UNIVERSITAIRE FACULTEITEN ST.-IGNATIUS TE ANTWERPEN
SESO

STUDIECENTRUM VOOR ECONOMISCH EN SOCIAAL ONDERZOEK

EXTRAPOLATIE IN DE TIJD VAN DE BELGISCHE TRANSPORTMATRIX 1968

R. BELLENS
G. BLAUWENS
L. BROECKX

werknota 7656

maart 1976

Universitaire Faculteiten St.-Ignatius
Prinsstraat 13 - 2000 Antwerpen
D/1976/1169/06

EXTRAPOLATIE IN DE TIJD VAN DE BELGISCHE TRANSPORTMATRIX 1968

R. BELLENS
G. BLAUWENS
L. BROECKX

Een transportmatrix die een overzicht geeft van de interregionale goederenstromen is in vele gevallen een belangrijk onderzoeksinstrument. Het Bureau voor Economische Programmatie heeft voor de maand oktober 1968, die als representatief voor het jaar werd beschouwd, een dergelijke matrix samengesteld (*). Er werden tien regio's onderscheiden, zoals vermeld in bijlage 1. Die tien regio's omvatten niet het hele Belgische grondgebied.

In deze paper wordt een methode ontwikkeld om voor een willekeurig jaar $t \neq 1968$, een transportmatrix af te leiden uit de basismatrix 1968. Paragraaf 1 behandelt de gevolgde methodiek. In de paragrafen 2 en 3 worden respectievelijk de basisgegevens en de oplossingspotentialen berekend. Paragraaf 4 ten slotte heeft als inhoud het opvullen van de transportmatrices zelf met behulp van de in vorige paragraaf berekende potentialen.

(*) Bureau voor Economische Programmatie, Plan 1971-1975, Produktiesectoren, Afdeling 1: Vervoer, Brussel, 1971.

§ 1. HET MODEL

Wanneer men de vervoerstromen $T^{ij}_{(t)}$ wil voorspellen, die zich in een bepaald jaar t zullen voordoen tussen diverse regio's i en j, is het nuttig over een model te beschikken dat deze vervoerstromen verklaart. Wij houden ons aan onderstaande specificatie, die wij in het vervolg van de uiteenzetting "het potentiaalmodel" noemen:

$$T^{ij}_{(t)} = \rho^{i}_{(t)} \cdot \lambda^{j}_{(t)} \cdot \exp\{\beta_0 + \beta_1 c^{ij}_{(t)} + u^{ij}_{(t)}\} \quad (i, j = 1 \ldots I \quad t = 1 \ldots T)$$

waarin $\rho^{i}_{(t)}$ de oorsprongspotentiaal is van regio i tijdens jaar t (d.w.z een multiplicatieve constante aanwezig in alle vervoerstromen die regio i verlaten, dus alle vervoerstromen in rij i van de transportmatrix)

$\lambda^{j}_{(t)}$ de bestemmingspotentiaal van regio j tijdens jaar t (d.w.z. een multiplicatieve constante aanwezig in alle vervoerstromen die in regio j toekomen, dus alle vervoerstromen in kolom j van de transportmatrix)

β_0, β_1 parameters (normaliter is β_1 negatief) (1)

$c^{ij}_{(t)}$ transfertkost van regio i naar regio j tijdens jaar t

$u^{ij}_{(t)}$ storingsterm op relatie ij tijdens jaar t

In dit potentiaalmodel wordt de omvang van een vervoerstroom verklaard uit drie multiplicatieve componenten: het belang van de oorsprongsregio, het belang van de bestemmingsregio en de transfertkost op de beschouwde relatie. De specificatie

(1) Voor de omschrijving van deze parameters zie: R. Bellens, G. Blauwens, L. Broeckx, De ruimtelijke distributie van het Belgisch goederenvervoer, SESO-werknota 7542/10.291, blz. 6 et seq.

heeft belangrijke theoretische merites, zoals aangetoond in een zeer omvangrijke literatuur (1). Bovendien presteert het model zeer goed in de verklaring van de realiteit. De Belgische vervoerstromen $T_{(68)}^{ij}$ die voor het jaar 1968 gekend zijn (door extrapolatie uit de steekproefmaand oktober), worden door het potentiaalmodel verklaard met een $R^2 = 0,82$ en een $F(19,70) = 17,178$ die alle gebruikelijke significatie-eisen veelvuldig overtreft (2). Ook bij toepassing in het buitenland is telkens gebleken dat potentiaalmodellen goede statistische resultaten opleveren.

Wanneer noch de coëfficiënten in het potentiaalmodel (de potentialen $\rho_{(t)}^{i}$ en $\lambda_{(t)}^{j}$ en de parameters β_0 en β_1), noch de transfertkost ($c_{(t)}^{ij}$) zich wijzigen over de tijd, geeft het potentiaalmodel aan dat ook de vervoerstromen $T_{(t)}^{ij}$ constant blijven over de tijd, afgezien althans van toevallige schommelingen in de storingstermen $u_{(t)}^{ij}$.
Onder de assumptie van ongewijzigde potentialen en ongewijzigde transfertkosten, leidt dus het potentiaalmodel tot een no-change predictie van de vervoermatrix.

---

(1) Voor verwijzingen zie R. Bellens, G. Blauwens, L. Broeckx, op. cit., blz. 3 et seq. Recenter nog zijn de bijdragen van T.F. Smith, "A choice theory of spatial interaction", Regional Science & Urban Economics, 1975, Nr. 2, blz. 137-176 en in dezelfde aflevering van dat tijdschrift: J.M. Choukroun "A general framework for the development of gravity type trip distribution models", blz. 177-202, alsmede P. Nijkamp, "Reflections on gravity and entropy models", blz. 203-226.

(2) R. Bellens, G. Blauwens, L. Broeckx, op. cit., blz. 21.

Om echter uit de Belgische transportmatrix 1968 de matrix voor andere jaren te extrapoleren, zullen wij ons niet houden aan zulke triviale no-change veronderstellingen. Integendeel, wij zullen rekening houden met twee evidente constataties die een ontkenning inhouden van die veronderstellingen:

1) De transfertkost $c^{ij}_{(t)}$ is, zoals men kan observeren, niet steeds gelijk aan $c^{ij}_{(68)}$. Er hebben inderdaad voortdurend infrastructuurwerken plaats, die deze transfertkosten veranderen. In § 2. worden trouwens precies de verschillen tussen $c^{ij}_{(t)}$ en $c^{ij}_{(68)}$ becijferd. Het is duidelijk dat invoering van deze nieuwe $c^{ij}_{(t)}$ in plaats van $c^{ij}_{(68)}$ reeds een wijziging tot gevolg heeft van de in het potentiaalmodel berekende $T^{ij}_{(t)}$. Op duurder geworden relaties wordt minder vervoerd, op goedkoper geworden relaties neemt het vervoer toe.

2) Zelfs indien de transfertkosten constant blijven, veranderen nog de vervoerstromen tengevolge van de algemene economische evolutie in de regio's. Sommige regio's kennen een economische opbloei met toenemende aan- en afvoerstromen. In het potentiaalmodel moet dat tot uiting komen door een opwaartse shift van de aan- en afvoerpotentiaal van die regio's. Andere gebieden gaan economisch achteruit. Hun potentialen ondergaan een neerwaartse shift.

Onze extrapolatie, die rekening houdt zowel met de wijzigingen in de transfertkosten als met de evolutie van de economische activiteit in de regio's, gaat tewerk in volgende stappen:

1) Men vertrekt van het potentiaalmodel, zoals het geëstimeerd werd uit de transportmatrix van 1968:

$$T^{ij}_{(68)} = \rho^{i}_{(68)} \cdot \lambda^{j}_{(68)} \cdot \exp \{\beta_0 + \beta_1 c^{ij}_{(68)} + u^{ij}_{(68)}\} \qquad (i,j = 1 \ldots I)$$

Hierin werden de coëfficiënten $\beta_0, \beta_1, \rho^{i}_{(68)}, \lambda^{j}_{(68)}$ $(i,j= 1 \ldots I)$ bepaald met de methode der kleinste kwadraten (1). Uit deze schatting nemen wij voor andere jaren ongewijzigd de waarden van β_0 en β_1 over. Bovendien nemen wij ongewijzigd de storingsterm over en stellen wij $E(u^{ij}_{(t)}) = u^{ij}_{68}$ $(t=1 \ldots T)$, in woorden: de verwachte waarde van het residu in alle jaren t is het residu dat op de betrokken relatie geobserveerd werd in 1968. (Deze ongewijzigde overname van de storing dringt zich op wegens de evidente autocorrelatie in de tijdreeks van storingen ... $u^{ij}_{66}, u^{ij}_{67}, u^{ij}_{68}, u^{ij}_{69} \ldots u^{ij}_{T}$ op een zelfde relatie ij. Men moet ermee rekenen dat relaties ij die in een gegeven jaar uitzonderlijk veel of uitzonderlijk weinig vervoer hebben, een jaar later ook nog uitzonderlijk veel of uitzonderlijk weinig vervoer vertonen).

2) Men berekent voor het beschouwde jaar t de transfertkosten, voor iedere relatie; $c^{ij}_{(t)}$ $(i,j = 1 \ldots I)$. Samen met de waarden overgenomen uit 1968, levert dit de exponenten op die men in het potentiaalmodel aantreft

$$\exp \{ \beta_0 + \beta_1 c^{ij}_{(t)} + u^{ij}_{(68)} \}$$

3) Men berekent de rijtotalen $R^{i}_{(t)}$ en kolomtotalen $K^{j}_{(t)}$ $(i,j=1 \ldots I)$ waartoe in jaar t de vervoerstromen moeten sommeren, gezien de economische ontwikkeling van de regio's. Men legt op dat aan deze 2 I restricties voldaan wordt door de 2 I potentialen $\rho^{i}_{(t)}, \lambda^{j}_{(t)}$ $(i,j= 1 \ldots I)$. Dit levert het niet-lineair stelsel op van 2 I vergelijkingen in 2 I onbekenden:

(1) Zie R. Bellens, G. Blauwens, L. Broeckx, op. cit., blz. 21.

$$\sum_{j=1}^{I} \rho_{(t)}^{i} \cdot \lambda_{(t)}^{j} \cdot \exp \{\beta_0 + \beta_1 c_{(t)}^{ij} + u_{(68)}^{ij}\} = R_{(t)}^{i} \qquad (i = 1 \ldots I)$$

$$\sum_{i=1}^{I} \rho_{(t)}^{i} \cdot \lambda_{(t)}^{j} \cdot \exp \{\beta_0 + \beta_1 c_{(t)}^{ij} + u_{(68)}^{ij}\} = K_{(t)}^{j} \qquad (j = 1 \ldots I)$$

De uitdrukkingen $\exp \{\beta_0 + \beta_1 c_{(t)}^{ij} + u_{(68)}^{ij}\}$ staan hier voor gegeven coëfficiënten. De variabelen die bepaald worden door het stelsel zijn de potentialen $\rho_{(t)}^{i}$ en $\lambda_{(t)}^{j}$ $(i,j = 1 \ldots I)$.

4) De extrapolatie van de vervoermatrix voor jaar t tenslotte geschiedt door toepassing van het potentiaalmodel:

$$T_{(t)}^{ij} = \rho_{(t)}^{i} \cdot \lambda_{(t)}^{j} \cdot \exp \{\beta_0 + \beta_1 c_{(t)}^{ij} + u_{(68)}^{ij}\} \qquad (i,j = 1 \ldots I)$$

In het rechterlid zijn na stap drie alle grootheden gekend.

Wij predicteren dus een matrix van vervoerstromen $T_{(t)}^{ij}$ die voldoen aan vooraf opgelegde randtotalen $R_{(t)}^{i}$ en $K_{(t)}^{j}$. Zulke predictie kan men ook maken met mechanistische methodes zoals het RAS-procédé (1). Afgezien van wijzigingen in de transfertkosten, is trouwens onze extrapolatiemethode nauw verwant met het RAS-procédé. Immers wanneer de transfertkosten $c_{(t)}^{ij}$ niet veranderen over de tijd, voldoet onze extrapolatie aan de gelijkheid

$$\frac{T_{(t)}^{ij}}{T_{(68)}^{ij}} = \frac{\rho_{(t)}^{i}}{\rho_{(68)}^{i}} \cdot \frac{\lambda_{(t)}^{j}}{\lambda_{(68)}^{j}} \qquad (i,j = 1 \ldots I)$$

---

(1) Cfr. W. Desaeyere, "Schatting van een array door middel van de marginale totalen", Tijdschrift voor Economie, 1969, nr. 1, blz. 28-73 en
D. Friedlander, "A technique for estimating a contingency table, given the marginal totals and some supplementary data", Journal of the Royal Statistical Society, Series A, CXXIV, Part 3, 1961, blz. 412-420.

Met andere woorden, wij bepalen voor elke vervoerstroom een groeicoëfficiënt die het produkt is van een groeicoëfficiënt per rij $(\rho^{i}_{(t)}/\rho^{i}_{(68)})$ en een groeicoëfficiënt per kolom $(\lambda^{j}_{(t)}/\lambda^{j}_{(68)})$.

In de RAS-methode bekomt men een analoge groeicoëfficiënt. Alleen werken de rij- en de kolomcomponent additief i.p.v. multiplicatief.

Men heeft:

$$\frac{T^{ij}_{(t)}}{T^{ij}_{(68)}} = r^{i}_{(t)} + k^{j}_{(t)}$$

Wij hebben de multiplicatieve variant de voorkeur gegeven, ondanks de grotere berekeningsproblemen. De RAS-methode is immers niet consistent met het potentiaalmodel. Zij is puur mechanistisch en ontbeert de theoretische grondslagen die wel aanwezig zijn in modellen van het potentiaaltype.

§ 2. BEREKENING VAN DE BASISGEGEVENS

Er kunnen drie klassen van basisgegevens onderscheiden worden:

- de rijtotalen (de totale afvoer waartoe de stromen uit regio i moeten sommeren)
- de kolomtotalen (de totale aanvoer waartoe de stromen naar regio j moeten sommeren)
- de transfertkosten

2.1. De rijtotalen

Voor het bepalen van de rijtotalen $R^i_{(t)}$, waarbij i de regio aanduidt en t een willekeurig jaar buiten 1968, wordt uitgegaan van de basisrelatie

$$R^i_{(t)} = R^i_{(68)} \cdot \frac{X^i_{(t)}}{X^i_{(68)}}$$

- Hierin is $X^i_{(t)}$ (1) de totale afvoer van regio i, voor binnenlandse bestemmingen, gesommeerd over alle goederencategorieën, tijdens jaar t. Een nadere specificatie wordt gegeven door

$$X^i_{(t)} = \sum_{k=1}^{K} \left[P^i_{k(t)} \left(T_{k(t)} - H_{k(t)}\right) + H^i_{k(t)} \right]$$

De inhoud van deze gelijkheid kan verklaard worden door het feit dat, voor iedere goederencategorie k, uit een regio kan afgevoerd worden, enerzijds de zeehaveninvoer in die regio, voorgesteld door $H^i_{k(t)}$, en anderzijds de produktie.

(1) R. Bellens, G. Blauwens, L. Broeckx, De modale aandelen in Belgische goederenstromen, SESO-werknota 7535/10.291, blz. 10-11.

Aangezien de nationale produktie welke in een jaar t vervoerd wordt gelijk is aan $T_{k(t)} - H_{k(t)}$ (1), kan de regionale produktie worden benaderd door $P^{i}_{k(t)} \; (T_{k(t)} - H_{k(t)})$.
$P^{i}_{k(t)}$ geeft dan het aandeel van de regio i aan in het totaal vervoer van goed k, niet afkomstig van zeehaveninvoer. Door sommatie over alle goederencategorieën bekomt men dan $X^{i}_{(t)}$, waarbij de tijdindex t in alle gevallen het betrokken jaar aangeeft.

- Een bijkomende moeilijkheid is het bepalen van dit regionaal outputaandeel. Het wordt hier benaderd door

$$P^{i}_{k(t)} = \frac{L^{i}_{k(t)}}{L^{pr\ i}_{k(t)}} \cdot \frac{S^{pr\ i}_{k(t)}}{S^{nat}_{k(t)}}$$

waarbij $L^{i}_{k(t)}$ en $L^{pr\ i}_{k(t)}$ betrekking hebben op de regionale, respectievelijk provinciale tewerkstelling voor jaar t in bedrijfstak k, terwijl $S^{pr}_{k(t)}$ en $S^{nat}_{k(t)}$ voor ditzelfde jaar t de structuur voorstellen van de binnenlandse leveringen per provincie en voor het land. De laatste twee grootheden zijn uitgedrukt in Belgische frank. Alle andere gebruikte symbolen staan voor hoeveelheden in ton. Alhoewel niet alle benodigde basisgegevens als dusdanig in statistieken gepubliceerd zijn, is het toch mogelijk om ze door eigen aanvullende berekeningen te verkrijgen. In bijlage 4 worden de berekende rijtotalen weergegeven, en dit voor alle beschouwde jaren.

---

(1) $T_{k(t)}$ stelt de totale binnenlandse trafiek in ton per goederencategorie voor in jaar t.
$H_{k(t)}$ is de zeehaveninvoer in ton per goederencategorie in de Belgische zeehavens, in jaar t.
$T_{k(t)} - H_{k(t)}$ is dan het totaal vervoer van goed k, voor zover binnenlands geproduceerd, en dus niet afkomstig van zeehaveninvoer, eveneens voor jaar t.

2.2. De kolomtotalen

De totale aanvoer in elke regio j of de kolomtotalen $K^j_{(t)}$ (1), waarbij t weer betrekking heeft op het beschouwde jaar, kunnen afgeleid worden uit de basisrelatie

$$K^j_{(t)} = K^j_{(68)} \cdot \frac{Y^j_{(t)}}{Y^j_{(68)}} \cdot \gamma_{(t)}$$

Hierin stelt de factor $Y^j_{(t)} / Y^j_{(68)}$ een groeicoëfficiënt van regionale produktie voor. Het is de verhouding tussen het bruto <u>regionaal</u> produkt van regio j tijdens jaar t, en het bruto <u>regionaal</u> produkt van diezelfde regio voor 1968, beide produkten uitgedrukt tegen factorkosten.
Vermits in de officiële statistieken alleen het bruto <u>provinciaal</u> produkt tegen factorkosten vermeld wordt (2), zal het regionaal produkt hieruit afgeleid worden op basis van verhoudingscijfers tussen regionale en provinciale bevolking:

$$Y^j_{(t)} = Y^{pr\ j}_{(t)} \cdot \frac{B^j_{(t)}}{B^{pr\ j}_{(t)}}$$

De index pr j heeft betrekking op de provincie(s) waarin regio j gelegen is.

Nadat aldus voor elke regio j de groeicoëfficiënten $Y^j_{(t)}/Y^j_{(68)}$ bepaald zijn, berekent men de coëfficiënt $\gamma_{(t)}$ zodanig dat voor elk jaar t de som van de kolomtotalen gelijk is aan de som van de rijtotalen.

$$\sum_{j=1}^{I} K^j_{(t)} = \sum_{i=1}^{I} R^i_{(t)}$$

Een volgende noodzakelijke stap is het bepalen van de transfertkosten.

---

(1) Voor de berekende kolomtotalen zie bijlage 5.

(2) N.I.S., Economische Groei van Provincies en Taalstreken, <u>Statistisch Tijdschrift</u> 1973, nr. 5, p. 371.

2.3. De transfertkosten

In een voorgaande paper (1) werd reeds uitvoerig over de samenstelling van de transfertkosten voor 1968 gehandeld. Voor de duidelijkheid zal de methodiek hier bondig worden herhaald, maar verder zij verwezen naar het hogervernoemde werk.

De transfertkost wordt vooraf berekend als een gewogen som van de afzonderlijke transfertkosten van binnenvaart, weg en spoor die elk de duurte van relatie ij aangeven, rekening houdend met de bestaande infrastructuur. De algemene voorstelling van deze som is als volgt:

$$c^{ij}_{(t)} = \Pi^{ij}_{b(68)} \cdot c^{ij}_{b(t)} + \Pi^{ij}_{w(68)} \cdot c^{ij}_{w(t)} + \Pi^{ij}_{x(68)} \cdot c^{ij}_{s(t)}$$

Hierin zijn $c^{ij}_{b(t)}$, $c^{ij}_{w(t)}$ en $c^{ij}_{s(t)}$ de variabelen die op autonome wijze de duurte aangeven van respectievelijk binnenvaart, weg en spoor op relatie ij in het jaar t.

$\Pi^{ij}_{b(68)}$, $\Pi^{ij}_{w(68)}$ en $\Pi^{ij}_{s(68)}$ zijn de berekende modale aandelen in het afvoerpakket van de regio's. Deze wegingscoëfficiënten zijn gelijk voor alle relaties die eenzelfde regio verlaten (2). Zij worden bepaald als het aandeel van de beschouwde modus in het soort goederen dat door de afvoerregio geproduceerd wordt. In concreto stelt men:

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

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

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

(1) R. Bellens, G. Blauwens, L. Broeckx, De ruimtelijke distributie van het Belgisch goederenvervoer, blz. 10 et seq.

(2) Deze modale aandelen zijn vermeld in bijlage 6.

$\hat{p}^{i}_{k(68)}$, een proxie, staat hierbij voor het aandeel van goed k in de totale afvoer van regio i tijdens het jaar 1968 (1), 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 (cfr. bijlage 6 bis). K is het totale aantal onderscheiden goederencategorieën (2).
Het weze opgemerkt dat voor alle andere jaren t wel de transfertkosten herberekend werden maar dat de wegingscoëfficiënten Π dezelfde gebleven zijn als voor 1968. Dit heeft tot gevolg dat in jaren $t \neq 1968$ alleen de invloed van de wijziging in de samenstellende transfertkosten, m.a.w. de invloed van <u>infrastructuur</u>wijzigingen in de globale transfertkost $c^{ij}_{(t)}$ tot uiting komt.

Het bepalen van de afzonderlijke transfertkosten $c^{ij}_{b(t)}$, $c^{ij}_{w(t)}$ en $c^{ij}_{s(t)}$ werd uitvoerig beschreven in een andere paper (3). Een herhaling van deze methodiek is hier dan ook overbodig.
De belanrijkste conclusies van de berekeningen kunnen als volgt worden samengevat:

- de jaren 1966, 1967 en 1969 vertonen t.o.v. 1968 geen ingrijpende infrastructuurwijzigingen
- voor 1970 en 1971 echter wijzigde op tal van relaties de binnenvaartkost $c^{ij}_{b(t)}$ omwille van de ingebruikstelling van de ringvaart rond Gent en het hellend vlak van Ronquières. Vooral de eerste infrastructuurwijziging had een niet te verwaarlozen effect op de transfertkosten (4).

---

(1) Cfr. R. Bellens, G. Blauwens, L. Broeckx, <u>De modale aandelen in Belgische goederenstromen</u>, SESO-werknota 7535/10.291, januari 1975.
(2) Zie hiervoor bijlage 2.
(3) Cfr. R. Bellens, G. Blauwens, L. Broeckx, <u>De ruimtelijke distributie van het Belgisch goederenvervoer</u>, blz. 14-20.
(4) Zie hiervoor bijlagen 7 en 7 bis.

§ 3. BEREKENING VAN DE POTENTIALEN

In deze paragraaf worden de algemene kenmerken van de gebruikte oplossingsmethode behandeld. Voor het gebruikte computerprogramma en voor de bekomen resultaten (niet de oplossingsvectoren voor alle jaren t, maar wel de transportmatrices onder vorm van indexcijfers (1968=100)) zij verwezen naar de bijlagen 8.

Zoals aangegeven in § 1, bij de algemene behandeling van het model, moeten potentialen gevonden worden die, met de voor het jaar t geldende infrastructuren overeenstemmende transfertkosten, de transportstromen zodanig bepalen dat aan de opgelegde randtotalen voldaan wordt.

Aan deze eisen kan alleen voldaan worden door het probleem te benaderen als een stelsel van 20 niet-lineaire vergelijkingen met 20 onbekenden. Het oplossen van dit niet-lineaire stelsel is vanzelfsprekend geen gemakkelijke opdracht. Alhoewel de wiskundige theorie hiervoor reeds verschillende algoritmen ontwikkeld heeft, is niet elke methode even praktisch toepasbaar. Na diverse testen werd uiteindelijk geopteerd voor een iteratieprocedure van Powell (1). Naast de zuiver mathematische voordelen van deze methode (2), is ook voorzien in een listing van de bijbehorende FØRTRAN-subroutine. Dit programma, oorspronkelijk geschreven voor een IBM 360/65-computer, werd diepgaand aangepast zodanig dat het probleem volledig kon behandeld worden op de IBM 1130 configuratie die ons ter beschikking stond. De listing van deze aangepaste computerroutine wordt volledig weergegeven in bijlage 10.
De betekenis van de subroutines en de voornaamste programma parameters wordt aangeduid in commentaarkaarten (in de lijst aangeduid door een C).

(1) M.J.D. Powell, <u>A Fortran subroutine for solving systems of non-linear algebraic equations</u>, R. 5947, 1968, Harwell, 54 p.
(2) Een uiteenzetting hieromtrent zou ons te ver buiten het bestek van deze paper leiden. De geïnteresseerde lezer zij verwezen naar de vernoemde publikatie.

Het spreekt vanzelf dat voor deze iteratie startwaarden moeten bepaald worden, zo mogelijk in de orde van de te bekomen oplossingsvector, te meer omdat de gevolgde iteratieprocedure zeer gevoelig is op dat vlak (1).
Omdat voor 1968 reeds berekende potentialen voorhanden waren (2) was het logisch dat deze in eerste instantie als startwaarden in aanmerking kwamen. De berekening ervan wordt hier niet herhaald.

§ 4. EXTRAPOLATIE VAN DE TRANSPORTMATRICES

In bijlagen 8(1) tot 8(5) worden de transportmatrices gegeven voor de jaren 1966, 1967, 1969, 1970 en 1971. Deze matrices zijn uitgedrukt in indexcijfers die 1968 als basis 100 hebben (zie hiervoor bijlage 9). Zij geven met andere woorden het verhoudingscijfer:

$$100\,\frac{T^{ij}_{(t)}}{T^{ij}_{(68)}} = 100\,\frac{\rho^{i}_{(t)}\cdot\lambda^{j}_{(t)}\cdot\exp.\{\beta_0+\beta_1\,c^{ij}_{(t)}\}}{\rho^{i}_{(68)}\cdot\lambda^{j}_{(68)}\cdot\exp\{\beta_0+\beta_1\,c^{ij}_{(68)}\}}$$

Indien men van het indexcijfer wil overgaan naar de absolute waarde van een vervoerstroom, dient men slechts te vermenigvuldigen met de geobserveerde vervoerstroom in 1968 en te delen door honderd.

---

(1) Zie hiervoor M.J.D. Powell, op. cit., p. 39:"... the user has to make some decisions (on the parameters and on the scaling of the unknowns) carefully ...".

(2) Cfr. Bellens, Blauwens, Broeckx, <u>De ruimtelijke distributie van het Belgisch goederenvervoer</u>, blz. 21.

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. 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 3. 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 het jaar t (ook macro-modaal aandeel van de binnenvaart of, voor 1968, ook karakteristiek aandeel van de binnenvaart genoemd);

2. $B^{j}_{(t)}$ - totale bevolking van regio j tijdens jaar t;

3. $B^{pr\ j}_{(t)}$ - totaal bevolkingscijfer van de provincie(s), waarin de regio j gelegen is, tijdens jaar t;

4. β_0 - constante term, in de transfertkostenvergelijking, 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;

6. $c^{ij}_{(t)}$ - 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 (is een gewogen som van de transfertkosten langs de drie behandelde modi);

7. $c^{ij}_{b(t)}$ - 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;

8. $c^{ij}_{s(t)}$ - 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;

9. $c^{ij}_{w(t)}$ - 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;

10. $\gamma_{(t)}$ - correctiecoëfficiënt voor ieder jaar t, toegepast op iedere rij in dat jaar, zodanig dat de som van de berekende kolomtotalen gelijk is aan de som van de berekende rijtotalen;

11. e
exp - basis van de natuurlijke logaritme;

12. E( ) - verwachtingswaarde van het tussen haakjes optredende argument;

13. $H_{k(t)}$ - totale hoeveelheid van goed k, in ton uitgedrukt, ingevoerd via Belgische zeehavens, in jaar t ($H_{k(t)} = \sum_{i=1}^{I} H^{i}_{k(t)}$);

14. $H^{i}_{k(t)}$ - hoeveelheid, in ton uitgedrukt, van goed k, ingevoerd via, in regio i gelegen, zeehavens, in jaar t;

15. i - index, variërend van 1 tot I, ter aanduiding van de oorsprongsregio (cfr. Bijlage 1);

16. I - totaal aantal behandelde regio's;

17. j - index, variërend van 1 tot I, ter aanduiding van de bestemmingsregio (cfr. Bijlage 1);

18. k - index, variërend van 1 tot K, ter aanduiding van de goederencategorie (cfr. Bijlage 2);

19. K - totaal aantal beschouwde goederencategorieën;

20. $k^{j}_{(t)}$ - iteratief te bepalen correctiecoëfficiënt, waarmee in de RAS-methode, alle vervoerstromen van een bepaalde kolom j vermenigvuldigd worden, teneinde minimale afwijkingen van de berekende elementen t.o.v. de elementen in de basismatrix te bekomen;

21. $K^{j}_{(t)}$ - berekend kolomtotaal voor regio j in jaar t; geeft de totale berekende goederenhoeveelheid aan die in jaar t in regio j aangevoerd wordt;

22. $L^{i}_{k(t)}$ - totaal aantal (arbeiders en bedienden) per 30 juni van het jaar t tewerkgestelden in de produktiesector k van de oorsprongsregio i;

23. $L^{pr\ i}_{k(t)}$ - totaal aantal (arbeiders en bedienden) per 30 juni van het jaar t tewerkgestelden in de bedrijfstak k van de provincie(s) waartoe de oorsprongsregio i behoort;

24. $\lambda^{j}_{(t)}$ - aanvoerpotentiaal van regio j tijdens het jaar t (voor 1968 geëstimeerd als kleinste-kwadratencoëfficiënt bij dummy-variabelen, en voor de jaren $t \neq 1968$ berekend als onbekenden in een stelsel van niet-lineaire vergelijkingen);

25. $P^i_{k(t)}$ - 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;

26. $\hat{P}^i_{k(t)}$ - benaderend aandeel van goed k, voor zover aan binnenlandse bestemmingen geleverd, in de totale afvoer van regio i tijdens jaar t;

27. Π - algemeen, wegingscoëfficiënt van een modale transfertkost in de samengestelde transfertkost $c^{ij}_{(t)}$;

28. $\Pi^{ij}_{b(t)}$, $\Pi^{ij}_{s(t)}$, $\Pi^{ij}_{w(t)}$ - wegingscoëfficiënten waarmee voor de relatie ij de kostengegevens van de drie modi (respectievelijk binnenvaart, spoorvervoer en wegvervoer) moeten vermenigvuldigd worden om tot een samengestelde transfertkost te komen;

29. $r^i_{(t)}$ - iteratief te bepalen correctiecoëfficiënt, waarmee in de RAS-methode, alle vervoerstromen van een bepaalde rij i vermenigvuldigd worden, teneinde minimale afwijkingen van de berekende elementen t.o.v. de elementen in de basismatrix te bekomen;

30. $R^i_{(t)}$ - berekend rijtotaal voor regio i in jaar t, geeft de totale berekende goederenhoeveelheid aan die in jaar t vanuit regio i uitgevoerd wordt;

31. $\rho^i_{(t)}$ - afvoerpotentiaal van regio i tijdens het jaar t (voor 1968 geëstimeerd als kleinste-kwadratencoëfficiënt bij dummy-variabelen, en voor de jaren $t \neq 1968$ berekend als onbekenden in een stelsel van niet-lineaire vergelijkingen);

32. $s_{k(t)}$ - 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);

33. $S^{nat}_{k(t)}$ - totale hoeveelheid van goed k in ton uitgedrukt, binnen het rijk geproduceerd tijdens jaar t, bestemd voor binnenlandse leveringen;

34. $S^{pr\ i}_{k(t)}$ - hoeveelheid van goed k, in ton uitgedrukt, geproduceerd binnen de provincie(s) waartoe de oorsprongsregio i behoort, tijdens het jaar t, bestemd voor leveringen aan binnenlandse bestemmingen;

35. (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);

36. T - totaal aantal te onderzoeken jaren;

37. $T_{k(t)}$ - totaal vervoer, in ton uitgedrukt, aan goed k, binnen het rijk, waargenomen tijdens jaar t;

38. $T^{ij}_{(t)}$ - totale goederenstroom, gesommeerd over de drie modi, in ton uitgedrukt, op de relatie i-j, waargenomen of berekend voor het jaar t;

39. $u^{ij}_{(t)}$ - storingsterm op de relatie i-j, tijdens het jaar t;

40. $w_{k(t)}$ - marktaandeel van het vervoer over de weg in het totaal aantal ton van goed k, binnenlands vervoerd, tijdens jaar t (ook macro-modaal aandeel van het wegvervoer, of voor 1968, ook karakteristiek aandeel van het wegvervoer genoemd);

41. $X^{i}_{(t)}$ - totale afvoer van regio i, voor alle binnenlandse bestemmingen j, gesommeerd over alle goederencategorieën k, tijdens het jaar t.

$$X^{i}_{(t)} = \sum_{k=1}^{K} X^{i}_{k(t)} = \sum_{k=1}^{K} \left[P^{i}_{k(t)} \left(T_{k(t)} - H_{k(t)}\right) + H^{i}_{k(t)} \right]$$

Nota: ⁜ voor t = 1968 moet $X^{i}_{(68)}$ gelijk zijn aan de in de transportmatrix waargenomen rijtotalen

⁜ voor t ≠ 1968 dienen wij $X^{i}_{(t)}$ gelijk te stellen aan de berekende rijtotalen $R^{i}_{(t)}$;

42. $Y^{j}_{(t)}$ - bruto-regionaal produkt tegen factorkosten van de bestemmingsregio j tijdens het jaar t;

43. $Y^{pr\ j}_{(t)}$ - bruto-provinciaal produkt tegen factorkosten van de provincie(s) waartoe de bestemmingsregio j behoort, tijdens het jaar t.

BIJLAGE 4. RIJTOTALEN $R^{i}_{(t)}$ (cijfers in ton)

Regio \ Jaar	1966	1967	1969	1970	1971
1	23.010.510	23.543.787	24.243.526	29.020.840	27.111.343
2	4.601.083	5.030.589	5.106.358	5.359.282	5.368.589
3	2.347.969	2.503.771	2.592.268	3.045.382	3.410.240
4	7.349.283	7.579.721	7.406.599	8.502.347	9.312.326
5	2.625.795	2.676.422	2.471.768	2.685.869	2.840.457
6	6.256.424	6.824.080	7.807.251	9.192.759	9.922.385
7	1.793.491	1.840.568	2.507.883	3.217.802	3.804.553
8	5.377.555	5.171.257	5.386.090	7.042.614	8.732.364
9	1.423.157	1.377.124	2.577.334	2.866.092	3.117.481
10	2.289.249	2.486.090	2.648.561	3.248.711	3.791.726
Totalen	57.074.516	59.033.407	62.747.638	74.181.697	77.411.463

Bron: Eigen berekeningen op basis van totaal binnenlands vervoer, zeehaveninvoer, regionaal outputaandeel, regionale en provinciale tewerkstelling, provinciale en nationale structuur van de binnenlandse leveringen.

BIJLAGE 5. KOLOMTOTALEN $K^{j}_{(t)}$, AANGEPAST DOOR CORRECTIE-COEFFICIENT $\gamma_{(t)}$ (cijfers in ton)

Jaar / Regio	1966	1967	1969	1970	1971
1	7.668.398	8.041.210	8.827.710	10.462.892	10.995.246
2	9.099.489	9.537.699	9.726.106	11.381.667	11.838.241
3	3.664.276	3.750.777	3.991.846	4.725.333	4.842.403
4	11.308.745	11.495.427	12.181.416	14.400.722	14.768.990
5	9.279.250	9.464.447	9.807.823	11.446.374	11.836.416
6	2.047.247	2.182.349	2.362.692	2.899.970	3.151.660
7	2.057.898	2.135.784	2.250.837	2.689.399	2.839.846
8	5.855.822	6.061.759	6.687.744	7.942.333	8.323.388
9	2.506.479	2.622.104	2.858.570	3.411.112	3.663.524
10	3.586.912	3.741.851	4.052.893	4.821.893	5.151.750
Totalen	57.074.516	59.033.407	62.747.638	74.181.697	77.411.463

Bron: Eigen berekeningen op basis van bruto provinciaal produkt tegen factorkosten, regionale en provinciale bevolkingscijfers.

BIJLAGE 6. BERKENDE MODALE AANDELEN IN HET AFVOERPAKKET VAN DE REGIO'S

Modus $i=1..10$	Spoor $\Pi^{ij}_{s(68)}$	Binnenv. $\Pi^{ij}_{b(68)}$	Weg $\Pi^{ij}_{w(68)}$	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 6bis. MODALE AANDELEN 1968

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

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

BIJLAGE 7. TRANSFERTKOSTEN 1968 (*)

$$\left(c^{ij}_{68} = \Pi^{ij}_{b(68)} \cdot c^{ij}_{b(68)} + \Pi^{ij}_{w(68)} \cdot c^{ij}_{w(68)} + \Pi^{ij}_{s(68)} \cdot c^{ij}_{s(68)}\right)$$

i \ j	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1		168,357	255,417	248,032	278,835	224,010	256,366	182,517	248,404	259,306
2	186,767		198,590	188,852	276,036	255,522	208,978	207,754	282,426	265,319
3	270,323	193,548		159,228	325,320	338,005	234,287	248,714	309,416	253,810
4	260,191	181,186	156,500		272,471	277,586	168,417	274,094	345,598	293,454
5	288,814	257,743	315,173	271,008		165,224	198,329	347,559	415,823	408,081
6	232,612	237,939	326,056	273,402	165,946		216,889	318,130	382,768	384,926
7	284,320	212,925	243,939	183,788	219,247	237,100		318,348	393,632	358,890
8	200,174	208,696	257,010	285,593	373,662	336,710	314,016		182,296	183,697
9	262,164	274,797	313,327	351,045	430,915	395,811	378,999	175,963		170,990
10	280,913	266,369	259,153	304,517	438,379	413,401	350,787	183,745	175,428	

Bron: Eigen berekeningen. Voor methodiek: zie R. Bellens, G. Blauwens, L. Broeckx, De ruimtelijke distributie van het Belgisch goederenvervoer, SESO-werknota 7542/10.291, blz. 11.

(*) Gezien er geen of slechts geringe infrastructuurwijzigingen t.o.v. 1968 optraden, zijn deze transfertkosten ook toepasbaar op de jaren 1966, 1967 en 1969.

BIJLAGE 7bis. GEWIJZIGDE TRANSFERTKOSTEN 1970 EN 1971 ($c^{ij}_{(70)}$)

i \ j	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1		168,357	255,417	248,032	278,835	224,010	256,366	181,137	246,463	257,228
2	186,767		198,590	188,852	276,036	255,522	208,978	207,068	281,445	264,408
3	270,323	193,548		159,228	325,320	338,005	234,287	234,600	306,538	253,809
4	260,191	181,186	156,500		272,471	277,586	168,417	272,860	336,486	292,926
5	288,814	257,743	315,173	271,008		165,224	198,329	346,657	414,553	406,722
6	232,612	237,939	326,056	273,402	165,946		216,889	317,161	381,407	383,468
7	284,320	212,925	243,939	183,788	219,247	237,100		317,508	392,553	356,104
8	199,682	208,234	255,585	285,008	373,171	342,875	313,432		182,296	183,697
9	260,359	272,991	309,398	348,761	429,111	394,067	376,713	175,963		170,990
10	281,080	265,800	259,153	303,948	437,809	412,831	350,218	183,745	175,428	

Bron: Eigen berekeningen.
Zie bijlage 7.

BIJLAGE 8(1). INDEXCIJFERS (*) BEREKENDE INDIVIDUELE TRANSPORTSTROMEN 1966 (1968 = 100)

i / j	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1		93,622	96,648	99,118	99,717	94,046	95,995	93,333	90,506	91,532
2	80,680		86,060	88,261	88,793	83,746	85,477	83,110	80,592	81,508
3	90,838	93,863		99,373	99,975	94,272	96,251	93,574	90,743	91,767
4	93,088	96,187	99,295		102,450	96,623	98,624	95,889	92,989	94,039
5	87,231	90,137	93,051	95,427		90,545	92,419	89,861	87,135	88,125
6	87,561	89,922	92,827	95,199	95,775		92,197	89,645	86,934	87,917
7	81,629	84,339	87,069	89,298	89,839	84,728		84,087	81,540	82,466
8	101,506	104,885	108,274	111,042	111,712	105,364	107,542		101,395	102,544
9	76,499	79,051	81,600	83,685	84,194	79,417	81,027	78,802		77,283
10	86,042	88,908	91,776	94,124	94,693	89,311	91,141	86,632	85,948	

Bron: Eigen berekeningen op basis van geëxtrapoleerde transportmatrices 1966 en 1968.

(*) Indexcijfer i-j '66 = $\dfrac{T^{ij}_{(66)}}{T^{ij}_{(68)}} \times 100$

BIJLAGE 8(2). INDEXCIJFERS (*) BEREKENDE INDIVIDUELE TRANSPORTSTROMEN 1967

i \ j	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1		97,255	98,004	98,886	98,960	99,938	97,674	95,210	93,629	96,046
2	89,917		94,069	94,916	94,986	95,922	93,752	91,387	89,869	92,192
3	98,925	102,703		104,426	104,504	105,529	103,145	100,542	98,879	101,427
4	96,930	100,631	101,406		102,395	103,405	101,064	98,514	96,879	99,380
5	89,825	93,256	93,972	94,820		95,829	93,658	91,295	89,779	92,100
6	97,864	100,979	101,754	102,672	102,748		101,413	98,856	97,212	99,722
7	85,845	89,122	89,808	90,616	90,684	91,582		87,247	85,788	88,006
8	97,751	101,484	102,266	103,185	103,261	104,286	101,914		97,699	100,222
9	75,042	77,909	78,512	79,215	79,147	80,060	78,233	76,270		76,938
10	95,504	99,153	99,913	100,814	100,889	101,866	99,556	97,064	95,455	

Bron: Eigen berekeningen

(*) Indexcijfer i-j '67 = $\dfrac{T^{ij}_{(67)}}{T^{ij}_{(68)}} \times 100$

BIJLAGE 8(3). INDEXCIJFERS (*) BEREKENDE INDIVIDUELE TRANSPORTSTROMEN 1969

i \ j	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1		97,638	103,637	101,769	98,036	108,899	103,669	100,940	101,951	98,233
2	92,413		97,163	95,410	91,910	102,095	97,190	94,634	95,582	92,098
3	104,557	103,568		107,949	103,992	115,503	109,972	107,068	108,152	104,202
4	96,255	95,343	101,202		95,733	106,339	101,233	98,567	99,560	95,924
5	83,624	82,832	87,922	86,336		92,387	87,948	85,633	86,504	83,340
6	115,555	113,758	120,748	118,571	114,222		120,784	117,607	118,782	114,456
7	120,195	119,054	126,369	124,091	119,542	132,787		123,079	124,295	119,778
8	103,699	102,716	109,027	107,061	103,134	114,562	109,053		107,253	103,343
9	141,846	140,505	149,141	146,445	141,071	156,732	149,166	145,255		141,359
10	101,149	100,193	106,349	104,430	100,598	111,741	106,358	103,579	104,617	

Bron: Eigen berekeningen

(*) Indexcijfer i-j '69 = $\dfrac{T^{ij}_{(69)}}{T^{ij}_{(68)}} \times 100$

BIJLAGE 8(4). INDEXCIJFERS (*) BEREKENDE INDIVIDUELE TRANSPORTSTROMEN 1970

i \ j	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1		114,766	125,239	122,043	115,847	136,848	127,724	123,832	122,902	120,100
2	97,561		102,252	99,643	94,584	111,732	104,283	100,458	99,461	97,010
3	124,193	119,281		126,846	120,407	142,234	132,751	144,740	128,860	122,459
4	111,603	107,187	116,969		108,198	127,809	119,291	115,498	122,637	110,578
5	90,962	87,363	95,339	92,903		104,174	97,230	93,848	92,976	90,822
6	138,040	131,767	143,791	140,122	133,007		146,642	141,637	140,363	137,106
7	155,893	149,722	163,384	159,215	151,133	178,527		160,756	159,031	157,705
8	137,660	132,178	145,527	140,718	133,457	148,274	147,261		138,445	135,119
9	161,658	155,269	172,787	165,839	156,717	185,034	173,547	162,680		156,764
10	125,369	121,230	131,108	128,917	122,374	144,554	134,899	128,475	126,854	

Bron: Eigen berekeningen

(*) Indexcijfer i-j '70 = $\dfrac{T^{ij}_{(70)}}{T^{ij}_{(68)}} \times 100$

BIJLAGE 8(5). INDEXCIJFERS (*) BEREKENDE INDIVIDUELE TRANSPORTSTROMEN 1971

i \ j	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1		107,380	112,595	111,569	105,981	136,565	119,369	119,814	115,243	112,333
2	92,365		101,455	100,530	95,495	123,048	107,557	107,270	102,925	100,135
3	130,201	136,391		141,711	134,615	173,440	151,619	171,145	147,662	139,976
4	114,584	120,029	125,859		118,466	152,653	133,431	133,748	137,628	123,785
5	89,596	93,854	98,413	97,516		119,365	104,334	104,262	100,118	97,544
6	140,761	146,546	153,661	152,264	144,638		162,908	162,899	156,442	152,433
7	172,745	180,950	189,744	188,011	178,599	230,135		200,910	192,656	190,528
8	161,854	169,499	179,318	176,311	167,335	202,792	188,629		177,925	173,214
9	164,272	172,088	184,010	179,587	169,827	218,739	192,114	186,449		173,685
10	136,593	144,062	150,264	149,679	142,181	183,203	160,122	157,879	151,074	

Bron: Eigen berekeningen

(*) Indexcijfer i-j '71 = $\dfrac{T^{ij}_{(71)}}{T^{ij}_{(68)}} \times 100$

Statistische Studiën

BIJLAGE 9. INTERREGIONALE GOEDERENSTROMEN IN TON, t = 1968 ($T^{ij}_{(68)}$)

van \ naar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1		5.021.081	600.552	6.405.566	6.261.869	1.022.034	349.845	2.975.569	378.387	1.010.942
2	1.189.931		539.214	1.689.088	410.831	234.029	361.849	450.516	287.373	247.859
3	389.199	580.262		649.273	59.051	105.325	155.702	231.983	110.280	129.465
4	2.267.155	1.235.583	1.381.135		269.612	146.575	915.565	734.049	241.069	371.307
5	1.113.208	372.520	125.133	338.502		423.809	166.182	150.446	55.862	128.122
6	862.401	1.452.422	753.365	1.222.435	2.012.496		79.511	172.611	68.870	126.507
7	348.049	239.063	81.948	864.026	148.832	40.187		279.681	20.339	45.341
8	1.753.866	425.524	154.969	261.819	150.346	105.175	96.049		955.230	1.218.072
9	185.358	136.135	130.137	79.641	41.791	41.801	9.217	543.175		606.850
10	441.821	276.893	45.853	140.588	106.689	86.772	29.776	815.906	609.488	

Bron: Eigen berekeningen op basis van Bureau voor Economische Programmatie, Plan 1971-1975, Produktiesectoren, Afdeling 1, Vervoer, Brussel, 1971.

BIJLAGE 10. COMPUTEROUTPUT

```
// JOB    0001 0F04
// * STUDIECENTRUM VOOR ECONOMISCH EN SOCIAAL ONDERZOEK
C
// *              ROEL BELLENS - LUC BROECKX
C
C
// * NIET-LINEAIRE MATRIXEXTRAPOLATIE , PROGRAMMA NILIN
C
// * 5 SUBPROGRAMMA'S
C
// * AMAX1 , AMIN1 , CALFU , NS01A , CALLING-PROGRAM
C
// FOR
*ONE WORD INTEGERS
*LIST ALL
C     COMPUTE THE MAX OF TWO VARIABLES                                    A 1
C
      FUNCTION AMAX1(Q,Y)                                                 A 2
      REAL Q,Y                                                            A 3
      AMAX1=Q                                                             A 4
      IF(Q-Y) 1,1,2                                                       A 5
    1 AMAX1=Y                                                             A 6
    2 RETURN                                                              A 7
      END                                                                 A 8
// DUP
*DELETE     UA      AMAX1     0001
*STORE      WS  UA  AMAX1     0001  0001
C
C
C
C
C
C
C
C
C
C
C
C
C
C
C
C
```

```
// FOR
*ONE WORD INTEGERS
*LIST ALL
C     COMPUTE THE MIN OF TWO VARIABLES                                                    B 1
C
      FUNCTION AMIN1(Q,Y)                                                                 B 2
      REAL Q,Y                                                                            B 3
      AMIN1=Q                                                                             B 4
      IF(Q-Y) 2,1,1                                                                       B 5
    1 AMIN1=Y                                                                             B 6
    2 RETURN                                                                              B 7
      END                                                                                 B 8
// DUP
*DELETE       UA       AMIN1      0001
*STORE        WS  UA   AMIN1      0001  0001
C
C
C
C
C
C
C
C
C
C
C
C
C
C
C
C
C
C
C
C
C
C
C
C
C
C
C
C
```

```
// FOR
*ONE WORD INTEGERS
*LIST ALL
C     CALFU CONTAINS THE FUNCTION SPECIFICATION                     C 1
C
      SUBROUTINE CALFU (N,X,F)                                      C 2
      DIMENSION B(10,10),X(20),Z(10,10),T(20),F(20)                 C 3
      COMMON B,Z,T                                                  C 4
      DO 30 I=1,10                                                  C 5
      F(I)=0                                                        C 6
      DO 25 J=1,10                                                  C 7
 25   F(I)=F(I)+B(I,J)*EXP(X(I)+X(J+10)+Z(I,J))                     C 8
      F(I)=F(I)-T(I)                                                C 9
 30   CONTINUE                                                      C10
      DO 40 J=1,10                                                  C11
      F(J+10)=0                                                     C12
      DO 35 I=1,10                                                  C13
 35   F(J+10)=F(J+10)+B(I,J)*EXP(X(I)+X(J+10)+Z(I,J))               C14
      F(J+10)=F(J+10)-T(J+10)                                       C15
 40   CONTINUE                                                      C16
      RETURN                                                        C17
      END                                                           C18
// DUP
*DELETE       UA       CALFU      0001
*STORE        WS  UA   CALFU      0001  0001
C
C
C
C
C
C
C
C
C
C
C
C
C
C
C
C
C
C
```

```
// FOR
*ONE WORD INTEGERS
*LIST ALL
C     NSO1A IS THE ITERATION SUBROUTINE                                  D   1
C
      SUBROUTINE NSO1A (N,X,F,AJINV,DSTEP,DMAX,ACC,MAFUN,IPRIN,W,L,M,D)  D   2
      DIMENSION X(20),F(20),AJINV(20,20),W(1000),L(20),M(20)             D   3
C     SET VARIOUS PARAMETERS                                             D   4
      MAXC=0                                                             D   5
C     'MAXC' COUNTS THE NUMBER OF CALLS OF CALFU                         D   6
      NT=N+4                                                             D   7
      NTEST=NT                                                           D   8
C    'NT' AND 'NTEST' CAUSE AN ERROR RETURN IF F(X) DOES NOT DECREASE    D   9
      DTEST=FLOAT(N+N)-0.5                                               D  10
C     'DTEST' IS USED TO MAINTAIN LINEAR INDEPENDENCE                    D  11
      NX=N*N                                                             D  12
      NF=NX+N                                                            D  13
      NW=NF+N                                                            D  14
      MW=NW+N                                                            D  15
      NDC=MW+N                                                           D  16
      ND=NDC+N                                                           D  17
C     THESE PARAMETERS SEPARATE THE WORKING SPACE ARRAY W                D  18
      FMIN=0.                                                            D  19
C     USUALLY 'FMIN' IS THE LEAST CALCULATED VALUE OF F(X),              D  20
C     AND THE BEST X IS IN W(NX+1) TO W(NX+N)                            D  21
      DD=0.                                                              D  22
C     USUALLY DD IS THE SQUARE OF THE CURRENT STEP LENGTH                D  23
      DSS=DSTEP*DSTEP                                                    D  24
      DM=DMAX*DMAX                                                       D  25
      DMM=4.*DM                                                          D  26
      IS=5                                                               D  27
C     'IS' CONTROLS A 'GO TO' STATEMENT FOLLOWING A CALL OF CALFU        D  28
      TINC=1.                                                            D  29
C     'TINC' IS USED IN THE CRITERION TO INCREASE THE STEP LENGTH        D  30
C     START A NEW PAGE FOR PRINTING                                      D  31
      IF (IPRIN) 1,1,85                                                  D  32
   86 FORMAT(1H1,'NEW PAGE   SEE INSTRUCTIONS 33 AND 34')                D  33
   85 WRITE(5,86)                                                        D  34
C     CALL THE SUBROUTINE CALFU                                          D  35
    1 MAXC=MAXC+1                                                        D  36
      CALL CALFU (N,X,F)                                                 D  37
C     TEST FOR CONVERGENCE                                               D  38
      FSQ=0.                                                             D  39
```

```
      DO 2 I=1,N
      FSQ=FSQ+F(I)*F(I)
    2 CONTINUE
      IF (FSQ-ACC) 3,3,4
C     PROVIDE PRINTING OF FINAL SOLUTION IF REQUESTED
    3 IF (IPRIN) 5,5,6
    7 FORMAT(1HO,'THE FINAL SOLUTION CALCULATED REQUIRED',I5,'CALLS OF C
     1ALFU AND IS')
    6 WRITE(5,7)MAXC
    8 FORMAT(1HO,'I=',I5,7X,'X(I)=',E17.8,12X,'F(X)=',E17.8)
      WRITE(5,8)(I,X(I),F(I),I=1,N)
    9 FORMAT(1HO,'DE SUM OF SQUARES IS',2X,E17.8)
      WRITE(5,9)FSQ
    5 RETURN
C     TEST FOR ERROR RETURN BECAUSE F(X) DOES NOT DECREASE
    4 GO TO (10,11,11,10,11),IS
   10 IF (FSQ-FMIN) 15,20,20
   20 IF (DD-DSS) 12,12,11
   12 NTEST=NTEST-1
      IF (NTEST) 13,14,11
   16 FORMAT(1HO,'ERROR RETURN BECAUSE',I5,'CALLS OF CALFU FAILED TO IMP
     1ROVE THE RESIDUALS')
   14 WRITE(5,16)NT
   17 DO 18 I=1,N
      NXI=NX+I
      X(I)=W(NXI)
      NFI=NF+I
      F(I)=W(NFI)
   18 CONTINUE
      FSQ=FMIN
      GO TO 3
C     ERROR RETURN BECAUSE A NEW JACOBIAN IS UNSUCCESSFUL
   19 FORMAT(1HO,'ERROR RETURN BECAUSE F(X) FAILED TO DECREASE USING A N
     1EW JACOBIAN')
   13 WRITE(5,19)
      GO TO 17
   15 NTEST=NT
C     TEST WHETHER THERE HAVE BEEN MAXFUN CALLS OF CALFU
   11 IF (MAFUN-MAXC) 21,21,22
   23 FORMAT(1HO,'ERROR RETURN BECAUSE THERE HAVE BEEN',I5,'CALLS OF CAL
     1FU')
   21 WRITE(5,23)MAXC
      IF (FSQ-FMIN) 3,17,17
```

```
C     PROVIDE PRINTING IF REQUESTED
   22 IF (IPRIN) 24,24,25
   26 FORMAT(1HO,'AT THE',I5,'TH CALL OF CALFU WE HAVE')
   25 WRITE(5,26)MAXC
      WRITE(5,8)(I,X(I),F(I),I=1,N)
      WRITE(5,9)FSQ
   24 GO TO (27,28,29,87,30),IS
C     STORE THE RESULT OF THE INITIAL CALL OF CALFU
   30 FMIN=FSQ
      DO 31  I=1,N
      NXI=NX+I
      W(NXI)=X(I)
      NFI=NF+I
      W(NFI)=F(I)
   31 CONTINUE
C     CALCULATE A NEW JACOBIAN APPROXIMATION
   32 IC=0
      IS=3
   33 IC=IC+1
      X(IC)=X(IC)+DSTEP
      GO TO 1
   29 K=IC
      DO 34  I=1,N
      NFI=NF+I
      W(K)=(F(I)-W(NFI))/DSTEP
      K=K+N
   34 CONTINUE
      NXIC=NX+IC
      X(IC)=W(NXIC)
      IF (IC-N) 33,35,35
C     CALCULATE THE INVERSE OF THE JACOBIAN AND SET THE DIRECTION MATRIX
   35 K=0
      DO 36  I=1,N
      DO 37  J=1,N
      K=K+1
      AJINV(I,J)=W(K)
      NDK=ND+K
      W(NDK)=0.
   37 CONTINUE
      NDCI=NDC+I
      NDIK=NDCI+K
      W(NDIK)=1.
      NI=N-I
```

```
      W(NDCI)=1.+FLOAT(NI)
   36 CONTINUE
      CALL MINV(AJINV,N,D,L,M)
C     START ITERATION BY PREDICTING THE DESCENT AND NEWTON MINIMA
   38 DS=0.
      DN=0.
      SP=0.
      DO 39 I=1,N
      X(I)=0.
      F(I)=0.
      K=I
      DO 40 J=1,N
      NFJ=NF+J
      X(I)=X(I)-W(K)*W(NFJ)
      F(I)=F(I)-AJINV(I,J)*W(NFJ)
      K=K+N
   40 CONTINUE
      DS=DS+X(I)*X(I)
      DN=DN+F(I)*F(I)
      SP=SP+X(I)*F(I)
   39 CONTINUE
C     TEST WHETHER A NEARBY STATIONARY POINT IS PREDICTED
      IF (FMIN*FMIN-DMM*DS) 41,41,42
C     IF SO THEN RETURN OR REVISE JACOBIAN
   42 GO TO (43,43,44),IS
   45 FORMAT(1H0,'ERROR RETURN BECAUSE A NEARBY STATIONARY POINT OF F(X)
     1IS PREDICTED')
   44 WRITE(5,45)
      GO TO 17
   43 NTEST=0
      DO 46 I=1,N
      NXI=NX+I
      X(I)=W(NXI)
   46 CONTINUE
      GO TO 32
C     TEST WHETHER TO APPLY THE FULL NEWTON CORRECTION
   41 IS=2
      IF (DN-DD) 47,47,48
   47 DD=AMAX1(DN,DSS)
      DS=0.25*DN
      TINC=1.
      IF (DN-DSS) 49,58,58
   49 IS=4
```

```
      GO TO 80                                                          D169
C     CALCULATE THE LENGTH OF THE STEEPEST DESCENT STEP                 D170
   48 K=0                                                               D171
      DMULT=0.                                                          D172
      DO 51 I=1,N                                                       D173
      DW=0.                                                             D174
      DO 52 J=1,N                                                       D175
      K=K+1                                                             D176
      DW=DW+W(K)*X(J)                                                   D177
   52 CONTINUE                                                          D178
      DMULT=DMULT+DW*DW                                                 D179
   51 CONTINUE                                                          D180
      DMULT=DS/DMULT                                                    D181
      DS=DS*DMULT*DMULT                                                 D182
C     TEST WHETHER TO USE THE STEEPEST DESCENT DIRECTION                D183
      IF (DS-DD) 53,54,54                                               D184
C     TEST WHETHER THE INITIAL VALUE OF DD HAS BEEN SET                 D185
   54 IF (DD) 55,55,56                                                  D186
   55 DD=AMAX1(DSS,AMIN1(DM,DS))                                        D187
      DS=DS/(DMULT*DMULT)                                               D188
      GO TO 41                                                          D189
C     SET THE MULTIPLIER OF THE STEEPEST DESCENT DIRECTION              D190
   56 ANMUL=0.                                                          D191
      DMULT=DMULT*SQRT(DD/DS)                                           D192
      GO TO 98                                                          D193
C     INTERPOLATE BETWEEN THE STEEPEST DESCENT AND THE NEWTON DIRECTIONS D194
   53 SP=SP*DMULT                                                       D195
      ANMUL=(DD-DS)/((SP-DS)+SQRT((SP-DD)**2+(DN-DD)*(DD-DS)))          D196
      DMULT=DMULT*(1.-ANMUL)                                            D197
C     CALCULATE THE CHANGE IN X AND ITS ANGLE WITH THE FIRST DIRECTION  D198
   98 DN=0.                                                             D199
      SP=0.                                                             D200
      DO 57 I=1,N                                                       D201
      F(I)=DMULT*X(I)+ANMUL*F(I)                                        D202
      DN=DN+F(I)*F(I)                                                   D203
      NDI=ND+I                                                          D204
      SP=SP+F(I)*W(NDI)                                                 D205
   57 CONTINUE                                                          D206
      DS=0.25*DN                                                        D207
C     TEST WHETHER AN EXTRA STEP IS NEEDED FOR INDEPENDENCE             D208
      IF (W(NDC+1)-DTEST) 58,58,59                                      D209
   59 IF (SP*SP-DS) 60,58,58                                            D210
C     TAKE THE EXTRA STEP AND UPDATE THE DIRECTION MATRIX               D211
```

```
   50 IS=2
   60 DO 61 I=1,N
      NXI=NX+I
      NDI=ND+I
      X(I)=W(NXI)+DSTEP*W(NDI)
      NDCI=NDC+I
      W(NDCI)=W(NDCI+1)+1.
   61 CONTINUE
      W(ND)=1.
      DO 62 I=1,N
      K=ND+I
      SP=W(K)
      DO 63 J=2,N
      KN=K+N
      W(K)=W(KN)
      K=K+N
   63 CONTINUE
      W(K)=SP
   62 CONTINUE
      GO TO 1
C     EXPRESS THE NEW DIRECTION IN TERMS OF THOSE OF THE DIRECTION
C     MATRIX, AND UPDATE THE COUNTS IN W(NDC+1) ETC.
   58 SP=0.
      K=ND
      DO 64 I=1,N
      X(I)=DW
      DW=0.
      DO 65 J=1,N
      K=K+1
      DW=DW+F(J)*W(K)
   65 CONTINUE
      NDCI=NDC+I
      GO TO (68,66),IS
   66 W(NDCI)=W(NDCI)+1.
      SP=SP+DW*DW
      IF (SP-DS) 64,64,67
   67 IS=1
      KK=I
      X(I)=DW
      NDCI=NDC+I
      GO TO 69
   68 X(I)=DW
   69 W(NDCI)=W(NDCI+1)+1.
```

```
   64 CONTINUE                                                    D255
      W(ND)=1.                                                    D256
C     REORDER THE DIRECTIONS SO THAT KK IS FIRST                  D257
      IF (KK-1) 70,70,71                                          D258
   71 KS=NDC+KK*N                                                 D259
      DO 72 I=1,N                                                 D260
      K=KS+I                                                      D261
      SP=W(K)                                                     D262
      DO 73 J=2,KK                                                D263
      KMIN=K-N                                                    D264
      W(K)=W(KMIN)                                                D265
      K=K-N                                                       D266
   73 CONTINUE                                                    D267
      W(K)=SP                                                     D268
   72 CONTINUE                                                    D269
C     GENERATE THE NEW ORTHOGONAL DIRECTION MATRIX                D270
   70 DO 74 I=1,N                                                 D271
      NWI=NW+I                                                    D272
      W(NWI)=0.                                                   D273
   74 CONTINUE                                                    D274
      SP=X(1)*X(1)                                                D275
      K=ND                                                        D276
      DO 75 I=2,N                                                 D277
      DS=SQRT(SP*(SP+X(I)*X(I)))                                  D278
      DW=SP/DS                                                    D279
      DS=X(I)/DS                                                  D280
      SP=SP+X(I)*X(I)                                             D281
      DO 76 J=1,N                                                 D282
      K=K+1                                                       D283
      NWJ=NW+J                                                    D284
      W(NWJ)=W(NWJ)+X(I-1)*W(K)                                   D285
      KN=K+N                                                      D286
      W(K)=DW*W(KN)-DS*W(NWJ)                                     D287
   76 CONTINUE                                                    D288
   75 CONTINUE                                                    D289
      SP=1./SQRT(DN)                                              D290
      DO 77 I=1,N                                                 D291
      K=K+1                                                       D292
      W(K)=SP*F(I)                                                D293
   77 CONTINUE                                                    D294
C     CALCULATE THE NEXT VECTOR X, AND PREDICT THE RIGHT-HAND SIDES D295
   80 FNP=0.                                                      D296
      K=0                                                         D297
```

```
      DO 78 I=1,N
      NXI=NX+I
      X(I)=W(NXI)+F(I)
      NWI=NW+I
      NFI=NF+I
      W(NWI)=W(NFI)
      DO 79 J=1,N
      K=K+1
      NWI=NW+I
      W(NWI)=W(NWI)+W(K)*F(J)
   79 CONTINUE
      NWI=NW+I
      FNP=FNP+W(NWI)**2
   78 CONTINUE
C     CALL CALFUN USING THE NEW VECTOR OF VARIABLES
      GO TO 1
C     UPDATE THE STEP SIZE
   27 DMULT=0.9*FMIN+0.1*FNP-FSQ
      IF (DMULT) 82,81,81
   82 DD=AMAX1(DSS,0.25*DD)
      TINC=1.
      IF (FSQ-FMIN) 83,28,28
C     TRY THE TEST TO DECIDE WHETHER TO INCREASE THE STEP LENGTH
   81 SP=0.
      SS=0.
      DO 84 I=1,N
      NWI=NW+I
      SP=SP+ABS(F(I)*(F(I)-W(NWI)))
      SS=SS+(F(I)-W(NWI))**2
   84 CONTINUE
      PJ=1.+DMULT/(SP+SQRT(SP*SP+DMULT*SS))
      SP=AMIN1(4.,TINC,PJ)
      TINC=PJ/SP
      DD=AMIN1(DM,SP*DD)
      GO TO 83
C     IF F(X) IMPROVES STORE THE NEW VALUE OF X
   87 IF (FSQ-FMIN) 83,50,50
   83 FMIN=FSQ
      DO 88 I=1,N
      SP=X(I)
      NXI=NX+I
      X(I)=W(NXI)
      W(NXI)=SP
```

```
      SP=F(I)                                                           D341
      NFI=NF+I                                                          D342
      F(I)=W(NFI)                                                       D343
      W(NFI)=SP                                                         D344
      NWI=NW+I                                                          D345
      W(NWI)=-W(NWI)                                                    D346
   88 CONTINUE                                                          D347
      IF (IS-1) 28,28,50                                                D348
C     CALCULATE THE CHANGES IN F AND IN X                               D349
   28 DO 89 I=1,N                                                       D350
      NXI=NX+I                                                          D351
      X(I)=X(I)-W(NXI)                                                  D352
      NFI=NF+I                                                          D353
      F(I)=F(I)-W(NFI)                                                  D354
   89 CONTINUE                                                          D355
C     UPDATE THE APPROXIMATIONS TO J AND TO AJINV                       D356
      K=0                                                               D357
      DO 90 I=1,N                                                       D358
      MWI=MW+I                                                          D359
      W(MWI)=X(I)                                                       D360
      NWI=NW+I                                                          D361
      W(NWI)=F(I)                                                       D362
      DO 91 J=1,N                                                       D363
      MWI=MW+I                                                          D364
      W(MWI)=W(MWI)-AJINV(I,J)*F(J)                                     D365
      K=K+1                                                             D366
      NWI=NW+I                                                          D367
      W(NWI)=W(NWI)-W(K)*X(J)                                           D368
   91 CONTINUE                                                          D369
   90 CONTINUE                                                          D370
      SP=0.                                                             D371
      SS=0.                                                             D372
      DO 92 I=1,N                                                       D373
      DS=0.                                                             D374
      DO 93 J=1,N                                                       D375
      DS=DS+AJINV(J,I)*X(J)                                             D376
   93 CONTINUE                                                          D377
      SP=SP+DS*F(I)                                                     D378
      SS=SS+X(I)*X(I)                                                   D379
      F(I)=DS                                                           D380
   92 CONTINUE                                                          D381
      DMULT=1.                                                          D382
      IF (ABS(SP)-0.1*SS) 94,95,95                                      D383
```

```
   94 DMULT=0.8                                                     D384
   95 PJ=DMULT/SS                                                   D385
      PA=DMULT/(DMULT*SP+(1.-DMULT)*SS)                             D386
      K=0                                                           D387
      DO 96 I=1,N                                                   D388
      NWI=NW+I                                                      D389
      SP=PJ*W(NWI)                                                  D390
      MWI=MW+I                                                      D391
      SS=PA*W(MWI)                                                  D392
      DO 97 J=1,N                                                   D393
      K=K+1                                                         D394
      W(K)=W(K)+SP*X(J)                                             D395
      AJINV(I,J)=AJINV(I,J)+SS*F(J)                                 D396
   97 CONTINUE                                                      D397
   96 CONTINUE                                                      D398
      GO TO 38                                                      D399
      END                                                           D400
// DUP
*DELETE       UA      NS01A      0001
*STORE        WS  UA  NS01A      0001  0001
C
C
C
C
C
C
C
C
C
C
C
C
C
C
C
C
C
C
C
C
C
C
C
```

```
// FOR
*ONE WORD INTEGERS
*LIST ALL
*IOCS(CARD,1403 PRINTER)
C     CALLING PROGRAM
C
      REAL DSTEP,DMAX,ACC,D
      DIMENSION X(20),F(20),AJINV(20,20),W(1000),L(20),M(20),B(10,10),Z(
     110,10),T(20)
      COMMON B,Z,T
 100  FORMAT(10F8.0)
 101  FORMAT(8F10.0,/,2F10.0)
 102  FORMAT(8F10.0,/,8F10.0,/,4F10.0)
      READ(2,100)((B(I,J),J=1,10),I=1,10)
      READ(2,101)(X(I),I=1,20)
      READ(2,101)((Z(I,J),J=1,10),I=1,10)
      READ(2,102)(T(I),I=1,20)
C     N IS THE NUMBER OF EQUATIONS AND UNKNOWNS
      N=20
C     DSTEP IS A MODERATE STEP-LENGTH TO USE TO APPROXIMATE FIRST DERIV.
      DSTEP=.XXXXXX
C     DMAX IS AN ESTIMATE OF THE DISTANCE OF THE SOLUTION (DMAX   DSTEP)
      DMAX=.XXXXXXX
C     ACC IS THE ACCURACY REQUIRED
      ACC=.XXXXXXXX
C     MAFUN IS SET TO THE MAXIMUM NUMBER OF CALLS OF CALFU ALLOWED
      MAFUN=XXX
C     IPRIN DETERMINES PRINTING
      IPRIN=1
      CALL NS01A (N,X,F,AJINV,DSTEP,DMAX,ACC,MAFUN,IPRIN,W,L,M,D)
      CALL EXIT
      END
// XEQ                                                                   ABCDE
```