

Gods på vej eller bane?

Thomas Bue Bjørner og Thomas C. Jensen

AKF, Amternes og Kommunernes Forskningsinstitut

SUMMARY: An econometric analysis of the total demand for freight transport in Denmark and the split between rail and road is presented in this article. The data are aggregate time series. The analysis shows that the overall demand for freight transport has a fairly high elasticity with respect to transport cost, while substitution between modes is rather limited. This implies that a tax on road transport would have a substantial effect on total transport volume, but would not shift much of the transport volume to rail or other transport modes (a preliminary English version of the article can be obtained from the authors).

1. Indledning

I Danmark såvel som i mange andre europæiske lande tegner transport sig for en stigende andel af det samlede energiforbrug. Specielt er energiforbruget i forbindelse med lastbiltransport steget kraftigt herhjemme. Det skal bl.a. ses i lyset af, at der transporteres mindre gods med jernbane. Eksempelvis blev næsten halvdelen af alt gods transporteret med jernbane i 1950, mens andelen i 1972 var mindre end en femtedel (Schipper m.fl. 1993). I 1994 foregik mindre end 10% af den samlede godstransport (målt som tonkm) med jernbane. De samme generelle udviklingstendenser kan ifølge Nijkamp (1994) også ses i de fleste andre europæiske OECD-lande.

Denne udvikling harmonerer dårligt med den danske målsætning om at mindske det samlede CO₂-udslip. På baggrund af det stigende energiforbrug og de andre miljøeffekter forbundet med lastbiltransport argumenteres der ofte for, at godstransporten bør flyttes fra vejene til jernbanen.¹

I denne artikel præsenteres en økonometrisk analyse af forskellige erhvervs samlede efterspørgsel efter godstransport og fordelingen mellem tog- og lastbiltransport. Dette gøres med henblik på at belyse, hvordan øgede priser på lastbiltransport (f.eks.

Arbejdet bag denne artikel er støttet gennem energiforskningsprogrammet (EFP) og Det Strategiske Miljøforskningsprogram. Artiklen er baseret på to forskningsrapporter (Jensen og Bjørner, 1995 og 1997). I forbindelse med udarbejdelsen af disse rapporter og artiklen er vi taknemmelige for kommentarer fra John Smidt, Lee Schipper, Eskil Heinesen, Frits Møller Andersen og Christian Hjorth-Andersen. Eventuelle fejl og udeladelser er dog vort eget ansvar.

1. I en dansk sammenhæng har transportøkonomiske problemstillinger (bl.a. miljøomkostningerne) nylig været behandlet af Det økonomiske Råd (DØR 1996).

Gods på vej eller bane?

Thomas Bue Bjørner og Thomas C. Jensen

AKF, Amternes og Kommunernes Forskningsinstitut

SUMMARY: An econometric analysis of the total demand for freight transport in Denmark and the split between rail and road is presented in this article. The data are aggregate time series. The analysis shows that the overall demand for freight transport has a fairly high elasticity with respect to transport cost, while substitution between modes is rather limited. This implies that a tax on road transport would have a substantial effect on total transport volume, but would not shift much of the transport volume to rail or other transport modes (a preliminary English version of the article can be obtained from the authors).

1. Indledning

I Danmark såvel som i mange andre europæiske lande tegner transport sig for en stigende andel af det samlede energiforbrug. Specielt er energiforbruget i forbindelse med lastbiltransport steget kraftigt herhjemme. Det skal bl.a. ses i lyset af, at der transporteres mindre gods med jernbane. Eksempelvis blev næsten halvdelen af alt gods transporteret med jernbane i 1950, mens andelen i 1972 var mindre end en femtedel (Schipper m.fl. 1993). I 1994 foregik mindre end 10% af den samlede godstransport (målt som tonkm) med jernbane. De samme generelle udviklingstendenser kan ifølge Nijkamp (1994) også ses i de fleste andre europæiske OECD-lande.

Denne udvikling harmonerer dårligt med den danske målsætning om at mindske det samlede CO₂-udslip. På baggrund af det stigende energiforbrug og de andre miljøeffekter forbundet med lastbiltransport argumenteres der ofte for, at godstransporten bør flyttes fra vejene til jernbanen.¹

I denne artikel præsenteres en økonometrisk analyse af forskellige erhvervs samlede efterspørgsel efter godstransport og fordelingen mellem tog- og lastbiltransport. Dette gøres med henblik på at belyse, hvordan øgede priser på lastbiltransport (f.eks.

Arbejdet bag denne artikel er støttet gennem energiforskningsprogrammet (EFP) og Det Strategiske Miljøforskningsprogram. Artiklen er baseret på to forskningsrapporter (Jensen og Bjørner, 1995 og 1997). I forbindelse med udarbejdelsen af disse rapporter og artiklen er vi taknemmelige for kommentarer fra John Smidt, Lee Schipper, Eskil Heinesen, Frits Møller Andersen og Christian Hjorth-Andersen. Eventuelle fejl og udeladelser er dog vort eget ansvar.

1. I en dansk sammenhæng har transportøkonomiske problemstillinger (bl.a. miljøomkostningerne) nylig været behandlet af Det økonomiske Råd (DØR 1996).

som følge af en miljøafgift) påvirker den samlede efterspørgsel efter godstransport og i hvor høj grad en sådan prisstigning kan flytte godstransporten fra vejene over til jernbanen, dvs. at estimere egen- og krydspriselasticiteter. Der anvendes aggregerede tids-serier udtrukket fra input-output tabellerne.

Udenlandske oversigter over empiriske studier af priselasticiteten i forbindelse med godstransport findes i Oum m.fl. (1992), Zlatoper og Austrian (1989) og Winston (1985). Her fremgår det for det første, at der kun er publiceret relativt få studier, der belyser godstransportens prislelsomhed. For det andet fremgår det, at de forskellige empiriske undersøgelser af godstransporten giver priselasticiteter inden for et meget bredt interval. Til sammenligning findes der et tilsyneladende uendeligt antal studier, der belyser persontransportens prislelsomhed (f.eks. bilkørsel over for kollektiv trafik). Disse undersøgelser viser typisk, at persontransporten ikke er særlig prislelsom.²

De fleste bidrag baseret på aggregerede data fra disse oversigtsartikler fokuserer på substitutionen mellem forskellige transportmidler i forbindelse med godstransport, mens den samlede mængde godstransport ikke forklares.³ Det vurderes således ikke, om den samlede mængde godstransport er prislelsom. Enten fordi det antages implicit, at dette ikke er tilfældet, eller fordi de anvendte data ikke tillader sådanne analyser.

I denne artikel anvendes en simpel 2-trins model, hvor erhvervenes samlede efterspørgsel efter godstransport estimeres i det ene trin, mens fordelingen på transportmidler estimeres i det andet trin.

I afsnit 2 skitseres modellen kort i forbindelse med præsentationen af de estimerede ligninger. Afsnit 3 indeholder en beskrivelse af de anvendte data. Estimationsresultaterne for hvert af de to trin beskrives i afsnit 4. Afsnit 5 indeholder en opsummering og diskussion af estimationsresultaterne. En kort konklusion og diskussion gives i det sidste afsnit.

2. Model

Transport betragtes som en produktionsfaktor på linje med kapital, arbejdskraft og materialer. Ideelt set kunne opstilles en produktionsfunktion med alle produktionsfaktorer inklusive de forskellige transportformer. For at forenkle analysen er det valgt at estimere to faktorefterspørgselsfunktioner separat. Én for det samlede transportinput

2. Oum m.fl. (1992) skriver: In summary, our survey results show that only the demand for automobile usage and urban transit are -unambiguously inelastic; less can be said about intercity rail and air travel, and still less about freight transport. [vor fremhævning].

3. Eksempler er: Friedlaender og Spady (1981), Oum (1979b og 1979c), Lewis og Widup (1982) og de fleste af modellerne i Oum (1989). I modsætning til disse studier tillader Friedlaender og Spady (1980) substitution mellem arbejdskraft og transportinput, men de finder en meget (måske urealistisk) høj substitution mellem arbejdskraft og transport. Wilson m.fl. (1988) tager også højde for andre effekter end substitution mellem forskellige transportmidler.

(trin 1) og én, der bestemmer, med hvilke transportformer disse transporter skal udføres (trin 2).⁴

For trin 1 har vi valgt en simpel log-lineær efterspørgselsfunktion. Med en antagelse om prishomogenitet og forsynet med trend og fejlkorrektionsstilpasning får estimationsligningen for efterspørgslen efter transport dermed følgende udseende:

$$\begin{aligned} \Delta \ln(fT) = & b_0 + b_1 \Delta \ln(fX) + b_2 \Delta \ln\left(\frac{pT}{pX}\right) \\ & + b_3 \left(\ln(fT)_{-1} - \lambda \ln(fX)_{-1} - \beta \ln\left(\frac{pT}{pX}\right)_{-1} - a_1 trend_{-1} \right) \end{aligned} \quad (1)$$

Her er fT transportinputtet, fX produktionsværdien og pT og pX de tilhørende priser. b_3 er tilpasningsparameteren til den langsigtede relation i de store parenteser. β er den langsigtede egenpriselastisitet for transportinput generelt, mens λ er skalaparameteren. Konstant skalaafkast svarer til $\lambda = 1$. b_1 er den kortsigtede skalaparameter, b_2 den kortsigtede priselastisitet og b_0 er et konstantled.

I trin 2 anvendes en såkaldt translog(TL)-formulering. Det indebærer, at det er omkostningsandelene, der bestemmes. Med kun to faktorer (»tog« og »lastbil«) er omkostningsandelene en funktion af logaritmen til de relative priser på de to faktorer.⁵ Med en fejlkorrektionsformulering som i Friesen (1992) fås følgende estimationsligning til trin 2 for den ene faktor:

$$\begin{aligned} S_{1,t} = & \gamma_1 \left[\alpha_1 + \alpha_{11} \ln\left(\frac{P_{1,t}}{P_{2,t}}\right) + \tau_1 trend \right] \\ & + (\gamma_2 - \gamma_1) \left[\alpha_1 + \alpha_{11} \ln\left(\frac{P_{1,t-1}}{P_{2,t-1}}\right) + \tau_1 trend_{t-1} \right] + (1 - \gamma_2) S_{1,t-1} \end{aligned} \quad (2)$$

Her er S_1 omkostningsandelen for transportform 1, og P_1 og P_2 priserne på de to transportformer. γ_2 er tilpasningsparameteren, og γ_1 er forholdet mellem kort- og

4. En nærmere gennemgang af udledningen af estimationsligningerne kan findes i Jensen og Bjørner (1997).

5. TL -formuleringen er her opstillet under antagelse om prishomogenitet og konstant skalaafkast.

langsigtsparemetrene. Da markedsandelene summerer til 1, kan markedsandelen for faktor 2, S_2 , beregnes residualt, og estimationen af S_2 kan derfor undværes.

Egen- og krydspriselasticiteterne for faktorerne kan udledes til at være

$$\text{Egenpriselasticitet: } e_{ii} = \frac{(\alpha_{ii} - S_i^*)}{S_i^*} + S_i^* \quad (3a)$$

$$\text{Krydspriselasticitet: } e_{ij} = \frac{(\alpha_{ij})}{S_i^*} + S_j^* \quad (3b)$$

Priselasticiteterne afhænger af de forudsagte omkostningsandele i langsigtet ligevægt, S^* , fra ligning (2) og er derfor ikke konstante over tid. Med to faktorer følger af prishomogeniteten, at $e_{11} = -e_{12}$ og $e_{21} = -e_{22}$. Hvis f.eks. egenpriselasticiteten for tog er -1,2, vil elasticiteten for tog med hensyn til prisen på lastbiltransport være 1,2.

Sammenfattende bestemmes i trin 1 egenpriselasticiteten for transportefterspørgslen, mens translogfunktionen i trin 2 bestemmer egen- og krydspriselasticiteterne for transportformerne givet det samlede transportinput.

Som nævnt ville det ideelle være at opstille en produktionsfunktion med alle produktionsfaktorer inklusive de forskellige transportformer. Transportinputtet udgør dog normalt en meget lille del af det samlede input, og generelt er det svært at estimere elasticiteter for faktorer med en lille omkostningsandel.⁶

Opdelingen af analysen i to trin kan gøres under antagelsen om, at produktionsfunktionen er separabel. Dermed kan produktionsfunktionen »nestes«, således at alle typer af transport kan betragtes som én faktor og alle øvrige faktorer (arbejdskraft, kapital etc.) som en anden faktor. Med andre ord antages det, at producentens valg af det samlede transportomfang og deres valg af transportform er uafhængige. Denne simple nestning er usædvanlig i transportefterspørgselsstudier, men ifølge Griffin (1993) er den almindelig i modellering af energiefterspørgsel. I Danmark er den benyttet i energi- og emissionsmodellerne til ADAM, jf. Frits Møller Andersen m.fl. (1997), hvor der er en alternativ fremstilling af opstillingen af faktorefterspørgselsfunktioner.

3. Data

Modellen estimeres ud fra aggregerede tidsserier, som er hentet fra input-output tabellerne fra 1966 til 1990. Input-output tabellerne indeholder oplysninger om de for-

6. Fleksible funktionsformer som translog og generaliseret Leontief giver problemer for faktorer med små omkostningsandele. De kan bl.a. forudsige negative omkostningsandele. Se Despotakis (1986).

Tabel 1. Nøgletal for de forskellige erhverv (1990).

Erhverv	Andel af samlet produktion	Andel af samlet transportinput ^(a)	Omkostningsandel for tog	Indikator for betydningen af firmalastbiler ^(b)
Fremstilling	0,30	0,25	0,16	0,41
Byggeri	0,08	0,14	0,03	0,69
Handel	0,09	0,32	0,07	0,61
Øvrige tjenester	0,12	0,05	0,38	0,57
Offentlig sektor	0,18	0,13	0,39	0,14
Alle erhverv ^(c)	1,00	1,00	0,19	0,63

Noter: (a) Af tog og lastbiltransport (erhverv 99 og 100), idet skibstransport ikke er medtaget. (b) Firmabilers (lastbiler, varevogne og personbiler) andel af erhvervets endelige energiforbrug af transportbrændsler (egne beregninger på baggrund af de danske energi matricer). (c) Forskellige erhverv med meget lille køb af transportydelser (landbrug, finansiel sektor, transporterhvervene og energiudvinding) indgår ikke i nogle af de fem erhverv, men er medtaget under alle erhverv.

skellige erhvervs køb fra jernbane- og vejtransportsektorerne (erhverv 99 og 100 i nationalregnskabet). »Jernbanesektoren« består af jernbaner (inklusive DSB-færger) og bustransport, mens »vejtransportsektoren« hovedsagelig består af fragtvognmænd, men inkluderer også turist- og taxivognmænd. Erhvervenes input fra de to sektorer vil herefter blive kaldt »tog«- og »lastbil«-transport.

Tog- og lastbiltransport er i realiteten en blanding af godstransport og persontransport. Persontransport (busser og taxi) går dog fortrinsvis til forbrug og udgør derfor generelt kun en lille del af de transportydelser, som købes af erhvervene (et par undtagelser bemærkes senere).⁷

De anvendte data beskriver hvert erhvervs køb af transportydelser, således at godstransport med firmalastbiler ikke er medtaget. Ud fra transportstatistik fremgår det, at firmalastbilerne tegner sig for omkring en fjerdedel af den samlede godstransport (målt i tonkm) eller omkring en tredjedel af den samlede kørsel med store lastbiler (målt i kørt km). Ud fra de danske energimatricer er det beregnet, at alle typer firmabiler tegner sig for omkring 60% af det samlede forbrug af transportenergi (direkte og indirekte) i erhvervene.

Der præsenteres estimationer for fem forskellige delerhverv og alle erhverv samlet. Erhvervene er fremstilling, byggeri, handel (engros og detail), øvrige tjenester (f.eks. restauration og hoteller samt husholdningsservice) og offentlig sektor. Tabel 1 viser nogle nøgletal for de forskellige erhverv.

7. Danmarks Statistik (1994) har for året 1990 udarbejdet en input-output tabel, som er mere detaljeret med hensyn til transportsektorerne. Af denne fremgår det f.eks., om et erhvervs køb af transportydelser består af godstransport eller persontransport. Det er tidligere forsøgt at inkludere skibstransport i analysen, men der synes at være meget begrænset substitution mellem de landbaserede transportmidler og skibstransport (jævnfør Jensen og Bjørner, 1995).

Det fremgår af tabel 1, at transport-inputandelen og togtransportens andel heraf varierer betydeligt mellem de forskellige erhverv. I fremstillingserhvervet svarer togtransportens andel nogenlunde til andelen for alle erhverv, mens fremstillingserhvervet tegner sig for halvdelen af erhvervenes samlede køb af togtransport, fordi fremstillingserhvervets andel af det samlede transportinput er stort.

Ud over de forskelle, der kan ses af tabel 1, adskiller byggeri og den offentlige sektor sig på et par punkter. Byggeerhvervets køb af togtransport er meget lavt (sammenlignet med køb af lastbiltransport) og bestod i 1990 hovedsagelig af færgetransport. Derfor skal den senere estimerede krydspriselasticitet mellem lastbiltransport (af gods) og togtransport (af personer) fortolkes med stor forsigtighed. Den offentlige sektors køb af transport bestod i 1990 hovedsagelig af persontransport, idet togtransport hovedsagelig var persontransport med jernbane og busser, mens lastbiltransporten primært bestod af privat buskørsel og taxakørsel. For den offentlige sektor skal de estimerede elasticiteter således tolkes som elasticiteter for persontransport – ikke som elasticiteter for godstransport.

4. Estimationsresultater

I dette afsnit præsenteres estimationsresultaterne fra trin 1 og 2. Ligning (1) estimeres med OLS, mens (2) estimeres med NLS. Ligning (1) er estimeret både med og uden antagelse om konstant skalaafkast på langt sigt. Generelt accepteres konstant skalaafkast ved en *t*-test, og der præsenteres derfor kun estimater, hvor denne restriktion er pålagt (offentlig sektor undtaget). Endvidere er relationerne for begge trin estimeret med og uden en trend.

4.1 Samlet efterspørgsel efter transport

Tabel 2 viser resultater fra estimationer af ligning (1) for de fem erhverv samt alle erhverv samlet.

I almindelighed findes ganske store, negative, langsigtede elasticiteter, men ofte er de ikke signifikant forskellige fra nul og medtagelse af en trend sænker dem (numerisk) meget for fremstilling og alle erhverv samlet. Trenden er medtaget som en indikator for manglende forklarende variabler som f.eks. teknologisk forandring, men den kan også ses som en uformel test for en falsk regression. Hvis trenden kan forklare udviklingen i transportinputandelene bedre end de relative priser, kan en høj priselasticitet blot skyldes, at de relative priser er trendede. Principielt skulle inddragelse af irrelevante variabler jo ikke forstyrre regressionsresultaterne. Med få undtagelser består priselasticiteterne testen og forbliver på samme niveau med en trend. Der vil derfor i det følgende blive lagt mest vægt på relationer uden trend.

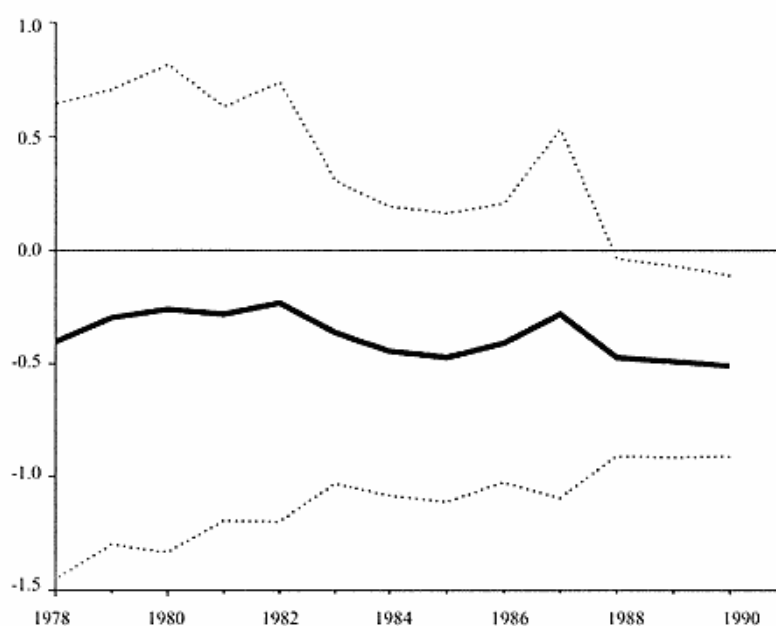
Tabel 2. Estimationer med konstant skalaafkast 1967-1990.

Erhverv	Konstant	Kort prod. elast.	Kort pris elast.	Tilpasning	Lagget pris	Trend	Lang pris-elast.	Spredning	R ²	DW	LM	t-test skala $\lambda=1$
Fremstilling	-1,68	0,99	-0,33	-0,38	-0,19	-	-0,51	0,0436	0,52	1,88	0,71	√
	(2,3)	(2,8)	(1,0)	(2,3)	(1,4)		(2,5)					
Byggeri	-1,62	1,01	-0,25	-0,37	-0,06	-0,32		0,0440	0,54	1,95	0,64	√
	(2,2)	(2,8)	(0,7)	(2,2)	(0,3)	(0,8)						
Handel	-1,23	1,58	-0,01	-0,34	-0,16	-	-0,48	0,1016	0,55	1,58	2,39	√
	(2,2)	(4,3)	(0,0)	(2,2)	(0,7)		(0,9)					
Øvrige tjenester	-1,47	1,61	0,05	-0,40	-0,44	0,58	-1,08	0,1025	0,57	1,57	2,49	√
	(2,3)	(4,4)	(0,1)	(2,3)	(1,1)	(0,8)	(1,5)					
Offentlig sektor ^(a)	-0,83	1,16	-1,27	-0,28	-0,26	-	-0,95	0,0631	0,68	1,67	1,33	√
	(1,6)	(3,1)	(3,4)	(1,6)	(1,3)		(3,2)					
Alle erhverv	-0,91	1,13	-1,32	-0,30	-0,37	0,22	-1,24	0,0647	0,68	1,65	1,75	√
	(1,5)	(2,9)	(3,2)	(1,6)	(0,9)	(0,3)	(1,3)					
Øvrige tjenester	-1,29	2,76	-0,94	-0,24	-0,58	-	-2,44	0,0642	0,59	1,93	2,94	√
	(2,0)	(4,6)	(1,5)	(1,9)	(1,2)		(1,1)					
Offentlig sektor ^(a)	-1,42	2,68	-0,97	-0,26	-0,57	0,08	-2,16	0,0658	0,59	1,88	3,42	√
	(1,8)	(4,0)	(1,5)	(1,7)	(1,2)	(0,3)	(1,0)					
Offentlig sektor ^(a)	5,44	1,34	-1,44	-1,16	-1,15	-	-0,99	0,0379	0,67	1,67	0,90	0,21
	(3,9)	(1,9)	(4,0)	(5,0)	(3,6)		(6,6)					(3,9)
Alle erhverv	9,85	1,33	-1,51	-1,20	-1,46	1,33	-1,22	0,0358	0,72	1,91	0,08	-0,09
	(3,5)	(2,0)	(4,4)	(5,5)	(4,2)	(1,8)	(6,7)					(0,5)
Alle erhverv	-0,82	1,83	-0,41	-0,19	-0,15	-	-0,81	0,0278	0,79	2,14	0,78	√
	(1,5)	(6,0)	(1,4)	(1,5)	(0,7)		(1,3)					
Alle erhverv	-0,78	1,88	-0,28	-0,18	0,07	-0,36	0,37	0,0273	0,81	2,27	1,44	√
	(1,5)	(6,3)	(1,0)	(1,4)	(0,2)	(1,3)	(0,2)					

Ann.: t-værdier i parentes. t-værdierne for langsigtede elasticiteter er baseret på Bårdsen (1989). LM er en χ^2 test for 1. ordens autokorrelation – kritisk værdi er 3,84 på 5%-niveau. Testen for konstant skalaafkast er en t-test på 5%-niveau for $\lambda=1$ i en regression uden konstant skalaafkast.

Note: (a) Estimeret uden konstant skalaafkast. Den langsigtede skalaparameter ses i kolonnen til højre.

I byggeri, handel og offentlig sektor synes der at være en negativ priselasticitet af nogen betydning (tæt ved -1) både med og uden trend, og for øvrige tjenester fås meget store elasticiteter på omkring -2. For den offentlige sektor bliver hypotesen om konstant skalaafkast forkastet, og derfor præsenteres resultater uden konstant skalaafkast i tabel 2. Her er de langsigtede priselasticiteter meget signifikante, men på den anden



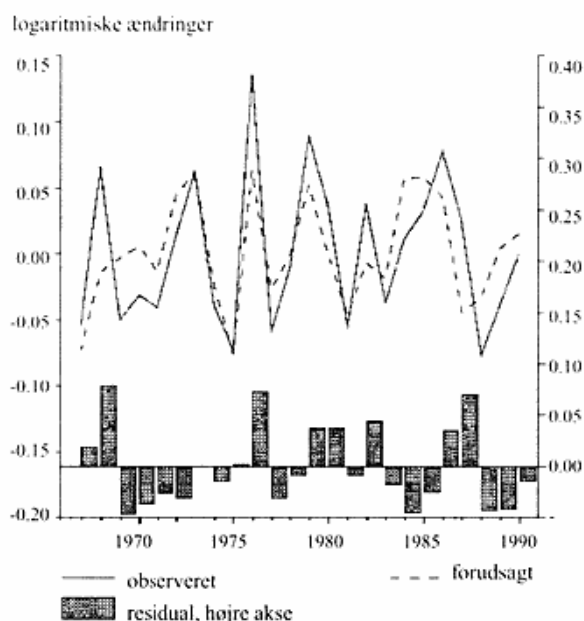
Figur 1. Rekursiv estimation af den langsigtede priselasticitet i (trin 1) for fremstilling med 95% konfidensinterval.

side tyder den meget lille skalaparameter på, at en faktorefterspørgselsmodel måske ikke er velegnet her. Endvidere er målingen af produktionen i den offentlige sektor lidt kunstig.

I figur 1 er vist en rekursiv estimation af priselasticiteten for fremstillingserhvervet. Figuren viser den estimerede priselasticitet som funktion af estimationsperiodens slutår. Der er ikke tegn på strukturelle brud i priselasticiteten. Grafer for de øvrige erhverv (ikke vist) afslører heller ikke problemer med parameterstabiliteten. Figur 2 viser den historiske beskrivelse for fremstillingserhvervet, og den er generelt tilfredsstillende.

De kortsigtede priselasticiteter er negative (signifikant mindre end nul i handel og offentlig sektor) og af omtrent samme størrelse som de langsigtede elasticiteter med undtagelse af byggeri, hvor de kortsigtede priselasticiteter er nul. Den kortsigtede skalaparameter er ofte større end 1. Det kan fortolkes som en konjunkturrefekt. Når aktiviteten øges, køber virksomhederne på kort sigt hellere supplerende transport end de investerer i nye lastbiler til egetransport.

Tilpasningsparameteren er ofte lille, hvilket indikerer en langsom tilpasning til ligevægt. Ifølge Campos m.fl. (1996) kan t -værdien for tilpasningsparameteren bruges til en test for kointegration. De kritiske værdier på 5%-niveau er 3,6 uden trend og 4,2 med. Der kan derfor kun findes kointegration for offentlig sektor.



Figur 2. Historisk beskrivelse for fremstilling (trin 1) uden trend.

Resultaterne for alle erhverv samlet præsenteres til sammenligning, men med ringe resultater. Priselasticiteten har stor spredning, og med trend er den endog positiv. Dette kan være et resultat af informationstab på grund af aggregering.

Alt i alt findes langsigtede priselasticiteter i intervallet $-1/2$ til -1 for de fleste erhverv bortset fra øvrige tjenester, hvor prisfølsomheden synes større. I almindelighed er de dog ikke særlig godt bestemt.

4.2 Substitution mellem tog og lastbil

I tabel 3 er vist estimationsresultater fra den dynamiske TL-specifikation svarende til ligning (2). Ikke alle de estimerede parametre er vist, idet der er lagt vægt på de beregnede langsigtede elasticiteter. Krydspriselasticiteter er ikke vist i tabel 3, da de grundet prishomogenitet er lig egenpriselasticiteterne blot med modsat fortegn. Hvis f.eks. egenpriselasticiteten for tog er $-1,2$, vil elasticiteten for tog med hensyn til prisen på lastbiltransport være $1,2$.

På grund af brud i nogle af serierne i 1974, er der introduceret en dummy lig med en i perioden 1966-73 og nul i de øvrige år. Denne dummy indgår i ligning (2) sammen med konstantleddet i den langsigtede relation.

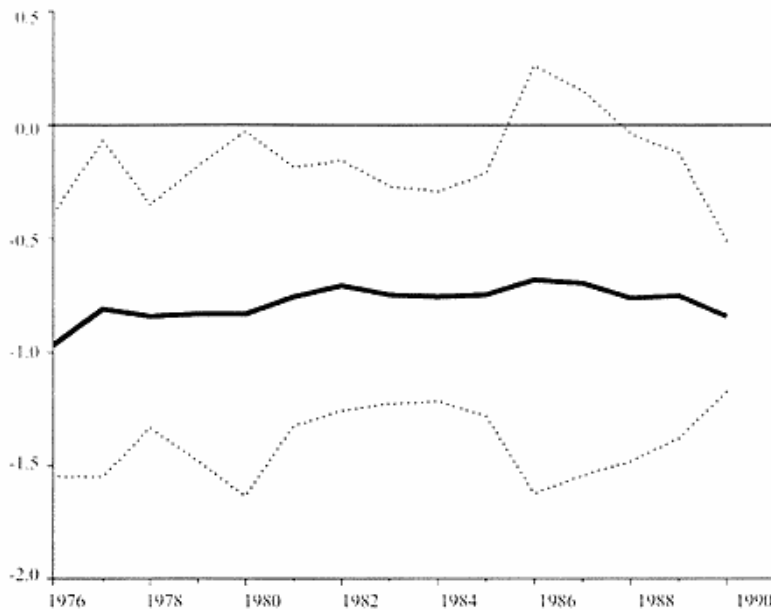
Som det var tilfældet med den samlede transportefterspørgsel, findes ganske store priselasticiteter, og de fleste af disse er signifikant forskellige fra nul på 5%-niveau. I fremstilling, byggeri, øvrige tjenester og alle erhverv findes egenpriselasticiteten for

Tabel 3. TL-Estimationer. Omkostningsandele for tog (og lastbil) 1967-1990.

Erhverv	Langsigtet egenpriselasticitet 1990		Trend	Tilpasning		Dummy 66-73	Langsigtet substitutions elasticitet	Omkostningsandel for tog 1990	Spredning	R ²	DW	LM
	tog	lastbil		γ_1	γ_2							
Fremstilling	-1,38	-0,27	-	1,28	0,24	-	1,65	0,163	0,0171	0,728	1,59	1,81
	(2,7)	(2,7)		(1,1)	(1,6)		(2,7)					
	-0,84	-0,16	-0,001	1,75	0,18	-0,043	1,00	0,163	0,0095	0,924	1,20	4,43
	(5,2)	(5,2)	(0,3)	(0,6)	(1,0)	(0,5)	(5,2)					
Byggeri	-1,22	-0,03	-	1,19	0,18	-0,015	1,25	0,027	0,0019	0,963	1,90	0,42
	(4,3)	(4,3)		(3,7)	(1,4)	(3,3)	(4,3)					
	-1,43	-0,04	-0,001	0,85	0,59	-0,022	1,47	0,027	0,0018	0,969	1,39	6,26
	(4,8)	(4,8)	(3,9)	(8,1)	(2,4)	(6,7)	(4,8)					
Handel	1,89	0,14	-	0,49	0,16	-	-2,03	0,068	0,0106	0,949	2,05	0,27
	(1,7)	(1,7)		(2,1)	(1,2)		(1,7)					
	0,29	0,02	-0,004	1,39	0,73	-	-0,31	0,068	0,0089	0,966	1,82	1,68
	(0,8)	(0,8)	(6,0)	(2,4)	(3,3)	-	(0,8)					
Øvrige tjenester	-1,31	-0,81	-	0,42	0,07	-	2,12	0,382	0,0226	0,728	2,05	0,13
	(0,4)	(0,4)		(0,2)	(0,4)		(0,4)					
	-1,50	-0,93	-0,010	0,24	0,42	-	2,42	0,382	0,0197	0,804	2,06	0,06
	(2,5)	(2,5)	(2,8)	(0,8)	(2,1)	-	(2,5)					
Offentlig sektor	-0,41	-0,24	-	1,33	0,43	-	0,66	0,371	0,0187	0,471	1,62	2,87
	(1,7)	(1,7)		(0,9)	(2,3)		(1,7)					
	-1,06	-0,62	0,003	0,34	0,47	0,104	1,69	0,371	0,0164	0,631	1,79	2,25
	(3,0)	(3,0)	(1,6)	(2,0)	(2,4)	(2,3)	(3,0)					
Alle erhverv	-2,26	-0,54	-	0,00	0,17	0,14	2,79	0,193	0,0089	0,843	1,93	2,36
	(1,5)	(1,5)		(0,1)	(1,4)	(1,2)	(1,5)					
	-1,13	-0,27	-0,004	0,13	0,44	-	1,40	0,193	0,0089	0,843	1,54	3,98
	(4,7)	(4,7)	(3,4)	(0,2)	(2,3)		(4,7)					

Ann.: *t*-værdier i parentes. *t*-værdierne for priselasticiteterne er baseret på nulhypotesen, at priselasticiteten er lig nul i 1990, ikke at parameteren til prisvariablen er lig nul – se Jensen og Bjørner (1997). LM er en χ^2 test for 1. ordens autokorrelation – kritisk værdi er 3,84 på 5%-niveau.

tog at være mellem -1 og -2. Den er noget mindre i den offentlige sektor, og for handel findes kun positive priselasticiteter, uanset om der medtages en trend og en dummy. Da tog generelt har lave udgiftsandele, er egenpriselasticiteterne for lastbiltransport meget mindre. Det er fordi, en flytning af en given mængde transport fra en transportform med en stor markedsandel til en transportform med en lille markedsandel har større relativ effekt på transportformen med den lille markedsandel. Som tidligere be-



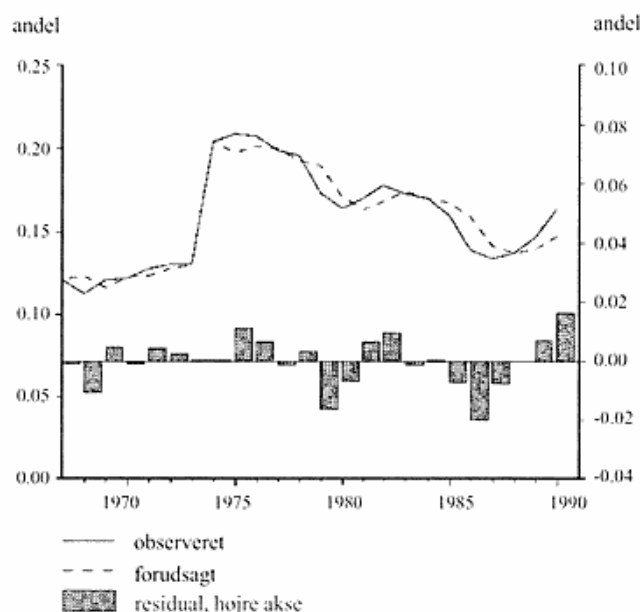
Figur 3. »Rekursiv« estimation af omkostningsandele for fremstilling (trin 2). Den langsigtede egenpriselasticitet for tog med 95% konfidensinterval.

mærket, bør resultaterne for byggeri behandles med forsigtighed, da togandelen er meget lav, og da input fra tog i dette erhverv mest består af færgefart og ikke togkørsel (i hvert fald i 1990).

Som nævnt er priselasticiteterne afhængige af udgiftsandelen og derfor ikke konstante over tid. For de fleste erhverv ændres udgiftsandelen ikke særlig meget i estimationsperioden, og det samme gælder derfor for priselasticiteterne. En graf, der viser den langsigtede priselasticitet med 95% konfidensinterval som funktion af estimationsperiodens slutår, findes i figur 3 for relationen for fremstilling med trend.⁸ For fremstilling er priselasticiteten nogenlunde konstant, men spredningen er for høj til at give en signifikant priselasticitet på 5%-niveau, hvis blot de to sidste observationer udelades. For de øvrige erhverv er priselasticiteterne også rimeligt konstante. Figur 4 viser den historiske beskrivelse for relationen for fremstilling.

I almindelighed ændrer trenden kun priselasticiteten en smule, og den øger ofte signifikansen af elasticiteterne. Trendparameteren skal fortolkes som den årlige ændring i udgiftsandelen for konstante relative priser. De negative fortegn afspejler den generelle tendens mod lastbiltransport frem for tog.

8. Denne graf minder om den rekursive estimation i figur 1, men da den vedrører priselasticiteten, som ikke er en parameter, men en afledt størrelse, der afhænger af omkostningsandelene, er manglende stabilitet over tid ikke nødvendigvis et svagestegn.



Figur 4. Historisk beskrivelse for fremstilling (trin 2). Omkostningsandel for tog.

Parameteren for tilpasning til uligevægten, γ_2 , findes for det meste at være omkring 0,2-0,7. Som før nævnt kan t-værdien for γ_2 benyttes til en test af tilstedeværelsen af kointegration. Den kritiske værdi på 5%-niveau er 3,6 uden trend og 4,2 med, og dermed kan der for ingen af erhvervene findes kointegration. Den anden tilpasningsparameter, γ_1 , vedrører forholdet mellem de lang- og kortsigtede parametre og er mindre betydningsfuld.

5. Tolkning af estimationsresultater

I dette afsnit gives først en kort diskussion af model og estimationsresultater, herefter skitseres de samlede effekter i 2-trins modellen.

I afsnit 2 blev opstillet estimationsligninger for efterspørgslen efter transport. Udbudet af transport blev (implicit) antaget at være helt elastisk. Der kan sættes spørgsmålstegn ved, om dette er en realistisk antagelse for godstransport med tog, dels fordi togtransport stort set udbydes af et enkelt selskab med monopollignende status, og dels fordi mange destinationer ikke kan nås med tog. I den forbindelse peger andre studier af den danske godstransport på, at der er fysiske og tekniske kapacitetsbegrænsninger for overflytning af godstransporten fra lastbilerne til togene (Transportrådet, 1993). Bl.a. af denne grund kan krydspriselasticiteterne kun tolkes for små ændringer i de relative transportpriser.

En stor del af lastbiltransporten foregår med firmabiler, som ikke indgår i de an-

vendte data. På den ene side kan der argumenteres for, at købt lastbiltransport og lastbiltransport med firmabiler må være meget nære substitutter i produktionen (specielt på langt sigt), således at elasticiteterne for købt lastbiltransport kan overføres til firmalastbiler. På den anden side bruges firmalastbiler til andre typer af transport (kortere transport med mindre læs), således at elasticiteterne for købt lastbiltransport ikke uden videre kan overføres til firmalastbiler.

Det fremgik af afsnit 4, at de estimerede langsigtspiselasticiteter i en række tilfælde ikke er særlig godt bestemt (lav signifikans af priselasticiteten og tilpasningsparameteren samt afhængighed af, hvorvidt en tidstrend medtages i estimationen), og at de anvendte tidsserier er relativt korte (få observationer). Derfor skal resultaterne tolkes med nogen forsigtighed.

På den anden side bør det noteres, at de fleste estimerede parametre (f.eks. kortsigtsparemetrene) har det forventede fortegn, at konstant skalaafkast (generelt) ikke kan afvises, og at de rekursive parameterestimer forekommer rimeligt stabile. Dette peger i retning af, at de estimerede relationer er plausible.

Effekterne fra den samlede efterspørgsel efter godstransport (trin 1) og fordelingen mellem tog- og lastbiltransport kan kombineres med henblik på at beskrive den samlede effekt af ændringer i prisen på en af transportformerne. Dette er gjort i tabel 4 for en ændring i prisen på lastbiltransport. Elasticiteterne fra hver af de to trin er gentaget i tabel 4, mens de sidste to søjler angiver de samlede egen- og krydspriselasticiteter for de to trin.

Ses eksempelvis på fremstillingsvirksomhed, er de samlede priselasticiteter beregnet således: En 1% stigning i prisen på lastbiltransport medfører (for givne transportmængder) en ændring i fordelingen mellem transportformerne, således at lastbiltransporten reduceres med 0,2%, hvilket svarer til en stigning i togtransporten på 0,8%. De øgede priser på lastbiltransport betyder, at prisen på det samlede transportinput også stiger, hvilket generelt mindsker efterspørgslen efter godstransport. Reduktionen i den samlede godstransport kan fordeles på de to transportformer i henhold til deres respektive omkostningsandele. For togtransporten betyder dette, at stigningen på 0,8% på grund af substitution reduceres til kun 0,4%, mens lastbiltransportens fald på 0,2% forøges til 0,6%.⁹

Der er ikke angivet krydselasticiteter for erhvervene byggeri og handel i tabel 4. For handelserhvervet skyldes dette, at de estimerede elasticiteter havde det forkerte fortegn. For byggeri blev der estimeret signifikante elasticiteter, men togtransport tegner sig for en meget lille del af byggeriets køb af transportydelser, og for byggeriet er »tog«-transporten hovedsagelig færgetransport (jævnfør afsnit 3). Vi tolker dette såle-

9. En mere formel beskrivelse af opgørelsen af den totale krydspriselasticitet kan findes i Andersen m.fl. (1997).

Tabel 4. Samlede effekter fra trin 1 og trin 2.

Erhverv	Samlet priselasticitet for gods- transport (Trin 1)	Lastbil omkost- ningsandel 1990	Erhvervenes andel af gods- transport	Egenpriselasticiteter Trin 2 (TL) 1990		Samlet elasticitet mht. prisen på lastbilstransport (trin 1 og trin 2)	
				Tog	Lastbil	Tog	Lastbil
Fremstilling	-0,5	0,84	0,25	-0,8	-0,2	0,4	-0,6
Byggeri	-0,5 ^(a)	0,97	0,14	–	–	–	(-0,5)
Handel	-1,0	0,93	0,32	–	–	–	(-1,0)
Øvrige tjenester	-2,4 ^(a)	0,62	0,05	-1,5	-0,9	0,0	-2,4
Offentlig sektor	-1,0	0,63	0,13	-1,1	-0,6	0,5	-1,2
Alle erhverv	-0,8 ^(a)	0,81	1	-1,1	-0,3	0,5	-0,9

Anm.: Elasticiteterne fra trin 1 er fra relationerne uden tidstrend, mens elasticiteterne fra trin 2 er fra relationerne med tidstrend.

Note: ^(a) Ikke signifikant på 5%.

des, at der ikke er nogen krydspriselasticitet for godstransport i disse erhverv. Da lastbilernes omkostningsandel er meget høj i disse erhverv, kan den samlede elasticitet fra trin 1 fortolkes som den samlede egenpriselasticitet for lastbiltransport (disse »tolkede« elasticiteter er angivet i parentes). Tilsvarende er elasticiteten for godstransport med tog antaget at være nul i disse erhverv.

I forbindelse med tolkningen af tabel 4 skal det også erindres, at den offentlige sektors køb af transport hovedsagelig består af persontransport. Elasticiteterne for den offentlige sektor skal således ikke tolkes som prisfølsomheden for godstransport. Det fremgik af afsnit 4, at priselasticiteten for det samlede transportkøb for alle erhverv var relativt svagt bestemt sammenlignet med de fleste af de fem delerhverv. Det er måske ikke så overraskende i lyset af, at størrelsen af transportinputtet, fordelingen på transportmidler og de estimerede elasticiteter varierer betydeligt i de forskellige erhverv.

I stedet for at se på effekten for alle erhverv er det derfor valgt at fokusere på erhvervene fremstilling, byggeri og handel, som tegner sig for 70% af det samlede køb af godstransport. For disse erhverv vil en stigning i prisen på lastbiltransport på 10% medføre et fald i lastbiltransporten på 5-10% i de tre erhverv, og en stigning i togtransporten på 4% i fremstillingserhvervet.

Togtransporten tegner sig kun for 14% af transportomkostningen i fremstillingserhvervet, således at stigningen på 4% i (den beskedne) togtransport er mindre end 1% af (den store) lastbiltransport. Således kan faldet i lastbiltransporten inden for fremstillingserhvervet hovedsagelig tilskrives reduktionen i den samlede godstransport – og kun i mindre grad en overførsel af gods fra lastbil til tog.

Det fremgik i indledningen, at de udenlandske, empiriske studier af godstransporten giver elasticiteter inden for et meget bredt interval. Ud fra andre danske data for godstransport er i anden sammenhæng estimeret egenpriselasticiteter for lastbiltransport (Bjørner, 1997). Her findes egenpriselasticiteter for lastbiltransport (målt i ton-km) og lastbilkørsel (målt i korte km) på henholdsvis -0,80 og -0,47, hvilket harmonerer udmærket med de her fundne egenpriselasticiteter for lastbiltransport, som er estimeret ud fra input-output data.

Endelig skal det bemærkes, at de forskellige elasticiteter ikke skal forveksles med energipriselasticiteter. Energi udgør kun en mindre del af de samlede omkostninger for de to transportformer.¹⁰

6. Konklusion og diskussion

I denne artikel er en enkel 2-trins model for den samlede efterspørgsel efter godstransport og substitutionen mellem tog- og lastbiltransport estimeret ud fra aggregerede tidsserier. De fleste udenlandske empiriske studier af godstransporten fokuserer på substitutionen mellem forskellige transportmidler uden at forklare den samlede efterspørgsel efter godstransport. Vi finder, at den samlede efterspørgsel efter godstransport er rimelig prisfølsom.

I energi- og miljødebatten om den danske transportpolitik og godstransporten bliver der ofte argumenteret for, at godset skal flyttes fra lastbilerne til togene, som angiveligt er mindre miljøbelastende. Selve mængden af godstransport bliver ikke diskuteret i samme grad, måske fordi det implicit antages, at godsmængderne kun påvirkes af produktionens udvikling – ikke af prisen på godstransport.

De empiriske analyser i dette kapitel peger i retning af, at det er muligt at flytte lidt gods fra vej til jernbane ved at lægge miljøafgifter på lastbiltransport. Det fremgår imidlertid også, at den største effekt af sådanne miljøafgifter vil være en reduktion i den samlede godstransport. I lyset heraf foreslås det, at fokus for diskussionen om godstransporten bør flyttes fra at handle om, *hvilket* transportmiddel der er mest hensigtsmæssigt, til i stedet at handle om, *hvor stor en mængde* godstransport som er rimelig ud fra hensyn til miljø og økonomi. Ud fra en ren miljømæssig synsvinkel er det bedre at reducere godstransporten med alle transportmidler frem for kun at skifte fra et forurenende transportmiddel til et mindre forurenende.

10. For lastbiltransport udgør energi f.eks. kun omkring en tiendedel af de samlede omkostninger.

Litteratur

- Andersen, F. M. m.fl. 1997. *Energi- og emissionsmodeller til ADAM*. København.
- Bjørner, T. B. 1997. *Demand for Freight Transport and Freight Traffic in a VAR Model*. Papir præsenteret på European Economic Association's konference afholdt i Toulouse 1997.
- Bårdsen, G. 1989. Estimation of long run coefficients in error correction models. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics* 51.
- Campos, J., N. R. Ericsson og David F. Hendry. 1996. Cointegration tests in the presence of structural breaks. *Journal of Econometrics* 70:187-220.
- Christensen, L. D. Jørgensen og L. Lau. 1973. Transcendental logarithmic production frontiers. *Review of Economics and Statistics* 55:28-45.
- Danmarks Statistik. 1994. *Input-output tabeller og analyser 1990*. København.
- Despotakis, K. A. 1986. Economic performance of flexible functional forms. *European Economic Review* 30.
- Diewert, W. E. 1971. An application of the Shephard duality theorem: A generalized Leontief production function. *Journal of Political Economy* 79:481-507.
- DØR. 1996. *Dansk økonomi. Forår 1996*. København.
- Friedlaender, A. F. og R. H. Spady. 1980. A derived demand function for freight transportation. *Review of Economics and Statistics* 62:432-41.
- Friedlaender, A. F. og R. H. Spady. 1981. *Freight Transport Regulation: Equity, Efficiency, and Competition in the Rail and Trucking Industries*. Cambridge, Mass.
- Friesen, J. 1992. Testing dynamic specification of factor demand equations for U.S. manufacturing. *Review of Economics and Statistics* 74:624-37.
- Griffin, J.M. 1993. Methodological advances in energy modelling: 1970-1990. *Energy Journal* 14:111-124.
- Jensen, T. C. og T. B. Bjørner. 1995. *Gods-transport og erhvervenes transportefterspørgsel – estimeret ud fra makrodata*. København.
- Jensen, T. C. og T. B. Bjørner. 1997. *Efterspørgsel efter gods-transport*. København.
- Lewis, K. A. og D. W. Widup. 1982. Deregulation and rail-truck competition. *Journal of Transport Economics and Policy* 16: 139-49.
- Nijkamp, P. 1994. Roads toward environmentally sustainable transport. *Transportation Research A* 28A:261-277.
- Oum, T. H. 1979a. A warning on the use of linear logit models in transport mode choice studies. *Bell Journal of Economics* 10:274-87.
- Oum, T. H. 1979b. A cross sectional study of freight transport demand and rail-truck competition in Canada. *Bell Journal of Economics* 10:463-82.
- Oum, T. H. 1979c. Derived demand for freight transport and inter-modal competition in Canada. *Journal of Transport Economics and Policy* 13:149-68.
- Oum, T. H. 1989. Alternative demand models and their elasticity estimates. *Journal of Transport Economics and Policy*, 23:163-87.
- Oum, T. H., W. G. Waters II og Jong-Say Yong. 1992. Concepts of price elasticities of transport demand and recent empirical estimates: an interpretative survey. *Journal of Transport Economics and Policy* 26:139-54.
- Schipper, L., R. Howarth og B. Andersson. 1993. Energy use in Denmark: An international perspective. *Natural Resources Journal*.
- Transportrådet. 1993. *Gods-transport: Overflytning fra vej til bane*. Notat nr. 93-04. København.
- Wilson, W.W., W.W. Wilson og W.W. Koo. 1988. Modal competition in grain transport. *Journal of Transport Economics and Policy* 22:319-337.
- Winston, C. 1983. The demand for freight transportation: models and applications. *Transportation Research A* 17:419-27.
- Winston, C. 1985. Conceptual developments in the economics of transportation: an interpretative survey. *Journal of Economic Literature* 22:57-94.
- Zlatoper, T.J. og Z. Austrian. 1989. Freight transportation demand: A survey of recent econometric studies. *Transportation* 16:27-46.