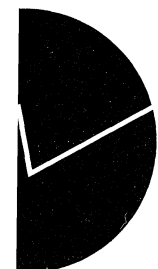


*Kjetil Olsen*

**Nytte- og kostnadsvirkninger av  
en norsk oppfyllelse av nasjonale  
utslippsmålinger**

Notatet



## Forord

Hovedoppgaven min "Nytte- og kostnadsvirkninger av en norsk oppfyllelse av nasjonale utslippsmålsettinger" er skrevet i forbindelse med et studentengasjement jeg har hatt i Statistisk Sentralbyrå, seksjon for ressurs- og miljøanalyser.

Jeg har sett på hva det vil koste å oppfylle norske utslippsmål hva angår utslipp til luft av karbondioksyd, CO<sub>2</sub>, og nitrogenoksider, NO<sub>x</sub>. Analysen foregår på en dynamisk anvendt generell likevektsmodell utviklet i Statistisk Sentralbyrå. I tillegg til å vise kostnadene av slike miljøtiltak fanger modellen opp viktige nytte- og produktivitetsvirkninger av bedret miljø.

Jeg finner at kostnadene av å oppfylle norske miljømålsettinger er høyere i min analyse enn i andre norske analyser som er blitt gjort. Et sett av sensitivitetsanalyser er laget for å prøve å forklare noe av forskjellen mellom min analyse og andre analyser.

Underveis har jeg fått hjelp av flere. Først og fremst vil jeg rette en stor takk til Haakon Vennemo, forsker i Statistisk Sentralbyrå, for svært god og ikke minst tålmodig veiledning. Videre skylder jeg Birger Strøm en stor takk for å ha tilrettelagt modellen til mitt formål. Mona Irene Hansen har hjulpet meg med enkelte datatekniske problemer. Eventuelle feil og uklarheter står imidlertid for forfatters regning.

Oslo 18. Januar 1995

Stud. Cand. Oecon.  
Kjetil Olsen

# Innholdsfortegnelse

1	Innledning .....	3
2	Bakgrunn.....	4
3	Hovedtrekk ved modellen .....	8
	3.1 Modellbeskrivelse.....	8
	3.2 Miljøtilbakekoblinger .....	10
	3.3 Modellens likningsstruktur .....	12
	3.4 Modellendringer .....	16
4	Referansebanen .....	17
	4.1 Makroøkonomiske utviklingstrekk .....	19
	4.2 Fossilt brensel og utslipp til luft i referansebanen.....	21
5	Effekter av reduserte utslipp .....	25
	5.1 Generelt .....	25
	5.2 Virkninger av å begrense utslipp til luft innenfor teorirammen i kap. 3 .....	25
6	Referanser til tidligere norske og internasjonale analyser .....	31
7	CO <sub>2</sub> -alternativet. virkninger for norsk økonomi av en ensidig nasjonal stabilisering av .....	
	CO <sub>2</sub> -utslipp til 2030.....	33
	7.1 Om opplegget for beregningene .....	33
	7.2 Makroøkonomiske utviklingstrekk .....	34
	7.3 Forbruk av fossilt brensel og utslipp til luft.....	37
	7.4 Velferd.....	39
8	NO <sub>x</sub> -alternativet. Virkninger for norsk økonomi av en ensidig nasjonal stabilisering av .....	
	NO <sub>x</sub> -utslippene fram til 2030.....	41
	8.1 Om opplegget for beregningene. ....	41
	8.2 Makroøkonomiske utviklingstrekk .....	42
9	Sammenlikning med andre norske og internasjonale analyser .....	45
10	Konklusjoner.....	49
	Referanser .....	51

# 1 Innledning

Et forringet miljø påvirker velferden til mennesket på mange ulike måter. Velferden reduseres ved at vi plages av å leve i et forurenset miljø, og effektivitetstap av et høyt forureningsnivå fører til kostnader rent økonomisk. Dette prøver man så å bøte på gjennom miljøtiltak av ulike slag, ofte gjennom miljøavgifter. I tradisjonelle økonomiske modeller vil miljøavgifter vanligvis føre til at makroøkonomiske indikatorer som BNP og privat konsum utviser redusert vekst. Argumentet for å innføre miljøavgifter er at man tror at de positive effektene (effektivitetsgevinster, bedret allmenn velferd osv) mer enn oppveier de økonomiske kostnadene. Mange av de positive effektene er imidlertid vanskelig å kvantifisere, derfor har det hittil stort sett bare vært sett på kostnadssiden av å innføre miljøtiltak.

Det er flere grunner til at indikatorer for den økonomiske utvikling viser redusert vekst når miljøavgifter innføres i tradisjonelle makroøkonomiske modeller. Dersom det er vanskelig å erstatte innsatsfaktorer som avgiftsbelegges med andre innsatsfaktorer, kan dette føre til at bedrifter reduserer den forurensende produksjon i stedet for å redusere bruken av de forurensende innsatsfaktorer. Spesielt for en liten åpen økonomi som den norske vil mange bedrifter stå overfor gitte verdensmarkedspriser. Miljøavgifter vil dermed føre til svekket lønnsomhet som igjen kan føre til lavere reallønnsutvikling og lavere tilbud av arbeid, med dertilhørende lavere produksjon. Videre har tradisjonelle makroøkonomiske modeller tidligere som regel ikke hatt med relasjoner som fanger opp de produktivetsforbedringer som oppstår gjennom et bedret miljø. Disse produktivetsforbedringene kan komme av at folk blir mindre syke eller rett og slett føler seg mer opplagt, mindre trøtte av at luftforurensinger blir mindre. For det andre kan deler av kapitalen få lengre levetid ved at korrosjonsskader avtar som følge av mindre forsurening.

Nylig er det i SSB utviklet en modell som tar hensyn til produktivetsforbedringer og lengre levetid på kapitalen som følge av reduserte luftforurensinger, i tillegg til en lang rekke nytteeffekter. Modellen er en anvendt dynamisk generell likevektsmodell for Norge med kjennetegn tradisjonell vekstmodell og åpen økonomi. Det nye ved modellen er blant annet en toveisforbindelse mellom miljøet og økonomien. Interaksjonen med miljøet er av følgende type: Fra økonomien til miljøet går det luftforurensing og støy som hovedsakelig skyldes forbruk av fossilt brensel. Modellmessig er dette gjort gjennom et sett av detaljerte utslippskoeffisienter som knytter utslipp til bruk av bensin, diesel og olje. Det er modellert tre tilbakekoblinger fra miljøet til økonomien. Den første er miljøets påvirkning direkte på velferden til konsumenten. Eksempler på dette er redusert luftkvalitet, forstyrrende støy, reduserte rekreasjonsmuligheter grunnet sur nedbør osv. Den andre tilbakekoblingen er virkningen på arbeidsproduktiviteten på grunn av redusert luftkvalitet. Det blir hevdet at

reduisert luftkvalitet vil øke sykefraværet grunnet luftveisinfeksjoner som astma og allergi, men kan også påvirke produktiviteten på andre måter (trøtthet osv.) Den tredje tilbakekoblingen fra miljøet til økonomien er økt depresiering av kapital. Motivasjonen bak dette er for det første økt korrosjon av kapitalutstyret, i hovedsak på grunn av svovelutslipp, for det andre veislitasje.

Et annet viktig poeng ved modellen er hvordan tidsaspektet er behandlet. Begrepet "Bærekraftig utvikling" som ble lansert under Rio konferansen av statsminister Brundtland er nært knyttet til hvordan man velger å fordele goder som naturressurser over tid, dvs mellom generasjoner. Tidligere norske planleggingsmodeller for analyser av langsiktige utviklingstrekk for norsk økonomi har hittil vært tilnærmet statiske. Det har ikke vært tatt spesielt hensyn til tidsaspektet ved miljø- og ressursproblemer. Den nye modellen behandler tidsaspektet eksplisitt ved at konsumentene foretar dynamiske avveininger og planlegger over tid.

I min hovedoppgave skal jeg bruke dette modellverktøyet til å analysere makroøkonomiske virkninger av å begrense utslipp til luft av karbondioksyd ( $\text{CO}_2$ ) og nitrogenoksider ( $\text{NO}_x$ ). Beregningene løper fram til år 2100. I tillegg til å vise kostnadssiden av en slik politikk, egner modellen seg også godt til å illustrere ulike nytteeffekter (men ikke alle) av miljøtiltak.

## 2 Bakgrunn

I de senere år har man med voksende bekymring sett at menneskelig aktivitet påvirker det globale klima via økende konsentrasjoner av såkalte drivhus-gasser i atmosfæren (drivhuseffekten). Karbondioksid ( $\text{CO}_2$ ) står for omlag halvparten av totale drivhus-gass utslipp i verden. Det er ventet at denne andelen vil holde seg også i fremtiden. Omkring 75% av  $\text{CO}_2$  utslippene som kommer fra menneskelig aktivitet stammer fra forbrenning av fossilt brensel. Frigjøring av  $\text{CO}_2$  skjer også gjennom avskoging og enkelte produksjonsprosesser, spesielt sementproduksjon.

Sola sender ut varmestråler som treffer jordas atmosfære. Omlag halvparten av disse strålene trenger gjennom atmosfæren og treffer jordoverflaten. Jordoverflaten varmes dermed opp og sender i sin tur ut varmestråler. Vanndamp,  $\text{CO}_2$  og andre naturlige gasser i atmosfæren vil imidlertid absorbere denne utgående varmestrålingen og en del av varmen forblir således i atmosfæren. Atmosfæren virker derfor på samme måte som et drivhus. Dette er den normale drivhuseffekten, forårsaket av de naturlig tilstedeværende gassene i atmosfæren. Uten denne effekten ville jordas gjennomsnittlige overflatetemperatur vært ca.  $35^\circ$  lavere enn den er idag,

med isdekte verdenshav som resultat.. Den normale drivhuseffekten er derfor en forutsetning for livet på jorda.

Menneskelige aktiviteter har imidlertid ført til en økt konsentrasjon av klimagasser i atmosfæren. De gassene som bidrar til denne økte konsentrasjonen er i første rekke karbondioksid (CO<sub>2</sub>), de industrielt framstilte klorfluorkarboner (KFK), ozon (O<sub>3</sub>), metan (CH<sub>4</sub>) og lystgass (N<sub>2</sub>O). Med økt konsentrasjon av klimagasser vil en større del av jordutstrålingen bli absorbert og reflektert i atmosfæren. Dette vil gi et netto varmetilskudd til atmosfæren, og føre til at temperaturen på jordoverflaten øker. Det er denne menneskeskapte økningen i konsentrasjonen av klimagasser- med temperaturstigning som resultat- som vanligvis kalles "drivhuseffekten" og som i dag truer med å forandre fremtidens klima.

Selv om trusselen om global oppvarming har vært viet stor interesse på forskningsfronten og iden allmenne debatt, er det også andre miljøgasser som på et mer lokalt plan forringer verdien av miljøet og forverrer den allmenne velferd. Skadene det her er snakk om kan være skader på mennesker, realkapital og natur nær utslippsstedet. Disse gassene ( svoveldioksid (SO<sub>2</sub>), nitrogenoksider (NO<sub>x</sub>) etc) kan også for en stor del knyttes til forbruk av fossilt brensel. Å begrense bruken av fossilt brensel er derfor viktig i enhver strategi som går ut på å redusere både den globale oppvarmingen og også mer lokale miljø-ødeleggelser.

Mange land har undertegnet forpliktelser om utslippsreduksjoner av miljøskadelige stoffer. Norge har vært en sterk pådriver i denne prosessen og har på flere felter satt seg mer ambisiøse miljømål enn det vi er forpliktet til gjennom de internasjonale miljøavtalene. Tabell 2.1 gir en oversikt over norske ambisjoner for reduksjoner i utslipp til luft av CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> og SO<sub>2</sub>. Ambisjonene er klassifisert som målsetting dersom de er uttrykt av Stortinget. De er klassifisert som forpliktelser dersom de er nedfelt i en internasjonal avtale undertegnet av Norge.

Tabell 2.1 *Norske forpliktelser og målsettinger for reduksjoner i utslipp til luft*

	Forpliktelser	Målsettinger
SO <sub>2</sub>	Reduksjon i utslippene med 30 prosent av 1980-nivået innen 1993. Dette representerer en øvre grense for utslipp på omlag 98 tusen tonn.	Reduksjon i utslippene med 50 prosent av 1980-nivået innen 1993. Dette representerer en øvre grense for utslipp på omlag 70 tusen tonn.
NO <sub>x</sub>	Stabilisering av utslippene på 1987-nivå innen 1994. Dette representerer en øvre grense for utslipp på omlag 229 tusen tonn.	Reduksjon i utslippene med 30 prosent av 1986-nivået innen 1998. Dette representerer en øvre grense for utslipp på omlag 158 tusen tonn.
CO <sub>2</sub>		Stabilisering av utslippene på 1989-nivå i år 2000. Dette representerer en øvre grense for utslipp på omlag 34 millioner tonn.

Av de regionale miljøproblemene er forsurening det mest alvorlige i Norge. De viktigste utslippskomponentene som bidrar til forsurening er NO<sub>x</sub> og SO<sub>2</sub>. Disse gassene bidrar i tillegg til helseskader av ulik art. En ikke uvesentlig del av denne forsureningen skyldes importert NO<sub>x</sub> og SO<sub>2</sub> som en følge av utslipp fra andre land (særlig England og Tyskland).

Med det modellverktøyet som foreligger her i SSB for hånden, og som jeg senere vil kommentere mer i detalj, vil jeg studere både nytte- og kostnadseffekter av ulike miljøtiltak. Dette gjøres gjennom å sammenligne en referansebane uten særlige miljøtiltak med baner hvor Norge oppfylder ulike miljømål med dertilhørende miljøavgifter.

Mer konkret vil jeg først se på virkninger av at Norge oppfylder målsettingen om å stabilisere CO<sub>2</sub> utslippene fra og med år 2000 på 1989 nivå. Dette har vært gjort tidligere i norsk sammenheng, noen analyser har også sett på noen nytteeffekter av dette. Jeg vil senere sammenligne med noen resultater fra disse analysene. Modellteknisk vil jeg gjøre utslippene fra og med år 2000 lik utslippsmålene, og for å nå målsettingen innføres det endogene avgifter på bruk av fossilt brensel. En reduksjon i CO<sub>2</sub>-utslippene vil føre til reduksjoner også av andre utslippskomponenter som SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO og partikler. Å innfri utslippsmålet hva angår CO<sub>2</sub> vil derfor gi lokale gevinster i form av bedret helse og mindre skade på natur og realkapital. Tidligere analyser har vist at målsettingen om SO<sub>2</sub>-utslipp blir oppfylt samtidig, mens NO<sub>x</sub> utslippene reduseres noe, men ikke nok til å innfri målsettingen Norge har satt seg (Moum (1992)).

Derneft vil jeg se på virkninger av at målsettingen med hensyn til NO<sub>x</sub>-utslipp oppfylles. Dette har så langt jeg vet ikke tidligere vært analysert på norske data. Miljøvernminister Torbjørn Berntsen la 11. april 1994 fram en miljøpolitisk redegjørelse der det antydes at de direkte årlige kostnadene av tiltak for å redusere NO<sub>x</sub>-utslippene vil kunne bli betydelige. Videre; "Gjennomføring av NO<sub>x</sub>-tiltak vil gi betydelige nytteeffekter gjennom reduserte forsuringsbidrag og ikke minst reduserte helseskader". Min analyse vil kunne gi et anslag over de samfunnsøkonomiske kostandene ved å oppfylle NO<sub>x</sub>-målsettingen.

Begge alternativene forutsetter at det ikke gjennomføres tilsvarende tiltak i utlandet. Forutsetninger om petroleumspriser og internasjonal økonomi forøvrig endres derfor ikke fra referansebanen. Dette er imidlertid ikke ansett for å være verken en sannsynlig eller tilrådelig utvikling. De fleste OECD land vil sannsynligvis sette iverk nye tiltak for å begrense utslipp av miljøskadelige gasser i fremtiden. Likevel illustrerer disse virkningsalternativene den typen virkninger som kan oppstå ved å iverksette tiltak for å begrense utslipp av miljøskadelige gasser som er mer omfattende enn det andre industriland gjør samt marginalvirkninger av norske tiltak.

Selv om klima- og miljøproblemet i høy grad er et globalt problem og noe Norge alene ikke kan gjøre stort med, kan det være nyttig og se på en ensidig norsk måloppfyllelse. Moum (1992) viser virkninger av tiltak for å stabilisere OECD-landenes CO<sub>2</sub>-utslipp innen år 2000 omlag på 1990 nivået. Det ble der lagt til grunn en CO<sub>2</sub>-avgift som gradvis innføres mot omlag 650 1990- kroner pr tonn CO<sub>2</sub> i år 2000. En internasjonal avtale med en CO<sub>2</sub>-avgift på 650 kroner pr tonn er anslått å gi en reduksjon som ikke er tilstrekkelig til å oppfylle den norske målsettingen om å stabilisere CO<sub>2</sub> utslippene på 1989-nivå i år 2000. Dette har bl.a sammenheng med at kostnadene ved utslippsreduksjoner i Norge kan være høyere enn i mange andre OECD land. Norsk energiproduksjon er basert på vannkraft, og Norge har i motsetning til mange andre land ikke mulighet til å redusere utslippene fra kraftsektoren. Beregningene tyder altså på at en stabilisering av de norske CO<sub>2</sub> utslippene ikke alene kan oppnås gjennom kostnadseffektive internasjonale tiltak for å stabilisere OECD-landenes utslipp i år 2000. For å nå målet om stabilisering av CO<sub>2</sub> utslippene på 1989-nivået innen år 2000, kan det følgelig bli nødvendig for Norge å gå lenger i sin virkemiddelbruk enn mange andre land. Virkningene av norske tiltak som ikke er samordnet med tiltak i andre land, vil komme i tillegg til virkningene av klimapolitikken internasjonalt.

Et ofte benyttet argument for at Norge ensidig skal redusere sine utslipp er den signaleffekt dette har overfor andre land. Ved å gå foran som et godt eksempel vil også andre land sette iverk tiltak for å begrense sine utslipp. Hvorvidt dette har noe for seg kan diskuteres,



spillteoretiske analyser (se Hoel (1991)) viser at total mengde utslipp i verden *kan* gå opp som følge av at ett land setter iverk ensidige tiltak.

Videre disposisjon av hovedoppgaven er som følger: En presentasjon av modellverktøyet jeg skal benytte er gitt i kapittel 3. Kapittel 4 gjør rede for en referansebane hvor ingen miljøtiltak utover de som allerede er iverksatt av myndighetene er med. Hva teorien sier om innføring av miljøtiltak og dets konsekvenser for økonomien følger i kapittel 5, før jeg i kapittel 6 viser til noen norske og internasjonale beregninger rundt samme problemstilling som min. Kapitlene 7 og 8 tar for seg de ulike virkningsberegningene. Kapittel 9 sammenlikner mine resultater med resultater fra liknende analyser gjort i Norge og i utlandet, før jeg i kapittel 10 trekker konklusjoner.

### **3 Hovedtrekk ved modellen**

Jeg skal i denne delen gi en relativt kort presentasjon av modellen. Avsnittene 3.1 og 3.2 gir en verbal drøfting av modellen og de forutsetninger som er gjort mens avsnitt 3.3 tar for seg likningsstrukturen i en forenklet og forkortet utgave av modellen. For en mer detaljert modellbeskrivelse vises til Vennemo (1994). I avsnitt 3.4 ser jeg på et par modellendringer som er gjort i forbindelse med min hovedoppgave.

#### **3.1 Modellbeskrivelse**

Den norske økonomien beskrives som en markedsøkonomi der det i privat sektor råder frikonkurranse og ingen etableringshindringer. Siden modellen er nokså aggregert, økonomien er inndelt i 9 sektorer, og vi har et langsiktig tidsperspektiv for øyet, mener man at dette er en forenkling som kan forsvares. Tankegangen er her at renprofitt konkurreres bort i det lange løp. Prisene i modellen er fleksible og vi har full utnyttelse av ressursene.

Det er modellert en liten åpen økonomi på finansmarkedet og de varemarkedene som handler med utlandet, noe som kan være rimelig for en såpass konkurranseutsatt økonomi som den norske. På lang sikt vil det være vanskelig å opprettholde en skjerming av økonomien. Det forutsettes frie kapitalbevegelser og arbeidskraften antas immobil mellom Norge og utlandet. Antagelsen om immobil arbeidskraft reflekterer i første rekke at man tror institusjonelle sperrer mot innvandring fra fattigere land vil bestå. Utviklingen mot et integrert arbeidsmarked i Europa kan over tid føre til større mobilitet mellom Norge og andre noenlunde likestilte land, men det er lite trolig at nettostrømmen vil bli stor.

Konsumentensiden i modellen representeres ved en representativ konsument med uendelig tidshorisont som tar priser og rente for gitt og som maksimerer nytten. Konsumenten avveier hvor mye han/hun skal spare, arbeide og forbruke av goder. Avveiningen følger en to-trinnsprosedyre der konsumenten først bestemmer sparing, og deretter fordeler de ressurser som er avsatt til en periode på forbruk av varer og fritid. Hvor mye en sparer kommer an på hva en tror om framtidige priser, inntekter og liknende. Det antas at konsumenten former sine forventninger om fremtiden rasjonelt. Det er ingen usikkerhet i modellen.

Antakelsen om uendelig tidshorisont kan tolkes som om konsumenten tenker på sine barn som igjen tenker på sine barn osv. ved at formue overføres mellom generasjoner iform av arv (altruistiske arvemotiv). Dette er en mye brukt antagelse i langsiktige analyser, som imidlertid er vanskelig å bekrefte eller avkrefte empirisk fordi overføringer mellom generasjoner antar mange ulike former. Alternativet til denne antagelsen er at konsumenten har en endelig tidshorisont og ikke tenker spesielt på sine etterkommere, noe som leder til den såkalte overlappende generasjonsmodell. En anvendt modell av denne typen presenteres i Steigum (1992). Hva en forutsetter om konsumentens tidsperspektiv er med på å prege resultatene for hvor mye som spares. Hvorvidt antagelsen om uendelig tidshorisont er den beste finnes det delte meninger om, se for eksempel en interessant diskusjon mellom Barro (1989) og Bernheim (1989).

I modellen gjelder den såkalte "ricardianske ekvivalens", som betyr at størrelsen på offentlig sparing (dvs budsjettunderskuddet) ikke har førsteordenseffekter på realøkonomien. Konsumentene reduserer nemlig sin sparing tilsvarende, fordi de forstår at offentlig sparing kommer dem eller deres etterkommere til nytte senere. Det offentlige budsjettunderskuddet kan derfor endres uten at driftsbalansen forverres fordi samlet sparing for landet som helhet forblir uendret. Ricardiansk ekvivalens kan dermed sies å rendyrke det synspunkt at staten "eies av folket".

Relevansen av ricardiansk ekvivalens avhenger av konsumentens planleggingshorisont. Antakelsen som er gjort er at overføringer av arv mellom generasjoner virker som om planleggingshorisonten utvides, slik at konsumentens tidshorisont kan oppfattes som uendelig.

På produksjonssiden i modellen er det en hovedproduksjonssektor som produserer en konkurranseutsatt vare ved hjelp av fem innsatsfaktorer; arbeidskraft, kapital, olje, elektrisk kraft og "andre" innsatsfaktorer (råvarer). Det antas konstant utbytte med hensyn på skalaen. Fem mindre skjermede sektorer utfyller hovedproduksjonssektoren. Disse er modellert på samme måte som hovedsektoren. Det er i tillegg en sektor som produserer olje og gass, en

som produserer elektrisk kraft og en offentlig sektor. Disse sektorene kan kontrolleres eksogent av modellbrukeren. Modellen inkluderer overføringer og skatter på samme detaljerte måte som i nasjonalregnskapet.

Økonomisk vekst bestemmes i modellen av økt faktortilgang i kombinasjon med eksogen teknisk framgang. Aktørene i modellen bestemmer selv ved sin tilpasning til endrede rammeforhold faktortilgangen over tid. Dette gjør veksten forholdsvis endogen i modellen.

### 3.2 Miljøtilbakekoblinger

Utslipp til luft, i hovedsak grunnet forbruk av fossilt brensel (fyringsolje, bensin og diesel), utgjør forbindelsesleddet fra økonomien til miljøet. Dette er gjort gjennom et sett av detaljerte utslippskoeffisienter.

De miljømessige tilbakekoblingene er i modellen basert på studier av kvantifiserbare miljøeffekter i Brendemoen, Glomsrød og Aaserud (1992). De fokuserer på 11 eksterne effekter av økonomisk aktivitet; forsuring av ferskvann og skog, helseskader fra utslipp av  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{CO}$  og partikler, korrosjon, støy, trafikkulykker, trafikkork og veislitasje.

Veislitasje øker vedlikeholdskostnadene til offentlig sektor, og oppstår som en bivirkning av for mye bilkjøring. Dette er særlig aktuelt på vinterstid hvor piggdekk sliter ned veibanen. I modellen antas det at den partielle skadeeffekten av økt trafikk målt ved bensin- og dieselforbruk avtar med mengden trafikk. En tolkning av dette er at når trafikken blir tyngre og veislitasje et mer seriøst problem, så vil det bli satt iverk tiltak og reguleringer mot bruk av piggdekk. Som en grenseverdi går derfor effekten av økt bensin- og dieselforbruk mot null. Korrosjon øker kapitalkostnadene til private produsenter. Dette modelleres på samme måte som ved veislitasje, nemlig som en økning i depresieringsfaktoren. Som en forenkling antas det at korrosjon er en funksjon av svoveldioksid ( $\text{SO}_2$ ) utslipp alene. Det antas også her en avtakende effekt. Ekstremverdiene er imidlertid satt så høyt/lavt at de gjennomgående ikke spiller noen praktisk rolle.

Forsuring av elver og ferskvann rammer konsumentene i den grad rekreasjonsverdien blir lavere, for eksempel ved at mulighetene for sportsfiske blir mindre. Skog skades også av sur nedbør, tilvekstraten av trær blir mindre og dette påvirker konsumentene både iform av inntektstap for eierne og lavere rekreasjonsverdi. Begge typer effekter er konsumenteksternaliteter som antas å påvirke nyttefunksjonen. Estimerte verdier er hentet fra Brendemoen, Glomsrød og Aaserud (1992). Forsuring av elver, ferskvann og skog antas å være proporsjonal med utslipp av svoveldioksid ( $\text{SO}_2$ ) og nitrogenoksider ( $\text{NO}_x$ ). Her bør det

igjen påpekes at mesteparten av forsuringen skyldes forhold som ikke Norge har direkte kontroll over ved at utslipp fra andre land fraktes med luftstrømmene over til Norge.

Støy plager befolkningen og påvirker produktiviteten til arbeidere som får forstyrret nattesøvnen eller må jobbe i et svært støyende arbeidsmiljø. Bedrifter bruker penger på å isolere vinduer og andre deler av bygninger for å øke produktiviteten til arbeiderne. Halvparten av de estimerte kostnader av støy (Brendemoen, Glomsrød og Aaserud (1992)) reflekterer produktivitetstap, den gjenværende halvparten behandles som en konsumenteksternalitet. Det antas at velferdskostnadene av støy er proporsjonale med trafikkvolumet målt ved bensin- og diesel forbruk.

De gjenværende eksternalitetene, helseskader, trafikkulykker og trafikkork, rammer både produsenter og konsumenter. Helseskader påvirker produsentene gjennom både kvalitets- og kvantitetseffekter på arbeidstilbudet. Flere blir syke samtidig som arbeiderne får lavere produktivitet. I modellen summeres begge effektene i en produktivitetsindikator. Konsumentensiden blir også påvirket iform av økt sannsynlighet for å bli syk eller dø. Både den yrkesaktive delen av befolkningen og de som ikke arbeider (unge og eldre) er utsatt for denne risikoen. Noe tilfeldig antas det at 2/3 av helseskadene reduserer produktiviteten, den resterende tredjedelen betraktes som en konsumenteksternalitet. Trafikkulykker og trafikkork er konsumenteksternaliteter når det påvirker konsumenter som ferdes i trafikken i fritiden, produsenteksternaliteter når de påvirker profesjonell transportvirksomhet.

Et naturlig spørsmål som oppstår er hvorvidt eksternalitetene påvirker konsumentenes atferd mht. sparing og arbeidstilbud. Modellens svar til dette er at det gjør det ikke. Rett nok påvirker miljøkvaliteten konsumentenes atferd på et disaggregert nivå. Forsuring av ferskvann, elver og skog kan f.eks. føre til lavere etterspørsel etter fiske- og turutstyr, og økt etterspørsel etter reiser til andre land. Sykdom pga. luftforurensing kan øke etterspørselen etter alt fra medisiner til hus utenfor storbyen. Dette vil føre til reperkusjonseffekter på tilbudet av arbeid, sparing og etterspørsel etter andre varer gjennom budsjettbetingelsen. Det er lite sannsynlig at effekten på sparingen er eksakt null, men det er ingen god grunn til å tro at miljøkvaliteten fører til at man sparer mer (eller mindre). Derfor antas det at denne effekten er null.

Noen vil kanskje savne de helt "store" miljøproblemene slik som drivhuseffekten og tap av biodiversitet. Grunnen til at det er sett bort fra disse er at dette er globale miljøproblemer som både blir påvirket av og påvirker global økonomi. Effekten av norsk økonomisk aktivitet på disse problemene er svært neglisjerbar. Norsk økonomi blir imidlertid påvirket av disse

"store" miljøproblemer, og modellen får med seg dette gjennom (endringer i) relative verdensmarkedpriser.

### Parametre

Modellen er såkalt kalibrert, dvs. parametrene velges slik at de reproducerer data for norsk økonomi for året 1989. Samtidig er parametrene relatert til nylige økonometriske studier av produksjonsstrukturen i Norge. Viktige parametre i modellen er substitusjonsparametre i produksjonen og miljøparametre.

Produksjonen modelleres i CES produktfunksjoner på flere nivåer. Øverst er bruttoproduktet en funksjon av "andre innsatsvarer" og et arbeidskraft-kapital-energi aggregat.

Substitusjonselastisiteten mellom disse to er satt lik null, noe som er en standard forutsetning i slike modeller som vi her har å gjøre med. Arbeidskraft-kapital-energi aggregatet aggregerer arbeidskraft og et kapital-energi aggregat, mens energi er et et aggregat for olje og elektrisitet brukt i produksjonen, alle i suksessive CES bolker. Substitusjonselastisitetene varierer mellom de seks "endogene" produksjonssektorene, og er hentet fra Alfsen, By og Holmøy (1993) og Mysen (1991).

Substitusjonselastisitetene for den konkurranseutsatte sektoren, sektor 30 (hovedproduksjonssektoren), er vist i tabell 3.1. Alle er lavere en 1, noe som indikerer en uelastisk produksjonsstruktur.

Tabell 3.1. *Substitusjonselastisiteter i sektor 30*

"Andre innsatsvarer" vs. arbeidskraft-kapital-energi	0,0
Arbeidskraft vs. kapital-energi	0,72
Kapital vs. energi	0,52
Fyringsolje vs. elektrisitet	0,42

### 3.3 Modellens likningsstruktur

Denne delen presenterer en forenklet versjon av den fullstendige anvendte generelle likevektsmodellen. Offentlig sektor og de skjermede sektorene er utelatt. Modellen består av en "vanlig" statisk modell, en dynamisk modell og miljøtilbakekoblinger. Fotskrift -1 betyr "forrige periode" og ingen tidsfotskrift betyr (slutten av ) "denne perioden". En prikk over en variabel betyr den tidsderiverte av denne variabel.

## Statisk modell

- (1)  $p = B(w, p_e, p_f, p_k, p_m)$
- (2)  $L = B'_1 X$
- (3)  $E = B'_2 X$
- (4)  $F = B'_3 X$
- (5)  $K = B'_4 X$
- (6)  $M = B'_5 X$
- (7)  $P = (hw, p)$
- (8)  $L = (1+n)^t (hT(1+g)^t - hP_1^t H)$
- (9)  $C = (1+n)^t P_2^t H$
- (10)  $K - K_{-1} = J - \delta K$
- (11)  $Z - Z_{-1} = pX - pC - pJ - pM + iZ + p_f(\bar{F} - F) + p_e(\bar{E} - E)$

## Dynamisk modell

- (12)  $p_k = p(i + \delta - \dot{p}/p)$
- (13)  $\dot{H}/H = \sigma(i - \rho - \dot{P}/P)$
- (14)  $\lim_{t \rightarrow \infty} Z e^{-it} = 0$

## Miljø-tilbakekoblinger

- (15)  $\delta = \delta(F_t) \quad \delta' > 0 \quad \lim_{t \rightarrow \infty} \delta(F_t) = \bar{\delta}$
- (16)  $h = h(F_t) \quad h' < 0 \quad \lim_{t \rightarrow \infty} h(F_t) = \bar{h}$
- (17)  $U = U(\{P_t\}, W) - D(\{F_t\})$

## Symbolforklaring

$p$  = pris på konkurranseutsatt vare (numeraire)

$w$  = lønn

$p_k$  = brukerprisen på kapital

$p_f$  = pris på råolje

$p_e$  = pris på elektrisk kraft

$p_m$  = pris på "andre" innsatsvarer

$X$  = produksjon

$F$  = olje

$K$  = kapital

$L$  = arbeidskraft  
 $E$  = elektrisk kraft  
 $M$  = "andre" innsatsvarer (råvarer)  
 $H$  = utvidet konsum (konsum av varer og fritid)  
 $P$  = prisindeks for utvidet konsum  
 $T$  = tilgjengelig tid  
 $J$  = realinvesteringer  
 $Z$  = nettofordringer på utlandet  
 $h$  = produktivitetsparameter  
 $g$  = arbeidskraftutvidende teknisk fremgangsrate  
 $\delta$  = depresieringsrate  
 $\sigma$  = intertemporal substitusjonselastisitet  
 $i$  = rente  
 $\rho$  = subjektiv tidspreferanserate  
 $W$  = neddiskontert framtidig konsumentformue  
 $U$  = nytte

### Forklaring av relasjonene.

Relasjon (1) er kravet om at prisen på den konkurranseutsatte varen, som benyttes som numeraire, skal være lik enhetskostnadsfunksjonen  $B(\cdot)$ . Dette følger av forutsetningene om frikonkurranse og konstant utbytte mhp skalaen i produksjonen. Relasjonene (2)-(6) er faktoretterspørselsfunksjonene som er utledet ved bruk av Shephards lemma (se f. eks Hoel og Moene (1987)), her er  $B'_1 = \partial B / \partial w$  osv.

Relasjon (7) definerer prisindeksen for utvidet konsum  $H$ , det vil si forbruk av konsumgoder pluss fritid. Vi antar en homotetisk nyttefunksjon på atemporal nivå, og da er levekostnadsfunksjonen på et gitt tidspunkt lik  $PH$  ( $H$  er en nytteindikator). Arbeidernes produktivitet reduseres via  $h$  for eksempel på grunn av luftveisinfeksjoner. Den prisen på fritid som har betydning for konsumenten er derfor  $hw$  som er det første argumentet i prisindeksen. Det andre argumentet er prisen på konsumvarer, og siden konsumvarer er et produsert gode er prisen lik numerairen.

Relasjon (8) gir oss tilbudet av arbeid i effektivitetsenheter som arbeidstilbudet for hvert individ  $(hT(1+g)^t - hP_1^t H)$  ganger antall individer på tidspunkt  $t$ ,  $(1+n)^t$ . Arbeidstilbudet til hvert individ er tilgjengelig tid i effektivitetsenheter  $(hT(1+g)^t)$  minus etterspørselen etter fritid i effektivitetsenheter  $(hP_1^t H)$ . Etterspørselen etter fritid er fremkommet ved bruk av

Shephards lemma, hvor  $P'_1 = \partial P / \partial w$ . Relasjonen innebærer at når  $H$  øker ("rikere" konsument) synker tilbudet av arbeid og etterspørselen etter fritid øker.

Etterspørselen etter konsumvarer er gitt ved (9) hvor Shephards lemma nok en gang er benyttet. Relasjon (10) er uttrykket for kapitalakkumulasjonen. Nettorealinvesteringer  $K - K_{-1}$  består av bruttorealinvesteringer fratrukket kapitalslitet  $\delta K$ . Kapitalslitet antas å skje med en eksponensiell rate og depresieringen inntreffer etter nasjonalregnskapets definisjon umiddelbart. Driftsbalansen er gitt ved (11) hvor  $Z$  er verdien på fordringer overfor utlandet.  $\bar{F}$  er eksogen produksjonsstrøm av olje og gass ( som betraktes som et aggregat) og  $\bar{E}$  er eksogen produksjonsstrøm av elektrisk kraft. Driftsbalansen er positiv dersom produksjonen,  $(pX + p_f \bar{F} + p_e \bar{E})$  pluss netto renteinntekter fra utlandet,  $iZ$ , er større enn total etterspørsel  $(pC + pJ + p_f F + p_e E + pM)$ .

Relasjonene (1)-(11) utgjør en "ordinær" statisk modell for en liten åpen økonomi. For gitte verdier på  $h, \delta, p_f, K, Z, \bar{E}$  og  $\bar{F}$  gir modellen løsning på de 11 endogene variablene  $L, F, M, E, X, H, C, J, P, w$  og  $p_k$ .

Den dynamiske delen av modellen forklarer banen til tilstandsvariablene  $K$  og  $Z$  over tid og gir oss langsiktsløsningen. Relasjon (12) er fremkommet ved å maksimere neddiskontert verdi av bedriften gitt kapitalakkumulasjonsbetingelsen, og er et uttrykk for brukerprisen på kapital i en økonomi med perfekte forventninger. Brukerprisen avhenger positivt av renta og depresieringsraten og negativt av eventuell prisstigning på kapitalen.

Relasjonene (13) og (14) fokuserer på utviklingen i driftsbalansen. Gitt en utviklingsbane over tid for kapitalen, avhenger utviklingen i  $Z$  av utviklingsbanen for utvidet konsum  $H$ . Jo høyere  $H$  er jo lavere er driftsbalansen. Når  $H$  øker vil konsumet øke mens arbeidstilbudet, og dermed produksjonen, vil gå ned. En nødvendig betingelse for optimal tilpasning hos konsumenten kan uttrykkes ved den såkalte Euler likningen for utvidet konsum (13), det er denne relasjonen som indirekte bestemmer sparingen i økonomien. Relasjon (13) er fremkommet ved å maksimere den intertemporale nyttefunksjonen gitt den intertemporale budsjettbetingelsen. Euler likningen er fremadskuende, slik at nåværende utvidet konsum påvirkes av forventninger om fremtidige priser og rente og av den intertemporale substitusjonselastisiteten. Løsningen av modellen inkluderer denne fremadskuende atferden i hver periode. Den intertemporale substitusjonselastisiteten indikerer hvor villig konsumenten er til å ofre konsum idag for å få det igjen senere. Dersom denne elastisiteten er høy er konsumenten svært villig til å forskyve konsumet når det lønner seg, og ved å ofre konsum idag vil konsumet utvise en stigende tendens over tid etterhvert som investeringene kaster av seg. Relasjon (14) er en såkalt "No Ponzi-Game" betingelse som sier at et land ikke kan



overføre gjeld i det uendelige. Dette er en relativt svak restriksjon, alt landet behøver å gjøre er å betale noe av rentene på gjelden på lang sikt.

Miljøtilbakekoblingene er tatt vare på ved relasjonene (15)-(17). Det er modellert to koblinger til produksjonen. Relasjon (15) er et uttrykk for at utslipp som følge av forbruk av bensin, diesel og fyringsolje ( $F_t$ ) øker kapitalslitet slik som argumentert tidligere. At arbeiderne får redusert helse og får lavere produktivitet på grunn av forbruk av fossilt brensel er tatt vare på gjennom relasjon (16). Det antas at korrosjonsskadene og helseskadene som funksjoner av forbruk av fossilt brensel går mot respektive grenseverdier. Relasjon (17) er den indirekte nyttefunksjonen til den intertemporale konsument målt i penger. Som kjent er den indirekte nyttefunksjonen et uttrykk for det maksimale nyttenivå som en funksjon av priser og inntekt. Det første leddet i (17) er den indirekte nyttefunksjonen for et gitt nivå på miljøtilbakekoblingene.  $W$  er lik neddiskontert verdi av fremtidig utvidet konsum, dvs framtidig konsumentformue, mens  $\{P_t\} = (P_0, P_1, \dots)$  er vektoren for prisindeksen for utvidet konsum over alle tidsperioder (uendelig mange). Det andre leddet er de negative eksterne effektene som påvirker konsumenten, for eksempel forsuring av skog og vann, helseskader og trafikkulykker. De eksterne effektene er uttrykt som en funksjon av forbruk av fossilt brensel i alle tidsperioder,  $D\{F_t\}$ .

### 3.4 Modellendringer

Jeg har nå presentert modellen slik den opprinnelig framstod. For mitt formål er det imidlertid gjort noen få modellendringer. For det første er det lagt inn muligheter for å avgiftsbelegge  $CO_2$ -utslipp og  $NO_x$ -utslipp. For det andre har jeg lagt inn substitusjonsmuligheter mellom bensin og annet konsum. Tidligere var etterspørselen etter bensin en fast andel av konsumet av den konkurranseutsatte varen, dvs konsum untatt boliger og nordmenns konsum i utlandet;

$$(A192) \quad OL_{41C} = C10/OL_{41C}.0$$

hvor  $OL_{41C}$  = etterspørselen etter bensin  
 $C10$  = konsum untatt boliger og nordmenns konsum i utlandet  
 $OL_{41C}.0$  = fast koeffesient

Ved å maksimere en CES-nyttefunksjon gitt total konsumutgift fant jeg at etterspørselen etter bensin kunne skrives slik;

$$(B192) \quad OL_{41C} = \frac{C10}{OL_{41C}.0} \left( \frac{BHBENS}{PCBENS} \right)^{-\sigma}$$

hvor  $BHBENS =$  prisen på bensin  
 $PCBENS =$  prisen på konsum unntatt boliger og nordmenns konsum i utlandet  
 $\sigma =$  substitusjonselastisitet mellom bensin og konsum unntatt boliger og nordmenns konsum i utlandet

Siden prisen på bensin ikke inngår i modellen måtte jeg finne en måte å representere denne prisen på. Jeg valgte da å ta utgangspunkt i prisen på fyringsolje og til denne pris legge til et uttrykk som avhenger av avgiftssatsene på  $CO_2$  og  $NO_x$ . Dette tillegget inngår også i prisen på  $C10$ , ved å trekke fra dette tillegget får vi så  $PCBENS$ . Substitusjonselastisiteten fant jeg ved å ta utgangspunkt i følgende sammenheng:

$$\epsilon_{ii} = -\sigma(1 - s_i)$$

Her er  $\epsilon_{ii}$  den direkte cournot elastisiteten for bensin, denne er hentet fra Aasness og Holtmark (1993) og lik -0,420.  $s_i$  er budsjettandelen for bensin i konsumet og denne er beregnet som et gjennomsnitt av budsjettandelene i perioden 1981-1991 hvor dataene er hentet fra Nasjonalregnskapsstatistikk 1991. Substitusjonselastisiteten er så beregnet til å bli 0,434. Spesifikasjonen (B192) sier nå at når prisen på bensin stiger i forhold til prisen på annet konsum, vil etterspørselen etter bensin gå ned. Vi får ingen andre virkninger i modellen.

#### 4 Referansebanen

Referansebanen illustrerer en økonomisk utvikling med moderat vekst, og hvor sentrale eksogene forutsetninger (om oljepris, offentlig sektor osv.) stort sett følger de som ble gjort i det siste langtidsprogrammets langsiktige beregninger fram til 2030 (St.meld. 4 (1992-1993)). Etter 2030 antas de eksogene størrelsene å utvikle seg slik at modellen beveger seg mot en steady state tilstand. Steady state egenskapen kan tolkes som et krav til langsiktig bærekraft for økonomien. Dersom de eksogene størrelsene er i ro, det vil si vokser med en konstant størrelse, vil økonomien finne en bane der den er i stand til å reproducere seg selv. Dette er et rimelighetskrav som er lagt på aktørenes adferd, aktører som har en uendelig tidshorisont og som lever i en økonomi uten store markedsfeil vil innrette seg slik at de kan overleve på lang sikt.

Forutsetningene om petroleumsutvinningen på norsk sokkel er basert på anslag for ressurser i felt som er vedtatt utbygd eller som er under vurdering, og på anslag for ressurser som en regner med blir oppdaget. Det er antatt at olje- og gass produksjonen når null i år 2050. Det forutsettes en kraftig økning i petroleumsutvinningen fram til 2000. Deretter avtar

oljeutvinningen, og med dagens kunnskaper antas oljeproduksjonen å ta slutt rundt år 2040, mens gass kan produseres fram til år 2060. Realprisen på råoljeolje antas å synke noe fram til århundreskiftet før den stiger noe fram til 2030 slik at den da er omtrent 14% høyere enn i 1989.

Det er antatt en vekst i arbeidsproduktiviteten på 1,5 prosent årlig gjennom hele beregningsperioden. Med en lønnsandel på 2/3 vil dette si det samme som en årlig vekst i total faktorproduktivitet på 1 prosent, det samme anslaget som brukes i Langtidsprogrammet. Veksten i total faktorproduktivitet er den delen av BNP-veksten som ikke kan tilbakeføres til veksten i bruken av innsatsfaktorer som arbeidskraft og kapital. Veksten i total faktorproduktivitet viste en fallende tendens gjennom 70- og 80 åra. Noe av dette skyldtes nok overgangen fra industri- til tjenesteproduksjon med lavere produktivitet. 1 prosent årlig vekst i total faktorproduktivitet er høyere enn hva som var tilfelle i 80-åra, men klart lavere enn i 70-åra, jf. tabell 4.1.

Sparingen i modellen bestemmes blant annet av den intertemporale substitusjonselastisiteten og realrenten. Den intertemporale substitusjonselastisiteten måler løst sagt hvor rentefølsom sparingen er. Dersom den intertemporale substitusjonselastisiteten og/eller realrenten etter skatt er høy, viser forbruket en sterk stigende tendens over tid. Inntekt som kommer "i dag" vil da for en stor del bli spart. Lav substitusjonselastisitet og/eller lav realrente etter skatt fører til jevnere konsum og mindre sparing, alt annet likt. I modellen er den intertemporale substitusjonselastisiteten 0,5, dette regnes ikke for å være spesielt høyt. Steigum (1992) opererer også med en substitusjonselastisitet på 0,5 og viser til et dette er i rimelig overenstemmelse med estimatene til Biørn og Jansen (1992) og Steffensen (1989). Internasjonalt viser estimater av den intertemporale substitusjonselastisiteten rundt og under 1, se bl.a. Blanchard og Fischer (1989). Realrenten etter skatt er på ca. 4 prosent, og bygger på en realrente før skatt på 5,5 prosent.

Bare vedtatte miljøtiltak er inkludert i framskrivningene i referansebanen. Av disse er de fleste allerede satt i verk, dette gjelder for eksempel bensinavgift og mineraloljeavgift. Virkninger av en bedre bilpark med mindre drivstoff-forbruk og katalysatorer innføres over tid.

## 4.1 Makroøkonomiske utviklingstrekk

Tabell 4.1. *Tilgang på produksjonsressurser. Gjennomsnittlig årlig vekst i prosent.*

	1970-80	1980-90	1990-2010	2010-2030
Timeverk	0,08	-0,05	-0,18	-0,14
Realkapital	4,5	3,1	0,85	1,05
Total faktorproduktivitet	2,0	0,5	1,0	1,0

Vekstpotensialet i norsk økonomi bestemmes på lang sikt av utviklingen i størrelser som realkapitalen, arbeidsstyrken og teknisk fremgang i vid forstand. Mens det gjøres eksogene anslag over den totale faktorproduktiviteten, bestemmes utviklingen i realkapitalbeholdningen og antall timeverk endogent i modellen. Vi ser av tabell 4.1 at modellen predikerer en negativ vekst i arbeidstilbudet, dette er i tråd med utviklingen de siste 10-15 åra. Det reduserte arbeidstilbudet skyldes i hovedsak at konsumentene etterspør mer fritid når inntekten øker, samt den demografiske utvikling. At veksten i kapitalen også reduseres i forhold til hva den historisk har vært kommer som en konsekvens av det lavere arbeidstilbudet. Prisen på kapital bestemmer bare ønsket kapital pr. timeverk, slik at når antall timeverk reduseres vil også veksten i kapital gå ned. Den demografiske utviklingen bidrar også til å redusere veksten i kapitalen ved at boligkapitalen blir mindre som en følge av færre folk.

Alt i alt skulle dette medføre en relativt moderat vekst for Norge de neste 30-40 åra. Dette går også frem av tabell 4.2, som viser utviklingen i enkelte makroøkonomiske hovedstørrelser.

Tabell 4.2. *Nivå (i milliarder 1989-kroner) og gjennomsnittlig årlig prosentvis vekst.*

*Makroøkonomiske hovedstørrelser.*

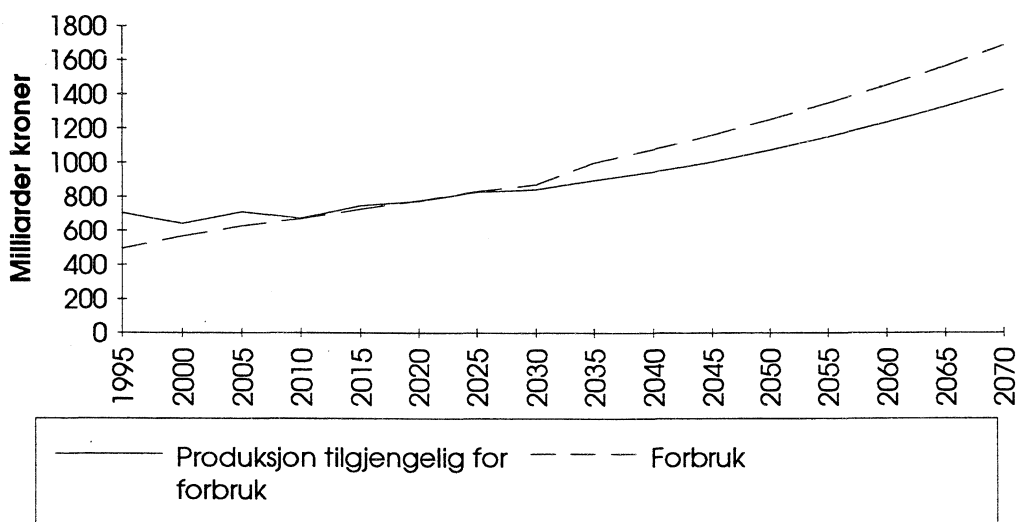
	1970-80	1980-90	1990-2010	2010-2030	Nivå 2030
Bruttonasjonalprodukt	4,7	2,5	1,2	0,8	1047,6
Privat konsum	3,6	1,8	1,2	1,2	561,7
Offentlig konsum	5,3	3,2	1,9	1,0	312,7
<i>Memo</i>					
Brutto disponibel realinntekt	---	3,5	3,3	1,3	1212,7

Bruttonasjonalprodukt øker med omlag 1,2 % pr år fram til 2010, veksten avtar deretter noe til omlag 0,8 % pr år fram til 2030. I steady state vokser BNP med 1,5 % årlig. Til sammenligning var den årlige veksten i 70 åra på 4,7 %, og fra 1980 -90 på 2,5 %. Beregningene indikerer at

verdiskapningen vil øke med omlag 50 % fra 1990-2030. Dette er svært lite sett i et historisk perspektiv, fra 1950-1990 ble BNP omlag firedoblet.

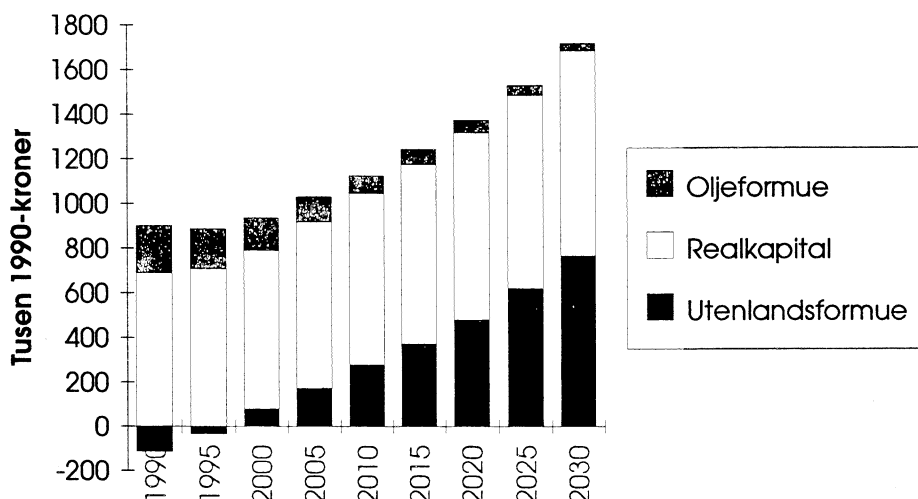
Samlet realdisponibel inntekt kan anvendes til forbruk, investering i realkapital og netto fordringsoppbygging overfor utlandet. Forbruksveksten er i beregningen større enn veksten i innenlandsk produksjon tilgjengelig for forbruk inntil steady state oppnås. Dette fører til at forbruksbanen på et visst tidspunkt vil skjære banen for produksjon tilgjengelig for forbruk, jf. figur 4.1. Grunnen til dette er at produksjonen i ressursnæringene er begrenset, som nevnt trappes olje- og gassproduksjonen ned og forventes å nå null i år 2050. ( Dersom forbruksbanen hele tiden ligger over banen for produksjon vil utenriksgjelda eksplodere og er umulig). Inntil det punkt hvor forbruksbanen skjærer produksjonsbanen har vi hovedsakelig overskudd på handelsbalansen. Fra dette punkt har vi underskudd på handelsbalansen. For å motvirke en svekkelse av nasjonalformuen er det nødvendig å opprettholde en høy sparing, dette for at ikke fremtidige generasjoners forbruksmuligheter skal bli vesentlig svekket.

Figur 4.1



Sparingen kan enten ta form av økt realkapital innenlands eller økte nettofordringer overfor utlandet. Da det er begrensninger i omfanget av lønnsomme investeringsprosjekter og det nevnte underskuddet på handelsbalansen må finansieres, er det nødvendig med en kraftig fordringsoppbygging overfor utlandet, jf figur 4.2. Overskuddet på rente- og stønadsbalansen vil dermed finansiere handelsunderskuddet, samtidig som formuen totalt sett (oljeformue, realkapital, nettofordringer overfor utlandet) opprettholdes for ikke å ramme framtidige generasjoners forbruksmuligheter.

Figur 4.2 Formue pr. innbygger



#### 4.2 Fossilt brensel og utslipp til luft i referansebanen

Veksten i bruken av bensin og andre transportoljer er den viktigste faktoren bak det samlede forbruket av fossile brensler. Bruken av fossilt brensel til transport avhenger i stor grad av omfanget av person- og godstransport og av bruken av ny transport-teknologi. Som en følge av den beregnede veksten i økonomien er det også i modellens referansebane anslått en vekst i omfanget av transporttjenester. Tabell 4.3 viser at det er anslått en relativt moderat vekst i bruken av bensin og diesel<sup>1</sup>, dette følger av den moderate veksten i økonomien generelt.

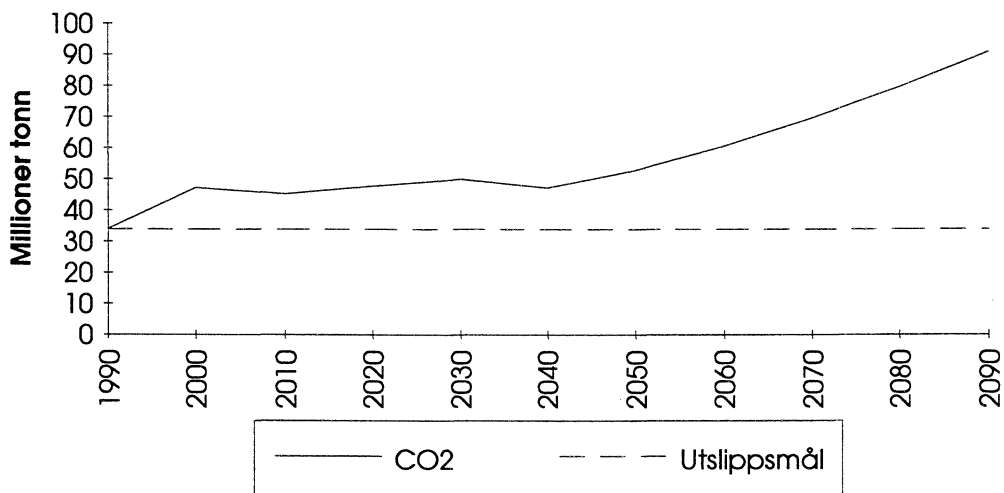
Tabell 4.3. Prosentvis årlig vekst i forbruket av bensin og olje.

	1990-2010	2010-2030	2030-2100
Bensin	1,41	1,04	1,4
Diesel	1,40	0,64	1,2

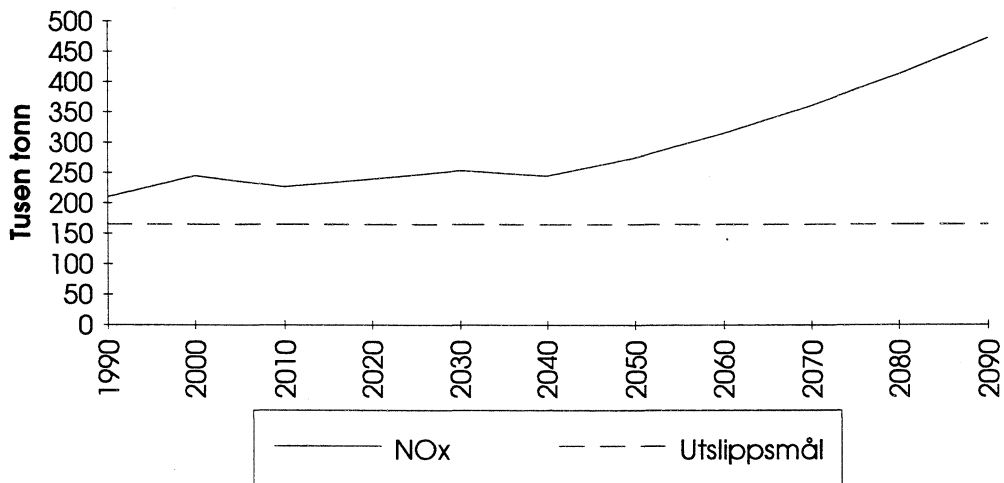
Anslag over utslipp til luft av CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> og SO<sub>2</sub> er angitt i figurene 4.3-4.5. Anslagene er usikre, de vil blant annet avhenge av den økonomiske veksten, som delvis er eksogen i modellen. Høyere vekst vil bety høyere utslipp alt annet likt. Som sagt er det bare allerede vedtatte miljøtiltak, slik som bensinavgift og mineraloljeavgift, som er innarbeidet i referansebanen.

<sup>1</sup>Diesel-forbruket er proporsjonalt med fyringsoljeforbruket.

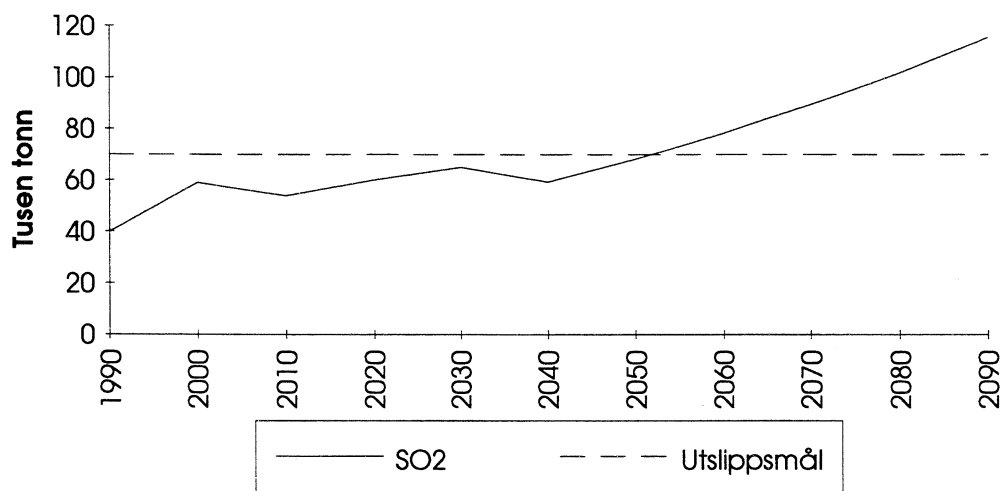
Figur 4.3 CO<sub>2</sub>-utslipp



Figur 4.4 NO<sub>x</sub>-utslipp



Figur 4.5 SO<sub>2</sub>-utslipp

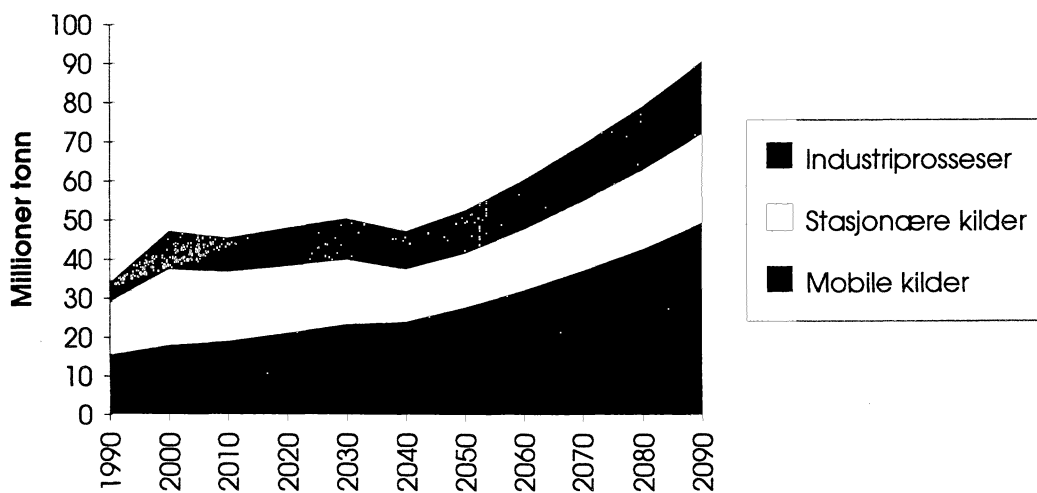


De samlede CO<sub>2</sub> utslipp er anslått til å øke fra omlag 34 millioner tonn i 1989 til omlag 50 millioner tonn i 2030, eller 47 prosent over utslippsmålet. Omlag 80 prosent av utslippene skyldes forbrenning av fossilt brensel ved mobil og stasjonær forbrenning, de resterende 20 prosent er utslipp fra industriprosesser, jf. figur 4.6. Utover i beregningsperioden fortsetter utslippene å vokse. Uten tiltak for å begrense denne utviklingen predikerer modellen at CO<sub>2</sub>-utslippene i 2090 vil være 267 prosent over utslippsmålet. NO<sub>x</sub>-utslippene ventes å holde seg rimelig stabile de neste 40 åra, men på et nivå som er langt over det målet Norge har satt seg. I 2030 anslås utslippene av NO<sub>x</sub> til å være omlag 250 tusen tonn, 92 tusen tonn over utslippsmålet. Imidlertid ligger utslippene av NO<sub>x</sub> bare ca. 20 tusen tonn over den forpliktelse Norge har gjort i en internasjonal miljøavtale. Lengre ut i beregningsperioden vokser utslippene med ca. 1,5 prosent pr år, slik at utslippsmålsettingen blir stadig vanskeligere å holde. Fram til midten av neste århundre ligger SO<sub>2</sub> utslippene under målsettingen om å halvere utslippene i forhold til hva de var i 1980. Etter 2050 vokser også disse utslippene slik at de etterhvert ligger nokså høyt over målsettingen Norge har satt seg. Betydelige tiltak må derfor settes iverk dersom utslippsmålene ønskes oppfylt. Utslippstallene i referansebanen gir en viss indikasjon på hvor omfattende disse tiltakene må være.

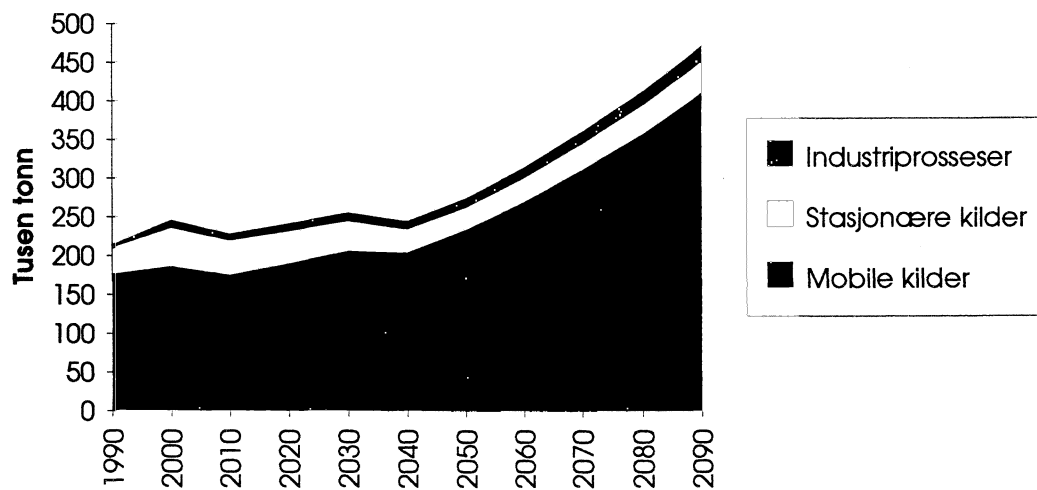
Hvilke slutninger kan vi så trekke fra dette? For det første ser vi at utslippene går mot uendelig på grunn av steady state veksten på 1,5 % årlig. Dette er noe som er oversett i svært mange analyser. Siden utslippsmålet skal holde for all fremtid vil det bli stadig vanskeligere å holde målsettingen, siden differansen mellom faktisk utslipp og utslippsmålet bare øker over tid. Dette peker i retning av en forsterket innsats for å begrense utslippene over tid og dermed også høyere kostnader. Videre ser vi fra figurene 4.6 og 4.7 at mobile kilder utgjør en stadig større andel av de totale utslipp, dette betyr at konsumentenes bidrag til utslipp blir større.



Figur 4.6 Utslipp av CO<sub>2</sub> etter kilde



Figur 4.7 Utslipp av NO<sub>x</sub> etter kilde



## 5 Effekter av reduserte utslipp

### 5.1 Generelt

For at reduksjonen i utslipp til luft skal gjennomføres kostnadseffektivt, må alle forurenserne stilles overfor samme pris på utslippene<sup>2</sup>. Utslippsmålet om å stabilisere CO<sub>2</sub>-utslippene på 1989-nivå fra og med år 2000 kan derfor gjøres kostnadseffektivt ved at avgiften på fossile brenslere blir gradert etter brenslers karboninnhold. Innføring av slik karbongradert prising vil dermed føre til at både produsenter og konsumenter vrir seg bort fra CO<sub>2</sub>-intensive produkter.

Dersom det er vanskelig å erstatte den fossile energien som blir dyrere ved en avgift, vil det kunne føre til relativt store omstillinger og reduksjon i produksjonen og forbruksmulighetene. Dette kan skje ved at reduksjonen i utslipp foregår ved å redusere den forurensende produksjon istedenfor å erstatte fossile brenslere med andre innsatsfaktorer. Dette vil særlig gjelde i et kortsiktig tidsperspektiv før man f.eks. har fått erstattet gammel kapital med ny kapital som fører til mindre utslipp i produksjonen, men også ellers hvis substitusjonsmulighetene er små.

Dersom bedriftene står overfor gitte verdensmarkedpriser har de ingen mulighet til å velte avgiften over i prisene. En høy avgift vil derfor gi svekket lønnsomhet som igjen vil føre til en lavere reallønnsutvikling. Dette resulterer i lavere arbeidstilbud og dermed lavere produksjon. Svekket lønnsomhet kan også føre til at bedrifter får problemer med å finansiere investeringer som kan bidra til å redusere energibruken og utslippene.

### 5.2 Virkninger av å begrense utslipp til luft innenfor teorirammen i kap. 3

Jeg skal nå se på, innenfor rammen av den modell jeg beskrev i kapitell 3, hvilke effekter en begrensning av utslipp har på økonomien. En slik modelleksersis kan være nyttig for å ha noe å knytte tankene til ved gjennomgang av de empiriske funnene. Jeg begrenser meg til å se på dette statisk. For å forsvare dette vil jeg foregripe begivenhetene noe. Ved simulering av den fullstendige modellen på *troll*, simulerer jeg først den statiske versjonen av modellen, for deretter å simulere den dynamisk. Simuleringsresultatene viser at de store linjene ikke endres ved en dynamisering av modellen.

I forhold til likningsstrukturen presentert i avsnitt 3.3 har jeg gjort følgende forenklinger:

---

<sup>2</sup>Dette gjelder strengt tatt bare i "1. and 2. best optimum".

- Sett bort fra  $K$ ,  $E$  og  $M$  som innsatsfaktorer.
- Sløyfet alle konstanter, dvs  $n$  og  $g$ .
- Sløyfet effektivitetsparameteren  $h$ .
- Innført en likning som kobler utslipp til forbruk av fossilt brensel.

Den statiske modellen ser da slik ut;

- (1)  $p = B(w, p_f)$   $B'_j > 0$  for  $j = w, p_f$
- (2)  $L = B'_1 X$
- (3)  $F = B'_3 X$
- (4)  $P = P(w, p)$   $P'_i > 0$  for  $i = w, p$
- (5)  $L = T - P'_1 H$
- (6)  $C = P'_2 H$
- (7)  $Z - Z_{-1} = iZ + pX + \bar{p}_f \bar{F} - pC - \bar{p}_f F$
- (8)  $utslipp = G(F)$   $G' > 0$
- (9)  $\underline{p}_f = \bar{p}_f + t$

Endogene variable:  $w, p_f, t, L, F, P, H, C, X$ ,

Eksogene variable:  $utslipp, Z, Z_{-1}, \bar{p}_f, \bar{F}$

Numeraire;  $p$

Jeg har definert 9 endogene variable i 9 uavhengige likninger, systemet er dermed determinert. Jeg skal nå prøve å se på hva som skjer ved en pålagt reduksjon i utslippene, dvs  $\Delta utslipp < 0$ .

Fra (8) ser vi lett at  $F$  må gå ned for å innfri målsettingen, dvs  $\Delta F < 0$ , dette fordi utslippene avhenger positivt av forbruket av fossilt brensel. For å få til denne ønskede reduksjonen må forbrukerne gis incentiver til å minske bruken. Dette antas å skje gjennom en avgiftsbelegging av fossilt brensel, med andre ord prisen på fossilt brensel øker, dvs  $\Delta p_f = \Delta t > 0$ . ( $p_f = \bar{p}_f + t$  hvor  $t$  er skattesatsen og  $\bar{p}_f$  er eksogen verdensmarkedsprisen på olje).

Ved å differensiere (1) får vi:

$$(1') \quad \frac{\Delta w}{w} = - \frac{\alpha_F}{\alpha_L} \frac{\Delta p_f}{p_f}$$

Her er  $\alpha_F = \frac{p_f F}{X}$  og  $\alpha_L = \frac{wL}{X}$ , dvs. kostnadsandelene til henholdsvis fossilt brensel ( $F$ ) og arbeidskraft ( $L$ ). Effekten på lønna er klar, en økning i prisen på fossilt brensel må føre til lavere lønn når vi bare ser på disse to innsatsfaktorene. Dette må til for å bevare konkurranseevnen overfor utenlandske produsenter.

Ved å differensiere (5) og sette inn fra (1') får vi

$$(5') \frac{\Delta L}{L} = \left( \frac{T-L}{L} \right) \left[ \frac{\alpha_F}{\alpha_L} \frac{\Delta p_f}{p_f} El_w \left( \frac{T-L}{H} \right) - \frac{\Delta H}{H} \right]$$

Økt pris på fossilt brensel vil, gjennom en nedgang i lønna, isolert sett trekke i retning av lavere tilbud av arbeid, fordi  $El_w \frac{T-L}{H} < 0$ . (Elastisiteten av fritid som andel av utvidet

konsum m.h.p lønn). Jeg antar altså at tilbudskurven for arbeid er stigende. Jo høyere pristigningen på fossilt brensel er og jo mer arbeiderne reagerer på endring i lønn, dvs jo større  $El_w \left( \frac{T-L}{H} \right)$  er, jo lavere blir tilbudet av arbeid. Arbeidstilbudet påvirkes imidlertid

også av utvidet konsum. En nedgang i  $H$ , dvs redusert konsum og fritid, vil trekke i retning av høyere tilbud av arbeid. Totaleffekten er dermed usikker, men jeg antar at en eventuell reduksjon i  $H$  ikke er stor nok til at arbeidstilbudet totalt sett øker. En økning i  $H$  vil helt sikkert gi lavere tilbud av arbeid (mer fritid).

Med redusert tilbud av arbeid finner vi ved å differensiere (2) at produksjonen må gå ned.

$$(2') \frac{\Delta X}{X} = \frac{\Delta L}{L} + \frac{\Delta p_f}{p_f} \left[ \frac{\alpha_F}{\alpha_L} El_w \frac{L}{X} - El_{p_f} \frac{L}{X} \right]$$

Her er  $\frac{L}{X}$  input-koeffisienten for arbeidskraft. Rent generelt antas en prisøkning på en innsatsfaktor å redusere input-koeffesienten av denne innsatsfaktor, og øke input-koeffisienten til den andre innsatsfaktoren, med andre ord  $El_w \frac{L}{X} < 0$  og  $El_{p_f} \frac{L}{X} > 0$ .

Leddene innenfor klammeparantesen i (2') er derfor negativt, slik at med redusert tilbud av arbeid vil  $\frac{\Delta X}{X} < 0$ . Videre kan vi legge merke til at den relative nedgangen i  $X$  må være større enn den relative nedgangen i  $L$  fordi etterspørselen etter arbeidskraft pr. produsert enhet går opp.

Virkningene på konsumet finner vi ved differensiering av (7) og innsetting av (1')

$$(7') \frac{\Delta C}{C} = -\frac{\alpha_F}{\alpha_L} \frac{\Delta p_f}{p_f} El_w \frac{C}{H} + \frac{\Delta H}{H}$$

Elastisiteten av konsumet som andel av utvidet konsum m.h.p lønna er positiv,  $El_w \frac{C}{H} > 0$ .

Økt pris på fossilt brensel og dermed redusert lønn vil derfor isolert sett føre til lavere konsum. Igjen avhenger totaleffekten av hvordan det går med  $H$ . En nedgang i utvidet konsum vil helt sikkert føre til lavere konsum. Økt  $H$  vil imidlertid trekke i retning av høyere konsum slik at totaleffekten blir usikker.

Jeg skal nå videre prøve å finne hvilke effekter som bidrar til høy/lav prisstigning på fossilt brensel, og dermed også hvilke effekter som påvirker avgiftssatsen som må til for å innfri målsettingen. Dernest vil jeg utlede et uttrykk for å finne virkningen på utvidet konsum  $H$ . Differensiering av (3) og (7) gir

$$(3') \frac{\Delta X}{X} = \frac{\Delta F}{F} - \frac{\Delta p_f}{p_f} \left[ El_{p_f} \frac{F}{X} - \frac{\alpha_F}{\alpha_L} El_w \frac{F}{X} \right]$$

$$(7') \Delta X = \Delta C + \bar{p}_f \Delta F$$

For å komme videre nå gjør jeg bruk av homogenitetsegenskapene til kostnadsfunksjonen  $B(w, p_f)$ . Siden  $B(w, p_f)$  er homogen av grad 1, vet vi at da er både  $B'_1(w, p_f)$  og  $B'_2(w, p_f)$  homogene av grad 0. Demed vet vi at

$$w \frac{\partial B'_1}{\partial w} + p_f \frac{\partial B'_1}{\partial p_f} = 0 \Rightarrow El_w \frac{L}{X} = -El_{p_f} \frac{L}{X} \quad \text{og}$$

$$w \frac{\partial B'_2}{\partial w} + p_f \frac{\partial B'_2}{\partial p_f} = 0 \Rightarrow El_w \frac{F}{X} = -El_{p_f} \frac{F}{X}$$

En annen matematisk egenskap jeg får bruk for er det faktum at  $B''_{12}(w, p_f) = B''_{21}(w, p_f)$ . Ved å utnytte dette finner jeg at

$$El_w \frac{L}{X} = \frac{\alpha_F}{\alpha_L} El_{p_f} \frac{F}{X}$$

Da også funksjonen  $P(w, p)$  er homogen av grad 1, finner jeg ved samme fremgangsmåte at følgende sammenheng gjelder

$$El_w \frac{C}{H} = -\frac{w(T-L)}{C} El_w \frac{T-L}{H}$$

Ved å utnytte denne informasjonen finner jeg ved først å sette (6') og (3') inn i (7') og deretter ved å sette (5') og (2') inn i (3') følgende to likninger

$$(*) \frac{\Delta p_f}{p_f} = \frac{\frac{\Delta F}{F}(X - \bar{p}_f F) - \frac{\Delta H}{H} C}{X \left(1 + \frac{\alpha_F}{\alpha_L}\right) El_{p_f} \frac{F}{X} + \frac{\alpha_F}{\alpha_L} w(T-L) El_w \left(\frac{T-L}{H}\right)}$$

$$(**) \frac{\Delta p_f}{p_f} = \frac{\frac{\Delta F}{F} + \frac{\Delta H}{H} \left(\frac{T-L}{L}\right)}{\left(1 + \frac{\alpha_F}{\alpha_L}\right)^2 El_{p_f} \frac{F}{X} + \left(\frac{T-L}{L}\right) \frac{\alpha_F}{\alpha_L} El_w \left(\frac{T-L}{H}\right)}$$

(\*) og (\*\*) er nå to ligninger i de to ukjente  $\frac{\Delta H}{H}$  og  $\frac{\Delta p_f}{p_f}$ .

Det første vi legger merke til er at siden nevnerene i både (\*) og (\*\*) er negative blir  $\frac{\Delta p_f}{p_f}$  større jo større nedgangen i  $\frac{\Delta F}{F}$  er, noe som ikke er så veldig overaskende. Vi ser også av nevnerne at en stiv produksjonsteknologi i betydning lav  $El_{p_f} \frac{F}{X}$  også bidrar til å gjøre prisstigningen på fossilt brensel stor. Videre blir  $\frac{\Delta p_f}{p_f}$  større jo lavere  $El_w \left(\frac{T-L}{H}\right)$  er, det vil si jo mindre arbeidstilbudet reagerer på lønnsendringer.

Det som gjenstår nå er å finne ut om utvidet konsum blir større eller mindre.

Ved å sette (\*)=(\*\*) finner jeg  $\frac{\Delta H}{H}$  uttrykt ved  $\frac{\Delta F}{F}$ , likning (\*\*\*)

$$\frac{\Delta H}{H} = \frac{\Delta F}{F} \frac{\left( \left(1 + \frac{\alpha_F}{\alpha_L}\right) El_{p_f} \frac{F}{X} \left[ \frac{\alpha_F}{\alpha_L} (X - \bar{p}_f F) - \bar{p}_f F \right] + \frac{\alpha_F}{\alpha_L} El_w \frac{T-L}{H} \left[ \left(\frac{T-L}{L}\right) (X - \bar{p}_f F) - w(T-L) \right] \right)}{\left( \left(1 + \frac{\alpha_F}{\alpha_L}\right) El_{p_f} \frac{F}{X} \left( X \left(\frac{T-L}{L}\right) + C \left(1 + \frac{\alpha_F}{\alpha_L}\right) \right) + \frac{\alpha_F}{\alpha_L} (T-L) El_w \frac{T-L}{H} \left( w \left(\frac{T-L}{L}\right) + C \right) \right)}$$

Nevneren i leddet inne i den store klammeparantesen er entydig negativ. Dersom  $H$  skal gå ned som en følge av lavere  $F$ , må telleren også være negativ. Siden begge elastisitetene i dette uttrykket er negative, blir telleren negativ dersom de to leddene

$$(i) \quad \left[ \frac{\alpha_F}{\alpha_L} (X - \bar{p}_f F) - \bar{p}_f F \right] \text{ og}$$

$$(ii) \quad \left[ \left( \frac{T-L}{L} \right) (X - \bar{p}_f F) - w(T-L) \right] \text{ er positive}$$

ad (ii):

$$\frac{T-L}{L} (X - \bar{p}_f F) - w(T-L) > 0 \Rightarrow$$

$$X - \bar{p}_f F - wL > 0$$

Det er riktig dersom vi opererer i omegnen rundt  $t > 0$ . Da er  $p_f > \bar{p}_f$  (husk at  $p_f = \bar{p}_f + t$ ), og siden bedriftene får null renprofitt, ( $X - p_f F - wL = 0$ ), vil uttrykket over være positivt. I omegnen rundt  $t = 0$  vil  $p_f \approx \bar{p}_f$  slik at leddet (ii) vil være tilnærmet lik 0.

ad (i):

$$\frac{\alpha_F}{\alpha_L} (X - \bar{p}_f F) - \bar{p}_f F > 0 \Rightarrow$$

$$\frac{(X - \bar{p}_f F)}{wL} > \frac{\bar{p}_f F}{p_f F}$$

Det samme gjelder for dette leddet. I omegnen rundt  $t > 0$  vil leddet (i) være positivt, i omegnen rundt  $t = 0$  vil leddet være tilnærmet lik 0.

Av dette kan vi si at førsteordenseffekten på  $H$  av redusert  $F$  er tilnærmet lik 0 dersom vi i utgangspunktet ikke har avgiftsbelagt fossile brensler. Men avgiften  $t$  er større enn 0 i utgangspunktet slik at førsteordenseffekten på  $H$  av en skjerping av avgiftssatsen fra et fra før positivt nivå vil være negativ. Jeg kunne nå prøvd å finne annenordenseffekten ved å benytte meg av såkalt Taylor-rekke utvikling. Jeg vil ikke forfølge dette videre her.

## 6 Referanser til tidligere norske og internasjonale analyser

Analyser over kostnadene av utslippsreduksjoner har vært gjort i de fleste land. En oversiktsanalyse over denne litteraturen kan man finne i Hoeller, Dean and Nicolaisen (1990). En måte å analysere problemet på er å benytte globale modeller for å studere virkninger av internasjonale avtaler. Dette er gjort i blant annet Nordhaus (1990) og Edmonds/Barns (1990). Disse finner at den årlige veksten i BNP reduseres med omlag 0,1-0,3 prosentpoeng ved å redusere CO<sub>2</sub>-utslipp. For en nærmere gjennomgang av disse analysene vises til oversiktsartikkelen av Hoeller, Dean og Nicolaisen (1990). En annen måte å tilnærme seg problemet på er å bruke nasjonale modeller til å analysere nasjonale målsettinger. Artikler i denne kategorien er Manne/Richels (1990), Jorgensen/Wilcoxon (1990), Glomsrød/Vennemo/Johnsen (1992), Bergman (1990) og Johnsen/Mysen/Larsen (1994). Tabell 6.1 viser virkningen på BNP av ulike utslippsreduksjoner for disse analysene.

Tabell 6.1 *Utslippsreduksjoner og endring i BNP fra et utvalg av norske og internasjonale analyser.*

	Utslippsreduksjon i forhold til referansebanen. (Sluttår)		Endring i BNP's vekstrate.	Endring i BNP. Prosent i forhold til referansebanen.
Manne/Richels (1990 USA)	-77	(2100)	-0,0	-2,5
Jorgenson/Wilcoxon (1990 USA)	-20	(2060)	-0,0	-0,5
	-36	(2060)	-0,0	-1,1
Bergman (1990 Sverige)	-51	(2000)	-0,4	-5,6
Glomsrød et.al. (1992 Norge)	-26	(2010)	-0,4	-2,7
Johnsen/Mysen/Larsen (1994 Norge)	-21	(2020)	----	-0,6
	-42	(2020)	----	-2,2

Som vi ser reduseres BNP-veksten også i disse analysene, som oftest i størrelsesorden 0,05-0,4 prosentpoeng årlig. På nivåform reduseres BNP i sluttåret av beregningene (som varierer) med mellom 0,5 og 5-6 prosent. Forskjeller i kostnader kommer ofte av ulike anslag for vekst i økonomien og utslippsframskrivninger i fravær av kontrolltiltak. I tillegg avhenger kostnadene naturligvis av hvor store utslippsreduksjonene er, og av hvilket år som benyttes som sluttår.

Et forsøk på å samkjøre viktige eksogene forutsetninger mellom ulike modelltyper i ulike land er gjort i det såkalte EMF12- prosjektet (Energy Modeling Forum 12). Dette er et nylig



studium over kostnadene av å begrense CO<sub>2</sub>-utslipp organisert av Energy Modeling Forum ved Stanford University. EMF12 "working group" spesifiserte 13 ulike scenarier som dekker et variert spekter av ulike størrelser på utslippsreduksjoner, og hvor viktige eksogene forutsetninger om blant annet teknisk fremgang og befolkningsvekst er angitt. Disse standardiserte scenarioene ble så testet på 14 ulike modelltyper fra USA, Europa og Japan.

Ett av disse scenarioene (scenario 4) går ut på å stabilisere CO<sub>2</sub>-utslippene på 1990-nivå. De ulike modellanslagene for USA viste da en BNP-reduksjon i 2010 på mellom 0,2 og 0,75 prosent. (Gaskins and Weyant (1993)).

Det har tidligere vært gjort beregninger for å anslå nyttegevinster av et bedret miljø som følge av at myndighetene iverksetter miljøtiltak. Særlig har målet om at CO<sub>2</sub> utslippene skal stabiliseres på 1989 nivå fra og med år 2000 vært gjenstand for oppmerksomhet. NOU 1992: 3 ("Mot en mer kostnadseffektiv miljøpolitikk i 1990-årene") har sett på både kostnader og nytteeffekter av å nå dette målet. Nyttegevinstene er beregnet i en ettermodell. De finner at i år 2000 vil BNP gå ned med 2,2 prosent eller omlag 13 milliarder i forhold til en referansebane uten særlige miljøtiltak. Nyttegevinstene av tiltaket er anslått til 6,2 milliarder kroner, det vil si at nesten 50 prosent av BNP-tapet "dekkes" av bedret velferd.

Glomsrød/Vennemo/Johnsen (1992) studerer virkningene av å innføre CO<sub>2</sub> avgifter. Her reduseres CO<sub>2</sub> utslippene med 26 prosent i forhold til referansebanen i 2010. Beregningen her viser at dette vil føre til et inntektsfall målt ved BNP på omlag 27 milliarder 1986-kroner, dette tilsvarer en reduksjon i BNP på 2,7 prosent. Nyttegevinstene er her anslått til 19,2 milliarder 1986-kroner. Rundt 2/3 av kostnaden målt ved BNP vil altså befolkningen "få igjen" via velferdsgevinster.

Også Vennemo/Brendemoen (1994) sier noe om nytteeffektene av å begrense CO<sub>2</sub>-utslipp. De undersøker effektene av en internasjonal miljøavtale som går ut på at CO<sub>2</sub>-utslippene ikke skal vokse mellom 1987 og 2000. Fra dette tidspunkt er en vekst i utslippene på 0,6 % årlig tillatt. Beregningene deres viser at CO<sub>2</sub>-utslippene i Norge går ned med omtrent 60 % i 2025 i forhold til en referansebane. Omtrent halvparten av denne utslippsreduksjonen kommer av at gasskraft erstattes med vannkraft. Forventet nytte av denne utslippsreduksjonen er beregnet til å dekke omtrent 50 % av tapet i privat konsum og nesten hele BNP-tapet.

## 7 CO<sub>2</sub>-alternativet. virkninger for norsk økonomi av en ensidig nasjonal stabilisering av CO<sub>2</sub>-utslipp til 2030

### 7.1 Om opplegget for beregningene

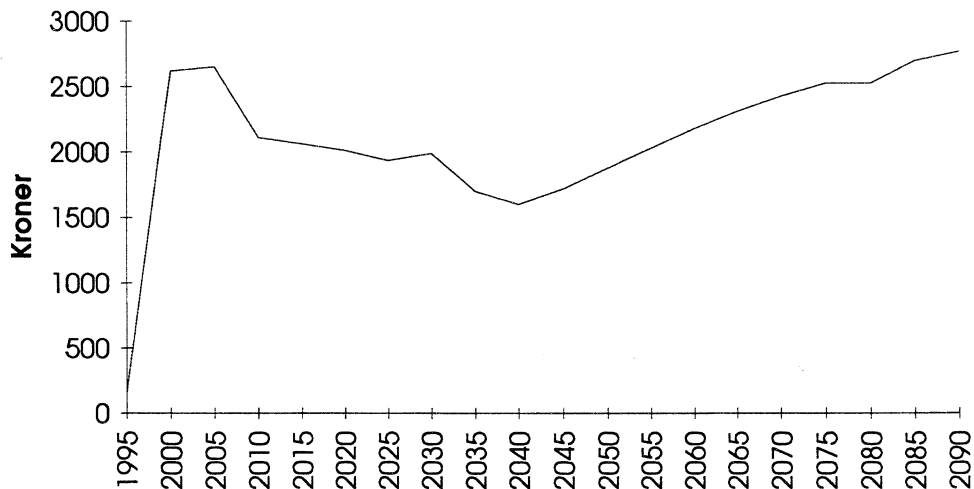
Beregningene for nasjonal stabilisering illustrerer noen effekter av at Norge oppfyller sitt nasjonale stabiliseringsmål uten at andre land gjennomfører tiltak som påvirker de internasjonale rammebetingelsene for utviklingen i norsk økonomi. Beregningene går fram til 2100.

Rent beregningsteknisk er utslippene av CO<sub>2</sub> gjort eksogene og lik utslippsmålet fra og med 2000. For at modellen skulle la seg løse måtte jeg redusere utslippene gradvis over en femårsperiode, dette for å unngå de helt kraftige sjokkene. Videre er det lagt til grunn at stabiliseringsmålet skal oppnås kostnadseffektivt, ved at alle forurensere stilles overfor samme pris for utslipp av CO<sub>2</sub>. Virkningene av en slik avgift i den virkelige verden er usikre, blant annet fordi det er usikkert hvordan produsenter og forbrukere vil reagere når prisen på energi avviker vesentlig fra situasjonen i utlandet.

En slik CO<sub>2</sub>-avgift det her er snakk om vil gi betydelige inntekter til staten. Det er beregningsteknisk forutsatt at disse inntektene fordeles ut igjen ved lump-sum overføringer. Disse inntektene kunne også vært benyttet til å redusere andre skatter og avgifter, for eksempel arbeidsgiveravgiften. EMF12-studiet viser til 4 modellanslag for USA som indikerer at mellom 35 og 100 prosent av det opprinnelige BNP-tapet kan oppveies av å benytte inntektene fra CO<sub>2</sub> avgiften til å redusere eksisterende (vridende) skatter. Det er grunn til å tro at noe lignende vil kunne gjøre seg gjeldende også i Norge.

Figur 7.1 viser hvor stor CO<sub>2</sub>-avgiften må være, ifølge modellen, for at utslippsmålsettingen skal nås. Avgiften stiger kraftig fram mot år 2000 og når en topp i 2003. Modellen anslår da en avgiftssats på nærmere 2800 kroner pr. tonn CO<sub>2</sub>-utslipp. Utover i beregningsperioden faller avgiften noe, og er noenlunde stabil rundt 2000 kroner fram til 2030. Dette vil gi staten årlige inntekter på omlag 68 milliarder kroner (faste 1989 kroner). Mot slutten av beregningsperioden øker avgiftssatsen igjen, dette kommer naturligvis av at kilen mellom utslippene i CO<sub>2</sub>-alternativet og referansebanen blir stadig større (jf. figur 4.3).

Figur 7.1 CO<sub>2</sub>-avgift. Kroner pr. tonn CO<sub>2</sub>



## 7.2 Makroøkonomiske utviklingstrekk.

Tabell 7.1 illustrerer effekten av at tiltak for å begrense utslipp av CO<sub>2</sub> blir iverksatt i Norge uten at tilsvarende tiltak gjennomføres i andre land. Beregningene indikerer at tiltaket medfører en kraftig nedgang i produksjonen. BNP-veksten de første 20-åra (1990-2010) er beregnet til å bli 0,8 prosentpoeng lavere pr. år i gjennomsnitt. Etter 2010 anslås veksten til omtrent det samme som i referansebanen, men veksten skjer nå fra et langt lavere nivå. Den absolutte veksten blir derfor lavere. Dette fører til at BNP i 2030 beregnes til å gå ned med omlag 15 prosent, eller 161 milliarder faste 1989-kroner, i 2030 i forhold til referansebanen. Ser vi på perioden 1990-2030 under ett går BNP veksten ned med 0,36 prosentpoeng årlig. For perioden 1990-2100 er den årlige vekstraten 0,38 prosentpoeng lavere i CO<sub>2</sub>-alternativet enn i referansebanen.

Også veksten i timeverk og realkapital går ned i forhold til referansebanen. Beregningene viser en negativ vekst i timeverk som er 0,6 prosentpoeng høyere pr. år i gjennomsnitt de første 20 åra. For realkapital er veksten anslått til å bli 0,4 prosentpoeng lavere i samme periode. I perioden 2010-2030 er veksten omtrent sammenfallende både for realkapital og timeverk.

Tabell 7.1. Makroøkonomiske hovedstørrelser, prosentvis endring og endring i nivå fra referansebanen i 2030.

BNP	-15,4	-161 milliarder
Privat konsum	-14,1	- 79 milliarder
Brutto disponibel realinntekt	-13,0	-158 milliarder

Hovedproduksjonssektoren (sektor 30 i modellen) blir rammet særlig hardt. Denne sektoren står overfor gitte verdensmarkedspriser og har dermed ingen mulighet til å velte avgiften over i prisene, lønna må derfor gå ned for å bevare konkurranseevnen. Sektor 30 svekkes i 2030 på grunn av intertemporale omstillinger. Handelsbalansen bedres i CO<sub>2</sub>-alternativet i forhold til referansebanen tidlig i beregningsperioden, men etterhvert svekkes eksportoverskuddet og er i 2030 lavere enn i referansebanen ( se figur 7.3). I referansebanen stod sektor 30 for omlag 17 prosent av total verdiskapning i Norge i 2030. I CO<sub>2</sub>-alternativet er dette redusert til omlag 7 prosent av total verdiskapning. Av en nedgang i BNP på totalt 161 milliarder 1989-kroner i 2030, står sektor 30 for ca 115 av dem. Noen slike tall blir imidlertid påvirket av vi kun ser på ett år i en intertemporal bane.

Fra teorigjennomgangen i kapittel 5.2 husker vi at produksjonstapet blant annet avhenger av hvor stor økningen i prisen på fossilt brensel blir, jf. (2') på side 28. Økt  $p_f$  ville føre til lavere lønn som igjen ga et lavere arbeidstilbud. Som en naturlig følge av den høye CO<sub>2</sub>-avgiften på fossile brenslar stiger prisen på olje brukt i produksjonen med 186 prosent. Dette medfører et press på kostnadene som ikke er forenlig med en åpen økonomi som står overfor gitte verdensmarkedspriser, lønna må derfor gå ned, jf (1') i kapittel 5.2. Nominell lønn til konsumentene reduseres med omlag 22%, mens brukerprisen på kapital går ned med vel 7% i forhold til referansebanen. Brukerprisen går ned hovedsakelig fordi depresieringsraten, som avhenger av forbruket av fossilt brensel, reduseres.

Tabell 7.2. Endring i faktorpriser og faktoreterspørsel pr. produsert enhet. Prosent. 2030.

Innsatsfaktor	Pris	Faktoreterspørsel pr. produsert enhet.
Kapital	-7,1	18,8
Olje(diesel, fyringsolje) PF30	186,0	-24,0
Arbeidskraft	-21,75	19,3

På grunn av disse prisendringer beveger økonomien seg mot en mer arbeids- og kapitalintensiv produksjon og mindre energi-intensiv. Nettoallønna går ned med vel 20 %,

dette trekker i retning av redusert arbeidstilbud. Dersom dette reduserte arbeidstilbudet realiseres vil produksjonen gå så mye ned at landet ikke klarer å akkumulere så mye utenlandsformue som vil være optimalt på lang sikt. Derfor synker også utvidet konsum, dvs redusert konsum og fritid. Dette trekker altså isolert sett mot økt arbeidstilbud. Totalt sett går imidlertid arbeidstilbudet i naturlige enheter ned med over 12 % i 2030<sup>3</sup>. Dette fører til at også kapitalen går ned selv om brukerprisen synker, dette fordi prisen på kapital bare bestemmer ønsket kapital pr. timeverk. En reduksjon i timeverkene fører derfor til mindre kapitalmengde, i 2030 anslås realkapitalbeholdningen til å bli 12 prosent lavere i CO<sub>2</sub>-alternativet enn i referansebanen.

Figur 7.2 viser utviklingen i de to formuesobjektene kapital og netto fordringer på utlandet. Vi ser at selv om kapitalmengden går ned med 12 prosent, opprettholdes (til og med bedres) total formue på grunn av en stor utenlandsformue. Utenlandsinvesteringer (i finansielle aktiva) kan ses på som den residuale måten å plassere sparepengene på, fordi utenlandsinvesteringer gir fast marginal avkastning mens kapital gir fallende. For å forklare den høye utenlandsformuen kan vi se på figur 7.3, som viser utviklingen i handelsbalansen i de to kjøringene. Som vi ser blir eksportoverskuddet meget stort utover i 1990-åra, og størst i CO<sub>2</sub>-alternativet. I denne perioden bygges det opp store nettofordringer på utlandet. Etterhvert svekkes handelsbalansen, mest i CO<sub>2</sub>-alternativet, og blir negativ. Imidlertid akkumuleres så mye av renteoverskuddet at driftsbalansen, og dermed utenlandsformuen, forbedres gjennom hele perioden til 2030.

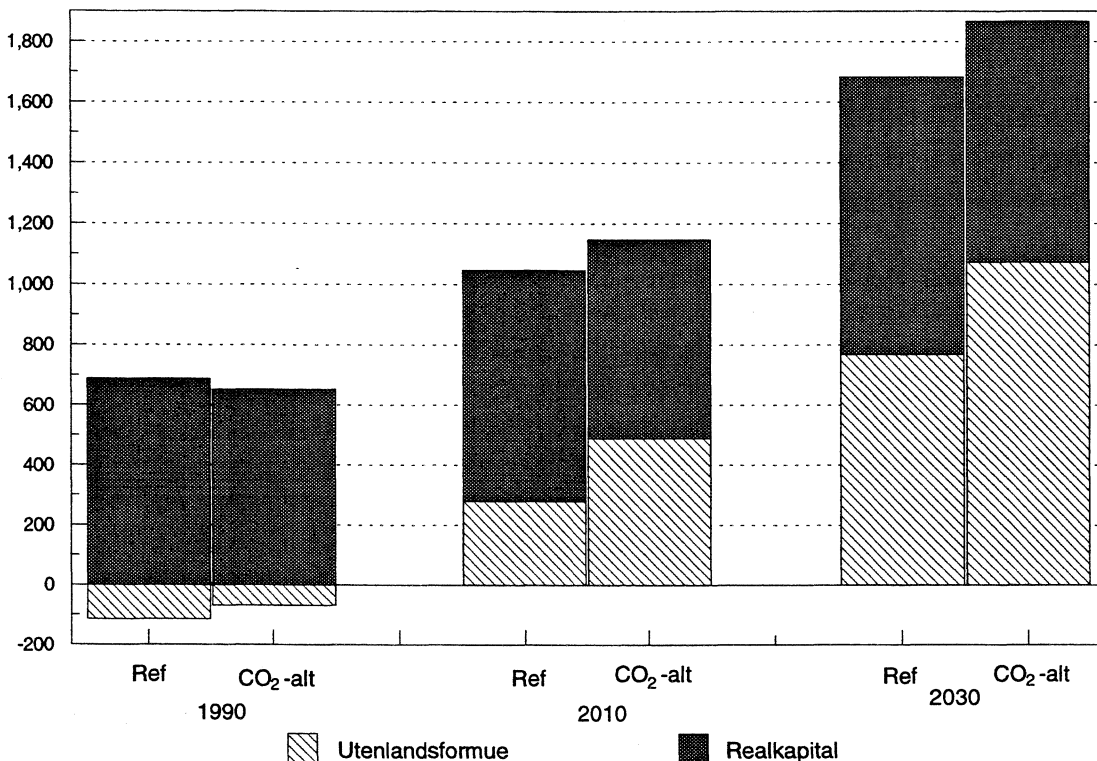
Vi ser at selv om arbeidstilbudet går ned med 12 prosent og BNP går ned med 15 prosent så fører ikke dette til katastrofe for handelsbalansen i et langsiktig perspektiv. Grunnen til dette er at det forsvinner såpass mye etterspørsel at vi kan tillate å la produksjonen gå ned. Rett nok vil produksjonen i steady state gå mer ned enn etterspørselen, dette fører til en dårligere handelsbalanse. Vi har imidlertid perioder hvor handelsbalansen bedres i forhold til referansebanen. I disse periodene vil produksjonen gå mindre ned enn etterspørselen, med andre ord vi sparer mer.

---

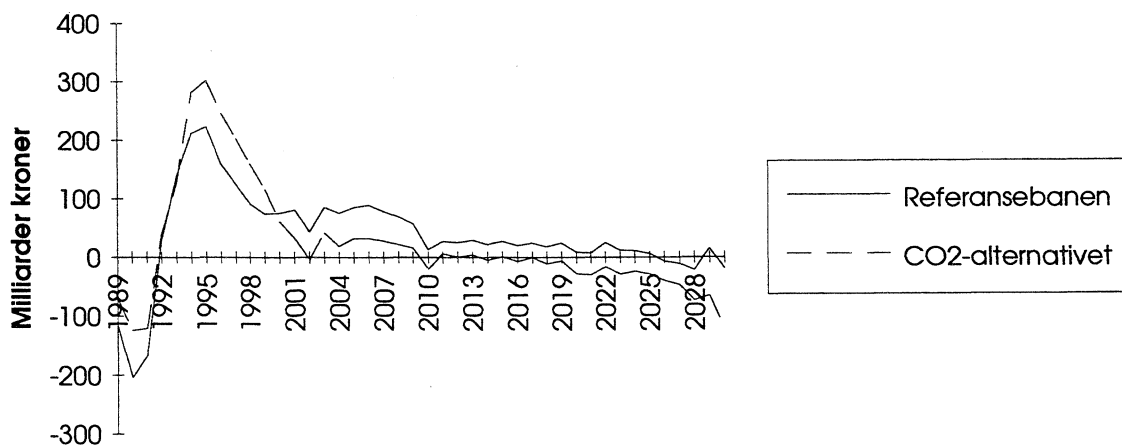
<sup>3</sup>Arbeidstilbudet i effektivitetsenheter går ned med ett prosentpoeng mindre enn arbeidstilbudet i naturlige enheter. Dette kommer av de produktivetsforbedringer som følger av å begrense utslipp til luft. Arbeiderne blir mer effektive og færre ulykker i trafikken fører til at det blir flere folk enn i referansebanen.

**Figur 7.2**

Formue pr. innbygger  
Tusen 1990-kroner



**Figur 7.3 Handelsbalansen**

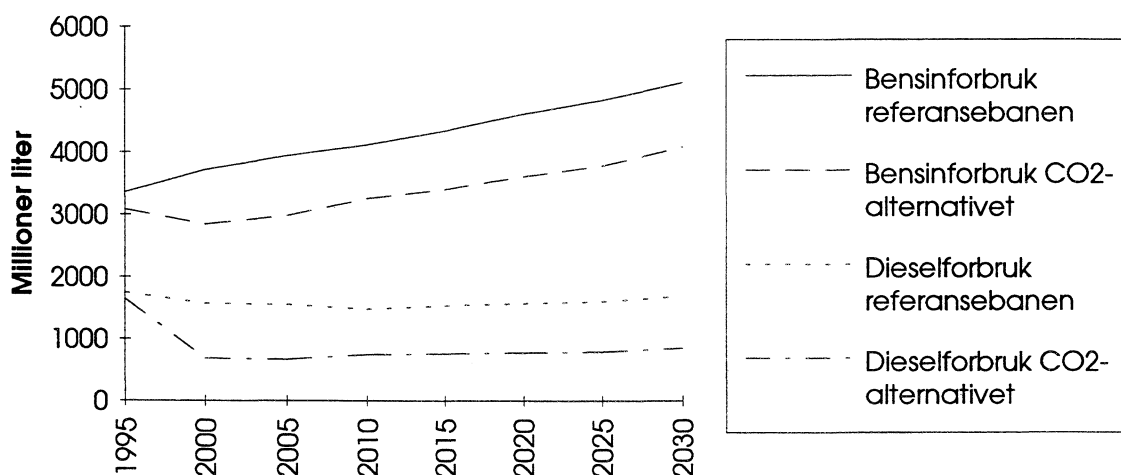


### 7.3 Forbruk av fossilt brensel og utslipp til luft.

Både bensin- og dieselforbruket vil som ventet reduseres betydelig i forhold til referansebanen, jf. figur 7.4, både som en følge av lavere aktivitetsnivå og konsum, og som en følge av sterk prisstigning på både bensin og diesel. I 2030 anslås bensinforbruket i CO<sub>2</sub>-

alternativet til å bli omlag 20 prosent lavere enn i referansebanen, mens dieselforbruket omtrent halveres.

**Figur 7.4** Utviklingen i bensin og dieselforbruket



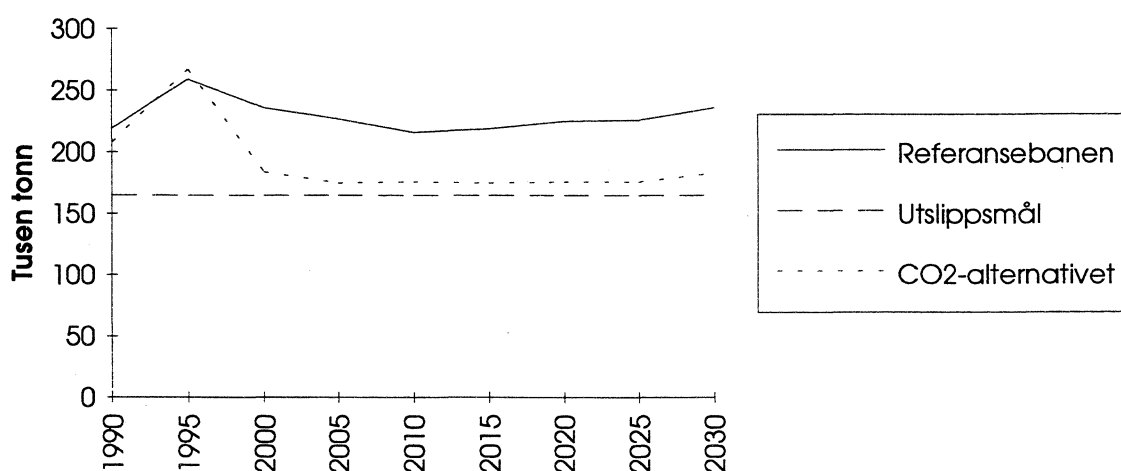
Dette medfører at utslippene til luft reduseres kraftig i forhold til referansebanen. Tabell 7.3 viser at utslippene av CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> og CO faller med over 20 prosent i CO<sub>2</sub>-alternativet i 2030. Grunnen til at ikke bare CO<sub>2</sub>-utslippene viser nedgang, er at bruk av fossile brensler fører til utslipp av alle disse utslippstypene, ikke bare CO<sub>2</sub>. Vi ser at SO<sub>2</sub>-utslippene reduseres spesielt kraftig. Dette er fordi hovedkilden til utslipp av SO<sub>2</sub> er industriprosesser i tradisjonelle eksport-sektorer. Som vi har sett rammes eksporten særlig hardt (dårligere handelsbalanse) av CO<sub>2</sub>-tiltaket, dermed går også innsatsfaktorbruken ned blant sektorer som hovedsakelig eksporterer. Igjen vil slike tall være preget av at vi bare ser på ett år i en intertemporal bane. Som vi så i figur 7.3 viste handelsbalansen i CO<sub>2</sub>-alternativet i de første åra av beregningsperioden en bedring i forhold til referansebanen, mens den forverres utover i perioden.

NO<sub>x</sub>-utslippene går også mye ned, men ikke tilstrekkelig for at også dette utslippsmålet nås, jf. figur 7.5. Likevel illustrerer dette at ved å kontrollere CO<sub>2</sub>-utslippene vil mange andre målsettinger bli betydelig lettere å nå.

Tabell 7.3. *Endring i utslipp i 2030 i forhold til referansebanen. Prosent*

CO <sub>2</sub>	-32,1
NO <sub>x</sub>	-28,0
SO <sub>2</sub>	-49,1
CO	-24,7
Partikler	-16,1

Figur 7.5 NO<sub>x</sub>-utslipp



#### 7.4 Velferd.

Tabell 7.4 lister opp de viktigste faktorene som påvirker velferden, eller total nytte. Velferd målt som betalingsvillighet går ned med 6,7 prosent. Dette er det samme som å si at konsumentene vurderer CO<sub>2</sub>-alternativet likeverdig med en nedgang i formuen på 6,7 prosent. Omgjort til penger utgjør denne nedgangen et tap av i størrelsesorden 567 milliarder kroner<sup>4</sup>.

Tabell 7.4 *Endring i velferd og forhold som bestemmer velferden. Prosent. 2030 bortsett fra velferd som er intertemporal.*

Velferd	-6,7
Utvidet konsum	-8,2
Forbruk av bensin	-20,2
Forbruk av dieselolje	-49,8

<sup>4</sup>Velferd er en intertemporal størrelse, slik at de 567 milliardene er neddiskontert framtidig nyttetap av å stabilisere CO<sub>2</sub>-utslippene på 1989-nivå, jf likning (17) i kap. 3.3.



Velferdstapet kan forklares ved for det første nedgangen i utvidet konsum, dvs konsum og fritid. Dette tapet kan best sammenlignes med det vi kan kalle tradisjonell velferd, dvs velferd uten påvirkning fra miljøet. Nedgangen i bensin- og dieseloljeforbruket virker imidlertid til å bedre miljøet og dermed den totale nytten. Bensinforbruket reduseres som nevnt på grunn av lavere konsum og økt pris på bensin. Dieselolje er hovedsakelig en innsatsfaktor i produksjonen, og nedgangen i forbruket skyldes derfor en nedgang i produksjonsskalen og en mer energi-effektiv produksjon.

Tabell 7.5 viser noen indikatorer fra miljøsidene som påvirker den almenne velferd. Alle miljøindikatorne bedres, slik at velferden fra miljøet, dvs. neddiskontert framtidig velferd fra miljøet, øker med 192 milliarder. Produktiviteten bedres på grunn av mindre utslipp til luft av forurensende stoffer, noe som også fører til at korrosjonsskadene på kapitalen (bygninger) blir mindre. Veiene slites også mindre på grunn av et lavere trafikkvolum.

*Tabell 7.5. Endring i hovedindikatorer for miljøet. 2030 unntatt velferd.*

Velferd fra miljøet	192 milliarder
Produktivitet	0,5 prosent
Depresieringsrate, bygninger	-0,3 prosent
Depresieringsrate, veier	-21,7 prosent

Nytteeffekter i året 2030 som følge av en stabilisering av CO<sub>2</sub>-utslippene er listet opp i tabell 7.6. Helseeffektene av redusert NO<sub>x</sub>-utslipp er relativt store. Grunnen til dette er at mye av NO<sub>x</sub> reduksjonen påvirker tett befolkede områder, i og med utslippene stort sett kan knyttes til biler og andre mobile kilder, jf figur 4.7. De andre utslippene påvirker mindre befolkede områder, slik at en reduksjon i NO<sub>x</sub>-utslippene påvirker flere mennesker enn en reduksjon i SO<sub>2</sub>-utslippene. Effekten av redusert CO er liten, dette kommer av det faktum at svært få er utsatt for ekstreme konsentrasjoner i referansebanen. Nytteeffekter av redusert transportaktivitet ser også ut til å kunne bli betydelige. Dette som en følge av mindre støy og færre ulykker i tillegg til en bedring i trafikkeffektiviteten gjennom mindre køståing. Nyten av mindre forurensning av skog og vann blir liten. Dette har sin naturlige forklaring i og med at forurensningsproblemet så og si utelukkende kommer som en følge av utslipp i andre land. (Tyskland og England). Redusert utslipp her hjemme gir derfor små virkninger.

Tabell 7.6. *Nyttegevinster i 2030 av å stabilisere CO<sub>2</sub> utslippene fra og med år 2000. Milliarder 1989 kroner.*

Forsuring av skog og vann	0,0701
NO <sub>x</sub>	2,9086
SO <sub>2</sub>	0,0741
CO	0,0010
Partikler	0,1142
Trafikkulykker	1,8440
Kø	2,4708
Støy	0,5725
<b>Totalt</b>	<b>8,0553</b>

## **8 NO<sub>x</sub>-alternativet. Virkninger for norsk økonomi av en ensidig nasjonal stabilisering av NO<sub>x</sub>-utslippene fram til 2030**

### **8.1 Om opplegget for beregningene.**

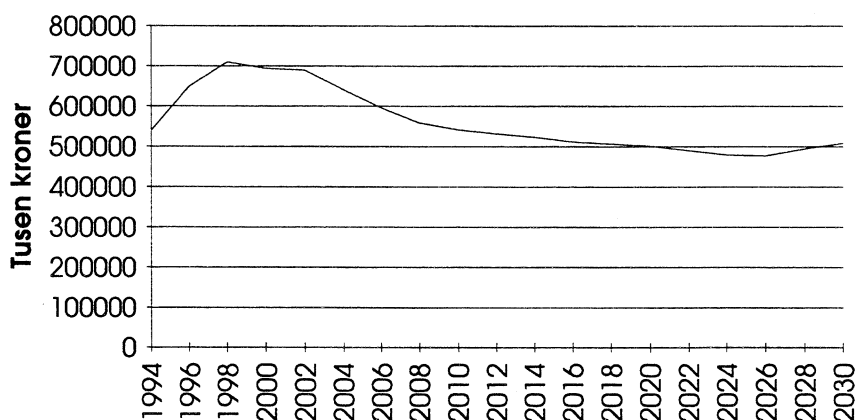
NO<sub>x</sub>-utslippene er i dette alternativet gjort eksogene og lik utslippsmålet på 158 tusen tonn fra og med 1998. Alle andre utslipp er i dette alternativet endogene. For at modellen skulle la seg løse var det rent beregningsteknisk nødvendig gradvis å redusere NO<sub>x</sub>-utslippene over en 5-6 års periode. Igjen skyldes dette at modellen slik den foreligger idag ikke ser ut til å klare å takle svært store sjokk.

Utslippsmålet oppnås kostnadseffektivt ved at alle forurensere stilles overfor samme pris på NO<sub>x</sub>-utslipp. Avgiften graderes etter hvor mye NO<sub>x</sub> de ulike fossile brensler slipper ut. Utslippskoeffisienten for fyringsolje er for eksempel 0.00106 kg NO<sub>x</sub> pr. krone fyringsolje, dvs pr. 1000 krone fyringsolje slippes det ut 1,06 kg NO<sub>x</sub>. Til sammenligning er utslippskoeffisienten for fyringsolje med hensyn til CO<sub>2</sub> på 1,26 kg CO<sub>2</sub> pr. krone, dvs pr 1000 krone fyringsolje slippes det ut 1260 kg CO<sub>2</sub>. Dette indikerer at for å nå målet om en stabilisering av NO<sub>x</sub>-utslippene må det settes inn svært høye avgifter<sup>5</sup>, jf. figur 8.1.

---

<sup>5</sup>Det bør imidlertid nevnes at det ikke er lagt inn muligheter for rensing av NO<sub>x</sub>-utslipp. Med slike rensesmuligheter ville bildet antakeligvis sett noe annerledes ut, med lavere avgiftssatser som resultat.

Figur 8.1 NO<sub>x</sub>-avgift pr. tusen tonn NO<sub>x</sub>-utslipp



## 8.2 Makroøkonomiske utviklingstrekk

Økonomien utvikler seg i samme retning som i CO<sub>2</sub>-alternativet, men virkningene på produksjon, konsum og velferd blir enda kraftigere ved å innfri NO<sub>x</sub>-målsettingen. Tabell 8.1 lister opp de viktigste resultatene og sammenligner NO<sub>x</sub>-alternativet med CO<sub>2</sub>-alternativet.

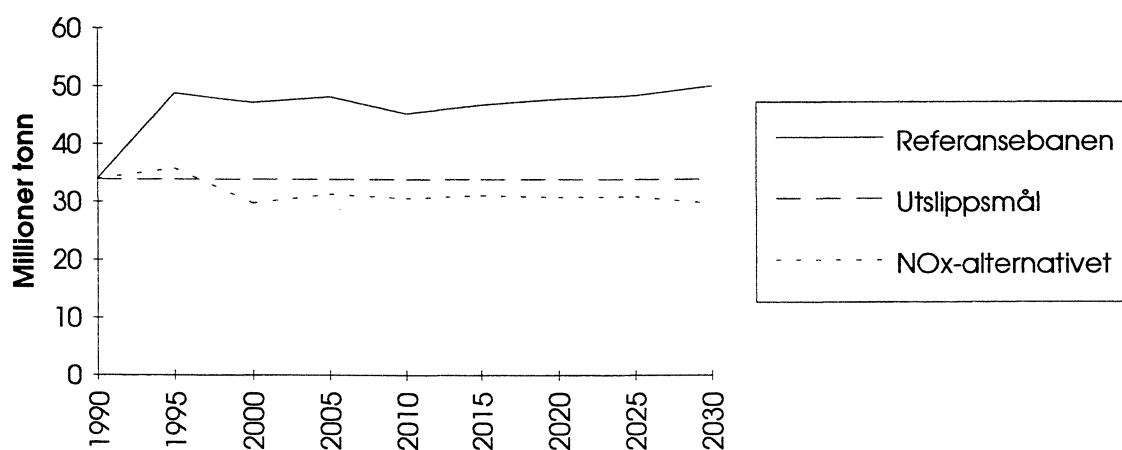
En prisoppgang på fossilt brensel fører som vi har sett til redusert lønn og brukerpris på kapital. Dette gjør produksjonen mer arbeids- og kapitalintensiv, og mindre intensiv i bruken av fossilt brensel. Lavere reallønn bidrar isolert sett til lavere tilbud av arbeid. Dersom denne reduksjonen i arbeidstilbudet realiseres vil produksjonen gå så mye ned at landet ikke klarer å akkumulere så mye utenlandsformue som er optimalt på lang sikt. Utvidet konsum må derfor synke. Dette trekker i retning av redusert konsum (og økt sparing) og økt arbeidstilbud (mindre fritid). Totalt synker imidlertid arbeidstilbudet ( i naturlige enheter) med nesten 20 prosent i dette alternativet. Selv om prisen på kapital synker, går kapitalmengden ned. Dette kommer av at prisen på kapital bare bestemmer ønsket kapitalmengde pr. timeverk. Når antall timeverk synker, reduserer man også kapitalmengden. Redusert arbeidstilbud, kapitalmengde og bruk av fossilt brensel i produksjonen reduserer produksjonskalaen så mye at bruttonasjonalprodukt går ned med 24 prosent, eller 252 milliarder i 2030. Den disponible inntekten til konsumentene synker naturligvis, og konsumet reduseres med noe over 20 prosent. Lavere produksjon og konsum fører igjen til at utslippene til luft reduseres, og de reduseres mer i NO<sub>x</sub>-alternativet enn i CO<sub>2</sub>-alternativet. I tillegg til at NO<sub>x</sub>-målsettingen innfris, vil CO<sub>2</sub>-utslippene i 2030 ligge noe under stabiliseringsmålet på 1989-nivå, jf figur 8.2. Begge målsettingene blir derfor oppfylt i NO<sub>x</sub>-alternativet.

Tabell 8.1 Endring i forhold til referansebanen. Prosent. 2030 bortsett fra velferd som er intertemporal.

	CO <sub>2</sub> -alternativet	NO <sub>x</sub> -alternativet
BNP	-15,4	-24,1
Privat konsum	-14,1	-25,3
Brutto disponibel realinntekt	-13,0	-21,3
Forbruk av bensin	-20,2	-26,7
Forbruk av dieselolje	-49,8	-52,2
CO <sub>2</sub>	-32,1	-40,7
NO <sub>x</sub>	-28,0	-37,7
SO <sub>2</sub>	-49,1	-61,1
CO	-24,7	-31,7
Partikler	-16,1	-20,3
Velferd	-6,7	-13,7
Utvidet konsum	-8,2	-16,1
Tilbud av arbeid	-12,2	-19,8
Kapital	-12,1	-20,7

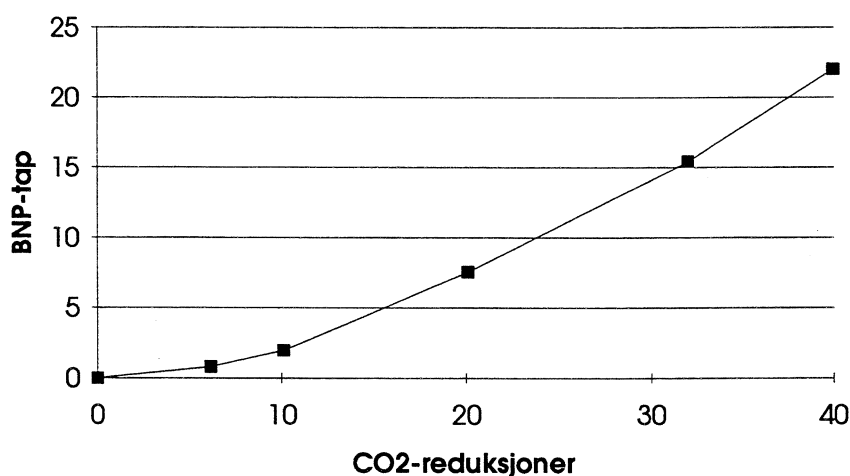
Velferden fra miljøet bedres derfor kraftig (hele 262 milliarder kroner), men hindrer allikevel ikke at total nytte (tradisjonell nytte pluss nytte fra miljøet) går ned med over 1100 milliarder, eller 13 prosent. Konsumentene vurderer altså NO<sub>x</sub>-alternativet likeverdig med en reduksjon i formuen på 13 prosent.

Figur 8.2 CO<sub>2</sub>-utslipp



Som vi ser av tabell 8.1 går både produksjonen og utslippene av NO<sub>x</sub> og CO<sub>2</sub> ned med ytterligere 8-9 prosent i forhold til CO<sub>2</sub>-alternativet, mens forbruket av bensin og diesel går ned med 3-6 prosent. Dette kan virke noe rart. Grunnen til dette er at med økende utslippsreduksjoner må en stadig større andel av utslippene tas fra industriprosesser, dette fordi stasjonærutslippene for en stor del er eksogene. Siden prosessutslipp er nært knyttet til produksjonen, det som bestemmer prosessutslippene er bruken av "andre innsatsfaktorer" (råvarer), vil en ytterligere utslippsreduksjon i forhold til CO<sub>2</sub>-alternativet derfor føre til et uforholdsmessig stort produksjonstap. Ser vi på CO<sub>2</sub>-avgiften i CO<sub>2</sub>-alternativet er denne jevnt over ganske høy, rundt omkring 2000 kroner pr. tonn CO<sub>2</sub>. Denne avgiftssatsen kan tolkes som en indikator på marginalkostnadene av CO<sub>2</sub>-målsettingen. Når avgiften er høy kan dette ses på som at samfunnet vil miste mye produksjon på marginen hvis utslippene går ytterligere ned. Dette går også fram av figur 8.3, som viser kostnadene i form av redusert BNP ved ulike størrelser på utslippsreduksjonene<sup>6</sup>. Vi ser at kurven er stigende med økende utslippsreduksjoner, og den er konveks. Dette betyr at kostnadene på marginen blir større jo større utslippsreduksjonen er fra før.

**Figur 8.3 CO<sub>2</sub>-reduksjoner og BNP-tap i 2030. Prosentvis endring fra referansebanen**



<sup>6</sup>Figur 8.2 er laget på bakgrunn av data fra ulike alternativer av CO<sub>2</sub>-alternativet. Ved å sette inn alternative nivåer på utslippene fra og med 2000 har jeg gjort nye modellberegninger, og hvert punkt i figuren representerer hver sin modellberegning.

## 9 Sammenlikning med andre norske og internasjonale analyser

I dette kapitlet vil jeg prøve å sammenligne mine resultater med lignende analyser, med hovedvekt på norske. Å sammenligne resultater slik mellom ulike modelltyper er ikke alltid like lett. Forskjeller i målsettinger og underliggende forutsetninger gjør det vanskelig. Likevel er det mulig å trekke opp noen hovedlinjer. Jeg konsentrerer oppmerksomheten rundt CO<sub>2</sub>-alternativet, dette fordi det er reduksjoner i CO<sub>2</sub>-utslipp som har vært gjenstand for størst oppmerksomhet.

Internasjonale analyser, og da særlig fra USA, viser at reduserte CO<sub>2</sub>-utslipp kan oppnås til tildels moderate kostnader, men kostnadene øker ved økende utslippsreduksjoner. En halvering av utslippene i forhold til referansebaner mellom 2025-2050 reduserer BNP med rundt 1-3 prosent. Å sammenligne mine resultater med analyser fra USA, anser jeg som lite fruktbart. I min modell er all elektrisk kraft basert på vannkraft. Å redusere CO<sub>2</sub>-utslippene i kraftsektoren er derfor helt umulig. I USA blir store deler av elektrisitetsbehovet dekket av kull som energibærer. Kull er som kjent et fossilt brensel med meget høyt karboninnhold, og bidrar derfor til mye CO<sub>2</sub>-utslipp. Resultater fra USA (Jorgenson and Wilcoxon (1993)) viser at prisen på kull stiger så mye at andre former for energiproduksjon (med lavere CO<sub>2</sub>-utslipp) blir tatt i bruk til fordel for kull. På den måten kan store utslippsreduksjoner oppnås ved å benytte andre former for elektrisitetsproduksjon<sup>7</sup>. I min modell kan vi som sagt ikke endre energiproduksjonen for å redusere CO<sub>2</sub>-utslippene, dette betyr at bruken av fossile brenslers produksjon og konsum må gå ned. Med begrensede substitusjonsmuligheter medfører dette nødvendigvis lavere produksjon.

Tidligere norske langsiktsanalyser viser imidlertid også at CO<sub>2</sub>-utslippene kan reduseres til forholdsvis moderate kostnader. Glomsrød/Vennemo/Johnsen (1992), GVJ, reduserer CO<sub>2</sub>-utslippene i 2010 med 26 prosent, BNP tapet av dette beregnes til 2,7 prosent.

Johnsen/Mysen/Larsen (1993), JML, finner at BNP tapet av å stabilisere CO<sub>2</sub>-utslippene på 1989-nivå i 2020 blir på 0,55 prosent.

Dette er tall som ser ut til å stemme dårlig med mine beregninger. I mitt CO<sub>2</sub>-alternativ er CO<sub>2</sub>-utslippene i 2010 26 prosent lavere enn i referansebanen, altså det samme som i GVJ, men BNP-tapet beregnes til 14,5 prosent!

Både GVJ og JML har benyttet MSG-modellen til sine beregninger, dette er en modell som skiller seg fra min på en rekke punkter:

---

<sup>7</sup>I praksis er det snakk om kjernekraft.

For det første er MSG en betydelig mer disaggregert modell enn min modell. Dette gir MSG et bedre grep på hvordan prisendringer påvirker økonomiens ulike deler, dette er en fordel når man skal studere næringsvridninger under vekst. Dette kan bidra til å gjøre anslagene over BNP-tapet større i min modell, fordi produksjonen i MSG kan flyttes fra sektorer med høye utslipp i forhold til produksjonen, til sektorer med lave utslipp. Denne muligheten er mindre i min modell. Som vi har sett rammes særlige sektor 30 som aggregerer enn lang rekke sektorer i MSG. Substitusjon mellom disse sektorene i MSG kan gjøre BNP-tapet mindre.

For det andre er funksjonsformene i MSG generelt mer fleksible. Jeg har derfor sett på om den relativt stive produksjonsstrukturen i min modell kan være årsak til det store BNP-tapet. Dette har jeg gjort ved å lage en sensitivitetsanalyse hvor alle substitusjonselastisiteter i produksjonen i de 6 endogene sektorene øker med 0,5. Tabell 9.1 viser noen resultater av denne kjøringen sammenlignet med CO<sub>2</sub>-alternativet.

Tabell 9.1 *Endring i utvalgte størrelser i forhold til referansebanen. Prosent.*

	2010					2030				
	BNP	Konsum	Arbeids tilbud	Kapital	Utvidet konsum	BNP	Konsum	Arbeids tilbud	Kapital	Utvidet konsum
CO <sub>2</sub> -ait	-14,5	-14,5	-11,4	-12,9	-8,7	-15,4	-14,1	-12,2	-12,1	-8,2
Økt substitusjon (0,5)	-13,8	-12,7	-9,3	-13,7	-7,9	-14,8	-12,6	-10,5	-12,7	-7,4

Vi ser at dette bare fører til en liten endring i mine resultater. I 2030 går BNP nå ned med 14,8 prosent mot 15,4 tidligere, mens det private konsumet reduseres nå med 12,6 prosent mot 14,1 tidligere. En stiv produksjonstruktur ser derfor ikke ut til alene å være det avgjørende. Ser vi på velferden totalt sett viser denne nå en nedgang på 5,6 prosent mot 6,7 prosent tidligere.

En annen viktig forskjell mellom min modell og MSG-modellen er at i MSG er arbeidstilbudet eksogent bestemt ut fra demografiske begrunnede anslag over arbeidsstyrken osv. I min modell blir arbeidstilbudet bestemt endogent. Redusert lønn slår ut i en kraftig nedgang i arbeidstilbudet hos meg, denne effekten er ikke tilstede i analyser på MSG. Kapitalmengden går også kraftig ned hos meg fordi prisen på kapital bare bestemmer ønsket kapital pr. timeverk. Totalt reduseres derfor produksjonsskalaen, og den reduseres naturligvis mer enn i modeller hvor arbeidstilbudet legges inn eksogent og ofte konstant utover i neste århundre. Jeg har derfor laget en sensitivitetsanalyse hvor effekten av større og mindre elastisitet av arbeidstilbudet undersøkes. Noen resultater av denne analysen er gjengitt i tabell 9.2 hvor jeg også sammenligner med CO<sub>2</sub>-alternativet.

Tabell 9.2. Endring i utvalgte størrelser i forhold til referansebanen. 2030. Prosent

	Velferd	Utvidet konsum	Arbeids- tilbud	Privat konsum	BNP
Uelastisk tilfelle (0)	-4,1	-5,7	-6,5	-8,5	-12,8
CO <sub>2</sub> -alternativet (0,3)	-6,7	-8,2	-12,2	-14,1	-15,4
Elastisk tilfelle (1,0)	-8,3	-10,3	-14,4	-17,7	-16,8

Jeg har sett på to alternative estimater for elasticiteten av arbeidstilbudet. For det uelastiske tilfellet har jeg satt elasticiteten lik 0<sup>8</sup>. For det elastiske tilfellet er elasticiteten satt til 1.

Vi ser av tabell 9.2 at både velferdstapet og produksjonstapet blir mindre jo mindre arbeiderne reagerer på endring i lønn, dvs. jo mindre elasticiteten av arbeidstilbudet er. Grunnen til dette er at en liten elastisitet gir en liten nedgang i arbeidstilbudet ved en lønnsnedgang. Dette bidrar til å gjøre produksjonstapet mindre, se igjen (2') i kapittel 5.2. Mindre produksjonstap bidrar til mindre konsumtap som igjen bidrar til at utvidet konsum går mindre ned. Vi har imidlertid også en motsatt effekt som gjør seg gjeldende. Når arbeidstilbudet i det uelastiske tilfellet går mindre ned i forhold til både CO<sub>2</sub>-alternativet og det elastiske tilfellet, blir det også mindre tid til fritid. Dette bidrar til å gjøre tapet av utvidet konsum større, men altså ikke så mye at utvidet konsum (og velferden) totalt reduseres. Gevinsten av økt konsum er følgelig større enn tapet av fritid, slik at både velferden og utvidet konsum bedres jo lavere elasticiteten av arbeidstilbudet er.

Med en arbeidstilbudselastisitet på 0 skulle man kanskje forvente at en lønnsendring ikke slo ut i endret arbeidstilbud. Når så ikke skjer, arbeidstilbudet i det uelastiske tilfellet går faktisk ned med omlag 6 prosent i forhold til referansebanen, må dette komme av den arbeidsfrie inntekten, kapitalinntekten, har økt. Jeg har tidligere gjort rede for at formuen, finanskapital og realkapital, øker i CO<sub>2</sub>-alternativet i forhold til referansebanen, dette for å kunne stå i mot den etterhvert dårligere handelsbalansen som følger av den svake produksjonsutviklingen. Økt formue gir økte kapitalinntekter som igjen gir lavere tilbud av arbeid. Teorien for tilbud av arbeid slik vi kjenner den fra f.eks. Rødseth (1992) opererer til sammenlikning med en fast arbeidfri inntekt som ikke påvirkes av lønna.

Selv om vi både ser på uelastisk arbeidstilbud og økte substitusjonselastisiteter kommer vi ikke særlig mye nærmere de to omtalte beregningene på MSG hva gjelder BNP-tap. De gjenstående faktorer er imidlertid hvordan sparingen og driftsbalansen bestemmes i min modell samt at kraftproduksjonen er helt og holdent basert på vannkraft. Hos meg tilpasses

<sup>8</sup>En arbeidstilbudselastisitet på 0 m.h.p lønn er ikke det samme som ekosgent arbeidstilbud på grunn av formueseffekten.



driftsbalansen endogen til underliggende forhold, i MSG bestemmes den eksogen og kan i prinsippet brukes til å styre forbruket. Dårligere driftsbalanse gir i MSG mulighet for høyere forbruk og omvendt. Et annet poeng er at JML har gasskraft inne i modellen, og ved å skifte ut gasskraft med vannkraft kan CO<sub>2</sub>-utslippene reduseres betydelig til lave kostnader.

For å gjøre mine analyseresultater mest mulig sammenlignbare med analysene til GVJ og JML, har jeg gjort noen beregninger hvor jeg prøver å kopiere fremgangsmåten deres hva gjelder utslippsreduksjoner og CO<sub>2</sub>-avgifter.

GVJ ser på en stabilisering av CO<sub>2</sub>-utslippene på 1989-nivå fra 2000 til 2010, men sier ikke noe om hva som skjer etter dette år. Simuleringen går bare til 2010. Min simulering går helt til 2100, og i CO<sub>2</sub>-alternativet antas det her at målsettingen skal holde hele perioden 2000-2100. Min modell beveger seg mot en steady state tilstand, dette er som sagt et krav til langsiktig bærekraft til økonomien. Driftsbalansen i et enkelt år er hos meg endogen, men må være null i intertemporal, neddiskontert forstand. Vekstbaner i MSG er ikke underlagt samme krav, og en risikerer derfor at de kollapser om de forlenges utover (det tilfeldige) sluttåret, som hos GVJ altså er 2010. Jeg har derfor laget en simulering hvor utslippsmålsettingen om stabilisering av CO<sub>2</sub>-utslippene holdes i perioden 2000-2010, for deretter å la utslippene vokse med 1 prosent årlig, den samme vekstrate i CO<sub>2</sub>-utslippene som jeg finner i referansebanen. BNP-tapet beregnes da til 13,6 prosent i 2010. CO<sub>2</sub>-utslippene er da 26 prosent lavere enn i referansebanen, det samme som i GVJ. Deres BNP-tap er imidlertid bare på 2,7 prosent. Denne eksersisen kan altså tyde på at produksjonsnedgangen i min modell er nært knyttet til utslippsreduksjonen i det angjeldende år. Ser vi på velferden bedres imidlertid denne med 2,3 prosentpoeng, eller 180 milliarder kroner, i forhold til CO<sub>2</sub>-alternativet. Dette kommer naturligvis av at utslippene får lov til å vokse fra 2010 og utover.

JML har studert virkninger av ulike eksogene CO<sub>2</sub>-avgiftssatser. De har blant annet en beregning hvor avgiftssatsen øker med 10 prosent årlig i årene 1994-2000, for deretter å la avgiften øke med omlag 3 prosent årlig fram til 2020 som er deres sluttår. Dette gir en stabilisering av CO<sub>2</sub>-utslippene i 2020 på 1989-nivå (21 prosents reduksjon i forhold til deres referansebane) med et dertilhørende BNP-tap på 0,55 prosent. Jeg har laget en simulering hvor jeg setter inn samme skattesats som JML fram til 2020, etter dette år beholder jeg den samme avgiftssatsen som i 2020. Mine resultater av denne kjøringen er gitt i tabell 9.2,

Tabell 9.2

	Reduksjon i CO <sub>2</sub> - utslipp. Prosent	BNP-tap	CO <sub>2</sub> -avgift (NOK/tonn CO <sub>2</sub> )
<b>2010</b>			
Min modell	-3,8	-1,58	280
JML	-6,5	-0,17	280
<b>2020</b>			
Min modell	-6,3	-2,75	382
JML	-21,2	-0,55	382

Som vi ser vil ikke samme avgiftssats gi en like stor reduksjon i utslippene som hos JML, samtidig som kostnadene i form av redusert BNP hos meg er langt større. En mulig forklaring på dette resultat, og som også kan være med på å forklare deler av det høye BNP-tapet i CO<sub>2</sub>-alternativet, er hvordan utslippsreduksjonene fordeler seg på stasjonære-, mobile- og prosessutslipp. Nesten hele utslippsreduksjonen blir i JML tatt fra stasjonære utslipp, en type utslipp som ikke er så nært knyttet til produksjonen. Blant annet har de en gasskraft-sektor som utraderes totalt til fordel for CO<sub>2</sub>-fri elektrisitet (basert på vannkraft). Omlag 80 prosent av den totale utslippsreduksjon på 10 millioner tonn CO<sub>2</sub> i 2020 tas fra denne sektoren. Dette er noe som gjør seg gjeldende også i andre analyser på MSG. Min modell har ikke en egen sektor for gasskraft, all elektrisitet produseres som nevnt basert på vannkraft. Siden en stor del av de stasjonære utslippene er eksogene, må utslippsreduksjonene derfor tas fra andre kilder, fra industriprosesser og mobile kilder. Utslipp fra disse kildene nært knyttet til produksjonsnivået. Dette fører derfor til at kostnadene i form av redusert BNP blir høyere hos meg enn i analyser på MSG hvor man kan erstatte gasskraft med vannkraft. Som det står i JML; "...when a larger share of the reductions has to come from mobile and process sources impact on GDP growth will be more serious".

## 10 Konklusjoner

I min hovedoppgave har jeg sett på virkninger på norsk økonomi av å begrense utslipp til luft av CO<sub>2</sub> og NO<sub>x</sub>. I motsetning til de fleste analyser gjort i Norge og internasjonalt viser min analyse at store reduksjoner i utslipp ikke kan oppnås uten å måtte regne med et betydelig produksjonstap. Mens de fleste analyser anslår en nedgang i BNP på mellom 1-3 prosent av å stabilisere CO<sub>2</sub>-utslippene på 1989-90 nivå, gir mine beregninger en nedgang i BNP i 2030 på

omlag 15 prosent. For å innfri målet om å redusere NO<sub>x</sub>-utslippene fra og med 1998 med 30 prosent med 1986 som sammenlikningsår, viser modellanslagene mine at vi da må regne med en 24 prosents nedgang i BNP i 2030.

Verken den relativt stive produksjonsstrukturen i min modell eller det at beregningene går helt til 2100 ser ut til å påvirke disse kostnadsanslagene nevneverdig. Tidligere analyser har imidlertid ikke tatt hensyn til at arbeidstilbudet kan endre seg som følge av miljøtiltak. Mens min modell opererer med endogent arbeidstilbud har f.eks MSG-modellen, som de fleste andre norske analyser bygger på, eksogent og ofte konstant arbeidstilbud utover i neste århundre. Lavere lønn vil derfor hos meg slå ut i redusert arbeidstilbud som igjen reduserer produksjonsskalaen.

All elektrisitet er i min modell basert på CO<sub>2</sub>-fri vannkraft. Å redusere CO<sub>2</sub>-utslippene fra kraftsektoren er derfor helt umulig. Dette står i kontrast til andre norske analyser gjort på den såkalte MSG-modellen. Der opererer de med en gasskraft-sektor som slipper ut mye CO<sub>2</sub>. Ved å erstatte gasskraft med vannkraft kan man således redusere CO<sub>2</sub>-utslippene mye til lave omstillingskostnader. En liknende mekanisme gjør seg gjeldende i internasjonale analyser, og da særlig fra USA. Der benyttes kull som energibærer i stor utstrekning. Ved å erstate kull med andre mindre karbonintensive energibærere kan man følgelig redusere CO<sub>2</sub>-utslippene markant til lave kostnader.

Selv om velferden fra miljøet bedres betydelig i min analyse, hindrer ikke dette at total nytte for konsumentene reduseres. Ved å stabilisere CO<sub>2</sub>-utslippene på 1989-nivå fra og med 2000 beregnes total nytte å gå ned med 6,7 prosent. Dette er det samme som å si at konsumentene vurderer dette tiltaket likeverdig med en nedgang i formuen på 6,7 prosent. Nytte-effektene fra miljøet i 2030 anslås til å kunne "dekke" omlag 5 prosent av det beregnede BNP-tapet dette år. Dette anslaget er lavt i forhold til tilsvarende analyser i Norge, ikke så mye fordi nytteanslaget ligger lavt men fordi produksjonstapet anslås høyt. Nytteeffektene "dekker" imidlertid omlag 25 % av velferdstapet.

## Referanser

**Alfsen, K.H., T. Bye og E. Holmøy (1993):** Estimation of parameters in the production structure, Mimeo Statistisk Sentralbyrå.

**Barro, R. (1989):** The Ricardian Approach to Budget Deficits, *The Journal of Economic Perspectives*, 3, 2 (Spring), 37-54.

**Bergman, L. (1990):** Tilvekst og miljø, en studie av målkonflikter, Bilag 9 til langtidsutredningen 1990, Finansdepartementet Stockholm.

**Bernheim, D.B. (1989):** A Neoclassical Perspective on Budget Deficits, *The Journal of Economic Perspectives*, 3, 2 (Spring), 55-72

**Brendemoen, A., S. Glomsrød og M. Aaserud (1992):** *Miljøkostnader i et makroperspektiv*, Rapporter 92/17, Statistisk Sentralbyrå.

**Brendemoen, A. and H. Vennemo (1994):** A Climate treaty and the Norwegian Economy: A CGE Assessment, *The Energy Journal* 15, 1, 77-93.

**Biørn, E. and E. Jansen (1992):** *Econometrics of incomplete cross-section/time-series data: consumer demand in Norwegian households 1075-1977*, SØS, No. 52. Statistisk sentralbyrå.

**Blanchard O.J. and S. Fischer (1989):** *Lectures on Macroeconomics*, The MIT Press.

**Edmonds, J.A. and D.W. Barns (1990):** Estimating the marginal cost of reducing global fossil fuel CO<sub>2</sub> emissions, mimeo., (August)

**Finansdepartementet (1993):** *Langtidsprogrammet 1994-1997*, St.meld. nr.4 (1992-1993).

**Gaskins, D.W and J.P. Weyant (1993):** Model Compariions of the Costs of Reducing CO<sub>2</sub> Emissions, *The American Economic Review*, March 1993.

**Glomsrød, S., H. Vennemo og T.A. Johnsen (1992):** Stabilization of emissions of CO<sub>2</sub>: A computable general equilibrium assesment, *Scandinavian Journal of Economics* 94 ,1, 53-69.

**Hoel, M. (1991):** Global Environmental Problems: The effect of Unilateral Actions Taken by One Country, *Journal of Environmental Economics and Management* **20**, 55-70.

**Hoel M. og K. Moene (1987):** *Produksjonsteori*, Oslo:Universitetsforlaget.

**Hoeller, P., A. Dean and J. Nicolaisen (1990):** A survey of studies of the costs of reducing greenhouse gas emissions, OECD WP No. 89, Department of Economics and Statistics, OECD, Paris.

**Johnsen, T.A., B.M. Larsen og H.T. Mysen (1994):** Economic impacts of a CO<sub>2</sub> tax policy, Mimeo, Statistisk Sentralbyrå.

**Jorgenson, D.W and P.J. Wilcoxon (1990):** Environmental regulation and U.S. economic growth, *The Rand Journal of Economics* **21,2**, 314-336.

**Jorgenson, D.W and P.J. Wilcoxon (1993):** Reducing US Carbon Emissions: An Econometric General Equilibrium Assessment, *Resource and Energy Economics*, **15**, 1, March 1993.

**Manne, A.S. and R.G. Richels (1990):** CO<sub>2</sub> emissions reductions: an economic cost analysis for the USA, *The Energy Journal* **11**, April.

**Moum, K. red (1992):** *Klima, økonomi og tiltak*, Rapporter 92/3, Statistisk Sentralbyrå.

**Mysen, H.T. (1991):** *Substitusjon mellom olje og elektrisitet i produksjonssektorene i en makromodell*, Rapporter 91/7, Statistisk Sentralbyrå.

**Nordhaus, W.D. (1990):** Greenhouse economics. Count before you leap, *The Economics*, 7th-13th july 1990.

**NOU 1992: 3:** Mot en mer kostnadseffektiv miljøpolitikk i 1990-årene.

**Rødseth, A. (1992):** *Konsumentteori*, Oslo:Universitetsforlaget.

**Steffensen, E. (1989):** Konsumeterspørselen i Norge estimert ved hjelp av Eulerlikninger på årsdata 1962-1987, Arbeidsnotat 20/89, Senter for anvendt forskning, NHH.

**Steigum Jr, E. (1992):** "Accounting for long-run effects of fiscal policy by means of computable overlapping generations models, *Macroeconomic Modelling and Policy Implications*, Amsterdam: North-Holland.

**Vennemo, H. (1994):** *A Growth Model of Norway with a Two-way Link to the Environment*, Rapport 94/5 Statistisk Sentralbyrå.

**Aasness, J. and B. Holtmark (1993):** Consumer Demand in a General Equilibrium Model for Environmental Analysis, Discussion Papers 105, Statistisk Sentralbyrå.

Statistisk sentralbyrå

*Oslo*  
Postboks 8131 Dep.  
0033 Oslo

Tlf.: 22 86 45 00  
Fax: 22 86 49 73

*Kongsvinger*  
Postboks 1260  
2201 Kongsvinger

Tlf.: 62 88 50 00  
Fax: 62 88 50 30



**Statistisk sentralbyrå**  
Statistics Norway