



**DEL 5**  
**Ressurs- og**  
**miljøøkonomiske analyser**



# 15. Analyser av utvalgte ressurs- og miljøspørsmål

*Sammenhengen mellom økonomisk aktivitet og konsekvenser for natur og miljø er et viktig forskningstema i Statistisk sentralbyrå. Dette kapitlet gir noen smakebiter fra forskningsprosjekter innen miljøfeltet.*

## 15.1. Innledning

Klimaspørsmålene har en sentral plass i denne forskningen. Forskingen fokuserer på energimarkeder og klimapolitikk, sammenheng mellom energipriser og CO<sub>2</sub>-utslipp, internasjonale klimaavtaler, kvotehandel, teknologiutvikling og fornybar energi. Fagdebatten får frem mange ulike aspekter ved hva som er hensiktsmessige og effektive klimatiltak. Utfordringen blir å sammenstille slik kunnskap slik at den kan bidra til at klimatiltak og klimasamarbeid utvikles i overensstemmelse med politiske målsettinger. Miljøforskningen for øvrig er knyttet til naturressurser, biologisk mangfold, genmodifisert mat, føre-var-prinsippet og sist, men ikke minst, bærekraftig utvikling, som har fått fornyet oppmerksomhet de siste årene. I en omfattende rapport (Brunvoll m.fl. 2008) blir det pekt på utfordringer for forskning og statistikk. Det er også nylig opprettet et offentlig utvalg som skal vurdere politikk for bærekraftig utvikling.

I dette kapitlet presenteres elleve forskningsprosjekter. Det første prosjektet som omtales, er en studie av det europeiske energimarkedet som fokuserer på sammenheng mellom energimarkeder og klimapolitikk, belyst ved hjelp av en modell for energimarkedene i Vest-Europa. Analysen viser at liberalisering av energimarkedene kan føre til betydelig lavere energipriser, men også høyere CO<sub>2</sub>-utslipp. Kostnadene ved å innfri Vest-Europas forpliktelser i Kyoto-avtalen vil avhenge sterkt av virkemiddelbruken, mens økt produksjon av fornybar energi i Vest-Europa kan oppnås til moderate kostnader.

En annen studie analyserer oppfølging av Kyoto-avtalen og EUs mulighet for å utøve markedsrett. Kyoto-protokollens fordeling av kvoter ledet til at noen land ble potensielt store selgere av kvoter. De har da mulighet for å utnytte sin markedsrett i kvotemarkedet. Dette er også et mulig utfall i en eventuell post-Kyoto avtale etter 2012. Høy kvotepris er kostbart for EU-landene siden de kan forventes å bli netto kjøpere av kvoter. Prosjektet har analysert EUs mulighet for å handle strategisk på kvotemarkedet gjennom en bilateral avtale med en potensiell ny deltaker (Kina) i et internasjonalt klimasamarbeid.

Tildeling av klimakvoter er et sentralt spørsmål i utforming av klimapolitikk. Et nytt prosjekt analyserer et system for tildeling av gratis klimakvoter basert på at bedrifter mottar utslippskvoter proporsjonalt med klimautslipp de hadde i et gitt antall perioder tidligere. Dersom bedrifter kan få flere gratis kvoter i fremtiden ved å øke utslippene i dag, skulle en kanskje vente høyere utslipp. Analysen, som fanger opp viktige mekanismer fra EU sitt kvotemarked, indikerer imidlertid at denne tildelingsmekanismen ikke nødvendigvis

gir insentiver til å heve produksjon og utslipp over det nivået som fremkommer ved ren auksjonering av kvotene.

Kyotoprotokollen åpner for at land med forpliktelse til utslippsreduksjoner kan dekke opp forpliktelsen ved å kjøpe prosjektbaserte utslippskvoter i land uten utslippsreduksjoner. Ordningen kalles Den grønne utviklingsmekanismen (*Clean Development Mechanism-CDM*). Ved siden av klimaeffekt har CDM bærekraftig utvikling som sitt andre hovedformål. Bærekraft omfatter fattigdomsreduksjon, og et viktig spørsmål når det gjelder CDM er i hvilken utstrekning CDM-prosjekter med klimaeffekt også reduserer fattigdom. En studie analyserer samspillet mellom et aktuelt CDM treplantingsprosjekt og økonomien som helhet i Tanzania. Denne studien fokuserer på virkninger på inntektsfordelingen og nettoeffekten på karbonbalansen når ringvirkninger i økonomien tas hensyn til i en generell likevekstmodell.

Mens de fleste land i verden er enige i at utslippene av klimagasser må ned, viser det seg vanskelig å bli enige om hvem som skal bære byrdene ved utslippsreduksjoner. Ifølge Stern-rapporten vil en begrensning av oppvarmingen til 3 grader Celsius koste ca 1 prosent av globalt BNP. Men samtidig er det vanskelig for utviklingslandene å påta seg kostnader ved å redusere utslippene. I en analyse ser vi på alternativer for byrdefordeling. Vi finner at om bare de ti rikeste landene dekker hele kostnaden, vil det innebære at disse landene betaler 3,1 prosent av sine BNP, og alle de andre landene ingenting. Et annet alternativ er at de landene som er rikere enn gjennomsnittet av OECD-landene bærer hele byrden. Forskjellen i byrdefordeling er mindre enn 1/2 prosent av BNP om disse 27 landene betaler alt, mot at alle land må dekke en like stor del av sitt BNP.

Ifølge økonomisk teori skal avgiftene på utslipp av klimagasser være lik for alle forurenserne, og lik prisen på utslippsrettigheter i kvotemarkedet. I Norge varierer avgiftene på klimagasser fra null opp til 872 kroner/tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalent. Sammenlignet med prisen på utslipprettigheter i EU-ETS betaler husholdningene rundt 0,5 milliarder kroner for mye for sine utslipp av CO<sub>2</sub>, og oljeutvinningsvirksomheten om lag 1,5 milliarder kroner for mye. De øvrige forurenserne innen prosessindustrien, transport, gassterminaler, raffinering av oljeprodukter, samt fiske og fangst betaler derimot 2,8 milliarder kroner for lite i forhold til et kostnadseffektivt system. Disse næringene mottar indirekte støtte via avgiftsfritak, reduserte CO<sub>2</sub>-avgiftssatser og gratis tildeling av utslippsrettigheter, og prinsippet om at forurenser betaler gjelder i liten grad.

Teknologiutvikling vil være et viktig bidrag til å redusere framtidige utslipp av klimagasser. Stimulanser til forskning og utvikling (FoU) kan være et virkemiddel for å sette fart i teknologiutviklingen. Et nytt prosjekt undersøker om subsidier til FoU i klimavennlige teknologier bør avvike fra subsidier til generell FoU. Resultatene tyder på at en høyere subsidiesats til generell teknologiutvikling er bedre for velferden enn en høyere subsidiesats til utvikling av klimateknologi, men at forskjellen reduseres hvis avgiften på utslipp av klimagasser øker.

Videre omtales rammeverket for makroøkonomiske analyser av energi- og miljøøkonomiske problemstillinger, et tema som har lange tradisjoner i Norge. Utviklingen av energi- og miljøstatistikken i løpet av 1980-tallet gjorde det mulig å videreutvikle Statis-

tisk sentralbyrås makroøkonomiske likevektsmodeller til å omfatte forholdsvis detaljerte beskrivelser av energiproduksjon og -bruk, og å knytte slik aktivitet til utslipp av forurensende stoffer til luft. Disse modellene har de siste 20 årene blitt brukt til å lage konsistente framskrivninger av økonomiske og miljømessige forhold og til å analysere effekter av miljøpolitikk.

En studie av oljesektoren analyserer hvilken skattesats som maksimerer statens oljeinntekter fra norsk sokkel. En robust konklusjon synes å være at en reduksjon av skatten fra dagens nivå ikke vil stimulere produksjonen og investeringene i den utstrekning at statens inntekter øker. Dette resultatet holder seg selv om oljeprisen skulle falle til 20 dollar per fat.

En annen studie analyserer husholdningers respons på effekttariff for elektrisitetsforbruket. Det er økt interesse for nye strømprisavtaler i Norge som kan gi riktigere signaler til kundene om de kostnadene som deres forbruk medfører for nett- og kraftselskapene. Et prissystem som ikke bare baseres på samlet energibruk i en periode, men også det maksimale effektuttaket, kan gi mer korrekte prissignaler til kundene. Denne studien analyserer husholdningers respons på en effekttariff som priser slike forbrukstopper. Vi finner at kundene reduserer effektforbruket opptil 9 prosent. Det er grunn til å tro at manglende informasjon om løpende forbruk og kostnader forbundet med strømbruken har bidratt til at kundenes respons har vært lavere enn om slik informasjon var mer tilgjengelig.

## Referanser

Brunvoll, F., M. Greaker, S. Homstvedt, M.O. Kittilsen og T. Smith: (2008): *Et bærekraftig samfunn? Indikatorer for bærekraftig utvikling*. Rapporter 2008/25, Statistisk sentralbyrå.

## 15.2. Europeisk energipolitikk - en modellanalyse

Finn Roar Aune og Knut Einar Rosendahl

*Det europeiske energimarkedet står overfor flere utfordringer. I en nylig utgitt bok (Aune mfl. 2008) har Statistisk sentralbyrå og Stiftelsen Frischsenteret blant annet studert effektene av ulike politikktiltak ved hjelp av en numerisk modell for energimarkedene i Vest-Europa. Vi finner at liberalisering av energimarkedene kan føre til betydelig lavere energipriser, vesentlig fordi store aktører ikke kan utøve markedsrett. På grunn av lavere energipriser øker energiforbruket og dermed også CO<sub>2</sub>-utslippene. Kostnadene ved å innfri Kyoto-avtalens forpliktelser vil avhenge sterkt av virkemiddelbruken, mens økt produksjon av fornybar energi i Vest-Europa kan oppnås til moderate kostnader.*

I denne analysen ser vi nærmere på tre utfordringer som det europeiske energimarkedet står overfor. For det første er det et marked som tradisjonelt har vært preget av store, dominerende selskaper, noe som har begrenset konkurransen og effektiviteten i markedet. For det andre innebærer det en risiko med hensyn til forsyningssikkerhet at mesteparten av energien som brukes i Europa, blir importert fra andre land, med Russland og Midtøsten som de viktigste kildene. For det tredje er bruk av energi den største bidragsyteren til utslipp av klimagasser i Europa, og det er nasjonale og internasjonale ambisjoner om å redusere slike utslipp vesentlig i årene som kommer.

EU har i flere år vært opptatt av disse utfordringene og har gjennom flere direktiver foreslått tiltak for å liberalisere energimarkedene i Europa, øke energisikkerheten, samt å redusere veksten i CO<sub>2</sub>-utslipp. I Aune mfl. (2008) analyseres effektene av slike tiltak ved hjelp av en detaljert numerisk modell for de vesteuropeiske energimarkedene (dvs. EU-15, Norge og Sveits).

Vi benytter modellen LIBEMOD, som forklarer hvert lands tilbud av og etterspørsel etter ulike energivarer. Markedene er integrerte, det vil si at det foregår fri handel mellom landene. Transport av gass og elektrisitet mellom landene modelleres som egne aktiviteter. Handelen med fossile brensler mellom de vesteuropeiske landene og øvrige land er også modellert.

For å studere effektene av liberalisering av energimarkedene i Vest-Europa, sammenligner vi den faktiske situasjonen i år 2000 med en tenkt situasjon der markedene var fullstendig liberaliserte. I år 2000 var liberaliseringsprosessen i de fleste land ikke kommet skikkelig i gang. Vi bruker modellen til å simulere det hypotetiske tilfellet med fullstendig liberaliserte markeder. Det innebærer at ingen produksjons-, transport- eller distribusjonsselskaper har anledning til å utøve markedsrett. Ved å sammenligne utfallet av modellen med den faktiske situasjonen i år 2000, får vi en indikasjon på hva liberalisering av energimarkedene kan føre til. Vi finner at liberalisering fører til betydelig lavere priser på energi, spesielt elektrisitet. Samtidig blir forbruket mye høyere, og særlig stiger produksjonen av kull-

kraft mye i forhold til den faktiske situasjonen i år 2000, da det var mye ledig kapasitet. Dermed blir CO<sub>2</sub>-utslippene en del høyere. Disse effektene skyldes ikke minst at transport-tariffene faller kraftig fordi de store transport- og distribusjonsselskapene ikke lenger kan utøve markedsmakt. Dermed stimuleres spesielt handelen og etterspørselen etter kraft.

Europeisk energipolitikk legger stor vekt på reduksjon i CO<sub>2</sub>-utslipp og økning i produksjon og bruk av fornybar energi. For å oppnå dette kan en rekke virkemidler brukes: Avgifter på bruk av energi, subsidier til fornybar energiproduksjon, avgifter på utslipp, utslippskvoter, «grønne sertifikater» som kobler implisitte subsidier til fornybar og «ren» energi med implisitte skatter på annen energi, direkte reguleringer som forbyr spesielt forurensende energiproduksjon og flere andre. I Aune mfl. (2008) har vi analysert virkningene på det vesteuropeiske energimarkedet av noen av disse virkemidlene.

I Kyoto-avtalen har medlemslandene i EU i sum bundet seg til å redusere sine årlige CO<sub>2</sub>-utslipp med 8 prosent i perioden 2008-2012 sammenlignet med utslippene i 1990. Forpliktelsene til det enkelte medlemsland varierer fra en reduksjon på 21 prosent i Danmark og Tyskland til en tillatt økning i utslippene i Portugal på 27 prosent. Siden kostnadene for å oppnå reduksjoner varierer mellom landene, har EU vedtatt en politikk for å dele byrden mellom landene. Ved bruk av LIBEMOD har vi analysert hvilke CO<sub>2</sub>-avgifter som kreves i 2010 i Vest-Europa for å nå målene i Kyoto-avtalen. Hvis alle land innfører hver sin nasjonale CO<sub>2</sub>-avgift for å oppnå sitt eget lands mål, ville gjennomsnittet av deres CO<sub>2</sub>-avgiftssatser bli på 50 USD (prisnivå relatert til år 2000) per tonn CO<sub>2</sub>.

Mellom landene ville avgiften variert sterkt, fra 36 USD per tonn CO<sub>2</sub> i Hellas og Irland, til så høyt som 164 USD per tonn CO<sub>2</sub> i Norge. Ett alternativ er at det innføres en lik CO<sub>2</sub>-avgiftssats for hele Vest-Europa som er høy nok til at den totale utslippsreduksjonen for landene som helhet oppnås. Noen land vil da redusere CO<sub>2</sub>-utslippene mer enn det deres nasjonale mål skulle tilsi, mens andre land vil redusere utslippene mindre. Dette kalles felles gjennomføring. Den felles avgiften ville i dette tilfellet blitt på 44 USD per tonn CO<sub>2</sub>.

En variant kunne vært felles gjennomføring for industri og kraftproduksjon, mens nasjonale avgifter sørget for reduksjoner i de øvrige utslippene. Da ville CO<sub>2</sub>-avgiften blitt 34 USD/tCO<sub>2</sub> for industri og kraftproduksjon, mens gjennomsnittet av de nasjonale satsene på øvrige CO<sub>2</sub>-utslipp ville vært 165 USD/tCO<sub>2</sub> med voldsomme variasjoner mellom landene.

En kunne også tenke seg at Kyoto-målene skulle oppnås ved å avgiftslegge energibruk med samme sats, ikke i henhold til utslippene bruken genererte, men i henhold til energiinnholdet (målt ved tonn oljeekvivalenter, toe). Ved en felles gjennomføring ville en slik strategi krevd en avgift på 163 USD per toe.

Ved valg av politikk er kostnadseffektivitet viktig. De ulike måtene å nå Kyoto-målet på, har vidt forskjellige kostnader for Vest-Europa. Billigst er felles gjennomføring med en felles CO<sub>2</sub>-avgift - den beregnede, samlede kostnaden for Vest-Europa er da på 44 milliarder USD i 2010, mens nasjonal gjennomføring gir en samlet kostnad på 48 milliarder USD. Den hybride politikken med felles gjennomføring for industri/kraftproduksjon og nasjonal gjennomføring for øvrige sektorer ville økt kostnaden til 87 milliarder USD.

Dyrest ville en felles energiavgift vært. Da ville kostnaden blitt så høy som 115 milliarder USD. Årsaken til at kostnaden ved innføring av en felles energiavgift ville blitt så høy, er at utslippene av CO<sub>2</sub> per energienhet varierer mellom ulike former for energiforbruk og -produksjon. Også bruk av energi uten CO<sub>2</sub>-utslipp ville blitt belastet energiavgiften.

EU har mål om økt bruk av fornybar energi i elektrisitetsproduksjonen. Dette er delvis begrundet i et ønske om økt energisikkerhet for Europa, siden bruk av fornybar energi som oftest er basert på lokale og regionale ressurser, mens fossile brensler i stor grad importeres fra land utenfor EU. I direktivet for fornybar energi (EU (2001) er det samlede målet i 2010 for de vesteuropeiske EU-landene en andel på 22,1 prosent fornybar energi i elektrisitetsproduksjonen. Til sammenligning var den faktiske andelen i 2000 på 17,5 prosent. Hvert medlemsland har også et nasjonalt mål som i sum tilsvarer det samlede målet.

Ved bruk av LIBEMOD har vi studert virkninger av å bruke grønne sertifikater for å oppnå målet for 2010, når vi antar at også Norge og Sveits inkluderes i politikken. I et system med grønne sertifikater får elektrisitetsprodusenter som produserer elektrisitet som defineres som «grønn», utstedt et verdipapir per enhet elektrisitet de produserer. «Grønt» defineres i denne sammenheng typisk som elektrisitet produsert ved hjelp av fornybare ressurser (vann-, vind- og biokraft mm.). Disse verdipapirene får en verdi enten ved at andre elektrisitetsprodusenter må kjøpe en viss mengde grønne sertifikater per enhet elektrisitet de produserer eller ved at (noen) forbrukere av elektrisitet må kjøpe en viss mengde grønne sertifikater per enhet elektrisitet de forbruker.

Med nasjonal måloppnåelse varierer sertifikatprisen til fornybar energi fra 0 USD/MWh i Norge og Sverige, som oppnår målet uten å støtte fornybare teknologier, til 35 USD/MWh i Belgia. Med en felles gjennomføring, der et felles marked for grønne sertifikater etableres, ville sertifikatprisen blitt 10 USD/MWh. Med nasjonal gjennomføring koster tiltaket 1,019 milliarder USD i 2010, mens med felles gjennomføring faller kostnaden meget betydelig til 6 millioner USD. En årsak til at kostnaden ved dette tiltaket blir lavt, er at utbyggingskostnaden ikke er noe særlig høyere i de fornybare teknologiene som implisitt støttes og kommer inn på markedet, enn i de kraftverkene som hadde blitt bygget uten en slik støttepolitikk.

**e-post:** finn.roar.aune@ssb.no; knut.einar.rosendahl@ssb.no

## Referanser

Aune, F.R., R. Golombek, S. A.C. Kittelsen og K.E. Rosendahl (2008): *Liberalising European Energy Markets - An Economic Analysis*, Cheltenham, UK/ Northampton, Massachusetts, USA: Edward Elgar.

EU (2001): *Directive 2001/77/EC on the Promotion of Electricity Produced from Renewable Energy Sources (RES-E) in the Internal Electricity Market*, Brussels: European Commission.

### 15.3. EUs mulighet for å utøve markedsmakt i kvotemarkedet i et "post-Kyoto regime"<sup>1</sup>

Cathrine Hagem

*Kyoto-protokollens fordeling av kvoter mellom land ledet til at noen land ble potensielt store selgere av kvoter. De har da muligheten for utnytte sin markedsmakt i kvotemarkedet og drive opp kvoteprisen. Dette er også et mulig utfall i en eventuell post-Kyoto avtale. Høy kvotepris er kostbart for EU-landene, siden de kan forventes å bli netto kjøpere av kvoter. I denne artikkelen ser vi på EUs mulighet for å handle strategisk på kvotemarkedet gjennom bilateral avtale med en potensiell ny deltaker (Kina) i et internasjonalt klimasamarbeid.*

Industrilandenes utslipp (utenom USAs) er regulert gjennom Kyoto-protokollen. Alle industriland har fått tildelt et antall kvoter (Kyoto-kvoter) som fritt kan kjøpes og selges mellom landene. EU har innført et eget kvotesystem (EU-kvoter) som omfatter om lag 50 prosent av utslippene fra EU-landene. Det er dermed ikke sikkert at det i løpet av Kyoto-perioden (2008-2012) blir handel med Kyoto-kvoter. I Eyckmans og Hagem (2008) ser vi imidlertid på en mulig oppfølger til Kyoto-protokollen for perioden 2013-2017, der det ikke legges restriksjoner på internasjonal handel med Kyoto-kvoter. Vi antar videre at klimaavtalen blir mer virkningsfull enn i første forpliktelsesperiode, ved å legge til grunn at utslippstaket for alle avtalelandene totalt blir 20 prosent lavere i andre forpliktelsesperiode.

Vi ser vi på effekten av at EU forhandler med Kina for å få dem til å påta seg en bindende utslippforpliktelse og delta i kvotehandelssystemet (mulighetene for å oppfylle utslippsforpliktelser gjennom investeringer i utslippsreducerende tiltak i utviklingsland gjennom den grønne utviklingsmekanismen er ikke inkludert i bergningene). Vi gjør en numerisk modellanalyse av neste forpliktelsesperiode, der vi simulerer fire ulike scenarier:

1. Referansescenariet. Kina deltar ikke. Frikonkurranse på kvotemarkedet.
2. Kina deltar ikke. Russland og Ukraina utøver markedsmakt i kvotemarkedet.
3. Kina deltar. Russland, Ukraina og Kina utøver markedsmakt i kvotemarkedet.
4. Kina deltar. Russland og Ukraina utøver markedsmakt i kvotemarkedet. Bilateral avtale mellom Kina og EU.

Beskrivelse av den numeriske modellen som er brukt, og detaljerte tabeller over utfallet finnes i Eyckmans og Hagem (2008). Tabell 15.1 oppsummerer kvotepriser og kostnader ved deltakelse i klimaavtalen i de ulike scenariene.

I den første forpliktelsesperioden vil Russland og Ukraina potensielt bli store kvoteselgere, se Weyant og Hill (1999) og Weyant (1999). Vi viser at dette også vil være tilfellet i den neste forpliktelsesperioden når kvotetildelingen er som skissert over. Det betyr at Russland og Ukraina kan utnytte sin markedsmakt i kvotemarkedet for å øke sine inntekter fra kvotesalg ved å begrense kvotesalget. Ved å sammenligne scenariene (1) og (2) i

<sup>1</sup> Denne artikkelen bygger på resultater i Eyckmans og Hagem (2008).

Tabell 15.1. **Kvotepriis (USD/tonn CO<sub>2</sub>) og årlige kostnader (rensekostnader + netto kvotekjøputgifter (mill. USD)) ved de ulike scenariene**

| Scenarier                      | (1)     | (2)     | (3)     | (4)     |
|--------------------------------|---------|---------|---------|---------|
| Kvotepriis                     | 33      | 41      | 28      | 20      |
| Kostnader EU                   | 32 338  | 36 234  | 29 421  | 24 901  |
| Russland + Ukraina             | -24 218 | -31 032 | -15 721 | -8 591  |
| Kina                           | -       | -       | -17 491 | -17 491 |
| Resten av Annex-B <sup>1</sup> | 31 903  | 37 718  | 28 237  | 21 308  |
| Totalt                         | 40 022  | 42 919  | 24 447  | 20 126  |

<sup>1</sup> Annex-B land er de som har bindende utslippsforpliktelser i henhold til Kyoto-protokollen, ekskl. USA.

tabell 15.1, ser vi effekten av Russlands og Ukrainas strategiske handling i kvotemarkedet. De driver opp prisen med 25 prosent i forhold til en situasjon med frikonkurrans på kvotemarkedet (fra 33 til 41 USD per tonn). Russlands og Ukrainas gevinst ved deltakelse øker som følge av den økte kvotepriisen, mens EUs kostnader og de samlede globale kostnadene øker. De globale kostnadene øker som følge av at utslippsreduksjonene blir for store i EU og for små i Russland og Ukraina i forhold til hva som er en kostnadseffektiv fordeling av utslippsreduksjoner globalt.

Vi antar i scenario (3) at dersom Kina skal være villig til å delta i en avtale, må deres tildeling av kvoter tilsvare det utslippene deres hadde vært dersom de ikke deltok i avtalen (Business-as-Usual (BaU)-utslipp). Kinas deltakelse påvirker dermed ikke de globale utslippene, men det vil redusere den samlede kostnaden, siden det er en rekke rimelige utslippsreducerende tiltak i Kina. Kina blir imidlertid en så stor selger at landet også vil tjene på å handle strategisk i kvotemarkedet ved å holde tilbake på sitt kvotesalg for å drive opp kvotepriisen. Men siden landet er netto selger, vil prisen likevel falle i forhold til et scenario der Kina ikke deltar i kvotehandel. Kinas deltakelse leder til at kvotepriisen faller til 28 USD per tonn. Dette er gunstig for EU, men ugunstig for de andre store kvoteselgerne Russland og Ukraina. Den samlede globale kostnaden faller betydelig (fra 43 milliarder til 24 milliarder USD).

I scenario (4) ser vi på en situasjon der EU sentralt lager en bilateral avtale med Kina om et minimumsnivå for Kinas kvotesalg. EU kan dermed påvirke kvotemarkedet gjennom hvordan avtalen med Kina blir utformet, selv om hvert enkelt EU-land tar prisen som gitt når de handler kvoter. For at Kina skal velge å inngå en avtale som fastsetter et minimumsnivå for kvotesalg, må de kompenseres finansielt slik at de (akkurat) ikke taper på å inngå avtalen. I utformingen av avtalen med Kina velger EU å fastsette et nivå på Kinas kvotesalg som minimerer EU-landenes kostnader av å oppfylle Kyoto-protokollen, gitt at den finansielle kompensasjonen er akkurat tilstrekkelig stor til at avtalen blir akseptert av Kina. I avtalen vil EU kreve at Kina selger betydelig flere kvoter enn det landet ville gjort uten den bilaterale avtalen (scenario (3)).

Siden Kina kompenseres finansielt, blir landets gevinst uendret (17 milliarder USD). EUs gevinst ved lavere kvotepriis mer enn oppveier den nødvendige finansielle overføringen til Kina. Lavere kvotepriiser betyr at EU-landene kjøper flere kvoter og kan dermed avstå fra å gjennomføre de dyreste utslippsreduksjonene. Den bilaterale avtalen reduserer EUs kostnader med nærmere 5 milliarder USD årlig. Russland og Ukraina taper betydelig på

den bilaterale avtalen, men de har fortsatt en årlig gevinst på nærmere 9 milliarder USD ved å delta, og har dermed ikke insentiver til å trekke seg ut av Kyoto-protokollen.

**e-post:** cathrine.hagem@ssb.no

### **Referanser**

Eyckmans, J. og C. Hagem (2008): "The European Union's potential for strategic emission trading in a post-Kyoto climate agreement." Discussion Papers No. 530, Statistisk sentralbyrå.

Weyant, J. (ed.) (1999): "The Costs of the Kyoto Protocol: a Multi-Model Evaluation", *The Energy Journal, Special Issue, International Association for Energy Economics*.

Weyant, J. og J. Hill (1999): "Introduction and Overview" in: Weyant, J. (ed.) 'The Costs of the Kyoto Protocol: a Multi-Model Evaluation' *The Energy Journal, Special Issue, International Association for Energy Economics*.

## 15.4. Gratis tildeling av klimakvoter

Halvor Briseid Storrøsten

*Klimaendringer som følge av utslipp av klimagasser er et problem som klatrer stadig høyere på den internasjonale dagsorden. Det har derfor vært økende interesse for ulike fremgangsmåter for å begrense disse utslippene, bl.a. gjennom å etablere et marked for kvoter. I en ny studie analyserer vi et system hvor en har gratiskvoter med oppdatert basisår, dvs. at en aktør mottar gratis utslippskvoter proporsjonalt med sine klimagassutslipp i et gitt antall perioder tidligere. Vi finner at dette systemet ikke nødvendigvis gir aktørene insentiver til høyere produksjon og utslipp enn ren auksjonering av kvotene.*

Frie markeder er vanligvis ikke i stand til å gi forurensende bedrifter tilstrekkelige insentiver til å begrense sine klimagassutslipp. Årsaken er at forurenseren sjelden tar hensyn til skaden som påføres andre. For eksempel vil det være svært naivt å anta at eierne av et kullkraftverk i Europa tar hensyn til de skader som kan påføres befolkningen i Bangladesh gjennom verkets bidrag til økt drivhuseffekt. Siden klimagassutslippene vil være svært høye i en markedsøkonomi uten pris på utslipp, og det er bred enighet om at dette er skadelig (se f. eks. IPCC 2007), er det et behov for statlig og internasjonal regulering av slike utslipp.

Myndighetenes virkemidler i miljøpolitikken kan grovt sett deles inn i to kategorier. De som virker gjennom økonomiske insentiver, og de som virker via direkte kontroll og regulering. Blant de førstnevnte finner vi blant annet omsettbare kvoter og miljøskatter. De sistnevnte favner tiltak som bedriftsspesifikke utslippstak og krav om ren produksjonsteknologi. Samfunnsøkonomer ivrer ofte for den første kategorien siden disse gjerne er kostnadseffektive. Dette er en betingelse for å oppnå den størst mulige reduksjonen i klimagassutslipp, gitt de ressurser en er villig til å sette inn for å redusere utslippene.

Omsettbare kvoter innebærer at det settes et tak på samlede klimagassutslipp. Deretter kreves det at bedrifter og andre aktører besitter kvoter tilsvarende sine utslipp. Kvotene omsettes i et marked. Dermed kan aktører som møter relativt høye kostnader ved reduksjon av sine utslipp kjøpe kvoter av bedrifter med lavere rensekostnader. Det er denne mekanismen som gjør omsettbare kvoter til et kostnadseffektivt system.

Et viktig eksempel på et slikt system finner vi i EU. De introduserte handel med CO<sub>2</sub>-kvoter mellom deltakerlandene i 2005. Foreløpig dekker ordningen om lag halvparten av EU-landenes totale utslipp. Mesteparten av EU sine utslippskvoter har til nå blitt delt ut gratis til forurensende aktører med basis i tidligere utslipp. Videre tildeles nye bedrifter utslippstillatelser basert på forventet produksjon og gitte utslippsstandarder. Aktører som reduserer produksjonen risikerer å motta mindre gratis utslippskvoter i fremtiden. Dette systemet medfører en belønning av utslipp og står i kontrast til prinsippet om at forurenser bør betale. En annen viktig begrunnelse for auksjonering av kvotene er at det gir myndighetene inntekter. Disse kan for eksempel brukes til å redusere andre og forstyr-

rende skatter og avgifter i økonomien. Hvorfor velger da EU å dele ut kvoter gratis? Et viktig poeng er nok frykten for at konkurranseutsatt og utslippsintensiv industri skal flytte til utlandet, såkalt karbonlekkasje.

I en ny studie analyserer vi et system hvor en har gratiskvoter med oppdatert basisår, dvs. at en aktør mottar gratis utslippskvoter proporsjonalt med sine klimagassutslipp i et gitt antall perioder tidligere. For eksempel kan en tenke seg at en i 2008 mottar gratiskvoter basert på utslipp i 2005. Da vil utslipp i 2006 danne grunnlaget for gratiskvoter i 2009 og så videre. Vi sammenlikner dette systemet med både vanlig auksjonering av kvotene, og et system hvor en mottar gratiskvoter ut fra et fast historisk basisår. I det sistnevnte systemet kan ikke bedriftene påvirke mengden gratiskvoter de mottar i fremtiden. Denne ordningen har blant annet blitt brukt for å redusere sur nedbør i USA.

Dersom bedriftene kan øke antall gratiskvoter i fremtiden ved å øke utslippene i dag, skulle en kanskje vente høyere utslipp og produksjon. I så fall vil en slik ordning dempe karbonlekkasjen. Vår analyse indikerer at gratiskvoter med oppdatert basisår ikke leder til et annet produksjons- og utslippsnivå enn ren auksjonering, gitt et bindende tak på utslipp. Isolert sett vil hver enkelt bedrift tjene på å øke sine utslipp. Samtidig er det totale antall kvoter gitt, slik at industrien som helhet ikke kan heve sine utslipp. Resultatet er at kvoteprisen bys opp til den er lik bedriftenes marginale rensekostnad pluss forventet nåverdi av framtidige gratis kvoter. Produksjons- og utslippsnivået forblir uendret.

Vi finner videre at nyetablering ikke blir mer lønnsomt under gratiskvoter med oppdatert basisår, enn ved ren auksjonering eller fast basisår. Det er verdt å merke seg at dette skjer på tross av at nyetablerte bedrifter etter en viss periode vil motta gratiskvoter dersom basisåret oppdateres. En kan heller ikke vente at færre bedrifter legger ned produksjonen. Dette kan igjen være overraskende, da bedrifter som legger ned etter en viss tid nå vil miste sine gratiskvoter. Det er det tidligere nevnte skiftet i kvotepriser som driver resultatet. I systemet hvor en har gratiskvoter med oppdatert basisår betaler nye bedrifter høyere kvotekostnader initialt (før de mottar gratiskvoter), men slipper deretter billigere unna. Tilsvarende stiger prisen på gratiskvotene til en bedrift som legger ned. En bedrift som avslutter produksjonen mottar altså mer verdifulle kvoter, men i en kortere periode enn under systemet med fast basisår. Det kan vises at disse effektene i begge tilfeller utlikner hverandre. Dersom utslippstaket er satt for høyt, slik at det ikke er bindende, vil utslippene tilta ved innføring av gratiskvoter med oppdatert basisår.

Verdien av gratiskvoter representerer en inntektsoverføring til bedriftene. Hvordan skal så denne overføringen fordeles? I denne forbindelse er det to viktige problemer knyttet til gratiskvoter med fast basisår. For det første kan det virke problematisk å belønne tidligere forurenserer med verdifulle utslippskvoter, kanskje særlig dersom den aktuelle bedriften er lagt ned. For det andre fører systemet til en uønsket forskjellsbehandling mellom nye og gamle bedrifter. Kan oppdatering av basisåret for kvotetildeling bøte på dette? Systemet vil jo nettopp sørge for at også nye bedrifter etter en viss periode mottar gratis kvoter. Vår analyse finner at oppdatering av basisåret ikke vil dempe forskjellsbehandlingen mellom nye og gamle bedrifter. Vi viser videre at det er mulig å konstruere en regel for tildeling av kvoter som gjør de to systemene ekvivalente.

Resultatene indikerer at gratisvoter med oppdatert basisår ikke er særlig hensiktsmessig dersom målet er å begrense karbonlekkasje eller forskjellsbehandling mellom nye og gamle bedrifter.

**e-post:** halvor.storrosten@ssb.no

### **Referanser**

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

Rosendahl, K.E. og H.B. Storrøsten (2008): Emissions trading with updated grandfathering: Entry/exit considerations and distributional effects. Discussion Papers No. 546, Statistisk sentralbyrå.

## 15.5. Den grønne utviklingsmekanismen: Gir treplantasjer både klimaeffekt og fattigdomsreduksjon?

Solveig Glomsrød

*Norge og andre land som har sluttet seg til Kyotoprotokollen, kan kjøpe klimakvoter for fra prosjekter gjennomført i utviklingsland. En studie av et treplantingsprosjekt i Tanzania viser at virkningene både på karbonbalanse og inntekstfordeling varierer betydelig alt etter om det er vertslandets bønder, velstående i byene eller staten som driver prosjektet og mottar betaling for karbonkvotene. Prosjekter drevet fra utlandet ser ikke ut til å redusere fattigdom og gir heller ikke vekstimpulser og ekstra karbonbinding i jordsmonn gjennom stimulering av jordbruket.*

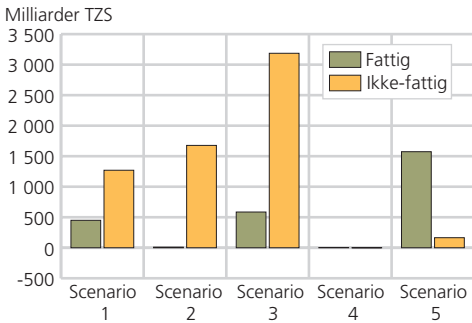
Kyotoprotokollen åpner for at land med forpliktelse til utslippsreduksjoner kan dekke opp forpliktelsen ved å kjøpe prosjektbaserte utslippskvoter i land uten utslippsreduksjoner. Ordningen kalles Den grønne utviklingsmekanismen (Clean Development Mechanism-CDM). Ved siden av klimaeffekt har CDM bærekraftig utvikling som sitt andre hovedformål. Bærekraft omfatter fattigdomsreduksjon, og et viktig spørsmål når det gjelder CDM er i hvilken utstrekning CDM-prosjekter med klimaeffekt også reduserer fattigdom. For å belyse dette har vi analysert samspillet mellom et aktuelt CDM treplantingsprosjekt og økonomien som helhet i Tanzania (Glomsrød mfl. 2008). I studien fokuserer vi på virkninger på inntekstfordelingen og nettoeffekten på karbonbalansen når ringvirkninger i økonomien tas hensyn til i en generell likevekstmodell som fanger opp virkninger av inntektsøkning og prisendringer på tilbud og etterspørsel i de ulike markedene.

Skogplanting utgjør et klimatiltak fordi trærne tar opp karbon fra atmosfæren under vekstprosessen. Skogplantingsprosjekter uten utslippsforpliktelser kan dermed tilby kvoter til land som må redusere sine utslipp under Kyoto-avtalen. Når et prosjekt realiseres, strømmes det betaling for karbonkvoter fra utlandet i takt med at plantasjonen akkumulerer karbon. I våre beregninger er karbonbetalingen gitt og satt til 30 USD pr. tonn karbon (C), tilsvarende 8 USD pr. tonn karbondioksid (CO<sub>2</sub>).

Vertslandets bønder, urbane kapitaleiere, staten eller utenlandske investorer kan tenkes å være vertskap og motta denne karbonbetalingen. Analysen er en sensitivitetsstudie hvor vi tenker vi oss 5 ulike typer vertskap for plantasjeprosjektet. I hvert tilfelle beregnes virkningen på bruttonasjonalproduktet (BNP) og inntekten for tre grupper av husholdninger i byene og tre grupper på landsbygda.

Selv om CDM-prosjektet er identisk under alle fem typer vertskap, blir vekstimpulsene fra prosjektet til resten av økonomien forskjellige, fordi vertskapene bruker inntektene på ulike måter. De fattige bruker for eksempel mer av inntekten til mat, mens de mer velstående har et større innslag av importvarer i sitt forbruk.

Figur 15.1 **Inntektsøkningen for fattige og ikke-fattige husholdninger**



<sup>1</sup> Tanzanian shilling.

de rikeste i byene være vertskap, mens scenario 3 representerer tilfellet med statlig eierskap. I scenario 4 eier utenlandske selskaper prosjektet, mens scenario 5 representerer motstykket hvor prosjektet drives av de fattigste på landsbygda. Når staten er vertskap, forutsetter vi at overskuddet i plantasjonen går til økte investeringer. I alle andre scenarier holdes investeringsnivået konstant.

Figur 15.1 viser inntektsøkningen for fattige og ikke-fattige husholdninger i landet som helhet. Fattige er alle som er under grensen for konsum av basisvarer, inklusiv de som også er under fattigdomsgrensen for konsum av mat.

Scenario 4, der utenlandsk vertskap tar overskuddet ut av landet, gir verken inntektsvekst for fattige eller de ikke-fattige. Utgiftene til å etablere plantasjoner er så lave at de ikke setter spor etter seg i Tanzanias økonomi. Scenario 1, der bønder er vertskap, og scenario 3, der staten er vert, gir begge en liten inntektsvekst for de fattige. Veksten i de fattiges inntekt er imidlertid langt lavere enn verdien av karbonbetalingen, mens ikke-fattige får betydelig mer ut av prosjektet. Dette viser at strømmen av karbonbetaling i seg selv er en dårlig indikator for reduksjonen i fattigdom. Når staten er vertskap og investerer prosjektoverskuddet, er samlet vekst i inntekt i størrelsesorden tre ganger så høy som karbonpremien (scenario 3). Når karbonbetalingen strømmer inn i økonomien, påvirkes dessuten valutakursen, og importerte investeringsvarer blir billigere. Det bidrar til høyere vekst i scenario 3.

De fattige kommer best ut når de fattigste bøndene selv driver prosjektet og mottar karbonpremien (scenario 5). Men deres inntektsvekst gir lite stimulans til resten av økonomien, og samlet inntekt øker betydelig mer når staten eier prosjektet og investerer overskuddet.

Studien viser at ulike måter å organisere CDM-prosjektet på, har store konsekvenser for resultatet når det gjelder samlet effekt på karbonbalansen. Tabell 15.2 viser hvor effektive de ulike scenariene er til å lagre karbon i jord. Det viser seg at jordbruket binder

Vekstimpulsene påvirker aktivitetsnivået og dermed også produktiviteten i jordbruket i ulik grad. Vi beregner hvordan mer intensiv drift øker jordbrukets evne til å akkumulere karbon. Økt avling pr. arealenhet gjør at en større mengde røtter og planterester bindes som organisk karbon i jordsmonnet. Dette skjer uten at bøndene får betaling for binding av karbon; deres beslutning om å gå over til mer intensiv drift er bare motivert ut fra økt etterspørsel og høyere priser.

I scenario 1 tenker vi oss at plantasjeprosjekter fordeles blant alle bønder proporsjonalt med deres landarealer. Scenario 2 lar

Tabell 15.2. **Karbonlagring i jordsmonn. 2001–2021. Millioner tonn**

|   | Scenario |      |      |      |      |
|---|----------|------|------|------|------|
|   | 1        | 2    | 3    | 4    | 5    |
| I alt   | 25.9     | 22.7 | 31.1 | 14.2 | 26.6 |
| I plantasjen  | 14.1     | 14.1 | 14.1 | 14.1 | 14.1 |
| I jordbruksjord   | 11.8     | 8.6  | 17.0 | 0.1  | 12.5 |
| Forhold mellom økning i jordkarbon og akkumulasjon i plantasjen | 0.84     | 0.61 | 1.20 | 0    | 0.88 |

karbon som gir et tillegg i netto karbonlagring på 61-120 prosent av selve treplantingsprosjektet under Tanzaniansk eierskap – uten noen form for karbonbetaling til jordbruket. Prosjekter med utenlandske eiere har ingen slik tilleggseffekt, fordi overskuddet føres ut av landet, og ikke stimulerer etterspørsel som gir produktivitetsvekst og karbonlagring i jordbruket.

Basert på denne studien av et CDM treplantingsprosjekt kan vi konkludere at verdien av karbonbetalingen er en dårlig indikator på prosjektets evne til å generere vekst målt ved BNP. Beregningene viser at noen prosjekter gir vekst i BNP som er over tre ganger så stor som verdien av karbonbetalingen, mens andre ikke bidrar til høyere verdiskapning i det hele tatt. Videre ser det ut til at prosjektene må eies og drives av de fattigste for at inntektene skal tilfalle dem i større utstrekning. Statlige prosjekter som bruker karbonbetalingen til økte investeringer, bidrar sterkere til utvikling på landsbygda, men når i beskjeden grad fram til de fattige. I hvilken grad jordbruket stimuleres via markedet har stor betydning for virkning på inntektsvekst, fordeling og også for den totale karboneffekten av prosjektet. Utenlandsk eierskap bidrar verken til økonomisk vekst eller karbonlagring utover det som finner sted i selve plantasjonen.

**e-post:** [solveig.glomsrod@ssb.no](mailto:solveig.glomsrod@ssb.no)

## Referanser

Solveig Glomsrød, Gang Liu, Taoyuan Wei and Jens B. Aune (2008): How well do tree plantations comply with the twin targets of the Clean Development Mechanism?

The case of tree plantations in Tanzania. Discussion paper 534, Statistisk sentralbyrå.

## 15.6. Utslepp av klimagassar – kvar skal kutta takast?

Annegrete Bruvoll

*Dei fleste land i verda er einige i at utsleppa av klimagassar må ned. Samtidig er det ikkje lett å bli einige om i kva land utsleppa skal reduserast, kor mykje, og kven som skal betale. Det verkar urimeleg for u-landa at dei skal måtte bremse sin økonomiske vekst ved å ta på seg store reduksjonskostnader. Men effektivitet og fordeling er to forskjellige spørsmål: Brorparten av utsleppskutta kan gjennomførast i utviklingslanda, samtidig som dei rikaste landa betaler mest.*

I klimaforhandlingane har det vist seg å vere vanskeleg å få med seg u-landa på forpliktande avtalar. I utgangspunktet har dei fattige landa langt større kortsiktige utfordringar å ta seg av enn langsiktig global oppvarming, sjølv om ein ventar at det er disse landa som vil bli hardest råka av klimaendringane på sikt. U-landa meiner også at det først og fremst er i-landa som må rydde opp, sidan den akkumulerte konsentrasjonen av klimagassar kjem frå veksten i den rike delen av verda.

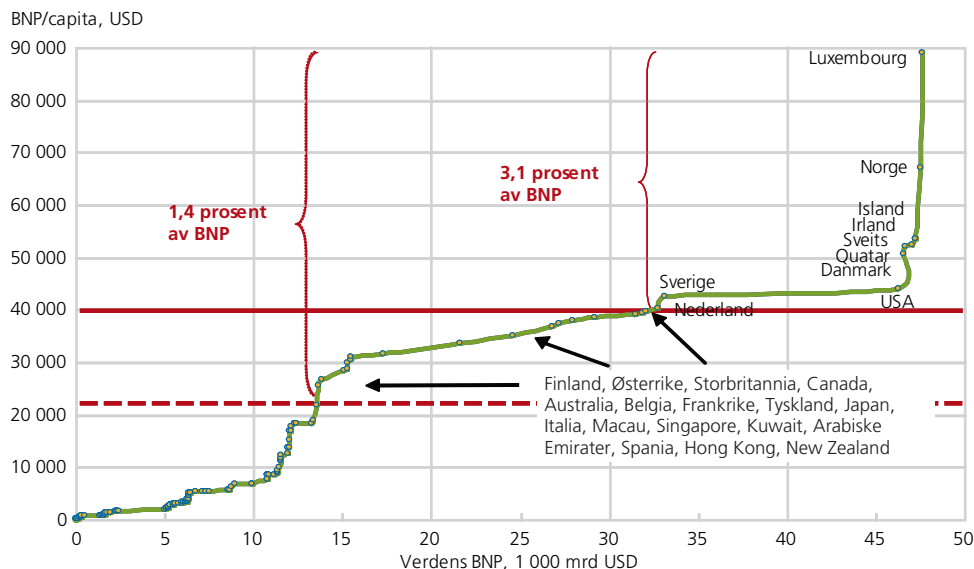
Klimaforhandlingane har derfor ikkje kome særleg langt når det gjeld å få til eit globalt omfang. Noverande Kyoto-avtale dekkjer berre ein tredjedel av utsleppa i verda, og krava til disse utsleppskjeldene er heller ikkje så strenge at dei har særleg påverknad på den globale oppvarminga.

Samtidig er det lite fornuftig å bruke store ressursar på å redusere utsleppa først og fremst i dei rike landa, når ein generelt får mykje mindre att for innsatsen her enn i u-landa. I Bruvoll (2008) ser vi nærare på prinsippa for global kostnadseffektivitet. Spørsmålet om global kostnadseffektivitet dreier seg om kva utslepp i verda som kan kuttast ut til minst muleg kostnad. Fleire studie forsøker å rangere utsleppa etter reduksjonskostnad. Ein del av dei svært billige tiltaka vil kunne gjennomførast i rike land, men det er rimeleg at dei fleste er å finne i u-landa. Disse har mindre effektive teknologiar, og har større potensiale både for effektivisering av energibruken og for reinsing og reine reduksjonstiltak. Norge for sin del har hatt ein aktiv energi- og miljøpolitikk i fleire tiår, mellom anna med CO<sub>2</sub>-avgifter sidan 1991, og dei billige større tiltaka ovanfor dagens utslepp er i stor grad utløyste. Når ein beveger seg frå ein uregulert økonomi til ein økonomi med miljøreguleringar, vil det vere store mulegheiter for billige utsleppsreduksjonar. Etterkvart vil mulegheitene bli mindre. Ved å ta tak i dei billigaste tiltaka globalt sett kan vi få mange gongar meir miljø igjen for pengane enn om vi fokuserer for sterkt på innanlandske tiltak.

Ifølgje Stern-rapporten vil ei begrensing av oppvarminga til 3 grader Celsius krevje tiltakskostnader tilsvarande 1 prosent av globalt BNP. Dette kostnadsanslaget føreset kostnadseffektiv gjennomføring, altså at det er dei billigaste tiltaka som blir gjennomførte. Ein måte å dekke kostnadane på er at alle land bidreg med 1 prosent del av BNP.

I figur 15.2 er alle landa i verda rangerte etter inntekt, slik at dei rikaste landa ligg lengst til høgre. Samtidig summerer vi landa sine BNP langs x-aksen, og som vi ser er verda sitt

Figur 15.2. BNP per capita i USD og totalt verdas BNP i 1000 mrd USD. Reduksjonar i BNP ved alle klimakostnadane (1 prosent av verdas BNP) fordelt på dei rikaste landa



Kjelde: Verdensbanken, 2006-tal.

samla BNP om lag 48 000 mrd. USD. Den globale gjennomsnittsinntekta er om lag 7 500 USD/capita, og for OECD-landa rundt 22 000 USD/capita. BNP i dei 10 rikaste landa, altså landa med høgast BNP/capita, utgjør 32 prosent av BNP i verda. For alle disse er BNP/capita høgare enn 40 000 USD per årleg.

Vi tenkjer oss no at dei 10 rikaste landa skal finansiere alle tiltaka for å stabilisere temperaturauken på 3 grader. Om dei skal betale ein lik prosentdel av BNP for å dekke opp 1 prosent av verda sitt BNP, vil det innebære at disse 10 rikaste landa betaler 3,1 prosent av sine BNP (og alle dei andre landa ingenting). Eit anna alternativ er å ta utgangspunkt i dei landa som er rikare enn gjennomsnittet av OECD-landa (over 22 000 USD/capita), dvs dei 27 rikaste landa i verda. I så fall vil disse landa måtte betale 1,4 prosent av BNP til klimatiltak.

Forskjellen i byrdefordeling er altså mindre enn 1/2 prosent av BNP om berre 27 land betaler, mot at alle land må dekke ein like stor del (1 prosent) av sitt BNP. IEA (2006) anslår ein gjennomsnittleg økonomisk vekst på 2,2 prosent for OECD-landa fram til 2030. Det vil seie at også disse rikaste landa vil kunne sjå fram til ein netto økonomisk vekst, sjølv om ein tek på seg heile den globale økonomiske kostnaden.

Disse resonnementa gjeld først og fremst på kort sikt. Den venta økonomiske veksten i ti-åra framover er langt høgare i u-landa enn i i-landa. Utanom OECD er den årlege veksten anslegen til 3,9 prosent. I-landa vil dermed utgjøre ein stadig mindre del av verdsøkonomien. Det betyr at i-landa vil måtte betale vesentleg meir om nokre tiår, om dei skulle fortsetje å bidra med 1 prosent av verda sitt BNP. Men på lenger sikt er det rimeleg å vente at u-landa kan bidra meir, etter kvart som fleire og fleire veks seg ut av fattigdommen.

Disse rekneeksempla illustrerer den skeive inntektsfordelinga i verda og kvifor u-landa så sterkt hevder at i-land må ta den store belastninga med utslippsreduksjonar. Dei fattige landa i verda har både moralske, økonomiske og strategiske grunnar til å unnvike forplikande avtalar. Anslaga er usikre, bildet vil endre seg over tid, og kostnadane avheng ikkje minst av kor stor global oppvarming verdssamfunnet eventuelt skulle bestemme seg for å akseptere. Men rekneeksempla illustrerer likevel at det i dag er fullt muleg for eit utval av dei rikaste landa å starte ut med å finansiere største delen av kostnadane som er nødvendige for å få ned dei globale utsleppa. Dei internasjonale forhandlingane har også vist at det er vanskeleg å få med store og utseppstunge land som USA og Australia i forplikande avtalar. Likevel kan det i forhandlingssamanheng vere enklare å bli einige innan ei gruppe på 10-20 land enn 200 land.

Norske utslepp er i utgangspunktet så små – 1 promille av dei globale utsleppa – at uansett kva vi gjer med dei, vil det ikkje ha nokon effekt på den globale oppvarminga. Men vi er så rike – nesten 1 prosent av globalt BNP – at vi likevel kan gjere ein betydelig forskjell ved å bruke av inntektene på kostnadseffektive tiltak i andre land. Størst muleg kutt for gitte kroner tilseier store kutt ute og lite heime. Kor store beløp vi skal bruke er et politisk spørsmål, og i bunn og grunn ei avveging mot mindre privat og offentleg forbruk, eller lågare framtidige pensjonar.

e-post:agb@ssb.no

### **Referansar**

Bruvoll, A. (2007): Norsk klimapolitikk. Tiltak innanlands versus tiltak i andre land, Rapport 07/46, Statistisk sentralbyrå.

Bruvoll, A. (2007): Utslepp av klimagassar - kvar skal utsleppa kuttast? Samfunnsspeilet 4, 40-46, Statistisk sentralbyrå.

## 15.7. Komplisert klima- og energipolitikk

Annegrete Bruvoll og Hanne Marit Dalen

*Standard økonomisk teori gir klare råd om hvordan kostnadseffektivitet kan oppnås. Man skal bruke ett virkemiddel per mål, enten det gjelder utslipp av klimagasser, lokale miljøskader eller fordeling mellom grupper i samfunnet. I klima- og energipolitikken finnes svært mange virkemidler som er konsentrert rundt et sett med færre mål, og avvikene mellom de anbefalinger man kan trekke fra økonomisk teori om effektive virkemidler og politisk praksis er store. Nærings- og distriktpolitikk viser seg å være en viktig del av utformingen av klima- og energipolitikken og gir seg utslag i svært differensierte virkemidler avhengig av forurensere.*

I det NFR-finansierte prosjektet "Multiple virkemidler" i Statistisk sentralbyrå studeres i hvilken grad dagens virkemiddelbruk i klima- og energipolitikken samsvarer med anbefalinger fra økonomisk teori, de teoretiske konsekvensene av slike avvik og den empiriske betydningen av dette.

Bye og Bruvoll (2008) viser i en teoretisk gjennomgang av de ulike systemene av utslippsavgifter og subsidier av alternative energikilder at kvotesystemer, grønne og hvite sertifikater alle fungerer som kombinasjoner av skatter og subsidier. Problemet med den komplekse virkemiddelbruken er at virkningen både på effektivitet og fordeling blir uklare da vektingen av skatte- og subsidielementet i hvert enkelt av virkemidlene og i den samlede virkemiddelbruken blir uklare.

I Bruvoll og Dalen (2008) gjennomgås bredden av virkemidler i den norske klima- og energipolitikken. Spesielt studeres CO<sub>2</sub>-avgiften. I dag varierer denne fra null opp til 354 kroner/tonn CO<sub>2</sub> avhengig av utslippskilde. Figur 15.3 viser hvordan den gjennomsnittlige avgiften for de enkelte sektorene fordelte seg over den samlede utslippsmengden i Norge i 2006. Til venstre i figuren finner vi først og fremst sektorer med høy andel prosessutslipp, som er unntatt fra avgiften, og andre sektorer som benytter energivarer som ikke er inkludert i avgiftssystemet. Disse sektorene bruker også noe transportoljer og andre energivarer som har avgift, men den gjennomsnittlige avgiften blir lav. Sektorene med gjennomsnittsavgifter rundt 200 kroner/tonn CO<sub>2</sub> inkluderer innenriks sjøfart og landtransport. Disse benytter mye autodiesel og marine transportoljer, som har avgiftssatser om lag på dette nivået. Husholdningene har en gjennomsnittlig avgift på nesten 300 kroner /tonn CO<sub>2</sub>. Utslippene er hovedsakelig knyttet til bruk av bilbensin, mens om lag en tredjedel av utslippene kommer fra bruk av diesel, fyringsoljer og parafin. Den gjennomsnittlige avgiften ligger mellom satsene for disse energikildene. Utvinning av råolje og naturgass har den høyeste gjennomsnittlige avgiften på CO<sub>2</sub>.

Konsekvensen ved denne formen for differensiering av avgiftsnivåene er for høye tilpassingskostnader ved klimagassreduksjoner i forhold til hva man kunne oppnådd med likebehandling. I stedet for at utslippene renses og reduseres der det er billigst, renser man

til ulike kostnader. Etter 2006 er det norske systemet for handel med utslippsrettigheter for klimagasser utvidet og tilknyttet EUs handelssystem for slike (ETS). Med fritt omsettelige utslippsrettigheter vil de sektorene som blir inkludert, det vil blant annet si sektorene merket A, B, C og D, stå overfor en marginalkostnad tilsvarende prisen på utslippsrettigheter. Dette gjør at klimapolitikken blir mer effektiv – stadig flere står overfor kostnads-effektive priser ved utslippsreduksjoner.

Differensieringen av avgiften har store fordelingsvirkninger. Ved å sammenligne eksisterende praksis med en kostnadseffektiv ordning med lik pris på alle utslipp tilsvarende prisen på utslippsrettigheter på 200 kroner/tonn CO<sub>2</sub>, betaler husholdningene rundt 0,5 milliarder kroner for mye gjennom CO<sub>2</sub>-avgiften på bensin. Oljeutvinningsvirksomheten betaler om lag 1,5 milliarder kroner for mye. Sammen med en rekke andre sektorer som også har forholdsvis høyt bensinforbruk, betales det til sammen 2,1 milliarder for mye CO<sub>2</sub>-avgift i forhold til et kostnadseffektivt system basert på dagens pris i ETS-markedet.

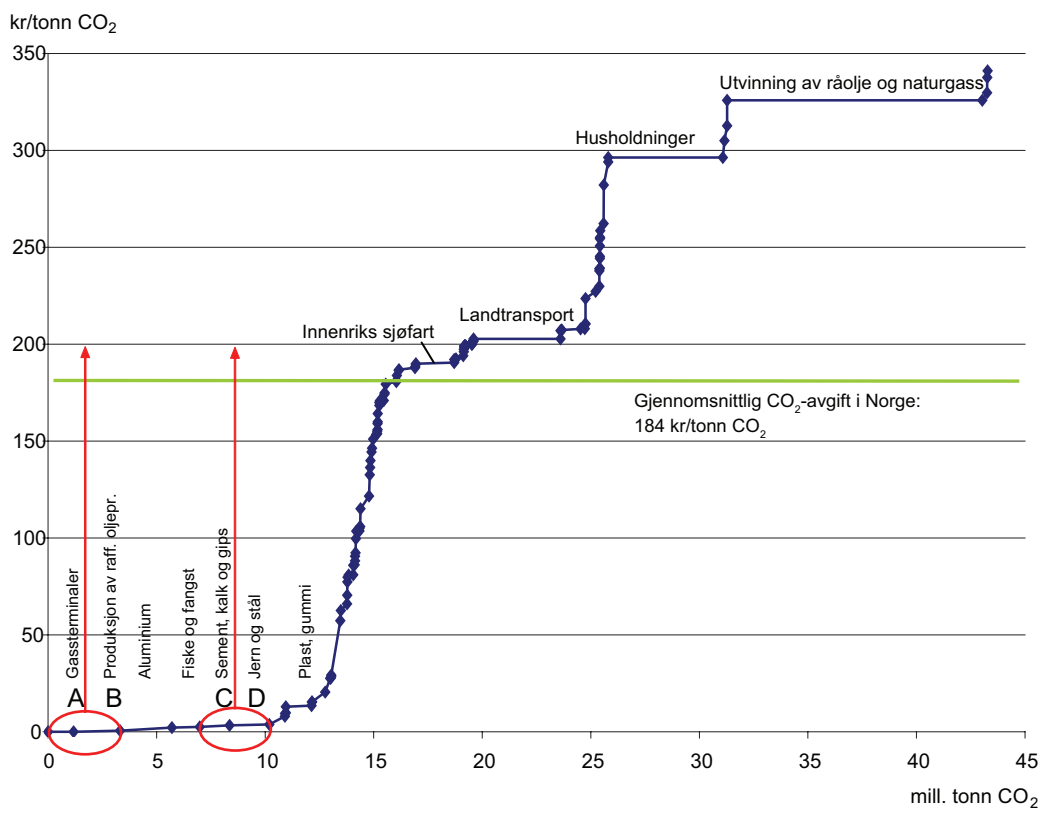
De øvrige forurenserne innen prosessindustrien, transport, gassterminaler, raffinering av oljeprodukter, samt fiske og fangst betaler derimot 2,8 milliarder kroner for lite i forhold en pris på 200 kroner/tonn CO<sub>2</sub>. Prinsippet om at forurenser betaler gjelder i liten grad for disse næringene. De mottar indirekte støtte via avgiftsfritak, reduserte CO<sub>2</sub>-avgiftssatser og gratis tildeling av utslippsrettigheter.

Gjennomgangen av virkemidler viser også at den øvrige klima- og energipolitikken i praksis er rettet mot å hente inn skatteinntekter til staten, samt å støtte visse næringer og distrikter. Det er for eksempel vanskelig å finne en miljømessig begrunnelse for elektrisitetsavgiften og grunnavgiften på fyringsolje. Distriktsstøtten kommer fram gjennom omfattende unntak både av miljøavgiftene og de fiskale avgiftene. Samtidig svekkes effektiviteten i virkemiddelbruken ved at andre sektorer utsettes for reguleringer som er for sterke i forhold til hva som er samfunnsøkonomisk optimalt. Subsidiopolitikken overfor alternative energikilder er i stor grad rettet mot de samme målene som miljøavgiftene, men på en mindre effektiv måte.

Etter prinsippet om at forurenser betaler, skal utslippene betales for gjennom avgifter eller kjøp av utslippsrettigheter. En opprydding av virkemiddelbruken innebærer like avgifter for utslipp av klimagasser, og at fiskale elektrisitets- og fyringsoljeavgifter kun legges på sluttforbruket og, igjen, er lik for alle sluttforbrukere.

De stadig strengere konkurransereglene innenfor EØS kan være en av grunnene til at næringspolitiske interesser får stor betydning ved utformingen av energipolitikken. Det er mange håndtak innenfor EØS-regelverket som gjør det mulig å støtte for eksempel bosetting og infrastruktur. Slike direkte overføringer vil være mer treffsikre enn for eksempel indirekte subsidier til de bedriftene som slipper ut mye CO<sub>2</sub> og til de husholdningene i Nord-Norge som forbruker mest elektrisitet. Mens pristøtte gjennom reduksjoner og fritak fra avgifter tilslører prioriteringer og omfanget av støtten, synliggjør direkte pengeoverføringer de politiske valgene. En slik omlegging av politikken ville økt effektiviteten og dermed også økt mengden til fordeling. Da ville midler og ressurser blitt frigjort til andre gode formål. Hvor stort potensialet er, er et empirisk spørsmål som vi vil studere nærmere innenfor prosjektet.

Figur 15.3. CO<sub>2</sub>-avgift i gjennomsnitt og sortert etter sektor. Kroner per tonn CO<sub>2</sub>, 2006



e-post: agb@ssb.no, hmd@ssb.no

### Referanser

Bruvoll, A. og H. M. Dalen (2008): Lag på lag i norsk klima- og energipolitikk, Økonomiske analyser 5, 29-37.

Bye, T. and A. Bruvoll (2008): Multiple Instruments to Change Energy Behaviour: The Emperor's New Clothes?, Energy Efficiency 1(4), 373-386.

## 15.8. Differensiering av FoU-subsidier når innenlandske utslipp skal reduseres

Brita Bye og Karl Jacobsen

*Teknologiutvikling vil være et viktig bidrag til å redusere framtidige utslipp av klimagasser. Stimulanser til forskning og utvikling (FoU) kan være et virkemiddel for å sette fart i teknologiutviklingen. I denne pågående studien analyserer vi om statlig støtte til FoU i miljøteknologi bør avvike fra støtte til generell FoU. Resultatene tyder på at støtte til generell teknologiutvikling er bedre for den økonomiske velferden i landet enn støtte til utvikling av miljøteknologi. Velferdsforskjellen mellom de to støtteordningene reduseres hvis avgiften på utslipp av klimagasser øker.*

Miljøskadene av forurensende utslipp vil vanligvis ikke bli tatt hensyn til i markedsprisene på utslippsintensive varer og tjenester. Dette er en markedssvikt, og ifølge økonomisk teori kan markedssvikter korrigeres gjennom politiske virkemidler. Eksempler på virkemidler som korrigerer for markedssvikt relatert til miljøskader av forurensende utslipp er avgifter på forurensende utslipp eller prising av utslippskvoter. Disse verktøyene gir samfunnet mulighet til å stille aktørene overfor de samfunnsøkonomisk riktige prisene, det vil si prisene som ville eksistert dersom miljøskaden var representert i markedsprisene.

FoU-markedet kan også være preget av markedssvikt. En kilde til markedssvikt i FoU-markedet er at FoU-aktivitet har en positiv virkning på andre bedrifter i form av spredning og akkumulering av kunnskap. Den ekstra gevinsten for samfunnet av kunnskapsakkumulasjon fra FoU-virksomhet blir ikke tatt hensyn til av FoU-bedriftene. Dette bidrar til at FoU-bedriftenes innsats blir for lav i forhold til det som er ønskelig fra samfunnets side. Markedssvikten kan korrigeres med subsidier til FoU-virksomhet. Subsidier bidrar til å øke FoU-innsatsen opp mot det nivået som er ønskelig fra samfunnets side. Det samfunnsøkonomiske ønskelige nivået for FoU-innsats er det nivået som ville eksistert dersom FoU-bedriftene tok hensyn til ekstragevinsten av kunnskapsakkumulasjon.

Ifølge økonomisk teori skal altså utslippsavgifter/-kvoter benyttes for å korrigere markedssvikt i forbindelse med forurensende varer, mens subsidier til FoU-virksomhet skal benyttes for å korrigere markedssikt i FoU-markedet. Den optimale støtten til de forskjellige FoU-markedene vil avhenge av størrelsen på markedssviktene i disse markedene. Dersom størrelsen på markedssvikten er forskjellig for henholdsvis generell FoU og FoU i miljøteknologi, skal også de statlige støttebeløpene til disse FoU-markedene være ulike.

Økte forurensningskostnader, representert ved økt avgift på utslipp av klimagasser, vil imidlertid påvirke markedssvikten i FoU-markedet. Dette skjer ved at nivået på akkumulert kunnskap i økonomien, som er bestemmende for graden av markedssvikt i FoU-markedene, endres med forurensningskostnadene. Et eksempel på dette er at etterspørsel etter kunnskap om miljøteknologi øker ved økt avgift på utslipp av klimagasser. Dette endrer det akkumulerte nivået på kunnskap om miljøteknologi, som igjen påvirker markeds-

svikten i FoU-markedet for miljøteknologi. I vår studie ser vi på effekter på økonomisk velferd av ulike systemer for subsidiering av generell og miljørettet FoU, kombinert med ulike nivåer på avgiften på utslipp av klimagasser. Økonomisk velferd er bestemt av nivåer på konsum og fritid i modellen vår.

Modellen er en makroøkonomisk modell for norsk økonomi der deler av den økonomiske veksten blir bestemt innenfor to FoU-sektorer. Den ene genererer generell kunnskap som mer eller mindre hele økonomien kan dra nytte av i form av økt produktivitet. Den andre utvikler klimavennlig teknologi. Dette er eksemplifisert ved teknologi til fangst og lagring av CO<sub>2</sub> fra gasskraftverk. Effekten av økt kunnskapskapital er antatt positiv, men avtakende. I vår analyse er forurensningskostnaden representert ved en konstant avgift på utslipp.

Økt utslippsavgift reduserer produksjonen i utslippsintensive industrier. Dette frigjør arbeidskraft og andre ressurser, og prisene på disse faktorene faller. De FoU-sektorene som bruker relativt sett mer arbeidskraft, får redusert sine produksjonskostnader og produserer dermed mer FoU. Graden av markedssvikt i FoU-markedene, og dermed de optimale støttebeløpene til FoU, endres. I tillegg endres forholdet mellom de optimale støttebeløpene. Foreløpige resultater fra beregninger på den numeriske generelle likevektsmodellen tyder på at den statlige støtten til de to typene FoU ikke skal være lik. For ulike nivåer på utslippsavgiften skal støtten differensieres i favør av generell FoU. Gevinsten ved å differensiere støtten i favør av generell FoU reduseres ved høyere utslippsavgift. Dette indikerer at nivået på avgiften påvirker markedssvikten relatert til kunnskapsakkumulering i de to FoU-markedene ulikt.

Analysen viser også at generell teknologiutvikling kan bidra til å redusere klimagassutslippene. Ved økt utslippsavgift overføres ressurser fra utslippsintensive næringer til FoU-virksomhet. Hvis avgiften er tilstrekkelig høy, kan generell teknologiutvikling bidra til både reduserte utslipp og økt økonomisk vekst. For et gitt krav til utslippsreduksjoner kan avgiften da reduseres.

**E-post:** bby@ssb.no, jac@ssb.no

### **Dokumentasjon**

Bye, B. og K. Jacobsen (2008): Technological change and emission restrictions: Should R&D policy stimulate environmental or general technological development? Kommer i serien Discussion Papers, Statistisk sentralbyrå.

## 15.9. Hvilken skattesats i oljesektoren gir Norge høyest inntekt?

Lars Lindholt

*I denne studien diskuterer vi hvilken skattesats som maksimerer statens oljeinntekter fra norsk sokkel. En robust konklusjon synes å være at en reduksjon av skatten fra dagens nivå ikke vil stimulere produksjonen og investeringene i den utstrekning at statens inntekter øker. Dette resultatet holder seg selv om oljeprisen skulle falle til 20 USD per fat.*

Norge blir ofte beskrevet som en moden oljeprovins, med fallende produksjon og færre og mindre nye funn. Oljeprisen har steget fra USD 28 per fat i 2003 til om lag USD 72 i 2007, og i inneværende år har den fortsatt å øke. Så sent som i 2003 argumenterte deler av oljeindustrien for at særskattesatsen burde reduseres fra 50 til 25 prosent, som legges til den ordinære selskapskatten på 28 prosent. Dette ville bety en reduksjon i skattesats fra 78 til 53 prosent. Det ble hevdet at avkastningen på investeringene var for lav, spesielt på mindre felt.

I takt med den stigende oljeprisen har kritikken mot det norske skattesystemet stilnet. Likevel hevder en del studier at mange oljeprovins er opplever fallende produksjon og mindre leting fordi de ikke innfører skattesystemer som stimulerer til økt aktivitet. I denne studien (Lindholt 2008) diskuterer vi hvilken skattesats som maksimerer statens neddiskonterte oljeinntekter i Norge.

Vi benytter FRISBEE, en partiell likevektsmodell for det globale oljemarkedet. Oljeselskapene tar sine investerings- og produksjonsbeslutninger basert på lønnsomhetsvurderinger og detaljert kunnskap om ulike oljefelt i verden. Produsentene kan enten investere i nye felt eller i økt utvinning fra eksisterende felt. Siden investeringene først rettes mot de mest lønnsomme reservene, fører dette til en geografisk spredning av aktiviteten. Gradvis investerer oljeselskapene i mindre lønnsomme reserver, og dette fører til økte kostnader ettersom reservene blir utviklet. På den annen side fører nye funn og teknologisk fremgang til at kostnadene reduseres.

Vi fokuserer på Norge og studerer hvordan ulike skattesatser påvirker selskapenes inntjening og dermed deres fremtidige investeringer og produksjon på norsk sokkel fram til 2030. Fra disse scenariene utleder vi den skattesatsen som gir staten høyest neddiskonterte inntekter over perioden. Beregningene gjøres med ulike oljepriser på USD 20, USD 40, USD 60 og USD 80 per fat.

Resultatene viser at en skattereduksjon aldri fører til en tilstrekkelig (og tidlig nok) økning i produksjonen slik at skatteinntektene øker. På samme måte reduserer ikke en viss skatteøkning produksjonen i den utstrekning at skatteinntektene reduseres. Med våre forutsetninger er det optimalt å øke skattesatsen til 83-87 prosent over ulike oljepriser. Dette gjelder uavhengig av hvordan staten vurderer inntektene over tid. Imidlertid vil en skatteøkning utover dette nivået redusere produksjonen etter noen år slik at de neddiskonterte inntektene faller.

Når oljeprisen er høy, har en endring i skattenivå en relativt liten og kortvarig effekt på produksjon og investeringer i nye felt og i økt utvinning fra eksisterende felt. Årsaken til at en endring i nettooljeprisen etter skatt har liten effekt på investeringsvolumet, er at når aktivitetsnivået er høyt er merkostnaden ved å endre investeringene svært høy. Når oljeprisen er lav, er det mer rom for å endre investeringene fordi merkostnadene ved denne endringen er lavere.

Selv om økte skatter har en mer varig effekt på investeringene ved en lav oljepris, er det viktig å huske på at investeringene reduseres allerede det første året og i en større utstrekning enn produksjonen. Disse reduserte investeringene betyr mindre fradrag i skatten i form av et lavere beløp for avskrivninger, hevingsbeløp og renteutgifter på investert kapital. Dette betyr at skattegrunnlaget øker og motvirker de negative effektene av høyere skatt på statens inntekter. Dette er årsaken til at ønsket skattenivå faktisk er marginalt høyere når oljeprisen er lav.

Selv om kritikken mot skattenivået har stilnet i takt med de høye oljeprisene, viser vi på denne måten at det faktisk er optimalt å øke skattesatsen selv om oljeprisen skulle falle til USD 20 fatet. I tillegg viser våre resultater at ønsket skattenivå er marginalt høyere når myndighetene har en høy diskonteringsrate, dvs. at de legger større vekt på inntektene i nær fremtid enn lenger ut i perioden. Årsaken er at en høyere skatt gir et noe høyere skattenivå i starten av perioden.

For å unngå forhastede konklusjoner om optimal skattenivå på norsk sokkel, har vi gjennomført ulike følsomhetsberegninger som alle drar i retning av lavere skattesats. Vi øker kapitalkostnadene og reduserer volumet av nye funn. I tillegg lar vi oljeselskapene være utsatt for kredittbeskrankninger, vi lar skatten ha en sterk negativ effekt på funnraten og vi gjør det mer lønnsomt å flytte produksjonen til andre regioner dersom Norge øker skatten. Vi tar også hensyn til at økt skatt reduserer de norske oljeselskaperens overskudd og således minsker de totale inntektene på sokkelen. Disse følsomhetsberegningene gjør det mindre lønnsomt for staten å øke skatten, men likevel aldri under dagens sats på 78 prosent.

Bare i et scenario med en dobling av kapitalkostnadene, med en pessimistisk antakelse vedrørende nye funn og der vi i tillegg tar hensyn til norske oljeselskaps overskudd, er det optimalt med en skattesats på 75-76 prosent hvis myndighetene i tillegg legger rimelig stor vekt på inntektene lenger ut i tid. Derfor synes en robust konklusjon å være at en reduksjon av skattenivået fra dagens sats på norsk sokkel ikke vil stimulere produksjonen og investeringene i den utstrekning at statens inntekter øker.

e-post: lars.lindholt@ssb.no

## Referanser

Lindholt, L. (2008): Maximizing the discounted tax revenue in a mature oil province, Discussion Papers 544, Statistisk sentralbyrå.

## 15.10. Effekttariff for elektrisitetsforbruket i husholdninger

Andreas Stokke, NTNU, Gerard Doorman, NTNU, Torgeir Ericson, SSB

*Det er en økt interesse for nye strømprisavtaler i Norge som kan gi riktigere signaler til kundene om de kostnadene som deres forbruk medfører for nett- og kraftselskapene. En del av kostnadene i nett og produksjon skyldes høy belastning i svært korte enkeltøyeblikk. Med et prissystem der en ikke bare betaler for det samlede energiforbruket over lengre perioder, men også for den høyeste maksimale forbruksbelastningen som inntreffer i en periode, kan mer korrekte prissignaler bli gitt til kundene. Såkalte effekttariffer, som belaster slike forbrukstopper, har så langt vært forbeholdt industri og næringsliv. Det kan være interessant å også tilby disse til husholdninger dersom dette bidrar til at de reduserer sine forbrukstopper. Vi analyserer husholdningers respons på en effekttariff ved hjelp av data fra Istad Nett AS i Molde, som har tilbudt denne tariffen til sine husholdningskunder siden år 2000. Vi finner at kundene reduserer forbruket i alle timer tariffen er virksom, med en maksimal reduksjon på 9 prosent. Det er grunn til å tro at manglende informasjon om løpende forbruk og kostnader forbundet med strømbruken har bidratt til at kundenes respons kunne vært enda høyere om slik informasjon var mer tilgjengelig for dem.*

Tradisjonelt har husholdninger bare betalt for energiforbruket, dvs. den totale mengden strøm som brukes i løpet av for eksempel ett år, uansett når den blir brukt. Imidlertid er en del av kostnadene i nett og produksjon ikke bare avhengige av energiforbruket, men også av maksimaleffekten, eller toppbelastningene i enkelttimer, fordi store investeringer er nødvendige for å kunne produsere og overføre nok strøm i episoder med høye effektuttak. Siden etterspørselen etter strøm alltid må kunne forsynes ved at det er nok kapasitet i nett og produksjon, må dimensjoneringen være tilpasset det maksimale forbruket som kan oppstå i en enkelt time under en kuldeperiode om vinteren, selv om dette bare inntreffer en sjelden gang. For å slippe å investere i kostbar effektkapasitet, ønsker en å redusere forbrukstoppene ved å jevne ut forbruket. For å gi kundene riktigere prissignaler om slike kostnader, kan det være interessant å innføre en såkalt effekttariff for husholdninger. I denne analysen ser vi på virkningen på strømforbruket av en slik innføring.

En effekttariff virker slik at en må betale for maksimalforbruket, dvs. det høyeste timeforbruket som har funnet sted innenfor en periode, for eksempel en måned eller et år. En betaler altså en pris for det maksimale antallet kilowattimer brukt i en time (kWh/h). I og med at denne prisen kan være meget høy; i størrelsesorden noen hundre kroner pr kWh/h, gir dette et potensielt sterkt insentiv til å redusere de høyeste toppene, som i Norge typisk oppstår i perioder med ekstremt lave temperaturer. Dette vil gjøre at tariffene er mer kostnadsriktige, dvs. i større grad reflekterer den reelle kostnadsstrukturen. Effekttariffer har så langt stort sett vært forbeholdt næringskunder som har større forbruk og dessuten bedre anledning til å følge og påvirke strømforbruket, i og med at de har må-

lere som kan registrere maksimalforbruk. Så langt har hensynet til oversikt og enkelhet bidratt til å holde effekttariffen utenfor de fleste husholdningers prissystemer. De har normalt heller ikke hatt den nødvendige måler teknologi.

En rekke utviklingstrekk har gitt fornyet interesse for effekttariffen som et virkemiddel til å regulere etterspørselen mer i takt med kostnadene den bidrar til. Det er blitt økt kostnadsbevissthet som et resultat av økt konkurranse i alle produksjons- og tjenesteledd. Det er blitt større fokus på nødvendigheten av prisrespons på etterspørselssiden for å oppnå et velfungerende kraftmarked.

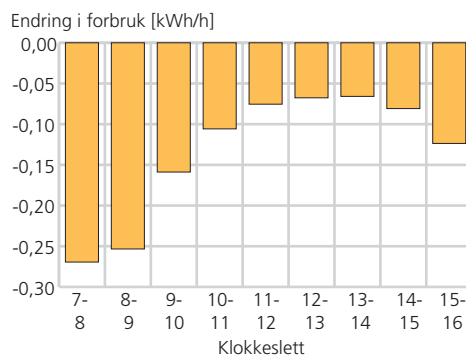
Uten en slik respons blir etterspørselen i realiteten fullstendig uelastisk. Dette kan føre til ekstremt høye priser i knapphetsperioder, og potensielt også større problemer med markedsmakt i konsentrerte markeder. Det er også viktig med kontroll over forbruket for å redusere utslipp av klimagasser, og redusert forbruk i Norge gir mulighet for eksport av vannkraft som kan fortrenge fossil kraft med CO<sub>2</sub>-utslipp i andre land. Sist, men ikke minst, har det vært en dramatisk reduksjon i kostnadene for automatisk måler teknologi og forbruksstyring. De siste års utvikling innenfor måler teknologi har gjort det mulig å ta i bruk en mer kostnadsriktig struktur på både nettariffer og kraftkontrakter innenfor en akseptabel administrasjonskostnad for kunde og leverandør.

Istad Nett AS introduserte en effekttariff for sine husholdningskunder i år 2000. Effekttariffen belaster den timen med det høyeste forbruket i hver måned fra desember til februar, på hverdagene mellom kl 7 og kl 16. Denne tariffen kan velges på frivillig basis hos kunder med timemåler teknologi. Fordelen for kunden er en lavere strømregning hvis han er i stand til å redusere sine effekttopper.

Vi har analysert data fra husholdninger med effekttariff hos Istad Nett, for å undersøke hvorvidt kundene har forsøkt å unngå høye topper i sitt forbruksmønster. Vi har brukt en paneldata regresjonsmodell som fanger opp den reduksjonen i strømforbruket som kundene til Istad Nett i gjennomsnitt har hatt hver time tariffen har vært virksom. Ved å kontrollere for andre variable som er viktige for strømb Bruken, som spotprisvariasjoner, temperatur, vind og dagslys, isolerer modellen virkningen av effekttariffen. Modellen bruker timedata fra ca. 450 forbrukere fra år 2006. Figur 15.4 viser de estimerte gjennomsnittlige reduksjonene i strømforbruket for hver time.

Den gjennomsnittlige forbruksreduksjonen var størst fra kl 7 til 8. I denne timen reduserte kundene forbruket med litt over 0,25 kWh/h, noe som tilsvarer ca 9 prosent av det gjennomsnittlige effektforbruket til husholdningene den timen. Husholdningene reduserte forbruket i mindre grad midt på dagen, men reduserte det igjen i større grad mot ettermiddagen. Denne utviklingen gjennom dagen kan gjenspeile at det er lettest å gjøre

Figur 15.4. Gjennomsnittlig reduksjon i forbruk per kunde for timene effekttariffen er virksom



Kilde: Stokke et al. (2008)

noe med forbruket når en er hjemme og har det største forbruket, som regel om morgenen og om ettermiddagen.

Når en tolker resultatene, bør det tas i betraktning at kundene i undersøkelsen valgte denne tariffen frivillig, og at de derfor sannsynligvis reagerer mer enn en vilkårlig kunde. På den andre siden må det også tas i betraktning at kundene ikke mottok informasjon om sitt løpende forbruk. I tillegg hadde effekttariffen en komplisert utforming, noe som kan ha gjort det vanskeligere for hver enkelt kunde å ha oversikt over de økonomiske følgene av deres forbrukstopper. For eksempel ble regningen for maksimalforbruket i vintermånedene splittet opp og spredt utover hele året, noe som kan ha bidratt til en oppfatning om svakere prissignal enn det i virkeligheten var. Det er derfor også grunn til å tro at reaksjonene kunne forsterkes betydelig hvis den faktiske prisen på et gitt tidspunkt tydeligere formidles til kunden, for eksempel gjennom et lite display, en liten alarm, lampe eller lignende.

**e-post:** Andreas Stokke, andresto@stud.ntnu.no

Gerard Doorman, Gerard.Doorman@elkraft.ntnu.no

Torgeir Ericson, toe@ssb.no

### **Referanser**

Stokke, A., G. Doorman og T. Ericson (2008): Power tariffs for households. Kommer i serien Discussion Papers, Statistisk sentralbyrå.

## 15.11. Makroøkonomiske modeller som verktøy for energi- og miljøøkonomiske analyser

Brita Bye

*Analyser av energi- og miljøøkonomiske problemstillinger innenfor en makroøkonomisk modellramme har lange tradisjoner i Norge. Utviklingen av energi- og miljøstatistikken i løpet av 1980-tallet gjorde det mulig å videreutvikle Statistisk sentralbyrås makroøkonomiske likevektsmodeller til også å omfatte forholdsvis detaljerte beskrivelser av energiproduksjon og -bruk, som igjen ble knyttet til utslipp av forurensende stoffer til luft. Disse modellene har blitt brukt til å lage konsistente framskrivninger av økonomiske og miljømessige forhold, og flere miljøpolitiske analyser i de siste 20 årene.*

Norge har en lang tradisjon i utvikling og bruk av disaggregerte flersektor generelle likevektsmodeller som går helt tilbake til slutten av 1950-årene da Leif Johansen utviklet MSG-modellen (Johansen 1960). Dette arbeidet har stort sett foregått i Forskningsavdelingen i Statistisk sentralbyrå. Som følge av etableringen av energi- og miljøstatistikken i løpet av 1980-tallet, kunne det utvikles energi- og miljømoduler som ble integrert i den økonomiske kjernemodellen. Dette gjorde det mulig å gjennomføre konsistente analyser av økonomisk utvikling og energi- og miljømessige forhold. Modellapparatet benyttes også av Finansdepartementet i langsiktige framskrivninger av norsk økonomi. Perspektivmeldingen – utfordringer og valgmuligheter for norsk økonomi (Finansdepartementet, 2004) er et eksempel på dette.

Modellene er benyttet til ulike analyser av energi- og miljøøkonomiske problemstillinger og politikktiltak over de siste 20 årene, se Alfsen mfl. (1996) for tidlige analyser og Bye (2008) for nyere analyser. De siste 15 årene har modellene spesielt blitt utviklet for å kunne benyttes til analyser av klimapolitikk ved å implementere muligheter for å analysere kostnadseffektive virkemidler som karbonskatter og kvotesystemer. Ved å utvikle slike integrerte modeller og benytte dem til framskrivninger og politikkanalyser, bidrar man både til å øke forståelsen for miljøpolitiske problemstillinger blant økonomer, og til å utvikle forståelsen i den miljøpolitiske debatten generelt om sammenhengene mellom miljøpolitikk og økonomi.

Den siste versjonen av Statistisk sentralbyrås generelle likevektsmodell, MSG6, er spesielt utviklet for energi- og miljøpolitiske analyser.<sup>2</sup> Modellen spesifiserer 60 varer, 40 produksjonssektorer og 19 konsumgoder (varer og tjenester). Den gir en detaljert beskrivelse av energi- og miljøpolitiske virkemidler, andre skatter, avgifter, subsidier, overføringer og offentlige utgifter. Den modellerer Norge som en liten og åpen økonomi hvor alle priser og renten er bestemt på verdensmarkedet. Den representative konsumenten tilpasser sitt tilbud av arbeid og forholdet mellom sparing og konsum slik at velferden blir størst mu-

<sup>2</sup> Heide, mfl. (2004) gir en detaljert beskrivelse av den økonomiske modellen, mens Bruvoll mfl. (2003) gir en kort beskrivelse av den tilhørende utslippsmodulen. Strøm (2007) gir en detaljert beskrivelse av utslippsmodellen.

lig, gitt en balansert utvikling i utenlandsformuen på lang sikt. Modellen gir en detaljert beskrivelse av Norges energiproduksjon, inkludert utvinning, produksjon og eksport av olje og gass fra Nordsjøen og Barentshavet.

Utslipp til luft av 12 ulike komponenter i utslippsmodulen er knyttet til økonomisk aktivitet som bruk av innsatsfaktorer, produksjon og konsum på et detaljert nivå, se Strøm (2007). MSG6-modellen spesifiserer de seks klimagassene som inngår i Kyoto-avtalen og i tillegg seks andre komponenter (svoveldioksid  $\text{SO}_2$ , nitrogenoksider  $\text{NO}_x$ , karbonmonoksid  $\text{CO}$ , flyktige organiske komponenter NMVOC, ammoniakk  $\text{NH}_3$  og partikler ( $\text{PM}_{2,5}$  og  $\text{PM}_{10}$ )). Den økonomiske modellen avstemmes til data fra nasjonalregnskapet (NR). Tallfestingen av de ulike parameterne i den økonomiske modellen bygger på ulike kilder som data fra NR og mikrodata om husholdninger og bedrifter. Utslippsmodulen skal avstemmes til energidata fra to ulike kilder, NR (verditall i faste priser) og energiregnskapet (fysiske enheter), må knyttes sammen. I tillegg knyttes utslippsdata fra miljøstatistikken til energidataene fra NR.

For å sikre at den integrerte MSG6-modellen gir en god beskrivelse av sammenhengen mellom økonomiske variable, energibruk og -produksjon, og utslipp til luft, er det viktig at energi- og utslippsdataene i de ulike statistikkgrunnlagene bygger på samme kilder og aggregeringsnivåer. Hvis dataene ikke bygger på samme kilder kan de beregnede utslippskoeffisientene (basert på både NR og energiregnskapet) som inngår i utslippsmodulen til MSG6-modellen avvike betydelig fra de faktiske utslippskoeffisientene som kommer fra miljøstatistikken. Framskrivninger av utslipp basert på MSG6-modellen kan da bli misvisende. Det samme vil gjelde for utslippseffekter av politikkanalyser foretatt på MSG6-modellen.

I de siste årene er den integrerte MSG6-modellen spesielt blitt benyttet til å analysere effekter på samfunnsøkonomisk effektivitet av ulike klimapolitiske virkemidler. Bye og Nyborg (2003) analyserte effekter på samfunnsøkonomisk effektivitet av om Norge erstattet sitt differensierte system for  $\text{CO}_2$ -avgift med et system med lik  $\text{CO}_2$ -avgift, auksjonerte kvoter eller gratis kvoter for alle utslippskilder. Studien viser at auksjonerte kvoter for alle utslippskilder gir en samfunnsøkonomisk effektivitetsgevinst, mens det differensierte systemet er bedre enn gratis kvoter til alle fordi det sistnevnte gir et tap i offentlige provenyinntekter som må dekkes inn av andre skatter og dermed gir et samfunnsøkonomisk effektivitetstap. Det er også gjennomført flere andre analyser som analyser av "grønne" skattereformer som innebærer at provenyet fra økt  $\text{CO}_2$ -avgift benyttes til å redusere en vridende skatt som for eksempel arbeidsgiveravgiften, analyser av utslippslekkasjer til utlandet av innenlands karbonpolitikk, og effekter av ulike kvotesystemer og klimapolitiske målsettinger.

e-post: Brita.Bye@ssb.no

## Dokumentasjon

Bye, B. (2008): Macroeconomic modelling for energy and environmental analyses: Integrated economy-energy-environment models as efficient tools, Documents 2008/14, Statistisk sentralbyrå.

## Referanser

Alfsen, K.H., T. Bye og E. Holmøy (1996): MSG-EE: An applied general equilibrium model for energy and environmental analyses, *Social and Economic Studies no. 96*, Statistisk sentralbyrå.

Bruvoll, A., T. Fæhn og B. Strøm (2003): Quantifying central hypotheses on environmental Kuznets curves for a rich economy: A computable general equilibrium study, *The Scottish Journal of Political Economy* 50 (2), 149-173.

Bye, B. og K. Nyborg (2003): Are Differentiated Carbon Taxes Inefficient?

A General Equilibrium Analysis, *Energy Journal* 24 (2), 2003, 1-18.

Heide, K.M., E. Holmøy, L. Lerskau og I.F. Solli (2004): *Macroeconomic Properties of the Norwegian Applied General Equilibrium Model MSG6*. Reports 2004/18, Statistisk sentralbyrå.

Johansen, L. (1960): *A multi-sectoral study of economic growth*, Amsterdam: North-Holland Publishing Company.

Finansdepartementet (2004): Perspektivmeldingen - utfordringer og valgmuligheter for norsk økonomi. St.meld. nr. 8 (2004-2005).

Strøm, B. (2007): Utslippsregnskap 1990-2004: Etablering av datagrunnlag for likevektsmodeller: Teknisk dokumentasjonsnotat, Notater 2007/13, Statistisk sentralbyrå.

