eksempler er det klimavgifter på fyringsolje og transport. Hvis, som diskutert ovenfor, subsidieeffekten av fornybar energi er sterkere enn avgiftseffekten (gjennom sertifikatkravet), vil kjøperprisen på elektrisitet gå ned. Da vil vi bruke mer elektrisitet og mindre olje, og dette vil redusere norske klimagassutslipp. *I den grad Norge har et kvantitativt mål om innenlandske utslippsreduksjoner*, bidrar grønne sertifikater i dette tilfelle til å nå et slikt mål. Imidlertid styres bruken av olje i Norge langt mer effektivt gjennom CO₂-avgiften enn gjennom den indirekte virkningen via prisen forbrukeren betaler for elektrisitet. Ønsker vi å redusere bruk av olje som konkurrerer med elektrisitet kan vi derfor i stedet sette opp avgiften for slik olje.

OED legger til grunn at kjøperprisen på elektrisk kraft vil øke. Da vil vi bruke mindre elektrisitet og mer fyringsolje, og klimagassutslippene vil øke innenlands, som jo ikke var hensikten. Økt pris vil gjøre det lønnsomt å ta i bruk mer energieffektive løsninger i hjem og bedrifter. Det siste er nok en ønsket virkning, men er det nødvendig å gå hele denne omveien for å få dette til?

Norge har i de siste årene vært nettoeksportør av elektrisk kraft. Kraftproduksjonen som utløses av sertifikatmarkedet vil øke denne eksporten. Man kan jo spørre om hvorfor vi skal subsidiere fornybar kraftproduksjon i Norge

som betyr subsidie av eksport. Mange synes å tro at en slik økt eksport vil erstatte kullbasert kraftproduksjon i Danmark og andre nordeuropeiske land. Det europeiske kraftmarkedet er imidlertid regulert gjennom EUs kvotemarked for klimagasser. Dette kvotesystemet gir et tak på de samlede utslippene som dekkes av kvotesystemet, uavhengig av hvor mye fornybar elektrisk energi som blir produsert i Norge. Dersom økt eksport av norsk kraft for eksempel initialt reduserer produksjonen av kullkraft i Danmark, vil disse kraftprodusentene bruke færre utslippstillatelser enn de ville uten den norske eksporten. Prisen på kvoter går ned, kostnadene ved kraftproduksjon blir lavere, og kraftproduksjon kan opprettholdes på et høyere nivå. Dette trekker da som diskutert ovenfor i retning av lavere kraftpriser.

Om kullkraftproduksjonen likevel går noe ned, blir det flere utslippsrettigheter tilgjengelig for andre innenfor dette markedet, for eksempel sementprodusenter i Tyskland. Prisen i kvotemarkedet går ned. Dermed vil disse slippe ut mer. Summen av utslipp blir den samme, bare flyttet fra danske kullkraftverk til andre bedrifter innenfor kvotemarkedet i EU.

Om alle klimagassutslipp i Europa ble regulert av et kvoteregime og det var en positiv pris i dette markedet, så ville ingen andre ekstra tiltak mot utslipp ha noen som helst effekt på utslippene. Verken rensing av gasskraftverk, subsidiering av vindmøller, eller støtte til energieffektivitetstiltak hos bedrifter og husholdninger vil ha noen som helst effekt på utslippene under et kvoteregime. Disse vil kun påvirke kvoteprisen. For eksempel har heller ikke finanskrisen noen virkning på totale utslipp i kvotemarkedet. Kvoteprisen er fortsatt positiv - altså binder skranken. Om bedrifter etterspør mindre i utgangspunktet så vil dette bli fullstendig motvirket av fall i kvoteprisen. Kun ved null kvotepris - altså at kvotemarkedet ikke er beskrankende - vil slike ekstra tiltak som skissert over virke. Det eneste som vil virke på de samlede klimagassutslippene er et strammere kvotemarked. Altså burde all fokus rettes mot å få dette til. Et godt eksempel kunne være at Norge kjøpte opp utslippsrettigheter i dette markedet og ikke brukte disse. Da ville kvotemarkedet bli strammere, prisen gå opp og fornybare teknologier bli lønnsomme samtidig som FOU på slike teknologier ville bli mer lønnsomt.

En lav pris i kvotemarkedet sier i utgangspunktet at det er billig å redusere utslipp. Da kan det være politisk sterk

vilje til å stramme til kvotemarkedet, som kan synes ønskelig. Men hvis denne lave prisen kommer som følge av mange dyre tiltak som for eksempel det grønne sertifikatmarkedet så lurer man seg selv, det er slett ikke billig. Det er dyrt å redusere utslipp men vi bli lurt til å tro at det er billig. Vi blir lurt til å ta dette gjennom skatteseddelen i stedet for at de som forurensar betaler.

En lav pris i kvotemarkedet er ikke nødvendigvis bra for klima i et langsiktig perspektiv. I argumentasjonen omkring fremtidig klimapolitikk påpekes viktigheten av forskning og utvikling. Lavere pris på CO₂-utslipp vil gjøre at det blir mindre kommersielt å drive med forskning og utvikling av nye energiteknologier. Det er nettopp teknologiutvikling som er viktig for at det skal bli billigere å redusere utslippene i framtiden og for at det skal bli lettere å få med flere land på strengere avtaler. Paradoksalt nok kan slike subsidieordninger som grønne sertifikater føre til at det blir vanskeligere å få til FOU, få kutt i utslippene og en strammere klimapolitikk etter 2020.

BEDRE MED KJØP AV UTSLIPPSTILLATELSER GJENNOM EU'S KVOTEMARKED?

OED anslår i pressemeldingen om den grønne sertifikatordningen at sertifikatprisen kan bli om lag 24 øre/kWh og at det gjennom denne ordningen kan realiseres nesten 12 TWh ny kraftproduksjon (milliarder kWh). Dette innebærer således en omfattende subsidiering i milliardklassen og som forklart ovenfor vil det meste av denne kraften antakelig bli eksportert. Dagens pris på utslippstillatelser i det europeiske kvotemarkedet er i underkant av 120 kr/t CO₂. Det betyr at for hver 1,2 milliard kroner i subsidie i dag vil vi alternativt kunne kjøpe 10 million tonn utslippstillatelser (nesten 20 prosent av Norges utslipp), kaste disse og dermed redusere Europas utslipp tilsvarende. Selv om kvoteprisen stiger vil dette representere utslippsreduksjoner i et omfang som det ikke finnes maken til ellers, jfr. for eksempel at rensing av et gasskraftverk kun gir om lag 1 million tonn i utslippsreduksjoner. Regjeringen har ikke noe sted antydning hvor mye klimagassutslippene i utlandet går ned som følge av Norges krafteksport gjennom den grønne sertifikatordningen. Kanskje de vet at konklusjonen er at utslippene ikke vil gå ned. Eller, hvor kan vi finne analysene som viser at vi ved å subsidiere eksportert elektrisk energi i stor skala får en større utslippsreduksjon i utlandet enn vi får ved å kjøpe utslippstillatelser i kvotemarkedet, som vi ikke bruker?

MILJØBEVEGELSEN

Hvorfor er det så mange i miljøbevegelsen som er positive til grønne sertifikater og andre subsidier til vindkraft og annen fornybar energi? Trolig skyldes det en sammenblanding av årsak og virkning. En streng klimapolitikk rettet direkte mot CO₂-utslipp vil gjøre fornybar energi mer lønnsom og ikke-fossil energi vil delvis erstatte fossil energi. Men det følger *ikke* av dette at det motsatte er tilfelle. Subsidier til fornybar energi vil *ikke* i seg selv gi lavere utslipp av CO₂. Dette gjelder spesielt for Norge med sin spesielle kraftsektor (nesten utelukkende vannkraft) og tilknytning til EUs kvotemarked. Men det gjelder også mer allment: Subsidier kan gi fornybar energi som i stor grad kommer *i tillegg til*, og ikke i stedet for, fossilt basert energi. Dessuten blir utslippene i kvotemarkedet uendret.

REFERANSER:

Amundsen, E. S. og J. B. Mortensen (2001): The Danish Green Certificate System. Some simple analytical results. *Energy Economics* 23 (99), 489-509.

Bye, T. (2003): On the Price and Volume Effects from Green Certificates in the Energy Market, *Discussion Paper 351*, Statistics Norway.

Golombek, R. og M. Hoel (2005): Pliktige elsertifikater. Rapport 1/2005, Stiftelsen Frischsenteret for samfunnsøkonomisk forskning.

Finansdepartementet (2009): Globale miljøutfordringer – norsk politikk. Hvordan bærekraftig utvikling og klima bedre kan ivaretas i offentlige beslutningsprosesser. NOU 2009:16.

ANNONSE

FLYTTEPLANER?

Vi vet ikke om våre abonnenter flytter mer enn andre, men det virker slik. Hver måned får vi tidsskrifter i retur fordi adressaten har flyttet. Spar oss for ekstra porto og deg selv for forsinkelser.

Meld flytting per telefon 22 31 79 90/telefaks 22 31 79 91,
e-post: sekretariatet@samfunnsokonomene.no eller skriv til oss.

Navn:

Ab.nr./medl.nr:

Ny adresse:

SAMFUNNSØKONOMENES FORENING Postboks 8872 Youngstorget • 0028 OSLO

MICHAEL HOEL
Professor, Økonomisk Institutt, Universitetet i Oslo

BJART HOLTSMARK
Forsker, Statistisk sentralbyrå



Utviklingslandene bestemmer klimautviklingen

Økonomiske analyser tyder på at betydelige reduksjoner i globale klimagassutslipp er fornuftig. Spørsmålet er likevel om det er mulig å samle verden til å gjennomføre dette. Enkeltlands incentiver til å foreta utslippsreduksjoner er svært små, og gevinstene kommer i hovedsak først i andre halvdel av dette århundret og enda senere. Skal man i vesentlig grad påvirke klimautviklingen, vil det kreve meget omfattende utslippsreduksjoner i hele verden, inkludert alle u-landene.

1 INNLEDNING

Den økende konsentrasjonen av klimagasser påvirker varmembalansen i atmosfæren og medfører betydelige klimaendringer og et stigende havnivå. Det kan medføre mindre biologisk mangfold, redusert produktivitet i jordbruket i en del regioner, redusert helse i visse områder, mer ekstremvær og lignende. En rekke økonomiske studier konkluderer med at dersom vi unnlater å gjennomføre utslippsreduksjoner, kan de fremtidige kostnadene av disse endringene bli store, særlig i neste århundre og senere.

Det er viktig å understreke klimaproblemets svært langsiktige perspektiv. Klimaendringene som kommer i løpet av første halvpart av dette århundret, kan vi i liten grad påvirke. De er i stor grad gitt av historiske utslipp. Tiltak

for å redusere klimagassutslipp fra nå av vil i hovedsak påvirke klimaet i andre halvdel av dette århundret og i de neste århundrene. I forhold til de fleste andre investeringsbeslutninger kommer altså gevinstene av investeringer i reduserte klimagassutslipp veldig langt frem i tid.

Samtidig er utslippsreduksjoner et globalt kollektivt gode. Atmosfæren er en global «allmenning». Og det er ofte vanskelig å få til en bærekraftig forvaltning av en allmenning dersom det er mange aktører som ønsker å utnytte allmenningen og det samtidig ikke er sentral myndighet som kan regulere de ulike aktørenes tilgang til allmenningen.

På globalt nivå eksisterer det ikke noen overnasjonal myndighet som kan regulere de enkelte aktørers bruk av atmosfæren som allmenning. Riktignok kan man gjennom

internasjonale avtaler bli enige om reguleringsregimer. Men på internasjonalt nivå har man likevel ikke alltid mulighet til å tvinge enkeltstater til å underlegge seg slike regimer. Dermed står man overfor det klassiske problemet at atmosfæren som allmenning står i fare for å bli forringet fordi den enkelte stat har små gevinster av å redusere sine egne utslipp. Selv store land som USA og Kina har overraskende små muligheter til å påvirke klimautviklingen gjennom egne tiltak. Dette vil vi illustrere med et tall-eksempel for USA.

I denne artikkelen vil vi først si litt om hva økonomiske studier anbefaler av utslippsreduksjoner, og kortfattet omtale diskusjonen om hva som er optimal klimapolitikk. Deretter gjennomgår vi status for det internasjonale arbeidet med å etablere avtaler for utslippsreduksjoner. Deretter vil vi gjennom noen enkle talleksempler vise at man kan stå foran en rask vekst i globale utslipp dersom verden ikke samler seg for å iverksette tiltak for å redusere utslippene. Med dette som utgangspunkt kan det virke rimelig å tro at man i årene fremover vil se høye priser på utslipp og omfattende utslippsreduksjoner.

I siste del av artikkelen vil vi imidlertid gjennom noen talleksempler vise hvor svake incentiver selv verdens største stater har til å gjennomføre utslippsreduksjoner, og hvor langt frem i tiden gevinstene av utslippsreduksjoner vil materialisere seg. Ser vi dette i sammenheng med det internasjonale samfunns manglende mulighet til å tvinge enkeltstater til å følge opp internasjonale avtaler, blir vår konklusjon er at det kan virke vanskelig å samle verden om raske og omfattende utslippsreduksjoner.

2 OPTIMALE UTSLIPPSFORLØP

Utslippsreduksjoner gir umiddelbare kostnader, mens gevinstene kommer i fremtiden. En fornuftig klimapolitikk bør ha en god balanse mellom tiltakskostnader og gevinster i form av reduserte kostnader forbundet med de fremtidige klimaendringene.

Det optimale utslippsforløpet vil være avhengige av tre faktorer: (i) tiltakskostnader, (ii) kostnader av klimaendringene og (iii) diskonteringsrenten (for å kunne sammenligne kostnader og inntekter på ulike tidspunkter).

Når det gjelder tiltakskostnader, gjennomgår Hoel et al. (2009) en rekke studier. Estimaten varierer betydelig,

noe som reflekterer at det er usikkert hvor kostbart det er å redusere utslippene av klimagasser.

Tabell 1 gjengir et lite utvalg av de studiene Hoel et al. (2009) gjennomgår. Stern Review og Yale-professor William Nordhaus's analyser med modellen DICE er sentrale her. For omtrent like klimamål viser Stern Review og DICE-analysene sammenlignbare anslag for totale kostnader, tilnærmet 1-1,5% av BNP, se tabell 1. Studiene fra OECD og IPCC anslår at kostnadene kan bli betydelig høyere. Det er imidlertid grunn til å tro at årsaken til at spesielt OECD-studien har betydelig høyere kostnadene enn Stern og Nordhaus, skyldes en utslippsbane med svært små tiltak i nær fremtid – og tilhørende behov for omfattende tiltak senere.

Det er grunn til å understreke at så å si alle studier av kostnader ved utslippsreduksjoner, herunder de som her er referert, forutsetter en kostnadseffektiv politikk for å redusere utslippene. Det er en sterk forutsetning som betyr at denne typen beregninger anslår hvor lave kostnadene i prinsippet kan bli dersom politikken utformes strengt etter «læreboken» for effektiv ressursutnyttelse. Som følge av en rekke andre hensyn politikere tradisjonelt vektlegger, er det imidlertid sannsynlig at politikerne gjør mange kompromisser i politikkkutforming. I praksis vil derfor kostnadene måtte bli høyere enn denne typen anslag. Hvor mye høyere vil avhenge av i hvor stor grad man er i stand til å benytte kostnadseffektive virkemidler og allokere utslippsreduksjoner kostnadseffektivt mellom land. I den grad dette ikke skjer, vil kostnadene ved omfattende utslippsreduksjoner kunne bli vesentlig høyere enn anslått i de refererte studiene.

Når det gjelder kostnader av klimaendringene, står man også overfor stor usikkerhet. Forholdet mellom konsentrasjon og klimaendring omtales gjerne som «klimasensitivitet», og angir hvor mye den globale gjennomsnittstemperaturen vil øke på lang sikt (i forhold til før-industrielt nivå) ved en dobling av atmosfærisk konsentrasjon av CO₂-ekvivalenter (CO₂-e). I henhold til IPCC (2007a) vil denne koeffisienten ligge innenfor området 2 °C til 4,5 °C, med 3 °C som den mest sannsynlige verdien, og med svært liten sannsynlighet for verdier under 1,5 °C. Verdier høyere enn 4,5 °C kan ikke utelukkes, men i dette området er det mindre samsvar mellom observasjoner og modellresultater. De fleste studier av hva som er en optimal klimapolitikk legger til grunn en klimasensitivitet på

Tabell 1 *Karbonpriser and kostnader ved utslippsreduksjoner.*

	Stabiliseringsmål	CO ₂ -pris 2010-2015	CO ₂ -pris 2050-2055	Kostnader i prosent av BNP (2050)
Nordhaus, DICE	Maximum 2 °C temperatur økning	US \$ 20	US \$ 83	0,6% ¹
Nordhaus, DICE	420 ppm CO ₂	US \$ 67	US \$ 189	1,4%
Stern Review	550 ppm CO ₂ -e			1% (-0,6-3,5%)
IPCC, 2007b	445-535 ppm CO ₂ -e			< 5,5%
IPCC, 2007b	535-590 ppm CO ₂ -e	US \$ 20-80 (i 2030)	US \$ 30-150	0,1-4%
OECD 2008a	450 ppm CO ₂ -e	US \$ 5	US \$ 177	2,5%
OECD 2008b	550 ppm CO ₂ -e	US \$ 5	US \$ 400	4,8%

Kilde: Hoel et al. (2009).

3 °C, og det vil også vi gjøre i de regneeksemplene som presenteres i denne artikkelen.

Studiene til William Nordhaus ved Yale University har stått sentralt i diskusjonen om hva som er en optimal utslippsbane, kanskje ikke minst siden Nordhaus var tidlig ute med denne typen analyser. Nordhaus indikerer at det er optimalt å ha et moderat ambisjonsnivå. Nordhaus's modellstudier med modellen DICE, se Nordhaus (2008), tilsier f. eks. at det er optimalt å la CO₂-konsentrasjonen øke til 659 ppm i slutten av neste århundre, hvilket innebærer en temperaturøkning på 3,5 °C ved 3 graders sensitivitet. Disse studiene benytter, grovt sett, de samme kostnadene for klimaendringer i fremtiden: For DICE er kostnadene for 3, 4 og 6 °C henholdsvis 2,5%, 4,5% og 10% av verdens samlede BNP. Det er vanskelig å vurdere om disse estimatene er «høye» eller «lave», men antatt kostnad for en økning på 4 °C er godt innenfor det kostnadsområdet som er anslått av IPCC.

Antatt diskonteringsrente er viktig for utfallet av en optimalisering av typen over, ettersom de største klimaendringene vil komme i fjern fremtid. Mange optimaliseringsstudier benytter diskonteringsrenter i området 4 – 5%. I Stern Review argumenteres det for en mye lavere diskonteringsrente, og 1,4% er benyttet i rapportens egne beregninger. Med utgangspunkt i tentative, mindre formaliserte optimaliseringsberegninger, anbefaler Stern Review et konsentrasjonsmål mellom 500 og 550 ppm CO₂-ekvivalenter (CO₂e).² Med en klimasensitivitet på 3 °C vil dette begrense global temperaturøkning til 3 °C eller noe mindre.

Mye av debatten om optimale klimamål er rettet mot diskonteringsrenten. Hva som er «korrekt» diskonteringsrente i dynamiske optimaliseringsanalyser har vært drøftet i stort omfang i mange år i økonomisk litteratur, bl.a. spørsmål knyttet til verdien av observerte markedsdata. Det er relativt stor enighet om at observerte markedsrenter kan benyttes i tidsperspektiver inntil ca 20 år, men det er ikke åpenbart at samme type data kan benyttes for analyser av lengre tidsperspektiver.

Diskonteringsrenten er likevel ikke den eneste viktige faktoren i optimaliseringsanalyser. Hoel og Sterner (2007) peker på at klimaendringene vil kunne gi redusert tilgang på goder som ikke omsettes på noen markeder. Noen av klimaendringenes kostnader vil for eksempel komme i form av redusert biologisk mangfold, redusert helse, ekstremvær og lignende. Klimaendringene kan altså komme til å redusere tilgangen på goder som allerede uten klimaendringer er viktige, begrensede ressurser som vokser sakte eller til og med avtar over tid. Hvis samtidig mengden av produserte markedsvarer vokser raskt, vil vi vente en økt verdsetting av de ikke-markedsbaserte godene som vokser langsomt eller avtar. Dette trekker i retning av at klimaendringene kan bli mer kostbare enn hva som er forutsatt i de fleste analyser. Sterner og Persson (2008) behandler denne problemstillingen i en modell som er nesten identisk med Nordhaus's DICE-modell. Denne modellendringen gir et optimalt utslippsforløp som er betydelig mer restriktivt enn det som beskrives av Nordhaus. Selv når Sterner og Persson benytter Nordhaus's diskonteringsrate på 4,1 %, kommer de frem til at det vil være optimalt med omfattende og raske

¹ DICE-studiene gir nåverdi av kostnadene som prosent av nåverdi av BNP.

² En konsentrasjon av klimagasser på 500 og 550 ppm CO₂e, der man inkluderer effekten av økt konsentrasjon av alle klimagassene i atmosfæren, tilsvarer en CO₂-konsentrasjon på 450 – 500 ppm.

utslippsreduksjoner som sikrer en CO₂-konsentrasjon i 2100 på 450 ppm, og som deretter faller.

I vurderingen av hva som er optimal klimapolitikk, er det også relevant å trekke inn at klimasensitiviteten er usikker. Martin Weitzman (2009) fokuserer på mulighetene for at klimasensitiviteten er betydelig høyere enn 3 °C. Med utgangspunkt i tilgjengelig vitenskapelig litteratur på området mener Weitzman at det er 5% sannsynlighet for en klimasensitivitet høyere enn 7 °C og en sannsynlighet på 1% for en sensitivitet høyere enn 10 °C. Han benytter disse forutsetningene i en modell der kostnadene for klimaendringer forutsettes å være høye for store temperaturendringer. Han viser at forventede klimakostnader vil være svært følsomme overfor både sannsynlighetsfordelingen for klimasensitivitet og sammenhengen mellom kostnader og store temperaturøkninger. Weitzman påpeker at de fleste analyser av optimal klimapolitikk ikke tar hensyn til disse forholdene, og at de derfor kan gi misvisende resultater.

Alt i alt er det altså mange gode argumenter som tilsier at det er fornuftig å begrense klimagassutslippene slik at man unngår at konsentrasjonen av klimagasser overstiger 500 – 550 ppm CO₂e, noe som vil kreve at konsentrasjonen av CO₂ ikke overstiger 450 – 500 ppm. Det er EUs politikk å oppnå dette, og med en ny administrasjon i USA er det også offisiell amerikansk politikk å få til noe i denne retning.

Betyr dette at det bare er et tidsspørsmål før man står overfor høye priser på utslipp av klimagasser og tilsvarende raske utslippsreduksjoner? Sterke advarsler om at utslippene av klimagasser blir til stor ulempe for fremtidige generasjoner og enighet om at kostnader med å redusere utslipp er tilsynelatende er overkommelige, burde gi som resultat at verden samler seg om omfattende utslippskutt. I avsnitt 6 vil vi imidlertid argumentere for at det neppe er så enkelt, og at det kan virke vel så sannsynlig at det kan bli vanskelig å få i stand et internasjonalt samarbeid om omfattende reduksjoner i utslippene av klimagasser.

3 KLIMAKONVENSJONEN OG KYOTO-PROTOKOLLEN

Helt siden begynnelsen av 1980-tallet har det vært internasjonale samtaler og forhandlinger om å få i stand en internasjonal avtale om å begrense utslippene av CO₂ og andre klimagasser. Allerede i 1992 fikk man Klima-

konvensjonen, og i 1997 ble Kyoto-protokollen fremforhandlet. Begge disse avtalene er ratifisert av de fleste av verdens stater.

Mens klimakonvensjonen bare inneholder relativt generelle formuleringer om behovet for utslippskutt, fastsetter Kyoto-protokollen et samlet tak for utslippene i industrilandene for perioden 2008 – 2012. I henhold til denne avtalen skal industrilandenenes samlede utslipp per år i denne perioden ikke overstige 95 % av de samme landenes utslipp i 1990. Ingen av avtalene pålegger u-landene noen forpliktelser om utslippsreduksjoner.

USA, som i dag står for rundt 40 % av industrilandenenes klimagassutslipp, trakk seg fra Kyoto-avtalen allerede i 2001. Dermed setter Kyoto-avtalen et tak på de samlede utslippene til industrilandene utenom USA for perioden 2008-2012. Per i dag står disse landene for ikke mer enn ca 30 % av de globale klimagassutslippene, og utslippsreduksjonene som vil bli gjennomført som følge av Kyoto-avtalen i disse landene er derfor små i en global sammenheng, se for eksempel Böhringer (2002).

Meningen var imidlertid at Kyoto-avtalen også skal utgjøre rammen for avtaler om utslippsbegrensninger etter 2012. Forhandlingene om en post-2012-avtale står imidlertid i stampe. På den ene side er u-landene ikke villige til å påta seg noen utslippsbegrensninger nå. Samtidig er kongressen i USA skeptisk til at USA skal påta seg noen utslippsbegrensninger uten at i hvert fall de største og viktigste u-landene gjør det samme.

I lys av litteraturen om klimaavtaler, er ikke dette en overraskende situasjon. Allerede tidlig på 1990-tallet kom det arbeider som pekte på at det er vanskelig å se hvordan man skal lage en avtale om store utslippsreduksjoner som mange land vil ønske å slutte seg til og også overholde, se for eksempel Hoel (1992) og Barrett (1994), eller noen nyere bidrag, Barrett (2003,2005).

Den nevnte teoretiske litteraturen fokuserer i første rekke på at det for enkeltland er små gevinster av å foreta utslippsreduksjoner, slik at kostnadene ikke står i forhold til gevinstene. Avsnitt 5 illustrerer dette problemet med tall. Disse talleksempelene vil også illustrere at klima-problemet er spesielt i den forstand at det i første rekke vil være fremtidige generasjoner som vil nyte godt av at vi i dag foretar utslippsreduksjoner.

4 UTSLIPPSUTVIKLINGEN FREMOVER

Fremskrivninger av klimagassutslippene dersom ingen nye tiltak settes ut i livet kalles ofte 'business as usual' (BaU) fremskrivninger. Utslipp av klimagasser på et fremtidig tidspunkt er et produkt av tre faktorer: befolkning, BNP per capita, og utslipp per BNP-enhet. Ettersom det er stor usikkerhet knyttet til utviklingen av alle disse tre størrelsene, er det også stor usikkerhet knyttet til fremtidige klimagassutslipp. Usikkerheten blir naturlig nok større jo lenger frem i tid vi går. I dette avsnittet gjennomgår vi de forutsetningene vi har gjort med hensyn på disse variablene, før vi i påfølgende avsnitt med utgangspunkt i disse forutsetningene presenterer beregningene som illustrerer hvor svake incentiver enkeltland har til å foreta store utslippsreduksjoner.

Befolkningsutviklingen

Når det gjelder fremtidig befolkningsutvikling, legger vi til grunn middelalternativet i FNs siste befolkningsprognoser frem til 2050, se UN (2009). For årene etter 2050 bygger vi på antagelsene i UN (2004) om en stabilisering av fruktbarheten i de ulike regionene. Global befolkning når en topp på 9,4 milliarder i 2075, og faller deretter svakt resten av århundret. Den antatte befolkningsutviklingen frem til 2100 er beskrevet i figur 1. For det 22. århundre antar vi som UN (2009) en svak befolkningsnedgang til 8,4 milliarder i 2200.

I et så langt tidsperspektiv som dette, er befolkningsutviklingen meget usikker. Trolig er det spesielt stor usikkerhet knyttet til den helt avgjørende fruktbarhetsutviklingen i u-landene utenom Kina. I FNs middelalternativ er det lagt til grunn at fruktbarheten i disse områdene fortsetter å falle relativt raskt, fra dagens nivå på godt over tre barn per kvinne til under to. FN presenterer også et høyfruktbarhetsalternativ, der fruktbarhetsfallet går noe saktere. Det fører til at befolkningen i gruppen u-land utenom Kina nærmer seg 10 milliarder mot slutten av århundret. På den annen side presenterer FN også et scenario der fruktbarheten faller raskere enn i middelalternativet. Da når befolkningen i denne gruppen av u-land en topp på 7 milliarder i 2050 og faller deretter til under 4 milliarder i 2100. Vi legger altså likevel middelalternativet i FNs fremskrivninger til grunn for våre beregninger.

Økonomisk vekst og utslipp

Utslipp per capita er et produkt av BNP per capita og utslipp per BNP-enhet. I vårt BaU-scenario har vi for det

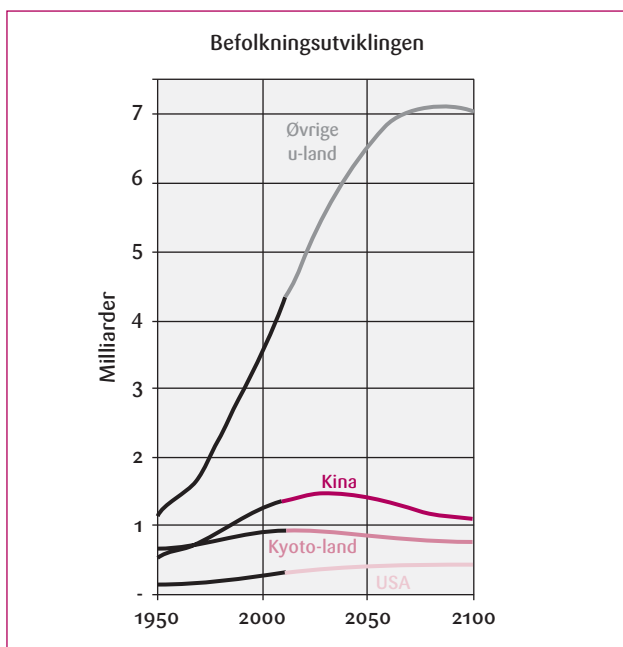
21. århundre lagt til grunn en utvikling i utslipp per capita som samsvarer med utslippsveksten per capita i IPCCs A1 Message scenario, se IPCC (2000). I våre beregninger inkluderer vi effekten av de tre viktigste klimagassene (CO₂, metan, lystgass) samt den avkjølende gassen svoveldioksid, mens den mer begrensede effekten av de øvrige klimagassene ikke er tatt hensyn til.

I scenariet A1 Message legger IPCC til grunn en vekst i BNP per capita på 2,6 % i gjennomsnitt over det 21. århundre. Det er en relativt høy vekst sammenlignet med global per capita vekst i det 20. århundre. Riktignok vokste BNP per capita på global basis med 2,9 prosent i perioden 1950-1973, men i perioden 1913-1950 var det tilsvarende tallet 0,88, og i perioden 1973 – 2003 var det 1,56 prosent (Maddison, 2008, s. 71). Men på den annen side forutsetter A1 Message-scenariet også et fall i CO₂-utslipp per BNP-enhet på 2,0 % per år, se figur 2, noe som også er betydelig over den historiske trenden. Dette henger både sammen med at IPCC antar en sterk grad av energieffektivisering, men også at fornybar energi og kjernekraft kommer tungt inn. Mens fossile brensler i dag står for om lag 80 % av verdens energiforsyning, legger IPCC i A1 Message til grunn at denne andelen faller til 25 % i 2100. Enkelte har hevdet at denne typen forutsetninger er for optimistiske for et BaU-scenario, se for eksempel Pielke et al. (2008). Uansett er det viktig å understreke usikkerheten her. Ikke minst kan man komme til å oppleve en raskere vekst i CO₂-utslippene i u-landene enn det som her er lagt til grunn, men dette vil styrke snarere enn å svekke konklusjonene i denne artikkelen.

Samlet sett innebærer forutsetningene i A1 Message, som vi altså har lagt til grunn for vårt BaU-scenario, en vekst i CO₂-utslipp per capita globalt på 0,55 % per år gjennom dette århundret. I industrilandene er imidlertid utslippene per capita relativt stabile i første halvdel av århundret og faller deretter gjennom andre halvdel av århundret, se figur 4 (USA) og 6 (Kyoto-landene). I u-landene vokser utslipp per capita 1,16 % i gjennomsnitt over det 21. århundre, men også i u-landene faller utslipp per capita mot slutten av århundret, se figur 8.

Multipliseres de antatte utslippene per capita med den antatte befolkningsutviklingen, får vi utviklingen i globale utslipp som vist i figur 3. Det mest markerte utviklingstrekket er at u-landene utenom Kina etter hvert blir dominerende i utslippssammenheng.

Figur 1 Befolkningsutviklingen som er lagt til grunn i de numeriske eksemplene. Frem til 2050 følges middelalternativet i FNs siste fremskrivninger. Resten av århundret antas en stabil fruktbarhet og dødelighet.



Kilde: FN og Statistisk sentralbyrå.

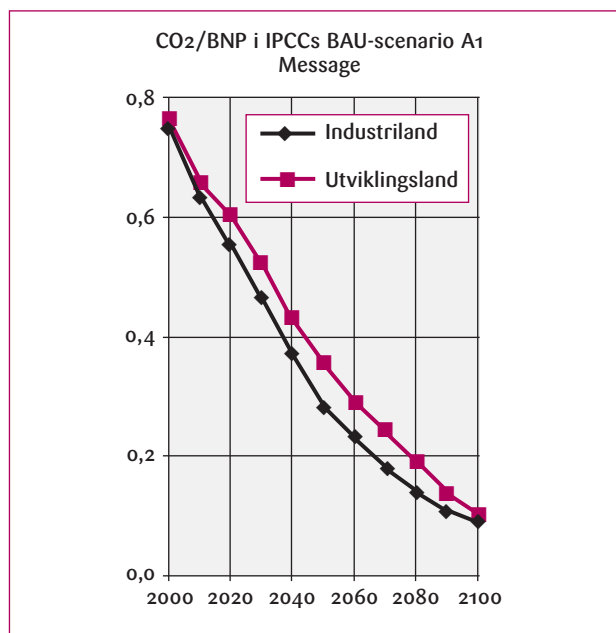
Når det gjelder det 22. århundret, har vi antatt at CO₂-utslippene per capita i alle regioner fortsetter fallet som antas for siste del av det 21. slik at verdensøkonomien i det store og hele antas å bli avkarbonisert i løpet av det 22. århundret. Utslippene av metan, lystgass og svoveldioksid er imidlertid holdt uendret gjennom det 22. århundret.

Temperaturutvikling i BaU

Som vi allerede har påpekt, er det usikkerhet knyttet til sammenhengene mellom utslipp av klimagasser og klimændring/oppvarming. Beregningene som presenteres i denne artikkelen bygger på en modell av sammenhengen mellom utslipp av klimagasser og SO₂, i hvilken grad utslippene akkumuleres og utviklingen i global temperatur, som er beskrevet i Höhne og Blok (2005), og parameterverdiene som der er oppgitt. Med disse parameterverdiene gir denne modellen en klimasensitivitet på 3 °C. Men modellen har imidlertid innbygget treghetsmekanismer, slik at den momentane temperaturøkningen er mindre. Modellen er benyttet i andre tilsvarende beregninger, se for eksempel Berntsen og Fuglestad (2008)

Med den antatte utslippsutviklingen og anvendelse av modellen i Höhne og Blok (2005) blir CO₂-konsentrasjo-

Figur 2 CO₂-utslipp i forhold til BNP i IPCCs scenario A1 Message, som er brukt som BaU-scenario i denne artikkelen.



Kilde: IPCC.

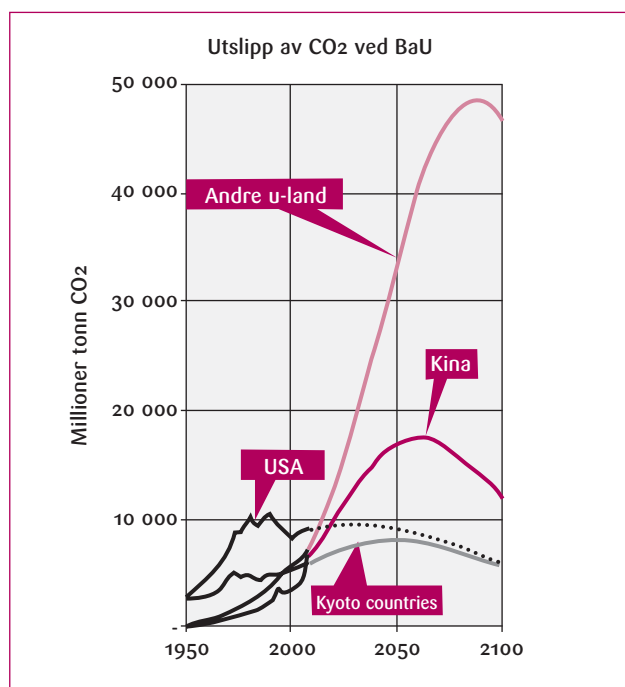
nen i BaU fordoblet i forhold til førindustrielt nivå i 2050, og når en konsentrasjon på 780 ppm i 2100, 850 ppm i 2150 og så et fall til 810 ppm i 220.

Konsentrasjonen av metan, som har vært relativt stabil de senere tiårene, øker fra dagens nivå på litt over 1700 parts per billion (ppb) til en konsentrasjon i BaU på 2300 ppb i 2100. Tilsvarende øker konsentrasjonen av lystgass fra dagens nivå på rundt 330 ppb til 430 ppb i 2100. Samtidig antas det at SO₂-konsentrasjonen gradvis reduseres og halveres i løpet av århundret. Ettersom SO₂ har en avkjøleende effekt, gir dette også en oppvarmende virkning. Samlet sett gir BaU-banen en global temperatur på 2 °C over førindustrielt nivå i 2050, 3,8 °C i 2100, og 4,8 °C i 2200.

5 VIRKNINGEN AV UTSLIPPSREDUKSJONER

Vi ser her på flere tilfeller der bare ett land, eller en gruppe av land, foretar utslippsreduksjoner alene. Vi ser kun på endringer i utslippene av CO₂ fra forbrenning av fossile brensler, og holder utslippene av metan, lystgass og SO₂ uendret i forhold til BaU-banen. Vi holder også utslippene av CO₂ fra arealendringer (ødeleggelse av skog) uendret. Når vi i det følgende omtaler CO₂-utslipp, dreier det seg om utslipp fra bruk av fossile brensler.

Figur 3 Utslipp av CO₂. Historisk og i BaU-banen.



Kilde: US Department of Energy og Statistisk sentralbyrå.

Vi ser bort fra karbonlekkasjer til land som ikke foretar utslippsreduksjoner. Vi ignorerer altså at ensidige utslippsreduksjoner i ett land, eller en gruppe av land, normalt vil føre til høyere utslipp i andre land, både fordi utslippsintensiv industri til en viss grad vil ønske å flytte til land uten restriksjoner på utslipp, og fordi fallende etterspørsel etter fossile brensler ett sted, vil føre til lavere priser og dermed høyere forbruk av slike brensler i resten av verden.

USA

I det første regneeksemplet ser vi på effekten av at USA gjennomfører ensidige utslippsreduksjoner. USA har i dag CO₂-utslipp per capita på 19 tonn, mot et globalt gjennomsnitt på 4,2 tonn.³ USA står i dag for 19 % av de globale CO₂-utslippene fra fossile brensler, et tall som i vårt BaU scenario faller til 12 % i 2050 og 9 % i 2100.

Figur 4 viser tilfellet der CO₂-utslippene per capita i USA reduseres med i gjennomsnitt 3,6 % per år fra 2010 til 2100. Det gir en reduksjon i USAs samlede utslipp på 30 % i forhold til dagens utslippsnivå i i 2025, 80 % i 2050 og med 98 % innen

2100. Dette innebærer at utslippene i USA i 2050 og 2100 er henholdsvis 85 og 97 prosent lavere enn i BaU. Dette er svært raske utslippskutt og trolig i overkant av det som er praktisk og politisk mulig. Men 80 % utslippskutt innen 2050 er i samsvar med hva president Barack Obama har som mål.

Figur 5 viser virkningen disse ensidige tiltakene i USA vil ha på global temperatur. Temperaturen i 2025 vil bli 0,01 °C lavere enn i BaU, 0,08 °C lavere i 2050 og 0,18 °C lavere i 2100. Det er her også lagt til grunn at USA har nær nullutslipp gjennom hele det 22. århundre. Samlet gir denne banen 0,22 °C lavere temperatur i 2200 i forhold til temperaturen i BaU.

Kyoto-landene

Det er også interessant å se på virkningen av utslippskutt i industrilandene utenom USA, det vil si de landene som har påtatt seg utslippsbegrensninger i Kyoto-avtalen (Kyoto-landene). Dette inkluderer Australia, Canada, EU-27⁴, Japan, Russland, Ukraina, og en del mindre stater⁵. Denne gruppen av land står i dag for 30 % av de globale CO₂-utslippene. I BaU-scenariet faller denne andelen til 13 % i 2050 og til 7 % i 2100. CO₂-utslippene i disse landene er i dag i gjennomsnitt på knapt 10 tonn per innbygger.

For å illustrere virkningen av at Kyoto-landene gjennomfører tiltak uten å få med resten av verden, har vi sett på tilfellet der utslippene i denne gruppen av land reduseres med 25 % innen 2025, med 80% innen 2050, og med 98 % innen 2100, se figur 6. Utslippene i denne gruppen av land reduseres ytterligere og er nær null gjennom det 22. århundre. Denne banen gir 0,02 °C lavere temperatur i 2025, 0,09 °C lavere i 2050 og 0,18 °C lavere i 2100, se figur 7. Temperaturen i 2200 blir 0,22 °C lavere i denne banen.

Større grupper av land reduserer

Videre har vi sett på effekten av at USA og Kyoto-landene samtidig gjennomfører de utslippsreduksjonene som er beskrevet over samtidig som også Kina gjennomfører omfattende utslippskutt.

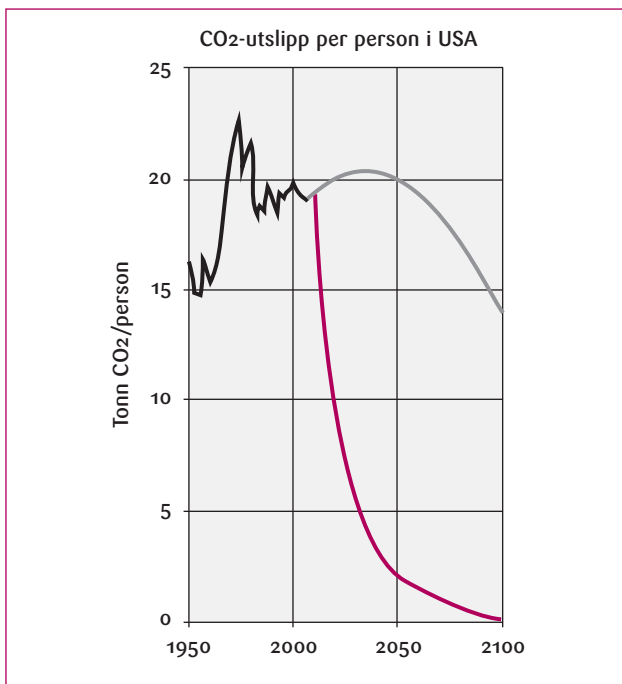
Kina har i dag utslipp av CO₂ på 4,6 tonn per capita, et tall som i de senere årene har vært i sterk vekst. Så sent som i 1990 var CO₂-utslippene i Kina på bare 2,1 tonn per inn-

³ Med «i dag» mener vi her og i resten av avsnittet 2006, som er siste år i CDIAC-databasen til US Department of Energy. Alle historiske utslippstall i denne artikkelen er hentet fra denne databasen.

⁴ Unntatt Kypros og Malta.

⁵ Island, Norge, Sveits, Kroatia, New Zealand, Liechtenstein.

Figur 4 USA reduserer utslippene med 80 og 98 % i forhold til dagens utslippsnivå innen henholdsvis 2050 og 2100. Svart kurve viser historiske utslipp, grå kurve BaU og rød kurve utslipp etter utslippreduksjoner.



Kilde: US Department of Energy og Statistisk sentralbyrå.

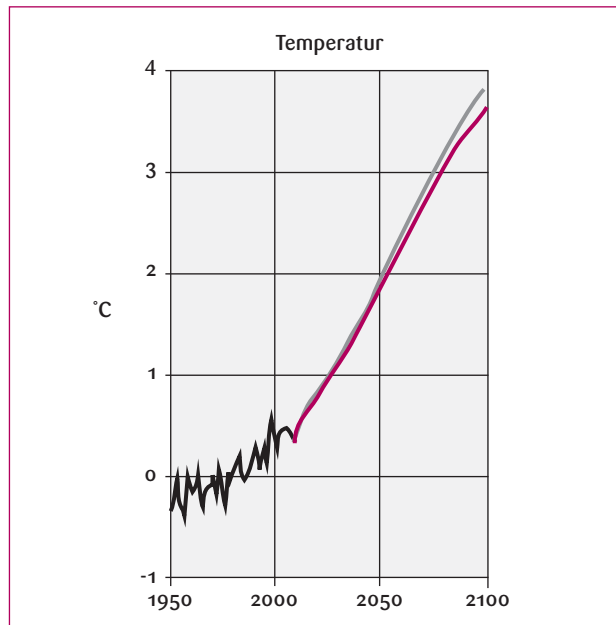
bygger. I BaU-banen er det lagt til grunn en videre vekst i utslipp per capita i Kina frem til 2070, hvorefter de stabiliseres og deretter begynner å falle etter hvert som det antas at fornybar energi og kjernekraft kommer sterkere inn.

Kina står i dag for om lag 23 % av de globale CO₂-utslippene. I BaU-scenariet øker dette tallet svakt, til 25 % i 2050, men vil falle til 14 % i 2100, etter hvert som økonomiene til de øvrige u-landene er antatt å vokse.

I det presenterte virkningsscenariet har vi antatt at CO₂-utslippene per capita i Kina begynner å falle fra 2010 og reduseres til 1,9 tonn i 2050 og til 0,3 tonn i 2100, se figur 8. Det gir en reduksjon i Kinas samlede utslipp på 80 % i forhold til dagens utslippsnivå innen 2050 og med 98 % innen 2100. Dette innebærer at utslippene i Kina i 2050 og 2100 er henholdsvis 78 og 97 prosent lavere enn i BaU.

Tilfellet der både USA, Kyoto-landene og Kina reduserer utslippene er illustrert med figur 8 og 9. Det vil gi en reduksjon i global temperatur på 0,04 °C i 2025, 0,31 °C i 2050, 0,76 °C i 2100, og 0,85 °C i 2200.

Figur 5 Virkning på global temperatur av at USA reduserer utslippene som vist i figur 4. Svart kurve viser historisk temperaturutvikling, grå kurve viser temperatur ved BaU og rød kurve etter USAs utslippreduksjoner.



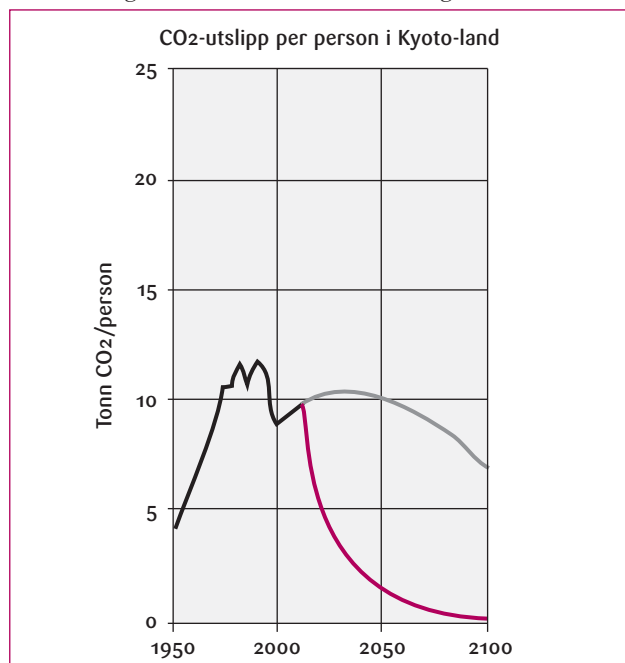
Kilde: Hadley Centre og Statistisk sentralbyrå.

Vi ser altså at selv om industrilandene gjennomfører meget omfattende utslippskutt og samtidig får Kina til å gjøre det samme, er man langt unna å oppnå en stabilisering av global temperatur på 2 °C over før-industrielt nivå. Et scenario som gir en stabilisering på 2 °C er imidlertid vist i figur 10 og 11. Her gjennomfører USA, Kina og Kyoto-landene de samme utslippskuttene som er beskrevet over. Men samtidig stopper de øvrige u-landene sin utslippsvekst per capita og kutter utslippene av CO₂ til 1,2 tonn per capita i 2050 og til 0,3 tonn i 2100.

6 KONKLUSJON

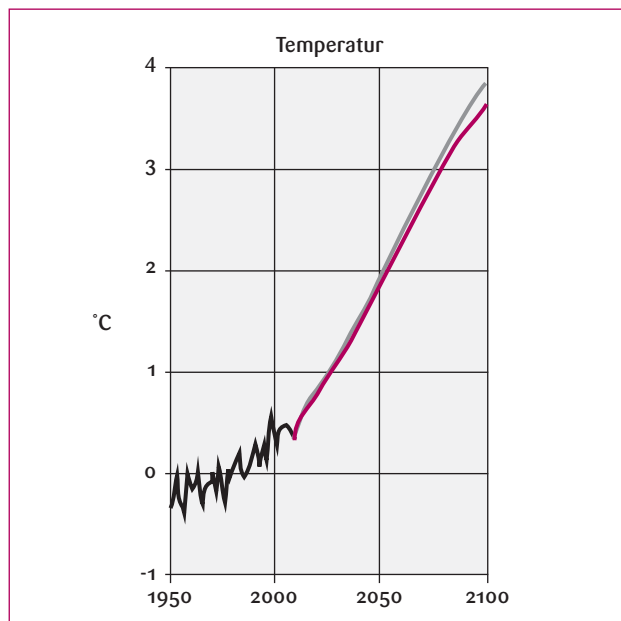
Analyser av kostnadene av global oppvarming og påfølgende klimaendringer tilsier at det er en god investering å redusere utslippene av klimagasser. Men atmosfæren er en global allmenning som brukes av alle verdens nær 200 land. Hvert enkelt land har derfor svake incentiver til å redusere utslippene på egen hånd. I denne artikkelen har vi gjennom noen modellsimuleringer illustrert disse problemene. Vi har for det første vist at selv at selv verdens største økonomi, USA, oppnår svært lite gjennom ensidige utslippskutt. De fleste land i verden spiller en vesentlig

Figur 6 Kyoto-landene reduserer utslippene med 80 og 98 prosent (rød kurve) i forhold til dagens utslipp (grå kurve) i henholdsvis 2050 og 2100.



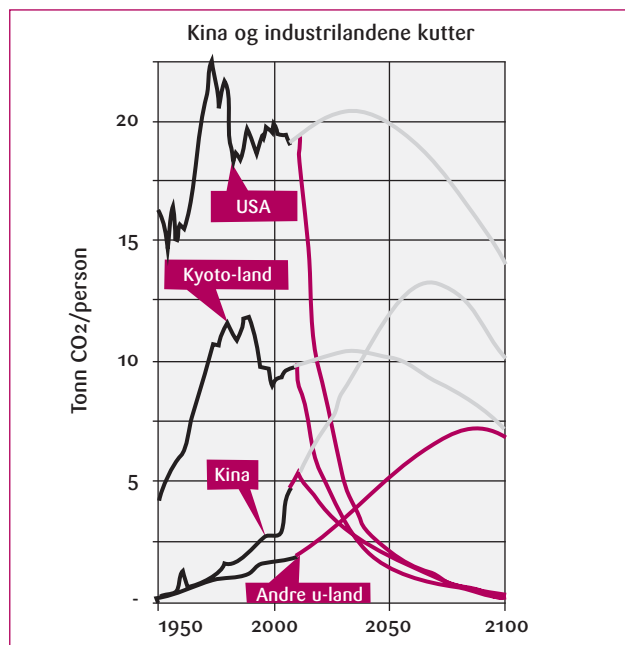
Kilde: US Department of Energy og Statistisk sentralbyrå.

Figur 7 Virkning på global temperatur av at Kyoto-landene reduserer utslippene som vist i figur 6.



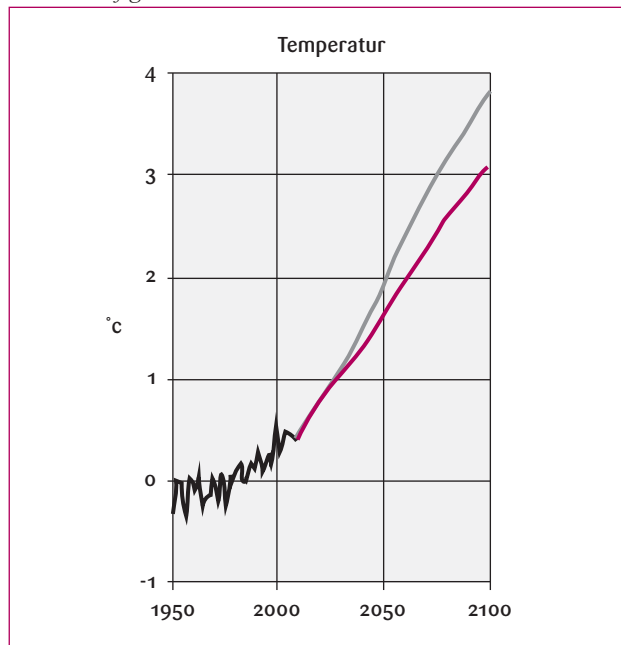
Kilde: Hadley Centre og Statistisk sentralbyrå.

Figur 8 Alle industrilandene og Kina reduserer utslippene med 80 og 98 prosent (røde kurver) i forhold til dagens nivå (grå kurver) i henholdsvis 2050 og 2100.



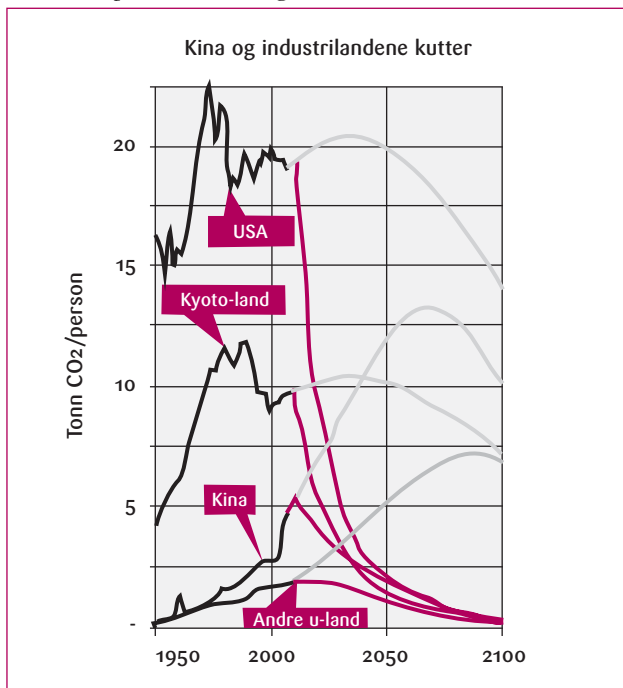
Kilde: US Department of Energy og Statistisk sentralbyrå.

Figur 9 Virkning på global temperatur av at alle industrilandene og Kina reduserer utslippene som vist i figur 8.



Kilde: Hadley Centre og Statistisk sentralbyrå.

Figur 10 Alle industriland og Kina kutter utslippene med 80 og 98 prosent (røde kurver) i forhold til dagens nivå (grå kurver) i henholdsvis 2050 og 2100. U-landene utenom Kina kutter utslippene med 70 og 95 prosent i 2050 og 2100.



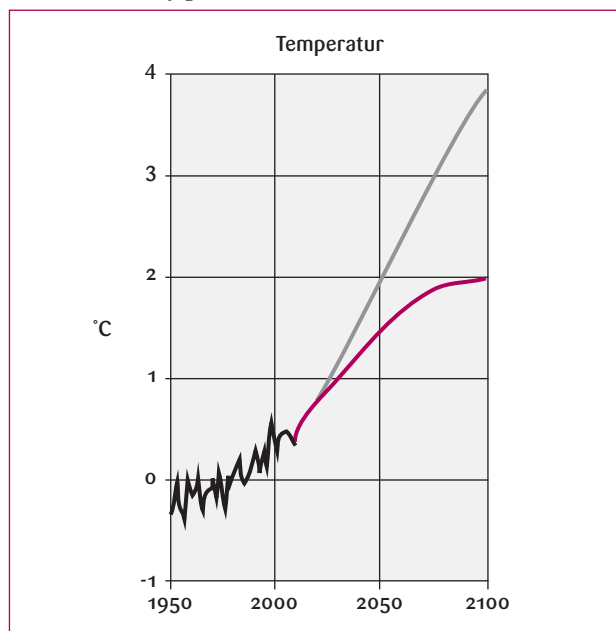
Kilde: US Department of Energy og Statistisk sentralbyrå.

mindre rolle enn USA, og vil derfor i praksis ikke kunne påvirke klimaet gjennom egne utslippskutt i noen vesentlig grad. Vi så at et land som USA med svært omfattende utslippsreduksjoner reduserte global temperatur i 2100 med 0,18 °C. Det vil si at et land som Norge, som har utslipp som ligger godt under 1 % av USAs utslipp, gjennom egne utslipp under ingen omstendighet kan redusere global temperatur i 2100 med mer enn 0,0018 °C.

Samtidig viser simuleringene at det tar lang tid før utslippsreduksjoner gir effekt. Verken Kina, USA eller Kyoto-landene er i praksis i stand til å påvirke global temperatur signifikant innen for eksempel 2025. Og effektene på temperatur av selv omfattende tiltak er meget begrenset så langt frem i tid som 2050.

Endelig viste vi betydningen av u-landene utenom Kina. Dette er land der gjennomsnittlige CO₂-utslipp i dag ligger på under 2 tonn per innbygger, det vil altså si på rundt 10 % av nivået i USA. Likevel er man helt avhengig av at denne gruppen av land gjennomfører omfattende tiltak for

Figur 11 Global temperatur i forhold til førindustriell tid i to scenarier: BaU (grå kurve) og med utslippskutt som vist i figur 10 (rød kurve).



Kilde: Hadley Centre og Statistisk sentralbyrå.

å begrense utslippene dersom man skal begrense oppvarmingen til 2 °C, slik EU og Norge har satt som mål.

I u-landene er det imidlertid liten vilje til å redusere utslippene. Nylig formulerte Indias miljøvernminister Jairam Ramesh seg som følger:

«India will not accept any emission-reduction target – period. This is a non-negotiable stand.»

Andre toneangivende u-land deler dette standpunktet. Våre beregninger viser at man dermed ikke vil ha noen mulighet til å foreta utslippsreduksjoner som i vesentlig grad begrenser den globale oppvarmingen.

REFERANSER:

Barrett, S. (1994): Self-enforcing international environmental agreements, *Oxford Economic Papers* 46, 878–894.

Barrett, S. (2005): The theory of international environmental agreements. In *Handbook of Environmental Economics*, 3, 457–516.

- Barrett, S., (2003): *Environment & Statecraft - The Strategy of Environmental Treaty-Making*, Oxford University Press, New York.
- Berntsen, T., og J. Fuglestad (2008): Global temperature responses to current emissions from transport sectors. *Proceeding from National Academy of Sciences* 105, 19154-19159.
- Böhringer, C. (2002) Climate Politics from Kyoto to Bonn: From Little to Nothing?, *The Energy Journal* 23 2, 51-72.
- Hoel, M. (1992): International environmental conventions: the case of uniform reductions of emissions. *Environmental and Resource Economics* 2, 141-159.
- Hoel, M. and Sterner T. (2007), Discounting and Relative Prices, *Climatic Change* 84, 265-280.
- Hoel, M., M. Greaker, C. Grorud, I. Rasmussen (2009): Climate Policy: Costs and Design. A Survey of some recent numerical studies, Nordisk Ministerråd.
- Höhne, N., and K. Blok (2005): 'Calculating historical contributions to climate change - discussing the 'Brazilian Proposal'', *Climatic Change* 71, 141-173.
- IPCC (2000): Special Report on Emissions Scenarios, Working Group III, Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Cambridge University Press, Cambridge.
- IPCC (2007a). Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC. Cambridge: Cambridge University Press. Online at the IPCC site.
- IPCC (2007b): Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the International Governmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press. Online at the IPCC site.
- Maddison, A. (2008) *Contours of the World Economy 1 - 2030 AD. Essays in Macro-Economic History*. Oxford University Press.
- Nordhaus (2008) *A Question of Balance*. Yale University Press. New Haven & London.
- OECD (2008a): *Environmental Outlook to 2030*.
- OECD (2008b) Burniaux J-M., J. Chateau, R. Duval and S. Jamet. The Economics of Climate Change Mitigation: Policies and Options for the Future, OECD Working Paper No. 658.
- Pielke, R., T. Wigley, and C. Green (2008): Dangerous Assumptions. *Nature* 452, 531-532.
- Sterner, T. and Persson, M. (2008), An even Sterner Review: Introducing relative prices into the discounting debate. *Review of Environmental Economics and Policy* 2, 61-76.
- United Nations (2004): *World Population to 2300*. United Nations, New York.
- United Nations (2009): *United Nations Population Prospects. The 2008 Revision*, (<http://esa.un.org/unpp/>)
- Weitzman, M.L. (2009), On modeling and interpreting the economics of catastrophic climate change. *The Review of Economics and Statistics* 91, 1-19.



ASBJØRN TORVANGER
Forskar, CICERO Senter for klimaforskning

Kan karbonhandtering redde klimaet?

I følge FN sitt klimapanel må vi redusere globale utslepp av karbondioksid med 50-85 % i 2050 i forhold til 2000 for å ha ein rimeleg sjanse for å unngå større oppvarming enn 2 °C til 2100. Både EU og Noreg har slått fast at målet for klimapolitikken er ei maksimal oppvarming på 2 °C. For å nå eit så krevjande mål må globale utslepp toppast i løpet av ti år og vi må difor raskt ta i bruk eit breitt spekter av tiltak og teknologiar. Noreg har satsa mange pengar på karbonhandtering som klimateknologi, men det er lett å overvurdere kva denne teknologien kan levere i løpet av nokre tiår.

KARBONHANDTERING

Ved karbonhandtering (også kalla CCS, som står for 'Carbon Capture and Storage') blir utslepp av karbondioksid frå forbrenning av kol, olje eller gass, eller frå industriprosessar, fanga ved hjelp av ein kjemisk prosess, deretter kondensert og transportert via rør eller skip til ein geologisk formasjon som eignar seg for permanent lagring, for eksempel ein sandstein fylt med sjøvatn eller eit oljereservoar med avslutta produksjon. På grunn av kostnaden er karbonhandtering berre interessant for store punktutslipp. Samla blir desse tre etappane ofte referert til som verdikjeden for karbonhandtering. Dei tre hovudtypane kjemiske prosessar for å fange karbondioksid skil enten karbonet og hydrogenet i forkant av forbrenninga ('pre-combustion'), fjernar nitrogenet før forbrenninga ('oxy-fuel'), eller fangar karbondioksid frå eksosen ('post-combustion'). Ideen er altså å tilbakeføre karbonet frå fossile energivarer til berggrunnen i staden for å sleppe den ut i atmosfæren slik at vi får ei menneskeskapt global oppvar-

ming av klimasystemet. Per i dag finst det ingen operative anlegg i full skala for fanging av karbondioksid frå fossil-fyrte kraftverk eller industrianlegg, men fleire anlegg er under planlegging og utbygging, jamfør planane for Mongstad.

Dei viktigaste barrierane for å ta i bruk karbonhandtering er eit gap mellom kostnaden til karbonhandtering og verdien av karbonhandtering (der ein nærliggande indikator er kvoteprisen i EU), for høg risiko for investorar, publikum sin skepsis, og utilstrekkeleg regelverk nasjonalt og internasjonalt. Ved ein estimert total kostnad for karbonhandtering på rundt 60 Euro per tonn karbondioksid og ein pris på EU-kvotar levert i desember 2012 på 17 Euro per tonn, er verdigapet på 43 Euro per tonn.¹ Dersom kostnaden til karbonhandtering for dei gunstigaste prosjekta kjem ned i 30 Euro per tonn karbondioksid i løpet av 10-15 år, må kvoteprisen likevel nesten doblast før karbonhandtering blir lønsamt.

¹ IPCC (2005), kap. 8, presenterer eit intervall på 20-270 USD per tonn CO₂ for nye kraftverk, avhengig av teknologi og fossil energivare.

KLIMAPOTENSIALET TIL KARBONHANDTERING

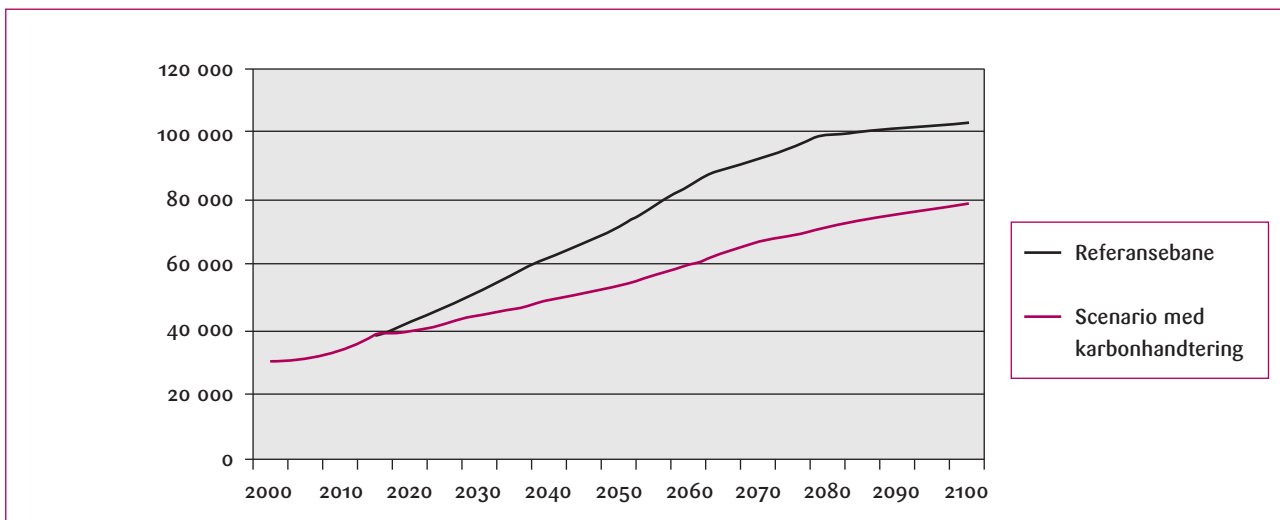
Som ein illustrasjon på potensialet til karbonhandtering viser Figur 1 eit referansescenario utan karbonhandtering og relaterte globale utslipp av karbondioksid samanlikna med eit alternativt scenario med karbonhandtering. Referansescenariet er frå FN sitt klimapanel (IPCC; Intergovernmental Panel on Climate Change). I det alternative scenariet har vi rekna at alle nye kolfyrte kraftverk frå og med 2015 blir bygd med utstyr for karbonhandtering, og at alle gamle kraftverk på globalt nivå blir gradvis skifta ut slik at heile denne sektoren er basert på karbonhandtering frå og med 2050. På grunn av at det i praksis er vanskeleg å fange opp all karbondioksid reknar vi med eit restutslipp på 5% for alle kraftverk med karbonhandtering. Dette er eit optimistisk scenario for karbonhandtering ettersom vi har rekna med at denne teknologien blir bygd raskt ut etter 2015 og den kolfyrte kraftsektoren på globalt nivå er heilt bygd om innan 2050. På den andre sida kan potensialet vere underestimert sidan ein del industriprosessar og andre karbondioksid-kjelder kan byggjast ut med karbonhandtering. Med disse føresetnadane vil globale utslipp av karbondioksid bli redusert med 23% i år 2100 i forhold til referansebanen, sjå figuren. Dette betyr ei redusert global oppvarming på 0,5 °C i år 2100 forhold til referansebanen (frå 4,9 °C til 4,4 °C). Dette resultatet indikerer at karbonhandtering kan redusere oppvarminga av atmosfæren til ein viss grad, men at andre og raskare tiltak er nødvendige dersom vi for eksempel skal unngå ei større oppvarming enn 2 °C fram til år 2100.

Det er tre forhold som er spesielt viktige for å bestemme potensialet til karbonhandtering: framtidig klimapolitikk og kvoteprisar, tempoet på vidareutvikling av denne teknologien i industriell skala og seinking av kostnaden, og konkurranseforholdet til andre climateknologiar.

Ein slakk eller stram klimapolitikk bestemmer om kvoteprisen blir låg eller høg. Spennet mellom ein låg og høg kvotepris er mykje større enn spennet mellom kostnaden til karbonhandtering i dag og forventa kostnad om nokre år. Difor vil ein stram eller slakk klimapolitikk framover vere den viktigaste faktoren som bestemmer om karbonhandtering blir viktig i framtida. Blir framtidige klimaavtaler lite ambisiøse og klimapolitikken slakk, kan kvoteprisen kanskje bli på 15 Euro per tonn karbondioksid (om lag som kvoteprisen i EU sitt kvotesystem i dag). I så fall vil karbonhandtering neppe bli interessant å byggje ut sjølv om kostnaden skulle gå vesentleg ned frå 60 Euro per tonn, for eksempel til 30 Euro per tonn. Dersom klimapolitikken blir stram, kan framtidig kvotepris bli relativt høg, og då kan karbonhandtering bli interessant også ved ein moderat reduksjon i kostnaden.

Tempoet for innføring av karbonhandtering vil vere vesentleg for om karbonhandtering blir ein viktig eller marginal climateknologi. Utfordringa er at teknologien startar på bar bakke med ingen operative full-skala anlegg, og må ha ei svært rask utbyggingstakt dersom den skal omfatte ein vesentleg del av globale karbondioksidutslipp i løpet av få tiår. Samstundes veit vi at globale

Figur 1 Eit scenario for innføring av karbonhandtering for kolfyrte kraftverk. Globale årlege utslipp av karbondioksid i Mt CO₂.



Kjelde: Torvanger og Skeie (2008)

utslepp av karbondioksid må toppast i løpet av ti år for å nå det politisk uttalte klimamålet på maksimal oppvarming på 2 °C. Vi kan då lett komme i den situasjonen at karbonhandtering kan levere for lite og for seint. For å unngå større oppvarming enn 2 °C må bruken av fossile energikjelder kuttast så sterkt og raskt at det etter kvart blir igjen lite kol og gass som karbonhandtering kan brukast på. Det paradoksale er at potensialet til karbonhandtering i eit slikt perspektiv faktisk vil bli mindre som ledd i å nå eit ambisiøst klimamål enn dersom vi prøver å nå eit noko mindre ambisiøst klimamål.

For å nå eit ambisiøst klimamål blir då neste spørsmål kva andre teknologiar kan levere av utsleppsreduksjonar i løpet av få tiår, for eksempel energieffektivisering og ulike typar varige energikjelder som sol, bølger, vind, biomasse, og geotermisk energi, og redusert avskoging og nyplanting. Ut frå historiske data ser vi at energieffektivitet er ei viktig drivkraft for reduserte utslepp av klimagassar, men dette er ein gradvis prosess som tek tid. Varige energikjelder har ein liten del av global energiproduksjon i dag (7% i 2006; OECD/IEA, 2008), men spørsmålet er kor fort desse teknologiane kan byggjast ut og nye teknologiar utviklast, og om det finst viktige flaskehalsar som avgrensar det globale potensialet. Alle slike karbonfrie teknologiar vil bli stimulert dersom det blir ein stram klimapolitikk framover som straffar fossile energivarer med avgift eller kvoteplikt. For drivstoff basert på biomasse er ein flaskehals i dag konkurranse med andre arealkrevjande aktivitetar som matproduksjon. Sjølv om teknologiane for å nytte ut biomasse vil bli vidareutvikla framover kan ein ekspansjon av biomasse-produksjon i mange regionar i verda bli bremsa av tilgang på areal. Tilsvarande vil andre energiteknologiar kunne møte skrankar som bremser utbygginga.

Karbonhandtering kopla til bruk av biomasse er eit interessant alternativ fordi det er ein måte å nytte solenergi på gjennom fotosyntesen samstundes som karbondioksid blir fjerna frå atmosfæren slik at den menneskeskapte oppvarminga blir bremsa opp. Denne teknologien høver best for større fjernvarmeanlegg som brukar biomasse, for eksempel avfall frå avverking av skog, og for kombinerte kraftvarmeverk heilt eller delvis fyrt med biomasse. Denne teknologien er i dag mindre utvikla enn karbonhandtering kopla til bruk av fossil energi, men kan bli meir interessant i framtida, og i ein situasjon der vi må redusere klimagasskonsentrasjonen i atmosfæren.

Både for utbygginga av karbonhandtering og andre teknologiar for å redusere utsleppa av klimagassar er det avgjerande at klimaverdien og kvoteprisen blir høg nok, så det viktigaste rammevilkåret blir ein stram og langsiktig strategi for klimapolitikken som investorar og hushald er rimeleg sikre på vil liggje fast. Ein truverdig og langsiktig klimapolitikk er avgjerande for å redusere risikoen og akselerere investeringane i climateknologiar.

OFFENTLEG STØTTE TIL KARBONHANDTERING?

Det finst nokre argument for at utvikling av karbonhandtering bør få offentleg støtte, men er slik støtte avgjerande for om karbonhandtering blir viktig i framtida?

Det fyrste motivet er at staten bør finansiere forskning og utvikling av miljø- og klimavennlege teknologiar som forskning på mange andre område. For det andre finst det grunnar til å støtte utviklingsfasen mellom forskning og kommersiell produksjon av teknologiar for karbonhandtering. Utvikling av karbonhandtering vil sannsynlegvis ha stor verdi for mange andre land enn Noreg og for andre firma enn dei som er direkte involvert (positive 'spillover effects'). Når utgangspunktet er å handtere eit globalt klimaproblem er slike overveltningsseffektar spesielt viktige. Ved ein slik positiv eksternalitet ved utvikling av teknologiar for karbonhandtering blir private investeringar for små og staten bør søkje å korrigere dette ved offentleg støtte.

Eit anna motiv for offentleg støtte er at staten kan ha ei anna risikovurdering av investeringar i karbonhandtering enn private selskap, og gjerne har ein lenger tidshorisont med lågare avkastningskrav (diskonteringsrente). I tillegg kan staten vere nøytral til risiko medan private investorar har risikoaversjon. Alle desse forholda peikar i retning av for låge private investeringar, og at ein kan argumentere for at offentleg støtte er samfunnsøkonomisk fornuftig.

Eit siste motiv for offentleg støtte til karbonhandtering eller koordinering av investeringar i anlegg er stordriftsfordelar. Eit eksempel er utbygging av rørleidningar for transport av karbondioksid i ein verdikjede for karbonhandtering. Stordriftsfordelar ved val av rørdiameter gjer at staten kan ynskje å auke rørdiameteren i forhold til det som private investorar har planlagt. Bakgrunnen for staten kan vere ein langsiktig strategi for utbygging av ein stor-skala infrastruktur for karbonhandtering,

Karbonhandtering er ein av fleire teknologiar for å redusere utsleppa av klimagassar, så ei utfordring for staten er å fordele forskings- og utviklingsmiddel mellom fleire alternativ. Dersom mesteparten av pengane for eksempel går til karbonhandtering, kan kostnaden til denne teknologien reduserast over tid, men samstundes kan vi kanskje gå delvis glipp av eit endå større potensiale til ein anna teknologi som vi kunne ha satsa meir på, for eksempel havmøller. Risikoen for eit slik 'picking winners' utfall peikar i retning av at staten berre bør ha relativt generelle ordningar for støtte. På den andre sida kan eit lite land som Noreg berre satse på nokre område. Samarbeid med andre land blir desto viktigare. Ei løysing kan vere at staten ber om tilbod på utvikling av alle teknologiar som kan levere mest mogeleg reduksjon av utsleppa av klimagassar innanfor eit bestemt budsjett og innan ein viss tidshorisont.

Det finst altså argument for offentleg støtte til utvikling av karbonhandtering, og som vi ser satsar Noreg mange pengar på denne teknologien. Likevel er den offentlege støtten til Noreg og andre land neppe stor nok til å bli avgjerande for framtida til karbonhandtering som klimatiltak. Venteleg vil det vere viktigare å få på plass tilstrekkelege rammevilkår i form av eit langsiktig, stabilt og høgt nok prisnivå på lagring av CO₂ (kvotepris), og som investorane har tiltru til, samt eit klårt regelverk for karbonhandtering nasjonalt og internasjonalt.

KARBONHANDTERING SOM NORSK KLIMATILTAK

Karbonhandtering er ein potensielt viktig teknologi for å redusere globale utslepp av karbondioksid dei neste åra, men den kan i beste fall berre levere ein del av dei nød-

vendige klimagasskutta for å nå eit ambisiøst klimamål. På grunn av vår offshore olje- og gassteknologi, maritime teknologi, eigna geologiske formasjonar for lagring av karbondioksid under Nordsjøen, og potensialet teknologien har til å kombinere vår olje- og gassproduksjon med klimaomsyn er denne teknologien av spesiell interesse for Noreg. Det er fleire grunnar til at staten bør støtte og støttar karbonhandtering, men mange av dei same grunnane vil motivere støtte til andre klimavennlege teknologiar. Også på grunn av at desse teknologiane har eit usikkert potensiale bør Noreg satse på utvikling av meir enn ein teknologi. Det er lett å overvurdere kva karbonhandtering kan levere av utsleppsreduksjonar i løpet av nokre tiår sidan utbygginga må starte frå null og det er usikkert om og når dei nødvendige rammevilkåra kjem på plass, ikkje minst ein tilstrekkeleg høg kvotepris. Sjølv om ei rask utbygging skulle komme i gang i løpet av nokre år på globalt nivå kan det godt hende at karbonhandtering berre vil kunne levere relativt små og seine klimagasskutt dersom ein siktar mot eit ambisiøst klimamål. Desto viktigare blir andre tiltak som kan redusere utsleppa av klimagassar, slik som investeringar i høgare energieffektivitet, utbygging av varige energikjelder som sol, vind, bølger, biomasse, og geotermisk energi, og effektive tiltak for å auke den ståande biomassen i skog og jord.

REFERANSER:

IPCC (2005): IPCC Special report on carbon dioxide capture and storage.

OECD/IEA (2008): World Energy Outlook 2008. OECD and IEA, Paris.

Torvanger, A. og R. B. Skeie (2008): Large-scale carbon capture and storage for coal-fired power: Effect on carbon dioxide emissions and global warming, Rapport nr. 3, CICERO.

Helge Ryggvik:

Til siste dråpe

ANMELDT AV ØYSTEIN NORENG

Professor, Handelshøyskolen BI

På norsk er det mangel på gode, analytiske bøker om petroleumsvirksomheten. Helge Ryggvik sikter høyt med boken *Til siste dråpe*, med undertitel *Om oljens politiske økonomi* (Aschehoug 2009). Det er ingen fagbok, saklig analyse, men en debattbok og en fortelling om internasjonal og norsk oljehistorie, ispedd Ryggviks egne opplevelser og inntrykk.

Ryggvik er historiker og har gjort et grundig arbeid med norsk oljehistorie, først og fremst i forbindelse med Statoil, nå StatoilHydro. Han stiller kritiske spørsmål i samband med selskapets stif-

Arve Johnsens ambisjoner

telse, dets satsing i utlandet, privatiseringen, fusjonen og selskapets strategi og videre skjebne.

Ryggvik beskriver Arve Johnsens ambisjoner og pågangsmot som avgjørende for opprettelsen av Statoil i 1972, men det var tverrpolitisk enighet om at staten skulle delta i petroleumsvirksomheten. Bakgrunnen var kapitalbehovet og risikoen i en ny oljeprovin som den gang var marginal. Norske selskaper manglet ressurser; virksomheten var avhengig av utenlandske selskapers teknologi og kompetanse. Norsk Hydro var eksponert på Ekofisk og nølte med

videre satsing på olje. Derfor måtte staten inn med finansiering for å unngå utenlandsk dominans og bevare en sterk norsk forhandlingsposisjon. Allerede ved andre konsesjonsrunde i 1969, før drivverdige funn var gjort, kom bestemmelsen om statsdeltakelse. Spørsmålet var hvordan den skulle utøves, ved et statlig holdingselskap som kilde til finansiering og delvis private norske operatører eller ved et integrert, operativt statsoljeselskap. På borgerlig hold var preferansen den første varianten; med Arbeiderpartiets maktovertakelse i 1971 ble det duket for den andre løsningen. Ryggvik underkjenner daværende industriminister Finn Lieds betydning, likeledes Jens Evensens betydning for bestemmelsen om statsdeltakelse og de første konsesjonsbetingelsenes åpning for særskilt skattlegging av virksomheten.

Ved opprettelsen av et operativt statsoljeselskap var det videre løpet lagt, også for de forhold som Ryggvik kritiserer. Når Statoil ble et selvstendig aksjeselskap med mulighet til å bygge opp egenkapital, fikk det også ambisjoner på egne vegne. En statlig eier som ikke krevde et høyt utbytte kunne tillate selskapet å investere overskuddet i egen vekst og velferd. Statoil kunne ved oppdrag til leverandørindustrien skaffe seg partnere langs hele kysten, og støttespillere i alle partier. Ryggvik drøfter beho-

Aschehoug, 2009

vet for demokratisk styring, men vil ikke innse at store, statlige foretak i en

store, statlige foretak i en dominerende stilling kan være vanskelige å styre

dominerende stilling kan være vanskelige å styre. Eksempler finnes i energisektoren i mange land, i olje, naturgass og elektrisitet. Etter oljeprisoppgangen i 1979-80 lå Statoils kontantstrøm an til et volum som gjorde at selskapets forretningsmessige disposisjoner kunne få nasjonaløkonomisk betydning, uavhengig av Stortinget, regjeringen og Finansdepartementet. Dette vakte bekymring, ikke bare i Høyre, men også i Arbeiderpartiet. Resultatet ble et tverrpolitisk kompromiss om å dele opp Statoils kontantstrøm og opprette SDØE, Statens direkte økonomiske engasjement, som har vært og er en gedigen inntektskilde for den norske stat og har vakt interesse i andre oljeeksporterende land.

Allerede tidlig på 1980-tallet var Statoil i ferd med å vokse seg ut av Norge. I 1983 kjøpte selskapet raffinerier og bensinstasjoner i Danmark og Sverige uten å forespørre eieren, Olje- og energidepartementet; selskapets formålsparagraf var å utvikle norsk sokkel.

Samtidig forbygget Statoil seg på Mongstad; i 1988 måtte Arve Johnsen gå av på grunn av kostnadsoverskridelsen. Da Harald Norvik tok over, var ambisjonene i selskapet fortsatt vekst, også i utlandet. Leverandørindustrien var med på løpet, i likhet med sentrale politikere. Ryggvik er god i problematiseringen av Statoils virksomhet i korrupte diktaturer.

Harald Norvik tok initiativet til å børsnotere og delvis privatisere Statoil. Ryggvik behandler prosessen bedre enn bakgrunnen. Statoil var på mange måter blitt ustyrkelig; staten var en svak eier, styrken lå hos fagforeninger og "småkonger" i selskapet. Resultatet var interne konflikter, rot, høye kostnader og overskridelser av budsjetter og tidsrammer. Håpet var at en børsnotering ville bidra til et felles mål og intern disiplin, samt at internasjonale finansmarkeder kunne være mer nidskjære i sin overvåking av selskapet enn norske politikere og byråkrater. Ryggvik påpeker korrekt at det ikke er påvist at noen enkeltpersoner har skodd seg på Statoils privatisering, i motsetning til oligarkene i Russland. Han overdriver kanskje betydningen av liberalistisk ideologi og

Spørsmålet om styring er blitt enda mer aktuelt ved fusjonen av Statoil og Norsk Hydro

finansmeglernes interesser. Styringsvikt som forklaring ville være pinlig for den del av den norske venstreside som fortsatt tror på statsdrift som en enkel løsning.

Spørsmålet om styring er blitt enda mer aktuelt ved fusjonen av Statoil og Norsk Hydro, som Ryggvik er god til å problematisere. Ryggvik er kritisk til Statoils internasjonale virksomhet, men selskapet er for stort for Norge. En moden olje-provins som Norge, med et større antall mindre prospekter, er, å dømme etter

erfaringer fra andre land, best tjent med et mangfold av mindre selskaper med lave kostnader og høy fleksibilitet. For StatoilHydro er alternativet til internasjonal vekst å nedbemanne, eventuelt å stykke opp selskapet i mindre enheter. På den internasjonale arena er tiden i ferd med å løpe ut for de store internasjonale oljeselskapene, i et hvert fall i sin tradisjonelle rolle som eiere og produsenter av råolje. De fleste oljeproduserende land av betydning skaffer seg kontroll over virksomheten, enten ved nasjonalisering, som i Saudi-Arabia, eller ved et dominerende statsoljeselskap og små andeler til utenlandske selskap.

Ut fra dette perspektiv kan tiden være i ferd med å løpe fra et eventuelt prosjekt om et norsk motstykke til BP, Shell eller ExxonMobil som tjener store penger på utvinning internasjonalt. Ryggvik påpeker korrekt at satsingen utenlands ikke har vært noen suksess for StatoilHydro målt i volum olje eller inntekt. Tiden kan derimot være moden for et norsk selskap som formidler teknologi og organisasjon til andre oljeprovins og som forventer en lavere avkastning enn private oljeselskap, hjulpet av staten som en lite krevende dominerende eier. Med en egen profil som partner for vertslandet kunne StatoilHydros engasjement i utlandet supplere norske myndigheters tiltak for å lære de samme landene å forhandle, å styre og å skattlegge oljeselskapene. Dette krever imidlertid en avklaring av strategi i selskapet og hos den dominerende eieren. I en viss utstrekning er dette allerede praksis; Statoil er flere steder en velkommen partner ikke minst på grunn av innsatsen i opplæring av lokalt personell.

Ryggvik utviser i boken dessverre en begrenset innsikt i økonomi. Innledningsvis peker Ryggvik korrekt på at oljeindustrien søker grunnrente, ekstrafortjeneste utover normal, avkastning på kapital, justert for risiko, og verdien av olje (og naturgass) i bakken, men dette er en enkel og ufullstendig observasjon som overser en større verdikjede. Grunnrenten har tendens til å lekke fra

primærleddet, utvinningen, til andre ledd i kjeden. Når prisen på råolje går opp og investeringene øker, stiger vanligvis også prisen på innsatsfaktorer som rigger, stål og sement på grunn av flaskehalser og imperfekt konkurranse. Når prisen på råolje faller, er vanligvis prisfallet på raffinerte produkter mer moderat.

Ryggvik hevder at økonomifaget i moderne tid har oversett betydningen av grunnrente, i motsetning til historiske tenkere som David Ricardo, Karl Marx og Henry George; underforstått at derfor er det blant dagens økonomer en begrenset forståelse for hva oljevirk-somheten dreier seg om. Her overser Ryggvik en generell utvikling innenfor økonomifaget, der diskusjonen er blitt utvidet fra å gjelde knappe naturressurser til også å gjelde ekstrafortjeneste ved imperfekt konkurranse og kontrollerende posisjoner i markeder og verdikjeder, hvilket som påpekt ovenfor er relevant for oljeindustrien. Viktige navn er Alfred Marshall og Jack Hirshleifer. Ryggvik synes uvitende om diskusjonen av grunnrente i samband med kontroll og beskatning av oljevirk-somheten.

Bokens svakeste punkt er at den knapt nevner skattlegging

Relevante navn er Maurice Adelman, Raymond Mikesell, Kenneth Dam og Daniel Johnston. Grunnrenteteori er grunnlaget for all beskatning av oljevirk-somheten.

Bokens svakeste punkt er at den knapt nevner skattlegging, og dermed fordelingen av grunnrenten, hvilket er påfallende for en bok med undertittel *Om oljens politiske økonomi*. Allerede omkring 1950 innførte Saudi-Arabia og Venezuela en 50/50 deling av overskuddet i oljeindustrien, basert på en skattereferansepris godt over den aktuelle markedsprisen. Eksempelet ble fulgt av stadig flere land, som på den måten til-

egnet seg stor del av grunnrenten, inntil oljeindustrien i mange land ble nasjonalisert på 1970-tallet. I Norge tillot allerede de første konsesjonsbetingelsene fra 1965 en skjerpet beskatning; i 1969 kom som nevnt statsdeltakelsen. Etter det første oljeprishoppet i 1973-74 innførte både Norge og Storbritannia, i likhet med flere andre produsentland, en særskatt på utvinning av petroleum. I dag tar staten gjennom skatten om lag tre fjerdedeler av selskapenes overskudd på norske olje- og gassfelt, men selskapenes volum er lite på grunn av den direkte statlige andelen der all inntekt tilfaller statskassen. De fleste andre oljeprodusenter av betydning, som fortsatt lar private selskap operere, har et tilsvarende skattenivå. Grunnrenten har i mange år for det meste gått til produsentlandene, hvilket Ryggvik overser. Motstykket er at staten tar størstedelen av risikoen. På det norske Snøhvitfeltet har staten en direkte andel på tretti prosent, men belastes gjennom skattesystemet med over nitti prosent av kostnadene, også av overskridelsene. Operatøren StatoilHydro har en andel på en tredjedel, men belastes bare omkring fem prosent av kostnadsøkningen.

De store oljeselskapenes avkastning på investert kapital var på 1950-tallet trolig i overkant av 40 prosent. Oljeskattreformen av 1975 i Norge og Storbritannia hadde som mål at selskapene skulle ha en reell avkastning etter skatt på 17-19 prosent årlig. Etter oljeprisoppgangen i 1979-80 steg den trolig igjen til godt over 20 prosent, men fra 1976 frem til 2004 var den normale avkastningen i internasjonal oljeindustri mellom 15 og 20 prosent årlig, ikke vesentlig høyere enn i bearbeidende industri. Da var det ikke meget grunnrente. I dag ligger selskapenes avkastning etter skatt på norsk sokkel trolig mellom 20 og 30 prosent i snitt, men med store variasjoner, og som nevnt på et begrenset volum.

I tillegg til skatt og statsdeltakelse tar mange produsentland ut grunnrente ved å pålegge selskapene å bruke lokale

varer og tjenester og støtte lokalt næringsliv, forskning og utvikling; dette var ikke minst tilfellet i Norge frem til

ukritiske begeistring for Hugo Chávez

1994. Ryggviks bilde av en aggressiv internasjonal oljeindustri som kaprer grunnrenten synes forankret i en svunnen tid da oljeselskapene kunne operere uhindret av statsmakten, men det kan forklare hans ukritiske begeistring for Hugo Chávez. Nedgangen i oljeutvinningen i Nord-Amerika og Nord-sjøen og økende forbruk i Kina styrker ytterligere produsentlandenes forhandlingsposisjon overfor oljeselskapene.

Ryggvik er på tryggere grunn når han kritiserer den raske uttappingen på norsk sokkel, men fremstillingen er ensidig. Siden 1970-tallet, da Norge på grunn av en raus støtte til bønder, industri og redere i en tid da oljeinntektene uteble, og derfor måtte erklære en økonomisk unntakstilstand, har alle norske regjeringer hatt en interesse av å opprettholde aktivitetsnivået på sokkelen. Ikke minst har Statoil vært en pådriver. Veksten i reservene skyldtes både hell i letingen og teknologiske fremskritt som tillot en høyere utvinningsgrad, slik at den raske veksten i utvinningen på 1990-tallet langt på vei var et resultat av flaks og ingeniørkunst. Et tak på utvinningen er intet insentiv for selskapene til å bedre teknologien, hvilket sto høyt på myndighetenes dagsorden. Det er imidlertid et åpent spørsmål om ikke staten kunne ha brukt sin store andel av reservene til å holde mer olje igjen i bakken, men under henvisning til utsikter til fallende realpris rådet konsulenter staten til å pumpe ut oljen raskt. I ettertid har dette vist seg uklokt. Norge øket sin utvinning på 1990-tallet mens oljeprisen falt; da oljeprisen begynte å stige igjen i 2004, hadde norsk oljeutvinning allerede nådd toppen. For naturgass er situasjonen annerledes.

Ryggvik har god peiling på norske politiske prosesser, men han skygger unna reelle økonomiske problemer. Ryggvik avfeier tilstramningen i 1978-79 som et påfunn fra konvensjonelle økonomer i Finansdepartementet; realiteten var at Norges internasjonale kredittverdighet sto på spill. Ryggvik kritiserer at Norge, denne gang samfunnet, ikke selskapene, har tatt ut meget grunnrente, men

forslag om at miljøvernere og biskoper skal trekkes inn i styringen av StatoilHydro

overser at størstedelen er blitt kanalisert til Fondet og at store finansielle reserver har tillatt Norge å møte den internasjonale finanskrisen på en mindre smertefull måte enn praktisk talt alle andre land.

Avslutningsvis kommer Ryggviks ideologiske motivasjon klarere til syne: han vil at en avtale mellom Norge og Russland skal verne Barentshavet mot oljeutvinning i åtti år; han vil verne Lofoten og Vesterålen for all fremtid, og han vil satse på vindkraft til havs, uansett kostnader. Ryggviks forslag om at miljøvernere og biskoper skal trekkes inn i styringen av StatoilHydro er trolig seriøst ment, men virker lite realistisk. Han har tydelig ikke tenkt over at både miljøvernere og biskoper ville kunne la seg kooptere; det er vanskelig å stå i mot fristelsen for de som er med på å styre den. En kritisk opposisjon med klare grenser til makten er erfaringsmessig en mer effektiv motvekt.

Forlaget, Aschehoug, burde ha bidratt til en mindre ordrik språkbruk, i tillegg til en bedre faglig fremstilling. Utallige referanser til personlige inntrykk og opplevelser er ikke på sin plass i en nøktern debattbok, men fremhever subjektiviteten i beretningen.

NOU 2009:16

Globale miljøutfordringer – norsk politikk

Lavenergiutvalget

Energieffektivisering*

ANMELDT AV HANS HENRIK RAMM

Petroleumsstrategisk rådgiver

22. juni mottok finansministeren en ekspertrapport om kostnads-effektiv miljøpolitikk. Tre dager senere la Lavenergiutvalget seg på tvers i løypa.

Utvalget som ble oppnevnt av Finansdepartementet (NOU 2009:16) og har vært ledet av adm. dir. Øystein Olsen i Statistisk sentralbyrå har utredet hvordan bærekraftig utvikling og klima bedre kan ivaretas i offentlige beslutningsprosesser. Det har arbeidet i mer enn ett år og bestått av fagfolk innenfor økonomi, biologi og teknologi med et sekretariat sammensatt av personell fra Finansdepartementet, Miljøverndepartementet og Statistisk sentralbyrå.

UNIFORME KARBONPRISER

Utvalget anbefaler sterkt en hovedregel om at alle norske utslipp bør stilles overfor samme effektive pris, og at denne bør baseres på prisen i EU's kvotemarked. Regjeringen bør legge frem en forventet fremtidig utviklingsbane for denne prisen, basert på futurespriser i markedet og modellberegninger. Denne bør legges til grunn for alle offentlige beslutninger.

Sektorer som ikke er med i EU-markedet bør etter utvalgets mening pålegges

en avgift, slik at summen av kvotepris og avgift blir lik for alle. Utvalget påpeker at dagens differensierte CO₂-avgift er et klart avvik fra kostnadseffektivitet. Utvalget advarer mot særlige innenlandske reduksjonsmål og sektortiltak, herunder subsidier til fornybar energi, siden hensynene til klima er ivaretatt når alle utslippskilder står overfor samme pris. Slike tiltak vil da føre til kostnadsøkende vridninger og gjøre gjennomføringen av klimapolitikken vanskeligere, særlig hvis andre land følger Norges eksempel. Hvis Norge eller andre enkeltland vil gjøre mer, er den eneste effektive metoden å annullere innkjøpte kvoter.

Hvis myndighetene til tross for dette vil gjennomføre ekstra nasjonale utslippsreduksjoner, anbefaler utvalget at målene må knyttes til samlede norske utslipp, ikke til enkeltsektorer, og at de gjennomføres ved hjelp av en ekstra avgift som fortsatt skal gjøre den effektive prisen lik for alle i Norge.

MARKEDSSVIKT ENESTE UNNTAK

Utvalget aksepterer imidlertid visse ekstra tiltak dersom disse klart kan begrunnes med markedssvikt, og dersom disse avvikes etter som markedssvikten bortfaller. Utvalgets diskusjon om mulige markedssvikt viser imidlertid at dette

ofte kan være vanskelig å dokumentere, og at det kan være vanskelig å utforme ordninger som ikke gjør mer skade enn gagn. Visse typer markedssvikt, som for lave forventede priser på klimautslipp, begrunner heller ekstra FoU-innsats. Andre typer, som informasjonssvikt, kan løses gjennom informasjon eller standarder, men standardene bør helst være veiledende og ikke obligatoriske, f. eks. for energibruk i bygg.

Utvalget advarer også mot ordninger som innebærer krav om bestemte markedsandeler for bestemte energityper, som f. eks grønne sertifikater eller påbudt innblanding av biodrivstoff, siden også dette innebærer fordyrende dobbeltregulering.

AVVISER SYMBOLPOLITIKK

Utvalget tar for seg en rekke vanlig brukte argumenter for å fravike en kostnadseffektiv klimapolitikk, slik som

I det store og hele avviser derfor utvalget det meste av den grønne symbolpolitikken

«eksempelets makt», hastverk med å oppnå resultater, spredning av teknolo-

* Artikkelen ble opprinnelig publisert som «RAMMS fredagsskommentar» av Offshore.no

gi som risikerer innelåsning pga etablert infrastruktur, muligheten for å tjene på tidlig teknologiutvikling etc., og avviser de fleste av dem unntatt i visse meget bestemte situasjoner og under meget bestemte forutsetninger. Generelt anbefales at det gis støtte til klimarelatert FoU på samme måte som annen forskningsaktivitet, men i noe større omfang hvis man mener forventningene om fremtidige kvotepriser er for lave.

I det store og hele avviser derfor utvalget det meste av den grønne symbolpolitikken om å «gjøre mer hjemme», forsere overgangen til fornybar energi gjennom omfattende bruk av subsidier eller grønne sertifikater, tvangsblande inn biodrivstoff, sette stramme frister for karbonfangst osv. I stor utstrekning er innstillingen også en knusende dom over den offisielle politikken med sterkt differensierte effektive priser på karbon og omfattende sektorspesifikke skatter, subsidier og reguleringer.

Argumentasjonen er overbevisende og grundig faglig fundert, fra både miljøfaglig og samfunnsøkonomisk vinkling - gitt at man godtar at klimagassutslipp er et problem (om enn i usikkert omfang) og at det er ønskelig å løse problemet på et så lavt totalt kostnadsnivå som mulig, og under riktig hensyntaken til risiko i alle retninger.

LITT FOR DANNET

Selv om det ikke er vanskelig å se avvikene mellom utvalgets anbefalinger og dagens faktiske politikk, både hva som er vedtatt og hva som kreves, er innstillingen skrevet i en meget dannet form uten å påpeke svakhetene ved dagens politikk for direkte. Noen ganger ligger sterkere konklusjoner snublende nær uten at de trekkes av utvalget.

F. eks. nevner man at subsidiering av fornybar energi kan gi uventede virkninger ved at energiforbruket øker, eller ved at kvoteprisene synker slik at Europas skitneste kullkraftverk produserer mer og de renere kraftverkene

mindre. Derimot avstår man fra å underbygge konklusjonen under klimadiskusjonen ytterligere ved hjelp av

En annen mangel ved utvalgets arbeid er at det ikke direkte anbefaler at den uniforme prisen også skal gjelde opptak av klimagasser

argumenter fra utvalgets egen diskusjon om biologisk mangfold. Her anbefaler man en gjennomgang av subsidier til arealkrevende næringer med sikte på utvikling, fordi press på areal er den viktigste årsaken til tap av mangfold. Dette er et nokså sterkt tilleggsargument mot subsidier til fornybar energi som nettopp er blant de mest arealkrevende virksomhetene, men det kan bare utledes implisitt.

En annen mangel ved utvalgets arbeid er at det ikke direkte anbefaler at den uniforme prisen også skal gjelde opptak av klimagasser. Skogvern er sterkt fremhevet i forbindelse med biologisk mangfold, men merkelig nok bare plassert sammen med mer eksotiske «sisteutvei-teknologier» (gjødsling av havet, direkte CO₂-fangst fra luften, geoengineering) i diskusjonen om klimapolitikken. Alle utvalgets argumenter og analyser tilsier imidlertid at det ikke bør være noen forskjell mellom prising av utslipp og prising av opptak, der dette kan dokumenteres, og det er fullt mulig for skog.

VANSKELIG Å SKYTE NED

Utvalget påpeker at avvik fra kostnadseffektiv politikk kan bli svært dyrt. Det er ingen tvil om at det vil gjøre det vanskeligere å nå klimamålene, og enda vanskeligere jo mer alvorlig man måtte oppfatte klimatrusselen. Det skal bli meget krevende for tilhengerne av symbolpolitikk og særskilte sugerør i stats-

kassen å skyte ned dette arbeidet under den høringsprosess som nå er varslet.

Når både Finansdepartementet, Miljøverndepartementet og SSB står bak, skal det også godt gjøres å stable på beina et helt annet faglig syn. Dermed vil det stå klart at de politisk vedtatte ordningene som er i strid med kostnadseffektiv politikk savner andre begrunnelser enn politisk taktikk og ettergivenhet mot pressgrupper. Det skal bli interessant å se hvilke politikere som våger å ta konsekvensene av de faglige rådene og endre sin egen politikk tilsvarende - om noen.

LAVENERGIUTVALGET

Hvor vanskelig dette kan bli, illustreres av at olje- og energiministeren bare tre dager senere mottok en annen innstilling, fra det såkalte Lavenergiutvalget. Dette utvalget har vært ledet av Jan Reinås og bestått for det meste av medlemmer fra nærings- og arbeidslivet, miljøorganisasjoner og bare noen få forskere, og har bare arbeidet i tre måneder. Utvalget innrømmer at «dette har gitt begrensinger i forhold til hvor dype og omfattende utredninger, analyser og vurderinger det har vært mulig å gjøre,» og at «utvalgets vurderinger og anbefalinger vil på flere områder kreve videre behandling».

Utvalget gjør nettopp det som det andre utvalget advarer mot: Setter spesifikke nasjonale mål for redusert energibruk i byggsektoren (50% i 2040) og i industrien (20% innen 2020 utover generell teknologiutvikling), og foreslår en lang rekke nye eller forsterkede selektive subsidier og reguleringer.

SSB-DISSENS

Motsetningen mellom de to rapportene kommer lysende klart frem ved at SSBs eneste representant i Lavenergiutvalget, Annegrete Bruvoll, har sett seg nødt til å ta en fundamental dissens mot hele utvalgets tankegang. Denne dissensen er så forstandig at jeg tillater meg å

sitere den i sin helhet, siden det sikkert ikke er mange andre som kommer til å gjøre det:

«Medlemmet Annegrete Bruvoll stiller seg ikke bak flertallets anbefalinger om spesifikke mål for energieffektivisering i byggsektoren, industri og primærnæringer. Den bakenforliggende problemstillingen for utvalget, slik den er formulert i mandatet, er klimautfordringen, energiforsyningsikkerhet og barrierer i energimarkedene. Utslippene av klimagasser reduseres mest effektivt med prising av utslipp gjennom kvotesystemet og klimaavgifter. Da vil utslippene reduseres gjennom flere kanaler, som rensing, overgang til mindre CO₂-intensive energityper og mindre klimaintensive produksjonsprosesser, endringer i næringsstrukturen, skalaeffekter og energieffektivisering. Energieffektivisering er altså bare en av flere viktige virkninger av en effektiv klimapolitikk. Begrepet energiforsyningsikkerhet er komplekst, noe som framgår av drøftingen i rapporten, og det er høyst uklart om energieffektivisering vil bedre energiforsyningsikkerheten og hvordan. Medlemmet påpeker at dette bør avklares nærmere, dersom energieffektiviseringstiltak skal begrunnes i styrking av energiforsyningsikkerheten.

I stedet for å tallfeste spesifikke mål om energieffektivisering bør en ta utgangspunkt i hvilke typer markedsvikt («barrierer» i mandatet) som hindrer energieffektivisering. Differensierte klimaavgifter og unntak fra kvote- og avgiftssystemet for utslipp kan begrunne tiltak for energieffektivisering. I tillegg er informasjonsproblemer, positive eksterne virkninger av kunnskap og nettverk, ufullkomne kapitalmarkeder, lav vektlegging av framtidige generasjoner, prisinnngrep, forskjeller i privatøkonomisk og samfunnsøkonomisk diskontering og psykologiske barrierer eksempler på markedsvikt som kan hindre at samfunnsøkonomisk lønnsomme reduksjoner i energiintensiteten realiseres.

Utvalget er bedt om å drøfte hvilke virkemidler som er best egnet for å fremme energieffektivisering og gi en anbefaling av hvordan det offentlige arbeid med energi-

effektivisering kan bedres. Dette medlem påpeker at ulike typer markedsvikt er drøftet, men at flertallets forslag ikke er koplet til vurderinger av markedsvikt. Noen av tiltakene foreslått av utvalgets flertall, for eksempel informasjonstiltak, vil kunne redusere omfanget av markedsvikt. Men forslagene tar generelt utgangspunkt i at energieffektivisering er en selvstendig målsetning.

Utvalget er bedt om å tenke helhetlig og se samfunnet under ett. Dette medlem påpeker at alle offentlige inngrep for å øke energieffektiviseringen vil øke de samfunnsøkonomiske kostnadene, om de ikke samtidig reduserer omfanget av markedsvikt. Støtteordninger som medfører offentlig finansiering vil være i konkurranse med andre samfunnsbehov. Slike støtteordninger vil omfordele byrden med energieffektiviseringstiltak fra dem som effektiviserer til dem som betaler over skatteseddelen. Manglende kopling til markedsvikt vil kunne øke de samfunnsøkonomiske kostnadene, gi ineffektive løsninger av klimaproblemet og uheldige fordelingsvirkninger.

Anbefaling: Dette medlem anbefaler at virkemidlene som rettes mot energieffektivisering er en del av en kostnadseffektiv klimapolitikk. Det bør utredes nærmere hvilke typer markedsvikt som hindrer energieffektivisering, og virkemidlene bør innrettes mot å redusere markedssvikten. Problemer

full kollisjon mellom faglige anbefalinger og ren synsing fra politikere og pressgrupper

knyttet til energiforsyningsikkerhet bør konkretiseres, og forhold i energimarkedet som redusere disse problemene bør avklares nærmere.»

FULL KOLLISJON

Dette er selvsagt langt mer enn teori og faglig spissfindighet. Forskjellen mellom de to utredningene, tydeliggjort

gjennom dissensen, representerer en full kollisjon mellom faglige anbefalinger og ren synsing fra politikere og pressgrupper, uansett hvor godt forankret det siste måtte være i den antatte «offentlige konsensus».

Hvis ikke ansvarlige politikere tar de nødvendige skritt for å bringe politikken i samsvar med den faglig dokumenterte virkeligheten, kan det koste både statskassen og miljøet dyrt.

Legg merke til at ingen av utvalgene reiser det minste tvil om selve behovet for reduserte klimagassutslipp ut fra den antatte konsensus om sammenhengen mellom utslipp og klimaendringer. På dette punkt er det tydelig at Miljøverndepartementet har lagt premissene i rapporten til Finansdepartementet.

I virkeligheten er det betydelig usikkerhet også om dette, og store muligheter for at verden på grunn av naturlige variasjoner er på vei inn i en kaldere periode. Dette gjør det dobbelt nødvendig at klimapolitikken utformes kostnadseffektivt. Det er ikke noen god idé å ødelegge energiforsyningen eller sette energiprisene unødvendig høyt hvis det er risiko for en kaldere verden. Det er bare maksimal kostnadseffektivitet som iverretar føre vår-prinsippet overfor begge muligheter.

Legg også merke til at ingen av utvalgene har stilt spørsmålsteget ved den alminnelig antatte nødvendighet av å gå over fra fossil til fornybar energibruk. Forskjellen er at Lavenergiutvalget antar at redusert bruk av fossil energi er et mål i seg selv, mens Finansdepartementets utvalg antar at overgangen til fornybare vil finne sted i samfunnsøkonomisk og miljømessig riktig tempo og utstrekning ved en kostnadseffektiv politikk.

Selv det sistnevnte utvalget argumenterer ikke direkte med *teknologinøytralitet* for å sikre at de beste teknologiene vinner, uansett om de skulle være knyttet til fossile eller fornybare ressurser.

Imidlertid er slik nøytralitet heldigvis en klar følge av utvalgets anbefalinger, som altså står helt på egne ben selv uten dette viktige hensynet.

Disse to tilleggsmomentene gjør kollisjonen mellom det faglige perspektiv og tilnærmingene fra politikken, pressgruppene og særinteressene i næringslivet enda større.

Denne kollisjonen illustrerer tydelig at det kan være store avvik mellom de *virkelige* fellesskapshensynene og det som i den offentlige debatt *antas* å være det. Dette er noe særlig organisasjonene og mange av de større aktørene i næringslivet må ta inn over seg. «Samfunnsansvar» kan være svært forskjellig fra det PR-avdelingene tror det er ut fra hva de får høre fra media og

pressgrupper. Særlig SSB, men selvsagt også de andre medlemmene av det ene utvalget, har vist at de har integritet og mot til å stå for det de mener er riktig, uansett om det er populært eller ikke. Det må da være flere?

«Stiftelsen Frischsenteret for samfunnsøkonomisk forskning» (www.frisch.uio.no) er en stiftelse opprettet av Universitetet i Oslo for å drive anvendt samfunnsøkonomisk forskning i samarbeid med Økonomisk institutt og andre fagmiljøer ved Universitetet i Oslo.



Vi er i en rekrutteringsfase og ønsker derfor å tilsette **forskere ved Frischsenteret**

Vi søker primært en til to kvalifiserte personer som har mottatt sin doktorgrad innen samfunnsøkonomi, eller beslektede fag, de siste tre årene, eller som har levert sin avhandling før søknadsfristens utløp - 5. januar 2010. Personer som er spesielt velkvalifisert til å utføre anvendt samfunnsøkonomisk oppdragsforskning, men som har doktorgrad lenger tilbake enn tre år, er også velkomne til å søke.

Prosjektporteføljen ved Frischsenteret dekker en rekke områder, med tyngdepunkt innen utdanning, trygd og arbeidsmarked, pensjoner, miljø og energi, helse og offentlig økonomi. Prosjektene utføres for Norges forskningsråd, internasjonale organisasjoner og norske myndigheter, og vi legger vekt på at de skal ha både et teoretisk og et empirisk grunnlag. Vi har utstrakt samarbeid både med norske og utenlandske forskningsmiljøer, og har Økonomisk institutt ved Universitetet i Oslo som basismiljø. Vi holder til i Forskningsparken på Blindern. Ved Frischsenteret arbeider for tiden 11 forskere, 6 stipendiater og 15 vitenskapelig rådgivere.

De som ansettes vil samarbeide både med forskere ved Frischsenteret, med ansatte ved Økonomisk institutt og med andre forskere. De vil ha ansvar for intern veiledning, og delta i initiering og gjennomføring av prosjekter. Antall tilsatte vil avhenge av søkerens kvalifikasjoner og forventet prosjekttilgang for Frischsenteret.

Forskerstillingene er ikke knyttet til spesielle felt, og forskerne har frihet til å initiere forskning på felt som de er

interessert i, og som kan finansieres. Det er likevel gunstig om de som ansettes har kompetanse innenfor Frischsenterets hovedfelt. Vi legger vekt på samarbeid og konsentrasjon ved at flere arbeider på samme felt, og ved at prosjekter går over lengre tid. Vi legger også vekt på å skaffe utfordrende prosjekter og gi mulighet for faglig oppdatering.

Vi har gode lønns- og pensjonsordninger, bonussystem for internasjonal publisering og egen ordning for kompetanseoppbygging. Kompetanseordningen gir blant annet mulighet for utenlandsopphold.

Ved vurdering av søkerne vil det bli lagt vekt på evne til å utføre oppdragsfinansiert anvendt samfunnsøkonomisk forskning og innretning av kompetansen i forhold til Frischsenterets nåværende profil og framtidige behov. Vitenskapelige arbeider og annen forskningserfaring vil også være av betydning, spesielt for søkere som har doktorgrad lenger tilbake enn tre år. Tilsetning kan skje våren 2010 eller noe senere. Kvinner oppfordres spesielt til å søke. Informasjon om Frischsenteret finnes på våre nettsider www.frisch.uio.no.

Nærmere opplysninger kan fåes ved henvendelse til fungerende direktør Rolf Golombek, tlf 22 95 88 12, rolf.golombek@frisch.uio.no. Søknaden med vedlegg må være Frischsenteret, Gaustadalléen 21, 0349 Oslo, i hende **senest 5. januar 2010**, og kan enten sendes til: Frischsenteret, Gaustadalleen 21, 0349 Oslo, Att: Rolf Golombek, eller mailes til rolf.golombek@frisch.uio.no.

Ledig stilling som professor/førsteamanuensis i anvendt statistikk/økonometri

Ved Handelshøyskolen BI, Institutt for samfunnsøkonomi er det ledig en stilling som professor, alternativt førsteamanuensis i anvendt statistikk/økonometri. Arbeidsoppgaver tillagt stillingen omfatter blant annet forskning, undervisning og kursutvikling innen statistiske og økonometriske emner.

Kompetansevurdering foretas etter vanlige regler for faglige stillinger ved universiteter og vitenskapelige høyskoler. Kompetanse på, og erfaring med empirisk forskning vil bli tillagt betydelig vekt. Det vil bli lagt stor vekt på forskningspublikasjoner fra de siste fem år, og på dokumentert forelesningspraksis. I tillegg til de vitenskapelige kompetansekrav, må søkere ha gode pedagogiske evner og egenskaper. I vurderingen vil det også bli lagt vekt på erfaring med å undervise økonomistudenter.

Lønn etter avtale innenfor statens lønnsregulativ. Stillingen vil bli innlemmet i BIs kollektive pensjonsordning i Statens pensjonskasse. Kvinner oppfordres til å søke.

For full utlysningstekst og elektronisk søknadsskjema, se ledige stillinger på www.bi.no Maksimalt 15 skriftlige arbeider skal legges ved i fire eksemplarer.

Opplysninger om stillingen fås ved henvendelse til instituttleder Erling Steigum tlf. 46 41 07 90, erling.steigum@bi.no, eller til Ulf H. Olsson tlf. 46 41 07 87, ulf.h.olsson@bi.no
Administrative spørsmål kan stilles til Birgitte Løland tlf. 46 41 03 91.

Søknadsfrist: 2. november 2009.

The logo for Handelshøyskolen BI, consisting of the letters 'BI' in a bold, white, sans-serif font on a black rectangular background.

Ledig stilling som førsteamanuensis i anvendt matematikk

Ved Handelshøyskolen BI, Institutt for samfunnsøkonomi er det ledig en stilling som førsteamanuensis i anvendt matematikk, herunder matematisk økonomi. Arbeidsoppgaver tillagt stillingen omfatter blant annet forskning, undervisning og kursutvikling innen matematiske emner.

Kompetansevurdering foretas etter vanlige regler for faglige stillinger ved universiteter og vitenskapelige høyskoler. Det vil bli lagt stor vekt på forskningspublikasjoner fra de siste fem år, og på dokumentert forelesningspraksis, både på norsk og engelsk. I tillegg til de vitenskapelige kompetansekrav, må søkere ha gode pedagogiske evner og egenskaper. I vurderingen vil det også bli lagt vekt på erfaring med å undervise økonomistudenter.

Lønn etter avtale innenfor statens lønnsregulativ. Stillingen vil bli innlemmet i BIs kollektive pensjonsordning i Statens pensjonskasse. Kvinner oppfordres til å søke.

For full utlysningstekst og elektronisk søknadsskjema, se ledige stillinger på www.bi.no Maksimalt 15 skriftlige arbeider skal legges ved i fire eksemplarer.

Opplysninger om stillingen fås ved henvendelse til instituttleder Erling Steigum tlf. 46 41 07 90, erling.steigum@bi.no, eller til Ulf H. Olsson tlf. 46 41 07 87, ulf.h.olsson@bi.no
Administrative spørsmål kan stilles til Birgitte Løland tlf. 46 41 03 91.

Søknadsfrist: 2. november 2009.

The logo for Handelshøyskolen BI, consisting of the letters 'BI' in a bold, white, sans-serif font on a black rectangular background.

FORSKERMØTET 2010

Forskergruppen i Samfunnsøkonomenes Forening har gleden av å invitere til det

32. NASJONALE FORSKERMØTET FOR ØKONOMER 2010

Hensikten med konferansen er å stimulere den økonomiske forskningen i Norge samt å gi forskere anledning til å presentere og diskutere sine arbeider. Møtet vil også gi god anledning til faglig og sosial kontakt med andre forskere. Som vanlig vil programmet omfatte både presentasjon av innsendte bidrag og arrangementer i plenum.

TID: 5. - 6. JANUAR 2010

STED: UNIVERSITETET I AGDER

KRISTIANSAND

FRIST: 16. NOVEMBER FOR PÅMELDING OG BIDRAG

AVGIFT: MEDLEM KR. 1000,- / ØVRIGE KR. 1500,-

INKL. FESTMIDDAG 5. JANUAR

Tema for plenumsarrangementene er:

SAMUEL PUFENDORF

– DEN MODERNE ØKONOMIS BESTEFAR

> Arild Sæther, prof. UiA

ØKONOMENES MØTE MED FINANSKRISEN

– ELLER VAR DET OMVENDT?

> Jochen Jungeilges, prof. UiA

OM NOBELPRISEN 2009

Foredragsholder fastsettes senere

Detaljert program vil bli bestemt senere.

PÅMELDING

> Bidragsyttere må også melde seg på.

> Påmelding gjøres på: www.samfunnsokonomene.no.

Påmelding er bindende.

BIDRAGSYTERE

De som ønsker å presentere et forskningsarbeid må også, i tillegg til fullstending manus, sende inn et sammendrag av bidraget. Sammendraget skal være på cirka hundre ord. Dette skal stå på en egen A4-side med bidragsyterens navn og adresse da alle sammendrag vil bli trykket opp på forhånd til utdeling før møtet. Fullstendig manuskript i pdf-format, samt sammendraget i word, sendes elektronisk til: sekretariatet@samfunnsokonomene.no senest 16. NOVEMBER

OPPONENTER

Som tidligere år vil det være en opponent til hvert bidrag som presenteres. Opponentene velges ut av programkomitéen. Programkomitéen forbeholder seg retten til å refusere bidrag som ikke tilfredsstiller krav til forskningsmessig nivå, eller som kommer for sent.

REISESTØTTE

Bidragsyttere som ikke får sine reiseutgifter dekket av arbeidsgiver eller på annen måte, kan søke om støtte. Søknad skrives på eget ark med opplysninger om reise-måte og kostnader.

OVERNATTING

Vi har reservert enkeltrom på Clarion Hotel Ernst Kristiansand. Prisen er kr. 890,- for enkeltrom. Hotellet ligger sentralt i Kristiansand i gåavstand fra jernbane og flybuss.

PROGRAMKOMITÉ:

Rolf Brunstad, Norges Handelshøyskole

Eirik Romstad, Universitetet for miljø- og biovitenskap

Arild Sæther, Universitetet i Agder

Sigbjørn Sodal, Universitetet i Agder

Arrangør: Samfunnsøkonomenes Forening

Boks 8872 Youngstorget, 0028 Oslo

Telefon 22 31 79 90 • Telefaks 22 31 79 91

E-post: sekretariatet@samfunnsokonomene.no



SAMFUNNSØKONOMENE

TRENGER DU PÅFYLL?

- Som medlem i samfunnsøkonomene får du muligheten til å abonnere på Ukeavisen Mandag Morgen til en rabattert pris. Vi leverer deg nyheter som tar deg på alvor. Med våre 41 utgaver i året får du den nødvendige innsikten til å forstå og påvirke de viktigste samfunnstrendene i Norge og internasjonalt.

PRØV MANDAG MORGEN GRATIS I 4 UKER

- Som abonnent får du tilgang til en kunnskapsrik arena der våre lesere møtes. På frokostmøtene setter vi fokus på aktuelle og viktige tema, med toneangivende innledere og diskusjon i en uformell ramme.

Som medlem får du nå **MANDAG MORGEN** tilsendt i 1 år til kun **2375,-** mot veiledende pris som er **4750,-**

4 uker gratis prøve: Send MMG SØ til 2440

1 års abonnement: Send MMG SØ12 til 2440

Du kan også bestille ved å benytte deg av linken på **www.samfunnsokonomene.no**

Mandagmorgen

www.mandagmorgen.no

tlf 22 99 18 23



B-PostAbonnement

Retur: Samfunnsøkonomenes Forening
PB. 8872 Youngstorget
0028 OSLO

