



STUDIECENTRUM VOOR ECONOMISCH EN SOCIAAL ONDERZOEK

KOSTENFUNCTIES VOOR HET INTERCOMMUNAAL VERVOER
TE ANTWERPEN

B. DE BORGER

E. DELODDERE

Rapport 80/111

December 1980

*De auteurs danken W. NONNEMAN voor zijn bijdrage in deze studie,
welke tot stand kwam dank zij de steun van het F.K.F.O. (project
nr. 2.0005.78).*

Universitaire Faculteiten Sint-Ignatius
Prinsstraat 13 - 2000 Antwerpen

D/1980/1169/27

Inleiding

In deze nota worden kostenfuncties voor de Maatschappij voor het Intercommunaal Vervoer te Antwerpen (MIVA) ontwikkeld en geschat. Daarbij wordt rekening gehouden met twee exploitatievormen, nl. bus- en tramvervoer. Dit onderzoek vult een recent SESO-rapport aan over het streekvervoer en het stadsvervoer in kleinere steden, dat verzorgd wordt door de NMVB (1).

In een eerste afdeling van de tekst wordt een kort overzicht gegeven over het reeds gepresteerde onderzoek aangaande kostenfuncties voor het openbaar vervoer. Daarna volgt een korte beschrijving over de toestand en de exploitatievormen bij de bestudeerde vervoermaatschappij. In een derde afdeling worden kostenfuncties voor tram- en busvervoer van de MIVA afgeleid. Na een korte bespreking van de gegevens wordt overgegaan tot de empirische schatting van het voorgestelde kostenmodel. De resultaten worden geanalyseerd en geïnterpreteerd in een zesde deeltje. Het rapport wordt afgerond met enkele algemene conclusies.

1. Vroeger onderzoekswerk

Voor een meer uitgebreid literatuuroverzicht wordt verwezen naar vermeld SESO-rapport. Toch lijkt het ons nuttig de belangrijkste fasen in de ontwikkeling van empirische kostenfuncties kort te overlopen.

Statistische kostenfuncties voor spoorwegmaatschappijen werden reeds in de jaren vijftig ontwikkeld (2) zie bv. Meyer e.a. (1959). Deze auteurs bepaalden lineaire kostenrelaties, evenals bv. Borts (1960) in een klassiek geworden artikel. Later werden ook kwadratische functies geïntroduceerd, zie bv. Friedlaender (1967 en 1971). Ver-

(1) De Borger B. en Deloddere E., Kostenfuncties voor het openbaar vervoer in België : een gevalstudie, SESO, rapport 80/108, oktober 1980.

(2) Voorheen gebruikte men voornamelijk de "boekhoudkundige" methode. Men berekende daarbij de kosten van een "gemiddeld" voertuig.

gelijkbare procedures, nl. lineaire en kwadratische kostenfuncties, werden ook toegepast voor het analyseren van de kosten van het busvervoer, zie o.a. Koshal (1970), Lee en Steedman (1970) en Wabe en Coles (1975).

Een alternatieve methode om de kosten van spoorbedrijven te analyseren werd gevolgd door o.a. Busschaert en Van Broekhoven (1973), Keeler (1974) en Pozdena en Merewitz (1978). Deze auteurs onderstellen Cobb-Douglasproduktiefuncties voor de bestudeerde maatschappijen en leiden daaruit de corresponderende kostenfuncties af. Deze werkwijze werd toegepast op het stedelijk busvervoer door Williams (1979).

Vrij recent wordt ook voor het openbaar vervoer de translog kostenfunctie gebruikt. Deze flexibele functie werd o.m. aangewend door Spady (1977), Harmatuck (1979) en Viton (1980).

2. De organisatie van het intercommunaal vervoer te Antwerpen

Het openbaar vervoer in de Antwerpse agglomeratie wordt grotendeels verzorgd door de Maatschappij voor het Intercommunaal Vervoer te Antwerpen (MIVA).

De MIVA exploiteert zowel tramlijnen als een aantal buslijnen. Het tramverkeer had in 1979 een aandeel van bijna 60 % in het aantal afgelegde kilometer en van ruim 70 % in het aantal vervoerde reizigers. Uit deze cijfers blijkt enerzijds de belangrijkheid van het vervoer per tram, maar anderzijds tevens het niet te verwaarlozen aandeel van het autobusvervoer.

Wat de verdeling van het totale MIVA-transport betreft, stelt men vast dat de tramexploitatie voornamelijk wordt ingezet op lijnen die grote vervoerstromen te verwerken hebben, zoals bijvoorbeeld op (cijfers van 1979)

- lijn 2 (Hoboken-Groenplaats) 4.846.097 reizigers
- lijn 24(Silsburg-Schoonselhof) 4.489.593 reizigers
- lijn 12(Antwerp Stadion-Grens Kiel) 3.761.568 reizigers
- lijn 3 (Merksem-Melkmarkt) 3.553.945 reizigers
-
- lijn 4 (Hoboken-Groenplaats) 2.007.904 reizigers;

De tien tramlijnen, met een omlooptengte (heen/terug) van 159,713 km, d.w.z. slechts 31,7 % van het totale net (excl. verpachte lijnen) vervoerden in 1979 31.530.341 reizigers, d.i. 72,4 % van het totaal. De minder drukke lijnen worden door autobussen be- diend. Zo werden door de zeventien MIVA-buslijnen met een gezamen- lijke omlooptengte van 334,146 km (excl. verpachte lijnen) 12.043.300 reizigers vervoerd (27,6 % van het totaal) met als uitersten lijn 25 (Groenplaats-Wilrijk) met 1.607.436 reizigers en lijn 28 (Rooseveltplaats-Merksem) met 457.154 reizigers.

De reden van deze verdeling ligt in de eigen kostenstructuur van de twee exploitaties, waarbij voor de trams het aandeel van de vaste kosten veel hoger is dan voor de autobussen. Een NMVB- studie (1), opgezet om te onderzoeken op welke lijnen men al dan niet het spoorvervoer door autobusvervoer moet vervangen, wees uit dat het kostenvoordeel van de tram op de autobus toenam (of het kostennadeel verminderde) naarmate

- 1° de frequentie op de betrokken lijn stijgt;
- 2° de commerciële snelheid van de voertuigen toeneemt.

Daar hoge frequenties grote vervoerstromen noodzaken om de be- zettingsgraad op peil te houden, is de huidige verdeling van het totaal vervoer tussen tram en bus te begrijpen. Tram- en busver- voer vertonen qua technologie totaal verschillende kenmerken. Het lijkt daarom aangewezen de beide exploitatievormen apart te be- handelen. In wat volgt zullen dan ook kostenfuncties worden afge- leid en geschat voor tramvervoer en busvervoer afzonderlijk.

(1) NMVB, Jaarverslag 1955, blz.64-69.

3. Het model

De MIVA wordt aanzien als een sociale maatschappij met een opdracht van openbare dienst. Het is haar niet toegelaten de prijs van het vervoer zo te bepalen dat winstmaximalisatie bereikt wordt. De prijs van het transport wordt integendeel door de overheid vastgelegd en de Maatschappij moet ervoor zorgen dat wordt voldaan aan de vraag die op dat prijsniveau bestaat. Om het winstsaldo te maximeren (of het verlies te minimaliseren) moet de Maatschappij er dus naar streven de gevraagde output tegen de laagst mogelijke kosten voort te brengen en de inputfactoren optimaal aan te passen. Terwijl voor de inputs energie en in mindere mate arbeid de aanpassingsmogelijkheden eerder ruim zijn (1), is dit minder het geval voor de input kapitaal, althans in de korte periode (2).

Men kan stellen dat tram- en busvervoer worden voortgebracht volgens een eigen specifieke produktiefunctie, waarbij verschillende inputcombinaties worden ingezet. Op korte termijn, wanneer men de respectieve kapitaalstocks constant kan veronderstellen, mag men aannemen dat de Maatschappij voor elke exploitatievorm afzonderlijk streeft naar minimale kosten. Voor modus i ($i = \text{tram of bus}$) kan het korte-termijnprobleem als volgt worden voorgesteld, in de onderstelling dat een Cobb-Douglasproduktiefunctie een betrouwbare weergave is van de respectieve technologieën

$$\text{Minimeer } C_i = p_{L_i} L_i + p_{E_i} E_i + p_{T_i} T_i$$

onder de restricties

$$Q_i = A_i L_i^{\beta_{1i}} E_i^{\beta_{2i}} T_i^{\beta_{3i}}$$

$$T_i = \tilde{T}_i = \text{constant}$$

-
- (1) Men kan bijvoorbeeld het effectief vermeerderen door massale aanwerving en verminderen door het niet-vervangen van uitgetreden werknemers.
- (2) De vertraging tussen bestelling en levering van nieuw rollend materieel bedraagt 1 tot 3 jaar.

waarbij C_i : totale kosten modus i
 L_i : arbeidsinput modus i
 E_i : energieinput modus i
 T_i : kapitaalstock modus i
 P_{L_i} , P_{E_i} , P_{T_i} : respectieve inputprijzen arbeid, energie en
 kapitaal
 A_i , β_{ji} : parameters

Uit de oplossing van dit probleem kan de volgende kostenfunctie voor modus i worden afgeleid :

$$C_i = P_{T_i} \bar{T}_i + \left\{ \left[A_i \left(\frac{\beta_{2i}}{\beta_{1i}} \right)^{\beta_{2i}} \right]^{\frac{-1}{\rho_i}} + \left[A_i \left(\frac{\beta_{1i}}{\beta_{2i}} \right)^{\beta_{1i}} \right]^{\frac{-1}{\rho_i}} \right\} Q_i^{\frac{1}{\rho_i}} P_{L_i}^{\frac{\beta_{1i}}{\rho_i}} P_{E_i}^{\frac{\beta_{2i}}{\rho_i}} \bar{T}_i^{\frac{-\beta_{3i}}{\rho_i}}$$

waarbij $\rho_i = \beta_{1i} + \beta_{2i}$

Bovenstaande uitdrukking is vatbaar voor econometrische schatting en kan verkort worden herschreven als :

$$C_i = P_{T_i} \bar{T}_i + A_i^a Q_i^b P_{L_i}^c P_{E_i}^d \bar{T}_i$$

$$\text{met } a_i = \frac{1}{\beta_{1i} + \beta_{2i}} \quad b_i = \frac{\beta_{1i}}{\beta_{1i} + \beta_{2i}} \quad c_i = \frac{\beta_{2i}}{\beta_{1i} + \beta_{2i}} \quad d_i = \frac{-\beta_{3i}}{\beta_{1i} + \beta_{2i}}$$

We verwachten het positief teken voor a_i , b_i en c_i en het negatief teken voor d_i , vermits alle β_{ji} ($j = 1, 2, 3$) positief zijn. Bovendien dient bij econometrische schatting de restrictie $b_i + c_i = 1$ te worden opgelegd.

Praktisch stelden zich evenwel nog verschillende problemen. Zo werd, bij gebrek aan betrouwbare reeksen/ p_{T_i} ^{VOOR}, in eerste instantie de eerste term van bovenvermelde functie buiten beschouwing gelaten en enkel de tweede term geschat, welke men kan interpreteren als de "operating costs" (OC) of exploitatie- en onderhoudskosten.

Tenslotte werd, om rekening te houden met technologische en organisatorische veranderingen die hun weerslag hebben op het aangeboden produkt: en de produktie - veranderingen die zich ook uiteten in de kosten van produktie - een variabele toegevoegd die deze veranderingen weergeeft (1).

4. De gegevens (2)

De MIVA verricht het overgrote deel van haar transport in eigen regie (ca. 93 % van het aantal reizigers en ca. 89 % van het aantal afgelegde wagenkilometer in 1979). Zij verpacht slechts 4 van haar 31 lijnen (nl. 32, 35, 36 en 37, allemaal buslijnen) aan één pachter.

Tijdens de jaren '50 en in mindere mate tijdens de jaren '60 is het aandeel van de autobus in het MIVA-transport sterk toegenomen: van 1 % in 1952 over 22 % in 1960 naar 41 % in 1970, op basis van het aantal wagenkilometer. Daarna trad er een stabilisatie op: na een hoogtepunt in 1977 (46 %) bedroeg het vervoer per bus in 1979 43 % van het totaal. Dit illustreert nogmaals dat men de MIVA thans zeker niet meer als een trammaatschappij mag beschouwen, maar men rekening moet houden met het aanzienlijke vervoer per bus.

Zoals vermeld, worden beide exploitaties apart beschouwd. Elk heeft zijn eigen kostenfunctie, zoals die in afdeling 3 werd voorgesteld. Om deze functies te schatten werd gebruik gemaakt van tijdreeksge-

(1) Aanpassing d.m.v. een variabele die de produktiviteit weergeeft was niet mogelijk, bij gebrek aan adequaat statistisch materiaal. Daarom werd naast een autonome trend een variabele getest die de kwaliteitsveranderingen in het aangeboden produkt aanduidt. Nu reeds kan erop gewezen worden dat de trendvariabele nergens goede resultaten leverde.

(2) De data worden gegeven in appendix.

gevens over de periode 1963-1979 (jaarcijfers). Een langere reeks kon niet worden samengesteld wegens gebrek aan gegevens over de onderhouds- en exploitatiekosten voor de trams en bussen afzonderlijk. Tenzij anders aangegeven, zijn zij afkomstig van de publicatie Maatschappij voor het Intercommunaal Vervoer te Antwerpen - Verslagen van de Raad van Beheer en van het College van Commissarissen aan de Algemene Vergadering der Deelgenoten op ... (Jaarverslag).

De te verklaren variabele, nl. de "operating costs" werd bekomen door voor beide exploitaties de posten onder de hoofding "Exploitatie en onderhoud" op te tellen (cfr. "Uitslagen van de exploitatierekening"). De MIVA splitst deze kosten uit over trams en autobussen afzonderlijk.. Het verschil tussen deze operating costs en de totale uitgaven (op dezelfde rekening) kan men beschouwen als een ruwe benadering van de totale vaste kosten voor de betreffende modus. Al deze kosten werden gedefleerd d.m.v. de index der groothandelsprijzen zoals die wordt gepubliceerd in het Statistisch Jaarboek voor België van het NIS.

Als outputvariabele werd zowel voor trams als voor autobussen het totaal aantal afgelegde wagenkilometer in eigen regie genomen. De produktie uitdrukken in aangeboden plaatsenkilometer was niet mogelijk bij gebrek aan gegevens over laatstgenoemde grootheid.

Ter benadering van de loonkost werd voor beide exploitaties dezelfde reeks gebruikt. Die werd opgesteld door de totale lonen en wedden (cfr. exploitatierekening) te delen door het totaal effectief van de Maatschappij. Bij gebrek aan uitgesplitste gegevens was een opstelling van een aparte reeks voor trams en autobussen niet mogelijk.

Wat betreft de energiekosten, kon dat onderscheid wel worden gemaakt. Voor trams en autobussen werden de eenheidsenergiekosten bepaald door de opgesplitste totale uitgaven voor energie te delen door het aantal verbruikte kWh resp. liter gasoil. Data over deze

grootheden werden bereidwillig ter beschikking gesteld door de MIVA.

Voor beide exploitaties werd de kapitaalstock benaderd door het totaal aantal voertuigen in eigendom, waarbij voor de tramexploitatie het totaal aantal motorwagens en bijwagens genomen werd.

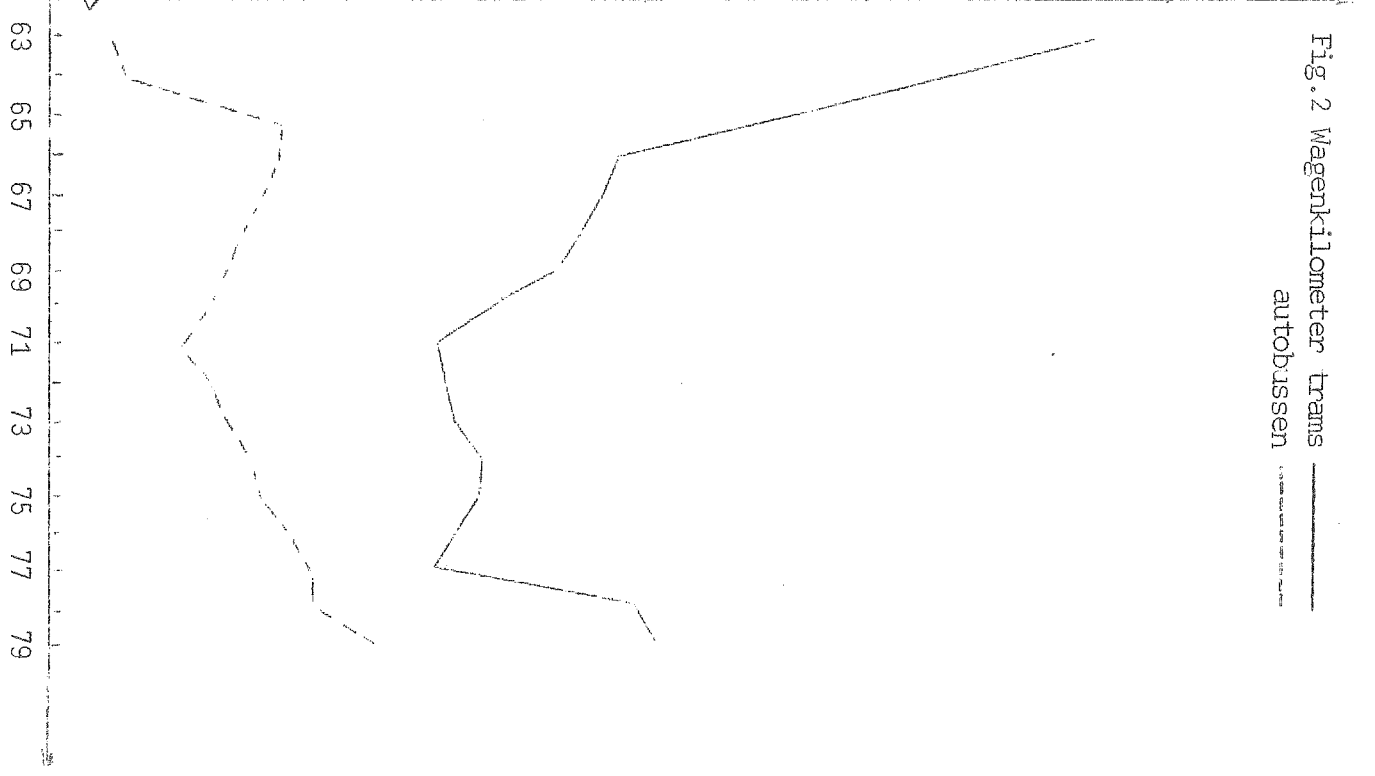
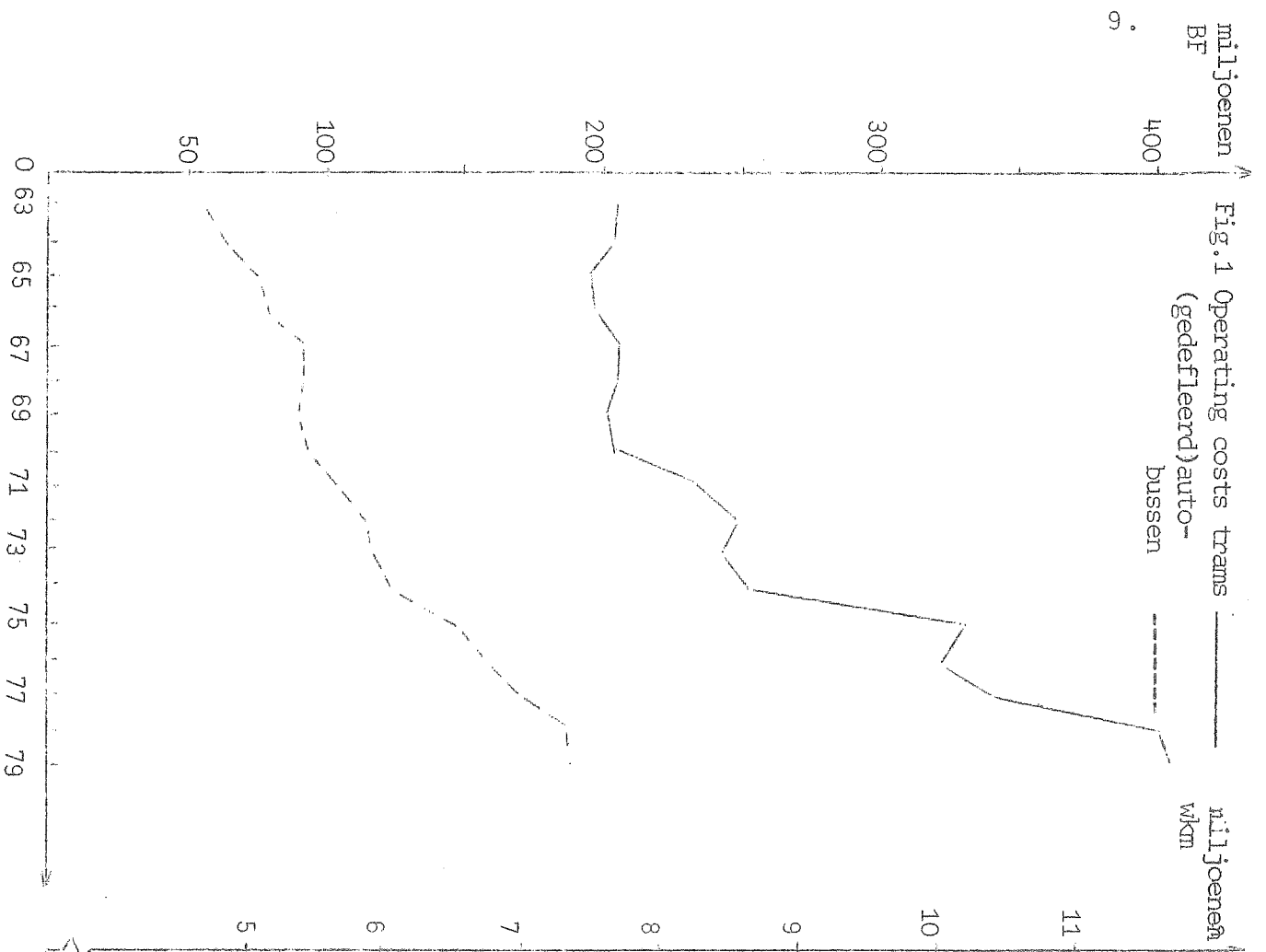
Voor de variabele die de veranderingen in produkt en produktie weergeeft, werd geopteerd voor een kwaliteitsindicator. Deze werd bepaald als het totaal aantal vervoerde reizigers per voertuig. Een stijging in deze variabele wijst - ceteris paribus - op een dikkere bezetting, wat wellicht door de reiziger als een kwaliteitsafname wordt aanvoeld. Een aparte reeks werd opgesteld voor trams en autobussen.

De reeksen worden grafisch voorgesteld op figuren 1 tot 6. Hieronder volgt een korte bespreking over het verloop van de variabelen (1).

De reële operating costs zijn voor de autobussen sterker gestegen dan voor de trams, maar laatstgenoemde exploitatie heeft een veel groter aandeel in de totale operating costs van de MIVA behouden. Terwijl tijdens de jaren '60 de kosten voor het tramvervoer redelijk stabiel bleven, zijn zij tijdens de jaren '70 sprongsgewijs sterk gestegen. Voor de autobussen daarentegen was de toename meer gelijkopgaand.

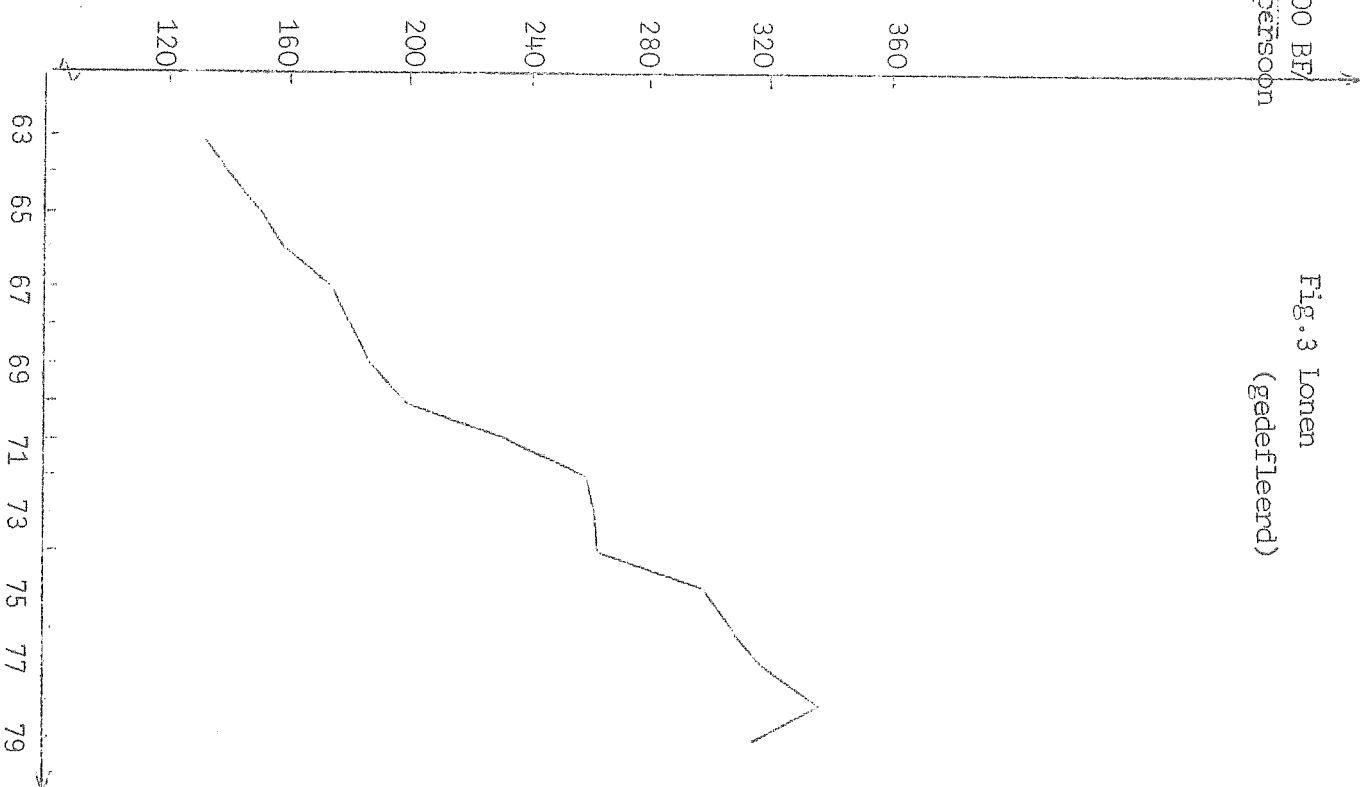
Het aantal afgelegde wagenkilometer is bij de tramexploitatie tot 1971 aanzienlijk afgenomen, vervolgens gestagneerd tot 1977 en daarna weer beduidend toegenomen. Bij de autobussen steeg de afgelegde afstand tot 1965, daalde tot 1971 om daarna weer gevoelig toe te nemen.

(1) Al deze variabelen hebben betrekking op het tram- en bustransport dat de MIVA in eigen regie verricht. Met het transport, uitgevoerd door de pachter kon geen rekening worden gehouden bij gebrek aan gegevens.



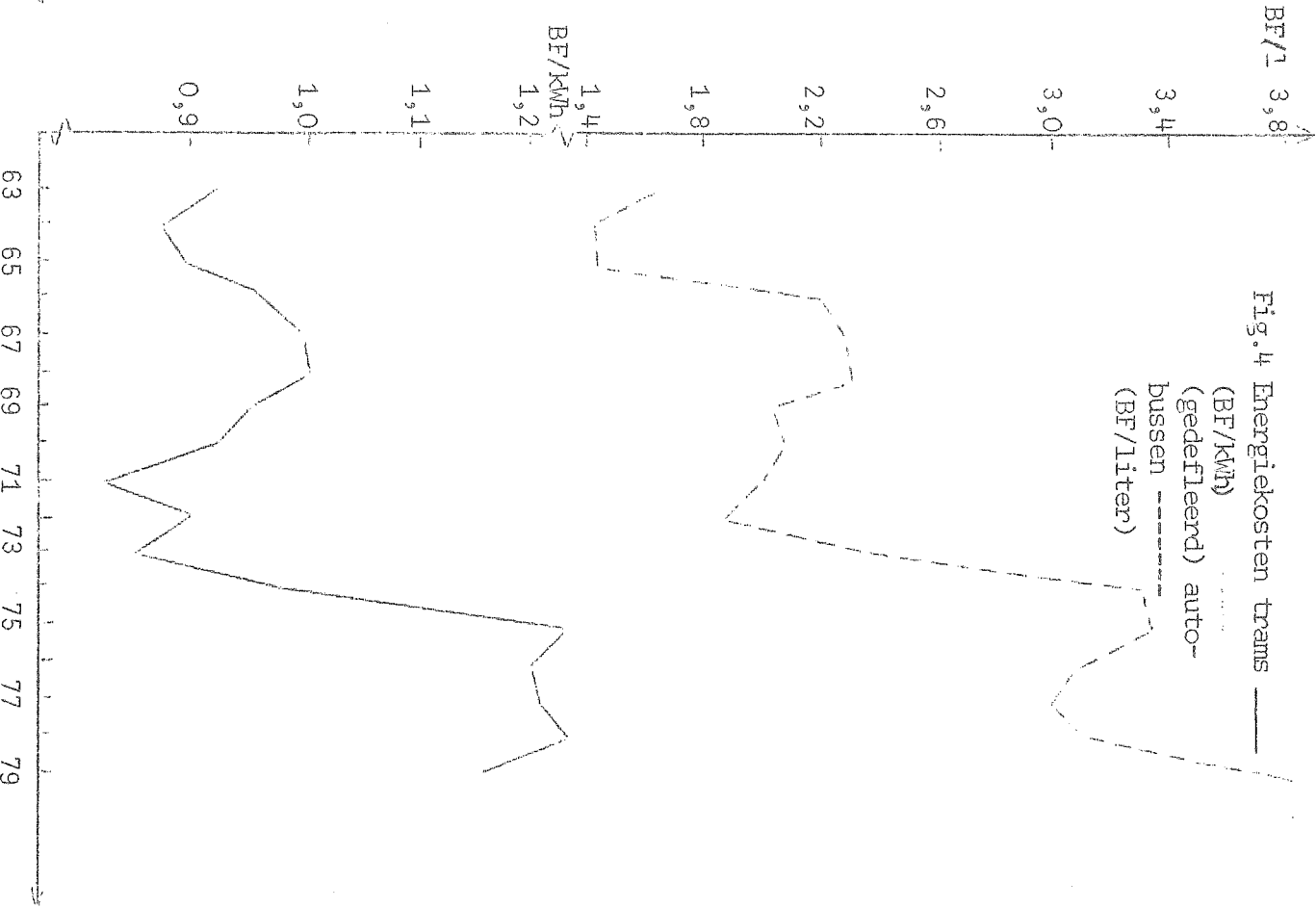
1000 BF/
Opfericon

Fig. 3 Lonen
(gedefleerd)



BF/l 3,8

Fig. 4 Energiekosten trams
(BF/kWh)
(gedefleerd) auto-
bussen -----
(BF/liter)



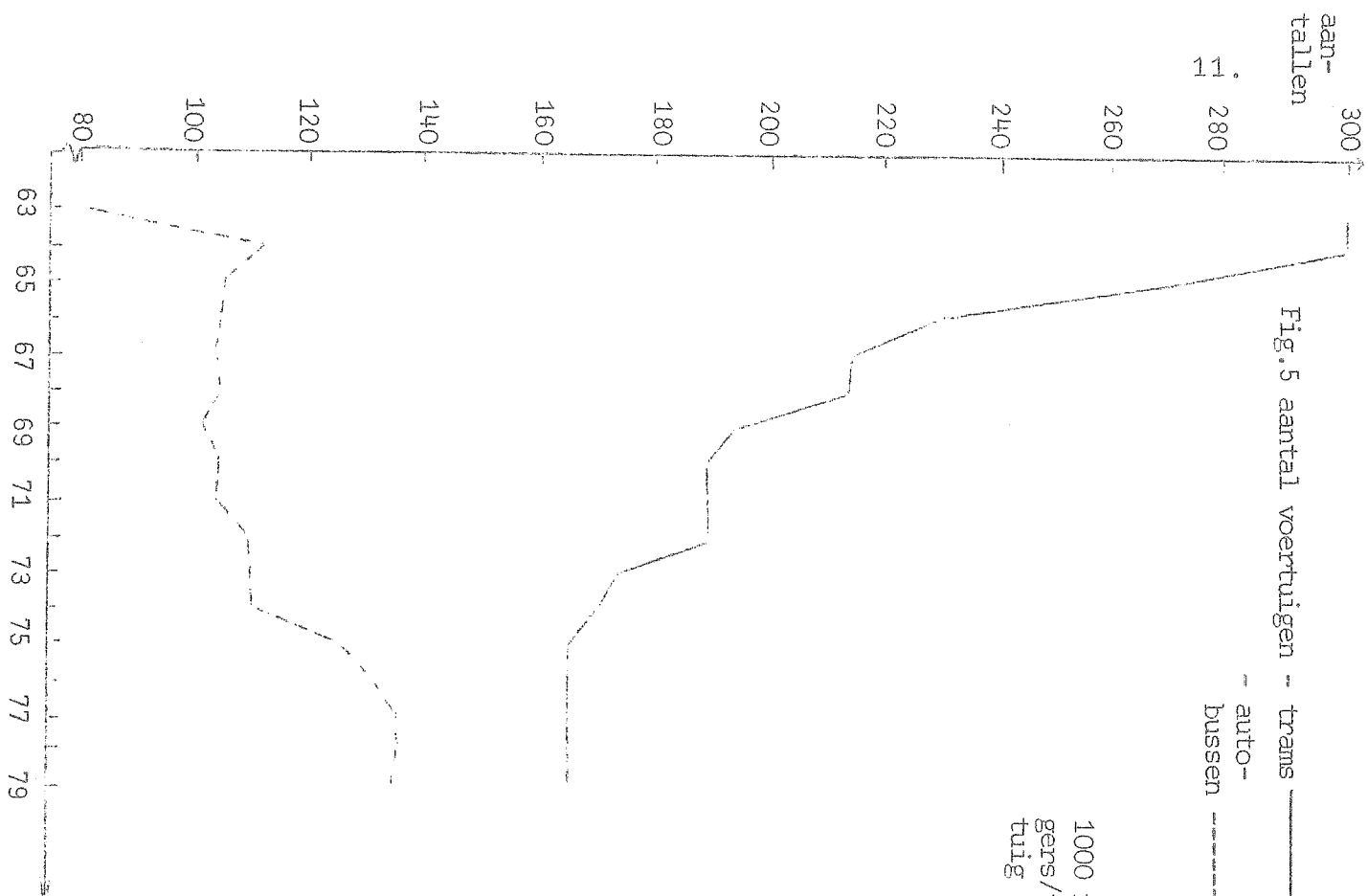


Fig. 5 aantal voertuigen

— trams
- - auto-bussen
· · · bussen

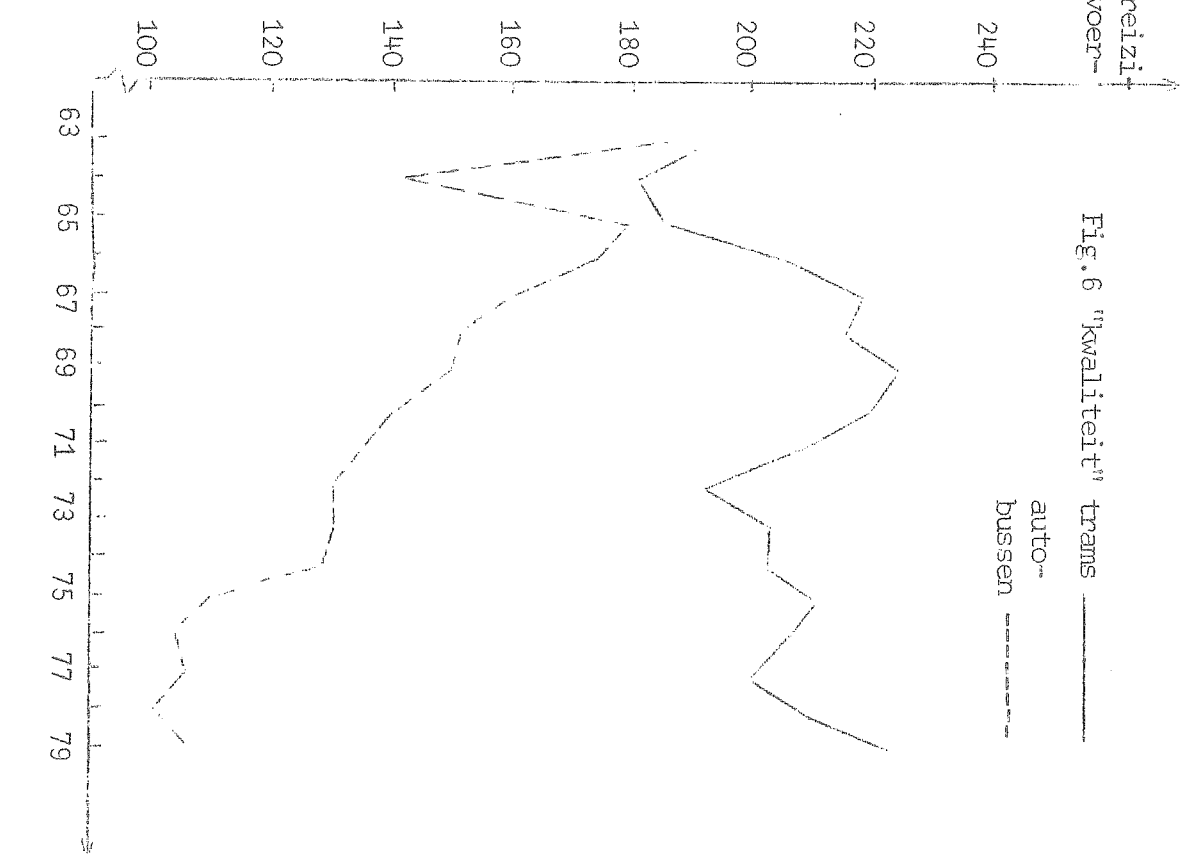


Fig. 6 "kwaliteit" trams

— auto-bussen
· · · bussen

De reële lonen zijn bij de MIVA bijna voortdurend toegenomen. Er waren vooral in de eerste helft van de jaren '70 sterke stijgingen.

Voor beide exploitaties namen de reële energiekosten toe op het einde van de jaren '60 en vooral vanaf 1974. De procentuele toename was over de beschouwde periode het grootste bij de autobussen.

Het aantal tramwagens is voortdurend afgenomen tot omstreeks het begin van de jaren zeventig. Daarna trad er een stabilisatie op. Het aantal autobussen is daarentegen, na een sterke stijging in 1964 gestagneerd en in de tweede helft van de jaren '70 toegenomen.

Terwijl voor de trams de kwaliteitsvariabele een min of meer op- en neergaande beweging laat zien, is zij voor de autobussen bijna trendmatig gedaald, wat op een kwaliteitstoename kan wijzen.

5. De schattingsresultaten

Hieronder worden voor beide exploitaties de beste schattingsresultaten weergegeven voor de "operating cost" functie. In deze tabellen is de betekenis van de variabelen de volgende:

Q : output in wagenkilometer

p_L : eenheidskost arbeid in BF/jaar

p_E : eenheidskost energie

T : kapitaalstock

K : kwaliteitsindicator, nl. aantal vervoerde reizigers per voertuig

Voor de tramexploitatie werd volgende functie weerhouden :

cst	ln Q	ln p _L	ln p _E	ln T	ln K	R ²	D.W.
-3,086 (-1,285)	1,000 (10,234)	0,741 (7,596)	0,259 (2,655)	-0,451 (-2,871)	-0,352 (-1,511)	0,989	2,335
t-waarden tussen haakjes							

Voor de busexploitatie werd volgende kostenfunctie geschat in procentuele toename van de variabelen :

$\overset{\circ}{Q}$	$\overset{\circ}{P}_L$	$\overset{\circ}{P}_E$	$\overset{\circ}{T}$	$\overset{\circ}{K}$	R ²	D.W.
0,841 (3,905)	0,930 (23,5)	0,070 (1,761)	-0,044 (-0,232)	-0,378 (-1,678)	0,840	1,847
t-waarden tussen haakjes						

In deze relaties hebben alle parameters het correcte teken. Qua significantie valt enkel de kapitaalstock in de regressie voor de busexploitatie duidelijk uit de toon. De verklaringskracht is in beide relaties zeer goed.

Zowel voor de trams als voor de autobussen stelt men de belangrijke invloed van de loonkost vast. De energiekost heeft weliswaar minder impact, maar ressorteert toch nog een beduidend effect. Geen van beide kostenelasticiteiten verschilt significant van één. Dit impliceert dat de gemiddelde "operating costs" weinig variëren met het outputniveau. Berekenen we het korte-termijn-equivalent van "economies of scale", nl. de "economies of density" (1)

(1) Deze werd gedefinieerd door o.a. Christensen en Greene (1976) als (1-korte termijn - kostenelasticiteit). Een positieve waarde wijst op "economies of density".

$$s = 1 - \frac{\partial \ln C}{\partial \ln Q}$$

dan vinden we 0 voor de trams en 0,159 voor de busexploitatie. Dit wijst op zeer matige en statistisch niet erg beduidende "economies of density" voor het busvervoer. Het afwezig zijn van significante densiteitseconomieën is typisch voor maatschappijen welke opereren in gecongestioneerde stedelijke agglomeraties (1).

Op basis van de geschatte vergelijkingen kan men korte- en lange-termijnkostencurves berekenen voor de twee modi.

De korte-termijn (SR) totale kostencurve is de volgende

- voor de trams :

$$SRTC = p_T T + 0,046 Q P_L^{0,741} P_E^{0,259} T^{-0,451} K^{-0,352}$$

- voor de autobussen

$$SRTC = p_T T + 0,004 Q P_L^{0,841} P_E^{0,930} T^{-0,044} K^{-0,373}$$

Afleiden van de korte-termijn kostencurve naar de kapitaalstock T en substitutie van de optimale T-waarde (T^*) levert de lange-termijn (LR) kostencurve op. Men bekomt

- voor de trams

$$T^* = \left(\frac{0,021}{p_T} \right)^{0,689} Q^{0,689} P_L^{0,511} P_E^{0,178} K^{-0,243}$$

$$LRTC = 0,222 Q^{0,689} P_L^{0,511} P_E^{0,178} K^{-0,243} P_T^{0,311}$$

- voor de autobussen

$$T^* = \left(\frac{0,0002}{p_T} \right)^{0,958} Q^{0,806} P_L^{0,891} P_E^{0,067} K^{-0,357}$$

$$LRTC = 0,007 Q^{0,806} P_L^{0,891} P_E^{0,067} K^{-0,357} P_T^{0,042}$$

(1) Zie Viton (1980), blz.250.

Hieruit kan men ook de korte- en lange-termijn gemiddelde-(AC) en marginale-kosten-(MC) curve afleiden. Die zijn :

- voor de trams

$$SRAC = \frac{P_T T}{Q} + 0,046 P_L \quad 0,741 \quad 0,259 \quad -0,451 \quad -0,352$$

$$SRMC = 0,046 P_L \quad 0,741 \quad 0,259 \quad -0,451 \quad -0,352$$

$$LRAC = 0,222 Q \quad -0,311 \quad 0,511 \quad 0,178 \quad -0,243 \quad 0,311$$

$$LRMC = 0,153 Q \quad -0,311 \quad 0,511 \quad 0,178 \quad -0,243 \quad 0,311$$

- voor de autobussen

$$SRAC = \frac{P_T T}{Q} + 0,004 Q \quad -0,159 \quad 0,930 \quad 0,070 \quad -0,044 \quad -0,373$$

$$SRMC = 0,004 Q \quad -0,159 \quad 0,930 \quad 0,070 \quad -0,044 \quad -0,373$$

$$LRAC = 0,007 Q \quad -0,194 \quad 0,891 \quad 0,067 \quad -0,357 \quad 0,042$$

$$LRMC = 0,005 Q \quad -0,194 \quad 0,891 \quad 0,067 \quad -0,357 \quad 0,042$$

Voor de autobus- en nog meer voor de tramexploitatie nemen de lange-termijn gemiddelde kosten af als de output stijgt, wat een indicatie is van lange-termijn-schaalvoordelen. Overgang op de produktiefunctie bevestigt dit : voor de autobussen bedraagt de som van de parameters voor de inputs L, E en T 1,241 en voor de trams 1,451.

Aan de hand van de gemiddelde- en marginale kostencurves kan een inzicht worden verstrekt over het prijs- en subsidiebeleid. Om een zij het zeer benaderende indicatie te geven voor de kapitaal-

kost per eenheid rollend materieel, werd het gemiddelde van de totale kapitaalkosten over de laatste vijf jaar gedeeld door de gemiddelde kapitaalstock over dezelfde periode. Men bekomt dan als p_T -waarde voor de trams 0,27 en voor de autobussen 0,15. Aan de hand van deze waarden en de gemiddelden van de andere variabelen over de periode '75-'79 werden genoemde kostencurves berekend. Fig.7 geeft deze grafisch weer voor de trams, fig.8 voor de autobussen. Men merkt dat voor beide exploitatiewijzen de lange-termijn gemiddelde kosten dalen, en dat de afname het meest uitgesproken is voor de trams, wat nogmaals een indicatie is voor toenemende schaalopbrengsten. Dit impliceert dat het voordelig zou zijn op grotere schaal te kunnen opereren, voor zover de omvang van de plaatselijke markt dit toelaat.

De consument betaalde gemiddeld over de laatste vijf jaar 21,3 BF/km voor de tram en 11,3 BF/km voor de autobus. De gemiddelde kosten per wagenkilometer bedroegen echter gemiddeld 58 BF en 40,3 BF respectievelijk. Om de tekorten van achtereenvolgens 36,7 BF en 29 BF te dekken, dient de gemeenschap tussen te komen in de vorm van subsidies (1). Deze tussenkomsten kunnen worden ingedeeld in drie categorieën (2).

Een eerste categorie dekt het verschil tussen de lange termijn gemiddelde en marginale kosten. In een first best optiek is het wenselijk dit verschil te subsidiëren uit efficiëntie-oogpunt, gegeven de geconstanteerde schaalvoordelen bij de produktie van zowel tram- als busvervoer. Een optimale prijszetting zou in dat geval, zelfs bij efficiënte produktie, leiden tot verliezen,

(1) Niet het ganse verschil moet worden gesubsidieerd. De MIVA heeft benevens de verkeersontvangsten ook andere ontvangsten, bv. voor publiciteit. De term subsidie dient in deze studie begrepen te worden als het volledig verschil tussen de kosten en de door de gebruiker betaalde prijs.

(2) Voor een meer uitgebreide bespreking van deze categorieën zie de Borger B. en Deloddere E., o.c.

Fig.7 Korte- en lange-termijn kostencurves tramvervoer
(periode 1975-1979, prijzen van 1953)

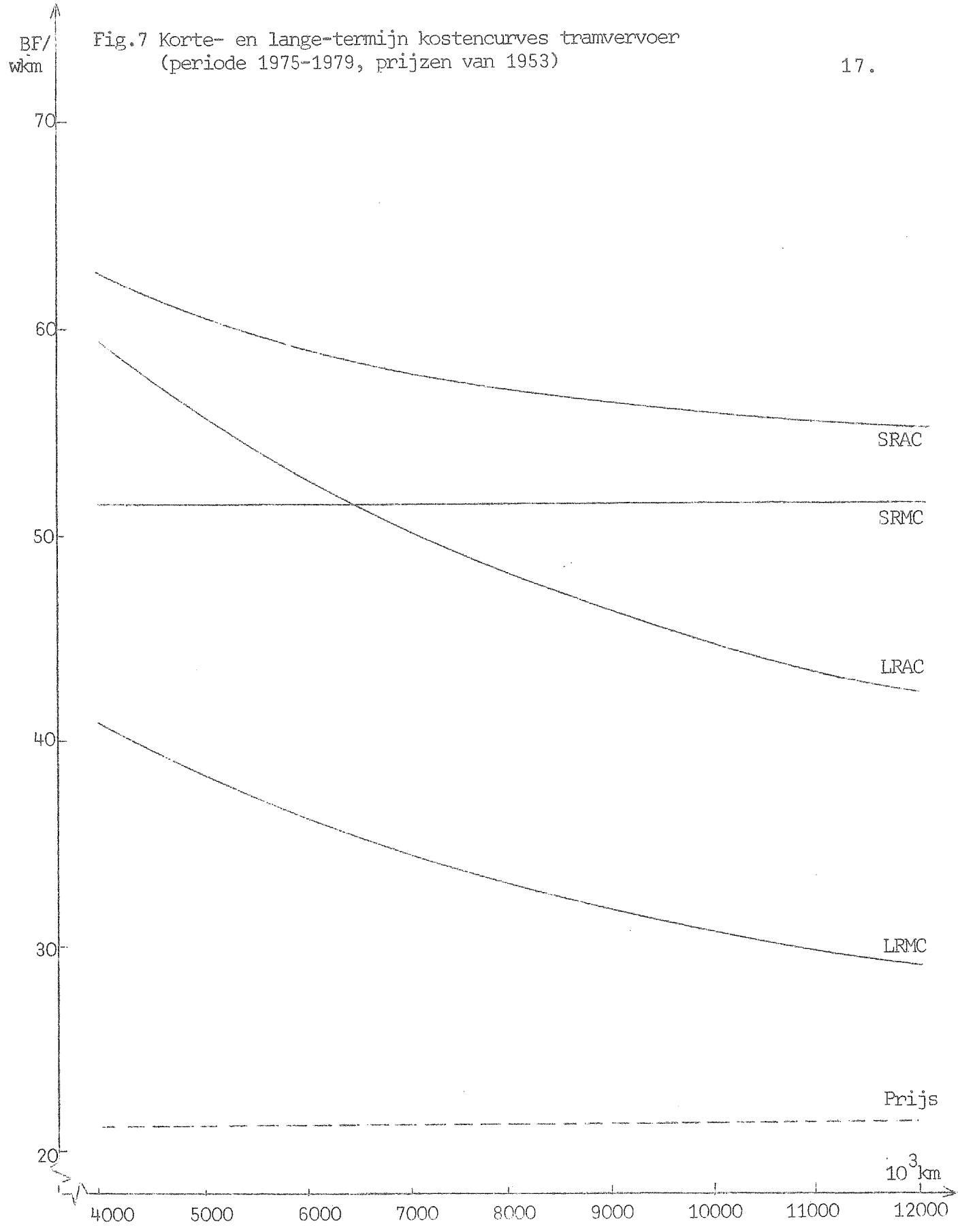
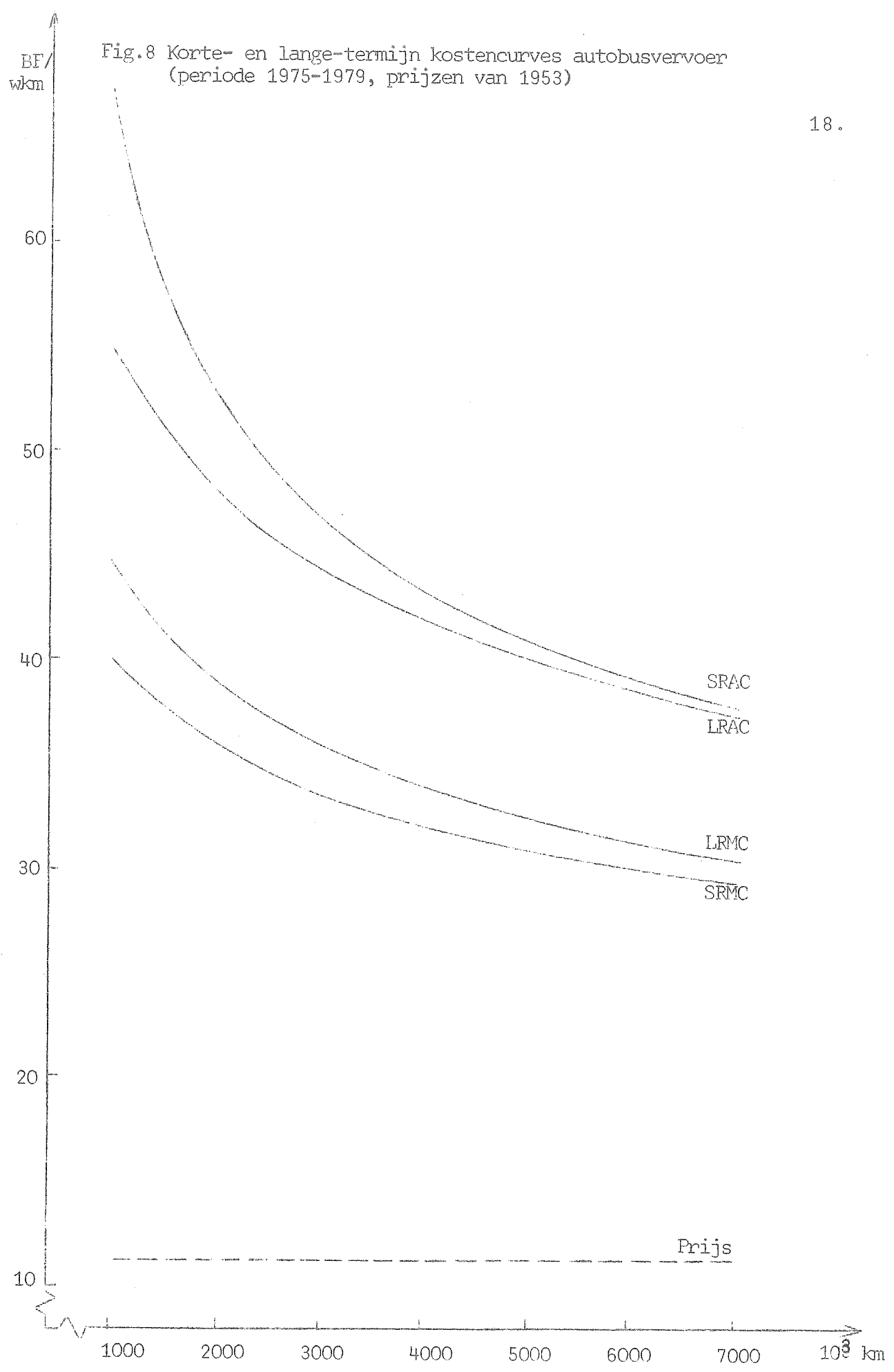


Fig.8 Korte- en lange-termijn kostencurves autobusvervoer
(periode 1975-1979, prijzen van 1953)



zodat zonder subsidiëring de vervoerdienst niet zou worden voortgebracht. De beslissing deze eerste categorie subsidies toe te kennen stamt voort uit de politieke overtuiging dat het MIVA-vervoer sociaal gewenst is en kan als dusdanig worden verantwoord. Deze subsidie uit efficiëntie-oogpunt bedraagt voor tramvervoer $(50,4 - 34,7) = 15,7$ BF/km - d.i. ruim 40 % van de totale subsidie voor deze exploitatie - en $(39,9 - 30,8) = 9,1$ BF/km voor het busvervoer wat neerkomt op meer dan 30 % van de totale tussenkomst.

Een tweede vorm van subsidie vindt zijn oorzaak in de niet-optimale capaciteit welke wordt aangehouden door de maatschappij. Deze wordt gemeten door de afwijking tussen de korte en lange termijn gemiddelde kosten. Voor de tramexploitatie bedraagt deze subsidie $(58 - 50,4) = 7,6$ BF/km, d.i. ruim 20 % van het totaal, en voor het autobusvervoer $(40,3 - 39,9) = 0,4$ BF/km, wat nauwelijks 1 % van de totale subsidie voor de busexploitatie betekent. We stellen dus vast dat de subsidie voor niet-optimale capaciteit zowel absoluut als relatief een stuk belangrijker blijkt voor het tramvervoer dan voor het busvervoer. Dit resultaat kan het gevolg zijn van de moeilijker en ook tragere aanpassing van de kapitaalstock aan gewijzigde marktomstandigheden in het geval van de tramexploitatie. De meer flexibele mogelijkheden voor het aanpassen van de kapitaalvoorraad in het busvervoer maakt dat slechts een relatief geringe subsidie voor suboptimale capaciteit dient te worden uitgekeerd in vergelijking tot het tramvervoer. De verschillen in adaptatiemogelijkheden moeten bovendien worden gezien in het licht van de historische ontwikkeling van het openbaar vervoer. Daar de techniek van het vervoer per spoor eerder een hoog peil bereikt heeft dan die van het wegtransport, was het openbaar vervoer vroeger bijna geheel afgestemd op de tram. Later werd op vele lijnen overgeschakeld naar autobusvervoer. Vooral de volgende voordelen van deze recentere exploitatietechniek kwamen daarbij in aanmerking : geen noodzaak van speciale infrastructuur (sporen, elektrische bedrading), soepelheid in trajectaanpassing (bv. bij veranderingen in de vervoersstromen), minder exploitatieproblemen bij te voorziene (bv. openbare werken) of onvoorziene

(bv. exploitatie-ongevallen) hindernissen, grote geschiktheid voor vervoer met lagere frequentie. Nochtans bleek het - afgezien van de eerder vermelde (directe) kostenaspecten - gunstiger de trams op vele lijnen (eventueel tijdelijk) te behouden. Men moest (en moet) namelijk ook rekening houden met de grote omschakelingskosten : vervangen van trams (die een lange levensduur hebben en dikwijls nog niet afgeschreven zijn), uitbreken van de sporen, wegnemen van de elektrische bedrading, buiten dienst stellen van onderstations en elektrische cabines, verbouwen van de stelplaatsen, enz. Dit verklaart grotendeels de trage aanpassing van de kapitaalstock in het tramvervoer, vooral bij het afbouwen van de capaciteit.

Een derde categorie subsidies past het verschil bij tussen de (lange termijn) marginale kosten en het prijsniveau. Ze zijn het gevolg van een prijszetting die resulteert uit de opvatting dat het openbaar vervoer een quasi publiek goed is dat om die reden voor iedereen tegen een matige prijs ter beschikking moet staan. Deze politiek komt neer op een indirect inkomenstransfert van niet-gebruiker naar gebruiker. Het bedrag van deze subsidie bedraagt $(34,7 - 21,3) = 13,4$ BF/km (of 40 % van het totaal) voor het tramvervoer en $(30,8 - 11,3) = 19,5$ BF/km (of bijna 70 % van het totaal) voor de busexploitatie.

We stellen vast dat per km de tramexploitatie zowel absoluut als relatief minder sterk wordt gesubsidieerd om distributieve redenen dan het busvervoer. Deze vaststelling zou kunnen worden geconfronteerd met de naastbest-theorie in een partieel model van de economie (1). Daarin wordt gesuggereerd dat een publieke onderneming

(1) Zie Baumol & Bradford (1971). Stel dat de publieke onderneming de sociale welstand wenst te maximeren onder een budgetrestrictie, dan kan men aantonen dat de voorwaarden worden gegeven door (gegeven zero kruiselasticiteiten)

$$R^1 = \left(\frac{P_1 - MC_1}{P_1} \right) \epsilon_1 = \left(\frac{P_2 - MC_2}{P_2} \right) \epsilon_2 = R^2$$

$$\sum_{i=1}^2 P_i x_i - c_i = B$$

waarin R^i : de Ramsey getallen (zie Ramsey (1927))

ϵ_i : prijselasticiteit van de vraag naar modus i

x_i : output modus i

welke bijvoorbeeld 2 verschillende diensten produceert de (second-best) optimale prijs-outputcombinatie zodanig dient te bepalen dat de procentuele afwijkingen van de prijs t.o.v. de marginale kosten in omgekeerde verhouding staat tot de prijselasticiteiten van de vraag.

Daar uit een vroegere SESO-studie (1) evenwel bleek dat - althans op lange termijn - de vraagelasticiteiten voor beide vervoertakken weinig verschillen (2) kan op deze basis moeilijk een verantwoording worden gevonden voor de huidige verdeling van de subsidie uit distributionele redenen.

Tot slot wordt de opsplitsing van de totale MIVA-subsidie per modus en per categorie samengevat in volgend tabel :

	Totaal (BF) [*]	per km (BF) [*]	cat.1 (BF) [*]	cat.2 (BF) [*]	cat.3 (BF) [*]
Bus	ca. 154 miljoen ^{**} (ca.38 %) ⁺	29	9,1 (30 %)	0,4 (1 %)	19,5 (69 %)
Tram	ca. 249 miljoen ^{**} (ca.62 %) ⁺	36,7	15,7 (42 %)	7,6 (20 %)	13,4 (38 %)

opm. (*) telkens gemiddelde gedefleerde bedragen over de periode 1975-1979

(**) berekende totalen, lichte afwijking met de werkelijke cijfers wegens niet-perfecte aansluiting van de regressies

(+) percentages van de totale subsidies. De overige vermelde percentages hebben enkel betrekking op de subsidiëring van de betreffende modus.

(1) Busschaert J. & Van Broekhoven E., The Cost of Time and the Demand for Passenger Transportation, Antwerpen, SESO-UFSIA, rapport 7312/851, jan. 1973, blz.14-16.

(2) We willen erop wijzen dat beide modi specifieke vraagkarakteristieken vertonen. Een Nederlands onderzoek naar de motieven van de tram-buskeuze (zie Dersjant e.a. (1980)) bracht aan het licht dat de consument een verschillende waardering hechtte aan beide modi. De tram werd als comfortabeler en veiliger ervaren terwijl de bus eerst werd geklasseerd voor de criteria snelheid en accessibiliteit. Andere elementen waarvoor een verschillende waardering voor de hand ligt zijn : frequentie, kans op een zitplaats, betrouwbaarheid, kans op defect of onderbreking van de dienst (bv. wegens weersomstandigheden) enz. Voor het MIVA-vervoer bleek echter dat deze verschillen in karakteristieken weinig invloed hebben op de prijselasticiteit van de vraag naar vervoer door de twee modi.

7. Besluit

De MIVA verricht haar vervoer met twee exploitatiewijzen die beide een belangrijk aandeel hebben in het totale vervoer. Daar tevens hun kostenopbouw verschillend is, werden zij beide expliciet behandeld. Rekening houdend met de regulering van de Maatschappij door de overheid en met behulp van een Cobb-Douglasproduktiefunctie werd voor beide exploitaties een kostenfunctie gespecificeerd en geschat.

Voor het transport per autobus en nog meer voor het tramvervoer bleken er lange-termijn schaalwoordelen voor de exploitatie te bestaan. Voor beide vervoerswijzen lag de eenheidsprijs die door de gebruiker wordt betaald beduidend beneden de korte-termijn-gemiddelde kost, wat een tussenkomst van de Gemeenschap noodzakelijk maakt om de exploitatiekosten te dekken. Voor de trams zijn ruim 40 % van de subsidies te verantwoorden uit zuivere efficiëntie-redenen, voor de bussen bedraagt dit percentage ruim 30. Wat de overige subsidies betreft, kan men voor de trams bijna 40 % en voor de bussen bijna 70 % indelen bij de distributional subsidies m.a.w. de tussenkomsten die worden gemaakt wegens het sociaal goed-aspect van het openbaar vervoer. De rest (ca.20 % van de tramsubsidies en ca.1 % van de toelagen voor de autobussen) zijn toe te wijzen aan de niet-optimale capaciteit in de diverse exploitaties en zijn op langere termijn niet te verantwoorden. Hierbij dient er evenwel nogmaals op te worden gewezen dat deze cijfers wegens de onderliggende assumpties (Cobb-Douglas-produktiefunctie, afwezigheid van "managerial" en "X-efficiencies") niet te strikt mogen worden geïnterpreteerd. Ze geven evenwel de orde van grootte aan.

Appendix : Gegevensbasis voor de kostenfuncties

Tabel A1 : tramexploitatie

jaar	operating costs (1)	wkm (2)	lonen (3)	energie (4)	kapitaalstock (5)	kwaliteit (6)
1963	203,8	10 516	131,3	0,922	299	191,4
1964	202,6	9 534	139,5	0,878	299	180,5
1965	195,3	8 264	151,0	0,898	272	184,3
1966	197,3	7 389	158,8	0,969	231	204,2
1967	203,8	7 242	173,9	0,996	214	217,1
1968	203,3	7 174	179,4	1,008	214	215,4
1969	199,8	6 977	187,2	0,956	194	225,1
1970	203,1	6 563	196,6	0,933	189	219,8
1971	232,5	6 175	231,8	0,828	189	208,8
1972	247,7	6 212	257,0	0,902	189	193,3
1973	241,9	6 283	260,1	0,859	173	203,3
1974	251,7	6 450	262,2	0,969	171	203,5
1975	330,9	6 424	297,4	1,225	166	211,2
1976	321,1	6 304	308,1	1,197	166	207,0
1977	338,4	6 151	314,4	1,204	166	201,3
1978	400,1	7 439	334,8	1,230	166	209,9
1979	403,7	7 605	311,4	1,163	166	223,9

(1) in miljoen BF (prijzen van 1953)

(2) in duizenden wagen-kilometer

(3) in 1 000 BF/persoon (prijzen van 1953)

(4) in BF/kWh (prijzen van 1953)

(5) in aantal voertuigen

(6) in 1 000 reizigers/voertuig

BRON : voor de bronvermelding en berekeningswijzen wordt verwezen naar blz. 6-8.

Tabel A2 : autobusexploitatie

jaar	operating costs (1)	wkm (2)	lonen (3)	energie (4)	kapitaalstock (5)	kwaliteit (6)
1963	54,4	4 033	131,3	1,629	82	185,5
1964	61,9	4 111	139,5	1,436	112	141,8
1965	73,6	5 128	151,0	1,452	105	178,7
1966	78,4	5 119	158,8	2,170	104	173,8
1967	89,2	4 983	173,9	2,282	103	159,1
1968	90,4	4 845	179,4	2,306	104	151,0
1969	88,4	4 771	187,2	2,055	102	149,3
1970	91,7	4 645	196,6	2,085	104	140,8
1971	102,7	4 469	231,8	1,995	104	135,1
1972	112,2	4 616	257,0	1,886	110	131,3
1973	115,5	4 755	260,1	2,410	110	131,4
1974	122,2	4 864	262,2	3,298	110	128,3
1975	146,3	4 960	297,4	3,339	125	111,8
1976	156,2	5 171	308,1	3,093	131	104,6
1977	166,4	5 332	314,4	3,020	135	106,9
1978	186,6	5 323	334,8	3,115	135	101,8
1979	188,2	5 754	311,4	3,841	134	107,7

(1) in miljoenen BF (prijzen van 1953)

(2) in duizenden wagen-kilometer

(3) in 1 000 BF/persoon (prijzen van 1953)

(4) in BF/liter gasoil (prijzen van 1953)

(5) in aantal voertuigen

(6) in 1 000 reizigers/voertuig

BRON : voor bronvermelding en berekeningswijzen wordt verwezen naar blz. 6-8;

Bibliografie

1. BAUMOL, W. & D. BRADFORD, "Optimal Departures from Marginal Cost Pricing", American Economic Review, juni 1970, blz.265-283.
2. BORTS, G.H., "The Estimation of Rail Cost Functions", Econometrica, jan.1960, blz.108-131.
3. BUSSCHAERT, J. & E. VAN BROEKHOVEN, The Cost of Time and the Demand for Passenger Transportation, SESO-rapport 7312, Antwerpen, UFSIA, jan.1973.
4. CLAESSENS, E., Kosten- en aanbodfuncties in vervoerbedrijven : een empirische discussie, SESO-rapport 80/106, Antwerpen, UFSIA, sept.1980.
5. DE BORGER, B. & E. DELODDERE, Kostenfuncties voor het openbaar vervoer in België : een gevalstudie, SESO-rapport 80/108, Antwerpen, UFSIA, okt.1980.
6. DERSJANT, A.W., A. STEENBRINK & J.M. VAN THUIJL, "Resultaten tram- busstudie", Openbaar vervoer, Utrecht, Stichting Openbaar Vervoer, 13de jg., nr.8/9, aug./sept. 1980, blz.311-316.
7. FRIEDLAENDER, A.F., The Dilemma of Freight Transport Regulation, Washington, The Browning Institution, 1969.
8. FRIEDLAENDER, A.F., "The Social Cost of Regulating the Railroads", American Economic Review, May 1971, blz.226-234.
9. HARMATUCK, D.J., "A Policy-Sensitive Railway Cost Function", The Logistics and Transportation Review, Vol.15, nr.2, 1979, blz.277-315.
10. KEELER, T.E., "Railroad Costs, Returns to Scale, and Excess Capacity", Review of Economics and Statistics, June 1974, blz.201-208.
11. KOSHAL, R.K., "Economies of Scale in Bus Transport : Some Indian Experiences", Journal of Transport Economics and Policy, jan.1970, blz.29-36.
12. LEE, N. & I. STEEDMAN, "Economies of Scale in Bus Transport", Journal of Transport Economics and Policy, jan.1970, blz.15-27.
13. MEYER, J.R., J. PECK, J. STENASON & C. ZWICK, The Economics of Competition in the Transportation Industry, Cambridge, Harvard University, 1959.
14. NATIONALE MAATSCHAPPIJ VAN BUURTSPOORWEGEN, Verslagen uitgebracht door de Raad van Beheer en door de Raad van Toezicht - Jaar 1955, Brussel, N.M.V.B., 1956.
15. POZDENA, R.J. & L. MEREWITZ, "Estimating Cost Functions for Rail Rapid Transit Properties", Transportation Research, Vol.12, nr.2, April 1978, blz.73-78.

16. RAMSEY, F.P., "A Contribution to the Theory of Taxation", Economic Journal, March 1927, Vol.37, blz.47-61.
17. SPADY, R.H., An Hedonic Translog Cost Function : US Railroads, 1968-1972, Cambridge, Massachusetts Institute of Technology, 1977.
18. VITON, P.A., "On the Economics of Rapid-Transit Operations", Transportation Research, 14A, nr.4, aug.1980, blz.247-253.
19. WABE, S.J. & O.B. COLES, "The Short- and Long-Run Cost of Bus Transport in Urban Areas", Journal of Transport Economics and Policy, May 1975, blz.127-140.
20. WILLIAMS, M., "Firm Size and Operating Costs in Urban Bus Transportation", Journal of Industrial Economics, Vol.28, nr.2, dec.1979, blz.209-218.