

*Harald Koch-Hagen og  
Bodil Merethe Larsen*

## **TRAN**

Dokumentasjon av en ettermodell  
for transporttetterpørselen i MSG-EE

## INNHold

	Side
1 INNLEDNING .....	2
2 TRANSPORT I MSG-EE .....	3
2.1 Egentransport.....	3
2.2 Leietransport.....	4
2.3 Hva mangler i MSG-EE?.....	7
3 EGENTRANSPORT .....	8
4 LEIETRANSPORT .....	12
5 TOTAL TRANSPORT.....	14
6 OPPSUMMERING OG KONKLUSJONER.....	16
Litteratur .....	18
Vedlegg 1: Variabel- og sektorliste.....	20
Vedlegg 2: Bruk av modellen.....	23

## 1 INNLEDNING

MSG-EE er en relativt ny versjon av MSG-modellen, hvor bl.a. etterspørsel og produksjon av transporttjenester er spesifisert. Siden MSG-EE er spesielt bygget for analyser av miljø- og energispørsmål, er transporten behandlet disaggregert. I analyser av miljø- og energiforhold er det stor interesse knyttet til en slik disaggregert analyse av transportetterspørsel og transportproduksjon. Utnyttelsen av transportkapitalen varierer mellom leietransport og egentransport, andelen egentransport og leietransport varierer fra sektor til sektor; og inputstrukturen for de forskjellige transporttyper varierer. Siden sammensetningen av transportetterspørselen varierer mellom sektorer, så vil kapitalakkumulasjon, energibruk og forurensende utslipp variere ettersom sammensetningen av økonomien endres langs en vekstbane.

Modellen har fem transportarter; veitransport, lufttransport, banetransport, sjøtransport og post/ telekommunikasjon. Transporttjenester kjøpes i markedet (leietransport) og/ eller produseres av sektoren selv (egentransport). Leietransporten produseres i fem sektorer, en sektor for hver av de fem transportartene. Egentransporten består av vei-, sjø- og lufttransport, i all hovedsak veitransport.

Av tekniske grunner fremkommer kun *leietransporten* eksplisitt i MSG-EE. *Egen- og totaltransporten* fremkommer indirekte i modellen. Ved å benytte transportblokken i MSG-EE, kan en ved enkle endringer i ligningsstrukturen beregne egen- og totaltransporten. TRAN er en ettermodell til MSG-EE, hvor hovedpoenget er å oppsummere transportbruken i en simulert utviklingsbane fra MSG-EE. TRAN består av bearbejdede transportligninger fra MSG-EE, samt en rekke definisjonsligninger som fordeler transporten på bl.a. sektorer og transportarter. Modellen består (foreløpig) av 401 ligninger.

Dette notatet inneholder en dokumentasjon og forklaring av ligningene for transport i hovedmodellen MSG-EE og ettermodellen TRAN. I kapittel 2 gjør vi rede for hvordan egentransporten og leietransporten fremkommer i MSG-EE. Forbindelsen mellom MSG-EE og TRAN drøftes også. Kapittel 3 omhandler de bearbejdede egentransportligningene i TRAN. Leietransporten i TRAN tas opp i kapittel 4, og kapittel 5 omhandler total transport i TRAN. Til slutt følger en oppsummering i kapittel 6, hvor vi også antyder retningen og innholdet i det videre arbeidet med modellering av transport.

Et eksempel på hva TRAN-modellen kan brukes til vil bli presentert i Økonomiske Analyser (Larsen, 1993). Modellen simuleres frem til år 2020, med en referansebane og en virkningsbane med CO<sub>2</sub>-avgifter.

## 2 TRANSPORT I MSG-EE

### 2.1 Egentransport

Egentransporten i en sektor kan bestå av en eller flere av de tre transporttypene vei-transport, lufttransport og sjøtransport. I de private produksjonssektorene består egentransporten av vei- og sjøtransport. Forsvaret produserer alle de tre transporttyper som egentransport, mens de øvrige offentlige sektorer i hovedsak har egentransport kun på vei (se for øvrig tabell 3, side 11).

Egentransporten i MSG-EE bestemmes i produksjonssektorenes enhetskostnadsfunksjoner. Prisutviklingen for leveranser av en vare til hjemmemarkedet (venstre side i ligning (1)) blir bestemt av kostnadsutviklingen i sektor  $j$  ved

$$(1) \quad GAMP_j \sum_{i=Vare} BH_i \gamma_i = \sum_{k=KR,L,M,U} Z_{kj} \cdot P_{kj} + ZTS_j + \\ [PT_j + (ZKFV_j \cdot PFV_j + PK40_j) \cdot ZK40_j \cdot ZTFV_j + ZTFS_j \cdot PFS_j] \cdot ZT_j ,$$

der  $GAMP_j$  er en prisavvikskoeffisient i sektor  $j$ , som åpner for at enhetskostnad kan avvike fra enhetspris.  $BH_i$  er basisprisindeksen for leveranser av vare  $i$  til hjemmemarkedet. Sektor  $j$  kan produsere flere varer, og basisårskoeffisienten  $\gamma_i$ , beregnet som  $X_{ij}/X_j$  der  $X_{ij}$  er produksjon i sektor  $j$  av vare  $i$  og  $X_j$  er samlet bruttoproduksjonsverdi i sektor  $j$ , angir sektor  $j$ 's produksjon av vare  $i$  som andel av sektorens samlede produksjon.

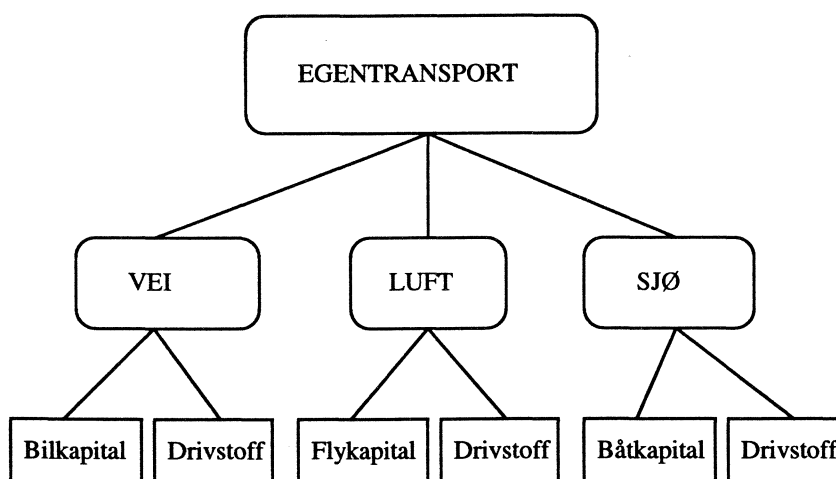
De første leddene på høyre side i ligning (1) er kostnadskomponentene for innsatsfaktorene realkapital eksklusive transportkapital ( $Z_{KRj}P_{KRj}$ ), arbeidskraft ( $Z_{Lj}P_{Lj}$ ), vareinnsats ( $Z_{Mj}P_{Mj}$ ) og energi eksklusive transportoljer ( $Z_{Uj}P_{Uj}$ ), dvs. produktet av faktorpris og innsatskoeffisient (faktorbruk pr. produsert enhet).  $ZTS_j$  er sats for netto sektoravgifter i sektor  $j$  i verdi.

Kostnadskomponenten for transport kan dekomponeres i kostnader knyttet til kjøp av leietransport og produksjon av egentransport. Kjøperprisen pr. enhet leietransport i sektor  $j$  er gitt ved  $PT_j$ . I ligning (1) består egentransporten av vei-transport ( $V$ ) og sjøtransport ( $S$ ). Kostnadene i vei-transport er forenklet et aggregat av drivstoff- og kapitalkostnader.  $ZKFV_j$  er innsats av drivstoff (autodiesel og bensin) pr. kapitalenhet brukt til egentransport på vei. Multiplisert med kjøperprisen pr. enhet drivstoff til egen vei-transport,  $PFV_j$ , er det første leddet i parentesens drivstoffkostnader pr. enhet vei-transportkapital.  $PK40_j$  er brukerpris pr. enhet egen vei-transportkapital. Parentesen gir således kostnader pr. enhet egen bilkapital i vei-transport. Multiplisert med innsatskoeffisienten for bilkapital pr. enhet egen vei-transport (målt ved drivstofforbruket i vei),  $ZK40_j$ , og mengden egen vei-transport pr. enhet total leietransport,  $ZTFV_j$ , gir dette samlede kostnader i vei-transport pr. enhet leietransport. Kostnaden ved egen sjøtransport pr. enhet total leietransport er gitt ved  $ZTFS_j$  multiplisert med  $PFS_j$ . Hele uttrykket i klammeparentesen er da samlede transportkostnader (leie- og egentransportkostnader) pr.

enhet leietransport. Multiplisert med antall enheter leietransport pr. produsert enhet<sup>1</sup>,  $ZT_j$ , gir dette totale transportkostnader pr. produsert enhet i sektor  $j$ .

Kostnadskomponenten for transport i sektorer med *kun* sjø- eller lufttransport i sin egentransport har en tilsvarende struktur<sup>2</sup>. Grunnen til at sektorer med *både* vei- og sjøtransport ikke har kapitalkostnader i sjøtransporten, skyldes mangelfullt datagrunnlag (se Alfsen et al., 1993 for nærmere beskrivelse av dataproblemer ved modellering av transportetterspørselen i MSG-EE). Variabelen  $ZTFS_j$  er egentransport i sjø pr. enhet leietransport, men kan inneholde flere tolkninger avhengig av anvendelsen. Ved å gi  $ZTFS_j$  tilsvarende tolkning som  $ZKFS_j$ , altså innsats av marint drivstoff pr. transportkapitalenhet, er det mulig å se på endringer i drivstofforbruk i sjøtransport. Figur 1 viser strukturen i modelleringen av egentransport i MSG-EE.

**Figur 1:** Egentransport i MSG-EE.



## 2.2 Leietransport

I det følgende refererer  $j$  seg fortsatt til produksjonssektor (inkl. transportproduserende sektorer),  $i$  refererer seg kun til transportproduserende sektor og  $n$  refererer seg til næring (aggregat av  $j$ ).

Vi har følgende sektorer som produserer leietransporttjenester:

- 75 - veitransport,
- 76 - lufttransport,
- 77 - banetransport,
- 78 - sjøtransport,
- 79 - post og telekommunikasjon.

<sup>1</sup> Antall enheter egentransport (på vei) pr. produsert enhet er  $ZTFV$  multiplisert med  $ZT$ .

<sup>2</sup> Bortsett fra sektorene 60, 64 og 68 (utenriks sjøfart og utvinning og boring av olje/ gass). Dette kommer vi tilbake til i avsnitt 3.

Balanseligningen (tilbud = etterspørsel) for leietransporttjeneste  $i$ ,  $i = 75 - 79$ , er gitt ved

$$(2) \quad \gamma_i \cdot X_i = \sum_j \alpha_{ij} \cdot T_j + \varphi_{ii} C_i + \delta_{i72} \cdot J_{72} + \lambda_{i20} \cdot J_{20} + A_i \quad .$$

Venstre side viser tilgangen av transporttjeneste  $i$ , hvor  $\gamma_i \leq 1$  uttrykker hvor mye av transporttjeneste  $i$  som produseres av leietransportsektor  $i$ . For noen transportarter består tilgangen i tillegg av import (gjelder banetransport, sjøtransport og post/tele) og leveranser fra andre sektorer (gjelder sjøtransport som har leveranser fra utenriks sjøfart).

Høyre side viser anvendelsen av transporttjeneste  $i$ . Leietransporttjenesten etterspørres av produksjonssektorene ( $T_j$ ) og private konsumenter ( $C$ ). Dessuten går noe leietransport til nyinvesteringer av oljeanlegg ( $J_{20}$ ) og oljeplattformer ( $J_{72}$ ) samt eksport ( $A$ ). Når det gjelder  $J_{72}$  så er dette tjenester som skal til for å produsere/investere i oljeplattformer, henholdsvis helikoptertransport og båttransport (supply-båter). For transporttjenesten post/ telekommunikasjon kommer et tillegg for anvendelse i konsumsektor 65 ( $C_{65}$ ), andre konsumtjenester.

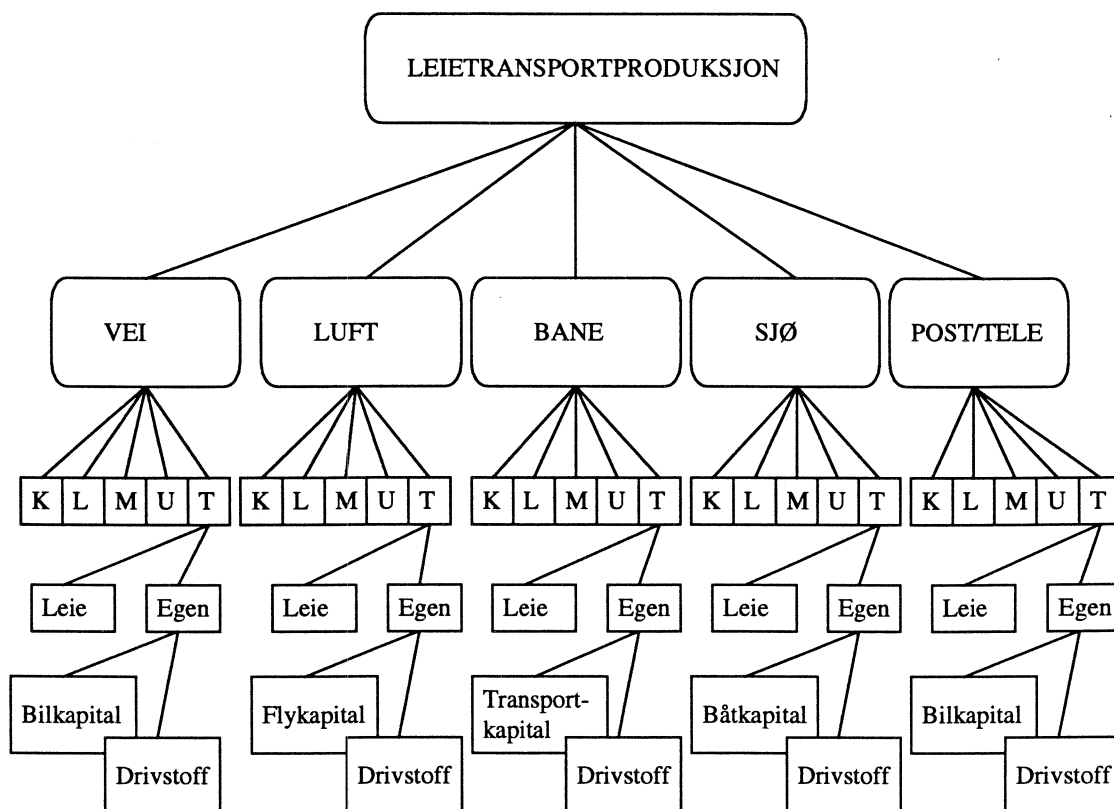
Koeffisienten  $\alpha_{ij}$  er etterspørselen etter leietransporttjeneste  $i$  som andel av total leietransport i produksjonssektor  $j$ , eller andelen av sektor  $j$ 's leietransport som retter seg mot transporttjeneste  $i$  ( $\sum_{i=75-79} \alpha_{ij} \equiv 1$ ). Koeffisienten  $\varphi_{ii}$  uttrykker andelen av etterspørselen etter

leietransportart  $i$  som produseres av sektor  $i$  (for de fleste leietransportarter er denne koeffisienten en eller nær 1, dvs. at f.eks. all flytransportetterspørsel i konsumet dekkes av sektor 76, produksjon av flytransporttjenester). Koeffisienten  $\delta_{i72}$  er andelen av varer/ tjenester til investeringer i oljeplattformer som retter seg mot leietransporttjeneste  $i$  (andelen av  $J_{72}$  som er henholdsvis helikoptertransport og transport med supply-båter). Tilsvarende er koeffisienten  $\lambda_{i20}$  andelen av varer/ tjenester til investeringer i oljeanlegg som retter seg mot leietransporttjeneste  $i$ .

Veitransporttjenester leveres kun til produksjonssektorene og konsumentene, banetransport og post/telekommunikasjon leveres til produksjonssektorene, konsumentene og til eksport, mens luft- og sjøtransportsektorene leverer til alle fire anvendelser, også til investeringer.

Figur 2 viser produksjonsstrukturen i de transportproduserende sektorer, hvor K, L, M, U og T er innsatsfaktorer (realkapital eksklusive transportkapital, arbeidskraft, vareinnsats, energi eksklusive transportoljer og transport).

**Figur 2:** Tilbud av transporttjenester i MSG-EE (leietransport).



Transportkapital i veitransportproduksjon er biler, busser, drosjer osv. (kapitalart 40), skip og båter (kapitalart 30) i sjøtransportproduksjon, biler osv. (kapitalart 40) i post og telekommunikasjon, biler, jernbaner, trikker osv. (kapitalart 40) i banetransportproduksjon og fly (kapitalart 80) i flytransportproduksjon. Drivstoff er autodiesel og bilbensin i veitransport, jetparafin og flybensin i flytransport, autodiesel og bilbensin i banetransportproduksjon (elektrisitet til drift av jernbane og trikk inngår i energiaggregatet U), marint drivstoff som tungolje og marin gassolje i sjøtransportproduksjon og autodiesel, bilbensin og marint drivstoff i post/ og teleproduksjon. Når det gjelder leietransport som innsatsfaktor i de transportproduserende sektorer, så er denne i MSG-EE ikke delt opp etter transportart.

Leietransporten i hver av sektorene i MSG-EE bestemmes av utviklingen i teknologi og produksjon i hver enkelt sektor, og er gitt ved

$$(3) \quad T_j = ZT_j \cdot X_j \quad , \quad j = \text{alle private sektorer, inkludert 75 - 79}$$

og for de offentlige sektorer

$$(4) \quad T_j = ZHT_j \cdot H_j \quad ,$$

der  $ZT_j$  og  $ZHT_j$  er mengden leietransport pr. produsert enhet i sektor  $j$  og  $H_j$  er vareinnsats i offentlig sektor  $j$ .

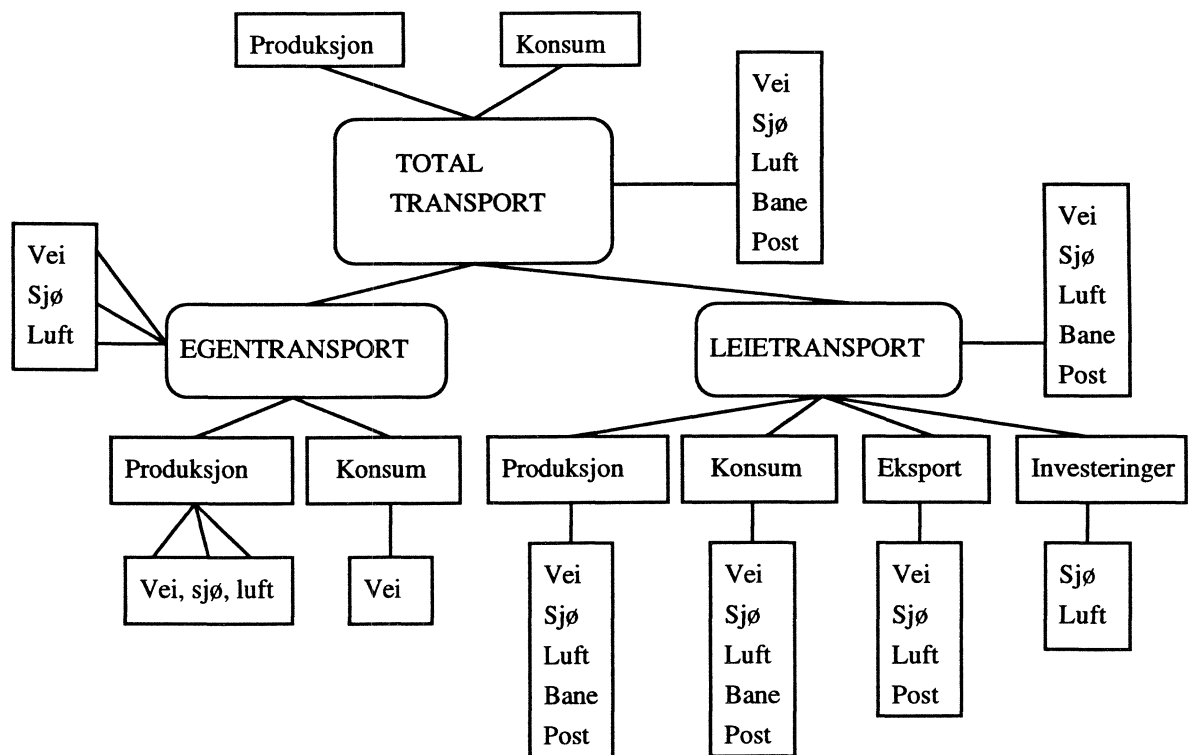
### 2.3 Hva mangler i MSG-EE?

MSG-EE har eksplisitte ligninger for leietransport i produksjonssektorene ( $T_j$ ), men bortsett fra dette fremkommer transporttettspørselelsen kun implisitt i MSG-EE (se ovenfor).

I analyser av transport i norsk økonomi kan man være interessert i å se på flere sider ved transportbruken enn det MSG-EE alene gir mulighet for. TRAN er en ettermodell til MSG-EE som trekker ut hele transportdelen fra MSG-EE. I tillegg er det definert flere variable for total transport, leietransport og egentransport. TRAN inneholder ligninger som bestemmer total transport, transport fordelt på de fem transportartene, transport i forskjellige produksjonssektorer, transport i husholdningene mv. Det skilles mellom egentransport og leietransport. Egentransporten består av vei-, sjø- og lufttransport, i all hovedsak veitransport.

I kapittel 3, 4 og 5 redegjør vi for ligninger og variable i TRAN. Figur 3 gir et bilde av noen av variablene TRAN definerer. En fullstendig variabel- og sektorliste er gitt i vedlegg 1.

Figur 3: Transportstrukturen i TRAN.





### 3 EGENTRANSPORT

Dersom priskomponenten for leietransporten i ligning (1) fjernes og det gjenværende multipliseres med produksjonsverdien ( $X$ ) i sektoren, får vi egentransporten i sektoren i løpende priser:

$$(5) \quad TE_j = [(ZK FV_j \cdot PFV_j + PK 40_j) \cdot ZK 40_j \cdot ZTFV_j + ZTFS_j \cdot PFS_j] \cdot ZT_j \cdot X_j \quad .$$

Høyresiden bestemmes i MSG-EE, og er følgelig eksogent i ettermodellen. Ved å deflatere prisindeksene langs en simulert bane får vi egentransporten i faste priser, slik at det er mulig å studere volumendringer (se også vedlegg 2 om bruk av modellen). Med faste priser og konstante verdier på variablene i klammeparentesen i ligning (5), står egentransporten i et fast forhold til leietransporten.

Teknologien i transporten blir generelt tatt vare på av variabelen  $ZT$ , som for de fleste sektorer er endogent bestemt i MSG-EE. I de transportproduserende sektorer (sektor 75, 76, 77, 78 og 79) er derimot innsatskoeffisientene for leietransport eksogene.

Ligningene (6) - (8) viser egentransporten i sektorer med kun en egentransportart, henholdsvis vei-, luft- og sjøtransport (se tabell 3 på side 11 for en oversikt over hvilke sektorer dette gjelder):

$$(6) \quad TE_j = [(ZK FV_j \cdot PFV_j + PK 40_j) \cdot ZK 40_j \cdot ZTFV_j] \cdot ZT_j \cdot X_j \quad ,$$

$$(7) \quad TE_j = [(ZK FL_j \cdot PFL_j + PK 80_j) \cdot ZK 80_j \cdot ZTFL_j] \cdot ZT_j \cdot X_j \quad .$$

$$(8) \quad \begin{aligned} TE_j &= [(ZK FS_j \cdot PFS_j + PK 30_j) \cdot ZK 30_j \cdot ZTFS_j] \cdot ZT_j \cdot X_j && \text{for } j = 13 \text{ og } 78, \\ TE_j &= ZTFS_j \cdot PFS_j \cdot ZT_j \cdot X_j && \text{for } j = 64 \text{ og } 68, \\ TE_j &= ZK FS_j \cdot PFS_j \cdot ZT_j \cdot X_j && \text{for } j = 60. \end{aligned}$$

Sektorene 60, 64 og 68 er eksogene og uten spesifiserte enhetskostnadsfunksjoner. For disse sektorene bestemmes egentransporten kun av drivstoffkostnadene.

Egentransporten i konsumet i faste priser kan beregnes ved

$$(9) \quad TEC = C14 + C31 \quad ,$$

hvor  $C14$  er driftsutgifter til egne transportmidler (drivstoff og vedlikehold) og  $C31$  er strømmen av tjenester som bilbeholdningen i husholdningene gir, alt i faste priser. All egentransport i konsum er veitransport, dvs. at  $TEC$  kun er privat biltransport.

I MSG-EE er de offentlige sektorer eksogene og uten spesifiserte enhetskostnadsfunksjoner. Det finnes imidlertid variable med tilsvarende tolkning som for de private sektorer, bortsett fra at kapitalkostnader ikke er spesifisert.

For en offentlig sektor  $j$  er egentransporten gitt ved

$$(10) \quad TE_j = [ZHFV_j \cdot PFV_j + ZHFS_j \cdot PFS_j + ZHFL_j \cdot PFL_j] \cdot ZHT_j \cdot H_j$$

Her vil  $ZHFV$  og  $ZHT$  ha tilsvarende tolkning som henholdsvis  $ZTFV$  og  $ZT$ , mens  $H_j$  er vareinnsats i offentlig sektor  $j$ .

Fra ligning (5) følger at egentransporten på vei er gitt ved<sup>3</sup>

$$(11) \quad TE_{jV} = [(ZKFV_j \cdot PFV_j + PK40_j) \cdot ZK40_j \cdot ZTFV_j] \cdot ZT_j \cdot X_j$$

og egentransporten på sjø ved

$$(12) \quad TE_{jS} = TE_j - TE_{jV}$$

Summen over sektorer gir total egentransport etter transportart, dvs.

$$(13) \quad TE_t = \sum_{j=\text{alle sektorer}} TE_{jt}, \quad t = V, S, L$$

der  $TE_V$  også inneholder egentransport hos konsumentene.

I tillegg til aggregeringen i ligning (13) er det i TRAN foretatt aggregering på næringsnivå. Tabell 3 gir en oversikt over de ulike transportarter i ulike sektorer og næringer, og en sektor- og næringsoversikt er gitt i tabell 1 og 2.

**Tabell 1:** Sektorer i MSG-EE og TRAN.

Sektornummer, $j$	Sektornavn
11	Jordbruk
12	Skogbruk
13	Fiske og fangst
15	Produksjon av konsumvarer
25	Produksjon av vareinnsats- og investeringsvarer
34	Produksjon av treforedlingsprodukter
37	Produksjon av kjemiske råvarer
40	Raffinering av jordolje
43	Produksjon av metaller
45	Produksjon av verkstedsprodukter
50	Produksjon av skip og plattformer
55	Bygg og anlegg
60	Utenriks sjøfart
63	Bank og forsikring
64	Utvinning og rørtransport av råolje og naturgass
68	Boring etter olje og gass

<sup>3</sup>  $TE_{77V}$  inneholder også egentransport med bane (både bane og bil inngår i kapitalart 40).

forts. tabell 1

75	<b>Veitransport</b>
76	<b>Lufttransport</b>
77	<b>Banetransport</b>
78	<b>Sjøtransport</b>
79	<b>Post og telekommunikasjon</b>
81	Varehandel
83	Boligtjenester
85	Annen privat tjenesteproduksjon
92S	Forsvar
93S/K <sup>1</sup>	Undervisning og forskning
94S/K	Helsetjenester m.v.
95S/K	Annen offentlig tjenesteproduksjon

**Tabell 2:** Næringer i TRAN.

Næringskode, <i>n</i>	Sektoraggregat
PRIM	Primær (11,12,13)
BYGG	Bygg og anlegg (55)
INDU	Industri (15, 25, 34, 37, 40, 43, 45, 50)
OLJE	Olje og utenriks sjøfart (60, 64, 68)
HAND	Varehandel (81)
PRI	Privat tjenesteyting (63, 75, 76, 77, 78, 79, 83, 85)
OFF	Offentlig tjenesteyting (92S/K, 93S/K, 94S/K, 95S/K)

**Tabell 3:** Egentransport i sektor *j*, transportart *t* ( $TE_{jt}$ ) og egentransport i næring *n*, transportart *t* ( $TE_{nt}$ ).

Sektor nr.	Vei	Sjø	Luft	Næringskode
92S	*	*	*	OFF, PRI
15, 25, 37, 43, 45, 50, 55, 79, 81, 85, 95S	*	*		BYGG, HAND, INDU, PRIM
13, 60, 64, 68, 78		*		OLJE
76			*	
11, 12, 34, 40, 63, 75, 77, 83, 93S/K, 94S/K, 95K	*			

Det er definert 31 produksjonssektorer i TRAN, deriblant 5 transportproduserende sektorer, og 7 næringer. Sektor 92S (forsvaret) har både vei-, sjø- og lufttransport i sin egentransport. Næringene offentlig og privat tjenesteyting har også alle tre transporttyper i egentransporten. Bygg- og anlegg, varehandel, primærnæringene og industrien har både vei- og sjøtransport, mens olje og utenriks sjøfart kun har egentransport på sjø.

<sup>1</sup> S = Stat, K = Kommune

Total egentransport i produksjonssektorene ( $TEPS$ ) er gitt ved

$$(14) \quad TEPS = TE - TEC \quad .$$

Total egentransport ( $TE$ ) er gitt ved

$$(15) \quad TE = TE_v + TE_s + TE_L \quad .$$

## 4 LEIETRANSPORT

Total leietransport i sektor  $j$  ( $T_j$ ) er tatt direkte fra MSG-EE, og er dermed gitt ved ligning (3).

Leietransport i sektor  $j$ , levert fra leietransportsektor  $i$  er<sup>4</sup>:

$$(16) \quad T_{ij} = \alpha_{ij} \cdot T_j = \alpha_{ij} \cdot ZT_j \cdot X_j \quad .$$

Hvor mye leietransport sektoren etterspør fra de ulike transportproduserende sektorer bestemmes altså av den eksogene koeffisienten  $\alpha_{ij}$ , produksjonsutviklingen i sektoren, samt mengden leietransport pr. produsert enhet,  $ZT$ . Innsatskoeffisienten for leietransport bestemmes i MSG-EE, og i den foreliggende modellversjonen er den bare påvirket av eventuell teknisk fremgang. For  $j = i$ , viser ligning (16) intern leietransport i leietransportsektor  $i$ , f.eks. et bilutleiefirmas innleie av biler.

Leietransport levert fra leietransportsektor  $i$  til konsumsektor  $j$  ( $TC_{ij}$ ), investeringssektor  $j$  ( $TJ_{ij}$ ) og eksportsektor  $j$  ( $TA_{ij}$ ) er gitt ved<sup>5</sup>:

$$(17) \quad TC_{ij} = c_{ij} \cdot C_j \quad , \quad j = \text{konsumsektor (65, 75 - 79)}$$

$$(18) \quad TJ_{ij} = \delta_{ij} \cdot J_j \quad , \quad j = \text{investeringssektor (20, 72)}$$

$$(19) \quad TA_{ij} = a_{ij} \cdot A_j \quad . \quad j = \text{eksportsektor (76 - 79)}$$

Leietransport levert fra leietransportsektor  $i$  til konsum ( $TC_i$ ), bruttoinvesteringer ( $TJ_i$ ) og eksport ( $TA_i$ ) er gitt ved<sup>6</sup>:

$$(20) \quad TC_i = \sum_j TC_{ij} \quad ,$$

$$(21) \quad TJ_i = \sum_j TJ_{ij} \quad ,$$

$$(22) \quad TA_i = TA_{ij} \quad .$$

Forskjellen mellom ligningene (17) - (19) og ligningene (20) - (22) er at de første dekomponerer etter konsumsektor osv. (fordelt etter leietransportsektor), mens de siste viser total leietransport til konsum (fordelt etter leietransportsektor). Fordi det kun er én eksportsektor pr. leietransportsektor ( $j = i$ ) blir total leietransport til eksport levert fra leietransportsektor  $i$  som i ligning (22).

<sup>4</sup> Av fremstillingsmessige årsaker avviker symbolbruken noe fra variabelnavnene i modellen. Vi vil påpeke slike tilfeller etterhvert. Variabelnavn i TRAN:  $T_{ji}$ .

<sup>5</sup> Variabelnavn i TRAN:  $TC_{ji}$ ,  $TJ_{ji}$  og  $TA_{ji}$ .

<sup>6</sup> Variabelnavn i TRAN:  $T_iC$ ,  $T_iJ$  og  $T_iA$ .

Total leietransport til konsum ( $TC$ ), bruttorealinvesteringer ( $TJ$ ) og eksport ( $TA$ ) er henholdsvis:

$$(23) \quad TC = \sum_{i=75-79} TC_i \quad ,$$

$$(24) \quad TJ = \sum_{i=76,78} TJ_i \quad ,$$

$$(25) \quad TA = \sum_{i=76-79} TA_i \quad .$$

Leietransport til konsum er privatpersoners reise med offentlige transportmidler som trikker, busser, båter, jernbane, post, telekommunikasjoner og privateide leietransportmidler som busser og leiebiler (med eller uten sjåfør), fly, drosjer og båter.

TRAN har også variable som representerer leiesektorenes leveranser til næringene (næringenes kjøp av leietransport etter art,  $T_{in}$ ):

$$(26) \quad T_{in} = \sum_{j \in n} T_{ij} \quad .$$

Total leietransport i næring  $n$  ( $T_n$ ) er gitt ved:

$$(27) \quad T_n = \sum_{i=75-79} T_{in} \quad .$$

Total leietransport i produksjonssektorene ( $TPS$ ) er total leietransport ( $T$ ) fratrukket leietransport til konsum ( $TC$ ), investeringer ( $TJ$ ) og eksport ( $TA$ ):

$$(28) \quad TPS = T - (TC + TJ + TA) = \sum_j T_j \quad .$$

Total leietransport ( $T$ ) er gitt ved:

$$(29) \quad T = \sum_j T_j + TC + TJ + TA \quad .$$

Total leietransport etter transportart er gitt ved produksjonen i de enkelte leietransportsektorene ( $X_i$ ,  $i = 75 - 79$ ). Disse variablene er eksogene i TRAN, men bestemmes endogent i MSG-EE.

## 5 TOTAL TRANSPORT

Total transport i sektor  $j$  ( $TT_j$ ) er gitt ved summen av leietransport ( $T_j$ ) og egentransport ( $TE_j$ ) i sektoren:

$$(30) \quad TT_j = T_j + TE_j \quad .$$

Total transport i næring  $n$  ( $TT_n$ ) er gitt ved summen av leietransport ( $T_n$ ) og egentransport ( $TE_n$ ) i næringen:

$$(31) \quad TT_n = T_n + TE_n \quad .$$

Total transport i økonomien ( $TT$ ) er gitt ved summen av leietransport ( $T$ ) og egentransport ( $TE$ ):

$$(32) \quad TT = T + TE \quad .$$

Total transport på bane ( $TTBANE$ ) og med post og telekommunikasjoner ( $TTPOST$ ) er lik produksjonen i disse sektorene (det er ingen egentransport med bane eller post/ tele):

$$(33) \quad TTBANE = X_{77} \quad \text{og}$$

$$(34) \quad TTPOST = X_{79} \quad .$$

Total transport på vei ( $TTVEI$ ), sjø ( $TTSJO$ ) og i luft ( $TTLUFT$ ) er lik produksjonen i vedkommende leietransportsektor ( $X_i$ ) pluss total egentransport for transportart  $t$  ( $TE_t$ ):

$$(35) \quad TTVEI = X_{75} + TEV \quad ,$$

$$(36) \quad TTLUFT = X_{76} + TEL \quad ,$$

$$(37) \quad TTSJO = X_{78} + TES \quad .$$

Total transport på vei i husholdningene ( $TTVEIC$ ) er summen av leietransport på vei ( $TC_{75}$ ) og egentransport på vei ( $TEC$ ):

$$(38) \quad TTVEIC = TEC + TC_{75} \quad .$$

Husholdningenes totale transport med fly, bane, båt og med post/ telekommunikasjon er gitt ved variablene  $TC_i$  ( $i = 76 - 79$ ).

Total transport i husholdningene ( $TTC$ ) er summen av egentransport ( $TEC$ ) og leietransport ( $TC$ ):

$$(39) \quad TTC = TEC + TC \quad .$$

I produksjonssektorene er total transport på vei (*TTVEIPS*) gitt ved total transport på vei (*TTVEI*) minus husholdningenes transport på vei (*TTVEIC*):

$$(40) \quad TTVEIPS = TTVEI - TTVEIC \quad .$$

Total transport i luft i produksjonssektorene (*TTLUFTPS*) er gitt ved total transport i luft (*TTLUFT*) minus lufttransport til konsum ( $TC_{76}$ ), investeringer ( $TJ_{76}$ ) og eksport ( $TA_{76}$ ):

$$(41) \quad TTLUFTPS = TTLUFT - TC_{76} - TJ_{76} - TA_{76} \quad .$$

Total transport på bane, sjø og med post/telekommunikasjon i produksjonssektorene (*TTBANEPS*, *TTSJOPS* OG *TTPOSTPS*) er tilsvarende gitt ved følgende:

$$(42) \quad TTBANEPS = TTBANE - TC_{77} - TA_{77} \quad ,$$

$$(43) \quad TTSJOPS = TTSJO - TC_{78} - TJ_{78} - TA_{78} \quad ,$$

$$(44) \quad TTPOSTPS = TTPOST - TC_{79} - TA_{79} \quad .$$

Total transport i produksjonssektorene (*TTPS*) er gitt ved summen av egentransport (*TEPS*) og leietransport i produksjonssektorene (*TPS*):

$$(45) \quad TTPS = TEPS + TPS \quad .$$



## 6 OPPSUMMERING OG KONKLUSJONER

Notatet dokumenterer modelleringen av transport i den makroøkonomiske modellen MSG-EE og ettermodellen TRAN. I dette modellsystemet kan transportutviklingens avhengighet av økonomisk aktivitet analyseres. Modellen er også godt egnet til å analysere effektene av f.eks. forurensningsavgifter på transportutviklingen. TRAN er en modell som gir en samlet beskrivelse av transportblokka i MSG-EE. I tillegg kan transportettermodellen belyse, og gi partiell informasjon om, flere sider ved mulig transportutvikling i norsk økonomi når man pålegger ulike forutsetninger. Ettermodellen krever inputs fra simuleringer på hovedmodellen MSG-EE. Man bestemmer dermed problemstillingen, og politikken man vil analysere effektene av, når hovedmodellen simuleres med de gitte forutsetninger. Et eksempel på hva TRAN-modellen kan brukes til er drøftet i Larsen (1993)<sup>7</sup>.

En innføring av en CO<sub>2</sub>-avgift påvirker transportutviklingen via flere mekanismer i MSG-EE, som igjen slår igjennom i TRAN både direkte og gjennom utviklingen i de eksogene variable (se også Johnsen, Larsen og Mysen, 1993). Mekanismene i modellen som forklarer endringene i transportutviklingen, når man sammenligner en referansebane og en CO<sub>2</sub>-avgiftsbane, er:

1. Aktivitetsnivået i samfunnet endres.
2. Næringssammensetningen påvirkes.
3. Husholdningenes inntekter, og dermed transportetterspørsel, endres.
4. Transportteknologiene endres.
5. Substitusjon mellom transportarter.

Spesielt er utviklingen i produksjon, næringssammensetning og utvikling av totalt konsum viktig for transportutviklingen. Substitusjonsmulighetene mellom transportformer i modellen er viktig i konsumet. I produksjonssektorene er det faste koeffisienter, det vil si ingen substitusjon. Dette kan imidlertid styres av modellbrukeren, dersom det finnes ekstern informasjon om substitusjonsmulighetene. Teknologisk fremgang i transporten kan vri etterspørselen, avhengig av ekstern informasjon som legges inn.

Flere faktorer som påvirker transportetterspørselen kan analyseres med hovedmodellen og ettermodellen ved hjelp av eksogene instrumentvariable som er lagt inn i modellen, og som modellbruker må styre utviklingen av. Eksempler på spørsmål som kan analyseres er:

- Hva skjer med transportetterspørselen ved innføring av høyhastighetstog som gjør at reisetiden med kollektivtransport reduseres?
- Hva skjer dersom tillatt akseltrykk på vei øker?
- Hva skjer med transportetterspørselen ved en rask teknologisk utvikling på telekommunikasjonsområdet? F.eks. kan videokonferanser (toveis lyd- og bilde-

---

<sup>7</sup> Analysene som presenteres i Økonomiske analyser vil være basert på MSG-EE med ny konsumblokk. Den nye konsummodellen gir sterkere overganger mellom ulike transportformer enn i nåværende modellversjon.

kommunikasjon) tenkes å erstatte en del forretnings- og arbeidsreiser, når utstyrs kostnadene blir lavere og bildekvaliteten bedre.

- Hva er virkningene for norsk økonomi dersom det innføres et påbud om å ta i bruk ny kostbar teknologi på transportsiden for å redusere forbruket av fossile brensler? Vil produksjon og sysselsetting øke (som følge av høyere value added pr. kjøretøy), eller falle (som følge av økt pris på en innsatsfaktor)?

Et svakt punkt ved modellene er at det i utgangspunktet ikke er noen substitusjonsmuligheter mellom forskjellige transportarter i produksjonssektorene. Det er ønskelig med informasjon, slik at modelleringen på dette området kan bedres. Videre må forutsetningene om teknologisk endring i de ulike transportformer vurderes løpende etter hvert som ny informasjon blir tilgjengelig. Et samarbeid med Transportøkonomisk institutt kan være nyttig i disse sammenhengene, i tillegg til gjennomgang av internasjonal litteratur.

## Litteratur

- Alfsen, K. H., T. Bye og E. Holmøy** (1993): "An integrated Economy-Energy-Environment General Equilibrium Model of the Norwegian Economy". Kommer i serien Sosiale og økonomiske studier (SØS), Statistisk sentralbyrå.
- Brendemoen, A.** (1993): "Faktoretterspørsmål i transportproduserende sektorer". Rapporter 93/2, Statistisk sentralbyrå.
- Bye, T., S. Glomsrød, T. A. Johnsen og H. Koch-Hagen** (1992): "SSB's prosjekter under Energi og Samfunn 1989 - 1991". Notat, Statistisk sentralbyrå.
- Fløttum, E. J.** (1980): "Nasjonalregnskapet i Norge, system og beregningsmetoder". Samfunnsøkonomiske studier nr. 45, Statistisk sentralbyrå.
- Fridstrøm, L., F. Ramjerdi, P. C. Svae og H. Thune-Larsen** (1991): "Miljøavgifters virkning på samferdselen". Rapport 0077/1991, Transportøkonomisk institutt.
- Holmøy, E. og B. Strøm** (1993): "The structure of the MSG-EE model". Upublisert notat, Statistisk sentralbyrå.
- Høyer, K. G.** (1990): "Miljøvennlige biler i Norge - er det mulig?". VF-prosjektrapport nr. 8/90, Vestlandforskning.
- Jensen, T.** (1993): "GODMOD. En generell likevektsmodell for godstransportanalyser". TØI rapport 163/1993, Transportøkonomisk institutt.
- Johnsen, T. A., B. M. Larsen og H. T. Mysen** (1993): "Costs of reducing CO<sub>2</sub> emissions in Norway". Kommer som Discussion paper, Statistisk sentralbyrå.
- Larsen, B. M.** (1993): "Transportanalyser i MSG-EE. Simulering av modellen 1988 - 2020". Kommer i Økonomiske analyser, Statistisk sentralbyrå.
- Lundgren, K.** (1993): "CO<sub>2</sub> Emissions from Transportation in Industrialized Countries, Trends since 1970". Master Thesis 054 E, Tekniska Högskolan i Luleå.
- Magnussen, K. A. og J. Stoltenberg** (1991): "En disaggregert ettermodell for offentlig transport i MODAG/MSG". Rapporter 91/11, Statistisk sentralbyrå.
- Moum, K., red.** (1992): "Klima, økonomi og tiltak (KLØKT)". Rapporter 92/3, Statistisk sentralbyrå.
- OECD** (1993): "Cars and Climate Change". Energy and the Environment series.
- Statistisk sentralbyrå** (1992): "Naturressurser og miljø 1991". Rapporter 92/1.

**Thune-Larsen, H.** (1991): "Teknologiske perspektiver for energieffektivitet og klimagassutslipp i transport 1985 - 2025". Notat nr. 0991/1991, Transportøkonomisk institutt.

**Aasness, J. og B. Holtsmark** (1992): "Consumer demand in MSG-EE". Upublisert notat, Statistisk sentralbyrå.

**Aasness, J. og B. Holtsmark** (1993): "Consumer demand in a General Equilibrium Model for Environmental Analysis". Upublisert notat, Statistisk sentralbyrå.

## Vedlegg 1: Variabel- og sektorliste

TRAN inneholder følgende transportvariable fordelt på egentransport, leietransport og total transport:

### EGENTRANSPORT

$TE$	=	Total egentransport
$TEPS$	=	Total egentransport i produksjonssektorene, dvs. all egentransport fratrukket egentransport i konsum
$TEC$	=	Egentransport i konsum (kun veitransport)
$TEV$	=	Total egentransport på vei, inkludert konsum
$TES$	=	Total egentransport på sjø
$TEL$	=	Total egentransport i luft
$TE_j$	=	Egentransport i sektor $j$
$TE_{jt}$	=	Egentransport i sektor $j$ , transportart $t$ , der $t$ er:
$V$	=	Vei
$S$	=	Sjø
$L$	=	Luft
$TE_n$	=	Egentransport i næringsgren $n$ , hvor $n$ er:
$PRIM$	=	Primær (11,12,13)
$BYGG$	=	Bygg og anlegg (55)
$INDU$	=	Industri (15, 25, 34, 37, 40, 43, 45, 50)
$OLJE$	=	Olje og utenriks sjøfart (60, 64, 68)
$HAND$	=	Varehandel (81)
$PRI$	=	Privat tjenesteyting (63, 75, 76, 77, 78, 79, 83, 85)
$OFF$	=	Offentlig tjenesteyting (92S/K, 93S/K, 94S/K, 95S/K)
$TE_{nt}$	=	Egentransport i næring $n$ , transportart $t$ ( $t=V, S, L$ ).

## LEIETRANSPORT

$T$	=	Total leietransport
$TPS$	=	Total leietransport i produksjonssektorene, dvs. total leietransport fratrukket leietransport til konsum, investeringer og eksport.
$TC$	=	Leietransport levert til konsum
$TJ$	=	Leietransport levert til bruttorealinvesteringer
$TA$	=	Leietransport levert til eksport
$T_j$	=	Total leietransport i sektor $j$
$T_n$	=	Total leietransport i næring $n$ ( $n$ er definert ovenfor)
$T_iC$	=	Total leietransport i konsum, levert fra leietransportsektor $i$ ( $i = 75 - 79$ ).
$T_iJ$	=	Total leietransport til bruttorealinvesteringer, levert fra leietransportsektor $i$ ( $i = 76, 78$ )
$T_iA$	=	Total leietransport til eksport, levert fra leietransportsektor $i$ ( $i = 76 - 79$ ).
$T_{ji}$	=	Leietransport i sektor $j$ , levert fra leietransportsektor $i$ ( $i = 75 - 79$ ). Alle transportproduserende sektorer leier fra 75, 76, 78 og 79, men 76 og 78 leier ikke fra 77.
$T_{in}$	=	Leietransport fra leietransportsektor $i$ ( $i = 75 - 79$ ) til næring $n$ . Aggregat av $T_{ji}$ .
$TC_{ci}$	=	Leietransport til konsumart $c$ , levert fra leietransportsektor $i$ ( $c = i = 75 - 79$ , samt $TC_{6579}$ , der konsumart 65 er "andre tjenester").
$TJ_{bi}$	=	Leietransport til nyinvesteringsart $b$ , levert fra leietransportsektor $i$ ( $b = 20 = \text{oljeanlegg m.v.}, 72 = \text{oljeplattformer}, i = 76, 78$ )
$TA_{ai}$	=	Leietransport til eksportart $a$ , levert fra leietransportsektor $i$ ( $a = i = 76 - 79$ ). $TA_{ai} = T_iA$

## TOTAL TRANSPORT

<i>TT</i>	=	Total transport
<i>TTVEI</i>	=	Total transport på vei
<i>TTLUFT</i>	=	Total transport i luft
<i>TTBANE</i>	=	Total transport på bane
<i>TTSJO</i>	=	Total transport på sjø
<i>TTPOST</i>	=	Total transport med post og telekommunikasjon
<i>TTPS</i>	=	Total transport i produksjonssektorene
<i>TTVEIPS</i>	=	Total transport på vei i produksjonssektorene
<i>TTLUFTPS</i>	=	Total transport i luft i produksjonssektorene
<i>TTBANEPS</i>	=	Total transport på bane i produksjonssektorene
<i>TTSJOPS</i>	=	Total transport på sjø i produksjonssektorene
<i>TTPOSTPS</i>	=	Total transport med post og telekommunikasjon i produksjonssektorene
<i>TT<sub>n</sub></i>	=	Total transport i næring <i>n</i>
<i>TT<sub>j</sub></i>	=	Total transport i produksjonssektor <i>j</i>
<i>TTC</i>	=	Total transport i konsumsektoren
<i>TTVEIC</i>	=	Total transport på vei i konsumsektoren

## **Vedlegg 2: Bruk av modellen**

Modellen lages ved hjelp av programmet TRAN som er arkivert på TROLL-maskinen RESURS under arkivet MACRO\_BML. Modellen og et tilhørende datasett (DSET) ligger på samme område.

Kjøring av modellen gjøres som ved andre ettermodeller til MSG-EE, med en liten forskjell:

For at modellen skal gi egentransport i faste priser, må programmet TRANP kjøres etter at inputdatasettet er editert (etter at nytt datasett fra MSG-EE er hentet inn som input).

### **Arkivstrukturen i TROLL**

Datasettene fra MSG-EE, som kreves som input i TRAN, er arkivert på maskinen RESURS3.

Referansebanen:

RESURS3\_DSET\_HKH\_MSG\_MSGREF

Virkningsberegningene:

RESURS3\_DSET\_HKH\_MSG\_MSG107  
RESURS3\_DSET\_HKH\_MSG\_MSG207  
RESURS3\_DSET\_HKH\_MSG\_MSG307  
RESURS3\_DSET\_HKH\_MSG\_MSG407  
RESURS3\_DSET\_HKH\_MSG\_MSG507  
RESURS3\_DSET\_HKH\_MSG\_MSG607

### **Teknologi-programmer**

Følgende programmer sørger for de nødvendige endringer i de variable som tar seg av teknologisk fremgang i vei-, sjø- og lufttransportsektorene i virkningsberegningene (ZKF, ZTF, ZHF):

RESURS3\_MACRO\_HKH\_MSG\_TEKNOV  
RESURS3\_MACRO\_HKH\_MSG\_TEKNOS  
RESURS3\_MACRO\_HKH\_MSG\_TEKNOL

Teknologi-makroene må tilpasses den aktuelle virkningsberegning.



Statistisk sentralbyrå

*Oslo*  
Postboks 8131 Dep.  
0033 Oslo

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

*Kongsvinger*  
Postboks 1260  
2201 Kongsvinger

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



**Statistisk sentralbyrå**  
Statistics Norway