

Model voor de simulatie van het nationaal telefoonverkeer op basis van marktsegmentatie (*) ()**

door

Walter BAETS
R.T.T. – Planbureau

Résumé p. 308

1. INLEIDING

Het blijkt voor de openbare sektor in 't algemeen steeds moeilijker een sluitende begroting in te dienen bij het parlement. In vele gevallen worden daarbij de ontvangsten (gevoelig) overschat. Hiervoor zijn twee mogelijke oorzaken: gebrek aan betere methoden; politieke opportuniteit. Uiteraard verdient dit eerste euvel in deze bijdrage nader bekeken.

De RTT als openbaar bedrijf ontsnapt evenmin aan de hoger aangehaalde toestand. De planning in 't algemeen, maar vooral de financieel-economische meerjarenplanning, is de laatste jaren in een stroomversnelling gekomen. De methoden zijn bij de meeste openbare bedrijven niet mee geëvolueerd.

(*) De auteur schrijft deze bijdrage in eigen naam. Bijgevolg is dit niet het officiële standpunt van de RTT in deze materie.

(**) De auteur dankt zijn collega's van het RTT-Planbureau, alsook B. De Borgher (UFSIA-SESO) voor hun kritische bemerkingen. Alle fouten blijven uiteraard de verantwoordelijkheid van de auteur.

De noodzaak van korrekte planning van de ontvangsten (en uitgaven) dient niet benadrukt. Het (fel bekritiseerde) beheer van publieke ondernemingen kan slechts geloofwaardig zijn in de mate dat de gebruikte informatie en methoden exact en adequaat zijn.

In België zelf bestaat er weinig of geen ervaring met de hier behandelde praktijken. De ons omringende landen staan hierin veel verder, alsook het overkoepelend Europees orgaan CEPT, dat daarmee een permanente werkgroep belast heeft. Het ligt dan ook voor de hand dat de basisinformatie uit het buitenland komt, doch het model zelf op de Belgische situatie gebouwd is.

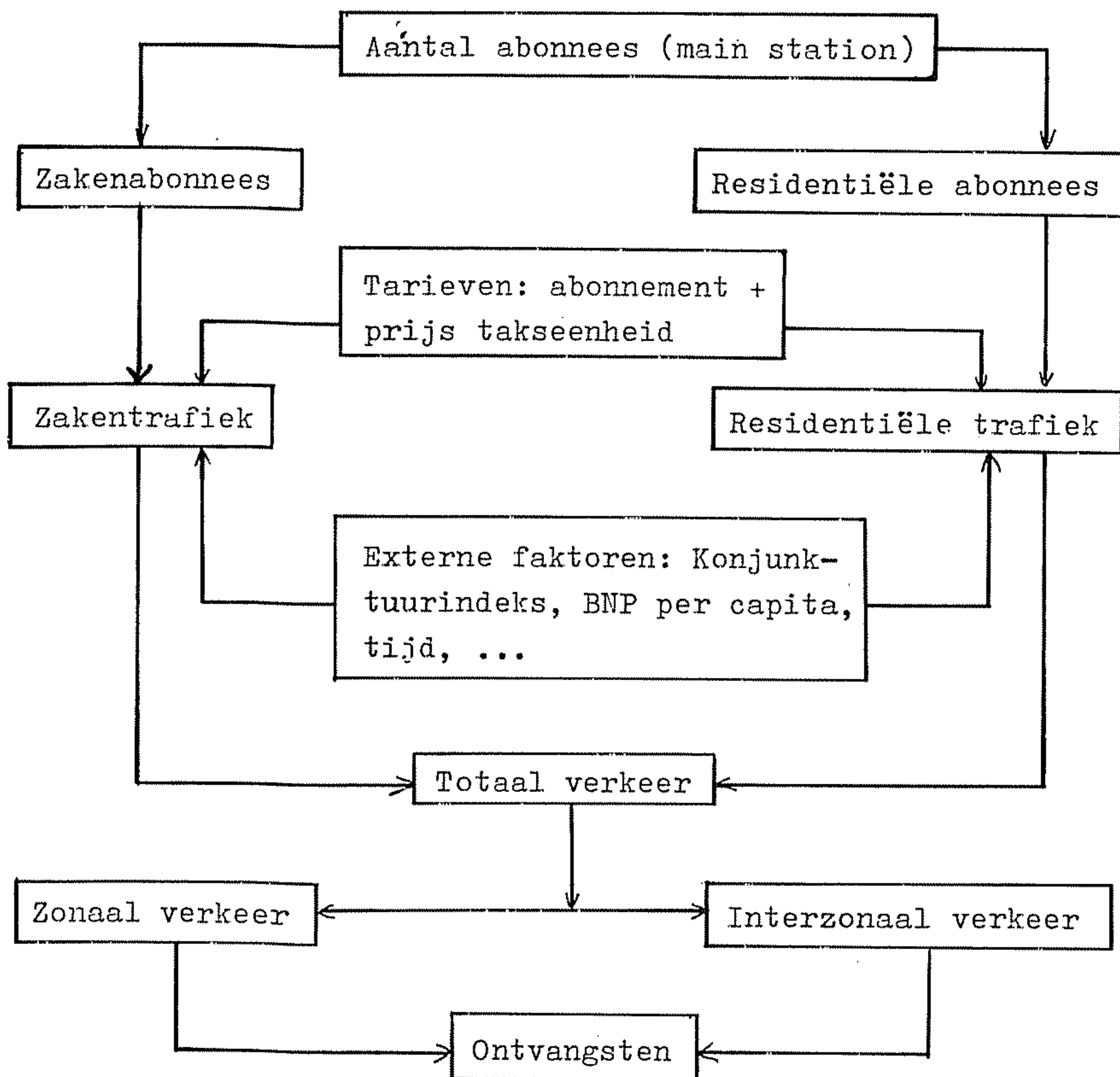
Na grondige discussie van zulke modellen voor het financieel-economische luik RTT, leidt het geen twijfel dat deze methoden ingang zullen vinden in de officiële RTT-politiek dienaangaande. Dit kan enkel leiden tot meer duidelijkheid, een eerste vereiste voor een publieke onderneming.

2. STRUCTUUR VAN HET MODEL

De bedoeling van het model is het telefoonverkeer te kunnen voorzien (zowel zonaal als interzonaal) op basis van een gesegmenteerde markt met zaken- en residentiële sektor ([7]), en rekening houdende met externe factoren, zoals tarieven, BNP per capita, groei van het globale park ... Deze benadering ligt voor de hand en volgt daarmee de structuur van de facturen van de RTT, die deze opsplitsing rechtvaardigen. De methode is reeds eerder met succes toegepast op andere publieke sectoren zoals gasvoorziening ([10]) en vraag naar medische zorgen ([1]).

Voor België ontbreken echter tamelijk wat essentiële gegevens, om het voorgestelde model volledig optimaal te doen werken. Dit heeft voor gevolg dat er vereenvoudigingen zijn doorgevoerd (geen verdere segmentatie van zakentrafiek, geen telefooncellen als autonome sektor, geen empirisch onderzocht gedrag van een nieuwe klant, de keuze van de externe factoren, ...) die echter de essentie van de structuren van het model niet wijzigen, maar het wel gevoelig zouden kunnen verbeteren.

De onderstaande diagram toont duidelijk de verschillende samenstellende factoren van het model, alsook hun onderlinge verbanden. Het zijn deze verbanden die vervolgens gekwantificeerd zullen worden en in een wiskundige formule rekenklaar gemaakt.



3. RESIDENTIELE SEKTOR

3.1. Modelopbouw

De basis van het model wordt gevormd door twee definitie-relaties, die zich uitspreken over de samenstelling van het park in relatie tot de ouderdom van de aanluiting (1.1.), en de gemiddelde consumptie per lijn (1.2.) (1).

$$(1.1) \quad MS(t) = \int_{-\infty}^t MS(t, \theta) d\theta$$

met $MS(t)$ = totaal aantal lijnen (main stations) op t

$MS(t, \theta) d\theta$ = aantal niet opgezegde lijnen (MS) op tijdstip t van diegenen aangesloten tussen θ en $\theta + d\theta$ met $\theta \leq t$.

(1) Vooral het Franse model ([9]) gaat expliciet uit van deze basisrelaties. Het Westduitse ([6]) kiest een andere vertrekbasis, die echter voor België minder realistisch is.

$$(1.2.) T(t) = \frac{1}{MS(t)} \int_{-\infty}^t T(t, \theta) MS(t, \theta) d\theta$$

met $T(t)$ = gemiddelde consumptie (verkeer) per lijn (abonnee, toestel) tussen t en $t+dt$

$T(t, \theta)dt$ = consumptie tussen t en $t+dt$ van een lijn aangesloten op θ ($\theta \leq t$) en niet opgezegd op t .

Teneinde de wijzigingsvoet in deze relaties in te voeren, wordt zowel (1.1) als (1.2) afgeleid, en de waarde $\dot{MS}(t)$ uit de afgeleide van (1.1.) wordt ingevuld in de afgeleide van (1.2.). Het aldus bekomen resultaat is

$$(1.3.) \frac{\dot{T}(t)}{T(t)} = NA(t) + OP(t) + OA(t)$$

met

$$(1.4.) NA(t) = \frac{-MS(t, t)}{MS(t)} \left[1 - \frac{T(t, t)}{T(t)} \right]$$

$$(1.5.) OP(t) = \int_{-\infty}^t \frac{\frac{\delta MS}{\delta t}(t, \theta)}{MS(t, \theta)} \left[1 - \frac{T(t, \theta)}{T(t)} \right] \frac{MS(t, \theta)}{MS(t)} d\theta$$

$$(1.6.) OA(t) = \int_{-\infty}^t \frac{\frac{\delta T}{\delta t}(t, \theta)}{T(t, \theta)} \frac{T(t, \theta)}{T(t)} \frac{MS(t, \theta)}{MS(t)} d\theta$$

Dit vraagt natuurlijk meer uitleg. De formule (1.3.) kan opgesplitst worden in 3 delen die we zouden kunnen noemen: het effect nieuwe abonnees (NA), het effect opheffingen (OP), het effect van de bestaande abonnees (OA).

De formules (1.4.), of het effect nieuwe abonnees, kan – na het minteken terug tussen de haakjes te plaatsen – beschouwd worden als de “verschijningsvoet” van nieuwe abonnees op t , gewogen met de relatieve afwijking van de consumptie van nieuwe abonnees t.o.v. de consumptie van de oude ⁽²⁾. Stelt men bijvoorbeeld $T(t, t) = 0$ (dus geen trafiek bij nieuwe abonnees), dan wordt $NA(t) = \frac{-MS(t, t)}{MS(t)}$, of el-

⁽²⁾ Men mag immers aannemen dat een nieuwe abonnee een soort gewenningsperiode doormaakt, alvorens zich als een oude abonnee te gedragen. Wat betreft de zakenabonnee houdt dit geen steek. Hierop komt men later terug.

ke nieuwe abonnee heeft een negatieve invloed op de trafiekevolutie. Stelt men echter dat $T(t, t) = T(t)$ (identiek gedrag als oude abonnee) dan wordt $NA(t) = 0$, dus geen afzonderlijke invloed van de nieuwe abonnee.

Bij het effect opheffingen (1.5.), kan men het minteken buiten haakjes brengen. Vervolgens stelt men dat

$$(1.7.) \mu(t, \theta) = \frac{-\delta MS}{\delta t} (t, \theta) \frac{1}{MS(t, \theta)}$$

waarbij $\mu(t, \theta)$ de opheffingsvoet is op het ogenblik t , van een groep abonnees aangesloten tussen θ en $\theta + d\theta$ ($\theta \leq t$), waarmee dus de eerste faktor verklaard is. De tweede faktor is een wegingsfaktor die de sterkte van het effect opheffingen bepaalt. De derde faktor geeft het aandeel van de besproken groep in het geheel.

Tenslotte dient de (belangrijkste) component toegelicht, nl. het effect van de bestaande abonnees, (1.6.). De eerste faktor daarin geeft de groeivoet van de consumptie per lijn in een bepaalde groep (zie ook effect opheffingen). De tweede en derde faktor bepalen het aandeel van de groep in het globale park.

Samengevat kunnen we het globale model dus opsplitsen in de volgende optelbare effecten:

- effect van de demografie van het park:
 $NA(t)$ = effect nieuwe abonnees
 $OP(t)$ = effect opheffingen
- effect van de consumptietrend van het bestaande park: $OA(t)$.

3.2. Hypothesen

Teneinde het model praktisch aan te wenden, dienen een aantal hypothesen aangenomen, aangaande de samenstellende factoren ([9]). Deze hypothesen zijn uiteraard aangepast aan de Belgische situatie, tenzij informatie hieromtrent niet beschikbaar zou zijn.

3.2.1.

De opheffingen blijken ([9]) zeer goed door een Poisson-verdeling te worden beschreven. De waarschijnlijkheid van een opheffing rond t is praktisch niet afhankelijk van de ouderdom van de aansluiting, maar

wel van de conjunktuur (tarief, economische factoren, ...) op tijdstip t . Bijgevolg wordt door $\mu(t)$, dat dus enkel afhankelijk is van t , $OP(t) = 0$.

3.2.2.

De verhouding $\frac{T(t, t)}{T(t)}$ is uitsluitend functie van $MS(t)$, stel $i[MS(t)]$.

Uit hypothese 3.2.1. volgt

$$(2.1.) \quad \frac{MS(t, t)}{MS(t)} = \frac{\dot{MS}(t)}{MS(t)} + \mu(t)$$

Wanneer men (2.1.) dan invoert in (1.4.) wordt deze laatste

$$(2.2.) \quad NA(t) = - \left[\frac{\dot{MS}(t)}{MS(t)} + \mu(t) \right] \left[1 - i[MS(t)] \right]$$

3.2.3.

De variatievoet van de consumptie per lijn behorend tot groep θ , hangt (onafhankelijk van elkaar) af van 3 factoren:

- anciënniteit van de abonnee $t - \theta$
- conjunktuur of historische elementen verbonden aan tijdstip t
- conjunktuur of historische elementen verbonden aan het tijdstip van aansluiting;

of in symbolen

$$(2.3.) \quad \frac{\frac{\delta T}{\delta t}(t, \theta)}{T(t, \theta)} = f(t - \theta) + g(t) + h(\theta)$$

met

- $f(\cdot)$ = spontane evolutie van de consumptietrend met de anciënniteit;
- $g(\cdot)$ = conjuncturele en historische evolutie op huidig tijdstip;
- $h(\cdot)$ = evolutie van een "initiële waarde" afhankelijk van het moment van aansluiting.

Daarbij stellen we dat $f(0) = 0$

3.2.4.

Laat ons veronderstellen dat alle groepen met eenzelfde initiële waarde a verschijnen, onafhankelijk van het tijdstip θ . Dan wordt (2.3.)

$$(2.4.) \quad \frac{\frac{\delta T}{\delta t}(t, \theta)}{T(t, \theta)} = a + f(t - \theta) + g(t)$$

en als $t = \theta$ wordt (2.4.)

$$\frac{\frac{\delta T}{\delta t}(t, \theta)}{T(t, \theta)} = a + g(t)$$

3.2.5.

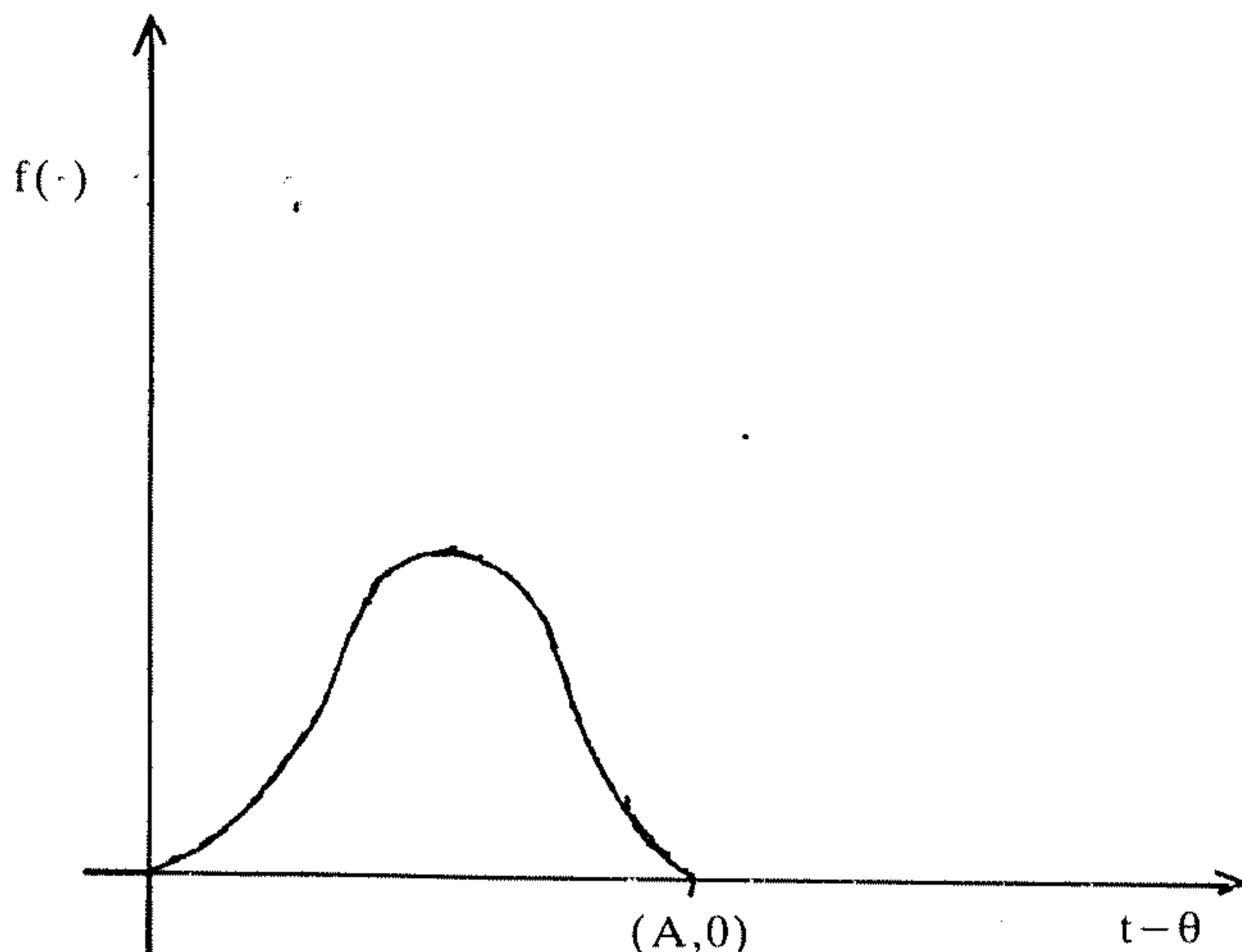
De variatie in de consumptietrend t.o.v. de anciënniteit is een overgangverschijnsel. Eens boven een vaste anciënniteit A , krijgt men een constante consumptievoet $a + \delta$.

$$\forall x > A, \quad f(x) = \delta$$

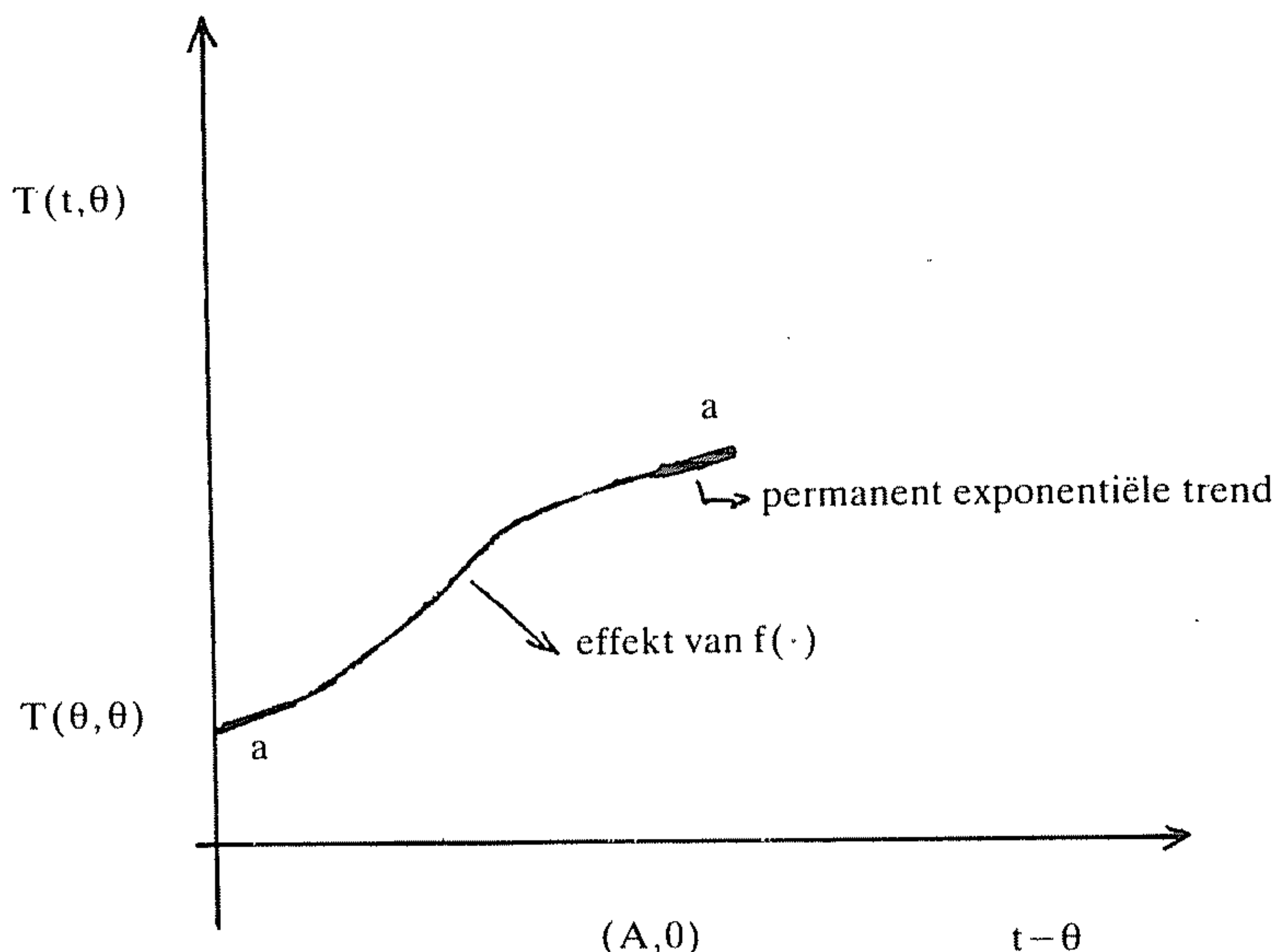
waarbij δ het verschil is tussen een finale en een initiële trend. Uit empirisch onderzoek ([9]) blijkt die δ niet significant van nul te verschillen. Dus

$$\forall x > A, \quad f(x) = 0$$

Op basis van hogervermelde empirie geeft dit in grafieken



of geïntegreerd



Deze laatste hypothese verbonden met de formule (2.4.) en ingevuld in (1.6.) geeft

$$(2.6.) \quad OA(t) = a + g(t) + \int_{t-A}^t f(t-\theta) \frac{T(t, \theta) MS(t, \theta)}{T(t) MS(t)} d\theta$$

waarbij $a + g(t)$ de trend van de consumptie per lijn is, rekening gehouden met conjunctuur en historische elementen. De tweede term is een lastenstijgingscoëfficiënt voor abonnees met anciënniteit $t - \theta$ ($\leq A$), gewogen met hun aandeel in de consumptie.

3.3. Stelsel vergelijkingen betreffende de evolutie van de consumptie per lijn

3.3.1. Continue verdeling

Op basis van de modelontwikkeling en de hypothesen, is het mogelijk volgend differentieel systeem samen te stellen:

$$\left. \begin{aligned}
 (3.1.) \quad \frac{\dot{T}(t)}{T(t)} &= - \left[\frac{\dot{MS}(t)}{MS(t)} + \mu(t) \right] \left[1 - i[MS(t)] \right] \\
 &+ a + g(t) + \left[\int_{t-A}^t f(t-\theta) \frac{T(t, \theta) MS(t, \theta)}{T(t) MS(t)} d\theta \right] \\
 (3.2.) \quad \frac{-\frac{\delta MS}{\delta t}(t, \theta)}{MS(t, \theta)} &= \mu(t) \\
 (3.3.) \quad \frac{\frac{\delta T}{\delta t}(t, \theta)}{T(t, \theta)} &= a + g(t) + f(t-\theta)
 \end{aligned} \right\}$$

Dit systeem definieert volledig de bestudeerde evolutie, indien al de volgende waarden gekend zijn:

- $\mu(\cdot)$ = opheffingsvoet
- $i(\cdot)$ = consumptie-indeks van nieuwe abonnees
- a = basistrend van de consumptie per lijn
- $f(\cdot)$ = functie van "deel hebben" in de consumptietrend
- $g(\cdot)$ = evolutie van de conjunktuur en historische elementen.

3.3.2. Discrete verdeling

Alhoewel het telefoonverkeer een quasi-continu fenomeen is, zijn de beschikbare gegevens van aard om te werken met discrete functies. Om tot een formulering van de discrete verdeling te komen, moet men de ganse redenering overdoen. Zoals blijkt ([9]) is overstappen van continue groeivoeten naar discrete erg riskant.

Het eindresultaat van een analoge redenering geeft

$$\begin{aligned}
 (3.4.) \quad \frac{T(t) - T(t-1)}{T(t-1)} &= \frac{MS(t, t)}{MS(t)} \left[\frac{T(t, t)}{T(t-1)} - 1 \right] \\
 &+ \frac{MS(t-1)}{MS(t)} (1-\mu) (a+g(t)) \\
 &+ \frac{1-\mu}{MS(t) T(t)} \underbrace{\sum_{\theta=-\infty}^t f(t-\theta) T(t-1, \theta) MS(t-1, \theta)}_{= S(t)}
 \end{aligned}$$

De eerste term is het effect nieuwe abonnees. De tweede term is de "groeivoet" van de oude abonnees. De derde term geeft het fenomeen van het geleidelijk aanpassen van het verbruikspatroon.

Na enig herrekenen bekomt men

$$(3.5.) \quad MS(t) \cdot T(t) = MS(t, t) \cdot T(t, t) \\ + MS(t-1) \cdot T(t-1) \cdot (1-\mu) \cdot (1+a+g(t)) \\ + (1-\mu) S(t)$$

waarbij de eerste term het verkeer van de nieuwe abonnee is; de tweede term is het park oude abonnees $[MS(t-1) \cdot (1-\mu)]$, vermenigvuldigd met de groeivoet en het verkeer per lijn van voorgaand jaar; de derde term verwijst naar een trafiekstijging aan hogere groeivoet, als reactie op een lagere beginwaarde.

4. ZAKENTRAFIEK

Voor de zakentrafiek kan een gelijkaardige redenering doorgevoerd worden als bij het residentiële verkeer. Uit empirisch onderzoek in Frankrijk ([9]) lijkt het meer aangewezen verkeer per tewerkgestelde te nemen i.p.v. verkeer per lijn. In België ontbreken echter gegevens voor een ver doorgevoerde studie op het gebied van segmentatie van de zakentrafiek.

Teneinde de redenering toch door te voeren, is i.p.v. verkeer per tewerkgestelde, verkeer per toestel genomen. Ook voor deze waarde diende een benadering genomen, wegens gebrek aan exacte gegevens.

Voor de zakentrafiek hebben de elementen $\mu(t)$ en $S(t)$ geen zin. Een firma kan immers niet zonder telefoon, en er is voor bedrijven geen aanpassingsperiode qua gebruik. De aangepaste formule wordt dan

$$(4.1.) \quad MS(t) \cdot T(t) = MS(t-1) \cdot T(t-1) [1+\alpha+g(t)] \\ + MS_{t,t} T_t \frac{\Delta P_t}{P_t} / \frac{MS_{t,t}}{MS_t}$$

waarbij P_t het aantal toestellen bij zakenabonnees is.

5. GESEGMENTEERD MODEL VOOR TELEFOONVERKEER

Het samenvoegen van de zakensektor en residentiële sektor maakt de formulering van het globale gesegmenteerde model mogelijk.

De consumptie per lijn van het geheel der abonnees is per definitie

$$(5.1.) \quad T_t^j = \sum_{i=1}^2 T_i(t) \cdot \frac{MS_i(t)}{MS(t)}$$

met $i=1$ residentieel
 $i=2$ zaken.

Afstand genomen van mogelijke structureffecten die vooral bij verdoorgedreven segmentatie kunnen ontstaan, kan veralgemeend gezegd worden (cf. 3.4.):

$$(5.2.) \quad \frac{T_i(t) - T_i(t-1)}{T_i(t-1)} = \frac{MS_i(t,t)}{MS_i(t)} \left[\frac{T_i(t,t)}{T_i(t-1)} - 1 \right] \\ + \frac{MS_i(t-1)}{MS_i(t)} (1 - \mu(t)) \left[a_i + g_i(t) + \frac{S_i(t)}{T_i(t-1)} \right]$$

Als hypothesen stelden we dat $\mu_i(t) = 0$ voor alle i , alsook dat $S_i(t)$ te verwaarlozen is. Dit vereenvoudigt (5.2.) tot

$$(5.3.) \quad \frac{\hat{T}_i(t)}{T_i(t)} = NA_i(t) + OA_i(t)$$

met

$$(5.4.) \quad NA_i(t) = \frac{MS_i(t,t)}{MS_i(t)} \left[\frac{T_i(t,t)}{T_i(t-1)} - 1 \right]$$

en bij zakenabonnees is

$$(5.5.) \quad T_i(t,t) = T_i(t) \cdot \frac{\Delta P_i(t)}{P_i(t)} \cdot \frac{MS_i(t)}{MS_i(t,t)}$$

en

$$(5.6.) \quad OA_i(t) = \frac{MS_i(t-1)}{MS_i(t)} \cdot (a_i + g_i(t))$$

6. SCHATTINGEN

Zoals reeds sub 2. aangetoond, spelen een aantal (externe) factoren in op het telefoonverkeer. De keuzemogelijkheden zijn legio (cfr. [5] en [9]). Als belangrijkste mag men nemen:

Prijs van een takseenheid (in lopende prijzen): TB
 Prijs van een abonnement in aantal TB: AB
 Algemeen economische toestand, uitgedrukt door een conjunctuurindex: KI
 Het aantal MS globaal
 De saturatiegraad
 De tijd t.

In terminologie van het model:

$$g(t) = h(TB, KI, AB, MS, t)$$

De uiteindelijke vorm van de vergelijking die voorkeur geniet is die met constante elasticiteiten ⁽³⁾

$$h(TB, KI, AB, MS, t) = e^{\alpha t} \cdot TB^{\beta} \cdot KI^{\eta} \cdot AB^{\nu} \cdot MS^{\delta}$$

Voor de schatting van de vergelijkingen is gekozen voor de eenvoudige kleinste kwadraten schatter. Alle schattingsgegevens zijn opgenomen in bijlage 5, inbegrepen de statistische waarden.

De geschatte vergelijking die globaal de beste statistische waarden geeft ⁽⁴⁾, is

$$\frac{\dot{T}}{T} = \alpha t + \beta \ln TB + \eta \ln KI$$

⁽³⁾ Andere zijn uitgetest (cfr. [9]), doch geven geen goede resultaten.

⁽⁴⁾ Allerlei vormen en parameters werden in realiteit uitgetest. In het linker lid kan men niet eenvoudig logaritmen nemen, daar in de praktijk negatieve getallen voorkomen. De weerhouden vorm en parameters zijn logisch en geven de meeste mogelijkheden.

6.1. Residentiële abonnees ouder dan 2 jaar ($t-2$)

De geschatte vergelijking (zie bijlage 5) is

$$\frac{\dot{T}}{\bar{T}} = 0.0253 t - 0.8205 \ln TB + 0.2497 \ln KI$$

Alle coëfficiënten zijn significant verschillend van nul met een risico van $\pm 2.5\%$. De specificatie is zeer goed (geen structuur in de residuen) en de regressiecoëfficiënt is zeer goed. De groeitrend is matig positief maar vooral de tamelijk hoge prijselasticiteit (-0.8) springt in het oog. De schattingen zijn uitgevoerd over de jaren '75-'79.

Deze hoge elasticiteit kan verklaard worden door de geringe periode waarover men schat, en waarin zich slechts één prijsstijging voordeed. Uit beschikbare gegevens uit het buitenland ([9], [6]) kan men zeggen dat de prijselasticiteit voor het residentiële verkeer ongeveer -0.3 is. Herschatting met deze a priori waarde geeft (zie bijlage 5):

$$\frac{\dot{T}}{\bar{T}} = 0.0117 t - 0.3 \ln TB + 0.0944 \ln KI$$

Beide vergelijkingen zijn weerhouden voor de voorspellingen, echter de eerste voor de simulatie van het verleden.

6.2. Residentiële abonnees geïnstalleerd $t-1$ en t

Op basis van algemeen aanvaarde empirische gegevens lijkt het aannemelijk te zeggen dat een residentiële abonnee na een gewenningsperiode van $\pm 1 \frac{1}{2}$ jaar op hetzelfde niveau telefoneert als de gemiddelde. Daardoor wordt voor de abonnees geïnstalleerd in $t-1$ een niveau van 75% gerekend, voor de abonnees geïnstalleerd in t een niveau van 40%. Daarenboven zijn deze laatste gemiddeld slechts een half jaar in dienst.

6.3. Zakenabonnees

De geschatte vergelijking is (zie bijlage 5)

$$\frac{\dot{T}}{\bar{T}} = 0.0026 t - 0.5842 \ln TB + 0.1894 \ln KI$$

Enkel de trend die matig positief is, is niet significant verschillend van nul. De andere waarden wel, met een risico van $\pm 7.5\%$. De globale schatting (statistische waarden) is echter goed.

Ook hier treedt weer een hoge prijselasticiteit op. Rekening houdende met het geschatte elasticiteitsverschil tussen residentieel en zakenverkeer, en gebaseerd op buitenlandse ervaring ([9], [6]) stellen we deze prijselasticiteit a priori op -0.1 . Herschatting geeft (zie bijlage 5):

$$\frac{\dot{T}}{T} = -0.0096t - 0.1 \ln TB + 0.0448 \ln KI$$

Ook deze beide vergelijkingen zijn weerhouden in de voorspellingen, andermaal de reëel geschatte voor de simulatie van het verleden.

7. VERDELING VAN HET VERKEER IN ZONAAL EN INTERZONAAL

Bestudering van de verdeling over de laatste zes jaar levert ongeveer 50% op voor elk. De laatste vier jaar zelfs exact 52% voor het interzonaal verkeer. Dit percentage wordt dan ook weerhouden, gezien de stabiliteit over de laatste jaren.

8. SIMULATIE OVER DE PERIODE '76-'79

Met het aldus bekomen model, doch met de werkelijk geschatte coëfficiënten, werd de periode '76-'79 gesimuleerd. Onderstaande tabel geeft gesimuleerde naast reële waarden, steeds in aantal tijds-eenheden.

	zonaal reëel	zonaal gesimuleerd	interzonaal gesimuleerd	interzonaal reëel
76	1 154 597 720	1 184 269 520	1 282 958 647	1 199 452 364
77	1 205 051 326	1 247 553 649	1 351 516 454	1 267 189 444
78	1 247 772 991	1 327 871 064	1 438 523 736	1 359 509 408
79	1 355 787 778	1 434 890 264	1 554 464 452	1 484 605 177

9. SIMULATIE VOOR DE PERIODE '81-'85 (VOORSPELLINGEN)

Op basis van het model dat hier ontwikkeld is (samenvatting zie bijlage 1) is een computerprogramma geschreven om de simulatie '81-'85 te automatiseren.

De output werd opgenomen in bijlage 3, waar drie verschillende hypothesen gesimuleerd werden. Telkens bekomt men het zonaal en interzonaal verkeer en de daarmee corresponderende ontvangsten.

Ter volledigheid worden ook de simulaties toegevoegd met de oorspronkelijk geschatte coëfficiënten in bijlage 4.

10. BESLUIT

Het hier voorgestelde model is gereduceerd tot een eenvoudige vorm, omwille van het ontbreken van bepaalde gegevens. Het model kan bijgevolg gevoelig uitgebreid worden zodra men over die gegevens beschikt. Gelijkaardige verkeersvoorspellende modellen werken reeds in Nederland ([7]), Frankrijk ([9]), en West-Duitsland ([6]). Uiteraard bestaan er nog andere verkeersvoorspellingsmethoden ([8] en [2]). Zonder de discussie ten gronde te voeren mag men echter aannemen ([3]) dat de hier gevolgde methode altijd beter blijft, zelfs met al zijn beperktheden, dan de "educated guess".

Niettegenstaande de noodzakelijke manipulaties op de gegevens (zie bijlage 2) heeft dit model klaarblijkelijk een goede voorspelkracht, ook al is er slechts met 2 of 3 vrijheidsgraden geschat. Met dit model is het mogelijk op basis van tarieven, economische conjunctuur (NBB conjunctuurindex) en de tijd als variabele, voorspellingen te maken over het telefoonverkeer, wat dan ook onder sommige hypothesen gedaan is.

Het spreekt voor zich dat de globale empirie, niettegenstaande wat hoger gezegd is, eerder zwak is. De opbouw van dit model is dan ook belangrijker dan de voorspelde waarden. Vanaf het ogenblik dat de gegevens beschikbaar zijn, wordt het mogelijk veel nauwkeuriger te werken, en daarenboven ook een aantal andere, meer specifieke variabelen uit te testen. De structuur van dit model maakt dat mogelijk.

Een doorgedreven marktstudie zou de gegevens verschaffen om een verdere segmentatie door te voeren; dit zou zonder twijfel de bruik-

baarheid ten goede komen. In voorkomend geval zou het theoretisch model gemakkelijker op andere (openbare) sectoren toe te passen zijn. Deze globalere bruikbaarheid zit nu verscholen achter de beperkte dataset. Per sektor zou men echter een toegepast model kunnen uittesten, indien men voor de betreffende sektor over gegevens kon beschikken.

De stabiliteit van het model kan gevoelig verbeterd worden door herschatting over meerdere jaren. Voor de globale toepasbaarheid op andere sectoren is dit zeker na te streven. Voor de toepassing op het telefoonverkeer is dit onmogelijk. Enerzijds heeft men de prijzenstructuur grondig gewijzigd medio '70, en anderzijds blijken de oudere gegevens niet eenvormig te zijn. In geval van herschatting over meerdere jaren zou men tevens de variabele inflatie – die erg belangrijk lijkt – kunnen invoeren, doch bij een gering aantal waarnemingen vertekent deze variabele fel.

Samengevat is de structuur van het model zoals uiteengezet bruikbaar en misschien toepasbaar op andere sectoren, doch het empirisch gedeelte is eerder illustratief en kan gevoelig verbeterd worden. De stabiliteit van het model zou door herschatting over meerdere jaren bevestigd moeten worden.

BIJLAGE 1

Globaal geschat model voor simulatie van het telefoonverkeer

Zakensegment

$$TZ(t) = TZ'(t) * 3$$

$$TZ'(t) = TZ'(t-1) * (1 + \Delta)$$

$$\Delta = \frac{\dot{T}(t)}{T(t)} = NA(t) + OA(t)$$

$$NA(t) = \frac{MS(t,t)}{MS(t)} * \left[-0.0096t - 0.1 \ln TB + 0.0448 \ln KI \right] * 0.5$$

(geen gewenningsperiode verondersteld)

$$OA(t) = \frac{MS(t-1)}{MS(t)} * \left[-0.0096t - 0.1 \ln TB + 0.0448 \ln KI \right]$$

$$\Delta = \frac{MS(t-1) + MS(t,t) * 0.5}{MS(t)} * \left[-0.0096t - 0.1 \ln TB + 0.0448 \ln KI \right]$$

Residentieel segment

$$TR(t) = TR(t-1) * (1 + \Delta)$$

$$\Delta = \frac{\dot{T}(t)}{T(t)} = NA_1(t) + NA_2(t) + OA(t)$$

$$NA_1(t) = 0.5 * \frac{MS(t,t)}{MS(t)} * (0.4 - 1)$$

$$NA_2(t) = \frac{MS(t-1,t)}{MS(t)} * (0.75 - 1)$$

$$OA(t) = \frac{MS(t-2)}{MS(t)} * \left[0.0117t - 0.3 \ln TB + 0.0944 \ln KI \right]$$

Totaal

$$T(t) = \sum_{i=1}^2 T_i(t) * \frac{MS_i(t)}{MS(t)}$$

$$TT(t) = T(t) * MS(t)$$

$$TL(t) = 0.48 * TT(t)$$

$$TI(t) = 0.52 * TT(t)$$

BIJLAGE 2

Manipulatie van de gegevens

In België zijn enkel globale gegevens voorhanden over de telefoongebruikers. Het ligt echter voor de hand dat residentiële- en zakenabonnees totaal verschillend hun verkeer "bepalen". We hebben daarom, tamelijk arbitrair, zowel abonnees als verkeer opgesplitst in een zaken- en een residentieel segment.

Einde '79 waren er in België 430 415 handelsregisters en 540 873 BTW-nummers. Globaal nemen we ongeveer 565 000 (inbegrepen forfait voor vrije beroepen) MS zaken op een totaal van $\pm 2\,300\,000$ (=25%). Voor de residentiële abonnees hebben we bijgevolg $\pm 1\,735\,000$ MS t.o.v. hoger genoemd totaal. Deze verdeling hebben we genomen voor het opsplitsen.

Wat betreft de toestellen gaat men er hier van uit dat elk residentieel abonnee één toestel heeft. Daaruit volgt dat de overige toestellen voor het zakenverkeer zijn, wat neerkomt op \pm drie toestellen per lijn.

Uit gegevens blijkt dat, over verschillende centrales, het interzonaal verkeer in de vrije-tijdszone 10 tot 30% van het totaal uitmaakt. Dit verkeer (na de kantooruren) wordt als residentieel genomen en gesteld op 15%. Uit gegevens van de fakturatie blijkt dat 25% der abonnees met de hoogste facturen instaan voor $\pm 80\%$ van het verkeer. Dit, in verband met 15% interzonaal, doet ons aannemen dat $\pm 55\%$ van het zonaal verkeer zakenverkeer is. Samengevat qua verkeer:

zaken : 85% interzonaal verkeer
55% zonaal verkeer
($\pm 80\%$ van het abonnementsgeld)

residentieel : 15% interzonaal verkeer
 45% zonaal verkeer
 (± 20% van het abonnementsgeld)

BIJLAGE 3

Simulatie van de periode '81-'85 met 3 alternatieve hypothesen op basis van het model bijlage 1

Voor de 3 hypothesen is de aangroei van abonnees als volgt gesteld
 (in eenheden):

1981: 144 659 ; 1982: 143 123 ; 1983: 132 302 ; 1984: 166 017 ;
 1985: 168 324.

Hypothese 1:

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1981	5	158	1 499 237 476	1 624 173 933	15 617 057 044
1982	5	158	1 609 645 629	1 743 782 765	16 767 141 969
1983	5	158	1 714 252 823	1 857 107 225	17 856 800 241
1984	5	158	1 833 124 122	1 985 884 465	19 095 042 934
1985	5	158	1 948 739 395	2 111 134 344	20 299 368 696

Hypothese 2:

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1981	5	158	1 499 237 476	1 624 173 933	15 617 057 044
1982	6	158	1 567 833 453	1 698 486 241	19 597 918 161
1983	6	158	1 626 569 696	1 762 117 171	20 332 121 202
1984	6.5	158	1 674 680 326	1 814 237 020	22 677 962 749
1985	6.5	158	1 713 580 751	1 856 379 147	23 204 739 339

Hypothese 3:

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1981	5	158	1 499 237 476	1 624 173 933	15 617 057 044
1982	6	155	1 566 169 512	1 696 683 638	19 577 118 901
1983	6	152	1 621 371 016	1 756 485 267	20 267 137 697
1984	6	149	1 683 435 202	1 823 721 469	21 042 940 021
1985	6	146	1 735 027 606	1 879 613 240	21 687 845 075

- (1) Jaar
 (2) Prijs takseenheid (exogeen)
 (3) Konjunktuurindeks (exogeen)
 (4) Aantal zonale takseenheden
 (5) Aantal interzonale takseenheden
 (6) Totaal ontvangsten

BIJLAGE 4

Simulatie van de periode '81-'85 met 2 alternatieve hypothesen op basis van de oorspronkelijk geschatte coëfficiënten

Voor de 2 hypothesen is de aangroei van abonnees als volgt gesteld (in eenheden):

1981: 144 659 ; 1982: 143 123 ; 1983: 132 302 ; 1984: 166 017 ;
 1985: 168 324.

Hypothese 1:

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1981	5	158	1 466 851 661	1 589 089 299	15 279 704 801
1982	6	158	1 386 567 709	1 502 115 018	17 332 096 360
1983	6	158	1 316 649 588	1 426 370 387	16 458 119 855
1984	6.5	158	1 203 712 798	1 304 022 198	16 300 277 476
1985	6.5	158	1 108 305 830	1 200 664 650	15 008 308 121

Hypothese 2:

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1981	5	158	1 466 851 661	1 589 089 299	15 279 704 801
1982	5	155	1 553 520 346	1 682 980 375	16 182 503 602
1983	5	152	1 645 133 196	1 782 227 628	17 136 804 120
1984	5	149	1 763 236 631	1 910 173 017	18 367 048 238
1985	5	146	1 893 511 223	2 051 303 825	19 724 075 241

(1) Jaar

(2) Prijs takseenheid (exogeen)

(3) Konjunktuurindeks (exogeen)

(4) Aantal zonale takseenheden

(5) Aantal interzonale takseenheden

(6) Totaal ontvangsten

BIJLAGE 5

Resultaten van de schattingen

Volgende globale vergelijking werd geschat voor de onderscheiden segmenten en groepen met de kleinste kwadraten schatter:

$$\frac{T_t}{T} = \alpha t + \beta \ln TB + \eta \ln KI$$

De gebruikte software is van eigen maak en geeft naast de coëfficiënten de t-waarden (tussen haakjes), de R^2 , de F en de DW. De gecorrigeerde R^2 en de residuen worden hier niet toegevoegd, ten einde niet nodeloos te verzwaren.

Residentiële abonnees ouder dan 2 jaar (t-2)

$$\alpha = 0.0253 (4.82)$$

$$\beta = -0.8205 (-5.01)$$

$$\eta = 0.2497 (5.09)$$

$$R^2 = 0.93$$

$$F = 13.95$$

$$DW = 1.95$$

$$df = 2 \text{ (vrijheidsgraden)}$$

Met a priori prijselasticiteit

$$\begin{aligned}\alpha &= 0.0117 (1.66) \\ \beta &= -0.3 \text{ (a priori)} \\ \eta &= 0.0944 (20.2) \\ R^2 &= 0.61 \\ F &= 4.84 \\ DW &= 2.73 \\ df &= 3\end{aligned}$$

Zakenabonnees

$$\begin{aligned}\alpha &= 0.0026 (0.31) \\ \beta &= -0.5842 (-2.24) \\ \eta &= 0.1894 (2.42) \\ R^2 &= 0.82 \\ F &= 4.76 \\ DW &= 1.95 \\ df &= 2\end{aligned}$$

Met a priori prijselasticiteit

$$\begin{aligned}\alpha &= -0.0096 (-1.3) \\ \beta &= -0.1 \text{ (a priori)} \\ \eta &= 0.0448 (9.19) \\ R^2 &= 0.31 \\ F &= 1.33 \\ DW &= 1.65 \\ df &= 3\end{aligned}$$

LIJST DER SYMBOLEN

$MS(t)$ = totaal aantal lijnen (main stations) op t

$MS(t, \theta) d\theta$ = aantal niet opgezegde lijnen (MS) op tijdstip t van diegene aangesloten tussen θ en $\theta + d\theta$ met $\theta \leq t$

$MS(t, t) dt$ = aantal nieuwe abonnees op t (want $\theta = t$)

$T(t) dt$ = gemiddelde consumptie (verkeer) per lijn (abonnee, toestel) tussen t en $t + dt$

$T(t, \theta) dt$ = consumptie tussen t en $t + dt$ van een lijn aangesloten op θ ($\theta \leq t$) en niet opgezegd op tijdstip t

$T(t, t) dt$ = consumptie tussen t en $t + dt$ van een nieuwe abonnee aangesloten op tijdstip t

P_t = aantal telefoontoestellen voor zakenabonnees

Bij discrete verdeling: $dt = 1$

TB = prijs van een takseenheid in lopende prijzen

AB = prijs van een abonnement in aantal TB

KI = conjunktuurindeks van de Nationale Bank van België

TT(t) = totale verkeer in aantal tijdseenheden (takseenheden) in het jaar t

TL = zonaal verkeer

TI = interzonaal verkeer

TR = residentieel verkeer

TZ = zakenverkeer

BIBLIOGRAFIE

- [1] HELMS, J., NEWHOUSE, J.P., PHELPS, C.: "Copayment and demand for medical care: The California Medicaid experience", *The Bell Journal of Economics*, Spring '78, New York
- [2] LAWSON, R.W.: "Forecasting future traffic levels without using the past as a base", *Telephony*, Apr. 13, 1981, Telephony Publishing Corp., Chicago.
- [3] LAWSON, R.W.: "Traffic usage forecasting: is it an art or science?", *Telephony*, Febr. 2, 1981, Telephony Publishing Corp., Chicago.
- [4] "Long Term Planning Methods and Models", in Collected papers presented at the CEPT T/ELT Working Group in Bergen and Malmö, 1979, Swedish Telecommunications Administration (DOC T/ELT (80) 2).
- [5] LUHAN, P. and BELMA, D.: "Predictions of future telecom growth trends", *Telephony*, Febr. 23, 1981, Telephony Publishing Corp., Chicago.
- [6] "Market and forecasting study (1976-1978) Germany", in Collected papers presented at the CEPT T/ELT Working Group in The Hague, 1978, PTT-Den Haag (DOC ESE (78) 16)
- [7] "Market Segmentation Netherlands" in Collected Papers presented at the CEPT T/ELT Working Group in Copenhagen, 1979, PTT-Den Haag (DOC ESE (79) 26).
- [8] MITCHELL, S.: "Traffic engineering - A user's view", *Telephony*, Aug. 25, Sept. 8, Sept. 15, Sept. 22, 1980, Telephony Publishing Corp., Chicago.
- [9] "Modèle de simulation de la consommation téléphonique: méthodologie", Direction Générale des Télécommunications, Paris.
- [10] NERI, JOHN A.: "An Evaluation of two alternative supply models of national gas", *The Bell Journal of Economics*, Spring '77, New York.

ABSTRACT

Model for the simulation of the internal telephone traffic based on segmentation of the market

Nowadays it is important for a public service to have a clear image of the demand for the produced good, in order to set up a correct budget and to work out a meaningful investment program.

The model which is concerned, is an application to the telephone-market. It gives predictions for the internal telephone traffic (local and trunk calls). The basic assumption of the model is that the market is clearly divided in two parts: residential and business segment. Both segments fix their demand autonomously and in a different way, based on external factors: tariffs, standard of life, business cycles, ...

The theoretical model is built up with continue equations, in which three effects are recognised: behaviour of new subscribers; the effect of cancellation; behaviour of existing subscribers. A few realistic assumptions are added to the model, in order to make it operational. The final model is then transformed in discrete functions, in order to estimate it.

The model is estimated, in the form of exponential equations with fixed elasticities, for both segments. Simulation of the past controls the model. A few alternative hypotheses concerning the external factors are entered in the model, and predictions are made for the years '81-'85.

RESUME

Modèle de simulation du trafic téléphonique intérieur, basé sur la segmentation du marché

De nos jours, il est très important pour une entreprise publique d'avoir une idée claire de la demande concernant le bien produit, de manière à pouvoir établir un budget correct et élaborer un programme d'investissement justifié.

Ce modèle est une application au marché téléphonique. Il fournit des prévisions pour les communications téléphoniques (tant interzonales que zonales). L'hypothèse de base du modèle est la division du marché en deux parties; le segment résidentiel et le segment des affaires. Ces deux groupes fixent leur demande de manière autonome en fonction de facteurs externes tels les tarifs, le bien-être, la conjoncture, ...

Le modèle théorique se compose d'équations continues mettant en évidence trois facteurs: l'effet des nouveaux abonnés, l'effet des résiliations et l'effet des abonnés existants. Quelques hypothèses réalistes sont ajoutées pour rendre le modèle opérationnel. Le modèle est finalement transformé en fonctions discrètes afin de permettre son estimation.

Le modèle est estimé sous forme d'équations exponentielles à élasticité constante pour les deux segments. Une simulation du passé contrôle le modèle. Quelques hypothèses alternatives au sujet de facteurs externes sont alors introduites dans le modèle et des prévisions sont réalisées pour les années '81-'85.