

# STAtOR

---

periodiek van de VWS jaargang 1 nummer 3 december 2000

Met wiskunde meer grip op veiligheid

‘Een statisticus moet ook wel eens geluk hebben’. Interview met prof. dr. Jan Hemelrijk

Nieuwe robots, ontwerpen met OR

Gissen is missen

De Nationale Doorsnee

Van Dantzig en de hedendaagse maatschappelijke functie van het wiskundig modelleren

Een eigen register voor biostatistici

---

## STATOR

Jaargang 1, nummer 3, december 2000

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 Stermerdink, Fred Steutel.

### Bestuur van de VVS

Prof. dr. G.T. Timmer (voorzitter) <gtimmer@ortec.nl>, dr. A. Mooijaart (penningmeester) <mooijaart@rulfsw.leidenuniv.nl>, dr. R.H. Koning (vice-voorzitter en voorzitter coördinatiecommissie), <vvs@rhkoning.xs4all.nl>, prof. dr. H.G. Dehling (voorzitter commissie opleidingen en examens) <dehling@math.rug.nl>, dr. A.H. Zwinderman (voorzitter commissie externe betrekkingen) <a.h.zwinderman@medstat.medfac.leidenuniv.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 maart 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

Penta, Angeren

### Uitgever

© Vereniging voor Statistiek en Operationele Research.

ISSN 1567-3383

# Inhoud

- 3** Een nieuwe redactie
- 5** Met wiskunde meer grip op veiligheid  
**Ingrid Lammers**
- 10** 'Een statisticus moet ook wel eens geluk hebben'. Interview met prof. dr. Jan Hemelrijk **Han Oud en Gerard Alberts**
- 16** Nieuwe robots, ontwerpen met OR **Emile Aarts**
- 19** Gissen is missen **Ronald Does**
- 20** De Nationale Doorsnee **Philip van Schaik**
- 22** Van Dantzig en de hedendaagse maatschappelijke functie van het wiskundig modelleren **Gerard Alberts**
- 24** Een eigen register voor biostatistici **Wies Akkermans**
- 27** Agenda / nieuws

# Een nieuwe redactie!



Voor u ligt het derde nummer van STATOR. De eerste twee nummers zijn tot stand gekomen door het werk van een voorlopige redactie. Deze bestond uit Han Oud, Gerrit Timmer en Herold Dehling en ondergetekende. Inmiddels is er een definitieve redactie gevormd. Graag wil ik de oude (voorlopige) redactie bedanken voor het pionierswerk dat zij hebben verricht. Tevens wil ik de nieuwe STATOR redactieleden aan u voorstellen.

WIES AKKERMANS studeerde pedagogiek in Utrecht. Maar eigenlijk was zij meer geïnteresseerd in statistiek en in methoden van onderzoek dan in kinderen. Na haar afstuderen is zij AiO geworden in Twente, bij de vakgroep Onderwijskundige Meetmethoden en Data-analyse. Tijdens het AiO-schap is zij een jaar naar Engeland geweest, naar Bath. Daar heeft zij de MSc opleiding *Computational Statistics* gevolgd. Haar proefschrift gaat over een onderwerp uit de test-theorie. Op het ogenblik werkt zij bij Wageningen Universiteit en Research Centrum voor Biometrie, de samenvoeging van de Landbouwuniversiteit en de voormalige Dienst Landbouwkundig Onderzoek. Het Centrum voor Biometrie verricht onderzoek en advieswerkzaamheden voor de universiteit, onderzoeksinstituten en andere klanten.

MARTIJN BERGER is hoogleraar Methodologie en Statistiek bij de faculteit Gezondheidswetenschappen van de Universiteit Maastricht. Hij is vooral geïnteresseerd in de toepassing van statistische methoden op het grensvlak van de sociale wetenschappen, gezondheidswetenschappen en geneeskunde. Zijn interesses liggen onder andere op het terrein van optimale designs voor random-effect modellen, multilevel modellen en niet-lineaire item responsmodellen. Met zijn bijdrage aan de redactie van STATOR hoopt hij het vakgebied van de methodologie en statistiek voor een breder publiek toegankelijk te maken.

DICK DEN HERTOOG is sinds januari 2000 hoogleraar Besliskunde aan de Katholieke Universiteit Brabant. Daarvoor werkte hij zeven jaar lang als consultant bij CQM in Eindhoven. Daar heeft hij geleerd hoe de modellen en technieken uit de operations research met succes in de praktijk kunnen worden toegepast. Het verrichten van theoretisch onderzoek in de operations research heeft hij met name geleerd van Kees Roos (TU Delft) die hem begeleidde tijdens zijn AiO-onderzoek op het gebied van inwendige punt methoden. Zijn huidige baan ziet hij als een ideale combinatie van theorie en praktijk.

HAN OUD maakt deel uit van het VVS-bestuur als voorzitter van de publicatiecommissie en is mede verantwoordelijk geweest voor de oprichting van STATOR. Hij is als methodoloog-statisticus in de functie van UHD werkzaam bij Orthopedagogiek bij de universiteit van Nijmegen. Zijn publicaties liggen op het terrein van toestand-ruimte modelering, Kalman-filtering en de constructie van volgsystemen. Hij heeft de statistische basis gelegd voor het onlangs bij Swets & Zeitlinger verschenen leerlingvolgsysteem *Leer In Zicht (LIZ)*. Zijn aandacht verschuift zich de laatste jaren naar de analyse van paneldata in continue tijd met behulp van stochastische differentiaal-vergelijkingen.

MARC SCHULD werkt sinds 1996 bij CQM in Eindhoven als consultant op het vlak van industriële statistiek. Hij houdt zich bezig met het toepassen van statistiek ten behoeve van (continue) procesverbetering, reliability analysis en enquêtes. Zijn wiskundige interesse betreft verdelingstheorie. Voor zijn huidige functie was hij een jaar werkzaam bij IBM International Operations te Amsterdam. Hij hield zich daar bezig met OR toepassingen binnen de *spare-parts business*. In 1995 heeft hij zijn studie Econometrie afgerond in Tilburg.

GERRIT STEMERDINK (Sectie Statistische Programmatuur) is sinds 1994 actief als vrijwilliger bij het *Permanent Office* van het *International Statistical Institute (ISI)* te Voorburg. Hij verricht daar diverse

taken op redactioneel en organisatorisch gebied. Voordien was hij werkzaam in adviserende functies op het gebied van statistiek en software bij het Nijmeegs Instituut voor Onderwijsresearch (NIVOR), het rekencentrum van de Universiteit Wageningen en het Nederlands Studiecentrum Criminaliteit en Rechtshandhaving (NSCR) te Leiden. Ook was hij chef van de Sector Technische Ondersteuning bij het Centrum voor Wiskunde en Informatica te Amsterdam.

FRED STEUTEL deed in 1956 kandidaats en in 1961 doctoraal en promoveerde in 1971 (bij Runnenburg) op een onderwerp uit de theoretische kansrekening. Hij werkte van 1956 tot 1964 op het Mathe-matisch Centrum (nu CWI). Van 1964 tot 1973 was hij (hoofd)medewerker in Twente (toen THT nu UT), en van 1973 tot 1996 lector/hoogleraar aan de TU Eindhoven (eerst THE). Hij was twaalf jaar lang redacteur van de opgavenrubriek van *Statistica Neerlandica* en een jaar plaatsvervangend hoofdredacteur van dit blad. Zijn wiskundige interesse betreft kansrekening (met als specialiteit: oneindig deelbare verdelingen) en klassieke analyse. Hij is nu vier jaar met pensioen.

Wij als redactie willen ons inzetten voor een prettig leesbare en nuttige STATOR. Uw reacties zijn nog steeds zeer welkom.

Dick den Hertog (hoofdredacteur)



# Met wiskunde meer grip op veiligheid

Statistiek en operations research (OR) zijn voor het waterbeheer onmisbare instrumenten. Het belang van zowel statistiek als OR is na de watersnoodramp van 1953 in een stroomversnelling geraakt. In dit artikel wordt u meegenomen in deze stroomversnelling en eindigt u bij de nieuwste ontwikkelingen van 'risico en veiligheid', uiteraard op het droge. Het moge dan duidelijk zijn dat de omwentelingen van het waterbeheer samen met statistiek en OR de motor vormen van 'Risico en Veiligheid' in het waterbeheer.

## INGRID LAMMERS

Nederlanders zijn meesters in water. Een bittere noodzaak. Zonder dijken en duinen zou meer dan de helft van ons land regelmatig onder water lopen. De stijgende zeespiegel, de dalende bodem en de grotere waterafvoer via de rivieren zorgen ervoor dat we altijd alert en inventief moeten zijn; het water keren, voordat het ons tot aan de lippen is gestegen. Civieltechnische hoogstandjes en een toenemende kennis van het gedrag van water

zijn hierbij essentieel. Daarnaast moet voortdurend de vinger aan de pols worden gehouden over welke risico's acceptabel zijn en welke niet.

HKV Lijn in Water - een onafhankelijk bureau voor advies en onderzoek op het gebied van water en waterbeheer - draagt sinds vijf jaar bij aan de ontwikkeling en toepassing van kennis, niet alleen in de traditionele werkvelden van rivierkunde en het operationele waterbeheer, maar ook in de

informatietechnologie en de statistiek en operations research. De afdeling Risico en Veiligheid van HKV - waar ook statistiek en OR onder valt - voert studies uit naar de veiligheid van waterkeringen en de risico's van overstromingen. Daarnaast vallen beheer en onderhoud van waterkeringen, schade-modellering en onzekerheids- en nauwkeurighedsanalyses onder haar verantwoordelijkheid. Rijkswaterstaat is hierbij de grootste opdrachtgever omdat de problemen vaak een nationaal karakter hebben. Voor de regionale problemen zijn de opdrachten afkomstig van de Waterschappen. In samenwerking met de afdeling Operationeel Waterbeheer worden regelmatig zogenoemde veiligheidsstudies uitgevoerd. Hoe vaak mag binnen een bepaald gebied wateroverlast optreden? Welke maatregelen horen hierbij? In hoeverre is deze wateroverlast verzekeraar (in opdracht van het Verbond van Verzekeraars)? Wat is de economisch optimale norm?

### **Watersnoodramp 1953**

Op 1 februari 1953 werd het zuidwesten van Nederland en een klein deel van België en Engeland getroffen door een zware stormvloed. Ons meesterschap bleek onvoldoende. Er vielen ruim 1.800

Kruiningen, 1953.



slachtoffers, meer dan 150.000 hectares werden overstroomd, ongeveer 9.000 gebouwen werden weggevaagd en 38.000 gehavend, en er waren 67 dijkdoorbraken en honderden kilometers beschadigde dijk. De totale economische schade was anderhalf tot twee miljard gulden.

Na de ramp is direct de Deltacommissie ingesteld. Hun opdracht was met een plan te komen om een vergelijkbare ramp of erger in de toekomst te voorkomen. De commissie stelde voor om vier van de zes zeearmen in Zeeland af te sluiten en langs de overige twee de dijken te verhogen. De havens van Antwerpen en Rotterdam moesten immers bereikbaar blijven voor de scheepvaart.

De vraag rees met hoeveel meter de dijken verhoogd moesten worden. De commissie vond dat een veiligheidsbenadering bij voorkeur gebaseerd zou moeten zijn op overstromingsrisico's. Daarbij worden kansen en gevolgen van overstromingen in samenhang beschouwd. Omdat de kennis toen ontbrak om hieraan volledig invulling te geven, is besloten de dijken zo te ontwerpen dat ze een bepaalde waterstand veilig moeten kunnen keren. Veilig betekent dat het water en de golven niet over de dijk slaan en dat de dijk voldoende sterk en toegankelijk blijft bij het optreden van het ontwerppeil. Daarom wordt in het ontwerp niet alleen rekening gehouden met de waterstand, maar worden ook veiligheidsmarges gehanteerd, zoals een minimale waakhogte van 50 centimeter.

De vraag blijft dan natuurlijk welke waterstand (bij welke overschrijdskans) nog veilig gekeerd moet kunnen worden. Om deze vraag te beantwoorden heeft de Deltacommissie de volgende benadering gevolgd met Centraal Holland als uitgangspunt. Allereerst is onderzocht of de in 1953 opgetreden waterstanden nog overschreden zouden kunnen worden. De conclusie was dat er geen reden is om uit te sluiten dat in Hoek van Holland een waterstand van NAP +5,00 meter (of hoger) op zou kunnen treden, waar het water in 1953 een hoogte van NAP +3,85 bereikte. Een

waterstand van NAP +5 meter heeft een overschrijdingskans van 1/10.000 per jaar (ofwel 1 procent per eeuw).

Daarnaast is nagegaan hoe de kosten van een grotere veiligheid zich verhouden tot de economische baten van een betere beveiliging. Ofwel de kosten van dijkverhoging zijn vergeleken met de schade die voorkomen wordt als deze dijkverhoging wordt uitgevoerd. Op grond van de te beschermen belangen in de jaren vijftig kwam men voor Centraal Holland tot een economisch optimale bescherming, waarbij Centraal Holland gemiddeld eens in de 125.000 jaar zou overstromen. Deze benadering kon nog niet worden toegepast, maar vindt pas rond het jaar 2000 haar uitwerking in de vorm van de zogenaamde overstromingskansbenadering.

### David van Dantzig

Voor de bepaling van de economisch optimale bescherming heeft prof. dr. David van Dantzig (1900-1959) - de eerste leermeester van de wiskundige statistiek in Nederland - een belangrijke rol gespeeld. In zijn bijdrage aan het Deltarapport met de titel *Het economische beslissingsprobleem inzake de beveiliging van Nederland tegen stormvloed* gebruikt hij methoden die een toepassing zijn van een wiskundig-economische theorie die vooral in de Verenigde Staten is ontwikkeld. Zij wordt *decision theory* genoemd en was nieuw voor het waterbeheer. Tot dan toe werd deze theorie alleen nog gebruikt voor militaire en industriële toepassingen. Een revolutionaire oplossing dus, die door HKV in haar projecten nog steeds toegepast wordt.

### Overschrijdingskansen

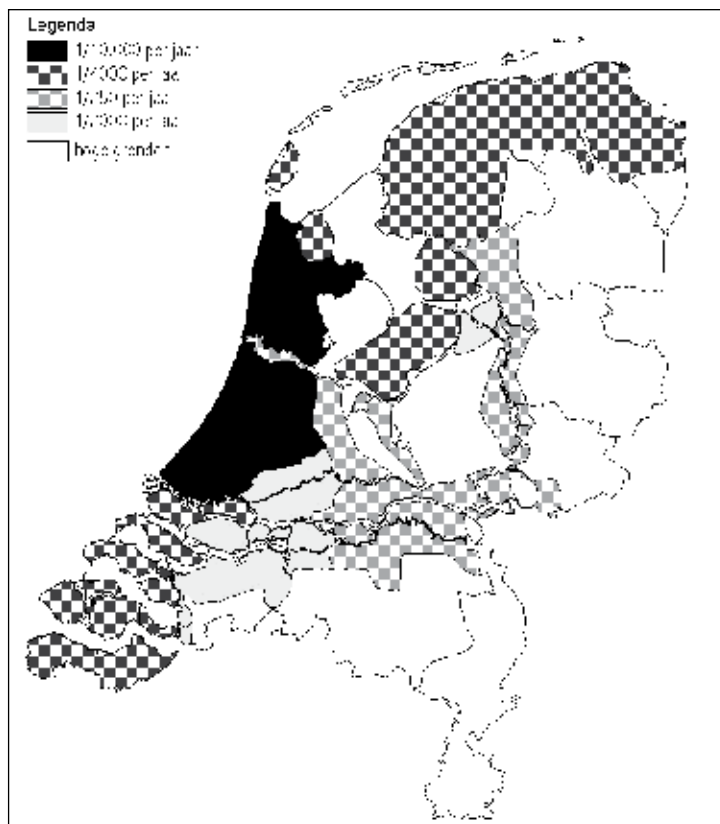
Omdat de Deltacommissie haar veiligheidsbenadering zoveel mogelijk op overstromingsrisico wilde baseren heeft zij voorgesteld om Centraal Holland met de meeste inwoners en het hoogste geïnvesteerd vermogen het hoogste beschermings-

niveau te geven: 1/10.000 jaar. Voor de andere kustgebieden van Nederland werden grotere overschrijdingskansen acceptabel geacht, omdat de economische waarde kleiner was. Voor Zeeland en Groningen-Friesland zijn overschrijdingskansen van 1/4.000 jaar toegestaan. Dit betekent dat de dijken daar 2-4 decimeter lager konden zijn dan in Centraal Holland.

In de Wet op de Waterkering zijn de overschrijdingskansen voor de verschillende gebieden in Nederland aangegeven (zie figuur). Dezelfde wet verplicht de beheerders eveneens hun primaire waterkeringen iedere vijf jaar te toetsen op veiligheid. HKV heeft meegewerkt aan de ontwikkeling en implementatie van diverse probabilistische modellen voor deze toetsing.

### Overstromingskans

Om een veiligheidsbenadering op basis van overstromingsrisico's volledig te implementeren moet



Veiligheid per dijkringgebied.



De IJssel bij Deventer, 1993.

kennis aanwezig zijn over de kans op overstroming en de gevolgen ervan. Om de overstromingskans van een gebied te bepalen moet voldoende inzicht zijn verkregen in de fysische mechanismes die het falen van een dijk tot gevolg hebben. Voorbeelden van faalmechanismes zijn het overlopen van de dijk, golfoverslag over de dijk, afschuiving van het talud, erosie van de dijkbekleding of ondermijning van de dijk door water (onderloopsheid). Daarnaast moeten alle dijken, duinen en kunstwerken die het gebied beschermen in samenhang worden bekeken. In 1990 was de kennis omtrent de verschillende faalmechanismes van een dijk zover dat de Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen (TAW, een adviesorgaan van de minister van Verkeer en Waterstaat) is gestart met het onderzoeksprogramma 'Overstromingsrisico: een studie naar kansen en gevolgen'.

De methode om overstromingskansen te berekenen onderscheidt zich van de huidige benadering met overschrijdingskansen op drie punten. Ten eerste de overgang van dijkvak naar dijkkring. Hieraan ligt het idee 'de keten is zo sterk als de zwakste schakel' ten grondslag. De dijkkring is een keten van dijkvakken, kunstwerken, duinen en eventueel hoge gronden die één gebied om-sluiten. Als één schakel uit de dijkkring faalt of bezwijkt, overstroomt het hele gebied. Ten tweede wordt er nu op gelijkwaardige wijze rekening gehouden met de verschillende faalmechanismen van een dijkkring en van de statistische afhankelijkheden tussen de dijkvakken. Voorheen had overslag de overhand. En ten slotte wordt rekening gehouden met onzekerheden in de berekening van overstromingskansen. Hierbij gaat het om onzekerheden van de fysische modellen en het gebrek aan meetgegevens die de onnauwkeurigheid van de overstromingskans vergroten. Op elk van deze drie punten levert HKV haar bijdrage, maar met name de studie naar onzekerheden en het verkleinen ervan is één van haar speerpunten.

### **Onzekerheden**

Er zijn ruwweg twee typen onzekerheid te onderscheiden: inherente onzekerheid en epistemologische onzekerheid.

- Inherente onzekerheid representeert stochasticiteit of variabiliteit van de natuur in de tijd (onvoorspelbaarheid van de waterstanden) of in de ruimte (fluctuatie in de kruinhoogte van de dijk). Het is niet mogelijk om inherente onzekerheid volledig te reduceren. Wel kan inherente onzekerheid in de vorm van kansverdelingen worden gemodelleerd (zoals de kansverdeling van de waterstanden op een bepaalde locatie), zodat hiermee rekening kan worden gehouden.
- Epistemologische onzekerheid representeert het gebrek aan kennis over een fysisch systeem. De twee belangrijkste typen van epistemologische onzekerheid zijn statistische onzekerheid (ten ge-



volge van onvoldoende waarnemingen) en model-onzekerheid (ten gevolge van onvoldoende kennis). Statistische onzekerheid ontstaat als er voor het schatten van (de parameters van) een kansverdeling te weinig gegevens beschikbaar zijn. Model-onzekerheid is een gevolg van onvoldoende kennis van de fysische modellen (bijvoorbeeld het berekenen van de golfhoogte).

HKV verricht in samenwerking met Rijkswaterstaat veel onderzoek naar het representeren en eventueel reduceren van de epistemologische onzekerheid. Hierin vindt de Bayesiaanse statistiek voor het representeren van statistische onzekerheid een uitgebreide toepassing. Daarnaast wordt ook regelmatig gebruik gemaakt van expertmeningen.

### **Overstromingsrisico**

De stap van overstromingskans naar -risico wordt gemaakt door eveneens rekening te houden met de gevolgen van overstroming. Het gaat dan om schade en slachtoffers. Dit is onderdeel van de tweede fase van het onderzoeksprogramma van de TAW, waarvan HKV een belangrijk deelonderzoek uitvoert. De TAW hoopt op deze wijze handen en voeten te geven aan een veiligheidsbenadering op basis van risico. Dan wordt het mogelijk om de kosten van maatregelen zoals dijkverhoging af te wegen tegen de baten (niet opgetreden schade en slachtoffers). Ook kunnen verschillende maatregelen op die manier met elkaar worden vergeleken. Daarmee hoopt de TAW voldoende technische ondersteuning te geven aan de minister om een gefundeerde beslissing te nemen over het veiligheidsbeleid.

### **Hoge Kwaliteit in Veiligheid**

Naast de ontwikkeling en toepassing van kennis voor de veiligheidsproblematiek op landelijke schaal, brengt HKV haar expertise ook in op regionale schaal. Voor de Commissie Waterbeheer 21e eeuw (ingesteld na de wateroverlast van 1993, 1995



De Waal bij Nijmegen, 1998.

en 1998) hebben de afdelingen Risico en Veiligheid en Operationeel Waterbeheer gezamenlijk een methodiek ontwikkeld om mogelijke wateroverlast door extreme neerslag in regionale watersystemen inzichtelijk te maken. Waterschappen kunnen met deze methode onderzoeken welke schade kan ontstaan, welke maatregelen genomen kunnen worden om overlast te voorkomen en welke eisen (normen) aan het watersysteem moeten worden gesteld. De Commissie adviseert alle waterschappen deze systematiek in de komende twee jaar toe te passen.

Waterbeheer houdt niet alleen civieltechnische ingenieurs bezig, maar ook specialisten in de informatietechnologie, wiskundigen en statistici. Binnen het adviesbureau HKV Lijn in Water vindt deze samenwerking plaats en levert daarmee Hoge Kwaliteit in Veiligheid.



*INGRID LAMMERS <Ingrid.Lammers@hkv.nl> is werkzaam bij HKV LIJN IN WATER als adviseur watermanagement en -organisatie. Haar expertise is met name modelontwikkeling, statistische methoden en veiligheid- en risicoanalyse. <www.hkv.nl>*



## **‘Een statisticus moet ook wel eens geluk hebben’**

**Interview met prof. dr. Jan Hemelrijk**

**HAN OUD EN GERARD ALBERTS**

Jan Hemelrijk (1918), leerling en eerste promovendus van David van Dantzig (1900-1959), heeft samen met Van Dantzig aan de wieg gestaan van de toegepaste mathematische statistiek in Nederland. Was hij in de eerste jaren na de Tweede Wereldoorlog de man achter Van Dantzig, later is hij gedurende lange tijd gezichtsbepalend geweest voor de Nederlandse statistiekbeoefening. In de VVS was hij de verenigingsman bij uitstek, in het bijzonder als redacteur van *Statistica*. Op het Mathematisch Centrum en daarbuiten gaf hij leiding aan de statistische consultatie. In zijn colleges, vanaf 1952 in Delft en vanaf 1960 aan de Universiteit van Amsterdam, leidde hij grote aantallen studenten op. Als docent en als adviseur bracht hij velen met de statistische aanpak in aanraking. In 1984 ging hij met emeritaat.

Voor STATOR stelden wij professor Jan Hemelrijk vragen over de beginperiode in de Nederlandse statistiekbeoefening en over zijn relatie met Van Dantzig en ontdekten dat hij over wiskundig modelleren eigenlijk nog steeds niet uitgedacht is. Hemelrijk gaat ook in op zijn achtergrond, de rol die hij heeft gespeeld in het kader van het Deltaproject bij het bepalen van een wetenschappelijk verantwoorde dijkhoogte, zijn bijdrage aan het wetenschapsgebied van de statistiek en zijn opvatting over de maatschappelijke verantwoordelijkheid van de wetenschap.

*Wat is uw achtergrond en hoe bent u tot de statistiek gekomen?*

Ik kom uit een familie die telkens bijzonder te lijden heeft gehad van de jodenvervolging. Er is de afgelopen eeuwen geen generatie overgeslagen. Mijn overgrootmoeder is met haar zoontje gevlucht voor pogroms in Polen en naar Nederland gekomen. Haar zoontje, mijn grootvader, is vermoord door de Duitsers. Mijn vader heeft in het concentratiekamp gezeten<sup>1</sup>. En ik heb illegaal werk gedaan.

Mijn vader groeide op in een arm koopmansgezin. Hij speelde het klaar om naast zijn baan als onderwijzer in twee jaar tijd het doctoraal oude talen te halen - waarschijnlijk wel met de hakken over de sloot, maar niettemin een enorme prestatie. Daarna is hij leraar oude talen in Utrecht geworden en vervolgens benoemd tot rector van het gymnasium in Alkmaar, waar hij heeft gewerkt tot hij door de Duitsers werd ontslagen. Ik ben opgegroeid in Bergen en heb bij mijn vader op het gymnasium in Alkmaar gezeten; dat had zijn voor en zijn tegen. Mijn vader voedde zijn kinderen vrij op. We mochten eigenlijk alles. We speelden altijd buiten; ik heb tot mijn zestiende nooit een boek gelezen. Ze lieten ons maar scharrelen. Op school moesten we het ook maar zien te redden. Als we het niet zelf konden, dan moest het maar niet, was het standpunt

van mijn vader. Ik heb gymnasium bèta gedaan, hoewel ik eigenlijk niet een speciale belangstelling in de richting van de exacte vakken had. Wiskunde ging me gewoon makkelijk af en ik had een goede didactische aanleg. Dat merkte ik, toen ik een tijdje voor een zieke leraar moest invallen op de school van mijn vader. Mijn jongere broer, die in die klas zat, zei: 'Je was veel te streng', maar ik dacht: 'Je moet eerst orde hebben en dan kan je gaan lesgeven'. In die tijd heerste het beeld dat je met wiskunde alleen leraar kon worden of directeur van een levensverzekeringsmaatschappij. Andere banen waren er niet voor een wiskundige. Toegepaste wiskunde bestond nog bijna niet op de universiteit.

Ik had goede cijfers voor wiskunde en dus ging ik in 1937 wiskunde studeren aan de Universiteit van Amsterdam. Daar kreeg ik college van Hendrik de Vries, Mannoury, Freudenthal, Heyting en Weitzenböck. Weitzenböck, daar hadden we niet veel mee op. Hij was een docent van niks en hij was al voor de oorlog een nazi. Hij had een boek geschreven over invarianten-theorie en de eerste letters van de zinnen in de inleiding vormden tezamen de tekst: *Nieder mit den Franzosen*.

Hendrik de Vries was met zijn stok en hoge hoed echt een verschijning. We waren als studenten verrukt van hem, ook al heb ik me later laten vertellen dat het allemaal niet zo geweldig was wat hij deed in de wiskunde. Ik wilde hem bedanken in het laatste college voor zijn pensioen en zeggen dat we hem zo leuk hadden gevonden, maar ik durfde niet. Dat ik die kans heb gemist, heeft me mijn leven lang gespeten.

In 1940 heb ik mijn kandidaats gedaan en daarna nog een jaar op het laboratorium van Clay aan de Plantage Muidergracht gewerkt waar ik veel nuttige dingen heb geleerd, solderen onder andere. Dat laboratorium van Clay was een broei-nest van illegaliteit. Ze vervalsten er persoonsbe-

wijzen en ik heb er andere illegalen leren kennen.

Van Dantzig heb ik pas na de oorlog ontmoet, nadat ik in september 1945 mijn studie weer had opgepakt. Tegelijkertijd werkte ik voor 20 uur per week bij de bioscoop Kriterion. Kriterion was heel leuk met allemaal oud-illegalen die daar hun brood verdienden. Nog voordat hij met zijn colleges begon in Amsterdam, zocht Van Dantzig een assistent. Ik wist niet wat statistiek was. Ik had er nog nooit van gehoord, maar dacht: 'ik solliciteer maar, het is wiskunde'. Ik weet nog dat ik tijdens het sollicitatiegesprek aan Van Dantzig voorstelde om Van Est te nemen in mijn plaats, want die was veel beter in wiskunde dan ik. Ik vermoed dat bij Van Dantzig misschien de doorslag heeft gegeven dat ik illegaal gewerkt had - dat kan hij van Clay gehoord hebben. Zo ben ik in de statistiek terecht gekomen.

*Uw leermeester Van Dantzig stond bekend als moeilijk voor zijn omgeving. Hoe was uw relatie en samenwerking met hem?*

Van Dantzig was inderdaad niet makkelijk. Hij had bijvoorbeeld een ronduit slechte verhouding met Freudenthal. Met enige overdrijving kun je zeggen dat ze elkaars bloed wel konden drinken. Waarom weet ik niet. Freudenthal waardeerden wij als studenten zeer. Toen ons vlak na de oorlog ter ore kwam dat hij zou vertrekken, heb ik met medestudenten een petitie ingediend bij de wethouder in een poging hem als lector in Amsterdam te houden, maar dat is me niet gelukt. L.E.J. Brouwer, die ondanks zijn tijdelijke schorsing als gevolg van zijn nazi-sympathieën tijdens de oorlog, grote invloed behield in de wiskunde, heeft dat dunkt me tegengehouden.

Van Dantzig was heel fel in discussies. Ik kan me levendig herinneren hoe hij L.J. Savage, vooraanstaand pleitbezorger van de Bayesiaanse opvatting van statistiek, die te gast was op het Mathematisch Centrum (MC), zo in de hoek dreef, dat die kwaad wegliep. Met R. Fisher zal hij ook

wel eens een aanvaring hebben gehad<sup>2</sup>.

Persoonlijk kon ik goed met hem opschieten. Het was wel een harde baas, veeleisend maar ook veeleisend voor zichzelf. Hij is nog geen zestig geworden, hij heeft zichzelf helemaal verstoekt. Hij vroeg me ook wel eens dingen die onredelijk waren. Dat kon me niet schelen. Ik was volgzzaam in die tijd en energiek. Ik had de hele oorlog werk gedaan dat moest gebeuren en dat in zekere zin ook onredelijk was.

Na mijn afstuderen in 1947 kreeg ik onmiddellijk een volledige baan bij het MC dat mede door Van Dantzig was opgericht, en ben ik direct de statistische consultatie ingerold. Daar kwamen allerlei mensen die wisten dat van Dantzig de grote man was op theoretisch statistisch gebied in Nederland. Van Dantzig had wel het sterke besef van het maatschappelijk belang van consultatie. Maar zelf was hij voor dat werk eigenlijk te veel een theoreticus en te onpraktisch ook. Daar had hij mij voor nodig. Medici kwamen er bijvoorbeeld, die ons na een jaar de bijnaam gaven van 'Kerkhof van de medische onderzoeken'. We wisten nog niet veel in die tijd maar genoeg om die medici te helpen - al was dat dus soms van de wal in de sloot - en als we nog geen geschikte methode tot onze beschikking hadden, werkten we keihard om zelf iets te ontwikkelen.

In die tijd achtervolgde Van Dantzig me steeds met: 'En hoe staat het nu met je proefschrift?', ook toen ik nog niets had. Dat is heel pijnlijk voor een pas afgestudeerd persoon. Hij vond dat ik snel moest promoveren. Toen ik het eenmaal bij elkaar had, heb ik het proefschrift in een week geschreven - loeihard gewerkt en bijna niet geslapen. Toen ik het aan Van Dantzig wilde laten lezen, had hij geen tijd en reageerde niet. Daar werd ik doodzenuwachtig van. Hij had er steeds op aangedrongen, omdat hij een jaar naar Amerika zou gaan; ik moest gepromoveerd zijn om zijn colleges over te kunnen nemen. Ik ben toen naar Schouten gegaan, leermeester van Van Dantzig in diens

J. Hemelrijk (rechts) en J. Sittig presenteren de resultaten van een statistisch onderzoek naar een universeel maatsysteem voor de confectie-industrie, 1961. Foto Archief CWI.



Delftse tijd en toen voorzitter van het curatorium van het MC en waarnemend directeur. Bij Schouten ben ik in huilen uitgebarsten. Nou huil ik niet zo gauw, maar ik was volkomen over mijn toeren. Schouten wist precies hoe Van Dantzig aangepakt moest worden. Hij adviseerde mij Van Dantzig te zeggen dat wij het proefschrift maar even moesten laten rusten. Die raad heb ik opgevolgd. Ik zei: 'Professor, ik zal het in het Engels vertalen, terwijl u in Amerika bent'. De volgende dag had ik het van hem terug: 'Laat maar drukken.'

*De verbreding van het statistisch gedachtegoed via statistische consultatie heeft centraal gestaan in uw leven. Welk voorbeeld ligt u na aan het hart?*

De belangrijkste consultatie is wel het Deltaproject geweest rond 1960. Want daar hebben wij - en daar heb ik zelf een belangrijke rol in gespeeld - een halve meter extra op de dijken gekregen. De gegevens voor het basispeil in IJmuiden hebben wij statistisch verwerkt en daar kwam uit dat het 5 meter moest worden op basis van een kans op overschrijding van eens in de 10.000 jaar. Eigenlijk was het 5,10 meter, maar die 10 centimeter hebben we maar als een footje voor de Deltacommissie beschouwd.

Met die Deltacommissie kwam het tot een

confrontatie in een eindvergadering. Daar zaten van overheidswege van die deftige figuren met walrussnorren in, die zich afvroegen waar 'al die jongelui' zich eigenlijk mee bemoeiden: het was toch hun taak om te beslissen hoe hoog die dijken moesten worden. Onder voorzitterschap van Thijsse, die niet mis was, is daar het richtpeil van 5 meter aanvaard en dat is ongetwijfeld mijn grootste consultatiesucces geweest.

Nu blijkt achteraf, onder meer door de stijging van de zeespiegel, dat het geen halve maar een hele meter had moeten zijn, maar dat konden we toen nog niet vaststellen. Met die halve meter hebben we niettemin de volgende dijkverhoging zo'n 30 tot 40 jaar opgeschoven. Dat onderzoek was volkomen verantwoord uitgevoerd met betrouwbaarheidsbanden en al, zij het dat we natuurlijk wel ver hebben moeten extrapoleren. Tien jaar later, toen er nieuwe statistische technieken waren, heeft het MC het onderzoek overgedaan op basis van in hoofdzaak dezelfde gegevens. Toen kwam het veel lager uit. De betrouwbaarheidsband was toen veel breder, zodat onze vroegere extrapolatie daar helemaal binnen lag. Die geavanceerde methode bleek dus het nadeel te hebben, dat hij veel onzekerder was in zijn extrapolatie dan die eenvoudige van ons. Hadden wij die methode in de jaren vijftig gehad, dan

waren wij ook lager uitgekomen. Het is achteraf een zegen voor ons land dat wij ons hebben moeten behelpen met die primitieve methode. Nou ja, zoals Van Ettinger al zei in *Statistica* over een van zijn eerste statistische onderzoeken: 'Een statisticus moet ook wel eens geluk hebben'.

Het Deltarapport is trouwens een aardige illustratie van het verschil in benadering tussen Van Dantzig en mij. Samen met Kriens heeft hij geprobeerd om ook de economische afweging rond de dijkhoogte wiskundig te doorgronden. Daar kom je nooit uit. Je hebt het over overstromingen. Dan stuit je al meteen op de vraag naar de waarde van een mensenleven. Daar kan je toch nooit een wetenschappelijke grondslag aan geven. Van Dantzig heeft echt geprobeerd om de waarde van een mensenleven acceptabel in een economisch model op te nemen. Hij kwam ten slotte op een dijkhoogte die, geloof ik, een paar meter hoger lag dan die van ons. Dat heeft natuurlijk nooit iemand serieus genomen. Als je een andere waarde voor een mensenleven invulde, dan ging de dijkhoogte omhoog of omlaag. De opzet was erg idealistisch, maar te ambitieus en onpraktisch. Zo was hij. Niettemin is hij een enorme stimulans geweest voor de statistiek. Na 10 jaar waren bijna alle hoogleraren in de statistiek afkomstig van het MC en dus leerlingen van hem.



J. Hemelrijk bij zijn 25-jarig jubileum in dienst van het Mathematisch Centrum, 1973. Foto collectie J. Hemelrijk.

*Hoe ziet u uw eigen bijdrage aan het wetenschapsgebied van de statistiek?*

Dan moet ik beginnen met het dictaat van Van Dantzig, de bekende in folio-formaat gestencilde *Kadercursus statistiek*. Hij schreef het op en vervolgens moest er een heleboel in veranderd worden en dat deed ik. Ik was toen zijn assistent, ik tikte het en het werd afgedrukt op het laboratorium van Clay. Die syllabus bleef maar groeien. In totaal beslaat hij acht delen. Als je dat echt kent, dan weet je een hele hoop van statistiek. En dat was de eerste literatuur voor mathematische statistiek in Nederland, want van tevoren was er niets. Het handboek van Kendall uit Engeland konden we vlak na de oorlog nog niet krijgen in Nederland.

Wij zijn ijverig in de verdelingsvrije methoden gedoken. Wanneer je dan bij een proefopzet randomiseert, is aan alle noodzakelijke veronderstellingen voldaan en dat vonden we prachtig. Ik ben zelf in 1950 ook op een verdelingsvrij onderwerp gepromoveerd. Het betrof een verfijning van de tekentoets, de meest simpele toets die er is. Ik heb een symmetrietoets ontwikkeld, een toets die tevens gebruik maakt van de afstand van de waarnemingen tot de oorsprong. Toen het proefschrift eenmaal uit was en allerlei mensen het in handen kregen, kreeg ik twee brieven, dat er al twee toetsen bestonden voor dit probleem, een van Smirnov en een van Wilcoxon. En die toetsen waren veel eenvoudiger want voor die van mij had je eigenlijk een computer nodig - die was toen nog niet algemeen beschikbaar. Mijn geluk was dat ik die toetsen niet kende, anders had ik dat proefschrift niet kunnen schrijven. Van Ettinger had weer gelijk: 'Een statisticus moet ook wel eens geluk hebben'.

De laatste twintig jaar heb ik mij, net als Van Dantzig, met de grondslagen beziggehouden, in het bijzonder met het ook al door Van Dantzig benadrukte suggestieve begrip aselect. In het begin van mijn colleges sprak ik ook over grondslagen en de

verbinding van theorie en praktijk. Knappe wiskundestudenten liepen daarbij soms weg, omdat ze vonden dat dat geen wiskunde was.

Van Dantzig en ik hechtten juist groot belang aan dat thema. Van Dantzig heeft er veel aan bijgedragen, maar is er niet helemaal uitgekomen. Ik was er bij mijn afscheid pas uit. En het is eigenlijk heel eenvoudig. Heel in het kort komt het erop neer, dat men goed moet onderscheiden tussen 'aselecte getallen' (*random numbers*) en de methode om die te verkrijgen. Het is een hardnekkig misverstand, dat die getallen zelf aselect zouden zijn. Von Mises en anderen hebben zich daar uitvoerig, maar vruchteloos, mee beziggehouden. Niet de getallen zelf zijn aselect, slechts de methode om ze te krijgen. We zouden dus niet moeten spreken van 'aselecte getallen' maar van 'aselect verkregen getallen'. Het begrip 'aselector' is de basis van het wiskundige model voor toegepaste statistiek. De kern daarvan is de volstrekte onvoorspelbaarheid van individuele uitkomsten, een negatief begrip dus, dat uiteindelijk toch tot positieve resultaten leidt. Daarbij hoort dan nog de nodige uitwerking, zoals een equivalentieprincipe voor de keuze van het wiskundig model. Maar dit voert te ver.

*Speelde de maatschappelijke verantwoordelijkheid van de wetenschapper in uw denken net zo'n belangrijke rol als bij Van Dantzig en Mannoury?*

Die maatschappelijke verantwoordelijkheid, die zei me niet zoveel. Ik zal niet ontkennen dat die verantwoordelijkheid bestaat, maar dat was niet mijn drijfveer. Ik deed mijn werk en ik vond wiskunde een leuk onderwerp. Ik moest er hard op werken. Kriterion? Het was een bof voor mij, dat ik daarbij kon, omdat ik in het verzet had gezeten en op die manier op een prettige manier als werkstudent mijn brood kon verdienen. Ja, ik heb ooit een artikel geschreven in *Propria Cures*, 'Het recht van de werkstudent', gericht tegen Heringa van de Civitas, die het werkstudentschap maar



J. Hemelrijk, 2000. Foto G. Alberts.

niets vond. Daar was ik heel kwaad over. Het werkstudentschap heeft nu weer een hoge vlucht genomen en is mijns inziens ook een zeer nuttige instelling. Maar dat is niet de reden dat je het doet. Ik werkte, omdat ik mijn brood moest verdienen. Geen maatschappelijke gerichtheid, behalve op mijn gezin en mijn brood. Ik heb nooit gedacht: 'Hè, wat ben ik lekker maatschappelijk bezig.' Die maatschappelijke bewogenheid, die kwam van Van Dantzig. Daar was ik eerlijk gezegd te lui voor.

1. J. Hemelrijk *Er is een weg naar de vrijheid. Zeven maanden concentratiekamp*. Zeist: De Haan, 1965
2. Vergelijk: D. van Dantzig, *Statistical Priesthood*. I. Savage on personal probabilities, *Statistica Neerlandica*

11 (1957), 1-16. D. van Dantzig, *Statistical Priesthood*. II. Sir Ronald on Scientific Inference, *Statistica Neerlandica* 11 (1957), 185-200.

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

# VERNIEUWEND Ontwerpen met Operations Research

Steeds vaker en met toenemend succes worden Operations Research (OR) technieken ingezet bij het ontwerp van nieuwe producten en systemen. Voor OR liggen hier grote kansen omdat zij methoden en technieken biedt die het niet alleen mogelijk maken om snel oplossingen te vinden die voldoen aan de randvoorwaarden van een gegeven functionele specificatie, maar die ook de ontwerpruimte aftasten naar nieuwe en betere oplossingen. In het uiterste geval kan dit zelfs leiden tot volledig nieuwe productconcepten. Voor OR betekent dat nieuwe mogelijkheden die vooral in Nederland, door zijn snelle ontwikkeling tot kennisland, ongekend zijn.

## EMILE AARTS

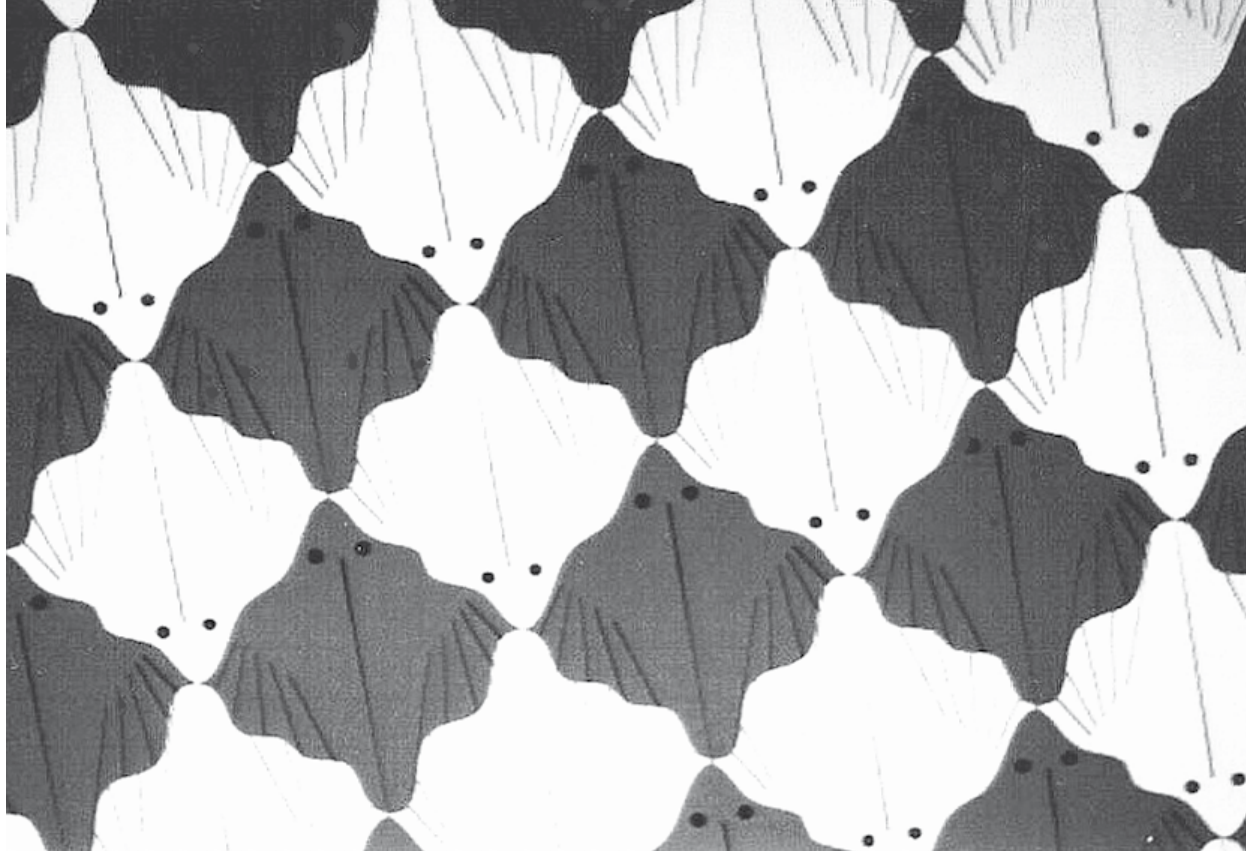
In het oktobernummer van het Britse wetenschappelijke tijdschrift *Nature* berichtten Hod Lipson en Jordan Pollack van de Brandeis University in Massachusetts dat zij een computerprogramma hadden ontwikkeld dat zelfstandig nieuwe robotvormen kon ontwikkelen. Het programma maakte gebruik van componenten die samengesteld konden worden tot robots en die door middel van kleine aanpassingen veranderd konden worden. De veranderingen werden gebruikt om te komen tot nieuwe ontwerpen. De werkzaamheid van de nieuwe ontwerpen werd vervolgens geëvalueerd en de beter functionerende ontwerpen werden bewaard ten koste van de minder goede. Via een razendsnelle selectiepro-

cedure bootste het programma de evolutie van robotvormen na en in relatief korte tijd werden zo duizenden robotgeneraties ontwikkeld. Alleen de betere ontwerpen overleefden het selectieproces waardoor uiteindelijk het beste ontwerp gevonden werd. In het geval van Lipson en Pollack resulteerde dit in kleine robots die zich als wormen voortbewogen. Voor robotdeskundigen was dit een verrassend nieuw resultaat.

### Genetische algoritmen

Het hart van de evolutieprocedure van Lipson en Pollack wordt gevormd door een genetisch algoritme. Dit type algoritme behoort tot de verzameling van niet-lineaire, globale optimaliserings-





### Genetisch gemanipuleerde Eschers

Ruim honderd jaar na zijn geboortedatum organiseerde het Stedelijk Museum van Den Haag in het voorjaar van 2000 een overzichtstentoonstelling van het werk van de Nederlandse graficus M.C. Escher. Ter gelegenheid hiervan ontwikkelde een groep onderzoekers van de universiteit Leiden onder leiding van prof. dr. Eiben een computerprogramma dat uit bestaande werken van Escher nieuwe Eschers kon genereren op basis van een genetisch algoritme. Dit programma werd tijdens de tentoonstelling gebruikt om Eschers te genereren en te tonen aan het publiek, dat de gegenereerde Eschers kon beoordelen door ze te voorzien van een kwalificatie 'geslaagd' of 'mislukt'. Voor het genereren van nieuwe Eschers maakte het programma bij voorkeur gebruik van de geslaagde Eschers en op die wijze was het mogelijk om op collectieve wijze nieuwe Eschers te ontwerpen met een hoog appreciatieniveau. De resultaten waren verbluffend.

technieken en is gebaseerd op een analogie met de biologische evolutietheorie. Deze is verwoord in het vermoeden van Darwin dat stelt dat de sterkere soorten in de natuur zijn ontstaan door natuurlijke selectie op basis van *survival of the fittest*. In een genetisch algoritme wordt een populatie van oplossingen bijgehouden. Door middel van mutatie- en recombinatieoperatoren kunnen nieuwe oplossingen geproduceerd worden. Door de nieuwe met de bestaande oplossingen te vergelijken aan de hand van een kwantitatief criterium, bijvoorbeeld een doelfunctie, kan een verdeling gemaakt worden tussen goede en slechte oplossingen. De goede oplossingen worden in de populatie gehandhaafd, terwijl de slechte verwor-

pen worden. Op deze manier neemt het niveau van de populatie gestaag toe, hetgeen uiteindelijk kan leiden tot het vinden van zeer goede of zelfs optimale oplossingen.

De geestelijke vader van genetische algoritmen is John Holland, die de techniek in de jaren zeventig van de vorige eeuw introduceerde als effectieve aanpak voor het vinden van extreme punten van niet-lineaire functies onder willekeurige randvoorwaarden. De techniek is inmiddels uitgegroeid tot een volwassen OR aanpak waarmee in bepaalde gevallen zeer goede resultaten zijn behaald. Voor graafkleuring bijvoorbeeld lijken genetische algoritmen op dit moment de beste benaderingstechniek.

### **Industriële ontwerptimalisering.**

In de industrie worden optimaliseringstechnieken op grote schaal toegepast om nieuwe verbeterde producten te ontwerpen. Voorbeelden van Nederlandse bodem zijn het ontwerp van beeldbuizen, geïntegreerde schakelingen, batterijen en kunststoffen.

Ook complexe samengestelde systemen kunnen op deze manier substantieel verbeterd worden. Een voorbeeld hiervan is het ontwerp van de verlichting van sportvelden. Hierbij wordt voor een gegeven specificatie van armaturen en gewenste lichtverdeling bepaald waar de lichtmasten moeten staan, hoe hoog ze moeten zijn, welke armaturen ze moeten dragen en hoe die moeten worden uitgericht. In een aantal situaties leverde dit verbluffende nieuwe opstellingen op. Bij het berekenen van dit soort industriële ontwerpen bedient men zich niet van genetische algoritmen maar van een combinatie van simulatie en lineaire of kwadratische programmeringstechnieken. In sommige gevallen ontwikkelt men expliciete modellen van de ontwerpen in een meerdimensionale parameter ruimte. De 'optimale' ontwerpen worden dan bepaald door extreme punten te zoeken van de doelfunctie die geassocieerd is met het expliciete model. Deze aanpak, die conceptueel gezien relatief eenvoudig is, wordt mogelijk gemaakt door een combinatie van factoren. Vooral de zeer geavanceerde optimaliseringstechnieken en hun implementatie alsmede de extreme rekenkracht van hedendaagse computers zijn belangrijke factoren.

### **Uitdagingen.**

Ontwerptimalisering staat echter nog in de kinderschoenen. Objectief gezien zijn de beschikbare optimaliseringstechnieken nog steeds te zwak om globale optima te vinden. Ook de technieken voor het opstellen van expliciete modellen op basis van simulatieomgevingen kunnen op een aantal punten wezenlijk verbeterd worden.

Hierbij vormt het gebruik van statistische technieken om zinvolle instellingen te bepalen voor de gebruikte simulatoren een veelbelovend uitgangspunt. Om snel te komen tot de juiste formulering van het ontwerpprobleem is het van belang te kunnen beschikken over wiskundige ontwerpomgevingen die het mogelijk maken een ontwerpsspecificatie exact te formuleren in termen van wiskundige modellen waarvoor oplostechnieken beschikbaar zijn. Een interessant voorbeeld van zo'n wiskundig ontwerp gereedschap van Nederlandse bodem is het softwarepakket AIMMS.

### **Ontwerp OR in Nederland kennisland.**

Nederland ontwikkelt zich in snel tempo tot kennisland en dit creëert voor OR ondernemers ongekende kansen. Kennis op het gebied van optimaliseringstechnieken is zeer specifiek en hoogwaardig. Datzelfde kan gezegd worden van veel producten omdat ze zeer geavanceerd en technologisch gezien hoogwaardig zijn. De combinatie van optimaliseringskennis en specifieke productkennis opent een waaier van niche markten waar OR experts zich met succes in kunnen nestelen als zij in staat zijn ontwerp ondersteunings gereedschappen te leveren die de productontwerpers in staat stellen vernieuwende producten af te leveren. Voor de OR gemeenschap is dat een zeer positieve ontwikkeling niet alleen omdat zij daardoor een interessante maatschappelijke bijdrage kan leveren, maar ook omdat de brede industriële toepassing zonder twijfel aanleiding zal geven tot de formulering van nieuwe wetenschappelijke uitdagingen.

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

# GISSEN IS MISSEN

RONALD DOES

De markt voor statistici is uitstekend. Honderden goed opgeleide statistici (zie ook mijn bijdrage in *STATOR 2 over Black Belts*) zijn actief in het bedrijfsleven. Zij komen in hun praktijk weinig standaardtoepassingen van statistische methoden en technieken tegen. Veelal dient maatwerk geleverd te worden. In deze en de komende twee bijdragen zal ik ingaan op onderzoeksonderwerpen die van belang zijn voor het uitbreiden van de bestaande theorieën. De inspiratie voor dit soort onderzoek wordt verkregen door actief te participeren in projecten.

## **Meetsystemen.**

Het eerste onderwerp dat besproken wordt, is het evalueren van meetsystemen. Meten is een uiterst krachtig hulpmiddel om emotie om te zetten in feiten. In kwantitatieve kwaliteitsprogramma's zoals *Statistische Procesbeheersing* en *Zes Sigma* is het evalueren van meetsystemen één van de vereisten. Bij metingen is het van groot belang te weten in hoeverre de waarnemingen zijn te vertrouwen. In de praktijk onderscheiden we twee componenten: de systematische fout en de toevallige fout. In bedrijven is de kalibratieafdeling in het algemeen verantwoordelijk voor het elimi-

neren van de systematische afwijking. De toevallige fout kent meerdere ingrediënten zoals herhaalbaarheid en reproduceerbaarheid. Voor continue (niet destructieve) metingen wordt veelal een klein experiment uitgevoerd. Dit experiment heeft tot doel om te achterhalen welke variatie toegevoegd wordt door de meetprocedure. Het standaard experiment gaat uit van een tiental verschillende producten die door verschillende operators, volgens een proefschematische meerder keren gemeten worden. We zijn dan in staat de onnauwkeurigheid van de meting te bepalen. Een uitsplitsing kan gemaakt worden van de meetspreiding ten gevolge van het meetinstrument zelf (de 'herhaalbaarheid') en de meetspreiding ten gevolge van de meetprocedure zelf (de 'reproduceerbaarheid'). In het boek *Statistische Procesbeheersing in Bedrijf* (Does, Roes en Trip 1996) is deze standaardsituatie beschreven. De statistische analyse wordt gebaseerd op een variantieanalyse. De randvoorwaarden zijn een additief model met onafhankelijke en normaal verdeelde effecten van de producten, operatorsinteracties en herhaalbaarheid.

## **Complexe metingen.**

In de praktijk komen veel situaties voor die niet voldoen aan dit model. Albert Trip beschrijft in zijn proefschrift (Trip 2000) een situatie waarbij een meting door slechts een paar operators kan worden gedaan (vanwege de complexiteit). Hij ontwikkelde een alternatieve methode voor het schatten van de meetspreiding, die bovendien uitstekende eigenschappen heeft, mits het aantal operators tot vijf beperkt blijft. Dit onderzoek deed hij in samenwerking met Edwin van den Heuvel. Van den Heuvel beschrijft in een recent artikel (Van den Heuvel 2000) de evaluatie van meetsy-

stemmen met discrete waarnemingen (bijvoorbeeld aantal krassen op een deur) en samengestelde metingen (bijvoorbeeld metingen die een functie zijn van afzonderlijke metingen zoals een verhouding van een bepaalde stof ten opzichte van een andere stof in een chemisch bad).

### Attributieve metingen.

Een geheel andere soort meting is het beoordelen van een kenmerk zoals smaak. Om de mate van overeenstemming tussen twee beoordelaars bij zo'n attributieve meting vast te stellen, wordt binnen de sociale wetenschappen veelvuldig gebruik gemaakt van Cohens kappa. De industriële statistiek heeft de maat inmiddels ook ontdekt.

Beschouw de meest eenvoudige situatie waar een aantal producten door twee operators beoordeeld worden, en de producten ingedeeld worden in twee nominale categorieën: goedkeur of afkeur. Elke beoordeling heeft dan vier mogelijke uitslagen: 1. beide operators keuren het goed; 2. beide operators keuren het product af; 3. operator 1 keurt het product goed, operator 2 keurt het product af; 4. operator 1 keurt het product af, operator 2 keurt het product goed. De meetnauwkeurigheid is goed als producten consequent door de beide operators op gelijke wijze worden beoordeeld, dat wil zeggen goed-goed of slecht-slecht.

### Kappa-index.

Voor een beoordeling van een meetprocedure voor attributieve metingen lijkt het daarom zinvol om de fractie gelijken te bestuderen ( $P_O$ ). Echter, voor een beoordeling van de meetnauwkeurigheid van de meting is  $P_O$  niet voldoende. Deze fractie zouden we moeten vergelijken met de fractie gelijken als de producten willekeurig met bepaalde kans in één van de vier mogelijke uitslagen geplaatst wordt. Dit is vergelijkbaar met de 'gokkans' die vaak in mindering gebracht wordt bij multiple-choice examens. De verwachte fractie gelijken noteren we met  $P_E$ . Wanneer  $P_O$  -

$P_E$  groot is, is er meer overeenkomst in de beoordelingen dan op grond van het toeval verwacht mag worden. Deze grootte willen we graag standaardiseren aan een perfect meetsysteem waarvoor geldt:  $P_O - P_E$  is gelijk aan  $1 - P_E$ . De resulterende grootte heet de *Kappa index*:

$$\text{Kappa index} = \frac{P_O - P_E}{1 - P_E}$$

De kappa index wordt gebruikt om het meetsysteem te beoordelen. Om de Kappa index te bepalen dienen operators een aantal producten herhaald te beoordelen. De richtlijnen voor het opzetten en uitvoeren van het meetexperiment zijn ruwweg hetzelfde als de richtlijnen voor het standaard meetnauwkeurigheidsexperiment. Onderzoek naar de statistische eigenschappen van grootheden zoals kappa kent een lange traditie in de sociale wetenschappen. Binnen Nederland zijn R. Popping in 1983 en H.J.A. Schouten in 1985 op dit onderwerp gepromoveerd. Bij de Universiteit van Amsterdam is begin 2000 een promotieonderzoek gestart om deze theorie toe te passen en om na te gaan hoe het bedrijfsleven er zijn voordeel mee kan doen.

### LITERATUUR

Does, R.J.M.M., Roes, K.C.B. & Trip, A. (1996), *Statistische procesbeheersing in bedrijf*. Deventer: Kluwer.

Popping, R. (1983), *Overeenstemmingsmaten voor nominale data*. Academisch proefschrift. Rijksuniversiteit Groningen.

Schouten, H.J.A. (1985), *Statistical measurement of interobserver agreement*. Academisch proefschrift. Erasmus Universiteit Rotterdam.

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

Van den Heuvel, E.R. (2000), Gage R&R studies for nonstandard situations. In *Proceedings of the 54th Annual Quality Congress of the American Society for Quality* (pp. 317-328). Wisconsin, Milwaukee.

Ronald J.M.M. Does, hoogleraar Industriële Statistiek en directeur van IBIS UvA BV, Universiteit van Amsterdam, E-mail: rjmmdoes@science.uva.nl



## Jeugd op de gezonde tour

Jongens moeten meer in huishouden doen

Gemiddelde leerling wil brood en spelen

Brugklassers vinden gymnastiek het leukst

# DE NATIONALE DOORSNEE

Een greep uit de koppen die in de kranten stonden op 11 oktober. De aanleiding was het groot-schalige landelijke statistiekproject **De Nationale Doorsnee**. Aan dit project voor leerlingen van klas 1 en 2 van het voortgezet onderwijs hebben ruim 50.000 leerlingen deelgenomen. (Zie ook *STATOR* 1 en 2 van dit jaar en [www.nationaledoorsnee.nl](http://www.nationaledoorsnee.nl))

Spelenderwijs hebben de leerlingen een statistisch onderzoek uitgevoerd. Zij vulden op de computer een enquêteformulier in met vragen over zichzelf. Klassikaal gingen zij in debat om uiteindelijk te komen tot 'de gemiddelde leerling van Nederland'. Met het doen van een juiste 'voorspelling' konden ze een schoolreis naar Duinrell winnen.

Alle verzamelde gegevens zijn via e-mail verstuurd naar het CBS. Het CBS heeft de gegevens van meer dan 50.000 leerlingen afkomstig uit 2302 klassen van 242 scholen verwerkt en geanalyseerd. De uitkomsten - zie de twee tabellen - werden op 10 oktober door Karin Adelmund, staatssecretaris

van onderwijs, bekend gemaakt. Dagbladen, televisie en radio deden hiervan verslag. De twee hoofddoelstellingen van **De Nationale Doorsnee** zijn daarmee ruimschoots gehaald: (1) statistiek op een speelse wijze onder de aandacht brengen van scholieren, en (2) het brede publiek kennis laten maken met statistiek.

**De Nationale Doorsnee** is een initiatief van de Nederlandse Vereniging van Wiskundeleraren ter gelegenheid van haar 75 jarig jubileum. Opzet was te tonen dat statistiek interessante gegevens oplevert en daardoor het beeld van statistiek als *knowledge science* te benadrukken. Het feit dat zoveel instituten en organisaties hun medewerking en bijdragen hebben geleverd, maken dat **De Nationale Doorsnee** een uniek project is en wellicht vraagt om een vervolg.

*Philip van Schaik, projectleider van De Nationale Doorsnee <PvanSchaik@fi.uu.nl>.*

### De gemiddelde leerling - klas 1

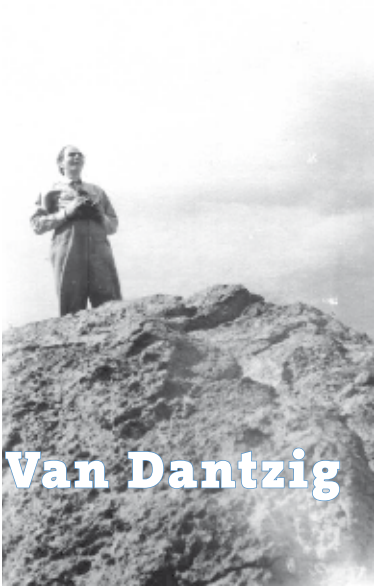
	Jongens	Meisjes
Lengte	161 cm	161 cm
Ontbijt	Brood	Brood
Sport	5,1 uur	3,6 uur
TV	14,2 uur	12,2 uur
Computer	8,7 uur	3,3 uur
Vak	Lich. opvoed	Lich. opvoed
Zakgeld	fl 9,70	fl 8,50
Werk	fl 7,80	fl 3,40
Artiest	Andere artiest	Andere artiest

### De gemiddelde leerling - klas 2

	Jongens	Meisjes
Lengte	168 cm	165 cm
Ontbijt	Brood	Brood
Sport	5,5 uur	3,6 uur
TV	16,9 uur	14,2 uur
Computer	9,5 uur	4,1 uur
Vak	Lich. opvoed	Lich. opvoed
Zakgeld	fl 15,80	fl 11,60
Werk	fl 24,40	fl 12,10
Artiest	Andere artiest	Andere artiest

David van Dantzig.

## Van Dantzig



## en de hedendaagse maatschappelijke functie van het wiskundig modelleren

GERARD ALBERTS

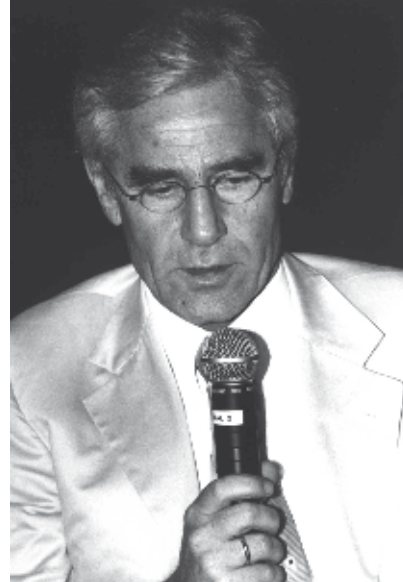
Op 22 september 2000, een dag voor de honderdste geboortedag van David van Dantzig (1900-1959), vond in de aula van de Universiteit van Amsterdam het symposium *Uitbeelden in Wiskunde - georganiseerd door GMFW, landelijk werkcontact Geschiedenis en Maatschappelijke Functie van de Wiskunde - plaats*. De biografie kunt u inmiddels lezen; een wetenschappelijke stamboom kunt u natrekken en in de conferentiebundel vindt u de voordrachten van de dag. Zie hiervoor ook de referenties aan het einde van dit artikel. Dit artikel bevat een kort verslag van deze dag.

David van Dantzig was degene die het wiskundig modelleren als procedure formuleerde en daarmee de dienstbaarheid van het wiskundig denken in een nieuwe vorm onder woorden bracht. Hij dacht zelf indertijd reeds na over de maatschappelijke implicaties hiervan, onder meer in zijn Amsterdamse oratie uit 1948 *Blaise Pascal en de betekenis der wiskundige denkwijze voor de studie van de menselijke samenleving* en in verschillende bijdragen aan *Statistica*, zoals 'De verantwoordelijkheden van de statisticus' in 1954. Het was dan ook geen toeval dat het symposium werd afgesloten met een forum over de hedendaagse maatschappelijke functie van het wiskundig denken. Nu het wiskundig modelleren zich verbreid heeft en volstrekt vanzelfsprekend is geworden, heeft het wiskundig denken een diepgaande invloed op onze cultuur. Vanzelfsprekend bete-



Dirk van Delft.

kent niet probleemloos. Kunnen we echter nog wel nadenken over de invloed van de wiskunde nu die zo vanzelfsprekend is geworden? In het forum, voorgezeten door wetenschapsjournalist Dirk van Delft, lieten vier deskundigen die allemaal iets hebben met



Vanaf links: Willem van Zwet (foto Judith Schlüte), Kees Vendrik (foto Judith Schlüte), Peter de Ridder en Alexander Rinnooy Kan.

modelleren er hun licht over schijnen.

WILLEM VAN ZWET, de eerste winnaar van de Van Dantzigprijs van de VVS, heeft altijd moeite gehad zich in te leven in de moeilijkheden die anderen hebben met het onderscheid tussen model en werkelijkheid. Hij zelf kreeg immers het onderscheid en het belang ervan met de paplepel ingegeven in de colleges van Van Dantzig zelf. Nu er juist in de tijd van Van Zwets afscheid als hoogleraar vorig jaar zo'n tumult ontstond rond de politieke rol van het RIVM en de betrouwbaarheid van de modellen van dit instituut, heeft hij zich woordvoerder gemaakt van het streven naar zorgvuldige formulering van modelaannames. Hij beziet de politieke rol van modellen wel met enige scepsis, al te vaak dienen modellen ter legitimatie van eenmaal ingenomen standpunten.

PETER DE RIDDER was uitgenodigd omdat hij als directeur van het Centraal Planbureau in de jaren 1980, in de tijd dat de econometrische modelbouw minstens evenzeer onder vuur lag als de milieuverkenningen nu, de courage opracht waaraan het de huidige RIVM-directie zo schromelijk ontbreekt. In plaats van spreekverboden op te leggen of medewerkers af te vallen trad De Ridder indertijd de media en de politiek tegemoet

met de waarschuwing niet zo'n absoluut gezag toe te kennen aan de modellen.

ALEXANDER RINNOOY KAN, ook ontvanger van de Van Dantzigprijs, is het wel eens met alle voorbehouden, maar vindt dat de wiskundigen de waarde van hun inbreng toch niet geheel weg moeten relativeren. *'The future of Operations Research is bright'*, stelde hij ooit tegenover Ackoff's sombere *'The future of Operations Research is past'*.

KEES VENDRIK, Tweede-Kamerlid voor GroenLinks, staat ook aan de optimistische kant. Hij was juist degene die zijn partij over de drempel hielp naar het gebruik van economische modellen toe. De kritiek dat veel groene denkbeelden zich niet in de CPB-modellen laten weergeven, ja dat het bij menig voorstel überhaupt niet om de economische opbrengst gaat, is wel terecht, maar Vendrik vond dat zijn partij zich niet langer buiten de orde kon plaatsen. Na een eerste, beperkte exercitie voor het verkiezingsprogramma van 1994, bleek hem voor het volgende programma dat de medewerkers van het CPB veel gevoeliger waren voor de alternatieve ideeën van zijn partij dan hij had durven denken. Vendrik gaf Rinnooy Kan grif toe dat er een wisselwerking ontstond. Sommige voorstellen waren zo geformuleerd dat ze bij doorrekenen een gunstige uitkomst zouden

genereren, andere voorstellen inspireerden het CPB tot nieuwe creativiteit. Daar is in zijn ogen niets mis mee. Een model is nu eenmaal uit-



David van Dantzig.

komst van onderhandelingen.

Over de relative-ring en nuance bij het vertrouwen op wiskundige modellen kwamen de forumleden tot consensus. Onder aanvoering van Rinnooy Kan schaarden zij zich ook achter het

positieve actiepunt het licht niet onder de korenmaat te steken. Als actieve intellectuelen moeten wiskundigen ook tonen wat ze aan het publiek debat kunnen bijdragen. Rinnooy Kan had bijvoorbeeld node een interventie van een speltheoreticus gemist bij de discussie over de teleurstellende UMTS-veilingen. Dit actiepunt, geheel in de geest van Van Dantzig, riep zoveel instemming op dat we zeker kunnen zijn er meer van te horen.

#### LITERATUUR

Dantzig, D. van. (1948). *Blaise Pascal en de betekenis der wiskundige denkwijze voor de studie van de menselijke samenleving*. Oratie UvA 4 oktober 1948. Groningen: Noordhoff, 1949

Dantzig, D. van. (1948). Over de maatschappelijke functie van zuivere en toegepaste wetenschappen. In *Symposium over 'De Functie van de Wetenschap' in de Sociëteit voor Culturele Samenwerking te 's Gravenhage 1947*. ( pp. 20-40). Den Haag:

Dantzig, D. van. (1954). De verantwoordelijkheden van de statisticus. *Statistica* 7, 199-208.

Eeden, C. van (2000). *The Scientific Family Tree of David van Dantzig*. Amsterdam: CWI.

Alberts, G. & Blauwendraat, H. (red.). *Uitbeelden in wiskunde. Proceedings van het symposium Van Dantzig 2000 gehouden op 22 september 2000*, Amsterdam: CWI.

Alberts, G. (2000). *Twee geesten van de wiskunde. Biografie van David van Dantzig*. Amsterdam: CWI.

# Een eigen re

Dit jaar hoopt de VVS een groot aantal biostatistici officieel te registreren. Reden voor een vraaggesprek met dr. Kit Roes, de voorzitter van de Commissie Registratie Biostatistici (CRB).

## WIES AKKERMANS

*Wat is het idee achter de registratie?*

Biostatisticus is een beroep om trots op te zijn. Maar voor de buitenwacht is het niet altijd duidelijk wat we doen. We willen daarom een meer formele erkenning voor het beroep biostatisticus. Er zijn meerdere redenen waarom dit belangrijk is. Biostatistici doen over het algemeen maatschappelijk belangrijk werk. Denk aan conclusies over medisch handelen, werkzaamheid en veiligheid van nieuwe geneesmiddelen, de ontwikkelingen in Nederland met betrekking tot het milieu. Deze conclusies stoelen voor een belangrijk deel op adequate verzameling, modellering en statistische analyse van gegevens, dat wil zeggen op biostatistiek. Voor potentiële klanten of opdrachtgevers in deze velden kan de registratie de functie vervullen van een kwaliteitsgarantie: het is een geruststellende gedachte dat de biostatisticus die ze in huis halen, formeel erkend is. Dat garandeert, om het zo maar eens te zeggen, dat die geen onzin zal uithalen. Het registreren heeft dus duidelijk voordelen voor de klant. De registratie is ook van belang voor de individuele



# gister voor biostatistici

biostatisticus. Die kan zich daarmee onderscheiden van concurrenten van bijvoorbeeld buiten het vakgebied. Ik ben ervan overtuigd dat als we met deze registratie goed aan de weg timmeren, ook het aanzien van het beroep zal toenemen.

*Deze voordelen lijken te gelden voor alle toegepaste statistici. Waarom is de registratie dan alleen voor biostatistici?*

Oorspronkelijk ging de discussie inderdaad over certificering voor de hele statistische professie. Certificering bleek echter niet binnen alle secties van de VVS even sterk te leven. Binnen de BMS [de biometrische sectie, red.], en eigenlijk alleen daar, is de behoefte aan registratie groot. In verband met de Europese regelgeving (*Good Clinical Practice Guidelines 1991*) kunnen we hier zelfs spreken van een noodzaak tot registratie; bij (klinisch) medisch onderzoek moet volgens deze richtlijnen van de EU een 'gekwalificeerd biostatisticus' betrokken zijn. Aangezien er in Nederland geen opleiding biostatistiek bestaat, hebben we de certificering nu zelf ter hand genomen.

*Wie kunnen zich laten registreren?*

Iedereen die voldoet aan de criteria. Deze zijn te vinden op <http://www.cpro.wageningen-ur.nl/cbw/bms-aned/>. In hoofdlijnen komen ze neer op het volgende: statisticus VVS of een academische opleiding met een flinke portie statistiek; en daarbij 5 jaar relevante ervaring in de biostatistiek, waarvan 2 jaar als zelfstandig verantwoordelijk statisticus. Voor deze ervaring vragen we een aanbeveling van twee zelf geregistreerde referenten.

*Zijn die eisen niet erg streng?*

We hebben geprobeerd de criteria zo te stellen, dat ze inderdaad de kwaliteitsfunctie kunnen vervullen en dan in de vorm van een minimum kwaliteitseis. Maar het is zeker niet onze bedoeling om grote groepen buiten te sluiten en alleen de 'top' te registreren, wat dat ook zou mogen zijn. Door het ontbreken van een opleiding biostatistiek hebben de mensen in ons vakgebied een heel diverse achtergrond. Maar met de juiste ervaring zijn dat vaak heel goede biostatistici geworden. Dat erkennen we uitdrukkelijk, en mede daarom hebben we juist ook de ervarings-eis opgenomen.

*Is er geen overlap met de registratie als epidemioloog?*

Wij zijn toch geen epidemiologen, wij zijn biostatistici! Maar even serieus: deze vraag hoor ik vaker, en dat vind ik jammer. Biostatistici zouden hun vak eens wat serieuzer moeten nemen. Een beroepsgroep die zichzelf respecteert zegt toch niet: 'De bureaus hebben al een registratie, dus wij kunnen wel zonder?' Biostatistiek en epidemiologie is niet hetzelfde, denk aan de landbouw en de farmacie. En bovendien: mensen die op beide terreinen werkzaam zijn kunnen zich gewoon twee keer laten registreren, dat is geen enkel probleem.

*De CRB kan ook leden berispen.*

Ja. Als iemand zich onfatsoenlijk gedraagt (in statistisch opzicht natuurlijk), dan kunnen we een waarschuwing geven, of een berisping. In ernstige gevallen kunnen we de registratie zelfs weer intrekken. Maar juist vanwege onze toelatingsei-

sen verwachten we dat dat niet snel zal gebeuren. We gaan ook heus niet zelf als speurhonden op zoek naar onbehoorlijk gedrag.

#### *Wat is onbehoorlijk gedrag?*

Er zijn denk ik drie soorten situaties waarin een waarschuwing of berisping gepast is. Ten eerste onbekwaamheid; als een statisticus herhaaldelijk tot foute conclusies komt door het toepassen van foute methoden. Dat is natuurlijk ernstiger naar mate de conclusies meer *impact* hebben. Ten tweede - en dit ligt misschien minder voor de hand - gebrek aan onafhankelijkheid. Hiervan is bijvoorbeeld sprake als een statisticus zijn uiterste best doet om voor de opdrachtgever toch maar vooral een resultaat B te voorschijn te toveren, terwijl eigenlijk alles wijst in de richting van een resultaat A. Ten derde: gedrag dat niet in overeenstemming is met de in de gemeenschap geldende normen en waarden. Bijvoorbeeld het doorspelen van vertrouwelijke informatie aan derden.

#### *Om je te kunnen laten registreren moet je twee referenties hebben van geregistreerde biostatistici. Waar komt de eerste lading geregistreerde biostatistici vandaan?*

Alle leden van de commissie CRB hebben een lijst gemaakt met namen van kandidaten, waarvoor zij zelf als referent zouden kunnen optreden. Degenen die op twee of meer lijstjes voorkwamen, zijn benaderd met de vraag of zij voor registratie in aanmerking wilden komen. Het gebruikte principe voor deze eerste lichting is dat tenminste twee van de commissieleden als referent zijn opgetreden. Er is zo inmiddels een eerste lichting van een kleine zestig biostatistici geregistreerd. Ook de leden van de commissie zijn zo geregistreerd.

#### *Hoe is de commissie ontstaan?*

De discussie omtrent certificering speelde al 10 jaar geleden, als onderdeel van een actieplan om de VVS en haar leden meer op de kaart te zetten.

Omdat niet alle secties ervoor voelden, en andere acties prioriteit kregen, heeft het daarna weer een tijdlang stilgelegen. In 1995 heeft Roel van Strik op het jubileumcongres van de VVS de discussie nieuw leven ingeblazen. Daarna is binnen de BMS een werkgroep onder aanvoering van Theo Stijnen (hoogleraar biostatistiek in Rotterdam en voorzitter van de BMS) reglementen gaan voorbereiden en opstellen. In deze groep zaten verder Hans van Houwelingen (hoogleraar in Leiden), Kit Roes (afdelingshoofd van Wageningen UR Centrum voor Biometrie) en Stefan Driessen (afdelingshoofd van Biometrics, Solvay Duphar). In 1999 was de voorbereiding zo ver dat de VVS officieel de Commissie Registratie Biostatistici kon instellen, waarin de leden van de voorbereidingscommissie zitting kregen. Zij zijn voor zes jaar benoemd.

#### *En hoe gaat het nu verder?*

Nu de eerste lichting geregistreerd is, verwachten we dat velen zullen volgen. Voor het einde van dit jaar zal een tweede grote groep zich hebben aangemeld. We gaan bekendheid geven aan de procedure, zowel intern als ook extern in relevante andere beroepsgroepen. Het belangrijkste is dat de registratie status moet krijgen naar de buitenwereld, naar mensen met wie we samenwerken. Ziekenhuizen en onderzoeksinstellingen moeten in personeelsadvertenties naar zo'n registratie gaan vragen. En de beste manier om dat voor elkaar te krijgen is te laten zien dat biostatistici zelf de registratie op waarde schatten en eraan hechten geregistreerd te zijn.

Voor meer informatie zie de site van de VVS <<http://www.vvs-or.nl>> onder biometrische sectie of rechtstreeks <<http://www.cpro.wageningen-ur.nl/cbw/bms-aned/>>. Het aanvraagformulier vindt u onder de 'Registratie' knop.

Wies Akkermans is verbonden aan het Centrum voor Biometrie van Plant Research International in Wageningen, <[l.m.w.akkermans@plant.wag-ur.nl](mailto:l.m.w.akkermans@plant.wag-ur.nl)>.

# 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>>.

## STATISTISCHE DAG 2001 9 april in Utrecht

**Noteert u deze dag alvast in uw agenda!**

De Statistische Dag 2001 zal een attractief programma voor alle beoefenaars van Statistiek en/of Operations Research bieden. Een aantal hoofdsprekers houdt overzichtsvoordrachten over recente ontwikkelingen op hun vakgebied. Verder worden de scriptieprijsen uitgereikt, vindt er de jaarvergadering plaats en zal er uitgebreid gelegenheid voor gesprekken met collega's zijn.

Datum en tijd 9 april 2001, 9.00 - 17.00 uur

Plaats Jaarbeurs te Utrecht, zaal 215.

Details over het programma worden t.z.t. op de webpagina van de VVS gegeven. Voor meer informatie: <[herold.dehling@ruhr-uni-bochum.de](mailto:herold.dehling@ruhr-uni-bochum.de)>

## 26th conference on the mathematics of operations research and seminar on e-commerce & operations research

16-18 januari 2001

De conferentie, georganiseerd door Landelijk Netwerk Mathematische Besliskunde (LNMB) en de NGB (Nederlands Genootschap Besliskunde), vindt plaats in De Blije Werelt in Lunteren. Zie voor het programma en inschrijving de website <<http://www.math.leidenuniv.nl/~lnmb>> of stuur een e-mail naar <[lnmb@math.leidenuniv.nl](mailto:lnmb@math.leidenuniv.nl)> of neem contact op met Lodewijk Kallenberg, 071 - 5277130 ([kallenberg@math.leidenuniv.nl](mailto:kallenberg@math.leidenuniv.nl)).

9 - 11 juli 2001

## Grootste Europese OR conferentie in Rotterdam

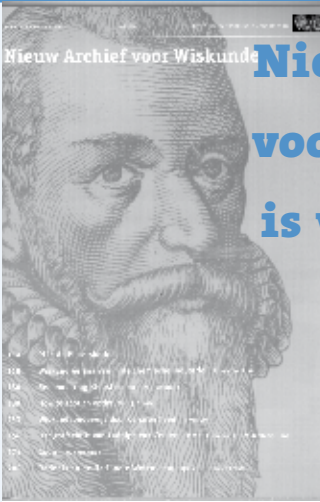
De Erasmus Universiteit Rotterdam zal tussen 9 en 11 juli 2001 de thuisbasis zijn voor EURO 2001, de grootste OR conferentie binnen Europa. Gerekend wordt op circa 800 deelnemers. U heeft dan de mogelijkheid om in eigen land vrienden en collegae uit de internationale OR wereld te ontmoeten. Het is zeker dat het organisatiecomité - bestaande uit Luk Van Wassenhove, Jo van Nunen, Rommert Dekker, Gerrit Timmer, Laurence Wolsey, Dominique de Werra e.a. - garant staat voor een programma met een gebalanceerde mix tussen theorie en praktijk.

Binnen het professionele programma wordt ruim aandacht besteed aan nieuwe ontwikkelingen op gebied van de theorie. Daarnaast komen de nieuwe ontwikkelingen op gebied van logistiek, telecommunicatie en E-commerce uitgebreid aan bod. Nieuw op deze EURO conferentie is de groot aantal bedrijfsbezoeken, waarbij OR specialisten lezingen geven over innovatieve OR toepassingen binnen hun bedrijf. Aansluitend op EURO 2001 vindt er op 12 juli een seminar over Financieel Risico Management plaats. Voor dit seminar zijn de organisatoren (Gerrit-Jan Förch, Ton Vorst, Jaap Spronk) erin geslaagd om een aantal sprekers van wereldfaam uit te nodigen. Echter, het aantal deelnemers is beperkt. Snel inschrijven dus!

Voor informatie en inschrijving als deelnemer/spreker op EURO2001 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. *See you in Rotterdam! Marc Salomon*

Nieuw Archief voor Wiskunde

## Nieuw Archief voor Wiskunde is vernieuwd !



Het Wiskundig Genootschap heeft haar wetenschappelijk tijdschrift *Nieuw Archief voor Wiskunde* omgevormd tot een vakblad voor de Nederlandse wiskunde dat de nadruk legt op de actualiteit. Het is bedoeld voor een breed publiek, voor academici en practici, voor docenten en onderzoekers, voor beroepswiskundigen en amateurs. Het blad verschijnt vier keer per jaar.

Voor meer informatie <naw@math.leidenuniv.nl>.

## Tell Your Boss About OR

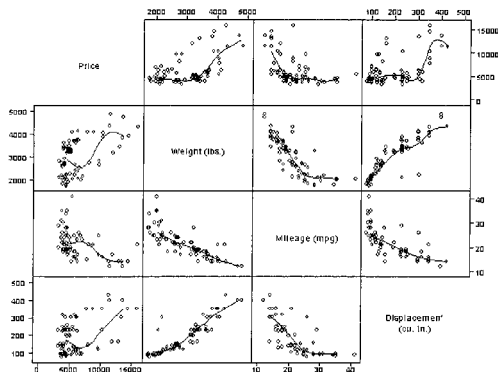
Het juni-nummer van *OR/MS Today* is een special voor beslissers om duidelijk te maken wat operations research voor hen kan betekenen, *What can operations research do for a company?* Voor informatie hierover zie <www.informs.org/Executives>.

Het juli-nummer van *OR/MS Today* bevat voorbeelden van toepassingen van OR in het bedrijfsleven. In het augustnummer veel aandacht voor transport met o.m. de *2000 edition of the Vehicle Routing Software Survey*. In het oktobernummer o.m. de *2000 edition of the Decision Analysis Software Survey*.

Zie ook <www.lionhrtpub.com/orms.shtml>



**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  
URL: 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, survivalanalyse (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.

Als technicus ervaart u het steeds meer; statistische methoden zijn onmisbaar voor het goed uitvoeren van uw job! EUFORCE biedt u de mogelijkheid uw kennis en kunde op het gebied van industriële statistiek te vergroten met de opleiding:

# Master of Industrial Statistics and Quality Engineering

Een meesterlijke opleiding van EUFORCE

De opleiding is op academisch niveau, breed van opzet en modulair opgebouwd. Bij succesvolle afronding van de totale opleiding komt u in het bezit van een Mastertitel.

Ook als deelopleiding te volgen:

- Quality Engineering
- Risk Management
- Quality Assurance

Tevens mogelijkheid tot inschrijving voor deelname aan losse modules. Instapmogelijkheden gedurende het gehele jaar.

In de eerste helft van 2001 worden de volgende modules aangeboden:

Reliability Engineering, 7, 14 en 21 februari

Human Factors, 14, 21 en 28 maart

Multivariate Methoden, 16, 23, 30 maart en 6 april

Gegeneraliseerde lineaire modellen, 11 en 18 mei, 1 en 8 juni

Taguchi-methoden, 23, 30 mei en 6 juni

Statistische Procesbeheersing, 15, 22 en 29 juni

Uitgebreide informatie is aan te vragen bij:

EUFORCE, Technische Universiteit Eindhoven

Tel. 040 247 89 99, Fax 040 247 89 90, E-mail: [info@euforce.tue.nl](mailto:info@euforce.tue.nl)

**euforce**

eindhoven university forum for continuing education

EUFORCE, de organisatie van de TU/e voor post-hoger onderwijs

# ORTEC

*Consultants bv*

Sinds 1981 toonaangevend op het gebied van de kwantitatief onderbouwde efficiency verbetering en strategische beleidsvorming.

Actief op het gebied van:

Human Resource Management

Transport & Distributie

Asset Liability Management

Management Consultancy

Financial Engineering

Productieplanning

Luchtvaart

Vastgoed Management

Performance Meting

Voor meer informatie kunt u contact opnemen met:

ORTEC Consultants bv

Postbus 490

2800 AL Gouda.

Tel. 0182-540 500

Fax 0182- 540 540

E-mail [info@ortec.nl](mailto:info@ortec.nl)

[www.ortec.nl](http://www.ortec.nl)

# PROBABLY THE BEST STATISTICS PACKAGE CURRENTLY ON THE MARKET!

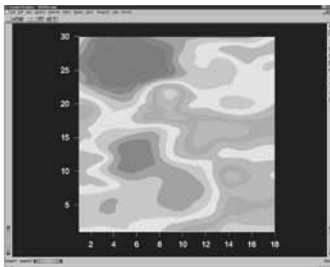
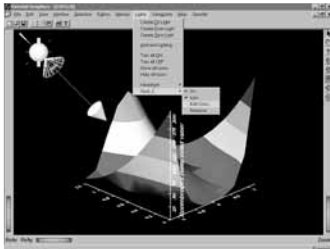
6.25	46	44
6.25	40	42
6.25	44	45
7.5	42	47
7.5	42	47

Identifier block

FACTOR [modi  
9 READ N: free

Identifier  
block

NEW  
5TH EDITION  
AVAILABLE  
SOON



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

GenStat's reputation for the quality and accuracy of its statistical functionality is unparalleled.

GenStat is developed at Rothamsted Experimental Station where many of the standard statistical techniques still in use were first discovered, and it has served the needs of the statistical community worldwide for over 30 years!

The package is developed by statisticians who understand the real needs of users and have first hand experience of dealing with challenges in the 'real world'.

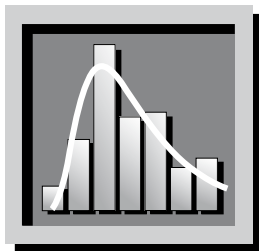
GenStat has the broadest range of statistical tools, all available in the standard package with no additional modules to install and pay for.

With its own, powerful and flexible high-level language, GenStat allows you to extend and customise its functionality virtually without limits. (Should you prefer to work with the user-friendly and familiar Windows® menu structure without writing a single line of 'code' that is, of course, also possible.)

If you have not tried GenStat recently this would be a good time to take another look! GenStat has been completely revised based on major market research and user feedback initiatives. In fact, in a recent series of focus group studies the respondents (consisting of professional users of statistical software from a variety of sectors) ranked GenStat as the best package currently on the market! Contact us to find out why...

**For more information please contact:**

Cosinus Computing BV, Postbus 52, 5600 AB Eindhoven  
tel +31 40 233 35 99 fax +31 40 233 35 88  
e-mail: [info@cosinus.nl](mailto:info@cosinus.nl) <http://www.cosinus.nl>



# GenStat®

## With GenStat you know you can!

# CANdiensten is op zoek naar een

## S-PLUS Consultant M/V

Per direkt zoeken wij een consultant voor ons kantoor in Amsterdam.

De werkzaamheden:

- Contacten onderhouden met klanten
- Bezoeken van congressen en beurzen
- Verzorgen van algemene en toegepaste presentaties
- Verzorgen van inleidende PC cursussen
- Technische support (pre- en post sales)

De ideale kandidaat:

- Universitaire opleiding; statistiek/ wiskunde/econometrie
- Bekend met (wiskundige/statistische) software is een pré
- Goede communicatieve vaardigheden
- bereidheid tot reizen (ook internationaal)

Wij hebben te bieden:

- Afwisselend en interessant werk
- Goede beloning
- Flexibele werkomgeving en mogelijkheden voor ontplooiing op diverse gebieden

Sollicitanten worden verzocht om hun C.V. met begeleidende brief te sturen naar:

ir. J.P.J. Fischer

CANDiensten

Nieuwpoortkade 23-25

NL-1055 RX Amsterdam

T + 31(0)20 560 84 00

F + 31(0)20 560 84 48

[www.candiensten.nl](http://www.candiensten.nl)

E-mail [fischer@candiensten.nl](mailto:fischer@candiensten.nl)

Ook kunnen vragen betreffende deze functie via deze weg gesteld worden.

# Càn

Your Partner in Mathematics  
and Statistics

CANDiensten is een jonge, kleine, flexibele en groeiende dienstverlenende organisatie in Amsterdam. O.a. wordt de distributie in de Benelux verzorgd voor de (wiskundige/ statistische) software producten S-PLUS, Mathematica en Maple. Betreffende deze pakketten worden ook cursussen verzorgd en consultancy geleverd. Onze klanten zijn werkzaam in diverse vakgebieden waar wiskunde en statistiek belangrijk is. Dit is zowel bij Universiteiten en Onderzoeksinstituten maar ook in de industrie (bijv. Banken en Pharmaceutische bedrijven). Naar schatting zijn er in de Benelux ongeveer 20.000 gebruikers van onze software producten.