

POLICY NOTE 1993:1

EFFEKTIV KLIMAPOLITIKK ETTER RIO¹

av

Asbjørn Torvanger

¹Basert på prøveforelesing i sosialøkonomi for dr.polit.-graden ved det Samfunnsvitenskaplege fakultet, Universitetet i Oslo, 16. august 1993. Eg takkar Rolf Selrod for nyttige kommentarar.

1. INNLEIING

Den store interessen for global oppvarming og klimaendring i det siste, populært kalla drivhuseffekten, har samanheng med den generelle oppsvingen i miljøinteressen på 80-talet, Brundtlandkommisjonen sin rapport (World Commission on Environment and Development (1987)), med tilråding om berekraftig utvikling, og rapportane frå FN sitt klimapanel. Hypotesen om at utslepp av karbondioksid kan føre til ein oppvarming av atmosfæren går tilbake midten av forrige århundre. Den svenske vitskapsmannen Arrhenius presenterte i 1896 dei fyrste utrekningane av denne oppvarminga, sjå Arrhenius (1896). Seinare har det blitt påvist at gassar som metan, lystgass og klorfluorkarbonar (KFK) har ein liknande effekt, men oppvarmingspotensialet per volumeining i atmosfæren av desse gassane er større enn for karbondioksid. Dei to siste rapportane frå FN sitt klimapanel (Houghton et al. (1990) og (1992)) refererer modellprognoser som gjev ein auke i global gjennomsnittstemperatur på frå 2,2 til 4,8 °C frå før-industriell tid (som er sett til 1765) fram til 2070, med eit beste estimat på 3,3 °C. Temperaturstigninga vil bli større ved polane enn ved ekvator. Sjølv om desse utrekningane er usikre viser dei at det ut i neste århundre kan bli ei større klimaendring. Ei slik klimaendring kan ha store konsekvensar for samfunnet og naturmiljøet.

Klimakonvensjonen (UN Framework Convention on Climate Change) har i alt blitt underteikna av 160 land og EF-kommisjonen som eigen part etter den store miljøkonferansen i Rio de Janeiro i juni 1992 (talet gjeld per slutten av juni 1993). Dette er ein rammekonvensjon som konsentrerer seg om hovudmål og prinsipp for det internasjonale klimasamarbeidet, medan meir detaljerte mål og gjennomføringsmekanismar kan forhandlast i tilhøyrande protokollar og anneks (til hovudavtalen). Klimakonvensjonen forpliktar nasjonane til å "Formulere, implementere, publisere, og med jamne mellomrom oppdatere nasjonale og, der det ligg til rette for det, regionale program med tiltak for å redusere klimaendringa ved å sjå på menneskeskapte utslepp frå ulike kjelder og opptak gjennom brønner av alle drivhusgassar som ikkje er omfatta av Montreal-protokollen, og tiltak for å leggje til rette for ei tilstrekkeleg tilpassing til klimaendring" (Art. 4.1.b; mi oversetjing frå engelsk). Eit døme på ein brønn er å binde karbondioksid i biomasse gjennom skogplanting. Sjølv om det finst få konkrete mål, tidsplanar eller tiltak for reduksjon av utsleppa, blir partane oppfordra til å bli med på ein prosess. Det kan difor bli eit internasjonalt politisk press mot nasjonar som er tilbakehaldne med å bli med på den klimapolitiske prosessen. I følgje konvensjonen har industrilanda eit spesielt finansielt ansvar for å assistere u-landa i denne klimapolitiske prosessen.

I det neste avsnittet vil eg sjå på kva som kjenneteikar ein effektiv klimapolitikk utan å leggje stor vekt på kva som er realistisk på kort sikt. Med ein effektiv klimapolitikk meiner eg *samfunnsøkonomisk effektiv*, som går ut på å gjere den samfunnsøkonomiske kostnaden til klimapolitiske

tiltak lavast mogeleg, og eventuelt i tillegg bestemme det optimale omfanget av klimapolitiske tiltak. Deretter vil eg sjå på nokre studiar av kva kostnader ei klimaendring kan påføre samfunnsøkonomien, nokre studiar av kostnaden til klimapolitiske tiltak, samt nokre modellanalysar av ein optimal klimapolitikk. Til sist ser eg på kva som er ein mest mogeleg effektiv og realistisk klimapolitikk på kort sikt og på lenger sikt.

2. EFFEKTIV KLIMAPOLITIKK

Ein effektiv klimapolitikk kan definerast for tre ulike nivå med stigande ambisjonsnivå: minimering av nasjonal kostnad for ein bestemt reduksjon i utsleppa av drivhusgassar, minimering av global kostnad for ein bestemt reduksjon i utsleppa av drivhusgassar, og eit globalt optimum, sjå Hanisch et al. (1993a).

2.1 Minimering av nasjonal kostnad

Ved minimering av av den nasjonale kostnaden ved ein bestemt utsleppsreduksjon er det viktig å vurdere alle tiltak som fører til reduserte utslepp. Dette gjeld kva klimagassar tiltaka er retta mot, og det gjeld ulike prosjekt, økonomiske sektorar, og mogeleg tiltak og verkemiddel. På same måte som tiltak for å redusere primære utslepp må ein sjå på tiltak som kan *reducere netto utslepp ved å auke opptaket av drivhusgassar* gjennom å utvikle "brønner", t.d. skogplanting for å binde karbondioksid i trevirke. Effekten av kvart tiltak i forhold til kostnaden ved å gjennomføre det må finnast slik at ein kan gjennomføre tiltaka etter stigande kostnad. Ein effektiv klimapolitikk krev minimering av kostnaden ved at ein gjennomfører tiltaka etter stigande kostnad i forhold til effekten på utslepp. Ein slik politikk vil medføre *kostnadseffektivitet*. Spesielt for omfattande tiltak kan slike utrekningar bli kompliserte fordi gjennomføring av eit tiltak kan påverke kostnads-grunnlaget for andre tiltak. Det ideelle ville vere å rekne ut kostnaden og effekten av alle mogelege tiltak samla slik at ein kunne fange opp alle kryseffektar, men dette er lite realistisk å få til på grunn av kompleksjonsgraden og manglande oversikt over alle mogelege tiltak. Ei nest-best løysing kan vere å finne det mest effektive tiltaket, rekne at det blir gjennomført, og deretter finne det nest mest effektive tiltaket, for så å halde fram på same måte inntil alle tiltak er rangerte etter stigande kostnad i forhold til effekt, sjå Hanisch et al. (1993a).

2.2 Minimering av global kostnad

Det neste nivået er å gjennomføre tilsvarende utrekningar for alle land slik at ein kan rangere alle mogelege prosjekt i alle land etter stigande kostnad i forhold til effekt på utsleppa av drivhusgassar. Dette vil vere ei enno meir krevjande oppgave enn å minimere kostnaden for eit land. For å minimere

global kostnad ved å nå eit bestemt mål for utsleppsreduksjon må tiltak gjennomførast etter stigande kostnad i forhold til effekt uavhengig av nasjonale grenser.

2.3 Globalt optimum

Det mest ambisiøse målsetjinga er å finne ein optimal global klimapolitikk. I tillegg til global kostnadsminimering må ein då gjennomføre tiltak inntil kostnaden av neste tiltak tilsvarar gevinsten/nyten av tiltaket i form av redusert skade av klimaendring globalt sett. Her er det nødvendig å gjennomføre ein global nytte-kostnads analyse. Ein slik politikk er meir krevjande sidan det ofte kan vere ein usikker samanheng mellom tiltak og reduksjon i klimagassar, mellom reduksjon i utsleppa og reduksjon i klimaendringa, og mellom reduksjon av klimaendringa og reduksjon i skader for samfunn og naturmiljø.

Ein optimal klimapolitikk må også omfatte ein *optimal grad av tilpassing* til klimaendring i tillegg til ein *optimal reduksjon av utsleppa av drivhusgassar*. Ved å planleggje langsiktige investeringar i infrastruktur, bygningar, vasskraft etc. med tanke på at klimaendring kan inntreffe, og med eit visst forventa tempo, kan samfunnet spare framtidige kostnader. Nokre slike investeringar vil sannsynlegvis vere optimale ettersom samfunnet ser ut til uansett å måtte tilpasse seg ei viss klimaendring. På grunn av uvissa på dette området bør ein spesielt tenkje på investeringar som auker framtidig fleksibilitet med omsyn på klimavariasjon. På same måte som for klimagass-tiltak må tilpassings-tiltaka rangerast og gjennomførast etter stigande kostnad i forhold til effekten.

Ein optimal klimapolitikk går difor ut på å redusere netto utslepp av klimagassar og investere i tilpassing til klimaendring inntil kostnaden for neste tiltak og kostnaden for neste investering er lik gevinsten i form av redusert skade av klimaendring.

2.4 Korleis kan utslepp av drivhusgassar reduserast

Ved å påverke insentiva til hushald og bedrifter gjennom til dømes avgifter på utslepp av karbondioksid, og gjennom reguleringar og tekniske krav kan styresmaktene påverke og redusere utsleppa av drivhusgassar. Dette kan vere på lokalt plan, nasjonalt plan, eller overnasjonalt plan, t.d. i EF. Gjennom auka energieffektivitet, d.v.s. redusert energibruk i forhold til produsert mengde, kan utsleppa reduserast. Her er teknisk framgang og erstatting av gammal teknologi med nyare og meir effektiv teknologi viktig. Sidan ulike energikjelder fører til ulike mengder utslepp kan desse reduserast ved til dømes å erstatte kol med olje, olje med gass, og fossile

energivarer med vasskraft og vedvarande energikjelder (t.d. biomasse og solenergi). Endra teknologi kan også medføre at ein del av energibruken blir erstatta av andre produksjonsfaktorar som kapital, vareinnsats og arbeidskraft. Ein meir generell effekt vil det ha å erstatte varer og tenester med høgt energiinnhald, og som medfører store utslepp av drivhusgassar, med varer og tenester med mindre energiinnhald og utslepp av drivhusgassar. Eit døme er å erstatte personbil-tenester med kollektivtransport der forholda ligg til rette for det. Der det finst ledige areal som kan brukast til skogplanting eller gjenplanting av skog kan ein binde karbondioksid i tremasse/biomasse. Det er den ståande biomassen (samt varige produkt i tre) som bestemmer kor mykje karbondioksid som blir teke opp frå atmosfæren og bunde. Dermed må hogst og uttak av trevirke erstattast av nyplanting og gjenvekst. Netto utslepp av karbondioksid er lik samla utslepp minus opptak gjennom binding i biomasse.

2.5 Drivhusgassar og tradisjonell forureining

Med tradisjonell forureining tenkjer eg på utslepp av stoff som svoveldioksid, nitrogenoksid, klorfluorkarbonar, tungmetall m.m. som fører til skader på helse, økonomiske aktivitetar, bygningar og naturmiljø. Mange klimapolitiske tiltak fører samstundes til redusert tradisjonell forureining, sjå Alfsen og Glomsrød (1993) for eit forsøk på å estimere slike effektar. Når netto kostnad for klimapolitiske tiltak skal finnast må gevinsten ved redusert tradisjonell forureining trekkjast frå for å kunne finne den optimale klimapolitiske innsats. Det er også slik at endra utslepp av klimagassar kan påverke skadeeffekten av forureinande gassar gjennom kjemiske reaksjonar i atmosfæren, og omvendt. For å gjennomføre ein effektiv klima- og miljøpolitikk bør ein difor vurdere den samla effekten av ulike tiltak, d.v.s. effekten både på drivhusgassar og på tradisjonell forureining.

2.6 Vekting av ulike drivhusgassar

Det er mange dårleg kjente reaksjonar mellom ulike klimagassar og mellom klimagassar og andre gassar i atmosfæren. Spesielt gjeld dette indirekte klimaeffektar av nokre gassar. Det er også manglande kunnskap om brønner og reservoar for klimagassar, t.d. funksjonen til havet som reservoar for karbon. Det kan vere vanskeleg å rekne ut levetid i atmosfæren og korleis konsentrasjonen av til dømes karbondioksid endrar seg. Gode klimagassrekneskapar er eit steg i rett retning. Hoel og Isaksen (1992) har som eit grunnlag for ein effektiv klimapolitikk prøvd å lage vektar for ulike drivhusgassar på bakgrunn av levetid og utvikling i atmosfæren, og på bakgrunn av den komplekse samanhengen mellom konsentrasjon av drivhusgassar og temperaturstigning. Dei finn at desse vektene også vil avhenge av diskonteringsraten i økonomien og framtidig økonomisk vekst.

2.7 Uvisse, haldning til risiko og forsikring

Det er mange og viktige typar uvisse knytta til spørsmålet om klimaendring, både når det gjeld fysisk-kjemiske forhold og kostnadseffektiviteten til klimapolitiske tiltak. Forsking og oppdatering av kunnskapen vår er viktig for redusere uvisse og få vite meir om kva slag karakter den har. Manne og Richels (1990) har gjennomført ein modellanalyse som viser at denne type forskning kan ha høg avkastning, men at avkastninga er sensitiv med omsyn på kor raskt oppdateringa av kunnskapen kan skje. Peck og Teisberg (1993) finn også i ein liknande modellanalyse at verdien av slik forskning kan vere stor, men helst i ein situasjon der det er for få klimatiltak til at politikken er optimal, og der forskning som fører til redusert uvisse også fører til at fleire klimatiltak blir gjennomførte. Uansett må vi utvikle ein klimapolitikk i ein situasjon kjenneteikna av uvisse. Eit spørsmål blir då kor stor risiko vi er villege til å ta, eller med andre ord kva slag haldning til risiko vi har (d.v.s. grad av risikoaversjon). I stor grad er dette ein risiko vi tek på vegne av framtidige generasjonar, så det blir også eit spørsmål om fordeling mellom generasjonar. Det å gjennomføre ein del klimatiltak i dei næraste tiåra kan redusere tempoet i den globale oppvarminga og dermed oppfattast som ei rimeleg forsikring mot ei rask klimaendring som i framtida kan få store konsekvensar. Ei slik forsikring kan difor spare store framtidige kostnader. Mange klimapolitiske tiltak er fornuftige uansett ('no regrets options') fordi dei auker energieffektiviteten, sparer ressursar og reduserer tradisjonell forureining.

2.8 Diskontering og framtidige generasjonar

Nytte-kostnadsanalyse for å finne ein optimal klimapolitikk er primært eit instrument for å sikre effektivitet, d.v.s. å bestemme korleis ressursane må fordelast for å maksimere den neddiskonterte sum av nytte over tidshorisonen. Men klimapolitikk har også eit element av fordeling mellom generasjonar som ikkje blir direkte fanga opp gjennom ein nytte-kostnads analyse. Eit viktig spørsmål i så måte er val av diskonteringsrate. Etter alternativkostnadsprinsippet skal diskonteringsraten vere lik tidspreferansen dersom klimatiltak krev redusert konsum, og lik beste kapitalavkastning dersom klimatiltaka fører til reduserte investeringar. Spesielt i siste tilfelle kan diskonteringsraten bli så høg at velferden for framtidige generasjonar tel lite. Difor må slike analysar supplerast med ei etisk vurdering av kva som er ei rettferdig fordeling av velferd mellom generasjonar, noko som kan bety at overføringa til framtidige generasjonar bør aukast dersom politikken fører til at dei får ein større reduksjon i velferd. Dette kan til dømes skje ved å auke investeringar i produksjonsmiddel, infrastruktur, teknologi og bygningar.

3. KOSTNADER KNYTTA TIL KLIMAENDRING

Ei klimaendring vil påverke både samfunnet og naturmiljøet. Konsekvensane vil avhenge av kor stor den globale klimaendringa blir, som igjen avheng av

netto utslepp av drivhusgassar, og av regionale og lokale klimatiske effektar. Ei klimaendring vil påverke jordbruket, skogbruket, og levevilkåra for dyre- og planteartar; areal går tapt fordi havnivået stig, og behovet for oppvarming eller luftkondisjonering av bygningar blir endra; spreining av sjukdomar og menneska si helse blir påverka, og tilgangen på ferskvatn, og frekvensen og styrken til stormar blir påverka. Både samfunnet og naturmiljøet vil vere meir sårbare desto raskare klimaendringa skjer fordi begge har ein viss evne til å tilpasse seg klimaendring. Nokre plante- og dyreartar vil vere trua av utrydding sidan dei har ein relativt lav tilpassingsevne. Det vil kanskje ha større samfunnsøkonomisk verdi og vere meir realistisk å seinke tempoet til klimaendringa enn å stoppe den, jamfør prognosane til FN sitt klimapanel (Houghton et al. (1990) og (1992)). Konsekvensane vil også avhenge av den tidshorisonten som blir lagt til grunn. Dersom bruken av fossile energivarer i stor skala held fram, og spesielt bruken av kol som det finst store reservar av, kan konsentrasjonen av drivhusgassar i atmosfæren stige i lang tid framover. På grunn av utsleppa frå fossile energivarer og andre kjelder kan temperaturstigninga difor halde fram langt lenger enn ut neste århundre. Cline (1992a) argumenterer for at ein tidshorisont på opp mot 300 år er nødvendig for å få med den maksimale konsentrasjon av karbondioksid i atmosfæren, og dermed den venta maksimale temperaturstigning og konsekvens for samfunn og naturmiljø.

Cline (1992a) og (1992b) har forsøkt å finne kor store skadane av ei klimaendring kan bli i USA målt som reduksjon av bruttonasjonalproduktet. Sjølv om dette er usikre utrekningar som fyrst og fremst gjeld USA, og det er avgrensa kva slag type effektar ein kan fange opp gjennom bruttonasjonalproduktet (BNP), gjev tala ein peikepinn på eit sannsynleg skadeomfang. Det er nødvendig å kjenne det sannsynlege skadeomfanget dersom ein skal prøve å bestemme den optimale innsatsen for å redusere utsleppa av drivhusgassar. Cline finn at skaden av ei dobling av karbondioksid-innhaldet i atmosfæren i midten av neste århundre kan bli på 1-2% av BNP, basert på modell-utrekningar ut frå ein venta bane som medfører ei oppvarming på 2,5 °C. Dersom klimasystemet er meir følsamt blir oppvarminga og skaden større. På lenger sikt kan skaden tilsvare 6% eller meir av BNP. Nordhaus (1991) har gjort liknande utrekningar med andre modellar og finn omlag same nedre grense (d.v.s. ca. 1% av BNP) for skadeomfanget, men har ein øvre grense på 2%. Den lavare øvre grensa kjem av andre modellføresetnader og av at han ikkje ser på ein større konsentrasjon enn dobling av karbondioksid-innhaldet i atmosfæren. Dermed har han også ein kortare tidshorisont.

Desse estimata gjeld fyrst og fremst USA. Andre land kan bli ramma i større eller mindre grad enn USA. Nokre land kan totalt sett til og med tene på ein moderat temperaturstigning. Dei landa som kjem dårlegast ut er lavtliggande, tett befolka, fattige, har ein økonomi og eit naturmiljø som er sårbare for klimaendring, og som har eit politisk-administrativt system som er dårleg i stand til å møte slike utfordringar.

4. KOSTNADER VED KLIMAPOLITISKE TILTAK

Det er utført mange studiar av den samfunnsøkonomiske kostnaden ved å innføre avgifter på utslepp av karbondioksid (karbonavgift) ved forbrenning av fossile energivarer i tillegg til arbeida av Cline og Nordhaus. Mange tek utgangspunkt i ei bestemt målsetjing om reduksjon i utsleppa av karbondioksid, finn den nødvendige karbonavgifta for å nå denne målsetjinga, og reknar ut den samfunnsøkonomiske kostnaden i form av reduksjon av BNP. I nokre studiar har ein i tillegg "kanalisert" avgiftsinntektene inn i økonomien igjen ved å redusere andre typar avgifter, noko som kan redusere kostnaden ein god del sidan vanlege avgifter ofte ikkje korrigerar for eksterne effektar (t.d. forureining), og difor medfører eit samfunnsøkonomisk tap på grunn av at ressursallokeringa blir påverka i ei uoptimal retning. Ein anna viktig faktor som bestemmer kostnaden er om tiltak einsidig blir gjennomført av eit land, eller om dei er del av ei felles gjennomføring saman med andre land, i alle fall dei viktigaste handelspartnarane. Kostnaden blir sannsynlegvis høgare ved einsidig gjennomføring sidan eksportbedriftene taper konkurransevne. Men næringsstrukturen er viktig, og for ein oljemasjon som Noreg spelar eksportinntektene frå oljesektoren ei sentral rolle. Dersom det blir innført ei internasjonal karbonavgift på olje og gas vil eksportinntektene bli redusert.

Som eksempel på kostnadsanalysar vil eg nemne ein studie frå USA og ein studie frå Noreg. Jorgenson og Wilcoxon (1993) har gjennomført ein studie for USA som viser at ei stabilisering av utsleppa på 1990-nivå medfører 0,55% reduksjon i BNP målt i 2020. Ved ein meir ambisiøs politikk kan tapet gå opp til vel 2% av BNP. Dersom avgiftsinntektene derimot blir brukt til å redusere andre avgifter (spesielt skatt på kapital) kan det bli ein netto samfunnsøkonomisk gevinst. Moum et al. (1991) presenterer nokre resultat for Norge basert på KLØKT-utrekningane som vart utført for Den interdepartementale klimagruppen, som igjen er basert på makromodellane MODAG og MSG i Statistisk sentralbyrå. Karbon-avgiftene blir tilbakeført til økonomien ved å redusere andre avgifter. Dei finn at reduksjonen i BNP i år 2000 er på 0,5 til 1% i forhold til referansebanen ved stabilisering av karbondioksid-utsleppa på 1989-nivå. Reduksjonen er på 1% i tilfellet med einsidige norske tiltak samanlikna med 0,5% i tilfellet med ein samordna internasjonal politikk. Derimot blir forbruket kraftigast redusert ved ein samordna internasjonal politikk på grunn av reduksjonen av oljeformua.

5. MODELL-ANALYSAR AV EIN OPTIMAL KLIMAPOLITIKK

Nordhaus (1991) og (1993) har gjort eit av dei få forsøka som finst på å bestemme ein optimal klimapolitikk ut frå skader av klimaendring og kostnaden til nødvendige tiltak for å redusere utsleppa av klimagassar. Data er stort sett frå USA, men han søkjer å generalisere resultatata til andre land. Nordhaus finn at det er optimalt med ein moderat innsats for å redusere utsleppa av klimagassar, med frå 2 til 10% reduksjon initialt i forhold til

referansebanen (som viser utviklinga utan klimapolitiske tiltak). Ein annan studie som kan nemnast er Peck og Teisberg (1992), som finn at forma på skadefunksjonen (som viser den samfunnsøkonomiske kostnad som ein funksjon av temperaturstigninga i atmosfæren) er heilt avgjerande for nivået på den optimale klimapolitikken. Resultata liknar på Nordhaus sine resultat sidan berre ein moderat klimapolitikk er optimal ved ein lineær skadefunksjon (der den marginale skade er konstant sjølv om temperaturen i atmosfæren stig). Dersom skadefunksjonen er kvadratisk (som betyr at den marginale skaden aukar med temperaturstigninga i atmosfæren) er ein omfattande klimapolitikk optimal. I begge tilfelle er det optimalt å vente med tiltaka til ut i neste århundre. Cline (1992a) og (1992b) har også gjennomført ein nytte-kostnadsanalyse, men finn at ein meir omfattande klimapolitikk er optimal. Ein slik politikk går ut på å stabilisere dei årlege utsleppa på eit nivå som er 1/3 lavare enn i dag, som tilsvarer ein reduksjon på 71% i forhold til referansebanen i 2050 og 90% i 2200. Dei viktigaste grunnane til at resultata er ulike er at Nordhaus har ein kortare tidshorisont, høgare diskonteringsrate, ein lineær skadefunksjon i motsetning til Cline sin ikkje-lineære skadefunksjon, og ingen risikoaversjon.

6. KLIMAPOLITIKK PÅ KORT SIKT

For å utforme ein realistisk klimapolitikk for dei næraste åra må vi ta utgangspunkt i Klimakonvensjonen slik den ligg føre i dag. På det første partsmøtet (d.v.s. møte mellom dei nasjonane som har underteikna og ratifisert Klimakonvensjonen), som blir arrangert seint i 1994 eller tidleg i 1995, vil ein del operasjonelle sider av konvensjonen bli utforma, men hovudtrekka i form av ein rammeavtale med få konkrete målsetjingar vil liggje fast. Det er lagt opp til at partane skal formulere sine eigne målsetjingar, men at grupper av land, til dømes EF eller OECD, kan leggje opp til ein samordna politikk. På grunn av dei svake føringane i konvensjonen er det eit stort rom for land som er tilbakehaldne med å binde seg til ein klimapolitikk, slik vi fram til no til dømes har sett for USA. Det vil også kunne bli vanskeleg å få med u-land, sjølv om industrialiserte land i prinsippet skal dekkje meirkostnaden for desse ved å ta global miljøomsyn i sin nasjonale politikk. Som ei mellombels ordning har Global Environment Facility (GEF) ved Verdsbanken, som er oppretta av Verdsbanken, UNEP og UNDP og hovudsakleg finansiert av industrialiserte land, fått oppgåva med å kanalisere slike midlar til u-landa. I ein slik situasjon er det mindre realistisk å vente at omfattande avtaler for reduksjon av klimagass-utslepp blir oppretta dei næraste åra. Det same gjeld oppretting av eit internasjonalt avgifts-regime eller eit system for omsetjing av utsleppsløyve for karbondioksid (og eventuelt andre klimagassar). Slike system kunne dersom alle land var med i teorien sikre global kostnadsminimering. Vi må difor tenkje meir i retning av nest-best løysingar der einskilte land gjennomfører tiltak, eller opprettar bilateralt samarbeid, til dømes i form av mellomstatlege investeringar i klimatiltak, og samordna politikk i grupper av land. I det

følgjande vil eg drøfte dei viktigaste verkemiddel i klimapolitikken for einskilde land eller grupper av land, nemleg avgifter, tekniske minstekrav, utsleppsløyve som kan omsetjast på ein marknad, og mellomstatlege investeringar.

6.1 Avgifter

Nokre få land har så langt innført avgifter på klimagassar. Ein karbonavgift på bensin og oljeprodukt er vanlegast. Noreg innførte nokre slike karbonavgifter i 1991. I tillegg har både vi og mange andre land generelle avgifter på energibruk. Det er gjort ein god del studiar av korleis eit optimalt avgiftssystem bør sjå ut. Desse studiane har sett på avgiftsnivået til ulike fossile energivarer, som avheng av karboninnhaldet, fordeling av avgifter på konsum og produksjon, og korleksjon for ulike marknadsimperfeksjonar. For ei drøfting av ulike system av nasjonale karbonavgifter, internasjonale karbonavgifter, og harmoniserte nasjonale karbonavgifter, sjå Hoel (1992). Dersom eit land eller ei gruppe av land gjennomfører ein samordna klimapolitikk gjennom til dømes karbonavgift på olje, kan det bli ein "lekkasje" som reduserer den globale effekten på utsleppa ved at den internasjonale oljeprisen blir pressa ned på grunn av lavare etterspørsel i deltakande land. Dermed får forbrukarane i ikkje-deltakande land eit insentiv til å auke sitt oljeforbruk. I ein slik situasjon kan det lønne seg for gruppa av deltakande land å betale ikkje-deltakande land for at dei ikkje skal auke oljeforbruket sitt, sjå t.d. Kverndokk (1993). Eit anna alternativ er å kombinere klimapolitikken i deltakande land med ein reduksjon av oljetilbodet i oljeeksporterande land ved å kjøpe opp rettane til oljekjelder, sjå Bohm (1993).

6.2 Tekniske minstekrav

I ein del tilfelle vil den mest effektive måten å få ned utslepp av drivhusgassar på vere å fastsetje tekniske krav eller normer. Krava kan gjelde ved innkjøp av nytt utstyr, og kan i tillegg gjelde vedlikehald og den tekniske standarden på eldre utstyr. Eksempel på slike reguleringar er krav til effektivitet og kjølemedium i kjøleskap, og krav til effektivitet for bilmotorar (jfr. dei nye krava i California).

6.3 Utsleppsløyve som kan omsetjast på ein marknad

Utsleppsløyve som kan omsetjast på ein marknad kan føre til kostnadseffektivitet i det området marknaden er oppretta for. Det samla utslepp vil bli lik summen av utsleppsløyva. Marknaden kan vere nasjonal, regional eller internasjonal. Så langt har ingen innført marknader for karbondioksid (eller andre drivhusgassar), men USA har innført ein marknad for utslepp av svoveldioksid. For å utforme eit effektivt system for

karbondioksid må ein del praktiske vanskar avklarast.

6.4 Mellomstatlege investeringar

Klimakonvensjonen opnar for at land kan samarbeide om gjennomføring av klimatiltak, jamfør 'joint implementation', som eg her vil kalle mellomstatlege investeringar. Tanken bak dette er at effekten av utslepp er den same uansett kvar dei skjer, medan kostnaden ved å redusere utslepp av klimagassar varierer ein god del mellom land på grunn av strukturelle skilnader i økonomien og ressursgrunnlaget. Så lenge det ikkje finst globale system med avgifter eller utsleppsløyve kan ein ved slike investeringar oppnå ein høgare global kostnadseffektivitet enn dersom alle land skulle redusere utsleppa like mykje. Vi kan til dømes tenkje oss at det er billegare for Noreg å investere i meir energieffektivt kapitalutstyr i Polen, som fører til reduserte utslepp av karbondioksid, enn å gjennomføre større reduksjonar i Noreg når all elektrisitetsproduksjon er basert på vasskraft samstundes som vi har utslepp i Nordsjøen i samband med olje- og gassproduksjonen. Det investerande landet kan spare utgifter til klimatiltak samstundes som det mottakande landet bør ha fordelar i form av nyare teknologi, energisparing, redusert forureining m.v. Gjennom miljøpolitiske rammevilkår, t.d. karbonavgifter og konsesjon for utslepp av drivhusgassar, kan private bedrifter få insentiv til å gjere mellomstatlege investeringar i andre land. Vilkåret er at bedriftene få godskrive den reduksjon i utsleppa som desse prosjekta fører til. Dette må skje gjennom den nasjonale regjering og under Klimakonvensjonen. Det er såleis eit vilkår for at eit bilateralt system for mellomstatlege investeringar skal fungere at det investerande landet under Klimakonvensjonen får kreditert reduksjonen i utsleppa i forhold til sine eigne måltal, og at effekten kan dokumenterast og kontrollerast, sjå Hanisch et al. (1993b). Eit anna alternativ er at mellomstatlege investeringar går gjennom GEF.

Utforminga av eit system for mellomstatlege investeringar skal opp på det neste partsmøtet for Klimakonvensjonen. Det er fleire spørsmål og problem som må avklarast for at eit slikt system skal vere føremålstenleg. Eit problem er kva referansesituasjon ('baseline') framover ein skal leggje til grunn i det mottakande landet og det investerande landet som effekten av klimatiltaket skal målast i forhold til. Det er berre tilleggskostnaden ('full incremental cost') ved å investere i eit meir klimavennleg alternativ som det investerande landet i prinsippet skal betale for, der eventuelle fordelar i form av redusert forureining skal trekkjast frå. For å gje mottakande land større insentiv for å delta er det ikkje sikkert at denne type nasjonale fordelar blir (fullt ut) korrigert for. Ved slike system vil det vere insentivproblem sidan det mottakande landet vil ha interesse av å overdrive investeringskostnaden og undervurdere miljøfordelen for å auke overføringa frå det investerande landet. I tillegg vil det vere uvisse knytta til effekten på klimagassutslepp, og dermed kan kostnaden for å redusere utsleppa bli høgare enn planlagt. Nokre har uttrykt skepsis mot at eit system for mellomstatlege investeringar

kan gjere at u-landa kjem relativt dårleg ut. Etter mitt syn vil eit rimeleg godt utforma system vere ein fordel for både investerande land, som gjerne er i-land, og for mottakande land, som kan vere u-land og land med økonomiar i omstilling til marknadsøkonomi (d.v.s. land i Aust-Europa). Det er ein gevinst i form av reduserte kostnader for å nå eit bestemt globalt utsleppsmål som skal delast, og ein kan vanskeleg tvinge mottakande land til å bli med på prosjekt dei ikkje vil tene på i nasjonalt perspektiv.

7. KLIMAPOLITIKK PÅ LENGER SIKT

Klimakonvensjonen kan bli vidare utvikla på lenger sikt, og meir forpliktande og omfattande avtaler for å redusere utsleppa av klimagassar kan bli etablert. Dette kan vere avtaler som fastset utsleppskvoter eller ei øvre grense for utslepp for kvart einskild land, eller eit utvida system for mellomstatlege investeringar, eller det kan vere eit internasjonalt avgiftsregime, eller ein internasjonal marknad for omsetjing av utsleppsløyve. Kostnaden ved å nå ei bestemt global målsetjing vil vere lavast ved dei to sistnemde alternativa, medan ein gjennom eit kvote-system legg større vekt på fordelingseffekten enn på effektivitet. Fordelingseffekten vil igjen avhenge av kva slag kriterium kvotefordeling skal byggje på. Ved avtaler om kvoter mellom land kan det vere insentiv- og kontrollproblem; for ei drøfting av nokre problem knytta til dette sjå Torvanger (1993).

Eit meir omfattande system for mellomstatlege investeringar kan bli etablert på lenger sikt. Eit alternativ er oppretting av ein marknadsplass (jfr. 'clearing-house') der land legg fram aktuelle investeringsprosjekt og potensielle investor-land kan finne prosjekt dei er interessert i å bli med på, sjå Hanisch et al. (1993b). Ein bank for "drivhusgass-kredittar" er også mogeleg, der investor-land skyt inn midlar mot å få slike kredittar, og der banken gjennomfører investerings-prosjekt for å redusere utslepp av drivhusgassar i aktuelle land.

Det finst ein god del økonomisk litteratur om utforming av optimale internasjonale avgifts-regime og vanskane med å få land til å delta på grunn av ulik fordeling av forventede klimaskader og ulike kostnader ved tiltak. Hoel (1991) viser at alle land, eller dei fleste land, ved ei passende omfordeling av avgiftsinntekter eller passende initial fordeling av utsleppsløyve, kan komme betre ut med ein avtale med karbonavgifter eller utsleppsløyve som kan omsetjast på ein marknad enn utan ein slik avtale. Slike avtaler kan sikre nesten full kostnadseffektivitet.

Eit anna alternativ for eit omfattande internasjonalt system er å opprette ein internasjonal eller global marknad for utsleppsløyve for karbondioksid og kanskje andre drivhusgassar. Ved kjøp og sal av utsleppsløyve kan ein komme nær internasjonal kostnadseffektivitet. Forsøk på å rekne ut gevinstar og velferdsfordeling av eit slikt system kan finnast i Rose og Stevens (1993) og Manne og Richels (1991).

Venteleg blir *fordelingsspørsmåla knytta til klimapolitikk vanskelegast å handtere*. På kort sikt gjeld det ei fordeling av kostnader mellom nasjonar som gjer at flest mogeleg blir med i eit internasjonalt system med størst mogeleg kostnadseffektivitet. På lang sikt er det eit spørsmål om fordeling mellom generasjonar. Kva slag kostnader kan vi tillate oss å påføre framtidige generasjonar, og kva risiko kan vår generasjon ta på vegne av framtidige generasjonar? Det er våre etterkommarar som vil møte konsekvensane av vår klimapolitikk eller mangel på klimapolitikk.

REFERANSAR

Alfsen, Knut H. og Solveig Glomsrød (1993), *Secondary Benefits of Climate Policies: Some Tentative Calculations*, mimeo, Statistisk sentralbyrå, Oslo.

Arrhenius, Svante (1896), On the Influence of Carbonic Acid in the Air Upon the Temperature of the Ground, *Philosophical Magazine*, Vol.41, Nr.251, s.237-77.

Bohm, Peter (1993), Incomplete International Cooperation to reduce CO₂ Emissions: Alternative Policies, *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol.24, s.128-71.

Cline, William R. (1992a), *The Economics of Global Warming*, Institute for International Economics, Washington, D.C.

Cline, William R. (1992b), *Socially Efficient Abatement of Carbon Emissions*, innlegg på det andre CICERO-seminaret om klimaendring, Oslo, 29. november - 2. desember.

Hanisch, Ted, Jan Fuglestvedt, Ivar Isaksen, Rolf Selrod, Jon Strand og Asbjørn Torvanger (1993a), *A Review of Country Studies on Climate Change*, CICERO Rapport 1993:1, Senter for internasjonal klima- og energipolitisk forskning, Oslo.

Hanisch, Ted, Rolf Selrod, Asbjørn Torvanger og Asbjørn Aaheim (1993b), *Study to Develop Practical Guidelines for "Joint Implementation" under the UN Framework Convention on Climate Change - A CICERO Study to the OECD Environment Directorate*, Senter for internasjonal klima- og energipolitisk forskning, Oslo.

Hoel, Michael (1991), Efficient International Agreements for Reducing Emissions of CO₂, *The Energy Journal*, Vol.12, s.93-107.

Hoel, Michael (1992), Carbon Taxes - An International Tax or Harmonized Domestic Taxes?, *European Economic Review*, Vol.36, s.400-06.

Hoel, Michael og Ivar Isaksen (1992), *Efficient Abatement of Different Greenhouse Gases*, innlegg på det andre CICERO-seminaret om klimaendring, Oslo, 29. november - 2. desember.

Houghton, J. T., G. J. Jenkins og J. J. Ephraums (1990) (red.), *Climate Change - The IPCC Scientific Assessment*, Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Cambridge University Press, Cambridge.

Houghton, J. T., B. A. Callander og S. K. Varney (1992) (red.), *Climate*

Change 1992: The Supplementary Report to the IPCC Scientific Assessment, Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Cambridge University Press, Cambridge.

Jorgenson, Dale W. og Peter J. Wilcoxon (1993), Reducing US Carbon Emissions: An Econometric General Equilibrium Assessment, *Resource and Energy Economics*, Vol.15, s.7-25.

Kverndokk, Snorre (1993), *Coalitions and Side Payments in International CO₂ Treaties*, mimeo, Statistisk sentralbyrå, Oslo.

Manne, Alan S. og Richard G. Richels (1990), *Buying Greenhouse Insurance*, mimeo, Stanford University og Electric Power Research Institute.

Manne, Alan S. og Richard G. Richels (1991), International Trade in Carbon Emission Rights: A Decomposition Procedure, *American Economic Review*, AEA Papers and Proceedings, Vol.81, nr.2, s.135-39.

Moum, Knut, Anne Brendemoen, Einar Bowitz, Erik Storm og Haakon Vennemo (1991), Klimapolitikk og norsk økonomi, *Økonomiske analyser*, Statistisk sentralbyrå, nr.3, s.12-24.

Nordhaus, William D. (1991), To Slow or Not to Slow: The Economics of the Greenhouse Effect, *The Economic Journal*, Vol.101, s. 920-37.

Nordhaus, William D. (1993), Optimal Greenhouse-Gas Reductions and Tax Policy in the "DICE" Model, *American Economic Review*, AEA Papers and Proceedings, Vol.83, nr.2, s.313-17.

Peck, Stephen C. og Thomas J. Teisberg (1992), CETA: A Model for Carbon Emissions Trajectory Assessment, *The Energy Journal*, Vol.13, nr.1, s.55-77.

Peck, Stephen C. og Thomas J. Teisberg (1993), Global Warming Uncertainties and the Value of Information: An Analysis Using CETA, *Resource and Energy Economics*, Vol.15, s.71-97.

Rose, Adam og Brandt Stevens (1993), The Efficiency and Equity of Marketable Permits for CO₂ Emissions, *Resource and Energy Economics*, Vol.15, s.117-46.

Torvanger, Asbjørn (1993), *Efficient Contracts in a Game of Nations Pursuing Greenhouse Gas Emissions Abatement*, memo nr.3, Sosialøkonomisk institutt, og CICERO Working Paper 1993:3, CICERO, Universitetet i Oslo.

World Commission on Environment and Development (1987), *Our Common Future*, Oxford University Press, Oxford og New York.