



STUDIECENTRUM VOOR ECONOMISCH EN SOCIAAL ONDERZOEK

DE MODALE AANDELEN IN
BELGISCHE GOEDERENSTROMEN

R. Bellens
G. Blauwens
L. Broeckx

werknota 7535/10.291

januari 1975

Universitaire Faculteiten St.-Ignatius
Prinsstraat 13 - 2000 Antwerpen
D/1975/1169/03

DE MODALE AANDELEN IN
BELGISCHE GOEDERENSTROMEN

R. Bellens
G. Blauwens
L. Broeckx

Een belangrijk luik in transportprognoses is de modale uitsplitsing, d.w.z. de voorspelling van de aandelen die de modi (spoor, weg, binnenvaart, ...) zullen hebben in een bepaalde transportopgave. Er bestaat over dit onderwerp een uitgebreide literatuur met zeer verschillende modellen (*), toegepast op zeer verschillende gevallen. In deze paper concentreren wij ons op een micromodaal uitsplitsingsmodel in de functieform van meerdimensionale logitanalyse en geschat uit een cross-sectie van geaggregeerde goederen. Deze vier kenmerken worden behandeld in paragrafen 1 tot 4. In paragraaf 5 wordt een toepassing op Belgische transportstromen gegeven. Paragraaf 6 ten slotte resumeert bondig de conclusies van het onderzoek.

(*) Voor een summier overzicht cfr. G. Blauwens, Een overzicht van prognosemodellen voor het goederenvervoer, SESO-werknota nr. 7430/10291, oktober 1974, inzonderheid blz. 15-18.

§1. MICRO-MODALE UITSPLOTSING

De opbouw van een modaal uitsplitsingsmodel hangt natuurlijk af van de vervoermarkt die men bestudeert. Om de modale aandelen in het totale goederenvervoer van een land te bestuderen, is een ander model vereist dan om de modale aandelen te verklaren in het vervoer van één specifieke goederencategorie. De modale uitsplitsing op een welbepaalde relatie tussen twee regio's, met gegeven infrastructuurvoorzieningen, moet bepaald worden met een ander model dan de modale uitsplitsing voor het nationale aggregaat van al dergelijke relaties.

Een innovatie in deze paper is het onderscheid tussen macro-modale en micro-modale uitsplitsing:

Macro-modale uitsplitsing is de bepaling van de modale aandelen in nationale vervoertotalen van diverse goederencategorieën. Indien wij de drie modi spoor, weg en binnenvaart onderscheiden, bepaalt een macro-modaal uitsplitsingsmodel voor de T te onderzoeken jaren en de K te onderzoeken goederencategorieën de aandelen

- $b_{k(t)}$ (marktaandeel van de binnenvaart in het totale aantal ton van goed k, verzonden in het land tijdens jaar t)
- $w_{k(t)}$ (marktaandeel van de weg in het totale aantal ton van goed k, verzonden in het land tijdens jaar t)
- $s_{k(t)}$ (marktaandeel van het spoor in het totale aantal ton van goed k, verzonden in het land tijdens jaar t).

De verklarende variabelen in deze macro-modale uitsplitsing zullen nationale grootheden zijn, zoals nationale capaciteitscijfers en nationale kostengegevens voor de drie modi.

In de micro-modale uitsplitsing daarentegen bepalen wij de modale aandelen op afzonderlijke relaties. De micro-modale uitsplitsing verklaart geen nationale aandelen van de modi in het vervoer van diverse goederencategorieën k (k=1...K). Zij verklaart de modale

aandelen in afzonderlijke goederenstromen van een regio van herkomst naar een regio van bestemming. Indien wij I verschillende regio's onderscheiden, bestaat er I^2 transportrelaties ij ($i, j=1 \dots I$) van regio i naar regio j . De micro-modale uitsplitsing laat toe de aandelen $b_{(t)}^{ij}$, $w_{(t)}^{ij}$ en $s_{(t)}^{ij}$ te bepalen die binnenvaart, weg en spoor zullen hebben op de diverse relaties ij tijdens de jaren t .

Uitsluitend steunend op de macro-modale uitsplitsing zouden wij de micro-modale aandelen als volgt bepalen:

$$b_{(t)}^{ij} = \sum_{k=1}^K p_{k(t)}^{ij} \cdot b_{k(t)}$$

$$w_{(t)}^{ij} = \sum_{k=1}^K p_{k(t)}^{ij} \cdot w_{k(t)}$$

$$s_{(t)}^{ij} = \sum_{k=1}^K p_{k(t)}^{ij} \cdot s_{k(t)}$$

waarin $p_{k(t)}^{ij}$ het aandeel is van goed k in de totale tonnage die tijdens jaar t vervoerd wordt van i naar j .

In woorden, wij zouden de micro-modale aandelen op een bepaalde relatie afleiden uit de samenstelling van het goederenpakket op deze relatie en uit de aandelen die de modi op nationaal vlak hebben in het vervoer van deze goederen.

In de realiteit echter zal men vaststellen dat op deze manier de micro-modale aandelen zeer slecht benaderd worden. Het aandeel van een modus zal op één relatie groter zijn en op een andere geringer, dan men zou vermoeden wanneer men uitsluitend afgaat op de samenstelling van het goederenpakket en de macro-modale aandelen in deze goederencategorieën. Deze afwijkingen zijn toe te schrijven aan eigenheden van de verschillende relaties, zoals hun infrastructuur, hun kilometrische afstand enz.

Zij vormen het onderwerp van de micro-modale uitsplitsing die voor de verschillende relaties ij ($i, j=1..I$) de deviaties

$$b_{(t)}^{ij} = \sum_{k=1}^K P_{k(t)}^{ij} \cdot b_{k(t)};$$

$$w_{(t)}^{ij} = \sum_{k=1}^K P_{k(t)}^{ij} \cdot w_{k(t)};$$

$$s_{(t)}^{ij} = \sum_{k=1}^K P_{k(t)}^{ij} \cdot s_{k(t)}$$

toeschrijft aan verklarende variabelen die niet van nationaal niveau zijn maar van lokaal niveau, d.w.z. eigen aan de individuele relatie.

Om voor een toekomstig jaar t de modale aandelen op een relatie te voorspellen, zullen wij zowel moeten steunen op de verklarende variabelen van de macro-modale als op die van de micro-modale uitsplitsing. De eerste geven wijzigingen van modale aandelen aan die zich op alle relaties in het land voordoen ten gevolge van macro-economische evoluties. De tweede geven additionele wijzigingen aan, beperkt tot afzonderlijke relaties, waar lokale factoren veranderen.

De voordelen van een afzonderlijke behandeling van macro-modale en micro-modale uitsplitsing liggen zowel op het terrein van de informatieverzameling als op dat van de functievorm:

Op het gebied van informatie is een essentieel verschil tussen beide modellen dat macro-modale uitsplitsing steunt op nationale grootheden die men alleen in een tijdreeks kan observeren, terwijl micro-modale uitsplitsing steunt op lokale variabelen, eigen aan de verschillende relaties en meestal alleen beschikbaar in de vorm van een cross-sectie. Rechtstreekse schatting van de micro-modale aandelen $b_{(t)}^{ij}$, $w_{(t)}^{ij}$ en $s_{(t)}^{ij}$ zowel uit macro-factoren

als uit micro-factoren zou vereisen dat men over een tijdreeks (tijdens de jaren t) van cross-secties (over relaties ij) beschikt, wat zelden het geval is.

Op het gebied van de functievorm wordt door afzonderlijke estimatie van de macro-modale aandelen $b_k(t)$, $w_k(t)$ en $s_k(t)$ de mogelijkheid bewaard, deze aandelen met een niet-lineaire functie te bepalen en ze nadien in het micro-modaal uitsplitsingsmodel toch in te voeren als een input waarbij zij lineair gesommeerd worden. Rechtstreekse schatting van de micro-modale aandelen als een met de goederenaandelen gewogen som van niet lineaire functies, zou een onhandelbare functievorm opleveren.

In deze paper beperken wij ons tot het micro-modale luik. Voor het jaar 1968 aanvaardden wij de geobserveerde macro-modale aandelen $b_k(68)$, $w_k(68)$ en $s_k(68)$ als gegeven. Wij onderzoeken het micro-modale aspect en verklaren de afwijkingen van de aandelen b_{ij}^{ij} , w_{ij}^{ij} en s_{ij}^{ij} op de relaties ij ($i,j=1\dots I$) tegenover deze gegeven macro-modale aandelen, toegepast op het goederenpakket van de relaties ij .

§2. MEERDIMENSIONELE LOGITANALYSE

Om de micro-modale aandelen b_{ij}^{ij} , w_{ij}^{ij} , s_{ij}^{ij} uit hun verklarende variabelen te berekenen, moet men een functievorm kiezen. Welke ook de waarden zijn die door de verklarende variabelen aangenomen worden, deze functievorm moet voldoen aan twee eisen van consistentie:

- 1) de aandelen van de modi moeten steeds positief zijn;
- 2) de aandelen van de modi moeten sommeren tot één (*)

(*) De opkomst van een vierde modus, de pijpleidingen, heeft voor enkele goederencategorieën tot gevolg dat de aandelen van spoor, weg en binnenvaart sommeren tot een getal, kleiner dan één. Hetzelfde kan gelden in grotere landen dan België waar het binnenlands vervoer als vierde modus de luchtvaart heeft. Dan moet men ofwel de analyse met de vierde modus uitbreiden ofwel de analyse expliciet beperken tot niet-luchtvaart, niet-pijpleiding-vervoer. Met deze interpretatie blijft de conditie gelden dat de modale aandelen sommeren tot één.

Heel wat modale uitsplitsingsmodellen voldoen niet aan deze - nochtans evidente - vereisten. Andere voldoen er wel aan, maar zijn beperkt tot twee modi. Met meer dan twee modi is men aangewezen op de functievorm van meerdimensionale logit-analyse (*). Deze komt hierop neer dat men het aandeel van één modus als noemer kiest en de verhouding van de andere aandelen tot deze noemer logaritmisch bepaalt uit de verklarende variabelen. Men stelt dus, ingeval het spoor als noemer gekozen wordt, volgende specificaties voor:

$$\log \frac{b_{ij}^{ij}(t)}{s_{ij}^{ij}(t)} = \text{functie van zekere variabelen}$$

$$\log \frac{w_{ij}^{ij}(t)}{s_{ij}^{ij}(t)} = \text{functie van zekere variabelen.}$$

Dit is gemakkelijk uit te breiden wanneer men meer dan drie modi wil onderscheiden. Algemeen, indien n modi bestaan, kiest men het aandeel van één modus als noemer en men bekomt n-1 te verklaren verhoudingen tussen modale aandelen.

Nadat het meerdimensionale logitmodel de verhoudingen tussen modale aandelen voorspeld heeft, kan men steeds aan het aandeel in de noemer (in bovenstaand voorbeeld $s_{ij}^{ij}(t)$) een bepaalde positieve waarde geven, zodanig dat alle aandelen positief zijn en sommeren tot één. Men dient slechts $s_{ij}^{ij}(t)$ gelijk te stellen aan:

$$\frac{1}{\bar{1}} + \left(\frac{b_{ij}^{ij}(t)}{s_{ij}^{ij}(t)} + \frac{w_{ij}^{ij}(t)}{s_{ij}^{ij}(t)} \right)^{-1}.$$

(*) Cfr. G. Blauwens, op.cit.

De benaming meerdimensionaal logitmodel steunt op het feit dat voor twee modi inderdaad het klassieke logitmodel teruggevonden wordt met in de teller het aandeel van één modus en in de noemer het complement van dit aandeel tot één.

Wij hebben voor meerdimensionale logitanalyse gekozen omwille van haar logische consistentie. Bovendien zullen wij de logit

binnenvaart ($\log \frac{b_{ij}(t)}{s_{ij}(t)}$) en de logit weg ($\log \frac{w_{ij}(t)}{s_{ij}(t)}$) functie

stellen van dezelfde verklarende variabelen. Inderdaad, indien een bepaalde grootte van invloed is op de verhouding tussen binnenvaart en spoor, dan beïnvloedt zij ook de verhouding tussen weg en spoor, tenzij men een hoogst onwaarschijnlijke assumptie zou maken zoals b.v. dat een vooruitgang van de binnenvaart in eenzelfde mate het aandeel van de weg als dat van het spoor zou aantasten.

Men kan aantonen, dat de keuze van een modus als noemer in deze specificaties een volkomen willekeurige aangelegenheid is. Bijvoorbeeld, indien men niet het spoor maar de weg als noemer kiest, moeten de coëfficiënten in de bepaling van

$\log \frac{s_{ij}(t)}{w_{ij}(t)}$ exact het tegengestelde zijn van de coëfficiënten die voorheen $\log \frac{w_{ij}(t)}{s_{ij}(t)}$ bepaalden. De kleinste kwadratenestimaties in de twee gevallen zullen hier inderdaad aan voldoen.

In paragraaf 5 kiezen wij de weg als noemer en deze keuze kan willekeurig gemaakt worden, zonder een verlies aan algemeenheid.

§3. ESTIMATIE UIT EEN CROSS-SECTIE

Een eenvoudig voorbeeld van een micro-modale uitsplitsingsfunctie, in meerdimensionale logitvorm, is het volgende:

$$\log \frac{b_{ij}(t)}{s_{ij}(t)} = \log \frac{\sum_{k=1}^K p_{k(t)}^{ij} b_{k(t)}}{\sum_{k=1}^K p_{k(t)}^{ij} s_{k(t)}} + \beta x_{ij}(t) + \text{constante} \quad (i,j=1\dots I, t=1\dots T)$$

waarin $x_{ij}(t)$ de maximale tonnemaat is van de schepen waarmee in jaar t het hele binnenvaarttraject tussen regio i en regio j kan bevaren worden. De afwijking van de logit binnenvaart tegenover de waarde die men berekent uit de goederensamenstelling en de macro-modale aandelen, wordt in deze simpele specificatie uitsluitend verklaard uit de tonnemaat die op de relatie in kwestie kan varen.

Daar de functie van toepassing is op verschillende tijdstippen t en verschillende relaties ij , kan de parameter β uit drie verschillende soorten van gegevens geschat worden:

- 1) een tijdreeks van modale aandelen en bevaarbaarheid op één en dezelfde relatie maar op verschillende momenten t ;
- 2) een cross-sectie van modale aandelen en bevaarbaarheid op verschillende relaties ij maar op één enkel moment t ;
- 3) een combinatie van beide, met modale aandelen en bevaarbaarheid op verschillende relaties ij en verschillende momenten t .

De eerste soort van gegevens zal meestal ontoereikend zijn om in de praktijk een micro-modale uitsplitsingsfunctie te schatten. Immers, bevaarbaarheid en andere infrastructuurvariabelen, eigen aan afzonderlijke relaties, evolueren zeer traag over de tijd. Zelfs in een lange tijdreeks loopt men het risico dat al deze verklarende variabelen constant zijn, wat de bepaling van hun invloed verhindert.

Om enige variantie van de verklarende variabelen te bekomen moet men in de gegevens het cross-sectieëlement betrekken van verschillende relaties met verschillende infrastructuur. Ofwel baseert men zich uitsluitend op cross-sectie ofwel zal men met de tijdreeks een cross-sectie moeten combineren.

In onze toepassing steunen wij uitsluitend op cross-sectie: de micro-modale aandelen $b_{(68)}^{ij}$, $s_{(68)}^{ij}$, $w_{(68)}^{ij}$ zoals zij voor verschillende relaties ij in het jaar 1968 geobserveerd werden (*). Combinatie met een tijdreeks was uitgesloten omdat alleen voor het jaar 1968 de micro-modale aandelen gekend zijn.

Het feit dat wij uit een cross-sectie: estimeren heeft tot gevolg dat eerder lange-termijn- dan korte-termijneffecten gemeten worden. De infrastructuurverschillen tussen diverse relaties (b.v. Albertkanaal tussen Antwerpen en Luik versus Schelde tussen Antwerpen en Gent) hebben voor het overgrote deel reeds bestaan gedurende tientallen jaren. Zij hebben alle tijd gehad om hun invloed te laten gelden in de modale aandelen op de verschillende relaties. In tijdreeksanalyse daarentegen estimateert men alleen korte-termijneffecten: de invloed die een infrastructuurwijziging op een bepaalde relatie nog tijdens het lopende jaar uitoefent. Dit korte-termijneffect is zeer gering. Om met tijdreeksen zinvolle estimaties te doen, zou men dan ook expliciet moeten rekening houden met vertragingen.

(*) Bij steekproef over de maand oktober, die als representatief voor het jaar beschouwd werd in de studie van het Bureau voor Economische Programmatie, Plan 1971-1975, Productiesectoren, Afdeling 1: Vervoer, Brussel, 1971. Er werden tien regio's onderscheiden, zoals vermeld in bijlage 1. Deze tien regio's bevatten niet het hele Belgische grondgebied.

§4. OVER GOEDEREN GEAGGREGEEERDE GEGEVENS

De studie van het B.E.P. (*) vermeldt niet de samenstelling van het goederenpakket op de diverse relaties ij . Zij bevat alleen de totale transportkwantiteit van de drie modi op de verschillende relaties, gesommeerd over alle goederencategorieën. Meer is over de goederenstromen van herkomst naar bestemming niet gepubliceerd.

De aandelen $p_{k(68)}^{ij}$ ($k=1\dots K$) van diverse goederencategorieën k en het transportpakket van een relatie ij zijn dus niet gekend. Wij kunnen alleen werken met proxies die deze aandelen zo goed mogelijk benaderen. Deze proxies \hat{p}_k^{ij} berekenen wij uit hetgeen gekend is over de economische activiteit in de herkomstregio i . De berekening geschiedt als volgt:

$$\hat{p}_{k(68)}^{ij} = \frac{p_{k(68)}^i / \bar{T}_{k(68)} - H_{k(68)} - \bar{T} + H_{k(68)}^i}{X_{(68)}^i}$$

waarin: $H_{k(68)}^i$ de zeehaveninvoer is in ton van goederencategorie k in regio i tijdens jaar 1968 (**). (Deze haventrafiek moet verder afgevoerd worden per spoor, langs de binnenvaart of over de weg en bepaalt dus mede de hoeveelheid van goed k in de goederenstromen die in regio i vertrekken);

$$H_{k(68)} = \sum_{i=1}^I H_{k(68)}^i \text{ de totale zeehaveninvoer in ton}$$

van goed k in het land tijdens jaar 1968 (**);

$$T_{k(68)} = \text{totaal vervoer in ton van goed } k \text{ binnen het}$$

rijk tijdens jaar 1968 (**);

(*) Bureau voor Economische Programmatie, op.cit.

(**) Bepaald uit N.I.S., Jaarstatistiek, Internationale Trafiek der Zeehavens, Zie bijlage 2.

(***) Volgens N.I.S., Statistieken van Handel en Vervoer, (geaggregeerd in de gepaste goederencategorieën). Zie bijlage 3.

$\overline{T}_{k(68)} - H_{k(68)} - \overline{T}$ = totaal vervoer van goed k, niet afkomstig van zeehaveninvoer (maar te beschouwen als binnenlands geproduceerd);

$P_{k(68)}^i$ = aandeel van sector k in regio i, in de totale output van sector k in het rijk die aan binnenlandse bestemmingen geleverd wordt (*);

$$X_{(68)}^i = \sum_{k=1}^K \overline{P}_{k(68)}^i \cdot (\overline{T}_{k(68)} - H_{k(68)} - \overline{T} + H_{k(68)}^i - \overline{T})$$

de totale afvoer van regio i, gesommeerd over alle goederen

Het benaderend aandeel \hat{p}_{k}^{ij} van goed k op relatie ij berekenen wij dus als het aandeel van goed k in de afvoer van regio i. Dit laatste vindt men door de haveninvoer van goed k in regio i te vermeerderen met het regionale aandeel in de binnenlands geproduceerde afvoer. (De lezer zal zich wellicht afvragen waarom de afvoer bepaald wordt door aan de binnenlands geproduceerde afvoer alleen de haveninvoer van de regio toe te voegen en niet zijn totale invoer. De reden schuilt in de statistische definitie van regionale afvoerstromen en binnenlands vervoer. Hierin zijn enkel opgenomen de goederen die in de regio's geladen worden, d.w.z. ofwel nadat zij er geproduceerd zijn ofwel na een vrachtbreuk volgend op import. Dergelijke vrachtbreuk, wanneer men in ton rekent, doet zich bijna uitsluitend voor in zeehavens. De klassieke import per spoor, weg of binnenvaart die zonder vrachtbreuk door een regio transiteert wordt beschouwd als import en is niet opgenomen in de binnenlandse vervoerstatistiek $T_{k(68)}$, noch in de stromen van regio tot regio waarvoor wij de modale aandelen verklaren)

(*) Op basis van N.I.S., - Structuur van de Binnenlandse Industriële Leveringen, Statistisch Tijdschrift, nr.1, 1971; - Economische Groei van Provincies en Taalstreken, Statistisch Tijdschrift, nr.5, 1973; - Input-Outputtabel van België voor 1965, Statistisch Tijdschrift, nr. 10-11-12, 1970. Zie bijlage 4.

Wij onderscheiden in al deze berekeningen negen goederencategorieën ($k=1..9$), zodanig gedefinieerd (*) dat combinatie mogelijk is van haven-, vervoer- en regionale outputstatistieken.

§5. EEN TOEPASSING OP BELGISCHE GOEDERENSTROMEN

Bijlage 6 vermeldt per modus de vervoerstromen tussen de tien Belgische regio's, in het B.E.P.-onderzoek. Deze tabel levert de te verklaren micro-modale aandelen op. Alhoewel de tabel van het binnenlands vervoer 90 observaties bevat (de intra-regionale stromen werden niet gerekend), gebeurt de schatting slechts op basis van 71 waarnemingen. Negentien relaties worden geweerd, waarop volgens de steekproef minder dan één ton vervoerd werd. Deze grens van één ton werd arbitrair gesteld, maar is te verkiezen boven het opnemen van alle observaties: In de steekproef die beperkt is tot de ene maand oktober speelt het toeval een te grote relatieve rol; wanneer het gaat om relaties die tijdens die maand slechts één of geen verzendingen hebben gekend. Opname van deze negentien relaties zou uitgesproken heteroscedasticiteit van de storingsterm meebrengen (**).

Om de micro-modale aandelen op de 71 relaties te verklaren werd van volgende specificaties vertrokken:

$$(1) \ln \frac{b_{ij}(68)}{w_{ij}(68)} = \ln \left\{ \frac{\sum_{k=1}^K \hat{p}_{k(68)}^{ij} \cdot b_{k(68)}}{\sum_{k=1}^K \hat{p}_{k(68)}^{ij} \cdot w_{k(68)}} \right\} + \beta_{1,i} + \gamma_{1,j} \\ + \beta_{1,11} x_{11}^{ij} + \beta_{1,12} x_{12}^{ij} + \beta_{1,13} x_{13}^{ij}$$

(*) De negen goederencategorieën zijn vermeld in bijlage 5.

(**) In verband met deze selectie van observaties, zie H. LINNEMAN, An Econometric Study of International Trade Flows, Amsterdam 1966, blz. 63 et seq.

$$(2) \ln \frac{s_{ij}^{(68)}}{w_{ij}^{(68)}} = \ln \left\{ \frac{\sum_{k=1}^K \hat{p}_{k(68)}^{ij} \cdot s_{k(68)}}{\sum_{k=1}^K \hat{p}_{k(68)}^{ij} \cdot w_{k(68)}} \right\} + \beta_{2,i} + \gamma_{2,j}$$

$$+ \beta_{2,11} x_{11}^{ij} + \beta_{2,12} x_{12}^{ij} + \beta_{2,13} x_{13}^{ij}$$

In deze meerdimensionale logitmodellen dient dus het aandeel van de weg als noemer. Wij verklaren de micro-modale aandelen in afwijking van de verwachte waarde die zij hebben volgens de eerste term in het rechterlid. Deze term steunt op de samenstelling van het goederenpakket \hat{p}_k^{ij} ($k=1\dots K$), berekend zoals beschreven in §4, en op de nationale modale aandelen $b_{k(68)} s_{k(68)} w_{k(68)}$ zoals zij voor de K goederencategorieën in dat jaar geobserveerd werden (*). De afwijkingen van de micro-modale aandelen tegenover deze macro-modaal berekende term worden bepaald met behulp van 23 parameters. De eerste voetletter duidt de equatie aan waarin deze parameters optreden, de tweede geeft de betekenis aan van de parameter. Zo is

$\beta_{1,i}$: constante waarmee de logit binnenvaart $\left(\ln \frac{b_{ij}^{(68)}}{w_{ij}^{(68)}} \right)$

moet verhoogd worden voor alle relaties vertrekkend uit regio i,

$\beta_{2,i}$: idem voor de logit spoor;

$\gamma_{1,j}$: constante waarmee de logit binnenvaart $\left(\ln \frac{b_{ij}^{(68)}}{w_{ij}^{(68)}} \right)$

moet verhoogd worden voor alle relaties aankomend in regio j;

$\gamma_{2,j}$: idem voor de logit spoor;

$\beta_{1,11}$ en $\beta_{2,11}$: effect van de binnenvaartinfrastructuur;

$\beta_{1,12}$ en $\beta_{2,12}$: effect van de kilometrische afstand;

$\beta_{1,13}$ en $\beta_{2,13}$: effect van autostrades.

(*) N.I.S., Statistieken van Handel en Vervoer, Zie bijlage 7.

De verklarende variabelen x_{11}^{ij} tot x_{13}^{ij} zijn als volgt gedefinieerd:

- x_{11}^{ij} (binnenvaartinfrastructuur) = logaritme van de prijs volgens D.R.B. tarief voor een representatieve vracht, verzonden over de afstand tussen i en j in schepen van de maximale tonnemaat die tussen i en j via het goedkoopste traject kunnen varen. (Dit is een infrastructuurvariabele, daar zij alleen afhangt van afstand en diepgang.) (*);
- x_{12}^{ij} (kilometrische afstand) = logaritme van de afstand, 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 (**);
- x_{13}^{ij} (autostrades) = procentueel aandeel van autostrades in de totale lengte van de weg tussen regio's i en j (**

De equaties (1) en (2) verklaren dus de micro-modale aandelen uit eigenheden van de relatie zelf (haar afstand, haar weg en haar binnenvaartinfrastructuur) en uit eigenheden van de betrokken regio's die zich uiten in een verschillende constante naargelang de herkomst en naargelang de bestemming.

De estimatie van de 23 parameters in elke euqatie met behulp van meervoudige regressieanalyse is een routine-aangelegenheid(****). Alleen de behandeling van de naar herkomst en bestemming gedifferentieerde constanten is het vermelden waard: Deze parameters worden geschat als coëfficiënten bij dummy-variabelen. De dummy, geassocieerd met $\beta_{1,i}$ (of $\beta_{2,i}$) is één voor alle vervoerstromen die in regio i vertrekken en nul voor de andere vervoerstromen. De dummy, geassocieerd met $\gamma_{1,j}$ (of $\gamma_{2,j}$) is één voor alle vervoerstromen die in regio j eindigen en nul voor de andere.

(*) Zie bijlage 8. Dienst voor Regeling der Binnenvaart - Antwerpen, Prijzen Binnenscheepvaart op de Relatie ij .

(**) Zie bijlage 9. HOUET en CLEEREN, Boek der Wettelijke Afstanden, Brussel 1970.

(***) Zie bijlage 10. Aandeel van de Autowegen in procenten uitgedrukt.

(****) Hiervoor werd gebruik gemaakt van de diensten van het Rekencentrum UFSIA en een aangepaste versie van het IBM-regressieprogramma REGRE.

Zoals met dummy-variabelen wel meer het geval is (*) vertonen de specificaties (1) en (2) exacte multicollineariteit. Men ziet inderdaad dat een willekeurig getal kan afgetrokken worden van elk der bestemmingsconstanten $\gamma_{1,j}$ of $\gamma_{2,j}$ ($j=1..10$) en toegevoegd aan elk der oorsprongsconstanten $\beta_{1,i}$ of $\beta_{2,i}$ ($i=1..10$), zonder de numerieke waarde van de uitdrukking te wijzigen. Immers, elke relatie ij bevat precies één oorsprongsconstante en één bestemmingsconstante. In de oorsprongs- en bestemmingsconstante zit een vrijheidsgraad die men op willekeurige manier kan hanteren, zonder iets te wijzigen aan de berekende waarden. Het staat ons vrij, aan één constante, voorafgaandelijk aan de regressie, een willekeurige waarde te geven en de negentien andere constanten dan met regressieanalyse te schatten. Wij kiezen zowel in equatie (1) als in equatie (2) de oorsprongsconstante van regio 1 (resp. $\beta_{1,1}$ en $\beta_{2,2}$) gelijk aan nul. Wij hadden ook deze oorsprongsconstante van regio 1 kunnen gelijk stellen aan een andere waarde, bv. 47,5, maar men ziet duidelijk het triviale karakter van deze wijziging in: de nieuwe schattingen van de negen andere oorsprongsconstanten zouden alle 47,5 hoger liggen en die van alle bestemmingsconstanten 47,5 lager, met exact dezelfde berekende waarden, exact dezelfde R^2 , enz. Even duidelijk is het, dat wij in plaats van $\beta_{1,1}$ of $\beta_{2,1}$ ook een andere constante kunnen kiezen voor willekeurige bepaling, bv. $\beta_{1,2}$ of $\gamma_{2,7}$. Dit verandert evenmin iets aan de berekeningen (**). (Vingerwijzing: volgens onderstaande estimaties is voorafgaandelijke gelijkstelling van $\beta_{1,2}$ aan nul niets anders dan voorafgaandelijke gelijkstelling van $\beta_{1,1}$ aan 2,48890.)

(*) Cfr. J. JOHNSTON, Econometric Methods, MacGraw-Hill, New-York 1960, blz. 176 et seq.; C.R. FRANK, jr., Statistics and Econometrics, Holt., Rinehart and Winston, Inc., New York 1971, blz. 260 et seq.

(**) idem.

Kleinste kwadratenestimatie op basis van de 71 waarnemingen levert op:

in equatie (1) (logit binnenvaart)

$\beta_{1,1} = 0,00000$	$\gamma_{1,1} = 3,39715$
$\beta_{1,2} = -2,48890$	$\gamma_{1,2} = 1,43468$
$\beta_{1,3} = -0,13840$	$\gamma_{1,3} = 1,52629$
$\beta_{1,4} = -1,15274$	$\gamma_{1,4} = 2,52145$
$\beta_{1,5} = -1,06268$	$\gamma_{1,5} = 1,97849$
$\beta_{1,6} = 0,43589$	$\gamma_{1,6} = 1,74512$
$\beta_{1,7} = -0,71183$	$\gamma_{1,7} = 0,15837$
$\beta_{1,8} = -0,54232$	$\gamma_{1,8} = 1,80043$
$\beta_{1,9} = -1,91820$	$\gamma_{1,9} = 2,13710$
$\beta_{1,10} = -1,46571$	$\gamma_{1,10} = 0,94123$
$\beta_{1,11} = -1,33995$	
$\beta_{1,12} = 1,12781$	
$\beta_{1,13} = -0,00159$	
$R^2 = 0,49579$	

In deze regressie hebben wij dus voorafgaandelijk gekozen voor het vergelijkingspunt $\beta_{1,1}=0,0000$. De oorsprongsconstante van regio 1 (Antwerpen-St.-Niklaas) is nul. Men ziet in de kolom $\beta_{1,1}$ tot $\beta_{1,10}$ dat de afvoer van Antwerpen-St.-Niklaas het meest op binnenvaart georiënteerd is, terwijl die van regio 2 (Brussel) het minst op binnenvaart gericht is, terwijl regio's 4 (Charleroi) en 5 (Luik) zowat een middenpositie innemen. Dit stemt overeen met wat men intuïtief reeds wist.

Uit de kolom $\gamma_{1,1}$ tot $\gamma_{1,10}$ blijkt dat ook het feit van bestemd te zijn voor Antwerpen aan een vervoerstrook een groter binnenvaartaandeel geeft. Omgekeerd wordt het aandeel van de binnenvaart het sterkst vermindert door het feit dat regio 7 (Namen) de bestemming is. Dit bevestigt weer wat men op voorhand reeds kon vermoeden.

Uit de schatting van $\beta_{1,11}$ blijkt dat een verslechtering van de binnenvaartinfrastructuur, zodanig dat de transportkost met één procent stijgt, een vermindering veroorzaakt van de binnenvaart/weg-verhouding ten belope van ca. 1,15 %. De kilometrische afstand, zoals blijkt uit $\beta_{1,12}$, verhoogt de verhouding binnenvaart/weg met elasticiteit 1,12, terwijl de aanleg van autostrades deze verhouding vermindert met een coëfficiënt -0,00159. Dit zijn steeds logische resultaten, waarbij alleen de zeer geringe invloed van autostrades misschien enige verbazing zou kunnen wekken.

Wat het spoor betreft bekomen wij:

in equatie (2) (logit spoor)

$\beta_{2,1} = 0,00000$	$\gamma_{2,1} = -2,70311$
$\beta_{2,2} = -0,11270$	$\gamma_{2,2} = -4,32863$
$\beta_{2,3} = 0,94611$	$\gamma_{2,3} = -2,49084$
$\beta_{2,4} = 1,35620$	$\gamma_{2,4} = -1,68002$
$\beta_{2,5} = -0,01036$	$\gamma_{2,5} = -3,88507$
$\beta_{2,6} = 1,18493$	$\gamma_{2,6} = -6,40061$
$\beta_{2,7} = 1,59504$	$\gamma_{2,7} = -4,75233$
$\beta_{2,8} = 0,12555$	$\gamma_{2,8} = -3,22343$
$\beta_{2,9} = 0,84177$	$\gamma_{2,9} = -4,90620$
$\beta_{2,10} = -3,08676$	$\gamma_{2,10} = -6,13245$
$\beta_{2,11} = 0,53266$	
$\beta_{2,12} = 0,26016$	
$\beta_{2,13} = 0,00472$	

$$R^2 = 0,64235$$

Uit de schattingen van oorsprong- en bestemmingsconstante blijkt dat de afvoer van regio 7 (Namur) bijzonder sterk op het spoor georiënteerd is, onmiddellijk gevolgd door regio's 4 (Charleroi) en 6 (Hasselt). Het feit dat Antwerpen herkomst is van de vervoerstroom heeft in tegenstelling tot de binnenvaart geen bijzonder groot effect: De oorsprongsconstante van regio 1 neemt ongeveer een middenplaats in. Bijzonder nadelig voor het spoor blijkt het feit te zijn dat men verzendt uit regio 10 (Kotrijk-Roeselare-Tielt).

Aan bestemmingszijde is opvallend dat regio 6 (Hasselt) als bestemming een uitzonderlijk gering spoorandeel heeft, in tegenstelling tot zijn afvoer die bijzonder spoorintensief was.

De schatting van $\beta_{2,11}$ geeft aan dat verslechtering van de binnenvaartinfrastructuur, met een kostenstijging van 1 %, de spoor/weg verhouding doet toenemen met ongeveer 0,53 %. Het spoor is dus meer dan het wegvervoer een directe concurrent van de binnenvaart. Het profiteert meer van factoren die de binnenvaart benadelen (en omgekeerd lijdt sterker onder infrastructuurverbeteringen van de binnenvaart).

De schatting van $\beta_{2,12}$ is zoals die van $\beta_{1,12}$ groter dan nul. Met toenemende afstand neemt dus niet alleen de verhouding binnenvaart/weg toe maar ook de verhouding spoor/weg. Dit bevestigt het reeds lang gekende feit dat afstand in het nadeel van de weg speelt.

Eigenaardig is het teken van $\beta_{2,13}$. De aanleg van autostrades zou een positieve invloed hebben op de verhouding spoor/weg! Dit zou betekenen dat het spoor op de aanleg van autostrades reageert, b.v. door tariefmaatregelen, en zelfs dat deze reactie overgedoseerd wordt. Deze uitleg is logisch maar toch niet zo plausibel en geloofwaardig, dat men zonder meer het bekomen positieve teken kan aanvaarden.

Met uitzondering van $\beta_{2,13}$ zijn onze schattingen in overeenstemming met wat het gezonde verstand dacht. Een belangrijke vraag is echter de statistische kwaliteit van de schattingen en hun significantie. Deze wordt nu onderzocht.

a) Significantie van de verschillen in oorsprongsconstanten

De eerste term in het rechterlid van equaties (1) en (2) geeft reeds de invloed aan die een oorsprongsregio uitoefent op de modale aandelen in zijn afvoerstromen door de samenstelling van zijn produktiepakket. De aandelen $\hat{p}_{k(68)}^{ij}$ van de goederencategorieën k op relatie ij hebben wij inderdaad becijferd uit activiteitsgegevens van de oorsprongsregio i .

Wij zouden dus kunnen verwachten dat alle oorsprongsconstanten $\beta_{1,i}$ of $\beta_{2,i}$ ($i=1\dots 10$) nul zijn, geen onderling verschil vertonen: De invloed die het afkomstig zijn uit een bepaalde oorsprongsregio uitoefent op de modale aandelen, is in principe reeds bevat in de eerste term van (1) en (2) welke rekening houdt met de samenstelling van het afvoerpakket in die oorsprongsregio.

De nulhypothese echter $\beta_{1,1}=\beta_{1,2}=\dots=\beta_{1,10}$ wordt significant ontkend door de estimaties. De toets voor deze 9 lineaire restricties:

$$F(9,49) = \frac{(\text{Toename residuele variantie door de 9 restricties})/9}{(\text{Residuele variantie zonder restricties}) / 49}$$

waarin 49 het aantal vrijheidsgraden is in de regressieanalyse van equaties (1) en (2), geeft volgende waarden:

in equatie (1) : $F(9,49) = 2,399$

in equatie (2) : $F(9,49) = 3,682$

te vergelijken met kritische $F(9,49)$ op niveau 5 % van 2,075
op niveau 1 % van 2,79.

Buiten de samenstelling van het totale afvoerpakket oefent het afkomstig zijn uit een zekere oorsprongsregio dus nog andere significante invloeden uit. Deze andere invloeden zijn wellicht:

- infrastructuurelementen eigen aan de regio (de ligging van zijn industrieterreinen ten opzichte van de transportinfrastructuur, de mate waarin deze terreinen op het net aangesloten zijn, enz.);
- in onze berekening verwaarloosde elementen van samenstelling van het goederenpakket (in de eerste term van het rechterlid in (1) en (2) worden slechts negen goederencategorieën onderscheiden. Op dergelijk niveau van aggregatie zijn de goederencategorieën natuurlijk niet homogeen. Zij bevatten niet

expliciet behandelde subcategorieën die een verschillende geschiktheid voor binnenvaart, spoor en wegvervoer vertonen. Deze samenstelling in subcategorieën is niet noodzakelijk in alle herkomstregio's dezelfde);

- eventueel een regionaal-politieke structuur in het tarificatie- en promotiegedrag van spoor en/of binnenvaart, waarbij zekere regio's systematisch bevoordeeld en andere systematisch benadeeld worden, ook wanneer zij over dezelfde infrastructuur beschikken en, op het niveau van de negen categorieën, dezelfde goederen voortbrengen.

b) significantie van de verschillen in bestemmingsconstanten

A priori verwacht men dat tussen het bestemmingsconstanten wel degelijk een significant verschil zal bestaan. Immers, wij hebben wel rekening gehouden met de oorsprongsregio om de verwachte waarde van de goederenaandelen op een bepaalde relatie te bepalen, maar wij hebben compleet de invloed van de bestemming op dit goederenpakket verwaarloosd. De invloed van de samenstelling der economische activiteit in een regio op de samenstelling van zijn aanvoerstromen en vandaar op de modale aandelen in die aanvoerstromen, moet nog volledig vertolkt worden door de bestemmingsconstanten.

Men vindt inderdaad significant verschillende bestemmingsconstanten, zoals blijkt uit de F-toetsen:

in equatie (1) : $F(9,49) = 2,295$

in equatie (2) : $F(9,49) = 6,220$

Deze significante invloed die het bestemd zijn voor een bepaalde regio uitoefent, nadat met kilometrische afstand van de relatie en haar binnenvaart- en weginfrastructuur reeds rekening gehouden werd, is toe te schrijven aan

- infrastructuurelementen eigen aan de regio (zie significantie van de verschillen in oorsprongsconstanten);
- samenstelling van het regionaal invoerpakket (beïnvloed door de verschillende soorten van inputs, benodigd in tussen regio's verschillende soorten van activiteit);
- regionaal-politieke structuren (zie significantie van de verschillen in oorsprongsconstanten).

c) significantie van de infrastructuurvariabelen en kilometrische afstand

Of de infrastructuurvariabelen x_{11}^{ij} en x_{13}^{ij} en de kilometrische afstand x_{12}^{ij} significant van invloed zijn op de modale keuzen blijkt uit de t-toetsen op de geassocieerde coëfficiënten. Deze t-waarden ten opzichte van nul bedragen:

voor $\beta_{1,11}$	$t = -1,165$
voor $\beta_{2,11}$	$t = 0,431$
voor $\beta_{1,12}$	$t = .1,298$
voor $\beta_{2,12}$	$t = 0,279$
voor $\beta_{1,13}$	$t = -0,209$
voor $\beta_{2,13}$	$t = 0,579$

Op het gebied van significantie zijn deze zes estimaties teleurstellend. Allezins is de t-waarde onvoldoende om te concluderen dat het verrassende positieve teken van $\beta_{2,13}$ moet aanvaard worden. A priori is de nulhypothese dat $\beta_{2,13} < 0$ (autostrades de verhouding spoor/weg negatief beïnvloeden) zo waarschijnlijk, dat men werkelijk een strenge significantiedrempel zou stellen om een positieve coëfficiënt te aanvaarden. Men kan zeker niet, met een t-waarde van 0,579, beslissen een prognose te maken waarbij de aanleg van autostrades de verhouding spoor/weg verhoogt. Het is beter, met de autostrades geen rekening te houden, dan deze onwaarschijnlijke en niet voldoende aangetoonde positieve parameter te aanvaarden.

Het gebrek aan significantie is minder bezwaarlijk in het geval van de vijf andere parameters, die zich in een a priori verwacht interval bevinden. Natuurlijk wijst het ook voor deze estimaties op een statistische inaccuratesse. Men moet ook voor deze vijf parameters rekening houden met een grote relatieve standaardfout en derhalve met zwakke prestaties in prognose.

Daar niet voor alle parameters in de twee vooropgestelde equaties significante schattingen gevonden worden, hebben wij experimenten ondernomen met varianten op deze specificaties. Al deze varianten behouden de oorsprongs- en bestemmingsconstanten, die immers zeer relevant gebleken zijn. Men experimenteert echter met de infrastructuurvariabelen van de relaties door:

- toevoeging van infrastructuurvariabelen voor het spoor (zoals afstand gemeten over het spoor);
- andere definitie van de infrastructuurvariabelen voor de binnenvaart (zoals aandeel in het totale traject van de kanalen bomen 2.000 ton).

Deze experimenten, met steeds andere combinaties en definities van infrastructuurvariabelen, leveren geen betere resultaten op dan equaties (1) en (2). Men bekomt nog steeds t-waarden beneden de gebruikelijke significantiedrempels. Verschillende parameterestimaties vertonen een teken dat volgens a priori kennis onaanvaardbaar is. (B.v. de binnenvaart verhoogt haar aandeel wanneer kanalen van 1350 ton door kanalen van 600 ton vervangen worden.) Op voorhand hebben wij ook weinig heil van die experimenten verwacht:

Wat de spoorinfrastructuur betreft, moet rekening gehouden worden met het zeer gecompliceerde karakter van het beleid der Belgische Spoorwegen. Het is geweten dat zij zeer duidelijk rekening houden met de concurrentie van weg en binnenvaart (reeds opgenomen in onze infrastructuurvariabelen) en met regionaal-politieke overwegingen (aanwezig in de oorsprongs- en bestemmingsconstanten). Dit beleid echter, geruggesteund door overheidssubsidies, vertolkt minder duidelijk de eigen bedrijfskosten en de eigen infrastructuur.

Wat de binnenvaart betreft, kon bij voorbaat ook reeds vermoed worden dat technische kenmerken van de infrastructuur een minder goede verklaring zouden opleveren dan de reeds gebruikte kostenindicator x_{11}^{ij} , die op zeer synthetische wijze het economisch impact samenvoegt dat deze kenmerken werkelijk uitoefenen op de kostprijs.

Het moet dan ook geen verwondering baren, dat geen enkele van de ca. dertig varianten die beproefd werden, betere resultaten opleveren dan (1) en (2).

§6. SUMMIERE CONCLUSIE

Volgende vaststellingen zijn het noteren waard:

- 1) Het aandeel van de modi wordt op beduidende wijze bepaald door de regio's van herkomst en bestemming. Wat de herkomst betreft is dit bovendien niet uitsluitend toe te schrijven aan de samenstelling van het goederenpakket dat in deze regio aangeboden wordt. Andere regionale factoren (aanwezig in de oorsprongsconstanten) spelen nog een beduidende rol.
- 2) Het aandeel van de modi hangt op gevoelige wijze af van de kilometrische afstand der verzending en van de binnenvaart-infrastructuur. Indien de afstand met 1 % toeneemt moet men een stijging verwachten van de verhouding binnenvaart/weg met 1,13 % en van de verhouding spoor/weg met 0,26 %. Indien de infrastructuur van de binnenvaart verslechtert zodanig dat de vervoerkost 1 % stijgt, moet men verwachten dat de verhouding binnenvaart/weg met 1,15 % daalt en de verhouding spoor/weg met 0,53 % stijgt.
- 3) Niet alle schattingen in de gekozen specificaten zijn statistisch accuraat. Dit gebrek is waarschijnlijk toe te schrijven:

- a) wat betreft kilometrische afstand en binnenvaartinfrastructuur, aan een zekere multicollineariteit tussen deze twee variabelen, voortvloeiend uit de invloed die kilometrische afstand uitoefent op de kostprijs van de binnenvaart;
 - b) wat betreft autostrades, aan het te geringe tijdsverloop tussen hun aanleg en het analysejaar 1968 om alle langetermijneffecten te observeren.
 - c) over het algemeen, aan de tekortkomingen van het statistisch materiaal, zowel met betrekking tot de afhankelijke variabelen (die alleen bij steekproef over de maand oktober 1968 bepaald werden) als tot de verklarende (b.v. samenstelling van het goederenpakket, die uitsluitend gestimateerd werd uit de samenstelling van het aanbod in de herkomstregio.)
- 4) De residuele variantie in de geschatte equaties is groot. Dit suggereert dat met betrekking tot de modale uitsplitsing de relaties zeer specifieke kenmerken vertonen, die niet gemeen zijn aan alle afvoerrelaties van een herkomstregio noch aan alle aanvoerrelaties van een bestemmingsregio, maar eigen aan de individuele relatie en niet te vatten in de geteste infrastructuurvariabelen.

Bij aanwending in een prognose is de residuele variantie niet noodzakelijk een groot probleem. Deze variantie is immers een contemporaine variantie tussen verschillende relaties. Niets zegt dat de variantie van de storingsterm op één bepaalde relatie over de tijd even groot is. Zij kan kleiner zijn en zij kan groter zijn.

Een duidelijk probleem in prognose is echter wel de hoge standaardfout van de parameterestimaties. Verder onderzoek moet op een reductie van deze standaardfouten aansturen. Belangrijke stappen in die richting vereisen bijkomende informatieverzameling:

- werkelijke goederenaandelen p_k^{ij} op afzonderlijke relaties (in plaats van de berekende aandelen \hat{p}_k^{ij});
- werkelijke afstandsgemiddelden voor de verzendingen van regio naar regio (in plaats van de gewogen afstanden tussen regionale centra);
- verdere desaggregatie van goederencategorieën (in meer dan negen groepen).

Op het ogenblik dat deze paper geschreven wordt, tracht men de werkelijke goederenaandelen p_k^{ij} te vinden uit niet gepubliceerde documentatie. Er is weinig kans dat men statistisch onderzoek over afstandsgemiddelden en goederendesaggregatie tot een goed einde zou brengen zonder enorme kosten van informatieverzameling.

BIJLAGE 1. BEHANDELDE REGIO'S

i=1...I	Omschrijving
1	Antwerpen-St.-Niklaas
2	Brussel-Halle/Vilvoorde-Nijvel
3	Mons
4	Charleroi-Scignies-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,
Productiesectoren, Afdeling 1: Vervoer, Brussel, 1971.

BIJLAGE 2. ZEEHAVENINVOER PER GOEDERENCATEGORIE IN DE
BELGISCHE ZEEHAVENS (in ton) - jaar 1968

Goed. cat. Regio	1	2	3	4	5	6	7	8	9	TOTAAL
Antwerpen- St.-Niklaas	2099984	896598	728505	21867492	11655524	605087	493548	1126707	285436	39758881
Brussel- Halle/Vilv.- Nijvel	69984	1939	29563	2480	6162	12283	7607	9640	28625	168283
Mons	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Charlenci- Soignies- Thuin	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Liège	15948	/	/	/	/	1183	1647	1174	/	19952
Hasselt- Maaseik	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Namur	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Gent- Eeklo	310270	47990	61131	3940	103873	89361	122138	221578	19688	979969
Brugge- Oostende	81338	19768	320801	2374535	9352	5439	260215	53943	60569	3185960
Kortrijk- Roeselare- Tielt	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
ALGEMEEN TOTAAL H _k (68)	2577524	966295	1140000	24248447	11774911	713353	885155	1413042	349318	44113045

Bron: Nationaal Instituut voor de Statistiek, "Jaarstatistiek
van de Internationale Trafiek der Zeehavens", Definitieve
Cijfers 1968 - eigen berekeningen

BIJLAGE 3. TOTAAL BINNENLANDS VERVOER IN TON (1968)
PER GOEDERENCATEGORIE

Goederencategorie k = 1...K	Omschrijving	T _k (68)
1		17.915.000
2		34.337.000
3		25.543.000
4		21.717.000
5		16.753.000
6		13.697.000
7		133.736.000
8		14.363.000
9		19.184.000
TOTAAL		297.245.000

- Bron: - NATIONAAL INSTITUUT VOOR DE STATISTIEK, "Het Goederenvervoer over de weg door Belgische voertuigen met minstens één ton laadvermogen in 1968", Statistieken van Handel en Vervoer;
- N.I.S., "De binnenscheepvaart in 1968", Statistieken van Handel en Vervoer;
- N.I.S., "Nationale Maatschappij der Belgische Spoorwegen - Jaarstatistiek 1968", Statistieken van Handel en Vervoer;
- Eigen berekeningen.

BIJLAGE 4. REGIONALE OUTPUTAANDELEN IN 1968
(BESTEMD VOOR BINNENLANDSE LEVERINGEN)

Goederen- categorie k=1...K	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Regio i=1...I									
1	.061397		/		.039170		.096923		.132393
2	.105855	.139481	/	.828602	.046899	.165006	.148070	.116216	.230740
3	.013991	.189947	/	.054237	.277682	.030864	.069588	.410553	.008110
4	.013991	.011690	.098384	/	.030864	.011413	.069588	.036904	.008110
5	.049780	.021475	.360834	/	.265258	.091228	.181747	.035177	.053617
6	.035315	.055066	.204539	/	.464483	.088573	.082288	.054076	.038525
7	.043843	.023321	.239431	/	.003860	.031299	.059556	.024028	.018679
8	.039420	.011446	/	/	.004187	.005845	.096832	.038172	.012726
9	.099610	.076314	/	.052048	.007249	.038355	.015727	.090829	.098432
10	.116812	.044605	/	.065113	.001160	.017211	.004209	.020028	.037557
	.038384	.070049	/	/	.028702	.052925	.006580	.024596	.116437
TOTAAL	.604407	.643394	.903188	1.00000	.891832	.779537	.761520	.850579	.747216

Bron: Eigen berekeningen op basis van:

- Nationaal Instituut voor de Statistiek, Structuur van de Binnenlandse Industriële Leveringen, Statistisch Tijdschrift, nr.1-1971;
- N.I.S., Bruto Toegevoegde Waarde van de Provincies en Taalstreken, Statistisch Tijdschrift, nr.5-1973;
- N.I.S., Input-Outputtabel van België voor 1965, Statistisch Tijdschrift, nr.10-11-12/1970;
- Rijksdienst voor Maatschappelijke Zekerheid, XXIVe Jaarverslag, Dienstjaar 1968, Tabel 6 van Bijlage III

Nota: de regionale aandelen sommeren niet steeds tot één, omdat de tien regio's slechts een deel van het Belgisch grondgebied bevatten.

BIJLAGE 5. BEHANDELDE GOEDERENCATEGORIEËN

k = 1...K OMSCHRIJVINGEN

1	Landbouwprodukten en Levende Dieren
2	Voedingsprodukten en Veevoeder
3	Vaste Brandstoffen
4	Aardoliën en Distillatieprodukten ervan
5	Ertsen en Metaalresiduen
6	Produkten van de Metaalindustrie
7	Ruwe Mineralen en Fabrikaten ervan, Bouwmaterialen
8	Meststoffen en Chemische Produkten
9	Machines, Voertuigen enz...

Bron: Nomenclatuur der Vervoersstatistieken, waarbij Meststoffen en Chemische Produkten tot één goederencategorie geaggregeerd werden.

BIJLAGE 6. GLOBAAL OVERZICHT VAN DE INTERREGIONALE EN INTERNATIONALE
GOEDERENSTROMEN (in tonnen)

Naar van	Antwerp.- St.-Nikl.	Brussel- Halle-Vilv. -Nijvel	Mons	Charl.- Soign.- Thuin	Liège	Hasselt- Maaseik	Namur	Gent- Eeklo	Brugge- Oostende	Kortrijk- Roesel.- Tielt
Ant.- (1)	/	194.515	42.851	88.868	50.356	69.608	26.047	104.368	33.512	66.595
S.-N. (2)	/	245.002	10.346	52.445	267.254	32.196	8.038	185.765	3.645	30.876
(3)	/	61.135	6.684	497.386	306.761	103	798	6.561	572	3.330
(4)	/	500.652	59.881	638.699	624.371	101.907	34.883	296.694	37.729	100.801
Br.- (1)	94.970	/	37.740	99.611	38.903	22.825	35.783	38.222	28.125	23.740
H.-V. (2)	10.940	/	-	1.347	227	-	-	3.478	-	-
-Nij. (3)	12.738	/	16.025	67.461	1.834	510	297	3.221	529	974
(4)	118.648	/	53.765	168.419	40.964	23.335	36.080	44.921	28.654	24.714
Mons (1)	17.142	45.223	/	51.656	5.791	5.338	9.599	16.345	3.722	12.497
(2)	12.772	9.096	/	2.660	-	5.129	1.024	2.610	3.703	251
(3)	8.893	3.539	/	10.423	97	35	4.902	4.176	3.571	161
(4)	38.807	57.858	/	64.739	5.888	10.502	15.525	23.131	10.996	12.909
Ch.- (1)	46.234	80.171	109.875	/	17.167	11.591	80.281	37.256	18.374	30.599
Soi.- (2)	18.422	3.416	2.923	/	4.179	-	776	3.260	1.447	4.292
Thuin (3)	161.402	39.613	24.915	/	5.537	3.024	10.234	32.676	4.216	2.132
(4)	226.058	123.200	137.713	/	26.883	14.615	91.291	73.192	24.037	37.023
Liège (1)	36.094	34.180	4.944	17.148	/	36.052	15.272	11.193	4.340	8.065
(2)	65.717	301	442	-	/	3.068	855	1.670	768	4.437
(3)	9.187	2.663	7.091	16.604	/	2.598	443	2.138	462	273
(4)	110.998	37.144	12.477	33.752	/	42.258	16.570	15.001	5.570	12.775
Has.- (1)	23.460	21.594	5.339	3.651	25.889	/	7.172	14.605	3.526	11.592
Maas. (2)	30.425	122.064	3.779	37.950	155.683	/	440	1.262	988	257
(3)	32.105	1.163	66.000	80.288	19.094	/	316	1.344	2.353	765
(4)	85.990	144.821	75.118	121.889	200.666	/	7.928	17.211	6.867	12.614
Namur (1)	18.127	18.580	7.958	57.488	13.580	4.057	/	6.097	999	4.466
(2)	10.537	321	-	13.277	590	-	/	847	971	-
(3)	6.040	4.436	213	15.387	670	-	/	10.943	58	55
(4)	34.704	23.837	8.171	86.152	14.840	4.057	/	27.887	2.028	4.521
Gent- (1)	36.927	40.125	8.906	17.304	12.993	9.852	5.058	/	56.324	113.371
Eeklo (2)	119.123	1.696	924	790	872	590	-	/	38.562	5.993
(3)	18.828	608	5.622	8.012	1.126	45	4.519	/	360	2.090
(4)	174.878	42.429	15.452	26.106	14.991	10.487	9.577	/	95.246	121.454
Brug- (1)	11.090	12.054	1.661	2.125	2.814	3.224	901	41.483	/	59.991
Oost. (2)	1.208	207	-	1.350	1.187	632	-	1.680	/	467
(3)	6.184	1.313	11.315	4.466	166	312	18	10.997	/	51
(4)	18.482	13.574	12.976	7.941	4.167	4.168	919	54.160	/	60.509
Kortr- (1)	31.398	27.508	4.250	12.672	10.381	8.509	2.931	73.218	60.330	/
Roes. (2)	12.517	-	-	1.006	250	143	-	1.286	-	/
Tielt (3)	139	101	322	340	7	-	38	6.850	442	/
(4)	44.054	27.609	4.572	14.018	10.638	8.652	2.969	81.354	60.772	/

(1) Wegvervoer; (2) Binnenscheepvaart; (3) Spoorvervoer; (4) Totaal.

Bron: Bureau voor Economische Programmatie, Plan 1971-1975, Productiesectoren, Afdeling 1: Vervoer, Brussel 1971.

BIJLAGE 7. MODALE AANDELEN 1968

Goederen- categorie k	Modus	$s_k(68)$	$b_k(68)$	$w_k(68)$
1		.03293	.06793	.89914
2		.01223	.02511	.96266
3		.38785	.18804	.42411
4		.00787	.28181	.71032
5		.66227	.16934	.16839
6		.42119	.09907	.47974
7		.03665	.06337	.89998
8		.09956	.15735	.74309
9		.05244	.01235	.93521

(pijpleidingen uitgesloten)

Bron: Nationaal Instituut voor de Statistiek, "Het Goederenvervoer over de weg door Belgische voertuigen met minstens één ton laadvermogen in 1968", Statistieken van Handel en Vervoer;

+ eigen berekeningen.

BIJLAGE 3. PRIJZEN BINNENVAART OP DE RELATIES I-J

Naar Van	Antwerp.- St.-Nikl.	Brussel- Halle-Vilv. -Nijvel	Mons	Charl.- Soign.- Thuin	Liege	Hasselt- Maaseik	Namur	Gent- Eeklo	Brugge- Oostende	Kortrijk- Roesel.- Tielt
Antwerp.- St.-Nikl.	/	43.68	100.04	99.27	55.59	45.00	79.41	48.97	72.98	83.94
Brussel- Halle-V.- Nijvel	42.35	/	76.95	76.18	75.44	64.85	95.42	62.21	82.00	98.50
Mons	93.88	80.03	/	62.33	100.04	115.43	49.37	76.95	93.88	83.11
Charl.- Soignies- Thuin	93.11	73.10	56.17	/	52.08	69.47	36.91	100.80	117.73	105.42
Liège	54.30	78.09	109.27	56.97	/	38.38	43.09	90.17	112.10	126.20
Hasselt- Maaseik	47.49	70.15	130.82	79.23	41.03	/	62.27	82.46	103.05	120.04
Namur	74.98	100.04	82.34	36.91	41.31	54.63	/	111.39	103.34	131.58
Gent- Eeklo	47.65	63.65	75.41	103.88	94.03	76.67	111.39	/	42.88	66.18
Brugge- Oostende	64.88	75.97	87.72	121.58	97.57	90.28	103.34	43.65	/	58.48
Kortrijk- Roesel.- Tielt	80.02	92.34	76.95	103.88	123.12	109.27	126.20	55.40	58.48	/

Bron: Bewerking op gegevens van D.R.B. (Dienst Regeling Binnenvaar
Antwerpen. (De auteurs zijn voor deze berekening dank ver-
schuldigd aan E. Claessens, Assistent SESO);

De prijzen werden gebaseerd op de basistarieven voor de
kolentrafiek, waarbij die reisweg gekozen werd die neer-
komt op minimale kosten voor de gebruiker.

BIJLAGE 9. BEREKENDE AFSTANDEN OVER DE WEG TUSSEN DE
ONDERSCHIEDEN REGIO'S (in km)

Naar van	Antwerp.- St.-Nikl.	Brussel- Halle-Vilv. -Nijvel	Mons	Charl.- Soign.- Thuin	Liège	Hasselt- Maaseik	Namur	Gent- Eeklo	Brugge- Oostende	Kortrijk- Roesel.- Tielt
Antw.- St.-Nikl.	/	49,37	98,78	96,66	118,92	86,91	101,22	55,32	96,02	99,29
Brussel- Halle-V. -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	40,27	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- Roesel.- 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 Wette-
lijke Afstanden, Brussel, 1970;
+ eigen berekeningen.

BIJLAGE 10. AANDEEL VAN DE AUTOWEGEN (PROCENTUEEL) OP DE
RELATIE i-J (1968)

Naar Van	Antwerp.- St.-Nikl.	Brussel Halle-Vilv. -Nijvel	Mons	Charl.- Soign.- Thuin	Liège	Hasselt- Maaseik	Namur	Gent- Eeklo	Brugge- Oostende	Kortrijk- Roesel.- Tielt
Antw.- St.-Nik.					96,63	85,61			43,58	
Brussel- Halle-V.- -Nijvel							32,90	78,12	79,59	44,50
Mons									33,45	
Charl.- Soign.- Thuin								39,75	55,59	
Liège	96,63					69,31		29,68	46,79	24,26
Hasselt- Maaseik	85,61				69,31			54,10	62,71	26,13
Namur		32,90						38,66	55,54	
Gent- Eeklo		78,12		39,75	29,68	54,10	38,66		80,22	
Brugge- Oostende	43,58	79,59	33,45	55,59	46,79	62,71	55,54	80,22		7,36
Kortr.- Roesel.- Tielt		44,50			24,26	26,13			7,36	

Bron: Eigen berekeningen op basis van wegenkaarten die de
toestand in 1968 aangeven.

BIJLAGE 11. ALFABETISCHE LIJST VAN GEBRUIKTE SYMBOLEN

1. $b_{k(t)}$: marktaandeel van de binnenscheepvaart in het totale aantal ton van goed k, verzonden in het land (binnenlands vervoerd), tijdens jaar t (ook macro-modaal aandeel van de binnenvaart genoemd);
2. $b_{(t)}^{ij}$: marktaandeel van de binnenscheepvaart op de relatie ij, tijdens jaar t, over alle goederencategorieën geaggregeerd (ook micro-modaal aandeel van de binnenvaart op relatie ij genoemd);
3. β : parameter in de equaties die de micro-modale aandelen bepalen;
4. $\beta_{1,i}$: constante term waarmee de logit binnenvaart $\sqrt{\ln(b_{(t)}^{ij}/w_{(t)}^{ij})}$ moet vermeerderd worden, voor alle relaties vertrekkend uit regio i (i=1...10);
5. $\beta_{2,i}$: idem voor de logit spoor $\sqrt{\ln(s_{(t)}^{ij}/w_{(t)}^{ij})}$;
6. $\beta_{1,11}$: coëfficiënt die het effect weergeeft op de wijziging en $\beta_{2,11}$ in de micro-modale aandelen, van resp. binnenvaart en spoor, van veranderingen in de binnenvaartinfrastuctuur;
7. $\beta_{1,12}$: coëfficiënt die het effect weergeeft, op de wijzigingen en $\beta_{2,12}$ in de micro-modale aandelen van resp. binnenvaart en spoor, van veranderingen in de kilometrische afstand van de verbinding;
8. $\beta_{1,13}$: coëfficiënt die het effect weergeeft, op de wijzigingen en $\beta_{2,13}$ in de micro-modale aandelen van resp. binnenvaart en spoor, van veranderingen die zich voordoen in het procentueel aandeel van de autostrades in de totale lengte van de relatie.

9. $\gamma_{1,j}$: constante term waarmee de logit binnenvaart $\frac{\ln(b_{(b)}^{ij}/w_{(t)}^{ij})}{\gamma}$ moet vermeerderd worden, voor alle relaties aankomend in regio $j(j=1..10)$;
10. $\gamma_{2,j}$: idem voor de logit spoor $\frac{\ln(s_{(t)}^{ij}/w_{(t)}^{ij})}{\gamma}$;
11. $H_{k(t)}^i$: hoeveelheid van goed k , in ton uitgedrukt, ingevoerd via in regio i gelegen zeehavens, in jaar t ;
12. $H_{k(t)}$:
$$= \sum_{i=1}^I H_{k(t)}^i$$

- totale hoeveelheid van goed k , in ton uitgedrukt, ingevoerd via Belgische zeehavens, in jaar t ;
13. i : index, variërend van 1 tot I , ter aanduiding van de oorsprongsregio (cfr. Bijlage 1);
14. I : totaal aantal behandelde regio's;
15. j : index, variërend van 1 tot I , ter aanduiding van de bestemmingsregio;
16. k : index, variërend van 1 tot K , ter aanduiding van de goederencategorie;
17. K : totaal aantal beschouwde goederencategorieën;
18. \ln : natuurlijk logaritme (basis e)
19. $p_{k(t)}^{ij}$: aandeel van goed k in het totale vervoer in ton gemeten, van regio i naar regio j , tijdens jaar t ;
20. $\hat{p}_{k(t)}^{ij}$: proxie voor $p_{k(t)}^{ij}$, berekend uit de samenstelling van het aanbod in de herkomstregio i ;

21. $P_{k(t)}^i$: aandeel tijdens jaar t van sector k in regio i , in de totale output van sector k in het rijk, met dien verstande dat enkel de output die aan binnenlandse bestemmingen geleverd dient te worden, in de berekening betrokken wordt;
22. (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);
23. T : totaal aantal te onderzoeken jaren;
24. $T_{k(t)}$: totaal vervoer, in ton uitgedrukt, van goed k , binnen het rijk, tijdens jaar t ;
25. $s_{k(t)}$: marktaandeel van de spoorwegen in het totale aantal ton van goed k , binnenlands vervoerd, tijdens jaar t (ook macro-modaal aandeel van de spoorwegen genoemd);
26. $s_{(t)}^{ij}$: marktaandeel van de spoorwegen, op de relatie ij , tijdens jaar t , over alle goederencategorieën geaggregeerd (ook micro-modaal aandeel van de spoorwegen op relatie ij genoemd);
27. $w_{k(t)}$: marktaandeel van het vervoer over de weg in het totale aantal ton van goed k , binnenlands vervoerd, tijdens jaar t (ook macro-modaal aandeel van het wegvervoer genoemd);
28. $w_{(t)}^{ij}$: marktaandeel van het vervoer over de weg, op de relatie ij , tijdens jaar t , over alle goederencategorieën geaggregeerd (ook micro-modaal aandeel van het wegvervoer op relatie ij genoemd);

$$29. x_{(t)}^i : = \sum_{k=1}^K \frac{\bar{P}_k^i}{(T_{k(t)} - H_{k(t)}) + H_{k(t)} - 7}$$

totale afvoer van regio i, voor binnenlandse bestemmingen, gesommeerd over alle goederencategorieën, tijdens jaar t;

30. $x_{(t)}^{ij}$: algemene voorstelling van een infrastructuurvariabele (observatie op de relatie ij tijdens jaar t);

31. x_{11}^{ij} : (binnenvaartinfrastructuurvariabele)
logaritme van de prijs, gebaseerd op de basistarieven van de DRB voor een representatieve vracht (kolen-traffic), voor de verzending over de afstand tussen i en j, in schepen van de maximale tonnemaat die tussen i en j via het voor de gebruiker goedkoopste traject kunnen varen;

32. x_{12}^{ij} : (afstandsvariabele)
logaritme van de kilometrische afstand (over de weg gerekend) gebaseerd op het boek van de wettelijke afstanden, van de verbinding tussen de belangrijkste centra van regio i enerzijds en de regio j anderzijds, waarbij deze centra gewogen werden met hun produktieactiviteit;

33. x_{13}^{ij} : (weginfrastructuurvariabele)
procentueel aandeel van de autosnelwegen in de totale lengte van de weg (zoals bij x_{12}^{ij} gedefinieerd) tussen de regio's i en j.