

■ ■ ■ CATHRINE HAGEM:

Klimaproblemet – hva er økonomenes bidrag?*

I denne artikkelen vil jeg gå inn på noen av bidragene fra økonomisk litteratur når det gjelder håndtering av klimaproblemet, og vise at Kyotoprotokollen på en rekke vesentlige punkter avviker fra anbefalinger basert økonomisk teori. Videre vil jeg vise at det er nødvendig med betydelig større utslippsreduksjoner enn det som ligger inne i Kyotoprotokollen for å forhindre store temperaturendringer. Selv med store utslippsreduksjoner kan vi forvente vesentlige temperaturendring i det neste århundre. Jeg vil derfor til slutt gi noen betraktninger om hva som kan være viktige bidrag fra økonomene fremover. Først vil jeg imidlertid kort presentere den naturvitenskapelige bakgrunnen for klimaproblemet.

1. Naturvitenskapelige bakgrunnen for klimaendringer.

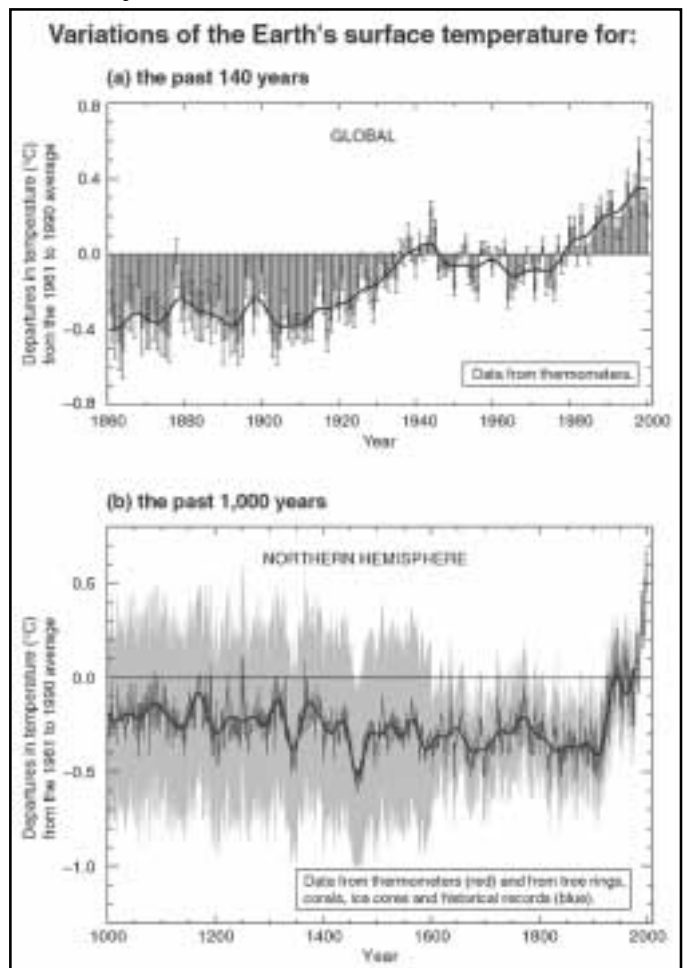
Gassene i atmosfæren slipper solstråling relativt uhindret gjennom slik at jordoverflaten varmes opp. En del av varme-strålingen som jorden sender ut igjen blir absorbert av drivhusgasser og skyer i atmosfæren. Noe av denne energien blir sendt tilbake til jorden slik at temperaturen ved jordoverflaten øker. Dette kalles *den naturlige drivhuseffekten*. Uten

denne hadde temperaturen på jordens overflate vært 33 grader lavere, og det hadde ikke vært levedyktig her. Vanndamp betyr mest for den naturlige drivhuseffekten, men også karbondioksid (CO₂), metan (CH₄), lystgass (N₂O), halokarboner og ozon (O₃) er viktige. I den industrialiserte tidsalder har energiforbruket økt betydelig, noe som har medført en sterk økning i utslipp og dermed i konsentrasjonen av drivhusgasser i atmosfæren. Dette gir en forsterket drivhuseffekt.



Cathrine Hagem er forsker ved CICERO Senter for klimaforskning

Figur 1. Endringer i temperatur basert på historiske observasjoner. Kilde: IPCC (2001).



I 1988 etablerte FN et mellomstatlig klimapanel (IPCC). Oppgaven til IPCC er å gi faglige vurderinger og sammenfatninger av den nyeste kunnskapen om klimasystemet. I den siste hovedrapporten fra IPCC (2001) fremgår det av observasjoner fra det siste århundret, at global gjennomsnitts-

* Takk til Jan S. Fuglestad og Hege Westskog for nyttige kommentarer. Artikkelen bygger på et foredrag holdt på det 24. forskermøte for økonomer, Oslo, 7-8 januar 2002

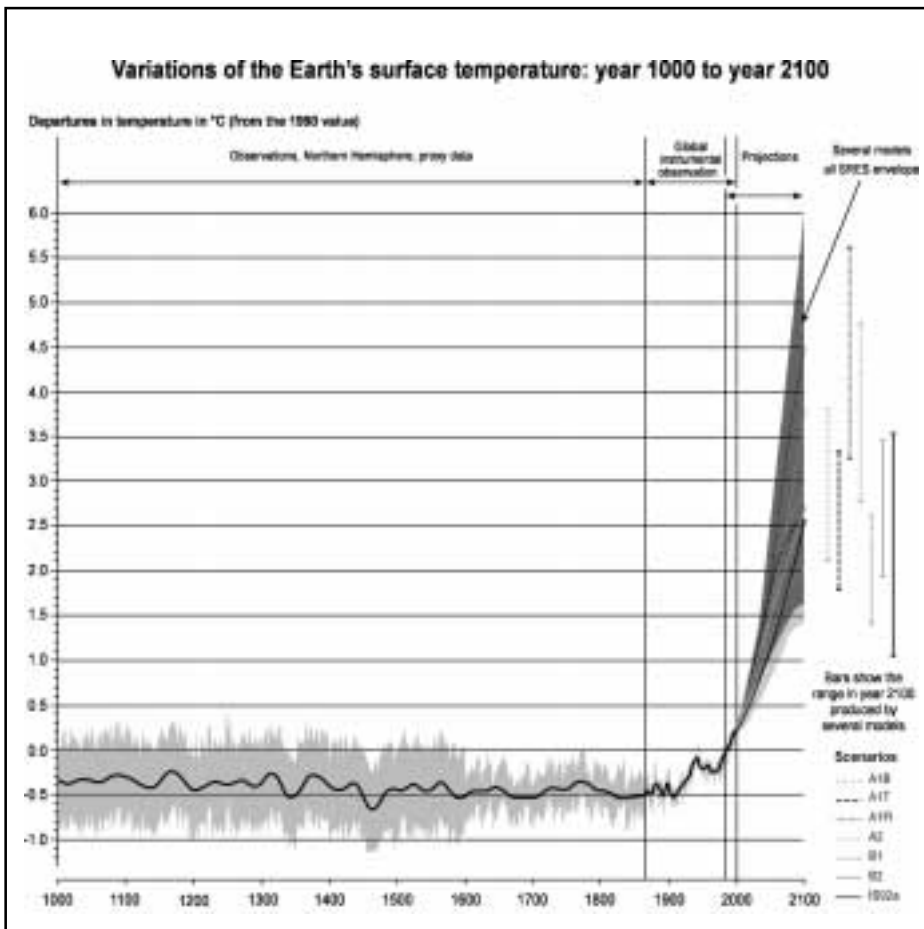
temperatur ved jordens overflate har økt med 0.6° C . Figur 1 viser endringer i global temperatur fra 1860 og fram til i dag, og endringer i temperatur på den nordlige halvkule i de siste tusen år.

Observasjoner viser at gjennomsnittlig havnivå har steget med mellom 0,1 og 0,2 meter i det siste århundret, havet har blitt varmere, og snødekke og is har minket. IPCC slår fast at det er sannsynlig at dersom det ikke iverksettes tiltak for å redusere utslipp, kan vi vente følgende klimaendringer innen 2100:

- Global middeltemperatur øker med 1.4-5.8°C
- Havnivået stiger med 0,1- 0,9 meter
- Mer intense nedbørperioder

Usikkerheten i anslagene skyldes for det første at det er usikkert hvilke nivå på utslippene en kan forvente fremover, og for det andre er det knyttet usikkerhet til klimaeffekten av konsentrasjonsendringene. I rapporten fra IPCC er det sammenlignet klimaeffekten for 6 ulike grupper av scenarier for utslipp (SRES). I figur 2 vises endringer i klima, og usikkerheten i de ulike anslagene, for disse 6 scenariene pluss ett av scenariene fra forrige hovedrapport fra IPCC (IS92a).

Figur 2. Observert variasjoner i global temperatur siste 1000 år samt beregninger av fremtidig oppvarming neste 100 år basert på ulike «Business as Usual»-scenarier og ulike klimamodeller. Kilde IPCC (2001).



2. Håndtering av klimaproblemet ved bruk av økonomisk teori

En optimal løsning av et miljøproblem i økonomisk forstand innebærer både at utslippsreduksjoner gjennomføres til lavest mulig kostnader (kostnadseffektivitet) og at en finner fram til det riktige nivået på utslippsreduksjonene.

2.1 Optimal løsning av klimaproblemet

For å finne den optimale nivået på utslippene må en veie kostnader og nytte av tiltak opp mot hverandre. Dette nivået er karakterisert ved at det maksimerer gevinsten av redusert skade minus kostnadene ved utslippsreduksjoner.

Det er gjort en rekke analyser av kostnader og gevinster av klimatiltak. Noen av de første studiene ble gjort av Nordhaus (1991), Cline (1992) og Tol (1993). Dette var enkle beregninger basert på kostnadene ved noen utvalgte viktige skadekategorier av en global oppvarming på 2,5-3 grader Celsius. Selv om totalkostnadene for USA var ganske like i studiene, varierte fordelingen av skadeverdier på ulike sektorer og ikke-markedsbaserte goder betydelig. Dette gjaldt både beregninger av fysiske virkninger og verdsettingen av skadene.

Særlig gjaldt dette verdsettingen av økt dødlighet. Verdien av et statistisk liv ble f.eks. satt 5 ganger så høy i Tol's studie som i Cline's studie.

Ved analyser av klimaproblemet står en ovenfor de fleste av de problemene en møter ved enklere miljøproblemer, forskjellen er bare at omfanget av problemene er så mye større og flere av problemelementene er til stede samtidig. Følgende størrelser gjør at det ikke finnes noen entydig svar i litteraturen om det optimale nivået på utslipp over tid:

1. Stor grad av usikkerhet både når det gjelder kostnader og gevinster av utslippsreduksjoner
2. Stort innslag av ikke-markedsbaserte verdier
3. Stor grad av etiske vurderinger når det gjelder valg av diskonteringsrate.

Stor grad av usikkerhet

Det hersker stor grad av usikkerhet med hensyn til virkninger av utslipp på klimaendringer, både regionale og lokalt. Selv om man visste virkningene på klima, er det betydelig usikkerhet med hensyn til skadene det kan medføre. Der er også vanskelig å beregne kostnadene ved utslippsreduksjoner. Både fordi det er vanskelig å vite hvor høye fremtidige utslipp vil bli, og fordi kostnadene ved å redusere dem avhenger bl.a. av en usikker teknologisk utvikling.

Stort innslag av ikke markedsbasert verdier

For goder som omsettes i et marked kan en måle tap av godene ved bruk av markedsverdien. Når det gjelder ikke-markedsbaserte goder er det betydelig vanskeligere å verdsette kostnader og nytte. Endringer i havnivå, hyppigere ekstreme værforhold, endring i temperatur og nedbørsforhold, vil kunne gi tap av menneskeliv og endre den ikke-materielle velferden for en rekke mennesker. Gevinster av utslippsreduksjoner vil stor grad omfatte redusert tap av ikke-markedsbaserte goder. Verdsetting av disse kan derfor gjøre store utslag på beregninger av total gevinsten av utslippsreduksjoner. Det vil være en rekke forskjellige oppfatninger om hvordan disse godene skal kunne tallfestes, og om de i det hele tatt kan og bør tallfestes.

Tidsdimensjonen på problemet vanskeliggjør også beregningene. Utslipp av klimagasser i dag vil påvirke det globale klima i flere hundre år fremover p.g.a. klimagassenes lange levetid i atmosfæren. Selv om en ble enig om f.eks. hvordan en beregnet nytten av skidager i Nordmarka for dagens generasjon, vil det ikke bli riktig å overføre dette til neste generasjon. Preferanser vil endres underveis og påvirkes av utviklingen. En person i 2100 som aldri har gått på ski føler antagelig mye mindre tap ved snøfattige vintre enn en person i dag som har skigåing som hobby.

Klimaproblemet omfatter alle verdens land. På grunn av store kulturelle forskjeller vil verdsettingen av ikke-markedsbaserte goder sannsynligvis variere betydelig mellom ulike kulturer. Studier av verdsetting av et gode i ett land er dermed ikke nødvendigvis overførbart til et annet land.

Stor grad av etiske vurderinger ved valg av diskonteringsrate

I en dynamisk miljøproblem, der utslipp i ett år påvirker nytten av miljøgodet i flere år fremover, må man finne en metode for å sammenligne kostnader i ett år med gevinster fordelt over flere fremtidige år. Økonomenes tilnærming til dette problemet er å neddiskontere fremtidig nytte for å gjøre totalgevinsten over tid sammenlignbart med kostnaden som påføres i dag.

Dersom kostnader ved og gevinster av et tiltak ligger forholdsvis nær i tid, vil valget av diskonteringsrate ha mindre betydning for valget av optimalt utslippsnivå. I klimaproblemet er imidlertid tidsforskjellen mellom når tiltak gjennomføres og når gevinstene oppnås ekstremt store. Klimatiltak kan derfor ikke betraktes på lik linje med en investering i senere forbruk innen en og samme generasjon. Klimatiltak betyr en overføring av inntekt fra denne generasjonen til fremtidige generasjoner. Dette er blant annet diskutert i Schelling (1995). Diskontering blir dermed et verdspørsmål og det vil ikke være et objektivt svar på hvilken diskonteringsrate som bør benyttes.

Probleme med å finne det optimale utslippsnivået gjør at økonomiske analyser av klimaproblemet ofte ser bort fra hva som er den optimale utslippsbanen og konsentrerer analysen omkring kostnadseffektivitet. Fokuset er dermed på hvordan en målsetting i klimapolitikken kan oppfylles, gitt at en slik målsetting er etablert av beslutningstakerne, og ikke på hva målsettingen bør være.

2.2 Kostnadseffektivitet.

Kostnadseffektivitet innebærer å oppnå en målsetting til lavest mulig pris. Et viktig bidrag fra litteraturen om kostnadseffektive klimatiltak er å spesifisere og kvantifisere målsettingen, og vise hvordan betingelsene for kostnadseffektivitet avhenger av den målsettingen som settes opp.

I henhold til FN's Klimakonvensjon fra 1992 (UNFCCC (1992)) er målsettingen å stabilisere konsentrasjonen på et nivå som "hindrer farlige menneskeskapt påvirkning på klimasystemet". Det står imidlertid ikke noe om hva dette nivået er.

Utslipp av klimagasser fører til økte konsentrasjoner i atmosfæren. De økte konsentrasjonene øker drivhuseffekten som igjen påvirker klimaet (temperatur, nedbør, vind, havnivå m.m.). Endringer i klima gir skader og gevinster, og det er disse effektene som vi i bunn og grunn er opptatt av. Internasjonal klimapolitikk kan imidlertid spesifisere målsettinger på alle de ulike trinnene, fra utslipp til skader.

Mulige spesifiseringer av målsettingen for internasjonal klimapolitikk:

- Utslipp (globalt/industriland/nasjonalt, en gass/alle gasser)
- Konsentrasjon (en gass/alle gasser)
- Strålingspådriv
- Klimaendringer (temperatur, havnivå, hurtige/langsomme endringer)
- Skade

Når det gjelder kravet til kostnadseffektivitet er det svært avgjørende hva som er målsettingen med avtalen.

Klimagasser er svært ulike med hensyn til det øyeblikkelige strålingspådrivet og levetiden i atmosfæren. (Levetiden varierer fra 1,5 år til 50 000 år). Det gjør at skaden over tid er svært avhengig av utslippsbanene for de ulike klimagassene. Kostnadseffektiv begrensning av skadene ved klimaendringer krever beregninger av den marginale miljøkostnaden av utslippene av de ulike gassene. På den måten kan en finne hvordan de ulike gassene kan veies sammen. Denne vektleggingen vil avhenge av diskonteringsraten og skadefunksjonen som igjen avhenger av både temperaturnivå og endringer i temperatur. Dette er bl.a. påpekt i studier av Eckhaus (1992), Schmalensee (1993), Reilly og Richards (1993), og Hoel og Isaksen (1995).

På grunn av mangelfull kunnskap om skader og kompliserte naturvitenskapelige sammenhenger mellom utslipp av ulike drivhusgasser og temperaturendringer over tid, har det i diskusjonen om mulige klimaavtaler ofte blitt fokusert på avtaler som bare omfatter målsetting om *utslippsbegrensninger* for CO₂ (og eventuelt også noen andre gasser).

Utslippsmålsetting

Mye av litteraturen har satt opp en *global* utslippsreduksjon av CO₂ som målsetting, samtidig som det er erkjent at et sannsynlig utfall av klimaforhandlingene er at i beste fall bare noen land vil delta. Et viktig bidrag fra denne litteraturen er identifisering og kvantifisering av såkalt karbonlekasje ved begrenset deltagelse i en internasjonal klimaavtale.

Karbonlekkasje innebærer at en del av den utslippsreduksjonen som gjennomføres i de deltagende landene blir delvis motsvart av økte utslipp i land som ikke deltar. Dette skyldes for det første at redusert etterspørsel etter fossil energi i deltagerlandene fører til et fall i prisene. Dette prisleilet leder til økt bruk av fossil energi, og dermed økte utslipp fra de land som ikke deltar i avtalen. For det andre vil tiltak for å redusere utslipp i de deltagende landene fordyre produksjonen i energi- intensiv konkurranseutsatt industri. Etterspørselen etter denne type varer kan dermed i større grad bli dekket av produksjon fra land som ikke deltar i klimaavtalen.

Diskusjonen omkring karbonlekkasjer og kvantifiseringen av denne har synliggjort at begrenset deltagelse i klimaavtaler ikke bare er uheldig fordi landene som deltar bidrar lite til *globale* utslippsreduksjoner, men også at deres bidrag blir ytterligere svekket ved at andre land kan øke sine utslipp.

Det er i litteraturen diskutert og beregnet karbonlekkasje både ved ensidige nasjonale tiltak (se f.eks. Hagem (1994)) og ved regionale tiltak (se f.eks. Pezzey (1992)) og Oliveira-Martins et.al (1992) for EU). Det er imidlertid store variasjoner av estimatene på karbonlekkasje. I studien til Pezzey (1992) var karbonlekkasjen beregnet til 80 %, mens den var 11 prosent i Oliveira- Martins et al. (1992).

2.3 Virkemiddelbruk

Selv om klimaproblemet er komplisert, er det en ting ved det som gjør bruk av kostnadseffektive markedsbaserte instrumenter enkelt å implementere. Skadefekten i form av global oppvarming er uavhengig av hvor utslippene av drivhuseffekt skjer. Dette gjør bruken av markedsbaserte virkemidler, som kvoter eller avgifter, enkelt å bruke fordi en ikke trenger og ta hensyn til eller korrigere for at utslippene har ulik skadevirkning, ved f.eks opphopning av utslipp, over noen geografiske områder.

Politisk sett synes det lettere å foreta byrdefordeling gjennom tildeling av kvoter mellom land, enn å tilbakebetale innsamlede avgifter til et internasjonalt organ. Den internasjonale politiske diskusjonen om avtaleutforming i klimapolitikken har tatt for gitt at hvert land skal få tildelt sin kvote for utslipp. Noe av diskusjonen har vært om det skal legges restriksjoner på handel med kvoter mellom land.

Det er derfor i litteraturen om effekten av virkemidler i internasjonal klimapolitikk i hovedsak lagt til grunn at omsettbare kvoter vil velges fremfor en internasjonal avgift. Som vist allerede av Montgomery (1972), så vil omsettbare kvoter lede til en kostnadseffektiv fordeling av utslipp uavhengig av initial fordeling av kvotene. Slik sett er kvoter et velegnet virkemiddel til å skille byrdefordeling fra effektivitet. Det ble senere vist av Hahn (1984) at initial fordeling av kvoter kunne lede til et effektivitetstap dersom noen aktører fikk markedsrett i kvotemarkedet. Effektivitetstap som følge av markedsrett i et internasjonalt marked for CO₂ kvoter er bl.a. studert av Westskog (1996). I Hagem og Westskog (1998) er det diskutert hvordan et dynamisk kvotesystemet kan utformes for å redusere markedsmakten.

Et annet virkemiddel som er blitt aktualisert i forbindelse med klimapolitikk er «credit-trading» mellom land med bindene utslippsforpliktelser (i-land) og land som ikke har

det (u-land). Bakgrunnen for dette virkemidlet var troen på at det var lite sannsynlig at alle land ville delta i en klimaavtale, samtidig som det var erkjent at det er de *globale* utslippene som er av betydning for drivhuseffekten. Tankegangen er at i-land delvis kan oppfylle sine forpliktelser ved å investere i utslippsreducerende tiltak i u-land. Siden mange u-land har muligheter for å redusere utslippene forholdsvis rimelig, ville dette redusere i-landenes kostnader av å gjennomføre en klimaavtale. Dette konseptet går nå under navnet «Clean Development Mechanism» (CDM). En rekke studier viser at det er store kostnadsbesparelser ved en kostnadseffektiv global fordeling av utslippsreduksjoner sammenlignet med en situasjon hvor bare i-landene gjennomfører utslippsreduksjoner (se bl.a. Weyant (1999)).

Problemet med CDM er at denne mekanismen lett kan medføre betydelige problemer i forbindelse med å beregne utslippsreduksjonen. Den beregnede utslippsreduksjonen bygger på et estimat av differansen mellom den antatte kontrafaktiske «Business as Usual»-utslippsbanen og de observerte utslippene etter at prosjektet er gjennomført. En uobserverbar «Business as Usual»-bane for utslipp er selvfølgelig vanskelig å estimere. Både investor og det landet som gjennomfører prosjektet (vertslandet) har dessuten incentiver til å overvurdere denne. Det kan også være svært vanskelig å få et godt estimat på utslippene etter at prosjektet er gjennomført fordi det kan ha ringvirkninger utover i økonomien og påvirke utslipp fra andre regioner/sektorer. Mangel på gode anslag på utslipp før og etter gjennomførelsen av prosjektet, mangel på gode kontrollmuligheter og felles incentiver fra både investor og vert for prosjektet til å overvurdere miljøeffekten av tiltaket, gjør at effekten av et CDM-prosjekt kan bli overvurdert. Siden et i-land som investerer i CDM-prosjekter kan øke sine utslipp som følge av investeringene, vil en overvurdering av utslippsreduksjonen av et CDM-prosjekt innebære at globale utslipp øker. (Se bl.a. Bohm (1994) for en diskusjon om estimeringsproblemer og lekkasje problemer i forbindelse med en CDM-mekanisme). U-landenes tilgang på slike investeringsprosjekter kan også gjøre det aktuelt for dem å lå være å gjennomføre utslippsreducerende lønnsomme investeringer fordi det kan gjøre det mindre sannsynlig at de blir valgt ut til gjennomføre større investeringer i energi-effektivisering ved en senere anledning. En slik strategisk handling fra u-landenes side vil øke de globale utslippene (se Hagem (1996)). Siden CDM mekanismen er basert på direkte investeringer i prosjekter, er det dessuten mye av utslippene i u-land som ikke vil kunne omfattes av denne mekanismen (bl.a. utslipp fra transportsektoren).

3. Gratispassasjer - problemet

Siden klimaet er et fellesgodet, kan alle land komme bedre ut ved en internasjonal klimaavtale enn uten en slik avtale. Det er imidlertid også slik at alle land kan komme enda bedre ut dersom de selv bryter ut av avtalen mens alle andre oppfyller avtalen. Dette «gratispassasjer»-problemet er bl.a. diskutert i Barrett (1990), Carraro og Siniscalco (1993), og Hoel (1994).

Dersom en avtale skal ha vesentlig innvirkning på en global utslippsreduksjon uten at dette skal bli urimelig høye kostnader for de som deltar, må avtalen omfatte mange land.

Siden det ikke finnes noen internasjonalt myndighet som kan bestemme hva land skal gjøre og straffe dem som ikke gjør det, må en global avtale utformes slik at ingen land fortrekker å være gratispassasjerer eller å ikke oppfylle avtalen. Utformingen av selvhåndhevede avtaler i forbindelse med klima-avtaler er bl.a. studert av Barrett (1994). Fra spillteori er det vel kjent at samarbeidsløsningen kan bli oppnådd ved uendelig gjentatte spill, bare neddiskonteringsraten er tilstrekkelig lav.

Barrett argumenter for at selvhåndhevede internasjonale avtaler også må være reforhandlingssikre. (Reforhandlingssikre avtaler *ekskluderer* likevekter hvor den planlagte straffen for å bryte ut også skader den som straffer, slik at en reforhandling av avtalen er å foretrekke.) Under en del restriktive forutsetninger, leder hans analyse til det begreplige resultatet at full deltagelse i en internasjonal klimaavtale bare kan bli opprettholdt dersom gevinsten av samarbeidet er liten. Når gevinsten er stor kan avtalen bare opprettholdes av noen få (hvis noen) land.

4. Innholdet i Kyotoprotokollen

Kyotoprotokollen ble fremforhandlet i Kyoto i Japan i 1997 (se UNFCCC(1997)). Denne avtalen innebar bl.a. at i-landene påtok seg kvantifiserte forpliktelser for reduksjoner i utslipp av drivhusgasser. Totalt sett betydde avtalen at gjennomsnittlig årlige utslipp i 2008-2012 fra i-landene skulle være 5,2 prosent lavere enn deres samlede utslipp i 1990. Alle industrilandene signerte avtalen, men de fleste land har enda ikke ratifisert den.

Det var en del viktige punkter som ikke ble ferdigforhandlet i Kyoto og som skulle forhandles på senere møter. Det var særlig stor diskusjon når det gjaldt inkludering av kilder for karbonopptak og kvotehandel. Før partsmøte i Bonn 2001 annonserte USA at de ville trekke seg fra avtalen. På et oppfølgingsmøte i Marrakesh 2001, ble det oppnådd enighet blant de andre i-landene og det ser nå ut til at avtalen vil tre i kraft. Hvert land får en initial rettighet (kvote) for utslipp i perioden 2008-2012. Det er ikke vedtatt forpliktelser for perioden etter dette. Avtalen omfatter seks klimagasser/grupper av klimagasser (CO₂, CH₄, N₂O, HFCs, PFCs og SF₆). Gassene måles i en felles enhet «CO₂-ekvivalenter» (se nedenfor).

Det er tillatt for landene å benytte såkalte *fleksible mekanismer* som skal bidra til å redusere kostnadene ved avtalen. Disse mekanismene er Kvotehandel, Felles gjennomføring av tiltak mellom industriland og Den grønne utviklingsmekanismen (Clean Development Mechanism (CDM)). Det er også lov å spare kvoter til senere perioder. Dette innebærer en viss fleksibilitet over tid.

Etter at USA trakk seg fra avtalen, vil bidraget fra Kyotoprotokollen til en global utslippsreduksjon være helt minimal. I følge beregninger fra Hagem og Holtmark (2001) reduseres de globale utslippene med 1 prosent i perioden 2008-2012 i forhold til antatte "Business as Usual"-utslipp. (Istedenfor en global vekst i utslipp på 28 prosent fra

1990 til 2008-2012, vil veksten bli på 27 prosent). Denne høye veksten i utslipp selv med Kyotoprotokollen skyldes for det første at u-landene forventes å øke sine utslipp med omlag 50 prosent i denne perioden. For det andre er det også forventet en høy vekst i utslipp fra USA i samme tidsrom. (European Commission (1996)).

5. Kyotoprotokollen – har økonomene blitt hørt ?

Jeg vil i det følgende vurdere utformingen av Kyotoprotokollen i lys av de bidragene fra økonomisk litteratur som jeg har presentert ovenfor. Det kan være vanskelig å si noe om hvorvidt økonomene har blitt hørt når det gjelder utformingen av klimapolitikken internasjonalt, fordi det er vanskelig å vite hva slags avveininger som er tatt underveis i prosessen. På grunn av de kompliserte sammenhengene mellom utslipp og skader, kan behovet for å forenkle problemet gå på bekostning av den ideelle fremgangsmåten under full informasjon. Jeg vil vurdere *tekstene* i Kyotoprotokollen og vedtakene fra Marrakesh møtet, i forhold til bidrag fra økonomisk teori når det gjelder følgende fire områder:

- Utslipp over tid
- Sammenligning av gasser med ulike egenskaper
- Kostnadseffektive virkemidler
- Gratispassasjer- problemet

5.1 Utslipp over tid

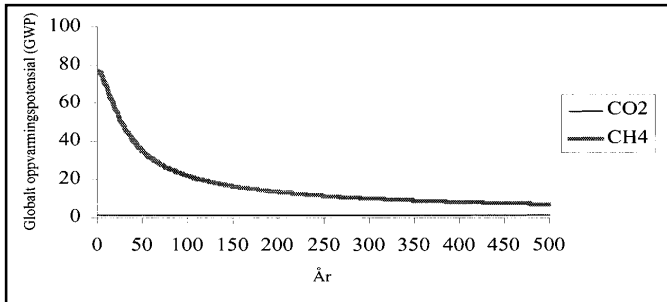
Kyotoprotokollen omfatter foreløpig bare utslippsreduksjoner for perioden 2008-2012. Det er ikke spesifisert noen målsetting om utslippsbaner over lengre tidsperioder eller hvilket konsentrasjonsnivå i atmosfæren en ønsker å stabilisere utslippene på. Det er heller ikke lagt til grunn noen felles oppfattelse av hvilke aspekter ved klimaendringer som er viktige og hva som vil være gevinstene av utslippsreduksjoner. En kan derfor ikke si at en analyse av nytte og kostnader ved klimatiltak ligger til grunn for valget av nivået for utslippsreduksjoner spesifisert i Kyotoprotokollen. Det betyr også at ny kunnskap om skader ved klimaendringer og kostnader ved tiltak ikke vil gi noen entydige resultater når det gjelder valg av utslippsmålsetting over tid.

5.2 Sammenligning av gasser

I Kyotoprotokollen er som nevnt over, gassene målt i en felles enhet «CO₂-ekvivalenter». For å omregne alle gassene til CO₂-ekvivalenter er det benyttet Global Warming Potentials (GWP). GWP begrepet ble introdusert for beslutningstakerne i den første rapporten fra FN's klimapanel (IPCC (1990)). GWP er en indeks som angir akkumulert oppvarmingseffekt av en enhet utslipp integrert over en valgt periode i forhold til en enhet utslipp av CO₂. GWP for klimagass i over en tidshorisont på H år er gitt ved :

$$GWP(H)_i = \frac{\int_0^H RF_i(t) dt}{\int_0^H RF_{CO_2}(t) dt}, \text{ der } RF(t) \text{ er strålingspådrivet på tidspunkt } t.$$

Figur 3. GWP for metan (CH₄) for ulike tidshorisonter. Kilde: Sygna et al. (1999).



Siden gassenes levetid i atmosfæren varierer sterkt, vil verdiene på GWP'ene variere betydelig med hvilken tidshorisonter en benytter. I figur 3 er det vist GWP for metan for ulike tidshorisonter. Ved valg av tidshorisonter på 20 år vil utslipp av ett tonn metan ha en GWP verdi på 64 (d.v.s. en enhet metan tilsvarer 64 CO₂-ekvivalenter). Dersom en øker tidshorisonten til 500 år faller GWP verdien til 7,5. I Kyotoprotokollen har en valgt å bruke GWP'er for en tidshorisonter på 100 år. En slik beregningsmetode for å veie gassene innebærer at en legger lik vekt på oppvarmingseffekten i hvert av de neste hundre årene, mens en legger null vekt på effekten etter 100-årsperioden. Denne metoden for å sammenligne gasser avviker sterkt fra en vektlegging basert på de marginale skadeeffektene fra ulike gasser over hele deres levetid som anbefalt benyttet utfra økonomisk teori. Selv om en kan være uenig om hvilken diskonteringsrate en bør benytte og hvilken skadefunksjon som bør velges, kan det vanskelig forsvares utfra økonomisk teori eller etiske vurderinger å benytte en diskonteringsrate lik null de første hundre år for deretter å benytte en uendelig høy diskonteringsrate.

5.3 Kostnadseffektive virkemidler

Gitt en målsetting om at Kyotoprotokollen skal bidra til en begrensning i utslipp fra industriland innen en angitt tidsperiode, så vil en kostnadseffektiv oppfyllelse av avtalen innebære at marginalkostnadene ved utslippsreduksjoner er lik for alle utslippskilder innen disse landene. Kyotoprotokollens aksept for bruk av omsettelige kvoter mellom i-landene viser at det teoretiske fundamentet for utslippshandel har fått stor gjennomslag på utformingen av Kyotoprotokollen.

Inkludering av CDM-mekanismen i Kyotoprotokollen er også blant annet begrunnet med kostnadsbesparelsene, da dette innebærer å gjennomføre utslippsreduksjoner der kostnadene er lave. I følge Kyotoprotokollen skal prosjekter som godkjennes som CDM prosjekter føre til utslippsreduksjoner som ikke ville bli gjennomført dersom CDM mekanismen ikke eksisterte. En kan imidlertid ikke si at kostnadene ved Kyotoprotokollen er minimert siden CDM mekanismen kan medføre betydelige transaksjonskostnader og bare kan omfatte en del av utslippene i u-land.

5.4 Gratisspassasjer-problemet.

Kyotoprotokollen er i følge Barrett (2001) fremkommet slik en avtale ikke bør konstrueres. Først lagde man en avtale, og deretter tenkte man på incentiver til bred deltagelse.

Kyotoprotokollen omfatter land som til sammen vil stå for omlag 30 prosent av de globale utslippene i 2008-2012 (se Hagem og Holtmark (2001)). Dette betyr at 70 % av utslippene stammer fra land som er gratisspassasjerer. En av grunnene til at USA trakk seg fra avtalen var nettopp at u-landene ikke var inkludert på en tilfredsstillende måte. Den lave deltagelsen betyr at karbonlekkasje-problemet vil oppstå.

Kyotoprotokollen inneholder sanksjoner ved ikke-overholdelse, men ingen sanksjoner dersom en bryter ut av avtalen. Dersom et land ikke overholder forpliktelsene sine, kan landet bli møtt med sanksjoner i form av en strafferente på 30 % på det manglende volumet av reduksjonen i klimagasser, samt miste retten til å selge kvoter. Problemet er imidlertid at disse straffemekanismene ikke nødvendigvis er troverdige trusler. Dersom et land har brutt avtalen kan det likevel være i de resterende lands interesser å ikke straffe så hardt at landet velger å bryte ut av avtalen. Det å hindre et land i å selge kvoter vil også øke de øvrige landenes samlede kostnader ved å oppfylle sin del av avtalen.

Kyotoprotokollen er ikke designet for å hindre at land bryter ut dersom det er i deres økonomiske egeninteresse å gjøre det. Det gjenstår å se om andre hensyn enn de strengt økonomiske, som f.eks. internasjonal anerkjennelse og nasjonal politisk aksept, er tilstrekkelig sterke til å sikre at landene oppfyller avtalen.

5.5 Oppsummering om Kyotoprotokollen og økonomisk teori

Kort oppsummert kan en si at utformingen av Kyotoprotokollen i liten grad ser ut til å være basert på økonomisk teori. Ett viktig unntak er innføring av fleksible mekanismer for å redusere kostnadene ved en gitt global utslippsreduksjon. Kyotoprotokollen er det første konkrete skritt for å redusere den globale oppvarmingen. Det ser imidlertid ut til at det har vært viktigere å få til en avtale enn at avtalen skulle være bygd på kriterier for optimal skadebegrensning, eller at den i det minste skulle bidra til globale utslippsbegrensninger av betydning. Kanskje hadde det vært bedre å stå stille en stund til enn å ta det første skritt i feil retning.

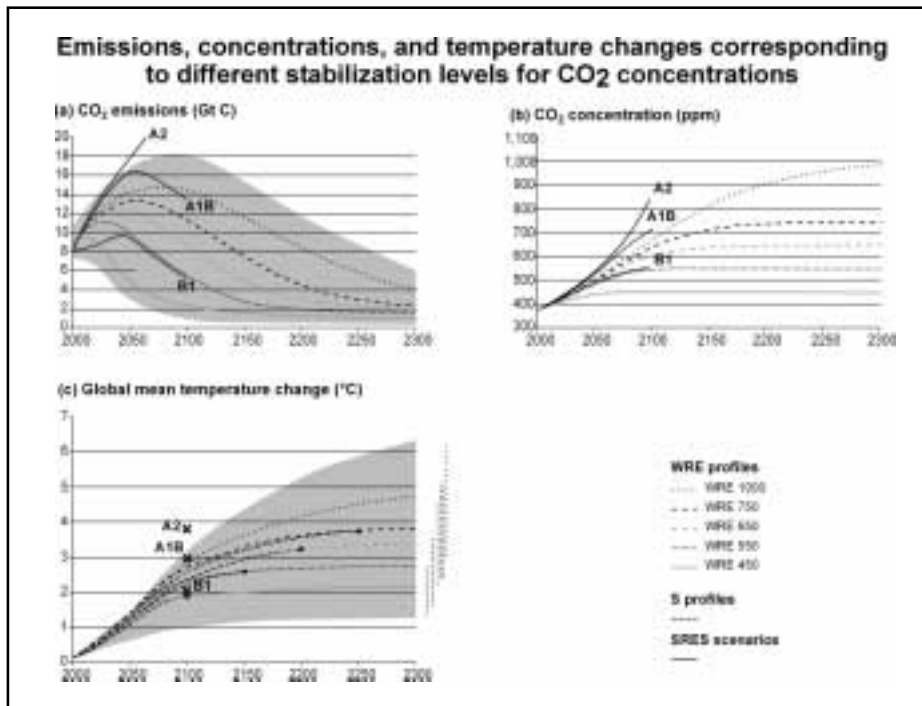
6. Hva kan økonomene bidra med fremover

Jeg vil i det følgende diskutere tre viktige felt der jeg mener økonomene kan bidra fremover.

6.1 Tilpasning til klimaendringer

Det er ingen tvil om at vi vil få en global oppvarming i årene fremover. Dette skyldes for det første tregheter i klimasystemet som gjør at historiske utslipp vil gi temperaturøkning lang tid fremover, og det tar tid før klimaendringene har stabilisert seg. For det andre vil de globale utslippene øke betydelig fremover, i alle fall slik Kyotoprotokollen fremstår i dag. Figur 4 viser ulike mulige baner for utslipp av CO₂ som leder frem til ulike stabiliseringsnivåer på strålingspådrivet og dermed temperaturendringer. Det er også tegnet inn noen av utslippsscenarioene som brukes i rapporten fra IPCC. Figuren viser at selv med en ekstrem

Figur 4. Utslipp, konsentrasjoner og temperaturendringer. Kilde IPCC(2001)



stor utslippsreduksjon de neste hundre årene (banen som leder fram til WRE 450) så vil vi få en betydelig temperaturøkning. Et viktig spørsmål fremover blir derfor hva som vil være en kostnadseffektiv *tilpasning* til klimaendringer.

6.2 Nye virkemidler for å få frem nye innovasjoner

Dersom en faktisk skal greie å begrense fremtidige klimaendringer i betydelig grad, kreves svært store utslippsreduksjoner. Figur 4 viser at CO₂ utslippene må reduseres med omlag ¾ innen 2100 om en skal forhindre at temperaturen stiger med mer enn 1,5 - 2 grader på lang sikt. Dersom dette ikke skal bli svært kostbart, er det helt nødvendig med nye innovasjoner på energisiden. Det er ingeniørene som må redde oss! Utfordringen er å gi de rette incentiver til å utvikle ny teknologi. Klimaproblemet har til nå i stor grad blitt belyst gjennom bruk av tradisjonelle virkemidler, som kvoter og avgifter. Det har vært lite forskning omkring nye alternative virkemidler som kan være mere effektive for å få frem ny teknologi på en kostnadseffektive måte.

6.3 Hvordan få flere land til å delta ?

Som jeg har diskutert i denne artikkelen, vil Kyoto-protokollen slik den i dag fremstår, ikke gi vesentlige globale utslippsreduksjoner. Utfordringen er å få både USA og u-landene til å delta i en avtale. Et viktig bidrag for å få u-land til å delta er for det første å synliggjøre deres mulige gevinster ved å delta i kvotehandel, og for det andre å synliggjøre potensialet for ekstra gevinster ved klimatiltak. Mange u-land har i dag store lokale forurensningsproblemer.

Studier viser at for mange land kan disse bli betydelig redusert ved energieffektivisering og andre tiltak for redusere utslipp av drivhusgasser (se Seip og Aunan (2001)). En avtale som får u-land til å delta, vil svekke USAs argument for å trekkes seg fra avtalen.

Generert sett vil synliggjøring av kostnader og gevinster av klimatiltak øke beslutningstakerne informasjon. Det kan gjøre det lettere å fatte vedtak som får nasjonal politisk aksept.

Referanser:

- Barrett, S (1990): «The problem of global environmental protection», *Oxford Review of Economic Policy* 6 (1), 68-79
- Barrett, S. (1994): «Self-enforcing international environmental agreements» *Oxford Economic Papers* 46, 878-94
- Barrett, S. (2001): «Towards a Better Climate Treaty», AEI- Brookings Publications. Policy Matters 01-29.
- Bohm, P. (1994) «On the Feasibility of Joint Implementation of Carbon Emission Reductions». Research Papers in Economics 1994:2, Department of Economics, University of Stockholm
- Carraro, C og D. Siniscalco (1993): «Strategies for the International Protection of the Environment.» *Journal of Public Economics* 52, 309-28
- Cline, W. R. (1992): «The Economics of Global Warming», Institute for International Economics, Washington D.C.
- Eckhaus, R. (1992): «Comparing the effects of greenhouse gas emissions on global warming», *The Energy Journal* 13, 25-34
- European Commission (1996): *European Energy to 2020 – a Scenario Approach*. Directorate General for Energy (DG XVII), Brussels.
- Hagem, C. (1994): «Cost-effective Climate Policy in a Small Country», *The Energy Journal* vol. 15, no.4
- Hagem, C. (1996): «Joint Implementation under Asymmetric Information and Strategic Behavior», *Environmental and Resource Economics* 8, 431-447.
- Hagem, C og H. Westskog (1998): «The Design of a Dynamic Tradeable Quota System under Market Imperfections», *Journal of Environmental Economics and Management*, vol 36, no.1.
- Hagem, C. og B. Holtmark (2001): «From small to insignificant – Climate impact of the Kyoto Protocol with and without US», CICERO Policy Note 2001:1.
- Hahn, R. W. (1984): «Market Power and Transferable Property Rights», *Quarterly Journal of Economics* 99, 753-765.
- Hoel, M. (1994): «Efficient Climate Policy in the Presence of Free Riders», *Journal of Environmental Economics and Management* 27, 259-274
- Hoel, M. og I. Isaksen (1995): «The Environmental Costs of Greenhouse Gas Emissions», in C. Carraro and J. Filar (eds.): *Control and Game-Theoretic Models of the Environment*, Birkhäuser, Boston
- Mongomery, D.W. (1972): «Markets in Licenses and Efficient Pollution Control Programs», *Journal of Economic Theory* 5, 395-418.
- Nordhaus, W. D (1991): «To Slow or not to Slow: The Economics of the Greenhouse Effect», *Economic Journal* 101 (407):920-37

Forts. side 21 ➔

→ Forts. fra side 47

IPCC (1990): Climate Change. The IPCC Scientific Assessment. J.T Houghton, G. J. Jenkins and J.J. Ephraums (Eds.), Cambridge University Press.

IPCC (2001): Climate Change 2001: The Scientific Basis- Contribution of Working Group I to the IPCC Third Assessment Report 2001. IPCC

Oliveira-Martins, J., J.-M. Burniaux og J.P. Martin (1992): «Trade and the Effectiveness of Unilateral CO₂ - Abatement Policies: Evidence from GREEN.» *OECD Economic Studies*, no.19, 123-140.

Pezzey, J. (1992): «Analysis of unilateral CO₂ control in the European Community and OECD». *The Energy Journal* 13, 159 - 172.

Reilly, J.M. og K.R. Richards (1993): «Climate change damage and the trace gas index issue», *Environmental and Resource Economics* 3, 41-62

Shelling, T. (1995): «Intergenerational Discounting», *Energy Policy* 23, 395-401

Schmalensee, R. (1993): "Comparing greenhouse gases for policy purposes", *The Energy Journal* 14, 245-256 (1993).

Seip, H.M. og K. Aunan (2001): "Flere fordeler ved klimatiltak", *Cicerone* 2001 (6).

Sygna, L., J.S. Fuglestedt og A. Aaheim (1999): «Metodar for å samanlikne utslepp av klimagassar. GWP-konseptet og alternative metodar», *CICERO Working Paper* 1999:11

ToI, R. S. J (1993): «The Climate Fund. Survey of Literature on Costs and Benefits», Working Dokument W 93/01, Free University of Amsterdam.

UNFCCC (1992): «Convention on Climate Change», Climate Change Secretariat, Bonn, Tyskland. <http://www.unfccc.de>

UNFCCC (1997): «The Kyoto Protocol to the Convention on Climate Change», Climate Change Secretariat, Bonn, Tyskland. <http://www.unfccc.de>

IPCC (1990): Climate Change. The IPCC Scientific Assessment. J.T Houghton, G. J. Jenkins and J.J. Ephraums (Eds.), Cambridge University Press.

Westskog, H. (1996): «Market Power in a System of Tradeable CO₂-quotas», *The Energy Journal* 17, 85-103 (1996).

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