

# STAtOR

---

periodiek van de VVS jaargang 3 nummer 3 oktober 2002

Model bijsluiter

Bit by bit. De constructie van de informatiesnelweg

Het plannen van vraag en capaciteit bij de productie van mobiele telefoons

Ondraaglijke lichtheid

Eurodiffusie. Een model voor je portemonnee

Simulated annealing: aanjager onder de heuristische zoekmethoden

Verzekerd van cijfers. Onderzoek bij het Centrum voor Verzekeringsstatistiek

De empathie van forensisch psychiatrische patiënten

---

## STATOR

Jaargang 3, nummer 3, oktober 2002

STATOR is een uitgave van de Vereniging voor Statistiek en Operationele Research (VVS). STATOR wil leden, bedrijven en overige geïnteresseerden op de hoogte houden van ontwikkelingen en nieuws over toepassingen van statistiek en operationele research. Verschijnt 4 keer per jaar.

### Redactie

Dick den Hertog (hoofdredacteur), Wies Akkermans, Martijn Berger, Han Oud, Marc Schul, Gerrit Stemerding (eindredacteur), Fred Steutel.

### Kopij en reacties richten aan

Prof. dr. ir. D. den Hertog (hoofdredacteur)  
Faculteit der Economische Wetenschappen van de  
Universiteit van Tilburg, Postbus 90153, 5000 LE  
Tilburg, telefoon 013 - 466 2122, <D.denHertog@kub.nl>.

### Bestuur van de VVS

Prof. dr. G.T. Timmer (voorzitter) <gtimmer@ortec.nl>,  
prof. dr. S. J. Koopman <s.j.koopman@econ.vu.nl>,  
dr. A. Mooijaart (penningmeester) <mooijaart@  
rulfsw.leidenuniv.nl>, prof. dr. H.G. Dehling (voorzitter  
commissie opleidingen en examens) <dehling@  
math.rug.nl>, dr. J.H.L. Oud (voorzitter publicatiecom-  
missie) <j.oud@ped.kun.nl>. Zie voor telefoonnummers  
en adressen de website.

### Leden- en abonnementenadministratie van de VVS

VVS, Postbus 2095, 2990 DB Barendrecht, telefoon 0180 -  
623796, fax 0180 - 623670, <admin@vvs-or.nl>.  
Raadpleeg onze website over hoe u lid kunt worden  
van de VVS of een abonnement kunt nemen op STATOR  
of op een van de andere periodieken.

### VVS-website

<http://www.vvs-or.nl>

### Advertenties

Contactpersoon: Rita Oomen, telefoon 0167 - 563401, fax  
0167 - 561200, <japm.oomen@worldonline.nl>.  
Uiterlijk vier weken voor verschijnen te zenden aan  
Pharos / M. van Hootegem, Moeftonstraat 5, 6531 JS  
Nijmegen, telefoon 024 - 359214, fax 024 - 559614  
<hootegem@xs4all.nl>. STATOR verschijnt in maart,  
juni, september en december.

### Ontwerp en opmaak

Pharos / M. van Hootegem, Nijmegen

### Druk

Drukkerij Trioprint Nijmegen bv

### Uitgever

© Vereniging voor Statistiek en Operationele Research

ISSN 1567-3383

# Inhoud

- 3** Model bijsluiter.  
**Dick den Hertog**
- 4** Bit by bit.  
De constructie van de informatiesnelweg.  
**Stan van Hoesel**
- 8** Van groeimarkt naar verzadigde markt.  
Het plannen van vraag en capaciteit bij de  
productie van mobiele telefoons.  
**Ieke le Blanc**
- 11** Ondraaglijke lichtheid.  
**Sara van de Geer**
- 13** Eurodiffusie.  
Een model voor je portemonnee.  
**Ger Koole**
- 16** Simulated annealing: aanjager onder de  
heuristische zoekmethoden.  
**Emile Aarts**
- 19** Verzekerd van cijfers. Onderzoek bij het  
Centrum voor Verzekeringsstatistiek.  
**Mark de Bruijne en Fred Treur**
- 23** De empathie van forensisch psychiatrische  
patiënten.  
**Jan B. Dijkstra en Tom van Erven**
- 28** Juryrapport VVS Scriptieprijs 2002.
- 30** Agenda.

# MODEL BIJSLUITER



In dit nummer van *STAtOR* staan opnieuw weer interessante en nuttige toepassingen uit ons vakgebied. Onze modellen en technieken zijn voor gebruikers vaak moeilijk te begrijpen. Hoe krijgen we het voor elkaar dat kwantitatieve modellen en technieken op de juiste manier gebruikt en geïnterpreteerd worden? Dit is één van de grootste uitdagingen voor de statistiek en operations research. In *STAtOR* heb ik daarover al eerder geschreven.

De oratie<sup>1</sup> van een Tilburgse collega, Th.E. Nijman, bracht me op een idee. Nijman zette zijn bijdrage aan de financiële bijsluiter uiteen. Sinds enkele maanden zijn aanbieders van financiële producten in Nederland verplicht om door middel van een bijsluiter meer inzicht te verschaffen in de opbouw van het product en met name in de beleggingsrisico's. Mijn hooggeleerde collega heeft een 'format' ontwikkeld om deze risico's op een eenduidige en inzichtelijke wijze weer te geven.

Dit zette mij aan het denken. Zou het niet goed zijn om ook voor elk kwantitatief model dat we afleveren een 'model bijsluiter' toe te voegen? In zo'n bijsluiter zouden dan de modelaannames verwoord moeten worden, inclusief welke aspecten niet (en waarom niet!) zijn meegenomen. Tevens zouden voor de model bijsluiter standaarden ont-

wikkeld kunnen worden om statistische en probabilistische resultaten op een eenduidige en uniforme wijze weer te geven. Als het model optimalisatie bevat zou in de bijsluiter ook iets gezegd moeten worden over de optimaliteitsgarantie versus de rekentijd.

En natuurlijk staat er in de model bijsluiter:

*'Lees de hele bijsluiter aandachtig door alvorens dit model te gebruiken.*

*Bewaar deze bijsluiter. Misschien heeft u hem nog een keer nodig.*

*Raadpleeg uw modelleur, als u aanvullende vragen heeft.'*

Veel leesplezier!

Dick den Hertog  
hoofdredacteur

<sup>1</sup> Th.E. Nijman (2001), *Zicht op beleggingsrisico's en -kansen voor particuliere beleggers. Oratie Katholieke Universiteit Brabant, Tilburg, Universiteitsdrukkerij, ISBN 90-72725-29-8.*

# BIT BY BIT

## De constructie van de informatiesnelweg

De laatste jaren is er binnen de telecommunicatie een veelheid aan interessante beslistkundige problemen bijgekomen. Dit danken we aan allerlei nieuwe ontwikkelingen op het gebied van technische vernieuwing (digitale en draadloze netwerken) en nieuwe applicaties (mobiele telefonie en internet). Dit stuk beoogt een globaal beeld te schetsen van 'oude planning' en 'nieuwe planning' en de rol van de beslistkunde daarin.

### STAN VAN HOESEL

Snelle communicatie over afstand spreekt al sinds de Griekse oudheid tot de verbeelding. Onkundig met de verschijnselen licht en electriciteit zocht men zijn heil in de inzet van menselijke arbeid. Als tastbare herinnering hebben we er de marathon aan overgehouden. Het duurt echter nog tot eind 18de eeuw voordat er sprake is van wat wij nu telecommunicatie noemen. Claude Chappe (Frankrijk, in 1793) en Abraham Edelcrantz (Zweden, in 1794) vonden de optische telegraaf uit. Om de vijftien kilometer stonden seintoestellen die met verrekijkers werden waargenomen. De afstand van 220 kilometer tussen Parijs en Lille kon zo in dertien minuten overbrugd worden. Een

koerier te paard deed daar minstens twintig uur over. Beide uitvinders bedachten naast de technische uitvoering ook het protocol (hoe, wanneer en waarheen verzenden) en ze realiseerden ieder in hun eigen vaderland een netwerk.

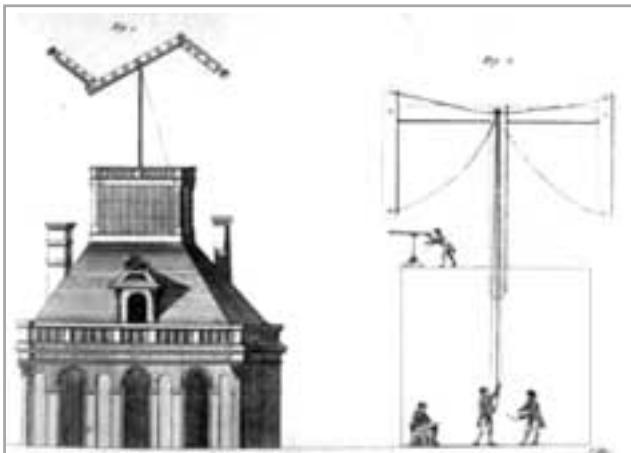
### Innovatie

Vanaf dat moment is er een grote stroom innovaties gekomen, ieder met hun eigen praktische voordelen en met hun eigen wiskundige problemen. In 1831 vond Samuel Morse de elektrische telegraaf uit, die als voordeel had dat niet om de zoveel kilometer telegraafstations door mensen bediend hoefden te worden. Verder heeft hij een

codering van het alfabet bedacht die bij iedereen bekend is, maar die toendertijd vooral een sterke verbetering was in vergelijking met de enorme boeken met codes nodig voor de optische telegraaf. De volgende innovatie, de telefoon (Alexander Graham Bell in 1876), maakte het mogelijk om de binaire codering van de telegraaf te vervangen door gewoon stemgeluid. Zoals Bell het zelf, in alle bescheidenheid, zegt: 'This invention's greatest advantage over every other form of electrical apparatus is the fact that it could be used by anyone, as all other telegraphic machines produce signals which require to be translated by experts, and such instruments are therefore extremely limited in their application.'

### Eerste netwerken

Al vrij snel verschenen in diverse steden in de Verenigde Staten, te beginnen in New Haven (Connecticut) in 1878, de eerste netwerken van verbindingen tussen klanten. Een interessante controverse speelde zich af tussen Bell en de eerste telefoonmaatschappijen met betrekking tot de structuur van deze netwerken. Bell vond dat alle klanten door middel van een directe lijn met elkaar verbonden dienden te worden, maar de maatschappijen prefereerden een model met een centrale *switch* waarmee alle klanten verbonden waren. De voordelen van de tweede methode zijn wel duidelijk: een aantal verbindingen dat lineair

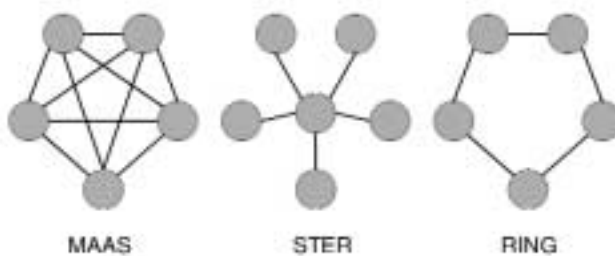


in plaats van kwadratisch toeneemt met het aantal klanten. Het nadeel van de tweede methode is ook duidelijk: er kan maar een beperkt aantal verbindingen tegelijkertijd per *switch* worden opgezet (in het begin zelfs slechts één), wat betekent dat klanten soms wel eens geen verbinding krijgen. Al vrij snel werden de netwerken van de verschillende steden met elkaar verbonden, waardoor de gelaagde structuur van telecom netwerken haar intrede deed.

### Planningsproblemen

Deze ontwikkelingen gaven aanleiding tot drie typen operationele planningsproblemen die tot op heden actueel zijn.

1. Netwerk ontwerp: de bepaling van de structuur of topologie van het netwerk op de verschillende niveaus, met als doel zo kort mogelijke routes, en (vooral op hogere niveaus) een voldoende bescherming tegen uitval van centrales en verbindingen (survivability, samenhang) tegen minimale kosten. De grafentheorie vormt de basis van modellen binnen dit gebied. Zie [8] en [9]. De volgende structuren zijn het meest gebruikt.



Structuur	Aantal verbindingen	Samenhang	Kortste route
MAAS	$\frac{1}{2}n(n-1)$	$n-1$	1
STER	$n$	1	2
RING	$n$	2	$\left\lceil \frac{n}{2} \right\rceil$

2. Beschikbaarheid (ook wel *Quality of Service* genoemd) is de bepaling van de kans op een succesvolle verbinding bij een aanvraag. De stochastische beslistkunde gebruikt hier (voornamelijk) wachtrijmodellen op basis van de Erlang formule [3].
3. Netwerk synthese: de bepaling van de capaciteit van de verbindingen en de routing van gesprekken. Hiervoor worden veel modellen uit de deterministische beslistkunde gebruikt, zoals stromingsmodellen (zie [4], [6], [9] en [10]) en geheeltallige lineaire programmeringsmodellen.

### Moderne telecommunicatie

De moderne telecommunicatie is in de jaren 80 (van de vorige eeuw) ontstaan nadat een kleine revolutie, met grote gevolgen, had plaatsgevonden: de *digitalisering* van informatie en de *miniaturisering* van apparatuur. Het eerste had als oorzaak dat veel meer dan alleen spraak over netwerken verzonden kon worden, en dat dat ook nog eens een stuk efficiënter kon. Het tweede had als gevolg dat computers en mobiele telefoons snel handzamer en goedkoper werden waardoor ze aantrekkelijk werden voor een groot publiek. De gevolgen voor de planning van telecom netwerken vinden we terug in de volgende nieuwe probleemgebieden.

#### DIGITALE NETWERKEN

Digitale netwerken kenmerken zich door een grote capaciteit per verbinding die toegankelijk gemaakt wordt met multiplexers. Deze apparaten kunnen standaardeenheden als 64 kb/s (een analog telefoongesprek) bundelen tot (elektrisch) 622 Mb/s (7680 telefoongesprekken). Dit bundelen is een probleem apart. Echter de kosten voor de gebruikte apparatuur bepalen vanaf nu de investeringen in een netwerk. In de nieuwe opti-

sche netwerken worden de snelheden groter (nu 40 Gb/s), maar kunnen ook meerdere golflengten (kleuren) tegelijkertijd verzonden worden. Het bundelen van verschillende kleuren en het kiezen van de juiste kleur voor iedere verbinding is een padkleuringsprobleem.

“Radio has no future”

(Kelvin, 1897)

#### IP EN ATM NETWERKEN

In IP (Internet Protocol) en ATM (Asynchronous Transfer Mode) netwerken is routing een belangrijk onderdeel van de planning. Met name bij IP netwerken moet hierbij een boeiend probleem opgelost worden: ieder pakket gaat in principe via een korste route, waarbij de lengte van de kanten van tevoren door de operater te bepalen zijn. Een slechte gewichtsbe-paling leidt al snel tot grote congestie. Zie [5].

#### GSM NETWERKEN

De GSM (Global System for Mobile Communication) netwerken die in Europa enkele jaren geleden gebouwd werden, danken hun bestaansrecht aan het beschikbaar komen van kleine mobiele telefoons en goede compacte digitaliseringstechnieken (8kb/s is voldoende voor goede kwaliteit). De GSM netwerken werken met twee frequentiebanden, de 900 Mhz en de 1800 Mhz banden. Iedere band bevat ongeveer 50 frequenties (kanalen) waarop informatie uitgewisseld kan worden. Door het open karakter van deze draadloze techniek kan de kwaliteit van een signaal aangetast worden door andere signalen, in het bijzonder als deze signalen sterk zijn (geografisch dichtbij) en een naburig frequentiekanaal gebruiken. De verdeling van frequenties over antennes is hierbij een belangrijk planningsprobleem dat sterke overeenkomsten heeft met graafkleuringsproblemen. Het probleem speelt overigens

“640K should be enough for anybody”

(Gates, 1981)



bij diverse andere draadloze netwerken zoals radio en televisie, militaire communicatie en satelliet communicatie. Zie [1]. Het speelt niet bij de nieuwe breedbandige netwerken gebaseerd op het UMTS protocol. Hierin wordt het signaal voor iedere mobiele telefoon apart gecodeerd. De beschikbare bandbreedte wordt verdeeld over de aanwezige telefoons naar behoefte. Het probleem dat overblijft en bij UMTS vrij nijpend is, is het bepalen van de lokatie van de antennes.

#### DE TELECOMPETITIE

De enorme groei aan aanbieders van telecom diensten heeft een geweldige concurrentie tussen deze aanbieders op gang gebracht. Op Europese schaal hebben de aanbieders echter allemaal een klein stuk van het netwerk tot hun beschikking. Een klant die een verbinding wil zal gebruik maken van het goedkoopste traject dat hem ter beschikking staat. Het is voor een aanbieder dus van belang om de tarieven op zijn verbindingen te optimaliseren: niet te hoog want anders maken de klanten er geen gebruik van en niet te laag want dan wordt er te weinig verdiend. Dit probleem is als bilevel lineair optimaliseringsprobleem gemodelleerd en met nieuwe combinatorische technieken opgelost. Zie [2] en [7].

Men zou verwachten dat na deze uitbarsting van nieuwe technische ontwikkelingen en interessante optimaliseringsproblemen er een terugval in de ontwikkelingen zal zijn. Dit idee wordt nog versterkt door het feit dat de telecommatenschappen door de stormachtige ontwikkelingen diep in de schulden zitten. Wat de werkelijke waarde van zo'n visie is, is moeilijk in te schatten. Hoe makkelijk het is om er naast te zitten blijkt misschien nog het best door te kijken naar visies van experts uit heden en verleden.

“There is a world market for maybe 5 computers”  
(Watson / IBM, 1943)

#### LITERATUUR

1. Aardal, K.A., Hoesel, C.P.M. van, Koster, A.M.C.A., Mannino, C.A., Sassano, A. *An overview of Frequency Assignment models and algorithms*. FAPweb, <www.zib.de>.
2. Bouhtou, M., Hoesel, S. van, Kraaij, A.F. van der, Lutton J.-L. (2002) *Tariff Optimization in Telecommunication Networks*. METEOR report, Universiteit Maastricht.
3. Erlang, A.K. (1909) The Theory of Probabilities and Telephone Conversations. *Nyt Tidsskrift for Matematik B* 20.
4. Ford, Jr, L.R. and Fulkerson, D.R. (1956) Maximal flow through a network. *Canadian Journal of Mathematics* 8, 399-404.
5. Fortz B., Thorup M. (2000) *Internet Traffic Engineering by Optimizing OSPF Weights*. Unpublished manuscript.
6. Gomory, R.E. and Hu, T.C. (1961) Multi-terminal network flows. *SIAM J. Applied Mathematics* 9, 551-570.
7. Labbé, M., Marcotte, P. and Savard, G. (1998) A bilevel model of taxation and its application to optimal highway pricing. *Management Science* 44(12), 1608-1622.
8. Menger, K. (1927) Zur allgemeinen Kurventheorie. *Fundamenta Mathematicae* 10, 96-115.
9. Minoux, M. (1989) Network Synthesis and Optimum Network Design Problems: Models, Solution Methods and Applications. *Networks*, 19, 313-360.
10. Schrijver, A. On the history of the transportation and maximum flow problems. (verschijnt in *Mathematical Programming*)

Dit artikel is gebaseerd op de oratie van DR.IR. C.P.M. VAN HOESEL, hoogleraar aan het Departement Kwantitatieve Economie van de Faculteit der Economische Wetenschappen en Bedrijfskunde van de Universiteit Maastricht. E-mail: <s.vanhoesel@ke.unimaas.nl>.

“Er is geen gevaar dat de telecom bedrijven zullen overbieden op de UMTS veilingen”  
(CPB, 2000)

# Van groeimarkt naar verzadigde markt

## Het plannen van vraag en capaciteit bij de productie van mobiele telefoons



In een sector die zo dynamisch is als de telecommunicatie industrie mag verwacht worden dat veelvuldig gebruik wordt gemaakt van technieken uit de besliskunde. Bij Nokia Mobile Phones Europe & Africa bleek dit echter niet het geval; vele gecompliceerde planningsprocessen werden handmatig uitgevoerd. In een afstudeerstage werd voor een bepaald planningsproces een beslissingsondersteunend systeem ontwikkeld dat een bijdrage kan leveren bij het verlagen van de kosten en het beter kunnen inspelen op de wensen van de afnemers. Ieke le Blanc is een van de winnaars van de VVS-scriptieprijs 2002 (zie pagina 28).

### IEKE LE BLANC

Eind 2000 kwam de markt voor telecommunicatie apparatuur in een veranderingsproces terecht. De groei van de jaren negentig in de mobiele telefonie kon niet oneindig doorgaan. De markt in Europa begon verzadigd te geraken. De marges op GSM-toestellen werden kleiner, de competitie tussen de fabrikanten intenser. De winst moest worden gezocht in het precies kunnen leveren wat de klant wenst. Telecom operators (Vodafone, Orange etc.) hebben bij Nokia Mobile Phones Europe & Africa de mogelijkheid om zelf uitgaand van een standaard toestel de specificaties te bepalen zoals de operators die willen leveren aan de eind-

gebruikers. Er zijn talloze mogelijkheden, variërend van een specifieke cover, speciale software-versies tot verpakkingswensen zoals het bijvoegen van klantspecifieke materialen bijvoorbeeld een simkaart. Van één bepaald type telefoon ontstaan op deze wijze enkele honderden varianten, wat het aansturen van het logistieke netwerk compliceert. De combinatie van dit grote aantal variëteiten met de daarmee samenhangende complicaties voor de besturing, samen met de druk op efficiency verbeteringen, leidde binnen het departement Supply Management van Nokia Mobiles Phones Europe & Africa tot het project



*Demand Supply Planning Optimization.* Doel is de optimalisatie van het plannen van vraag en capaciteit zodat de kosten verlaagd kunnen worden en beter op de wensen van de klant kan worden ingespeeld.

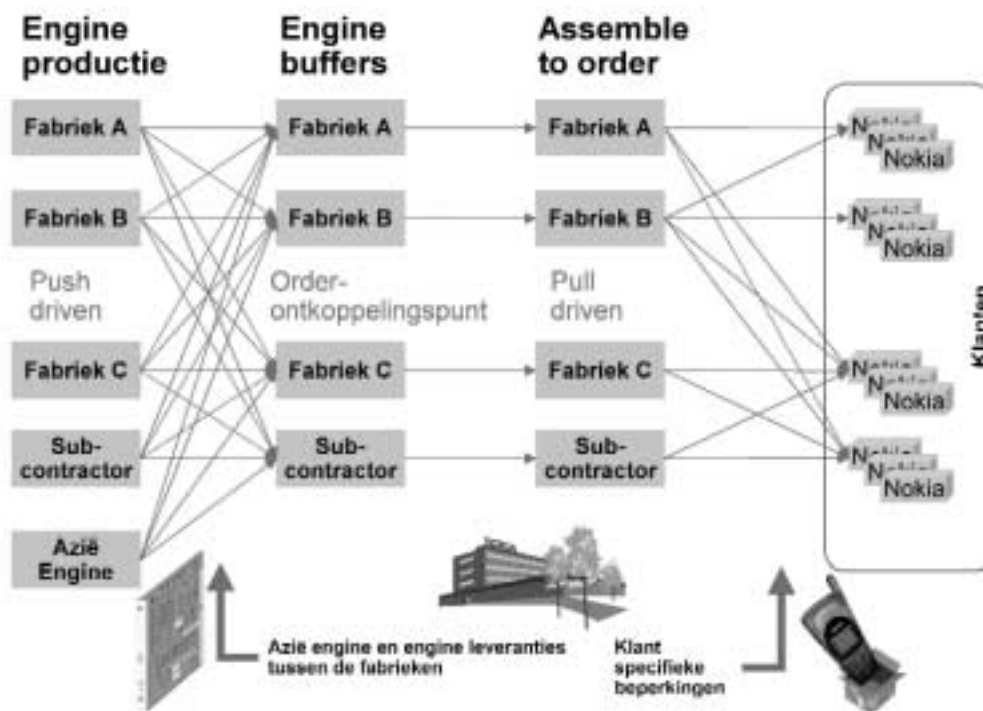
### Demand Supply Planning

De *demand-supply* of vraag-capaciteit planning bij Nokia Mobile Phones wordt uitgevoerd door het Supply Team. Dit heeft contacten met de verkoopkantoren en met de productieplanners in de verschillende fabrieken en kent hun capaciteiten en productiemogelijkheden. Variaties in de productiecapaciteit zijn op korte termijn niet mogelijk, het omstellen van productielijnen is een zeer tijdrovende zaak en de capaciteit wordt in maandelijkse planningsrondes reeds vastgelegd. Variaties in de klantspecifieke variant zijn wel eenvoudig, de basis (*engine*) blijft immers hetzelfde. Het gaat erom de klantenorders toe te wijzen aan de fabriek die het beste kan inspelen op de wensen van de klant. Door het structurele tekort

aan capaciteit in het verleden was het plannen van de capaciteitsbenutting minder relevant, het ging om het uitvoeren van de opdracht in de fabriek met de benodigde productiemogelijkheden. In het verleden konden de planners het dan ook makkelijk af met een standaard spreadsheet programma. De logica achter de planning was dan ook weinig geformaliseerd. De redenen om bepaalde beslissingen te nemen bestonden slechts in de hoofden van de planners. In de veranderende tijden van noodzakelijke efficiënte benutting van capaciteit en responsiviteit naar de klant kon dit niet meer en ontstond de behoefte aan een beslissingsondersteunend systeem gebaseerd op optimalisatietechnieken.

### De structuur van de supply chain

De *demand-supply* planning is tamelijk complex door tal van praktische restricties in de *supply chain*. Het productieproces bestaat uit twee delen, de splitsing tussen deze delen vormt tevens het orderontkoppelpunt in de *supply chain*. Het



Figuur 1. Schematisch overzicht van de supply chain voor de productie van mobiele telefoons.

eerste deel is de fabricage van de zogenoemde *engine*, een halffabriekaat bestaande uit alle componenten van een mobiele telefoon behalve de variabele componenten die door de klant gewijzigd kunnen worden. De fabricage van engines vindt niet alleen bij Nokiafabrieken in Europa plaats, maar ook bij Nokia in Azië en bij subcontractors waarmee afspraken zijn gemaakt met betrekking tot het af te nemen volume in een periode. Variëren van het productievolume van engines is moeilijk en de productiecapaciteiten liggen vast. De eigen fabrieken dienen zoveel mogelijk benut te worden, terwijl de flexibiliteit dient te komen van de subcontractors zonder dat gemaakte afspraken worden geschonden. De geproduceerde engines worden opgeslagen in zogenaamde buffers. Het doel van deze buffers is tweevoudig. Enerzijds het creëren van flexibiliteit in het plannen van de *assemble-to-order* productie, anderzijds het opvangen van verstoringen in het productieproces van de engines. Transporten van engines tussen verschillende fabrieken zijn een veel voorkomend verschijnsel. Bepaalde fabrieken zijn goedkoop in de productie van engines, maar zijn geografisch ver van de klant gelegen zodat de laatste fase van het productieproces beter in een andere fabriek kan plaats vinden. Het tweede deel van het productieproces wordt door Nokia *assemble-to-order* genoemd. De engine wordt hierin voorzien van de definitieve software en *covers* en verpakt in een verkoopkarton volgens de specificaties van de klant. Van hieruit vindt de distributie plaats naar de klant. Bij de keuze van de *assemble-to-order* locatie dienen daarbij tal van restricties in ogenschouw genomen te worden.

**Het in kaart brengen van de praktische restricties** Cruciaal is het in kaart brengen van de praktische restricties waarmee rekening gehouden dient te worden. Bepaalde restricties kunnen als zacht worden beschouwd. Export- en importtarieven die met name voor Oost-Europa belangrijk zijn, slui-

ten bepaalde mogelijkheden niet uit, maar verhogen de kosten. Hetzelfde geldt voor de keuze van een fabriek die ver van de klant gelegen is. Een grote afstand verhoogt de transportkosten en verlengt de transporttijd maar sluit een keuze voor zo'n fabriek niet uit. Andere restricties kunnen als hard worden bestempeld. Bepaalde product varianten kunnen eenvoudig niet in bepaalde fabrieken worden gefabriceerd, omdat daar bepaalde klantspecifieke materialen niet in voorraad zijn.

Om duidelijkheid te krijgen in de talloze restricties waarmee rekening gehouden diende te worden, heeft het supply team deze regels op schrift gesteld. Deze restricties vormden een belangrijke bouwsteen in de uiteindelijke bepaling van de modellering die het beslissingsondersteunende systeem haar intelligentie zou verliezen.

### **Modellering**

De keuze voor een lineair programmeringsmodel was door de structuur van het probleem een logische keuze. Het supply team zou het beslissingsondersteunende systeem vele malen per dag gebruiken en daarmee het model vele malen per dag oplossen. Een rekentijd van meer dan één minuut zou als onaanvaardbaar worden beschouwd. Gegeven de grootte van het probleem (enkele duizenden variabelen en nevenvoorwaarden) dienden geheeltallige variabelen derhalve zoveel mogelijk vermeden te worden.

De modellering begint bij de productie van engines en eindigt bij het transport van de verkoopkartonnen naar de klant en is gebaseerd op minimalisatie van alle relevante kosten. Deze variëren van productiekosten van engines in de verschillende fabrieken, transportkosten van engines voor leveranties, opslagkosten van engines, *assembly-to-order* kosten en transportkosten naar de klant. Zachte restricties werden ook gekwantificeerd in de vorm van kosten en daarmee in de

doelstellingsfunctie van het model opgenomen. De harde restricties werden opgenomen in de nevenvoorwaarden.

### Implementatie

Het model werd geïmplementeerd met behulp van AIMMS (*Advanced Integrated Multi-Dimensional Modeling Software*). De gebruikersvriendelijkheid is cruciaal om het beslissingsondersteunende systeem geaccepteerd te krijgen, derhalve werd veel aandacht besteed aan het bouwen van grafische gebruikersinterfaces en het leggen van datakoppelingen met MS Access.

Het verkrijgen van goede data is een noodzakelijke voorwaarde om tot zinnige resultaten te komen. Alle benodigde data bleken aanwezig en van voldoende kwalitatief niveau, helaas mochten om redenen van vertrouwelijkheid niet alle data gebruikt worden. Met behulp van het supply team kon het model met behulp van fictieve data wel voldoende gevalideerd en geverifieerd worden, zodat van het uiteindelijke model geconcludeerd kan worden dat het een realistische afspiegeling van de werkelijkheid geeft, terwijl het tevens snel oplosbaar is.

### Hoe het verder ging

Het management was zeer enthousiast over de gekozen aanpak. Het bedrijf was van mening dat de mogelijkheden van optimalisatie in planningsprocessen verder moesten worden benut en dat de besliskunde hier een belangrijke rol in kan spelen. Het Demand Supply Planning Optimization project werd uiteindelijk opgenomen in een veel groter project waarin integratie van logistieke informatiesystemen voor planning van Nokia binnen Europa centraal staat. De verwachtingen zijn hooggespannen.

*Drs. I. LE BLANC is verbonden aan het CentER Applied Research, sectie operations research van de Universiteit van Tilburg (UvT). E-mail: <h.m.leblanc@uvt.nl>.*

Illustratie: Toon Hartogs

**Sara van de Geer**



## Ondraaglijke lichtheid

Afgelopen augustus vond in Praag de 14de *European Meeting of Statisticians* plaats. Enkele dagen voor de aanvang van de conferentie was de stad het belangrijkste nieuwsitem: de Moldau dreigde de complete oude binnenstad onder water te zetten. De getoonde beelden van Praag waren dramatisch, maar op de website van de conferentie schitterde een vrolijk *'conference goes ahead'* je tegemoet.

### Lichtheid

Misschien werd in het nieuws de situatie te zwaar aangezet. Ik besloot te gaan en zette mijn treinticket om in een vliegticket. Het vliegtuig

was praktisch leeg. Maar de stewardess maakte geen woorden vuil aan wateroverlast. Alleen bij het landen zei ze: *'Let me remind you there will be limited public transport in Prague.'* In Praag leek inderdaad behalve beperkt openbaar vervoer weinig aan de hand. Ik ging te voet naar de registratie. 'Zie je wel dat het allemaal wel meevalt!' zeiden ze daar. Ik bekeek de situatie in de binnenstad. Bij de Kruittoren stonden toeristen naar de uitleg van hun gids te luisteren. Bij de rivier lagen wat zandzakken. De aluminium wand was nog niet afgebroken. Een straatje verderop zaten de mensen een biertje te drinken, naast een speciaalzaakje waar je emmers, bezems en laarzen kon krijgen. Het zag er allemaal niet zo vreselijk uit.

### Zwaarte

Maar langzamerhand kwam toch steeds meer de ernst van de situatie boven drijven. Aan westkant van de rivier kon je de lijn tot waar het water had gestaan goed zien: tot de eerste verdieping. Een van de organisatoren van het congres had nauwelijks de tijd gehad een koffer te pakken, en het stijgende water in zijn huis te ontvluchten. Bij de opening van het congres werden foto's getoond: het water van de rivier heeft echt tot aan de boogjes van de Karelsbrug gestaan. In de wijk Karlin, waar de Faculteit Wis- en Natuurkunde van Karels-Universiteit gehuisvest is, zijn sommige eeuwenoude gebouwen zo door het water aangeast dat ze ingestort zijn. De wijk was toen ik vertrok nog steeds afgesloten. Dat betekende ook dat niemand bij de wiskunde en informatica bibliotheek kon komen om te redden wat er te redden viel. Op zijn minst tweederde van de boeken en tijdschriften (waaronder onvervangbare exemplaren uit de 17de eeuw) zullen verloren zijn (zie ook [http://siprint.utia.cas.cz/24\\_ems/main.html](http://siprint.utia.cas.cz/24_ems/main.html)).

### Evenwicht

In oude kronieken kan men meldingen van overstromingen van Praag uit de vroege middeleeu-

wen vinden. In 1118 werden huizen en kerken door het water meegesleurd, en in 1203 waren er in heel Bohemen ernstige overstromingen.

Je kan je afvragen of de recente gebeurtenissen nu duiden op een klimatologische verandering, of dat het allemaal nog past in een evenwichtsmodel. Tijdens de conferentie heb ik daar weinig discussie over gehoord.

Het berekenen van de kans op overstromingen is natuurlijk één van de toepassingen van extreme waarden theorie. Wat was de kans in dit geval (in het evenwichtsmodel)? Er was een lezing waarbij een fractioneel ARIMA model was gebruikt voor het gedrag van de rivier Tisza in Hongarije. Ook werd voorgesteld de watercapaciteit van rivieren te modelleren met een ander multifractioneel stochastisch proces. En het temperatuurverloop in Praag werd met behulp van een change-point model geanalyseerd.

Dat gletsjers overal ter wereld aan het smelten zijn kan iedereen met eigen ogen gaan zien. Maar hogere temperaturen zijn wel eens vaker voorgekomen. Het evenwichtsmodel kan misschien nog even mee. De afwijking is nog niet 'significant'. Niet te zwaar aan tillen dus?

Statistische modellen moeten ons helpen deze belangrijke vraag aan te pakken. Het probleem daarbij is dat economische en politieke belangen vaak een zinnige omgang met het milieu in de weg staan. En daarbij is er dan de Deense statisticus/politicoloog Bjørn Lomborg die met zijn geruststellende woorden veel aandacht trekt. Volgens hem heeft de mens er nog nooit zo goed voorgestaan, en kan het geld gemoeid bij de uitvoering van het Kyoto-protocol beter aan wat anders besteed worden.

Aan iets leuks.

*SARA VAN DE GEER is hoogleraar Kansrekening en Statistiek bij het Mathematisch Instituut, Universiteit Leiden. E-mail: <geer@math.leidenuniv.nl>.*



# EURODIFFUSIE

## een model voor je portemonnee

Op 1 januari 2002 deed de euro definitief zijn intrede in het betalingsverkeer. Langzaam zien we buitenlandse muntjes in onze portemonnee verschijnen: de eurodiffusie. De term werd geïntroduceerd door het populair-wetenschappelijke tijdschrift *Natuur & Techniek*. Samen met het Wiskundig Genootschap en de Studiegroep Wiskunde met de Industrie werd gestart met een experiment om inzicht te krijgen in de verspreiding van de euro-munten. Hoe ziet de inhoud van onze portemonnee er over een jaar uit? Op de website [www.wiskgenoot.nl/eurodiffusie](http://www.wiskgenoot.nl/eurodiffusie) wordt verslag gedaan van de voortgang.

### GER KOOLE

Het jaar 2002 zal de geschiedenis ingaan als het jaar van de invoering van de euro. Het is ook het enige jaar dat we een uniek verschijnsel waar kunnen nemen: het mengen van de nationale euromuntjes. Alle Nederlanders gingen op 1 januari van start met alleen muntgeld met de beeltenis van Beatrix in hun portemonnee, maar gelijdelijkaan doken er buitenlandse munten op. Volgens de metingen van het Wiskundig Genootschap (WG) was in september 2002 25 procent van de munten in onze portemonnee van buitenlandse afkomst. Hoe zal zich dit verder ontwikkelen?

### Evenwichtssituatie

Consensus bestaat er over het volgende: op de lange duur ontstaat er een perfecte menging, en zal een Griekse portemonnee zich niet van de Finse onderscheiden. Ten grondslag hieraan ligt het feit dat de nationale banken hebben besloten de munten niet te herdistribueren. Een alternatief is er niet: niet alleen is transport duur, er kan machinaal geen onderscheid worden gemaakt tussen de nationaliteit van de munten. Betekent dit dat op de lange duur 35 procent van onze muntjes Duits is en slechts 5 procent Nederlands? Dit zou namelijk het resultaat zijn van een perfec-



te menging van alle voor 1 januari 2002 geslagen munten! Deze voorspelling is niet helemaal correct: elk jaar worden er nieuwe nationale munten in circulatie gebracht, om derving (verlies) te compenseren. In het gulden-tijdperk bedroeg dit jaarlijks rond de 5 % van de muntvoorraad. De derving zal met de euro lager uitvallen (Bea's die mee naar Italië worden genomen belanden niet in een potje maar worden ter plekke in circulatie gebracht), maar zal er desalniettemin voor zorgen dat het lange-termijn percentage Nederlandse munten enkele procenten hoger uit zal vallen. Maar is deze evenwichtssituatie wel zo interessant?

De evenwichtssituatie wordt uiteraard slechts langzaam bereikt, en hoe dicht we er bij zijn is slechts moeilijk te meten, en al helemaal niet op te maken uit de gemiddeld 15 munten die we bij ons dragen. Een betere en meer aansprekende maat van de menging is het moment waarop de helft van de munten in circulatie buitenlands is. Het schatten van dit moment was het doel van de studiegroep.

### **Markov-keten**

Het komen tot een schatting valt uiteen in twee delen: het formuleren van een geschikt model en het schatten van de invoerparameters. Het aantal benodigde parameters hangt sterk af van het gekozen model. Vanwege de korte tijd sinds de introductie van de euro zijn er weinig data beschikbaar: een simpel model heeft daarom de voorkeur. Het simpelste model denkbaar is een model dat de positie van een willekeurig muntje representeert, met slechts twee mogelijke toestanden: binnen en buiten Nederland. De kans dat een in Nederland startende munt zich na  $n$  maanden nog of weer in Nederland bevindt, is tegelijkertijd de fractie Nederlandse muntjes op de totale Nederlandse muntvoorraad. Hierbij nemen we aan dat de Nederlandse munten die zich nu in het buitenland bevinden zijn vervangen door buitenlandse munten: de netto stroom van munten is 0.

We nemen een Markov-keten met twee toestanden, waarbij we aan het eind van elke maand de positie van een willekeurig muntje beschouwen. Stel dat  $p$  de kans is dat een munt na 1 maand van Nederland naar het buitenland is gegaan,  $p$  is dus de overgangskans van zeg toestand **N** (Nederland) naar toestand **B** (buitenland). De buitenlandse muntvoorraad is 20 maal groter dan de Nederlandse; uit het feit dat de netto stroom tussen landen 0 is volgt dat de overgangskans van **B** naar **N** gelijk is aan  $p/20$ . Het berekenen van de menging is nu slechts een kwestie van  $2 \times 2$  matrices vermenigvuldigen; wat rest is het schatten van  $p$ . Op 1 januari waren alle Nederlandse euromunten in toestand **N** en alle buitenlandse in toestand **B**. Het percentage buitenlandse munten in Nederland op 1 februari kan gebruikt worden als schatter voor  $p$ . Aangezien  $p$  relatief klein is is er de eerste maanden een lineair verband tussen de menging en de tijd. Een telling uitgevoerd op half februari zal dus een schatter voor  $3p/2$  opleveren. Laten we naar de verschillende soorten data kijken.

### **'Eurometers' aan de slag**

Tientallen tellingen worden dagelijks opgegeven op de Eurodiffusie website van het WG, en vervolgens op grafische wijze zichtbaar gemaakt aan de bezoeker. De tellers - 'Eurometers' genoemd - zijn echter vrijwilligers, en zijn niet aselekt gekozen. De Eurometers beslissen zelf wanneer zij tellingen registreren, en waarschijnlijk doen sommigen dit pas als ze wat anders dan saaie Nederlandse muntjes in hun portemonnee aantreffen. Eigen metingen onder studenten, studiegroepdeelnemers en kantinekassa's bevestigden dit vermoeden. Het valt tevens op dat de resultaten van de metingen sterk uiteenlopen, van 91 tot 98% Nederlandse munten na 1 maand voor de meest betrouwbaar geachte metingen. Gezien de grootte van deze metingen duidt dit erop dat er sprake is van verschillende verdelingen.



Inderdaad kwam de meting met de snelste menging uit Hengelo, waar je zou verwachten dat de menging met Duits geld sneller gaat dan elders.

Alles overziende kwamen we tot de voorzichtigste conclusie dat er na 1 maand sprake was van 4% buitenlandse munten in Nederland. Met  $p=0.04$  kunnen we nu de matrixvermenigvuldiging uitvoeren, waaruit blijkt dat na zo'n 16 maanden een munt met begintoestand **N** met ongeveer gelijke kans in **N** of **B** is. Rekening houdend met een versnelde menging tijdens de vakanties komen we zo tot de conclusie dat na ongeveer 12 maanden evenveel Nederlandse munten zich binnen als buiten Nederland bevinden.

### Spaarpotten

Hoe betrouwbaar is dit antwoord? Het antwoord valt uiteen in twee delen. Enerzijds zijn er redenen vraagtekens te zetten bij het model, anderzijds kan men (delen van) het model middels validatie aan de werkelijkheid toetsen. We beginnen met de modelaannames en bespreken mogelijke modelverfijningen. In het model maken we slechts onderscheid tussen twee mogelijke toestanden. Dit veronderstelt dat alle munten dezelfde kans hebben Nederland te verlaten danwel binnen te komen. Dit is in werkelijkheid niet het geval: dicht bij de grens vindt er door grensverkeer meer menging plaats, en aan de buitenlandse munten in Nederland zien we dat menging het eerst tot stand komt met Duitse, Franse en Belgische munten. Een mogelijke modelverfijning zou het uitbreiden van de toestandsruimte zijn, bijvoorbeeld met een toestand voor elk Euroland en elke Nederlandse provincie. Dit is echter praktisch onmogelijk, gezien het gebrek aan metingen over muntverkeer tussen provincies en de Eurolanden onderling.

Een wellicht meer zinvolle uitbreiding van de toestandsruimte zou zijn het maken van onderscheid tussen het soort locatie waar de munten zich bevinden. Slechts een klein deel van de munt-

voorraad vult de portemonnees van individuen; het grootste deel is te vinden in kassa's en ligt opgeslagen bij (centrale) banken. Daarnaast zijn in de loop van 2001 de meeste spaarpotten geëegd en worden deze nu weer deels gevuld met euro's. Tenslotte is er nog sprake van mensen die euromuntjes sparen. Het kwantificeren van deze effecten is ook hier erg moeilijk, waardoor het zinloos lijkt deze effecten in toestanden te vangen. Wat wel zorgwekkend is ten aanzien van onze voorspelling is het feit dat het gedrag van met name spaarders in de loop van de tijd zal veranderen. Waarschijnlijk is de feitelijke stroom van munten naar Nederland hoger dan de maandelijkse 4%, maar wordt een belangrijk deel van de munten door spaarders uit de roulatie gehaald. Het gros van de spaarders zal echter de meest courante landen nu compleet hebben, hetgeen misschien zal leiden tot een hoger percentage buitenlandse munten in circulatie.

In hoeverre zijn deze effecten significant? Dat is op voorhand moeilijk te zeggen. De enige gegronde reden om ons 2-toestandsmodel te verworpen is op basis van validatie. En inderdaad, we constateren inmiddels dat de diffusie achterloopt bij onze voorspellingen. Het is opmerkelijk dat duidelijk blijkt dat de menging sinds de zomervakantie weer langzaam afneemt. Dit is een aanwijzing dat er meer munten uit roulatie worden genomen dan in januari, vermoedelijk door verzamelaars. Eens te meer blijkt hoe moeilijk menselijk gedrag te modelleren is.

Het onderzoek waarover dit artikel rapporteert is uitgevoerd door Piet van Blokland, Lorna Booth, Kirankumar Hiremath, Michiel Hochstenbach, Ger Koole, Sorin Pop, Marieke Quant, en Djoko Wirosoetisno. Onze dank gaat uit naar Jeanine Koppels van DNB voor de door haar geleverde informatie.

*DR. G. KOOLE is hoogleraar Optimalisatie van bedrijfsprocessen bij de Afdeling Wiskunde van de Vrije Universiteit Amsterdam. E-mail: <koole@cs.vu.nl>.*



# SIMULATED ANNEALING

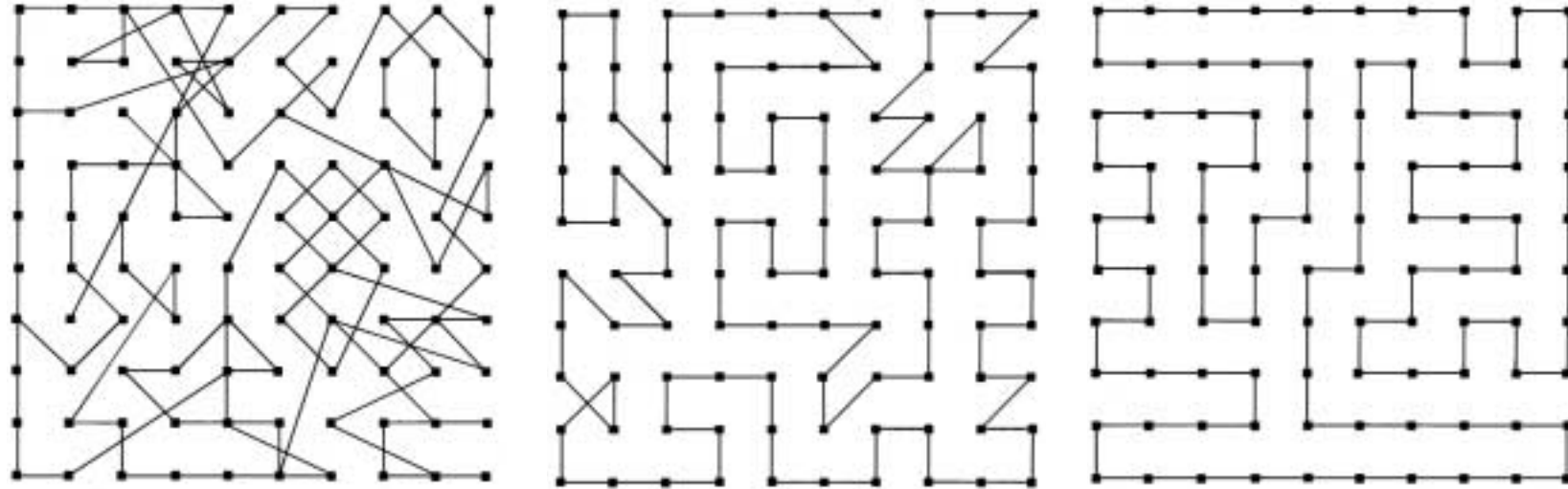
## Aanjager onder de heuristische zoekmethoden

Simulated annealing is een heuristische zoekmethode die inmiddels zo'n twintig jaar op grote schaal wordt toegepast om discrete optimaliseringsproblemen aan te pakken. Het succes van de methode is vooral te danken aan haar eenvoud en kracht, naast het feit dat ze op een brede schaal toepasbaar is. Na twee decades van toepassing kan men echter stellen dat de waarde van de methode niet zozeer gelegen is in haar vermogen om problemen aan te pakken, maar meer in de rol die de aanpak gespeeld heeft bij de ontwikkeling van nieuwe heuristische zoekmethoden.

EMILE AARTS

In 1982 publiceerden Kirkpatrick, Gelatt & Vecchi hun inmiddels beroemd geworden artikel in het prestigieuze tijdschrift *Science* waarin ze een nieuwe optimaliseringsaanpak voorstelden onder de naam *simulated annealing*. De methode was gebaseerd op een analogie met het fysisch annealingproces, waarin een vaste stof die tot smelten is gebracht uiterst langzaam wordt afgekoeld. Hierdoor kunnen de atomen zich ordenen in een atoom- of molecuulrooster dat correspondeert met de laagst mogelijke energie, hetgeen tot zeer hechte structuren leidt. De auteurs lieten zich inspireren door het feit dat het vinden van oplossingen van discrete optimaliseringsproblemen

vergelijkbaar is met het vinden van laagenergetische toestanden van een vaste stof en dat het fysische annealingproces daarbij behulpzaam kon zijn. De resulterende methode kreeg de naam *simulated annealing*. De gevolgde aanpak gaat uit van een startoplossing en genereert vervolgens een rij oplossingen. Vanuit een bestaande oplossing wordt een kandidaatoplossing gegenereerd door deze een beetje te veranderen. De kosten van de twee oplossingen worden onderling vergeleken. Als de kosten van de kandidaatoplossing lager zijn dan de kosten van de huidige oplossing wordt de huidige oplossing vervangen door de kandidaatoplossing. Als de kosten hoger zijn



wordt de kandidaatoplossing geaccepteerd met een waarschijnlijkheid die afhangt van het kostenverschil en van de waarde van een stuurparameter die het equivalent is van de temperatuur in het fysische annealingproces. De essentie van de methode is dat naast verbeteringen ook verslechteringen geaccepteerd worden, en dat de kans daarop steeds kleiner wordt naarmate de waarde van de stuurparameter lager wordt, hetgeen vergelijkbaar is met het verlagen van de temperatuur in het fysisch annealingproces.

### Het succes

Vanaf de introductie in 1982 heeft simulated annealing veel aandacht gekregen. Wiskundigen interesseerden zich voor de methode omdat het stochastische karakter ervan het mogelijk maakte convergentiebewijzen op te stellen en prestatiegaranties te geven. Informatici werden geboeid door het feit dat de methode het uiterste van computers vergde en zodoende een voortdurende impuls gaf aan de ontwikkeling van datastructuren en implementatievarianten die de efficiëntie en effectiviteit moesten verbeteren. Tot slot werd de methode door een groot aantal onderzoekers gebruikt om optimaliseringsproblemen aan te pakken waarvoor tot dan toe geen bevredigende oplossing gevonden werd. Simulated annealing bleek vaak in staat om resultaten te behalen die beter waren dan die welke met tot dan toe bekende technieken behaald werden. Met name op het gebied van *computational physics* werden succes-

sen geboekt bij het berekenen van nieuwe legingen. Op het gebied van *computer aided design* leidden de resultaten die werden geboekt bij het optimaliseren van layouts van geïntegreerde schakelingen tot commercialisering van softwarepakketten die simulated annealing gebruikten. Een opmerkelijk feit daarnaast is de enorme breedte van het toepassingsgebied. De methode heeft zijn weg gevonden naar nagenoeg alle bekende deelgebieden van de zuivere, de toegepaste en de ingenieurswetenschappen en heeft daarmee een welhaast unieke verspreidingsgraad bereikt. Het boek van Aarts & Korst [1989] geeft een overzicht van de vele toepassingen.

### De jaren ervoor

Simulated annealing kan gezien worden als een gerandomiseerde variant binnen de klasse van lokale zoekmethoden. Lokale zoekmethoden waren vóór de introductie van simulated annealing al geruime tijd bekend. De vroegst bekende publicaties waarin de techniek expliciet genoemd wordt dateren van het eind van de vijftiger jaren van de vorige eeuw. Het betrof hierbij eenvoudige kantuitwisselingstechnieken die werden toegepast op het handelsreizigersprobleem. Later, in het midden van de jaren zeventig, werden deze eenvoudige technieken uitgebreid met complexere lokale zoekmethoden waarvan de variabele-diepte methoden de bekendste zijn. De aandacht die deze methoden kregen was echter zeer beperkt. In de literatuur is slechts een handvol artikelen

bekend die melding maken van het gebruik van deze zoekmethoden. Rond de jaren zeventig worden nieuwe heuristische methoden geïntroduceerd die gebaseerd zijn op een analogie met het biologische evolutieproces. Maar ook deze zogenaamde genetische algoritmen kregen aanvankelijk slechts weinig aandacht.

### De jaren erna

De introductie van simulated annealing in het begin van de tachtiger jaren markeert een omslagpunt wat betreft de aandacht voor heuristische zoekmethoden. In de eerste tien jaar worden meer dan duizend artikelen over simulated annealing gepubliceerd. Collins, Eglese & Golden (1988) geven in hun bibliografie een goed overzicht van een groot deel van deze publicaties. Daarnaast echter groeit ook de aandacht voor andere heuristische zoekmethoden, gestimuleerd door het succes van simulated annealing. Opmerkelijk is de hernieuwde aandacht voor reeds bestaande technieken zoals de variabele diepte methoden en genetische algoritmen. Vooral door het gebruik van nieuwe datastructuren kunnen de prestaties van deze technieken aanzienlijk verbeterd worden in vergelijking met de prestaties die tien jaar eerder behaald werden. Daarnaast wordt een grote hoeveelheid nieuwe heuristische zoekmethoden geïntroduceerd, waarvan vele gebaseerd zijn op processen uit de natuur, net zoals bij simulated annealing het geval was. Voorbeelden zijn *ant*-algoritmen, die het zoekproces simuleren dat mieren verondersteld worden te volgen bij het zoeken naar voedsel, of neurale netwerken die het kennisverwerkingsproces nabootsen dat in de menselijke hersenen plaatsvindt. Tabu-search is een andere techniek die veel aandacht krijgt. Deze techniek breidt klassieke vormen van lokaal zoeken uit door een geheugenfunctie te gebruiken die voorkomt dat te lang in éénzelfde deel van de zoekruimte wordt gezocht. Hierdoor kan de methode ontsnappen aan lokale minima en een

groter deel van de zoekruimte exploreren. De methode is sneller dan simulated annealing en behaalt in veel gevallen ook betere resultaten. Op dit moment is tabu search de meest succesvolle heuristische zoekmethode en met name binnen de operations research is het inmiddels een veel geprezen aanpak.

### Krachtige computers

Zonder twijfel heeft ook de ontwikkeling van de computer een belangrijke rol gespeeld bij de ontwikkeling van heuristische zoekmethoden. Al ruim dertig jaar verdubbelt de rekenkracht van computers iedere twee tot drie jaar. Dat betekent dat over deze tijdsperiode gemeten computers beschikbaar zijn gekomen die meer dan een factor 10000 krachtiger geworden zijn. Heuristische zoekmethoden zijn veelal rekenintensief, hetgeen erop neer komt dat de rekenkracht van een computer in grote mate kan bijdragen aan de kwaliteit van de verkregen eindoplossing. Rekenkracht is belangrijk, maar niet doorslaggevend. De meeste heuristische zoekmethoden hebben geen polynomiaal-begrensd rekengedrag en dus groeit de rekestijd exponentieel in de grootte van de probleeminstaties. Kortom, het succes van de nieuwste generatie heuristische zoekmethoden zit in de algoritmische finesse en niet in de brute rekenkracht.

### LITERATUUR

- Aarts, E. and J. Korst (1987). *Simulated Annealing and Boltzmann Machines*. New York: Wiley.
- Kirkpatrick, S., C.D. Gelatt and M.P. Vecchi (1982). Optimization by simulated annealing. *Science* 220, 671-680.
- Collins, N.E., R.W. Eglese and B.L. Golden (1988) Simulated annealing: An annotated bibliography. *American Journal of Mathematical and Management Sciences*, 8, 209-307.

*EMILE AARTS is wetenschappelijk programmadirecteur bij Philips Research. Daarnaast is hij hoogleraar informatica aan de Technische Universiteit Eindhoven en senior consultant bij het Centrum voor Quantitatieve Methoden. E-mail: <emile.aarts@philips.com>*



# Onderzoek bij het Centrum voor Verzekeringsstatistiek Verzekerd van cijfers

Arbeidsongeschiktheid, beroepsziekten, criminaliteitsbeheersing, pensioenbeleid, preventie, verkeersveiligheid ..., een greep uit de onderwerpen waar samenleving, politiek en verzekeraars dagelijks mee te maken hebben. Het zijn maatschappelijke problemen, politieke vraagstukken, wetenschappelijke uitdagingen, actuele hypes of marktkansen - het is maar van welke kant je ernaar kijkt. Voor het Centrum voor Verzekeringsstatistiek (CVS), het statistisch bureau van het Verbond van Verzekeraars, zijn het evenzoveel terreinen waarop statistisch onderzoek wordt losgelaten. Het CVS verzamelt, bewerkt en analyseert statistische gegevens vanuit, over en primair ten behoeve van de verzekeringsbedrijfstak.

## MARK DE BRUIJNE EN FRED TREUR

Het CVS is in 1982 opgericht en organisatorisch ondergebracht bij het Verbond van Verzekeraars. Het betrof een samengaan tussen het Bureau voor Statistiek en Onderzoek van de Nederlandse Vereniging van Automobiellasseuradeuren en de Werkgroep Statistiek van de Vereniging van Brandassuradeuren. Het CVS staat onder leiding van dr. J.L.A. van Rijckevorsel en er werken nu ongeveer 15 mensen waarvan zo'n 7 statistici en

projectleiders zich dagelijks bezighouden met onderzoek en analyse. Het CVS vergaart zelf de data van verzekeraars en analyseert deze. Marktonderzoek voert het CVS niet zelf uit, hiervoor worden marktonderzoeksbureaus ingeschakeld. De analyses van de uitkomsten vinden wel bij het CVS plaats. Het CVS doet dit primair en voornamelijk voor het Verbond van Verzekeraars, de belangenbehartiger van in Nederland werkza-



me particuliere verzekeraars. Het CVS verzamelt, bewerkt en analyseert statistische gegevens vanuit, over en voor de verzekeringsbedrijfstak. Het door het CVS verrichte onderzoek dient ter ondersteuning van de belangenbehartiging van het Verbond van Verzekeraars en ter onderbouwing van marktadviezen. Ook ondersteunt het CVS met statistische dienstverlening individuele maatschappijen die lid zijn van het Verbond.

### Statistieken

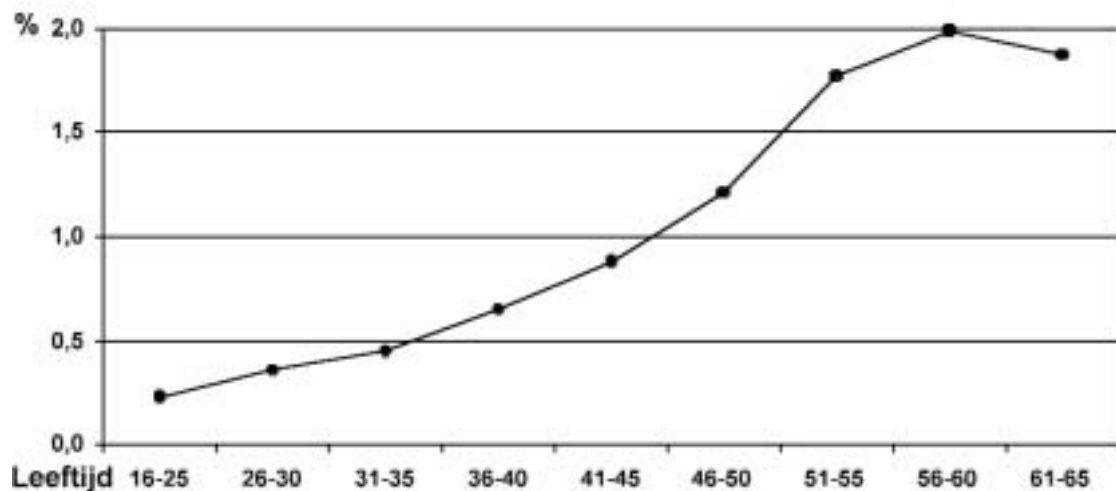
Het CVS voorziet de leden van het Verbond van Verzekeraars van kwantitatieve informatie. Enerzijds door middel van regelmatig terugkerende risicostatistieken en comptabele enquêtes en anderzijds door op ad hoc basis onderzoek te verrichten voor het Verbond van Verzekeraars. Veel van dit statistisch materiaal wordt overigens ook jaarlijks gepubliceerd (*Verzekerd van Cijfers*, een coproductie met het CBS) en op de website van het Verbond gezet.

Risicostatistieken zijn het resultaat van het per branche combineren en aggregeren van individuele polis- en schadegegevens van alle aangesloten verzekeringsmaatschappijen. Deze geven inzicht in de risicostructuur van bijvoorbeeld auto-, aansprakelijkheids- of brandverzekeringen. Van ver-

schillende groepen verzekerden per branche wordt de kans op schade en het gemiddelde geclaimde bedrag berekend. Risicostatistieken vormen de basis voor de netto premieadviezen die het Verbond van Verzekeraars geregeld uitbrengt aan de markt. Recentelijk heeft het Verbond op basis van CVS-analyses in samenwerking met actuarissen van verzekeringsmaatschappijen een nieuw advies uitgebracht over de arbeidsongeschiktheidsverzekeringen voor zelfstandigen. De risicostatistiek arbeidsongeschiktheidsverzekeringen geeft namelijk inzicht in de invalideringskansen van verzekerden per leeftijdscategorie. Uit figuur 1 blijkt dat de invalideringskansen sterk afhankelijk zijn van de leeftijd. De invalideringskansen lopen op van ongeveer 0,25% per jaar voor 16-25 jarigen tot 2,0% per jaar voor 56-60 jarigen.

### Comptabele enquêtes

Het CVS houdt jaarlijks onder verzekeraars ook zogeheten comptabele enquêtes. Deze enquêtes vragen per branche naar de premie-inkomsten en de uitgekeerde schade. Tevens wordt informatie verzameld over kosten, provisie en de stand van de reserves voor 'langlopende' schaden zoals WAO-gat uitkeringen en betalingen van letselschade ten gevolge van verkeersongevallen. Deze



Figuur 1. Invalideringskansen AOV-verzekerden naar leeftijd.



enquêtes geven een cijfermatig overzicht van de bedrijfseconomische resultaten. In onderstaande tabel zijn de belangrijkste resultaten van de afgelopen jaren weergegeven. Hieruit blijkt dat ondanks de forse verschillen over de branches de resultaten in de afgelopen jaren over het geheel nauwelijks boven nul uitkomen. Op basis van de resultaten van het eerste halfjaar maakt het CVS prognoses voor het lopende jaar. De verwachtingen zijn dat de resultaten in 2002 voor Schade en Zorg ongeveer gelijk zullen zijn. De branche staat wel onder druk door de stijgende herverzekeringpremies in verband met de terroristische aanslagen in de VS. In de levensverzekeringbranche zetten de plannen van het nieuwe kabinet met betrekking tot de afschaffing van spaarloon en basisaftrek lijfrente de markt onder druk.

## Onderzoek

Het Verbond van Verzekeraars heeft in contacten met zijn stakeholders (zoals politici, ambtenaren, media, sociale partners en ook consumentenvertegenwoordigers) grote behoefte aan feiten en cij-

fers over actuele ontwikkelingen. Cijfers vormen de basis voor beleid en de onderbouwing van standpunten van verzekeraars, zodat adequaat op actuele maatschappelijke, economische en politieke ontwikkelingen kan worden gereageerd.

Vanuit het Verbond wordt de behoefte aan snel en kortlopend, maar wel gedegen, onderzoek dan ook steeds groter, een aanmerkelijke en boeiende taakuitbreiding voor het CVS, omdat het meer onderzoek op eigen initiatief zal gaan uitvoeren. Deze ontwikkeling impliceert een pro-actieve houding. Verzekeringstechnische consequenties van maatschappelijke en politieke issues zullen door het CVS gesignaleerd moeten worden en op de agenda van het Verbond worden geplaatst.

De geschetste ontwikkeling is al enige tijd gaande. Hieronder enkele voorbeelden van onderzoeken die recent door het CVS zijn uitgevoerd.

• *De gevolgen van de overheidsmaatregelen voor de oudedagsvoorziening.* Nadat de basisaftrek voor lijfrentepolissen bij de belastingherziening in 2001 al was teruggebracht tot € 1.036, staat deze nu opnieuw onder druk. Dit heeft behoorlijke

Branche	Premievolume		Resultaat <sup>1</sup>			
	2001		2001	2000	1999	1998
	mrd euro	% groei t.o.v. 2000	% verdiende premie			
Totaal Leven <sup>2</sup>	25,8	9	9	9	8	7
Motorrijtuigen	4,0	7	-1	-1	-2	1
Transport	0,5	5	3	1	0	8
Brand	2,8	6	3	-1	7	5
Overig	2,2	11	1	2	1	-1
Totaal Schade	9,6	7	1	0	1	2
Ziektekosten	4,9	12	-4	-3	-4	-5
Medische Varia	3,5	11	13	4	7	5
Totaal Zorg	8,4	11	3	0	0	-1
Totaal Schade en Zorg	18,0	9	2	0	1	1

1. Het resultaat betreft het technisch resultaat, uitgedrukt in een percentage van de bruto verdiende premie, behaald in het binnenlands bedrijf, na rente en na herverzekering, maar voor afdracht van vennootschapsbelasting.

2. Het resultaat bij levensverzekeringen is anders gedefinieerd dan bij schadeverzekeringen; het is het technisch resultaat voor belasting.

Tabel 1. Resultaten verzekeringsbranche 2001, comptabele enquêtes voorjaar 2002.

consequenties voor levensverzekeraars. Het CVS heeft de verschillende argumenten van verzekeraars om de basisaftrek te behouden onderzocht. Zo is onderzoek gedaan naar gebruikers van de basisaftrek, het aantal mensen met een pensioengat en naar de omvang van de expirerende lijfrentes. Verder zijn de administratieve lasten voor de pensioengatberekeningen onder de loep genomen. Hieruit bleek onder andere dat ongeveer 80% van de Nederlanders een pensioengat heeft. Tevens werd duidelijk dat van de 'lijfrenteniërs' die uitsluitend gebruikmaken van de basisaftrek, 50% qua inkomen onder de ziekenfondsgrens zit.

- *Advies commissie-Donner en SER-advies over herinrichting van de WAO.* De commissie-Donner en de SER hebben een advies uitgebracht over de inrichting van de WAO. Het CVS heeft berekend wat deze plannen cijfermatig voor de private verzekeraars betekenen. De verwachting is dat er jaarlijks 30% minder mensen de WAO instromen aangezien de loondoorbetalingsperiode verlengd wordt van 1 naar 2 jaar. Het WAO-gat zoals dat nu bestaat zal verdwijnen. In dit produkt gaat jaarlijks voor verzekeraars ongeveer 600 miljoen euro om.
- *Reïntegratie.* In het kader van de discussie rondom de WAO heeft het CVS onderzoek gedaan naar de reïntegratieactiviteiten van verzekeraars. Als verzekeraars een rol willen spelen bij het verzekeren en het voorkomen van arbeidsongeschiktheid, zullen ze ook moeten aantonen dat er serieus aan reïntegratie wordt gewerkt. Het rapport *Verzekerd van Reïntegratie* toont aan dat verzekeraars hierin een goede rol spelen. Het aantal pogingen om zieke werknemers te reïntegreren is de afgelopen twee jaar steeds verdubbeld. Tevens leidt de reïntegratiepoging in 45% van de gevallen tot een versnelde terugkeer in het arbeidsproces.
- *Verzekering(s) mogelijkheden van terrorisme.* Na de aanslagen van 11 september staat de verzekeraarbaarheid van terrorisme ter discussie. Verzekeraars willen een pool oprichten om gezamenlijk de schade te dragen ten gevolge van een terroristi-

sche aanslag. Het CVS heeft uitgerekend wat de bijdrage van individuele verzekeraars aan deze pool zou kunnen zijn en wat het maximale uit te keren bedrag kan zijn. Om aan te tonen welke gevolgen terroristische aanslagen voor verzekeraars kunnen hebben, zijn door het CVS enkele scenario's doorgerekend: wat zijn de consequenties als een vliegtuig neerstort op de Amsterdam Arena of als een vliegtuig de Amsteltoren te Amsterdam binnenvliegt. Op basis van ramingen van het CVS blijkt dat de kosten van dergelijke scenario's rond de 3 miljard euro zullen bedragen. De uitkomsten zijn meegenomen in het overleg met het ministerie van Financiën.

- *Herziening ziektekostenstelsel.* De overheid wil het onderscheid tussen ziekenfonds- en particulier verzekerden opheffen en komen tot één basisverzekering voor iedereen. Het CVS heeft een onderzoek gedaan naar de mening van de consument over de gezondheidszorg en het ziektekostenstelsel. Om de mening van de consument te peilen worden marktonderzoeksbureaus ingeschakeld. Voornaamste conclusies uit het rapport waren dat de consument niet zit te wachten op een stelselwijziging, maar eerst de problemen in de gezondheidszorg opgelost wil hebben. Verder wil 80% van de Nederlanders de vrijheid hebben geheel of gedeeltelijk zijn pakket van verzekerde voorzieningen samen te stellen.

Bovenstaande toont aan dat het CVS een organisatie is waar men onderzoek doet naar allerlei politieke en maatschappelijke onderwerpen. Het CVS is een werkplek voor statistici, econometristen, actuarissen, wiskundigen en automatiseerders met een brede maatschappelijke belangstelling.

*Ir. H.F. TREUR is als projectleider werkzaam bij Centrum voor Verzekeringstatistiek (CVS). E-mail: <f.treur@verzekeraars-cvs.nl >.*

*Ook DR.IR. M.H.J. DE BRUIJNE werkt als projectleider bij het CVS, E-mail: <m.de.bruijne@verzekeraars-cvs.nl>.*

# De empathie van forensisch psychiatrische patiënten

Jan B. Dijkstra en Tom van Erven

Volgens Van Dale is empathie het vermogen zich in te leven in de gevoelens van anderen. In de psychologie bestonden reeds enkele schalen om dit concept te meten, daaraan is in het onderhavige onderzoek een nieuwe schaal toegevoegd. Deze is in het bijzonder bedoeld voor het profileren van forensisch psychiatrische patiënten (zoals TBS-gestelden) in contrast met enkele andere bevolkingsgroepen. Bijzondere aandacht hierbij krijgen patiënten met elementen van een antisociale persoonlijkheidsstoornis, de ernstigste gevallen hierbij zijn de psychopaten. Voor de ontwikkeling en de validatie van deze nieuwe schaal is intensief gebruik gemaakt van statistische methoden, zoals factoranalyse, canonieke correlatie, discriminantanalyse en gegeneraliseerde lineaire modellen.

## De groep ICTOO

Dit probleem kwam binnen bij de groep ICTOO vanuit het psychiatrisch ziekenhuis de Grote Beek, een onderdeel van de GGZE Eindhoven. ICTOO staat voor Informatie en Communicatie Technologie voor Onderwijs en Onderzoek. De groep maakt deel uit van de faculteit Wiskunde en Informatica van de Technische Universiteit Eindhoven. De groep is in 1998 opgericht met 4 mensen. Nu zijn het er 10, er is een vacature en over verdere uitbreiding is overleg gaande. Naast deze vaste kern werken 26 mensen van de TU/e en 3 externen op uurbasis mee aan de taken rond onderwijs en dienstverlenend onderzoek van de groep. Trefwoorden zijn: Statistiek, numerieke wiskunde, computer algebra, kansrekening, data-

bases, visualisatie, desktop publishing, programmeertalen, spreadsheets en optimalisering. De vacature betreft discrete wiskunde, te verwachten uitbreidingen betreffen tijdreeksanalyse en neurale netwerken (deze onderwerpen worden nu nog op uurbasis door mensen van buiten de groep afgehandeld). De vele cursussen op bovengenoemde gebieden worden zowel voor de interne als de externe markt doorberekend.

De cursussen voor de externe markt gaan voornamelijk over industriële statistiek en ondersteunende bedrijfskunde. Er zijn 17 korte cursussen (3 of 4 dagen), 3 gecertificeerde opleidingen en zelfs een masteropleiding MISQE (Master of Industrial Statistics and Quality Engineering). Er zijn 22 docenten bij betrokken.

## Empathieonderzoek

Bij dit project zijn tien studenten van de postacademische opleiding Wiskunde voor de Industrie betrokken. Vijf hiervan werken met neurale netwerken en vijf met statistiek. Voor het statistische gedeelte wordt SAS gebruikt. Aan het einde van de rit zullen de twee teams hun resultaten vergelijken. Wat nu volgt is een tussenrapportage van het statistische gedeelte.

De dataset is (gelukkig) rechthoekig. De variabelen zijn 120 empathievragen, 11 DSM-vragen, leeftijd, geslacht en groep (DSM en groep worden nog toegelicht). Er zijn 172 proefpersonen bij betrokken. Uit deze dataset wordt gezocht naar een antwoord op de volgende vragen: (1) Is het mogelijk een eenvoudige empathieschaal te

'Het ontwikkelen van een empathieschaal in de forensische psychiatrie' verscheen al eerder in *STATOR* (2001, 4). Hierin waren helaas wat fouten geslopen. Op uitdrukkelijk verzoek van de auteurs Jan B. Dijkstra en Tom van Erven hierbij de oorspronkelijke versie. Excuses hiervoor aan de lezer.

maken? (2) Zijn er aan empathie ontleende concepten die gerelateerd zijn aan elementen van een antisociale persoonlijkheidsstoornis?

### **Variabelen**

Eerst is bepaald welke van de variabelen daadwerkelijk zinvol zijn om in de analyse mee te nemen. Er zijn 30 empathievragen, verkregen uit een grootschalige brainstormsessie met professionals, alle op een 5-punts schaal. Voorbeeld: Zich inleven in de belevingswereld van een ander (nooit, zelden, gemiddeld, frequent, altijd). Bij alle 30 vragen zijn de mogelijke scores geordend, en steeds van ongunstig naar gunstig. Bij iedere vraag horen 3 toegevoegde vragen: (1) Komt het geloofwaardig over? (2) Is de betrokkene er toe in staat? (3) Doet de betrokkene het uit zichzelf of alleen na sturing? Op deze wijze ontstaan dus totaal 4 keer 30 is 120 empathievragen.

Alles is gescoord door twee beoordelaars. We wilden alleen werken met vragen waarover dit duo het redelijk eens werd. Dit selectieprobleem is vertaald in een analyse met verdelingsvrije correlatie volgens Kendall voor de vragen op de 5-punts schaal en een analyse met de exacte toets van Fisher voor de binaire variabelen. We eisten een overtuigende overeenstemming met een significantieniveau van tenminste 0.005. Precies 100 van de 120 vragen voldeden hieraan. De overige 20 vragen zijn geschrapt, er bleek te veel ruimte voor subjectiviteit van de beoordelaars. Bij een validatie met Kappa volgens de criteria van Bland en Altman (1986) zouden we een vraag extra geschrapt hebben, zodat we op 99 waren uitgekomen. Voor de criteria van Kappa bestaat echter geen brede consensus, we gingen derhalve verder met 100 vragen.

DSM-IV is een classificatieschema voor psychiaters en klinische psychologen. Het geeft in 11 elementen een APS (antisociale persoonlijkheidsstoornis) weer. Voorbeeld van element 6: Prikkelbaarheid en agressiviteit, zoals blijkt uit

herhaalde vechtpartijen of mishandeling. De eis voor een echte APS is nogal strikt: De items 2, 10 en 11 moeten van toepassing zijn en daarnaast ook nog 3 of meer van de items 3 tot en met 9. Item 1 heeft een beschrijvende waarde, het doet niet mee aan de classificatie. Op de details van deze schaal zal in dit artikel niet worden ingegaan.

De variabele groep onderscheidt drie groepen: (1) Controle groep van 51 personen, (2) forensisch psychiatrische patiënten, 97 personen en (3) psychiatrische patiënten zonder forensische problematiek, 24 personen.

De leeftijd van de proefpersonen is weergegeven op een 5-punts schaal. Er waren 124 mannen en 45 vrouwen bij dit onderzoek betrokken, merkwaardig genoeg ontbraken in de variabele geslacht 3 gegevens.

### **Canonieke Correlatie**

Met canonieke correlatie is gezocht naar een antwoord op de vraag: Is er een lineaire combinatie van de 100 empathievragen die met een lineaire combinatie van de 11 DSM-vragen significant correleert? Er zijn hiervoor 4 toetsingsmethoden toegepast, te weten Wilks, Pillai, Hotelling-Lawley en Roy. In alle gevallen was de overschrijdingskans kleiner dan 0.0001 bij toetsing van de nulhypothese dat er van correlatie geen sprake was. Een overtuigend resultaat.

### **Empathieschaal**

Er zal nu worden geprobeerd de empathieschaal te vereenvoudigen, 100 vragen is voor de praktijk te veel. We beginnen met een principale componenten analyse. De eerste drie eigenwaarden van de correlatiematrix van de 100 empathievragen zijn respectievelijk 40.3, 7.13 en 6.19. De som van de eigenwaarden is precies 100 (het spoor van de correlatiematrix). Projectie van de 100-dimensionale empathieruimte op de eerste eigenvector vangt dus 40.3 procent van de totale variabiliteit af, bij de volgende twee eigenvectoren is dit veel min-

der. Je kunt dus zeggen dat empathie zich in deze analyse manifesteert als een overwegend eendimensionaal concept. De eerste eigenvector is op schaling na gelijk aan de eerste kolom van de factormatrix, ook wel genoemd de principale component. Alle tekens binnen die vector zijn gelijk en dat is in overeenstemming met het gegeven dat voor alle empathievragen de scores in dezelfde richting zijn gekozen. Alle 11 DSM-vragen correleren significant met de scores op de eerste factor, en dit is voor wat betreft de DSM-schaal een nog wat verderstreckende conclusie als die met cano-nieke correlatie werd bereikt.

Met stapsgewijze regressie is een selectie uit de 100 empathievragen gevonden die rond de 95 procent van de variabiliteit van de eerste factor voorspelt. Deze factor werd dus gebruikt als responsvariabele bij het regressiemodel. Er werden 6 vragen geselecteerd, echter 4 hiervan behoorden tot de binaire uitbreidingen, zodat de bijbehorende 5-punts vragen moesten worden toegevoegd om de vragenlijst hiërarchisch compleet te maken. Het resultaat is een vragenlijst met 10 items die (mede door de laatste toevoeging) meer dan 95 procent van de variabiliteit van het oorspronkelijke concept afdekt. Als de oorspronkelijke brainstormsessie tot een goede selectie geleid heeft, dan is hier een simpele vragenlijst gevonden met bijna hetzelfde schiftende vermogen.

Het model is gevalideerd met gestudentiseerde residuen, Cook statistics, grafische residuanalyse en de normaliteitstoets van Shapiro en Wilk. Conclusie: De residuen zijn normaal verdeeld, onafhankelijk en hun variantie is constant.

## Vragenlijst

Voorgaande oefening leidt tot de volgende vragenlijst waarmee empathie gemeten kan worden.

1. Inleven in de belevingswereld van een ander (5-punts schaal)
2. Je kunnen verontschuldigen (5-punts schaal)
3. Rechtvaardige afweging van belangen (5-punts

schaal). Bij een gunstige score wordt hieraan toegevoegd 3A: Geloofwaardig versus alleen uit op eigen gewin (binair)

4. Interesse hebben voor de ander (5-punts schaal). Bij een ongunstige score wordt hieraan toegevoegd 4B: Is er wel of niet toe in staat (binair)

5. Erkenning van het slachtoffer zijn van de ander (5-punts schaal). Bij een ongunstige score wordt hieraan toegevoegd 5B: Is er wel of niet toe in staat (binair)

6. Sympathie opbrengen voor de noden en behoeften van de ander (5-punts schaal). Bij een gunstige score wordt hieraan toegevoegd 6C: Uit zichzelf versus alleen met sturing door een ander (binair)

De empathieschaal wordt nu  $V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_5 + V_6 - 4(V_3A + V_4B + V_5B + V_6C) - 6$ . De coëfficiënten (1 voor de 5-punts vragen en -4 voor de binaire vragen) komen uit de regressie en zijn voor het gemak van de gebruiker afgerond. De waarden en de tekens van de coëfficiënten zijn in overeenstemming met de verwachtingen. De correctieterm -6 brengt de waarde 0 in het centrum van de controlegroep.

## Leeftijd, geslacht en groep

Met covariantieanalyse is deze empathieschaal voorspeld uit de variabelen leeftijd, geslacht en groep. Alle interacties van twee predictoren zijn in het model opgenomen. Met type III SS blijkt groep een sterke voorspeller ( $P < 0.0001$ ) en zijn geslacht, leeftijd en alle interacties niet significant. Het feit dat leeftijd niet een rol speelt, suggereert dat empathie aangeboren of zeer vroeg aangeleerd is, en dat er na de puberteit weinig meer verandert in dit opzicht.

Een residuanalyse zoals in de vorige paragraaf beschreven is ook hier uitgevoerd. Er waren geen alarmerende bevindingen.

## Subgroep APS

Omdat alle elementen van het DSM-IV klassificatieschema voor een antisociale persoonlijkheidsstoornis significant correleerden met de eerste

factor uit het empathieonderzoek (en ook om andere redenen die niet in dit verhaal passen) waren we geïnteresseerd in de scores van APS-ers op de hier gepresenteerde empathieschaal. De 14 mensen met een echte antisociale persoonlijkheidsstoornis APS zijn nu gecodeerd als een aparte groep binnen de forensisch psychiatrische groep (ze bleken in de andere groepen niet voor te komen). In het histogram gelden de volgende codes: (1) Controlegroep, (2) Psychiatrische patiënten zonder forensische problematiek, (3) Forensisch psychiatrische patiënten zonder APS, (4) Idem met APS. De echte APS-ers hebben alle een negatieve empathiescore. Scores onder de -8 komen uitsluitend voor bij de psychiatrische patiënten, onder de -20 uitsluitend bij de forensisch psychiatrische patiënten.

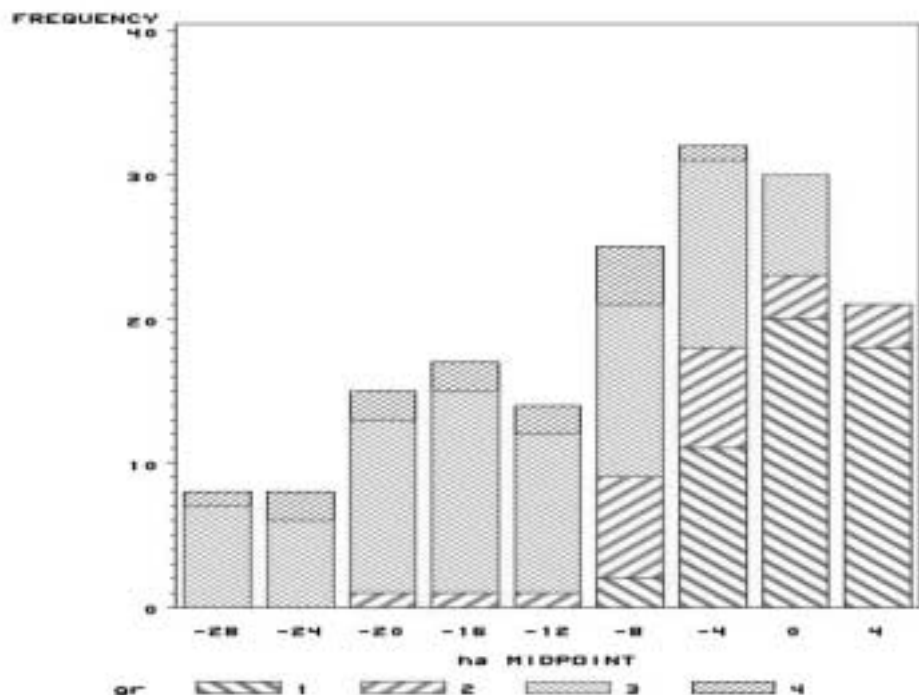
Met de multiple comparisons procedure van Tukey is vastgesteld dat alle contrasten tussen de vier groepen significant zijn, behalve het onderscheid tussen de groepen 3 en 4. Forensisch psychiatrische patiënten scoren gemiddeld op empathie lager dan andere psychiatrische patiënten of mensen uit de controlegroep, maar de patiënten met een echte APS vormen niet een qua empathie significant ongunstiger subgroep binnen de

forensisch psychiatrische groep. Ook hier zijn de residuen op de gebruikelijke wijze onderzocht en er is niets verontrustends gevonden.

### Discriminantanalyse

Bij dit onderdeel was de groepsindeling 1 tot en met 4 de nominale responsvariabele. De predictoren zijn de 100 empathievragen waarover de beoordelaars het eens waren.

In 7 van de 172 observaties ontbraken gegevens; deze observaties zijn verwijderd. Met een loglineair model is onderzocht of er een verstrengeling bestond tussen de missing data en de groep van toebehoren. Dat bleek niet het geval. Canonieke discriminantanalyse maakt drie lineaire combinaties van de 100 variabelen die onderling orthogonaal zijn en met die beperking elk een zo groot mogelijk verschil tussen de groepen representeren. Voor elke groep ontstaat dan een zwaartepunt en het is mogelijk de observaties toe te wijzen aan het zwaartepunt waar ze het dichtst bij liggen. Deze analyse vindt plaats in een driedimensionale ruimte, met vier groepen zijn maar drie onafhankelijke contrasten te maken. Omdat er zo veel variabelen zijn, trekken de observaties





Van Groep	Naar 1	Naar 2	Naar 3	Naar 4	Totaal
1	48	2	0	0	50
2	4	19	0	0	23
3	0	1	77	0	78
4	0	0	0	14	14

Van Groep	Naar 1	Naar 2	Naar 3	Naar 4	Totaal
1	41	7	2	0	50
2	11	9	3	0	23
3	13	22	33	10	78
4	3	0	5	6	14

zelf nogal aan de lineaire combinaties, zodat een misleidend goede overeenstemming ontstaat tussen de groep van toewijzing en de groep van toebehoren. De allocatiematrix laat een dominante diagonaal zien. Van de 165 observaties worden slechts 7 verkeerd gealloceerd, en in elk van die gevallen worden ze aan een naburige cel toegewezen (de kleinst denkbare soort fout dus). De indeling in de vier groepen laat zich met de 100 empathievragen dus goed beschrijven.

Na de allocatiematrix is ook de matrix voor kruisvalidatie afgebruikt. Dit concept staat ook wel bekend onder de namen jackknife en leave one out. De behoefte aan deze matrix ontstond toen bij het ziekenhuis op grond van de eerste matrix het idee ontstond om empathie te gebruiken voor de predictie van groepen. De functies uit deze analyse zouden dan gebruikt worden om nieuwe observaties in een van de vier groepen te klassificeren. Dat is echter gevaarlijk, omdat de hier gebruikte dataset zelf de functies heeft gegenereerd waardoor een goede allocatie niet verwonderlijk is, zeker gezien het grote aantal van 100 predictoren. Om een matrix te krijgen die het beeld van toekomstige allocaties weergeeft, zou je de dataset aselekt in twee helften kunnen delen, op de eerste helft worden de functies gebaseerd en de tweede helft wordt daarmee toegewezen. Nu is het halve aantal observaties minder dan het aantal variabelen en dat geeft een methodologisch probleem. Kruisvalidatie lost dit op. Het gaat als volgt. De eerste observatie wordt genegeerd en de functies worden berekend op basis van de

observaties 2 tot en met 165. Daarna wordt de eerste observatie toegewezen met behulp van deze functies, waaraan hij dus niet zelf heeft bijgedragen. Dit wordt dan nog 164 keer herhaald, zodat elke keer een observatie niet meedoet, de functies op de overige observaties worden gebaseerd, en de observatie in kwestie daarmee wordt gealloceerd. Conform de verwachtingen ziet de matrix voor crossvalidatie er een stuk minder gunstig uit dan de allocatiematrix. Als er diagnostiek bedreven moet worden op basis van empathie met de groepsindeling als respons, dan zal dat anders dienen te geschieden.

Deze paragraaf (en in het bijzonder de tweede tabel) suggereert dat het potentieel van de 100 empathievragen niet veel groter is dan de hiervoor gepresenteerde empathieschaal op basis van 10 vragen. Voor classificerende diagnostiek kan empathiemeting een ondersteunende functie hebben, maar een echte APS kan op grond van dit concept alleen niet geïdentificeerd worden.

### Rol van de Statistiek

Dit onderzoek in de forensische psychiatrie zou zonder statistische methoden niet uitvoerbaar geweest zijn. Empathievragen die te veel ruimte lieten voor subjectiviteit werden weggefilterd door de correlatiecoëfficiënt van Kendall of Fishers Exacte Toets. Met canonieke correlatie werd vastgesteld dat de resterende empathievragen sterk gerelateerd waren aan elementen van een antisociale persoonlijkheidsstroonis, zodat de te construeren schaal inzetbaar bleek voor de

doelgroep. Met factoranalyse en stapsgewijze regressie is het aantal vragen van 100 naar 10 teruggebracht, met een minimaal verlies aan informatie. Tenslotte werd met discriminantanalyse en kruisvalidatie vastgesteld dat empathie-meting aanzienlijke ondersteunende waarde heeft bij de forensisch psychiatrische diagnostiek, doch dat dit concept alleen niet volstaat om een antisociale persoonlijkheidsstoornis te herkennen.

### Slotopmerking

Forensisch psychiatrische patiënten hebben ernstig wetbrekend gedrag vertoond en worden daarvoor niet (of zeer verminderd) toerekeningsvatbaar bevonden. Als gebaar jegens deze groep, zonder dewelke deze studie niet had bestaan, volgen nu enkele regels van Walt Whitman, Complete Poetry and Selected Prose, 1959, een fragment uit The Singer in the Prison.

It was not I that sinned the sin  
The ruthless body dragged me in  
Though long I strove courageously  
The body was too much for me

#### LITERATUUR

- SAS-manuals voor BASE, GRAPH en STAT, SAS Institute Inc.
- Johnson, R. A. and Wichern, D. W. (1998). *Applied Multivariate Statistical Analysis*. New Jersey: Prentice Hall.
- Dobson, A.J. (1990). *An Introduction to Generalized Linear Models*. London: Chapman and Hall.
- Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (1994). Washington: American Psychiatric Association 4th edition.
- Gould, D. (1990). Empathy: a review of the literature with suggestions for an alternative research strategy. *Journal of Advanced Nursing*, 15, 1167-1174.
- Spil, F. (1999). *De betrouwbaarheid, validiteit en bruikbaarheid van een nieuwe empathie beoordelingsschaal*. Doktoraalscriptie Geestelijke Gezondheidskunde, Maastricht.
- Bland, J.M. and Altman, D.G. (1986). Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *The Lancet*, 8.

Jan B. Dijkstra <j.b.dijkstra@tue.nl> is verbonden aan TU Eindhoven. Tom van Erven is werkzaam bij GGzE Eindhoven.



## VVS-Scriptieprijs 2002 voor Ieke le Blanc & Jelle Goeman

De jury van de VVS-scriptieprijs 2002 heeft 9 inzendingen beoordeeld. De kwaliteit van de inzendingen was hoog en de selectie van de beste scriptie was niet eenvoudig. De jury heeft dit jaar dan ook besloten twee scripties, die van Ieke le Blanc (zie zijn artikel 'Van groeimarkt naar verzadigde markt', p.8) en Jelle Goeman met de prijs te belonen en de scriptie van Mark van den Broek een eervolle vermelding te geven.

### Ieke le Blanc

IEKE LE BLANC schreef zijn scriptie *Demand supply planning at Nokia Mobile Phones* onder begeleiding van prof. dr. ir. H. Fleuren aan de Katholieke Universiteit Brabant. In deze scriptie is een kwantitatief model ontwikkeld om de korte termijn balans tussen fluctuerende vraag en capaciteit bij Nokia te optimaliseren. Het ontwikkelde *mixed integer programming model* is geïmplementeerd in professionele mathematische programmeringssoftware. De verkregen resultaten zijn veelbelovend.

Deze scriptie getuigt van uitstekende modelleringsvaardigheden en een goed praktisch inzicht. Het is opvallend dat in een korte stageperiode zoveel is gepresteerd, te meer daar een dergelijke kwantitatieve aanpak voor Nokia geheel nieuw was. De ingewikkelde problematiek en de gevolgde aanpak zijn op een heldere wijze beschreven.

### Jelle Goeman

JELLE GOEMAN schreef zijn scriptie *Using survival to predict survival* onder begeleiding van prof. dr. S.A. van de Geer aan de Universiteit Leiden. De scriptie is een knap stukje werk. Deze korte scriptie behandelt een helder probleem, namelijk de noodzaak om de historie van patiënten mee te nemen bij het bepalen voor de overlevingskans, en lost het probleem op een elegante wijze op. Een simpel model wordt ontwikkeld. Op haast professionele wijze behandelt Goeman de ins en outs van dit model. Het model wordt toegepast en het blijkt een zinvolle aanvulling te zijn op hetgeen tot op heden werd gebruikt. Dit is allemaal opgeschreven in buitengewoon helder engels. Natuurlijk moet de auteur het artikel vooral aanbieden aan *Statistica Neerlandica*, maar ik kan me ook voorstellen dat andere wetenschappelijke tijdschriften belangstelling zullen hebben.

### Mark van den Broek

MARK VAN DEN BROEK ontving voor zijn scriptie *On contention resolution procedures – Queueing analysis and simulation*, geschreven onder begeleiding van prof. dr. ir. O.J. Boxma aan de Technische Universiteit Eindhoven, een eervolle vermelding. Bij communicatie netwerken speelt voortdurend het probleem dat boodschappen, *upstream* en *downstream*, snel over het netwerk verstuurd moeten worden. Bij het versturen van informatie wil men de capaciteit van het netwerk natuurlijk zo goed mogelijk benutten, met een minimale wachttijd voor de klant. Om dit goed te doen, zijn twee methoden bekend, terwijl in de scriptie een derde wordt voorgesteld. Deze drie methoden zijn onderling vergeleken: door analyse en door simulatie. De derde, nieuwe methode kwam daarbij in veel situaties als beste uit de bus. De scriptie vormt een helder en prettig leesbaar verhaal, waarin het probleem op een degelijke manier wordt aangepakt.

## A G E N D A

Zie voor meer nieuws, conferenties, studiedagen, mededelingen van de VVS en cursussen de site van de VVS <<http://www.vvs-or.nl>>.

### Najaarsbijeenkomst sectie SWS

**13 november 2002**

Op woensdag 13 november 2002 vindt in La Vie (Lange Viestraat 35; Utrecht) van 10.30 - 16.30 uur de najaarsbijeenkomst van de Sociaal Wetenschappelijke Sectie van de VVS plaats met als onderwerp 'Toepassingsgebieden van multilevel en andere typen random-coëfficiënt modellen'. Sprekers zijn: J. Hox/C. Maas (Utrecht); M. Candel (Nijmegen); M. van Duin /T.Snijders (Groningen); J. Fox/C. Glas (Twente); P. Ebbes /U. Boeckenholt/M. Wedel (Groningen); J. Vermunt (Tilburg). Gezien onderwerp en sprekers belooft het een interessante dag te worden. Voor informatie: G. van de Wittenboer, <[witten@educ.uva.nl](mailto:witten@educ.uva.nl)>.

### Management games in het hoger onderwijs

**14 november 2002**

Het Nederlands Genootschap voor de Besliskunde houdt op 14 november 2002 van 9.30 - 10.00 uur een themadag over het gebruik van management games in het hoger onderwijs. 's Morgens zijn er sprekers, 's middag kunt u zelf spelen (Airline, Business Networking Game, Negotiauction). Informatie: <[rzuidwijk@fbk.eur.nl](mailto:rzuidwijk@fbk.eur.nl)> of <[www.ngb-online.nl](http://www.ngb-online.nl)>.

### Stochastici

**11-13 november 2002**

De jaarlijkse Bijeenkomst van Stochastici wordt gehouden van 11 t/m 13 november in het Congrescentrum 'De Werelt' te Lunteren. Voor registratie en overige informatie zie <[www.cs.vu.nl/~lunteren](http://www.cs.vu.nl/~lunteren)> .

## BMS Najaarsbijeenkomst

3 december 2002

Op 3 december 2002 vindt de BMS Najaarsbijeenkomst plaats, mede georganiseerd door Hans Jansen, winnaar van de Biometry Award 2002. Sprekers zijn: Cajo ter Braak, Paul Eilers, Gerard te Meerman, Hans Jansen. Zie <[www.plant.wageningen-ur.nl/other/bms-aned/](http://www.plant.wageningen-ur.nl/other/bms-aned/)> voor nadere inlichtingen.

## Recent techniques for solving hard problems

27 november 2002

Ter gelegenheid van de promotie van Boris Goldengorin vindt er op 27 november in Groningen (Academiegebouw, Broerstraat 5) een minisymposium plaats. Sprekers zijn: Diptesh Ghosh (Indian Institute of Management) *The data correcting method: using polynomially solvable cases to solve hard problems*; Gregory Gutin (University of London) *A new classification of NP-hard combinatorial optimization (CO) problems*;

Stan van Hoesel (University of Maastricht) *Tariff optimization in telecom networks*; Boris Goldengorin (University of Groningen) *What is the best branching rule for the TSP?*

Informatie: Gerard Sierksma, tel. 050-3633805, e-mail <[G.Sierksma@eco.rug.nl](mailto:G.Sierksma@eco.rug.nl)>. Zie ook: <[www.eco.rug.nl/~sierksma](http://www.eco.rug.nl/~sierksma)>.

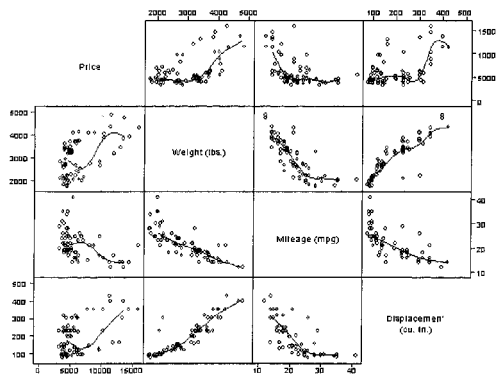
## Statistische Dag 2003

dinsdag 15 april 2003

De Statistische Dag 2003 zal gehouden worden in de Vrije Universiteit te Amsterdam op dinsdag 15 april 2003 van 10.00 tot 18.00 uur.

Op 25 maart jl. vond de Statistische Dag 2002 plaats. In tegenstelling tot voorgaande jaren waren de secties sterk betrokken bij de Statistische Dag. De meeste secties hielden op de Statistische Dag hun jaarlijkse ledenvergadering en hadden verder een eigen programma met sterke sprekers uit binnen- en buitenland. Het 'blauwe boekje' is in pdf formaat online beschikbaar.

**STATA**<sup>®</sup> Release 7  
voor Windows 95/98/NT en 3.1, Macintosh en UNIX



**SMIT CONSULT**  
Adviesbureau voor Gegevensanalyse

Postbus 220, 5150 AE Drunen  
telefoon 0416 - 378 125, fax 0416 - 378 385  
e-mail: [info@smitconsult.nl](mailto:info@smitconsult.nl)  
URL: [www.smitconsult.nl](http://www.smitconsult.nl)

Stata is een hulpmiddel voor verwerking en analyse van gegevens, gebruikmakend van statistische methoden. Het programma is compleet en wordt gebruikt door onderzoekers op alle gebieden. Rodney Hayward van de University of Michigan's Schools of Medicine & Public Health verklaarde onlangs: "I've used a lot of statistical packages over the years, but I find that I'm using **Stata** 95% of the time now. It is wonderful! Its speed and power are much impressed, but its simplicity for beginners is perhaps one of its best features."

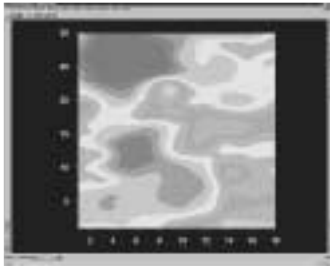
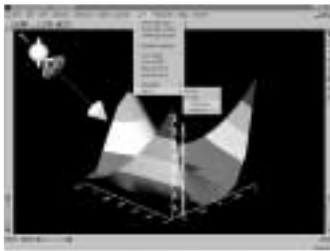
**STATA**<sup>®</sup>

Nieuw en uitgebreid in **Stata 7.0**: graphics, gebruikersinterface (via de *Stata Markup* en *Control Language*), ondersteuning van namen van variabelen tot 32 karakters, survival-analyse (frailty / heterogene residuën), paneldata-analyse (Arellano-Bond schatters), clusteranalyse, en berekening van marginale effecten van vrijwel alle schatters.

**Stata** is een kwaliteitsprogramma. Het is goed gedocumenteerd, eenvoudig in gebruik, zeer snel en verkrijgbaar tegen een redelijke prijs. **Stata** is één programma; het kent geen modules.

# PROBABLY THE BEST STATISTICS PACKAGE FOR TEACHING STATISTICS TODAY!

6.25	44	45
7.5	Identifier	
7.5	42	block
	FACTOR [mod	
	9 READ N; frep	



The new **GenStat® for Windows® 5th Edition**, available now, boasts a long list of new features and improvements.

Included are entirely new graphics, improved interface and spreadsheet, and dozens of new data management tools and other facilities to make it easier to manipulate your data and share it with others.

With these new features GenStat is more user-friendly than ever. To make it even easier to use we have included a multi-media tutorial which gets your students up and running in no time, enabling you to concentrate on teaching statistics, not the package!

GenStat's reputation for the quality and accuracy of its statistical functionality is unparalleled and it contains the broadest range of statistical tools, all available in the standard package with no additional modules to install and pay for. This means that GenStat is genuinely suitable for the beginner, while providing the power and flexibility required by the expert.

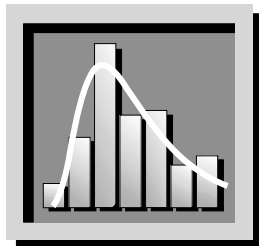
A student version of the package is available to support your teaching. Attractive site license and other arrangements are also available to qualifying academic organisations. Contact us for more details - and give your students and yourself the benefit of the statistical power of GenStat!

**For more information please contact:**

Cosinus Computing, Postbus 52, 5600 AB Eindhoven, The Netherlands

<http://www.cosinus.nl>

[info@cosinus.nl](mailto:info@cosinus.nl)



# GenStat®

## With GenStat you know you can!



Verbond van Verzekeraars

# Wij zoeken een statisticus. Iets voor jou?

Het Verbond van Verzekeraars is een belangrijke speler in het politiek-maatschappelijke veld waar beslissingen worden genomen over o.a. pensioenen, beroepsziekten, sociale zekerheid en arbeidsongeschiktheid, maar ook over aansprakelijkheid, verkeersveiligheid, consumentenbescherming en criminaliteitsbeheersing. Het Verbond behartigt de gemeenschappelijke belangen van de particuliere verzekeraars en is de gesprekspartner van politici, de overheid en van organisaties als de Consumentenbond, vakbonden en werkgeversorganisaties.

Bij het Verbond zijn 130 mensen werkzaam. Het grootste deel van de bovengenoemde activiteiten vindt plaats in de sector Belangenbehartiging, waar een team van beleidsmedewerkers zich bezighoudt met de beleidsontwikkeling van onderwerpen die belangrijk zijn voor de verzekeringsbedrijfstak.

Ter ondersteuning van deze activiteiten en ten behoeve van de (individuele) leden beschikt het Verbond over een eigen Centrum voor Verzekeringsstatistiek (CVS). Het CVS vervult als onderdeel van het Verbond een centrale rol in de informatievoorziening binnen de bedrijfstak en daarmee in de standpuntbepaling van zowel de gezamenlijke verzekeraars als de individuele maatschappijen. Hiertoe worden statistische onderzoeksprojecten uitgevoerd, waarvan de uitkomsten dienen ter ondersteuning van de activiteiten in het kader van de belangenbehartiging (PA/PR) en op basis waarvan bijvoorbeeld een beeld wordt verkregen van het rendement van de bedrijfstak of van de risicofactoren die voor de bepaalde verzekeringsproducten van belang zijn. Daarnaast worden op ad hoc-basis specifieke onderzoeken uitgevoerd, gericht op onderwerpen die voor de bedrijfstak van belang zijn.

Binnen het CVS bestaat een vacature voor de functie van

## Statisticus (m/v) (40 uur p.w.)

### Werkzaamheden

- Verzorgt de dagelijkse projectleiding van lopende statistieken;
- verzorgt de statistische onderbouwing van beleidsstandpunten van het Verbond;
- ziet toe op aanvraag, aanlevering en analyse van de data en verzorgt de officiële correspondentie;
- analyseert de uitkomsten van lopende statistieken en stelt de rapportages op;
- neemt op verzoek deel aan overleg over belangenbehartigingstrajecten en levert daarin inhoudelijke bijdrage op kwantitatief gebied;
- stuurt de statistisch medewerkers in projecten aan;
- bewaakt projectbudgetten van lopende statistieken in termen van inzet van medewerkers, geld en tijd.

### Functie-eisen

- HBO/academische opleiding (econometrie, actuarieel, wiskunde, academische opleiding met statistische/methodische vakken);
- verzekeringskennis (op assurantie-B niveau) en kennis van de verzekeringsmarkt en -partijen is een pré;
- kennis van statistische technieken;
- maatschappelijke, politieke en economische kennis en belangstelling;
- goede analytische eigenschappen en in staat een informatievraag te vertalen in achterliggende vragen en adequate antwoorden;
- in staat projectmatig te werken en als operationeel projectleider op te treden;
- goede contactuele vaardigheden en in staat contacten met projectleiders en statistische medewerkers te onderhouden;
- goede mondelinge en schriftelijke vaardigheden en in staat toegankelijke publicaties op te stellen;
- zowel zelfstandig als in teamverband kunnen werken.

### Arbeidsvoorwaarden

Wij bieden je:

- een interessante functie in een boeiende en prettige werkomgeving;
- marktconform salaris;
- 13e maand en vakantiegeld over 13 maanden;
- hypotheekrentevergoeding;
- opleidingsfaciliteiten;
- 25 vakantie- en 13 compensatiedagen;
- premievrij pensioen.

### Reacties

Voldoe je aan dit profiel en heb je interesse om bij een belangenbehartiger te werken, dan zien wij je sollicitatie graag tegemoet. Je kunt je brief met CV richten aan het Verbond van Verzekeraars, afdeling P&O, t.a.v. A.G. (Alex) Baggerman, Postbus 93450, 2509 AL Den Haag of e-mailen naar: [p&o@verzekeraars.nl](mailto:p&o@verzekeraars.nl).

Acquisitie naar aanleiding van deze advertentie wordt niet op prijs gesteld.

VERBOND VAN VERZEKERAARS

