

Torstein Bye

**Fleksibel gjennomføring av en
klimaavtale**

Notater

1. Bakgrunn

Gjennom 1970 og 1980 tallet fikk stadig flere både nasjonalt og internasjonalt en økt erkjennelse av at truslene mot spesielt det globale miljøet kunne bli en trussel mot økonomisk og sosial utvikling. En stadig større del av miljøproblemene ble ansett som globale og behovet for internasjonalt samarbeid for å løse disse ble innsett.

Høsten 1983 vedtok FN's Generalforsamling at det skulle opprettes en kommisjon som hadde i oppdrag å lage en kritisk analyse av hvordan verdens nasjoner kunne arbeide for å løse miljø- og utviklingsproblemene. "Verdenskommisjonen for miljø- og utvikling" (Brundtland-kommisjonen) la fram sin rapport "Vår felles framtid" i 1987. Her ble begrepet bærekraftig utvikling lansert og sammenhengen mellom økonomisk aktivitet og stress av miljø og tapping av ressursgrunnlag fokusert.

Etter Brundtlandkommisjonens forslag ble FN-konferansen om miljø og utvikling i Rio de Janeiro avholdt i juni 1992. Ut av denne konferansen kom en *rammekonvensjon* om biologisk mangfold og bærekraftig bruk av skog. *Agenda 21* fra denne konferansen ble en internasjonal handlingsplan for arbeidet med miljø og utvikling inn i det neste århundret. I denne FN's rammekonvensjon om klimaendringer, som trådte i kraft 21 mars 1994, er det endelige målet en stabilisering av *konsentrasjonen*¹ av klimagasser på et nivå som vil forhindre farlig, menneskeskapt påvirkning av klimasystemet.

Konvensjonen inneholder forpliktelser for *industriland og land med overgangsøkonomier (Annex I-land*²), om å vedta nasjonale *klimastrategier*, gjennomføre tiltak i forhold til disse strategiene og rapportere utviklingen i utslipp. I rapporteringsforpliktelsen heter det at industrilandenenes *siktemål* er, individuelt eller i fellesskap, å komme tilbake til utslippsnivået for 1990³. Konvensjonen inneholder dermed ingen konkrete tallfestede utslippsforpliktelser for partene.

På det *første* partsmøtet (det vil si møte mellom Annex-I-landene) i Berlin i mars-april 1995 (COP1) ble det vedtatt et *mandat* for en videre *forhandlingsprosess* med formål å utarbeide kvantifiserbare og tidfestede forpliktelser for disse landene med fokus på perioden etter år 2000. For utviklingslandene skal en i denne omgang ikke ta sikte på å etablere utslippsforpliktelser, men forsøke å fremskynde

¹ Dette er en meget krevende målsetting i forhold til de diskusjoner som foregår på dette området idag. Stabilisering av *utslippene* idag vil knapt merkes på utviklingen i *konsentrasjonen av klimagasser* langt ut i det neste århundrede, se for eksempel IPCC (WGI) (1995).

² Se Vedlegg A for en presisering av hvilke land dette er.

³ Se MD (1997a)

gjennomføringen av deres eksisterende forpliktelser om rapportering gitt i klimakonvensjonen. Det ble også lagt et løp for uttesting av mulige felles gjennomførings-tiltak for utslippsreduksjoner. Det *andre* partsmøtet i juli 1996 i Geneve (COP2) medførte at det ble satt et noe større tempo i arbeidet med å utarbeide en avtaletekst der en skal ta sikte på at Annex I- land kan bli enige om forpliktende utslippsreduksjoner. En slik tempoøkning i arbeidet ble gjort mulig ved at spesielt USA viste en noe større vilje til å utarbeide forpliktende målsettinger enn de tidligere hadde gjort. Flere grupper av land tok imidlertid avstand fra sluttresolusjonen fra møtet, blant annet Russland og OPEC-landene.

På det *tredje* partsmøte som finner sted i Kyoto i Japan 1-12 desember 1997 (COP3) tar en dermed sikte på å komme fram til forpliktende utslippsmål. Et hovedspørsmål på dette møtet vil ved siden av selve utformingen av konkrete utslippsmål være spørsmålet om fordelingen av utslippsreduksjoner mellom de ulike landene (byrdefordeling⁴) og spørsmålet om i hvilken grad en kan innføre ulike muligheter for samordning eller felles gjennomføring av utslippsreduksjoner (kostnadseffektivitet⁵).

Klimakonvensjonen åpner for at alle land kan samarbeide om tiltak for å begrense utslipp av klimagasser gjennom felles gjennomføring for å redusere de totale kostnadene ved klimatiltakene. Ulike former for samarbeid for å redusere de totale kostnadene ved oppfyllelsen av spesifikke utslippsmål kan tenkes. For eksempel kan et land, hvor det er forbundet med store kostnader å redusere landets utslipp av klimagasser, foreta investeringer i et annet land hvor kostnadene per enhet redusert utslipp er mindre, og på denne måten få godkjent reduksjonen i sitt klimaregnskap. Denne formen for felles gjennomføring kan skje på nasjonalt plan ved at myndighetene i to eller flere land samarbeider om finansiering av og støtte til investeringsprosjekter som kan redusere de totale utslippene i landene. Det kan også gjennomføres ved at enkeltbedrifter i landene samarbeider og rapporterer tiltak og utslippsreduksjoner til myndighetene⁶. En annen "samarbeidsform" kan være at landene blir enige om en form for omsettbare utslippstillatelser eller felles avgifter⁷.

⁴ Se for eksempel Kverndokk (1995)

⁵ Se for eksempel Brendemoen, Bye og Hoel (1995)

⁶ Norske prosjekter med skogplanting i Burkino Faso og overgang til sparelyspærer i Mexico kan være eksempler på slike. I ECON (1997) har en studert mulighetene for samarbeidsprosjekter med landene Bulgaria, Polen og de Baltiske landene og påviser store muligheter for å redusere de totale kostnadene ved å se Norge og disse landene i sammenheng ved oppfyllelse av samlede utslippsmål.

⁷ Se for eksempel Bohm (1997)

Under dette klimapanelet arbeider mange arbeidsgrupper som tar for seg ulike deler av de problemstillinger som må studeres for å få på bordet det faktagrunnlaget som trenges for å fatte beslutninger om tiltak overfor utslipp av klimagasser. Mens man i enkelte av workinggroupene retter fokus mot naturfenomenene er man i Working group III spesielt opptatt av sammenhengene mellom økonomisk aktivitet og utslipp av klimagasser.

Denne artikkelen er først og fremst en oversiktsartikkel som forsøker å trekke fram noen resultater fra nasjonale og internasjonale studier der en har fokusert på to forhold; i) hva vil kostnadene ved å redusere utslipp av klimagassen CO₂ være i ulike land og ii) hvor store besparelser kan en oppnå ved å innføre en eller annen form for felles gjennomføring av tiltak? De fleste studiene som omhandles i artikkelen baserer seg på en eller annen form for modellanalyser. To modelltradisjoner er representert i omtalen – empirisk baserte generelle likevektsmodeller der energi og utslipp inngår innenfor en generell makroøkonomisk tilnærming⁸ (top down) og mer mikro-orienterte ingeniørbaserte partielle modeller med rimelig detaljert spesifisering av energiteknologier⁹ (bottom up). Sammenligning av resultater fra ulike analyser på ulike tidspunkter kan være vanskelig da modellbruken er ulik, og de politiske (fri handel, regulerte regimer) og økonomiske rammebetingelsene (økonomisk vekst, sammensetning av veksten og bruk av økonomiske virkemidler) som beregningene er laget under er forskjellige. For eksempel benytter noen studier ensidige avgifter for å redusere utslipp mens andre studier benytter en kombinasjon av miljøavgifter og lettelse i andre vridende avgifter for å redusere de totale kostnadene ved å gjennomføre miljøtiltak. De fleste studiene adresserer imidlertid spørsmålet om hva kostnadene ved klimatiltak er, noe som burde kunne rettferdiggjøre en sammenligning. I enkelte av studiene har en også benyttet samme modell og samme type forutsetninger ved gjennomføring av beregningene.

I kapittel 2 kommenteres kort enkelte norske studier av kostnadene ved å innføre utslippsrestriksjoner av CO₂. I kapittel 3 utvides perspektivet til å omfatte de nordiske landene Norge, Sverige, Finland og Danmark og i kapittel 4 omtales studier som omfatter alle Annex I – land. I kapittel 5 diskuteres noen mulige konsekvenser av at en avtale i Kyoto eventuelt bare vil omfatte Annex I-land og i kapittel 6 drøftes om felles gjennomføring faktisk er så problemfritt som det kan synes. I kapittel 7 gis noen hovedkonklusjoner.

⁸ Se for eksempel Alfson, Bye og Holmøy (1996), Jorgenson and Wilcoxon (1990), og Dean and Hoeller (1992)

⁹ Se for eksempel Kram (1997)

2. Noen norske studier

Det er i løpet av de siste 10 årene gjennomført flere studier av kostnadene ved å redusere utslipp av klimagasser for Norge. Felles for disse er at de bygger på analyser gjort på langsiktige makro-økonomiske likevektsmodeller (av MSG-typen) eller mer kortsiktige makromodeller (MODAG)¹⁰. En tidlig studie for Norge var SIMEN-studien¹¹ som forelå i 1989. Der fremgikk at Norge ville kunne lide et tap i verdiskaping (BNP)¹² og konsum på 1-2 prosent hvis en skulle stabilisere CO₂ utslippene på 1987 nivået innen år 2000. Analysen forutsatte at Norge ensidig gjennomførte tiltaket. Anslagene ble blant annet nyttet i St.meld.nr. 46 (1988-89), Miljø og utvikling; Norges oppfølging av Verdenskommisjonens rapport.

I KLØKT¹³-studien anslø en at BNP-tapet for Norge ved ensidig å stabilisere utslippene fram mot år 2000 ville være om lag 1,0 prosent. I denne studien beregnet en også konsekvensene for Norge av ulike former for internasjonal samordning av virkemidlene mot CO₂ utslipp samtidig som en flyttet perspektivet helt frem til 2025. Det ble påvist at hovedeffekten av en internasjonal klimaavtale for Norge ville være et betydelig fall i den norske petroleums-formuen. Beregningene i KLØKT dannet et grunnlag for rapporten fra Den interdepartementale Klimagruppen: ”Drivhuseffekten, virkninger og tiltak” i mars 1991.

I Regjeringens Langtidsprogram 1994-1997¹⁴ anslås BNP tapet i Norge i 2020 som følge av å innføre en avgift på 260 kroner/tonn CO₂ å være om lag 1 prosent, selv om CO₂ utslippene i dette alternativet også vil øke med 10 prosent i forhold til 1989-nivået. Beregningene ble foretatt under en forutsetning om at det ble enighet om en internasjonal klimaavtale.

I ”Grønn skattekommissjon”¹⁵ anslås BNP-tapet som følge av å innføre avgifter for å stabilisere de norske utslippene på 1990 nivå i år 2005 til 1,7 prosent¹⁶. I de langsiktige beregningene til ”Grønn

¹⁰ Se Alfsen, Bye og Holmøy (1996) og Cappelen et. al (1996).

¹¹ Se Bye, Bye og Lorentsen (1989)

¹² I Aasnes, Bye og Mysen (1996) vises at det kan være betydelige forskjeller på om kostnaden måles i form av tap i BNP, tap i privat konsum eller endring i en velferdsindeks som også tar hensyn til endringer i relative priser i konsumet. Fordelingseffektene kan også være betydelige. Studiene som måler tap i BNP har dermed begrenset informasjonsverdi som en bør være klar over.

¹³ Se Moum (1992)

¹⁴ St.meld nr.4 (1992-1993)

¹⁵ NOU 1996:9 Grønne skatter - en politikk for bedre miljø og høy sysselsetting

¹⁶ Mange av studiene opererer med andre mål enn BNP, for eksempel endringer i privat konsum eller en velferdsindeks. Betydningen av ulike mål er diskutert blant annet i Aasnes, Bye og Mysen (1996). Der vises at tapet i konsumet og i den

skattekommisjon” antydes et BNP tap på 0,4 prosent ved en avgift på 440 kroner/tonn CO₂ og en økning i CO₂ utslippene med 10 prosent. Det antas et lukket norsk kraftmarked.

I en modell og analysedokumentasjon fra Statistisk sentralbyrå antyder Johnsen et. al (1996)¹⁷ et BNP-tap på 0,5 prosent ved stabilisering av CO₂ utslippene på 1990 nivå i år 2020.

Endelig antyder Regjeringens Langtids-program (1998-2001) at det ikke vil være særlige forskjeller i den økonomiske veksten (BNP) med og uten en klimaavtale selv om utslippene i Norge kan reduseres med om lag 40 prosent i klima-avtalealternativet i forhold til alternativet uten en klimaavtale. Hovedårsaken er at det er store substitusjons-muligheter mellom vann og gasskraft og at en i klimatilfellet vil legge ned deler av en allerede ulønnsomm kraftintensiv industri. I tilfellet med klimaavtale antydes imidlertid at den norske petroleums-formuen kan reduseres med om lag 140 milliarder kroner (av totalt 850 milliarder kroner).

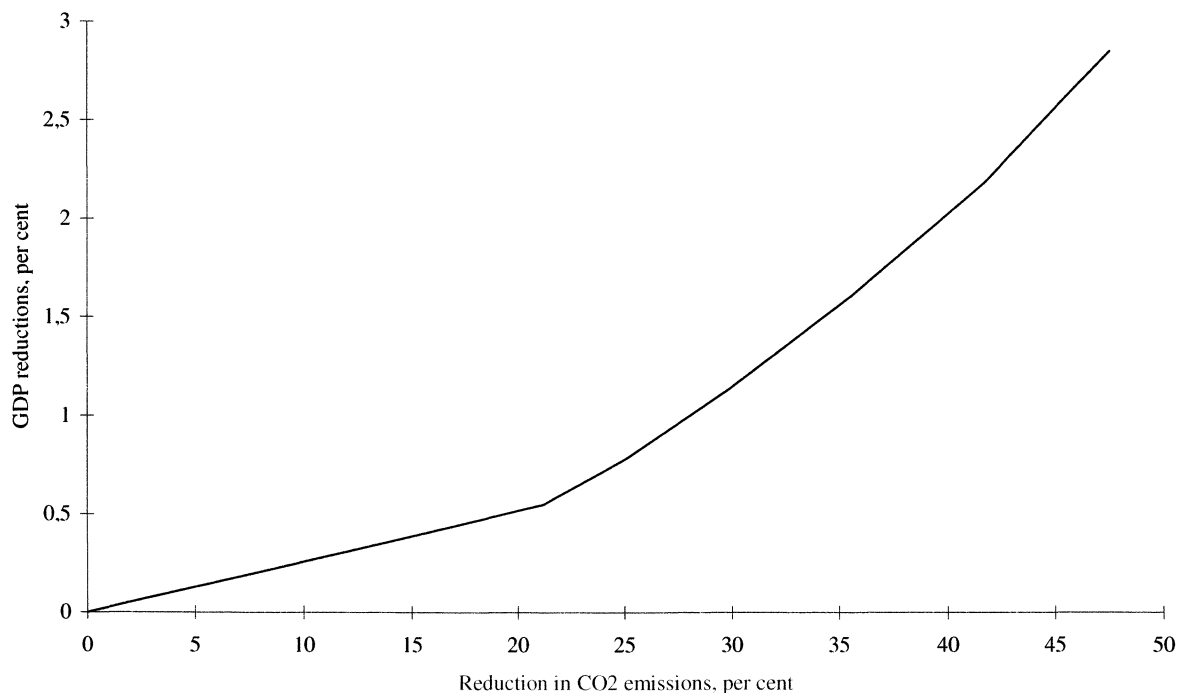
Disse norske studiene viser dermed at kostnadsnivået ved å stabilisere utslippene av CO₂ i Norge ligger i området 0,5 til 2,0 prosent av BNP på kort og lang sikt. Referert år 2020 (1997-priser) utgjør dette en årlig variasjon på mellom 7 og 30 milliarder kroner (1996-kroner) per år. Usikkerheten i anslagene må dermed kunne sies å være betydelig, selv om en del av variasjonene i beregningene nok skyldes variasjoner i enkelte rammevilkår en har lagt rundt en stabiliserings-målsetting i de ulike beregningene. Det er viktig å ha denne store variasjonene for øyet også når en skal sammenligne kostnadsanslag i ulike land med tanke på å svare på spørsmålet om fordelene ved en felles gjennomføring av klimatiltak kontra et opplegg hvor hvert enkelt land blir stilt overfor spesifikke utslippsmål.

I tillegg til den store usikkerheten omkring de marginale kostnadene ved en stabiliserings-målsetting må en ta hensyn til at *endringen i marginalkostnad* vil kunne være svært forskjellig fra land til land. Dette betyr at det å beregne fordelene ved samordning mellom land vil være avhengig av *hvilket* absolutt nivå for utslippsreduksjoner en faktisk snakker om. Johnsen et al op cit beregnet endringen i marginalkostnaden ved ulike utslippsmål-settinger for Norge, se figur 1.

benyttede velferdsindeksen er betydelig lavere enn i BNP på grunn av blant annet terms of trade effekter knyttet til innenlandsk avgiftspolitik. Her kommenteres imidlertid bare BNP målene for oversiktens og sammenlignbarhetens skyld.

¹⁷ Se Alfsen, Bye and Holmøy eds. (1996), kapittel 5.

Figur 1. Marginal Social Abatement Cost in year 2020. Norway



Kilde: Johnsen, Larsen and Mysen (1996)

Denne viser at mens kostnaden ved en utslippsreduksjon på de 10 første prosentene (fra 0 til 10) i forhold til referanse-banens utslipp i år 2020 er om lag 0,5 prosent, så er kostnaden ved en utslippsreduksjon på de 10 siste prosentene (fra 40 til 50) nesten 1,5 prosent. Det vil si at marginalkostnaden er sterkt stigende. Hovedgrunnen til dette er at en i første omgang kan redusere utslippene ved å gå over fra for eksempel gasskraft til større mengder vannkraft, at de billigste substitusjons-mulighetene innenfor olje (stasjonært forbruk) utnyttes tidlig og at det blir relativt sett dyrere når større andeler av transportoljene må fjernes for å oppnå utslippsmålene.

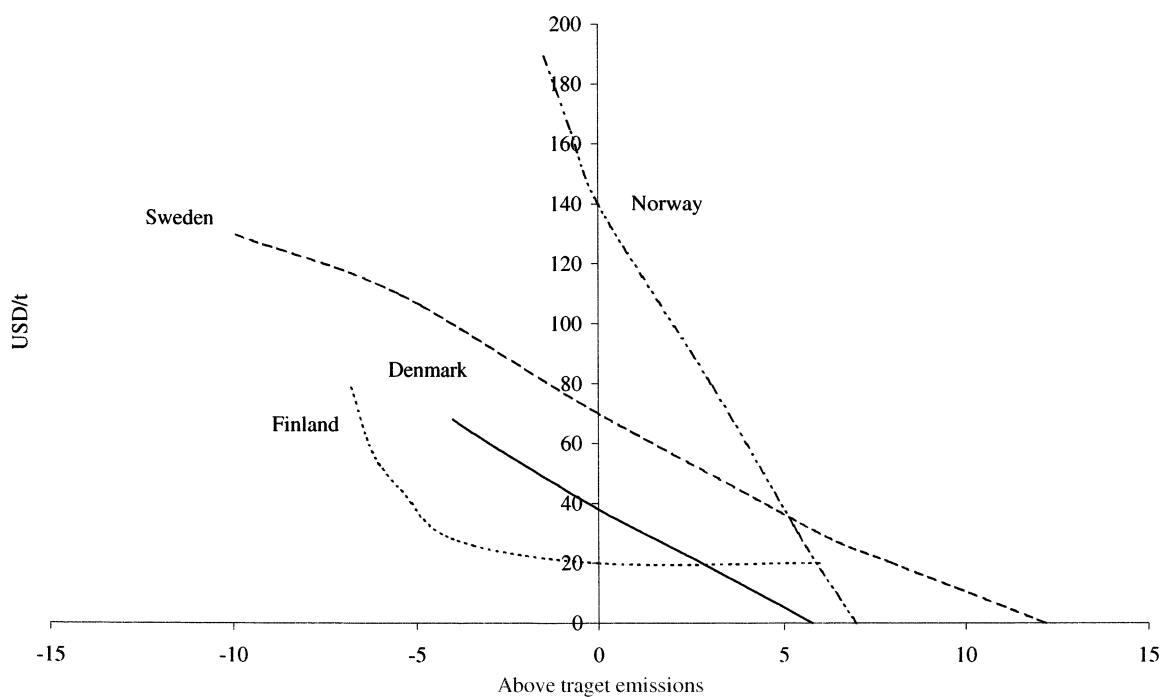
3. Nordisk samordning av utslippsreduksjoner

I Bohm (1997)¹⁸ ble det gjennomført et forsøk på å kvantifisere hvor mye de nordiske landene Norge, Sverige, Danmark og Finland kunne redusere kostnadene hvis de la opp til en kostnadseffektiv stabilisering av de nordiske CO₂ - utslippene kontra en situasjon hvor alle de fire impliserte landene hver for seg skulle stabilisere sine utslipp. For å analysere denne problem-stillingen ble grense-kostnads-kurver for hvert enkelt land etablert. Disse baserte seg på landspesifikke studier som var

¹⁸ For en detaljert gjennomgang av den norske delen av denne undersøkelsen, se Bye og Kverndokk (1997).

gjennomført tidligere. I figur 2 er disse grensekostnads-kurvene normert rundt stabiliseringsmålet (0-utslipp) for hvert land. Til høyre på X-aksen er utslippene større enn stabiliseringsmålsettingen i landet og til venstre mindre. Y-aksen viser marginalkostnaden ved å oppnå de gitte nivåene (USD/t). Første observasjon er at grensekostnads-kurvene for de fire landene er svært for-skjellige. Dette burde dermed være et utmerket utgangspunkt for felles gjennomføring av de utslippsreducerende tiltakene. I Bohms op cit ”forhandlet” delegasjoner fra hvert land om kjøp og salg av utslippskvoter seg imellom, gitt målsettingen om at de samlede utslippene i Norden skulle stabiliseres innen år 2000. Alle handlene som ble foretatt ble så sjekket mot de enkelte lands grensekostnadskurver og innsparte kostnader beregnet. Samlet skulle de fire landene redusere utslippene med 15 millioner tonn til en total kostnad vurdert etter hvert enkelt lands grensekostnadskurver og utslippsmål på 713 million USD. Etter at forhandlingene var gjennomført og kvoter omsatt var de totale kostnadene redusert til 345 millioner millioner tonn. Det vil si at ved et i teorien enkelt grep ble kostnadene mer enn halvert.

Figure 2 . Marginal Social Abatement Cost



Kilde: Bohm (1997)

Av figur 2 ser vi at det er store forskjeller i grensekostnader ved å redusere utslippene i for eksempel Norge og Danmark. Dette skulle bety det ville være lønnsomt å inngå en bilateral avtale mellom Norge og Danmark om å handle utslippskvoter seg imellom i relativt stort omfang. Når en imidlertid utvider antall land finner en at den faktiske handelen går mellom Norge og Finland og Sverige og

Finland. Handelen mellom Norge og Danmark og Sverige og Danmark blir faktisk svært liten i den optimale løsningen. Dette viser at en kostnadseffektiv klimaavtale bør omfatte flest mulig land. Faktisk kan en bilateral avtale i første omgang redusere potensialet for å oppnå en kostnadseffektiv avtale senere hvis de administrative kostnadene ved avtaleinngåelsen er store.

4. Internasjonale studier

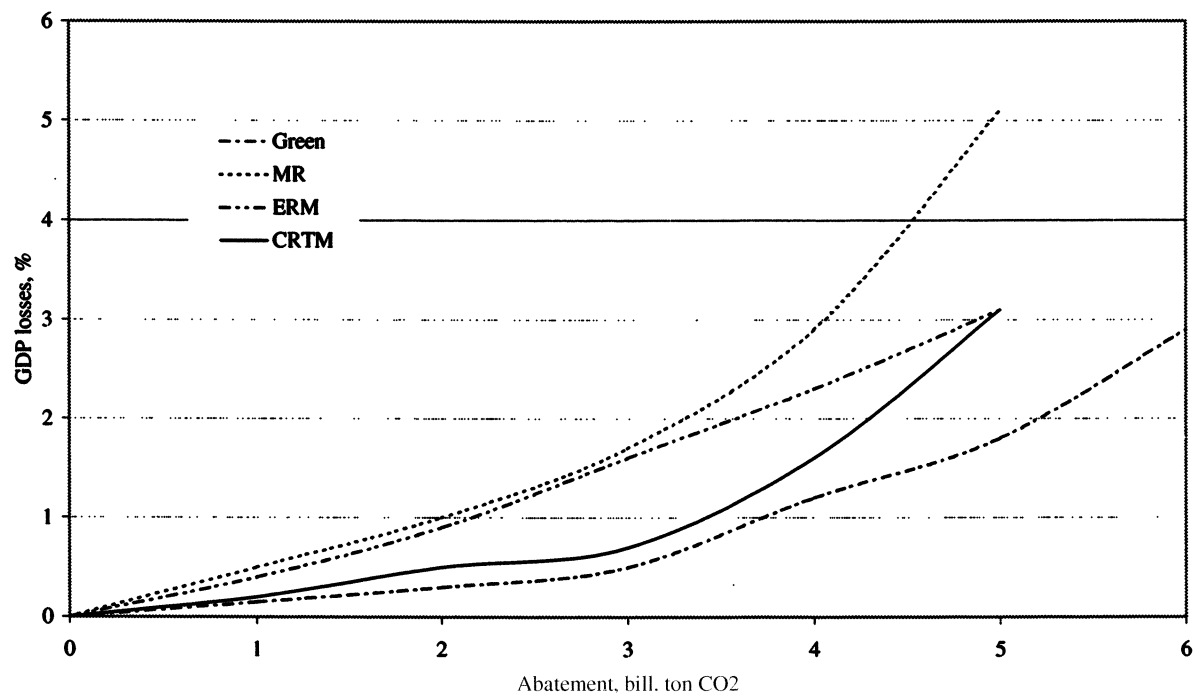
De siste ti årene har en internasjonalt etablert flere modeller som omfatter mange land og/eller regioner med grupper av land¹⁹, og som bygger nogenlunde på de samme prinsipper og sammenhenger som de tidligere landspesifikke modellene. Modellene er selvsagt også videreutviklet i enkelte retninger, både med hensyn på spesifisering av økonomiske sammenhenger, sammenhengene mellom økonomisk utvikling og utslipp og samspillet mellom de enkelte landene. Ved hjelp av disse modellene har en kunnet analysere samspilleffekter ved at land er integrerte både når det gjelder økonomi, policyutforming og forurensningseffekter.

I Dean and Hoeller (1992) ble det benyttet fire forskjellige modeller²⁰ til å beregne marginalkostnadskurven for reduksjon av CO₂ - utslipp for verden totalt, se figur 3. Her fremgår at marginalkostnadskurven er stigende i alle beregningene (krummer mot GDP taps-aksen), men den stiger svært ulikt i de ulike modellberegningene. I det nedre område for utslippsreduksjoner (den første milliarder med utslippsreduksjoner) kan en finne at kostnaden beregnet ved hjelp av ERM er nesten tre ganger så høy som kostnaden beregnet ved GREEN (0,4 prosent av BNP mot 0,15 prosent). I det øvre området for utslippsreduksjoner (rundt 4 billion tonn) er tilsvarende marginalkostnad (her definert som kostnaden ved den siste bill. ton utslippsreduksjon) henholdsvis 0,6 og 1,8 prosent av BNP for disse to modellene. I dette området for utslippsreduksjoner er ”marginal-kostnaden” (endring i utslipp med en billion tonn) beregnet ved MR hele 2,2 prosent av BNP.

¹⁹ Se for eksempel Burniaux et al (1991), Whalley and Wigle (1992), Dean and Hoeller (1992), Nicoletti and Oliveira-Martins (1992), and Hoeller, Dean and Nicolaisen (1991).

²⁰ I den opprinnelige studien ble seks modeller benyttet, mens figur 4 rapporterer tall fra fire av disse. De fire modellene er GREEN, se Oliveira Martins et.al. 1992, og CRTM (Carbon Rights Trade Model), se Rutherford 1992, MR (Manne and Richels Global 2100 Model, se Manne 1992 og ERM (Edmonds Reilly Model) se Barns et.al 1992. De tre første modellene er generelle likevektsmodeller for verden, der denne er delt opp i fra fem til 12 regioner. ERM er en partiell likevektsmodell for energimarkedene med en svært enkel kobling til økonomien. MR inkluderer intertemporære avveininger. De to siste modellene som opprinnelig ble benyttet var WW (Whalley and Wigle Model), se Whalley and Wigle (1992) og International Energy Agency Model, se Vouyoukas (1992). WW er en likevektsmodell mens IEA er en partiell energimodell.

Figure 3. Marginal Social Abatement Cost Total World, 2020

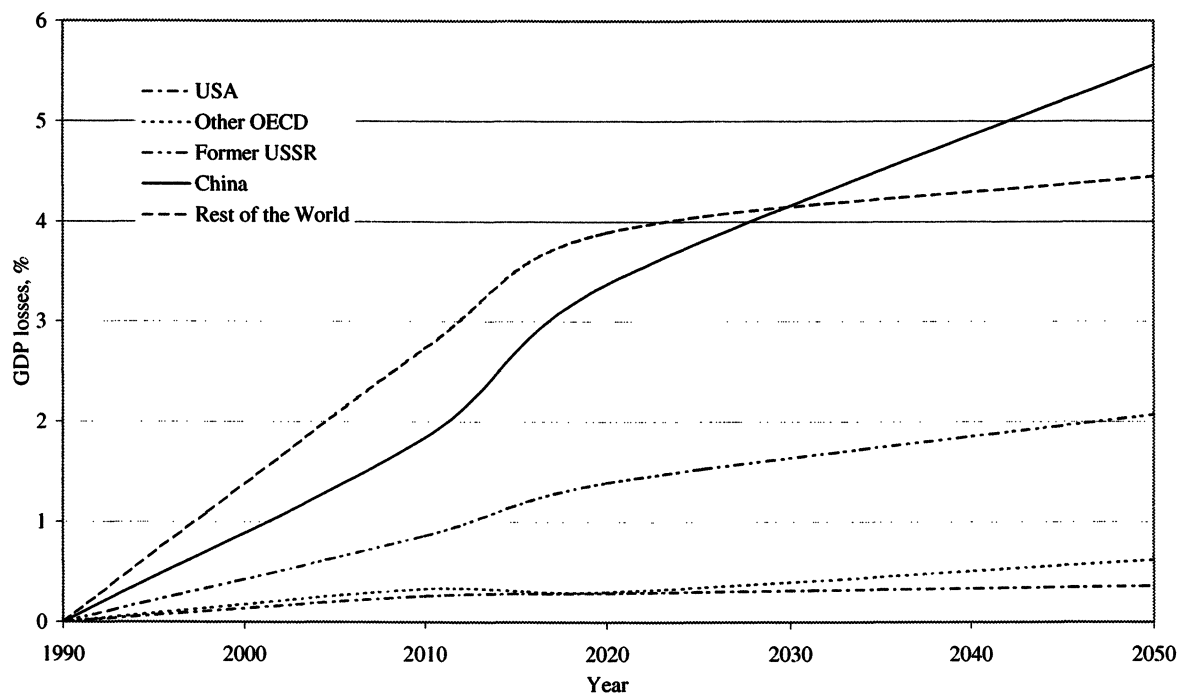


Kilde: Dean and Hoeller (1992).

Kostnaden ved utslippsreduksjoner beregnet ved ulike modeller er altså svært forskjellig. Marginal-kostnaden er sterkt stigende med hensyn på de krav til reduksjon i utslipp som stille. Endringen i marginalkostnad er også ulike i de fire modellanalysene.

Dean and Hoeller (1992) rapporterer også beregninger av BNP-tap ved *stabilisering* av CO₂ – utslipp i *ulike regioner* av verden og på *ulike tidspunkter*, se figur 4-7. Av disse figurene fremgår at marginal-kostnadene ved å stabilisere utslippene i de ulike regionene i verden også er svært forskjellige. For eksempel viser GREEN-modellen at kostnaden ved stabilisering av CO₂ utslippene i USA i år 2020 kan være så lav som 0,3 prosent av BNP, mens en stabilisering i China kan medføre et BNP-tap på 3,5 prosent. De andre modellene viser også at forskjellen mellom China og USA er store, men dog noe mindre enn beregnet i GREEN. Verre blir det imidlertid når en sammenligner resultatene for de tidligere Sovjet-statene. I to av modellene (GREEN og MR, se figur 4 og 5) er kostnaden om lag 1,5 prosent av BNP i år 2020, mens i de to andre modellene (se figur 6 og 7) er tapene lik null.

Figur 4. Social Abatement Cost. Calculated by GREEN. Stabilization Scenario

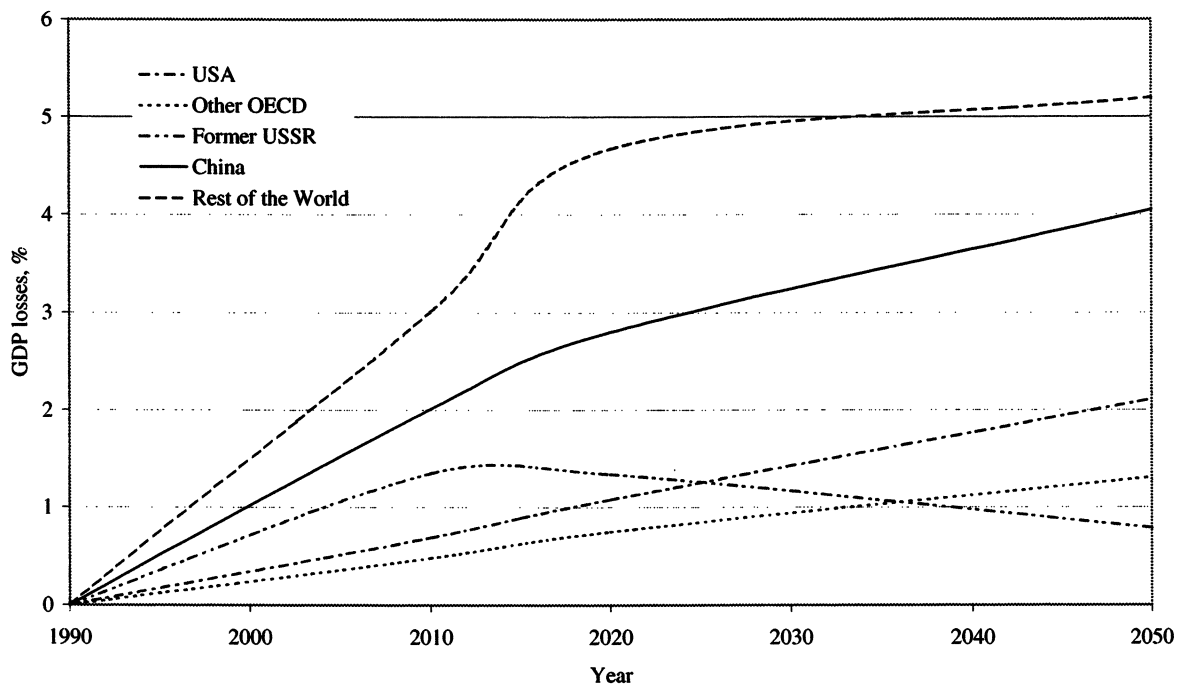


Kilde: Dean and Hoeller (1992)

Forskjeller i marginale kostnader ved utslippsreduksjoner i ulike land antyder at det vil være lønnsomt med handel med utslippskvoter eller en annen form for felles gjennomføring på tvers av disse grupper av land. Også her fremgår imidlertid at en ikke vil være sikret en kostnadseffektiv løsning på klima-problemene hvis en gjennomfører handel mellom et begrenset antall regioner, selv om dette også vil være bedre enn regionspesifikke reduksjoner. Det er også grunn til å understreke at modellanalysene her behandler relativt store og inhomogene regioner. Potensialet for handel innen en region kan være vel så stort som potensialet for handel mellom regioner. Anslagene på besparinger ved handel med kvoter mellom land som slike analyser viser vil derfor antakelig være sterkt undervurdert samtidig som de er svært usikre.

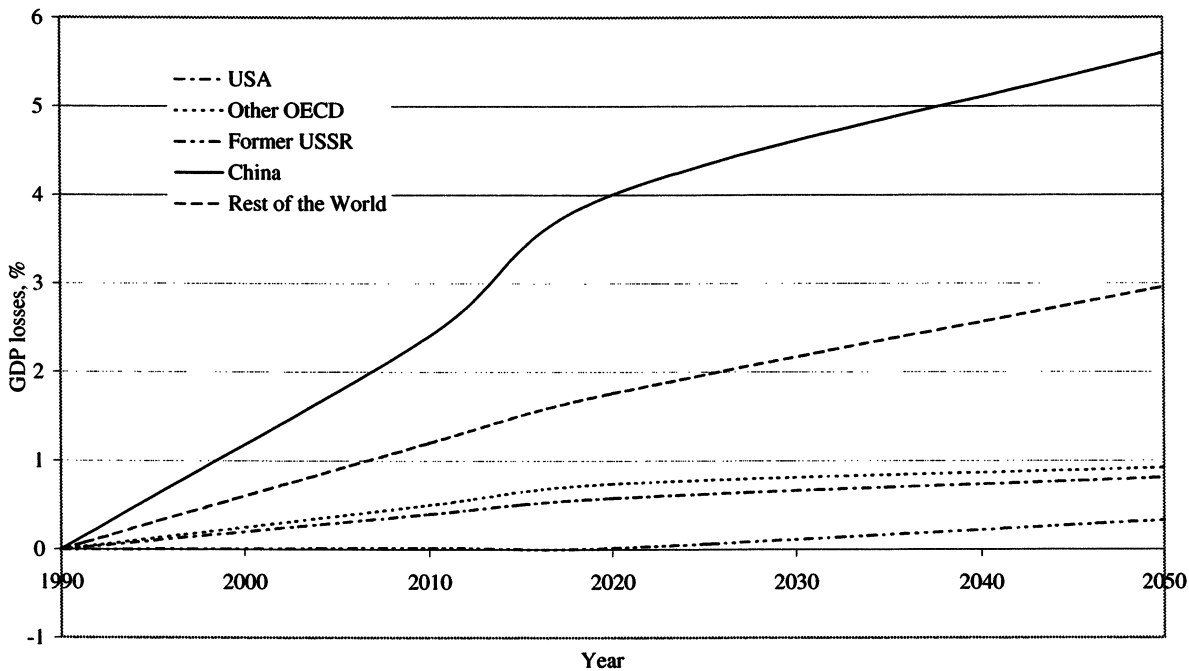
I Manne and Martins (1994) rapporteres beregninger på to modeller (GREEN og 12RT) hvor en eksplisitt har forsøkt å regne på gevinsten av en samordning av utslippsreduksjoner over landegrensner, se figur 8 og 9.

Figur 5. Social Abatement Cost. Calculated by MR. Stabilization Scenario.



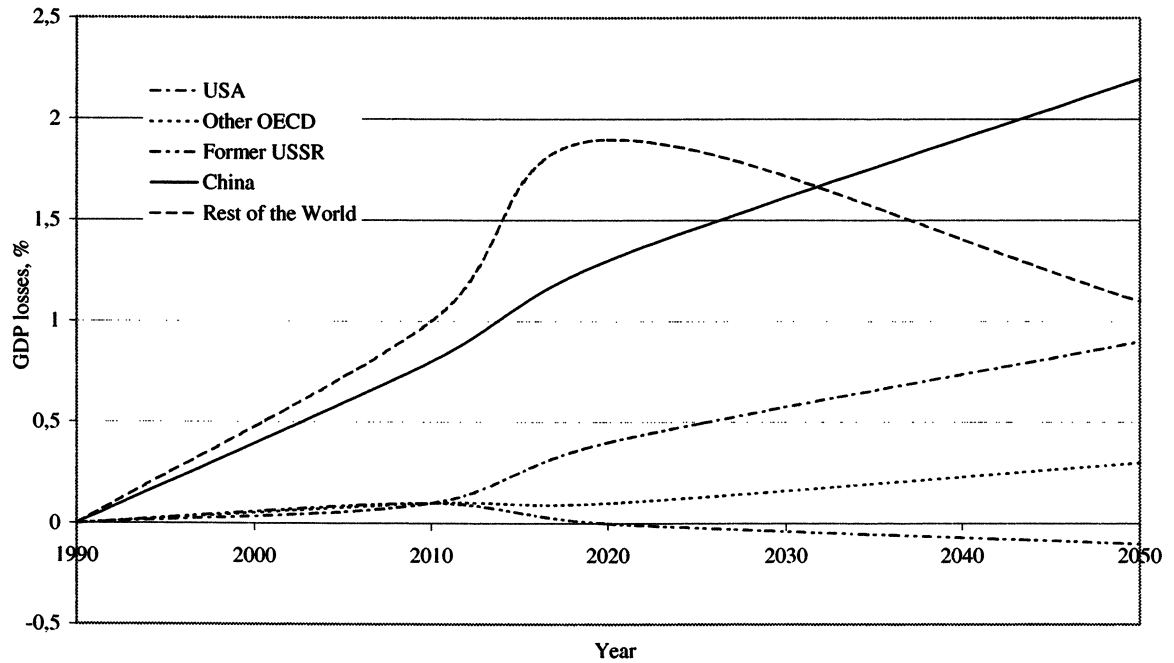
Kilde: Dean and Hoeller (1992)

Figur 6. Social Abatement Cost. Calculated by ERM. Stabilization Scenario.



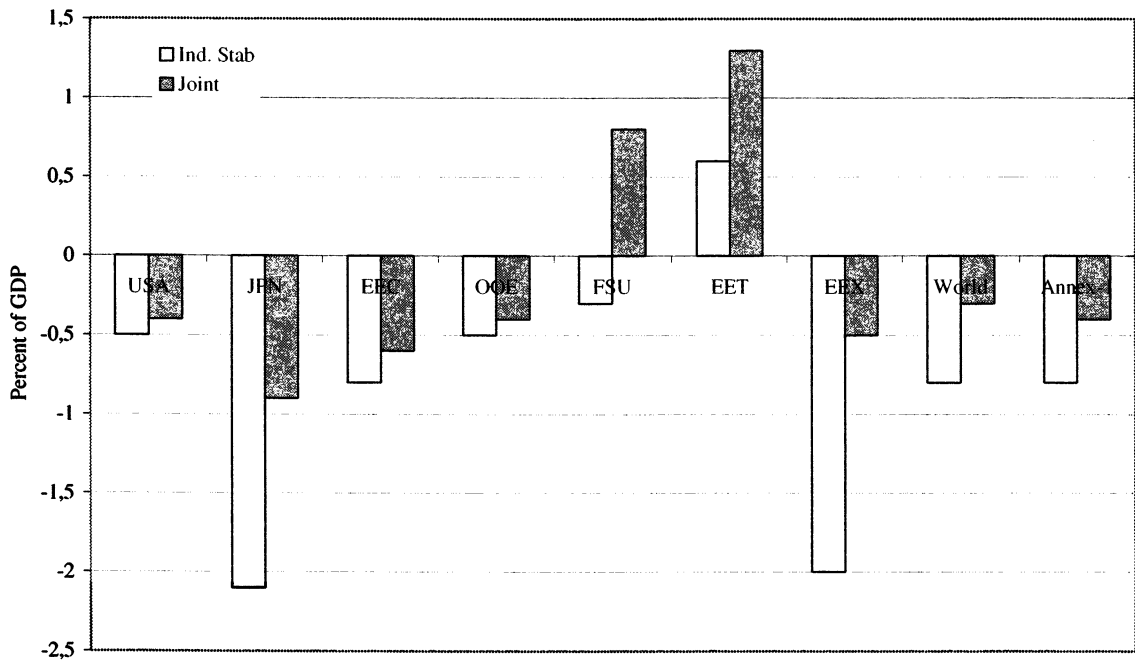
Kilde: Dean and Hoeller (1992)

Figur 7. Social Abatement Cost. Calculated by CRTM. Stabilization Scenario.



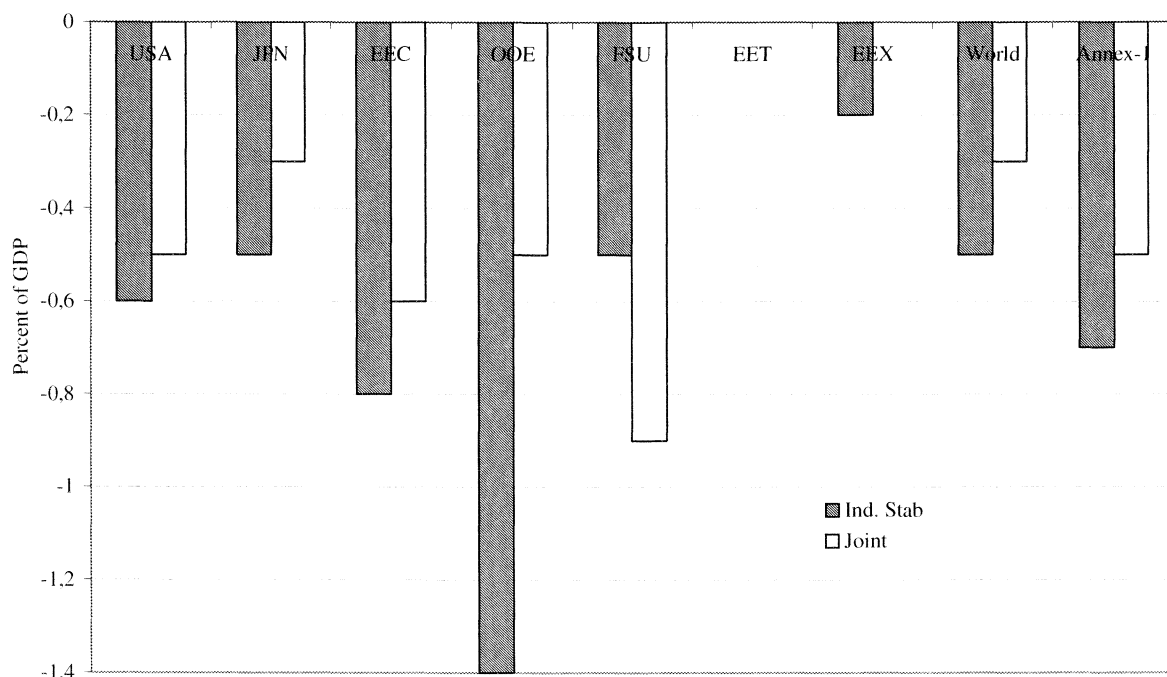
Kilde: Dean and Hoeller (1992)

Figur 8. Social Abatement Cost. Stabilisation of CO2 in 2030 unilaterally or joint. GREEN model.



Kilde: Manne and Martins (1994)

Figur 9. Social Abatement Cost. Stabilisation Scenario in 2030 unilaterally or joint. 12RT model.



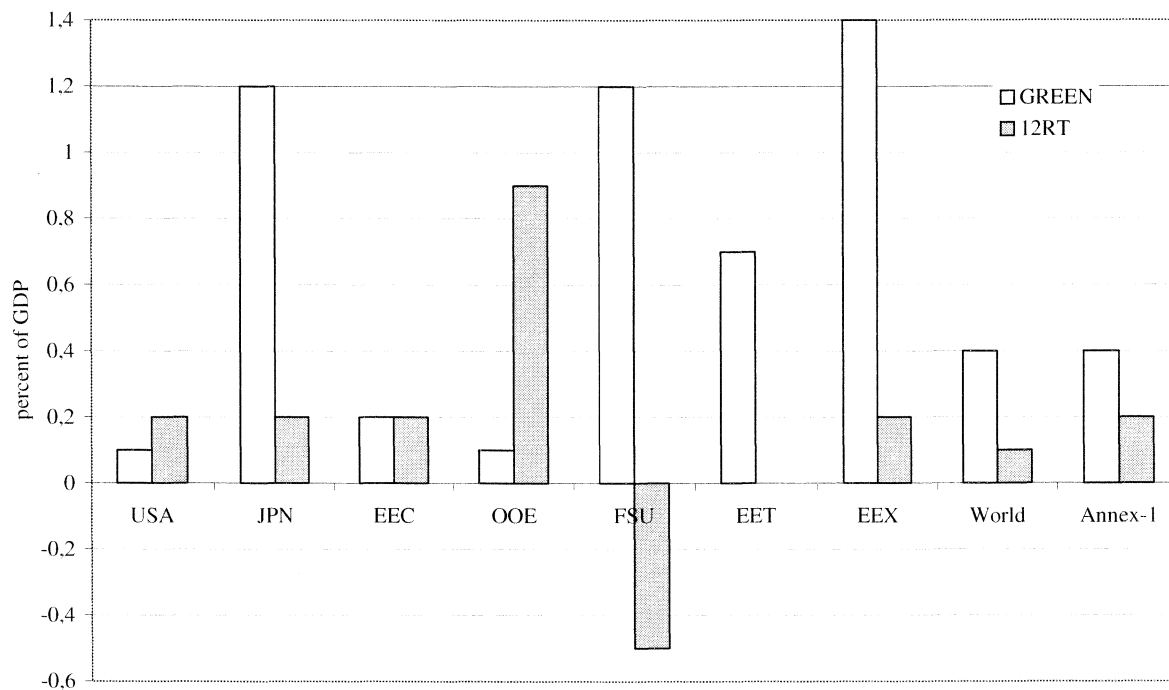
Kilde: Manne and Martins (1994)

I de to modellene har en beregnet BNP tap i 9 ulike regioner både under forutsetning av stabilisering unilateralt og ved felles gjennomføring. Fra beregningene finner en at det som hovedregel er slik at alle regionene vil tjene på en felles gjennomføring. Dette vil altså ikke bare gi en kostnadseffektiv gjennomføring, men det vil også være en paretoforbedring. Hvis dette resultatet er robust kan det synes noe merkelig at det ikke skulle være mulig å få til en internasjonal klimaavtale (dette skal vi komme tilbake til i kapittel 6). Dette er gitt at en avtale skal forhandles mellom de blokker som er gitt gjennom region-fordelingen i disse analysene. Det kan selvfølgelig tenkes at felles gjennomføring kan forverre situasjonen for enkeltland innefor en eller flere av de spesifiserte regionene. Av figur 10 vil en også se at det faktisk er en av regionene som kommer dårligere ut (i form av størrelsen på det redusert BNP), nemlig regionen EET (European Economics in Transition).

Av figur 10 finner vi også at selv om begge modellene beregner at stort sett alle regioner oppnår gevinster ved felles gjennomføring så er det store forskjeller i nivået på de beregnet gevinstene som regionene oppnår. Det er heller ingen systematikk i at en av modellene estimerer høyere anslag enn den andre modellen. I et tilfelle er fortegnet også forskjellig i de to modellene. Selv om konklusjonen er at det er betydelige gevinster å hente ved en felles gjennomføring så er det stor usikkerhet knyttet

både til spørsmålet om hvor store gevinstene er og hva fordelings-effekten av en felles gjennomføring vil være.

Figur 10. Gains from joint implementation



Kverndokk (1993) benyttet en global energimodell hvor verden var delt inn i fem regioner til å analysere hva gevinsten av en felles gjennomføring ville være (kontra en unilateral reduksjon) hvis verden sto overfor krav om en 20 prosent reduksjon i utslippene i 2000 sammenlignet med 1990. Han fant at en kunne spare om lag 50 prosent av kostnadene ved utslippsreduksjonene ved en slik felles gjennomføring. Kverndokk har antakelig også underestimert gevinsten, da fordelene ved felles gjennomføring innenfor de fem regionene ikke er beregnet.

Richels, Edmonds, Gruenspecht and Wigley (1996) gjorde en tilsvarende studie som Kverndokk der de benyttet fire forskjellige modeller til å beregne fordelene ved felles gjennomføring av en 20 prosent utslippsreduksjon i forhold til 1990 innen år 2010. Besparelsene i disse studiene ligger mellom 55-70 prosent. De forskjellige modellene i Richel et. al's analyser aggregerer verden i regioner på noe ulik måte. Den modellen som er mest disaggregert gir de høyeste gevinstene ved felles gjennomføring. Dette er en indikasjon på at de fleste studiene som benytter aggregerte regioner undervurderer gevinstene ved felles gjennomføring.

Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) har arrangert flere seminarer hvor temaet har vært diskusjon av analyser og beregninger av eventuelle kostnadsbesparelser ved en eller annen form for felles gjennomføring av klimatiltak mellom land. Denne gruppen har engasjert Energy Modelling Forum, Stanford University, til å foreta en mengde modellberegninger av slike kostnadsbesparinger. Tilsammen har 25 modeller vært evaluert i denne prosessen. En del av disse beregningene ble presentert på et møte i regi av IPCC i Oslo høsten 1997:

- Weyant (1997) benytter tre modeller til å beregne kostnadene ved å stabilisere *konsentrasjonen* av CO₂ i atmosfæren (på nivå 550 ppmv). Her beregnes nåverdien av de kostnader som kreves for å oppnå målet under to forutsetninger: ingen handel med CO₂ – kvoter og handel med kvoter. Gevinsten ved kvotehandling er beregnet til å være i størrelsesorden 30-50 prosent (avhengig av modell) av kostnadene ved å redusere utslippene uniregionalt, med en noe større gevinst for OECD land enn for andre land.
- Kram (1997) Beregner marginal-kostnadskurver for utslippsreduksjoner med utgangspunkt i en teknisk økonomisk modell²¹. I studien beregnes marginalkostnader for 9 Europeiske land samt Canada. Grensekostnadskurvene for disse landene er svært ulike og tilsier et meget stort potensiale for å høste betydelige gevinster ved handel med CO₂ kvoter.
- Manne (1997) beregner marginal-kostnadene ved utslippsreduksjoner for de tidligere Sovetstater, China, USA, resten av OECD og resten av verden (ROW), som følge av en 2% årlig reduksjon i utslippene av CO₂ i forhold til et basisscenario. For disse regionene varierer ”marginaltapene” mellom 6,5 % og 1,5 prosent. Igjen et godt eksempel på et betydelig potensiale for handel med CO₂.
- Böhringer, Jensen and Rutherford (1997) beregner kostnadene ved utslippsreduksjoner i seks EU-land under ulike scenarier for fordeling av initiale utslippskvoter og ulike regimer for handel med kvoter mellom land. De initiale utslippskvotene innebærer ulike krav til reduksjoner av utslipp i de ulike landene som er med i analysen (dette kan karakteriseres som en initial inntektsfordelings-effekt). Denne studien finner at det kun er begrensede gevinster å hente fra handel med kvoter innenfor EU. Dette kan umiddelbart synes å stå i sterkt kontrast til en del av de andre studiene. Her er det imidlertid viktig å være klar over at detaljgraden i spesifiseringen av land er større i denne studien enn i de andre studiene. Hvis studien gir et rimelig anslag på denne gevinsten kan imidler-

²¹ Analysen er gjort innenfor ETSAP – programmet (Energy Technology Systems Analyses Programme) og baserer seg på MARKAL (bottom up teknisk økonomiske modeller) type modeller.

tid påstanden om at gevinster av handel innenfor regioner kan være vel så store som mellom regioner av land bli en del svekket. Det er imidlertid grunn til å påpeke at EU-landene kan være vesentlig mer like enn land innenfor andre regioner og at den konklusjonen som antydes av Böhringer et al kan være spesiell for EU-land. Uansett er resultatet fra denne studien overraskende i forhold til hva en skulle forvente, se for eksempel studien av gevinster med handel med kvoter mellom de nordiske landene i kapittel 2.

ABARE (1997) er en omfattende analyse av de økonomiske konsekvensene av ulike former for felles gjennomføring sammenlignet med en stabiliserings-målsetting for hver av de ti regionene som er omfattet av analysen. I analysen benyttes en generell likevektsmodell (MEGABARE). I analysene fremkommer at effekten av å gå fra en stabiliserings-målsetting for hver region til en felles gjennomføring i form av enten omsettbare kvoter eller felles avgiftsnivå på CO₂ er relativt beskjedne for de fleste regioner på tross av at en i konklusjonen påstår at de er ”substantial”, se side 119-120 i rapporten.

Forskjellen utgjør mindre enn en tiendedels prosent i velferdsmålet som nyttes, bortsett fra for China hvor en stabiliseringsmålsetting gir en kostnad på 0,2 prosent, mens en felles gjennomføring av denne medfører en gevinst for China på 0,2 prosent.

5. Noen fordelingsaspekter

Studiene som er omtalt ovenfor stiller spørsmålet om hvor mye en kan spare ved en felles gjennomføring av tiltak for å oppnå globale mål om CO₂ utslipp istedet for at alle land skal ha prosentvis like utslipps-reduksjoner ²²som mål. Her tar en altså opp spørsmålet om kostnads-effektivitet. Spørsmålet om inntekts-fordeling berøres indirekte ved at fordelingen av kostnader ved omallokering av de faktiske utslippsreduksjoner omallokeres. I en forhandlingssituasjon er spørsmålet om en direkte inntektsfordeling ved fordeling av de initiale utslippskrav vel så viktig. Her står kravet om om ”rettferdighet” sentralt.

I litteraturen finner en også noen studier som stiller spørsmålet hva en kan spare i kostnader ved å ha en felles gjennomføring av klimatiltak kontra en initial fordeling av kvoter slik at for eksempel tapet i BNP blir det samme for alle land (gjerne kalt Australiaforslaget). Holtsmark (1997) viser at en felles gjennomføring av klimatiltak også i dette tilfelle kan ha stor betydning for fordeling av kostnaden

²² Krav om like prosentvise utslippsreduksjoner i alle land blir gjerne kalt USA/Eu forslaget, på tross av at Eu gjerne vil ha felles gjennomføring innen EU.

mellom land. Han finner imidlertid, det i utgangspunktet odde resultat, at de totale kostnadene ved felles gjennomføring blir høyere enn kostnadene under den initiale fordelingen av utslipp.

I ETSAP (1997) er kostnadene ved prosentvise like reduksjoner sammenlignet med kostnadene ved et forslag til fordeling av utslipp der en tar hensyn utslipp per BNP-enhet, utslipp per capita, BNP per capita og en andel for fornybar energi i energiproduksjonen (Norsk/Islandsk forslag). De konkluderer med det Norske/Islandske forslaget gir mindre variasjon i prosentvis BNP-tap mellom land enn hvis en la like prosentvise utslippsreduksjoner til grunn. Forslaget medfører imidlertid i følge beregningene ikke særlig bedring i kostnadseffektiviteten i gjennomføringen av de globale klimatiltakene.

6. Bare ANNEX I land i en klimaavtale?

I forbindelse med klimaforhandlingene har en vedtatt at en slik avtale i første omgang bare skal omfatte ANNEX-I-land. Det vil i hovedsak si at en holde utviklingslandene utenfor. Dette kan ha flere uheldige effekter. For det første vil ikke eventuelle utviklingsland få den fordel den ville være å få en pris for eventuelle utslipp de kunne avstå fra til en lavere kostnad enn den skyggepris en ville ha på slike kvoter i markedet. For det andre vil det være lønnsomt å flytte forurensende aktivitet fra et ANNEX-I land til et ikke ANNEX-I-land for å unngå kostnader ved egne utslippsreduksjoner. For det tredje ville en ved å utelukke ikke-ANNEX I land i første runde kunne blokkere for optimale handler mellom ANNEX-I og ikke ANNEX-I land i neste omgang hvis de administrative kostnadene er store ved de initiale handlene. Det er grunn til å tro at slike kostnader kan være svært store spesielt hvis handlene med kvoter rekkes å bli implementert i utslippsreducerende tiltak i de landene som selger kvoter.

7. Problemer med felles gjennomføring

Som vi har sett ovenfor medfører felles gjennomføring av klimatiltak at de totale kostnadene ved disse tiltakene blir minimert. I tillegg viser flere av studiene at alle land eller regioner kommer bedre ut enn om hvert land står overfor eksplisitte utslippsmål. Likevel synes det å være stor uenighet om spørsmålet om felles gjennomføring. Dette kan skyldes flere forhold:

- Ved felles gjennomføring sørger en for at alle land omsetter CO₂ kvoter mellom seg enten direkte i form av kvotesalg/kjøp eller via et felles avgiftssystem. Dette er et viktig utgangspunkt (se nedenfor) for i teorien å sikre at marginalkostnaden i hvert enkelt land blir like. Studiene viser imidlertid også at de totale kostnadene mellom land blir svært ulikt fordelt. Felles gjennomføring

sikrer altså ikke alle rettferdighets-hensyn. Kverndokk (1993) finner at de rikeste landene i verden vil kunne få de minste kostnadene (prosentvis reduksjon i BNP) ved å redusere utslippene i en situasjon med felles gjennomføring.

- Et annet problem ved felles gjennomføring er spørsmålet om gamle tiltak for å redusere utslipp av CO₂ skal krediteres når en innfører nye målsettinger og disse skal fordeles. For eksempel har Norge og flere andre land allerede innført betydelige avgifter på CO₂ utslipp. Flere land har også innført restriksjoner i andre deler av økonomien som indirekte bidrar til å holde CO₂ utslippene nede, selv om de opprinnelige målsettingene med virkemiddelet var andre (for eksempel veiprising for å sikre dekning av marginalkostnader ved veibygging som indirekte også bidrar til å redusere transportomfanget og dermed bruk av drivstoff og utslipp). Det hevdes at det er *urettferdig* hvis slike tiltak ikke skal krediteres ved fordeling av de initiale utslippskvotene når nye målsettinger innføres.
- Enkelte land er store produsenter av energi. Noen hevder at de land som produserer og eksporterer energi som er mindre forurensende i bruk enn for eksempel kull og olje, men der det er store utslipp knyttet til selve produksjonen av energien, må tilgodesees ved fordeling av de initiale utslippskvotene. Hvis dette poenget skal tillegges prinsipiell vekt ved fordeling av initiale kvoter vil en kunne hevde at all produksjon som er energieffektiv skal tilgodesees ved fordelingen. For eksempel vil en kunne hevde at norsk aluminiums-produksjon benytter en svært energieffektiv teknologi og at denne produksjonen erstatter tilsvarende mer forurensende teknologi i andre land. På den annen side er Norge et land med svært høye avgifter på kjøp av bil. Dette medfører at vi i gjennomsnitt har en svært gammel bilpark, som igjen bidrar til svært høye utslipp. Med konsistens i klimaforhandlingene burde da Norge straffes for dette?
- Hva skal grunnlaget for forhandlinger mellom om kjøp og salg av kvoter egentlig være. Holder slike modellanalyser da? I enkeltanalyser har en vist at forhandlinger kan være trivielle å gjennomføre, men dette er gitt at tilstrekkelig informasjons-grunnlag er på plass. Hva hvis enkeltland oppdager i ettertid at kostnadene er vesentlig lavere eller vesentlig høyere enn opprinnelig beregnet?
- Et lite påaktet tema i klimaforhandlingene og analysene som er gjort omkring kostnadene ved utslipps-reduksjoner synes å være overgangen fra landfordeling til implementering innenlands. En landfordeling av utslippsreduksjoner må forutsettes å bli implementert i hvert enkelt land. Da vil en igjen stå overfor spørsmålet hvilke virkemidler som skal nyttes for å oppnå de landspesifikke utslippskravene, og igjen er svaret en form for implementering som kan fordele utslippene etter

stigende marginalkostnader – det vil si en form for utslippskvoter eller avgifter (med eventuelle sidebetalinger). Og igjen vil hovedspørsmålet bli – hva med inntektsfordelingen.

8. Oppsummering

Det er opp igjennom årene gjennomført et utall av studier av kostnadene ved å redusere utslipp av klimagasser. Studiene er dels landspesifikke og dels omfatter de hele verden og regioner av denne.

Studiene som er gjennomført benytter dels makroøkonomiske modeller der kostnaden beregnes som redusert BNP ved utslippsreduksjoner eller reduksjon i en eller annen form for velferdsindeks. En del analyser benytter teknisk økonomiske partielle modeller for energimarkedet og beregner tyoisk kostnaden ved klimatiltak som kostnadsøkningen ved energiopp-dekningen ved gitt aktivitetsnivå.

I detaljene kan ikke de ulike studiene direkte sammenlignes da de i tillegg til å benytte ulike modeller også legger noe ulike rammebetingelser av økonomisk og politisk art rundt beregningene. Hovedtrekkene ved de ulike beregningene er imidlertid sammenfallende.

- Marginalkostnaden ved utslippsreduksjoner i de ulike landene og regionene er svært ulike. Dette burde skape et stort potensiale for å redusere kostnadene ved felles gjennomføring. På denne måten kan kaken som fordeles gjøres størst mulig. Med et godt fordelingsopplegg av kvoter, evt med sidebetalinger, burde felles gjennomføring kunne gi en bedre løsning for de fleste land enn hvis de ble stilt overfor prosentvise kutt.
- Marginalkostnadene ved utslippsreduksjoner i de enkelte landene er sterkt stigende. Gevinsten ved felles gjennomføring vil dermed være sterkt avhengig av og sterkt økende med nivået på utslippsmålene.
- Analysene som er gjennomført antyder at en ved en stabiliseringsmålsetting kan redusere de totale kostnadene ved utslippsreduksjonen til det halve hvis en går inn for omsettbare kvote-ordninger istedet for prosentvise kutt.
- Den viktigste obstruksjonen i klimaforhandlingene er hensynet til inntektsfordeling (rettferdig fordeling). Ideelt sett burde dette spørsmålet vært løst adskilt fra spørsmålet om kostnadseffektivitet, men dette synes umulig.
- Modellanalysene kan bare være antydninger om hvilke kostnads-besparelser en kan oppnå ved felles gjennomføring. Analyser har vist at forhandlinger om kjøp og salg av kvoter er mulig å gjennomføre hvis informasjonsgrunnlaget om kostnadsstrukturen er tislirekkelig

- Internasjonale forhandlinger kan løse landfordelingen, men den viktigste implementeringen er hva hvert enkeltland gjør for å oppnå egne utslippsmål når forhandlingene er gjennomført.

Appendix 1

Countries under the two categories Annex I and Annex II

Annex I

Australia
Austria
Belgium
Canada
Denmark
European Economic Community
Finland
France
Germany
Greece
Iceland
Ireland
Italy
Japan
Luxembourg
Netherlands
New Zealand
Norway
Portugal
Spain
Sweden
Switzerland
Turkey
United Kingdom of Great Britain and Northern
Ireland
United States of America

+ Countries that are undergoing the process of transition to a market economy.

Belarus
Bulgaria
Czechoslovakia
Estonia
Hungary
LatviaLithuaniaPoland
Romania
Russian Federation
Ukraine

Annex II

Australia
Austria
Belgium
Canada
Denmark
European Economic Community
Finland
France
Germany
Greece
Iceland
Ireland
Italy
Japan
Luxembourg
Netherlands
New Zealand
Norway
Portugal
Spain
Sweden
Switzerland
Turkey
United Kingdom of Great Britain and Northern
Ireland
United States of America

= OECD except Mexico

Referanser

Aasness, J., T. Bye and H.T. Mysen (1996): Welfare effects of Emission taxes in Norway. *Energy Economics* **18**, 4, 1996, 335-346.

Alfsen, K.H, T. Bye and E. Holmøy (red) (1996). *MSG:EE: An Applied general Equilibrium Model for Energy and Environmental Analyses*, Social and Economic Studies, no 96, Statistics Norway.

Anderson, D., M. Grubb, and J. Depledge (1997): Climate Change and the Energy Sector.

Anderson, Kym and Warwick J. McKibbin (1997): Coal Subsidies and Trade Barriers: their Contribution to Greenhouse Gas Emissions. Paper at the IPCC Workshop on Economic Impacts of Annex I Actions on all Countries in Oslo, August 18-20, 1997.

Babiker, Mustafa H., Keith E. Maskus and Thomas B. Rutherford (1997): Carbon Taxes and Global Trading System. Paper at the IPCC Workshop on Economic Impacts of Annex I Actions on all Countries in Oslo, August 18-20, 1997.

Barret, S. (1990): Economic Analysis of International Environmental Agreements. Mimeo, London School of Economics, 1991.

Bohm, P. , and B. Larsen (1994): Fairness in a Tradable-Permit Treaty for Carbon Emissions Reductions in Europe and the Former Soviet Union. *Environment and Resource Economics* **4** (3), 219-239.

Bohm P. (1997): A Joint Implementation as Emission Quota Trade: An Experiment Among Four Nordic Countries, Nord Energy 1997:4.

Brendemoen, A, T. Bye og M. Hoel (1995): Utforming av CO₂ avgifter: Teoretisk grunnlag og økonomiske konsekvenser. *Norsk Økonomisk Tidsskrift (NØT)* **109**, 1995, 77-106.

Burniaux, J.M., J.P. Martin, G. Nicoletti, and J.O. Martins (1991a): A Multi Region Dynamic General Equilibrium Model for Quantifying the costs of curbing CO₂ Emissions. A Technical Manual. OECD Working Paper No. 104, OECD Department of Economics and Statistics.

Burniaux, J.M., J.P. Martin, G. Nicoletti, and J.O. Martins (1992b): GREEN - A Multi Sector – Multi Region General Equilibrium Model for Quantifying the costs of curbing CO₂ Emissions. A Technical Manual. OECD Working Paper No. 116, OECD Department of Economics and Statistics.

Bye, B, T. Bye og L. Lorentsen (1989): *SIMEN – Studier av industri, miljø og energi fram mot år 2000*. Fabritius Forlag.

Bye, T., and S. Kverndokk (1996): Nordic Negotiations on CO₂ Emissions Reduction. The Norwegian Negotiation Team's Considerations. Documents 96/25, Statistics Norway.

- Böhringer, Cristoph, Jesper Jensen and Thomas B. Rutherford (1997): The Costst of Carbon Abatement in Six EU Countries: Implications of Alternative Baseline Energy Projections. Paper at the IPCC Workshop on Economic Impacts of Annex I Actions on all Countries in Oslo, August 18-20, 1997.
- Coppel, J. (1997): The Rio Convention on Climate Change: The New Regime and the Agenda for Research, Mimeo, Resource Allocation Division, OECD, 1992.
- Darmstadter, J. (1991): The Economic Cost of CO₂ Mitigation: A Review of Estimates for Selected World Regions, Discussion Paper ENR91-06, Washington, DC: Resources for the Future.
- Dean, A., and P. Hoeller (1992): Costs of reducing CO₂ emissions: Evidence from six global models. Economics Department Working Papers, No 122, OECD 1992.
- Eckhaus, R. (1992): Comparing the Effects of Greenhouse Gas Emissions on Global Warming. *The Energy Journal* **13**, 25-34.
- ECON (1996): *Emission Trading and Joint Implementation Among Annex – I Countries*. ECON – center for Economic Analyses – Reports 58/96, Oslo.
- Fankhauser, S., and S. Kverndokk (1996): The Global Warming Game. Simulation of a CO₂ reduction Agreement, *Resource and Energy Economics* **18**, No. 1 & No. 2, 1996, 83-102
- Fisher-Vanden, K.A., P.R. Shukla, J.A. Edmonds, S.H. Kim and H.M. Pitcher (1997): Carbon taxes and India, *Energy Economics* **19** (1997) 289-325
- Gielen, Arjen and Johannes Bollen (1997): WorldScan Simulations for the Energy Modelling Forum Round 14. Economic Impacts of Climate Change Mitigation Actions by Annex I Countries on all Countries. Paper at the IPCC Workshop on Economic Impacts of Annex I Actions on all Countries in Oslo, August 18-20, 1997
- Group of Economic Experts (1991a): An Analysis of Alternative Instruments for Negotiating a Global Warming Treaty, mimeo OECD 1991.
- Group of Economic Experts (1991b): Side Payments in a Global Warming Treaty, mimeo OECD 1991.
- Hahn, R.W. (1984): Market Power and transferable property rights. *Quarterly Journal of Economics* **99**, 753-65.
- Haites, Erik, Igor Bashmakov, Warwick McKibbin and P.R. Shukla (1997): The Economic Impacts of Annex I Actions on All Countries. Paper at the IPCC Workshop on Economic Impacts of Annex I Actions on all Countries in Oslo, August 18-20, 1997.

- Hoel, M. (1991a): Efficient International Agreements for Reducing Emissions of CO₂. *The Energy Journal* **12**, 93-108
- Hoel, M. (1991b): "Principles for international climate cooperation", in T. Hanisch (ed.) *A Comprehensive Approach to Climate Change*, CICERO, Oslo
- Hoel, M (1997): "International Coordination of Environmental Taxes", in C. Carrero (ed.) *New Directions in the Economic Theory of the Environment*, Oxford University Press
- Hoel, M. and I. Isaksen (1995): "The Environmental Cost of Greenhouse Gas Emissions", in Carrero and Filar (eds.), *Game Theoretical Model of the Environment*, Birkhauser.
- Hoeller, P., A. Dean, and M. Hayafuji (1992): New Issues, New Results: The OECD Second Survey of the Macroeconomic Costs of Reducing CO₂ Emissions. OECD Economic Department Working Papers No. 123.
- Hoeller, P., A. Dean and J. Nicolaisen (1990): Macroeconomic implications of reducing greenhouse gas emissions: A survey of empirical studies. OECD Economic Studies, No 16, Spring 1991.
- Johnsen, Larsen and Mysen (1996): "Economic Impacts of a CO₂ tax". In Alfsen K.H.T. Bye and E.Holmøy (eds.) (1996): *MSG:EE An Applied General Equilibrium Model for Energy and Environmental Analyses*, Social and Economic Studies no. 96, Statistics Norway.
- Jorgenson D.W., and P. Wilcoxon (1989): Environmental Regulation and Economic Growth. Harvard Institute of Economic Research Discussion Paper No. 1458.
- Jorgenson D.W., and P. Wilcoxon (1990): Intertemporal General Equilibrium Modelling of U.S. Environmental Regulation. *Journal of Policy Modelling* **12**, 4, 715-744.
- Jorgenson, D.W., D. Slesnick, and P. Wilcoxon (1992): Carbon Taxes and Economic Welfare, Harvard Institute of Economic Research Discussion Paper No 1589.
- Kverndokk, S. (1993): Global CO₂ Agreements: A Cost Effective Approach, *The Energy Journal* **14**, 2, 91-112.
- Kverndokk, S. (1994): Coalitions and Side Payments in International CO₂ Treaties. In E.C.V.Ierland (ed.) International Environmental Economics, Theories, Models and Applications to Climate Change, International Trade and Acidification. *Developments in Environmental Economics* **4**, 1994, 45-76, Elsevier Science Publishers B.V. Amsterdam, ISBN 0-444-82042-6
- Kverndokk (1995): Tradable CO₂ Emission Permits: Initial Distribution as a Justice Problem. *Environmental Values* **4**, 1995, 129-48.

Kram, Tom (1997): Meeting Targets Together – benefits from differentiated QUELRO's. Insights from comparative assessment of national, Technology-Based Analyses within the International ETSAP Network. Paper at the AGBM Meeting, Bonn, 3-7 March 1997.

Manne, A., and J. O. Martins (1994): OECD Modelling Project (II) on the cost of cutting carbon emissions. Economics Department Working Papers No. 146, OECD 1994.

MD (1997a) St meld nr 58 (1996-97): Miljøvernpolitikk for en bærekraftig utvikling: Dugnad for framtida.

MD (1997b): Norway's second national communication under the Framework Convention on Climate Change. Ministry of Environment – Norway, Oslo 1997.

Mensbrugge, D. v.d. (1994): GREEN – The Reference Manual. OECD Economics Department Working Papers No. 143.

Moum, K.(red) (1992): *Klima Økonomi og Tiltak (KLØKT)*, Rapporter 92/3, Statistisk sentralbyrå.

Nicoletti, G, and J. Oliveira-Martins (1992): Global Effects of the European Carbon Tax. OECD Economic Department Working Paper No. 125.

Oliveira-Martins, J., J-M. Burniaux, J.P. Martin and G. Nicoletti (1992): The cost of reducing CO₂ emissions: A comparison of carbon tax curves with GREEN. Economics Department Working Papers, No. 118, OECD 1992.

Reiner, David M., and Henry D. Jacoby (1997): Welfare and Equity Implications of Annex I Differentiation proposals. Paper at the IPCC Workshop on Economic Impacts of Annex I Actions on all Countries in Oslo, August 18-20, 1997.

Richels, R. , J. Edmonds, H. Gruenspecht and T. Wigley (1996): The Berlin Mandate.: The Design of Cost-Effective Mitigation Strategies. Mimeo, Energy Modelling Forum, Stanford.

Rose, Adam, Brandt Stevens, Jae Edmonds and Marshall Wise (1997): International Equity and Differentiation in Global Warming Policy. Paper at the IPCC Workshop on Economic Impacts of Annex I Actions on all Countries in Oslo, August 18-20, 1997

Simmons, T. (1995): Developing The IPCC Reference Approach for CO₂. Energy Statistics Division, IEA 1995.

Tema Nord (1997): Kriterier og perspektiver for Joint Implementation. En analyse av ti nordiske prosjekter i Øst-europa. Tema Nord 1997:543, Nordisk Ministerråd, Nordisk Forlagshus, København 1997.

Vouyoukas, E.L. (1992): Carbon Taxes and CO₂ Emission Targets. Results from the IEA Model. OECD Economics Department Working Papers No. 144.

Welsch, H. (1992): "Equity and Efficiency in International CO₂ Agreements", in E.Hope and S. Strøm (eds.): *Energy Markets and Environmental Issues*, Scandinavian University Press

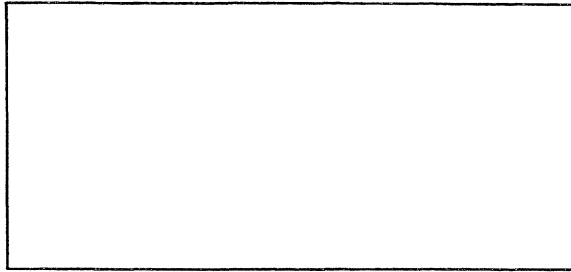
Weyant John P. (1997): Overview of IPCC/EMF Scenarios for 1997. Paper at the IPCC Workshop on Economic Impacts of Annex I Actions on all Countries in Oslo, August 18-20, 1997

Whalley, J., and R. Wigle (1992): Results for the OECD Comparative Modelling Project from the Whalley-Wigle Model. OECD Economics Department Working Papers No. 121

De sist utgitte publikasjonene i serien Notater fra Forskningsavdelingen

- 95/58 T. W. Karlsen: Energimarkedet fra 1973 og fram mot 2010
- 96/3 I. M. Smestad: Valg under usikkerhet: En analyse av eksperimentdata basert på kvalitative valghandlingsmodeller
- 96/8 B. Lian og K. O. Aarbu: Dokumentasjon av LOTTE-AS
- 96/9 D. Fredriksen: Datagrunnlaget for modellen MOSART, 1993
- 96/10 S. Grepperud og A. C. Bøeng: Konsekvensene av økte oljeavgifter for råoljepris og etterspørsel etter olje. Analyser i PETRO og WOM
- 96/16 K. Gerdrup: Inntektsfordeling og økonomisk vekst i norske fylker: En empirisk studie basert på data for perioden 1967-93
- 96/31 A. Bruvoll og H. Wiig: Konsekvenser av ulike håndteringsmåter for avfall
- 96/33 M. Rolland: Militærutgifter i Norges prioriterte samarbeidsland
- 96/35 A.C. Hansen: Analyse av individers preferanser over lotterier basert på en stokastisk modell for usikre utfall
- 96/36 B.H. Vatne: En dynamisk spillmodell: Dokumentasjon av dataprogrammer
- 96/44 K.-G.Lindquist og B.E.Naug: Makro-økonometriske modeller og konkurranseevne.
- 96/45 R. Golombek og S. Kverndokk (red): Modeller for elektrisitets- og gassmarkedene i Norge, Norden og Europa.
- 96/53 F.R. Aune: Konsekvenser av en nordisk avgiftsharmonisering på elektrisitetsområdet.
- 97/2 E. Berg og K. Rypdal: Historisk utvikling og fremskrivning av forbruket av noen miljøskadelige produkter
- 97/5 Å. Cappelen: SSBs arbeid med investeringsrelasjoner: erfaringer og planer
- 97/30 K.-G. Lindquist: Database for energiintensive næringer. Tall fra industristatistikken
- 97/35 A. Langørgen: Faktorer bak variasjoner i kommunal ressursbruk til pleie og omsorg
- 97/36 S. E. Førre: Registerdataene i lys av industristatistikken
- 97/37 K. Gimming: Virkninger på prisutviklingen på naturgass i Vest-Europa ved innføring av felles karbonavgift
- 97/39 E.Holmøy og Ø.Thøgersen (red.): Virkninger av strukturpolitiske reformer: Forslag til konkrete forskningsprosjekter
- 97/41 E. Holmøy: En presisering av hva som skal menes med tilbudskurven for arbeid i en generell likevektsmodell
- 97/45 A. Katz, B.M. Larsen, K.S. Eriksen og T. Jensen: Transport og makroøkonomi – en samkjøring av GODMOD-3 og MSG-6
- 97/52 J. Nordøy: Nyttene av forventningsbaserte konjunkturindekser ved predikering av konsum
- 97/68 R. Johansen: Modell for regional analyse av arbeidsmarked og demografi. Teknisk dokumentasjon
- 97/70 B. Bye: Imperfeksjoner i arbeidsmarkedet: Konsekvenser for velferdseffekter av en grønn skattereform
- 98/12 A. Langørgen: Indekser for bosettingsmønster i kommunene
- 98/22 L. Lindholt: Dynamiske oljemodeller: Intertemporal optimering og adferdssimulering
- 98/49 K. Nyborg: Energibruk og utslipp til luft i norsk produksjon. Direkte og indirekte virkninger
- 98/53 E. Holmøy: Hvordan generelle likevekts-effekter bidrar til prisfølsomheten i den norske el-etterspørselen. Dokumentasjon av beregningsrutiner
- 98/54 F.R. Aune, T. Bye, M.I. Hansen og T.A. Johnsen: Kraftpris og skyggepris på CO₂-utslipp i Norge til 2027
- 98/57 T. Bye: Fleksibel gjennomføring av en klimaavtale

Notater



Tillatelse nr.
159 000/502

B Returadresse:
Statistisk sentralbyrå
Postboks 8131 Dep.
N-0033 Oslo

Statistisk sentralbyrå

Oslo:
Postboks 8131 Dep.
0033 Oslo

Telefon: 22 86 45 00
Telefaks: 22 86 49 73

Kongsvinger:
Postboks 1260
2201 Kongsvinger

Telefon: 62 88 50 00
Telefaks: 62 88 50 30

ISSN 0806-3745



Statistisk sentralbyrå
Statistics Norway