

**RAPPORTER**

**93/15**

**MULIGHETER FOR EN  
BÆREKRAFTIG UTVIKLING**

**ANALYSER PÅ WORLD MODEL**

AV  
OLAV BJERKHOLT, TORGEIR JOHNSEN OG KNUT THONSTAD

---

STATISTISK SENTRALBYRÅ  
CENTRAL BUREAU OF STATISTICS OF NORWAY

*Til salgs hos:*

Akademika  
- avdeling for offentlige publikasjoner  
Møllergt. 17  
Postboks 8134 Dep  
0033 Oslo

Tlf.: 22 11 67 70  
Telefax: 22 42 05 51

RAPPORTER FRA STATISTISK SENTRALBYRÅ 93/15

# **MULIGHETER FOR EN BÆREKRAFTIG UTVIKLING**

Analyser på World Model

AV

OLAV BJERKHOLT, TORGEIR JOHNSEN OG KNUT THONSTAD

STATISTISK SENTRALBYRÅ  
OSLO-KONGSVINGER 1993

ISBN 82-537-3861-7  
ISSN 0332-8422

**EMNEGRUPPE**

10 Generelle ressurs- og miljøøkonomiske emner

**EMNEORD**

Energi

Makroøkonomi

Miljø

Utslipp

Omslaget er trykt ved Aasens Trykkerier A.S

Publikasjonen er trykt i Statistisk sentralbyrå

## FORORD

Sammenhengen mellom økonomisk utvikling, energibruk og miljøendringer har de siste årene fått stor oppmerksomhet i Norge og andre land. Regjeringen varslet i St.meld. nr. 46 (1988-89) om Norges oppfølging av Verdenskommisjonens rapport, et omfattende utredningsarbeid som grunnlag for norsk klimapolitikk og som utgangspunkt for norsk deltakelse i forhandlinger om internasjonale klimaavtaler. Den Interdepartementale Klimagruppen som ble oppnevnt av regjeringen, avleverte rapporten "Drivhuseffekten, virkninger og tiltak" i mars 1991.

Særlig for spørsmål som gjelder internasjonale forhold er kunnskapen ufullstendig. Verdenskommisjonen for miljø og utvikling drøftet i sin rapport fra 1987 "Vår felles framtid" de internasjonale miljøspørsmålene i sammenheng med en rekke viktige utviklingstrekk i det globale samfunn. Mange av problemstillingene som ble reist av Verdenskommisjonen er meget krevende kunnskapsmessige utfordringer. Noen av de anslag og antakelser som Verdenskommisjonen gjorde, bygde på ufullstendige analyser. Arbeidet med å tilrettelegge et egnet analysegrunnlag for norske myndigheters arbeid krever fortsatt innsats og internasjonalt samarbeid.

Statistisk sentralbyrå er av Miljøverndepartementet bedt om å gjennomføre et prosjekt med ytterligere analyser av sammenhenger mellom økonomisk utvikling, energibruk og globale miljøforhold ved hjelp av "World Model", som er en omfattende global modell, egnet til å analysere problemstillingene i Verdenskommisjonens rapport. I dette arbeidet har en samarbeidet med Institute for Economic Analysis ved New York University som i perioden 1989-92 har gjennomført en omfattende studie av de samme forhold med støtte fra FN og norske myndigheter. Denne rapporten er sluttrapport for prosjektet som også har blitt støttet av NORAS under SAMMEN-programmet.

Statistisk sentralbyrå, Oslo, 12. mai 1993

Svein Longva



# Innhold

Forord .....	5
1. Sammendrag og konklusjoner .....	7
2. Bakgrunn .....	10
3. Globale modeller for økonomi-energi-miljøsammenhenger .....	11
4. World Model .....	16
4.1 Regionalisering .....	16
4.2 Sektorinndeling .....	17
4.3 Produksjonsstruktur .....	17
4.4 Konsum .....	18
4.5 Investering og kapital .....	18
4.6 Internasjonale transaksjoner .....	18
4.7 Energibruk og utslipp til luft .....	19
4.8 Vurdering av modellen .....	20
5. Makroøkonomiske hovedforutsetninger .....	20
6. Forutsetninger om energiintensive sektorer og utslipp til luft .....	23
6.1 Koeffisienter for utslipp til luft .....	23
6.2 Elektrisitetsproduksjon .....	27
6.3 Industriell energiøkonomisering .....	29
6.4 Metallprosessering og industrielt metallbruk .....	30
6.5 Bygg og anleggsbransjen .....	32
6.6 Sementindustri .....	34
6.7 Treforedling .....	34
6.8 Kjemisk industri .....	35
6.9 Husholdningenes energiforbruk .....	36
6.10 Transport .....	37
7. Hovedresultater fra OCF-scenariet .....	38
7.1 Energibruk .....	38
7.2 Utslipp til luft .....	40
7.3 Andre hovedresultater .....	42
7.4 Forbedring av energieffektiviteten .....	43
8. Alternative scenarier .....	44
8.1 Alternative antakelser om BNP-vekst og befolkningsvekst .....	45
8.2 Lavere andel fossile brensler i elektrisitetsproduksjon .....	48
8.3 Hurtigere innføring av moderne energiteknologi i Kina og India .....	50
9. Sammenlikning med andre globale modeller .....	52
9.1 Sammenlikning av BNP vekst i ulike modeller .....	52
9.2 Sammenlikning av utslipp av CO <sub>2</sub> i ulike modeller .....	53
10. Konklusjoner .....	56
Referanser .....	57
Appendiks .....	58
Utkommet i serien Rapporter fra Statistisk Sentralbyrå etter 1. januar 1992 (RAPP) .....	63





## 1. Sammendrag og konklusjoner

Denne rapporten danner sluttrapport for et prosjekt SSB har gjennomført for Miljøverndepartementet. Rapporten presenterer analyser av sammenhengen mellom økonomisk utvikling, energibruk og utslipp til luft i et globalt perspektiv. Analysen er basert på "World Model" som er utviklet ved Institute for Economic Analysis ved New York University.

I avsnitt 2 redegjøres det kort for bakgrunnen til prosjektet og i avsnitt 3 gis en oversikt over ulike typer av globale økonomiske modeller og en gjennomgang av resultater fra endel globale analyser av økonomi-energi-miljø forhold. I avsnitt 4 gis en kort beskrivelse av strukturen i World Model. World Model er en såkalt *kryssløpsmodell* dvs. en modelltype som legger vekt på detaljert sektornivå og teknologi framfor eksplisitt modellering av substitusjon mellom innsatsfaktorer. Modellen er en "åpen" modell ved at den overlater til brukeren å bestemme mange variable. I avsnitt 5 presenteres de makroøkonomiske forutsetninger som ligger til grunn for referansescenariet, det såkalte OCF-scenariet (Our Common Future, den engelske betegnelsen på Vår Felles Framtid). Avsnitt 6 beskriver sektoranalysene som er foretatt for de mest energiintensive sektorene. Tabell 1.1 viser en oversikt over de områdene en har konsentrert seg mest om:

**Tabell 1.1. Områder spesielt analysert i Our Common Future scenariet (OCF).**

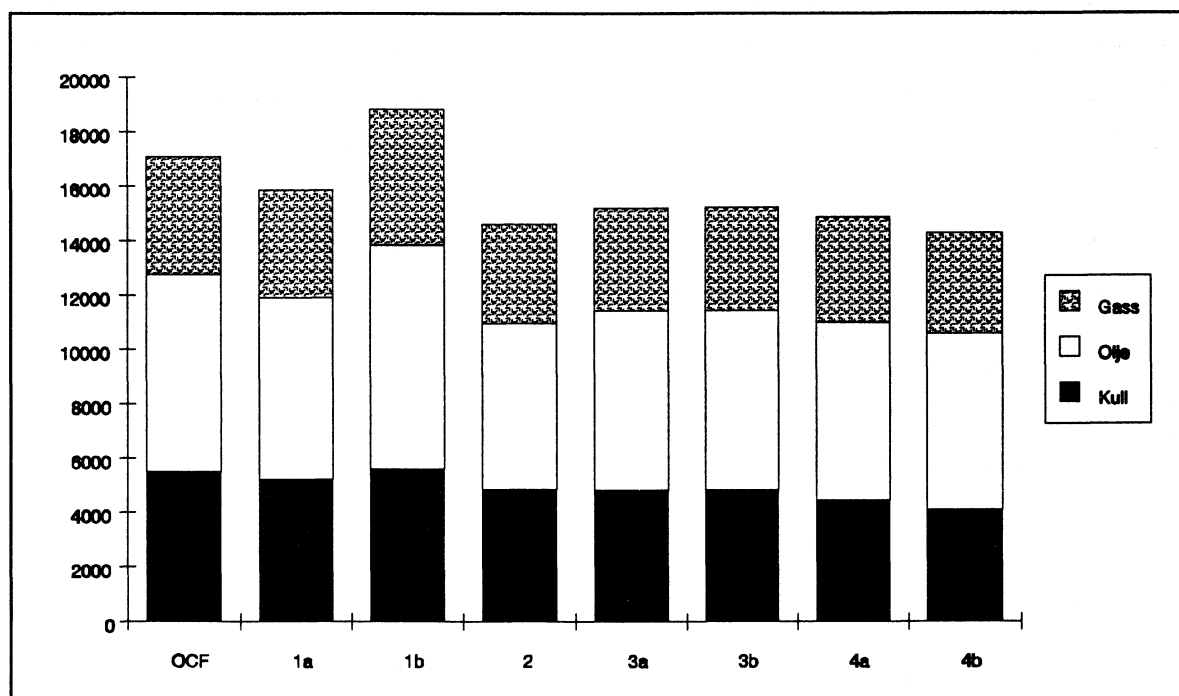
- 
1. Koeffisienter for utslipp til luft
  2. Elektrisitetsproduksjon
  3. Energisparing i industrien
  4. Metallprosessering og industrielt metallbruk
  5. Bygg og anleggsbransjen
  6. Sementindustri
  7. Treforedling
  8. Kjemisk industri
  9. Husholdningers energiforbruk
  10. Transport
- 

I Our Common Future (OCF) scenariet har en gått igjennom en rekke studier av muligheter for teknologisk endring i en del viktige sektorer. Strukturparametrene i modellen har så blitt bestemt i overenstemmelse med resultatene fra sektorstudiene. OCF-scenariet beskriver en utvikling hvor det iverksettes tiltak mot drivhuseffekten i form av teknologiske endringer. I OCF-scenariet antar en at de mest energieffektive teknologier blir tatt i bruk ved nye investeringer i varmekraftverk etc. Teknologiene som tas i bruk er imidlertid alle kommersielt tilgjengelige i dag, nye teknologier som fortsatt er på prøvestadiet har en bare introdusert i meget lite omfang. I avsnitt 7 beskrives resultatene fra OCF-scenariet. Avsnitt 8 beskriver så en rekke alternative scenarier basert på endrede forutsetninger om økonomisk vekst, befolkningsutvikling og

forutsetninger om teknologisk endring. Konsekvenser for energiforbruk og utslipp av CO<sub>2</sub> blir beskrevet.

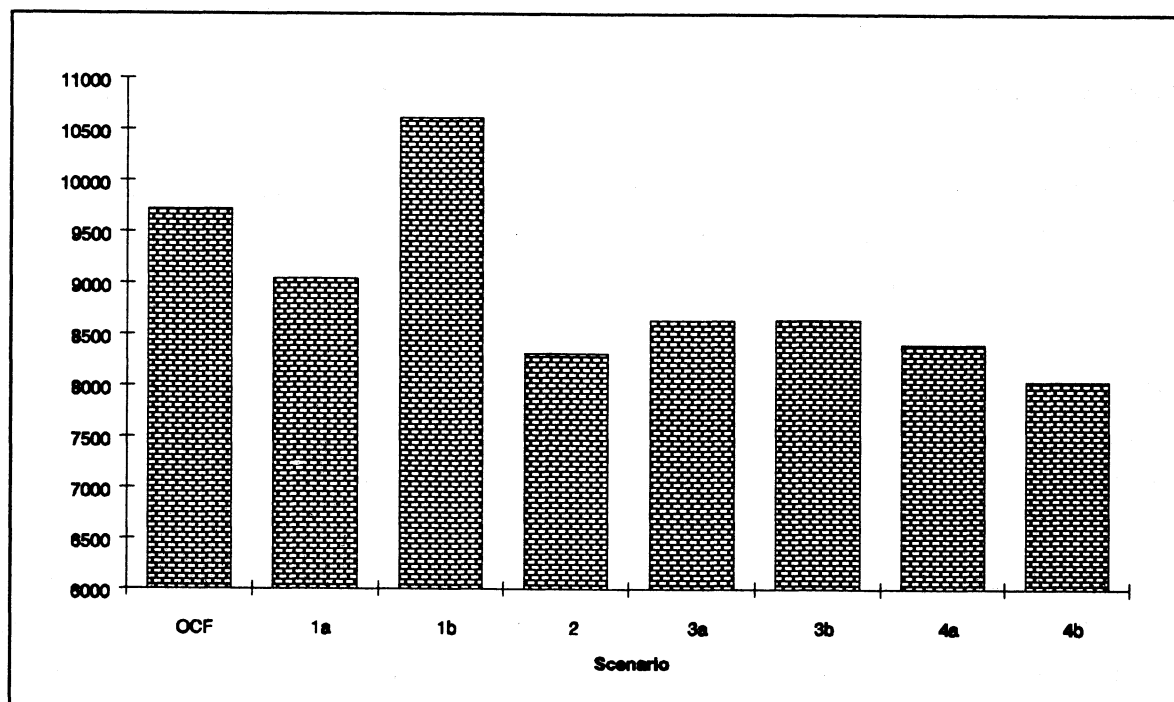
I OCF-scenariet vokser verdens totale forbruk av fossile brenslere med 1,9 prosent i gjennomsnitt per år i perioden 1990-2020. Det er bare små forskjeller i vekstraten for de ulike brenslene, slik at fordelingen av totalt forbruk av olje, gass og kull forblir uendret fram mot år 2020 (hhv. 43, 24 og 33 prosent i 1990). Fordelingen på de tre energibærerne i de alternative scenariene er også relativt lik fordelingen i OCF-scenariet. Figur 1.1 viser globalt forbruk av fossil energi i OCF-scenariet og i de alternative scenariene i år 2020. De alternative scenariene vurderer virkningene av å endre forutsetninger om økonomisk vekst, befolkningsvekst, andelen av atomkraft og fornybare energikilder i produksjonen av elektrisitet og tempoet i innføring av energisparende teknologi i enkelte u-land. En oversikt over forutsetningene i de ulike scenariene er gitt i tabell 8.1.

**Figur 1.1. Forbruk av total fossil energi i de ulike scenariene i år 2020. Millioner tonn kullekvivalenter**



I forhold til OCF-scenariet blir forbruket av fossile brenslere redusert mest i scenario 4b og økt mest i scenario 1b. I scenario 1b har en gitt alle utviklingsregionene som ikke hadde en vekst i BNP per capita på 3 prosent per år i OCF-scenariet en slik vekst. Brundtlandkommisjonen forutsatte nettopp en vekst i BNP per capita på 3 prosent per år som nødvendig for å oppnå en tilfredsstillende økonomisk utvikling. I scenario 4b har en kombinert forutsetningene fra flere av de andre alternative scenariene. Det er forutsatt en lavere økonomisk vekst i i-land sammenliknet med OCF og en større andel av elektrisiteten forutsettes produsert ved bruk av atomkraft og fornybare energikilder. Det skjer også en raskere innføring av energisparende teknologi i regionene hvor Kina og India inngår. Kina og India har et stort forbruk av fossile brenslere, kullforbruket er høyt og energieffektiviteten er lav.

Figur 1.2. Globale utslipp av CO<sub>2</sub> i de ulike scenariene i år 2020. Millioner tonn karbon



Figur 1.2 viser de globale utslipp av CO<sub>2</sub> målt som karbon i de ulike scenariene i år 2020. Størrelsen på utslippene av CO<sub>2</sub> følger i stor grad forbruket av fossile brensler i de ulike scenariene. I OCF-scenariet vokser de globale utslippene med 1,8 prosent i årlig gjennomsnitt og er i 2020 73 prosent over nivået i 1990. Utslippene av karbon er i scenario 1b 9 prosent høyere enn i OCF-scenariet. I scenario 4b er CO<sub>2</sub>-utslippene 17 prosent lavere enn i OCF-scenariet.

I avsnitt 9 sammenlignes forutsetninger og resultater basert på "World Model" med endel andre sentrale studier. Utslipet av CO<sub>2</sub> i OCF-scenariet ligger omtrent på samme nivå som referansebanen til IPCC (1990) og litt lavere enn referansebanen til ECON (1990) og Burnieux et al. (1992). Forutsetningene om økonomisk vekst i OCF-scenariet ligger imidlertid noe høyere enn i enkelte av de andre studiene. Redusert økonomisk vekst vil redusere utslippene av CO<sub>2</sub>. Reduksjonene i utslippene i de alternative scenariene til World Model i forhold til OCF-scenariet er noe mindre enn reduksjonene i ECON's alternative scenarier. Det må sies å være en relativt stor grad av overensstemmelse mellom resultatene fra de ulike modellene når det gjelder utviklingen i globale utslipp av CO<sub>2</sub>. I samtlige scenarier som er beregnet på disse modellene stiger utslippene betydelig fram mot år 2020. World Model er noe mer pessimistisk mhp. mulighetene til å redusere denne veksten i CO<sub>2</sub>-utslipp.

I avsnitt 10 oppsummeres de viktigste konklusjoner fra analysene utført med World Model. Under OCF-scenariet i World Model stiger CO<sub>2</sub>-utslippene i Utviklede markedsøkonomier med 15 prosent fra 1990 til 2020. I noen av de andre scenariene stabiliseres utslippene fra disse regionene i 2020 på 1990-nivå. Når

verdens totale forbruk av fossile brensler og utslipp av CO<sub>2</sub> likevel stiger relativt mye i alle scenarier mellom 1990 og 2020, skyldes det den sterke veksten i bruk av fossile brensler i u-land.

De u-landsregionene som har størst forbruk av fossile brensler i 1990 har alle en forventet økonomisk vekst på mellom 4 og 5 prosent i årlig gjennomsnitt fram mot år 2020. Sammensetningen av produksjonen er også ventet å endres i betydelig grad i disse regionene. Industrien, som er relativt energiintensiv, vil utgjøre en økende andel av samlet produksjon. Av stor betydning er det også at stigende inntekter og økende urbanisering fører til en sterk vekst i husholdningenes forbruk av energi.

Selv om det skjer en sterk bedring av energieffektiviteten i u-landene forventes det allikevel at forbruket av fossile brensler om lag tredobles. I 2020 forventes u-landene å stå for om lag halvparten av de globale utslippene CO<sub>2</sub>-utslippene. Utslippene per capita vil fortsatt være langt under nivået i i-landene.

Analysene utført på World Model indikerer at det er vanskelig å få til en bærekraftig utvikling slik det er lagt opp til i Brundtlandkommisjonens rapport. Det er svært vanskelig å unngå at den økonomiske veksttaket som det der forutsettes, ikke medfører en sterk økning av utslipp av CO<sub>2</sub>. Tiltak som settes i verk for å ytterligere redusere veksten i utslippene må nødvendigvis gå ut over hva som per idag regnes som "realistisk" både med hensyn til utslippsreduksjoner i i-land og en relativt massiv overføring av energisparende teknologi til u-land.

## **2. Bakgrunn**

Bakgrunnen for prosjektet er FN-rapporten "Vår felles framtid" fra Verdenskommisjonen for miljø og utvikling (1987), ledet av statsminister Gro Harlem Brundtland. Rapporten omhandler områder som befolkningsvekst, urbanisering, matvareproduksjon, energi og miljøproblemer og gjeldsproblemer. Rapporten er først og fremst et politisk dokument som gir anbefalinger om hva som bør gjøres for å løse nåværende miljø og fattigdomsproblemer, og for å unngå framtidige problemer. Kommisjonen la stor vekt på behandle utviklings- og miljøproblemer i sammenheng, men Kommisjonen hadde ikke til disposisjon et analyseverktøy som kunne behandle disse problemene innenfor en konsistent ramme.

Ved Harvard University og senere ved Institute for Economic Analysis (IEA) ved New York University ble det i midten av 1970 årene, på oppdrag fra FN, utviklet en modell for verdensøkonomien som fokuserte på de samme problemstillinger som Brundtlandkommisjonen senere tok opp. I forordet til sluttrapporten fra den opprinnelige modellen sies det at "The objective of the study was to investigate the interrelationships between future economic growth and prospective economic issues, including questions on the availability of natural resources, the degree of pollution associated with the production of goods and services, and the economic

impact of abatement policies" (Leontief et al. (1977)).

Modellen har senere vært brukt i en rekke analyser av globale forhold. I Leontief (1986) analyseres virkninger på verdensøkonomien av en massiv nedrustning. Modellen har også blitt brukt i en analyse av ressursuttømming av mineraler (Leontief (1983)). I Duchin et al (1986) brukes modellen til analyser av sammenhenger mellom automatisering og sysselsetting.

Som et ledd i arbeidet med oppfølging av Brundtlandkommisjonen ble det fra norsk side i 1987 foreslått å oppdatere og videreutvikle den opprinnelige World Model. Et slikt prosjektet ble igangsatt ved IEA på oppdrag av FN/DIESA med støtte fra den norske stat<sup>1</sup>. Formålet med prosjektet var å undersøke om de anbefalinger Verdenskommisjonen kom med er gjennomførbare dvs. om det er mulig å få til sterkere økonomisk vekst i utviklingsland uten at det fører til for store belastninger på miljøet.

Arbeidet med å videreutvikle World Model startet opp sommeren 1989 og ble avsluttet sommeren 1992. I den første fasen av prosjektet bestod arbeidet av datainnsamling for å oppdatere variable som befolkning, energibruk, makroøkonomiske variable og handelsdata. Parallelt med dette arbeidet ble også nye relasjoner for utslipp av CO<sub>2</sub>, SO<sub>x</sub> og NO<sub>x</sub> implementert i modellen. I andre fase av prosjektet har en gjennomført en rekke sektorstudier for å kunne beskrive en sannsynlig teknologisk utvikling. Resultatene av sektorstudiene har så blitt brukt til å etablere en referansebane (OCF-scenariet) fram til år 2020. Arbeidet som har vært utført i løpet av prosjektperioden er dokumentert i 10 framdriftsrapporter og en sluttrapport til FN. (Duchin et al.(1992)).

### **3. Globale modeller for økonomi - energi - miljøsammenhenger**

Det eksisterer i dag en rekke globale modeller og internasjonale modellsystemer som er egnet til å analysere ulike sider ved sammenhenger mellom økonomisk utvikling, energibruk og miljøvirkninger globalt eller for en gruppe av land. I de fleste modellene er miljøvirkningene begrenset til utslipp av drivhusgasser, men noen har også med andre virkninger. Modellene er svært ulike med hensyn til spesifiseringsnivå, tidshorisont og metodisk tilnærming. Utvikling av en modell som kan brukes til realistiske analyser av globale miljøvirkninger, dvs av sammenhenger mellom økonomisk utvikling og miljøforhold, eventuelt også sammen med andre problemstillinger, må betraktes som en svært krevende oppgave. Mye taler derfor for at et aktivt engasjement i slike problemstillinger fra norske myndigheters side bør utnytte kompetansen i internasjonale modellmiljøer. Formidling av innsikt fra andre og gjerne fra flere miljøer med ulik metodisk tilnærming kan

---

<sup>1</sup>Utgiftene ble fordelt mellom Utenriksdepartementet, Miljøverndepartementet, Bistandsdepartementet og NAVF.

kaste mer av seg enn å forsøke å bygge opp egne modeller.

Av praktiske grunner vil en måtte begrense bruk av slikt modellverktøy til svært få modeller eller modellsystemer. En kan drøfte kriterier for å velge modeller. Et opplagt kriterium er at modellen må kunne gi en tilstrekkelig detaljert og god beskrivelse av de forhold og sammenhenger en vil analysere. Dette stiller krav til spesifiseringen av energibruk og utslippsforhold og sammenhengen mellom produksjons- og konsumaktiviteter og energibruk. Globaliteten eller dekningsgraden er også av interesse. Noen modeller er helt aggregerte og spesifiserer ikke enkeltland eller landgrupper, noen spesifiserer enkelte land og dekker øvrige deler av verden mer summarisk. Et opplagt krav er selvsagt også at modellen er utprøvd og pålitelig og kjent fra andre studier.

En kan også nærme seg spørsmålet om valg av modell fra et metodisk synsvinkel. Økonomiske modeller som er relevante for de problemstillinger vi drøfter her, kan grovt deles inn i *generelle likevektsmodeller*, *kryssløpsmodeller* og *økonometriske modeller*. Hver av disse tilnærmingene har sine fortrinn og ulemper med hensyn til de aktuelle problemstillinger. *Generelle likevektsmodeller* legger - som navnet antyder - vekt på å avbilde likevektssituasjoner, dvs virkningene av endringer etter at tilpasning har funnet sted gjennom de ulike økonomiske mekanismer som modellen omfatter. Generelle likevektsmodeller er oftest forholdsvis aggregerte, men legger vekt på at helheten i økonomiske virkninger er inkludert i modellen. Det empiriske innholdet er ofte karakterisert ved at slike modeller blir *kalibrert* snarere enn estimert, dvs at skjønnsmessige vurderinger av parametre spiller stor rolle og modellens variable blir tilpasset slik at den "stemmer" i et valgt basisår. *Kryssløpsmodeller* legger vekt på detaljert beskrivelse, hovedsakelig i form av lineære relasjoner. Begrensningen til linearitet blir motvirket av detaljeringsgraden som oftest betyr muligheter for atskillig mer "utspiling" av forutsetninger og resultater. Kryssløpsmodeller er gjennomgående mer åpne enn generelle likevektsmodeller, dvs det overlates til modellbrukeren i større grad å gjøre forutsetninger med hensyn til det økonomiske helhetsbildet. Kryssløpsmodeller vil imidlertid også ha et utpreget helhetspreg. Kryssløpsmodeller vil i mindre grad representere økonomiske atferdsmekanismer, f.eks. substitusjonsforhold, men til gjengjeld legge større vekt på representasjon av teknologi i produksjons- og konsumrelasjoner. *Økonometriske modeller* legger vekt på å representere virkemåten i det økonomiske systemet som modellen avbilder. Det legges derfor stor vekt på pålitelig estimering av ulike økonomiske sammenhenger. Slike modeller er derfor best egnet til beskrive *forløpet* i et økonomisk system som følge av endringer i eksogene variable.

Beskrivelsen ovenfor av ulike modelltyper er svært skissemessig. I praksis er heller ikke skillet mellom ulike modelltyper så kategorisk som antydnet. Generelle likevektsmodeller kan ha betydelig økonometrisk innhold, det samme kan kryssløpsmodeller, og både generelle likevektsmodeller og økonometriske modeller kan ha en kryssløpskjerne som en sentral del av strukturen.

I det følgende gis en kort omtale av endel globale modeller og de viktigste resultatene fra disse modellene.

ECON (1990) bruker en modell med 9 regioner for å analysere virkninger på energimarkedene av mulige klimapolitiske tiltak på olje- og gassmarkedene. Energieterspørselen bestemmes av økonomisk vekst, energipriser, befolkningsutvikling og endring i energieffektivitet. Produksjon av vannkraft og kjernekraft er eksogen i modellen, mens totalt omfang av varmekraft og fordelingen på energibærere blir bestemt av modellen. Siden BNP inngår som eksogen variabel er det ikke mulig å bruke modellen til å anslå kostnader ved tiltak i form av redusert vekst i BNP. ECON beskriver tre scenarier i sin analyse. Det første scenariet legger vekt på økt utbygging av ikke fossile energikilder som vann- og kjernekraft, tiltak for å øke bruken av gass og redusere bruken av kull og økning i energieffektiviteten. I år 2025 vil totalt energiforbruk reduseres med 11 prosent i forhold til referansebanen. Forbruket av kull og gass vil reduseres relativt mer enn forbruket av olje. Grunnen til at forbruk av gass reduseres mer enn olje er at flere oljeanvendelser ikke berøres av effektivitetsforbedringene og at andelen olje til varmekraftproduksjon er langt lavere enn for gass. Utslippene av CO<sub>2</sub> reduseres med om lag 13 prosent i forhold til referansebanen i år 2025. Det andre scenariet beskriver virkningene av å innføre en karbonskatt på 125\$/tonn karbon. Kull er den energibæreren som blir redusert mest i dette scenariet fordi kull har høyest karboninnhold. Den relative reduksjonen i gass er også i dette tilfellet større enn reduksjonen i olje. Grunnen til dette er at gassprisen i utgangspunktet er relativt lav og karbonskatten vil da føre til at gassprisen øker relativt mer enn oljeprisen til tross for at olje har et høyere karboninnhold. Utslippene av CO<sub>2</sub> er om lag 12 prosent lavere i skattescenariet enn i referansebanen i år 2025. I det siste scenariet ser en på hvor høye CO<sub>2</sub>-skattene må være for å oppnå henholdsvis regional og global stabilisering innen år 2000 på 1987 nivå. For å oppnå regional stabilisering i endel av utviklingslandene kreves det ekstremt høye skatter (over 1000 \$/tonn karbon i 2025). En global stabilisering krever en skatt på 360 \$/tonn karbon for alle regioner i 2025.

Burnieux et al. (1992) bruker GREEN-modellen til å analysere virkninger på energibruk og utslipp av CO<sub>2</sub> av forskjellige tiltak for å redusere utslipp av CO<sub>2</sub>. GREEN-modellen spesifiserer 12 regioner og substitusjon mellom ulike energibærere og mellom energi og arbeidskraft er eksplisitt modellert. Substitusjonselastisiteten mellom ulike energibærere varierer mellom sektorer, men er lik for for alle regioner. En substitusjonselastisitet på 1,2 betyr at en økning i det relative prisforholdet mellom f.eks. kull og gass på en prosent, fører til en økning i det relative forholdet mellom gass og kull 1,2 prosent. Autonom bedring i energieffektiviteten er satt til 1 prosent per år for alle sektorer i alle regioner. Burnieux et al. gjennomfører en rekke scenarier ved hjelp på modellen. Det første scenariet viser virkninger av at OECD-landene ensidig stabiliserer sine CO<sub>2</sub>-utslipp på 1990 nivå innen år 2000. Utslipp av CO<sub>2</sub> fra OECD landene vil da bli redusert med 43 prosent i forhold til referansebanen i år 2050. Globalt vil imidlertid utslippene bare reduseres med 11 prosent pga. høy vekst i utslipp fra land utenfor OECD området. Kostnadene for OECD-landene for å oppnå dette målet er svært små, realinntekten målt i nåverdi reduseres bare med 0,6 prosent. Et annet scenario beskriver en Toronto-type avtale om visse prosentvise reduksjoner av utslippene av CO<sub>2</sub>. Utslippene i dette scenariet reduseres med 2/3 i

forhold til referansebanen. En slik avtale er imidlertid ikke kostnadseffektiv siden den marginale kostnaden ved å redusere utslippene varierer betydelig mellom regionene. I et scenario har en derfor sett på virkningene av å introdusere en *lik* karbon-skatt (140\$/tonn karbon) for alle land. Utslippsreduksjonene blir da størst i de regionene hvor det er billig å redusere utslippene (kull-baserte utviklings-økonomier) og minst i OECD land hvor det vil koste mye å redusere utslippene. En slik avtale vil føre til betydelige velferdstap for de regionene som må rense mest og disse regionene vil sannsynligvis kreve kompensasjon for å gå med på dette. I et scenario har en derfor sett på virkningen av en CO<sub>2</sub>-skatt når det er muligheter for handel med utslippstillatelser. I tilfellet med handel med utslippstillatelser vil fordelingen av tapene være mer jevnt fordelt mellom OECD-land og land utenfor OECD området enn i tilfellet uten handel. Noen følsomhetsanalyser mht. substitusjonselastisiter og energieffektivitet er også gjennomført. En halvering av substitusjonselastisiteten mellom ulike energiformer redusere de globale utslippene med 13 prosent i år 2050. En halvering av raten for autonom vekst i energieffektiviteten medførte at globale utslipp økte med 11 prosent i 2050. Dette viser hvor følsomme denne type modeller er for endringer i sentrale parametre.

IPCC (1990) bruker en modell som er utviklet av Edmonds og Reilly (1983). Modellen beskriver både tilbuds- og etterspørselssiden i energimarkedene. Tilbudet av fossile brensler er modellert ved en enkel ektstrapoleringsmodell som ikke inneholder adferdsmessige relasjoner. Etterspørselen etter de forskjellige energitypene blir bestemt av befolkning, BNP og priser på energi. IPCC beskriver fire scenarier med ulike antagelser om tiltak mot klimaeffekter. I det såkalte "Business As Usual" scenariet iverksettes det få tiltak for å begrense utslippene av klimagasser. I "Low Emissions Scenario" forutsettes det at sammensetningen av forbruket av fossile brensler endres i retning av naturgass og at en får en sterk økning i energieffektiviteten. Avskogingen stoppes opp og utslippene av KFK reduseres med 50 prosent i forhold til 1986 nivå. Det neste scenariet er kalt "Control Policies Scenario" og en antar her en sterk overgang til fornybare energikilder og sikker kjernekraft. I det siste scenariet "Accelerated Policies Scenario" antar en en raskere overgang til fornybare energikilder og kjernekraft samt at det føres en streng utslippskontroll i industriland og en moderat vekst i utslipp fra utviklingsland.

Whalley og Wiggle (1990) bruker en global generell likevektsmodell med 6 regioner for å beregne størrelsen på karbonskatter som er nødvendig for å oppnå visse utslippsmål. De ser på 4 forskjellige muligheter for å introdusere karbonskatter. I alle tilfellene ser en på en 50 prosents reduksjon av utslipp av CO<sub>2</sub> i forhold til referansebanen. I det første tilfellet blir det innført en *nasjonal* skatt på *produksjon* av fossil energi. Dette vil gi en stor velferdgevinnt for land som produserer fossile brensler, mens utviklingsland og OECD-landene vil tape. I det andre scenariet blir det innført en *nasjonal* skatt på *konsum* av fossil energi. Dette fører til et stort velferdstap for produsentland og en viss velferdsøkning for Japan og EF. I det tredje scenariet blir det innført en *global* skatt på konsum eller produksjon slik at skatten blir lik i alle regioner. Inntektene fra skatten går i dette tilfellet til et internasjonalt organ som igjen fordeler inntektene til de forskjellige regionene avhengig av folkemengde. Velferdstapet i dette tilfellet vil bli stort for produsenter av fossilt brensel og for USA, mens



utviklingslandene vil få en viss velferdsøkning i dette scenariet. I det siste scenariet innføres *nasjonale* skatter på *konsum* av fossil energi for å oppnå det samme per capita konsum av fossil energi i alle regioner. Dette fører til store velferdstap for USA og oljeeksporterende land, mens utviklingslandene vil få det minste velferdstapet. Den viktigste konklusjonen fra denne studien er at velferdsvirkningene av karbonskatter varierer svært mye mellom regioner avhengig av om de innføres som *produksjonsskatter* eller *konsumskatter* og hvem som mottar inntektene fra skattene.

Manne og Richels (1990a) bruker modellen ETA-MACRO for å studere virkninger på amerikansk økonomi av en utslippsskranke for CO<sub>2</sub>. Kjernen i modellen er en aggregert produktfunksjon hvor innsatsfaktorene er arbeidskraft, kapital, elektrisitet og ikke-elektrisk energi. Manne og Richels antar at substitusjonselastisitetene mellom arbeidskraft og kapital og mellom elektrisk og ikke-elektrisk energi er 1, mens substitusjonselastisiteten mellom arbeidskraft-kapital og energi er 0,4. Produktfunksjonen inneholder også en parameter for autonom (ikke pris induisert) energieffektivisering. Modellen løses over en meget lang tidshorison, helt fram til år 2100. Ved å innføre en utslippsskranke på 80 prosent av nivået i 1985 innen 2020 analyserer de virkninger på makroøkonomiske hovedstørrelser og energibruk ved å kombinere forskjellige forutsetninger om hvilke teknologier som vil være tilgjengelige og veksten i energieffektiviseringen. Dersom den autonome energieffektiviseringen blir satt til 0 vil totalt konsum i år 2030 reduseres med 5 prosent i forhold til referansebanen. Dersom energieffektiviseringen vokser med én prosent per år vil reduksjonen i konsumet bli om lag halvert. Manne og Richels finner også at CO<sub>2</sub>-skatten blir redusert kraftig dersom nye teknologier for elektrisitetsproduksjon blir tatt i bruk. I Manne og Richels (1990b) utføres flere følsomhetsanalyser med den samme modellen. I denne studien lar de den årlige bedringen i energieffektivitet variere fra 0 til 1,5 prosent samtidig som de forutsetter forskjellige mengder av ikke fossil baserte energikilder. Resultatene viser at kostnadene ved en utslippsskranke varierer svært mye avhengig av forutsetninger om raten for energieffektivisering og tilgangen på ikke fossil energi.

Felles for alle disse modellene er at de fokuserer på modellering av atferd og muligheter for substitusjon på bekostning av en detaljert sektor- og regioninndeling og modellering av teknologisk framgang. Teknologisk endring er i alle modellene relativt summarisk behandlet ved at en antar en konstant forbedring av energieffektiviteten i alle år. Følsomhetsanalysen foretatt på GREEN modellen viste at karbonskatten måtte fordobles når endringen i energieffektivitet reduseres fra 1 prosent per år til 0,5 prosent per år.

Parameterestimaterne som er brukt i disse modellen er hentet fra økonometriske studier av energisubstitusjon, produksjonsstruktur etc. De estimerte substitusjonselastisiteter kan strengt tatt bare si noe om atferden til aktørene så lenge prisene befinner seg innenfor det historiske variasjonsområdet. Introduksjon av karbonskatter på fossile brensel for å redusere utslippene av CO<sub>2</sub> kan føre til at prisene til sluttforbruker blir langt høyere enn det som har vært observert historisk. En bør derfor være varsom med å tolke resultatene når energiprisene blir svært mye høyere enn det som har vært tilfellet historisk.

I noen modeller antas det like substitusjonselastisiteter mellom energibærere for rike regioner og utviklingsregioner. Dette er antakeligvis lite realistisk fordi utviklingsland vil ha langt mer begrensede muligheter for substitusjon. En av årsakene til dette er at energiforbruket i utviklingsland dekker mer grunnleggende behov som det er vanskelig å substituere seg bort fra.

## 4. World Model

World Model følger en litt annen tradisjon enn de foran nevnte modeller, ved å være en ren kryssløpsmodell eller "input-output" modell. Kryssløpsmodeller av denne typen gjør det mulig med en svært detaljert inndeling av økonomien i sektorer samtidig som makroøkonomiske sammenhenger blir ivare tatt. Teknologien i en gitt sektor bestemmer hvor mye som må til av innsatsfaktorer fra andre sektorer for å produsere en gitt mengde.

Modellen er altså svært detaljert med hensyn til sektorinndeling, men produksjonsteknologien er relativt enkel i den forstand at det ikke er modellert noen eksplisitte substitusjonsparametre, og at det er få atferdsmessige sammenhenger. Selv om eksplisitte substitusjonsparametre ikke er modellert betyr ikke dette at det ikke finner sted substitusjon i det hele tatt i modellen. Ved å endre innsatskoeffisienter i henhold til informasjon om nye teknologier får en substitusjon ved at nye produksjonsteknologier benytter innsatsfaktorene i et annet forhold enn ved de gamle teknologiene. Et annet forhold som kan gjøre det rimelig å bruke faste koeffisienter er at substitusjonsmulighetene i utviklingsland er mye mer begrensede enn i de rikere landene. Modellen kan sees på som et regnskapssystem som gjør det mulig å holde kontroll på en rekke økonomiske, ressurs og miljøvariable samtidig. Basisår for modellen er 1990 og den løses for hvert tiår fram til år 2020.

### 4.1 Regionalisering

World Model er en region-modell med 16 regioner. Regioninndelingen er foretatt etter kriterier som BNP per capita og geografisk beliggenhet. Inndelingen tok også hensyn til beholdninger av naturressurser og økonomisk system (markedsøkonomi eller sentralt planlagt). Et viktig mål i arbeidet med den nye modellen var å studere sammenhengen mellom økonomisk utvikling og konsekvenser for miljøet. Det var derfor nødvendig med en regionalisering som definerte flere typer av utviklingsland. Særlig var det viktig å få skilt ut de nyindustrialiserte landene som har hatt en langt sterkere vekst enn andre utviklingsland og de fleste i-land. Tabell 4.1 gir en overikt over regionene og deres respektive bruttonasjonalprodukt og befolkningsstørrelse. En oversikt over hvilke land som inngår i de ulike regionene er gitt i appendikset.

**Tabell 4.1. Regioner, bruttonasjonalprodukt og befolkning i World Model**

	BNP Mrd. 1970 US \$	Total befolkning. Mill.	BNP/capita \$
1. Nord-Amerika . . . . .	2021	280	7218
2. NIC-land i Latin-Amerika . . . . .	229	287	798
3. Lav-inntektsland i Latin-Amerika . . . . .	64	139	460
4. Høy-inntektsland i Vest-Europa . . . . .	1170	297	3939
5. Andre Vest-Europeiske land . . . . .	161	140	1150
6. Tidligere Sovjet-Unionen . . . . .	386	117	3299
7. Øst-Europa . . . . .	571	288	1983
8. Kina m.v. . . . .	365	1161	314
9. Japan . . . . .	474	124	3823
10. NIC-land i Asia . . . . .	169	327	517
11. Lav-inntektsland i Asia . . . . .	222	1319	168
12. OPEC-land . . . . .	90	247	364
13. Nord Afrika og Midt-Østen ellers . . . . .	61	225	271
14. Afrika sør for Sahara . . . . .	35	261	134
15. Sør-Afrika . . . . .	30	41	731
16. Oceania . . . . .	81	28	2893

#### 4.2 Sektorinndeling

Modellen inneholder 4 sektorer for jordbruksproduksjon, 9 sektorer for produksjon av mineraler og råvarer, 22 industrisektorer og også sektorer for bygg og anlegg, transport og tjenesteyting. I alt er det 43 sektorer for hver region. En oversikt over alle produksjonssektorene er gitt i appendikset.

#### 4.3 Produksjonsstruktur

Produksjonsstrukturen i hver region er beskrevet ved en kryssløpsmodell for hver av regionene. Modellen inneholder ikke produktfunksjoner som eksplisitt modellerer substitusjon mellom innsatsfaktorer. Produksjonsstrukturen endres ved at kryssløpskoeffisientene endres over tid i regionen. Fire metoder er benyttet for å framskrive koeffisientene i modellen:

1. Konstant
2. Inntektsavhengig
3. Endres med ressurstømming
4. Spesielle framskrivninger

For mange land eksisterer det ikke kryssløpstabeller og de land som publiserer slike tabeller gjør det ofte med forskjellige sektorinndeling. Det ville innebære års arbeid å få tabellene på sammenlignbar form og en valgte derfor å estimere kryssløpskoeffisientene for mange av regionene ved å la koeffisientene avhenge av inntekt per capita. Estimeringene ble foretatt på tverrsnittsdata for en gruppe land. Framskrivninger av koeffisientene ble gjort ved å ta hensyn til regional inntekt per capita og endringer i teknologi.

#### **4.4. Konsum**

Gitt eksogene anslag for befolkningsutviklingen og utvikling i BNP i hver region bestemmes BNP per capita. Konsum bestemmes deretter som en funksjon av BNP per capita. Når BNP per capita øker i en region vil sammensetningen av konsumet endres i retning av konsummønsteret i de rikeste regionene.

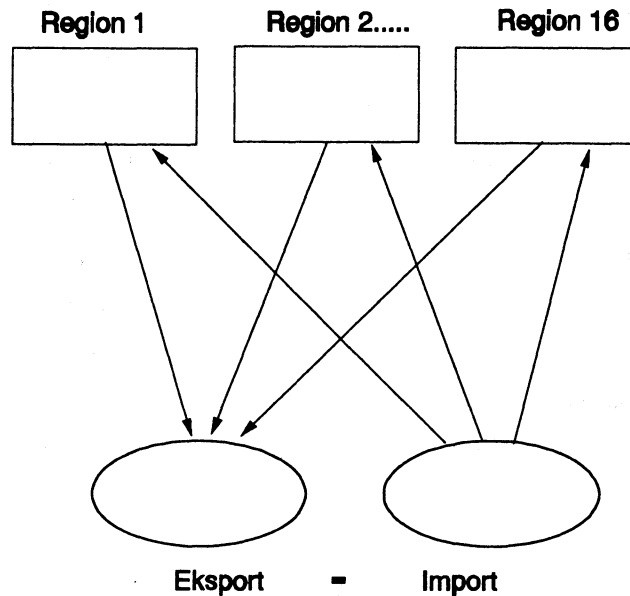
#### **4.5 Investering og kapital**

Kapitalbeholdning blir bestemt ved å multiplisere sektorproduksjon med kapitalkoeffisienter. Replaseringsinvesteringer blir bestemt som en fast andel av kapitalbeholdningen. Investeringer for å utvide kapasiteten blir bestemt ved differansen mellom kapitalbeholdningen i inneværende år og kapitalbeholdningen for ti år siden.

#### **4.6 Internasjonale transaksjoner**

Modellen bestemmer ikke bi-regional handel, istedet benytter en seg av såkalte "trading pools". Dette betyr at all eksport av en vare går til en "export pool" for denne varen og all import av varen blir trukket ut fra en "import pool". Eksport av en bestemt vare fra en region utgjør en bestemt andel av verdens totale eksport av denne varen. Importandelene, som er eksogene i modellen, er definert som import av varen delt på innenlandsk produksjon av varen. Tilsvarende modellering brukes for overføringer (U-hjelp) og kapitalbevegelser. Overskudd/underskudd på driftsbalansen blir så bestemt som nettoeksport pluss nettostønader pluss netto kapitalstrøm fra utlandet. Modellen sørger for at det er likhet mellom samlet eksport av en vare og samlet import av en vare.

**Figur 4.1. Internasjonal handel i World Model**



#### **4.7 Energibruk og utslipp til luft**

Sentrale relasjoner i modellen er sammenhengene mellom økonomisk vekst, energibruk og utslipp til luft. Forbruk av energi i hver enkelt sektor blir bestemt ved at det for å produsere en enhet av en vare kreves en bestemt mengde energi. Energikoeffisientene i basisåret blir bestemt av faktisk energibruk og produksjon, mens energikoeffisientene i framtidige år blir bestemt av hva en antar om utviklingen av energieffektiviteten i sektoren.

Det er laget utslippsrelasjoner for CO<sub>2</sub> (målt som karbon), svoveldioksider SO<sub>x</sub>, og nitrogenoksider NO<sub>x</sub>. Region og sektorspesifikke utslippskoeffisienter gir utslippsnivåer for alle de tre komponentene. Særlig for utslipp av NO<sub>x</sub> er det viktig med en detaljert sektorinndeling fordi utslippene avhenger av forbrenningsteknologi i kapitalutstyret. Tidligere erfaring fra utviklede land viser også at endringer i utslipp av SO<sub>x</sub> og NO<sub>x</sub> for det meste kan forklares av teknologiske faktorer. Mens mange studier har fokusert på utslipp av CO<sub>2</sub> i forbindelse med den pågående debatten omkring drivhuseffekten ser denne studien også på tradisjonelle luftforurensingskomponenter som SO<sub>x</sub> og NO<sub>x</sub>. Virkningene av disse komponentene er av en mer lokal karakter, men som framskrivningene av befolkningen viser vil en større og større del av befolkningen i utviklingslandene leve i byer hvor de er mer utsatt for luftforurensinger enn i spredtbygde strøk. Allerede i dag opplever en i mange byer i utviklingsland alvorlige helseskader som følge av lokal luftforurensing.

#### 4.8 Vurdering av modellen

En svakhet ved modellen er at det legges liten vekt på å modellere atferdsmessige relasjoner. Dette henger delvis sammen med at representasjonen av prissiden i modellen er relativt svak. Neoklassisk økonomisk teori legger stor vekt på at aktørene i en økonomi opptrer rasjonelt og reagerer på endringer i relative priser. Neoklassisk teori vektlegger mulighetene for *substitusjon* mellom innsatsfaktorer i produksjonen av en vare og substitusjon i konsumet mellom flere konsumvarer. I World Model vil ikke endringer i relative priser føre til endringer i sammensetningen av innsatsfaktorer og sammensetningen av konsumet. Det eneste området endringer i relative priser vil påvirke er driftsbalansen overfor utlandet. Modellen inneholder imidlertid noe atferdsrelasjoner siden sammensetningen av produksjon og konsum blir bestemt av BNP per capita. Når BNP per capita i fattige regioner øker vil produksjons- og konsumstruktur endres i retning av strukturen i de rikere regionene. Denne kritikken av manglende modellering av substitusjon rammer imidlertid alle rene kryssløpsmodeller og er altså ikke spesielt for World Model. I Norge har en gjennom mange år brukt en modell av lignende type, MODIS, til utforming av nasjonalbudsjettet og for andre typer planleggingsformål.

Styrken ved denne type modeller ligger først og fremst i mulighetene for å spesifisere detaljerte teknologier i de enkelte sektorer og at en tar hensyn til indirekte virkninger av økte sluttleveringer. Dersom en øker sluttleveringene av en bestemt vare vil den produksjonssektoren som produserer varen øke sin etterspørsel etter innsatsfaktorer fra andre sektorer. Disse vil igjen øke sin etterspørsel etter andre innsatsfaktorer. Kryssløpsmodelleringen innebærer at en får tatt hensyn til alle disse *indirekte* virkningene av en endring i sluttleveringene. Den detaljerte sektorinndelingen gjør det mulig å gå inn på sektorstudier hvor en kan beregne virkninger av innføring av nye teknologier i en eller flere sektorer. Med teknologier menes i denne sammenheng hvor mange enheter som trengs av en innsatsfaktor for å produsere en bestemt vare. Spesielt viktig i denne studien er selvfølgelig å studere virkningen av mer energieffektive teknologier, men også teknologier som innebærer mindre bruk av andre innsatsfaktorer vil være viktig. Kryssløpsmodelleringen gjør nemlig at redusert etterspørsel etter en innsatsfaktor fra en sektor innebærer redusert produksjon i den sektoren som produserer innsatsfaktoren. Redusert produksjon i denne sektoren vil igjen føre til redusert etterspørsel etter energi.

### 5. Makroøkonomiske hovedforutsetninger

Tabell 5.1. viser forutsetninger om vekst i BNP, total befolkning og urban befolkning under OCF- (Our Common Future) scenariet.

**Tabell 5.1. Gjennomsnittlig vekstrate i perioden 1990-2020 for BNP, total befolkning og urban befolkning i OCF-scenariet.**

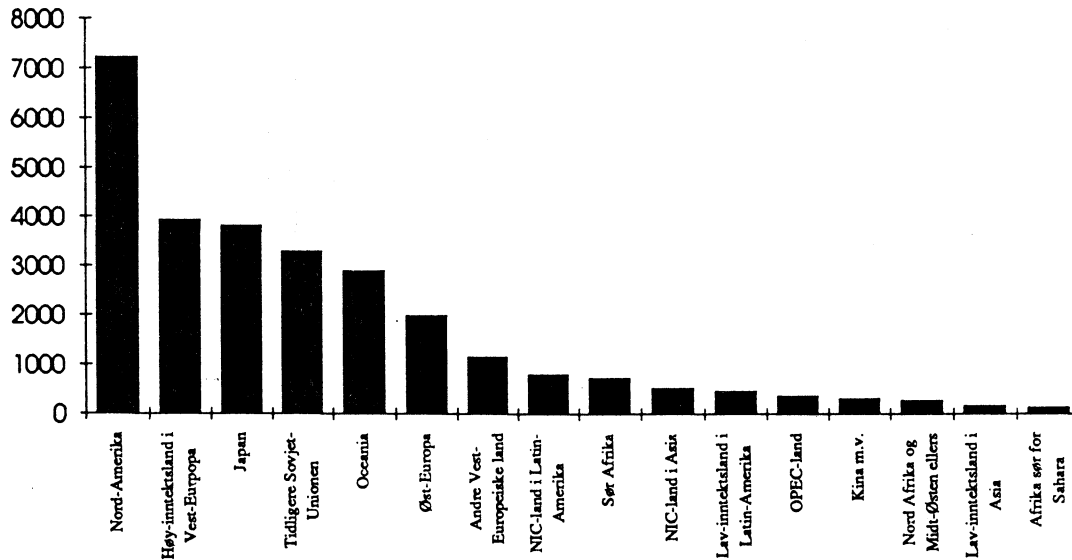
	<b>BNP</b>	<b>Total befolkning</b>	<b>Urban befolkning</b>
Nord-Amerika . . . . .	2,7	0,6	0,7
NIC-land i Latin-Amerika . . . . .	4,1	1,6	2,1
Lav-inntektsland i Latin-Amerika . . . . .	3,8	1,8	2,5
Høy-inntektsland i Vest-Europa . . . . .	2,6	0,0	0,2
Andre Vest-Europeiske land . . . . .	3,3	0,8	1,4
Øst-Europa . . . . .	3,1	0,3	0,8
Tidligere Sovjet-Unionen . . . . .	2,7	0,6	0,8
Kina m.v. . . . .	4,6	0,9	2,9
Japan . . . . .	3,5	0,2	0,3
NIC-land i Asia . . . . .	4,7	1,1	2,6
Lav-inntektsland i Asia . . . . .	4,9	1,8	3,7
OPEC-land . . . . .	3,3	2,8	4,0
North Africa & Other Middle East . . . . .	3,2	2,3	3,6
Afrika sør for Sahara . . . . .	3,5	3,0	4,8
Sør-Afrika . . . . .	1,5	2,0	3,3
Oceania . . . . .	2,7	1,2	1,4
Verden . . . . .	3,2	1,4	2,4

Tabell 5.1. viser at de asiatiske og latin amerikanske regionene antas å få den sterkeste veksten i perioden 1990-2020. Vekstratene i de rikeste regionene ligger stort sett lavere enn vekstratene i utviklingsregionene. Viktige eksogene variable i modellen er total og urban befolkning i de enkelte regionene. Befolkningsvekst er en drivende kraft bak økonomisk vekst, energibruk, forurensing og ressursuttømming. Befolkningsdata har blitt samlet inn for alle land og aggregert opp til regionene i World Model. Framskrivninger av befolkningen for hvert land er hentet fra FN (1988) som angir tre alternative baner for befolkningsutviklingen fram til 2025. Tabell 5.1. viser de gjennomsnittlige årlige vekstratene for total og urban befolkning som ventes i perioden 1990-2020 ut fra FN's mellomalternativ. Tabellen viser at vekstratene for urban befolkning vil være langt høyere enn for total befolkning. I regionen Afrika sør for Sahara vil vekstraten for total befolkning være på omkring 3 prosent per år, mens den urbane befolkningen antas å vokse med nesten 5 prosent per år fram til år 2020. De to folkerikeste regionene antas ikke å få særlig høye vekstrater for total befolkning, men

tabellen viser at veksten i urban befolkning ventes å bli på nærmere 3 prosent per år for Kina m.v. og nesten 4 prosent per år for Lav-inntektsland i Asia. Det er grunn til å understreke at FN ikke sier noe om hvilket vekstalternativ som anses som mest sannsynlig. I OCF-scenariet er FN's mellomalternativ brukt.

Figur 5.1. viser BNP per capita for alle regionene i World Model i 1990.

Figur 5.1. BNP per capita fordelt på World Model regioner i 1990. 1000 1970 US \$



Nord-Amerika er den regionen med høyest BNP per capita fulgt av Høy-inntektsland i Vest-Europa og Japan. BNP per capita for Øst-Europa og tidligere Sovjet-Unionen er antakeligvis for høye fordi konverteringen fra lokale valutaer til US \$ er basert på offisielle valutakurser som er urealistisk høye. De fattigste regionene er Kina m.v., Nord-Afrika, Lav-inntektsland i Asia og Afrika sør for Sahara.

Driftsbalanser er målt i 1980 priser i 1980 og 1987 priser i 1990. I alle påfølgende perioder forutsettes prisene å være uendret med unntak av prisene på fossile brensler. Det forutsettes at prisen på råolje er stigende i perioden 1990 til 2020, og at prisen når \$44 per fat (1987-priser) i 2020. Det forutsettes at de oljerike land vil fortsette å stå for 70 prosent av nettoeksporten av råolje, mens NIC-land i Latin-Amerika vil øke sin andel fra 15 prosent i 1990 til 20 prosent i 2020. Andelen til tidligere Sovjet-Unionen er antatt å falle til 4 prosent i 2020, sammenliknet med 10 prosent i 1990.

Under OCF forutsettes det en opptrapping av u-hjelpen målt som andel av giverlandenes BNP. Tabell 5.2 viser u-hjelp som andel av giverlands BNP for historiske år og for perioden fram til 2020.



**Tabell 5.2 U-hjelp som prosent av giverlandenes BNP**

	1970	1980	1990	2000	2010	2020
Nord-Amerika . . . . .	0,32	0,25	0,20	0,40	0,60	0,80
NIC-land i Latin-Amerika . . . . .	0,00	0,00	0,00	0,10	0,10	0,10
Høy-inntektsland i Vest-Europa . . . . .	0,42	0,48	0,50	0,60	0,80	1,00
Andre Vest-Europeiske land . . . . .	0,00	0,08	0,15	0,20	0,25	0,30
Øst-Europa . . . . .	0,00	0,06	0,10	0,10	0,30	0,40
Tidligere Sovjet-Unionen . . . . .	0,25	0,14	0,10	0,10	0,30	0,40
Kina m.v. . . . .	0,45	0,09	0,04	0,05	0,05	0,05
Japan . . . . .	0,22	0,30	0,31	0,40	0,60	0,80
NIC-land i Asia . . . . .	0,00	0,00	0,00	0,10	0,10	0,10
Lav-inntektsland i Asia . . . . .	0,05	0,10	0,08	0,05	0,05	0,05
OPEC-land . . . . .	3,00	4,50	5,80	3,00	3,00	3,00
Oceania . . . . .	0,55	0,40	0,33	0,40	0,60	0,80

Det forutsettes at Afrika sør for Sahara vil øke sin andel som mottaker av total u-hjelp fra 35 prosent i 1990 til 40 prosent i 2020. De andre store u-hjelpsmottakerne i 2020 forventes å være Lav-inntektsland i Latin-Amerika og Nord-Afrika og Midt-Østen ellers, begge med 10 prosent, og Kina m.v. og Lav-inntektsland i Asia med henholdsvis 14 og 15 prosent.

## 6. Forutsetninger om energiintensive sektorer og utslipp til luft

Formålet med OCF-scenariet har vært å vurdere sannsynlig utvikling i energibruk og utslipp av CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> og SO<sub>x</sub>. Med bakgrunn i dette formålet har følgende områder blitt studert spesielt:

- Koeffisienter for utslipp til luft
- Elektrisitetsproduksjon
- Energisparing i industrien
- Metallprosessering og industrielt metallforbruk
- Bygg- og anleggsbransjen
- Sementindustrien
- Treforedling
- Kjemisk industri
- Husholdningenes energiforbruk
- Transport

### 6.1 Koeffisienter for utslipp til luft

En av de sterke sidene ved modellen er den detaljerte beskrivelsen av utslipp til luft, med utslippskoeffisienter knyttet til de ulike sektorens anvendelse av fossile brensler. Denne detaljgraden i modellen har gjort det mulig

å bygge på teknisk litteratur og integrere tekniske data og økonomiske faktorer i modellen, og det er lagt ned et betydelig arbeid i å lage utslippskoeffisienter for karbondioksid og svovel- og nitrogenoksider etter region, sektor og type fossilt brensel.

Sammenhengen mellom bruk av fossile brensler og utslipp av karbondioksid er betydelig enklere enn sammenhengen mellom bruk av fossile brensler og utslipp av svoveldioksid og nitrogenoksider. Mens det er laget mange ulike projeksjoner for utslipp av karbondioksid, er det laget få projeksjoner for de andre, og da kun for enkelte regioner. Arbeidet her representerer således noe nytt.

### *Karbondioksid*

Utslippskoeffisienter for karbondioksid målt i tonn karbon per tonn av kullekvivalent er blitt beregnet som produktet av karboninnholdet i brenselet og andelen av brenselet som er blitt oksidert (det er for tiden ingen praktisk metode for å fjerne karbon fra avgasstrømmen).

Hovedtypene av fossile brensler, olje, kull og naturgass, har svært forskjellig karboninnhold i forhold til energiinnhold. Karboninnholdet er høyest for kull og lavest for naturgass, mens forskjellene er relativt små mellom ulike brenselkvaliteter innenfor hver av hovedgruppene. Dette har gjort at en har benyttet ett og samme tall for alle brensler innenfor hver hovedgruppe i alle regioner, sektorer og tidsperioder. Mens andelen av karbon som blir oksidert i naturgass og kull er anslått å være 99 prosent er andelen for olje anslått til å være 92 prosent p.g.a. andelen av olje som benyttes til andre formål enn energi. Utslippskoeffisientene for kull, olje og naturgass er anslått til h.h.v. 0,697, 0,576 og 0,399 tonn karbon/tonn kullekvivalent (tc/tce).

### *Svoveldioksider*

Ukontrollerte utslipp av svoveldioksider avhenger direkte av svovelinnholdet i brenselet. Variasjoner i svovelinnhold kan være relativt store, fra 1 til 7 prosent i kull og fra 1 til 4 prosent i råolje. Prosessering av brenselet før brenning kan redusere svovelinnholdet betraktelig. I naturgass blir svovelet fjernet under prosessering, og raffinering fjerner mye av svovelet i oljen. Kull har det høyeste gjennomsnittlige svovelinnholdet av de fossile brensler, gjennomgår minst rensing og er den største kilden for utslipp av svoveldioksider. Rensing av kull, som foregår i varierende grad i utviklete økonomier klarer bare å fjerne 10-60 prosent av svovelinnholdet.

Utslippskoeffisientene for svoveldioksider er et produkt av 4 faktorer; svovelinnholdet i brenselet, tonn brensel per tonn kullekvivalent, tonn dannet  $SO_x$  per tonn av svovel i brenselet og andelen av svovelet som ikke blir fjernet gjennom rensing.

Sammenhengen mellom svovelinnhold og dannelse av  $SO_x$  varierer lite mellom regioner for kull. Utslippsfaktorene er fra 1,75 til 1,95 tonn svoveldioksid per tonn svovel inneholdt i brenselet. Faktoren avhenger av forbruket av antrasitt i forhold til brunkull. I brunkull bindes en større andel av svovelet i asken enn for antrasitt. De europeiske regionene og Oceania er de regionene med høyest andel brunkull. Svovel og energiinnhold i kull er relativt homogent innen regioner, men varierer betydelig mellom regioner. Blant industrialiserte regioner har Japan det laveste svovelinnholdet per tonn kullekvivalenter, 1 prosent, mens Andre Vest-Eurpeiske land har 4,6 prosent og Øst-Europa 3,5 prosent i 1980.

P.g.a. økt bruk av kull med lavere svovelinnhold og vasking av kull har svovelinnholdet blitt redusert, spesielt i de utviklete regioner det siste tiåret. Videre nedgang forventes p.g.a. økt bruk av kull med lavere svovelinnhold. Økning av vasking fra nær null til 100 prosent i 2020 forventes å redusere svovelinnholdet med 30 prosent i Øst-Europa, Tidligere Sovjet-Unionen, Kina m.v. og Lav-inntektsland i Asia.

Energiinnholdet i ulike oljeprodukter er relativt likt og sammenhengen mellom svovelinnhold og dannelse av  $SO_x$  er det samme for ulike typer, men svovelinnholdet i oljeprodukter varierer betydelig avhengig av produkttype. For hver produkttype med unntak av de aller tyngste oljeproduktene er det relativt små regionale variasjoner. I beregning av svovelinnhold er sektorene i hver region satt sammen til 7 hovedgrupper som kraftproduksjon, transport o.s.v., og en har beregnet sammensetningen av oljeforbruket, for å beregne gjennomsnittlig svovelinnhold i oljeforbruket i hver sektor.

De tyngste og samtidig mest svovelrike oljeproduktene benyttes i kraftproduksjon og industri, som står for hovedtyngden av  $SO_x$  utslipp ved forbrenning av oljeprodukter. I kraftproduksjonen varierte svovelinnholdet mellom 0,8 til 2 prosent mellom regionene i 1980, det laveste svovelinnholdet finner en i transportsektoren i i-land, hvor innholdet er under 0,2 prosent. I de fleste u-landsregioner er svovelinnholdet i oljeforbruket i denne sektoren 0,8 prosent.

Det gjennomsnittlige svovelinnholdet i oljeprodukter har blitt redusert i i-landene det siste tiåret gjennom overgang til lettere oljeprodukter gjennom økt prosessering, og gjennom fjerning av svovel fra tung fyringsolje under raffineringprosessen, noe som i Høy-inntektsland i Vest-Europa har redusert svovelinnholdet fra 2 til 1 prosent gjennom 80-tallet.

Renseanlegg kan fjerne opptil 90 prosent av svovelen i avgassene fra forbrenningsprosessen. I 1990 hadde Japan fullt utbygd rensning i kraftsektoren, mens Nord-Amerika og Høy-inntektsland i Vest-Europa renses 20 prosent. Det forventes at de fleste andre industriland vil starte å rense, og nå 20-25 prosent rensegrad i 2020. I industrien har en ligget etter kraftproduksjonen i rensetiltak, men også her forventes det økende rensing.

### *Nitrogenoksider*

Mens den overveiende delen av svoveldioksidutslippene kommer fra stasjonære kilder, står transportsektoren for en betydelig andel av utslippene av nitrogenoksider. 51 prosent av utslippene i USA i 1980 kom fra forbrenning i stasjonære kilder og 44 prosent fra transportsektoren, resten fra industrielle prosesser og andre kilder. En tilsvarende fordeling finnes i andre utviklete markedsøkonomier.

Utslipp av nitrogenoksider forårsakes hovedsakelig av oksidering av nitrogen i luft under forbrenning. Både brenselstype og forbrenningsforhold, spesielt temperatur og lufttilførsel påvirker dannelsen av nitrogenoksider. Dette gjør det mer komplisert å beregne utslippskoeffisienter for nitrogenoksider enn for svovel- og karbondioksid.

Utslippskoeffisientene for hver sektor og brenselstype er målt i tonn av NO<sub>2</sub>-ekvivalenter per tonn av kullekvivalent. De er beregnet som den veide summen av utslippskoeffisientene for de ulike typer forbrenningsutstyr for hvert brensel, med hver type utstyrs andel av forbrenningskapasiteten som vekt. Disse koeffisientene er så multiplisert med andelen av dannede nitrogenoksider som ikke blir renset.

2/3 av NO<sub>x</sub>-utslippene fra stasjonære kilder i USA kommer fra kraftsektoren p.g.a. dens store brenselforbruk og fordi forbrenningsprosessen vanligvis skjer ved høyere temperatur enn i andre sektorer, noe som leder til større dannelse av nitrogenoksid. P.g.a. større fyrkjeler med høyere temperatur er utslippskoeffisientene høyere i kraftsektoren i i-land enn i de fleste u-land. For olje brukt i kraftsektoren er utslippene i i-land om lag 8 tonn nitrogenoksidekvivalenter per tonn kullekvivalent. Dette er 2-4 ganger så høyt som for olje brukt i andre stasjonære anvendelser, men allikevel bare 25-50 prosent av nivået på koeffisientene i transportsektoren i industrialiserte land.

Forurensningskontroll har to hovedformer, enten endring av forbrenningsutstyret for å redusere nitrogenoksid dannelsen fra forbrenningen, eller rensutstyr for å fjerne nitrogen fra avgasstrømmen. Det første tiltaket kan redusere utslippene med 10-30 prosent, det siste kan fjerne opptil 90 prosent, men er svært dyrt.

Innen 2020 forventes det at i flere av de industrialiserte markedsøkonomiene vil halvparten av kjelene i kraftindustrien være kjeler med lavere dannelse av nitrogenoksider, noe som gjør at utslippskoeffisientene for sektoren under ett i disse regionene er ventet å falle med 10 prosent. For de største og mest avanserte u-landsregionene forventes utslippskoeffisientene å øke i denne sektoren, etter som størrelsen på kjelene forventes å vokse.

For tiden er det USA som har de strengeste utslippskrav for motorkjøretøyer og de laveste utslippskoeffisientene. Utslippskoeffisientene forventes å falle med 15 prosent p.g.a. økt utbredelse av katalysatorer, og en bedring i deres effektivitet. Japan og Høy-inntektsland i Vest-Europa forventes å nå

samme nivå som USA i 1990. For Høy-inntektsland i Vest-Europa innebærer det en nedgang i utslippskoeffisienter på over 50 prosent relativt til 1980. Også for andre utviklete regioner forventes en betydelig bedring. Det forventes imidlertid små endringer i utslippskrav og utslippskoeffisienter i u-landsregionene.

I 1980 var Japan det eneste landet som foretok rensing av NO<sub>x</sub>-utslipp fra kraftproduksjon av noen betydning, om lag halvparten av nitrogenutslippene fra kraftindustrien ble fjernet. For 2020 forventes det bare at Høy-inntektsland i Vest-Europa vil fjerne 10 prosent av utslippene mot null i dag, og at metoden ikke vil være i bruk i de øvrige regionene i modellen.

## **6.2. Elektrisitetsproduksjon**

Verdens produksjon av elektrisitet økte med en årlig rate på 5,3 prosent på 70-tallet, og 3,5 prosent per år mellom 1980 og 1987. Vekstraten var høyest i u-landene, mellom 1970 og 1987 økte deres andel av verdensproduksjonen fra 7 til 18 prosent.

Hovedtyngden av elektrisiteten i verden blir produsert ved forbrenning av fossile brensler, hovedsakelig kull, men andelen varmekraft falt fra 75 til 64 prosent av verdensproduksjonen mellom 1970 og 1987. Kjernekraftsandelen vokste fra mindre enn 2 prosent til 16 prosent, mens vannkraft og andre fornybare ikke-fossile kilder sto for 23 prosent i 1970 og snaut 20 prosent i 1987. Nesten all kjernekraft blir generert i de utviklete industriland, mens u-landene dekket en betydelig andel av sitt kraftbehov fra vannkraft.

Analysen slår fast at p.g.a. den lange planleggingsperioden for ny produksjonskapasitet, er planene for ny kapasitet før århundreskiftet i stor grad allerede fastlagt, at nye eller alternative teknologier slik som solenergi, "fluidized-bed" forbrenning, brenselceller, vindenergi og jordvarme ikke vil bidra vesentlig før i begynnelsen av neste århundre og at situasjonen etter århundreskiftet er svært usikker. Sammensetningen av elektrisitetsproduksjonen vil avhenge sterkt av om det blir en internasjonal avtale om begrensninger i utslipp av CO<sub>2</sub>, av framtiden til kjernekraft og mulighetene for å finne mer naturgass.

Analysen av elektrisitetsproduksjonen fokuserer på 3 hovedområder:

1. Innsatsandeler for de ulike typer brensler
2. Forbedring av virkningsgrader
3. Elektrisitetssektorens egen bruk av elektrisitet

### *Innsatsandeler for ulike typer brensler*

Til tross for bekymringer over global temperaturøkning har nær alle OECD-land med unntak av Japan planlagt

å øke andelen av fossile brensler i kraftproduksjonen mellom 1988 og 2005. I noen regioner er kullandelen forventet å øke, i andre er gassandelen økende. Disse planene er inkorporert i modellen. For de asiatiske utviklingsregionene forventes varmekraftsandelen å være konstant eller svakt økende fram til århundreskiftet. For øvrige regioner i modellen (med unntak av OPEC-land og Nord-Afrika og Midt-Østen ellers) er det forutsatt en svakt synkende andel av olje, og for tidligere Sovjet-Unionen en økning i bruk av gass og kull mellom 1990 og 2000.

Under OCF-scenariet antas det at andelen fossile brensler vil være konstant etter år 2000 fordi bruken av kjernekraft, vannkraft og andre fornybare energikilder trolig ikke vil kunne vokse fort nok til å redusere andelen vesentlig. Spesielt antar analysen at opinionen i Japan etter år 2000 vil forhindre den planlagte ekspansjonen av kjernekraft.

Andelen av naturgass forventes å øke fra 2000 til 2020, p.g.a. miljøhensyn, og forventes å erstatte omtrent 15 prosent av kull- eller oljeandelen avhengig av region.

#### *Forbedring av virkningsgrad*

Virkningsgraden er i gjennomsnitt 35-36 prosent for varmekraft i de fleste utviklede industriland, og betydelig lavere i de fleste u-land. Utviklingsland har potensialet til å øke virkningsgraden med relativt lave kostnader gjennom bedre bruk av eksisterende teknologi. Nye teknologier har potensielt høyere virkningsgrad, men er ennå ikke kommersielle. P.g.a. den lange tiden det tar å planlegge og bygge nye kraftverk, og kraftverkernes lange levetid, vil økning i gjennomsnittlig virkningsgrad bare skje sakte i utviklede regioner.

Under OCF-scenariet antas det en bedring i virkningsgrad på 5 prosent per tiår i utviklede regioner, noe som gir en gjennomsnittlig virkningsgrad på 40 prosent i 2020.

Disse forbedringene antas å skje p.g.a. forbedring av eksisterende og nye konvensjonelle teknologier og gjennom en sakte innføring av noen av de alternative teknologiene slik som "fluidized-bed" forbrenning og brenselceller. Forbedring av eksisterende teknologi vil øke kapitalkravene. I Utviklede markedsøkonomier er kapitalkravene forventet å øke med totalt 15 prosent mellom 1990 og 2020.

Bedring i virkningsgrad er antatt å være høyest i u-land og i Øst-Europa og tidligere Sovjet-Unionen, den antas å øke med 10 prosent fra 1990 til 2000, og 7,5 prosent hvert av de to neste tiår, og når i 2020 dagens effektivitetsnivå i Utviklede markedsøkonomier.

### *Elektrisitssektorens egen bruk av elektrisitet*

Det er beregnet at i 1990 hadde en et overføringstap og forbruk av kraft innenfor kraftverkene selv i de vestlige markedsøkonomier på 10 prosent av brutto elektrisitsproduksjon, mens tallet for tidligere Sovjet-Unionen, Øst-Europa og de nylig industrialiserte økonomiene i Latin Amerika og Asia er antatt å ligge på 15 prosent. Øvrige u-land er antatt å ha et tap på 20 prosent i 1987.

Med mindre det skjer et uventet teknisk gjennombrudd som f.eks. kommersiell bruk av superledere, vil ikke sektorens egen bruk av elektrisitet kunne reduseres vesentlig i industrilandene. Økning av bruken av "scrubbers" i kullfyrte kraftverk vil bidra til en økning av sektorens eget kraftforbruk, men økningen er liten, bruk av "scrubbers" øker bare de 3 prosent av en kraftstasjons produksjon som går til eget forbruk med 10 prosent. Mulighetene for sparing av energi er større, f.eks gjennom "adjustable speed drives" som kan redusere forbruket i en kraftstasjon med 25-50 prosent. Nettoeffekten er en forventet nedgang i sektorens eget forbruk fra 10 prosent i 1990 til 9 prosent i 2020 i Rich Developed Regions.

Det antas at de ny-industrialiserte økonomiene i Latin Amerika og Asia samt tidligere Sovjet-Unionen og Øst-Europa vil redusere sine overføringstap til 10 prosent i 2000 og til 9 prosent i 2020, et tap på linje med Utviklede markedsøkonomier på det tidspunkt. For alle andre u-land utenom de ny-industrialiserte land antas det at tapet er kommet ned i 15 prosent i 2000 og 10 prosent i 2020.

### **6.3. Industriell energiøkonomisering**

Mens mange sparetiltak ble gjennomført i de industrialiserte markedsøkonomiene etter oljeprissjokkene, har industrien i tidligere sosialistiske land og i de fleste u-land bare gradvis gjennomført slike tiltak. Det er fortsatt rom for energiøkonomiseringstiltak i Utviklede markedsøkonomier, spesielt i USA hvor slike tiltak har vært lavere prioritert enn i Vest Europa og Japan, p.g.a. lavere energipriser.

I u-land har det vært en rekke barrierer av teknisk, økonomisk og institusjonell art for energisparing. Blant disse kan nevnes energiprispolitikk, problemer med at energieffektivt utstyr ofte ikke tåler de store spenningsendringene som ofte er tilfellet i u-land, at elektrisk utstyr ofte er innkjøpt fra ulike land, noe som gjør det vanskelig med effektivt vedlikehold, at energisparende tiltak ofte ikke er så effektive i enkel småindustri samt at det kan være vanskelig å skaffe kreditt for slike tiltak. Andre faktorer kan være forhold som ønsket om driftsikkerhet og høy kapasitetsutnyttelse og muligheten for å bruke ulike typer brennstoff.

Mange av de tekniske barrierene for energiøkonomisering som finnes i u-land er ikke tilstede i de tidligere sosialistiske land, men i disse landene har energiprisene vært holdt svært lave og har gitt få incentiver til energiøkonomisering. I disse økonomiene er en økning i energiprisene allerede på vei.

Det er en rekke ulike tiltak som kan gjennomføres innenfor en bedrift for å spare energi, i rekkefølge etter økende kostnader og kompleksitet er de: Energiøkonomisering, gjenvinning av spillvarme, forbedring av varmekjeler, forbedringer i det elektriske systemet, endring av industrielle prosesser, økt kogenerering.

Basert på studier utført av Verdensbanken er det vurdert mulig energiøkonomisering i ulike sektorer i u-land. For de fleste industrisektorer kan enkle sparetiltak slik som bedre "husholdning" dvs. forbedringer i kontroll med forbrenningsprosessen, føre til en maksimal energisparing på 5 til 20 prosent avhengig av sektor, med et gjennomsnitt et sted mellom 10 og 15 prosent. Det forutsettes at disse tiltakene vil bli gjennomført innen år 2000 i u-land og i tidligere sosialistiske land. Mer langsiktige tiltak kan spare ytterligere energi. Den nedre grensen for energisparing ved slike tiltak synes i gjennomsnitt å være om lag 10 prosent ytterligere energisparing og den øvre grensen om lag 20 prosent. Det forutsettes at den nedre grensen nås i 2010 og den øvre grensen for de ulike sektorene nås i 2020 i u-land og tidligere sosialistiske land.

Det forutsettes at energisparingen i Utviklede markedsøkonomier medfører en 10 prosent bedring i energieffektiviteten fram til 2000, og 5 prosent hvert av de påfølgende tiår.

Historisk har andelen elektrisitet i industrielt energiforbruk økt på bekostning av direkte bruk av fossile brensler. Mens denne utviklingen av ulike grunner antas å stoppe opp i i-landene, antas utviklingen å fortsette i u-landene ettersom elektrisitetsforsyningen blir mer pålitelig. De fleste utviklingsland forventes å erstatte 20 prosent direkte bruk av fossile brensler med elektrisitet i perioden fram til 2020.

#### **6.4. Metallprosessering og industrielt metallforbruk**

Analysen dekker metallprosessering (produksjon av metaller og halvfabrikata) og forbruk av metaller i industrier som produserer ferdigvarer ( bil-, skips- og flyindustrien, maskiner, elektriske maskiner og metallprodukter), og dekker følgende metaller: Jern og stål, aluminium, kopper, sink, bly og nikkel, med spesiell vekt på de 3 første.

Jern og stål er de desidert viktigste metaller både når det gjelder volum, vekt, verdi og energiforbruket i produksjonen. Målt i vekt er verdens stålproduksjon om lag 30-40 ganger så stor som verdens aluminiums- eller kopperproduksjon, målt i volum er stålproduksjonen 12-13 ganger så stor som aluminiumsproduksjonen, og primært energiforbruk i stålproduksjonen er også forholdsvis like stort i forhold til aluminium. Ved inngangen til 80-tallet stod stålindustrien for om lag 20 prosent av det industrielle energiforbruket i OECD.

De viktigste utviklingstrekkene i metallindustrien er stagnasjonen i metallproduksjon og forbruk i i-land, og en rask vekst i produksjon og forbruk i u-land. Hoveddrivkrefter i utviklingen mot lavere metallforbruk i i-land er den relative veksten i tjenesteproduksjonen i i-landene, økt effektivitet i bruk av metaller gjennom bedre



design, mer kompakte produkter, redusert forbruk gjennom bruk av legeringer med høyere styrke og substitusjon vekk fra energiintensive produkter. I USA sank innsatskoeffisientene for stål til produksjon av metallvarer i gjennomsnitt med 18 prosent fra 1980 til 1987.

I u-landene har metallkonsum og produksjon vokst sterkt og utgjør om lag 20 prosent av verdensproduksjonen for de 3 viktigste metallene jern, stål og aluminium. Veksten har i hovedsak vært drevet av innenlandsk etterspørselsvekst, men for enkelte regioner har også eksport basert på lokale energiresurser med lav alternativverdi som følge av prohibitive transportkostnader til verdensmarkedet, slik som f.eks vannkraft og naturgass, spilt en viktig rolle.

Økning i energiprisene har bidratt til en økt gjenvinning av metaller. For jern og stål sank andelen av stål produsert fra malm eller stål gjenvunnet i metallindustrien selv fra 77 til 73 prosent på verdensbasis fra 1980 til 1987, for aluminium gikk andelen av produksjonen basert på malm (bauxitt) ned fra 81 til 76 prosent i samme tidsrom. Dette har betydning for energiforbruket i metallprosessering, i gjennomsnitt kreves det bare halvparten så mye energi for å produsere stål fra skrap som fra malm, for aluminium er energisparingen om lag 90 prosent.

Under OCF-scenariet antas det at malmandelen i produksjonen av de ulike metallene vil falle med en halv prosent i året mellom 1990 og 2020, en relativt moderat nedgang.

Vekst i energipriser vil øke den relative lønnsomheten av å benytte resirkulerte metaller i forhold til malm, og svakere vekst i metallproduksjon og forbruk i i-landene vil øke andelen av tilgjengelig gammelt skrap i forhold til produksjonen av metaller. I u-land vil både økningen i energipris og større volum av skrap som gjør innsamling og prosessering relativt billigere øke andelen av skrap i metallproduksjonen. Årsaken til at nedgangen i malmandelen forventes å bli relativt moderat er at en betydelig del av metallproduksjonen benyttes i bygg og anlegg, skrap fra dette kan være vanskelig å gjenvinne og skrapvolumet reflekterer betydelig lavere produksjonsnivåer fra lang tid tilbake. Teknologiske nyvinninger som nye avanserte legeringer og komposittmaterialer vil vanskeliggjøre gjenvinning i framtiden.

Nedgang i innsatskoeffisienter til produksjon av metallvarer forutsettes å ha betydelig større betydning for totalt forbruk av malm enn endringene i resirkulering. Det forutsettes at forbedring i design, mer kompakte produkter med mindre metallinnhold, nye legeringer og komposittmaterialer vil bidra til reduksjon av innsatskoeffisienter for stål. Stål vil være utsatt for konkurranse fra plast og aluminium. Aluminium er like energikrevende i produksjonen som stål per volumenhet, men veier bare 1/3 så mye, og vil med økende energipris forbedre sin konkurransesituasjon i forhold til stål i transportmateriell. Nedgangen i stålcoeffisienter forventes å bli spesielt høy i regioner som Øst-Europa, tidligere Sovjet-Unionen og Kina m.v. hvor stålforbruket per enhet av produksjon i metallindustriene nå er høyt og aluminiumsforbruket lavt.

Også for kopper forventes det en betydelig nedgang i innsatskoeffisientene. Kopper vil være utsatt for konkurranse fra fiberoptikk i telekommunikasjoner, fra plast for rørleggerarbeid og fra aluminium i elektriske anvendelser, for å nevne noen av de viktigste områdene.

Aluminiumskoeffisientene (aluminium per produsert enhet) forventes å øke. Med økende energipriser styrker aluminium sin posisjon i forhold til andre metaller i transportmateriell p.g.a. sin letthet. Også i produksjonsprosessen fører økende priser på fossile brenslere til en relativ forbedring av posisjonen for aluminium. I motsetning til produksjon av stål fra malm som i all hovedsak baserer seg på fossile brenslere, er hovedtyngden av energikonsumet i aluminiumsproduksjonen elektrisitet for elektrolysen av alumina til aluminium. En økende andel av verdens aluminiumsproduksjon skjer i land med billig vannkraft eller kraft basert på naturgass. Begge er energikilder med store transportkostnader hvis de ligger langt fra energimarkedene. Aluminiumseksport kan sees på som en lønnsom indirekte form for energiexport. Det er betydelige ekspansjonsplaner for aluminiumsproduksjon i ulike u-landsregioner rike på naturgass eller vannkraft, spesielt i NIC-land i Latin-Amerika. Den relativt høye produksjonsveksten forventes å fortsette i disse regionene.

For innsatskoeffisientene for stål til produksjon av metallvarer forventes en årlig nedgang på 1 prosent i Nord-Amerika, Høy-inntektsland i Vest-Europa og Japan i perioden 1990 til 2020. For de fleste andre regioner som har høyere koeffisienter i utgangspunktet og i liten grad har startet substitusjonsprosessen bort fra stål antas det en årlig nedgang på 2 prosent. For tidligere Sovjet-Unionen, Kina m.v. og OPEC-land som har ekstremt høye innsatskoeffisienter for stål antas den årlige nedgangen å bli 2,5-2,75 prosent.

For kopper antas det at den årlige nedgangen i innsatskoeffisienter blir på 1,5 prosent i de aller fleste regioner, mens aluminiumskoeffisientene er forventet å vokse med 0,5-1 prosent årlig i de fleste regioner.

### **6.5. Bygg- og anleggsbransjen**

Bygg- og anleggsbransjen er ikke selv en energiintensiv sektor, men indirekte gjennom sitt store forbruk av energiintensive materialer har bransjen en avgjørende betydning for samfunnets energiforbruk. Forbruket av metaller og andre mineraler, trevarer og kjemikalier utgjør over 30 prosent av bransjens bruttoproduksjon. Bransjen står for rundt 5 prosent av bruttonasjonalprodukt i de fleste land og for over halvparten av investeringene i fast kapital.

Over halvparten av verdensproduksjonen av ikke-metalliske mineraler slik som kalkstein, sement, glass, leire og murstein blir forbrukt av byggebransjen, om lag en tredjedel av prosesserte og halvfabrikata metaller målt i verdi, for helfabrikata er andelen om lag 40 prosent, for kjemiske produkter slik som maling, tjære, plast og lim er andelen om lag 50 prosent, det samme er tilfellet for minimalt prosesserte produkter som sand, stein og

asfalt. For trevarer er andelen mellom en tredjedel og en halv.

De to viktigste forhold som sektoranalysen peker på er endringen i sammensetningen av nye bygg- og anleggsprosjekter med endring i utviklingsnivå, og den sterkt økende andelen av vedlikehold og reparasjoner innenfor bygge- og anleggssektoren i utviklete industriland.

Mens anleggsvirksomhet typisk utgjør om lag 50 prosent av total bygg- og anleggsvirksomhet i u-land, er andelen i de fleste vestlige i-land 20-30 prosent. I-landene har en noe høyere andel boligbygging enn u-land og en betydelig høyere andel av andre bygninger som forretningsbygg o.a. Det forventes at gjennom vekstprosessen vil u-land etterhvert få en sammensetning av nye bygg- og anleggsprosjekter som er mer lik i-landenes, d.v.s. en vridning vekk fra metallintensive anleggsprosjekter mot bygninger.

Andelen vedlikehold og reparasjoner har vært sterkt voksende innenfor total byggevirksomhet i vestlige i-land. Mens løpende vedlikehold utgjorde 12 prosent av total virksomhet i Frankrike, 27 prosent i Nederland og 28 prosent i Storbritannia i 1970, var andelen i 1985 henholdsvis 40, 41 og 46 prosent. I USA har vedlikehold vokst med om lag 5 prosent i året målt i faste priser gjennom det meste av 70- og 80 tallet og utgjorde om lag 1/3 av total bygge og anleggsvirksomhet i 1988.

Løpende vedlikehold og reparasjoner er betydelig mere arbeidsintensiv, og mindre materialintensiv enn nye prosjekter. Forbruket av metaller og sement i vedlikehold er også langt lavere i forhold til bruttoproduksjonsverdien. For glass- og steinprodukter er det ikke store forskjeller. Kun for kjemikalier (maling) har vedlikehold et klart høyere forbruk i forhold til bruttoproduksjonsverdien.

Det forventes at anleggsandelen vil reduseres i u-land i tiårene som kommer, og at andelen av løpende vedlikehold i total bygge- og anleggsvirksomhet vil øke i både i- og u-land.

Det forventes at bygge- og anleggssektorens forbruk av glass- og steinprodukter samt trevarer vil holde et konstant nivå som andel av bruttoproduksjonsverdien. I i-land forventes det at nedgangen som skyldes økt vedlikehold motvirkes av en relativt stigende andel av treintensiv boligbygging i forstedene. For kjemikalier antas det at innsatskoeffisientene vil øke med 1 prosent årlig fram til 2020, noe som reflekterer økende vedlikehold.

Innsatskoeffisientene for sement forventes å falle i i-landene og i de fleste u-landsregioner, noe som i i-landene reflekterer økende andel vedlikehold, noe som også spiller en viss rolle for nedgangen i u-landene. I u-landene forventes det en sterk økning i bruk av prefabrikerte elementer og ferdigblandet sement, noe som leder til en mer effektiv bruk av sement.

For metaller forventes det en betydelig nedgang i innsatskoeffisienter, med unntak for aluminium, både i i-land og i u-land. I i-landene skyldes dette både økende andel av vedlikehold og bedre design, høyere bearbeidingsgrad og høyere styrke på materialene, i u-land vil det i tillegg skje gjennom en relativ nedgang i andelen av den metallintensive anleggsdelen. Det forutsettes at endringen i metallkoeffisienter vil skje med samme rate i bygge- og anleggssektoren i hver region som metallkoeffisientene i produksjon av metallvarer.

## **6.6. Sementindustrien**

Sementindustrien er en svært energiintensiv bransje, om lag 40 prosent av kostnadene ved sementproduksjon er energi, i hovedsak for fossile brensler. Selv om energiforbruket per kilo produsert sement kun er om lag 20 prosent av forbruket for stål produsert fra malm, er verdens sementproduksjon målt i vekt nær 50 prosent høyere enn stålproduksjonen og har vokst betydelig raskere, p.g.a. det høye nivået på produksjonen i u-land og de høye vekstratene i disse landene.

P.g.a. sements høye vekt i forhold til verdi er det relativt liten internasjonal handel i sement som forbrukes nesten utelukkende i bygg- og anleggsindustrien. Den raske veksten i bygningsindustrien i u-land har ført til en rask vekst i sementproduksjonen i disse regionene som har økt sin andel av verdens sementproduksjon fra 17 prosent i 1970, til 31 prosent i 1980 og 46 prosent i 1988. I 1988 hadde Kina alene 20 prosent av verdensproduksjonen. I industrilandene sett under ett var sementproduksjonen relativt uendret fra 1980 til 1988.

Fremskrivninger av innsatskoeffisienter for sement til bygg- og anleggsbransjen er diskutert i seksjonen som omhandler bygg- og anleggssektoren. Energisparing i sementindustrien forventes å komme ved en stadig økende andel av verdens sementproduksjon vil skje ved "tørre prosesser" og en både relativ og absolutt tilbakegang i bruk av "våte prosesser", samt at en økende andel av verdens sementindustri vil bruke spillvarmen til forprosessering av råvarene.

## **6.7. Treforedling**

Verdens papirforbruk og produksjon vokste med 3,7 prosent per år gjennom 1980-tallet og var ved inngangen til 1990-tallet på om lag 240 millioner tonn. Vekstraten i forbruk og produksjon var høyest i u-landene, årlig produksjonsvekst var på om lag 7 prosent, og u-landene sto for om lag 17 prosent av verdensproduksjonen i 1990 og drøyt 20 prosent av forbruket.

Den viktigste endringen i faktorbruk i denne industrien har vært den sterke veksten i gjenvinning av papir. Mens forbruket av tremasse vokste med en gjennomsnittlig årlig rate på 2,5 prosent på verdensbasis mellom 1970 og 1988, vokste papirindustriens forbruk av gjenvunnet fiber med 5 prosent årlig, og gjenvunnet fiber

utgjorde i 1988 en tredjedel av papirindustriens fiberforbruk.

Veksten i gjenvinning skyldes flere forhold, en økt aksept blant publikum for resirkulert papir, teknisk framgang i behandling av resirkulerte fiber som har gjort det mulig å benytte resirkulert materiale i høyere papirkvaliteter, at resirkulerte fiber har vært konkurransedyktig med tremasse i områder med import av tremasse. Lovgivning og offentlig innkjøpspolitikk har også spilt en betydelig rolle, spesielt i USA som har et betydelig problem med mangel på søppelfyllinger. Flaskehalsen synes å være mangelen på gjenvinningsanlegg, det foretas for tiden betydelige investeringer i slike anlegg.

Veksten i gjenvinning forventes å fortsette. Det maksimale teoretiske gjenvinningsnivå er 80-85 prosent (sanitært papir og bøker er vanskelig gjenvinnbart) og det forventes et gjennomsnittlig gjenvinningsnivå på nær 60 prosent i 2020. Dette er ekvivalent med en gjennomsnittlig nedgang i bruk av tremasse på om lag 40 prosent per tonn av papir. Gjenvinning er mindre energiintensiv enn å lage papir v.h.a. tremasse, men krever mer kjemikalier, gjennomsnittlig forbruk av energi forventes å falle med 15 prosent, forbruket av kjemikalier forventes å øke med samme prosentandel.

Økning av gjenvinning vil kunne lede til nye forurensnings- og avfallsproblemer. Mens en lav andel av avsvart papir nå blir gjenvunnet må denne andelen måtte øke sterkt for at en skal kunne nå ambisiøse gjenvinningsmål. Avfall per tonn gjenvunnet fiber i trykksaker er høyere enn for annet papir p.g.a. mineralinnholdet, og sverten inneholder tungmetaller. Brenning for å redusere volumet kan lede til utslipp av dioksiner.

## **6.8. Kjemisk industri**

Kjemisk industri er representert i World Model ved 3 sektorer, industrielle kjemikalier, gjødsel og landbrukskjemikalier og kjemiske ferdigvarer. Ved slutten av 1980-tallet var samlet produksjonsverdi i disse 3 sektorene på verdensbasis om lag 900 milliarder dollar, hvorav om lag 1/5 av produksjonen var gjenstand for internasjonal handel. Hovedtyngden av produksjonen skjer i i-landene, men u-landenes andel er voksende.

Kjemiske produkter er relativt energiintensive. Dette gjelder spesielt etylen, bensen og polyetylen. De 6 mest energiintensive prosessene innenfor kjemisk industri er elektrolyse, varmedrevet reaksjon, destillering, kjøling, fordampning og drift av maskiner.

Det har ikke skjedd noen tekniske gjennombrudd av betydning i bruk av energi i sektoren, men det pågår en kontinuerlig forbedring av produksjonen. Forbedring av energieffektiviteten i sektoren er omtalt i avsnittet om energisparing i industrien. Energisparing kan forventes bl.a. ved bedre bruk av spillvarme og ved kogenerering.

## 6.9. Husholdningenes energiforbruk

### *Stasjonært energibruk i Utviklede markedsøkonomier*

En rekke analyser har identifisert husholdningenes og tjenestesektorens energiforbruk som et område med stort potensiale for energisparing. Disse sektorene står for 25-33 prosent av totalt energiforbruk i Utviklede markedsøkonomier. Energisparing kan gjennomføres med velkjente teknologier og det hevdes ofte at de ikke påvirker brukervennlighet, og at merkostnader ved investering i energisparing blir oppveid av lavere energikostnader ved bruk av energisparende utstyr.

For husholdningssektoren antas det at energibaserte aktiviteter slik som oppvarming, kjøling, belysning o.s.v. vil øke med 25 prosent per capita i de fleste utviklede industriland, men at det kan skje omfattende sparing av energi. Det viktigste delen av husholdningenes energiforbruk er romoppvarming, romavkjøling og ventilasjon, som i USA i 1985 sto for godt og vel halvparten av husholdningenes energiforbruk.

Det forutsettes at eksisterende ovner vil være erstattet av nye innen år 2020, noe som isolert sett reduserer energibruk for romoppvarming med 25 prosent per kvadratmeter, ytterligere 25 prosents reduksjon er antatt å skje gjennom bedring av isolering i eksisterende bygg. Mens nybygg kan bygges med et potensielt forbruk av energi for romoppvarming som ligger 50-90 prosent per kvadratmeter under forbruket i eksisterende bygg, antas det at den nedre grensen på 50 prosent oppnås i bygg som bygges mellom 1990 og 2020. Samlet vil energiforbruket for romoppvarming per kvadratmeter halveres i Utviklede markedsøkonomier mellom 1990 og 2020.

Energisparing per enhet av andre energibaserte aktiviteter forventes å bli 37-73 prosent lavere avhengig av aktivitetstype, med et veid gjennomsnitt på linje med romoppvarming. Nettoeffekten av forventet økning i volumet av energitjenester og innsparing per enhet er en 25 prosents nedgang i stasjonært energiforbruk per capita i de fleste Utviklede markedsøkonomier mellom 1990 og 2020.

### *Stasjonært energibruk i Øst-Europa og tidligere Sovjet-Unionen*

Det er store muligheter for økning i energieffektivitet, men det er antatt at økt etterspørsel etter oppvarming, belysning, varmtvannsberedning og energiforbrukende husholdningsapparater vil øke per capita forbruket av fossile brensler med 50 prosent, og at strømforbruket således vil tredobles i Øst-Europa og øke 2 1/2 gang i tidligere Sovjet-Unionen.

### *Stasjonært energiforbruk i utviklingsland*

Matlaging er den viktigste bruken av husholdsenergi i u-land, og står for om lag 50 prosent av energiforbruket i husholdningene. Mellom ulike utviklingsland skyldes de viktigste forskjellene i per capita energibruk graden

av urbanisering. Per capita energiforbruk på landsbygda i den tredje verden variere lite mellom land, og er relativt likt når det gjelder brenselskilder og områder for bruk. Energibruken i byene likner mer på energibruken i utviklede økonomier når det gjelder forbruksnivå, brenselskilder (mere kommersielle brensler, mindre biomasse), og energitjenester (lys og elektriske maskiner, industrielle varer og transport). Per capita forbruk av energi i byer ligger i en størrelsesorden 4-6 ganger over nivået på landsbygda. Forskjellene skyldes både høyere per capita inntekt og et mer utviklet system for energidistribusjon.

Med økende inntekt forventes energiforbruket å øke både i byene og på landsbygda, og det vil skje en substitusjon fra biomasse til kommersielle brensler, gjennom en sterkt økende beholdning av husholdningsmaskiner og overgang til elektrisk belysning. Det tekniske utstyret er langt mindre effektivt enn i utviklede industriland, og effektiviteten er bare forventet å øke langsomt (med mindre en får en omfattende overføring av teknologi).

P.g.a. størrelsen og viktigheten til Kina ble det lagt spesielt mye arbeid i projeksjonene for Kina m.v.. Nå bruker by-husholdninger i Kina om lag 6 ganger så mye kommersielt brennstoff og 4 ganger så mye elektrisitet som på landsbygda. Per capita elektrisitetsforbruk er forventet å bli åttedoblet mellom 1985 og 2025. Bruken av kull i by-husholdninger antas å bli redusert, erstattet av gass, mens kullbruken på landsbygda vil øke dramatisk ettersom den erstatter nesten to tredjedeler av biomassen brukt for energiformål. Her forventes per capita bruk av kull å bli tredoblet. Også bruken av olje og naturgass forventes å øke sterkt i kinesiske husholdninger.

For de fleste andre utviklingsregioner er per capita forbruket av fossile brensler forventet å 2-4 dobles, mens elektrisitetsforbruket er antatt å øke 4-6 ganger.

#### *Transport i husholdningssektoren*

Energiforbruket i transport i husholdningssektoren er i selve modellen ikke skilt ut som en separat aktivitet i husholdningene. Den påfølgende analysen av transportsektoren er derfor benyttet til å lage de samlede energikoeffisienter for husholdningssektoren, etter at transport i husholdningssektoren er skilt ut fra transporttjenester som er en egen sektor i modellen. Den påfølgende analysen omfatter både transport i husholdningssektoren og transporttjenester.

### **6.10. Transport**

I studiet av transportsektoren er det fokusert på veitransport som står for den overveiende delen av energiforbruket i transportsektoren og i gjennomsnitt for mer enn 30 prosent av et lands oljebaserte energiforbruk. I USA er andelen i underkant av 70 prosent.

Forbruket av energi til veitransport i et land avhenger av bilparkens størrelse (som igjen avhenger av befolkningsstørrelse og bilhold per capita), andelen lastebiler i forhold til personbiler, gjennomsnittlig kjørelengde og energieffektivitet.

Verdens bilpark er antatt å øke fra 540 millioner i 1988 til 962 millioner i 2020. Per capita bilhold er antatt å endre seg lite i de utviklede markedsøkonomiene. I Nord-Amerika er biltettheten per 100 innbyggere bare antatt å øke fra 72 til 73, i Høy-inntektsland i Vest-Europa fra 45 til 50. Biltettheten er antatt å vokse noe sterkere i Japan og Oceania og nå i overkant av 50 i år 2020. For Øst-Europa forutsettes det en økning fra 14 til 20 biler per hundre personer i år 2020. For tidligere Sovjet-Unionen og Andre Vest-Europeiske land og NIC-land i Latin-Amerika forutsettes det en dobling til henholdsvis 16, 30 og 20 biler per hundre personer. For de fleste u-landsregioner forutsettes tettheten å øke 2-5 ganger. Biltettheten vil fortsatt være svært lav, f. eks. 2 per hundre personer i Kina m.v. og Lav-inntektsland i Asia, og 3 per hundre i Nord Afrika og Midt-Østen ellers.

På slutten av 1980-tallet var energieffektiviteten målt i liter bensin per km best i Høy-inntektsland i Vest-Europa og i Japan. Nord-Amerika hadde et noe høyere forbruk, mens personbiler i u-land brukte 1 1/2-2 1/2 ganger så mye bensin per km som i Nord-Amerika. Under OCF-scenariet er det antatt at bensinforbruk per kilometer vil halveres mellom 1990 og 2020. Dette er et relativt konservativt anslag i og med at det ikke forutsetter en relativ bedring i effektiviteten i u-land i forhold til i i-land samt at i Vest Europa f. eks. hadde nye biler et bensinforbruk som var nær halvparten av gjennomsnittet for den eksisterende flåten.

I scenariet forutsettes det at gjennomsnittlig kjørelengde per motorkjøretøy kun vil øke svakt i de fleste utviklede markedsøkonomier mellom 1990 og 2020.

## **7. Hovedresultater fra OCF- scenariet**

### **7.1 Energibruk**

I OCF-scenariet øker verdens BNP med over 150 prosent fra 1990 til 2020, mens BNP per capita øker med 64 prosent i den samme perioden. Verdens forbruk av fossile brensler øker betydelig mindre, i 2020 er forbruket 17 milliarder tonn kullekvivalenter, 74 prosent over nivået 30 år tidligere. Verdens elektrisetsproduksjon øker med 94 prosent. Veksten er svært ulik for forskjellige regioner. I Utviklede markedsøkonomier vokser elektrisetsproduksjonen i samme takt som forbruket av fossile brensler. I utviklingsland vokser elektrisetsforbruket raskere enn forbruket av fossile brensler p.g.a. den store økningen i elektrisetsforbruket i husholdningene. Mellom 1990 og 2020 nær firedobles u-landenes elektrisetsforbruk.



Tabell 7.1 viser utviklingen i forbruket av fossile brensler i perioden 1990 til 2020 for fire aggregerte regioner. Over 70 prosent av veksten i verdens forbruk av fossil energi kommer i u-landene som tredobler sitt forbruk over perioden. U-landene står i 2020 for 45 prosent av verdens forbruk, sammenliknet med 26 prosent 30 år tidligere. Veksten i Utviklede markedsøkonomier er 17 prosent i perioden, deres andel faller fra 50 prosent til en tredjedel av totalen. Kun 12 prosent av den totale økningen i bruk av fossile brensler kommer i de Utviklede markedsøkonomier. I Øst-Europa og tidligere Sovjet-Unionen stiger forbruket med 53 prosent, og deres andel av totalt forbruk synker fra 24 til 21 prosent.

**Tabell 7.1. Forbruk av fossile brensler fordelt på fire regioner<sup>2</sup> Millioner tonn kullekvivalenter**

	Olje	Gass	Kull	Totalt
<b>1990</b>				
Utviklede markedsøkonomier .....	2578	1090	1251	4919
NIC-land .....	393	143	80	616
Andre utviklingsland .....	639	266	1011	1916
Øst-Europa og tidligere Sovjet-Unionen .....	655	865	869	2389
Verden .....	4265	2364	3211	9839
<b>2000</b>				
Utviklede markedsøkonomier .....	2676	1287	1378	5341
NIC-land .....	689	226	124	1039
Andre utviklingsland .....	1158	538	1482	3177
Øst-Europa og tidligere Sovjet-Unionen .....	752	1009	961	2723
Verden .....	5275	3059	3945	12280
<b>2010</b>				
Utviklede markedsøkonomier .....	2860	1376	1340	5576
NIC-land .....	858	321	167	1345
Andre utviklingsland .....	1450	713	2148	4311
Øst-Europa og tidligere Sovjet-Unionen .....	863	1157	1061	3081
Verden .....	6030	3567	4715	14313
<b>2020</b>				
Utviklede markedsøkonomier .....	3048	1410	1295	5753
NIC-land .....	1113	509	219	1840
Andre utviklingsland .....	2017	1004	2820	5840
Øst-Europa og tidligere Sovjet-Unionen .....	1064	1389	1180	3633
Verden .....	7241	4311	5514	17067

I Utviklede markedsøkonomier ligger forbruket av kull i 2020 om lag på samme nivå som i 1990, og andelen av kull i det fossile energiforbruket har i 2020 falt til 23 prosent. Forbruket av olje og gass har økt med

<sup>2</sup> Utviklede markedsøkonomier = Nord Amerika, Japan, Høy-inntektsland i Vest-Europa, Andre Vest-Europeiske land, Oceania og Afrika sør for Sahara. NIC-land = NIC-land i Latin-Amerika og NIC-land i Asia. Andre utviklingsland = Lav inntektsland i Latin Amerika, Kina m.v., Lav-inntektsland i Asia, OPEC-land, Nord Afrika og Midt-Østen ellers og Afrika sør for Sahara

henholdsvis 18 og 29 prosent. Andelen av olje i verdens fossile energiforbruk holder seg stabilt på 43 prosent mellom 1990 og 2020.

Naturgassens andel øker med 2 til 5 prosentpoeng i de ulike hovedgrupper av regioner, kullandelen har om lag samme nedgang. Til tross for dette øker gassandelen i verden sett under ett bare med ett prosentpoeng til 25 prosent, mens kullandelen faller med ett prosentpoeng til 32 prosent. Dette har sammenheng med den sterke veksten i energiforbruket i u-landsregioner som bruker relativt mindre gass og mere kull enn resten av verden. I Kina m.v. står kull for nær 80 prosent av totalt fossilt energiforbruk i 2020, noe som er en nedgang fra 1990. Kina m.v.s kullforbruk utgjør i 2020 13 prosent av verdens fossile energiforbruk, og hele 41 prosent av kullforbruket.

## 7.2 Utslipp til luft

Tabell 7.2 viser utslipp av karbondioksid fordelt på 4 aggregerte regioner. P.g.a. en liten forskyvning fra kull til gass i verdens energiforbruk, øker utslippene av karbondioksid med 73 prosent på verdensbasis, mot 74 prosent for fossile brensler. Utslippsveksten er 15 prosent i utviklete industriland, mens utslippene om lag tredobles i u-landene. Utviklete markedsøkonomier andel av utslipp reduseres fra 50 til 34 prosent. P.g.a. u-landenes i gjennomsnitt høyere andel av kull i fossilt energiforbruk, enn de øvrige regioner, ligger deres andel av utslippene, 46 prosent, litt over andelen av bruk av fossile brensler. Kina m.v. har et fossilt energiforbruk på 16,5 prosent av verdens forbruk, men 19,2 prosent av utslippene.

**Tabell 7.2. Utslipp av karbondioksid**

	1980	1990	2000	2010	2020
<b>Utslipp. Mill. tonn karbon</b>					
Utviklete markedsøkonomier . . . . .	2593	2791	3015	3130	3221
NIC-land . . . . .	249	339	574	738	996
Andre utviklingsland . . . . .	678	1179	1914	2617	3257
Øst-Europa og tidligere Sovjet-Unionen . . . . .	1211	1323	1498	1687	1974
Verden . . . . .	4730	5632	7001	8173	9718
<b>Regional fordeling (andeler)</b>					
Utviklete markedsøkonomier . . . . .	0,55	0,50	0,43	0,38	0,34
NIC-land . . . . .	0,05	0,06	0,08	0,09	0,10
Andre utviklingsland . . . . .	0,14	0,21	0,27	0,32	0,36
Øst-Europa og tidligere Sovjet-Unionen . . . . .	0,26	0,23	0,21	0,21	0,20
Verden . . . . .	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
<b>Utslipp per capita (kg karbon)</b>					
Utviklete markedsøkonomier . . . . .	3067	3070	3121	3092	3073
NIC-land . . . . .	492	552	795	899	1090
Andre utviklingsland . . . . .	250	352	465	534	626
Øst-Europa og tidligere Sovjet-Unionen . . . . .	3210	3269	3497	3742	4196
Verden . . . . .	1066	1067	1123	1138	1205

Tabell 7.3 viser utslippene av svoveldioksid. P.g.a. overgang til mindre svovelholdig brensel eller økt rensing faller svoveldioksidutslippene per tonn av kullekvivalent betydelig i alle regioner. I 1990 er utslippene per tonn av kullekvivalent 18,8 kg i Øst-Europa og tidligere Sovjet-Unionen, og ligger på halve nivået i Utviklede markedsøkonomier, mens u-landene ligger midt i mellom. I 2020 er Utviklede markedsøkonomier i 6,8 kg, mens de øvrige regionene ligger mellom 10 og 11 kg. Gjennomsnitt for verden har falt fra 12,9 til 9,2 kg i løpet av perioden. Mens svoveldioksidutslippene i Utviklede markedsøkonomier og i Øst-Europa og tidligere Sovjet-Unionen har falt fra 1990 til 2020 med respektive 13 og 15 prosent, har utslippene for verden økt med 23 prosent p.g.a. den sterke veksten i forbruket av fossile brenslere i u-land. I 2020 står u-landene for vel halvparten av de totale utslippene av svoveldioksid.

**Tabell 7.3. Utslipp av svoveldioksid**

	1980	1990	2000	2010	2020
<b>Utslipp. Mill. tonn SO<sub>2</sub></b>					
Utviklede markedsøkonomier . . . . .	51,2	45,5	43,8	41,0	39,3
NIC-land . . . . .	5,4	9,0	13,1	15,5	20,0
Andre utviklingsland . . . . .	18,9	28,8	40,9	50,1	59,6
Øst-Europa og tidligere Sovjet-Unionen . . . . .	49,5	45,0	43,0	40,7	38,3
Verden . . . . .	125,0	127,3	140,8	147,3	157,2
<b>Regional fordeling (andeler)</b>					
Utviklede markedsøkonomier . . . . .	0,41	0,36	0,31	0,28	0,25
NIC-land . . . . .	0,04	0,06	0,09	0,10	0,13
Andre utviklingsland . . . . .	0,15	0,23	0,29	0,34	0,38
Øst-Europa og tidligere Sovjet-Unionen . . . . .	0,40	0,35	0,31	0,28	0,24
Verden . . . . .	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
<b>Utslipp per capita (kg SO<sub>2</sub>)</b>					
Utviklede markedsøkonomier . . . . .	61	50	45	40	38
NIC-land . . . . .	11	13	18	19	22
Andre utviklingsland . . . . .	7	9	10	10	11
Øst-Europa og tidligere Sovjet-Unionen . . . . .	131	111	100	90	81
Verden . . . . .	28	24	23	21	19

Tabell 7.4 viser utslippene av nitrogenoksid. Utslippene av nitrogenoksider øker globalt med 74 prosent, likt med bruk av fossile brensler. P.g.a. rensetiltak i utviklete industriland er veksten bare 5 prosent, dvs. langt lavere enn veksten i forbruket av fossil energi. Veksten er høyere enn brenselforbruket i NIC-land p.g.a. den forutsatte overgangen til større fykjeler med høyere forbrenningstemperatur. Mens forbruket av fossile brensler i disse landene øker med snaut 200 prosent, øker utslippene med 220 prosent. Utslipp per tonn av fossilt brenselforbruk ligger over 70 prosent over nivået for de utviklete industrilandene i 2020.

**Tabell 7.4. Utslipp av nitrogenoksider**

	1980	1990	2000	2010	2020
<b>Utslipp. Mill. tonn NO<sub>x</sub></b>					
Utviklete markedsøkonomier .....	35,2	34,8	36,9	37,8	36,5
NIC-land .....	4,9	6,3	10,8	14,5	20,2
Andre utviklingsland .....	9,6	16,5	25,6	35,2	49,1
Øst-Europa og tidligere Sovjet-Unionen .....	19,3	20,6	23,3	26,2	30,0
Verden .....	69,0	78,2	96,6	113,7	135,8
<b>Regional fordeling (andeler)</b>					
Utviklete markedsøkonomier .....	0,51	0,45	0,38	0,33	0,27
NIC-land .....	0,07	0,08	0,11	0,13	0,15
Andre utviklingsland .....	0,14	0,21	0,27	0,31	0,36
Øst-Europa og tidligere Sovjet-Unionen .....	0,28	0,26	0,24	0,23	0,22
Verden .....	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
<b>Utslipp per capita (kg NO<sub>x</sub>)</b>					
Utviklete markedsøkonomier .....	42	38	38	37	35
NIC-land .....	10	10	15	18	22
Andre utviklingsland .....	4	5	6	7	9
Øst-Europa og tidligere Sovjet-Unionen .....	51	51	54	58	64
Verden .....	16	15	15	16	17

### 7.3. Andre hovedresultater

Tabell 7.5 viser den prosentvise endringen i bruttoprodukt, privat konsum og realinvesteringer i hovedgrupper av regioner. I gruppen andre utviklingsland øker realinvesteringene raskere enn bruttoproduktet. Dette reflekterer bl.a. en relativ vridning av produksjonen fra arbeidsintensive primærnæringer mot kapital- og energiintensive sektorer under industrialiseringsprosessen i disse regionene. I Utviklete markedsøkonomier og i Øst-Europa og tidligere Sovjet-Unionen vokser realinvesteringene saktere enn bruttoproduktet. Dette reflekterer et skift i produksjonen av kapital og energiintensive produkter i retning av økt tjenesteproduksjon. I NIC-land vokser investeringer og bruttoprodukt med samme rate.

**Tabell 7.5 Utvikling i noen makroøkonomiske hovedstørrelser. Prosentvis endring 1990-2020**

	<b>Brutto- produkt</b>	<b>Privat konsum</b>	<b>Real- investering</b>
Utviklete markedsøkonomier . . . . .	127	124	120
NIC-land . . . . .	262	292	262
Andre utviklingsland . . . . .	263	255	323
Øst-Europa og tidligere Sovjet-Unionen . . . . .	131	141	103
Verden . . . . .	155	158	159

#### 7.4 Forbedring av energieffektiviteten

I modellen er det gjort ulike forutsetninger om endring av energieffektivitet og brenselssubstitusjon i ulike sektorer. P.g.a. dette og svært ulike vekstrater i ulike økonomier og sektorer er det vanskelig å si hvor mye verdens gjennomsnittlige energieffektivitet vil endre seg under OCF-scenariet.

Sammenliknet med et forbruk på 1,61 kg fossile brenslar målt i kullekvivalenter per dollar (1970-priser) av verdens bruttoprodukt i 1990 er forbruket nede i 1,09 kg i 2020, en nedgang på 33 prosent, noe som tilsvarer en årlig nedgang i brenselsintensitet på 1,3 prosent. Denne nedgangen omfatter både effekter av teknisk endring, energisubstitusjon innenfor de enkelte sektorer, strukturendringer innenfor regioner og relativ endring i forbruk mellom regioner med ulik energieffektivitet sammenliknet med i 1990.

For å skille ut effekten av strukturendringer innenfor regioner og relativ endring i forbruk mellom land må en sammenlikne med et scenario som er likt med OCF, men hvor energieffektivitet og relativt forhold mellom bruk av de ulike energikilder innenfor hver sektor er uendret i forhold til 1990. Et slikt scenario har også blitt beregnet. Tabell 7.6 viser tallene for brenslsforbruket målt i kg kullekvivalenter per dollar bruttoprodukt i 1990, og i 2020 både under OCF og i "ingen teknisk endring" scenariet. Under "ingen teknisk endring" scenariet var fossilt energibruk 1,72 kg per dollar i 2020, altså høyere enn i 1990. Strukturendringene i verdensøkonomien regionalt og globalt fram til 2020 bidrar isolert sett til å øke forbruket av fossile brenslar. Årsaken til dette er den sterke vekst i energiintensive sektorer i u-landene. U-landenes andel av verdens bruttoprodukt øker, samtidig med at de energiintensive sektorer øker sin relative betydning i disse økonomiene.

**Tabell 7.6 Forbruk av fossil energi (Kg kullekvivalenter per dollar bruttoprodukt)**

	1990	OCF 2020	Ingen tekn. endring 2020
Utviklete markedsøkonomier .....	1,25	0,64	1,22
NIC-land .....	1,55	1,28	1,63
Andre utviklingsland .....	2,29	1,92	2,80
Øst-Europa og tidligere Sovjet-Unionen .....	2,54	1,64	2,29
Verden .....	1,61	1,09	1,72

Ved å korrigere for virkningene av strukturendringene i verdensøkonomien mellom 1990 og 2020 finner en at den gjennomsnittlige årlige endringen i energieffektivitet for verden målt ved kg kullekvivalenter per dollar bruttoprodukt er 1,5 prosent under OCF-scenariet. Nedgangen er prosentvis størst for Utviklete markedsøkonomier, og minst for u-landene utenom NIC-land, selv om disse landene som startet på et høyt nivå har den største absolutte nedgangen. I 2020 har u-landene utenom NIC-land en intensitet i forbruket av fossile brensler som er 3 ganger så høy som for Utviklete markedsøkonomier, når en måler ved forbruk av fossile brensler per dollar av bruttoprodukt.

## 8. Alternative scenarier

I dette avsnittet gir vi en oversikt over de alternative scenariene som er analysert med World Model og de forutsetningene som er gjort. De alternative scenariene bygger på forutsetninger om endringer i faktorer som påvirker forbruk av fossile brensler slik som endringer i forutsetninger om økonomisk vekst og befolkningsvekst i forhold til OCF, en lavere andel for fossile brensler i produksjon av elektrisitet og en raskere bedring i energieffektiviteten til energiforbrukende utstyr i noen av de største u-landsregionene. Tabell 8.1. gir en oversikt over de alternative scenarier som er beregnet.

**Tabell 8.1 Beskrivelse av alternative scenarier**

<b>Scenario</b>	<b>Bruttoprodukt</b>	<b>Befolkning</b>	<b>Andre forutsetninger</b>
<b>1 a</b> . . . . .	Årlig BNP vekst 0,5 prosent lavere enn for OCF i utviklede markedsøkonomier og i Øst-Europa og tidligere Sovjet-Unionen.	Som OCF	Som OCF
<b>1b</b> . . . . .	Årlig BNP vekst per capita 3 prosent for alle U-landsregioner hvor de var projisert til å være lavere.	Som OCF	Som OCF
<b>2</b> . . . . .	Samme per capita BNP som 1a	FN lav projeksjon	Som OCF
<b>3a</b> . . . . .	Samme som scenario 1a	Som OCF	Mer atom-og vannkraft, med høyere kapital-kostnader, andre antakelser som under OCF
<b>3b</b> . . . . .	Som scenario 1a	Som OCF	Mer solenergi, men uten ekstrakostnader, andre forutsetninger som OCF
<b>4a</b> . . . . .	Som Scenario 1a	Som OCF	Rask modernisering av teknologien i energi-intensive sektorer i Kina og India, ellers som OCF

### 8.1 Alternative antakelser om BNP-vekst og befolkningsvekst

#### *Scenario 1a*

Scenario 1a er basert på de samme antakelser som OCF med unntak av at BNP i Utviklede markedsøkonomier og Øst-Europa og tidligere Sovjet-Unionen forutsettes å vokse 0,5 prosent saktere per år enn under OCF. I 2020 er BNP i de ovennevnte regionene om lag 14 prosent lavere i scenario 1a enn under OCF, mens for verden er nedgangen 10 prosent. P.g.a. lavere aktivitetsvekst får de utviklede land mindre import, slik at handels- og driftsbalanse for u-landene blir svekket og deres gjeldssituasjon blir forverret.

**Tabell 8.2 Prosentvis endring i bruttoprodukt og forbruk av fossile brensler i 2020 sammenliknet med OCF.**

Scenario	Region	BNP	Total fossil energi	Olje	Gass	Kull
<b>1a</b>	Utviklede markedsøkonomier .....	-14	-13	-13	-13	-12
	NIC-land .....	0	0	0	0	0
	Andre utviklingsland .....	0	0	-1	-2	0
	Øst-Europa og tidligere Sovjet Unionen ..	-14	-12	-13	-12	-12
	Verden .....	-10	-7	-8	-9	-5
<b>1b</b>	Utviklede markedsøkonomier .....	0	0	0	0	1
	NIC-land .....	8	9	9	9	7
	Andre utviklingsland .....	18	27	45	58	3
	Øst-Europa og tidligere Sovjet-Unionen ..	0	0	0	0	0
	Verden .....	4	10	14	15	2

I takt med endringene av BNP er forbruket av fossile brensler og utslippene av karbon, svovel og nitrogen om lag 13 prosent lavere enn under OCF i Utviklede markedsøkonomier, og 12 prosent lavere i Øst-Europa og tidligere Sovjet-Unionen. Globale utslipp av CO<sub>2</sub>, SO<sub>x</sub> og NO<sub>x</sub> reduseres mindre enn global bruttoproduksjon, bare 6-7 prosent. Dette er p.g.a. den lave energiintensiteten i de utviklede økonomier sammenliknet med utviklingslandene.

**Tabell 8.3 Prosentvis endring i utslipp i 2020 sammenliknet med OCF.**

Scenario	Region	CO <sub>2</sub>	SO <sub>x</sub>	NO <sub>x</sub>
<b>1a</b>	Utviklede markedsøkonomier .....	-13	-12	-13
	NIC-land .....	0	0	0
	Andre utviklingsland .....	0	-1	0
	Øst-Europa og tidligere Sovjet-Unionen ...	-12	-12	-12
	Verden .....	-7	-6	-6
<b>1b</b>	Utviklede markedsøkonomier .....	0	1	0
	NIC-land .....	9	9	8
	Andre utviklingsland .....	23	21	30
	Øst-Europa og tidligere Sovjet-Unionen ...	0	0	0
	Verden .....	9	9	12



Under dette scenariet stabiliserer Utviklede markedsøkonomier sine utslipp av karbon på 1990-nivå, mens i tidligere Sovjet-Unionen og Øst-Europa ligger utslippene 13 prosent over 1990-nivå. Globale utslipp av karbon ligger 60 prosent over 1990-nivå, svovel øker med 13 prosent og nitrogen med 64 prosent. U-landene står for om lag halvparten av karbon-utslippene.

#### *Scenario 1b*

Scenario 1b adskiller seg fra OCF ved at de utviklingsregionene som ikke oppnådde en gjennomsnittlig årlig vekst i BNP per capita på 3 prosent i perioden 1990-2020 under OCF fikk satt veksten til dette under 1b. De regionene det dreier seg om er de to latinamerikanske, de to afrikanske og de oljerike land. For en del av regionene dreier det seg om en betydelig økning av veksten i forhold til OCF. For NIC-land øker bruttoproduktet i 2020 med 8 prosent, for andre utviklingsland er økningen 18 prosent. Det globale bruttoproduktet øker med 4 prosent sammenliknet med OCF. Dette scenariet innebærer en betydelig forverring i handels- og driftsbalanse for u-landene, gjelda øker.

I og med at økningen i verdens BNP kommer i u-landene, vokser forbruket av fossile brensler med 10 prosent, betydelig mer enn bruttoproduktet i global målestokk.

#### *Scenario 2*

Dette scenariet er basert på FNs lavalternativ for verdens befolkningsutvikling. Det forutsettes en per capita økonomisk vekst som under 1a. Befolkningen i lavalternativet er 8 prosent lavere i 2020 enn under OCF. Forskjellen er størst for u-land. I u-landene er nedgangen i bruttoprodukt betydelig lavere enn nedgangen i befolkning sammenliknet med OCF. Dette har sammenheng med at endringen i befolkning fra FN's mellomalternativ er størst i de fattigste u-landsregioner som også har hatt den største befolkningsveksten under OCF. De globale karbonutslippene er 8 prosent lavere enn under scenario 1a og 14 prosent lavere enn under OCF. Dette alternativet hvor samme BNP per capita vekst oppnås under lavere befolkningsvekst enn under OCF fører til et mindre importbehov for u-landene og en bedring av deres utenriksøkonomi.

**Tabell 8.4 Prosentvis endring i befolkning, bruttoprodukt og forbruk av fossile brensler i 2020 for scenario 2 sammenliknet med OCF.**

Region	Befolkning	BNP	Total fossil energi	Olje	Gass	Kull
Utviklete markedsøkonomier .....	-8	-20	-19	-20	-19	-19
NIC-land .....	-9	-8	-8	-8	-8	-9
Andre utviklingsland .....	-9	-8	-9	-10	-11	-7
Øst-Europa og tidligere Sovjet-Unionen	-4	-17	-16	-16	-16	-16
Verden .....	-8	-16	-14	-15	-15	-12

**Tabell 8.5 Prosentvis endring i utslipp i 2020 for scenario 2 sammenliknet med OCF**

Region	CO <sub>2</sub>	SO <sub>x</sub>	NO <sub>x</sub>
Utviklete markedsøkonomier .....	-20	-18	-22
NIC-land .....	-8	-10	-5
Andre utviklingsland .....	-8	-10	-8
Øst-Europa og tidligere Sovjet-Unionen .....	-16	-16	-13
Verden .....	-14	-13	-13

## 8.2 Lavere andel fossile brensler i elektrisitetsproduksjonen

To scenarier ble laget hvor det ble antatt at fossile brensler ville få en mindre andel i samlet elektrisitetsforsyning. Scenario 3a er basert på økt bruk av vann- og atomkraft, scenario 3b er basert på økt bruk av solenergi.

### *Scenario 3a*

Scenario 3a bygger på samme forutsetninger om økonomisk vekst som scenario 1a. Som et forsiktig estimat ble det antatt at bygging av både vannkraft- og atomkraftverk krever dobbelt så høye investeringer per enhet av kapasitet som vanlige varmekraftverk, mens driftskostnadene er lavere. Tabell 8.6 viser utviklingen i ulike typer ikke fossil basert kraftproduksjon i 1990, og i 2020 under henholdsvis OCF og scenario 3a.

**Tabell 8.6. Fordeling av elektrisitet produsert ved atom- og vannkraft i 1987 og 2020 i ulike scenarier. Prosent.**

	Atomkraft			Hydro			Totalt			
	2020,		2020,	2020,		2020,	2020,		2020,	
	1987	OCF	3a	1987	OCF	3a	1987	OCF	3A	3B
Nord-Amerika .....	16,7	12,3	20,0	18,4	21,9	25,0	35,1	34,2	45,0	11,0
NIC-land i Latin-Amerika .....	1,7	1,7	4,0	62,0	62,0	70,0	63,7	63,7	74,0	10,3
Lav-inntektland i Latin Amerika .....	0,0	0,0	0	50,8	50,8	65,0	50,8	50,8	65,0	15,0
Høy-inntektland i Vest-Europa .....	32,7	28,6	35,0	21,0	19,1	20,0	53,7	47,7	55,0	7,3
Andre Vest-Europeiske land .....	14,7	8,5	15,0	28,4	24,8	30,0	43,1	33,3	45,0	11,7
Øst-Europa .....	11,5	11,5	10,0	5,9	5,9	10,0	17,4	17,4	20,0	2,6
Tidligere Sovjet Unionen .....	11,2	11,2	10,0	13,2	13,2	25,0	24,4	24,4	35,0	10,6
Kina m.v. ....	0,0	3,0	9,0	23,6	25,0	30,0	23,6	28,0	39,0	11,0
Japan .....	27,2	39,8	63,0	12,2	12,2	12,0	39,4	52,0	75,0	23,0
NIC-land i Asia .....	19,8	16,2	28,2	11,0	10,8	12,0	30,8	27,0	40,0	13,0
Lav-inntektland i Asia .....	2,0	1,6	4,0	30,6	28,0	35,0	32,6	29,6	39,0	9,4
OPEC-land .....	0,0	0,0	0	5,3	5,3	6,0	5,3	5,3	6,0	0,7
Nord Afrika og Midt-Østen ellers .....	0,0	0,0	0	13,8	13,8	14,0	14,0	13,8	13,8	0,0
Afrika sør for Sahara .....	0,0	0,0	0	42,6	42,6	55,0	42,6	42,6	55,0	12,4
Sør-Afrika .....	3,2	3,2	5,0	0,7	0,7	2,0	3,9	3,9	7,0	3,0
Oceania .....	0,0	0,0	0	22,0	18,0	25,0	22,0	18,0	25,0	7,0

Kilder: 1987: FN (1989); 2020: Institute for Economic Analysis prognoser.

Globalt forbruk og investeringer er nesten uforandret fra scenario 1a til 3a, fordi vannkrafts- og atomkraftkapasiteten blir fasett inn i tiårsperioden mellom 2010 og 2020. Dette gjør at økningen i totale investeringer blir motvirket av reduserte krav til investeringer i utvinning og raffinering av fossile brensler. Karbon og nitrogenutslippene er om lag 4 prosent lavere enn under 1a, svovelutslippene 6 prosent lavere i 2020.

**Tabell 8.7 Prosentvis endring i bruttoprodukt og forbruk av fossile brensler i 2020 for scenario 3a sammenliknet med OCF.**

Region	BNP	Total fossil energi	Olje	Gass	Kull
Utviklete markedsøkonomier .....	-14	-16	-14	-16	-21
NIC-land .....	0	-5	-2	-8	-13
Andre utviklingsland .....	0	-5	-2	-5	-7
Øst-Europa og tidligere Sovjet-Unionen .....	-14	-16	-14	-17	-17
Verden .....	-10	-11	-9	-13	-12

Scenario 3b er basert på forutsetningen om et gjennombrudd for solenergi, slik at denne blir konkurransedyktig med konvensjonell teknologi. Scenariet forutsetter samme andel vann- og atomkraftsandel som under OCF, men en solenergiandel som er lik den andelen av økt atom- og vannkraft i 3b. Utslippene er like med alternativ 3a.

**Tabell 8.8 Prosentvis endring i utslipp i 2020 for scenario 3a sammenliknet med OCF.**

Region	CO <sub>2</sub>	SO <sub>x</sub>	NO <sub>x</sub>
Utviklete markedsøkonomier .....	-17	-18	-18
NIC-land .....	-5	-9	-5
Andre utviklingsland .....	-5	-6	-5
Øst-Europa og tidligere Sovjet-Unionen .....	-16	-16	-17
Verden .....	-11	-12	-11

### 8.3 Hurtigere innføring av moderne energiteknologi i Kina og India

#### *Scenario 4a*

Også scenario 4a og 4b er basert på vekstforutsetningene under scenario 1a. I scenario 4a blir moderne energiforbrukende utstyr introdusert i omfattende omfang i de to store kullforbrukende regionene Kina m.v. og Lav-inntektsland i Asia (India). Mellom 1990 og 2020 introduseres utstyr med japansk nivå på energieffektiviteten i de mest energiintensive sektorene. Sektorene det gjelder er transport, elektrisitetsproduksjon, kjemisk industri og gjødselsproduksjon, raffinering, sement, glass og steinprodukter, metall og papirindustri.

Moderniseringen skjer gjennom å modernisere den eksisterende kapitalbeholdningen samt ved å forutsette at all ny kapital som investeres i disse energiintensive industriene er ny teknologi. Disse teknologiene virker besparende på energiforbruk og materialer, men krever mere kapital. I scenariet antas det at modernisering av kapitalbeholdning som eksisterer i 1990 skjer mellom 1990 og 2000. Dette øker det nødvendige investeringsnivået i 2000 med 20 prosent sammenliknet med scenario 1a. Deretter blir de påløpte merkostnadene lik merkostnadene ved å investere i moderne teknologier i perioden framover. Disse kostnadene blir delvis motvirket av lavere kapitalbehov i sektorer som utvinner og raffinerer fossile brensler.

**Tabell 8.9 Prosentvis endring i bruttoprodukt og forbruk av fossile brensler i 2020 for scenario 4a og 4b sammenliknet med OCF.**

Scenario	Region	BNP	Total fossil energi	Olje	Gass	Kull
4a	Utviklede markedsøkonomier	-14	-13	-13	-13	-12
	NIC-land	0	0	0	0	0
	Andre utviklingsland	0	-17	-7	-9	-27
	Øst-Europa og tidligere Sovjet-Unionen	-14	-12	-13	-12	-12
	Verden	-10	-16	-11	-15	-25
4b	Utviklede markedsøkonomier	-14	-16	-14	-16	-21
	NIC-land	0	-5	-2	-8	-13
	Andre utviklingsland	0	-20	-8	-12	-32
	Øst-Europa og tidligere Sovjet-Unionen	-14	-16	-14	-17	-17
	Verden	-10	-16	-11	-15	-25

Tabell 8.9 viser virkningene på energibruk av den sterke moderniseringen av energiintensive sektorer i Kina og India. For de 3 hovedgrupper av regioner utenom gruppen andre utviklingsland er resultatene omtrent som for scenario 1a. Følgen av den enorme moderniseringen av de energiintensive sektorer i Kina og India er at forbruket av fossile brensler reduseres med 17 prosent, karbon-, svovel- og nitrogenutslipp er 8-10 prosent lavere for gruppen andre utviklingsland i 2020 og 3-4 prosent lavere for verden som helhet sammenliknet med 1a. Sammenliknet med OCF er nedgangen 10 prosent. Totale investeringer i u-landene er 5 prosent høyere og konsumet 2 prosent lavere sammenliknet med 1a i 2020, og handelsbalansen forverres med 3 prosent ettersom importen av kapitalvarer øker.

## Scenario 4b

Scenario 4b kombinerer forutsetningene i 3a og 4a, d.v.s. en større bruk av vann- og atomkraft i verden, samtidig med en modernisering av utstyret i energiintensive sektorer i Kina og India ut over det som er forutsatt i OCF. I dette scenariet er globale investeringer 2 prosent høyere og konsumet 1 prosent lavere i 2020 sammenliknet med scenario 1a.

**Tabell 8.10 Prosentvis endring i bruttoprodukt, forbruk av fossile brensler og utslipp i 2020 for scenario 4a og 4b sammenliknet med OCF**

Scenario	Region	CO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>
4a	Utviklede markedsøkonomier . . . . .	-13	-12	-13
	NIC-land . . . . .	-18	-21	-17
	Andre utviklingsland . . . . .	-18	-12	-12
	Øst-Europa og tidligere Sovjet-Unionen .	-12	-12	-12
	Verden . . . . .	-13	-14	-12
4b	Utviklede markedsøkonomier . . . . .	-17	-19	-18
	NIC-land . . . . .	-5	-9	-5
	Andre utviklingsland . . . . .	-22	-25	-20
	Øst-Europa og tidligere Sovjet-Unionen .	-16	-16	-17
	Verden . . . . .	-17	-19	-16

## 9. SAMMENLIKNING MED ANDRE GLOBALE MODELLER

### 9.1. Sammenlikning av BNP-vekst i ulike modeller.

I dette avsnittet vil vi sammenlikne forutsetninger fra World Model med andre sentrale globale modeller. En direkte sammenlikning av resultater fra ulike modeller er alltid vanskelig på grunn av forskjellige modellutforminger og forutsetninger om eksogene variable. Vi har derfor valgt ut de modeller som har en noenlunde lik regioninndeling som World Model og som det har vært referert til i andre utredninger. Disse modellene er ECON's etterspørselsmodell, OECD's GREEN modell og IPCC's modell.

Tabell 9.1 viser forutsetningene som er gjort mht. vekstratene i regionenes BNP. Regioninndelingen følger World Model's regioninndeling så anslagene fra de andre modellene må betraktes som tilnærmelser. Både ECON og OECD studiene har færre regioner enn World Model og de opererer begge med en såkalt "Rest of the World Region" som består av en stor gruppe med relativt inhomogene utviklingsland.

**Tabell 9.1. Sammenlikning av regionale BNP vekstrater i perioden 2000-2025 i ulike globale modeller. Prosent.**

	World Model	ECON	GREEN	IPCC
Nord-Amerika . . . . .	2,7	2,7	2,3	2,0
NIC-land i Latin-Amerika . . . . .	4,1	5,0	3,3	3,2
Lav-inntektsland i Latin-Amerika . . . . .	3,8	5,0	4,5	4,0
Høy-inntektsland i Vest-Europa . . . . .	2,6	2,5	1,9	2,0
Andre Vest-Europeiske land . . . . .	3,3	4,0	1,9	2,0
Øst-Europa . . . . .	3,1	3,6	2,4	3,1
Tidligere Sovjet-Unionen . . . . .	2,7	4,0	3,0	2,0
Kina m.v . . . . .	4,6	5,0	4,5	4,0
Japan . . . . .	3,5	3,0	3,0	2,0
NIC-land i Asia . . . . .	4,7	4,0	4,3	3,8
Lav- inntektsland i Asia . . . . .	4,9	5,0	4,5	3,8
OPEC-land . . . . .	3,3	4,0	3,5	3,7
Nord Afrika og Midt Østen ellers . . . . .	3,2	4,0	3,3	3,3
Afrika sør for Sahara . . . . .	3,5	4,0	3,3	3,3
Sør-Afrika . . . . .	1,5	4,0	3,3	3,3
Oceania . . . . .	2,7	3,0	3,3	2,0
Verden . . . . .	3,2	-	2,6	2,4

Tabellen viser at forutsetningene om BNP vekst varierer en god del mellom de forskjellige studiene. ECON's analyse har de mest optimistiske forutsetningene om økonomisk vekst mens GREEN og IPCC ligger lavest. Forutsetningene om BNP vekst i World Model ligger stort sett et sted mellom ECON og GREEN/IPCC. I det tidligere Sovjet-Unionen ligger vekst-anslagene en god del lavere og i NIC-land i Asia ligger anslagenen endel høyere enn i de andre modellene.

## 9.2. Sammenlikning av utslipp av CO<sub>2</sub> i ulike modeller.

Tabell 9.2. viser nivåer for globale utslipp av CO<sub>2</sub> målt som karbon i ulike globale modeller.

**Tabell 9.2. Sammenlikning av globale utslipp av karbon i ulike globale modeller. Mrd. tonn karbon.**

	1990	2000	2010	2020
World Model, OCF	5,6	7,0	8,2	9,7
World Model, scenario 2	5,6	6,6	7,2	8,3
World Model, scenario 4b	5,6	6,6	7,2	8,0
ECON Referansebane	6,0	7,0	8,9	11,3
ECON, Teknologi	6,0	6,9	7,8	8,8
ECON, CO <sub>2</sub> skatt	6,0	5,7	7,0	8,5
GREEN <sup>3</sup> , Referansebane	5,8	7,1	8,6	10,5
IPCC <sup>4</sup> , Referansebane	5,8	7,1	9,0	11,2

De globale utslippene av CO<sub>2</sub> i OCF-scenariet noe under referansebanen til ECON, GREEN og IPCC. I scenariene 2 og 4b blir de globale utslippene av karbon redusert med hhv. 14 og 17 prosent i forhold til nivået i OCF-scenariet i år 2020. I ECON's analyse er reduksjonen i forhold til referansebanen på 22-25 prosent. Noe av årsaken til forskjellen i reduksjonene kan være at OCF-scenariet er et mer optimistisk scenario når det gjelder teknologisk endring. Endel av mulighetene for reduksjon i utslippene er derfor allerede "brukt opp" i OCF-scenariet. Nivåene på utslippene i World Model scenariene 2 og 4b og nivåene på utslippene i ECON's tiltaksscenarier er om lag på samme nivå. Dette kan tyde på at det selv ikke med relativt sterke tiltak mot utslipp av CO<sub>2</sub> er mulig å unngå en 50 prosents økning i utslippene i år 2020 i forhold til nivået i 1990.

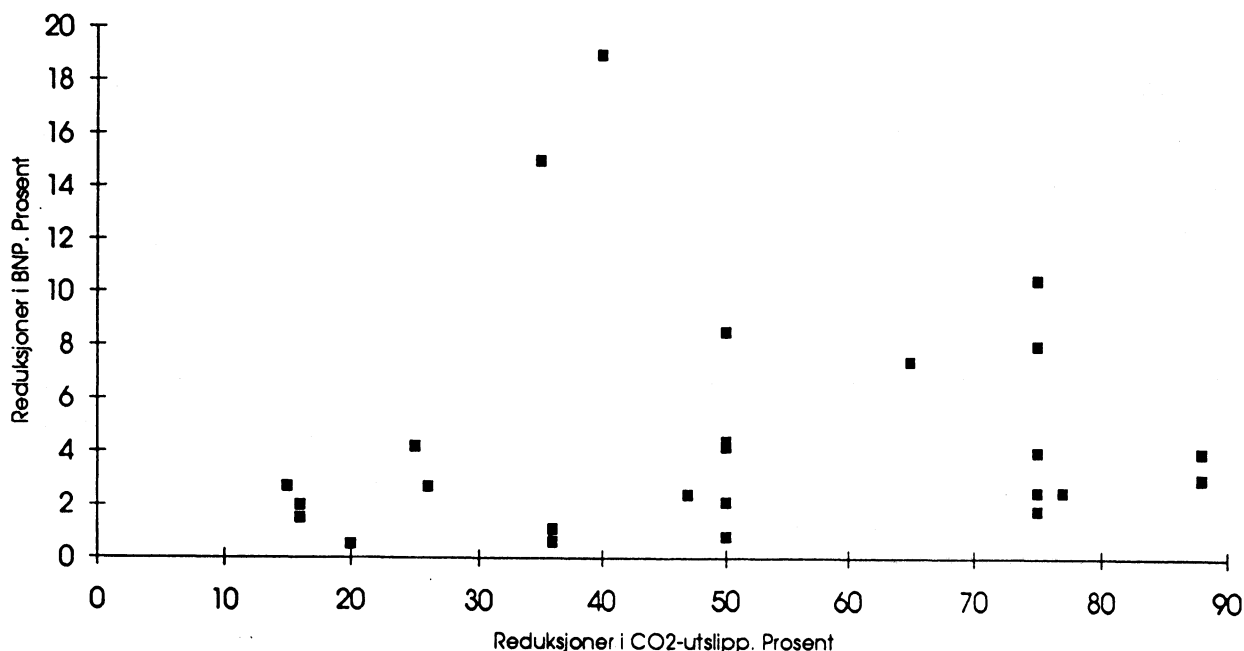
Endel studier har også gjort anslag på kostnaden ved å redusere CO<sub>2</sub> utslippene i form av redusert BNP. Slike beregninger er beheftet med en rekke usikkerhetsfaktorer og resultatene fra de forskjellige studier spriker også svært mye. Det er også vanskelig å sammenligne resultater fra ulike studier fordi forutsetninger og modellutforming kan være vidt forskjellig. Vi har allikevel laget en figur som viser sammenhengen mellom utslippsreduksjoner og reduksjoner i BNP fra endel ulike studier hentet fra Hoeller (1991). Figuren viser at de beregnede kostnader ved en gitt utslippsreduksjon er svært forskjellig.

<sup>3</sup>Kilden oppgir en vekstrate på 2 prosent per år og et nivå på 19 mrd. tonn i 2050. Tallene i tabell 9.2 er beregnet ut fra disse opplysningene.

<sup>4</sup>Kilden oppgir bare nivåer for 1985, 2000 og 2025. Årene 1990, 2010 og 2020 er her beregnet ved å anta en konstant årlig vekst.



Figur 9.1. Empiriske analyser av sammenhenger mellom reduksjoner i CO<sub>2</sub> utslipp og reduksjoner i BNP relativt til en referansebane.



Figur 9.1. viste at det hersker stor usikkerhet mht. kostnader ved tiltak rettet mot reduksjon av utslipp av CO<sub>2</sub>. Noe av grunnen til at resultatene spriker så vidt som de gjør er at modellering av den globale økonomien er en relativt fersk område innen økonomisk modellering. Det er grunn til å vente at resultatene vil bli mer samstemte etterhvert som en får større erfaring med denne type modellering. Fullstendig sammenfall av resultater er det likevel ikke grunn til å vente. Det vil alltid eksistere uenighet blant forskere om hvilke sammenhenger som er viktig og om hvordan sammenhengene faktisk er. Det er derfor viktig å sette seg inn i strukturen i de modeller en benytter for å kunne tolke resultatene og sammenligne med andre studier.

Den viktigste oppgaven til globale modeller på det nåværende tidspunkt er å fungere som en konsistent ramme som kan brukes til å klargjøre problemstillinger og identifiserer sentrale parametre og sammenhenger. Med "konsistent ramme" menes i denne sammenheng at en tar hensyn til at tiltak i en sektor av økonomien også vil ha konsekvenser for andre sektorer. Slike sammenhenger kan fort oversees dersom en ikke har en modell som ivaretar disse sammenhengene.

## 10. KONKLUSJONER

Analysene foretatt på World Model viser at det vil være svært vanskelig å oppnå en global stabilisering av CO<sub>2</sub>-utslipp på 1990 nivå. I OCF-scenariet er økningen i utslipp av CO<sub>2</sub> fra 1990 til 2020 på 73 prosent. Selv i scenario 4b som har de mest drastiske tiltakene vil utslippene i år 2020 ligge om lag 43 prosent over nivået i 1990. En stabilisering av de globale utslippene på 1990-nivå vil kreve sterke tiltak ut over det som er forutsatt i modellberegningene eller betydelige gjennombrudd i energiteknologi.

Brundtlandkommisjonen forutsatte en vekst i BNP per capita på 3 prosent per år som nødvendig for å oppnå en tilfredsstillende økonomisk utvikling i de fattigste landene. I scenario 1b har en gitt alle utviklingsregionene som ikke oppnådde en vekst i BNP per capita på 3 prosent per år i OCF-scenariet en slik vekst. Dette scenariet medfører at de globale utslippene i 2020 vil ligge hele 88 prosent over nivået i 1990. Det vil altså være vanskelig å samtidig oppnå Brundtlandkommisjonens mål om tilfredsstillende økonomisk utvikling og en stabilisering av CO<sub>2</sub>-utslipp.

OCF-scenariet innebærer en økning i utslipp av CO<sub>2</sub> i Utviklede markedsøkonomier på 15 prosent. Forutsetning om en reduksjon i den økonomiske veksten på 0,5 prosent (scenario 1a) er tilstrekkelig til å sikre en stabilisering av utslippene i disse regionene på 1990-nivå i 2020. En ytterligere reduksjon av veksten som i scenario 2 eller en mindre andel av fossile brensler i elektrisitetsproduksjonen som i scenario 3a eller 3b, fører til en reduksjon av utslippene fra de utviklede markedsøkonomiene med henholdsvis 10 og 4 prosent i 2020 sammenliknet med i 1990. Analysene som er utført på World Model indikerer at en stabilisering av utslippene i Utviklede markedsøkonomier er en realistisk målsetning.

For u-landene vil det være en sterk vekst i utslippene i alle scenariene. I OCF-scenariet vil utslippene fra Andre utviklingsland i år 2020 ligge om lag 200 prosent høyere enn nivået i 1990. Selv i scenario 4b, som har de mest omfattende tiltakene, vil utslippene fra denne regionen øke med 133 prosent fra 1990 til 2020.

Hovedfaktorene bak veksten i utslippene er den relativt høye veksten i u-landenes bruttoprodukt, en økning av industriproduksjonen relativt til produksjon i primærnæringene og en sterk vekst i husholdningenes energiforbruk i disse regioner. Til tross for den sterke veksten i utslipp mellom 1990 og 2020 i u-landsregionene er utslippene av karbondioksid per capita i NIC-land fortsatt bare om lag en tredjedel av utslippene i Utviklede markedsøkonomier i 2020, for Andre utviklingsland er utslippene per capita om lag en femtedel.

## Referanser

**Burnieux J.M., J.P. Martin, G. Nicoletti, J.O. Martins (1991):** *"The costs of policies to reduce global emissions of CO<sub>2</sub> Emissions: Evidence from GREEN"*. Working Papers No.115. OECD Department of Economics and Statistics.

**Duchin F., G.M. Lange, K. Thonstad, A. Idenburg (1992):** *"Strategies for Environmentally Sound Economic Development. Final Report"*. Institute for Economic Analysis. New York.

**Duchin F. and W. Leontief (1986):** *The future impact of automation on workers*. Oxford University Press. New York.

**ECON (1990):** *"Virkninger av klimapolitikk på olje- og gassmarkedene"*. ECON-rapport nr.10/90. ECON Senter for økonomisk analyse.

**Edmonds J. and J. Reilly (1983):** *"A long term global energy-economic model of carbon dioxide release from fossil fuel use"* Energy Economics, volume 5, Number 2.

**FN (1987):** *Our Common Future*. World Commission on Environment and Development. Oxford University Press, Oxford, N.Y.

**FN (1988):** *World Population Prospects 1988*. United Nations.

**FN (1989):** *Energy Statistics Yearbook*. New York. United Nations.

**Hoeller, P. A. Dean og J. Nicolaisen (1991):** *"Macroeconomic implications of reducing greenhouse gas emissions: A survey of empirical studies"*. OECD Economic Studies, No.16. Paris.

**IPCC (1990):** *"Globale klimaendringer"* Norsk utgave ved Miljøverndepartementet.

**Lange G.M. and F. Duchin (1992):** *"Alternative scenarios for sustainable development, 1990 to 2020"*. Unpublished paper. Institute for Economic Analysis.

**Leontief W., A.P. Carter, P.A. Petri (1977):** *The future of the World Economy*. New York, Oxford University Press, Oxford, N.Y.

**Leontief W. (1983):** *"The future of nonfuel minerals in the US and world economy: Input-Output projections 1980-2030"*. Heath Lexington. Mass.

**Leontief W. (1986):** *The economic effects of disarmament*. Oxford University Press. Oxford N.Y.

**Manne A.S. og R. Richels (1990a):** *"CO<sub>2</sub> Emission Limits: An Economic Cost Analysis for the USA"*. The Energy Journal, Volume 11, Number 2.

**Manne A.S. og R. Richels (1990b):** *"The Costs of Reducing U.S. CO<sub>2</sub> Emissions -- Further Sensitivity Analysis"*. The Energy Journal, Volume 11, Number 4.

**Whalley J., R. Wiggle (1990):** *"The International Incidence of Carbon Taxes"*. Paper presented at the conference "Economic Policy Responses to Global Warming" in Rome October 1990.

## Appendix

Tabell A. Produksjonssektorer i World Model.

- 
- 
1. Fisk
  2. Husdyr
  3. Oljevekster
  4. Korn
  5. Rotvekster
  6. Andre jorbruksprodukter
  7. Kopper
  8. Bauxitt
  9. Nikkel
  10. Zink
  11. Bly
  12. Olje
  13. Naturgass
  14. Kull
  15. Andre naturressurser
  16. Næringsmiddelindustri
  17. Olje raffinering
  18. Metall prosessering
  19. Tekstiler
  20. Trevarer
  21. Møbler
  22. Papir
  23. Grafisk industri
  24. Gummiprodukter
  25. Industrielle kjemikalier
  26. Kunstgjødsel
  27. Andre kjemikalier
  28. Sement
  29. Glass
  30. Kjøretøyer
  31. Flyproduksjon
  32. Annet transport utstyr
  33. Metall produkter
  34. Maskiner
  35. Elektriske maskiner
  36. Instrumenter
  37. Annen industri
  38. Elektrisitet
  39. Bygg og anlegg
  40. Varehandel
  41. Transport
  42. Kommunikasjoner
  43. Tjenester
-

**Tabell B. Definisjon av regioner.**

---

World UNSIS Land  
Model Land-  
Region kode

---

**1 Nord-Amerika**

092 British Virgin Islands  
124 Canada  
630 Puerto Rico  
840 United States of America  
850 Virgin Islands

**2 NIC-land i Latin-Amerika**

032 Argentina  
076 Brazil  
152 Chile  
484 Mexico  
862 Venezuela

**3 Lav-inntektsland i Latin-Amerika**

Anguilla  
028 Antigua and Barbuda  
533 Aruba  
044 Bahamas  
052 Barbados  
084 Belize  
060 Bermuda  
068 Bolivia  
136 Cayman Islands  
170 Columbia  
188 Costa Rica  
192 Cuba  
212 Dominica  
214 Dominican Republic  
218 Ecuador  
222 El Salvador  
238 Falkland Islands  
254 French Guiana  
308 Grenada  
312 Guadeloupe  
320 Guatemala  
328 Guyana  
332 Haiti  
340 Honduras  
388 Jamaica  
474 Martinique  
500 Montserrat  
532 Netherlands Antilles  
558 Nicaragua  
591 Panama  
600 Paraguay  
604 Peru  
670 St. Vincent  
658 St. Kitts and Nevis  
662 St. Lucia  
666 St. Pierre and Miq.  
740 Surinam  
780 Trinidad and Tobago  
796 Turks and Caicos Islands  
858 Uruguay

#### 4 Høy-inntektsland i Vest-Europa

	Andorra
040	Austria
056	Belgium
	Channel Islands
208	Denmark
234	Faero Islands
246	Finland
251	France
280	Germany Federal Republic of
304	Greenland
352	Iceland
372	Ireland
	Isle of Man
382	Italy
	Lichtenstein
442	Luxembourg
492	Monaco
528	Netherlands
579	Norway
	San Marino
752	Sweden
757	Switzerland
826	United Kingdom

#### 5 Andre Vest-Europeiske land

196	Cyprus
292	Gibraltar
300	Greece
470	Malta
620	Portugal
724	Spain
792	Turkey
890	Yugoslavia

#### 6 Øst-Europa

008	Albania
100	Bulgaria
200	Czechoslovakia
278	German Democratic Republic
348	Hungary
616	Poland
642	Romania

#### 7 Tidligere Sovjet-Unionen

810	Union of Soviet Soc. Republics
-----	--------------------------------

#### 8 Kina m.v.

156	China
408	Dem. peoples Rep. of Korea
496	Mongolia

#### 9 Japan

392	Japan
-----	-------

10 NIC-land i Asia

344	Hong Kong
360	Indonesia
458	Malaysia
410	Republic of Korea
	Residual Asia (Taiwan)
702	Singapore
764	Thailand

11 Lav-inntektsland i Asia

004	Afghanistan
050	Bangladesh
064	Bhutan
114	Burma
116	Democratic Kamputchea
704	Democratic Rep.of Vietnam
626	East Timor
356	India
418	Laos
446	Macao
462	Maldiv Islands
524	Nepal
586	Pakistan
598	Papua New Guinea
608	Phillipines
144	Sri Lanka

12 OPEC-land

012	Algeria
048	Bahrain
096	Brunei
	Democratic Yemen
266	Gabon
364	Iran
368	Iraq
415	Kuwait
434	Libyan Arab Republic
566	Nigeria
512	Oman
634	Qatar
684	Saudia Arabia
784	United Arab Emirates
886	Yemen

13 Nord Afrika og Midt Østen ellers

854	Burkina Faso
148	Chad
818	Egypt
230	Ethiopia
376	Israel
400	Jordan
422	Lebanon
466	Mali
478	Mauretania
504	Morocco
562	Niger
706	Somalia
736	Sudan
760	Syrian Arab Republic
788	Tunisia
732	Western Sahara

#### 14 Afrika sør for Sahara

024	Angola
204	Benin
108	Burundi
120	Cameroon
142	Cape Verde
140	Central African Republic
174	Comoro Islands
178	Congo
384	Cote d'Ivoire
262	Djibouti
226	Equatorial Guinea
270	Gambia
288	Ghana
324	Guinea
624	Guinea-Bissau
404	Kenya
430	Liberia
450	Madagascar
454	Malawi
480	Mauritius
508	Mozambique
638	Reunion
646	Rwanda
678	Sao Taome and Principe
686	Senegal
690	Seychelles Islands
694	Sierra Leone
654	St.Helena
834	Tanzania
768	Togo
800	Uganda
180	Zaire
894	Zambia
716	Zimbabwe

#### 15 Sør-Afrika

072	Botswana
426	Lesotho
516	Namibia
710	South Africa
748	Swaziland

#### 16 Oceania

036	Australia
554	New Zealand
	Pacific territories n.e.c.

---



**Utkommet i serien Rapporter fra Statistisk sentralbyrå  
etter 1. januar 1992 (RAPP)**

*Issued in the series Reports from the Central Bureau of Statistics*

*since 1 January 1992 (REP)*

**ISSN 0332-8422**

- |           |  |           |  |
|-----------|--|-----------|--|
| Nr. 91/18 | Børge Strand: Personlig inntekt, formue og skatt 1980-1989 Rapport fra registerbasert skattestatistikk. 1992-50s. 60 kr ISBN 82-537-3618-5                                   | Nr. 92/10 | Pasientstatistikk 1990. 1992-73s. 90 kr ISBN 82-537-3654-1   |
| - 91/19   | Arne S. Andersen: Familiesituasjon og økonomi En sammenlikning av husholdningers levestandard. 1992-70s. 80 kr ISBN 82-537-3627-4  | - 92/11   | Jan Lyngstad: Økonomiske levekår for barnefamilier og eldre 1970-1986. 1992-80s. 90 kr ISBN 82-537-3660-6  |
| - 92/1    | Naturressurser og miljø 1991 Energi, luft, fisk, skog, jordbruk, kommunale avløp, avfall, miljøindikatorer Ressursregnskap og analyser. 1992-154s. 100 kr ISBN 82-537-3651-7 | - 92/12   | Odd Frank Vaage: Kultur- og mediebruk 1991. 1992-64s. 95 kr ISBN 82-537-3673-8   |
| - 92/1A   | Natural Resources and the Environment 1991. 1992-159s. 100 kr ISBN 82-537-3668-1   | - 92/13   | Offentlig forvaltning i Norge. 1992-72s. 90 kr ISBN 82-537-3674-6  |
| - 92/2    | Arne Ljones, Runa Nesbakken, Svein Sandbakken og Asbjørn Aaheim: Energibruk i husholdningene Energiundersøkelsen 1990. 1992-106s. 90 kr ISBN 82-537-3629-0                   | - 92/14   | Else Helena Flittig: Folketrygden Utviklingen fra 1967 til 1990. 1992-52s. 90 kr ISBN 82-537-3675-4  |
| - 92/3    | Knut Moum (red.): Klima, økonomi og tiltak (KLØKT). 1992-97s. 90 kr ISBN 82-537-3647-9   | - 92/15   | Lasse Sigbjørn Stambøl: Flytting og utdanning 1986-1989 Noen resultater fra en undersøkelse av innenlandske flyttinger på landsdelsnivå og utdanning. 1992-73s. 90 kr ISBN 82-537-3682-7 |
| - 92/4    | Totalregnskap for fiske- og fangstnæringen 1986-1989. 1992-34s. 75 kr ISBN 82-537-3633-9   | - 92/16   | Petter Jakob Bjerve: Utviklingshjelp til offisiell statistikk i Bangladesh. 1992-22s. 75 kr ISBN 82-537-3683-5   |
| - 92/5    | Tom Granseth: Hotelløkonomi og overnattinger En analyse av sammenhengen mellom hotellenes lønnsomhet og kapasitetsutnyttning mv. 1992-53s. 90 kr ISBN 82-537-3635-5          | - 92/17   | Anne Brendemoen, Solveig Glomsrød og Morten Aaserud: Miljøkostnader i makroperspektiv. 1992-46s. 75 kr ISBN 82-537-3684-3  |
| - 92/6    | Liv Argel: Informasjonen om Folke- og bolig telling 1990 i massemediene. 1992-68s. 90 kr ISBN 82-537-3645-2  | - 92/18   | Ida Skogvoll: Folke- og bolig telling 1990 Dokumentasjon av kontroll- og opprettingsregler for skjemarkenmerker. 1992-48s. 75 kr ISBN 82-537-3694-0                                      |
| - 92/7    | Ådne Cappelen, Tor Skoglund og Erik Storm: Samfunnsøkonomiske virkninger av et EF-tilpasset jordbruk. 1992-51s. 75 kr ISBN 82-537-3650-9                                     | - 92/19   | Ida Skogvoll: Folke- og bolig telling 1990 Dokumentasjon av kodeopp- legget i Folke- og bolig telling 1990. 1992-27s. 75 kr ISBN 82-537-3695-9   |
| - 92/8    | Finn Gjertsen: Dødelighet ved ulykker 1956-1988. 1992-127s. 100 kr ISBN 82-537-3652-5  | - 92/20   | Tor Arnt Johnsen: Ressursbruk og produksjon i kraftsektoren. 1992-35s. 75 kr ISBN 82-537-3696-7  |
| - 92/9    | Kommunehelsetjenesten Årsstatistikk for 1990. 1992-56s. 90 kr ISBN 82-537-3653-3   | - 92/21   | Kurt Åge Wass: Prisindeks for ny enebolig. 1992-43s. 75 kr ISBN 82-537-3734-3-   |
|           |  | - 92/22   | Knut A. Magnussen and Terje Skjerpen: Consumer Demand in MODAG and KVARTS. 1992-73s. 90 kr ISBN 82-537-3774-2  |

- |           |   |          |  |
|-----------|---|----------|--|
| Nr. 92/23 | Skatter og overføringer til private<br>Historisk oversikt over satser mv.<br>Årene 1975-1992. 1992-70s. 90 kr<br>ISBN 82-537-3778-5                           | Nr. 93/4 | Magnar Lillegård: Folke- og<br>boligtelling 1990 Dokumentasjon av de<br>statistiske metodene. 1993-48s. 90 kr<br>ISBN 82-537-3818-8  |
| - 92/24   | Pasientstatistikk 1991. 1992-76s. 90 kr<br>ISBN 82-537-3780-7   | - 93/5   | Audun Langørgen: En økonometrisk<br>analyse av lønnsdannelsen i Norge.<br>1993-48s. 100 kr ISBN 82-537-3819-6  |
| - 92/25   | Astrid Busengdal og Ole O. Moss:<br>Avfallsstatistikk Prøveundersøkelse for<br>kommunalt avfall og gjenvinning.<br>1992-37s. 75 kr<br>ISBN 82-537-3782-3      | - 93/6   | Leif Andreassen, Truls Andreassen,<br>Dennis Fredriksen, Gina Spurkland og<br>Yngve Vogt: Framskrivning av<br>arbeidsstyrke og utdanning<br>Mikrosimuleringsmodellen MOSART 1<br>(Under utgivelse) |
| - 92/26   | Nils Øyvind Mæhle: Kryssløpsdata og<br>kryssløpsanalyse 1970-1990.<br>1993-230s. 140 kr<br>ISBN 82-537-3783-1   | - 93/7   | Anders Barstad: Omfordeling og<br>endring av miljøproblemer på bostedet<br>(Under utgivelse)   |
| - 92/27   | Terje Erstad og Per Morten Holt:<br>Selskapsbeskatning Analyse og<br>statistikk. 1992-118s. 100 kr<br>ISBN 82-537-3786-6                                      | - 93/8   | Odd Frank Vaage: Feriereiser 1991/92.<br>1993-44s. 75 kr ISBN 82-537-3831-5  |
| - 92/28   | Terje Skjerpen og Anders Rygh<br>Swensen: Estimering av dynamiske<br>utgiftssystemer med feiljusterings-<br>mekanismer. 1992-60s. 90 kr<br>ISBN 82-537-3792-0 | - 93/9   | Erling Holmøy, Bodil M. Larsen og<br>Haakon Vennemo: Historiske<br>brukerpriser på realkapital.<br>1993-63s. 90 kr ISBN 82-537-3832-3  |
| - 92/29   | Charlotte Koren og Tom Kornstad:<br>Typehusholdsmodellen ODIN.<br>1993-34s. 75 kr ISBN 82-537-3797-1  | - 93/10  | Runa Nesbakken: Energiforbruk til<br>oppvarmingsformål i husholdningene<br>(Under utgivelse)   |
| - 92/30   | Karl Ove Aarbu: Avskrivningsregler<br>og leiepriser for kapital<br>1981-1992. 1993-50s. 75 kr<br>ISBN 82-537-3807-2   | - 93/11  | Bodil M. Larsen: Vekst og<br>produktivitet i Norge 1971-1990.<br>1993-44s. 75 kr ISBN 82-537-3837-4  |
| - 93/1    | Naturressurser og miljø 1992.<br>1993-144s. 115 kr<br>ISBN 82-537-3844-7  | - 93/12  | Resultatkontroll jordbruk 1992.<br>1993-79s. 90 kr ISBN 82-537-3835-8  |
| - 93/1A   | Natural Resources and the<br>Environment (Under utgivelse)  | - 93/13  | Odd Frank Vaage: Mediebruk 1992.<br>1993-38s. 75 kr ISBN 82-537-3854-4   |
| - 93/2    | Anne Brendemoen: Faktoreterspørsel<br>i transportproduserende sektor.<br>1993-49s. 75 kr ISBN-82-537-3814-5   | - 93/14  | Kyrre Aamdal: MAKKO - En modell<br>til analyse av kommunal ressursbruk<br>og tjenesteyting (Under utgivelse)   |
| - 93/3    | Jon Holmøy: Pleie- og<br>omsorgstjenesten i kommunene 1989.<br>1993-136s. 100 kr<br>ISBN 82-537-3811-0  | - 93/15  | Olav Bjerkholt, Torgeir Johnsen og<br>Knut Thonstad: Muligheter for en<br>bærekraftig utvikling Analyser på<br>World Model   |
|           |   | - 93/16  | Tom Langer Andersen, Ole Tom<br>Djupskås og Tor Arnt Johnsen:<br>Kraftkontrakter til alminnelig forsyning<br>i 1992. Priser, kvantum og<br>leveringsbetingelser. (Under utgivelse)                 |
|           |   | - 93/17  | Steinar Strøm, Tom Wennemo og Rolf<br>Aaberge: Inntektsulikhet i Norge<br>1973-1990 (Under utgivelse)  |
|           |   | - 93/18  | Kjersti Gro Lindqvist: Empirical<br>Modelling of Exports of Manufactures:<br>Norway 1962-1987 (Under utgivelse)  |

Pris kr 90,00

Publikasjonen utgis i kommisjon hos Akademika - avdeling for offentlige publikasjoner, Oslo, og er til salgs hos alle bokhandlere.



9 788253 738611

ISBN 82-537-3861-7  
ISSN 0332-8422