

# STAtOR

---

periodiek van de VVS jaargang 2 nummer 1 april 2001

'Van de buitenwereld heb ik me nooit veel aangetrokken'

Interview met prof. dr. Constance van Eeden

Hoe het uitkeringspercentage van de vernieuwde Nederlandse Lotto te schatten?

Optimale toetsconstructie:  
betrouwbaar meten = zweten

Goed geregeld

Operations research:  
een virtuele wetenschap met toekomst

Eurandom:  
Europees onderzoeksinstituut voor stochastiek

---

## STATOR

Jaargang 2, nummer 1, april 2001

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 Stemerink, Fred Steutel.

### Bestuur van de VVS

Prof. dr. G.T. Timmer (voorzitter) <gtimmer@ortec.nl>, dr. R.H. Koning (vice-voorzitter en voorzitter coördinatie-commissie), <vvs@rhkoning.xs4all.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 publicatiecommissie) <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

Uiterlijk vier weken voor verschijnen te zenden aan Pharos / M. van Hootegem, Moeflonstraat 5, 6531 JS Nijmegen, telefoon 024 - 3559214 <hootegem@xs4all.nl>. De volgende STATOR verschijnt eind juni 2001.

### Kopij en reacties richten aan

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

### 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** Licht niet onder de korenmaat!
- 5** 'Van de buitenwereld heb ik me nooit veel aangetrokken.' Interview met prof. dr. Constance van Eeden **Han Oud en Gerard Alberts**
- 9** Hoe het uitkeringspercentage van de vernieuwde Nederlandse Lotto te schatten? **Ton Dieker en Henk Tijms**
- 15** Optimale toetsconstructie: betrouwbaar meten = zweten **Bernard Veldkamp**
- 17** Goed geregeld **Ronald Does**
- 20** Operations research: een virtuele wetenschap met toekomst **Emile Aarts**
- 23** Eurandom: Europees onderzoeksinstituut voor stochastiek **Frank den Hollander**
- 25** EURO 2001: Europa's grootste OR-conferentie in Rotterdam, 9 t/m 11 juli **Marc Salomon**
- 26** Intelligent e-business, networking the economy; congres op 10 mei in Tilburg
- 27** Agenda

# Licht niet onder de korenmaat!



In het vorige STAtOR-nummer stond een verslag van het symposium 'Van Dantzig en de hedendaagse maatschappelijke functie van het wiskundig modelleren' dat op 22 september 2000 is gehouden. De oproep van Rinnooy Kan tijdens deze dag om wat betreft het toepassen van kwantitatieve methoden het licht niet onder de korenmaat te steken, is mij uit het hart gegrepen. In ons vakgebied hebben we de maatschappij heel veel te bieden!

Inderdaad, we kunnen een nog belangrijker bijdrage leveren, bijvoorbeeld in het publieke debat. Terecht noemde Rinnooy Kan de teleurstellende UMTS-veilingen. Daaraan hadden we een nuttige bijdrage kunnen leveren. Zo zijn er meer voorbeelden te noemen: de Betuwelijn, het 'rondje om de kerk rijden', etc. De bewering is niet dat al die problemen uitsluitend met kwantitatieve methoden zijn op te lossen, maar er kan wel een helder licht geworpen worden op de kwantitatieve aspecten van het probleem. Wat dat betreft zou het goed zijn als een statisticus of een operations researcher zou participeren in zulke strategische projecten, om de kwantitatieve aspecten voor zijn rekening te nemen. Waarom gebeurt dat niet? Of liever gezegd, waarom melden we ons niet aan? Wellicht komt dat omdat we er niet zeker van zijn of we in

dergelijke projecten wel een nuttige rol kunnen spelen. Onterechte bescheidenheid, denk ik. We hebben wel degelijk een boodschap. Een misschien nog wel belangrijkere reden is dat het deelnemen in dergelijke projecten meer vergt dan alleen kennis van kwantitatieve methoden. Het vergt een bepaalde attitude. Oog voor het feit dat kwantitatieve methoden en modellen slechts een deel van het probleem kunnen belichten. Oog hebben voor de andere niet-kwantitatieve aspecten. Vaardigheid om te kunnen participeren in een multi-disciplinair team. Vaardigheid om je kwantitatief advies uit te leggen, over te brengen en geaccepteerd te krijgen. Dergelijke kwaliteiten zijn bij elk project waardevol, maar des te meer bij maatschappelijke vraagstukken zoals hierboven genoemd. Mogelijk hebben we in ons vakgebied een tekort aan mensen die deze attitude en vaardigheden bezitten.

Ja, op heel veel terreinen steken we ons licht nog onder de korenmaat. Echter wat mij de laatste jaren erg verbaasd heeft, is dat we de lichten die we in ons vakgebied hebben ontstoken op de een of andere manier niet meer zien. Als ik zie - vanuit eigen praktijkervaring - hoe nuttig kwantitatieve methoden zijn voor bedrijven, als ik lees over de vele prachtige toepassingen, als ik zie hoeveel

kwantitatieve technieken een weg hebben gevonden in standaard softwarepakketten, dan is er volgens mij alle reden om daar trots op te zijn. Waarom zijn we dat niet?

Mag ik een mogelijke oorzaak noemen? We vinden iets pas echt een noemenswaardige toepassing als de meest recente methoden en technieken uit ons vakgebied zijn toegepast. - En dergelijke toepassingen zijn er ook legio! - Maar vergeten we daarbij niet wat men noemt de 'simpele' toepassingen? Trouwens, op het woord 'simpel' valt ook

heel wat af te dingen, zoals bleek uit de hierboven beschreven noodzakelijke vaardigheden.

Voor STATOR zie ik hier een mooie taak weggelegd! Namelijk, om elkaar te laten zien wat voor mooie lichten we al ontstoken hebben, waar het nog donker is en er dringend behoefte is aan ons kwantitatief licht en hoe we onze lichten het best kunnen ontsteken.

Veel leesplezier!

Dick den Hertog (hoofdredacteur)



## Een kaleidoscoop van de nieuwste statistiek en Operations Research

De redactie van STATOR wil graag de nieuwste ontwikkelingen in de statistiek en operations research aan haar lezers presenteren. En hoe kan dat beter dan door het werk van de promovendi te belichten? Immers, zij zijn bij uitstek degenen die zich bezig houden met het verdiepen van ons vakgebied en het verkennen van de grenzen daarvan. In dit nummer staat reeds de eerste aflevering.

Daarom bij deze een oproep: de redactie wil graag in contact komen met aio's/oio's en pas gepromoveerden die een voor een breder publiek interessant onderwerp uit de statistiek of operations research bestuderen. Bent u dat zelf, of kent u zo iemand, neem dan contact op met: Gerrit J. Stemerink, Weerdslag 98, 7206 BV Zutphen, tel. 0575 - 523005, <gjstemerink@hotmail.com>.



## ‘Van de buitenwereld heb ik me nooit veel aangetrokken’

**Interview met prof. dr. Constance van Eeden, laatste promovendus van Van Dantzig en nestor van de mathematische statistiek in Québec**

**HAN OUD EN GERARD ALBERTS**

In 1990 ontving Stan van Eeden (1927) de gouden medaille van de *Statistical Society of Canada* voor ‘haar prestaties in de statistiek, in het bijzonder op het terrein van de nonparametrische methoden; voor haar leiderschap in de ontwikkeling van doctoraalprogramma’s in de statistiek en voor haar talloze bijdragen aan statistische activiteiten’. De Université de Montréal kent jaarlijks de *Prix Constance van Eeden* toe aan de beste student in statistiek of actuariële wetenschap. Ze glimt van trots als ze dit vertelt. Onlangs publiceerde zij de wetenschappelijke stamboom van Van Dantzig<sup>1</sup>, waarin ze - naar u begrijpt - zelf prominent figureert.

*Hoe wordt een Nederlandse vrouw een vooraanstaand Canadees statisticus?*

Ik kom uit een academisch gevormd milieu, hoewel ik als wiskundige wel een uitbijter was in mijn familie. Mijn ouders zaten in de talen, mijn vader was gepromoveerd en beiden hadden gestudeerd bij mijn grootvader van mijn moeders kant, de

Amsterdamse hoogleraar R.C. Boer. Toen ik promoveerde merkte mijn dochter, die naast mijn moeder zat, zijn portret op aan de wand van de senaatskamer: ‘Kijk, oma, daar hangt je vader’. Ik ging in 1939 naar de Rijks-HBS, een kleine openbare school in het katholieke Bergen op Zoom. In het begin waren er nog wel wat meisjes, een stuk

Stan van Eeden was decennialang de enige gepromoveerde vrouw in de Nederlandse mathematische statistiek. In 1960 vertrok ze naar de Verenigde Staten en later vestigde zij zich in Frans Canada, waar zij en haar man Charles Kraft een vergelijkbare pioniersrol in de mathematische statistiek vervulden als Van Dantzig eerder in Nederland. Na haar emeritaat in 1989 stortte ze zich bijkans nog intensiever dan voorheen op het statistisch wetenschappelijk werk. Ze is onder meer redacteur van *Statistical Theory and Method Abstracts* (een tijdschrift dat gepubliceerd wordt door het International Statistical Institute) en werkt jaarlijks een semester in Vancouver. Er zit nog een monografie in de pen ...

of 5 in een klas van 20, maar in het laatste jaar was ik de enige in een klas van 10. Vanaf het derde jaar was duidelijk dat ik me het meest aangetrokken voelde tot de exacte vakken, wiskunde en ook natuur- en scheikunde. Men vond dat toen niks voor een meisje, maar ik heb me ook als kind al weinig van de buitenwereld aangetrokken.



Constance van Eeden bij haar promotie aan de Universiteit van Amsterdam in 1958. In de corona te beginnen met de derde van links: Van Dantzig, Engelfriet, Heyting, Beth, Van Wijngaarden, mevrouw van Arkel en De Bruijn.

In 1944 heb ik eindexamen gedaan en toen maar een jaar wat rondgehangen - er viel in dat oorlogsjaar niet veel te studeren. In 1945 begon ik in Amsterdam. Natuurlijk in Amsterdam, want daar had de hele familie gestudeerd. Nee, in eerste instantie niet wiskunde maar scheikunde. Wat dat betreft bevind ik me in het gezelschap van Van Zwet en Van Dantzig, die hun statistische carrière ook met scheikunde zijn begonnen. Ik had wel twee tieners voor wiskunde op mijn eindexamenlijst, maar dacht toch dat ik niet goed genoeg was voor een studie in de wiskunde. Na Kerstmis in het eerste jaar kon ik er echt niet meer tegen, dat gefriemel in het laboratorium, en in de loop van 1946 ben ik overgestapt: wiskunde met natuurkunde en sterrenkunde, want je moest in die tijd drie vakken kiezen. Mijn kandidaats in 1949 deed ik toen ik, ongehuwd, hoogzwanger was. De hoogleeraren stonden daar gek van te kijken, maar ik trok er me niets van aan. Ik ben vervolgens doctoraal actuariële wetenschap gaan doen, heb stage gelopen bij de Sociale Verzekeringsbank en die studie afgerond met het doctoraal in 1954. Reeds tijdens de stage had ik overigens besloten om dat vak, waar ik weinig eigen initiatief in kwijt kon, te verlaten.

Het doctoraal actuariële wetenschap omvatte ook statistiek en waarschijnlijkheidsrekening bij Van Dantzig en die had een assistent nodig op het Mathematisch Centrum. Ik heb er bijna een decennium lang, van 1951 tot 1960, gewerkt. Er was daar heel veel consultatie, waarbij theoretische problemen opdoken die verdere uitwerking nodig hadden. Hemelrijk bood mij zo'n probleem aan en daarop ben ik in 1958 gepromoveerd: *Testing and estimating ordered parameters of probability distributions*. Al voor ik promoveerde, is het gepubliceerd in de *Proceedings van de Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen*. Ook heb ik er een cum laude voor gekregen, maar dat was toen makkelijker dan nu. Overigens was die cum laude niet alleen voor het proefschrift, maar ook voor al mijn werk op het MC. Vervolgens kreeg





Constance van Eeden met collega's in Montreal, 1968.

ik via Herman Rubin, die mijn verhaal zeer uitzonderlijk vond, een uitnodiging om een jaar te gaan werken aan Michigan State University. Dat was hardstikke mooi dat ik, nauwelijks gepromoveerd, al zo'n kans kreeg. Omdat ik in dat jaar, 1960, mijn latere echtgenoot ontmoette, die statistiek gaf aan dezelfde universiteit, heb ik me definitief in de nieuwe wereld gevestigd.

In die tijd kon je in de VS als gehuwden en werkzaam op dezelfde afdeling, geen vaste aanstelling krijgen; een belachelijk systeem was dat. Mijn man en ik trokken naar Minnesota; het lukte me ook dan niet om een vaste aanstelling te krijgen: *'We don't hire families'*. De Université de Montréal zocht twee statistici en het interesseerde ze absoluut niet of wij nu getrouwd waren of niet. Deze Franstalige universiteit was, in veel opzichten, ver achter bij de rest van Canada en de statistiek was er een onontgonnen gebied. Ik ben er 25 jaar gebleven. Samen met mijn man heb ik daar het statistisch onderwijs en onderzoekswerk opgebouwd. Honderden studenten hebben we opgeleid. Ikzelf heb 19 masters en 13 promovendi gehad. Een zeer groot percentage van de Frans-Canadese gepromoveerden in de statistiek stammen uiteindelijk van mij en mijn man af. Ongeveer alle promoties waren in het Frans. De promovendi zijn bijna allen professor geworden en uitgewaaid over Québec. De Université de Montréal is heel bekend geworden en onder meer de wiskunde heeft een uitstekende naam opgebouwd.

*Wat vindt u van de vertegenwoordiging van vrouwen in de Nederlandse statistiek?*

Ik ben op 4 juni 1958 bij Van Dantzig gepromoveerd en pas op 30 september 1987 promoveerde Sara van de Geer bij Gill en Van Zwet. Daar zat dus 29 jaar tussen. Op 2 maart 1988 werd Mathisca de Gunst, gepromoveerd bij Libbenga en Van Zwet, de derde vrouw. Dat zegt wel wat over de positie van de vrouw in de Nederlandse mathematische statistiek. Het bestaat toch niet, dat er 29 jaar lang geen enkele vrouw geïnteresseerd zou zijn in de mathematische statistiek. Waarom dat zo is, weet ik niet. Wel heb ik gemerkt dat een goed voorbeeld goed doet volgen. Als er geen vrouwen zijn, komen ze niet. Zelf heb ik me weliswaar nooit iets aangetrokken van wat anderen vonden, maar kennelijk hadden veel vrouwen met wiskundige aanleg moeite om dat te laten blijken. In de lange tijd dat ik in Montreal zat, zijn alle vrouwen die in de statistiek promoveerden, bij mij gepromoveerd en niet bij mijn mannelijke collega's. Je hebt mensen nodig die het bewust stimuleren en dat is waarschijnlijk veel te weinig gebeurd in Nederland. De situatie was in Canada overigens niet veel beter. Ik herinner me een wiskunde-studente in Toronto zo'n 30 jaar geleden die wilde promoveren en van het afdelingshoofd botweg te horen kreeg: *'As long as I am a department head, no woman will get a PhD in mathematics'*. Wat ik wel heb gemerkt in Canada is dat bij jongere universiteiten, zoals bijvoorbeeld



Vanaf links: Constance van Eeden, Sara van de Geer en Mathisca de Gunst tijdens de Fourth World Congress van de Bernoulli Society in Wenen, 1996.

de Université de Montréal en York University in Toronto, veel meer vrouwen op verantwoordelijke posities zitten dan op de oudere, vaak meer conservatieve universiteiten.

*Hoe was uw contact met uw leermeester Van Dantzig en wat was zijn bijdrage aan uw wetenschappelijke ontwikkeling?*

Ik heb bij Van Dantzig college gelopen, maar verder kende ik hem nauwelijks. Het was in die jaren sowieso moeilijk om met hoogleraren in contact te komen. Je liep college en dat was het wel zo'n beetje. Bij Van Dantzig was het extra moeilijk, omdat je hem eigenlijk nooit zag. Hij had een kamer op het Mathematisch Centrum en daar kwam hij wel, maar vaak alleen op het eind van de dag. Ik had eigenlijk ook geen reden om hem op te zoeken. Ik denk dat ik over mijn proefschrift twee keer contact met hem heb gehad. Een keer bij hem thuis om uit te leggen welk onderwerp ik wilde kiezen en een keer toen het zogenaamd af was. In feite was het al af voor mijn eerste gesprek met hem, althans dat vonden Hemelrijk en ik. Hemelrijk was mijn feitelijke promotor, ook al staat dat dan niet in het proefschrift. Hemelrijk heb ik leren kennen toen hij assistent was bij Van Dantzigs colleges. Je maakte enkele uren per week oefeningen onder zijn leiding. Daar heb ik heel veel van geleerd. Bij hem begreep je eindelijk waar het over ging. Van Hemelrijk heb ik later ook in detail geleerd hoe je je resultaten moest opschrijven in een wetenschappelijke publicatie. Anders dan Hemelrijk voel ik me echter geen filosoof of toepasser maar in de eerste plaats wiskundige, ook in de statistiek. Noem mij maar puzzelaar, een wiskundige puzzelaar.

Een voorbeeld van waar ik aan gewerkt heb voor mijn proefschrift, is het volgende. Je hebt twee binomiale verdelingen en je wilt de  $p$ -waarden schatten maar je weet dat de ene  $p$  groter is dan de andere  $p$ . Je werkt dus met een deelverzameling van de totale parameter ruimte. Iedereen laat daar dan *maximum likelihood* op los en dat

deed ook ik. Pas veel later kwam ik erachter dat die oplossing meestal *inadmissible* is. En dan is de vraag, wat je in de plaats daarvan gaat doen. Dat is een ongelooflijk moeilijk probleem, waarover ik op dit moment een monografie aan het schrijven ben. Er zijn veel gevallen waarvan bekend is dat er een betere schattingsprocedure moet zijn dan *maximum likelihood*, maar niemand heeft die nog kunnen vinden. Zo ben ik dus nog steeds aan het zoeken. We blijven nieuwsgierig. Wat ik deed en doe aan dit en andere problemen blijft in geen enkel opzicht beperkt tot de nonparametrische benadering van Van Dantzig, ook al niet in mijn proefschrift dat vrijwel volkomen parametrisch is. Ik heb me met heel verschillende terreinen van de statistiek beziggehouden. Ik heb dan ook wel degelijk school gemaakt, maar niet in een bepaalde richting.

Mijn werk aan Van Dantzigs wetenschappelijke stamboom leerde mij wat een enorme invloed hij heeft gehad op de mathematische statistiek en via Gijs de Leve (promovendus van Hemelrijk en Runnenburg) ook op de operations research, niet alleen in Nederland maar ook in het buitenland. Via zijn leerlingen heeft hij Nederland internationaal op de kaart gezet en bekend gemaakt. Zijn vier promovendi, Hemelrijk in Nederland, Kemperman in de Verenigde Staten, Stoker in Zuid-Afrika en ikzelf in Canada hebben voor een indrukwekkende wetenschappelijke nalatenschap gezorgd. Ik heb in de stamboom 355 titels van proefschriften geteld. Als ik ook de latere generaties van Kemperman met zelf al 23 promovendi had kunnen nagaan, waren het er waarschijnlijk wel 500 geworden.

Noot

<sup>1</sup> Eeden, C. van (2000). The scientific family tree of David van Dantzig. Amsterdam: Stichting Mathematisch Centrum.

*Han Oud is als methodoloog-statisticus in de functie van UHD werkzaam bij Orthopedagogiek aan de Katholieke Universiteit van Nijmegen, <j.oud@ped.kun.nl>. Gerard Alberts is verbonden aan het Centrum voor Wiskunde en Informatica te Amsterdam en aan de Katholieke Universiteit Nijmegen, <g.alberts@cwi.nl>.*





# Durft u het risico aan?

# Lotto®

## Hoe het uitkeringspercentage van de vernieuwde Nederlandse Lotto te schatten?

TON DIEKER EN HENK TIJMS

De Lotto is in Nederland een grote speler op de kansspelmarkt. Met onderdelen als Lotto, Lucky 10 en Krasloten haalt zij veel geld binnen. De Lotto heeft onlangs de opzet en het prijzenschema van het spel Lotto totaal vernieuwd. Wat is ongeveer het percentage van de inzet van de deelnemers dat de vernieuwde Lotto uitkeert aan prijzengeld? De Lotto beweert dat dit ongeveer 50 procent is, maar geeft geen informatie over de inleg en slechts gedeeltelijke informatie over de aantallen winnaars van de mogelijke prijzen. Niettemin is het uitkeringspercentage te schatten met elementaire kansrekening. Een leuke toepassing van kansrekening die ook bruikbaar is voor onderwijsdoeleinden.



De eerste trekking van de nieuwe Lotto op 10 juni 2000 tijdens het tv-programma *Lotto Weekend Miljonairs* leverde de eerste 800.000 winnende loten op. Waar met het 'oude' Lotto-spel een winkans gold van 1 op 40, geldt volgens de Lotto nu een winkans van 1 op 5,2. Voordien werden zes getallen uit de getallen 1, ..., 45 getrokken. In de nieuwe opzet worden zes (reguliere) getallen plus één bonusgetal uit de getallen 1, ..., 45 getrokken en daarnaast één kleur uit zes mogelijke kleuren. Ook het prijzenschema is vernieuwd (zie tabel 1). De jackpot wordt nu gewonnen als de zes getallen goed zijn in combinatie met de goede kleur. De jackpot begint met 4 miljoen gulden en wordt elke week dat de jackpot blijft staan, verhoogd met een half miljoen gulden. Voor een ingevuld rijtje dat meedingt naar de jackpot is de prijs ver-

hoogd van  $f 1$  naar  $f 1,50$ . Het is nog mogelijk rijtjes zonder kleur in te vullen voor  $f 1$ , maar daar wordt in de praktijk vrijwel geen gebruik van gemaakt. In het vervolg nemen we aan dat elk meespelend rijtje een  $f 1,50$ -rijtje is (op de gratis  $f 1$ -loten na).

### Uitkeringspercentage 50 procent?

Een interessante vraag is: wat is het percentage van de inleg dat gemiddeld als prijzengeld wordt uitgekeerd? De Lotto beweert dat dit ongeveer 50 procent is (*de Volkskrant*, 30 december 2000). Hoe kun je dit als buitenstaander controleren?

De Lotto verstrekt geen gegevens over de inzet van de deelnemers. De Duitse Lotto geeft op haar website hierover wel informatie. De enige informatie die de Nederlandse Lotto geeft, is de wekelijkse publicatie van het aantal winnaars van de jackpot, de hoofdprijs en van de tweede tot en met de vijfde prijs (voor het gemak nummeren we de 18 prijscategorieën in tabel 1 als prijs 0, prijs 1, ..., prijs 17, waarbij prijs 0 de jackpot is en prijs 17 twee goed is).

In deze bijdrage zullen we laten zien hoe het uitkeringspercentage geschat kan worden met behulp van de beschikbare informatie over de aantallen prijswinnaars. Elementaire maar interessante kansrekening volstaat voor dit leuke probleem.<sup>1</sup>

Nr	Combinatie	Prijs	Kans ( $p_i$ )
0	Jackpot: 6 + kleur goed	4 miljoen of meer*	2.046E-08
1	6 goed	1 miljoen*	1.023E-07
2	5 + Bonusgetal + kleur goed	150.000*	1.228E-07
3	5 + Bonusgetal goed	100.000*	6.139E-07
4	5 + kleur goed	1.500	4.665E-06
5	5 goed	1.000	2.333E-05
6	4 + Bonusgetal + kleur goed	375	1.166E-05
7	4 + Bonusgetal goed	250	5.832E-05
8	4 + kleur goed	37,50	0.000216
9	4 goed	25	0.001079
10	3 + Bonusgetal + kleur goed	15	0.000288
11	3 + Bonusgetal goed	10	0.001438
12	3 + kleur goed	7,50	0.003452
13	3 goed	5	0.017262
14	2 + Bonusgetal + kleur goed	2 gratis loten met jackpot	0.002589
15	2 + Bonusgetal goed	2 gratis loten	0.012946
16	2 + kleur goed	1 gratis lot met jackpot	0.022656
17	2 goed	1 gratis lot	0.113282

Tabel 1. Prijzenschema vernieuwde Lotto.

\* prijs wordt bij meerdere winnaars gedeeld

### Aantal ingevulde rijtjes

In tabel 2 hebben we de gegevens verzameld over de aantallen prijswinnaars van de eerste zes van de 18 prijzen in de laatste 20 weken van het jaar 2000 en de eerste 5 weken van het jaar 2001. Het totale aantal winnaars van de eerste zes prijzen in deze 25 weken is gelijk aan  $w = 2307$ . Laat  $n$  het onbekende aantal rijtjes zijn dat over deze 25 weken is ingevuld. Laat  $p_i$  de kans zijn om de  $i$ -de prijs te winnen met  $n$  ingevuld rijtje ( $i = 0, 1, \dots, 17$ ). In eerste instantie nemen we aan dat elk rijtje een  $f 1,50$ -rijtje is. Dan wordt de onbekende  $n$  geschat uit de vergelijking:

$$n (p_0 + p_1 + p_2 + p_3 + p_4 + p_5) = w \quad (1)$$

De kansen  $p_i$  ( $i = 0, 1, \dots, 17$ ) worden in tabel 1 gegeven. Deze kansen zijn eenvoudig uit te rekenen met behulp van het hypergeometrische kansmodel met 6 rode ballen (reguliere getallen), 1 blauwe bal (bonusgetal) en 38 zwarte ballen (andere getallen). Bijvoorbeeld:

$$p_{10} = \frac{1}{6} \times \binom{6}{3} \binom{1}{1} \binom{38}{2} / \binom{45}{6}$$

De relatie (1) geeft de schatting

$$n = 79\,960\,227$$

voor het totale aantal ingevulde rijtjes over de eerste 25 weken. Het is redelijk om

$$R = \frac{79\,960\,227}{25} = 3\,198\,409$$

als schatting te nemen voor het aantal rijtjes dat in een willekeurig gekozen week wordt ingevuld. Onder de voorlopige aanname dat elk rijtje een  $f_{1,50}$ -rijtje is, vinden we voor de wekelijkse inleg als eerste schatting:

$$f_{1,50} \times R = f_{4\,797\,614} \quad (2)$$

De formules (1) en (2) zullen we later iets aanpassen om rekening te houden met het feit dat een aantal van de ingevulde rijtjes van gratis loten afkomstig is en het feit dat sommige van deze gratis loten niet voor alle prijzen meedingen.

### Verwachte uitbetaling

Elk van de 18 prijzen uit tabel 1 geeft een bijdrage tot de verwachtingswaarde van de wekelijkse uitbetaling aan prijzengeld. Definieer de stochastische variabele  $X_i$  als:

$X_i$  = het aantal winnaars van de  $i$ -de prijs  
in een willekeurig gekozen week.

Voor de prijzen  $i = 4, \dots, 17$  is de bijdrage tot de verwachte wekelijkse uitbetaling

$$E(X_i) \times (\text{geldbedrag van prijs } i) \quad (3)$$

waarbij we voorlopig de afspraak maken om de als loten uitgekeerde prijzen 14, 15, 16 en 17 als de geldbedragen  $f_3, f_2, f_{1,50}$  en  $f_1$  te tellen. Later zullen we hiervoor corrigeren. Verder stellen we voorlopig

$$E(X_i) = R p_i \text{ voor } i = 4, \dots, 17 \quad (4)$$

Ook zullen we straks corrigeren voor die prijzen  $i$  waarvoor de kleur meetelt omdat onder de  $R$  loten een aantal gratis loten van  $f_1$  zit waarop alleen een prijs zonder kleur kan vallen. Voor de prijzen 0 (jackpot), 1 (hoofdprijs), 2 en 3 geldt dat deze door meerdere winnaars gedeeld worden. Voor  $i = 1, 2, 3$  nemen we de volgende bijdrage tot de verwachte wekelijkse uitbetaling:

$$P(X_i > 0) \times (\text{geldbedrag van prijs } i) \quad (5)$$

week	jackpot	hoofdprijs	2e prijs	3e prijs	4e prijs	5e prijs
32	0	0	0	0	15	77
33	1	0	0	1	7	105
34	0	0	0	0	11	38
35	0	0	0	0	13	113
36	0	0	1	0	16	54
37	0	0	0	2	17	77
38	0	0	0	1	8	29
39	0	0	0	2	9	84
40	0	0	0	4	26	116
41	0	1	0	1	13	60
42	0	0	0	0	13	69
43	0	1	0	1	13	81
44	0	0	0	2	19	72
45	0	0	1	3	18	61
46	0	1	1	0	17	92
47	0	0	0	0	6	46
48	0	0	0	1	8	60
49	0	0	0	0	7	72
50	0	0	0	0	5	45
52	0	0	1	4	21	156
1	0	0	1	0	22	102
2	0	0	0	0	11	74
3	0	0	0	3	20	106
4	0	0	0	1	9	52
5	0	1	0	1	14	91
<b>Totaal</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>27</b>	<b>338</b>	<b>1932</b>

Tabel 2. Gepubliceerde aantallen winnaars.

Onder de aanname van *random* ingevulde rijtjes is  $P(X_i = 0) = (1 - p_i)^R \approx e^{-Rp_i}$ . Dit geeft de Poisson benadering

$$P(X_i > 0) \approx 1 - e^{-Rp_i} \text{ voor } i = 1, 2, 3 \quad (6)$$

in overeenstemming met het feit dat er sprake is van een zeer groot aantal ( $R$ ) experimenten elk met een zeer kleine succes kans ( $p_i$ ).

### Kans op jackpot

Voor de jackpot geldt ook dat deze door meerdere winnaars gedeeld wordt, maar met de complicatie dat de jackpot geen vast bedrag is. De jackpot begint met 4 miljoen gulden en loopt elke week met een half miljoen gulden op zolang de jackpot niet valt. Noteren we met  $p_j$  de kans dat de jackpot valt in een willekeurig gekozen week, dan is een schatting voor de verwachte hoogte van die jackpot gelijk aan

$$\sum_{k=1}^{\infty} \left[ 4 + \frac{1}{2}(k-1) \right] p_j (1-p_j)^{k-1} = 3.5 + \frac{1}{2p_j} \text{ miljoen gulden.}$$

Voor het verwachte aantal weken dat het duurt voordat de jackpot valt nemen we als schatting de verwachtingswaarde  $1/p_j$  van de geometrische verdeling  $\{p_j (1-p_j)^{k-1}, k \geq 1\}$ . Dit geeft de schatting

$$\frac{3.5 + 1/(2p_j)}{1/p_j} \text{ miljoen gulden} \quad (7)$$

voor de gemiddelde bijdrage van de jackpot aan de wekelijkse uitbetaling. Resteert nog  $p_j$  te schatten. Hiervoor nemen we analoog aan (6) de Poisson benadering

$$p_j \approx 1 - e^{-Rp_j} \quad (8)$$

In de Lotto met ongeveer 3 miljoen rijtjes per week is de kans ongeveer 94% dat de jackpot blijft staan. Het is dan ook niet verwonderlijk als de jackpot een (te) groot aantal opeenvolgende weken blijft staan.

De kans dat de jackpot niet valt in 23 of meer opeenvolgende weken is ongeveer gelijk aan  $(0.94)^{23}$  oftewel ongeveer 24%. Een hoge jackpot bevordert deelname aan de Lotto, maar niet als deze gemiddeld slechts één keer in de 17 weken valt.

### Random rijtje?

In de afleiding van de formules (6) en (8) hebben we impliciet aangenomen dat de deelnemers hun rijtjes *random* invullen. In werkelijkheid is dit niet het geval. Mensen gebruiken geboortedata, gelugetallen, rekenkundige rijen, etc. om hun getallen te kiezen (vgl. Tijms, 1999). Het feit dat een groot deel van de rijtjes niet *random* wordt ingevuld, heeft gevolgen voor de kansverdeling van  $X_i$  (= het aantal winnaars van prijs  $i$ ). De kansverdeling als geheel kan niet door een Poisson verdeling worden benaderd. Het gaat echter alleen om de kans  $P(X_i = 0)$ . Uit een empirische studie voor de California Lotto 6/53 beschreven door Kadell and Ylvisaker (1991) blijkt echter dat de Poisson benadering voor deze kans redelijk accuraat is (de empirisch bepaalde kans is iets groter dan de Poisson benadering). De uitdrukkingen (1) tot en met (8) leiden tot tabel 3 waarin

Prijs	Bijdrage (in gulden)	Prijs	Bijdrage (in gulden)
0	721 729	9	86 267
1	279 085	10	13 803
2	48 713	11	46 009
3	85 962	12	82 816
4	22 383	13	276 055
5	74 609	14	24 845
6	13 989	15	82 816
7	46 631	16	108 697
8	25 880	17	362 322

Tabel 3. Ongecorrigeerde bijdragen tot de uitbetaling.

voor de verschillende prijzen de (ongecorrigeerde) bijdragen tot de verwachte wekelijkse uitbetaling aan prijzengeld worden gegeven. Optellen van de bedragen in tabel 3 geeft de schatting  $f$  2 402 611 voor de verwachte wekelijkse uitbetaling aan prijzengeld. Dit leidt tot de eerste schatting:

$$\text{ongecorrigeerde uitkeringspercentage} = \frac{2\,402\,611}{4\,797\,614} \times 100\% = 50.1\%$$

## Aanpassing uitkeringspercentage

De berekening van bovenstaande schatting voor het uitkeringspercentage dient iets aangepast te worden. De wekelijkse inleg moet gecorrigeerd worden voor het feit dat een aantal van de ingevulde rijtjes afkomstig zijn van gratis loten die uitgekeerd zijn als de prijzen 14 t/m 17 (zie tabel 1). Verder is het zo dat de gratis  $f$  1-loten niet meedingen voor prijzen waarvoor ook de getrokken kleur goed moet zijn. Tenslotte hebben we de als gratis loten uitgekeerde prijzen 14 t/m 17 gerekend als uitbetalingen ter waarde van  $f$  3,  $f$  2,  $f$  1,50 en  $f$  1. Deze geldbedragen dienen uiteraard gecorrigeerd te worden met het uitkeringspercentage van de Lotto. Een en ander leidt tot de invoering van drie parameters die we iteratief gaan schatten. Deze parameters zijn

$u$  = uitkeringsfractie

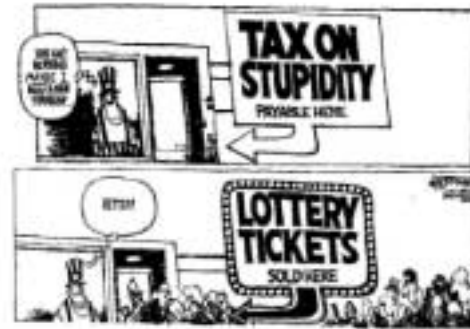
$c_1$  = fractie rijtjes van gratis loten

$c_2$  = fractie rijtjes van gratis  $f$  1-loten

De prijzen 15 en 17 zijn gratis  $f$  1-loten en deze loten dingen alleen mee voor prijzen waar de getrokken kleur er niet toe doet, oftewel de gratis  $f$  1-loten dingen niet mee voor de prijzen 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14 en 16. De kans dat op een  $f$  1-rijtje prijs  $i$  met  $i$  oneven valt is uiteraard gelijk aan  $p_{i-1} + p_i$ . De formules (1) tot en met (8) vereisen nu een kleine aanpassing. In formule (1) moeten we  $np_i$  vervangen door  $n(1-c_2)p_i$  voor  $i = 0, 2, 4$  en door  $n(1-c_2)p_i + nc_2(p_{i-1} + p_i)$  voor  $i = 1, 3, 5$ . Opgeteld geeft dit echter weer dezelfde vergelijking (1), hetgeen achteraf ook logisch is. In formule (2) moeten we  $R$  vervangen door  $R(1-c_1)$ , terwijl we  $R$  in formule (4) moeten vervangen door

Prijs	Bijdrage (in guldens)	Prijs	Bijdrage (in guldens)
0	690 869	9	88 737
1	285 808	10	11 827
2	42 856	11	47 326
3	86 729	12	70 960
4	19 178	13	283 959
5	76 746	14	11 111
6	11 987	15	44 461
7	47 966	16	48 609
8	22 175	17	194 517

Tabel 4. Gecorrigeerde bijdragen tot de uitbetaling.



Illustratie: Jim Borgman.

$R(1-c_2)$  voor die prijzen  $i$  met  $i$  even. In formule (6) met  $i = 2$  en in formule (8) wordt  $R$  ook vervangen door  $R(1-c_2)$ . In formule (4) met  $i$  oneven en in formule (6) met  $i$  oneven moet  $R_{p_i}$  door  $R(1-c_2)p_i + R_{c_2}(p_{i-1} + p_i)$  vervangen worden. Tenslotte in formule (3) wordt voor  $i = 14, 15, 16$  en  $17$  in plaats van de geldbedragen  $f$  3,  $f$  2,  $f$  1,50 en  $f$  1 de geldbedragen  $u \times f_3$ ,  $u \times f_2$ ,  $u \times f_{1,50}$  en  $u \times f_1$  genomen. Bij het berekenen van het ongecorrigeerde uitkeringspercentage nemen we in eerste instantie  $u = 1$  en  $c_1 = c_2 = 0$ . De eerste ronde van de berekeningen leiden tot de nieuwe schattingen  $u = 0.5008$ ,  $c_1 = 0.1670$  en  $c_2 = 0.1392$ . Vervolgens herhalen we de berekeningen op basis van de aangepaste formules (1) tot en met (8) met deze schattingen. Dit leidt tot nieuwe schattingen voor  $u$ ,  $c_1$  en  $c_2$ . Vervolgens herhalen we de berekeningen met deze nieuwe schattingen net zo lang tot de schattingen voor  $u$ ,  $c_1$  en  $c_2$  voldoende geconvergeerd zijn. Dit gebeurde al na vier iteratiestappen en de uiteindelijke schattingen van  $u$ ,  $c_1$ ,  $c_2$  en  $n$  zijn  $u = 0.5219$ ,  $c_1 = 0.1670$ ,  $c_2 = 0.1432$  met  $n = 79\,960\,227$ . Ter controle: de verwachte waarden

$$n(1-c_2)p_4 = 320$$

$$n(1-c_2)p_5 + nc_2(p_4 + p_5) = 1919$$

voor de totale aantallen winnaars van de prijzen 4 en 5 stemmen overeen met de werkelijke waarden 338 en 1932 uit tabel 1. In tabel 4 geven we de uiteindelijke bijdragen van de verschillende prijzen aan de verwachtingswaarde van de wekelijkse uitkering van de lotto.



### Gecorrigeerde uitkeringspercentage

De verwachte waarde van de totale uitkering in een week is 2 085 882 gulden. Voor de gemiddelde wekelijkse inleg vonden we uiteindelijk op grond van de aangepaste versie van formule (2) het inlegbedrag  $f$  3 996 365. Dit geeft de schatting

$$\text{gecorrigeerde uitkeringspercentage} = \frac{2\,085\,882}{3\,996\,365} \times 100\% = 52.2\%$$

Dit is een iets hoger percentage dan het ongecorrigeerde uitkeringspercentage van 50.1. Het werkelijke uitkeringspercentage wordt echter naar beneden beïnvloed door twee andere factoren. Ten eerste het feit dat het merendeel van de rijtjes met de hand en dus niet random worden ingevuld. Dit betekent dat de werkelijke kans dat de jackpot en andere grote prijzen vallen, kleiner is dan in de modelsituatie van *random* ingevulde rijtjes (om dit in te zien denk het extreme geval in dat alle deelnemers hetzelfde rijtje kiezen, in welk geval er praktisch gesproken nooit winnaars van de hoogste prijzen zullen zijn). Een ander aspect dat het uitkeringspercentage iets zal drukken, is het feit dat niet iedere winnaar van de gratis loten deze loten ook werkelijk hergebruikt. Het is een bekend verschijnsel dat niet alle prijzen geclaimd worden. In de Amerikaanse *Powerball Lottery*, de grootste lotto ter wereld, wordt 30% van de kleinste prijzen en 12% van het totale prijzengeld niet opgeëist. Zou slechts 75% van de gratis loten ingeleverd worden, dan zou het uitkeringspercentage van 52.2 dalen naar 49.6.

### Conclusie

Onze berekeningen bevestigen de uitspraak van de Lotto dat zij ongeveer de 50% van de inleg als prijzengeld uitkeert aan de deelnemers (een lager percentage aan prijzengeld dan het uitkeringspercentage van meer dan 65 bij de Staatsloterij,



maar een stuk hoger dan het uitkeringspercentage van nog geen 25 bij de Nationale Postcode Loterij). Wat we echter niet kunnen onderschrijven, is een eerdere reclameslogan van de Lotto: 'Lotto de beste kans om miljonair te worden.' De kans om met één rijtje de jackpot te winnen is  $2.05 \times 10^{-8}$ . Deze kans is slechts 2/3 van de kans om bij 25 worpen met een zuivere munt alleen maar kop te gooien. Zou je elke week trouw 12 rijtjes invullen, dan zou je meer dan 54 duizend jaar van leven moeten hebben om met een kans van tenminste 50% ooit in je leven een keer de jackpot te winnen! Dit laatste is eenvoudig na te rekenen met het Poisson kansmodel waarvan vele aardige toepassingen gegeven worden in de hieronder genoemde literatuur.

#### NOOT

1 Het materiaal in deze bijdrage is erg geschikt voor onderwijsdoeleinden, waarbij ook gedacht wordt aan praktische opdrachten in het Studiehuis op het vwo. De Lotto is bij uitstek geschikt voor didactische doeleinden in de kansrekening, zie ook Tijms (1999) voor ander lesmateriaal over loterijen.

#### LITERATUUR

Kadell, D. and Ylvisaker, D. (1991). Lotto play: the good, the fair and the truly awful. *Chance*, 4, 22-25.

Tijms, H.C. (1999). *Spelen met Kansen*. Utrecht: Epsilon Uitgaven.

*Ton Dieker en Henk Tijms zijn werkzaam bij de Afdeling Econometrie en Operationele Research van de Vrije Universiteit Amsterdam, <tijms@econ.vu.nl>.*





## Optimale toetsconstructie betrouwbaar meten = zweten

In de eerste aflevering van de nieuwe rubriek Kaleidoscoop aandacht voor het project van Bernard Veldkamp, AIO bij prof. dr. W.J. van der Linden. Hij voert zijn project uit bij de afdeling Onderwijskundige Meetmethoden en Data-analyse van de faculteit Toegepaste Onderwijskunde, Universiteit Twente.

### BERNARD VELDKAMP

De resultaten van je eindexamen, een beroepskeuzetest, of een persoonlijkheidstest bij een sollicitatie kunnen veel invloed hebben op je carrière. Je mag er dan ook van uitgaan dat deze resultaten goede voorspellers zijn van je toekomstige prestaties. Vroeger werd dit afdoende gegarandeerd doordat een autoriteit zijn of haar naam aan een test verbond. Tegenwoordig moeten er echter heel wat meer inspanningen geleverd worden



om dit te kunnen garanderen. Van deze inspanningen maakt ook mijn AiO-project deel uit. Het doel van het project was het ontwerpen van modellen en algoritmes voor automatische toetsconstructie.

### Rol van de computer

Vanaf de tachtiger jaren worden computers meer en meer ingezet voor het op grote schaal meten van mentale vaardigheden. In grote toetsinstituten in de Verenigde Staten zoals *Educational Testing Service (ETS)*, *American College Testing (ACT)* en de *Law School Admission Council (LSAC)*, maar ook bij het Centraal Instituut voor Toets Ontwikkeling (CITO) in Nederland worden computers niet alleen ingezet om kandidaten te beoordelen, maar ook voor het construeren van toetsen.

### Automatische toetsconstructie

In het proces van automatische toetsconstructie kunnen vier fasen onderscheiden worden. Allereerst worden de vragen geschreven. Dit gebeurt door inhoudelijke experts. Vervolgens worden de statistische eigenschappen van deze vragen bepaald. De kans dat een kandidaat een vraag goed beantwoordt, wordt gemodelleerd met een logis-

tische functie van de latente vaardigheid van de kandidaat en enkele parameters die de vraag karakteriseren. Deze parameters worden geschat met een Expectation-Maximization (EM) algoritme of een Markov Chain Monte Carlo methode. De vragen, waar het model uit de Item Response Theorie goed op fit, worden opgeslagen in een vragenbank. De grootte van een vragenbank varieert van een paar honderd tot een paar duizend vragen. In de derde fase worden de eigenschappen van de toets gespecificeerd. Bij deze eigenschappen kan gedacht worden aan inhoudelijke onderwerpen, het soort vragen, aan achtergrondvariabelen zoals geslacht en etniciteit, maar ook aan de betrouwbaarheid van de schattingen van het niveau van de kandidaten.

### **Optimalisatiemodel**

Tijdens de laatste fase wordt een optimalisatiemodel geformuleerd voor de selectie van vragen uit de vragenbank. Dit optimalisatiemodel heeft een meervoudige doelfunctie. Fisher's informatiefunctie, een maat voor de betrouwbaarheid, moet gemaximaliseerd worden voor verschillende waarden van de latente vaardigheid. De randvoorwaarden worden gevormd door restricties op de in fase 3 geformuleerde eigenschappen. Voor een gemiddelde toets resulteert dit in een paar honderd randvoorwaarden. De 0-1 beslissingsvariabelen geven aan of een vraag wel of niet geselecteerd is voor de toets. Om het probleem op te lossen worden methodes uit de Multiple Objective Optimization gebruikt.

### **Adaptieve toetsen**

Naast het klassikale toetsen worden ook nieuwe vormen ontwikkeld. Een opkomend fenomeen is Computer Adaptive Testing (CAT). Dit adaptieve toetsen is te vergelijken met een mondeling examen, waarbij een computerprogramma de rol van examiner overneemt. Na elke vraag wordt de vaardigheid van de kandidaat geschat en op basis van

deze schatting wordt de volgende vraag geselecteerd die de betrouwbaarheid maximaliseert. Net als bij een mondeling examen wordt het niveau van de vragen dus aangepast aan het niveau van de kandidaat. Dit heeft een aantal voordelen ten opzichte van klassikale toetsen.

### **Voordelen CAT**

Een groot voordeel is de toegenomen flexibiliteit. Omdat de moeilijkheid van de vragen kan worden aangepast aan het niveau van de individuele kandidaat, worden er geen vragen gesteld die te moeilijk of te makkelijk zijn. Daardoor raakt de kandidaat minder snel gefrustreerd en verslapt zijn of haar aandacht minder snel. Een tweede voordeel is dat er veel minder vragen hoeven te worden beantwoord. De vragen zijn afgestemd op het niveau van de kandidaat en geven daardoor veel meer informatie, zodat er minder vragen nodig zijn voor een betrouwbare schatting van het niveau. Het construeren van deze toetsen brengt twee nieuwe problemen met zich mee. De restricties zijn gedefinieerd voor de hele toets terwijl er elke keer maar één vraag geselecteerd hoeft te worden. Daarnaast moet de optimalisatie binnen beperkte tijd gebeuren omdat de volgende vraag binnen enkele seconden op het scherm moet verschijnen.

### **Resultaten onderzoek**

Binnen het project wordt uitgebreid ingegaan op Computer Adaptive Testing en op toetsen die meerdere vaardigheden meten. Voor het construeren van deze toetsen zijn modellen, heuristieken en algoritmen ontwikkeld, die op data van Law School Admission Council en American College Testing zijn toegepast. De resultaten zijn veelbelovend en op het moment wordt onderzocht hoe de modellen kunnen worden toegepast in de praktijk.

*Bernard Veldkamp is AIO bij prof. dr. W.J. van der Linden, afdeling Onderwijskundige Meetmethoden en Data-analyse, faculteit Toegepaste Onderwijskunde, Universiteit Twente, <Veldkamp@edte.utwente.nl>.*



# GOED GEREgeld

De essentiële rol van de statistiek binnen de kwaliteitszorg dateert vanaf het moment dat massafabricage mogelijk werd rond 1920. Men realiseerde zich in die tijd dat niet naar de producten zelf, maar naar de onderliggende processen moest worden gekeken om echt tot vermindering van het aantal fouten te komen. De hoge kosten die gepaard gaan met uitval en reparatie van eindproducten die niet aan de specificaties voldoen, zijn een belangrijke katalysator geweest

om over te gaan op een meer preventieve aanpak. Daarmee verschoof de aandacht van het product (en later ook de dienst) naar het voortbrengende proces.

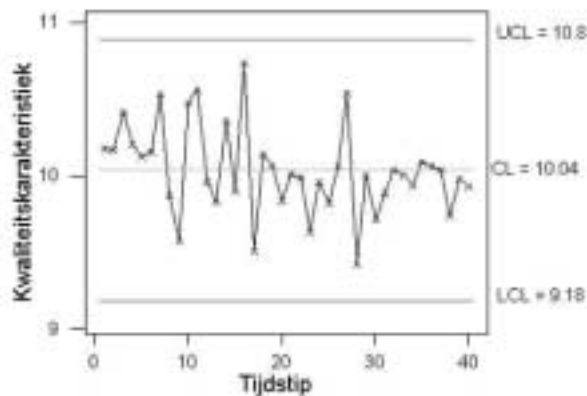
## RONALD DOES

Van de kwaliteitsprogramma's die gebaseerd zijn op een solide statistische basis heeft Statistische Procesbeheersing de langste traditie. Dit programma, dat ook wel wordt aangeduid als SPC (*Statistical Process Control*), is reeds ontstaan in 1924 door het pionierswerk van Shewhart, maar

kwam pas echt tot leven door de inbreng van Deming na de Tweede Wereldoorlog. Met name in Japan heeft dit programma tot enorme verbeteringen geleid. Heden ten dage wordt SPC nog steeds bij bedrijven geïmplementeerd om te komen tot een operationeel systeem voor de werkvloer.

### Regelkaart

Het statistische hulpmiddel dat sterk geassocieerd is met SPC is de zogenaamde regelkaart. De regelkaart is een grafiek met op de horizontale as de tijdstippen waarop een kwaliteitskenmerk gemeten wordt en op de verticale as de waarde van dat kwaliteitskenmerk. In Figuur 1 is een voorbeeld van een regelkaart gegeven, waarbij CL (centrale lijn) gelijk is aan het gemiddelde van de kwaliteitskarakteristiek. In Figuur 1 stelt L(U)CL de *Lower (Upper) Control Limit*, de onderste (bovenste) regelgrens voor.



Figuur 1: Voorbeeld van een regelkaart.

Regelkaarten vormen de voornaamste techniek om te onderzoeken of een proces statistisch beheerst is. In wezen is het een grafiek waarin het



Walter A. Shewhart



W. Edwards Deming

kwaliteitskenmerk in de tijd gevolgd wordt. Wat een regelkaart tot een krachtige analysetechniek maakt, zijn de regelgrenzen UCL en LCL. Zij worden getekend op een afstand van  $3s$  van de centrale lijn, waarbij  $s$  de spreiding is van de meetwaarden van het kwaliteitskenmerk. Natuurlijk moet  $s$  in de praktijk geschat worden uit de data. De afstand tussen de twee regelgrenzen geeft de natuurlijke variatie weer van het proces zolang dat niet verstoord wordt. Indien het kwaliteitskenmerk een normale verdeling volgt, dan zal 99.7% van de meetwaarden binnen een afstand van  $3s$  van het gemiddelde liggen. Met andere woorden: als een punt buiten de regelgrenzen valt, is dat een aanwijzing dat het proces op dat moment verstoord is. Indien dit voor meerdere punten geldt dan concluderen we dat het proces niet statistisch beheerst is.

Merk op dat er een kleine kans is dat een punt dat buiten de regelgrenzen valt niet werkelijk een signaal is van een verstoring, maar een vals alarm. De keuze om  $3s$ -grenzen te gebruiken, werd door Shewhart gemotiveerd door 'economisch acceptabel'. De standaard regelkaart gebaseerd op steekproeven met vaste omvang wordt in elk SPC boek uitvoering beschreven (zie bijvoorbeeld Montgomery, 1996).

## Inspiratiebron

De regelkaart is een inspiratiebron voor wetenschappelijk onderzoek. Met name in de tijdschriften de *Journal of Quality Technology*, *Quality and Reliability Engineering International* en *Technometrics* worden de laatste ontwikkelingen gepubliceerd. Ook binnen Nederland heeft de regelkaart een vruchtbare bodem voor onderzoek gevonden. In de proefschriften van Roes (1995), Trip (2000), Wierda (1994) en Wieringa (1999) is de regelkaart een centraal thema. Roes bekritiseert onder andere de standaard regelkaarten voor het gemiddelde en de spreiding van een steekproef en concludeert dat deze standaard regelkaarten niet standaard toepasbaar zijn in de praktijk. In de praktijk komen vaak meerdere variatiebronnen in een proces voor (bijvoorbeeld diverse ploegen en verschillende machines). De standaard regelkaarten houden hier geen rekening mee. In zijn proefschrift wordt een nieuwe methode gegeven voor het ontwerpen van de juiste regelkaart in complexere modellen.

Trip rekent onder andere in zijn proefschrift af met de discussie of bij de regelkaart voor individuele waarnemingen wel of geen aanvullende regelkaart voor de spreiding nodig is. Zijn conclusie luidt dat zo'n extra kaart overbodig is.

Wierda zoekt in zijn proefschrift hogere dimensies op. Hij bestudeert situaties waarin simultaan meerdere kwaliteitskenmerken een rol spelen. Hij leidt zowel regelkaarten af voor de vector van gemiddelden als voor de covariantiematrix.

Wieringa tot slot gaat in op situaties waarin de opeenvolgende procesmetingen statistisch afhankelijk zijn. Centrale vraag in zijn proefschrift is welke regelkaarten gebruikt kunnen worden voor het bewaken van serieel gecorreleerde metingen en hoe signalen van deze regelkaarten geïnterpreteerd dienen te worden.

## Recent onderzoek

Ook op dit moment is de regelkaart bij diverse promotieonderzoeken op de Universiteit van Amsterdam

en de Universiteit Twente een belangrijk onderzoeksthema. Ion zal naar verwachting in de loop van 2001 aan de Universiteit van Amsterdam een proefschrift verdedigen waarin regelkaarten worden besproken die gebaseerd zijn op onder andere verdelingsvrije methoden, extreme waarde theorie en dichtheidschatters. Aan dezelfde universiteit zal een jaar later De Mast zijn proefschrift verdedigen. Ook in zijn proefschrift speelt de regelkaart een belangrijke rol. Zowel een regelkaart voor het monitoren van meerdere variatiebronnen tegelijkertijd als een robuuste regelkaart voor het retrospectief beoordelen of een proces statistisch beheerst is, worden bestudeerd.

Een promotieonderzoek in Twente is dit jaar pas gestart en onderzoekt het probleem voor het schatten van de parameters voor de regelgrenzen. Een voor de hand liggende en ook gebruikelijke methode is om schattingen te substitueren voor de onbekende parameters en daarna verder te gaan alsof er niets gebeurd is. Dit blijkt in de praktijk alleen goed te werken als het aantal waarnemingen zeer groot is. Het onderzoek richt zich op de vraag hoe groot 'groot' is, en in het geval dat slechts een beperkt aantal waarnemingen beschikbaar is, hoe dan gecorrigeerd moet worden om te komen tot de juiste regelgrenzen.

## LITERATUUR

Montgomery, D. C. (1996). *Introduction to Statistical Quality Control*. New York: Wiley.

Roes, C. B. (1995). *Shewhart-type Charts in Statistical Process Control*. Academisch Proefschrift, Universiteit van Amsterdam.

Trip, A. (2000). *Statistical Process Control in Practice: Let's make it better*. Academisch Proefschrift, Universiteit van Amsterdam.

Wierda, S. J. (1994). *Multivariate Statistical Process Control*. Academisch Proefschrift, Rijksuniversiteit Groningen.

Wieringa, J. E. (1999). *Statistical Process Control for Serially Correlated Data*. Academisch Proefschrift, Rijksuniversiteit Groningen.

Ronald J.M.M. Does is hoogleraar Industriële Statistiek en directeur van IBIS UvA BV, Universiteit van Amsterdam, <rjmmdoes@science.uva.nl>.





D-Day, half acht 's morgens. Britse troepen verlaten hun landingsvaartuigen.

# OPERATIONS RESEARCH

## een virtuele wetenschap met toekomst

EMILE AARTS

Wie de geschiedenis van operations research een beetje kent, weet dat dit vakgebied in zijn korte bestaan nogal wat problemen heeft gehad met het bepalen van de eigen identiteit. Zowel haar beoefenaars als mede de onderwerpen van studie zijn afkomstig uit een grote verscheidenheid van disciplines hetgeen geleid heeft tot aanzienlijke proliferatie. Gedurende de vijftig jaar van haar bestaan, is operations research er niet in geslaagd de status te verwerven van een traditionele wetenschap met een eigen onderzoeksprogramma en centraal aangestuurde vakorganisaties. Operations research is meer een virtuele wetenschap en dat is tegelijkertijd haar kracht, want een virtuele OR organisatie kan door haar inherent open structuur doelmatig werken en ongehinderd doordringen tot de essentie van haar missie: het verbeteren van het ontwerp en de organisatie van operationele processen en systemen.



In het algemeen wordt aangenomen dat de discipline operations research (OR) tijdens de Tweede Wereldoorlog is ontstaan. Zowel het Amerikaanse als het Britse leger bedienden zich op grote schaal van civiele experts die adviseerden bij militaire operaties van nagenoeg alle legeronderdelen. Bekend zijn vooral de inbreng bij de organisatie van de *Battle of Britain*, bij de RAF bombardementen op Duitsland, de anti-onderzeebootcampagne in de noordelijke Atlantische Oceaan en de bijdrage aan de landingsoperatie *D-day*. De OR-specialisten hadden een uiteenlopende wetenschappelijke achtergrond waaronder natuurkunde, chemie, biologie en medicijnen. Zij wilden gedurende de oorlog hun intellectuele vermogens ten dienste stellen van de landsverdediging. Er werden verschillende OR-groepen opgericht die vaak adviseerden aan de hoogste staforganen. Hoge legerofficieren stelden een ongekend vertrouwen in de civiele OR-specialisten. Vooral de marine en de luchtmacht bedienden zich van OR-adviseurs. De landmacht deed het als het om operaties ging in overzeese commandogebieden. Men kan zonder te overdrijven stellen dat OR-specialisten een significante bijdrage hebben geleverd aan de afloop van de Tweede Wereldoorlog.

In nazi-Duitsland waren de OR-specialisten veel minder invloedrijk ondanks het feit dat bij het uitbreken van de Tweede Wereldoorlog de stand van de wetenschapsbeoefening vergelijkbaar was met die in Groot-Brittannië en de Verenigde Staten. Hiervoor zijn twee verklaringen. De hiërarchische legerorganisatie liet niet toe dat civiele wetenschappers toegang hadden tot de hoogste legercommando's. Daarnaast moest iedere wetenschapper openlijk sympathiseren met het nazi-regime. Velen weigerden dat en het leidde er ook toe dat veel goede wetenschapsbeoefenaren het land verlieten.

## Opbloei

Na de oorlog keerden de meeste OR-specialisten weer terug naar hun eigen vakgebieden. Het duurde

tot de zestiger jaren voordat OR op grote schaal op civiele problemen werd toegepast. In Groot-Brittannië verliep dit proces geleidelijker dan in de Verenigde Staten. Dit kwam vooral door de erkenning dat OR substantiële bijdragen kon leveren aan de Britse kolen- en staalindustrie. In de VS werd OR gezien als een verzameling van zinvolle maar onsamenhangende activiteiten die zich niet onderscheidden van andere zinvolle activiteiten en derhalve geen erkenning kreeg. Daarnaast had OR een kille tegenwind te verduren omdat er nogal wat OR-beoefenaren van het eerste uur, waaronder Blackett, zich hadden uitgesproken tegen de ontwikkeling van kernwapens, hetgeen tijdens de opkomst van de koude oorlog in de jaren vijftig als een communistische en anti-sociale daad werd gezien.

## Doorbraak

De ontwikkeling was echter niet te stoppen. Met *The Operational Research Quarterly* wordt in 1950 het eerste wetenschappelijke OR-tijdschrift de wereld in geholpen en in 1957 verschijnt bij Wiley het eerste OR-leerboek met de titel *Introduction to Operations Research* van de hand van Churchman, Ackoff en Arnoff. De grote doorbraak van de OR komt in de jaren zestig. Wereldwijd schakelen bedrijven, naar Amerikaans model, over op een organisatie in divisies om zodoende hun productiviteit en concurrentiepositie te verbeteren. Om de groeiende organisatiecomplexiteit het hoofd te bieden, schakelt men op grote schaal, op voorspraak van managementadviesbureaus zoals McKinsey, adviseurs in, die 'nieuwe gereedschappen' zoals lineair programmeren en statistische analyse gebruiken. OR floreert, enerzijds door de groei van de economie waardoor er veel OR-werk is en anderzijds door de brugfunctie die OR uitoefent ten aanzien van het effectief inzetten van de computer die in die tijd zijn intrede doet in het bedrijfsleven.

## Neergang

Vanaf de zeventiger jaren komt er een kentering. De economische groei stopt. De devaluatie van de dollar in 1972 en de beide oliecrisissen van 1973 en 1974 luidden het verval in. OR krijgt het zwaar te verduren. Velen zijn van mening dat OR zich niet met de juiste problemen bezig houdt. Als gezaghebbend OR-beoefenaar, stelt Ackoff in 1979 dat OR zich niet met de discipline van probleemoplossen moet bezighouden, maar met de planning en het ontwerp van complexe systemen. Anderen zijn van mening dat onnodig complexe wiskundige theorieën de aandacht afleiden van de werkelijke OR-problematiek. Het verzet tegen de 'verwiskundiging' van OR is groot. Het *Report of the Commission on the Future Practise of Operational Research* stelt dat het praktisch nut van wiskundige technieken zoals lineair programmeren en wachtrijtheorie gering is. Er ontstaat een bifurcatie tussen 'OR-theoretici' en 'OR-toepassers'. De wiskundigen worden verweten dat zij enkel uit zijn op intellectuele zelfbevrediging en dat dit ertoe leidt dat toptijdschriften zoals *Operations Research* ontoegankelijk worden voor OR-toepassers, hetgeen vooral de OR-scholing niet ten goede komt.

## Kansen voor een virtuele OR

Waar staan we nu? Het valt niet te ontkennen dat OR een sterke wiskundige inbreng heeft gehad en nog steeds heeft. De vraag is echter of dat de ontwikkeling van toepassingen in de weg staat. Misschien zijn de wiskundige bijdragen in de vorm van lineaire programmering, network flow en statistische analysetechnieken wel de kroonjuwelen van OR. Ze zijn inmiddels beschikbaar als geavanceerde software modules en toepassers kunnen ze gebruiken als componenten in hun geavanceerde systemen. Het is niet nodig de wiskundige details te kennen om ze deskundig toe te passen.

## Virtuele wetenschap

Maar er is meer. Recente studies laten zien dat OR

niet langer meer wordt beoefend in georganiseerde groepen van OR-specialisten, maar dat de beoefenaars individuele specialisten zijn die deel uitmaken van multi-disciplinaire onderzoeksteams, ontwikkelgroepen of staforganen. Ook in Nederland is dit het geval. Er zijn nauwelijks nog academische OR-groepen. Ook in de industrie zijn ze opgeheven; Shell en Philips zijn daarvan voorbeelden. Het aantal professionals dat OR-technieken toepast is echter toegenomen. Met name de financiële wereld en de wereld van de ontwerpers van IT systemen en diensten zijn de nieuwe OR-toepassers, zoals Ackoff het wilde. OR-specialisten vormen een wijdvertakt netwerk zonder centrale organisatie en dat maakt OR tot een virtuele wetenschap.

## Toekomst

Misschien is OR altijd al een virtuele wetenschap geweest, maar werd dat niet erkend of wenselijk geacht. In het huidige tijdsgewricht is dat echter zeer vooruitstrevend omdat steeds meer organisaties een gedecentraliseerde structuur nastreven om op die manier open, flexibel en slagvaardig te zijn. Kortom, het geheel eigen karakter van OR heeft dit onderzoeksgebied in het centrum van moderne ontwikkelingen gebracht. Daarmee is er zeker voor tien jaar toekomst, waarbij het dan wel belangrijk is dat OR beter gebruik gaat maken van Internettechnologie, want dat laat nog te wensen over...

## LITERATUUR

Kirby, M. W. (2000), Operations research trajectories: The Anglo-American experience from the 1940 to the 1990. *Operations Research*, 48, 661-670.

Fildes, R. J. and Ranyard, J. (1997), Succes and survival of operations research groups. *Journal of the Operational Research Society*, 48, 336-360.

*Emile Aarts is afdelingshoofd van New Media Systems and Applications bij Philips Research. Daarnaast is hij hoogleraar informatica aan de Technische Universiteit Eindhoven en senior consultant bij het Centrum voor Quantitatieve Methoden, <emile.aarts@philips.com>.*

# EURANDOM



## Europees onderzoeksinstituut voor **STOCHASTIEK**

Eurandom, het Europese onderzoeksinstituut voor stochastiek, trekt junior- en senior-onderzoekers aan van over de hele wereld om grensverleggend onderzoek te verrichten aan stochastische verschijnselen.

### FRANK DEN HOLLANDER

Eurandom is gevestigd in Eindhoven en werd op 18 februari 1998 officieel geopend door de toenmalige minister van Onderwijs, Cultuur en Wetenschappen (OC&W), J. Ritzen. Aan de oprichting zijn vele jaren van voorbereiding vooraf gegaan. Op initiatief van M. Keane, J. Wessels en W. van Zwet werd een internationaal panel van vooraanstaande stochastici bijeengebracht, dat in 1995 aan OC&W en NWO (Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek) adviseerde een Europees instituut op te richten. De gedachte achter deze

aanbeveling was, dat een Europese concentratie gewenst is vanwege de versnippering van de onderzoekscapaciteit op het gebied van de stochastiek aan de universiteiten en de industriële laboratoria. De stochastiek maakt de laatste decenia een dermate snelle ontwikkeling door, dat er een toenemende behoefte is aan samenwerking, uitwisseling en bundeling van krachten. Nederland, met haar sterke positie in het vakgebied, is een aangewezen plek voor het aansturen van deze concentratie. Als standplaats voor het instituut kozen OCW en NWO voor de Technische Universiteit Eindhoven (TUE), vanwege haar geografische ligging en vanwege de door haar geboden uitstekende faciliteiten.

### Financiering en structuur

Eurandom krijgt financiële ondersteuning van OCW, NWO en TUE. Bij de start werd ook vanuit de EU (via STIMULUS) een bijdrage verleend. Zeven Europese landen dragen langs tal van wegen bij aan de wetenschappelijke activiteiten. De industrie verleent steun via gezamenlijke projecten en er wordt geworven naar *grants* bij de EU en de ESF (European Science Foundation). Het wetenschappe-



lijke plan voor Eurandom wordt uitgezet door een internationale wetenschappelijke raad en staat onder beheer van een bestuur. In september 1998 ging Eurandom van start onder leiding van de toenmalige wetenschappelijk directeur W. van Zwet, zakelijk directeur W. Senden, beleidsmedewerker mevrouw C. Cantrijn, alsmede een tiental coördinatoren en adviseurs uit Nederland. Binnen korte tijd draaide het instituut op volle toeren. Op dit moment zijn er rond de 25 postdocs en promovendi op het instituut werkzaam, waarvan de helft Europees en de helft van buiten Europa. Jaarlijks organiseert het instituut een tiental workshops en biedt het gastvrijheid aan een dertigtal buitenlandse gasten, die een week tot enkele maanden blijven. De sfeer is buitengewoon levendig.

### Onderzoek

Doel van Eurandom is het ontplooiën van onderzoek in de kansrekening, de statistiek en delen van de besliskunde, met oog voor zowel de fundamentele theoretische aspecten als toepassingen in de industrie, de economie, de natuurkunde en de biologie. Het instituut is een broedplaats voor

jong talent alsmede een ontmoetingsplaats voor gevestigde onderzoekers. De wetenschappelijke activiteiten concentreren zich rond zes onderzoeksprogramma's, die centraal binnen de stochastiek liggen:

- *Applications of Statistics*
- *Statistical Inference in Complex Statistical Models*
- *Computational Molecular Biology*
- *Financial Stochastics*
- *Interacting Stochastic Systems*
- *Stochastic Networks*

Elk van deze programma's heeft een specifiek onderzoeksdoel, waaraan door vier à vijf postdocs en promovendi wordt gewerkt, en verzorgt een serie van activiteiten in de vorm van seminaria, workshops en een bezoekersprogramma. Elk programma staat onder leiding van een of twee Nederlandse coördinatoren en een internationaal *steering committee* en heeft een looptijd in de orde van vijf jaar. *Applications of Statistics* concentreert zich op modellering voor kwaliteits- en betrouwbaarheidsvraagstukken en voor proces- en risico-beheersing, geïnspireerd door toepassingen uit de industrie. *Statistical Inference in Complex Statistical Models* houdt zich bezig met de mathematische statistiek en richt zich op inverse problemen, grote parameterruimten en toepassingen in de beeld- en spraakherkenning. *Computational Molecular Biology* zoekt zijn weg binnen de moleculaire



biologie, met nadruk op de modellering van evolutionaire processen en de statistische verwerking van grote hoeveelheden genetische en medische data. *Financial Stochastics* analyseert problemen uit de financiële wereld met behulp van stochastische modellen, met nadruk op de theorie van extreme waarden en op risico-analyse. *Interacting Stochastic Systems* beweegt zich op het grensgebied van de kansrekening en de statistische fysica en bestudeert het gedrag van systemen bestaande uit een groot aantal wisselwerkende componenten, met speciale aandacht voor fase-overgangen. *Stochastic Networks*, tenslotte, kijkt naar netwerken voor transport, communicatie en manufacturing met een scherp oog voor prestatiebeheersing en -optimalisering onder variabele omstandigheden.

### **Industriële projecten**

Thans lopen er op Eurandom drie industriële projecten: batterij-modellering (met Philips Eindhoven, Shell Amsterdam en de universiteit van Amiens), communicatienetwerken (met Philips Eindhoven) en spraakherkenning (met Philips Aken). Binnen deze projecten speelt de expertise van Eurandom een sleutelrol. Er is veel symbiose tussen de programma's. Voor jonge onderzoekers is Eurandom dan ook een leerzame omgeving met een breed stochastiekperspectief. Inmiddels heeft een vijftal postdocs zijn/haar weg gevonden naar een vaste positie aan een Europese of Amerikaanse universiteit, zodat Eurandom haar rol als kweekvijver waarmaakt.

Eurandom bevindt zich in een zonnig en fleurig gebouw op de campus van de TUE. U bent daar van harte welkom. Voor meer informatie over de lopende activiteiten, kijkt u eens op de website [www.eurandom.tue.nl](http://www.eurandom.tue.nl). Op 14 december 2001 houdt Eurandom een 'publicity day'. U kunt dan een kijkje in de keuken komen nemen.

*Frank den Hollander is wetenschappelijk directeur van Eurandom, <denhollander@eurandom.tue.nl>.*

## **EURO 2001**

**Europa's grootste OR-conferentie in Rotterdam, 9 t/m 11 juli 2001**

Bijna is het zo ver. Op 9 juli gaat de grootste Operations Research conferentie van Europa van start. De Erasmus Universiteit Rotterdam biedt gedurende drie dagen onderdak aan zo'n 800 collega's uit circa 50 landen. De conferentie is een uitgelezen mogelijkheid om bij te praten met collegae en vrienden. Het organisatiecomité - onder meer Luk Van Wassenhove, Jo van Nunen, Rommert Dekker, Gerrit Timmer, Laurence Wolsey, Dominique de Werra - heeft een programma samengesteld: een uitgebalanceerde mix van theorie en praktijk.

Het professionele programma ruimt veel plaats in voor nieuwe ontwikkelingen op gebied van de theorie. Gedurende de sessie over OR en praktijk wordt speciale aandacht besteed aan innovatieve ontwikkelingen binnen de logistiek, telecommunicatie en e-commerce. Nieuw op deze EURO-conferentie is het grote aantal bedrijfsbezoeken. Tijdens de bedrijfsbezoeken houden OR-specialisten lezingen over OR toepassingen binnen hun bedrijf.

Buiten het professionele programma om is er volop mogelijkheid tot informeel samenzijn met vrienden en collegae. Daarnaast is er een uitgebreid sociaal programma, waarbinnen de activiteiten die Rotterdam heeft georganiseerd in het kader van Europese Culturele Hoofdstad 2001 een belangrijke plaats innemen.

Aansluitend op EURO 2001 vindt er op 12 juli in het nieuwe hoofdkantoor van ABN-Amro in Amsterdam een seminar over Financieel Risico Management plaats. Voor dit seminar zijn de organisatoren (Gerrit-Jan Förch en Ton Vorst) erin geslaagd om een aantal sprekers van wereldfaam uit te nodigen. Echter, het aantal deelnemers is beperkt. Snel inschrijven dus.

### **Schrijf nu in!**

Voor informatie en inschrijving als deelnemer/spreker op EURO 2001 en voor informatie over het seminar Financieel Risico Management kunt u terecht op [www.euro2001.org](http://www.euro2001.org). Wie voor 1 mei 2001 inschrijft krijgt een korting. AIO's en studenten kunnen tegen een gereduceerd tarief deelnemen. Tot ziens in Rotterdam!

**MARC SALOMON**







*Congres op 10 mei in Tilburg*

## **Intelligent e-business, networking the economy**

Op donderdag 10 mei zal het tiende congres van de Wim Bogers Stichting plaatsvinden. Dit congres is getiteld *Intelligent e-business, networking the economy*. Het congres vindt plaats in en rond de aula van de Katholieke Universiteit Brabant te Tilburg.

### **Thema**

Voortdurend ontstaan er nieuwe mogelijkheden voor het bedrijfsleven als gevolg van de door het internet gestimuleerde economie. Op het moment is er een duidelijke opkomst van intelligente systemen die binnen tal van bedrijfstakken en -onderdelen toe te passen zijn. De intelligentie in deze systemen wordt met name ingebracht door het vakgebied van de econometrie. Op het congres zullen we de volgende interessante deelgebieden behandelen: *intelligent logistic networks*, *intelligent mobile agents* en *e-marketplaces*. Deze deelonderwerpen hebben de econometrische achtergrond van intelligente systemen gemeen.

### **Dagprogramma**

- Vanaf 9.15 bent u welkom. Het ochtendprogramma start met een inleiding van de dagvoorzitter prof. dr. ir. A.J.M. Vermunt, bijzonder hoogleraar distributielogistiek aan de KUB, adjunct-directeur NederlandDistributieland.
- Daarna de heer Van Scheijen, directeur elektronica, diensten en informatietechnologie van het Ministerie van EZ, de visie van de overheid op dit onderwerp zal belichten.
- Vervolgens zal de heer Fleuren, directeur van Center – Applied Research, de wetenschappelijke kant van het onderwerp aanstippen.
- Na de pauze vervolgt de heer Visarius, manager EMEA logistics van Cisco Systems, met een lezing over de gevolgen van de e-business en internet

op de logistieke processen van Cisco Systems.

- De heer Krijnen, directeur marketing media retail & entertainment van Ericsson, schenkt aandacht aan de gevolgen die de ontwikkeling van *mobile agents* zal hebben op ons leven.
- In het middagprogramma zullen lezingen worden verzorgd door sprekers van Manugistics, LogiFlow, PEFA.com, LogiGo.com, Tryllian en CMG. Hier zal dieper op de materie worden ingegaan en een enkele (kleine) demonstratie worden gegeven.

### **Inschrijving**

Voor het volledige dagprogramma, informatie en inschrijving zie de website <[www.wbscongres.nl](http://www.wbscongres.nl)> in te schijven. De deelnameprijs is 495 gulden. Voor deelname van meerdere personen van één bedrijf gelden kortingen. Daarover kunt u contact opnemen met de organisatie via e-mail [wbs@kub.nl](mailto:wbs@kub.nl). In de deelnameprijs is een congresmap, -tas, luxe lunch en borrel opgenomen. Voor studenten en wetenschappers geldt een gereduceerd tarief.

De Wim Bogers Stichting is de congresstichting van de Tilburgse Econometristen Vereniging. Deze stichting is in 1987 opgericht om de continuïteit en de kwaliteit van de congressen te kunnen waarborgen. De Wim Bogers Stichting is vernoemd naar wijlen W.A.J. Bogers die zeer veel voor de econometrie in Tilburg heeft betekend. Bogers, geboren op 18 juni 1922 te Venlo, studeerde Bedrijfs-economie, Statistische Analyse, Wiskundige Economie en Econometrie aan de Katholieke Economische Hogeschool, tegenwoordig Katholieke Universiteit Brabant te Tilburg. Vanaf 1952 was hij in dienst van DSM, waar hij in 1973 voorzitter van de Raad van Bestuur werd en - na zijn pensionering in 1986 - President Commissaris. Bogers overleed op 17 februari 1987.



# A G E N D A

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

## Donderdag 26 april 2001

Workshop 'Stochastic models of manufacturing and logistic systems', Eurandom Eindhoven. Zie ook <<http://www.tue.nl/beta/>>.

## Woensdag 9 mei

Voorjaarsbijeenkomst van de Sociaal Wetenschappelijke Sectie van de VVS in Utrecht. De bijeenkomst zal gaan over diverse vormen van longitudinale data-analyse. Voor informatie zie de website van de VVS-OR <<http://www.vvs-or.nl/>>.

## Dinsdag 28 en woensdag 29 mei

Cursus Modeling Survival Data in SAS and S-PLUS door dr. Terry Therneau (Mayo Clinic). Voor informatie <<http://www.candiensten.nl>>.

## Maandag 28 en dinsdag 29 mei

The first Belgian-Dutch Biometric Conference is organised by the Biometric Section (BMS-VVS) and

the Belgian and Dutch regions of the International Biometric Society. Information: <<http://www.plant.wageningen-ur.nl/other/bms-aned/>>.

## 1- 6 juli

16e International workshop on statistical modeling in Odense, Denemarken. Voor informatie <<http://www.math.auc.dk/IWSM/call.html>>.

## 2 en 3 augustus

The 10th International Workshop on Matrices and Statistics in Voorburg. Voor informatie website <<http://matrix.fsw.leidenuniv.nl>>.

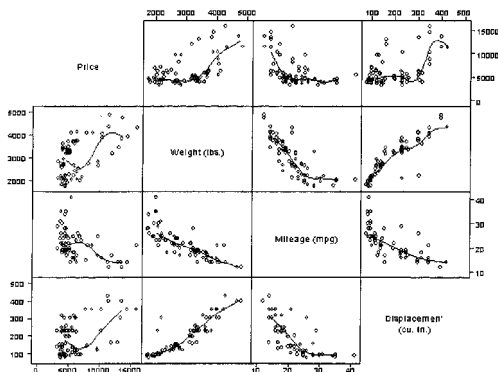
## 13 september

Bijeenkomst van de werkgroep Statistiek en Ecotoxicologie van de Biometrische sectie. De werkgroep wil zijn activiteiten weer hervatten. Informatie: <[www.ecostat.nl/wgSenE.htm#wgSenE](http://www.ecostat.nl/wgSenE.htm#wgSenE)>.

## CALL FOR PAPERS

'OR in the Process Industries.' *OR-spektrum* zoekt papers over OR in de voedingsmiddelen, chemische, halfgeleider en farmaceutische industrie. Voor informatie <[www.or-spektrum.de](http://www.or-spektrum.de)>.

**STATA**®  
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**®

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.