

Annegrete Bruvoll og Brita Bye

**Evaluering av effekter av virkemidler i
klimapolitikken**

Rapporter I denne serien publiseres statistiske analyser, metode- og modellbeskrivelser fra de enkelte forsknings- og statistikkområder. Også resultater av ulike enkeltundersøkelser publiseres her, oftest med utfyllende kommentarer og analyser.

© Statistisk sentralbyrå, Desember 2009 Ved bruk av materiale fra denne publikasjonen skal Statistisk sentralbyrå oppgis som kilde.	Standardtegn i tabeller	Symbol
ISBN 978-82-537-7717-7 Trykt versjon	Tall kan ikke forekomme	.
ISBN 978-82-537-7718-4 Elektronisk versjon	Oppgave mangler	..
ISSN 0806-2056	Oppgave mangler foreløpig	...
Emne: 01.04.10/01.02	Tall kan ikke offentliggjøres	:
Trykk: Statistisk sentralbyrå	Null	-
	Mindre enn 0,5 av den brukte enheten	0
	Mindre enn 0,05 av den brukte enheten	0,0
	Foreløpig tall	*
	Brudd i den loddrette serien	—
	Brudd i den vannrette serien	
	Desimaltegn	,

Forord

Den norske klimapolitikken består av en rekke ulike virkemidler. Avgiften på CO₂ ble innført i 1991, og et system for omsettbare utslippsrettigheter av CO₂ ble innført i 2005. Siden 2008 har det norske systemet vært integrert i det europeiske kvotemarkedet EU-ETS. Det er også avgifter på andre klimagasser, i tillegg til at det er bilaterale avtaler med industrien om utslippsreduksjoner. Subsidier tildeles gjennom en rekke tilskuddsordninger til energisparing og ny energiproduksjon, for å styrke forskning, utvikling og implementering av ny teknologi for rensing og lagring av CO₂-utslipp fra gasskraftproduksjon, og for å styrke overgangen til nye transportteknologier.

Disse virkemidlene er svært ulike i sin utforming. De angriper problemet dels direkte, dels indirekte, og mange inneholder omfattende unntak. Effektene på samfunnsøkonomiske kostnader og utslipp kan være vanskelige å måle av mange grunner. Aggregering av enkelt effekter vanskeliggjøres av at virkemidler har ringvirkninger på utslipp som berøres av andre virkemidler. Dermed risikerer man dobbelttelling når man summerer partielle effekter. Noen virkemidler vil kunne ha klare og relativt avgrensede effekter, men i prinsippet vil ethvert klimavirkemiddel ha ringvirkninger gjennom hele økonomien. Spesielt for brede virkemidler, som avgifter, er det viktig å få tak på disse samspillseffektene. For å få tak i effektene er den beste tilnærmingen å bruke metoder der en forsøker å isolere effekter av virkemidler fra alle mulige andre effekter i simultane modeller.

I denne rapporten går vi gjennom de ulike norske klimapolitiske virkemidlene og drøfter ulike metoder for evaluering av klimavirkemidlenes effekter på utslippene av klimagasser, og foreslår konkrete metoder for vurderinger av utslippseffektene av norsk klimapolitikk.

Prosjektstøtte: Finansdepartementet og Statens forurensningstilsyn.

Innhold

Forord	3
1. Innledning	5
2. Prinsipielle avklaringer	6
2.1. Hva er et klimavirkemiddel?	6
2.2. Flere virkemidler.....	7
2.3. Virkemidler og klimaeffekter i andre land	8
2.4. Dynamisk perspektiv	9
2.5. Referansebanen.....	9
3. De ulike virkemidlene	11
3.1. Avgifter på klimagasser	11
3.2. Kvotesystemer	12
3.3. Subsidier / tilskuddsordninger	13
3.4. Grønne sertifikater.....	14
3.5. Direkte reguleringer.....	14
3.6. Frivillige avtaler	14
4. Metoder for evaluering av virkemidler	15
4.1. Partielle analyser.....	15
4.2. Analyser av samlede/ totale effekter	17
4.3. Kontrafaktisk modellanalyse.....	19
4.4. Anbefalinger	20
5. Konkrete vurderinger av norsk klimapolitikk	21
5.1. CO ₂ avgiften for fastlands-Norge.....	23
5.2. CO ₂ avgiften for petroleumssektoren	23
5.3. Avgifter på HFK og KFK.....	23
5.4. Handel med utslippsrettigheter/kvotesystemet.....	23
5.5. Sluttbehandlingsavgiften, deponiforskriften, deponiforbud nedbrytbart avfall.....	24
5.6. Avtale med aluminiumsindustrien.....	25
5.7. Avtale om reduksjoner av SF ₆ i elektrobransjen.....	26
5.8. Pålegg om reduserte utslipp av NMVOC fra oljesektoren	26
5.9. Frivillige reduksjoner	26
5.10. Tilskudd gjennom Enova.....	27
5.11. Tilskudd til Gassnova	27
5.12. Byggforskrifter (reguleringer).....	27
5.13. Engangsavgiftene på biler	28
5.14. Anbefalte prioriteringer av analyser.....	28
6. Internasjonale evalueringer	29
7. SFTs metode for beregning av tiltakskostnader	31
8. Tidligere vurderinger av norske virkemidler og tiltak	32
9. Oppsummering	33
Referanser	34
Vedlegg: Utdrag fra prosjektavtalen	38
Figurregister	40

1. Innledning

Den norske klimapolitikken består av en rekke ulike virkemidler. Avgiften på CO₂ ble innført i 1991, og et system for omsettbare utslippsrettigheter av CO₂ ble innført i 2005. Siden 2008 har det norske systemet vært integrert i det europeiske kvotemarkedet EU-ETS. Det er også avgifter på klimagassenene HFK og PFK, og avgiften på deponering av avfall og forbudet mot deponering av organisk avfall er hovedsakelig begrunnet i utslipp av klimagassen metan. Det eksisterer også bilaterale avtaler med industrien om utslippsreduksjoner. Subsidier tildeles gjennom Enova til energisparing og ny energiproduksjon, der et delmål er å erstatte fossil energiproduksjon og redusere utslipp av klimagasser, gjennom Gassnova for å styrke forskning, utvikling og implementering av ny teknologi for rensing og lagring av CO₂-utslipp fra gasskraftproduksjon, og gjennom Transnova for å styrke overgangen til nye transportteknologier.

Disse virkemidlene er svært ulike i sin utforming. De angriper problemet dels direkte, dels indirekte, og mange inneholder omfattende unntak. Effektene på samfunnsøkonomiske kostnader og utslipp kan være vanskelige å måle. Samtidig som virkemidlene innføres, endres økonomien og dermed påvirkes kostnadene og utslippene også som følge av andre utviklingstrekk. Variasjonen i virkemidler og uklarheter om hva som faktisk er klimavirkemidler kompliserer vurderingene ytterligere. Aggregering av enkelteffekter vanskeliggjøres av at virkemidler har ringvirkninger på utslipp som berøres av andre virkemidler. Dermed risikerer man dobbelttelling når man summerer partielle effekter. Noen virkemidler vil kunne ha klare og relativt avgrensede effekter, men i prinsippet vil ethvert klimavirkemiddel ha ringvirkninger gjennom hele økonomien. Spesielt for brede virkemidler, som avgifter, er det viktig å få tak på disse samspillseffektene. Det er som regel ikke mulig å drive eksperimenter med virkemidler på en faktisk økonomi. For å få tak i effektene er den beste tilnærmingen å bruke metoder der en forsøker å isolere effekter av virkemidler fra alle mulige andre effekter i simultane modeller.

I denne rapporten går vi gjennom de ulike norske klimapolitiske virkemidlene med sikte på å foreslå metoder for evaluering som fanger effektene best mulig.

2. Prinsipielle avklaringer

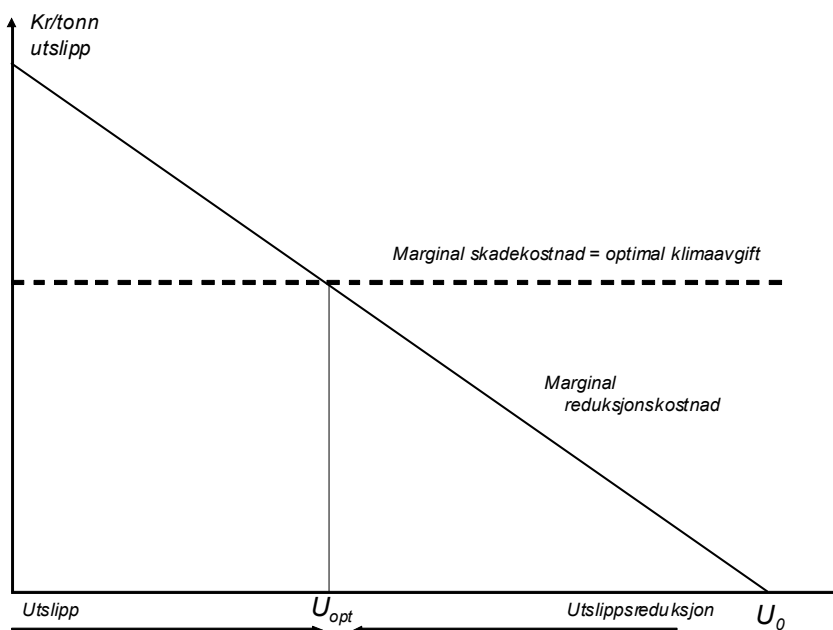
Standard økonomisk teori anbefaler normalt ett virkemiddel per målsetting. I praktisk politikk regnes imidlertid flere virkemidler å være rettet mot utslipp av klimagasser, samtidig som disse også er innrettet for å ivareta andre politiske målsettinger (Bruvoll og Dalen, 2008; Bruvoll, 2009). Det er derfor ikke opplagt hvilke virkemidler man skal ta utgangspunkt i, og hvilke utslippseffekter som skal regnes som del av den norske klimapolitikken. Før vi går inn på de bestemte metodene, vil vi klargjøre noen prinsipper som er viktige for de praktiske evalueringene.

2.1. Hva er et klimavirkemiddel?

Miljøavgifter er en type *Pigou-avgifter* (Pigou, 1920; Sandmo, 1975). Pigou-avgifter skal korrigere for effekter av *negative eksternaliteter*, det vil si negative konsekvenser av aktiviteter som påvirker andres velferd, og som aktørene ikke tar hensyn til, og internalisere disse i markedet.

Figur 2.1 illustrerer hva som er det optimale utslippsnivået for samfunnet ved utslipp av klimagasser U . De *marginale reduksjonskostnadene* er høyere jo lavere utslippene er (figuren lest fra høyre mot venstre): desto mer utslippene allerede er redusert, desto mer koster det å redusere ytterligere. De *marginale skadekostnadene* tilsvarer de ekstra kostnadene samfunnet påføres ved en enhets økning i utslippene. Vanligvis antas at marginalkostnadene er stigende – desto større utslippene er av klimagasser, desto større er den globale oppvarmingen. Men siden norske utslipp av klimagasser bare utgjør bare 1 promille av verdens utslipp, er det rimelig å anta at den marginale skadekostnaden er konstant for norske utslipp. Vi vil derfor i resten av denne rapporten anta en flat marginalkostnadskurve.

Figur 2.1. Kostnader ved utslipp og utslippsreduksjoner



U_0 i figur 2.1 illustrerer utslippene før man innfører klimapolitiske virkemidler. U_{opt} er det optimale utslippsnivået. Der er den marginale reduksjonskostnaden lik den marginale skadekostnaden, som igjen definerer den optimale prisen på utslippene. Ved høyere utslipp er skadekostnaden høyere enn reduksjonskostnaden, altså lønner det seg for samfunnet å redusere utslippene. Men reduserer man ytterligere, vil reduksjonskostnaden være høyere enn den nytten (reduserte skaden) en kan oppnå i form av reduserte utslipp.

Klimavirkemidler er virkemidler som har som primære formål å korrigere for de negative eksternalitetene knyttet til utslipp av klimagasser. Virkemidlene kan føre til reduksjoner langs hele den marginale reduksjonskostnadskurven.

2.2. Flere virkemidler

En rekke typer virkemidler er rettet mot klimagasser. Samtidig vil også virkemidler som er rettet mot andre mål påvirke utslippene av klimagasser. Dette reiser behov for noen avklaringer.

Spesielt er det vanskelig å skille fiskale avgifter fra avgifter som har en direkte klimabegrunnelse. Mens miljøavgifter skal korrigere for miljøkostnadene og internalisere disse i markedet, skal fiskale skatter skaffe inntekter til staten. Klimaavgiftene har som ett formål å påvirke tilpasningen i økonomien (Pigou, 1920), mens de fiskale skattene skal legges der de er minst mulig vridende på økonomisk aktivitet og være omvendt proporsjonale med etterspørselselastisiteten for godet (Ramsey, 1927; Diamond and Mirrlees, 1971).

Hvis et utslipp er pålagt en optimal klimaavgift eller er en del av kvotesystemet, er de eksterne kostnadene ved disse utslippene internaliserte i markedet.¹ Sandmo (1975) viser at den optimale avgiften på forurensende goder, som for eksempel fossile brensel, skal være en vektet sum av Pigou-avgiften og den fiskale avgiften. Ytterligere virkemidler utover Pigou-avgiften vil da prinsipielt ikke være rettet mot utslipp av klimagasser som eksternalitet.

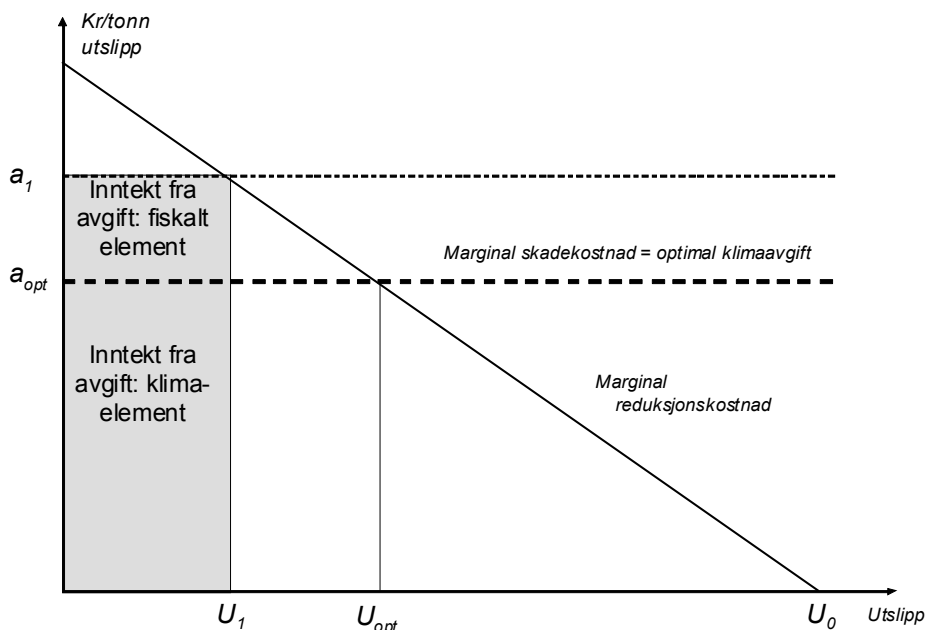
Dette betyr at avgifter utover Pigou-avgiften ikke skal regnes som et klimapolitisk virkemiddel, se Bruvoll (2009) for en grundigere diskusjon. Eksempelvis vil veiprisering rettet mot å dekke lokale kostnader ved transport ikke regnes som klimapolitikk, selv om det har utslippseffekter. En annen parallell er merverdiavgiften. Merverdiavgiften for eksempel på oljeprodukter er et eksempel på en avgift som har utslippskonsekvenser på samme måten som CO₂-avgiften på oljeprodukter. Denne kommer på toppen av CO₂-avgiften, og utslippseffektene av merverdiavgiften skal ikke regnes som effekter av klimapolitikk. De generelle avgiftene på mineralske produkter er heller ikke å regne som et klimavirkemiddel men som fiskalt begrunnet siden klimakostnadene allerede er beskattet i CO₂-avgiften (jamfør NOU 2007:8). Videre er mange utslipp regulert og priset høyere enn det som man med rimelighet kan regne som samfunnets vurdering av den marginale skadekostnaden, som for eksempel CO₂-utslipp fra bensin eller metanutslipp fra avfalldeponier (Bruvoll og Dalen, 2008).

I prinsippet skal en da kun regne virkningen av det klimapolitiske elementet i avgiften, mens det overskytende er å regne som virkninger av fiskale avgifter (Bruvoll, 2009). Dette er illustrert i figur 2.2. a_{opt} er den optimale avgiften og den overskytende avgiften, $a_1 - a_{opt}$, er i prinsippet en fiskal avgift. Utslipper U_1 er lavere enn det samfunnsøkonomisk optimale utslippet, U_{opt} , for denne utslippskilden.² Vanligvis regnes hele utslippsreduksjonen $U_0 - U_1$ som effekten av avgiften. Utslippreduksjonen som følger av klimavirkemiddelet tilsvarer $U_0 - U_{opt}$, og $U_{opt} - U_1$ er en utslippseffekt knyttet til fiskal beskatning, på linje med for eksempel effekter av merverdiavgiften.

¹ En viktig premisse er at man kjenner den marginale skaden, eller samfunnets verdsetting av klimagassutslipp. I denne sammenhengen legger vi til grunn at samfunnets vurdering reflekteres i de gjennomsnittlige klimaavgiftene, eller prisen på utslippsrettigheter.

² De samlede nasjonale / internasjonale utslippene er imidlertid generelt betraktet som for høye.

Figur 2.2. Utslippsavgift høyrer enn optimalt



Vi vil understreke betydningen av å vurdere om det ligger andre begrunnelser enn klimabegrunnelser bak virkemidlene, og at disse effektene skal isoleres når man skal vurdere virkninger av klimapolitikken. Hva som er den optimale avgiften (altså den marginale skadekostnaden) kan imidlertid ikke leses av markedsprisene, men vil i stor grad være et normativt spørsmål.

2.3. Virkemidler og klimaeffekter i andre land

Som vi vil komme tilbake til senere, vil alle klimavirkemidler ha ringvirkninger gjennom økonomien, og dermed påvirke utslipp også utenfor norske grenser. Endringer i eksport og import vil påvirke våre handelspartners utslipp, noe som er spesielt relevant for virkemidler rettet mot energimarkedet. For eksempel vil ikke endringer i norsk produksjon og konsum av fornybar kraft vil påvirke norske utslipp, siden verken forbruk eller norsk produksjon av elektrisitet medfører utslipp. Eventuelle effekter vil oppstå gjennom endrede utslipp fra kullkraftverk i våre naboland. Tilsvarende vil klimapolitikken rettet mot norsk petroleumsproduksjon også påvirke utslippene ute gjennom endret eksport. I Kyotolandene er imidlertid utslippene i prinsippet gitt, så effekten på globale utslipp vil være lik null. Det samme gjelder for endringer i kullkraftproduksjonen, som er regulert av EUs kvotesystem ETS.

For å oppfylle forpliktelsene i Kyotoavtalen kan Norge kjøpe kvoter i utlandet, eller delta i ulike former for samarbeid for utslippsreduksjoner i andre land, såkalte JI (Joint Implementation) og CDM (Clean Development Mechanism). I tillegg har Norge påtatt seg å redusere utslippene ytterligere gjennom tiltak mot redusert hogst av regnskoger, utenfor Kyotoavtalen. Det er stor usikkerhet knyttet til effektene av slike tiltak, også de som inngår som del av Kyotoavtalen fordi det ikke er utslippstak i u-landene (Hagem og Holtmark, 2008, gir en diskusjon av problemer knyttet til CDM). De reelle utslippsreduksjonene kan bli lavere enn beregnet dersom en overvurderer utslippsreduksjonene for hvert prosjekt, og fordi ringvirkninger kan føre til at utslippsreduksjonen delvis motsvares av økte utslipp i andre deler av økonomien.

Vurderinger av disse tiltakene krever egne beregninger og prinsipielle avklaringer for de enkelte tiltakene på samme måten som de innenlandske virkemidlene diskutert i denne rapporten. De tiltakene som inngår som en del av Kyotoavtalen bør evalueres for å avdekke om de oppfyller forpliktelsene.

I denne rapporten avgrensner vi oss til utslipp av klimagasser som inngår i rapporteringsgrunnlaget for norske utslipp, det vil si utslipp fra norsk territorium.

2.4. Dynamisk perspektiv

Endringer i produksjon og forbruk av fossil energi på kort sikt vil bidra til lengre levetid på de fossile energiresursene. Dette kan føre til at utslippene i fremtiden øker. Generelt er det en fordel at utslippene utsettes, siden de akkumulerte utslippene blir lavere over en lenger periode (Hoel, 2008; Kalbekken og Rive, 2007). Økt mulighet i fremtiden til fangst og lagring av utslipp av CO₂ vil også kunne redusere kostnadene ved de samlede CO₂-utslippene. Når man evaluerer effekter av klimavirkemidler er det viktig å skille med endringer innenfor ett år, og akkumulerte eller langsiktige endringer. Perspektivet avhenger av hvilken tidsperiode som analyseres.

2.5. Referansebanen

Å vurdere utslippsvirkningen av et klimavirkemiddel krever at en som sammenligningsgrunnlag anslår en referansebane for hva utslippene ville vært uten virkemidlet. Det er flere problemer knyttet til anslagene av slike referansebaner. Den historiske utviklingen vil være preget av de virkemidlene som har vært innført, og i etterkant vil det være vanskelig å kontrollere for hvilke forhold som er påvirket av klimapolitikk og hva som er mer uavhengig av denne. For eksempel er oljeprisen, som vi vanligvis tar som eksogent gitt, bestemt i verdensmarkedet. En strammere global klimapolitikk kan påvirke denne. I tillegg vil det være vanskelig å skille generell teknologisk framgang og teknologiendringer som følger av virkemidlene.

2.5.1. Teknologiendringer

Noen klimavirkemidler er rettet direkte mot teknologiendringer, mens andre påvirker teknologisk utvikling indirekte. I tillegg kommer den generelle teknologiske utviklingen som er uavhengig av politikkindringer. Vi skiller mellom fire typer teknologiendringer: (1) bevegelse over tid langs teknologifronten ("best available technology", BAT), (2) skift i teknologifronten, (3) endringer i utskiftningstakten av teknologien, og (4) engangsframskynding av teknologitakten, se figur 2.3. Figur 2.3 illustrerer hvordan ulike teknologiske endringer påvirker *utslippsintensiteten*.

(1) er *generell teknologisk framgang*, som er uavhengig av klimapolitikkindringer, og reflekterer at det hele tiden foregår en kontinuerlig teknologiutvikling og -utskiftning. Dette tilsvarer teknologifronten i referansebanen. Dette kan presenteres som at den marginale reduksjonskostnadskurven i figur 2.1 skifter innover. Det betyr at alt annet likt, vil utslippene per produsert enhet gå ned over tid.

(1) er altså teknologifronten i referansebanen, mens (2), (3) og (4) følger av virkemidler som kan utløse reduksjoner i utslippsintensiteten i forhold til referansebanen.

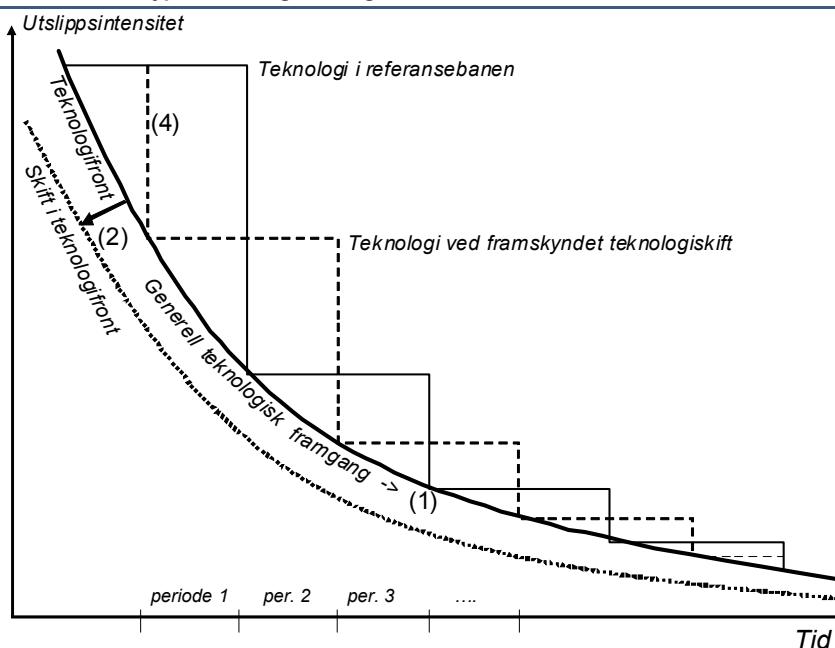
Noen virkemidler kan være rettet mot å framskynde utskifting av teknologi/kapitalutstyr (4) til BAT. Effekten av slike virkemidler er spesielt vanskelige å evaluere. Den generelle teknologiske framgangen (1) innebærer at effekten på utslippsintensiteten av slike virkemidler vil kunne bli helt eller delvis spist opp over tid.

La oss ta som eksempel et tiltak som medfører teknologiutskiftning i *periode 1* (se stiplet linje). Alt kapitalutstyr har en viss levetid. Uten dette tiltaket ville det ta lenger tid før utstyret ble skiftet ut. Tiltaket gir en umiddelbar reduksjon i utslippsintensiteten. Uten tiltaket ville utstyret blitt skiftet ut til frontteknologien BAT først i *periode 2* (referansebanen, heltrukket linje). Men da ser vi at utslippsintensiteten i

periode (2) ville vært lavere om ikke teknologien ble skiftet ut i *periode 1*. Utslippsintensiteten som følger av tiltaket er høyere enn i referansebanen i *periode 2*.

Det er altså ikke gitt at å fremskynde teknologiskift vil ha langsiktige virkninger på utslippsintensiteten og dermed utslippene.³ Med mange forurensere vil man ha en kontinuerlig utskiftingstakt. Effekten på utslippsintensiteten utgjøres av differansen mellom de to banene (heltrukket og stiplede linjer i figur 2.3), ikke av engangsskiftet i *periode 1*.

Figur 2.3. Ulike typer teknologiendringer



Klimavirkemidler kan føre til ulike typer teknologiskift, og disse vil altså ha fundamentalt forskjellige effekter på utslippsintensiteten. Dersom utskiftingstakten øker (skift (3); periodelengden i figur 2.3 reduseres), eller teknologifronten flyttes innover (skift (2)), vil den negative effekten på utslippsintensiteten være entydig og vedvarende.

³ Ved lineære teknologifunksjoner er utslippseffekten lik med og uten fremskyndet teknologiutskifting. Med marginalt avtakende reduksjoner i utslippsintensiteten, vil fremskyndet utskifting gi en samlet netto utslippsreduksjon.

3. De ulike virkemidlene

I dette kapitlet vil vi gå gjennom noen generelle hovedprinsipper knyttet til avgifter, subsidier, reguleringer og avtaler. De enkelte virkemidlene omtales nærmere i kapittel 5.

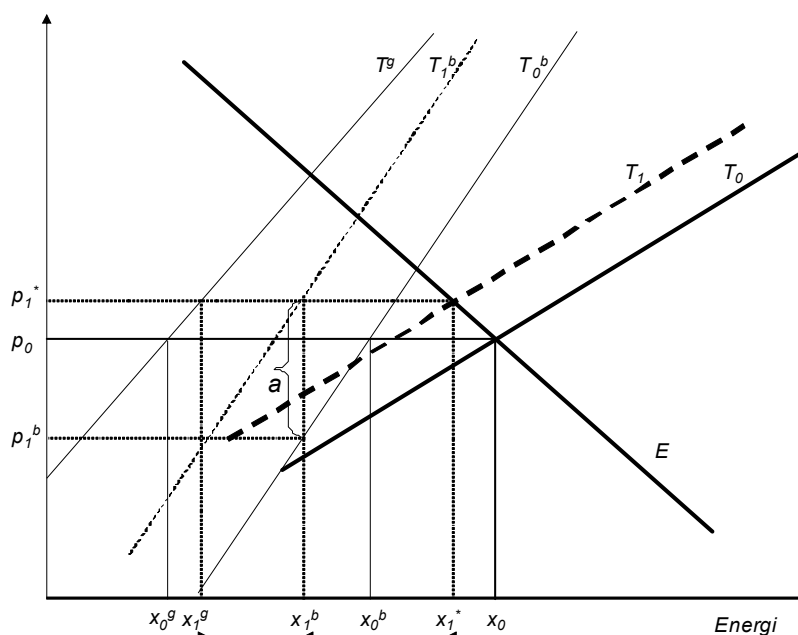
3.1. Avgifter på klimagasser

Klimaavgiftene og handelen med utslippsrettigheter er hovedelementene i de økonomiske virkemidlene i klimapolitikken. Avgiften på CO₂-utslipp ble innført i 1991, det er avgifter på klimagassenene HFK og PFK, og avgiften på deponering av avfall er begrunnet i utslipp av klimagassen metan (Miljøverndepartementet, 2001).

Standard anbefaling fra økonomisk teori er at alle utslippskilder stilles overfor en pris på utslippene som er lik for alle utslippskilder og alle klimagasser.⁴ Den optimale klimaavgiften tilsvarer marginal skadekostnad i figur 2.1. Avgiften kan være høyere eller lavere enn dette. Det norske avgiftssystemet for klimagasser er karakterisert ved ulike satser og unntak (sats=0). Ved en avgift lik marginal skadekostnad vil alle tiltak under marginal skade bli gjennomført. Dette sikrer *kostnadseffektivitet*.

Den partielle, umiddelbare effekten av avgiften a_1 er utslippsreduksjonen U_0-U_1 , se figur 2.2. Hvis avgiften ikke er høyere enn marginal skadekostnad skal hele utslippsreduksjonen U_0-U_1 regnes. For avvik fra dette prinsippet, se diskusjonen i 2.2.

Figur 3.1. Endringer i energimarkedet av en CO₂-avgift på fossil energi



(symboler: T=tilbud, E=etterspørsel, g=grønn/fornybar energi, b=brun/fossil energi, x=omsatt kvantum, p=pris, a=avgift, 0=tidsperiode før avgiften, 1=tidsperiode etter avgiften)

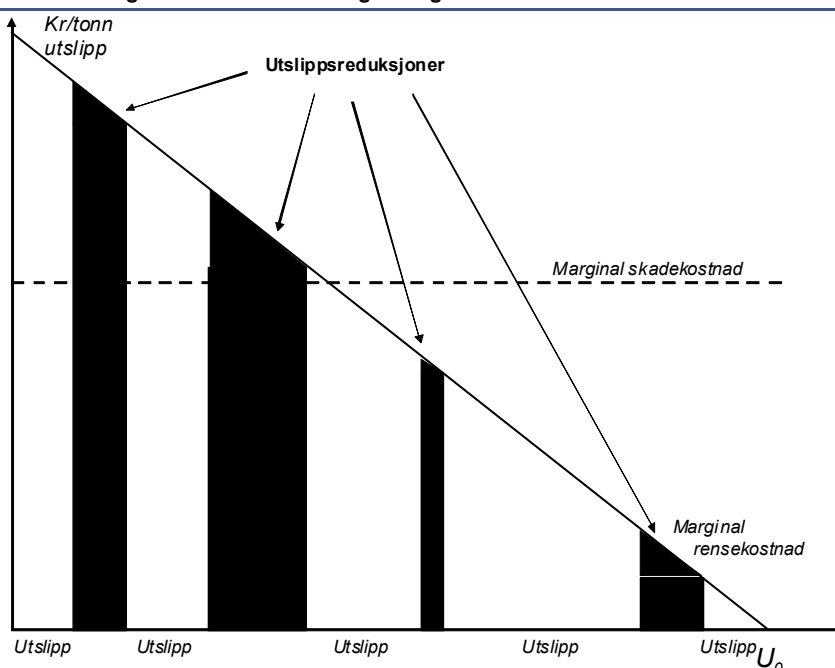
På grunn av samvirkninger med substitutter til de avgiftsbelagte aktivitetene vil utslippseffektene imidlertid avvike fra dette. Vi illustrerer dette med et eksempel på klimaavgifter lagt på fossil energibruk og hvordan dette påvirker det partielle energimarkedet. I figur 3.1 legges en avgift a på fossil energi i et forenklet, lukket marked der ulike energivarer (fossile og ikke-fossile) er substitutter. Som vi ser, går energiprisen opp, den totale mengden omsatt energi går ned, og det skjer en

⁴ En god gjennomgang av optimal og ”grønn” beskatning med spesiell vekt på samvirket mellom miljøskatter og fiskale skatter er gitt i Christiansen (1996).

vridning fra fossil energi over til grønn (ikke-fossil) energi. Reduksjonen i fossil energiproduksjon ($X_0^b - X_1^b$) er imidlertid mindre enn det partielle skiftet i tilbudskurven skulle tilsi ($T_0^b - T_1^b$). Det skyldes reduksjonen i energiprisen som øker etterspørselen, også etter fossile energivarer. Dette viser nødvendigheten av å se avgifter mot enkeltsektorer i sammenheng med øvrige markedsendringer. I neste omgang vil energimarkedet påvirke resten av økonomien og som vi vil komme tilbake til senere, er det nødvendig med generelle likevektsmodeller for å fange opp de samlede virkningene av klimaavgifter gjennom økonomien.

I praksis er det svært stor variasjon i avgiftssatsene. Avgiftene på klimagasser varierer fra 0 til nesten 900 kroner per tonn CO₂-ekvivalenter (Bruvoll og Dalen, 2008). Det betyr at utslipp reduseres til ulike marginalkostnader, se figur 3.2. Dermed eksisterer utslipp (hvite arealer) som har lavere marginale reduksjonskostnader enn de som fjernes (svarte arealer). Dette er ikke kostnadseffektivt, da de samlede utslippsreduksjonene oppnås til høyere kostnader enn ved en lik avgift som sikrer at de billigste reduksjonene gjennomføres.

Figur 3.2. Marginalkostnader ved reguleringer



3.2. Kvotesystemer

Norge innførte et system for omsettbare utslippsrettigheter av CO₂ i 2005, og siden 2008 har vi vært tilsluttet EUs kvotesystem, i første omgang med en forpliktelse for perioden 2008-2012.

I kvotesystemer settes et øvre tak på det totale utslippsnivået, fortrinnsvis U_{opt} , jamfør figur 2.1. Da blir prisen på utslippsrettigheter endogen bestemt (eksogen ved klimaavgifter, da er utslippsnivået endogen). I et kvotemarked med optimalt satt utslippsnivå og fullt omsettelige utslippsrettigheter blir prisen lik den optimale Pigou-skatten.⁵ Effekten av virkemiddelet framkommer som differansen på anslått utslipp uten kvote U_0 og kvoten U_1 , altså $U_0 - U_1$ for de utslippene som omfattes av kvotesystemet. Virkningen i energimarkedet vil bli den samme som for en avgift a (jamfør figur 3.1).

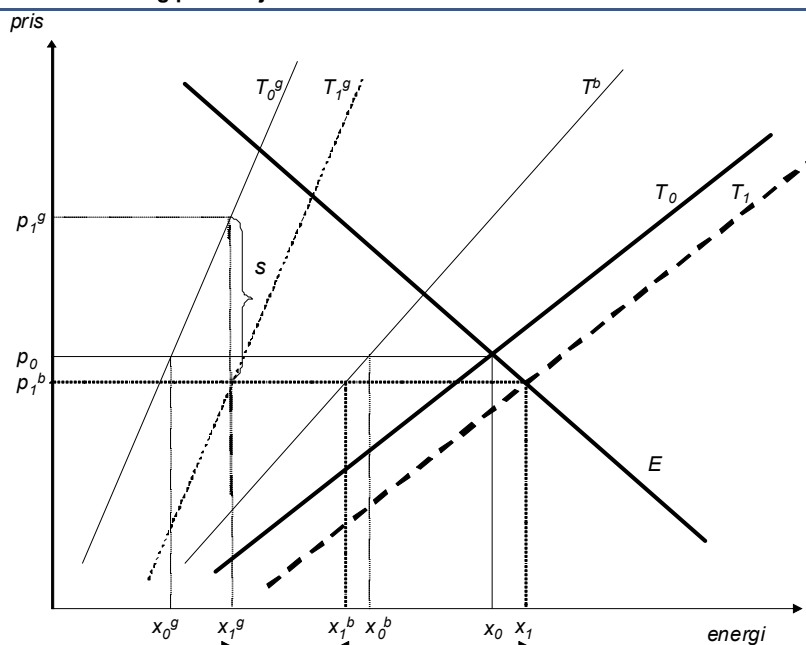
⁵ Ved gratis tildeling av utslippsrettigheter ivaretas effektivitetshensynet, og utslippseffekten av politikken kan vurderes på samme måte som avgifter, men da betaler ikke forurenser for de gjestående utslippene.

Prisen på utslippsrettigheter tilknyttet EUs kvotesystem vil være bestemt i EUs kvotemarked, og denne vil generelt avvike fra reduksjonskostnadene i resten av økonomien. Høsten 2009 har prisen ligget på rundt 110 kroner per tonn CO₂, litt over halvparten av den gjennomsnittlige avgiften for alle norske utslipp av klimagasser. Det innebærer at de kvotepliktige utslippene har en relativt lav marginal reduksjonskostnad sammenlignet med øvrige norske utslipp.

3.3. Subsidiar / tilskuddsordninger

Tilskuddsordninger i form av støtte til energiøkonomiseringstiltak og overgang til nye energiformer kan også ha klimapolitisk begrunnelse. Enova er det sentrale organet for utdelinger av slike tilskudd (subsidiar). Disse er indirekte klimapolitiske virkemidler, i det de er rettet mot alternativer til forurensningen/forurensende aktiviteter i stedet for mot selve utslippene av klimagasser. På grunn av samspillsvirkninger i energimarkedet vil ikke effekten av for eksempel økt antall fornybare energikilder direkte motsvares i reduksjoner i fossile energikilder. Dette illustreres i figur 3.3, der vi ser på et lukket marked der fossil og fornybar energi er substitutter (se Bye og Bruvoll, 2008, for en nærmere omtale og gjennomgang av skatter og subsidiar i energimarkedet).

Figur 3.3. Endringer i energimarkedet som følge av en subsidie til fornybar energiproduksjon



(symboler: T=tilbud, E=etterspørsel, g=grønn/fornybar energi, b=brun/fossil energi, x=omsatt kvantum, p=pris, s=subsidie, 0=tidsperiode før subsidiar, 1=tidsperiode etter subsidiar)

Som vi ser av figur 3.3, vil en subsidie s til fornybar energiproduksjon gi et positivt skift i tilbudskurven (T^g), og produksjonen av denne energitypen øker (fra X_0^g til X_1^g). Men som følge av økt totalt energitilbud vil energiprisen falle, og bare deler av produksjonsøkningen vil motsvares av redusert produksjon av fossil energi (T^b) (fra X_0^b til X_1^b). Skiftene blir de samme som når man subsidierer forbruk av fornybar energiforbruk, for eksempel pelletsovner eller varmepumper (disse kan både betraktes som produksjon og forbruk av fornybar energi). Et annet tiltak er subsidie til energisparing av en type energiforbruk (se Bye og Bruvoll, 2008). Det kan for eksempel være sparetiltak til oppvarming (uavhengig av om dette energiforbruket er basert på fornybar eller fossil energikilde). Dette vil gi et negativt skift i etterspørselen etter dette energiforbruket. Som følge av at totaletterspørselen etter energi går ned, reduseres energiprisene. Etterspørselen etter energi øker, og effekten blir mindre enn førsteordenseffekten av det opprinnelige tiltaket. Som følge av prisnedgangen øker etterspørselen etter energi både til oppvarming og øvrig energiforbruk.

For å få tak i klimavirkningene av direkte subsidier, kan en altså ikke regne at økninger i fornybar produksjon eller energisparing direkte motsvares i redusert produksjon basert på fossile energikilder. Totaleffektene på utslippene må analyseres innenfor generelle økonomiske likevektsmodeller, slik som totaleffektene av avgifter, jmfør kapittel 3.1.

3.4. Grønne sertifikater

Det legges opp til et felles norsk-svensk marked for grønne sertifikater fra 2012. Grønne sertifikater er en kombinasjon av avgifter (figur 3.1) og subsidier (figur 3.3). Forskjellen fra skissene i figur 3.1 og figur 3.3 er for det første at avgiften legges på elektrisitetsforbruket generelt. Det samsvarer med en skattlegging av all elektrisitetsproduksjon, både forurensende og ikke forurensende produksjon. Avgiften differensieres også, ved at industrien unntas. For det andre subsidieres bare *nye* fornybare energikilder, altså ikke fornybar energiproduksjon generelt (som i eksemplet i figur 3.3).

Både subsidie- og avgiftselementet bidrar til lavere produsentpriser og lavere produksjon av fossil energi. Hva som skjer med konsumentprisen, total energi-produksjon og de samlede utslippene av CO₂ er uklart. Ikke minst henger dette sammen med koplingen til det europeiske kraft- og kvotemarkedet. I figur 3.1 og 3.3 forutsatte vi relativt høye etterspørselselastisiteter (lukket marked), mens kraftmarkedet er preget av varierende nettbeskrankninger til utlandets mer eller mindre gitte priser. Høyere konsumentpriser på elektrisk kraft kan også føre til substitusjon over til oljefyring og høyere CO₂-utslipp. Virkninger på innenlandske utslipp må analyseres innenfor likevektsmodeller, se kapittel 4.

3.5. Direkte reguleringer

Direkte reguleringer innebærer at utslippene reguleres gjennom nærmere fastsatte grenseverdier for utslipp som for eksempel beste tilgjengelige teknologi. Til forskjell fra avgifter og omsettelige utslippsrettigheter vil ikke direkte reguleringer sikre kostnadseffektivitet. Eksempler på direkte reguleringer er det foreslåtte kravet om at en viss andel av omsatt mengde drivstoff til veitrafikken skal bestå av biodrivstoff. Dette samsvarer med at de reduserte utslippene kan ha ulike reduksjonskostnader per enhet, jmfør figur 3.2. Forurenseren betaler heller ikke for de gjenstående utslippene.

3.6. Frivillige avtaler

Frivillige avtaler kan inngås som alternativ til direkte reguleringer eller avgifter. Bedriften kan for eksempel påta seg utslippsreduksjoner for å slippe avgift eller å slippe å måtte kjøpe utslippsrettigheter i et kvotesystem. I motsetning til ved avgift betaler ikke forurenser for restutslippene (jmfør inntekt til staten fra avgift i figur 2.2). Det kan da lønne seg å inngå en frivillig avtale der utslippsreduksjonene er større enn de ville blitt om forurenserne ble pålagt en avgift siden de ikke må betale for de gjenstående utslippene. Effekten av avtalen er dermed avhengig av hvorvidt et realistisk alternativ med alternative kostnader eksisterer.

Effektene av avtaler er vanskelige å beregne, siden de marginale reduksjonskostnadene og endringer i disse ikke fremkommer. I tillegg vil det være asymmetrisk informasjon mellom regulator og forurenser. Blant annet er det vanskelig å beregne i hvilken grad, eller hvor stor del av utslippsreduksjonen som ville kommet uavhengig av avtalen. Generell teknologisk framgang sikrer at ny teknologi blir stadig mindre utslippsintensiv. Alt kapitalutstyr vil skiftes ut etter sin levetid, fra gammel teknologi til frontteknologien. Dette kan illustreres ved et skift innover i den marginale reduksjonskostnaden i figur 2.1. Dermed vil også utslippene, alt annet likt, reduseres over tid, illustrert ved skiftet fra U_0 til U_1 . Denne generelle effekten må skilles fra en evt. effekt som følge av avtalene.

4. Metoder for evaluering av virkemidler

I denne rapporten er hovedformålet å drøfte metoder for evaluering av hvilke utslippseffekter de ulike virkemidlene i klimapolitikken har hatt, dvs. etter at virkemiddelet er innført. Ethvert klimavirkemiddel vil føre til relative prisendringer og ha ringvirkninger gjennom hele økonomien. Et virkemiddel som innebærer en privatøkonomisk kostnadsendring eller regulering vil føre til endringer i relative priser og kvantum, både direkte i de relevante sektorene og for andre varer, og via samspillseffekter med andre aktører. Disse pris- og kvantumsendringene summerer seg opp til samfunnsøkonomiske kostnader av tiltakene. For en rekke virkemidler er det innført unntak som virker som subsidier av bestemte næringer (se Bruvold og Dalen, 2008, for omfanget av unntak i CO₂-avgiften). At noen sektorer er avgiftsbelagt og andre ikke fører til vridninger i økonomien som kan øke utslippene i forurensende sektorer som ikke betaler for sine utslipp. Et annet eksempel er at virkemidler som innebærer teknologiendringer i form av effektivisering vil ha inntektseffekter som vil påvirke utslippene. For eksempel vil mer effektiv energibruk frigjøre inntekter og dette kan øke utslippene andre steder. I dette kapitlet presenterer vi både partielle metoder (kapittel 4.1) som sektoranalyser, og mer generelle og økonomiovergrepene metoder som makroøkonomiske likevektsmodeller, såkalte CGE-modeller (Computable General Equilibrium models) (kapittel 4.2), for evaluering av virkemidler.

Det vanlige er å konsekvensutrede ulike virkemidler før de blir implementert i økonomien (ex ante) for å avdekke kostnader og utslippseffekter ved virkemidlene. Det er stort sett de samme metodene som benyttes for å evaluere effektene av virkemidlene uavhengig av om evalueringen foretas ex ante eller etter at virkemiddelet er blitt innført (ex post). Ved ex ante vurderinger må fremtiden anslås, og alle variable er usikre. Ved ex post beregninger kjenner vi historien i form av observerte historiske data, men ikke nødvendigvis årsakene til utviklingen. Både partielle og mer generelle modellberegninger kan benyttes til å avdekke slike årsaksforhold og anslå effektene av virkemidler også etter at de er innført, selv om det kan være enklest å benytte slike modeller i ex ante analyser. Ex post modellanalyser kan være en form for kontrafaktiske analyser som er nærmere omtalt i kapittel 4.3. Modellberegnete effekter av ulike virkemidler foretatt ex ante må ikke betraktes som realiserte effekter av virkemidler ex post.

I ex ante evalueringer måles effektene på utslipp og samfunnsøkonomiske kostnader ved å sammenlikne resultatene fra en simuleringsbane på en modell med et eller flere virkemidler implementert, med en referansebane som skal representere den forventede utviklingen uten virkemidlene. Problemstillinger knyttet til hva som er den relevante referansebanen er nærmere drøftet i kapittel 2.5. Slike ex ante evalueringer er en mye benyttet metode i forkant av innføring av konkrete virkemidler. Bye og Fæhn (2009) gir en oversikt over generelle modellanalyser av ex ante kostnader ved klimatiltak for Norge.

Å identifisere effektene av et virkemiddel ex post innebærer å lage anslag på hva som ville skjedd hvis virkemidlet ikke hadde blitt innført, alternativt å identifisere effektene av et virkemiddel i et datamateriale, med forholdsvis stor sikkerhet. I dette kapitlet redegjør vi nærmere for ulike metoder for slike anslag.

4.1. Partielle analyser

Partielle analyser omfatter evalueringer av virkemiddelbruk for en eller et begrenset antall aktører i økonomien. Eksempler på slike analyser kan være rene sektoranalyser, energimarkedsanalyser, forbruksanalyser, studier av enkeltbedrifter og enkelttiltak som for eksempel energiøkonomisering og støtte til grønn energi. Økonometriske analyser som er et viktig verktøy i kvantifiseringen av effekter av virkemiddelbruk er omtalt i kapittel 4.1.1. Dette er ex post analyser hvor man forsøker å kvantifisere effektene av virkemiddelbruk i et relevant datamateriale. Partielle modellanalyser som omtalt i kapitlene 4.1.2 og 4.1.3 kan i prinsippet

utføres både ex ante og ex post. Problemstillingene knyttet til hva som er den relevante referansebanen i de ulike tilfellene er nærmere omtalt i kapittel 4.1.2. Anslag på samspillseffekter med andre sektorer/aktører i økonomien, andre virkemidler for den relevante sektor/aktør og effekter på andre typer utslipp enn klimagasser inkluderes ikke i partielle analyser.

4.1.1. Økonometriske analyser

Ved hjelp av økonometrisk analyse kan man kvantifisere partielle effekter av ulike virkemidler, dvs. om for eksempel kvantums-, pris- og teknologiendringer kan følge av endringer i klimavirkemidlene. Hvilket virkemiddel som skal analyseres vil avgjøre om det er relevant å bruke et tidsseriebasert datamateriale eller om et panel- og eller tverrsnittsmateriale vil være det beste. Hvis det er prisvariasjoner mellom ulike typer brukere som ikke skyldes variasjoner i prisen på CO₂-utslipp, vil tverrsnittsanalyse være egnet. Det vil da være mulig å estimere pris- og inntektselastisiteter som kan benyttes til å anslå effekter av avgifter og kvotepriser. Tilsvarende gjelder for et historisk materiale hvis det er prisvariasjoner over tid.

For å kunne gjennomføre relevante økonometriske analyser trengs altså ulike typer datamateriale. I tillegg til data tilgjengelig i den offisielle statistikken, kan det også være behov for å gjennomføre separate undersøkelser som spørreundersøkelser/intervjuer i husholdninger, bedrifter og kommuner, landsammenligninger for enkeltsektorer (land med og uten like tiltak) eller prøveordninger (eksperimentsituasjon).

Økonometriske analyser kan for eksempel benyttes til å avdekke om et virkemiddel som støtte til installering av varmepumper har ført til at varmepumper erstatter forbruket av fossile brensel til oppvarming, eller om virkemiddelet har substituert andre typer oppvarming som ved/biobrensel.⁶ I hvilken grad andre substitusjonsflater er til stede vil kunne avdekkes i et datamateriale. Resultater fra økonometriske analyser kan implementeres i form av parameterverdier i ulike markedsmodeller som detaljerte energimarkedsmodeller eller økonomiovergripende generelle likevektsmodeller (CGE-modeller). Et annet eksempel er å gjennomføre økonometriske analyser av enkelt næringer (eks. aluminiumsindustrien). Dette kan gjøres i form av paneldatastudier mellom land med eller uten tiltak mot utslipp av klimagasser. Slike studier kan avdekke om tiltakene i Norge har hatt noen effekt på kostnader (teknologiutvikling) og utslipp.

Økonometrisk analyse kan som sagt benyttes til å evaluere elastisitetene/parameterne som inngår i de økonomiske modellene (for eksempel i CGE-modeller). Dersom parameterne i modellene er estimert over en tidsperiode, enten på tidsseriedata eller paneldata, vil de inneholde elementer av teknologisk utvikling som ligger i datamaterialet. Hvis det ikke spesifiseres en eksplisitt trend- eller teknologivariabel med en tilhørende estimert parameter, vil slike trend- eller teknologieffekter være innbakt i andre parametre i modellen som pris- og inntektselastisiteter. Avgifter på fossile brensel og tilsvarende kvotepriser er representert i kjøperprisene. Parametre som er estimert på et datamateriale med endringer i prisene på fossile brensel er derfor velegnet til å brukes for å anslå effekter av avgifter ex ante. Varige endringer i markedsforhold og teknologitilgang kan imidlertid gi endringer i substitusjonsparametre, føre til endringer i hvilke substitusjonsflater som er til stede, og dermed endre pris- og inntektselastisiteter og andre kostnadsforhold. Slike endringer vil også kunne få konsekvenser for modelleringen i de økonomiske likevektsmodellene. De økonomiske modellene bør oppdateres og parametrene reestimeres for å ta hensyn til nye strukturer og teknologier som utvikles over tid. Dette gjelder både partielle markedsmodeller og CGE-modeller.

⁶ Et eksempel på en evaluering av en tilskuddsordning er evalueringen av Skattefunn-ordningen, Cappelen m. fl. (2008). Hægeland og Møen (2007) analyserer addisjonalitet i FoU-virksomhet i forhold til tilskuddsordninger.

4.1.2. Sektoranalyser

Måling av utslipp fra punktutslippsskilder: Forurensningsmyndighetene overvåker store utslippsskilder og evaluerer status i forhold til om pålegg og forbud har blitt gjennomført og gitt de forventede effektene. Det kan være nyttig å gjennomføre separate studier av bedrifter for å avdekke om virkemidler eller trussel om bli innlemmet i for eksempel et kvotesystem er av betydning for når og hvilken type ny teknologi som velges. Det kan være vanskelig å få tilgang til /tak i et data-materiale som gjør det mulig å identifisere slike effekter. Vi kommer nærmere tilbake til denne problemstillingen i kapittel 5.

Sektormarkedsmodeller modellerer både tilbuds- og etterspørselssiden i en bestemt sektor. Reguleringer av punktutslipp eller støtte til en spesiell type virksomhet (eks kollektivtransport), kan analyseres innenfor en markedsmodell for den relevante sektoren. Direkte utslippsreguleringer og kostnader/subsidier faller direkte på den aktøren som blir regulert. Utslippseffekter og effekter på samfunnsøkonomiske kostnader i form av endringer i konsument- og produsentoverskudd kan beregnes i slike sektoranalyser. De samme begrensingene i forhold til samspillseffekter med resten av økonomien som omtalt innledningsvis i kapittel 4.1 gjelder også her.

4.1.3. Partielle analyser av energimarkeder

Energimarkedsmodeller benyttes til å evaluere enkelttiltak som er rettet inn mot mer detaljerte energiformer enn det som vanligvis er modellert i CGE-modeller. Da vil man få med samspillseffekter med andre energiformer både på tilbuds- og etterspørselssiden. For eksempel vil et subsidie til grønn energi bare delvis fortrenge bruken av brun energi til produksjon av elektrisitet, jfr. figur 3.3. Dette skyldes reduserte elektrisitetspriser. I tillegg vil etterspørselen etter alle typer energiformer øke som følge av den positive inntektseffekten subsidiet har for den representative konsumenten. Partielle modeller kan beregne effekter på utslipp innenfor en nærmere spesifisert del av økonomien. I Statistisk sentralbyrå er det utviklet partielle markedsmodeller for husholdningenes energiforbruk (Halvorsen, Larsen og Nesbakken, 2007), det nordiske energimarkedet (Aune, Bye og Hansen, 2005; Bye, Bruvoll og Aune, 2008) og det europeiske energimarkedet i samarbeid med Frisch-senteret (LIBEMOD, Aune, Golombek, Kittelsen og Rosendahl, 2008). Andre markedspriser, kostnader og ressurstilgang enn de som er bestemt i den partielle markedsmodellen er antatt konstante. Energimarkedsmodeller kan også brukes som undermodeller til, eller i samspill med, CGE-modeller.

4.2. Analyser av samlede/totale effekter

For å beregne de totale effektene på utslipp av klimagasser av implementering av et virkemiddel er det nødvendig å ta hensyn til samspillseffekter med alle andre sektorer og aktører i økonomien, og samspillseffekter mellom ulike typer virkemidler. Direkte aggregering av de partielle effektene på utslipp for hver aktør vil overvurdere de samlede utslippsreduksjonene. Generelle, numeriske, økonomiske likevektsmodeller (CGE-modeller) tar hensyn til mange slike effekter og er dermed et godt egnet verktøy for å evaluere effekter av virkemidler. En CGE-modellanalyse av de samme virkemidlene vil gi lavere utslippsreduksjoner og lavere samfunnsøkonomiske kostnader enn ved direkte aggregering av partielle effekter. Dette fordi ressursene som blir ledige et sted i økonomien vil finne alternativ anvendelse et annet sted, og fordi tilpasningen til virkemidlet i noen tilfeller vil kunne skiftes over til steder hvor de gir mindre kostnader for samfunnet. Når konkrete utslippsmål står sentralt i politikken blir også den andre hovedeffekten av å benytte en CGE-modell svært viktig. Utslippseffektene av et virkemiddel påvirkes også av at ressursene flyttes, og økt aktivitet i andre sektorer kan bidra til økte utslipp. Nettoeffekten på utslippene kan dermed bli mindre enn hva førsteordenseffekten tilsier.

4.2.1. CGE-modeller

Den ideelle CGE-modellen er egnet til å studere samlede effekter av virkemiddelbruk både ex ante og ex post. CGE-modellene for slike analyser bør gi detaljert beskrivelse av økonomien, energietterspørsel og -produksjon, ulike teknologier og

andre energi- og miljørelaterte forhold. Parametrene i produsentenes kostnadsfunksjoner og konsumentens etterspørselsfunksjoner bør være basert på økonomiske tidsserie- og tverrsnittsanalyser. Utslippene knyttes til økonomiske variable ved hjelp av utslippskoeffisienter.

CGE-modeller kan også gi en detaljert beskrivelse av mange økonomiske virkemidler. Teknologiutvikling generelt kan tas hensyn til ved å spesifisere faktor-spesifikk teknologisk endring som en gitt trend. Det er også mulig å modellere endogen teknologiutvikling (skifte i teknologi som følge av virkemiddelbruk), enten i form av utvikling av nye teknologier og/eller ved at nye, kjente teknologier kommer inn gitt at det er økonomisk lønnsomt for aktørene. I det siste tilfellet vil teknologiutviklingen påvirkes av økonomiens utvikling og bruk av virkemidler.⁷

Det finnes mange eksempler på analyser av klimapolitiske virkemidler *ex ante* med CGE-modeller både internasjonalt og for Norge. Bovenberg og Goulder (1996), Bøhringer og Rutherford (1997) og Bøhringer og Rosendahl (2009) er eksempler på internasjonale analyser, Hoel m. fl. (2007) gir en oversikt over nordiske analyser, mens Bye og Fæhn (2009) gir en oversikt over norske analyser av klimapolitiske virkemidler og problemstillinger de siste 20 årene. Statistisk sentralbyrå sin generelle likevektsmodell MSG6 er et eksempel på en CGE-modell for Norge som har en detaljert beskrivelse av energi- og miljøforhold og klimavirkemidler, og som har vært mye benyttet til analyser av klimatiltak, Bye (2008) og Bye og Fæhn (2009). MSG6-modellen er nærmere beskrevet i boks 5.1.⁸

CGE-modeller kan i prinsippet benyttes til å analysere alle typer virkemidler, men de er spesielt godt egnet til å analysere effekter av *økonomiske virkemidler* som kvotesystemer og avgifter. Dette gjelder uavhengig av om avgifter og kvotesystemer er generelle økonomiovergrepene virkemidler eller mer sektor- og varespesifikke.

Når det gjelder *direkte reguleringer* er virkemidler som retter seg direkte mot utslipp av CO₂ forholdsvis enkle å implementere i CGE-modeller fordi CO₂-utslipp er nært knyttet til bruk av fossile brenslers. Hvis reguleringen krever implementering av en bestemt teknologi, kan det settes et relevant utslippstak, og den tilhørende skyggeprisen beregnes ved CGE-modellen som også vil inkludere endrede kostnader og relative priser som følge av ringvirkninger gjennom økonomien. Dette gjelder både om utslippstaket gjelder for en aktivitet/sector eller samlet for flere aktiviteter/sectorer.⁹

CGE-modeller innebærer generell likevekt i alle markeder på ethvert tidspunkt. I hvilken grad det er modellert eksplisitte tilpasningskostnader som for eksempel kostnader knyttet til hvor raskt kapitalbeholdningen i en næring kan endres, eller tregheter i tilpasningen i arbeidsmarkedet som kan generere arbeidsledighet på kort/mellomlang sikt, vil påvirke de samfunnsøkonomiske kostnadene ved klimavirkemidler. Slike tilpasningskostnader er ofte nesten fraværende i CGE-modeller, se for øvrig Bye (2000) og Bjertnæs (2005) for unntak. Det innebærer at modellen er lite egnet til å si noe om kortsiktige tilpasninger til politikken, men desto bedre egnet til å si noe om hvordan den nye økonomiske likevektstilpasningen vil være som følge av en annen virkemiddelbruk. For å si noe om effekter av virkemidler på kort sikt er det mulig å benytte makroøkonomiske

⁷ Bye m. fl. (2008) presenterer en CGE-modell med endogen teknologisk utvikling, også for miljøteknologi. Modellen er anvendt til miljøøkonomiske analyser i Heggedal og Jacobsen (2008) og Bye og Jacobsen (2009). Fæhn m. fl. (2009) er et eksempel på innføring av kjente klimateknologier.

⁸ Heide m. fl. (2004) gir en nærmere beskrivelse av MSG6-modellen.

⁹ Etter hvert som nye teknologier kommer inn og endrer forholdet mellom bruk av en innsatsfaktor og det tilhørende forurensende utslippet, vil utslippskoeffisienten endres.

modeller for kort- og mellomlangsigtede analyser.¹⁰ Disse modellene er ofte mer ”stive” i beskrivelsen av omallokeringsmulighetene for ressursene i økonomien og spesifiserer eksplisitt tilpasningskostnader som arbeidsledighet og redusert kapasitetsutnyttelse. Moug m.fl. (2002) er et eksempel på en slik analyse.

Et viktig premiss for å benytte en CGE-modell til å analysere effekter av virkemiddelbruk er at modellen beskriver de mekanismene i økonomien som er sentrale for å forstå de relevante effektene. Dette gjelder aggregeringsnivå og parametere som er med å bestemme produksjon og forbruk av ulike varer, og hvordan disse reagerer på endringer i rammebetingelser som for eksempel endringer i avgifter og kvotesystemer. Dersom modellen har spesifisert produksjon og utslipp fra en aktivitet som eksogene, vil effektene av for eksempel avgifter ikke kunne beregnes direkte ved hjelp av modellen. Da må modellbrukeren foreta endringer i modellen eller eksogent anslå effektene av et virkemiddel. For å kunne evaluere om virkemidler har virket, er det nødvendig å ha tilgang på gode data for klimagassutslipp fra de enkelte kildene. Det er også viktig at utslippsdataene er koordinert med de økonomiske dataene som utslippene i stor grad relaterer seg til. Dette gjelder for eksempel utvikling i produksjon og forbruk av ulike energivarer og tilhørende priser og kostnader. Et annet moment er i hvilken grad CGE-modellene modellerer teknologiutvikling og hvordan teknologiutviklingen kan påvirkes av virkemiddelbruken.

4.3. Kontrafaktisk modellanalyse

I en kontrafaktisk modellanalyse anslår man hvordan økonomien og utslippene hadde utviklet seg hvis virkemidlet ikke var blitt innført. Ideelt sett skal en kontrafaktisk analyse gjennomføres på en referansebane som er identisk med den faktiske observerte utviklingen. Kontrafaktiske modellanalyser innebærer at man må ta stilling til hvilke verdier modelleksogene variable skal ha for å få fram effekter av ingen tiltak. Den historiske utviklingen er imidlertid preget av de virkemidlene som har vært innført. For sentrale eksogene variable som for eksempel oljeprisen og i noen grad elektrisitetsprisen kan endringer i internasjonal virkemiddelbruk ha betydning for prisutviklingen. Innenlandske virkemidler med begrenset effekter på handelen vil imidlertid ikke påvirke slike internasjonale priser. Et annet moment er teknologiutviklingen som også avhenger av virkemiddelbruken, se kapittel 2.5. Teknologierendringer som kan skyldes virkemiddelbruk kan være vanskelige å identifisere hvis ikke modellen spesifiserer endogen teknologisk utvikling og/eller valg mellom ulike teknologier.

Kontrafaktiske analyser kan gjennomføres på partielle modeller, mer kortsiktige makroøkonometriske modeller (for eksempel SSBs modell MODAG, Boug m.fl., 2008), eller makroøkonomiske CGE-modeller. For å gjennomføre den ideelle kontrafaktiske analysen bør modellen som benyttes kalibreres til utgangsåret hvor politikken ble innført og modellen må simuleres og treffe den historiske utviklingen fra basisåret. En slik historisk simulering er i liten grad vanlig å gjennomføre for CGE-modeller bl.a. fordi modellene er lite egnet til å si noe om tilpasningskostnader, og implisitt antar at kalibreringsåret beskriver en stasjonær-løsning. Makroøkonometriske modeller for kort-/mellomlang sikt modellerer i større grad tilpasningskostnader og tregheter og er slik sett bedre egnet til kontrafaktiske analyser. Imidlertid er disse modellene ofte mer aggregerte og energi- og miljøøkonomiske forhold er ikke godt nok representert i modellen. Alternativt kan man simulere en CGE-modell med historiske verdier for de eksogene variablene (gitt utenfor modellen) og korrigere resultatene for de endogene modellvariablene for eventuelle avvik mot de historiske dataene.

¹⁰ Statistisk sentralbyrås makroøkonometriske modell MODAG er et eksempel på en slik modell, Boug (2008). En ulempe ved disse makroøkonometriske modellene er at de ofte er mer aggregerte i nærings- og varestrukturen, og dermed mindre detaljerte på energi- og miljørelevante forhold.

Effektene av et virkemiddel finner man da ved å se på de prosentvise endringene fra den korrigerede referansebanen til den kontrafaktiske banen uten virkemiddel.¹¹ Jo mer detaljert CGE-modellen er, jo vanskeligere kan det være å finne tidsserier for alle relevante variable. Dette gjelder også for MSG6-modellen der en disaggregert produksjonsteknologi gjør det vanskelig å få tak i tidsserier for mange av modellens variable. Kontrafaktiske analyser på partielle modeller kan være enklere å gjennomføre fordi kravet til data og eksogene anslag er mindre for en mindre modell.

Vi omtaler problemstillinger knyttet til valg og utarbeiding av den relevante referansebanen i kapittel 2.5 og flere steder i kapittel 4. Utformingen av referansebanen vil være avhengig av problemstillingen som skal analyseres og metoden som benyttes. Det er derfor vanskelig å utarbeide noen generelle retningslinjer for generering av referansebaner. Dette må vurderes i hvert enkelt tilfelle.

4.4. Anbefalinger

CGE-modeller er relevante verktøy til å analysere effekter av økonomiover-gripende virkemidler som avgifter, kvotesystemer og subsidieordninger. Avgifter og kvotesystemer som omfatter CO₂-utslipp er forholdsvis enkle å modellere fordi de i stor grad er knyttet til forbrenning av fossile brensler, mens andre klimagasser enn CO₂-utslipp kan være vanskeligere å modellere fordi sammenhengene mellom den økonomiske aktiviteten og utslippene er mer komplekse. Disse utslippene inkluderes allikevel i flere modeller, som for eksempel MSG6-modellen som er nærmere omtalt i boks 5.1.

Direkte reguleringer kan implementeres dersom relevante utslipp og sammenhenger med økonomisk aktivitet er spesifisert, se for eksempel Ávitsland (2006). I hvert tilfelle må det vurderes om den aktuelle modellen er egnet, og om det er nødvendig med respesifisering/ny modellering på områder som er spesielt viktige for analyser av klimavirkemidler.

Den ideelle metoden er kontrafaktiske CGE-analyser av hvert enkelt virkemiddel partielt, og en analyse hvor alle virkemidlene er implementert simultant. Med den siste beregningen kan en anslå effektene av den totale klimapolitikken, mens de partielle virekmiddelanlysene på CGE-modellen vil gi bidraget fra det enkelte virkemiddel. Som omtalt i kapittel 4.3 er dette ikke trivielt, siden det er knyttet store utfordringer til bl.a. å anslå den historiske referansebanen, i tillegg til mangel på modellering av realistiske tidsforløp for mange variable. En alternativ strategi er å gjennomføre CGE-analyser av virkemidler fra et ex ante perspektiv. Dette er den metoden som er mest brukt. Det er også der utfordringer knyttet til å etablere en referansebane, se kapittel 2.5.

I praksis er de tilgjengelige CGE-modellene ikke ideelle i detaljeringsgraden på enkelte energi- og miljøområder, spesielt knyttet til enkelttiltak mot en næring/aktør. Det kan da være fornuftig å gjennomføre både CGE-analyser av enkelte brede virkemidler som avgifter og kvotesystemer, i kombinasjon med partielle markeds- og sektoranalyser. Økonometriske analyser kan supplere både CGE-analysen og partielle markeds- og sektoranalyser for å gi en mer detaljert beskrivelse av de initiale effektene i enkelte sektorer, samt som grunnlag for å vurdere eventuelle svakheter ved modellstrukturen mht. substitusjonsflater og effekter av teknologiendringer.

¹¹ Resultatene kan også dekomponeres i bidrag fra bl.a. skala- og substitusjonseffekter for å analysere de viktigste bidragene til utslippseffektene for de enkelte virkemidlene. Bruvoll og Larsen (2004) er et eksempel på en slik analyse av effektene av innføringen av CO₂-avgiften, der de beregner effekten av CO₂-avgiften ved å sammenlikne en bane med avgiften med en bane der avgiften er tatt bort. Dette er ikke en full kontrafaktisk analyse fordi man ikke sammenlignet med den faktiske økonomiske utviklingen over den historiske dataperioden.

5. Konkrete vurderinger av norsk klimapolitikk

Vi vil her gå gjennom de enkelte virkemidlene i den norske klimapolitikken og komme med forslag til hvordan utslippseffektene av disse kan anslås. Generelt vil vi anbefale metoder som ivaretar hele spekteret av samspillseffekter. Det er den ideelle løsningen, som også vil gjøre det mulig å evaluere virkemidler etter samfunnsøkonomiske kostnader. I praksis vil myndighetene imidlertid ha behov for å gjøre enklere vurderinger, enten fordi det ideelle verktøyet ikke foreligger, fordi en har behov for raske vurderinger, eller fordi effektene er relativt avgrensede slik at generelle likevektsanalyser antas å ikke være nødvendig. Vi vil derfor i enkelte tilfeller anbefale to nivåer av metoder.

Vår ideelle metode er evaluering ved hjelp av CGE-modeller. Spesielt er CGE-analyser godt egnet til å analysere brede virkemidler som CO₂-avgifter og kvotesystemer. Det vil også være relevant å analysere mer partielle virkemidler rettet mot enkeltsektorer i CGE-modeller, fordi sektorvirkemidler ofte vil ha ringvirkninger for resten av økonomien. For analyser av virkemidler for norsk økonomi er den generelle likevektsmodellen MSG6 det mest egnede tilgjengelige verktøyet, med hensyn til den detaljerte beskrivelsen av energi- og miljørelevante forhold.¹² Modellen benyttes av Finansdepartementet i forbindelse med langsiktige framskrivninger og analyser på norsk økonomi som i Finansdepartementet (2009). MSG6-modellen er kort beskrevet i boks 5.1. Mer detaljerte omtaler finnes i Heide m.fl. (2004) og Bye (2008).

En viktig fordel med modellene er at de gir et konsistent velferdsmål. Alle endringer som skjer direkte og indirekte i aktørenes tilpasninger vil til syvende og sist påvirke husholdningene i økonomien gjennom endringer i inntekter fra arbeid og kapital, overføringer og forbrukspriser. Endringer i husholdningenes nytte i dag og fremover danner grunnlag for målet på samfunnsøkonomiske kostnader ved politikken.¹³ Normalt vil aktører som må tilpasse seg klimavirkemidler påføres kostnader. De vil velge et energiforbruk, produksjonsnivå og konsum som oppleves mindre gunstig. Slike umiddelbare kostnader kan modifiseres eller forsterkes når atferdsendringene påvirker tiliggende markeder osv. Fordelingen av arbeidskraft og kapital mellom næringer vil endres, og også totaltilgangen på ressursene påvirkes gjennom utslag i arbeidstilbud og investeringer. Hvis det er produktivitetsforskjeller initialt mellom næringer, kan vi få mer eller mindre ut av samfunnets ressurser når de flyttes. Slike produktivitetsskiler vil ikke nødvendigvis bli tatt hensyn til i private aktørers beslutninger. I dette ligger det potensielt viktige forskjeller i mellom privatøkonomiske og samfunnsøkonomiske kostnader og gevinster ved endringer i klimapolitikken. Denne typen produktivitetsforskjeller kan følge av at markedene ikke fungerer godt, for eksempel preges av begrenset konkurranse, eller de kan skyldes at avgifter, skatter og subsidier "forstyrrer" prissignalene mellom tilbydere og etterspørere.

Den detaljerte modelleringen av offentlige inngrep er viktig for å kunne beregne effekter på ressursallokering og velferd av det offentliges budsjettbalansering. For eksempel vil støtte til klimateknologier kunne fortrenge andre velferdsgenererende offentlige utgifter eller kreve økte skatteinntekter og dermed gi økte skattevridninger, mens miljøavgifter og auksjonerte kvoter vil generere inntekter og kunne gi en potensiell velferdsgevinst.

¹² Det har eksistert CGE-modeller ved NHH/SNF-miljøet, men disse er mer aggregerte enn MSG6. Det har ikke foregått noe vesentlig arbeid på disse modellene de 10 siste årene, se for øvrig Håkonsen og Mathiesen (1997) for en analyse av grønne skattereformer.

¹³ Modellene skiller ikke mellom husholdninger og kan således bare måle totale velferds-kostnader, ikke fordelings-effekter.

Boks 5.1. MSG6-modellen

MSG6-modellen finnes i ulike versjoner, men alle er bygget rundt samme sentrale rammeverk. Modellen(e) gir en detaljert beskrivelse av energibruk og andre økonomiske aktiviteter som forårsaker utslipp, samt hvilke forhold og valg hos aktørene som påvirker disse aktivitetene. I en modellversjon er også utlandets utslipp inkludert, slik at utslipplekkasjer kan analyseres. I standardversjonen kan produkter og faktorer flyttes kostnadsfritt mellom ulike anvendelser. Arbeidskraften er kun mobil innad i landet, mens kapital også kan flyttes over landegrensen.

Modelleringen av atferd er basert på ulike empiriske studier. Konsumentene er representert ved én gjennomsnittlig konsument, hvis nytte i hver periode avhenger av konsumet av fritid og av 26 ulike konsumgoder. Den representative konsumenten bestemmer sitt konsum av fritid og de ulike godene slik at velferden (som er ensbetydende med den samfunnsøkonomiske effektiviteten) maksimeres, definert ved nåverdien av nytten som konsumet gir.¹ Energivarene transportdrivstoff, fyringsoljer og elektrisitet er spesifisert, og ulike forurensende og miljøvennlige transportformer kan erstatte egen bilbruk. Det foregår en reestimering av etterspørselselastisitetene i MSG6-modellen og en remodellering av produksjonen av transporttjenester for spesielt å implementere nye typer transportteknologier (biodrivstoff, elbiler, hybridbiler) og bruk av biomasse i husholdningene. Dette vil forbedre modellen og dermed analysene i forhold til tidligere beregninger. Husholdningene kan låne og spare i de internasjonale finansmarkedene hvor de antas å stå overfor en gitt rente, men en intertemporal budsjettbetingelse, som innebærer at utenlandsgjelden ikke eksploderer, må overholdes.

Modellen spesifiserer rundt 40 næringer og 60 produkter, som er klassifisert med tanke på å få frem forskjeller i utslipp og substitusjonsmuligheter som påvirker utslippene. Hver bedrift produserer egne produktvarianter som er ulike, slik at de oppnår en viss markedsrett i sine nisjer innenlands. Slik begrenset konkurranse gir opphav til forskjeller mellom samfunnsøkonomisk og privatøkonomisk avkastning av å flytte ressurser. Bedriftene maksimerer nåverdien av kontantstrømmen når de fastsetter produksjonsnivået og sammensetningen av innsatsfaktorer, inkludert én type arbeidskraft, ulike kapitalarter, varer, tjenester og energivarer, deriblant fossile brenslere. Økes produksjonen, øker kostnadene per produsert enhet (fallende skalautbytte). Produksjonen innenfor en næring kan også økes gjennom etablering. Etterspørerne får da fordel av at produktspektret øker (love of variety). Dette er en virkning av etablering som de nye produsentene ikke tar innover seg og er nok en kilde til avvik mellom samfunnsøkonomiske og privatøkonomiske vurderinger.

Norske bedrifter konkurrerer med utenlandske leverandører, både på hjemmemarkedene og utenlands. Prisene de konkurrerer mot er gitt på verdensmarkedene. For de fleste goder er det rom for ulik prisutvikling på norskproduserte og utenlandske varer i hjemmemarkedet (Armington-hypotesen). Det er også rom for at hjemmemarkedsprisene utvikler seg annerledes enn eksportprisene, modellert ved at det koster noe for bedriftene å vri seg mellom hjemme- og eksportmarkedene.²

Modellens produksjons- og forbruksaktiviteter er tilknyttet utslipp til luft slik de følger av utslippsregnskapet i Statistisk sentralbyrå. De seks Kyotogassene³ samt seks andre, lokalt og regionalt virkende gasser⁴, er inkludert, Strøm (2007). Beskrivelsen av klimavirkemidler inkluderer differensierte og uniforme CO₂-avgifter, nasjonale og internasjonale kvotesystemer, samt gratiskvoter, subsidier og kompensasjonsordninger for bedrifter. Direkte reguleringer som utslippstak, påbud om innføring av nye teknologier med mer kan også implementeres. Dette omtales nærmere i Bye og Fæhn (2009). Det pågår et arbeid med implementering av ulike renseteknologier i modellen (Fæhn m.fl. (2009). Det er forutsatt at myndighetenes budsjettbalanse alltid opprettholdes; det er opp til modellbrukeren å spesifisere hvordan.

¹ I standardversjonen er det ikke tilbakevirkninger fra lokale miljøforandringer som følge av utslipp til produktivitet og nytte for husholdningene.

² Denne modelleringen innebærer at eksportprisene ikke kan øke som følge av for eksempel CO₂-avgifter, hvilket utelukker samfunnsøkonomiske gevinster av verdiøkning på eksporten; såkalte bytteforholdsgevinster overfor utlandet. Eksportprisene er fullstendig bestemt av eksterne forhold på verdensmarkedet.

³ CO₂ (karbondioksid), CH₄ (metan), N₂O (lystgass) og fluorforbindelsene SF₆, KFK og HFK inngår i Kyoto-avtalen.

⁴ Modellene skiller ikke mellom husholdninger og kan således bare måle totale velferdskostnader, ikke fordelingseffekter.

5.1. CO₂ avgiften for fastlands-Norge

Anbefalt metode:

Utslippseffektene for fastlands-Norge kan med forholdsvis god presisjon anslås ved en kontrafaktisk CGE-analyse (MSG6) som i Bruvoll og Larsen (2006), hvor modellberegnete effekter av å fjerne avgiften ble sammenliknet med observerte utslippsdata for å anslå effekten på utslippene av innføring av systemet for CO₂-avgift (se kap 4.2). I denne analysen ble effektene for 1999 anslått. For å analysere effekten av dagens avgifter bør det gjøres nye analyser med dagens utgiftssatser som baserer seg på en oppdatert versjon av MSG6-modellen, hvor nye renseteknologier er implementert, fjr. omtalen i boks 5.1.

5.2. CO₂ avgiften for petroleumssektoren

Petroleumssektoren har siden 1991 hatt høye avgiftssatser på CO₂-utslipp. Etter at sektoren er innlemmet i kvotesystemet reduseres avgiftssatsen med den prisen sektoren betaler for utslippsrettigheter, slik at marginalkostnaden ved utslippsreduksjoner opprettholdes. Få analyser har vurdert effekten av CO₂-prising i petroleumssektoren. I følge ECON (1997) har CO₂-avgiften påvirket næringen til å ta i bruk mer klimavennlig teknologi. Produksjons- og utslippsendringer i petroleumssektoren styres eksogent i MSG6-modellen, og sektoren påvirkes ikke av prisendringer som følge av for eksempel avgiftsendringer.

Anbefalt metode:

Trinn 1: Det bør gjennomføres partielle analyser som identifiserer kostnadsstrukturer og teknologiendringer som følge av CO₂-avgiften og de andre klimavirkemidlene innenfor petroleumssektoren. En paneldatastudie med flere land som har en tilsvarende petroleumsproduksjon, men avvikende klimapolitikk vil kunne belyse om klimavirkemidlene rettet mot denne sektoren har hatt noen effekt på kostnadsstruktur og teknologivalg. Det vil for eksempel være interessant å sammenlikne med tilsvarende produksjon på britisk side av Nordsjøen fordi produksjonen i Norge og i Storbritannia forventes å ha sammenliknbare produksjonsforhold.

Trinn 2: For å få bedre grep om effektene av virkemidler i MSG6-modellen bør resultater fra økonometriske analyser av atferd og kostnadsstrukturer i petroleumssektoren implementeres i MSG6-modellen. Det vil gjøre det mulig å få med effekter på petroleumssektoren og relevante samspillseffekter med resten av økonomien. For petroleumssektoren som historisk har vært politisk styrt, er det ikke like relevant å gjennomføre en kontrafaktisk modellanalyse som for fastlands-Norge. Derimot er det relevant å gjennomføre tradisjonelle ex ante CGE-analyser av virkemidler.

5.3. Avgifter på HFK og KFK

I 2003 ble det innført en avgift på import av HFK og PFK på 187 kr per tonn CO₂-ekvivalent. I 2004 ble avgiften supplert med en refusjonsordning. Avgiften legges i stor grad importvarer.

Anbefalt metode: Her bør en gjøre en *partiell sektoranalyse*. Det kan være vanskelig å konstruere en referansebane, men en kan for eksempel sammenligne med importvaresammensetningen i andre land uten tilsvarende avgifter, og se på endringer i importvaresammensetningen før og etter innføring av avgiften.

5.4. Handel med utslippsrettigheter/kvotesystemet

For å overholde Kyotoforpliktelsene kan de norske utslippene enten reduseres nasjonalt, vi kan handle utslippsrettigheter i EUs kvotesystem, gjennom Kyotos kvotesystem, eller gjennom de såkalte fleksible mekanismene.

Det norske systemet for handel med CO₂-utslippsrettigheter ble presentert av Regjeringen i juni 2007. Systemet er videreutviklet i 2008, Finansdepartementet (2008). Vi er nå tilknyttet EUs kvotesystem EU-ETS, og dette setter et øvre tak på utslippene fra sektorene som i dag står for om lag 40 prosent av de norske utslippene av klimagasser. Utslippseffekten av denne klimapolitikken er dermed gitt ved utslippene i en referansebane uten kvotesystemet minus utslippskvoten som er basert på en historisk basis. En del av sektorene som ikke har kvoteplikt har CO₂-avgift, mens om lag 20-25 prosent av utslippene er helt unntatt avgift eller kvoteplikt. Hvor store utslippsreduksjoner Norge må foreta utenlands avhenger av hvor mye av utslippsreduksjonen politikerne bestemmer skal tas hjemme. I og med at forpliktelsen er bindende er de globale utslippseffektene av norsk klimapolitikk ved tilknytning til disse to systemene for handel med utslippsrettigheter i prinsippet gitt. Det har imidlertid vært stilt spørsmål om de fleksible mekanismene i Kyotoprotokollen er effektive nok mht. å redusere utslipp etter intensjonene.

Anbefalte metoder:

Metode 1: CGE-analyser er det relevante verktøyet for å generere konsistente referansebaner for de ulike sektorene i økonomien. Effekten av EU/ETS kvoteplikten for enkelte sektorer vil ha ringvirkninger for resten av økonomien, og dermed kunne påvirke utslippene i restsektoren og indirekte hvor mye kvoter som må kjøpes gjennom Kyotosystemet for at Norge skal overholde sine utslippsforpliktelser.

Metode 2: Partielle analyser med fokus på utslippseffekter og kostnader av hvert enkelt prosjekt som er benyttet i de fleksible mekanismene er aktuelt. I hvilken grad dette er prosjekter som kan gjennomføres av Norge alene, eller som må gjennomføres av FN sentralt i forbindelse med vurdering av prosjektporteføljen i CDM/JI, må avklares.

5.5. Sluttbehandlingsavgiften, deponiforskriften, deponiforbud nedbrytbart avfall

De overordnede målene i avfallspolitikken er å øke utnyttelsen av avfallet som en ressurs, redusere miljøgifter fra avfallet, og redusere utslipp av klimagasser (Miljøverndepartementet, 2007). Virkemidlene går på tvers av disse målene, og det er uklart hvor stort klimaelementet er i hvert virkemiddel.

Hovedvirkemidlene som er knyttet til klimagasser er *deponiforskriften*, *sluttbehandlingsavgiften* og *forbudet mot deponering av nedbrytbart avfall*. *Sluttbehandlingsavgiften* er delvis begrunnet i utslipp av klimagassen metan. Avgiften er rettet mot avfallsmengdene til deponier, ikke selve utslippene. Den direkte effekten av avgiften er dermed en reduksjon i deponerte mengder (over til gjenvinning og forbrenning) og tilsvarende reduksjoner i utslippene. Den implisitte klimaavgiften i deponiavgiften er svært høy i forhold til den internasjonale prisen på CO₂-utslipp (Bruvoll og Dalen, 2008).

Deponiforskriften stiller blant annet krav om avbrenning av metan. *Forbud mot deponering av nedbrytbart avfall* (med karboninnhold over en nærmere spesifisert grense) er under innføring i 2009 og vil redusere utslippene ytterligere. Effektene av denne avfallspolitikken bør evalueres samlet fordi de ulike tiltakene griper inn i hverandre. De som produserer avfall har plikt til å levere dette til godkjente mottak, og behandlingen innebærer full kostnadsoverveltning på de som leverer avfall. I den eksisterende versjonen av MSG6-modellen er utslippene av metan modellert gjennom eksogene utslippskoeffisienter knyttet til anslåtte genererte avfallsmengder, men det er ingen tilbakevirkninger av deponiavgiften på kostnadene til avfallsprodusentene.

Anbefalt metode

Trinn 1: Partiell sektoranalyse: Det bør utvikles en referansebane for deponerte mengder uten deponigassavgiften. En kan her ta utgangspunkt i genererte avfallsmengder og en gjennomsnittlig utslippskoeffisient per tonn avfall før klimapolitikk ble en eksplisitt del av avfallspolitikken, eventuelt supplert med informasjon om utslippskoeffisienter for land uten tilsvarende avgifter. Referansebanen bør videre inkludere effekter på deponerte mengder (som igjen påvirker den gjennomsnittlige utslippskoeffisienten) av økt gjenvinning/forbrenning som kommer av den øvrige avfallspolitikken, og teknologiske endringer i retning av alternative behandlingsmåter. Utslippene uten klimavirkemidler kan da beregnes med utgangspunkt i avfallsmengder til deponi. Ved å sammenlikne med realisererte utslipp vil den samlede effekten av klimapolitikken på avfallssektoren avdekkes. En viktig del av arbeidet med å utvikle en slik referansebane vil være å sortere hvilke deler av virkemidlene som er direkte rettet mot metan fra de andre målsetningene i avfallspolitikken.

Trinn 2: Sektormodellering og CGE-analyse: Det bør lages en detaljert avfallsmodell som inkluderer alle de nevnte sammenhengene. Pris- og kostnadsstruktur, kombinert med etterspørsels- og tilbudsforhold og utslippene bør modelleres. Resultatene fra en slik modell kan nyttiggjøres i MSG6-modellen slik at samspills-effekter med resten av økonomien beregnes. Forbud om utslipp fra avfallssektoren implementeres i MSG6-modellen som en restriksjon på utslippene fra sektoren. En tilhørende skyggepris kan beregnes. Et forbud om utslipp i form av deponiforbud innebærer også kostnader for avfallsprodusentene i form av at de må endre produksjonsteknologi. Den nye produksjonsteknologien må modelleres. Dette kan være forbundet med økte kostnader som må representeres i MSG6-modellen. Hvis ikke kostnadene er kjent kan de alternativt beregnes ved en skyggepris på CO₂-utslipp fra avfall (gitt utslippskranken).

5.6. Avtale med aluminiumsindustrien

I følge avtalen med aluminiumsindustrien skulle utslippene per tonn produsert mengde aluminium reduseres med 55 prosent fra 1990 til 2005. Allerede før avtalen ble inngått i 1997 hadde aluminiumsindustrien redusert utslippene med nær 40 prosent som følge av endringer i produksjonsprosessene (Statens forurensningstilsyn, 2005a). Det er derfor ikke rimelig å regne med at denne delen av reduksjonen skyldes avtalen.

Virkingen av de gjenstående 15 prosent reduksjon tilsvarer ca. 1,4 millioner tonn CO₂-ekvivalenter i 2005 i forhold til i 1997 (Statens forurensningstilsyn, 2005a). Men det har også vært en generell teknisk framgang etter at avtalen ble inngått, se diskusjonen i 2.5.1. Det betyr at en over tid beveger seg langs teknologifronten, se (1) i figur 2.3. For eksempel vil en gjennomsnittlig årlig teknisk framgang på 1,5 prosent over ti år redusere utslippene med 14 prosent. Denne effekten skal også trekkes fra virkingen av avtalen. Det er dermed sannsynlig at effekten av den frivillige avtalen er relativt begrenset. Videre bør en også justere for innhenting av fremskyndede teknologiutskiftninger, jmfør (4) i figur 2.3. En sammenligning med teknologien i aluminiumsindustrien i andre land uten tilsvarende avtaler vil kunne gi informasjon om både den teknologiske framgangen og gjennomsnittsteknologien i industrien, og avdekke rimelige anslag på gjennomsnittlig teknologisk endring.

Anbefalt metode:

Partielle sektoranalyser er egnet til denne problemstillingen. Med utgangspunkt i historiske data for denne industrien kan det utarbeides en referansebane for industrien. Ved hjelp av økonometrisk metode kan det avdekkes om den teknologiske framgangen i industrien/bedrifter er større eller mindre enn den generelle teknologiske framgangen for industri totalt. Formålet med en slik metode er å avdekke om noen av utslippsreduksjonen som har vært rapportert for aluminiumssektoren skyldes den frivillige avtalen. En paneldatastudie av bedrifter i

aluminiumsindustrien i flere land hvor landene skiller seg fra hverandre ved ulike nivåer på klimapolitiske tiltak, vil kunne identifisere forskjeller i kostnader og teknologiutvikling som kan skyldes klimapolitiske virkemidler.

5.7. Avtale om reduksjoner av SF₆ i elektrobransjen

I 2002 ble det inngått en avtale om gjenvinning og destruksjon av SF₆ fra elektrobransjen. Utslippene skulle reduseres med 13 prosent fra 2000 til 2005 og med 30 prosent fra 2000 til 2010.

I 2005 hadde bransjen redusert utslippene med 50-60 prosent i forhold til 2000-nivå (SFT 2005). Avtalen var altså overoppfyllt allerede etter tre år. Det gir sterke indikasjoner på at teknologiene ville blitt innført uavhengig av avtalen. Om reduksjonen skyldes generell teknisk framgang og/eller kjente teknologidringer som ville blitt gjennomført uansett, er imidlertid uklart.

Anbefalt metode: Også her er *partiell sektoranalyse* relevant. Det bør utarbeides en historisk referansebane for utslippene fra elektrobransjen. Ved å identifisere den teknologiske fremgangen i næringen ved hjelp av økonometrisk metode tilsvarende som i kapittel 5.6, er det mulig å sammenlikne den med generell teknologisk framgang for å avdekke om noe av framgangen kan tilskrives avtalen.

5.8. Pålegg om reduserte utslipp av NMVOC fra oljesektoren

NMVOC omdannes etter hvert til CO₂. NMVOC reguleres gjennom Gøteborg-protokollen, der formålet er å redusere dannelsen av bakkenær ozon. Utslippene av NMVOC var på sitt høyeste i 2001 og gikk bratt ned etter at det ble innført pålegg om utslippsreduksjoner ved lasting og lagring av råolje. Spørsmålet som må avdekkes er hvor stor del av reduksjonen som skyldes selve pålegget og om politikeffekten er vedvarende, eller om industrien selv ville iverksatt tiltak uavhengig av påbudet, som følge av teknisk framgang.

Anbefalt metode: Her kan en gjøre en *partiell sektoranalyse* der en sammenligner med utslippskoeffisienter fra oljesektoren i andre land uten tilsvarende pålegg. Utslippseffekten anslås ved å ta utgangspunkt i mengder av lastet olje og de beregnede forskjellene i utslippskoeffisienter.

5.9. Frivillige reduksjoner

De såkalte "frivillige utslippsreduksjonene" omfatter reduserte utslipp av SF₆ fra magnesiumproduksjon, N₂O fra salpetersyreproduksjon og økt bruk av biokarbon i sementindustrien. Med mindre alternativkostnader kan påvises, er det gode grunner til å ha som utgangspunkt at referansebanen er sammenfallende med virkningsbanen for frivillige avtaler. Sagt med andre ord: dersom reduksjonen er helt frivillig, medfører den trolig ikke kostnader for bedriftene. Eventuelle utslippsreduksjoner kommer da som følge av utskiftning av kapitalutstyr og bevegelse mot/langs teknologifronten, jamfør figur 2.3, som er uavhengig av tiltaket "frivillige reduksjoner".

Anbefalt metode: Partiell sektoranalyse: Metodene her er sammenfallende med metodene omtalt i 5.6 og 5.7. Det bør utarbeides historiske referansebaner for teknologiene i de aktuelle industriene. Ved hjelp av økonometrisk metode kan den teknologiske utviklingen i de ulike sektorene identifiseres og sammenlignes med den generelle teknologiske framgangen i andre industrier. Også her vil det være relevant å sammenligne med utviklingen i næringen i andre land som ikke har tilsvarende frivillige reduksjoner.

5.10. Tilskudd gjennom Enova

Enovas hovedformål er å bidra til å styrke forsyningssikkerheten og redusere utslippene av klimagasser (Enova 2009). Når man skal evaluere de klimapolitiske virkningene av Enovas virksomhet, må man avklare hvor stor del av hovedformålet som er rettet mot klima (jmfør kapittel 2.2). Det er hovedsakelig gitt støtte til energieffektivisering/-sparing og produksjon av ny fornybar kraft (vindkraft, fjernvarme). Subsidiert grønn energiproduksjon og energisparing vil ikke direkte motsvares i reduksjoner i annen energiproduksjon, jfr. kapittel 3.3. Disse likevekts-virkningene må tas hensyn til ved evaluering av Enovas tiltak. Energimarkedet er en del av EUs kvotemarked og utslippene er regulert der slik at tiltak som reduserer innenlandsk forbruk av elektrisitet ikke vil påvirke de samlede utslippene i Europa hvis kvoten er effektiv. Tiltak som fører til at biobrensel erstatter fyringsoljer til oppvarming vil føre til reduserte utslipp i Norge.

Anbefalte metoder

Metode 1: Ved hjelp av *økonometriske metoder* kan det analyseres om det har skjedd noen endringer i oppvarmingsteknologier og tilhørende forbruk av energivarer som følge av et av Enovas virkemidler, og i hvilken grad dette har påvirket pris- og inntektselastisiteter. Tiltakene bør evalueres for å identifisere om formålet med tiltakene oppnås, dvs. om det er en addisjonalitet i for eksempel energiøkonomiseringen i økonomien som kan identifiseres som en effekt av de konkrete tilskuddsordningene. Analyserer av tilskudd addisjonalitet i forsknings- og utviklingsaktiviteten kan være et metodisk utgangspunkt for slike analyser (Skattefunn-ordningen, Cappelen m. fl., 2008).

Metode 2: CGE-analyser: Tilskudd i form av subsidier til produksjon og forbruk av ulike grønne energier kan i prinsippet implementeres som subsidier til disse energiformene i MSG6-modellen. Imidlertid er disse tilskuddsordningene ofte utformet for spesifikke teknologier og energiformer som ikke er eksplisitt modellert i MSG6-modellen. LIBEMOD (Aune m. fl., 2008), som er en mer detaljert energimarkedsmodell for Europa, kan være et mer egnet verktøy fordi den setter den norske politikken i et europeisk energimarkedsperspektiv. Da får en tatt hensyn til at virkemidlene har samspillseffekter spesielt med andre energiformer i energimarkedene, men også med konsum og produksjon av andre varer og tjenester.

5.11. Tilskudd til Gassnova

Formålet med dette virkemidlet er å styrke forskning, utvikling og implementering av CCS teknologi for gasskraft. Dette må derfor i første omgang evalueres som et FoU prosjekt.

Anbefalt metode: Tilskuddsordningen bør evalueres i lys av om de har noen effekt i forhold til forskning, utvikling og implementering av ny teknologi, og om det observeres addisjonalitet i forhold til om tiltakene ikke hadde vært gjennomført. Vi viser også her til evalueringen av Skattefunn-ordningen som en mulig metode for et slikt prosjekt, Cappelen m. fl. (2008), Hægeland og Møen (2007). Utslippseffektene av disse tiltakene kan først evalueres når en eventuell ny teknologi er tatt i bruk.

5.12. Byggforskrifter (reguleringer)

Byggforskriftene setter krav til isolering og bruk av energisparende vinduer med mer. Dette er pålagte reguleringer som skal gjelde alle nye bygg. Det innebærer at alle nye bygg får økte investeringskostnader i bygningskapital, men at energikostnadene vil falle.

Anbefalte metoder

Metode 1: Effektene på energiforbruket kan identifiseres ved *økonometrisk analyse* av et datamateriale som har variasjon i forhold til om byggforskriftene har endret seg, se også kapittel 5.9.

Metode 2: CGE-analyse: Slike reguleringer kan implementeres i MSG6-modellen som økte kapitalkostnader knyttet til bygninger. Hvilken effekt dette har på energiforbruket og produksjon, og dermed utslippene av klimagasser vil avhenge av hvilke substitusjonsflater som er modellert. Resultatene fra økonometriske analyser i form av nye parameterverdier kan implementeres i MSG6-modellen.

5.13. Engangsavgiftene på biler

Engangsavgiftene på biler er i prinsippet fiskale avgifter, NOU 2007:8. De er imidlertid differensiert etter hvor mye CO₂-utslipp et kjøretøy har per kjørte kilometer. CO₂-utslippene er allerede prissatt gjennom CO₂-avgiften på bensin og diesel. Den reduserte engangsavgiften kan da ses på som en subsidie til kjøretøy med lavere utslipp.

Det er observert en vridning i kjøp av nye biler over mot biler med lavere CO₂-utslipp (jamfør substitusjonseffekten). Dette er i stor grad dieslbiler, som har lavere CO₂-utslipp enn bensinbiler. Utslippseffekten vil være usikker, siden kjøp av bil blir relativt billigere, noe som kan føre til at bruken øker og dermed også CO₂-utslippene (inntektseffekten).

Anbefalte metoder:

Trinn 1: Utslippseffektene kan evalueres ved hjelp av *økonometrisk analyse* av relevante data for kjøp og bruk av ulike typer biler og tilhørende drivstoffteknologier. Her vil det være viktig å identifisere substitusjonsflater mot andre drivstoffteknologier og samspillet mellom kjøp og bruk av bil. En slik analyse kan munne ut i en partiell modell for privat transport hvor pris-, krysspris- og inntektselastisiteter, sammen med ulike bilteknologier, er representert på en konsistent måte. En slik modell kan benyttes til ytterligere analyser av politikktiltak overfor privat transport og anslå utslippseffekter på lang sikt, når bilparken er skiftet ut med mindre CO₂-intensive biler.

Trinn 2:

CGE-analyse: Hvis man ønsker å analysere samspillseffekter med resten av økonomien, kan dette gjøres innenfor en CGE-modell som eksplisitt modellerer ulike bilteknologier. En slik partiell transportmodell som foreslått utviklet i Trinn 1 kan implementeres i en CGE-modell (MSG6-modellen) for å analysere totale utslippseffekter.

5.14. Anbefalte prioriteringer av analyser

Med utgangspunkt i ovenstående vurderinger og gjeldende anslag, se tabell i Vedlegg, vil vi foreslå at følgende analyser gjennomføres:

- En oppdatert CGE-analyse av dagens CO₂-avgifter, jfr. kapittel 5.1, kombinert med en analyse av kvotesystemet, jfr. kapittel 5.4.
- CO₂-avgiften offshore, jfr. kapittel 5.2.
- Avtaler med aluminiumsindustrien, jfr. kapittel 5.6.
- Virkemidler overfor avfallsdeponering, jfr. kapittel 5.5.
- Frivillige reduksjoner, jfr. kapittel 5.9.
- Tilskudd til ENOVA og GASSNOVA, jfr. kapittel 5.10 og 5.11.
- Effekter av differensierte engangsavgifter på biler, jfr. kapittel 5.13.
- Effekter av reguleringer

6. Internasjonale evalueringer

Det finnes en stor litteratur på av virkninger av klimapolitikk internasjonalt. Disse studiene er i stor grad rettet mot i hvilken grad politiske mål er nådd over tid (for eksempel Defra 2006, UCL Environment Institute 2007), og kostnader ved de ulike virkemidlene (for eksempel Energistyrelsen 2005), og er til dels svært generelle i formen (for eksempel "The green book, HM Treasury, år ikke oppgitt). De direkte utslippseffektene av hvert enkelt virkemiddel er derimot lite analysert.

En av de beste oversikter vi har funnet er utgitt av TemaNord (2000) og gir en oversikt over ulike metoder benyttet for vurderinger av CO₂-avgiftene i Norden. De fleste vurderingene bygger på ex-ante studier. Den mest brukte metoden er makroøkonomiske likevektsmodeller. Hoel m. fl. (2007) gir en oversikt over makroøkonomisk modellverktøy for klimaanalyser i Norden. Mikrosimuleringsmodeller, input-output analyser og intervjuer vært benyttet i både ex-ante og ex-post vurderinger av enkeltsektorer. Alle disse metodene har sine svakheter. I tillegg kommer at en rekke nye virkemidler har kommet til klimapolitikken de senere årene. Men utviklingen av et metodeapparat for evalueringer av politikken henger etter.

En meta-analyse over 262 evalueringer av klimapolitikken i EU (Haug m. fl. 2008) er representativ for bildet som skapes når en søker i litteraturen på evalueringer av klimapolitikken. Denne konkluderer med at det er vanskelig å svare på både hvorvidt politikken har vært effektive, og hvorfor noen typer politikk viker bedre enn andre. Det er dårlig oversikt over både hvordan adferden påvirkes av politikkvirkemidler, og liten innsikt i og overvåking av politikkeffektene. Selv om alle land er pålagt å rapportere politikk og utslipp til UNFCCC, konkluderer denne studien med at forståelsen av sammenhengen mellom politikk og utslipp fremdeles er lite kjent. De fleste evalueringene ser ikke på konkrete utslippseffekter målt i tonn utslipp. Når kvantifisering fantes, ble en rekke ulike teknikker benyttet, som ga ulike resultater. I en studie av klimagassutviklingen i Tyskland og England (Eichhammer m. fl. 2001) forsøkes effektene av enkeltvirkemiddel å isoleres. Hovedmetoden er å se på ett og ett virkemiddel partielt, uten å se på effektene i en makroøkonomisk likevektssammenheng. Kerr (2007) har sett på trender før og etter implementering av nasjonale klimapolitikk-pakker. Han konkluderer med at bare 4 av 21 land viser forbedrede utslippstrender, og bare ett funn er statistisk signifikant. Grunnen kan være sammenfall med trender som trekker i samme retning. Kerr (2007) advarer mot at slike sammentreff tolkes som resultat at suksessfull politikk utad, da det vil svekke politikktutforming. Siden klimapolitikken ofte framstilles som pakker av virkemidler, er det vanskelig å sortere ut signalene fra det som er klimapolitikken, og isolere dette fra andre faktorer som også påvirker utslippene. På bakgrunn av sin metaanalyse konkluderer Haug m. fl. (2008) at mye må gjøres før man kan skaffe oversikt over effektiviteten i virkemidlene.

På bakgrunn av de metaanalysen over de 262 studiene konkluderer Haug m. fl. (2008) videre med at klimapolitikken har flere mål utover klima, forurensner-betaler prinsippet er lite anvendt og frivillige avtaler er generelt lite effektive, med mindre de er kombinert med straff. Videre finner de at politikk-sterke grupper oppnår å velte kostnadene over på mindre innflytelsesrike grupper.

En vanlig framstillingsmåte er deskriptive beskrivelser av endringer i utslipp og ulike sammenfallende drivkrefter, gjerne dekomponert i skalaeffekter og endringer i sektorsammensetning, energiintensitet og energimiks, uten å forsøke å isolere selve politikkvirkningene (Helm m.fl. 2007).

Det danske Miljøministeriet (2005a,b) har beregnet både framtidige effekter som følge av klimavirkemidler, og anslått virkningene av allerede gjennomførte virkemidler. Virkemidlene er vurdert partielt, slik at samspillseffekter som følge av

pris- og kvantumsendringer ikke er ivaretatt. I stedet er det eksempelvis gjort antakelser om at energibesparelser / økt fornybar energiproduksjon har gitt tilsvarende reduksjoner i produksjon ved gjennomsnittlige danske kraftverk, og om lekkasjer til resten av det nordiske markedet. Virkemidlene omfatter hovedsakelig tilskudd til fornybare energikilder og energisparing, og avgifter på energi og utslipp, samt virkemidler overfor landbruk og avfall. Det er benyttet ulike metoder for å vurdere effektene av virkemidlene. For avgifter i transportsektoren er anslagene basert på en rekke elastisiteter for kjørelengde, energieffektivitet og bilparken størrelse (Miljøstyrelsen 2003).

7. SFTs metode for beregning av tiltakskostnader

SFT har beregnet sektorvise/tiltaksvisse kostnader av ulike tiltak som vil redusere utslipp av klimagasser, Statens forurensningstilsyn (2005b). Kostnadsanslagene inkluderer investeringskostnader og driftskostnader. For enkelte av tiltakene tas det også hensyn til endringer i produksjonskvantum. Det kommer ikke fram i metodeforklaringen om dette er sektoreffekter eller om man også forsøker å si noe om samspillseffekter mellom sektorer og/eller mellom ulike virkemidler. Effekter på andre typer utslipp er også inkludert for noen tiltak. Deretter utarbeides et begrep som kalles kostnader per enhet utslippsreduksjon, som betegnes som kostnadseffektiviteten ved et tiltak. Tiltakene rangeres deretter etter denne kostnadseffektiviteten og hvor mye utslippsreduksjoner de gir. Dette er SFTs tiltaksanalyse.

Denne metoden sier ikke noe om nødvendige virkemidler som må implementeres for å utløse de tiltakene som skisseres. Noen av tiltakene kan implementeres ved å pålegge forholdsvis enkle reguleringer, mens andre tiltak vil kreve enten svært stor grad av regulering (høy skyggepris på utslipp), eller strenge økonomiske virkemidler for å bli implementert. For eksempel er tiltakskostnadene ved overgang til kollektivtransport, og energiøkonomisering i transportsektoren lave i følge SFT. Det er imidlertid høyst uklart hvilke kostnader som er knyttet til virkemidlene som må til for å få realisert disse tiltakene, jfr. at transportarbeidet (i forhold til klimaeksternaliteten) med dagens CO₂-avgift faktisk står overfor en høy kostnad allerede. Andre eksternaliteter knyttet til transport som kostnader knyttet til kø, lokale utslipp og støy, kan imidlertid være for lavt priset.

8. Tidligere vurderinger av norske virkemidler og tiltak

I løpet av de siste 15-20 årene er det gjennomført mange analyser av ulike virkemidler og tiltak i den norske klimapolitikken. Bye og Fæhn (2009) gir en oversikt over norske CGE-analyser av ulike klimavirkemidler i denne perioden. Bruvoll og Larsen (2006) er et eksempel på en kontrafaktisk analyse av CO₂-avgiften og Bye og Jacobsen (2008) er en oppdatering av denne. I tillegg kommer sektorvise studier som for eksempel ECON (1997). Se også tabellen som oppsummerer anslag på virkninger i Vedlegg.

9. Oppsummering

Ethvert klimavirkemiddel vil ha ringvirkninger gjennom hele økonomien. Et virkemiddel som innebærer en privatøkonomisk kostnadsendring eller regulering vil føre til endringer i relative priser og kvantum, både direkte i de relevante sektorene, og via samspillseffekter med andre aktører. Ulike virkemidler vil også påvirke effekten av hverandre. Den enkle tilnærmingen er å anslå partielle effekter og summere disse. Men det vil ikke fange opp ringvirkningene, og generelt vil en slik tilnærming overvurdere de samlede kostnadene og utslippsreduksjonene. Generelt anbefaler vi at totale utslippseffekter studeres simultant i modeller som simulerer samspillseffektene. Generelle, numeriske, økonomiske likevektsmodeller (CGE-modeller) tar hensyn til mange slike effekter og er dermed godt egnede verktøy. Partielle analyser vil likevel være viktige, siden det kan være krevende å inkludere alle effekter i en CGE-modell, og analyser er vanskelige å framskaffe på kort sikt. Desto mer begrensede effekter virkemidlene har, desto mindre problematisk er det å foreta partielle analyser.

I praktisk politikk regnes flere virkemidler å ha klimapolitiske effekter, samtidig som de fleste virkemidlene rettet mot klimaproblemene viser seg å også være innrettet for å ivareta andre politiske målsettinger. Det er nødvendig å avklare grenselinjene mellom ulike politiske mål og at man ikke regner doble effekter av virkemidler som prinsipielt sett er rettet mot andre mål, som fiskale avgifter.

For å få et godt og konsistent bilde av effektene av den norske klimapolitikken bør de ulike virkemidlene analyseres etter samsvarende metoder, og helst bør effektene beregnes i en generell økonomisk likevektsmodell.

Referanser

Aune, F. R., T. Bye og P. Hansen (2005): Et felles norsk-svensk elsertifikatmarked, Rapporter 20, Statistisk sentralbyrå.

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

Bjertnæs, G. H. (2005): Avoiding Adverse Employment Effects from Energy Taxation: What does it cost? Discussion Papers 432 - Statistics Norway.

Boug, P. (2008): MODAG – en makroøkonomisk modell for norsk økonomi, SØS 111, Statistisk sentralbyrå.

Boug, P. (ed) (2008): MODAG – En makroøkonomisk modell for norsk økonomi, Sosiale og økonomiske studier 111, Statistisk sentralbyrå.

Bruvoll, A. (2009): On the measurement of environmental taxes, Discussion paper 599, Statistics Norway.

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

Bovenberg, A. L. and L. H. Goulder (1996): Optimal environmental taxation in the presence of other taxes: General-equilibrium analyses, *American Economic Review*, Vol. 86 (4), 985-1000.

Bruvoll, A. and B. M. Larsen (2006): "Greenhouse gas emissions in Norway: Do carbon taxes work?", in T. Sterner and A. Muller: Environmental taxation in practice, Ashgate Publishing Limited (in the series International Library of Environmental Economics and Policy, General Editors of the series: T. Tietenberg and K. Segerson).

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

Bye, B. og T. Fæhn (2009): Hva koster klimatiltak for Norge?, Økonomiske analyser nr. 5, Statistisk sentralbyrå.

Bye, B., T. Fæhn, T. R. Heggedal, K. Jacobsen and B. Strøm (2008): An innovation and climate policy model with factor-biased technological change: A small, open economy approach, *Reports 2008/22*, Statistics Norway.

Bye, B. og K. Jacobsen (2008): Virkninger av fjerning av CO₂-avgiften, bensin- og diesellavgiftene, upublisert notat, Statistisk sentralbyrå.

Bye, B. and K. Jacobsen (2009): On general versus emissions saving technological change, forthcoming as Discussion Paper, Statistics Norway.

Bye, T. and A. Bruvoll (2008): Multiple Instruments to Change Energy Behaviour: The Emperor's New Clothes?, Energy Efficiency, <http://www.springerlink.com/content/703514300g3340hk/fulltext.pdf>.

Bye, T., A. Bruvoll and F. R. Aune (2008): Inflow shortages in deregulated power markets – reasons for concern? *Energy Economics* 30(4), 1693-1711.

- Bye, B. (2000): Labour market rigidities and environmental tax reforms: Welfare effects of different regimes, i "Harrison, G. W., L. Haagen Pedersen, T. F. Rutherford and S. E. Hougaard Jensen (eds): *"Using Dynamic Equilibrium Models for Policy Analysis"*, 259-294, North-Holland.
- Böhringer, C. and K. E. Rosendahl (2009): Green Serves the Dirtiest. On the Interaction between Black and Green Quotas, Discussion Papers 581 - Statistics Norway.
- Böhringer, C. and T. Rutherford (1997): Carbon taxes with exemptions in an open economy: A general equilibrium analysis of the German tax initiative, *Journal of Environmental Economics and Management* **32**, 189-203.
- Cappelen, Å., E. Fjærli, F. Foyn, T. Hægeland, J. Møen, A. Raaknerud og M. Rybalka. (2008): Evaluering av SkatteFUNN – Sluttrapport, Rapporter 2008/2, Statistisk sentralbyrå, Oslo.
- Christiansen, V. (1996): Optimal og ”grønn” beskatning. Vedlegg 1 i NOU 1996:9, Grønne skatter - en politikk for bedre miljø og høy sysselsetting.
- Defra (2006): Synthesis of climate change policy evaluations, Department for Environment, Food and Rural Affairs, www.defra.gov.uk.
- Diamond, P. and J. Mirrlees (1971): Optimal Taxation and Public Production I: Production Efficiency. *American Economic Review* **61**, 8–27.
- ECON (1997): CO₂-avgiftens betydning for CO₂-utslipp på norsk sokkel, Rapport 50/97.
- Enova (2009): <http://enova.no/sitepageview.aspx?sitePageID=1155>
- Energistyrelsen (2005): Energipolitiske tiltag i 1990'erne: Omkostninger og CO₂-effekt, januar 2005.
- Eichhammer, W., U. Boede, F. Gagelmann, E. Jochem, J. Schleich, B. Schlomann, J. Cheshire and H.-J. Ziesling (2001): Greenhouse gas reductions in Germany and the UK – coincidence of policy induced? An analysis for international climate policy, Report prepared for the 6th Conference of the Parties (COP 6 bis), Bonn, Germany, July 16-27, 2001.
- Finansdepartementet (2008): Skatte-, avgifts- og tollvedtak, St.prp. nr. 1 (2008-2009).
- Fæhn, T., K. Jacobsen og B. Strøm (2009): Samfunnsøkonomiske kostnader ved klimamål for 2020: En generell modelltilnærming, foreløpig rapport, Statistisk sentralbyrå.
- Haug, C., T. Rayner, D. Huitema, E. Massey, S. Monni, R. Hildingsson, H. von Asselt, A. Jordan, J. Stripple and F. Berkhout (2008): What makes climate policies effective? Substance paper D-P2.4 An appraisal of EU climate policies, ADAM Project no. 018476-GOCE.
- Hagem, C. og B. Holtmark (2008): Er det noen fremtid for CDM-ordningen? *Samfunnsøkonomen* **5**, 10-18.
- Halvorsen, B., B. M. Larsen og R. Nesbakken (2007): Simulering av husholdningenes elektrisitetsforbruk, Rapporter 37, Statistisk sentralbyrå.

- Heggedal, T.R. and K. Jacobsen (2008): Timing of innovation policies when carbon emissions are restricted: an applied general equilibrium analysis, Discussion Paper 536, Statistics Norway
- Heide K.M., E. Holmøy, L. Lerskau and I.F. Solli (2004): Macroeconomic Properties of the Norwegian Applied General Equilibrium Model MSG6. *Reports 2004/18*, Statistisk Sentralbyrå.
- Helm, D., R. Smale and J. Phillips (2007): Too good to be true? The UKs climate change record, December 2007
- HM Treasury: The green book. Appraisal and evaluation in Central Government, Treasury Guidance, London: TSO
- Hoel, M. (2008): Bush meets Hotelling: Effects of improved renewable energy rechnology on treenhouse gas emissions, Memorandum 29, Department of Economics, University of Oslo.
- Hoel, M., C. Grorud og I. Rasmussen (2007): Makroøkonomiske analyser innen miljøområdet, *TemaNord 2007:557*, Nordisk ministerråd, København.
- Hægeland, T. and J. Møen (2007): Input additionality on the Norwegian R&D tax credit scheme, Reports 2007/47, Statistisk sentralbyrå.
- Kallbekken, S. and N. Rive (2007): Why delaying emission reductions is a gamble. *Climatic Change*, 82(1-2), 27-45.
- Kerr, A. (2007): Serendipity is not a strategy: the impact of national climate programmes on greenhouse-gas emissions, *Area* 39.4 (418-430).
- Håkonsen, L. and L. Mathiesen (1997): CO₂-stabilization may be a "no-regrets" policy, *Environmental and Resource Economics* 9, 171-198.
- Miljøministeriet (2005a): Danmarks udledning af CO₂-indsatsen i perioden 1990-2001 og omkostningerne herved, Hovedrapport, Redegørelse fra Miljøstyrelsen Nr. 2.
- Miljøministeriet (2005b): Danmarks klimapolitiske mål og resultater. Rapporten om fremskridt i 2005 i henhold til Kyoto-protokollen.
- Miljøstyrelsen (2003): Beregninger af CO₂-tiltag på transportområdet. Arbejdsnotat fra Miljøstyrelsen Nr. 8. Cowi A/S.
- Miljøverndepartementet (2001): Norsk klimapolitikk, St.meld. nr. 54 (2000-2001).
- Miljøverndepartementet (2007): Regjeringens miljøpolitikk og rikets miljøtilstand, St.meld. nr. 26 (2006-2007).
- Miljøverndepartementet (2007): Norsk klimapolitikk, St.meld. nr. 34 (2006-2007).
- Moum, K. (ed.) (1992): Klima, økonomi og tiltak – KLØKT, Rapporter 92/3, Statistisk sentralbyrå.
- NOU 2007:8: En vurdering av særavgiftene, Finansdepartementet.
- Finansdepartement (2009): Perspektivmeldingen 2009. *St.meld. nr. 9*. (2008-2009)
- Pigou, A. C. (1920). *The Economics of Welfare*, London, Macmillian.
- Ramsey, F. (1927): A Contribution to the Theory of Taxation, *Economic Journal*, March, 47-61.

Sandmo, A. (1975). Optimal taxation in the presence of externalities. *Swedish Journal of Economics* 77, 86-98

Statens forurensningstilsyn (2005a): Virkninger av vedtatte og implementerte klimatiltak og nye virkemidler, Notat.

Statens forurensningstilsyn (2005b): Reduksjon av klimagassutslipp i Norge. En tiltaksanalyse for 2010 og 2020, TA—2121.

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

TemaNord (2000): Vurdering af de grønne afgifters effekter i de nordiske lande. Resultater og metodespørgsmål, TemaNord 2000:561.

UCL Environment Institute (2007): UK greenhouse gas emissions. Are we on target?

Åvitsland, T. (2006): Reductions in greenhouse gas emissions in Norway - calculations for the Low Emission Commission, Reports 2006/44, Statistics Norway.

Utdrag fra prosjektavtalen

AVTALE VEDRØRENDE EVALUERING AV EFFEKTEN AV VIRKEMIDLER I KLIMAPOLITIKKEN

mellom

Finansdepartementet (FIN) og Statens Forurensningstilsyn (SFT) (oppdragsgiver)

og

Statistisk sentralbyrå (SSB) (oppdragstaker)

§1 Avtalebeskrivelse

SSB skal utarbeide en rapport som gir en teoretisk drøfting av hvordan en bør gå fram for å anslå virkninger av politikktiltak på utslippene av klimagasser. Ulike metodemessige problemer, bl.a. knyttet til referanseforløp og sammenliknbarhet mellom ulike analyser, skal diskuteres. Styrker og svakheter ved de ulike metodevalgene må vurderes. Analysen skal ta utgangspunkt i, og gi en oversikt over, foreliggende analyser for Norge, samt utvalgte nyere analyser fra andre land og organisasjoner. Prosjektet er knyttet til analyser som SSB skal utarbeide som en del av MSG-kontakten mellom FIN og SSB for 2008. Avtalens innhold er nærmere spesifisert i vedlegg 1.

(...)

Vedlegg 1 Nærmere om avtalens innhold

Klimapolitikken består av en rekke ulike virkemidler (jamfør bl.a. tabell 5.2 i Klimameldingen - St.meld. nr.34 (2006-2007)). Det knytter seg flere problemer til hvordan effektene av slike tiltak kan anslås.

Utslippene endrer seg over tid på grunn av endrede markedsforhold, teknologisk endring, utskifting av depresiert kapital, generell økonomisk vekst etc. Dermed vil effekten av et tiltak generelt være forskjellig fra utslippsdifferansen før og etter tiltak. Problemstillingen knytter seg til å anslå effekten av de ulike tiltakene er derfor relatert til å anslå referanseutslippene, dvs. utslippene uten tiltak.

De ulike tiltakene i klimapolitikken spenner over svært ulike typer virkemidler. Avgifter, kvoter, direkte reguleringer og frivillige avtaler er virkemidler rettet direkte mot å redusere utslippene av klimagasser. I tillegg kommer indirekte virkemidler, som subsidier og støtteordninger til ulike alternative energikilder eller transportformer, herunder satsing på jernbane og kollektivtrafikk. Klimagassutslippene vil også påvirkes av virkemidler som primært har andre formål enn å regulere klimagassutslippene, som energiavgifter og drivstoffavgifter. Enkelte politikktiltak vil også kunne trekke i retning av økte utslipp av klimagasser, bl.a. ulike næringsubsidier og konsesjoner til produksjon og utslipp. Dette spennet av virkemidler reiser flere problemer når totalvirkningen av klimapolitikken, eller politikktiltak mer generelt, skal evalueres. For det første vil det empiriske grunnlaget for kvantifisering av effektene være forskjellige for de ulike typene virkemidler. For det andre vil det være uklart hvilke virkemidler som er relevante for vurderingen av den samlede klimapolitikken. For det tredje vil de ulike virkemidlene kunne overlape hverandre slik at man risikerer dobbelttelling om man bare summerer effektene av enkelttiltak.

Prosjektet består av to hoveddeler:

1) Prinsipiell drøfting

Det skal gjennomføres en teoretisk drøfting av hvordan man kan anslå utslippseffektene av ulike *direkte* virkemidler i klimapolitikken. I tillegg skal *indirekte* tiltak, som tiltak rettet mot kollektivtransport, fornybar energi og energibruk inkluderes i analysen. Fordeler og ulemper ved ulike metodiske valg skal drøftes. Drøftingen vil blant annet basere seg på den internasjonale litteraturen på temaet. Hvordan andre land evaluerer lignende politikkeffekter skal også diskuteres.

2) Evaluering av den norske politikken

Den norske virkemiddelbruken i klimapolitikken skal vurderes i lys av den prinsipielle drøftingen, og det skal gis anbefalinger om hvordan utslippseffektene kan anslås. Avgrensingen i forhold til hvilke politikktiltak som bør inkluderes i en samlet oversikt over effekten av nasjonale virkemidler i klimapolitikken, skal drøftes. Prosjektet skal munne ut i forslag om hvordan empiriske analyser av effektene av virkemidlene kan gjennomføres, gjerne med eksempler, men i utgangspunktet skal det ikke gjøres egne empiriske analyser.

Tabell. Metoder og effekter, vurdering av klimapolitiske virkemidler, Klimameldingen, SFT

Type virkemiddel	Metode/rapport	Tidsrom	Effekt 2010. Mill. tonn
<i>Klimaspesifikke virkemidler</i>			
• CO ₂ -avgiften offshore	Intervjuer; ECON 1997g	1991-97	3,7
• CO ₂ -avgift onshore	MSG, SSB 2002	1990-99	0,8
• Krav om innsamling av deponigass	SFT		0,6
• Andre virkemidler i avfallssektoren (sluttbehandlingsavgift, krav om oppsamling av deponigass, forbud mot deponering av våtorganisk avfall, tiltak for økt gjenvinning)	SFT	1990-05	0,4
• HFK-avgift m/resirkulering	SFT (SSB)	2003-05	0,5
• Avtale med aluminiumsindustrien	Utslippsdata, SFT	1990-05	1,4 - 4
• Avtale om reduksjon av SF6	Utslippsdata, SFT		0,06
<i>Andre virkemidler</i>			
• VOC-regulering offshore			0,25
• VOC-regulering Stureterminalen			0,005
<i>Frivillige reduksjoner</i>	SFT		0,9
Summert effekt av virkemidler i referansebane			8,5 – 11,1
<i>Nye virkemidler etter 2004</i>			
• Kvotehandling 2005-2007	Tiltaksanalyse, SFT		0-0,5
• Forståelse med prosessindustrien			0,6
• Virkemidler i avfallssektoren			0,15
<i>Totale utslippsreduksjoner</i>			9,3-12,4

Figurregister

2.1.	Kostnader ved utslipp og utslippsreduksjoner	6
2.2.	Utslippsavgift høyrer enn optimalt	8
2.3.	Ulike typer teknologiendringer	10
3.1.	Endringer i energimarkedet av en CO ₂ -avgift på fossil energi	11
3.2.	Marginalkostnader ved reguleringer	12
3.3.	Endringer i energimarkedet som følge av en subsidie til fornybar energiproduksjon.	13