

# RAPPORTER

91/11

## EN DISAGGREGERT ETTERMODELL FOR OFFENTLIG TRANSPORT I MODAG/MSG

AV  
KNUT A. MAGNUSSEN OG JENS STOLTENBERG

---

STATISTISK SENTRALBYRÅ  
CENTRAL BUREAU OF STATISTICS OF NORWAY

RAPPORTER FRA STATISTISK SENTRALBYRÅ 91/11

# EN DISAGGREGERT ETTERMODELL FOR OFFENTLIG TRANSPORT I MODAG/MSG

AV

Knut A. Magnussen og Jens Stoltenberg

STATISTISK SENTRALBYRÅ  
OSLO-KONGSVINGER 1991

ISBN 82-537-3568-5  
ISSN 0332-8422

**EMNEGRUPPE**

**59 Andre samfunnsøkonomiske emner**

**ANDRE EMNEORD**

**Banetransport**

**Flytrafikk**

**Kommunikasjon**

**Post**

**Sjøtransport**

**Telekommunikasjon**

## FORORD

I de makroøkonomiske modellene MODAG og MSG er offentlig transport (all transport utenom egentransport) en egen produksjonssektor som omfatter både lufttransport, veitransport, sjøtransport, transport med jernbane, sporvei mv. og post og telekommunikasjoner. I forbindelse med KLØKT-prosjektet, se Statistisk sentralbyrå (1991), var det av interesse å studere samspillet mellom de ulike transportgruppene innen offentlig transport og det ble derfor som et delprosjekt utviklet en modell til dette formålet. Prosjektet ble finansiert ved bevilgningene til KLØKT-prosjektet.

I denne rapporten dokumenteres modellens oppbygging, egenskaper og anvendelsen av modellen. På bakgrunn av modellen kan en trekke flere konklusjoner om offentlig transport. De viktigste er:

- Husholdningenes etterspørsel etter offentlige transporttjenester avhenger av utviklingen i relative priser, total forbruksutgift og beholdningen av privatbiler.
- Med unntak for sjøtransport, ser leveranser av transporttjenester til næringsliv og offentlig forvaltning ut til å stå i et rimelig fast forhold til produksjon eller total vareinnsats i de mottakende sektorene over tid.
- Innføring av en CO<sub>2</sub>-avgift vil, dersom vi ser bort fra virkninger via økt energieffektivitet, ha små effekter på utlipp av CO<sub>2</sub> fra offentlig transport. Reduksjonene er størst for lufttransport og sjøtransport som også slipper ut mest pr. produsert enhet.

Rapporten er utarbeidet av Knut A. Magnussen på bakgrunn av en analyse av husholdningenes etterspørsel etter offentlig transport, utført og dokumentert av Jens Stoltenberg.

Statistisk sentralbyrå, Oslo 30. mai 1991

Svein Longva



## Innhold

1. Innledning .....	7
2. Modellens struktur .....	8
2.1 Priskryssløpet .....	8
2.2 Privat konsum .....	9
2.3 Eksport og import .....	11
2.4 Vareinnsats .....	11
2.5 Bruttoproduksjon .....	12
2.6 Utslipp til luft .....	13
3. Skiftanalyser .....	14
3.1 Litt om størrelsene på sektorene .....	14
3.2 Endringer i konsumpriser, bilbeholdning og total konsumutgift .....	15
3.3 Endringer i produksjon, eksport og import .....	17
4. Historisk simulering .....	18
4.1 Privat konsum .....	19
4.2 Bruttoproduksjon .....	22
5. Anvendelser .....	26
5.1 Framskrivning av flytrafikken .....	26
5.2 Utslipp av CO <sub>2</sub> fra offentlig transport .....	28
6. Avslutning .....	32
Referanser: .....	33
Vedlegg A. Estimeringsresultater for konsummodellen .....	34
Vedlegg B. Estimering av vareinnsatskoeffisienter .....	37
Vedlegg C. Definisjoner av data, dataarkiver mv. ....	39
Utkommet i serien Rapporter fra Statistisk sentralbyrå etter 1.januar 1990 (RAPP) .....	41



## 1. Innledning<sup>1</sup>

I de makroøkonomiske modellene MODAG og MSG er samferdselssektoren behandlet på en relativt grov måte. Innenriks samferdsel er en egen produksjonssektor som dekker det vi kan kalle for offentlig transport, dvs. all transport utenom egentransport. Privat transport (egentransport) er ikke en egen variabel, men representeres ved kjøp av og driftsutgifter til private transportmidler i konsummodellene i MODAG og MSG. For flere interessante formål viser det seg at denne behandlingen av samferdselssektoren ikke er god nok. Det er f.eks. ikke mulig å studere utviklingen i flytransporten separat eller mulighetene for en overgang fra bilkjøring til kollektiv transport innenfor MODAG/MSG. I analyser av tiltak mot forurensende utslipp til luft er det også en fordel med en mer disaggregert samferdselssektor siden utslippene varierer betydelig mellom ulike transportgrener. I tilknytning til KLØKT-prosjektet, se Statistisk sentralbyrå (1991), er det derfor utviklet en ettermodell for offentlig transport. Denne modellens hovedformål er å dekomponere sektoren offentlig transport på fem undergrupper. Undergruppene er;

- Transport med jernbane, sporvei og forstadsbane
- Transport med båt og ferje
- Transport med fly
- Transport med buss, drosje og lastebil
- Post- og teletjenester

Inndelingen tar altså utgangspunkt i hvor transporten foregår; luft, sjø, bane, vei eller via post og telenettet. Innenfor modellens ramme kan vi dermed analysere utviklingen i enkelte av disse sektorene, men også samspillet mellom dem. Siden beholdningen av privatbiler inngår som en forklaringsfaktor bak husholdningenes etterspørsel etter offentlige transporttjenester, vil modellen også kunne si noe om substitusjonsmuligheter mellom offentlig transport og egentransport.

Rapporten er disponert på følgende måte: I avsnitt 2 gjennomgår vi modellens struktur og presenterer ligningene for hver av modellens delblokker. Avsnitt 3 omhandler analyser av hvordan modellen reagerer på endringer i eksogene variable, mens vi i avsnitt 4 viser hvor godt modellen er i stand til å fange opp den historiske utvikling i de størrelsene den skal forklare. I avsnitt 5 beskriver vi to anvendelser av modellen; en framskrivning av flytrafikken til 2000 og virkninger av å innføre en CO<sub>2</sub>-avgift. I to vedlegg presenteres estimeringsresultater for privat konsum og vareinnsats.

1) En takk til Knut Alfsen, Einar Bowitz og Ådne Cappelen for nyttige kommentarer til et tidligere utkast.



## 2. Modellens struktur

I modellen skjer dekomponeringen av sektoren offentlig transport ved at leveranser til privat konsum, vareinnsats, eksport og import splittes opp hver for seg. Privat konsum av offentlig transport fordeles gjennom et dynamisk lineært utgiftssystem estimert på data fra 1962 til 1988. Vareinnsats som leveres til andre produksjonssektorer fordeles ved et sett av faste koeffisienter knyttet til produksjon eller vareinnsats, mens import og eksport i undergruppene er forutsatt å stå i et fast forhold til total eksport og import av innenriks samferdsel. Bruttoproduksjonen følger residuelt ved varebalanseligninger for hver transportgruppe.

Modellen er rekursiv dvs. at alle de endogene størrelsene bestemmes uten tilbakevirkninger på andre endogene variable. Det er heller ingen tilbakevirkninger til MODAG/MSG, slik at modellen kan betraktes som en ren ettermodell. Slike tilbakevirkninger og en mer detaljert utforming av transportaktiviteter og drivstofforbruk tas det hensyn til i en ny versjon av MSG-modellen, se Alfsen, Bye og Holmøy (1989).

I dette avsnittet presenteres modellens ligningsstruktur og variablene som inngår. I de fleste tilfeller har ligningene for de ulike transportgruppene samme struktur. I stedet for å presentere en ligning for hver transportgruppe presenteres i stedet en generell ligning med fotskrift i for transportgruppe. For å redusere antall fotskrifter har vi utelatt periodespesifikke fotskrifter og heller betegnet laggede variable ved parenteser etter variabelnavnet. Avsnittet er delt inn etter modellens delblokker.

### 2.1 Priskryssløpet

I priskryssløpet bestemmes hjemmeprisene for transporttjenestene i hver av de fem gruppene. Hjemmeprisene er modellert som en ren mark-up på variable enhetskostnader, dvs. at dersom lønn- og/eller vareinnsatskostnadene øker, vil dette slå direkte ut i prisene. Det er heller ingen tregheter i tilpasningen slik at hele kostnadsoverveltningen kommer i inneværende år. Dette gjør at en ikke kan regne med at modellen fanger opp den kortsiktige tilpasningen særlig godt, men vi antar at prisdannelsen er en god tilnærming ved langsiktige analyser.

Modelleringen av konsumprisene for de ulike transportkategoriene skjer i tre trinn, representert ved ligning (1) – (3) under.

$$(1) PHi = \sum_j k_j * (1+t*TM_j) * (\alpha * BH_j + (1-\alpha) * BI_j + \beta_1 * TVX_j + \beta_2 * TPV_j + \beta_3 * TPX_j)$$

$$(2) BH_i = AV_i * (a * PHi + b * (W74 * ZLW74 * Zi))$$

$$(3) PC_i = c * (1+t*TM74) * (BH_i + \beta_4 * TPX74)$$

PHi er vareinnsatsprisen for offentlig transportgruppe i,

BH<sub>j</sub> er basispris på hjemmелеveranser av vare j (j = MODAG/MSG-vare)

Bl<sub>j</sub> er importpris på vare j

W74 er timelønnskostnad (inkl. arbeidsgiveravgift) i sektor 74 (innenlandsk samferdsel i MODAG/MSG)

ZLW74 er timeverk i forhold til bruttoproduksjon i sektor 74

BH<sub>i</sub> er basisprisen i gruppe i

PC<sub>i</sub> er konsumprisen for gruppe i

AV<sub>i</sub> er avansesatsen

Z<sub>i</sub> er en variabel som gir uttrykk for sektorspesifikke produktivitetsendringer

TVX<sub>j</sub> betegner endringer i mengdeavgiften for vare j på varehandelsleddet

TM<sub>j</sub> betegner endringer i merverdiavgiften på vare j i forhold til verdien i basisåret

TPX<sub>j</sub> betegner endringer i mengdeavgiften for vare j på produsentleddet

TPV<sub>j</sub> betegner endringer i verdiavgiften for vare j på produsentleddet

k, t,  $\alpha$ ,  $\beta_i$ , a, b og c er faste koeffisienter

I ligning (1) bestemmes vareinnsatsprisene som funksjoner av basisprisene (prisene regnet eksklusive moms, andre avgifter, subsidier og avanse) og importprisene i de sektorer som leverer vareinnsats til de ulike samferdselssektorene. Koeffisienten t representerer moms på vareinnsatsen, mens  $\beta_i$ -ene representerer ulike vareavgifter på vareinnsatsen. De fleste av  $\beta$ -ene er imidlertid lik 0. I ligning (2) blir basisprisen på transporttjenestene bestemt som en funksjon av vareinnsatsprisen i de respektive transportgruppene og lønnskostnadsandelen i innenriks samferdsel totalt (eventuelt korrigert for sektorspesifikke produktivitetsendringer i transportgruppene). Avansesatsen er satt slik at basisprisen blir lik 1 i basisåret. I ligning (3) blir så konsumprisene (kjøperprisene) bestemt. I flere av sektorene er de identisk med basisprisene, men på post og teletjenester tilkommer moms og på veitransport både moms og mengdeavgift.

## 2.2 Privat konsum

I MODAG og MSG blir konsum av både offentlig transport og egentransport bestemt i et lineært utgiftssystem, LES, se f.eks. Pollak og Wales (1969) for en generell drøfting av LES-systemet og Magnussen og Skjerpen (1990) for dokumentasjon av LES-systemet i MODAG. Privat konsum av offentlig transport blir i transportmodellen fordelt videre på de fem transportgruppene ved et nytt lineært utgiftssystem. Denne fordelingen skjer dermed uavhengig av nivået på egentransporten, men avhenger som vi skal se av

størrelsen på bilbeholdningen og av prisene på de ulike offentlige transportgruppene. Den økonometriske spesifikasjonen av LES-modellen kan skrives slik:

$$(4) C_i = \alpha_i + \beta_i/PC_i \cdot (VC - \sum_j PC_j \cdot \alpha_j) + u_i$$

der  $C_i$  er konsum av transportvare  $i$ , målt i faste priser  
 $PC_i$  er prisen transportvare  $i$   
 $VC$  er verdien av totalt konsum av offentlig transport  
 $\alpha_i$  og  $\beta_i$  er koeffisienter,  $\sum \beta_i = 1$ , (ingen restriksjoner på  $\alpha_i$ )  
 $u_i$  er et restledd

Under estimeringsarbeidet med konsumdelen av modellen ble tre hovedvarianter forsøkt, se vedlegg A for dokumentasjon av estimeringsresultatene. Variasjonene framkommer som ulike spesifikasjoner av parametrene  $\alpha_i$ , som normalt tolkes som minstekvanta i den underliggende nyttefunksjonen. De tre variantene er:

$$a) \alpha_i = \alpha_i$$

$$b) \alpha_i = \alpha_{i1} + \alpha_{i2} \cdot HC30$$

$$c) \alpha_i = \alpha_{i1} + \alpha_{i2} \cdot HC30 + \alpha_{i3} \cdot C(-1)$$

der  $HC30$  er husholdningenes beholdning av privatbiler i slutten av perioden

Det kan innvendes mot spesifikasjonene i b) og c) at det er bilbeholdningen ved utgangen av forrige periode, og ikke i inneværende periode, som er relevant for konsumet i inneværende periode. Estimeringsresultatene antas imidlertid å være lite påvirket av denne spesifikasjonen.

De tre modellene a, b og c er hierarkisk nestede. Det vil si at vi ved å pålegge restriksjoner på den mest generelle modellen (c) kan de mer spesielle (a og b) avledes. Modellene kan dermed testes mot hverandre ved en "likelihood ratio test" (LR-test). Estimeringsresultatene innebar, jf. Vedlegg A, at modellene a) og b) ble forkastet til fordel for modell c). Dette betyr at fortegnet til  $\alpha_i$  vil kunne variere avhengig av de tre estimerte parametrene ( $\alpha_{i1}$ ,  $\alpha_{i2}$ ,  $\alpha_{i3}$ ) og størrelsen på  $HC30$  og  $C(-1)$ . Det viser seg at gjennom estimeringsperioden skifter  $\alpha_i$  fra å være positiv til å bli negativ ettersom  $HC30$  vokser. Det betyr at transportjenestene går fra å være komplementære til å bli alternative i etterspørselen. Derfor kan ikke  $\alpha_i$  tolkes som minstekvanta eller nødvendighetskvanta i vår modell.

Ligningsstrukturen som bestemmer privat konsum kan dermed skrives slik:

$$(5) VC = C_{61} \cdot PC_{61}$$

$$(6) C_i = \alpha_i + \beta_i/PC_i \cdot (VC - \sum_j PC_j \cdot \alpha_j)$$

$$\text{der } \alpha_i = \alpha_{i1} + \alpha_{i2} \cdot HC30 + \alpha_{i3} \cdot C_i(-1)$$

C61 er totalt konsum av offentlige transport, målt i faste priser

$\alpha_i$ ,  $\alpha_{i1}$ ,  $\alpha_{i2}$ ,  $\alpha_{i3}$  og  $\beta_i$  er koeffisienter

I ligning (5) bestemmes total konsumutgift til offentlig transport som verdien av konsum av offentlige transporttjenester i MODAG/MSG. Verdien av totalt konsum fordeles så ved ligning (6) på de fem konsumgruppene. Systemet er dynamisk siden lagget konsum inngår.

### 2.3 Eksport og import

Eksport av transporttjenestene blir fordelt ved å benytte faste andeler av total eksport fra sektor 74, innenriks samferdsel, i MODAG/MSG. Vektene er beregnet på grunnlag av nasjonalregnskapstall fra 1988. Ligningene som bestemmer eksporten kan skrives slik:

$$(7) A_i = E_i \cdot A_{74}$$

der  $A_i$  er eksport i gruppe  $i$   
 $E_i$  er gruppespesifikke koeffisienter  
 $A_{74}$  er eksport av vare 74 i MODAG/MSG

Importen er også fordelt etter faste vekter, beregnet i 1988. Import av hver av transporttjenestene er også hentet fra nasjonalregnskapet. Ligningene er definert slik:

$$(8) I_i = I_{Bi} \cdot I_{74}$$

der  $I_i$  er import av varegruppe  $i$   
 $I_{Bi}$  er gruppespesifikke koeffisienter  
 $I_{74}$  er import av vare 74 i MODAG/MSG

### 2.4 Vareinnsats

I motsetning til eksport, import, konsum og bruttoproduksjon kjenner vi ikke de totale leveranser av vareinnsats fra transportsektorene til de ulike produksjonssektorene på MODAG/MSG-nivå. For å finne totale leveranser av vareinnsats aggregerer vi derfor opp vareinnsatsleveranser fra hver av transportsektorene. Ligningene som bestemmer hvor mye som anvendes som vareinnsats fra hver av de fem transportgruppene i hver produksjonssektor, og som summerer dette opp til total vareinnsats fra hver transportsektor, kan skrives slik:

$$(9) M_{ij} = T_{ij} \cdot X_j$$

$$(10) M_{ijs} = T_{ijs} \cdot (H_{js} + Q_{js})$$

$$(11) M_{ijk} = T_{ijk} \cdot (H_{jk} + Q_{jk})$$

$$(12) M_i = \sum_j M_{ij}$$

- der  $M_{ij}$  er vareinnsats av gruppe  $i$  brukt av sektor  $j$  i MODAG/MSG,  $s$  betegner statlige sektorer mens  $k$  betegner kommunale sektorer.  
 $X_j$  er bruttoproduksjon i sektor  $j$  i MODAG/MSG (private sektorer)  
 $H_{js}$  og  $H_{jk}$  er samlet vareinnsats i sektor  $js$  og  $jk$  i MODAG/MSG ( $s$ –stat,  $k$ –kommune)  
 $Q_{js}$  og  $Q_{jk}$  er bruttoproduktet i sektor  $js$  og  $jk$  i MODAG/MSG ( $s$ –stat,  $k$ –kommune)  
 $M_i$  er samlet vareinnsats av gruppe  $i$   
 $T_{ij}$  er faste koeffisienter

Vareinnsatsen av de fem transportkategoriene ble i den første versjonen av modellen knyttet til bruttoproduksjonen i hver privat produksjonssektor i MODAG/MSG ved ligningene (9). En alternativ spesifisering som ble forsøkt var å knytte leveranser av vareinnsats til total vareinnsats i de mottakende produksjonssektorene, noe vi skal komme tilbake til i avsnitt 4. Ligningene (10) og (11) viser de tilsvarende sammenhengene i offentlig sektor der summen av vareinnsatsen og bruttoproduktet er det relevante aktivitetsmålet. Koeffisientene  $T_{ij}$  er beregnet med utgangspunkt i data som viser hvor mye vareinnsats fra hver transportgruppe som benyttes i hver enkelt sektor. Data er hentet fra Jean–Hansen (1990) og nasjonalregnskapet for gruppen post– og teletjenester. I Jean–Hansen (1990) er det benyttet to ulike prinsipper for å fordele leveransene av vareinnsats fra transportsektorene til produksjonssektorene på MODAG/MSG nivå. Vi har valgt å benytte data beregnet ved anvendelsesprinsippet, som gir riktige resultater på disaggregert nivå. Gruppen post og teletjenester er ikke dekket i Jean–Hansen, men leveranser av vareinnsats vurdert til basispriser var tilgjengelige i nasjonalregnskapet for 1988. Total vareinnsats blir bestemt i ligning (12) som summen av vareinnsatsen i alle produksjonssektorene.

Det kan åpenbart rettes innvendinger mot å benytte faste vekter i modelleringen av vareinnsatsen og de historiske simuleringene i avsnitt 4 viser også tildels betydelige forskjeller mellom observerte og simulerte verdier. Denne skyldes bl.a at trender i vareinnsatsleveransene over tid ikke fanges opp. En får heller ikke fram eventuell substitusjon i produksjonssektorene mellom vareinnsats av transporttjenester og annen vareinnsats, og substitusjon mellom transportgrupper i bedriftenes tilpasning. En begrunnelse for modelleringen er at vi ikke har tidsserier for leveranser av vareinnsats, kun observasjoner i noen benchmarkår jf. Jean–Hansen (1990). Data for benchmarkårene ble imidlertid, jf. vedlegg B, benyttet til å estimere vareinnsatskoeffisientene og eventuelle trender i disse. Siden føyningsegenskapene ikke ble bedre med estimerte koeffisienter valgte vi å stå fast ved modellen med faste koeffisienter.

## 2.5 Bruttoproduksjon

Bruttoproduksjonen i hver transportgruppe kan bestemmes på flere måter. En mulighet er å gå direkte på total bruttoproduksjon av innenriks samferdsel og fordele denne størrelsen på de fem undergruppene. Vi har imidlertid valgt å bestemme bruttoproduksjonen av hver transportgruppe fra anvendelsessiden. Det betyr at vi får

utnyttet informasjonen fra fordelingen av konsum, vareinnsats, eksport og import. Ligningene som bestemmer bruttoproduksjonen i de enkelte transportgruppene kan skrives slik:

$$(13) X_i = C_i + M_i + A_i - I_i$$

der  $X_i$  er bruttoproduksjon i faste priser, gruppe  $i$

Bruttoproduksjonen bestemmes altså residualt som summen av anvendelseskomponentene eksport, konsum og vareinnsats fratrukket import. Både konsum, import og eksport vil summere seg opp til de aggregerte størrelsene i MODAG/MSG. Når det gjelder leveranser av vareinnsats har vi, som nevnt, hverken data for samferdselssektoren totalt eller for undergruppene. Det vil derfor oppstå avvik mellom summen av bruttoproduksjonen slik den beregnes i modellen og det tilsvarende tallet fra MODAG/MSG. Med andre ord betyr dette at summen av produksjonen av de ulike transportkomponentene ikke vil summere seg nøyaktig opp til produksjonen i sektor 74 i MODAG/MSG. Avviket har imidlertid vist seg å være lite.

## 2.6 Utslipp til luft

Siden modellen ble utviklet spesielt til bruk i forbindelse med KLØKT-prosjektet, ble det også lagt inn ligninger som beregner utslippet av klimagasser og utslipp av noen andre stoffer. Utslippene er i modellen direkte knyttet til produksjonen av transporttjenester, selv om det er forbruket av drivstoff i transportsektorene som er den opprinnelige kilden til utslippene. Når vi knytter utslipp direkte til produksjonen betyr det at vi ser bort fra alternativene for valg mellom drivstofftyper kan gi ulik mengde utslipp per produsert enhet. I modellen kan reduksjoner i utslipp i en transportsektor dermed skje enten ved redusert produksjon eller ved økt energieffektivitet og/eller økt rensing. Energieffektiviteten er representert ved egne koeffisienter i ligningene som ser slik ut;

$$(14) Y_i = F_{Yi} \cdot Z_{Yi} \cdot X_i$$

$$(15) Y_{74} = \sum_i Y_i$$

der  $Y_i$  er utslipp av (gass)type  $Y$  fra transportgruppe  $i$

$Y = \text{CO}_2$  (karbondioksid),  $\text{CO}$  (karbonmonoksid),  $\text{CH}_4$  (metan),  $\text{N}_2\text{O}$  (lystgass),  $\text{NO}_x$  (nitrogenoksid), SOT (sotpartikler), Pb (bly),  $\text{SO}_2$  (svoveldioksid) og VOC (flyktige organiske komponenter).

$F_{Yi}$  er koeffisienter som tar hensyn til energieffektivisering og rensing

$Z_{Yi}$  er faste utslippskoeffisienter

Ligning (14) bestemmer utslipp av type  $Y$  fra transportsektor  $i$ , mens ligningene (15) summerer opp til totale utslipp. De faste utslippskoeffisientene er beregnet av tall fra Energiregnskapet i 1987. De eksogene koeffisientene  $F_{Yi}$  tar hensyn til at utslippene kan bli mindre enn det utslippkoeffisientene tilsier som følge av større energieffektivitet og økt rensing (andre gasser enn  $\text{CO}_2$ ).

### 3. Skiftanalyser

Modellens egenskaper kan illustreres ved skiftanalyser, dvs. analyser av hvordan endringer i eksogene variable påvirker de endogene størrelsene i modellen. Vi skal her presentere seks ulike skiftanalyser i perioden 1988 til 2000 der følgende endringer ble foretatt;

- a) konsumprisene for hver transportgruppe,  $PC_i$ , ble økt med 1 prosent
- b) husholdningens beholdning av privatbiler,  $HC30$ , ble økt med 1 prosent
- c) totalt konsum av offentlig transport,  $C61$ , ble økt med 1 prosent
- d) produksjonen i alle produksjonssektorer i MODAG/MSG ble økt med 1 prosent
- e) total import av offentlig transport,  $I74$ , ble økt med 1 prosent
- f) total eksport av offentlig transport,  $A74$ , ble økt med 1 prosent

#### 3.1 Litt om størrelsene på sektorene

Resultatene av skiftberegningene er bl.a avhengig av størrelsen på importen og leveranser til konsum, vareinnsats og eksport i forhold til produksjonen i hver transportgruppe. I tabell 3.1 presenteres derfor tall for disse størrelsene og utslipp av  $CO_2$  i 1988 for hver transportgruppe. Tabellen viser at veitransport og post/tele er de største sektorene med over 30 prosent av total produksjon. Lufttransport utgjør noe under 20 prosent, mens både sjøtransport og banetransport utgjør mindre enn 10 prosent av samlet produksjon.

Tabell 3.1. Offentlig transport. Noen hovedstørrelser fordelt på undergrupper i 1988. Mrd. 1988-kroner der ikke annet er angitt.

	Bane	Sjø	Luft	Vei	Post/tele	I alt
Bruttoproduksjon	3,6	6,1	10,9	20,3	22,9	63,8
Leveranser til						
–privat konsum	1,4	1,1	2,2	3,6	6,1	14,4
–vareinnsats	2,0	4,1	6,2	16,6	16,7	45,6
–eksport	0,2	1,5	2,5	0,0	1,2	5,4
Import	0,04	0,6	0,0	0,0	1,1	1,6
$CO_2$ -utslipp <sup>1</sup>	0,1	1,9	1,6	2,0	0,2	5,8
$CO_2$ -utslipp pr produsert enhet <sup>2</sup>	0,03	0,31	0,15	0,10	0,01	0,6

1 Millioner tonn

2 Tonn pr 1000 kroner

Tabellen viser videre at totale leveranser til vareinnsats utgjør i gjennomsnitt om lag 67 prosent av total produksjon, den største andelen for veitransport og den minste for transport med jernbane mv. Det betyr at næringstransport utgjør størstedelen av offentlig transport. Private reiser utgjør i gjennomsnitt om lag 24 prosent, men for banetransport utgjør de private reisene hele 39 prosent av total transport. Dette er vel og merke reisevirksomhet målt i kroner og ikke i antall reiser eller reisekilometre. Årsakene til at næringsreisenes andel er såvidt stor kan derfor ha sammenheng med at reisene er lengre og dyrere bl.a fordi rabattordninger ikke benyttes i samme grad som ved private reiser. Det siste er i alle fall tilfellet for flyreiser. Det er generelt lite import og eksport av transporttjenester, noe som dels er en naturlig følge av at tjenestene må konsumeres på stedet. Således er det ikke handel med veitransport, dvs. drosje, buss mv., mens det er noe jernbanetraffikk på tvers av landegrensene. Det er imidlertid betydelig eksport både av sjøreiser og flyreiser, mens post/tele står for det meste av importen. Import av luftfartstjenester finnes det ikke tall for i nasjonalregnskapet siden frakt av varer inngår i vareverdien (cif) på importerte varer, mens persontrafikken inngår i privat konsum som del av nordmenns konsum i utlandet.

### 3.2 Endringer i konsumpriser, bilbeholdning og total konsumutgift

I transportmodellen har vi økt konsumet av total offentlig transport og konsumprisene, selv om de ikke er eksogene i modellen. Konsumprisøkningen er foretatt ved å innføre restledd i konsumprisligningene, men alternativt kunne vi økt enkelte basispriser mye nok til at konsumprisene øker med 1 prosent. Siden modellen er dynamisk, vil det ta tid før alle effekter er uttømt, og vi betrakter 12 årsperioden fra 1988 til 2000 som lang nok til å kunne si noe om langtidsegenskapene til modellen. I presentasjonen av resultatene legger vi derfor vekt på førsteårseffektene og effektene etter 12 år.

Tabell 3.2 viser virkningene av prisøkningene og økningen i totalt konsum på hhv. alle konsumgrupper og produksjon i hver transportgruppe i 1988 og 2000. Som vi ser er alle de direkte priselastisitetene negative og større enn 1 i tallverdi. Alle krysspriselastisitetene er derimot positive dvs. at vi har alternativitet i etterpørselen. Som nevnt i avsnitt 2.3 tolkes parametrene  $\alpha$  i LES-modellen vanligvis som minimumskvanta av gode i og med positive minimumskvanta blir alle krysspriselastisiteter negative. I perioden 1988 til 2000, som i slutten av estimeringsperioden, er  $\alpha$  negative for alle transportgruppene, dvs. vi har alternativitet i etterspørselen. Krysspriselastisitetene er størst fra veitransport med verdier på 0,15–0,20 prosent og minst fra sjøtransport med verdier på 0,02–0,03 prosent, noe som intuitivt virker rimelig. De andre gruppene har verdier på rundt 0,08 prosent. Forskjellene på de prosentvise effektene på privat konsum og de tilsvarende virkningene på produksjonen avhenger av hvor mye konsumet utgjør av produksjonen i hver sektor. Avviket mellom virkningene på produksjonen og konsumet er minst for transport med bane siden konsumandelen er klart størst for denne gruppen jf. tabell 3.1.

Inntektselastisitetene, eller mer korrekt utgiftselastisitetene, framgår av siste kolonne i tabell 1. Korttidselastisitetene på konsumet ligger alle omkring 1, bane har høyest elastisitet og post/tele lavest. På lang sikt blir forskjellene større. Elastisitetene som i 1988 er større enn 1 blir større, mens elastisitetene som i 1988 er mindre enn 1 blir mindre på lang sikt. I den grad vi kan skille mellom nødvendighetsgoder og luksusgoder på



Tabell 3.2 Virkninger av 1 prosent økning i konsumpriser, totalt konsum og bilbeholdning på konsum og produksjon av transporttjenester. Prosent.

Virkning på	Endring i:							
	År	Bane	Sjø	Luft	Vei	P&T	Kons.	Bilb.
<b>Konsum:</b>								
Bane	1988	-1,49	0,03	0,08	0,19	0,08	1,12	-0,30
	2000	-2,83	0,09	0,30	0,50	0,40	1,56	-1,37
Sjø	1988	0,07	-1,28	0,07	0,16	0,06	0,93	0,05
	2000	0,16	-1,72	0,17	0,29	0,23	0,89	-0,01
Luft	1988	0,08	0,03	-1,35	0,18	0,07	1,02	0,10
	2000	0,19	0,06	-1,98	0,35	0,28	1,16	0,14
Vei	1988	0,08	0,03	0,08	-1,30	0,07	1,06	-0,16
	2000	0,22	0,07	0,24	-2,09	0,33	1,25	-0,69
P&T	1988	0,07	0,02	0,06	0,15	-1,17	0,88	0,19
	2000	0,13	0,04	0,14	0,24	-1,32	0,78	0,45
<b>Produksjon:</b>								
Bane	1988	-0,70	0,02	-0,03	0,10	0,04	0,58	-0,12
	2000	-1,00	0,04	-0,00	0,20	0,16	0,62	-0,43
Sjø	1988	0,02	-0,30	-0,02	0,04	0,02	0,24	0,01
	2000	0,04	-0,38	-0,01	0,07	0,06	0,23	-0,002
Luft	1988	0,02	0,01	-0,29	0,04	0,01	0,22	0,02
	2000	0,04	0,01	-0,39	0,07	0,06	0,22	0,03
Vei	1988	0,02	0,01	-0,03	-0,30	0,02	0,29	-0,03
	2000	0,04	0,01	-0,04	-0,32	0,06	0,25	-0,10
P&T	1988	0,01	0,00	-0,00	-0,08	-0,24	0,19	0,05
	2000	0,04	0,01	0,03	-0,04	-0,43	0,26	0,14

bakgrunn av disse elastisitetene, ser det ut til at sjøtransport og post/tele er nødvendighetsgoder mens de andre transportformene har større preg av luksus. Forskjellene på konsum- og produksjonselastisitetene gjenspeiler også her konsumets andel av produksjonen i transportgruppene jf. tabell 3.1.

Virkningene av økt bilbeholdning er interessante først og fremst fordi de sier noe om substitusjon mellom egentransport og offentlig transport. Av tabell 3.1 ser vi at konsum og derved produksjon av av banetransport og veitransport avtar når bilbeholdningen øker. Dette virker rimelig siden privatbilen er et klart alternativ til transport med bane, buss og taxi. Konsum og produksjon av de andre transportgruppene øker når bilbeholdningen øker, noe som er et uttrykk for at de i forhold til privatbilisme er komplementære i etterspørselen. Med unntak av sjøtransport, der virkningene forøvrig er svært små, er virkningene på lang sikt betydelig større enn de kortsiktige. Dette henger sammen med treghetene i konsumsystemet.

### 3.3 Endringer i produksjon, eksport og import

Tabell 3.3 viser prosentvise virkninger av hhv. økt produksjon i alle produksjonssektorer i MODAG/MSG, import og eksport av vare 74 på bruttoproduksjonen av transporttjenestene. Når produksjonen i alle sektorer øker med 1 prosent, øker også vareinnsatsleveransene med 1 prosent siden de er fastsatt ved faste koeffisienter. På samme måte som ved økninger i leveransene til konsum, blir effektene på produksjonen mindre enn effektene på vareinnsatsen. Forskjellene mellom virkningene på hhv. produksjon og leveranser til vareinnsats blir imidlertid mindre siden vareinnsatsen for alle gruppene utgjør en større andel av produksjonen enn konsumet. Siden disse skiftene ikke påvirker privat konsum, skulle effektene på lang sikt bli de samme som korttidseffektene. Resultatene viser likevel små avvik mellom virkninger på kort og lang sikt. Dette kan skyldes sammensetningseffekter.

Tabell 3.3. Virkning på bruttoproduksjon av økt produksjon, eksport og import. Prosentvis avvik fra referansebanen.

Virkning på:	År	Produksjon	Endring i: Eksport	Import
Bane	1988	0,54	0,09	-0,01
	2000	0,65	0,14	-0,02
Sjø	1988	0,61	0,33	-0,12
	2000	0,66	0,47	-0,29
Luft	1988	0,58	0,23	0,00
	2000	0,55	0,28	0,00
Vei	1988	0,78	0,04	0,00
	2000	0,86	0,06	0,00
P&T	1988	0,80	0,07	-0,06
	2000	0,73	0,09	-0,11

Når total eksport i samferdselssektoren, A74, øker med 1 prosent vil eksporten fra hver av undergruppene også øke med 1 prosent. Videre vil denne eksportøkningen øke produksjonen i de respektive sektorer avhengig av hvor mye eksporten utgjør av produksjonen. Økningene i produksjonen blir derfor størst for sjøtransport og lufttransport. Nøyaktig det tilsvarende resonnermentet som i tilfellet med økt eksport gjelder med motsatt fortegn for virkninger av økt import. I dette tilfellet vil derfor produksjonsnedgangen bli størst for sjøtransport og post/tele. Forskjellene på kortsiktige og langsiktige virkninger er betydelige for sjøtransport. Som for produksjonen må forskjellene mellom kort og lang sikt skyldes sammensetningseffekter.

#### 4. Historisk simulering

For å teste modellens prognoseegenskaper utførte vi en dynamisk historisk simulering på modellen. Det vil si at vi lar modellen beregne verdier på de endogene variablene med utgangspunkt i historiske verdier på de eksogene variablene. De simulerte verdiene på de endogene variablene kan dermed sammenlignes med historiske verdier, i motsetning til ved simuleringer framover i tid. Jo bedre samsvar det er mellom de simulerte og de historiske verdiene, desto bedre må prognoseegenskapene til modellen antas å være.

Det er gjort noen mindre endringer i modellen som ble brukt til den historiske simuleringen i forhold til den som er presentert i avsnitt 2. Priskryssløpsligningene som bestemmer hhv. vareinnsatsprisene, basisprisene og konsumprisene er tatt ut slik at konsumprisene er eksogene variable. Grunnen til denne endringen er at vi unngår å måtte reprodusere avgiftsendringene som har skjedd i den historiske perioden. Det betyr imidlertid at vi ikke får fram hvor avgjørende de faste koeffisientene i prisligningene er for modellens prognoseegenskaper. Resultatene for resten av modellen blir derfor å oppfatte som betinget med hensyn på både konsumprisene og samlet offentlig transport.

Lengden på de historiske seriene for de endogene variablene i modellen varierer noe, slik at vi ikke kan få testet prognoseegenskapene for alle variable over hele perioden fra 1962 til 1988. Data for eksport og import har vi for perioden 1980–88, data for bruttoproduksjon dekker perioden 1970–88 mens konsumdataene går tilbake til 1962. Når det gjelder utslipp av klimagasser har vi ikke historiske tidsserier.

Simuleringsresultatene avhenger i betydelig grad av hvordan sammenhengene er modellert. De klart beste resultatene finner vi for konsumet som baserer seg på økonometrisk fastsatte relasjoner. Resultatene for de andre endogene variablene bærer preg av at sammenhengene er modellert ved faste koeffisienter basert på tall for 1988. Siden vi starter simuleringen med "gale" koeffisienter må vi derfor vente relativt store avvik mellom faktiske og simulerte verdier i historien uten at dette dermed vil være representativt for hva som skjer framover (siden vi da starter med "riktige" koeffisienter). Likevel gir simuleringene uttrykk for hvor tvilsomt det kan være å basere seg på faste koeffisienter når det er åpenbare trender i utviklingen for tidsseriene.

Som føyningsmål skal vi benytte RRMSE<sup>1</sup> og ellers studere figurer med plott av hhv. historiske og faktiske serier. Tabell 4.1 gir RRMSE for alle endogene variable basert på full dynamisk simulering fra 1967 til 1988. To alternativer er gjengitt for produksjonen; i a) er vareinnsatsleveransene knyttet til produksjon i andre sektorer og i b) til bruk av vareinnsats i andre sektorer. I figurene under presenteres det alternativet som ga best resultat for hver transportgruppe.

1 RRMSE (Relative Root Mean Squared Error) er definert slik;

$$RRMSE = [1/N * \sum_n \{(y_n - y_{gjsn})^2\}^{1/2}] / y_{gjsn}$$
 der N er antall observasjoner, y er simulert verdi og  $y_{gjsn}$  er gjennomsnittet av de observerte verdier.

Tabell 4.1. RRMSE (Relative Root Mean Squared Error) for simulert produksjon i perioden 1970–88, og konsum i perioden 1967–88. Prosent.

	Konsum	Produksjon	
		a)	b)
Jernbane, sporvei mv.	1,7	9,3	32,1
Sjøtransport	5,3	71,5	77,2
Lufttransport	7,3	19,7	9,6
Veitransport	3,3	11,1	21,5
Post/tele	3,3	29,4	14,9

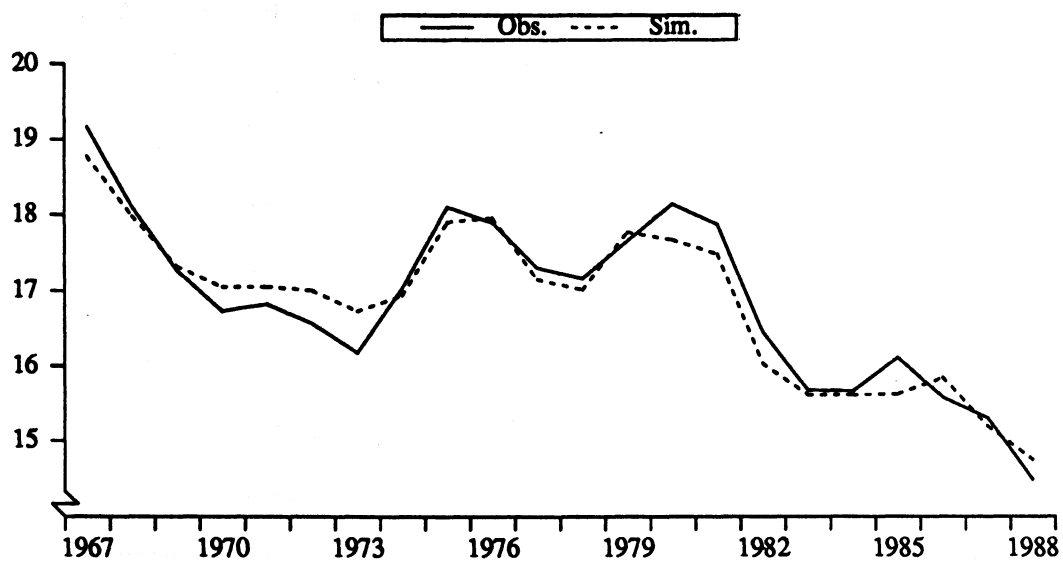
#### 4.1 Privat konsum

I figurene 4.1 til 4.5 har vi gjengitt simuleringsresultatene til konsummodellen. Figur 4.1 viser at evnen til å simulere utviklingen i konsumet av banetransport er meget god. Dette bekreftes ved at RRMSE er svært lav, 1,7 prosent. I perioden 1967–88 har det vært en fallende tendens i etterspørselen etter disse transporttjenestene, med unntak for årene rundt oljeprissjokkene i 1973–74 og 1979–80. Stort sett er vendepunktene fanget opp og det største avviket mellom simulert og observert verdi finner vi i 1973 med 3,3 prosent avvik.

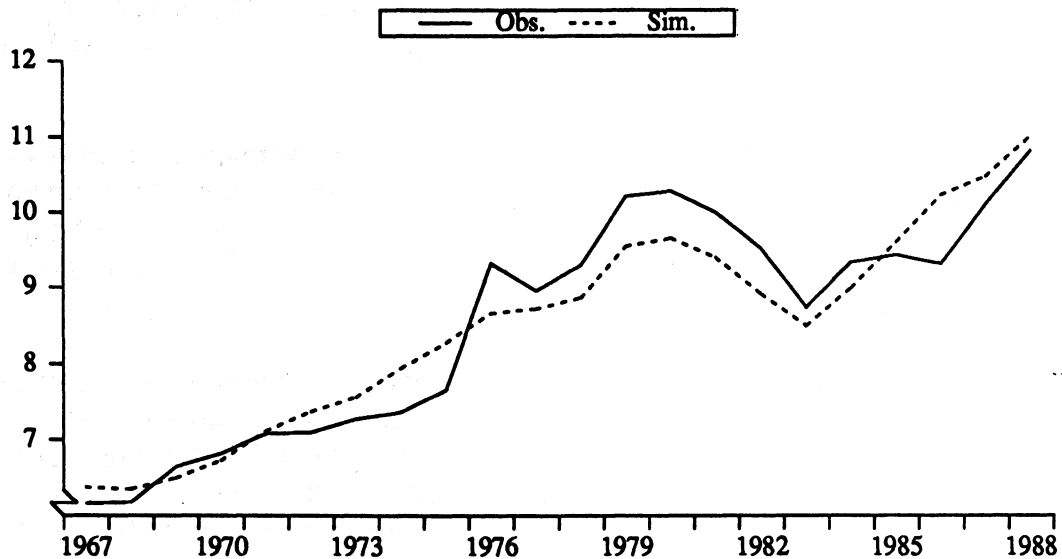
Av figur 4.2 ser vi at simuleringen av konsumet av sjøtransporttjenester også er rimelig god, selv om RRMSE er 5,3 prosent. Det har gjennom simuleringsperioden vært voksende etterspørsel etter sjøtransport fra husholdningene. Vendepunktene i 1980 og 1983 er fanget opp og det største avviket mellom faktisk og simulert verdi finner vi i 1986 med nær 10 prosent.

Figur 4.3 illustrerer utviklingen i konsumet av lufttransport. Konsumet av luftfartstjenester fanges godt opp av simuleringen, men en RRMSE på 7,3 prosent er høyest av konsumgruppene. Dette skyldes bl.a at modellen ikke greier å fange opp nedgangen i etterspørselen i årene 1973 og 1974. Videre slår utflatingen av veksten i 1978 først ut i simuleringen året etter. For lufttransport er det dermed enkelte år med relativt sett store avvik mellom faktiske og simulerte verdier. Det kan derfor være at modellens dynamiske spesifisering er for enkel.

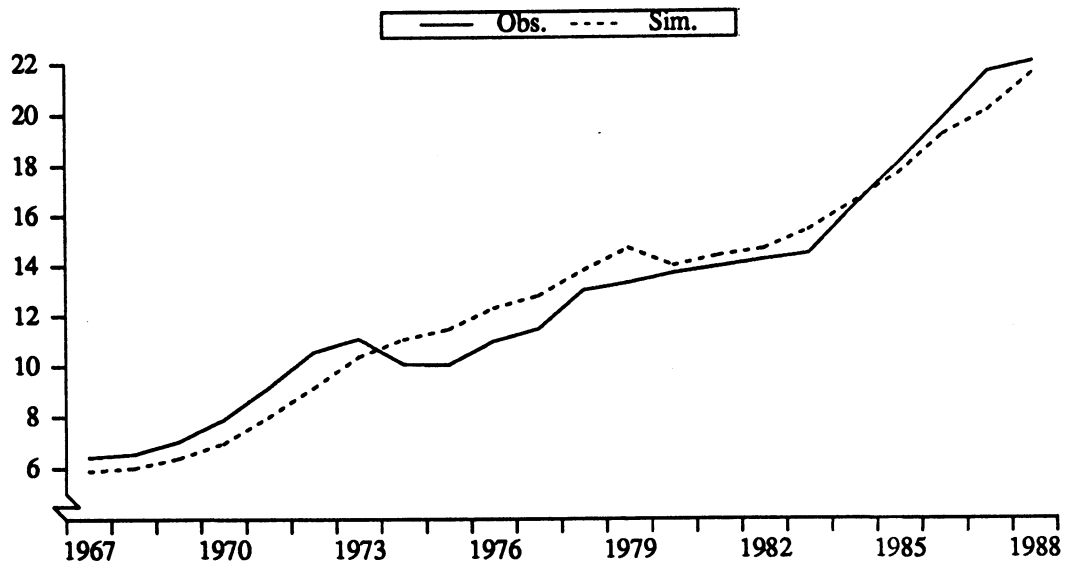
Figur 4.1. Konsum av banetransport.  
Mrd. 1988-kroner



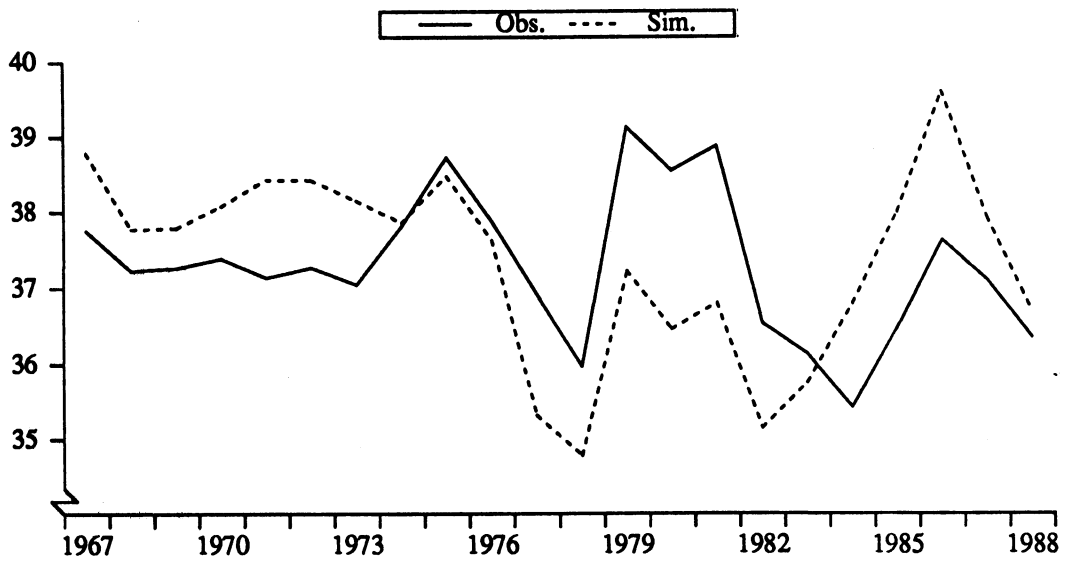
Figur 4.2. Konsum av sjøtransport.  
Mrd. 1988-kroner



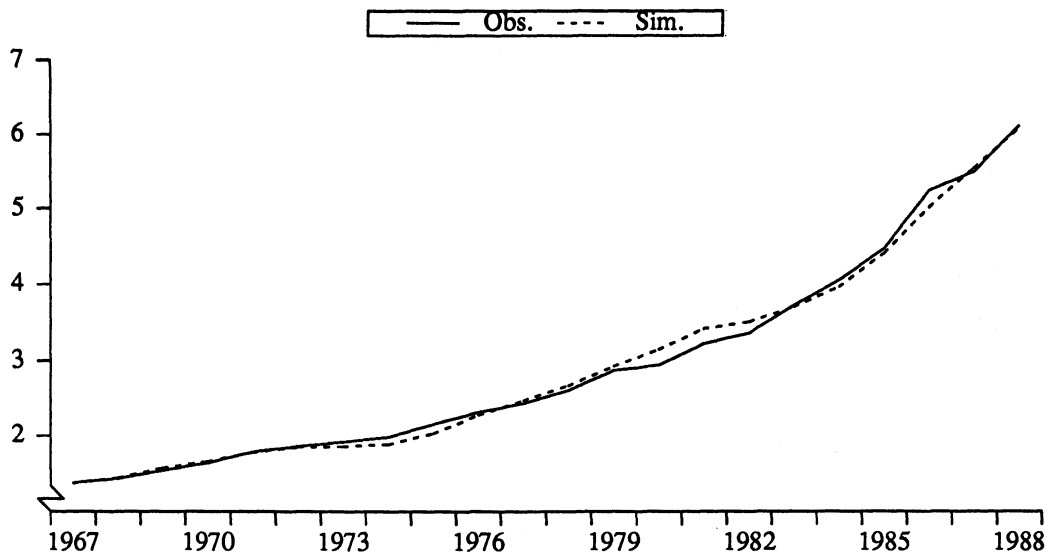
Figur 4.3. Konsum av luftransport.  
Mrd. 1988-kroner



Figur 4.4 Konsum av veittransport  
Mrd. 1988-kroner



Figur 4.5. Konsum av post og teletjenester  
Mrd. 1988-kroner



Husholdningenes etterspørsel etter buss, taxi mv. fluktuierer en del i simuleringsperioden og har ingen eller liten trend. Svingningene blir imidlertid fanget opp av modellen på en tilfredstillende måte selv om modellen bommer en del i år med store utslag i konsumet. Verdien på RRMSE er lav jf. tabell 4.1 og figur 4.4 viser at vendepunktene stort sett beskrives godt og det største avviket mellom faktisk og simulert utvikling finner vi i 1980, der modellen underpredikerer nivået i betydelig grad.

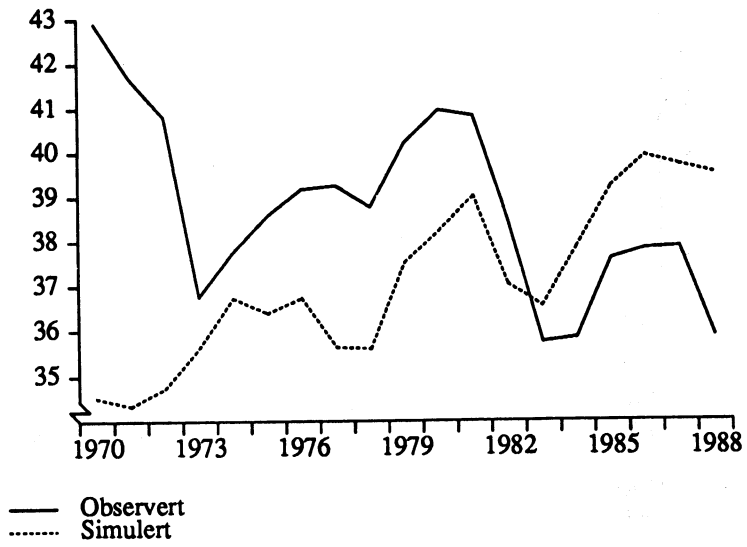
Konsumet av post- og teletjenester vokser jevnt gjennom hele perioden, noe som fanges opp av modellen jf. figur 4.5. Verdien på RRMSE er for denne gruppen like lav som for veitransporten jf. tabell 4.1.

#### 4.2 Bruttoproduksjon

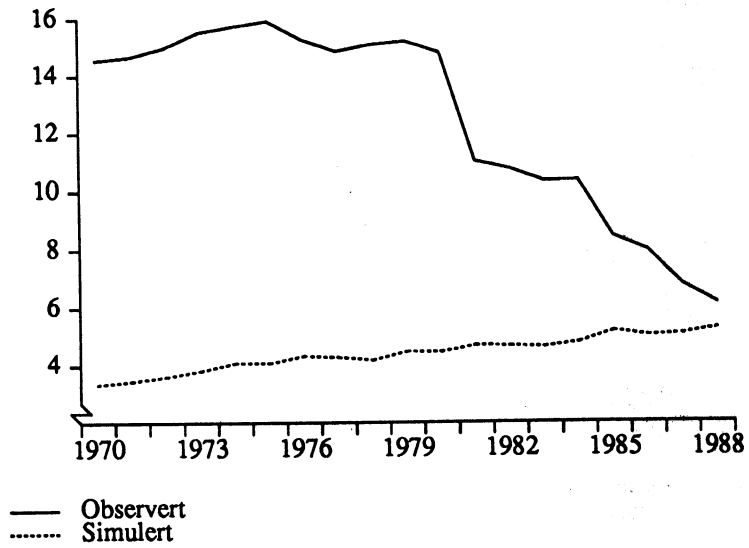
Simuleringsresultatene for produksjonen følger av resultatene for hver av anvendelseskomponentene og importen, og er påvirket av at vareinnsatsen er modellert ved faste koeffisienter. Dette gjør at verdiene på RRMSE er tildels svært høye jf. tabell 4.1.

Produksjon av sjøtransporttjenester skiller seg ut med ekstremt svake resultater enten vareinnsatsleveransene er knyttet til produksjon eller vareinnsats i de mottakende sektorene. Den klare trenden over tid jf. figur 4.7 klarer ikke modellen å forklare.

Figur 4.6 Bruttoproduksjon av jernbanetransport mv.  
Mrd. 1988-kroner

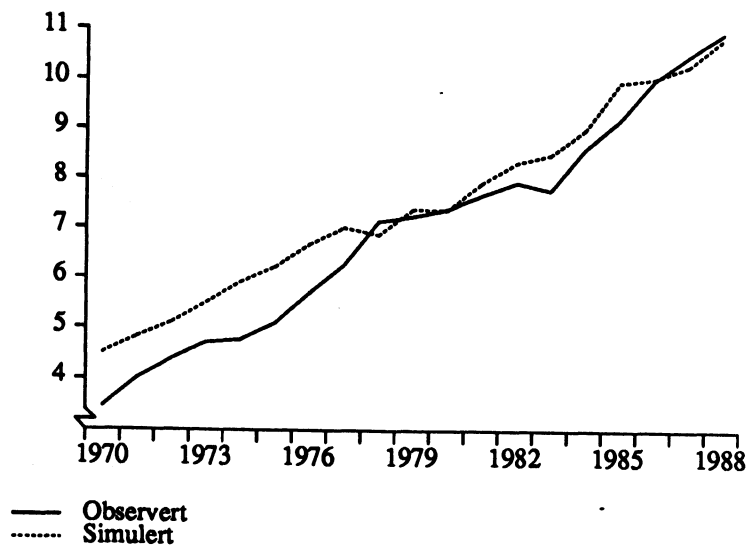


Figur 4.7 Bruttoproduksjon av sjøtransport  
Mrd. 1988-kroner

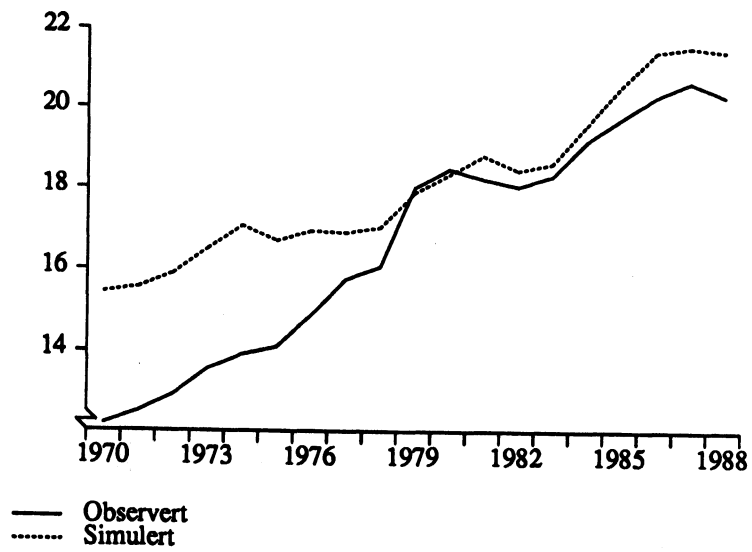




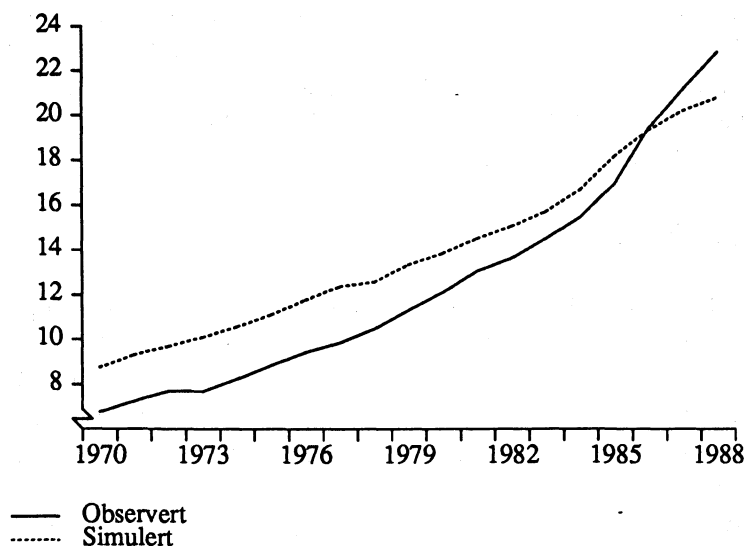
**Figur 4.8** Bruttoproduksjon av lufttransport  
Mrd. 1988-kroner



**Figur 4.9** Bruttoproduksjon av veitransport  
Mrd. 1988-kroner



Figur 4.10 Bruttoproduksjon av post- og teletjenester  
Mrd. 1988-kroner



For de andre transportsektorene er føyningsegenskapene betydelig bedre for bruttoproduksjonen dersom vi holder oss til det beste alternativet for hver gruppe. Figur 4.6 viser at føyningen for jernbanetransport er spesielt svak i første del av perioden, men bedres etterhvert selv om de nivåmessige forskjellene er tildels betydelige. RRMSE i alternativ a), som vist på figuren, er 9,3 prosent. Veksten i produksjonen av lufttransporttjenestene fanges godt opp av modellen, spesielt i siste del av simuleringsperioden jf. figur 4.8. I begynnelsen av perioden ligger det simulerte nivået over det observerte, noe som gjør at RRMSE blir på 9,6 prosent i alternativ b). For bruttoproduksjon av veitransport er også føyningen god gjennom siste del av simuleringsperioden jf. figur 4.9. I perioden før 1979 ligger de simulerte verdiene langt over de observerte. Føyningen målt ved RRMSE er for denne gruppen på 11,1 prosent i alternativ a). Simulert produksjon av post- og teletjenester er i nesten hele simuleringsperioden på et for høyt nivå jf. figur 4.10. Den relativt kraftige veksten de siste årene fanges ikke opp, slik at nivå forskjellene er små de siste to årene. Verdien på RRMSE er 14,9 prosent i alternativ b).

Konklusjonen en kan trekke av dette er at de faste koeffisientene ved beregning av leveranser til vareinnsats i resten av økonomien medfører betydelige problemer når en skal simulere utviklingen sjøtransporten, men fungerer rimelig godt for de andre transportkategoriene.

## 5. Anvendelser

Som nevnt innledningsvis kan modellen anvendes på flere problemstillinger. I dette avsnittet skal vi presentere to analyser som modellen foreløpig er benyttet til. Det er en framskrivning av flytransporten til 2000 og utslippsberegninger av CO<sub>2</sub> til 2000 i tilknytning til KLØKT-prosjektet, se Statistisk sentralbyrå (1991). I begge disse analysene er eksogen input hentet fra beregninger på MODAG.

### 5.1 Framskrivning av flytrafikken

Bakgrunnen for denne analysen var bl.a å foreta en sammenligning med prognoser for flytrafikken utarbeidet ved Transportøkonomisk Institutt (TØI). For en nærmere beskrivelse av TØIs modell, FØNIKS, og framskrivninger, se Fridstrøm og Thune-Larsen (1985a,b,c). Framskrivningene ble gjort for perioden 1990–2000 med utgangspunkt i en referansebane beregnet ved MODAG i tilknytning til klimaberegningene. I denne banen lå det inne en generell vekst i husholdningenes disponible inntekter på noe i overkant av 2 prosent pr år i gjennomsnitt og ingen avgiftsendringer av betydning. I modellversjonen som ble benyttet til framskrivningen er vareinnsatsleveransene av flytransporttjenester knyttet til vareinnsats i mottakende sektorer, dvs. versjonen med de beste føyningsegenskapene jf. avsnitt 4.

Ved sammenligninger med TØIs prognoser er det flere kilder til avvik. I hovedsak kan de deles inn i avvik som skyldes at modellene er ulike og avvik som skyldes ulike forutsetninger om eksogene variable etc.. Det viste seg imidlertid at forutsetningene var i god overensstemmelse, slik at vi her konsentrerer oss om de modellmessige ulikhetene.

En viktig dimensjon ved vår transportmodell er at den skiller eksplisitt mellom næringsreiser, representert ved leveranser til vareinnsats, og private reiser, representert ved leveranser til privat konsum. I vår modell får vi derfor fram endringer i etterspørselen etter luftfartstjenester som skyldes endringer i næringssammensetningen. Dette i motsetning til FØNIKS, der alle typer flytrafikk blir forklart med de samme forklaringsvariablene. På den annen side har en i FØNIKS lagt vekt på den regionale dimensjon ved at etterspørselen fra hver stamruteflyplass er modellert ved å benytte regionspesifikke variable. I tillegg er chartertrafikk og annen utenlandstrafikk skilt ut og modellert for seg i FØNIKS, mens vi i vår modell ikke har med chartertrafikk siden denne type trafikk inngår i konsumgruppen nordmenns konsum i utlandet (og ikke under offentlig transport) i MODAG/MSG.

I tillegg til forskjellene nevnt over, er det også viktige forskjeller med hensyn til hvilke variable som inngår. Vårt volummål er bruttoproduksjon i faste priser, mens TØI modellerer antall passasjerer. Jf. tabell 5.1 kan dette ha betydning for resultatet. Tabellen viser at veksten historisk har vært sterkere for antall passasjerer enn for bruttoproduksjonen. Det tyder på at sammensetningen av reisene mhp. reiselengde har gått i favør av kortere og derved billigere reiser. Dette kan ha sammenheng med økningen i næringsreiser på strekningene Oslo–Bergen og Oslo–Stavanger.

Tabell 5.1. Antall flypassasjerer på flyplasser med ruteanløp og bruttoproduksjon av luftfartstjenester ifølge nasjonalregnskapet. Prosentvis vekst fra året før.

År	Passasjerer <sup>1</sup>	Bruttoproduksjon
1971	35,1	15,6
1972	12,4	9,5
1973	6,9	7,2
1974	-1,9	1,1
1975	4,9	7,2
1976	11,4	11,7
1977	23,1	9,9
1978	5,6	13,9
1979	-1,5	1,3
1980	3,4	2,0
1981	9,2	3,8
1982	9,4	3,4
1983	11,7	-1,9
1984	13,7	10,8
1985	6,3	6,9
1986	10,0	8,6
1987	2,2	4,9
1988	-3,7	4,2
Gjennomsnitt	8,8	6,6

1) Kilde: Samferdselsstatistikk 1970–88, Statistisk sentralbyrå.

En annen viktig forskjell er størrelsen på inntektselastisitetene i de to modellene. I FØNIKS er inntektsmålet nettoinntekt før skatt ved kommuneskatteligningen, dvs. et inntektsmål som avhenger av utviklingen i bl.a skattesatser. Dette kan være en medvirkende årsak til at inntektselastisitetene i FØNIKS er om lag 2 mens vi i vår modell opererer med en inntektselastisitet mhp. samlet offentlig transport på i overkant av 1 for flytrafikk. Den samlede inntektselastisiteten framkommer som produktet av inntektselastisiteten for offentlig transport i MODAG/MSG og inntektselastisiteten for flytrafikk i transportmodellen, og er på lang sikt også i overkant av 1.

Den siste forskjellen vi skal nevne her, er at reisetid er med som forklaringsvariabel i FØNIKS, men ikke i vår transportmodell. Ifølge Fridstrøm m.fl. (1991) ser reisetid ut til å ha større betydning enn pris for valget mellom transportformer. Også analysen til Hammer (1990) tyder på at reisetid er viktig for valget mellom transportformer på lange reiser innenlands.

La oss så gå over til å sammenligne resultatene i form av vekstrater. Veksten i flytrafikken fra 1988–2000 er i følge vår beregning med transportmodellen om lag 35 prosent. TØI har flere alternative framskrivninger jf. Fridstrøm og Thune–Larssen (1985b). I det alternativet som gir lavest vekst øker passasjertallet med 29 prosent fra 1988 til 2000 mens i alternativet som gir høyest vekst øker passasjertallet med 59 prosent. Startåret i disse beregningene var 1983, men vi har sammenlignet tallene for 2000 med faktisk passasjertall i 1988. Senere beregninger har derfor gitt sterkere vekst enn det tallene over antyder. Denne sammenligningen viser likevel at vår framskrivning ligger nær det laveste av TØIs alternativer. Dersom veksten i passasjertallet fortsatt vil være større enn veksten i bruttoproduksjonen er det imidlertid godt samsvar mellom de to beregningene.

## 5.2 Utslipp av CO<sub>2</sub> fra offentlig transport

Innenriks samferdsel sto i 1987 for om lag 35 prosent av det samlede forbruket av oljeprodukter i Norge, og bidro til vel 17 prosent av de samlede CO<sub>2</sub>-utslippene. I KLØKT-beregningene, som analyserer virkninger på norsk økonomi av hhv. ensidig norsk stabilisering av CO<sub>2</sub>-utslipp og en internasjonal klimaavtale, var det derfor ønskelig med en mer omfattende behandling av transportsektoren. I analysen av virkningene av ensidig norsk stabilisering ble derfor transportmodellen brukt til å se på virkningene for innenriks samferdsel av å innføre en CO<sub>2</sub>-avgift. I den modellversjonen som er benyttet her er vareinnsatsleveransene knyttet til produksjonen i de mottakende sektorene. Siden dette er en virkningsberegning, skulle de relativt svake føyningsegenskapene for enkelte sektorer være av mindre betydning.

I forhold til referansebanen ble det gjort to endringer i virkningsbanen. Det ene var innføringen av en CO<sub>2</sub>-avgift og det andre var endringer i koeffisientene for energieffektivisering. CO<sub>2</sub>-avgiften, som ble pålagt i virkningsbanen i MODAG, inngår ikke direkte i transportmodellen. Virkningene av å innføre avgiften ble derfor implementert ved å øke vareavgiftene på bensin og fyringsolje mv. dvs. variablene TVX41 og TVX42, tilsvarende økningen i CO<sub>2</sub>-avgiften. Omregningen fra CO<sub>2</sub>-avgift til avgift på bensin og fyringsolje ble gjort på følgende måte: En CO<sub>2</sub>-avgift på kr 800 pr tonn i 2000 tilsvarer kr 1,80 pr liter bensin/diesel eksklusive mva. i 1988 kroner. Dette utgjør om lag 65 prosent av bensinavgiften som for blyfri bensin er kr 2,80 pr liter. Avgiftsøkningen for fyringsolje blir tilsvarende på om lag 100 prosent siden avgiften er lavere enn bensinavgiften i utgangspunktet. Omregnet til økning i drivstoffpriser betyr dette at bensinprisene inkludert mva. øker med 32 prosent og fyringsoljeprisen med 68 prosent inkludert mva.

Utslippene av CO<sub>2</sub> er knyttet til produksjonen ved utslippskoeffisienter definert ved utslipp i millioner tonn, ifølge Statistisk sentralbyrå (1991a), relativt til bruttoproduksjonen i milliarder 1988-kroner i 1988 jf. tabell 3.1. Sjøtransport har den høyeste koeffisienten med 0,31, lufttransport har 0,15, veitransport 0,1, bane 0,03 og post/tele 0,01. Dette betyr at for gitt produksjonsnivå, vil en like stor prosentvis reduksjon i bruttoproduksjonen for alle transportgruppene f.eks gi 3 ganger så stor reduksjon i utslipp av CO<sub>2</sub> i prosent fra sjøtransport som fra veitransport.

I tillegg til at CO<sub>2</sub>-avgiften har effekter på etterspørselen etter transporttjenster via konsumprisene, antar vi også at energieffektiviteten vil påvirkes av at en avgift blir innført.

Disse antakelsene baserer seg på Fridstrøm m.fl. (1991). Selv uten avgift er det grunn til å anta reduksjoner i utslippene pr produsert enhet fra biltrafikken, noe som i vår modell berører veitransportsektoren og post- og telesektoren. Med en CO<sub>2</sub>-avgift er det imidlertid grunn til å tro at reduksjonene blir større. Det ble antatt at utslippreduksjonene fra veitrafikken blir 0,8 prosentenheter høyere pr år og fra post- og telesektoren 0,4 prosentenheter høyere pr år enn i en situasjon uten avgift. Begrunnelsen er at utskiftingstakten for kjøretøyer øker og at bedriftene i større grad velger energieffektive kjøretøyer som følge av høyere energipriser. For de andre gruppene ble det forutsatt uendrete utslippskoeffisienter, dvs. at avgiften i seg selv ikke initierer økt energieffektivisering eller at eventuell energieffektivisering tas ut i større hastigheter på transportmidlene. Fart er en viktig faktor både for banetransport og sjøtransport, slik at reduksjoner i utslipp som måtte følge av eventuelle tekniske forbedringer antas å bli motvirket av økt energiforbruk som følge av større hastighet. På grunn av lang utrangeringstid for fly, er det lite sannsynlig at avgiften i seg selv vil føre til endringer som kan redusere utslippene fra lufttransporten innenfor den horisonten vi ser på her.

Tabell 5.2. Virkninger av nasjonal stabilisering av CO<sub>2</sub>-utslipp. Prosentvis avvik fra referansebanen i 2000.

	Bane	Sjø	Luft	Vei	P&T	I alt
Konsumpriser	-4,0	-1,2	-2,1	-3,9	-3,3	-3,2
Leveranser til						
-konsum	5,8	-1,1	2,1	4,6	3,8	3,5
-vareinnsats	-1,5	-2,0	-1,6	-1,5	-2,0	-1,7
-eksport	-3,5	-3,5	-3,5	..	-3,5	-3,5
Import	-1,4	-1,4	..	..	-1,4	-1,4
Bto.produksjon	0,7	-2,6	-1,5	-0,6	-0,4	-0,8
Utslipp av CO <sub>2</sub>	0,7	-2,6	-1,5	-7,6	-3,9	-4,0
Utslipp av CO <sub>2</sub> <sup>1)</sup>	0,8	-48,9	-30,1	-180,0	-8,6	-267,1

1) 1000 tonn. Absolutt endring.

Siden analysen ble gjennomført som en virkningsberegning på modellen parallelt med beregningene på MODAG, framkommer resultatene som avviket mellom referansebanen som gir et mulig forløp for norsk økonomi fram til 2000 uten klimapolitiske tiltak og virkningsbanen som beskriver utviklingen i en situasjon der CO<sub>2</sub>-avgiften innføres gradvis fra 1992. Avgiften gir økte inntekter til offentlig sektor, slik at en i MODAG-beregningene bl.a var nødt til å ta stilling til bruken av disse inntektene. En del av resultatene følger derfor direkte fra forutsetningene som ligger til grunn for beregningene på MODAG. Vi vil ikke drøfte disse forutsetningene her, men påpeke forhold som er av avgjørende betydning for resultatene i transportmodellen.

Tabell 5.2 viser resultatene som avvik mellom referansebanen og virkningsbanen i 2000, dvs. etter det nye avgiftsnivået har vært i virksomhet noen år. Til tross for at CO<sub>2</sub>-avgiften isolert sett vil øke konsumprisene, ser vi av tabellen at konsumprisene faktisk reduseres for alle transportgruppene. Årsaken ligger i at lønnskostnadene blir redusert i MODAG som en følge av at en del av inntektene fra avgiften brukes til lettelser i personbeskatningen. I tillegg finansierer avgiftsinntektene en betydelig subsidiering av offentlig transport siden utbygging av denne sektoren antas å være et viktig miljøpolitisk virkemiddel. Siden økte bensinpriser reduserer omfanget av transport med privatbil, foregår det dermed en overgang fra egentransport til offentlig transport. Denne overgangen skjer imidlertid på MODAG-nivå. For det gitte nivået på offentlig transport, vil imidlertid CO<sub>2</sub>-avgiften kunne endre sammensetningen av offentlig transport og på den måten redusere utslippene av CO<sub>2</sub>.

Ifølge tabell 5.2 reduseres ikke alle konsumprisene like mye, noe som følger av at avgiftsøkningen slår ut i konsumprisene. Sett i forhold til de kraftige økningene i avgiften, er endringene i de relative prisene forholdsvis små. Dette skyldes både at drivstoff bare er en av flere vareinnsatskomponenter i sektorene og at lønnskostnadene veier tyngre enn kostnader til vareinnsats for de fleste transportgruppene. Avgiftsøkningene slår sterkest igjennom for sjøtransport og lufttransport og minst for veitransport og banetransport. En viktig årsak til disse forskjellene er at avgiftsnivået på bensin er betydelig lavere for lufttransport og sjøtransport enn for veitransport og avgiftene på diesel, før avgiftsøkningen. Siden avgiften økes prosentvis like mye for hver transportgren, vil prisvirkningene variere. Utviklingen i konsumet av de ulike transporttjenestene gjenspeiler både forskjeller i prisutviklingen, men også til en viss grad forskjeller i inntektselastisiteter mellom gruppene. Som vi ser øker konsumet av banetransport og veitransport mest, mens sjøtransport faktisk har en svak nedgang i konsumleveransene i forhold til referansebanen.

Selv om leveransene til privat konsum øker med tilsammen 3,5 prosent, får vi totalt sett en reduksjon i CO<sub>2</sub>-utslippene fra transportsektoren. Det skyldes i hovedsak at leveransene til vareinnsats blir redusert. Økningen i den generelle CO<sub>2</sub>-avgiften fører til størst reduksjoner i produksjonen i de sektorene i økonomien som bruker mest fossil energi. Totalt sett avtar BNP med 1 prosent i forhold til referansebanen jf. Statistisk sentralbyrå (1991). Når vareinnsatsleveransene fra transportsektoren avtar med mer enn 1 prosent, har dette sammenheng med at sektorer som blir hardt rammet av avgiften er større forbrukere av offentlig transport enn gjennomsnittet. Denne sammensetningseffekten får vi fram fordi vareinnsatsleveransene fra hver transportgruppe er knyttet til produksjonen i hver av de mottakende sektorene. Nedgangen i leveransene til vareinnsats er noe større for sjøtransport og post- og telesektoren enn for de andre gruppene. Dette skyldes at produksjonsnedgangen har gått i favør av sektorer som har større behov for sjøtransporttjenester og post- og teletjenester enn andre transporttjenester.

Total eksport i økonomien går ned med 4,3 prosent som en følge av økt kostnadsnivå i viktige eksportsektorer, spesielt kraftkrevende industri. For offentlig transport avtar eksporten noe mindre enn gjennomsnittet; nedgangen for de transportgruppene som leverer til eksport blir 3,5 prosent. Total import går også ned, men reduksjonen er bare

på 1,4 prosent. Tilsammen oppveier nedgangen i leveransene til vareinnsats, eksport og import mer enn oppgangen i leveransene til konsum for alle transportgruppene med unntak for banetransport. Nedgangen i bruttoproduksjonen er størst for sjøtransport både på grunn av reduksjonen i konsumet og den relativt store nedgangen i leveranser til vareinnsats, samt at eksportandelen er større for denne sektoren enn for de andre. Den sterke konsumøkningen for transport med jernbane mv. sammen med denne sektorens store konsumandel gjør at produksjonen øker noe i denne sektoren.

Dersom vi ser bort fra virkninger på energifektiviteten av å innføre avgiften, vil de prosentvise endringer i utslipp tilsvare de prosentvise endringene bruttoproduksjonen. Det betyr at innføringen av avgiften isolert sett fører til en vridning bort fra sjøtransport og lufttransport som begge er sektorer med høyt utslipp pr produsert enhet, i retning av transport med jernbane mv. som har svært lavt CO<sub>2</sub>-utslipp pr produsert enhet. Tabell 5.2 viser virkningene på utslippene når vi også tar hensyn til at energieffektiviteten forbedres. Økt energieffektivisering gjør at reduksjonen i utslipp fra veitransport og post- og telesektoren blir betydelig større enn bidraget fra avgiften isolert sett. Siden utslippskoeffisientene er uforandret for transport med jernbane mv., sjøtransport og lufttransport er de prosentvise utslippsreduksjonene her like store som nedgangen i produksjonen.

Forskjellen i størrelsen på utslippskoeffisientene tilsier store ulikheter mellom prosentvise og absolutte utslippsreduksjoner. Tabell 5.2 viser likevel at når vi sammenligner veitransport, sjøtransport og lufttransport er de nivåmessige utslippsreduksjonene i samsvar med de prosentvise. Det skyldes at nivået på produksjonen er betydelig lavere for sjøtransport enn for vei- og lufttransport i referansebanen og dette oppveier virkningen av den store utslippskoeffisienten for sjøtransport.

Avslutningsvis kan vi oppsummere virkningene av CO<sub>2</sub>-avgiftens virkning på offentlig transport på denne måten: Konsumprisene på transporttjenestene går ned som følge av at inntektene fra avgiften benyttes til subsidier av offentlig transport og reduserte personskatter. Dette resultatet følger av MODAG-beregningene. Transportmodellen viser at avgiftsøkningene på drivstoff gjør at konsumet øker lite for lufttransport og reduseres for sjøtransport; begge sektorer med høyt utslipp pr produsert enhet. Dermed bidrar avgiftsøkningene til å redusere utslippene av CO<sub>2</sub> mer enn det som følger av redusert eksport, import og vareinnsatsbruk i andre deler av økonomien. Det klart største bidraget til utslippsreduksjonene kommer imidlertid fra økt energieffektivitet innen veitransport.



## **6. Avslutning**

Utviklingen av modellen og anvendelsene har gitt nyttig innsikt i hvilke forhold som er av betydning for sammensetningen og utviklingen av offentlig transport, utviklingen innen lufttransport til 2000 samt virkninger på CO<sub>2</sub>-utslipp fra transportsektoren av å innføre en CO<sub>2</sub>-avgift. Følgende hovedkonklusjoner kan trekkes:

– Det er for enkelt å forklare husholdningenes etterspørsel etter ulike typer offentlig transport bare ved hjelp av relative priser og total forbruksutgift til offentlig transport. Husholdningenes beholdning av biler er en signifikant forklaringsvariabel og det ser også ut til å være betydelige tregheter i tilpasningen. Det er videre relativt små forskjeller i inntektselastisitetene mellom ulike grupper av offentlig transport og de ulike offentlige transporttjenestene er alternative i etterspørselen. Økt bilbeholdning medfører redusert transport med kollektive transportmidler.

– Når en skal knytte vareinnsatsleveranser fra offentlig transport til andre sektorer i økonomien ved tidsuavhengige koeffisienter, bør en for banetransport og veitransport relatere vareinnsatsen til produksjonen i de mottakende sektorene, men for lufttransport og post- og teletjenester bør vareinnsatsen knyttes til totalt forbruk av vareinnsats i de mottakende sektorene. For sjøtransport vil ingen av disse metodene føre til at en greier å fange opp de sterke trenden over tid i perioden 1970–88. Med det foreliggende datamaterialet er det også vanskelig å forbedre resultatene for sjøtransport ved estimering av koeffisientene.

– Ved framskrivninger av flytrafikken, basert på referansebanen i KLØKT-beregningene, gir modellen noe lavere vekst i perioden 1988–2000 enn det prognosene med modellen FØNIKS (TØI) viser. Dette skyldes både lavere inntektselastisiteter og ulike måter å modellere luftfarten på, spesielt at en i FØNIKS ikke tar hensyn til skillet mellom næringsreiser og private reiser og at det ikke tas hensyn til regionale forskjeller i ettermodellen for offentlig transport.

– Innføring av en CO<sub>2</sub>-avgift vil ifølge beregninger på modellen ha små effekter på utslipp av CO<sub>2</sub> fra offentlig transport når vi ser bort fra virkninger via økt energieffektivitet, noe som bl.a skyldes at drivstoffkostnadene utgjør en mindre andel av totale produksjonskostnader i utgangspunktet. Utslippene reduseres mest fra sjøtransport og lufttransport. Tar en hensyn til at innføring av avgiften også vil påvirke energieffektiviteten, blir både de totale effektene og variasjonene mellom ulike transportgrener betydelig større.

**Referanser:**

- Alfsen K, T. Bye og E. Holmøy (1989): Energi og samfunn. Ny modell. Internt arbeidsnotat, SSB.
- Fridstrøm L. og H. Thune-Larsen (1985a): Framskrivning av flytrafikken: Metoder og resultater. Sosialøkonomen nr 9 og 10.
- Fridstrøm L. og H. Thune-Larsen (1985b): Prognoser for flytrafikken 1983-2000. Prosjektrapport. TØI.
- Fridstrøm L. og H. Thune-Larsen (1985c): FØNIKS En prognosemodell for flytrafikken. TØI-notat av 21/6-85.
- Fridstrøm L., F. Ramjerdi, P.C.Svae, H. Thune-Larsen (1991): Miljøavgifters virkning på Samferdselen. TØI-rapport 0077/1991.
- Hammer F. (1990): Persontransport innenlands. Hva bestemmer folks valg mellom ulike transportformer på lange reiser innenlands? Hovedoppgave i sosialøkonomi ved Universitetet i Oslo.
- Jean-Hansen, V. (1990): Transportkostnader i norsk næringsliv og offentlig forvaltning for årene 1962-1988. TØI-notat 0941/1990.
- Magnussen K.A. og T. Skjerpen (1990): The Consumption Block in the Macroeconomic Models MODAG and KVARTS. Paper presentert på Forskermøtet for økonomer, Bergen 1991.
- Pollak R. A. og T. J. Wales (1969): Estimation of the Linear Expenditure System. *Econometrica* 37, 611-628.
- Statistisk sentralbyrå: NOS Samferdselsstatistikk 1970-88.
- Statistisk sentralbyrå (1991): Klima, økonomi og tiltak (KLØKT). Bidrag til Den interdepartementale klimagruppen.
- Statistisk sentralbyrå (1991a): Naturressurser og miljø 1990. Rapporter 1991/1.

### Vedlegg A. Estimeringsresultater for konsummodellen

Tabell A1 viser estimeringsresultatene for de tre variantene av det lineære utgiftssystemet, representert ved ligning (4) i avsnitt 2.2. Modellene er estimert ved full informasjons maksimum likelihood metoden (FIML) i TROLL. For å unngå en singularær varians/kovariansmatrise er en ligning utelatt ved estimeringen. Resultatene er imidlertid invariante overfor hvilken relasjon som utelates. Resultatene for modell c viser at både beholdningen av biler og lagget konsum er signifikante forklaringsvariable.

Tabell A1. Estimeringsresultater for tre konsummodeller.  
Estimeringsperiode 1962–88. T-verdier i parentes.

Parameter	Modell a	Modell b	Modell c
$\beta_{31.2}$	-0,059 (6,1)	0,037 (2,0)	0,148 (9,1)
$\beta_{33}$	0,072 (11,4)	0,027 (1,7)	0,076 (4,0)
$\beta_{34}$	0,259 (37,7)	0,231 (10,4)	0,168 (2,8)
$\beta_{35.7}$	-0,007 (0,4)	-0,010 (0,6)	0,408 (6,9)
$\beta_{41.2}$	0,738 (45,5)	0,714 (14,7)	0,242 ..
$\alpha_{31.2.1}$	0,194 (34,6)	0,168 (9,0)	0,075 (3,3)
$\alpha_{33.1}$	0,058 (12,3)	0,028 (2,1)	0,024 (2,4)
$\alpha_{34.1}$	0,034 (2,7)	-0,151 (4,0)	0,019 (1,0)
$\alpha_{35.7.1}$	0,376 (68,7)	0,391 (20,2)	0,160 (1,8)
$\alpha_{41.2.1}$	0,064 (2,2)	-0,475 (4,1)	0,019 (0,8)
$\alpha_{31.2.2}$	..	-0,010 (0,7)	-0,123 (4,5)
$\alpha_{33.2}$	..	0,052 (5,3)	-0,041 (2,6)
$\alpha_{34.2}$	..	0,230 (5,2)	-0,082 (1,8)
$\alpha_{35.7.2}$	..	-0,016 (1,1)	-0,267 (3,4)
$\alpha_{41.2.2}$	..	0,645 (4,5)	-0,075 (2,9)
$\alpha_{31.2.3}$	..	..	0,629 (10,2)
$\alpha_{33.3}$	..	..	0,625 (5,3)
$\alpha_{34.3}$	..	..	0,700 (4,7)
$\alpha_{35.7.3}$	..	..	0,555 (3,3)
$\alpha_{41.2.3}$	..	..	0,810 (10,6)

Sektorkodene er hhv. 31.2 for banetransport, 33 for sjøtransport, 34 for lufttransport, 35.7 for veitransport og 41.2 for post/tele.

Tabell A2 gir følgende føyningsmål og testobservatorer for de tre konsummodellene;

- FCN dvs. verdien på den transformerte konsentrerte log-likelihoodfunksjonen,
- $R^2$  dvs. den multiple korrelasjonskoeffisienten for den enkelte relasjon,
- SER dvs. standardavviket rundt regresjonsplanet,
- DW dvs. Durbin-Watson observatoren,
- RRMSE dvs. Relative Root Mean Squared Error (føyningsmål).

Tabell A2. Egenskaper ved konsummodellene. Estimeringsperiode 1962-88.

	Modell a	Modell b	Modell c
FCN	51,714	50,590	48,291
$R^2$ ;			
31.2	0,56	0,69	0,97
33	0,83	0,83	0,95
34	0,99	0,99	0,99
35.7	0,99	1,00	1,00
SER;			
31.2	0,0025	0,0024	0,0002
33	0,0010	0,0011	0,0003
34	0,0009	0,0006	0,0009
35.7	0,0042	0,0054	0,0016
DW;			
31.2	0,47	0,43	2,69
33	0,45	0,56	2,05
34	0,98	1,52	1,58
35.7	0,77	0,58	1,32
RRMSE;			
31.2	..	..	1,66
33	..	..	5,11
34	..	..	7,73
35.7	..	..	3,2

Tabell A2 viser at modell c har de klart beste egenskapene både når det gjelder føyning og autokorrelasjon. Siden de tre modellene er hierarkisk nestede, kan de også testes mot hverandre ved en "likelihood ratio test" (LR-test). Det er ingen restriksjoner på kovariansmatrisen til restleddene. Parametrene kan derfor konsentreres ut av log-likelihoodfunksjonen. La  $\Gamma$  være en vektor for de strukturelle parametrene i modell nr. m og la log-likelihoodfunksjonen være gitt ved  $L(\Gamma^m)$ . En lineær transformasjon av denne funksjonen er

$$l(\Gamma^m) = A + BL(\Gamma^m), \text{ der } A < 0 \text{ og } B > 0.$$

Estimeringsprosedyren FIML innebærer at  $l(\Gamma^m)$  minimeres. Vi har at  $FCN^m = l(\Gamma^m)$  der  $G$  er de estimerte parameterverdiene i modell m. Tilsvarende lar vi  $FCN^n$  betegne minimumsverdien av den transformerte log-likelihoodfunksjonen til en annen modell som er nestet innen modell m. Det kan da vises at observatoren

$$LR_{mn} = -T[FCN(\Gamma^m) - FCN(\Gamma^n)]$$

er asymptotisk  $\chi^2$ -kvadrattfordelt med  $K_n - K_m$  frihetsgrader, der  $K$  gir uttrykk for antall restriksjoner ( $K_n - K_m$  er antall restriksjoner som må innføres for å gå fra modell m til n) og  $T$  er antall observasjoner. For de tre modellene vi opererer med får vi følgende  $LR_{mn}$ -observatorer;

$$LR_{ab}=41$$

$$LR_{bc}=76$$

$$LR_{ac}=118$$

Overgangene fra modell a til b og b til c impliserer 4 restriksjoner (en restriksjon for hver konsumgruppe), mens overgangen mellom a og c impliserer 8 restriksjoner (to for hver konsumgruppe). På 5-prosent nivå er kritisk verdi ved 4 frihetsgrader 9,5 og ved 8 frihetsgrader 15,5. Dette innebærer at vi klart kan forkaste modell a og b til fordel for modell c, dvs. den dynamiske varianten med både bilbeholdning og fjorårets forbruk av transport som forklaringsvariable.

## Vedlegg B. Estimering av vareinnsatskoeffisienter

Årsaken til de særdeles svake føyningsegenskapene for produksjon av sjøfartstjenester (se avsnitt 4) ligger i modelleringen av leveranser til vareinnsats. Dette er også årsaken til svake resultater for andre transportgrupper i en av de to alternative spesifikasjonene i avsnitt 4. For å forbedre egenskapene til modellen forsøkte vi derfor å estimere vareinnsatskoeffisienter på grunnlag av data hentet fra Jean-Hansen (1990).

Jean-Hansen har beregnet leveranser av vareinnsats fra transportgruppene jernbane mv., sjøtransport, veitransport og lufttransport i følgende benchmarkår; 1964 (gjelder ikke luftfart), 1969, 1973, 1978, 1983 og 1988. Data omfatter kun godstransport, men i 1983 og 1988 er det også beregnet tall for persontransport med fly og buss, taxi mv. I avsnitt 2.4 brukte vi tallene fra 1988 (inkludert persontransport) til å beregne koeffisientene. I estimeringsforsøkene brukte vi tall fra 1964 til 1988 og utelot persontransporten for å unngå brudd i dataseriene.

I utgangspunktet ønsket vi å estimere relasjoner som inkluderte både konstantledd, et trendledd og produksjon (valgte produksjon i stedet for vareinnsats her) i den mottakende sektoren. En generell ligning kan skrives slik;

$$(B1) \text{Mij} = \text{Aij} + \text{Bij} * \text{T} + \text{C} * \text{Xj}$$

der    Mij er vareinnsats levert fra transp.gruppe i til prod.sektor j  
       T er en trendvariabel  
       Xj er produksjon i sektor j  
       A, B og C er faste koeffisienter

Med bare 6 observasjoner for leveranser fra hver transportgruppe (og bare 5 for luftfart) innså vi problemet med å estimere 3 parametre i hver ligning. Vi valgte derfor å legge data for hver produksjonssektor etter hverandre og multiplisere med sektorspesifikke dummyvariable for å få tilstrekkelig antall frihetsgrader. I tillegg valgte vi en log-lineær funksjonsform. Modellen som dannet utgangspunktet for estimeringene kan dermed skrives slik;

$$(B2) \log(\text{Mit}) = \sum_j \text{Aj} * \text{Djt} + \sum_j \alpha_{ij} * \text{Djt} * \log(\text{Xj}) + \sum_j \beta_j * \text{T} * \text{Djt}$$

der    Mit er leveranser fra transp.gruppe i til alle produksjonssektorene  
       Aj er et sektorspesifikt konstantledd  
        $\alpha_{ij}$  er vareinnsatskoeffisienter  
        $\beta_j$  er sektorspesifikke trenkoeffisienter  
       Djt er dummyvariable med verdien 1 for sektor j, 0 ellers

Siden antall produksjonssektorer er 27 vil modellen uten restriksjoner inneholde i alt 81 koeffisienter. Antall observasjoner var 162 (135 for lufttransport) men ble redusert med 2 ettersom produksjonen i sektor 64, olje og gassutvinning, er lik 0 i 1964 og 1969.

Estimeringsstrategien gikk ut på å starte med ligning B2 og deretter teste om det ved å pålegge restriksjoner er mulig å komme fram til en enklere modell. Restriksjonene som ble pålagt var;

- a) like vareinnsatselastisiteter i hver sektor dvs.  $\alpha_{ij} = \alpha_{ik}$  for alle  $j, k$
- b) alle vareinnsatselastisiteter like og lik 1 (pari-passu)
- c) like trendkoeffisienter dvs.  $\beta_j = \beta_k$  for alle  $j, k$
- d) kombinasjonen av a) og c)
- e) kombinasjonen av b) og c)
- f) alle trendkoeffisientene lik 0 og vareinnsatselastisitetene lik 1

For å teste de ulike modellene mot hverandre benyttet vi F-tester. Modell a) lot seg ikke estimere og er derfor ikke med i testprosedyren. Vi startet derfor med å teste den mest generelle modellen mot hhv. alternativ b) og c). På 5-prosentnivå er den kritiske grensen i disse testene på om lag 1,7. På dette nivået forkastet vi modell c) siden alle de observerte F-verdiene var fra 1,9 og oppover. Det er altså ikke felles trender for bruk av vareinnsats i produksjonssektorene. Nå det gjelder modell b) kunne den ikke forkastes for sjøtransport, mens veitransport lå svakt over grensen for forkastning. Modellen måtte derimot forkastes klart for de to andre transportgruppene. Siden både modell b) og c) måtte forkastes var det lite hensikt i å teste de andre restriksjonene.

Til tross for at estimeringsresultatene gikk klart i retning av den mest generelle modellen valgte vi å forsøke å simulere på modell b) bl.a fordi den ikke kunne forkastes for sjøtransport som er sektoren med de klart største avvikene mellom observert og simulert verdi i estimeringsperioden. Simuleringsresultatene ga da også en viss forbedring for sjøtransport siden RRMSE sank til 60 prosent, men økte for de andre gruppene. Modellen med estimerte vareinnsatskoeffisienter ble derfor ikke implementert.

### Vedlegg C. Definisjoner av data, dataarkiver mv.

Alle data ligger på brukerområde SSB10, dataarkiv TRANS på TROLL.  
Sektorkodene for transportgruppene er 31.2 for banetransport, 33 for sjøtransport, 34 for lufttransport, 35.7 for veitransport og 41.2 for post- og teletjenester.

#### Konsum

Konsumdata er hentet fra nasjonalregnskapet arkivert på data banken KONSUMDA. Noe aggregering var nødvendig for enkelte av transportgruppene. For volumstørrelsene gjelder følgende definisjoner;

$$\begin{aligned} c31.2 &= c631 + c632 \text{ (Jernbanetransport + Transp. med sporvei og forstadsbane)} \\ c33 &= c633 \text{ (Transport med båt og ferje)} \\ c34 &= c634 \text{ (Flytransport)} \\ c35.7 &= c635 + c636 + c637 \text{ (Busstransport + Drosjebiltransp. + Flytteutg. og frakt)} \\ c41.2 &= c64A \text{ (} c641 + c642 \text{) (Porto + Telefon og telegrammer)} \end{aligned}$$

Prisindeksene er definert på denne måten;

$$\begin{aligned} pc31.2 &= (vc631 + vc632)/(c631 + c632) \\ pc33 &= pc633 \\ pc34 &= pc634 \\ pc35.7 &= (vc635 + vc636 + vc637)/(c635 + c636 + c637) \\ pc41.2 &= pc64A ((vc641 + vc642)/(c641 + c642)) \end{aligned}$$

#### Produksjon

Tall for bruttoproduksjon er også hentet fra nasjonalregnskapet og er aggregater av transportsektorer. Følgende definisjoner gjelder;

$$\begin{aligned} x31.2 &= x800 + x810 \text{ (Jernbane + Sporvei og forstadsbane)} \\ x33 &= x835 + x840 \text{ (Innenriks sjøfart + Hjelpevirksomhet for innenriks sjøfart)} \\ x34 &= x845 \text{ (Lufttransport)} \\ x35.7 &= x805 + x815 + x820 + x825 + x850 \text{ (Rutebil + Drosje og turbil + Leiebil + Hjelpevirksomhet for landtransport + Tjenester i tilknytning til transport og lagring)} \\ x41.2 &= x855 + x860 \text{ (Post + Telekommunikasjoner)} \end{aligned}$$

Historiske serier er laget ved å kjede hver enkelt serie til serier med basisår 1988. Deretter er aggregeringen foretatt.

#### Utslipp til luft

Forbruk av fossilt brensel er hentet fra Energiregnskapet 1987 og på ut fra disse tallene har vi beregnet utslipp til luft for hver transportgruppe. Tallene er aggregert opp til samme aggregeringsnivå som bruttoproduksjonen.



Makroer for kjøring av modellen

Alle makroer ligger på brukerområde SSB10, makroarkiv TRANS på TROLL.

OFFTRA88 – MODAG-basert modellkjøring

EKSO88 – Lager eksogen input fra MODAG-bane

DSET88 – Lager dset og gjennomfører nødvendige endringer i dset

SIM88 – Simulerer modellen fra 1988 til 2000

OFFTRA87 – MSG-basert modellkjøring

EKSO87 – Lager eksogen input fra MSG-bane

DSET87 – Lager dset og gjennomfører nødvendige endringer i dset

SIM87 – Simulerer modellen fra 1987 til 2025

Generelle makroer:

OFFTRA88 – Genererer modellen OFFTRA88

OFFTRA87 – Genererer modellen OFFTRA87

KOEFF – Lager koeffisienter til modellene

SKIFT – Utfører skiftkjøringer på modellene

RESTL87K – Beregner restledd til konsumsystemet i OFFTRA87

RESTL87 – Lager restleddsvariable til OFFTRA87

DRUTSL – Lager data for drivstoff og utslipp

VAREINNS – Lager vareinnsatsdata

PRISDATA – Lager prisrestledd og andre variable til prisligningene

PRISLIGN – Genererer prisligninger til modellene

PRISREST – Beregner restledd i prisligningene

DSETHT – Lager dset til historisk simulering

KONSDATA – Aggregerer konsumdata fra databanken KONSUMDA

PRODDATA – Omregner produksjonsdata til fastpristall

PRODAGG – Aggregerer produksjonsdata

Eksempel på kommandoer ved en simulering basert på en MODAG-bane;

- EKSO88 henter inn alle eksogene variable fra MODAG-banen
- DSET88 lager inputdset på bakgrunn av MODAG-tallene
- SIM88 simulerer modellen

**Utkommet i serien Rapporter fra Statistisk sentralbyrå  
etter 1. januar 1990 (RAPP)**

*Issued in the series Reports from the Central Bureau of Statistics  
since 1 January 1990 (REP)*

ISSN 0332-8422

- |          |  |          |  |
|----------|--|----------|--|
| Nr. 89/5 | Statistisk sentralbyrå Hovedtrekk i arbeidsprogrammet for 1989. 1989-53s. (RAPP; 89/5) 60 kr ISBN 82-537-2720-8  | Nr. 90/3 | Nasjonale og regionale virkninger av ulike utviklingslinjer i norsk jordbruk/Ådne Cappelen, Stein Inge Hove og Tor Skoglund. 1990-88s. (RAPP; 90/3) 45 kr ISBN 82-537-2890-5   |
| - 89/6   | Utbyggingsregnskap Dokumentasjon av metode og resultater fra prøveregnskap 1986 og 1987/Øystein Engebretsen. 1989-58s. (RAPP; 89/6) 70 kr ISBN 82-537-2724-0         | - 90/4   | Arbeidstilbudet i MODAG En analyse av utviklingen i yrkesdeltakingen for ulike sosiodemografiske grupper/ Kjersti-Gro Lindquist, Liv Sannes og Nils Martin Stølen. 1990-178s. (RAPP; 90/4) 85 kr ISBN 82-537-2911-1  |
| - 89/21  | Kommunchelsetjenesten Årstatistikk for 1988. 1990-83s. (RAPP; 89/21) 70 kr ISBN 82-537-2870-0  | - 90/5   | Utsyn over helsetjenesten Endringer i ressursbruk og aktivitet/Anders Barstad og Arne S. Andersen. 1990-133S. (RAPP; 90/5) 75 kr ISBN 82-537-2914-6  |
| - 89/22  | Energisubstitusjon i treforedlingssektoren/Torstein Bye og Tor Arnt Johansen. 1990-40s. (RAPP; 89/22) 60 kr ISBN 82-537-2873-5                                       | - 90/6   | Who has a Third Child in Contemporary Norway? A Register-Based Examination of Socio-demographic Determinants/Øystein Kravdal. 1990-100s. (RAPP; 90/6) 75 kr ISBN 82-537-2919-7   |
| - 89/23  | Struktur og egenskaper ved en MSG-modell med Armingtonrelasjoner/Erling Holmøy og Tor Jakob Klette. 1990-99s. (RAPP; 89/23) 70 kr ISBN 82-537-2872-7                 | - 90/7   | Helsetilstanden i Norge Status og utviklingstrekk. 1990-95s. (RAPP; 90/7) 70 kr ISBN 82-537-2924-3   |
| - 90/1   | Naturressurser og miljø 1989 Energi, fisk, skog, jordbruk, luft, ressursregnskap og analyser. 1990-136s. (RAPP; 90/1) 75 kr ISBN 82-537-2918-9                       | - 90/8   | International Migration to Norway, 1988 Report for the Continuous Reporting System of Migration of OECD (SOPEMI) <i>Internasjonal flytting til Norge En rapport til OECDs Continuous Reporting System of Migration (SOPEMI)</i> /Lars Østby. 1990-66s. (RAPP; 90/8) 70 kr ISBN 82-537-2928-6 |
| - 90/1A  | Natural Resources and the Environment 1989 Energy, Fish, Forests, Agriculture, Air Resource Accounts and Analyses. 1990-144s. (RAPP; 90/1A) 75 kr ISBN 82-537-2931-6 |          |  |
| - 90/2   | Region-2 En modell for regionaløkonomisk analyse/Knut Sørensen og Jøran Toresen. 1990-76s. (RAPP; 90/2) 70 kr ISBN 82-537-2880-8                                     |          |  |

- Nr. 90/9 Informasjon om nasjonalregnskapet Dokumentasjonsnotater, publikasjoner og andre viktige referanser/Erling Joar Fløttum. 1990-41s. (RAPP; 90/9) 60 kr ISBN 82-537-2932-4
- 90/10 Flytting og arbeidsmarked i fylkene 1972-1986/Lasse Sigbjørn Stambøl. 1990-111s. (RAPP; 90/10) 75 kr ISBN 82-537-2935-9
- 90/11 Totalregnskap for fiske- og fangstnæringen 1984-1987. 1990-38s. (RAPP; 90/11) 60 kr ISBN 82-537-2944-8
- 90/12 Produktivitetsutviklingen i meieri-sektoren/Ann-Lisbet Brathaug og Anders Harildstad. 1990-75s. (RAPP; 90/12) 70 kr ISBN 82-537-2969-3
- 90/13 Skatter og overføringer til private Historisk oversikt over satser mv. Årene 1975-1990. 1990-67s. (RAPP; 90/13) 50 kr ISBN 82-537-2970-7
- 90/14 Husholdningens konsum av ikke-varige konsumgoder. 1990-102s. (RAPP; 90/14) 75 kr ISBN 82-537-2979-0
- 90/15 Regionale arbeidsmarkeds- og befolkningsframskrivninger/Tor Skoglund, Lasse S. Stambøl og Knut Ø. Sørensen. 1990-72s. (RAPP; 90/15) 70 kr ISBN 82-537-2981-2
- 90/16 Etterspørselen etter varige konsumgoder/Knut A. Magnussen. 1990-78s. (RAPP 90/16) 70 kr ISBN 82-537-2983-9
- 90/17 Aktuelle skattetall 1990 *Current Tax Data*. 1990-46s. (RAPP; 90/17) 60 kr ISBN 82-537-2985-5
- 90/18 Kommunehelsetjenesten Årsstatistikk for 1989. 1990-81s. (RAPP; 90/18) 70 kr ISBN 82-537-2990-1
- Nr. 90/19 SIMJAR 2 Simuleringsmodell for nitrogenavrenning i jordbruket Dokumentasjon/Henning Høie, Bård Lian og Jon Åge Vestøl. 1990-105s. (RAPP; 90/19) 75 kr ISBN 82-537-2992-8
- 90/20 Importmodellen i MODAG og KVARTS/Ingvild Svendsen. 1990-54s. (RAPP; 90/20) 70 kr ISBN 82-537-2997-9
- 90/21 Kvinner og menn i Norge. 1990-60s. (RAPP; 90/21) 70 kr ISBN 82-537-2999-5
- 90/22 Institusjoner for eldre 1989. Vedlegg om institusjoner for barn og ungdom og institusjoner for rusmiddelbrukere/Espen Søybye. 1990-92 s. (RAPP;90/22) 70 kr ISBN 82-537-3004-7
- 90/23 Holdninger til norsk utviklingshjelp og kunnskaper om de forente nasjoner 1990 *Attitudes to Norwegian development assistance and knowledge of the United Nations*. 1990-131s. (RAPP; 90/23) 90 kr ISBN 82-537-3010-1
- 90/24 International Migration to Norway 1989 Report for Sopemi (OECD) *Internasjonal flytting til Norge*. 1990-82s. (RAPP; 90/24) 80 kr ISBN 82-537-3020-9
- 91/1 Naturressurser og miljø 1990 Energi, luft, fisk, skog, jordbruk, holdninger til miljøproblemer, OECDs miljøtilstandsrapport. Ressursregnskap og analyser. 1991-160s. (RAPP; 91/1) 90 kr ISBN 82-537-3024-1
- 91/2 MODIS V En modell for makroøkonomiske analyser/Yngvar Dyvi, Herbert Kristoffersen og Nils Øyvind Mæhle 1990-218s. (RAPP; 91/2) 125 kr ISBN 82-537-3021-7
- 91/3 Byggekostnadsindeks for boliger Vekter og representantvarer 1990/Peder Næs. 1991-70s. (RAPP; 91/3) 80 kr ISBN 82-537-3026-8

Pris kr 70,00

Publikasjonen utgis i kommisjon hos  
Universitetsforlaget, Oslo, og er til salgs hos alle bokhandlere.



9 788253 735689

ISBN 82-537-3568-5  
ISSN 0332-8422