



STUDIECENTRUM VOOR ECONOMISCH EN SOCIAAL ONDERZOEK

DE RUIMTELIJKE DISTRIBUTIE VAN
HET BELGISCH GOEDERENVERVOER

R. Bellens
G. Blauwens
L. Broeckx

werknota 7542/10.291

mei 1975

Universitaire Faculteiten St.-Ignatius
Prinsstraat 13 - 2000 Antwerpen

D/1975/1169/09

DE RUIMTELIJKE DISTRIBUTIE VAN
HET BELGISCH GOEDERENVERVOER

R. Bellens
G. Blauwens
L. Broeckx

In een vorige SESO-publicatie (1) onderzochten wij het aandeel van spoor, binnenvaart en wegvervoer in de diverse goederenstromen tussen Belgische regio's. Verschillende modellen werden opgebouwd om de wijziging van deze modale aandelen in de toekomst te voorspellen.

Nadat de modale aandelen op interregionale relaties ij ($i, j = 1 \dots I$) van regio i naar regio j gekend zijn, is een logische vraag, hoe groot de totale vervoerstromen op deze relaties zullen zijn. Het is inderdaad op deze totale vervoerstromen dat de berekende modale aandelen moeten toegepast worden, om spoor-, binnenvaart- en wegvervoer op de diverse relaties te voorspellen.

De bepaling van deze totale vervoerstromen is het onderwerp van de onderhavige paper : Voor diverse jaren t ($t = 1 \dots T$) en voor onderscheiden regio's i en j ($i, j = 1 \dots I$) trachten wij de totale vervoerstromen $T_{(t)}^{ij}$ te voorspellen die zich in jaar t zullen voordoen van regio i naar regio j (2). Wij gebruiken daartoe een model met volgende kenmerken :

- 1) Het is een enkelvoudig potentiaalmodel
- 2) Het heeft maximaal verklarende potentialen
- 3) Het is geschat uit een cross-sectie van geaggregeerde goederen

Deze drie kenmerken worden behandeld in paragrafen 1 tot 3. In paragraaf 4 worden verschillende varianten van het model besproken, terwijl paragraaf 5 gedetailleerd ingaat op de wijze waarop

(1) R. Bellens, G. Blauwens, L. Broeckx, De modale aandelen in Belgische goederenstromen, SESO-werknota 7535/10.291, januari 1975, 39 blz.

(2) Een lijst van symbolen is gegeven in bijlage 18.

de afhankelijke en de verklarende variabelen bepaald werden. Paragraaf 6 geeft de numerieke schattingen en paragraaf 7 bevat enkele slotbemerkingen.

§1. Een enkelvoudig potentiaalmodel

In een enkelvoudig potentiaalmodel wordt het totale vervoer uit regio i naar regio j tijdens jaar t ($T_{(t)}^{ij}$) bepaald als

$$(1) T_{(t)}^{ij} = O_{(t)}^i \cdot D_{(t)}^j \cdot f(c_{(t)}^{ij}) + v_{(t)}^{ij} \quad (i, j=1 \dots I, t=1 \dots T)$$

waarin $O_{(t)}^i$: de "afvoerpotentiaal" is van regio i , die het belang van deze regio aangeeft als herkomstoord tijdens jaar t

$D_{(t)}^j$: de "aanvoerpotentiaal" is van regio j , die het belang van deze regio aangeeft als bestemmingsoord tijdens jaar t

$c_{(t)}^{ij}$: de transfertkost van regio i naar regio j , die de economische offers aangeeft om een eenheid goederen te transporteren van regio i naar regio j in jaar t

f : een functie van nader te specificeren vorm

$v_{(t)}^{ij}$: storingsterm op relatie ij tijdens jaar t

De specificatie (1) is intuïtief duidelijk : Men verwacht een vervoerstream $T_{(t)}^{ij}$, die enerzijds proportioneel is met het belang van de herkomstregio en het belang van de bestemmingsregio, maar anderzijds ook beïnvloed wordt door de transfertkost. In het bijzondere geval dat $f(c_{(t)}^{ij})$ gelijk is aan $(c_{(t)}^{ij})^{-2}$, bekomt men een duidelijke analogie met de graviteitswet van Newton, stellend dat de aantrekkingskracht tussen twee lichamen proportioneel is aan het produkt van hun massa's (potentialen) en omgekeerd evenredig aan het kwadraat van de afstand (transfertkost).

Potentiaalmodellen zijn in de literatuur aan heel wat kritiek onderhevig. De algemene kritiek heeft voornamelijk betrekking op de economische zin van de specificatie zelf : Men stelt dat deze modellen niet kunnen afgeleid worden uit economische evenwichtstheorie en dat zij niet economisch interpreteerbaar zijn.

Bijzondere kritiek heeft betrekking op specifieke varianten van potentiaalmodellen, waaraan men zekere gebreken verwijft.

In het kader van deze uiteenzetting kunnen wij niet ingaan op zulk uitgebreid debat. Wij verwijzen naar een afzonderlijke uiteenzetting (1) waarin aangetoond wordt dat potentiaalmodellen zeer duidelijk uit economische evenwichtstheorie kunnen afgeleid worden en dat het perfect mogelijk is deze modellen zodanig te specificeren dat de storingsterm $v_{(t)}^{ij}$ het gedrag vertoont, vereist voor regressie-estimatie (zero in verwachte waarde, scalaire variantie-covariantiematrix, zero-covariantie met de verklarende variabelen).

Een deel van de kritiek op potentiaalmodellen heeft specifiek betrekking op de categorie van enkelvoudige potentiaalmodellen, beschreven in vergelijking (1): Dit zijn modellen waarin $T_{(t)}^{ij}$ alleen verklaard wordt uit het belang van de onmiddellijk betrokken regio's i en j en uit de onmiddellijk betrokken transfertkost $c_{(t)}^{ij}$. Verscheidene auteurs zouden een meervoudig potentiaalmodel kiezen, waarin $T_{(t)}^{ij}$ tevens verklaard wordt uit het belang van andere regio's dan i en j en uit kruiselingse prijseffecten van transfertkosten $c_{(t)}^{uv}$ ($uv \neq ij$) op andere relaties. Deze auteurs verwijten het enkelvoudig potentiaalmodel dat het bijziende is en dat het met kruiselingse prijseffecten geen rekening houdt.

Zulke kritiek is juist indien men bijvoorbeeld de potentialen $O_{(t)}^i$ en $D_{(t)}^j$ gelijk stelt aan autonome constanten. In dat geval bekommt men inderdaad het onrealistische resultaat dat transfertkosten $c_{(t)}^{uv}$ ($uv \neq ij$) zonder invloed zijn op de vervoerstroombestanden $T_{(t)}^{ij}$. Dit is echter niet de manier waarop wij het enkelvoudig potentiaalmodel zullen toepassen. Wij zullen de potentialen alleen estimeren voor het jaar 1968 en volledig de mogelijkheid openlaten dat deze potentialen door de transfertkosten beïnvloed

(1) Dr. G. Blauwens, Interpreting coefficients in a gravity model, SESO-werknota 7532/10291, januari 1975, 28 blz. Zie ook G. Blauwens, De prijselasticiteit van de vraag naar goederenvervoer, (doctorsthesis), Antwerpen, UFSIA, 1973, pp 13-15 en 70 et seq.

worden. Met andere woorden, een transfertkost $c_{(t)}^{uv}$ kan kruislings prijseffect hebben op $T_{(t)}^{ij}$ ($ij \neq uv$) via zijn invloed op $O_{(t)}^i$ of $D_{(t)}^j$. Het enige verschil met gebruikelijke meervoudige potentiaalmodellen is, dat wij deze invloed niet expliciteren.

§2. Maximaal verklarende potentialen

Essentieel in de toepassing van een potentiaalmodel is de keuze van de potentialen $O_{(t)}^i$ en $D_{(t)}^j$, die het belang van de regio's uitdrukken. Er bestaat hiertoe een gamma van mogelijkheden, gaande van geografische oppervlakte tot en met gecompliceerde functies van een reeks attractievariabelen die het economisch gewicht van een regio weerspiegelen.

Wij hebben resoluut gekozen voor regressie-estimatie van de potentialen $O_{(t)}^i$ en $D_{(t)}^j$ ($i, j = 1 \dots I$) als coëfficiënten bij dummy-variabelen. (De met $O_{(t)}^i$ geassocieerde dummy is één voor alle vervoerstromen die in jaar t regio i verlaten en is nul in de andere gevallen. De met $D_{(t)}^j$ geassocieerde dummy is één voor alle vervoerstromen die in jaar t in regio j aankomen en nul in de andere gevallen). De op die wijze geëstimeerde potentialen zijn "maximaal verklarend". Zij zijn bepaald met de methode der kleinste kwadraten. Per definitie kunnen er geen potentialen bestaan, (zoals h.v. bevolking, produktie, oppervlakte, totale aan-en afvoer) die de vervoerstromen zouden verklaren met geringere residuen.

De estimatie van de potentialen als coëfficiënten bij dummy-variabelen heeft niet alleen het evidente gevolg dat de R^2 stijgt in vergelijking met a priori bepaalde potentialen zoals regionale produktie, oppervlakte enz. Deze toename van R^2 is ook statistisch zeer significant, zoals men uit enkele experimenten met een F-toets kan afleiden (1). De winst in R^2 vergoedt ruimschoots het verlies aan vrijheidsgraden.

(1) G. Blauwens, Op. cit., p. 109.

De schatting van de potentialen als kleinste-kwadraten-coëfficiënten bij dummy-variabelen verklaart niet alleen de vervoerstromen op significant betere wijze dan a priori bepaalde potentialen. Zij ontsnapt ook aan het apriorisme als dusdanig en laat nog alle mogelijkheden open om later de evolutie van de potentialen van een regio te bepalen uit een willekeurig stel verklarende variabelen. Bovendien vertoont zij niet de inconsistentie waaraan sommige a priori bepaalde potentialen (zoals regionale aan- en afvoertotalen) onderhevig zijn.

§3. Schatting uit een cross-sectie van geaggregeerde goederen

Om de coëfficiënten in een potentiaalmodel van het type (1) te schatten zijn wij voor België beperkt tot het jaar 1968.

In dat jaar werd, gedurende de maand oktober, door het Bureau voor Economische Programmatie (B.E.P.) een statistisch onderzoek verricht naar de interregionale goederenstromen in België. De resultaten van dit onderzoek zijn vervat in bijlage 2 (1). Vermenigvuldiging van deze cijfers met $1/0,09971$ (waarin $0,09971$ het aandeel was van de maand oktober in de totale Belgische vervoerprestaties in 1968) geeft een benadering van de afhankelijke variabelen $T_{(68)}^{ij}$ ($i, j = 1 \dots I$) in het potentiaalmodel.

Buiten het jaar 1968 zijn de vervoerstromen van regio naar regio onbekend. Al onze observaties van $T_{(t)}^{ij}$ hebben dus betrekking op het moment $t = 68$. Wij estimeren uit een cross-sectie van vervoerstromen, geobserveerd op één en hetzelfde tijdstip. Dit heeft onmiddellijk tot gevolg dat wij alleen de potentialen $O_{(68)}^i$ en $D_{(68)}^j$ kunnen bepalen. Het belang van de regio's als herkomst- of bestemmingsoorden tijdens andere jaren, $O_{(t)}^i$, $D_{(t)}^j$ ($t \neq 68$) bepalen wij niet.

Estimatie uit een cross-sectie zal ook tot gevolg hebben dat de
(1) De regio's worden omschreven in bijlage 1.

parameters in $f(c_{(t)}^{ij})$ een lange-termijn betekenis hebben.

De gegevens van het B.E.P. die alleen voor het jaar 1968 bestaan, zijn bovendien niet onderverdeeld in goederencategorieën. Deze tweede beperking van het statistisch materiaal, sluit uit dat wij het potentiaalmodel per goederencategorie afzonderlijk zouden toepassen.

§4. Een overzicht van verschillende specificaties

Een enkelvoudig potentiaalmodel van het type (1) bezit een aantal varianten, die onderling verschillen

- a) door de inhoud van de potentialen $O_{(t)}^i$ en $D_{(t)}^j$ (produktie, tewerkstelling, oppervlakte enz.)
- b) door de vorm van de functie f
- c) door de inhoud van de "transfertkost" $c_{(t)}^{ij}$.

Wat de potentialen betreft, hebben wij reeds gekozen voor de estimatie als kleinste-kwadratencoëfficiënten bij dummy-variabelen.

Deze coëfficiënten zullen wij steeds voorstellen met de symbolen

$\rho_{(t)}^i$: afvoerpotentiaal van regio i tijdens jaar t

$\lambda_{(t)}^j$: aanvoerpotentiaal van regio j tijdens jaar t

Verschillende varianten bekomen wij alleen door wijziging van de functionele vorm f of van de begripsinhoud van de transfertkost.

4.1. Semi-logaritmische modellen

Een semi-logaritmische specificatie is de volgende (1)

$$(2) \quad T_{(68)}^{ij} = \rho_{(68)}^i \cdot \lambda_{(68)}^j \cdot e^{\left[\beta_0 + \beta_1 c_{(68)}^{ij} + \beta_2 \delta_{ij} \right]}$$

of na overgang op logaritmen en expliciete introductie van de

(1) Zie hiervoor G. Blauwens, (op.cit.), pp. 100-102.

dummy-variabelen :

$$(2bis) \ln T_{(68)}^{ij} = \sum_{u=1}^I (\ln \rho_{(68)}^u) y^u + \sum_{v=1}^I (\ln \lambda_{(68)}^v) q^v + \beta_0 + \beta_1 c_{(68)}^{ij} + \beta_2 \delta_{ij}$$

waarin - y^u en q^v dummy-variabelen zijn die de waarden 1 of 0 aannemen : $y^u = 1$ voor $u = i$ en $y^u = 0$ voor $u \neq i$, $q^v = 1$ voor $v=j$ en $q^v = 0$ voor $v \neq j$.

- δ_{ij} : Kronecker's delta ($\delta_{ij} = 1$ voor $i = j$ en $\delta_{ij} = 0$ voor $i \neq j$).
- β_2 (of beter $e\beta_2$) de faktor waarmee de vervoerstroom vermenigvuldigd moet worden als hij tot de hoofddiagonaal behoort.
- β_0 konstante afhankelijk van de eenheden waarin de verklarende en te verklaren variabelen uitgedrukt worden.
- β_1 het effect van de transfertkost.
- $T_{(68)}^{ij}$: vervoerstroom van regio i naar regio j tijdens de waarnemingsperiode.

Het in (2) of (2bis) gespecificeerde model is natuurlijk exact multicollinear (1). Het is duidelijk dat de constante β_0 en de potentialen $\rho_{(68)}^i$ en $\lambda_{(68)}^j$ ($i, j = 1 \dots 10$) niet éénduidig bepaald zijn. Wij kunnen alle afvoerpotentialen $\rho_{(68)}^i$ ($i = 1 \dots I$) delen door een willekeurige constante c_1 en alle aanvoerpotentialen $\lambda_{(68)}^j$ ($j = 1 \dots I$) door een willekeurige c_2 . Pas dan ligt de constante β_0 vast.

Indien wij stellen $c_1 = \rho_{(68)}^1$ en $c_2 = \lambda_{(68)}^1$, worden de potentialen van regio 1 per definitie gelijk aan de eenheid. (Hun logaritme wordt per definitie gelijk aan nul).

Het model waaruit de exacte multicollineariteit op deze wijze

(1) Cfr. J. JOHNSTON, Econometric Methods, 2nd Ed., New York, San Francisco, Toronto, London, pp 180-181. Wij ontmoetten exact hetzelfde fenomeen bij de bepaling van de modale aandelen. Zie R. Bellens, G. Blauwens, L. Broeckx, Op. cit., blz 15.

verwijderd is, luidt als volgt :

$$(2ter) \ln T_{(68)}^{ij} = \sum_{u=2}^I (\ln \rho_{(68)}^u) y^u + \sum_{v=2}^I (\ln \lambda_{(68)}^v) q^v + \beta_0 + \beta_1 c_{(68)}^{ij} + \beta_2 \delta_{ij}$$

Het aantal te estimeren parameters is dan : $2I-2$ potentialen, een constante term β_0 en twee parameters β_1 en β_2 , dus $2I+1$.

Enkele belangrijke opmerkingen zijn de volgende :

- * Door de ingreep, uitgevoerd om de exacte multicollineariteit uit het model te weren, kunnen de geschatte potentialen niet meer geïnterpreteerd worden als een zuivere uitdrukking van de potentiële produktiekracht (afvoerpotentiaal) of van de potentiële behoeften (aanvoerpotentiaal) van een bepaalde regio. Zij dienen gezien te worden als resp. het belang van regio i als afvoerregio vergeleken bij de regio waarvan de afvoerpotentiaal gelijk aan 1 gesteld werd, en als het belang van regio j als bestemmingsregio vergeleken bij de regio waarvan de aanvoerpotentiaal gelijk aan 1 gesteld werd.
- * Met $\beta_1 < 0$ zien wij dat er tussen T^{ij} en c^{ij} een dalend convex verband bestaat. Dit impliceert een sterker effect op de vervoerde kwantiteit van een wijziging in de lagere regionen van de transfertkosten dan van een wijziging in de hogere. De interpretatie van deze eigenschap is evident.
- * Het gebruik van logaritmen is ook belangrijk, daar dit het berekenen van negatieve vervoerstromen uitsluit.
- * De specificatie (2ter) dekt een reeks verschillende varianten, naargelang de inhoud van $c_{(68)}^{ij}$. Op dit punt wordt nader ingegaan in §5. Eventueel wordt de transfertkost vervangen door meerdere afzonderlijke grootheden, zodat het aantal verklarende variabelen in (2ter) toeneemt.

4.2. Dubbellogaritmische modellen

Een dubbel-logaritmische specificatie wordt gegeven door vergelijking (3)

$$(3) \quad T_{(68)}^{ij} = \rho_{(68)}^i \cdot \lambda_{(68)}^j \cdot \beta_0 (c_{(68)}^{ij})^{\beta_1} e^{\beta_2 \delta_{ij}}$$

waarin de symbolen dezelfde betekenis hebben als in equatie (2).

Na overgang op logaritmen, expliciete vermelding van de dummyvariabelen en gelijkstelling van $\rho_{(68)}^1$ en $\lambda_{(68)}^1$ aan de eenheid, bekomt men:

$$(3bis) \quad T_{(68)}^{ij} = \sum_{u=2}^I (\ln \rho_{(68)}^u) y^u + \sum_{v=2}^I (\ln \lambda_{(68)}^v) q^v + \ln \beta_0 + \beta_1 \ln c_{(68)}^{ij} + \beta_2 \delta_{ij}$$

Zoals in het semi-logaritmisch geval, hebben de potentialen ρ^u en λ^v ($u, v = 2 \dots I$) een relatieve betekenis. Zij vergelijken het belang van regio's 2 tot I met dat van regio 1.

Nog zoals in het semi-logaritmisch geval, is het verband tussen transfertkost en vervoerstream (met een negatieve β_1) dalend en convex, berekent men steeds positieve vervoerstromen en kunnen een aantal verschillende varianten getest worden, al naargelang de inhoud van $c_{(68)}^{ij}$.

§5. Bepaling van afhankelijke en verklarende variabelen

Voor de estimatie van de in §4 vermelde specificaties hebben wij moeten afzien van observaties over het binnenregionaal vervoer (relaties ii): Zowel de vervoerstromen $T_{(68)}^{ii}$ als de transfertkosten $c_{(68)}^{ii}$ zijn onvoldoende gekend.

Alleen de observaties met betrekking tot het interregionaal vervoer werden opgenomen. Dit heeft tot gevolg dat de correctie

voor de hoofddiagonaal, $e_{ii}^{\beta_2 \delta}$, wegvalt. Zij komt in geen enkele observatie voor.

5.1. Berekening van de vervoerstromen

Zoals reeds gemeld, baseren wij ons op de transporttabel van bijlage 2, waarin alle cijfers met $1/0,09971$ vermenigvuldigd worden om de maandcijfers van oktober op jaarbasis te brengen.

Het is duidelijk dat deze extrapolatie voor kritiek vatbaar is, omdat de verhouding oktober 1968/jaar 1968 niet voor alle relaties precies gelijk zal geweest zijn aan de fractie $0,09971$. Er is echter geen enkele reden om aan te nemen dat deze fout gecorrigeerd zou zijn met één of meerdere verklarende variabelen. Zij tast dan ook de zuiverheid van de parameterestimaties niet aan.

5.2. Bepaling van de transfertkosten

Om simultane equaties te vermijden en bruikbaar te zijn in een prognosemodel moeten de transfertkosten autonome variabelen bevatten die, zonder zelf van de vervoerstromen af te hangen, de omvang van de vervoerstromen beïnvloeden.

In een eerste benadering hebben wij de transfertkost voorgesteld door een stel van drie variabelen die inderdaad autonoom zijn en de omvang van de vervoerstroom duidelijk beïnvloeden :

$x_{b(68)}^{ij}$: de virtuele afstand met de binnenvaart, d.w.z. de kilometerische afstand, gecorrigeerd voor wachttijden in de sluizen en de vaarrichting (met of tegen de stroom). De berekening van deze variabelen geven wij later in deze paper (zie bijlage 3).

$x_{w(68)}^{ij}$: de afstand over de weg, gewogen volgens het relatief belang dat onderscheiden centra in regio's i en j hadden

tijdens het jaar 1968 (zie bijlage 4).

$x_{s(68)}^{ij}$: de kilometrische afstand, volgens treingidsen, tussen de belangrijkste centra in regio's i en j , gewogen met het relatief belang van deze centra (zie bijlage 5).

Dit leverde volgende potentiaalmodellen op :

(4) Semi logaritmisch:

$$T_{(68)}^{ij} = \rho_{(68)}^i \cdot \lambda_{(68)}^j \cdot e^{\beta_0 + \beta_1 x_b^{ij} + \beta_2 x_w^{ij} + \beta_3 x_s^{ij}}$$

(5) Logaritmisch :

$$T_{(68)}^{ij} = \rho_{(68)}^i \cdot \lambda_{(68)}^j \cdot \beta_0 (x_b^{ij})^{\beta_1} x_w^{ij \beta_2} x_s^{ij \beta_3}$$

De resultaten van deze modellen ontgoochelden door de hoge mate van multicollineariteit tussen de verklaende variabelen x_b^{ij} , x_s^{ij} en x_w^{ij} , leidend tot insignificante parameterestimaties met zelfs een a priori onaanvaardbaar teken voor β_2 .

Daarom werd in een tweede benadering de transfertkost berekend als een voorafbepaalde functie van de binnenvaart-, weg- en spoorinfrastructuur en niet langer als een functie die in het potentiaalmodel zelf nog moet geschat worden : Men berekent vooraf één gegeneraliseerde transfertkost, samengesteld uit verschillende componenten.

5.2.1. Samenstelling van de transfertkosten $c_{(68)}^{ij}$ ($i, j = 1 \dots I$, $i \neq j$)

De samengestelde transfertkost is een gewogen som van de transfertkosten van binnenvaart, weg en spoor die elk de duurte van relatie ij aangeven, rekening houdend met de bestaande infrastructuur.

Deze gewogen som kan algemeen voorgesteld worden als :

$$c_{(68)}^{ij} = \Pi_{b(68)}^{ij} \cdot c_{b(68)}^{ij} + \Pi_{w(68)}^{ij} \cdot c_{w(68)}^{ij} + \Pi_{s(68)}^{ij} \cdot c_{s(68)}^{ij}$$

waarin $c_{b(68)}^{ij}$, $c_{w(68)}^{ij}$ en $c_{s(68)}^{ij}$ de variabelen zijn die op autonome wijze de duurte aangeven van respectievelijk binnenvaart, wegvervoer en spoor op relatie ij in het jaar 1968. waarin $\pi_{b(68)}^{ij}$, $\pi_{w(68)}^{ij}$, $\pi_{s(68)}^{ij}$ de wegingscoëfficiënten zijn waarmee op relatie ij in het jaar 1968 de kostengegevens van de drie modi samengevoegd worden tot één gegeneraliseerde transfertkost.

Om de wegingscoëfficiënten te bepalen, werden twee alternatieve methodes gevolgd, zoals uiteengezet in 5.2.2. Voor de bepaling van de transfertkost in het wegvervoer, $c_{w(68)}^{ij}$, werden drie alternatieven onderscheiden, zoals uiteengezet in 5.2.4. In totaal bekomen wij dus zes varianten van de transfertkost $c_{(68)}^{ij}$.

Introductie van deze zes verschillende berekeningen van de transfertkost in het semi-logaritmische potentiaalmodel (2ter) en in het dubbellogaritmische potentiaalmodel (3bis) levert twaalf verschillende modellen op. Tussen deze twaalf modellen zullen wij kiezen nadat hun statistische resultaten gekend zijn. Paragraaf 6 geeft de numerieke schattingen in de uiteindelijk overgehouden variant.

5.2.2. Bepaling van de wegingscoëfficiënten II

Om de transfertkosten van de drie modi samen te voegen, zijn een aantal wegingscoëfficiënten bij voorbaat oninteressant :

gelijke weging:

$$\text{Gelijke weging } \pi_{b(68)}^{ij} = \pi_{w(68)}^{ij} = \pi_{s(68)}^{ij} = \frac{1}{3} \quad (i, j = 1 \dots I, i \neq j)$$

is bijzonder eenvoudig, maar verwaarloost het verschillend relatief belang van de modi.

geobserveerde aandelen :

Gelijkstelling van de wegingscoëfficiënten aan de geobserveerde modale aandelen

$$\Pi_{b(68)}^{ij} = \frac{B_{(68)}^{ij}}{T_{(68)}^{ij}}, \quad \Pi_{w(68)}^{ij} = \frac{W_{(68)}^{ij}}{T_{(68)}^{ij}}, \quad \Pi_{s(68)}^{ij} = \frac{S_{(68)}^{ij}}{T_{(68)}^{ij}}$$

(met $B_{(68)}^{ij}$, $W_{(68)}^{ij}$ en $S_{(68)}^{ij}$ de geobserveerde vervoerstromen per binnenvaart, weg en spoor)

vertoont duidelijk het voordeel dat de drie transfertkosten gewogen worden met hun werkelijk aandeel in het totaal vervoer. De afhankelijke variabele $T_{(68)}^{ij}$ echter, verschijnt nu in de transfertkost, die verklarende variabele is. Daardoor ontstaat een probleem van simultane equaties : Indien bijvoorbeeld de storingsterm in $T_{(68)}^{ij}$ voornamelijk toe te schrijven is aan onregelmatigheden in de component binnenvaart $B_{(68)}^{ij}$, zal het aandeel van de binnenvaart in de verklarende transfertkost $c_{(68)}^{ij}$ positief gecorreleerd zijn met de storingsterm in het potentiaalmodel. Het effect van de transfertkost $c_{(68)}^{ij}$ wordt niet langer zuiver geschat.

Teneinde de drie samenstellende transfertkosten te wegen met hun werkelijk belang en toch te ontsnappen aan simultane equaties, kan men ze gelijkstellen aan berekende modale aandelen. Wij hebben twee alternatieve berekeningen vooropgesteld :

1. Aan de hand van een logit-model
.....

Hierbij worden de wegingscoëfficiënten gelijkgesteld aan de modale aandelen op de diverse relaties, zoals zij bepaald werden in reeds eerder geschatte logit-equaties (1).

De verklarende variabelen in deze equaties zijn te beschouwen als autonoom ten opzichte van de vervoerstromen : Het zijn dummies, kilometrische afstand en infrastructuurgegevens.

2. Uit het produktiepakket van de afvoerregio
.....

In deze tweede benadering zijn de wegingscoëfficiënten gelijk voor alle relaties die een zelfde regio verlaten. Zij worden bepaald

(1) Cfr. R. Bellens, G. Blauwens, L. Broeckx, Op. cit. De berekende modale aandelen hebben wij vermeld in bijlagen 6, 7 en 8.

als het aandeel van de modus in het soort goederen dat door de afvoerregio geproduceerd wordt. Meer bepaald stelt men :

$$\Pi_{b(68)}^{ij} = \sum_{k=1}^K \hat{p}_{k(68)}^i \cdot b_{k(68)}$$

$$\Pi_{w(68)}^{ij} = \sum_{k=1}^K \hat{p}_{k(68)}^i \cdot w_{k(68)}$$

$$\Pi_{s(68)}^{ij} = \sum_{k=1}^K \hat{p}_{k(68)}^i \cdot s_{k(68)}$$

In deze uitdrukkingen (1) betekent $\hat{p}_{k(68)}^i$ het aandeel van goed k in de totale afvoer van regio i tijdens het jaar 1968, terwijl $b_{k(68)}$, $w_{k(68)}$ en $s_{k(68)}$ de aandelen zijn van binnenvaart, weg en spoor in het nationaal vervoer van goed k tijdens 1968. K is het totale aantal onderscheiden goederen (2).

5.2.3. Bepaling van de transfertkost binnenvaart $c_{b(68)}^{ij}$ ($i, j=1..I, i \neq j$)

Er wordt uitgegaan van de veronderstelling dat op een bepaalde relatie ij, de transfertkost c_b^{ij} een lineaire functie is van de virtuele afstand op deze relatie. Onder virtuele afstand wordt dan verstaan de trajectafstand plus de afstand die kan worden afgelegd tijdens de sluistijd. De rotatietijd van een schip, welke mede bepalend is voor de gemiddelde kosten, is immers niet louter afhankelijk van de werkelijke afstand, maar wordt mede beïnvloed door de aanwezigheid van sluizen, met al of niet belangrijke wachttijden die de gemiddelde snelheid aanzienlijk verlagen.

Voor een bepaald scheepstype geldt bijgevolg de algemene formule

$$c_{b(68)}^{ij} = \alpha + \beta x_{b(68)}^{ij}, \text{ waarin } x_{b(68)}^{ij} \text{ staat voor de virtuele afstand op de relatie ij.}$$

De vraag kan gesteld worden waarom de kosten hier op directe wijze

- (1) Cfr. R. Bellens, G. Blauwens, L. Broeckx, Op. Cit. blz 10-12.
 (2) De aldus berekende modale aandelen zijn vermeld in bijlage 9.

berekend worden en niet via de heersende marktprijzen, of nog waarom niet gewoon deze prijzen zelf als infrastructuurvariabelen worden genomen. De reden hiervan is voornamelijk dat deze prijzen niet autonoom zijn. Zij behoren niet tot de variabelen die men in een predictie exogeen kan voorspellen.

De gemiddelde kostenvergelijkingen, welke hier zullen worden gebruikt, werden overgenomen uit een "Analyse van de kostenstructuur in de binnenscheepvaart" (1). In deze studie werden voor diverse scheepstypen kostenvergelijkingen bepaald van de vorm $c_b^{ij} = \alpha + \beta x_b^{ij}$. De methodiek, die hierbij gevolgd werd, wordt nu in het kort behandeld.

De jaarlijkse goederenhoeveelheid Q^{ij} die tussen twee plaatsen i en j wordt vervoerd, is het produkt van het aantal reizen n_r^{ij} en de laadcapaciteit per reis K_r .

$$Q^{ij} = n_r^{ij} \times K_r \quad (1)$$

Het aantal reizen per jaar is de verhouding tussen het aantal operatieve uren per jaar en de tijd nodig voor een volledige reis of de rotatietijd t_r^{ij} . Aangezien gerekend wordt met een 42 u week over 50 weken per jaar :

$$n_r^{ij} = \frac{2.100}{t_r^{ij}} \quad (2)$$

De rotatietijd is afhankelijk van de karakteristieken van het traject, namelijk de afstand s_b^{ij} , de gemiddelde haalbare snelheid v , het aantal sluizen n_s^{ij} en de gemiddelde gebruikstijd van de sluizen t_s^{ij} :

$$t_r^{ij} = 2 \left(\frac{s_b^{ij}}{v} + n_s^{ij} t_s^{ij} \right)$$

Vermits in het verdere verhaal zal gerekend worden in functie van

(1) Dit is het derde hoofdstuk in Van Broekhoven, Virenque, Nonneman "Investeringsanalyse Oelegem-Zandvliet", pp. III 107 - III 153.

de virtuele afstand x_b^{ij} , welke de sluistijden reeds inhoudt, kan het voorgaande ook vereenvoudigd geschreven worden als

$$t_r^{ij} = 2 \left(\frac{x_b^{ij}}{v} \right) \quad \text{waarbij } x_b^{ij} = s_b^{ij} + v \cdot n_r^{ij} \cdot t_s^{ij}$$

Indien door L_r de standaard los- en laadtijd per rotatie wordt voorgesteld :

$$t_r^{ij} = 2 \left(\frac{x_b^{ij}}{v} \right) + L_r \quad (3)$$

Substitutie van (3) in (2) en (1) levert dan de uiteindelijke formule voor de jaarlijkse vervoerde hoeveelheid als

$$Q^{ij} = \frac{2 \cdot 100 \times K_r}{2 \left(\frac{x_b^{ij}}{v} \right) + L_r} \quad (I)$$

Langs de kostenzijde wordt rekening gehouden met kapitaallasten, personeelskosten, verzekering en onderhoud, vaar- en beheerskosten. Deze kosten F zijn vrijwel vast en nagenoeg onafhankelijk van Q^{ij} . Alleen de brandstofkosten zijn direct afhankelijk van de werkelijke vaartijd. Per jaar zijn ze gelijk aan het produkt van de brandstofkosten per uur b en het jaarlijks aantal vaaruren (het aantal reizen n_r maal $2 \frac{x_b^{ij}}{v}$). De totale jaarkosten kunnen dan bepaald worden als

$$TK^{ij} = F + b \cdot n_r^{ij} \cdot 2 \frac{x_b^{ij}}{v}$$

of nog

$$TK^{ij} = F + 2b \left(\frac{x_b^{ij}}{v} \right) \cdot \frac{2100}{2 \left(\frac{x_b^{ij}}{v} \right) + L_r} \quad (II)$$

De gemiddelde kosten per ton worden bekomen na deling van (II) door (I)

$$\begin{aligned}
GK_{\text{ton}} = c_b^{ij} &= \frac{TK^{ij}}{Q^{ij}} = \frac{1}{K_r} \left[2 \left(\frac{x_b^{ij}}{v} \right) \left(\frac{F}{2100} + b \right) + \frac{FL_r}{2100} \right] \\
&= \frac{2}{K_r v} \left(\frac{F}{2100} + b \right) x_b^{ij} + \frac{FL_r}{2100 K_r} \\
&\quad \beta \qquad \qquad \qquad \alpha \\
&= 6x_b^{ij} + \alpha
\end{aligned}$$

waaruit blijkt dat de gemiddelde kosten per ton een lineaire functie zijn van de virtuele afstand x_b^{ij} .

Aangenomen werd dat de gemiddelde snelheid 10 km per uur bedraagt en dat de volgende los- en laadtijden als standaard gelden voor de verschillende scheepstypes : Spits (300 ton) 16 u; Kempenaar (500 ton) 24 u; DEK-type (1000 ton) 32 u; RHK-type (1350 ton) 40u.

De volgende kostenvergelijkingen werden dan bepaald : (1)

$$\text{Spits} \quad c_b^{ij} = 0,3676 x_b^{ij} + 24,871 \quad (\text{a})$$

$$\text{Kempenaar} \quad c_b^{ij} = 0,2986 x_b^{ij} + 30,551 \quad (\text{b})$$

$$\text{DEK} \quad c_b^{ij} = 0,2905 x_b^{ij} + 37,525 \quad (\text{c})$$

$$\text{RHK} \left\{ \begin{array}{l} \text{-dagvaart} \\ \text{-continuvaart} \end{array} \right. \quad c_b^{ij} = 0,2976 x_b^{ij} + 43,926 \quad (\text{d})$$

$$\quad \quad \quad c_b^{ij} = 0,1992 x_b^{ij} + 24,247 \quad (\text{e})$$

Voor elke relatie ij dient de virtuele afstand x_b^{ij} bepaald te worden. Hiertoe werd telkens de werkelijke vaartduur berekend, wachttijd in de sluizen inbegrepen. In de veronderstelling dat de gemiddelde snelheid over de ganse relatie 10 km/uur bedraagt, is ook de virtuele afstand gekend. Voor de relatie Antwerpen-Luik

(1) Van Broekhoven, Virenque, Nonneman, Op. cit. p. III 149.

gelden bijvoorbeeld de volgende waarden (1) :

* werkelijke vaartijd	17 u 35'	(bijlage 10)
* virtuele afstand	17 u 35' x 10 km	
	= 175,833 km	(bijlage 3)
* vgl. werkelijke afstand	129,577 km	(bijlage 11) (2)

Een laatste stap bestaat erin om voor elke relatie te bepalen welke van de vijf berekende kostenfuncties (3) van toepassing is. Hier toe volstaat het de maximale bevaarbaarheid (in ton of naar scheepstype) van elke waterweg na te gaan. Voor het referentiejaar 1968 kon alleen onderscheid gemaakt worden tussen de types Spits (a), Kempenaar én DEK samen (c) en RHK-dagvaart (d). De resultaten van deze indeling staan vermeld in bijlage 12.

Door voor elke relatie de virtuele afstand $x_{b(68)}^{ij}$ in te vullen in de relevante kostenfunctie, kunnen dan uiteindelijk de kostprijzen per ton bepaald worden ($c_{b(68)}^{ij}$; bijlage 13).

5.2.4. Bepaling van de transfertkost weg $c_{w(68)}^{ij}$ ($i, j=1..I, i \neq j$)

Voor het bepalen van deze variabele, wordt vertrokken van de algemene vorm $c_{w(68)}^{ij} = \alpha + \beta x_{w(68)}^{ij}$, waarin $x_{w(68)}^{ij}$ de kilometrische afstand tussen i en j voorstelt, bepaald uit officiële afstandstabellen over de weg van de verbinding tussen de belangrijkste centra van de regio i enerzijds en de regio j anderzijds, waarbij deze centra gewogen werden met hun produktieactiviteit(4).

Drie alternatieve functies werden uitgetest. De eerste twee leggen het verband tussen de kilometrische afstand, zoals hierboven bepaald, enerzijds, en de Beneluxtarieven inzake het

(1) Een relatie ij en haar tegengestelde ji kunnen een andere virtuele afstand hebben omdat naast de sluisen, ook de stroomrichting en de getijden van invloed zijn op de vaartduur.

(2) Een en ander werd berekend uit officiële gegevens van het Ministerie van Openbare Werken, Bestuur der Waterwegen, Exploitatiedienst der Scheepvaartwegen.

(3) Zie supra p. 17.

(4) Zie bijlage 4, Houet en Cleeren, Boek der Wettelijke Afstanden, Brussel 1970.

goederenvervoer over de weg anderzijds (1). Deze tarieven werden gepubliceerd, onderverdeeld in 4 goederenklassen en 5 tonnematen. Vermits na berekening bleek dat klasse II, 10 ton, een goede benadering was van het gemiddelde van de 20 vrachtprijzenreeksen, werd deze goederencategorie als basis genomen voor verder onderzoek. Dit gaf uiteindelijk het volgende resultaat :

$$c_{w(71)}^{ij} = 100,883 + 1,77 x_{w(71)}^{ij} \quad (a)$$

Teneinde een voorstelling te krijgen van deze functie voor het referentiejaar 1968, werd ook de zogenaamde gedefleerde functie berekend :

$$c_{w(68)}^{ij} = 90,795 + 1,59 x_{w(68)}^{ij} \quad (b)$$

De derde functie die wordt uitgetest, kan geschreven worden als

$$c_{w(68)}^{ij} = 109,98 + 1,87 x_{w(68)}^{ij} \quad (c).$$

Hierin stelt $x_{w(68)}^{ij}$ de kilometrische afstand tussen de hoofdplaatsen van de betrokken regio's voor. Naast het Beneluxtariaf, lagen ook prijsopgaven van wegvervoerders aan de basis van dit laatste alternatief.

In de drie gevallen is de coëfficiënt van $x_{w(68)}^{ij}$ of d_{ij} zeer significant verschillend van nul, en is tevens de R^2 zeer bevredigend ($> 0,90$). Welke van de drie functies uiteindelijk zal gekozen worden is afhankelijk van haar waarde in het later toe te passen potentiaalmodel.

De transfertkosten, berekend volgens deze drie alternatieve functies, worden gegeven in bijlagen 14 tot 16.

(1) Beschikking van het Comité van Ministers van 10 maart 1971 betreffende Beneluxtarieven inzake het goederenvervoer over de weg, Secretariaat-Generaal van de Benelux Economische Unie, pp 1308 - 1383.

5.2.5. Bepaling van de transfertkost spoor $c_{s(68)}^{ij}$ ($i, j=1 \dots I, i \neq j$)

De waarde van $c_{s(68)}^{ij}$ wordt bepaald als het tarief van een volledige wagenlading (20 ton) niet EGKS-goederen. Dit tarief is vermeld in bijlage 17 (waarbij uitgegaan werd van de meest frequente spoorbestemmingen of -herkomsten in de betrokken regio's) (1).

In tegenstelling tot binnenvaart en wegvervoer hebben wij dus het spoortarief beschouwd als een autonome variabele, die rechtstreeks in aanmerking komt voor opname in het model.

§6. Numerieke resultaten

Na vergelijking van de statistische resultaten, hebben wij geopteerd voor een model in semi-logaritmische functievorm met weging van de transfertkosten op basis van het productiepakket van de afvoerregio en met de transfertkost weg $c_{w(68)}^{ij}$ gelijk gesteld aan $109,98 + 1,87 d_{ij}$ (2) :

$$(4) \quad T_{(68)}^{ij} = \rho_{(68)}^i \cdot \lambda_{(68)}^j \cdot e^{\beta_0 + \beta_1 c_{(68)}^{ij}} \quad (i, j = 1 \dots I, i \neq j)$$

Dit model levert van de twaalf varianten de hoogste R^2 op. De parameterestimaties in model (4) worden gegeven door onderstaande tabel. De getallen tussen haakjes zijn de standaardfouten.

Op het vlak van significantie zijn de schattingen bijzonder goed. Dit geldt zowel voor de afzonderlijke coëfficiënten β_0 en β_1 als voor de hele equatie. Ook voor de groep van de potentiëlen als geheel kan de nul hypothese $\rho^1 = \rho^2 = \dots = \rho^{10}$ of $\lambda^1 = \lambda^2 = \dots = \lambda^{10}$ op significante wijze verworpen worden. Dit blijkt uit de F-ratio's voor deze negen lineaire restricties :

(1) De auteurs zijn voor deze berekening dank verschuldigd aan E. Claessens, Assistent SESO.

(2) cfr. supra.

$$F(9,70) = \frac{(\text{Toename residuele variantie door de 9 beperkingen})/9}{(\text{Residuele variantie zonder beperkingen})/70}$$

voor de afvoerpotentialen 4,168

voor de aanvoerpotentialen 2,941

te vergelijken met kritische 2,01 op niveau van 5%

2,67 op niveau van 1%

Tabel 1

Numerieke Schattingen

$$\beta_0 = 17,3978$$

$$\beta_1 = -0,00922317 \quad (0,00106168)$$

$\ln \rho_{(68)}^1 = 0,0 \quad (-)$	$\ln \lambda_{(68)}^1 = 0,0 \quad (-)$
$\ln \rho_{(68)}^2 = -1,30135 \quad (0,289005)$	$\ln \lambda_{(68)}^2 = -0,628021 \quad (0,290646)$
$\ln \rho_{(68)}^3 = -1,97216 \quad (0,290017)$	$\ln \lambda_{(68)}^3 = -1,23280 \quad (0,289014)$
$\ln \rho_{(68)}^4 = -0,877673 \quad (0,289134)$	$\ln \lambda_{(68)}^4 = -0,312089 \quad (0,288849)$
$\ln \rho_{(68)}^5 = -1,44297 \quad (0,297709)$	$\ln \lambda_{(68)}^5 = -0,602014 \quad (0,296905)$
$\ln \rho_{(68)}^6 = -1,06489 \quad (0,294009)$	$\ln \lambda_{(68)}^6 = -1,34803 \quad (0,293241)$
$\ln \rho_{(68)}^7 = -2,36836 \quad (0,291648)$	$\ln \lambda_{(68)}^7 = -1,96723 \quad (0,289081)$
$\ln \rho_{(68)}^8 = -1,36991 \quad (0,290034)$	$\ln \lambda_{(68)}^8 = -0,631702 \quad (0,288852)$
$\ln \rho_{(68)}^9 = -2,18284 \quad (0,300207)$	$\ln \lambda_{(68)}^9 = -1,18972 \quad (0,295955)$
$\ln \rho_{(68)}^{10} = -1,74656 \quad (0,297208)$	$\ln \lambda_{(68)}^{10} = -0,868496 \quad (0,292271)$

$$R^2 = 0,823406$$

$F(19,70) = 17,178$ te vergelijken met kritische waarde

1,74 op niveau 5%

2,18 op niveau 1%

§7. Slotbemerkingen

Hoe eenvoudig model (4) ook is, het maakt een prognose van vervoerstromen $T_{(t)}^{ij}$ afhankelijk van een reeks verschillende factoren. Inderdaad, de transfertkost $c_{(t)}^{ij}$ hangt af van een reeks variabelen niet alleen wat de samenstellende delen betreft (weg, spoor en binnenvaart) maar ook wat de weging aangaat. Zo zal een toename van de op wegvervoer gerichte produktie in een regio, de wegingscoëfficiënt van het wegvervoer verhogen, wat tot gevolg zal hebben dat vooral op relaties met goede wegverbindingen meer zal vervoerd worden.

Wat door het model niet verklaard wordt, is de toekomstige evolutie van de potentialen $\rho_{(t)}^i, \lambda_{(t)}^j$ ($i, j = 1 \dots I, t > 68$)

Dit "belang" van de regio's wordt inderdaad niet expliciet functie gesteld van de regionale produktie, de regionale tewerkstelling of andere voorspelbare grootheden. De evolutie van de potentialen blijft een volledig open vraag, waarop het antwoord zal moeten gegeven worden door een "generatiemodel".

Het potentiaalmodel (4) doet geen uitspraak over de toekomstige evolutie van de potentialen. Het zegt niet hoe groot in de toekomst de rijtotalen

$\sum_{j=1}^I T_{(t)}^{ij}$ of kolomtotalen $\sum_{i=1}^I T_{(t)}^{ij}$ zullen zijn. Het legt alleen

binnen elke rij en kolom, in functie van de transfertkosten, de verhouding vast tussen de afzonderlijke vervoerstromen $T_{(t)}^{ij}$. Het is een zuiver "distributiemodel" dat de randtotalen niet bepaalt.

Bijlage 1. Behandelde regio's

i=1 ... I	Omschrijving
1	Antwerpen - St. Niklaas
2	Brussel - Halle/Vilvoorde - Nijvel
3	Mons
4	Charleroi - Soignies - Thuin
5	Liège
6	Hasselt - Maaseik
7	Namur
8	Gent - Eeklo
9	Brugge - Oostende
10	Kortrijk - Roeselare - Tielt

Bron : BUREAU VOOR ECONOMISCHE PROGRAMMATIE, Plan 1971-1975,
Produktiesectoren, Afdeling 1 : Vervoer, Brussel, 1971.

Bijlage 2. Interregionale goederenstromen in ton (okt. 1968)

(T_{ij}₍₆₈₎ - Totaal wegvervoer, spoorvervoer, vervoer langs de binnenvaart)

naar van	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	/	500652	59881	638699	624371	101907	34883	296694	37729	100801
2	118648	/	53765	168419	40964	23335	36080	44921	28654	24714
3	38807	57858	/	64739	5888	10502	15525	23131	10996	12909
4	226058	123200	137713	/	26883	14615	91291	73192	24037	37023
5	110998	37144	12477	33752	/	42258	16570	15001	5570	12775
6	85990	144821	75118	121889	200666	/	7928	17211	6867	12614
7	34704	23837	8171	86152	14840	4007	/	27887	2028	4521
8	174878	42429	15452	26106	14991	10487	9577	/	95246	121454
9	18482	13574	12976	7941	4167	4168	919	54160	/	60509
10	44054	27609	4572	14018	10638	8652	2969	81354	60772	/

Bron : BUREAU VOOR ECONOMISCHE PROGRAMMATIE, Plan 1971-1975, Productiesectoren, Afdeling 1, Vervoer; Brussel, 1971.

Bijlage 3. Virtuele afstanden binnenvaart ($x_{ij}^b(68)$)

(Gemiddelde snelheid 10 km/u., rekening gehouden met sluisen,
vaarrichting, getijden)

naar van	Antwerp	Brussel	Mons	Charl.	Liège	Hasselt	Namur	Gent-E	Br-Oost	Kort-Roes
Antwerp		69,167	291,667	209,167	175,833	101,667	299,167	175,000	248,333	348,333
Brussel	62,500		222,500	140,000	232,500	158,333	230,000	216,667	296,833	385,833
Mons	285,000	222,500		182,500	400,833	380,833	272,500	361,667	444,167	321,667
Charl.	202,500	140,000	182,500		218,333	292,500	90,000	356,667	434,167	504,167
Liège	175,833	240,833	435,833	253,333		74,167	153,333	350,833	424,167	524,167
Hasselt	101,667	166,667	389,167	327,500	74,167		227,500	276,667	350,000	450,000
Namur	302,500	240,000	282,500	100,000	128,333	203,333		456,667	530,833	604,167
Gent-E	130,000	172,500	391,667	312,500	305,833	231,667	402,500		104,667	200,833
Br-Oost	216,667	260,833	478,333	400,833	392,500	318,333	490,833	108,333		188,333
Kort-Roes	286,667	330,833	290,833	470,833	462,500	388,333	560,833	177,500	160,833	

Bron : Eigen berekeningen op basis van gegevens van
Kaarten van de Exploitatiedienst der Scheepvaartwegen.

Bijlage 4. Berekende kilometrische afstanden weg $(x_{ij}^{w(68)})$

naar(j) van(i)	Antwerp St.Nikl	Brussel Halle-Vilv Nijvel	Mons	Charl. Soign. Thuin	Liège	Hasselt Maaseik	Namur	Eeklo Gent	Brugge Oostende	Kortrijk Roeselare Tielt
Antwerp St.Nikl.	/	49,37	98,78	96,66	118,92	86,91	101,22	55,32	96,02	99,29
Brussel Halle-Vilv Nijvel	49,37	/	54,70	49,27	100,11	89,27	60,89	61,05	104,48	92,20
Mons	98,78	54,70	/	33,86	131,00	140,50	78,00	85,99	120,94	83,50
Charl. Soign. Thuin	96,66	49,27	33,86	/	99,44	110,35	45,95	102,71	146,22	111,25
Liège	118,92	100,11	131,00	99,44	/	44,60	66,00	154,99	197,77	189,64
Hasselt Maaseik	86,91	89,27	140,50	110,35	44,60	/	75,50	138,62	177,73	176,02
Namur	101,22	60,89	78,00	45,95	66,00	75,50	/	118,99	161,77	142,50
Eeklo Gent	55,32	61,05	85,99	102,71	154,99	138,62	118,99	/	45,75	45,43
Brugge Oostende	96,02	104,48	120,94	146,22	197,77	177,73	161,77	45,75	/	40,54
Kortrijk Roeselare Tielt	99,29	92,20	83,50	111,25	189,64	176,02	142,50	45,43	40,54	/

Bron : Bewerkingen op basis van HOUET en CLEEREN, Boek der Wettelijke Afstanden, Brussel 1970.

Eigen berekeningen.

Bijlage 5. Berekende kilometrische afstanden spoor ($x_{s(68)}^{ij}$)

naar van	Antwerp St.Nikl.	Brussel Halle-Vilv Nijvel	Mons	Charl. Soign. Thuin	Liège	Hasselt Maaseik	Namur	Eeklo Gent	Brugge Oostende	Kortrijk Roeselare Tielt
Antwerp St.Nikl.	/	50,85	114,74	108,76	122,39	84,54	109,74	60,47	105,28	105,14
Brussel Halle-Vilv Nijvel	50,85	/	66,54	61,22	102,75	99,21	67,35	69,84	114,83	100,49
Mons	114,74	66,54	/	43,67	143,00	162,01	83,00	119,00	163,81	148,05
Charl. Soign. Thuin	108,76	61,22	43,67	/	106,65	136,57	46,65	112,67	157,47	137,78
Liège	122,39	102,75	143,00	106,65	/	73,01	60,00	164,00	208,81	193,05
Hasselt Maaseik	84,54	99,21	162,01	136,57	73,01	/	127,01	159,01	203,82	188,06
Namur	109,74	67,35	83,00	46,65	60,00	127,01	/	126,00	150,81	155,70
Eeklo Gent	60,47	62,84	119,00	112,67	164,00	159,01	126,00	/	44,81	44,67
Brugge Oostende	105,28	114,83	163,81	157,47	208,81	203,82	150,81	44,81	/	48,46
Kortrijk Roeselare Tielt	105,14	100,49	148,05	137,78	193,05	188,06	155,70	44,67	48,46	/

Bron : Eigen berekeningen op basis van gegevens N.M.B.S.

Bijlage 6. Berekend procentueel micro-modaal aandeel wegvervoer (1968)

$$(w_{(68)}^{ij})$$

naar van	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	/	48,3206	36,9032	19,1944	21,4838	28,6059	72,0738	37,6374	29,2535	60,6101
2	75,3389	/	82,0823	67,5642	89,5928	94,9809	97,2586	88,9925	91,9537	97,9618
3	21,3707	72,3787	/	32,2339	46,1394	60,6519	79,8117	48,2076	47,8226	79,8512
4	24,7641	72,6840	40,4132	/	50,4683	71,8825	84,7759	41,1116	60,4544	85,7334
5	20,9940	73,1289	44,9465	29,8479	/	76,0922	87,9420	51,6659	55,4230	82,7752
6	6,7610	40,4077	19,2437	10,1018	33,3458	/	66,8989	22,4492	22,1675	85,7850
7	35,0678	84,8944	57,1302	43,4114	66,6198	78,2969	/	62,7519	65,6760	89,8463
8	41,2119	84,8945	69,2536	46,6855	65,1187	71,1123	92,5805	/	74,3076	93,8415
9	45,1004	84,4431	62,5453	38,1731	68,8877	80,0321	91,2950	80,1576	/	96,0798
10	70,3365	95,4926	93,7718	84,8842	88,4771	90,4700	98,4061	94,6235	94,1836	/

Bron : Eigen berekeningen op basis van resultaten werknota 7535/10.291.

Bijlage 7. Berekend procentueel micro-modaal aandeel spoorvervoer (1968)

$$(s_{(68)}^{ij})$$

naar van	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	/	3,2619	29,1481	33,7766	3,2447	0,2874	5,2784	8,3994	1,7357	1,1444
2	8,6239	/	16,4003	29,3978	5,1413	0,3945	2,3385	7,8816	2,0167	0,6716
3	19,5751	10,2763	/	49,9807	14,4290	1,6847	6,2897	22,7697	5,1084	2,1264
4	47,5247	20,2521	55,7666	/	21,9582	3,0278	10,5519	49,7875	16,2149	5,9090
5	11,1935	8,8639	43,9010	39,0471	/	0,6468	4,5615	22,9080	5,4690	2,5221
6	8,9496	12,9963	60,9812	51,7777	10,5191	/	12,6553	26,7161	5,8924	7,2259
7	17,6557	8,6071	34,9341	33,9407	6,6996	0,7648	/	24,2250	4,9082	2,1622
8	5,8739	2,8612	17,4811	32,8945	5,3524	0,4121	3,2675	/	1,0567	0,4906
9	13,8020	5,6481	29,4117	50,5395	9,6699	0,8479	5,2705	9,7226	/	0,7171
10	0,7228	0,2049	1,1156	2,6723	0,4156	0,0316	0,1824	0,3877	0,0717	/

Bron : Eigen berekeningen op basis van resultaten werknota 7535/10.291.

Bijlage 8. Berekend procentueel micro-modaal aandeel binnenvaart (1988)(bij
(68))

naar van	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	/	48,4174	33,9487	47,0290	75,2714	71,1067	22,6478	53,9633	69,0108	38,2456
2	16,0372	/	1,5174	3,0380	5,2659	4,6246	0,4029	3,1259	6,0296	1,3666
3	59,0542	17,3449	/	17,7855	39,4316	37,6633	13,8986	29,0227	47,0691	18,0224
4	27,7113	7,0639	3,8202	/	27,5734	25,0897	4,6722	9,1009	23,3307	8,3576
5	67,8125	18,0073	11,1525	31,1049	/	23,2611	7,4965	25,4262	39,1080	14,7027
6	84,2894	46,5959	19,7751	38,1205	56,1350	/	20,4457	50,8347	71,9401	6,9891
7	47,2765	6,4985	7,9357	22,6479	26,6807	20,9382	/	13,0231	29,4158	7,9916
8	52,9142	12,2443	13,2654	20,4200	29,5289	28,4756	4,1520	/	24,6358	5,6679
9	41,0975	9,9088	8,0430	11,2874	21,4423	19,1200	3,4345	10,1199	/	3,2031
10	28,9406	4,3025	5,1126	12,2435	11,1073	9,4984	1,4114	4,9888	5,7447	/

Bron : Eigen berekeningen op basis van werknota 7535/10.291.

Bijlage 9. Berekende modale aandelen in het afvoerpakket van de regio's

Modus i=1..10	Spoor $\Pi_{s(68)}^{ij}$	Binnenv. $\Pi_{b(68)}^{ij}$	Weg $\Pi_{w(68)}^{ij}$	Totaal
1	.168243	.154152	.677605	1.000000
2	.080342	.067545	.852113	1.000000
3	.113907	.089471	.796622	1.000000
4	.151193	.095857	.752950	1.000000
5	.193953	.100839	.705208	1.000000
6	.173142	.108149	.718709	1.000000
7	.041113	.065231	.893656	1.000000
8	.073145	.059644	.867211	1.000000
9	.053356	.122173	.824471	1.000000
10	.085543	.045327	.869130	1.000000

Bron.: Eigen berekeningen op basis van

- NATIONAAL INSTITUUT VOOR DE STATISTIEK, "Het goederenvervoer over de weg door Belgische voertuigen met minstens één ton laadvermogen, in 1968", Statistieken voor Handel en Vervoer.
- Berekende totale afvoer per regio (eigen berekeningen).

Bijlage 10. Kortste werkelijke vaartijd voor de binnenvaart

	Antwerpen	Brussel	Mons	Charl.	Liège	Hasselt	Namur	Gent-E	Br-Oost	Kort. Roes.
Antwerpen		6.55	29.10	20.55	17.35	10.10	29.55	17.30	24.50	34.50
Brussel	6.15		22.15	14.00	23.15	15.50	23.00	21.40	29.35	38.35
Mons	28.30	22.15		18.15	40.05	38.05	27.15	36.10	44.25	32.10
Charleroi	20.15	14.00	18.15		21.50	29.15	9.00	35.40	43.25	50.25
Liège	17.35	24.05	43.35	25.20		7.25	15.20	35.05	42.25	52.25
Hasselt	10.10	16.40	38.55	32.45	7.25		22.45	27.40	35.00	45.00
Namur	30.15	24.00	28.15	10.00	12.50	20.15		45.40	53.05	60.25
Gent-E	13.00	17.15	39.10	31.15	30.35	23.10	40.15		10.25	20.05
Br-Oost	21.40	26.05	47.50	40.05	39.15	31.50	49.05	10.50		18.50
Kort-Roes.	28.40	33.05	29.05	47.05	46.15	38.50	56.06	17.45	16.05	

Bron : - Ministerie van Openbare Werken : Bestuur der Waterwegen
Exploitatiedienst der Scheepvaartwegen, Kaart van de vaartduur, Jan.
1970.

Eigen berekeningen.

Bijlage 11. Kortste kilometrische afstand voor de binnenvaart

(s, ⁱ_b)

VAN \ NAAR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1		50,220	114,311	118,720	129,577	79,317	166,998	100,792	144,776	165,843 ^x
2			64,091	68,500	171,795	121,535	116,778	119,892	177,241	163,673 ^{xx}
3				48,191	165,141	185,626	96,469	141,095	176,114	99,582
4					116,950	167,210	48,278	188,392	224,305	147,773
5						50,260	68,672	230,369	274,353	264,723 ^{xx}
6							118,932	180,109	224,093	245,160
7								236,670	272,583	196,051
8									57,349	73,938 ^x
9										93,150
10										

(x) Vanuit Gent langs de Schelde i.p.v. langs de Leie (Sluis te Astene gesloten van 15-4 tot 15-10)

(xx) Over Mons

Bron : - Ministerie van Openbare Werken, Bestuur der Waterwegen
 Exploitatiedienst der Scheepvaartwegen, Kaart van de vaartduur, jar.
1970
 - Eigen berekeningen.

Bijlage 12. Maximale tonnemaat op de diverse relaties - toestand maart
1967/'68

Klasse I	Spits	300 ton
II	Kempenaar	600 "
III	DEK	1000 "
IV	RHK	1350 "

VAN \ NAAR	Antwerp	Brussel	Mons	Charl.	Liège	Hasselt	Namur	Gent-E	Br-Oost	Kort-Roes
Antwerpen		IV	I	I	IV	IV	I	III	III	I
Brussel			I	I	IV	IV	I	III	III	I
Mons				I	I	I	I	I	I	I
Charl.					IV	IV	IV	I	I	I
Liège						IV	IV	III	III	I
Hasselt							IV	III	III	I
Namur								I	I	I
Gent-E									III	I
Br-Oost										I
Kort-Roes										

Bron : Ministerie van Openbare Werken, Bestuur der Waterwegen, Exploitatie-
dienst van de Scheepvaartwegen, Kaart van maart 1967.

Bijlage 13. Vervoerkostprijs per ton voor de binnenvaart (1968)

(Rekening houdende met virtuele afstand en vaartuigtype)

$(c_{b(68)}^{ij})$

VAN \ NAAR	Antwerp 1	Brussel 2	Mons 3	Charl. 4	Liège 5	Hasselt 6	Namur 7	Gent-E 8	Br-Oost 9	Kort-Roes 10
Antwerpen 1		64,51	132,09	101,76	96,25	74,18	134,84	88,36	109,67	152,92
Brussel 2	62,53		106,66	76,34	113,12	91,05	109,42	100,47	123,46	166,70
Mons 3	129,64	106,66		91,96	172,22	164,87	125,04	157,82	188,15	143,12
Charl. 4	99,31	76,34	91,96		108,90	130,97	70,71	155,98	184,47	210,20
Liège 5	96,25	115,60	185,08	119,32		66,00	89,56	139,44	160,75	217,55
Hasselt 6	74,18	93,53	167,93	141,39	66,00		111,63	117,90	139,20	190,29
Namur 7	136,07	113,10	128,72	73,69	82,12	104,44		192,74	220,01	246,96
Gent-E 8	75,29	87,64	168,85	139,75	126,37	104,82	172,83		67,93	98,70
Br-Oost 9	100,47	113,31	200,71	172,22	151,55	130,00	205,30	69,00		94,10
Kort-Roes 10	130,25	146,49	131,78	197,95	194,89	167,62	231,03	90,12	84,00	

Bron : Eigen berekeningen.

Bijlage 14. Vervoerkostprijs per ton over de weg, gebaseerd op Beneluxtarief

$$\overset{1971}{c_{w(71)}^{ij}} = 100,883 + 1,77 x_{w(68)}^{ij}$$

NAAR VAN	Ant-StN 1	Brussel 2	Mons 3	Ch-S-Th 4	Liège 5	Hass-M 6	Namur 7	Gent-E 8	Brugge-O 9	K.R.T. 10
Ant-StN 1		188,25	275,75	272	311,25	254,75	280	198,75	270,75	276,50
Brussel 2	188,25		197,75	188	278	259	208,75	209	285,75	264
Mons 3	275,75	197,75		160,75	332,75	349,50	239	253	315	248,75
CH-S-Th 4	272	188	160,75		277	296,25	182,25	282,75	359,75	297,75
Liège 5	311,25	278	332,75	277		179,75	217,75	375,25	451	436,50
Hass-M 6	254,75	259	349,50	296,25	179,75		234,50	346,25	415,50	412,50
Namur 7	280	208,75	239	182,25	217,75	234,50		311,50	387,25	353
Gent-E 8	198,75	209	253	282,75	375,25	346,25	311,50		181,75	181,25
Brugge-O 9	270,75	285,75	315	359,75	451	415,50	387,25	181,75		172,75
K.R.T. 10	276,50	264	248,75	297,75	436,50	412,50	353	181,25	172,75	

Bron : Eigen berekeningen gebaseerd op
 Secretariaat-Generaal van de Benelux Economische Unie, Beschikking van
 het Comité van Ministers van 10 maart 1971 betreffende Beneluxtarieven
 inzake het Goederenvervoer over de Weg, Deel III, Maximum Vrachtprijzen
 per Ton in Franken, Goederenklasse II, pp. 1346-1347.

Bijlage 15. Vervoerkostprijs per ton, over de weg, gebaseerd op Benelux-
tarief 1971, gedefleerd naar 1968

$$(c_{w(68)}^{ij} = 90,795 + 1,59 \times_{w(68)}^{ij})$$

NAAR VAN	Ant-StN 1	Brussel 2	Mons 3	CH-S-TH 4	Liège 5	Hass-M 6	Namur 7	Gent-E 8	Br-Oost 9	K.R.T. 10
Ant-StN 1		169,50	248,25	244,75	280	229,25	252	178,75	243,50	248,75
Brussel 2	169,50		178	169,25	250,25	233	187,50	188	257,25	237,50
Mons 3	248,25	178		144,75	299,50	314,50	215	227,75	283,50	223,50
Ch-S-Th 4	244,75	169,25	144,75		249,25	266,25	164	254,50	323,75	268
Liège 5	280	250,25	299,50	249,25		161,75	196	337,75	406	392,75
Hass-M 6	229,25	233	314,50	266,25	161,75		211	311,25	374	371,25
Namur 7	252	187,50	215	164	196	211		280,25	348,50	317,75
Gent-E 8	178,75	188	227,75	254,50	337,75	311,25	280,25		163,50	163
Br-Oost 9	243,50	257,25	283,50	323,75	406	374	348,50	163,50		155,25
K.R.T. 10	248,75	237,50	223,50	268	392,75	371,25	317,75	163	155,25	

Bron : Zie bijlage 14.

Bijlage 16. Vervoerkost per ton, over de weg, gebaseerd op de steekproef-gegevens over 1968.

$$(c_{w(68)}^{ij} = 109,98 + 1,87 \times \frac{ij}{w(68)})$$

NAAR VAN	Ant-StN 1	Brussel 2	Mons 3	Ch-S-Th 4	Liège 5	Hass-M 6	Namur 7	Gent-E 8	Brugge-O 9	K.R.T. 10
Ant-StN 1	202,00	202,25	294,75	290,75	332,25	272,50	299,25	213,50	289,50	295,75
Brussel 2	202,25		212,25	202,00	297,25	277,00	223,75	224,25	305,25	282,50
Mons 3	294,75	212,25		173,25	355,00	372,75	255,75	270,75	336,25	266,50
Ch-S-Th 4	290,75	202,00	173,25		296,00	316,25	196,00	302,00	383,50	318,00
Liège 5	332,25	297,25	355,00	296,00		193,50	233,50	399,75	479,75	464,50
Hass-M 6	272,50	277,00	372,75	316,25	193,50		251,25	369,25	442,25	439,25
Namur 7	299,25	223,75	255,75	196,00	233,50	251,25		332,50	412,50	376,50
Gent-E 8	213,50	224,25	270,75	302,00	399,75	369,25	332,50		195,50	195,00
Brugge-O 9	289,50	305,25	336,25	383,50	479,75	442,25	412,50	195,50		185,75
K.R.T. 10	295,75	282,50	266,50	318,00	464,50	439,25	376,50	195,00	185,75	

Bron : Eigen berekeningen gebaseerd op A. BLAUWENS "De Prijselasticiteit van de vraag naar Goederenvervoer", Doctoraatsthesis, Antwerpen 1973.

Bijlage 17. Vervoerkostprijs per ton, over het spoor $(c_{s(68)}^{ij})$

VAN \ MAAR	Antwerpen 1	Brussel 2	Mons 3	Charl. 4	Liège 5	Hasselt 6	Namur 7	Gent-E 8	Br-Oost 9	Kort-Roes 10
Antwerpen 1		127	210	210	231	166	195	144	210	210
Brussel 2	127		131	144	188	166	136	123	174	166
Mons 3	210	131		114	238	231	170	166	217	252
Charler. 4	210	144	114		259	178	93	210	259	224
Liège 5	231	188	238	259		114	127	266	316	302
Hasselt 6	166	166	231	178	114		140	231	288	281
Namur 7	195	136	170	93	127	140		210	259	153
Gent-E 8	144	123	166	210	266	231	210		119	119
Br-Oost 9	210	174	217	259	316	288	259	119		119
Kort-Roes 10	210	166	252	224	302	281	153	119	1119	

Bron : Tarieven NMBS - niet E.G.K.S.-goederen, volledige wagenladingen.
De auteurs zijn voor deze gegevens dank verschuldigd aan E. Claessens,
Assistent SESO.

Bijlage 18. Alfabetische lijst van gebruikte symbolen.

1. α - constante term voorkomend in de kostenvergelijkingen van binnenvaart en wegvervoer;
- te interpreteren als de fixe transfertkost bij vervoer via deze modi;
2. b - brandstofkosten per uur bij de binnenvaart;
3. β - parameter in de equaties die de totale vervoerstromen op de diverse trajekten verklaren;
4. β_0 - constante term, afhankelijk van de eenheden waarin de verklarende en de te verklaren variabele uitgedrukt worden;
5. β_1 - coëfficiënt die het effect weergeeft die de transfertkost uitoefent op de totale vervoerstromen (in equaties 2bis - 2 ter - 3 bis);
- coëfficiënt die het effect aangeeft die de virtuele afstand binnenvaart uitoefent op de totale vervoerstromen (in equaties 4 en 5);
6. β_2 - correctiefactor voor het intra-regionaal vervoer indien de waarneming tot de hoofddiagonaal behoort (in equaties 2 bis - 2 ter - 3 bis);
- coëfficiënt die het effect aangeeft die de kilometrische afstand over de weg uitoefent op de totale vervoerstromen (in equaties 4 en 5)
7. β_3 - coëfficiënt die het effect aangeeft die de kilometrische afstand over het spoor uitoefent op de totale vervoerstromen (in equaties 4 en 5);
8. $B_{(t)}^{ij}$ - vervoerstroom via de binnenvaart, in ton uitgedrukt, op de relatie i - j , waargenomen tijdens het jaar t ;
9. $b_{k(t)}$ - marktaandeel van de binnenscheepvaart in het totale aantal ton van goed k , verzonden in het land (binnenlands vervoerd), tijdens het jaar t (ook macro-modaal aandeel

van de binnenvaart of, voor 1968, ook karakteristiek onderdeel van de binnenvaart genoemd);

10. c_1 en c_2 - willekeurige constante termen waardoor resp. de afvoerpotentialen ($\rho_{(68)}^i$) en de aanvoerpotentialen ($\lambda_{(68)}^j$) gedeeld worden, teneinde exacte multicollineariteit in de gebruikte modellen te vermijden;
11. $c_{(t)}^{ij}$ - transfertkost van regio i naar regio j, geeft de economische offers aan om een eenheid goederen te transporteren van regio i naar regio j in jaar t;
12. $c_{(t)}^{uv}$ ($uv \neq ij$) - transfertkost van regio u naar regio v (u en v \neq i en j), kan een kruiselings prijseffekt hebben op de op relatie ij vervoerde goederenkwantiteit;
13. $c_{b(t)}^{ij}$ - transfertkost binnenvaart van regio i naar regio j; geeft de economische offers aan om een eenheid goederen via de binnenscheepvaart te transporteren van regio i naar regio j in jaar t;
14. $c_{s(t)}^{ij}$ - transfertkost spoorvervoer van regio i naar regio j, geeft de economische offers aan om een eenheid goederen via het spoor te transporteren van regio i naar regio j in jaar t;
- 14_{bis} $c_{s(68)}^{ij}$ - spoortarief voor het transport van een eenheid goederen van regio i naar regio j, bepaald als het tarief van een volledige wagenlading niet-E.G.K.S.-goederen;
15. $c_{w(t)}^{ij}$ - transfertkost wegvervoer van regio i naar regio j, geeft de economische offers aan om een eenheid goederen via de weg te transporteren van regio i naar regio j in jaar t;
- 15_{bis} $c_{w(68)}^{ij}$ - transfertkost wegvervoer gebaseerd op steekproefgegevens over '68;
- 15_{ter} $c_{w(71)}^{ij}$ - transfertkost wegvervoer gebaseerd op Beneluxtarief 1971,

16. $D_{(t)}^j$ - aanvoerpotentiaal van regio j , geeft het belang van regio j als bestemmingsoord tijdens jaar t aan;
17. δ_{ij} - Kronecker's delta
 $\delta_{ij} = 1$ voor $i = j$, $\delta_{ij} = 0$ voor $i \neq j$;
18. e - basis van de natuurlijke logaritme;
19. f - voorstelling van een functie van een nog nader te specificeren vorm;
20. F - vaste kosten in de kostenvergelijking binnenscheepvaart;
 - deze omvatten : kapitaalkosten, personeelskosten, kosten van verzekering en onderhoud, vaar- en beheerskosten;
21. GK_{ton} - gemiddelde kostprijs voor het vervoer van één ton goederen van regio i naar regio j afhankelijk van het scheepstype;
22. i - index, variërend van 1 tot I , ter aanduiding van de oorsprongregio (cfr. Bijlage 1);
23. I - totaal aantal behandelde regio's;
24. j - index, variërend van 1 tot I , ter aanduiding van de bestemmingsregio (cf. Bijlage 1);
25. k - index, variërend van 1 tot K , ter aanduiding van de goederencategorie;
26. K - totaal aantal beschouwde goederencategorieën;
27. K_r - laadcapaciteit per reis van een binnenschip;
28. L_r - standaard laad- en lostijd per rotatie (rotatie = reis in één richting);
29. \ln - natuurlijk logaritme (basis e);
30. $\lambda_{(t)}^j$ - aanvoerpotentiaal van regio j tijdens jaar t , geëstimeerd als kleinste-kwadratencoëfficiënt bij de dummy variabelen q ;
31. n_r^{ij} - aantal reizen per jaar door een binnenschip op een

- bepaald traject (i-j) gemaakt;
32. n_s^{ij} - aantal sluizen voorkomend op het binnenvaarttraject i-j;
33. $O_{(t)}^i$ - afvoerpotentiaal van regio i tijdens jaar t, geeft het belang van regio i als herkomstregio tijdens jaar t aan;
34. $\hat{p}_k^i(t)$ - benaderend aandeel van goed k in de totale afvoer, voor zover aan binnenlandse bestemmingen geleverd, van regio i tijdens het jaar t;
35. Π - algemeen, wegingscoëfficiënt van een modale transfertkost in de samengestelde transfertkost $c_{(t)}^{ij}$
36. $\Pi_b^{ij}(t)$, $\Pi_{ij}^s(t)$, $\Pi_{ij}^w(t)$, wegingscoëfficiënten waarmee voor de relatie ij de kostengegevens van de drie modi (resp. binnenvaart, spoorvervoer en wegvervoer) moeten vermenigvuldigd worden om $w(t)$ tot één samengestelde transfertkost te komen;
37. q^v - dummy variabele die de waarde 0 of 1 aanneemt ngl. $v \neq j$ of $v = j$;
38. Q^{ij} - totale hoeveelheid goederen die jaarlijks via de binnenvaart tussen twee plaatsen vervoerd wordt ($Q_j = P_{(t)}^{ij} + B_{(t)}^{ji}$);
39. $\rho_{(t)}^i$ - afvoerpotentiaal van regio i tijdens jaar t, geëstimeerd als kleinste-kwadratencoëfficiënt bij de dummy variabelen y;
40. $S_{(t)}^{ij}$ - vervoerstroom via het spoor, in ton uitgedrukt, op de relatie i-j, waargenomen tijdens het jaar t;
41. $s_{k(t)}$ marktaandeel van het spoorvervoer in het totale aantal ton van een goed k, verzonden in het land (binnenlands vervoerd) tijdens het jaar t (ook macro-modaal aandeel van het spoorvervoer of, voor 1968, ook karakteristiek aandeel van het spoorvervoer genoemd);
42. s_b^{ij} - kilometrische afstand van het binnenvaarttraject i-j;
43. (t) - index, variërend van 1 tot T, ter aanduiding van het beschouwde jaar (Deze index wordt, ter onderscheiding

van goederencategorieën en regio's, steeds tussen haakjes vermeld);

44. T - totaal aantal te onderzoeken jaren;
45. $T_{(t)}^{ij}$ - totale goederenstroom (gesommeerd over de drie modi), in ton uitgedrukt, op de relatie i-j, waargenomen tijdens het jaar t;
46. TK^{ij} - totale jaarkosten van het vervoer via de binnenvaart op een bepaalde relatie voor een bepaald scheepstype;
47. t_r^{ij} - rotatietijd, tijd nodig voor een enkele reis op het traject i-j, via de binnenvaart;
48. t_s^{ij} - gemiddelde gebruikstijd van de sluizen specifiek voor een bepaald traject i-j;
49. v - gemiddeld haalbare snelheid in de binnenvaart (gelijk op iedere relatie en voor ieder scheepstype);
50. $v_{(t)}^{ij}$ - storingsterm op de relatie i-j, tijdens jaar t (voorkomend in equatie 1);
51. $w_{k(t)}$ marktaandeel van het wegvervoer in het totale aantal ton van goed k, verzonden in het land (binnenlands vervoerd) tijdens het jaar t (ook macro-modaal aandeel van het wegvervoer of, voor 196^a, ook karakteristiek aandeel van het wegvervoer genoemd);
52. $W_{(t)}^{ij}$ - vervoerstream via de weg, in ton uitgedrukt, op de relatie i-j, waargenomen tijdens het jaar t;
53. $x_b^{ij}(t)$ infrastructuurvariabele binnenvaart tijdens jaar t;
- virtuele afstand met de binnenvaart, d.i. de kilometrische afstand langs de waterwegen, gecorrigeerd voor wachttijden in de sluizen en voor de vaarrichting (met of tegen de stroom);
54. $x_s^{ij}(t)$ infrastructuurvariabele spoor tijdens jaar t;
- kilometrische afstanden, volgens de treingidsen, tussen de belangrijkste centra in regio i en regio j, gewogen met het relatief belang van deze centra;

55. $x_w^{ij}(t)$ - infrastructuurvariabele weg tijdens jaar t ;
- kilometrische afstanden, gebaseerd op het boek der wettelijke afstanden, tussen de belangrijkste centra van de regio's i en j , waarbij deze centra gewogen werden met het relatief belang van hun productie-activiteit;
56. y^u - dummyvariabele die de waarde 0 of 1 aanneemt ngl $u \neq i$ of $u = i$.