

STAtOR

periodiek van de VVS jaargang 2 nummer 3 oktober 2001

Publish or perish

Wanneer is een model goed?

High frequency data

Kwantitatieve methoden in levens- en aardwetenschappen

Lean & clean. Maak het Europees distributienetwerk E-fficiënt

Efficiënter strategisch beleggingsbeleid door optiegebruik

Operations Research: virtuele wetenschap

STATOR

Jaargang 2, nummer 3, oktober 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 Schuld, Gerrit Stermerdink (eindredacteur), Fred Steutel.

Bestuur van de VVS

Prof. dr. G.T. Timmer (voorzitter) <gtimmer@ortec.nl>, prof. dr. S. J. Koopman <s.j.koopman@econ.vu.nl>, dr. A. Mooijaart (penningmeester) <mooijaart@rulfsw.leidenuniv.nl>, prof. dr. H.G. Dehling (voorzitter commissie opleidingen en examens) <dehling@math.rug.nl>, dr. J.H.L. Oud (voorzitter 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 december 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 Publish or perish. **Dick den Hertog**

5 Wanneer is een model goed?
Harm Houweling en Michiel J.W. Jansen

8 High frequency data. **Laura Spierdijk**

12 Kwantitatieve methoden in levens- en
aardwetenschappen. **Kit Roes**

14 Agenda.

15 Lean & clean. Maak het Europees distribu-
tie-netwerk E-fficiënt. **Jalal Ashayeri, Bas
van Eekelen en Ruud Vossebeld**

22 Efficiënter strategisch beleggingsbeleid
door optiegebruik. **Huub van Capelleveen
en Janwillem Engel**

27 Operations Research: virtuele wetenschap.
Ger Koole

29 Agenda (vervolg).

Publish or perish



Succesvolle toepassingen van de operations research en statistiek dringen slechts moeizaam door tot de vakwereld. Hoe zou dat komen?

Een reden hiervoor is dat binnen het bedrijfsleven slechts beperkte of geen tijd beschikbaar is om over dergelijke toepassingen te publiceren. Zelf heb ik gemerkt dat geheimhouding ook een belangrijke rol kan spelen. Vaak stelt een bedrijf het niet op prijs wanneer over een bepaalde succesvolle toepassing gepubliceerd wordt. Men wil niet dat anderen een kijkje in de keuken kunnen nemen. Ook wil men de voorsprong op de concurrenten, bereikt door de statistiek- of operations research-toepassing, niet zomaar prijsgeven. Soms mag er wel over worden bericht, maar moeten de data zo veranderd worden dat de beschreven toepassing niet meer realistisch is. Verder is het niet eenvoudig om artikelen over nieuwe toepassingen van statistiek en OR gepubliceerd te krijgen. Er zijn niet veel tijdschriften die dergelijke artikelen accepteren. Probleem is veelal het ontbreken van adequate beoordelingscriteria betreffende de wetenschappelijke waarde.

In deze leemte ziet STATOR een rol voor zichzelf weggelegd. STATOR wil aandacht schenken aan die verrassende en nieuwe toepassingen. Zo kunnen we zichtbaar maken welke belangrijke bijdragen ons vakgebied levert aan de maatschappij. De redactie is erg blij dat we tot nu toe vrij gemakkelijk over dergelijke kopij konden beschikken. Ook voor de eerstvolgende nummers hebben diverse

mensen al spontaan aangeboden om een stukje te schrijven over prachtige toepassingen in de praktijk. In het nummer dat voor u ligt kunt u daar al enkele voorbeelden van zien. Als u een interessante bijdrage denkt te kunnen leveren, neem dan contact op met de redactie.

De redactie hoopt dat de lezer van STATOR door dergelijke bijdragen meer zicht krijgt op het brede scala van toepassingen van ons vakgebied; dat u ideeën opdoet die interessant zijn voor uw eigen praktijk of voor uw colleges; dat u nog meer actuele voorbeelden leert kennen die u kunt gebruiken om uw familie en kennissen duidelijk te maken wat ons vakgebied inhoudt. We hebben alle redenen om trots te zijn op wat ons vakgebied te bieden heeft!

Met het vorig nummer eindigde ook de termijn van een jaar voor de columnisten Ronald Does en Emile Aarts. We willen hen heel hartelijk danken voor hun columns, waarin zij hun inzichten en visies op het vakgebied hebben verwoord. Emile Aarts is bereid gevonden om nog enkele columns te schrijven voor STATOR, hetgeen we erg waarderen. Als nieuwe columnist hebben we Sara van de Geer bereid gevonden. We zien haar pennenvruchten met belangstelling tegemoet. Vanaf het volgend nummer zullen Emile en Sara met een column present zijn.

Veel leesplezier!
Dick den Hertog (hoofredacteur)



Houtwal als verbinding in versnipperd habitat. Foto: R Snep / Alterra.

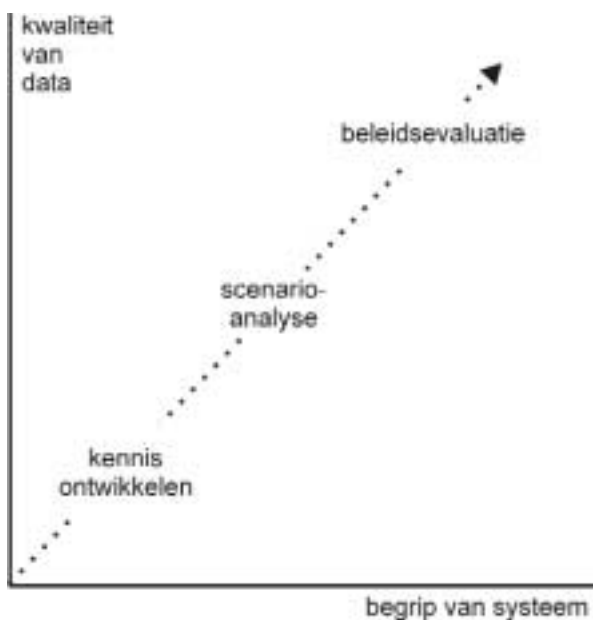
Wanneer is een model goed?

HARM HOUWELING EN MICHIEL J.W. JANSEN

Modellen en data spelen een belangrijke rol bij de studies die Wageningen UR¹ uitvoert voor het Milieuplanbureau² en het Natuurplanbureau³. De modellen gaan bijvoorbeeld over uitspoeling van stikstof- en fosforverbindingen naar grond- en oppervlaktewater; duurzaamheid van dierpopulaties in een versnipperd habitat; ontwikkelingen binnen de agrarische sector. Met zulke modellen worden veelal studies op landelijke schaal uitgevoerd. Wageningen UR laat dit jaar een audit uitvoeren om nader te onderzoeken in hoeverre haar modellen verantwoord worden gebruikt in planbureautoepassingen. De auteurs zijn lid van het audit-team. In dit stuk worden, op persoonlijke titel, enkele overwegingen bij de audit besproken.

Modellen zijn allereerst belangrijk vanwege hun traditionele rol in het onderzoek: *het verkrijgen van inzicht* in de bestudeerde systemen. Daarnaast brengen de planbureaufuncties twee andere typen vragen met zich mee waarvoor het model-instrumentarium wordt ingezet: *verkennen*, hierbij gaat het in het algemeen om het onderzoeken van de verschillen tussen de situaties die zouden ontstaan bij de uitvoering van verschillende beleidsscenario's; en *evalueren*, hierbij gaat het om het beantwoorden van de vraag of beleidsdoelstellingen gerealiseerd worden.

De bruikbaarheid van een model voor elk van de drie genoemde toepassingen is sterk afhankelijk van twee omstandigheden: de kennis van het proces dat is gemodelleerd en de beschikbaarheid van gegevens. De relatie tussen de drie genoemde gebruiksdoelen, kennis van de onderliggende processen en kwaliteit van de beschikbare data is schematisch weergegeven in Figuur 1 (vergelijk Haefner, 1996). De plaatsing van de modeltoepassing in figuur 1 is indicatief en is vooral bedoeld



Figuur 1. Toepassingsmogelijkheden van het model worden bepaald door de kwaliteit van de data en begrip van het gemodelleerde systeem.

om tot uitdrukking te brengen dat aan een model voor beleidsadvisering andere eisen gesteld moeten worden dan aan een model voor kennisontwikkeling, zowel betreffende kennis van het systeem als betreffende kwaliteit van de data.

Het modelinstrumentarium van Wageningen UR is veelal primair ontwikkeld met het doel onze omgeving te begrijpen. Daarom is de geschiktheid van het model voor het huidige gebruik een aandachtspunt van de audit.

Bij de ontwikkeling van een model is de eerste fase cruciaal. In deze fase wordt het gebruiksdoel vastgelegd en worden beslissingen genomen omtrent het systeem dat wordt gemodelleerd en de wijze waarop de modeluitkomsten zullen worden gepresenteerd. Mocht het model later worden ingezet voor een ander doel, dan moeten andere eisen worden gesteld en zullen hoogst waarschijnlijk verbeteracties nodig zijn, zowel van het model als van de data.

Voordat besloten wordt een bestaand model te gebruiken voor een nieuwe toepassing moet worden beoordeeld of er voldoende vertrouwen in het model is voor deze toepassing. Bij de audit is daarom zoveel mogelijk gekeken naar *modelstudies*, afgeronde onderzoeken waarbij het duidelijk is wat de belangrijkste uitspraken zijn en welke gegevens beschikbaar zijn.

Koppeling van modellen

Bij een modeltoepassing voor kennisontwikkeling zullen de gebruikers van de resultaten veelal onderzoekers zijn die over de benodigde kennis beschikken om de resultaten te interpreteren. Beleidsmakers zullen in veel gevallen over een ander interpretatiekader beschikken waardoor hogere eisen gesteld moeten worden aan de verklaring van de betekenis van de modeluitkomsten.

De vraagstelling in het planbureauonderzoek is in het algemeen zodanig breed dat het noodzakelijk wordt bestaande modellen, die veelal ontwikkeld zijn vanuit een beperkte vraagstelling, te combineren

in een modeltrein. Een voorbeeld van een dergelijke modeltrein is de keten SWAP-SMART/SUMO-NTM waarbij een hydrologisch model (SWAP), een bodemmodel (SMART), een vegetatiestructuurmodel (SUMO) en een model dat de natuurwaarde van een vegetatie beschrijft (NTM) zijn gecombineerd om de effecten van verschillende depositiescenario's op de natuurwaarde te analyseren. Koppeling aan landsdekkende bestanden met bodemgegevens en begroeiingstypen zijn vereist om landsdekkende beelden van de natuurwaarde te kunnen presenteren.

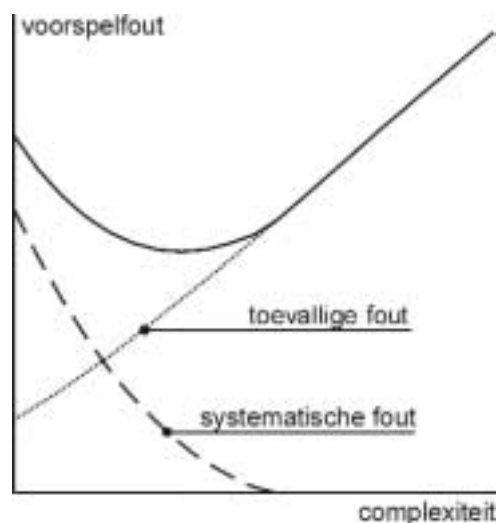
Deze ontwikkeling in de richting van complexe modellen staat op gespannen voet met een andere eis die gesteld wordt aan het modelinstrumentarium voor planbureauonderzoek: 'transparantie'. Verder is de enorme databehoeftte van deze gekoppelde modellen, zowel voor kalibratie als voor het opleggen van rand- en beginvoorwaarden een aandachtspunt. De beschikbaarheid van datasets die voldoen aan elementaire eisen van volledigheid en betrouwbaarheid is van grote invloed op de voorspelfout van de uitkomsten van de modeltoepassing. De kwaliteit van de data is niet altijd even hoog. Om deze reden is de vraag in hoeverre vereenvoudiging van de modeltrein mogelijk is.

Complexiteit

Wat is de ideale complexiteit van een model? Zo voor de hand liggend het is deze vraag te stellen, zo moeilijk is het haar te beantwoorden. Voor het antwoord moet men allereerst een set van modellen tot zijn beschikking hebben, vaak van uiteenlopende complexiteit. Ook kan het nodig zijn een overzicht te hebben van beschikbare, maar nog niet gebruikte, gegevens. Vaak zullen complexe modellen het winnen van eenvoudige in de zin dat hun systematische fout kleiner is. Doch de beschikbare gegevens moeten voldoende volledig en nauwkeurig zijn om zo'n potentiële verbetering te realiseren. Veelal zal de kwaliteit van de

gegevens zo matig zijn dat een complicering slechts leidt tot minder goede modeluitspraken.

Een schoolvoorbeeld van het gesignaleerde verschijnsel wordt geïllustreerd in figuur 2. Deze figuur heeft betrekking op een vaste set (x,y) gegevens, met meetfout in y . De gegevens worden geïnterpoleerd (model) met polynomen van verschillende graad (complexiteit). Toenemende complexiteit leidt dan tot een afname van systematische fouten, maar tot een toename van toevallige fouten, doordat de meetfouten in y meer gelegenheid hebben zich voort te planten naar de voorspelling. Bij een zekere complexiteit zal de voorspelfout minimaal zijn. Bij een *andere* dataset, waarin de gegevens talrijker of preciezer zijn, kan de balans verschuiven naar een hogere complexiteit.



Figuur 2. Interpolatie voorbeeld. Voorspelfout en zijn twee componenten, als functie van complexiteit, bij gegeven vaste dataset.

Er is echter een wereld van verschil tussen dit modelkeuzevoorbeeld en de praktijk van de modelbouw. Het schatten van de toevallige fout van een gegeven model kan in principe gebeuren met onzekerheidsanalyse. Zo'n analyse kijkt hoe toevalsfouten in de modelinvoer doortikken in de modeluitvoer. Het schatten van systematische

fouten is een stuk moeilijker. Bij tegenvallende voorspelkwaliteit komen modelbouwers gemakkelijk in de verleiding hun model complexer te maken: door hun specialisme hebben zij soms meer oog voor de vele processen die er spelen dan voor nare statistische complicaties.

Hoewel men kan vermoeden dat modellen eerder te complex zijn dan te eenvoudig, is het erg moeilijk die vermoedens in concrete gevallen echt hard te maken. Het lijkt erop dat de kwestie van modelkeuze net even te subtiel is om deze systematisch mee te nemen in een gewone kwaliteitsinspectie: meestal kan men slechts vermoedens op dit gebied uitspreken.

Validatie

In het algemeen is het zeer moeilijk, of zelfs onmogelijk, een model *positief* te valideren door vergelijking van model-einduitspraken met de werkelijkheid. Niet alle onderzochte scenario's kunnen worden gerealiseerd. Uitspraken hebben soms betrekking op de verre toekomst, op unieke objecten waarmee niet mag of kan worden geëxperimenteerd, of op grote objecten waarvan je de eigenschappen niet zomaar kunt bemeten (zoals de ammoniak-uitstoot van de Nederlandse landbouw). Om nagenoeg dezelfde redenen wordt er gemodelleerd in plaats van gemeten!

Positieve validatie is vaak wel mogelijk op tussenuitspraken in plaats van op einduitspraken, en op deelmodellen i.p.v. op het hele model. Ook gegevensbestanden zoals de bodemkaart en de landgebruikskaart kunnen in principe positief worden gevalideerd. *In principe* want zo'n validatie wordt al snel een kostbare zaak.

Een gunstig resultaat van positieve validatie van tussenuitspraken of deelmodellen kan niet leiden tot de conclusie dat de hele modelstudie goed is. In het gunstigste geval komt men tot de conclusie dat het onderzochte aspect voldoende goed is, in het ongunstigste geval dat het onderzochte aspect zo slecht is dat het geheel nooit goed

Theoretische onderbouwing

- Welke veronderstellingen liggen aan het model ten grondslag?
- Is de beschrijving van de belangrijkste processen in het model overeenkomstig de huidige stand van de wetenschap?

Implementatie

- Hoe is de vertaling van de belangrijkste processen in wiskundige relaties?
- Hoe is vertaling van wiskundige relaties naar computercode geverifieerd?
- Met welke andere modellen en bestanden wordt een koppeling gemaakt?

Modelanalyse

- Is de robuustheid van het model onderzocht?
- Is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd; en wat zijn de uitkomsten?
- Hoe is het model gekalibreerd?
- Is een onzekerheidsanalyse uitgevoerd?
- Is het model gevalideerd?

Bruikbaarheid

- Wat is het geldigheidsgebied, voor welke doelen kan het model worden gebruikt?
- Hoe is de aansluiting van gemodelleerde processen bij gebruiksdoel?
- Zijn de inhoudelijke complexiteit en de mate van (ruimtelijke) detaillering in evenwicht met het gebruiksdoel?
- Hoe werken de resultaten door in nota's en plannen?

Alternatieve modellen

- Zijn er alternatieve modellen (implementaties) beschikbaar?

Tabel 1. Aandachtspunten voor de audit van modellen.

kan zijn. Het is dus eigenlijk meer *negatieve* validatie of kritisch testen.

In tabel 1 zijn de hoofdpunten van de audit samengevat. Het nalopen van een modelstudie op deze punten vormt een kritische test van de studie. Met deze test kan men constateren of de stu-

die op de onderzochte punten in overeenstemming is met de huidige kennis van zaken.

Wetenschapsfilosoof Karl Popper hield er soortgelijke ideeën op na: volgens diens *Conjectures and Refutations* is het kenmerk van een wetenschappelijke theorie dat hij falsifieerbaar is, niet dat hij verifieerbaar is. Maar Popper had het over theorieën, waarheid en universele wetenschap; over natuurwetten die altijd en overal moeten opgaan en die soms eeuwenlang zijn uitgetest. De modellen van de audit daarentegen hebben betrekking op een specifiek stukje wereld; ze zijn minder intensief getest; en ze zijn zonder uitzondering aantoonbaar onwaar vanwege bewuste simplificatie van de werkelijkheid. Dus is het futiel te toetsen op correctheid van het model. Het is echter wel zinvol zo goed mogelijk na te gaan of het model de werkelijkheid voldoende benadert.

NOTEN

1 Wageningen UR is het samenwerkingsverband van Wageningen Universiteit en de onderzoeksinstituten van de Stichting DLO.

2 Het Milieuplanbureau (MPB) ressorteert onder het RIVM. Publicaties van het MPB zijn de jaarlijkse Milieubalans en de vierjaarlijkse Milieuverkenning.

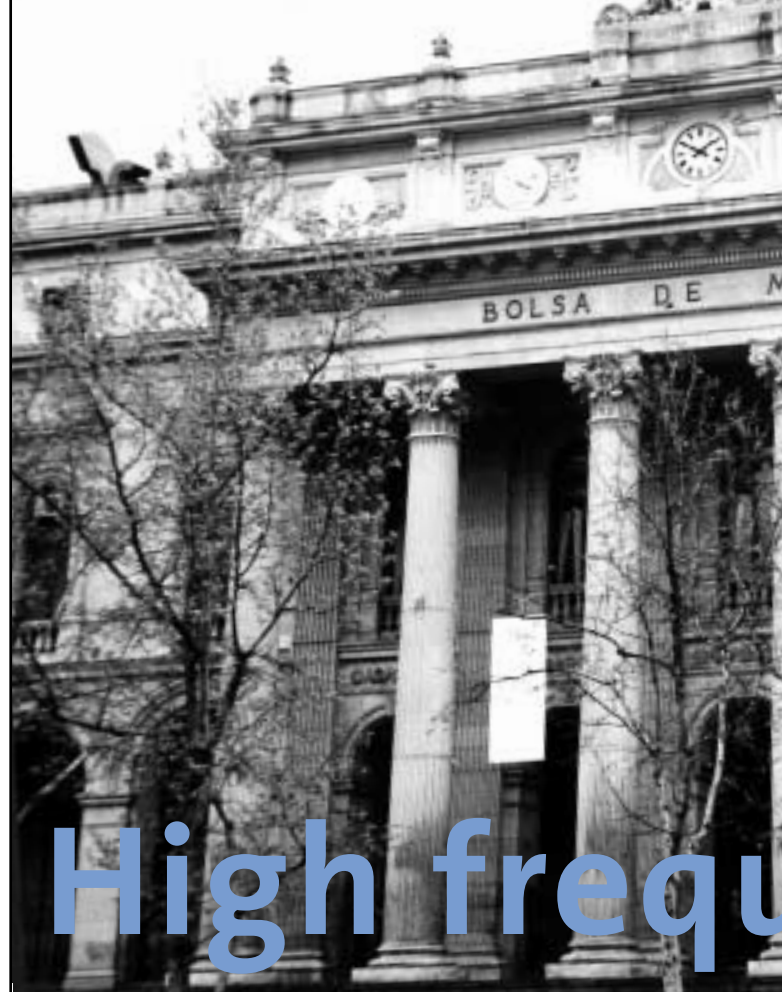
3 Het Natuurplanbureau (NPB) is een samenwerkingsverband van het RIVM en DLO. Publicaties van het NPB zijn de jaarlijkse Natuurbalans en de vierjaarlijkse Natuurverkenning.

REFERENTIES

Haefner, J.W. 1996. *Modeling Biological Systems: Principles and Applications*. Chapman & Hall.

Popper, K.R. 1965. *Conjectures and Refutations: The Growth of Scientific Knowledge*. Harper and Row.

Harm Houweling werkt bij de afdeling Ecologie en Ruimte van Alterra, in het team Ruimtelijke Modellen, aan kwaliteitsaspecten van ruimtelijke informatie en (gekoppeelde) modellen <H.Houweling@alterra.wag-ur.nl>. Michiel Jansen is statisticus bij Biometris, een combinatie van de Vakgroep Wiskunde van Wageningen Universiteit, en het Centrum voor Biometrie van Wageningen Researchcentrum. Hij werkt aan de statistische aspecten van modelbouw in landbouwkundig-, milieu- en natuuronderzoek <M.J.W.Jansen@plant.wag-ur.nl>.



LAURA SPIERDIJK

Laura Spierdijk is als OIO werkzaam bij het Departement Econometrie & Operations Research (Faculteit der Economische Wetenschappen) van de Katholieke Universiteit Brabant. Zij verricht, onder leiding van prof. Theo Nijman en prof. Arthur van Soest, onderzoek naar methoden om *high frequency data* te analyseren. Zij legt uit wat dat zijn en op welke terreinen deze *high frequency data* worden toegepast.



data (zoals aandelenkoersen) en diverse andere soorten data.

Een groot deel van de beschikbare data zijn financiële data, bijvoorbeeld gegevens die betrekking hebben op de beurs. Voorbeelden hiervan zijn wederom te vinden in de krant. Hierin vinden we elke dag de openings- en slotkoersen van aandelen, opties en andere derivaten en bijvoorbeeld ook wisselkoersen en indices (zoals de AEX en de Dow-Jones).

Een gemeenschappelijk kenmerk van de meeste data in de krant en andere 'reguliere' bronnen (zoals Datastream) is hun *frequentie*; dat wil zeggen het tijdsverloop tussen opeenvolgende waarnemingen. In de krant is de frequentie meestal per dag. Dit houdt in dat de data het resultaat zijn van een dagelijkse meting, bijvoorbeeld bij de opening of sluiting van de beurs. Daarnaast zijn er ook data beschikbaar op een lagere frequentie, zoals per week, per maand of per jaar. In toegepast statistisch en econometrisch onderzoek worden de verschillende soorten data veelvuldig gebruikt, waarbij de frequentie van de gebruikte data varieert van jaarlijks tot dagelijks.

High frequency data

Sinds ruwweg tien jaar bestaat er een nieuw type data die we met de Engelse term *high frequency data* zullen aanduiden. Een voorbeeld van high frequency data zijn zogenaamde transactiedata van een bepaald type aandeel. Een dergelijke dataset bevat alle gegevens behorende bij elke transactie die gedurende de dag plaatsvindt in het gegeven fonds: dat wil zeggen het exacte tijdstip van de transactie, de prijs waartegen het aandeel gekocht of verkocht is, de omvang van de transactie (de hoeveelheid aandelen) en nog een aantal andere karakteristieken die van toepassing zijn op de transactie¹. Ter verduidelijking van het zojuist geïntroduceerde concept, geven we een voorbeeld van wat een deel zou kunnen zijn van een high frequency dataset voor het aandeel IBM.



In de rubriek KALEIDOSCOOP aandacht voor het werk van promovendi. Zij presenteren de nieuwste ontwikkelingen in de statistiek en operations research. Voor inlichtingen Gerrit Stemerding, e-mail <gjstemerding@hotmail.com>.

In het huidige informatietijdperk worden we overspoeld met data. Als we een willekeurige krant openslaan vinden we een enorme hoeveelheid gegevens in de vorm van getallen: macro-economische data zoals bijvoorbeeld werkloosheidscijfers en inflatiegegevens (bijvoorbeeld over de afgelopen maand), opiniepeilingen (hoe zou de zetelverdeling over de politieke partijen zijn als er nu verkiezingen zouden zijn?), financiële

tijdstip transactie (uur/ minuut/ seconde)	prijs transactie (dollars)	omvang transactie (aantal aandelen)
9.15.30	123.125	10000
9.17.05	123.000	1000
9.19.10	123.250	1000
9.19.33	123.375	100000
9.23.55	122.875	10000

In bovenstaand voorbeeld zien we (een deel van de) gegevens die behoren bij een aantal opeenvolgende transacties op de verschillende tijdstippen, namelijk de prijs en de omvang van de transacties. De volledige dataset bevat dus een compleet overzicht van elke transactie die heeft plaatsgevonden, met bijbehorende relevante gegevens omtrent de aard van de transactie.

Een ander voorbeeld (niet financieel) van high frequency data zijn de gegevens van supermarkten over de aankopen van klanten. Door het gebruik van de elektronische scanner kunnen supermarkten van elke klant registreren wat deze koopt en tegen welke prijzen. Deze data zijn bijvoorbeeld interessant voor marketing onderzoek. Hoewel interessant, zullen we ons hier beperken tot de eerder genoemde high frequency transactie data.

Electronische revolutie

Een kenmerk van high frequency data is dat deze gegevens zeer gedetailleerd zijn. Een gevolg hiervan is dat deze datasets vaak zeer omvangrijk zijn. Om een idee te krijgen van de omvang van deze datasets: de transactiedata behorende bij de maand augustus 1999 voor het aandeel IBM op New York Stock Exchange betreffen ruim 45.000 transacties. Een dergelijke omvang is eerder regel dan uitzondering. Het hoeft dan ook niet te verbazen dat de opkomst van high frequency data pas vrij recent heeft plaatsgevonden: dergelijke datasets vereisen veel computercapaciteit, zowel voor de opslag als voor de verwerking met statistisch of econometrisch georiënteerde software. De elektronische revolutie die zich de afgelopen jaren

heeft voltrokken en nog steeds in volle gang is, heeft het verzamelen en analyseren van high frequency data mogelijk gemaakt.

Beschikbaarheid

Hoewel de Nederlandse beurs (Amsterdam Exchanges) nog geen high frequency data verspreidt, zijn dergelijke data wel te verkrijgen bij de Parijse beurs (Paris Bourse) en bij de beurs in New York (NYSE) en een aantal particuliere instanties. NYSE verkoopt high frequency data van NYSE, NASDAQ en alle regionale beurzen in de VS, zoals de AMEX en de Pacific. Zowel de Parijse als de Amerikaanse data zijn verkrijgbaar op cd-rom. Elke maand worden nieuwe data uitgegeven. Deze data zijn voor iedereen verkrijgbaar, waarbij universiteiten korting krijgen op de prijs. Voor een cd-rom met data van NYSE betaalt een universiteit honderd dollar. Met het oog op de fusie tussen de beurzen van Parijs, Brussel en Amsterdam zullen er in de toekomst wellicht ook Nederlandse high frequency data beschikbaar komen.

Voor- en nadelen

Een vraag die zich onmiddellijk opdringt is natuurlijk wat het voordeel is van high frequency data ten opzichte van gewone data en uiteraard ook wat de nadelen zijn van deze zeer gedetailleerde data (met name op statistisch en econometrisch gebied). Het belangrijkste probleem met high frequency data is dat reguliere (statistische en econometrische) modellen en bijbehorende theorieën gebaseerd zijn op data die op een *vaste* (lage) frequentie gemeten zijn, bijvoorbeeld per dag of per

maand. High frequency transactiedata zijn, per definitie, op onregelmatige frequenties gemeten. In het eerder gegeven voorbeeld is af te lezen dat er respectievelijk 2, 2, 0 en 4 seconden tijdsverschil zit tussen de opeenvolgende transacties. In de Engelse terminologie: high frequency data zijn *irregularly spaced*. Om de statistische eigenschappen van op high frequency data gebaseerde modellen te bewijzen, voldoet meestal de bestaande theorie omtrent *tijdreeksanalyse* niet. In de literatuur wordt bijvoorbeeld de theorie van *puntprocessen* gebruikt om een en ander ‘netjes’ te bewijzen.

Toepassingen

Om dieper in te gaan op de voordelen en nadelen van high frequency data, maken we een intermezzo over de toepassing van deze data. Een belangrijke toepassing van high frequency data ligt in de (financiële) econometrie, met name in het deelgebied dat (wederom nemen we onze toevlucht tot Engels jargon) *market microstructure theory* wordt genoemd. Market microstructure theorie houdt zich bezig met de vraag hoe informatie verwerkt wordt in de prijzen van aandelen en hoe en hoe snel prijzen zich aanpassen na het vrijkomen van nieuwe informatie. Uit recent onderzoek is gebleken dat het transactieproces zich meestal beter laat beschrijven in transactietijd dan in kalendertijd (= kloktijd), vandaar dat het gebruik van high frequency data hier te prefereren is boven het gebruik van ‘gewone’ data. Echter, het is meestal interessanter om vragen te beantwoorden in termen van kalendertijd. Om een voorbeeld te geven, als we de prijsverandering van een aandeel als gevolg van een gebeurtenis (bijvoorbeeld een verandering in de prijs van olie) willen voorspellen, is het interessanter om de prijsverandering gedurende een dag of een week uit te drukken dan ‘over vijf transacties’ (aangezien we op het moment van voorspellen niet weten hoe veel tijd die vijf transacties in beslag zullen nemen). Echter, middels simulatie is het vaak mogelijk om voorspellingen uit te drukken in kalendertijd.

Duurmodellen

Een van de bekendste toepassingen van high frequency data is op het gebied van de duurmodellen; high frequency transactiedata kunnen worden gebruikt om de duur tussen opeenvolgende transacties te modelleren. De motivatie van deze modellen wordt ingegeven door market microstructure theorie. Volgens verschillende theorieën bestaat er een verband tussen de lengte van de duren tussen opeenvolgende transacties en het bestaan van *private information* en *informed traders*. Een van de hypothesen is dat korte duren (dat wil zeggen, een hoge intensiteit in het handelen) het signaal zouden afgeven dat er veel personen op de markt actief zijn die over *private information* beschikken. Als gevolg hiervan zouden de prijzen van het betreffende aandeel erg *volatiel* zijn. Door middel van simultane modellen voor duren, prijsveranderingen en andere relevante marktkarakteristieken kan een dergelijke hypothese getoetst worden. Op deze manier kunnen high frequency transactiedata gebruikt worden om meer inzicht te krijgen in de market microstructure van de aandelenmarkt.

NOTEN

¹ Bijvoorbeeld de prevailing quote en de bijbehorende bid-ask spread.

Dit artikel is gebaseerd op een aantal bronnen. Ten eerste op mijn afstudeerscriptie voor mijn studie wiskunde (afstudeerrichting stochastiek) aan de Vrije Universiteit (onder begeleiding van prof. dr. A. van der Vaart). Op verzoek is deze scriptie voor de geïnteresseerde lezer verkrijgbaar via mijn emailadres. Als tweede bron noem ik mijn promotieonderzoek waar ik sinds september 1999 aan werk. De nadruk van mijn promotieonderzoek ligt op het onderwerp duurmodellen.

Laura Spierdijk is afgestudeerd aan de Vrije Universiteit Amsterdam als wiskundige met afstudeerrichting Stochastiek. Prof. Ad van der Vaart was daarbij haar scriptiebegeleider. Zij is als AIO werkzaam bij de Katholieke Universiteit Brabant en verricht, onder leiding van prof. Theo Nijman en prof. Arthur van Soest, onderzoek naar methoden om high frequency data te analyseren <L.Spierdijk@kub.nl>.



Kwantitatieve methoden in levens- en aardwetenschappen

Met het symposium 'Quantitative methods for life and earth' is op 20 juni 2001 Biometris van start gegaan. Biometris is het instituut voor kwantitatieve methoden in levens- en aardwetenschappen. Het is een uniek verband van een universiteit en een marktgerichte onderzoeksorganisatie. Biometris combineert onderzoek, universitair onderwijs en advisering in een dynamische omgeving.

KIT ROES

Biometris is ontstaan uit het Centrum voor Biometrie in Wageningen en de leerstoelgroep Wiskundige en Statistische Methoden van Wageningen Universiteit. Daarmee is een groep van zo'n 50 onderzoekers, docenten en adviseurs in de biometrie gevormd. Biometris maakt deel uit van Wageningen Universiteit en Research Centrum, kortweg Wageningen UR, waarin de universiteit en de onderzoeksinstituten van Wageningen verenigd zijn. Je zou in dit verband kunnen spreken van de 'universiteit van de toekomst', waarin de klassieke

universitaire functies opleiding en nieuwsgierheidsgedreven onderzoek samengaan met marktgericht (strategisch en toegepast) onderzoek en advies. Dit beantwoordt aan de in belang sterk toenemende verwevenheid van maatschappelijke ontwikkelingen en wetenschappelijke vernieuwingen. Biometris is binnen Wageningen UR een van eerste eenheden waarin deze ontwikkeling serieus wordt doorgezet.

Spannende omgeving

De omgeving van Biometris kenmerkt zich door een breed scala van maatschappelijke vraagstukken en probleemstellingen, die grote en vernieu-

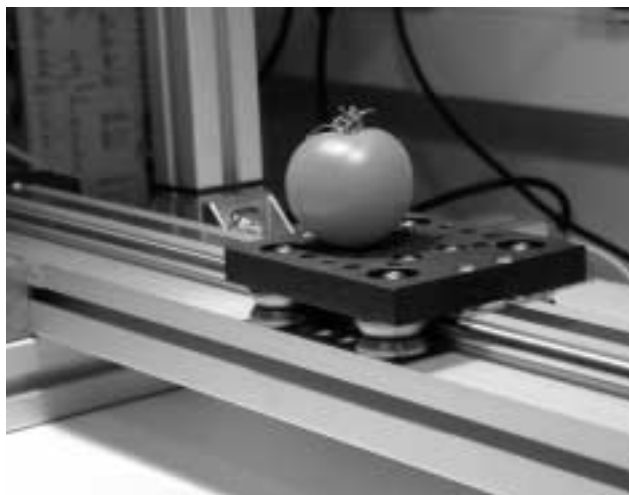
wende bijdragen vragen vanuit de wiskunde en statistiek. Vanuit de inbedding in Wageningen is een belangrijk onderwerp de toenemende zorg voor en vraag naar garanties voor voedselveiligheid en -kwaliteit. Een ander thema is de genomica, dit is het onderzoek van genen en hun functie. Dit onderzoek kan leiden tot dieper inzicht in de levensprocessen en daarmee tot gezonder voedsel en duurzamer voedselproductie. Ook de zorg om de lange termijn ontwikkeling van onze natuurlijke omgeving (land, water, klimaat) is een Wageningse thema, waarvan met name de complexiteit van modelleren en monitoren onze interesse heeft.

Biometris voert onderzoeks- en adviesprojecten uit op al deze gebieden, waarbij, vaak in samenwerking met andere disciplines, nieuwe ontwikkelingen in de statistiek en wiskunde worden gestimuleerd. De mix van advies op korte termijn met langere termijn onderzoek zorgt voor een levendige en stimulerende werkomgeving. Dit wordt verder versterkt door het (universitaire) onderwijs, waarin de statistiek en wiskunde in hun toegepaste context centraal staan. Iedere student in Wageningen wordt opgeleid in deze vakken, ter versterking van hun latere kwaliteit als wetenschapper, manager, adviseur etc.

Integratie van onderzoek, onderwijs en advies

Biometris ontwikkelt, implementeert en onderwijst statistische en wiskundige methoden. In het onderzoek, onderwijs en advies streven we naar hoge kwaliteit, zowel voor onze klanten als naar wetenschappelijke maatstaven. We zijn ervan overtuigd dat dit gestimuleerd wordt door deze drie functies nauw samen op te laten gaan. Advisering is een bron van inspiratie voor nieuw onderzoek, en omgekeerd levert onderzoek nieuwe, grensverleggende mogelijkheden voor de toepassing in advies en in het onderwijs.

Daarom wordt Biometris ook vormgegeven als één organisatie, met een directeur en thematisch



Biometris onderzoekt onder meer spectraaltechnieken op hun bruikbaarheid voor automatische (d.w.z. met de computer) bepaling van bijvoorbeeld het rijpheidsstadium van tomaat.

ingerichte clusters. Directeur, clusterleiders en de leerstoelhouder Wiskundige en Statistische Methoden (prof. dr. Johan Grasman) geven strategisch en wetenschappelijk leiding aan het geheel. Binnen de clusters vinden de onderwijs-, onderzoek en adviseringsactiviteiten plaats. Strategie, wetenschappelijke ontwikkelingen en onderwijs worden getoetst middels visitaties, zowel binnen het kader van de VSNU als specifiek voor de onderzoeksactiviteiten. Eind september vindt een dergelijke visitatie voor Biometris als geheel voor het eerst plaats.

In de loop van 2002 wordt het nieuwe gebouw opgeleverd waarin heel Biometris gehuisvest kan worden. Daarmee komt een einde aan de nu nog gescheiden huisvesting.

Veelbelovende thema's

Vanuit de hiervoor geschetste omgeving werkt Biometris, naast de algemene basis van onderwijstaken en advisering, aan een beperkt aantal veelbelovende onderzoeksthema's, te weten statistiek voor voedselonderzoek, bioinformatica en

statistische genetica, statistiek voor de groene ruimte, en wiskundige modelbouw. Binnen elk van deze thema's werken groepen onderzoekers, aio's, adviseurs en docenten samen. Inhoudelijke ontwikkelingen in de statistiek en wiskunde spelen door al deze thema's heen. Zo gebruiken we voor-informatie en Bayesiaanse benaderingen zowel in de genomica als, bijvoorbeeld, bij het monitoren van voedselveiligheid en ruimtelijke vraagstukken. Wiskundige modellering van complexe dynamische processen vindt plaats zowel in ecologische vraagstukken, in de epidemiologie als in de genomica. Technieken voor het analyseren van grote datasets worden toegepast in de ruimtelijke statistiek, bij de visualisatie van complexe verbanden en, weer, in de genomica. Hier zijn ook duidelijk raakvlakken met informatie- en communicatietechnologie. Het zijn dit soort verbanden die stimulerend werken voor nieuwe ideeën en dwars op de toegepaste thema's de samenwerking bevorderen.

Klanten en partners

Biometris heeft interessante klanten en samenwerkingspartners, nationaal en internationaal. Dit betreft voor het onderwijs natuurlijk de studenten, MSc studenten en aio's. Voor wat betreft de onderzoeks- en adviesprojecten kunnen we veel onderzoeksinstituten in Nederland tot onze klant rekenen, alsmede diverse bedrijven. Hetzelfde geldt internationaal, met langdurige en omvangrijke samenwerking met een paar grote concerns (bijvoorbeeld veredelingsbedrijven, waar we grote opdrachten voor uitvoeren), alsmede vele wetenschappelijke relaties. Het belang, het draagvlak en de richting van het werk van Biometris komen ook tot uitdrukking in onze financiering. Over de afgelopen jaren zijn we er consequent in geslaagd bedrijfsmatig gezond te operen.

Kit Roes is Business Unit Manager van de Business Unit Biometrie van Plant Research International <C.B.Roes@plant.wag-ur.nl>. Meer informatie over Biometris is te vinden op de website <www.biometris.nl>.

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>>.

Vrijdag 23 november 2001 (14.00-17.00 uur)

Wageningen Biometrie Colloquium 'Modelbouw waar je wat aan hebt'. Het colloquium staat in het teken van het vertrek van Hans Heesterbeek bij Biometris. Hij wordt hoogleraar Theoretische Veterinaire Epidemiologie in Utrecht. Informatie: <www.plant.wageningen-ur.nl/other/bms-aned/>.

Vrijdag 23 november 2001

Thema van het jaarlijks **Chemometrie Symposium** van de Nederlandse Vereniging van Chemometristen is 'Kwaliteit & Procesbeheersing' en vindt plaats aan de Universiteit van Amsterdam. Voor meer informatie zie <www.vvs-or.nl>.

6 december 2001 (14.00 - 17.00 uur)

BMS Najaarsbijeenkomst 'Van MKZ tot legionella - recent gebruik van statistiek in de gezondheids-wetenschappen'. Informatie: www.plant.wageningen-ur.nl/other/bms-aned/.

1 januari 2002

De **Biometry Award 2002** voor de beste biometrische publicatie wordt in het voorjaar 2002 uitgereikt op de Biometrische Dag. Nominaties moeten voor 1 januari 2002 ingediend worden bij de secretaris van de BMS/ANed (H.Putter@lumc.nl). Informatie: <www.plant.wageningen-ur.nl/other/bms-aned/>.

Januari 15 - 17, 2002

27th Lunteren Conference for the alumni of the **LNMB**. Speakers: William J. Cook, Lisa K. Fleischer, Ted Hill, Marty Reiman, Philippe Toint. On Thursday January 17, there is a seminar - organized in cooperation with the **NGB** (Dutch Association of Operations Research). The topic is 'Capacity Management'. Please, note the dates in your diary. In december a webpage will be opened: <www.math.leidenuniv.nl/~lnmb>.

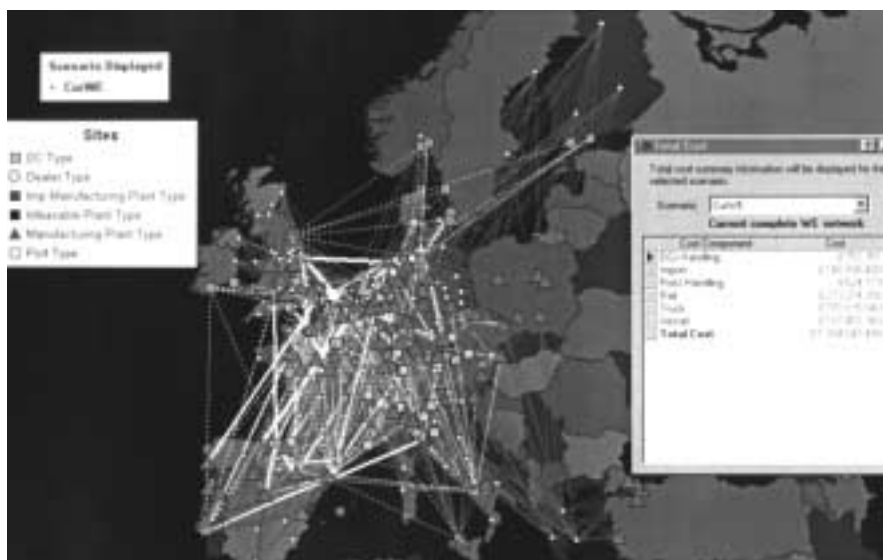
(zie verder op pagina 29)

LEAN & CLEAN

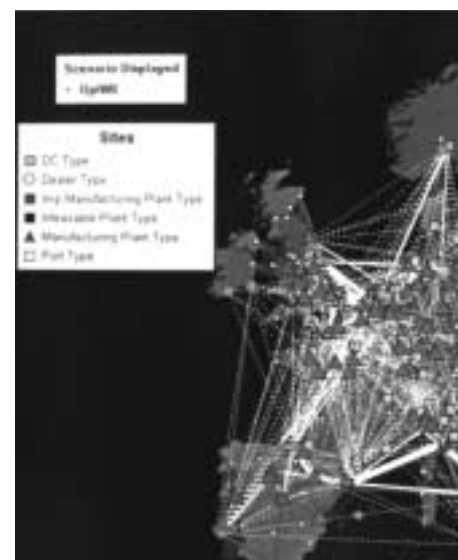
Maak het Europees distributie-netwerk E-fficiënt

JALAL ASHAYERI, BAS VAN EEKELN EN RUUD VOSSEBELD

E-commerce is een ontwikkeling die aanzienlijke effecten heeft op marketingstrategieën, fysieke distributiestromen en de bedrijfsorganisatie van fabrikanten en distributeurs. De fysieke distributie blijken steeds vaker het grote knelpunt te zijn. Het uiteindelijke succes van e-commerce staat of valt met de beheersing van fysieke distributiestromen. De transporteurs hebben te maken met een toenemende druk op levertijden, flexibiliteit en kostprijs. Bovendien willen fabrikanten graag zoveel mogelijk controle houden op het distributiekanaal. Dit heeft in grote mate bijgedragen aan inefficiënties als overtollige voorraden, lage beladingsgraad, extra brandstofverbruik en veel uitlaatgassen (CO₂ emissie). Dit artikel presenteert de resultaten van een studie naar de distributie van auto's in Europa. De uitkomsten tonen aan dat er enorme voordelen te behalen zijn als er in de autobranche wordt samengewerkt. Om het probleem nog verder terug te dringen, zullen ook industrie en overheid beter moeten gaan samenwerken, zo maken de auteurs duidelijk.



Figuur 1. Uitgangssituatie.



Figuur 2. Optimalisatie binnen iedere groep.

In de toekomst zullen transporteurs - ook wel Logistics Service Providers (LSP's) genoemd - zich meer moeten richten op samenwerking met fabrikanten en consumenten. Ze zullen initiatieven moeten nemen op het gebied van magazijnbeheer, distributieplanning, ketenmanagement en het aanbod van distributiecapaciteit. Het vermogen zich aan te kunnen passen aan recente IT-ontwikkelingen zal hierbij een belangrijke rol spelen. LSP's hebben al geïnvesteerd in verschillende initiatieven als EDI, Tracking & Tracing systemen en call centers. Hoe dan ook, wil men toegevoegde waarde, hogere service en lage prijzen blijven bieden dan is een gecentraliseerd planning- en ketenmanagementsysteem noodzakelijk. Hierdoor kan worden geprofiteerd van aanzienlijke schaalvoordelen, waarbij geconcentreerde goederenstromen zullen plaatsvinden via een volledig samenwerkend netwerk.

De Katholieke Universiteit Brabant, BaaN Company en NEA Transportonderzoek en -opleiding B.V. zijn in februari 2000 een project gestart dat de mogelijkheden en vereisten voor een dergelijke methodiek onderzoekt.

De West-Europese Autodistributie

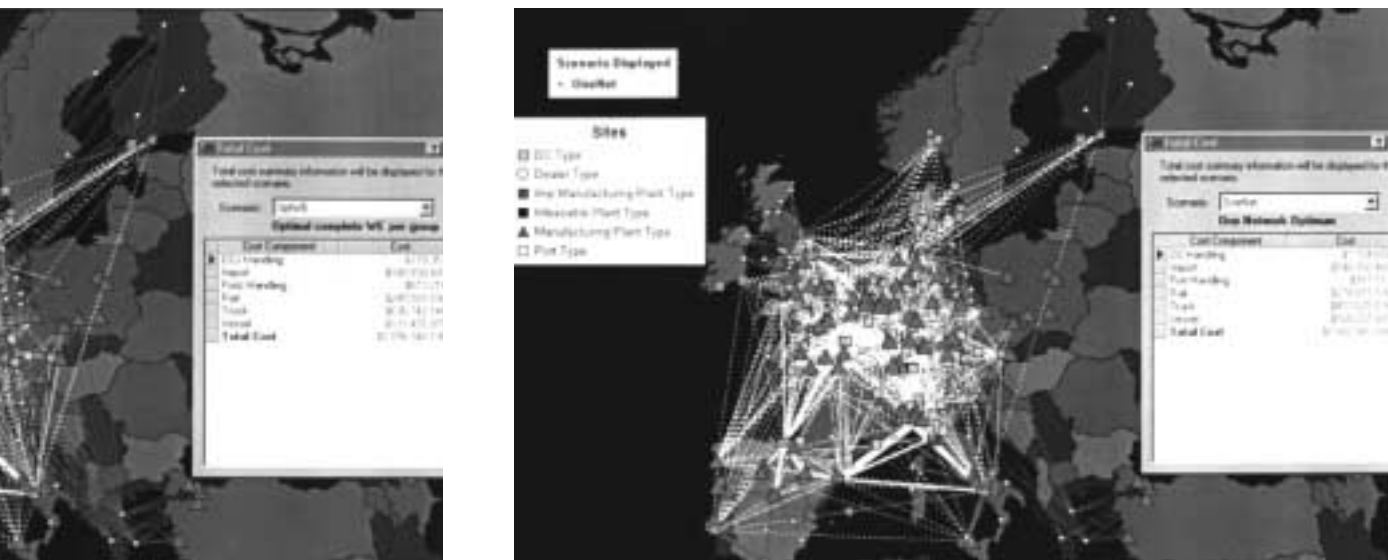
Het project concentreerde zich op de distributie

van nieuwe auto's in West-Europa, het transport van auto's van fabriek naar dealer. Keuze voor de autoindustrie ligt voor de hand gezien de sterke concentratie die heeft plaatsgevonden in deze industrie. Statistieken laten bovendien zien dat tussen 1990 en 1996 het transportvolume in Europa is toegenomen met 20% terwijl energieverbruik en CO₂ emissie zijn toegenomen met 12%.

Tabel 1 geeft een overzicht van de grootste bedrijven en hun merken, die in deze studie zijn opgenomen. Dit geeft overigens geen compleet beeld van alle samenwerkingen, de kleinere merken zijn buiten beschouwing gelaten.

Organisatie	Merken
BMW	BMW
Rover	Rover
Daimler-Chrysler	Mercedes, Mitsubishi, Smart en Voyager
Ford	Ford, Volvo, Land Rover en Mazda
General Motors	Opel, Vauxhall, Fiat, Lancia, Alfa Romeo en Suzuki
Honda	Honda
Nissan-Renault	Nissan en Renault
PSA	Citroën en Peugeot
Toyota-Daihatsu	Toyota
Volkswagen	Volkswagen, Audi, Seat en Skoda

Tabel 1. Overzicht samenwerkingen en fusies.



Figuur 3. Optimalisatie resultaten bij een centraal informatie en planning systeem.

De distributiestromen voor de belangrijkste 66 automodellen, verantwoordelijk voor ruim 80 procent van de totale stroom, zijn gesimuleerd en geoptimaliseerd met Caps Logistics Designer. Naast de huidige situatie is er gekeken naar twee scenario's: optimalisatie voor iedere fusie; optimalisatie van het gehele Europese distributienetwerk.

- Optimalisatie voor iedere fusie. Hierbij wordt verondersteld dat informatie binnen iedere moederorganisatie zoals General Motors of Volkswagen volledig transparant is, planning centraal wordt uitgevoerd en distributiefaciliteiten als trucks, schepen, DC's en havens voor ieder merk toegankelijk zijn. Dit betekent bijvoorbeeld dat Fiat toegang krijgt tot de faciliteiten van GM en andersom.
- Optimalisatie van het gehele Europese distributienetwerk. Iedere faciliteit is dus niet langer toegankelijk voor een beperkte groep fabrikanten maar accepteert alle merken. Dit scenario geeft een goed beeld van de gevolgen voor de auto industrie als er inderdaad sprake is van een gecentraliseerd planning- en netwerkmanagementsysteem.

Figuur 1 geeft de simulatieresultaten voor het huidige netwerk, waarbij de totale distributiekosten worden geschat op 1,30 miljard Euro.

Hoewel simulatie- en optimalisatieresultaten afhankelijk zijn van datakwaliteit en gebruikte aannames zijn zinvolle conclusies mogelijk. Consolidatie van transport zal bijvoorbeeld de interesse voor andere modaliteiten zoals scheepvaart en railtransport doen toenemen. Deze ontwikkeling zal, zoals tabel 2 laat zien, in positieve zin bijdragen aan een schoner milieu. Figuur 2 en 3 zijn respectievelijk de optimalisatieresultaten van het eerste en tweede scenario, en blijken conform deze verwachtingen. Zo is duidelijk te zien dat in figuur 3 het transport aanzienlijk meer geconsolideerd is dan in figuur 1.

De scenario's veronderstellen dat productie in iedere fabriek gelijk is aan productie in 1999 en bovendien blijven alle locaties gehandhaafd. Het mag duidelijk zijn dat het loslaten van deze restricties nog grotere effecten zal opleveren.

Het Business Model in 2010

Zoals inmiddels duidelijk is geworden kan door informatievoorziening en distributieplanningen op centraal niveau een enorm krachtig instrument worden ontwikkeld dat een oplossing biedt

	Huidige situatie	Groep optimalisatie	Totale optimalisatie
Miljard tonkm	20.63	19.64	18.10
Afstand per ton (km)	1787.87	1701.65	1568.11
CO ² emissie (1)	2.25	1.86	1.32
Energie consumptie (1)	2.49	2.09	1.52
Totale distributie kosten (2)	1.30	1.16	1.00

Tabel 2. Overzicht optimalisatie resultaten, (1) in miljoen ton, (2) in miljard euro.

aan eerder besproken problemen. In figuur 4 is het concept weergegeven van een gecentraliseerd planning en netwerk managementsysteem, wat hier verder zal worden toegelicht.

Een *Logistics Exchange* zal een belangrijke positie innemen en zal onder andere fungeren als een overkoepelend industrie-informatiesysteem, toegankelijk voor transporteurs, fabrikanten, distributiecentra, havens, overslagpunten, retail en

op termijn zelfs consumenten.

Een *Fourth Party Logistics (4PL) provider* kan gespecificeerde diensten aan gaan bieden op basis van de informatie afkomstig uit deze Logistics Exchange. Hoewel in deze richting al veel implementaties bestaan wordt nergens de informatie die via een Logistics Exchange beschikbaar komt optimaal benut middels een dergelijke 4PL provider. Het zal duidelijk zijn dat hier enorme besparingen gerealiseerd kunnen worden omdat optimalisatie plaatsvindt op internationaal industrieniveau en dus niet meer beperkt is tot de grenzen van een individuele organisatie.

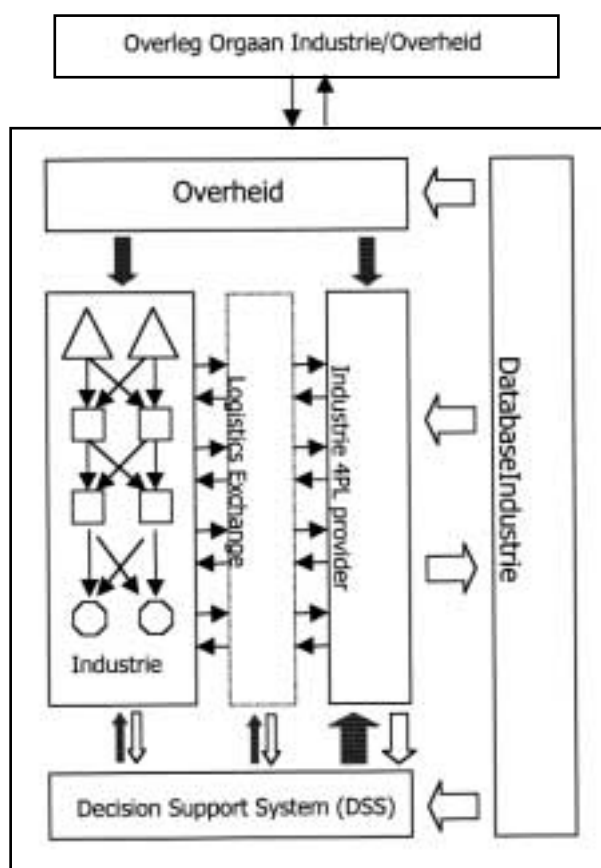
Naast eerder genoemde functies zullen diverse toepassingen mogelijk zijn, welke vanzelfsprekend voor iedere gebruiker op maat gemaakt kunnen worden.

Veiling op basis van distributiecapaciteit, waaruit korte en lange termijn contractvormen kunnen ontstaan. Een transparante markt zal het gevolg zijn met betere transportplanningen, zodat leegrijden minder voorkomt. Bovendien kan een Logistics Exchange zorgdragen voor eenvoudige en vlotte financiële afwikkeling tussen partijen.

Benchmarking tussen individuele organisaties is relatief eenvoudig en kan worden gestandaardiseerd. Bovendien kan de performance van de gehele industrie beter worden geëvalueerd.

Real-time tracking & tracing zal eenvoudiger worden, waardoor status en toestand van een order op ieder tijdstip opvraagbaar zijn.

Consolidatie van een complete industrie tot één medium zal aantrekkingskracht uitoefenen



Figuur 4. Gecentraliseerd planning en netwerk managementconcept.

op externe belanghebbenden zoals oliemaatschappijen en fabrikanten van transportmiddelen. Hierdoor kunnen aantrekkelijke (inkoop) voordelen ontstaan voor participanten.

Het gecentraliseerd planning en netwerk managementconcept zal aanzienlijke voordelen op gaan leveren, toch is een extra uitbreiding nodig die resulteert in een volledig geïntegreerd systeem.

De overheid zal erg graag willen participeren in een dergelijk systeem aangezien er nog te weinig informatie aanwezig is over het distributieproces om industrie-specifieke richtlijnen vast te stellen. De prominente plaats van de 4PL provider geeft toegang tot gedetailleerde industrie-informatie die via een *Centraal Database Systeem* toegankelijk gemaakt kan worden voor partijen als de overheid. Op deze manier kunnen externe milieueffecten nauwkeurig in kaart worden gebracht en zijn randvoorwaarden voor verdere ontwikkeling effectiever vast te stellen. Dit laatste kan gebeuren via de 4PL provider maar ook op de conventionele manier via de industrie. Door gebruik van geavanceerde decision support tools kunnen doelstellingen concreet geformuleerd worden.

Het *Decision Support System (DSS)* bestaat uit een groot aantal componenten die afhankelijk van de toepassing ingezet zullen worden. Zo zullen op operationeel niveau vooral industrieaspecten belangrijk zijn, terwijl op strategisch niveau integratie van overheidscriteria onontbeerlijk is. Vanzelfsprekend zijn dan ook op strategisch niveau de voornaamste aanpassingen noodzakelijk aangezien de huidige applicaties niet in staat zijn externe effecten als CO₂-uitstoot of benzineverbruik op dit niveau te evalueren. Daarnaast is de focus van de huidige applicaties gericht op simulatie en optimalisatie binnen een individuele organisatie wat absoluut beperkingen oplevert bij ondersteuning op industriële niveau.

Een *Overleg Orgaan tussen Industrie en Overheid* zal het complete systeem periodiek evalueren en zoeken naar verbeteringen op het gebied van informatieuitwisseling en verantwoordelijkheden binnen het systeem.

Enthousiasme

Het zal duidelijk zijn dat de technologie niet de enige uitdaging is. Succes wordt voor een groot deel bepaald door het enthousiasme van de industrie, wat met name problematisch kan zijn bij de transporteurs. Een transporteur die vroegtijdig besluit te participeren zal een enorm concurrentievoordeel opbouwen waardoor andere transporteurs niet achter kunnen blijven, het wachten zal zijn op het eerste schaap over de dam. Bovendien zal de rest van de industrie een behoorlijke druk uitoefenen, aangezien er een grote behoefte bestaat met service, kosten en leadtime als voornaamste motieven.

Een andere belangrijke vraag is welke organisatie kan voorzien in de functie van 4PL provider. Er bestaan nogal wat criteria waar een organisatie aan moet voldoen om in een industrie een dergelijk prominente plaats in te nemen. Zo moet deze onafhankelijk en betrouwbaar zijn, kennis van de industrie hebben en voldoende financiële middelen bezitten. Daarnaast moet zo'n organisatie gesteund worden door met name de grotere organisaties binnen een industrie.

In het geval dat Europa te lang wacht met de implementatie bestaat er een grote kans dat Amerikaanse belanghebbenden in deze 4PL markt zullen stappen. Als voorbeeld kan hierbij het onlangs opgestelde contract tussen Ford en UPS genoemd worden. UPS zal de gehele autodistributie van Ford oppakken als 4PL provider. Dit betekent dat UPS geen distributiemiddelen als DC's of voertuigen hiervoor inzet maar zorgt dat ze als kennisdelende partij met de juiste informatiesystemen zich tussen fabrikant en transporteur nestelt.



Foto: Pieter Bosch.

Performance Meting

Het business model is enorm geschikt voor het meten van performance binnen een industrie, wat op den duur tot een proces van continuous improvement zal leiden. Om dit te realiseren is er een indicator framework ontwikkeld op basis van de Balanced Scorecard methodiek. Dit wil zeggen dat performance van een systeem dient te worden bepaald in financieel, bedrijfsproces-, klant- en groeiperspectief. Deze methodiek veronderstelt dat performance intern wordt gemeten, wat beperkingen oplevert bij het vaststellen van een performance indicator framework voor het besproken business model. Om die reden is een extra dimensie toegevoegd die de focus van meting onderscheidt. Zo zullen er naast indicatoren die intern van aard zijn ook intra en externe

indicatoren in het framework worden opgenomen. Indicatoren die intra gerelateerd zijn evalueren de processen tussen verschillende partijen uit de distributie keten terwijl externe indicatoren de effecten op de omgeving analyseren zoals bijvoorbeeld de CO₂ emissie.

In de praktijk zal het performance framework op diverse plaatsen kunnen worden ingezet, waarbij doelgroep, prioriteit en aggregatieniveau een selectie van indicatoren mogelijk maken. Op Europees niveau zal een goede samenwerking tussen Europese Unie en 4PL provider moeten ontstaan waarbij geconcentreerd wordt op een beperkt aantal belangrijke externe indicatoren zoals tonkilometers per modaliteit, efficiency per modaliteit, energieverbruik en CO₂ emissie. De 4PL provider zal richtlijnen evalueren op haal-

baarheid en kan deze bovendien vertalen in lange-termijnplanningen voor de industrie. De Europese Unie zal de richtlijnen in verfijnde vorm opleggen aan zijn lidstaten die op hun beurt controle uitoefenen op individuele organisaties. De 4PL provider is in staat aanbevelingen te doen ten aanzien van deze richtlijnen voor individuele organisaties. De uiteindelijke performance van individuele organisaties zal vergeleken moeten worden met de globale industrie performance. De overheid kan dit proces van *continous improvement* stimuleren door het opleggen van sancties of tariefheffingen in de vorm van accijnzen of het stimuleren van subsidieprogramma's.

Het zal duidelijk zijn dat de industrie zelf voornamelijk geïnteresseerd zal zijn in performance op basis van indicatoren op intra en intern niveau zodat procedures in het leven moeten worden geroepen een vergelijkbaar proces op dit niveau te realiseren. Een belangrijk verschil met het voorgaande is dat hier *continous improvement* over het algemeen niet afgedwongen moet worden zoals dat bij externe performance wel het geval was. Richtlijnen ten aanzien van externe performance zullen worden beschouwd als randvoorwaarden voor de bedrijfsvoering. De functie van een 4PL provider zal hier dan ook voornamelijk gericht zijn op benchmarking tussen organisaties en ondersteuning bij individuele performance verbetering. Een 4PL provider zal daarnaast globale industrie performance evalueren en rapporteren en op basis hiervan strategische studies uitvoeren. Globale industrie performance zal beoordeeld worden aan de hand van een beperkt aantal indicatoren zoals totale distributiekosten, totale levertijd, efficiency per modaliteit, correcte leveranties en de integratie van een Logistics Exchange in planning en informatievoorziening. Het meten van individuele performance of benchmarking vergt vanzelfsprekend een uitgebreider performance framework.

Conclusies

De studie heeft laten zien dat er een nieuwe concurrerende markt zal ontstaan doordat partijen in een distributieketen hun krachten bundelen. Deze krachten komen voort uit zowel organisatie- als consumentenbelangen. Fascinerende aspecten in deze ontwikkeling zijn met name de nieuwe technologie en de mogelijkheden op het gebied van informatieuitwisseling maar ook de dringende behoefte aan een meer *lean and clean* distributienetwerk. Voorheen waren de meeste organisaties binnen de distributieketen voornamelijk gericht op hun directe omgeving. De hyper concurrentie die het nieuwe millennium belooft, vergt een nieuwe benadering van distributie- en transportleiders waarbij gekeken wordt naar de invloed van deze krachten op hun organisatie en op die van partners binnen hun distributieketen. Ze zullen moeten kijken hoe deze krachten invloed uitoefenen op eindgebruikers en omgeving. Om die reden is integratie en verbetering van distributieactiviteiten van LSP's nodig door een gecentraliseerd planning- en netwerkmanagementsysteem dat gerealiseerd wordt door IT. Door gebruik te maken van de laatste technologie in samenhang met een geïntegreerd Europees distributiesysteem liggen er mogelijkheden om 20% kostenreductie, 40% CO₂ emissiereductie en 40% brandstofreductie te realiseren. Tegelijkertijd blijkt er 49% minder vervoer over de weg nodig te zijn vanwege minder leegrijden en het verstandig gebruiken van schepen en treinen.

Dit artikel is eerder gepubliceerd in *Tijdschrift voor Inkoop & Logistiek*, 17(2001)nr 1/2.

Dr. ir. J. Ashayeri is hoogleraar econometrie aan de Katholieke Universiteit Brabant, departement Econometrie & Operations Research van de Faculteit der Economische Wetenschappen. E-mail: <J.Ashayeri@kub.nl>.

Drs. B. van Eekelen is eveneens werkzaam aan de economische faculteit van de KUB.

Ruud Vosseveld werkt bij Baan Company, Industry Marketing Automotive, in Barneveld.

Efficiënter strategisch beleggingsbeleid door optiegebruik

Nieuwe producten in Asset en Liability management van pensioenfondsen

Sinds de invoering van de Pensioen- en Spaarfondsenwet in 1952 is het balanstotaal van de gezamenlijke Nederlandse pensioenfondsen en de pensioenbedrijven van de verzekeringsmaatschappijen gegroeid van g 2.5 miljard tot meer dan g 500 miljard. Het is dan ook niet verwonderlijk dat technieken om het belegde vermogen en de bijbehorende verplichtingen goed te beheren, het zogenaamde Asset en Liability Management (ALM, ook wel balansmanagement genoemd), de laatste jaren veel aandacht hebben gekregen. Statistische technieken en OR-modellering zijn hierbij van onschatbare waarde doordat ze de mogelijkheid bieden de verwachte gevolgen van beleid en aanpassingen in dat beleid te analyseren.

HUUB VAN CAPELLEVEEN EN JANWILLEM ENGEL

De idee achter Asset en Liability Management (ALM) is vrij simpel. Een pensioenfonds heeft een vermogen, de assets, dat grotendeels is opgebouwd door ingebrachte pensioenpremies en behaalde rendementen, en een verzameling toekomstige verplichtingen, de liabilities, die bestaan uit de uit te keren pensioenen. In het soms zeer recente verleden werden deze assets en liabilities door totaal verschillende afdelingen binnen zo'n pensioenfonds gemanaged. Er is niet veel wiskundig inzicht voor nodig om te beden-

ken dat als twee potten met geld afzonderlijk zo goed mogelijk gemanaged worden, terwijl men geïnteresseerd is in de prestaties van beide gezamenlijk (het pensioenfonds), het risico van suboptimalisatie gelopen wordt, tenzij de twee potten onafhankelijk zijn. Aangezien de prestaties van zowel de assets als de liabilities sterk afhankelijk zijn van rente- en inflatieontwikkelingen kwam men tot de conclusie dat het efficiënter is ze, in ieder geval op strategisch vlak, gezamenlijk te managen. ALM was geboren.

In een ALM-model wordt het beleid van een pensioenfonds geëvalueerd. Het beleid van de meeste pensioenfondsen kan worden opgedeeld in een viertal pijlers: pensioenbeleid, premiebeleid, indexatiebeleid en strategisch beleggingsbeleid (voor meer details over de vormen van het beleid zie kader). Om suboptimalisatie te voorkomen worden alle componenten van het beleid van een pensioenfonds gelijktijdig geëvalueerd op het te verwachten effect. In de praktijk worden hiervoor vaak simulatiemodellen gebruikt.

Het nut van opties

Cardano Risk Management heeft als primaire doel de efficiency van eindgebruikers, zoals pensioenfondsen, te verbeteren, door het strategische beleggingsbeleid van pensioenfondsen in de ALM-context efficiënter te maken. Door gebruik te maken van de juiste opties in deze strategische beleggingsmix wordt het pensioenfonds rendabeler bij gelijkblijvend risico of minder risicovol bij gelijkblijvend rendement, of een combinatie van beide. Efficiënter beheerde pensioenfondsen zouden kunnen leiden tot lagere arbeidskosten (door lagere pensioenpremies), wat een belangrijk streven is van de politiek, werkgevers en de deels meebetalende werknemers.

Het zichtbaar maken van het nut voor pensioenfondsen

Pensioenfondsen baseren hun huidige strategische beleggingsbeleid nu grotendeels op de uitkomsten van ALM-studies. Het is dan ook evident dat het nut en de werking van deze optiestrategieën kan worden aangetoond door ze in te bouwen in deze ALM-studies.

Tijdens de analyse van het pensioenfonds die Cardano Risk Management uitvoert, worden de doelstellingen van het pensioenfonds en het huidige strategische beleggingsbeleid onderzocht, waarbij het pensioen-, premie- en indexatiebeleid randvoorwaarden zijn. De doelstelling van het

De vier pijlers van het beleid van een pensioenfonds

Pensioenbeleid

Er bestaan allerlei verschillende pensioenvormen. In het pensioenbeleid wordt vastgelegd of het om een eindloonregeling of een middelloonregeling gaat, welke percentage van dit loon via welke weg wordt opgebouwd, hoe hoog het nabestaanden- en het wezenpensioen is, et cetera.

Premiebeleid

De premiestelling voor de werkgever en de werknemer is aan bepaalde regels gebonden, voornamelijk gebaseerd op de solvabiliteit van het pensioenfonds. In het premiebeleid is vastgelegd hoe hoog de premie is die de werkgever en de werknemer jaarlijks moeten betalen en hoe groot de maximale jaarlijkse premieschommelingen mogen zijn.

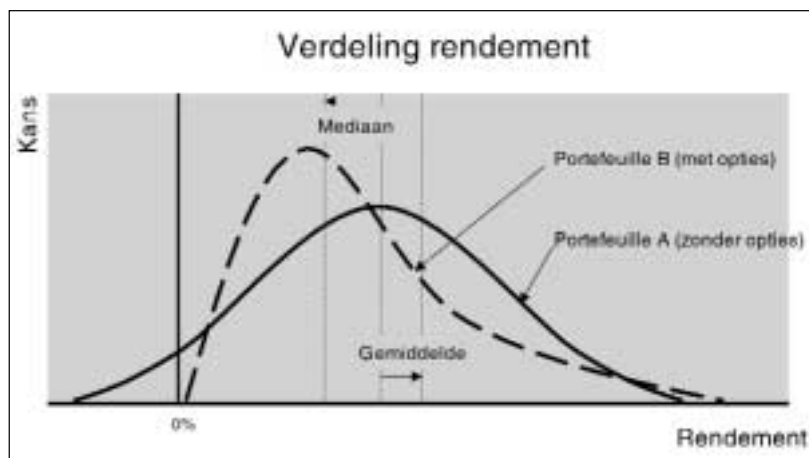
Indexatiebeleid

Pensioenfondsen bieden over het algemeen een welvaartsvast (geïndexeerd met de looninflatie) of waardevast (geïndexeerd met de prijsinflatie) pensioen aan, mits ze zich dit kunnen veroorloven. Jaarlijks neemt het bestuur het besluit of en hoe de opgebouwde pensioenrechten geïndexeerd worden. Of geïndexeerd wordt hangt over het algemeen af van de solvabiliteit van het pensioenfonds op dat moment en soms, vreemd genoeg, van het beleggingsresultaat van dat jaar. De intenties en/of afspraken die een pensioenfonds op het gebied van indexering heeft vormen tezamen het indexatiebeleid.

Strategisch beleggingsbeleid

In het strategisch beleggingsbeleid wordt over het algemeen de verdeling van het te beleggen vermogen over de traditionele beleggingscategorieën (aandelen, obligaties en onroerend goed) vastgelegd. In veel gevallen worden er nog nadere afspraken gemaakt over geografische allocatie, de benchmarks voor aandelen en/of onroerend goed en looptijdverdelingen voor obligaties. Vaak wordt hierbij een (kleine) marge afgesproken, zodat er op tactisch niveau ruimte is voor een specifieke invulling van de beleggingen.

Alle pensioenfondsen maken in hun strategisch beleggingsbeleid op dit moment veelal gebruik van de traditionele beleggingscategorieën: aandelen, obligaties, onroerend goed. Ook wordt steeds meer gebruik gemaakt van grondstoffen als investering en *alternative investments* (*private equity, hedge funds*).



Figuur 1. Verdeling rendement beleggingsportefeuille.

fonds kan bijvoorbeeld een stabiel premiebeleid of minimalisatie van de kans op een solvabiliteitsstekort ('faillissement') zijn. Het resultaat van deze analyse is een verbeterd inzicht in de vraag door welke randvoorwaarde(n) de realisatie van de doelstellingen van het pensioenfonds wordt belemmerd.

Vervolgens wordt met behulp van simulatie onderzocht welke verbeteringen te behalen zijn door de inzet van opties in het beleggingsbeleid. Hiertoe dient de bestaande ALM-software eerst geschikt te worden gemaakt voor de berekening van de gevolgen van de inzet van opties. Vooral een goede modellering van de volatiliteit¹ heeft nogal wat voeten in de aarde.

Tijdens de simulaties worden de gevolgen van diverse economische scenario's in kaart gebracht voor een bepaalde productkeuze en ALM-beleid. Door de resultaten van verschillende productkeuzes te vergelijken komt men tot een optimale productkeuze. Deze productkeuze is dus een inzet op strategisch niveau. Het bevat geen (tactische) visie omtrent de specifieke fondsen waarin kan worden belegd, maar uitsluitend een advies over de productklassen (zoals aandelen en obligaties) die kunnen worden ingezet om het pensioenfonds op lange termijn effectief te laten functioneren.

Nieuwe producten: meer flexibiliteit

De beleggingsportefeuille wordt flexibeler doordat een nieuwe productklasse, de opties, aan de portefeuille wordt toegevoegd. Als gevolg hiervan is het voor veel pensioenfondsen mogelijk op alle voor het fonds belangrijke risico- en rendementsmaatstaven verbetering te boeken.

In figuur 1 is de rendementsverdeling van een beleggingsportefeuille van een pensioenfonds zonder opties weergegeven (portefeuille A). De rendementsverdeling van deze portefeuille volgt een normale verdeling, omdat de portefeuille de som is van een aantal obligatiefondsen en een aantal aandelenfondsen, alle met een normaal verdeelde verwachte rendementsverdeling. Daarnaast is de rendementsverdeling van een vergelijkbare beleggingsportefeuille met een hoger aandelenpercentage weergegeven, waarbij de aandelen zijn beschermd door opties (portefeuille B). De rendementsverdeling van deze portefeuille is, door het asymmetrische karakter van de opties, asymmetrisch van vorm.

Uit de figuur blijkt dat door de wijziging van de portefeuille en de toevoeging van opties het verwachte rendement stijgt. Verder is de kans op een negatief rendement nihil geworden, terwijl deze kans in de traditionele portefeuille zonder opties wel significant was. Een andere maatstaf, de mediaan, is echter lager geworden door de verandering in de portefeuille en de inzet van opties. Wat er gebeurt is dat in de meeste gevallen het rendement iets lager uitvalt, maar dat extreem slechte rendementen voorkomen worden, wat gezamenlijk resulteert in een hoger gemiddeld verwacht rendement.

Meer flexibiliteit: betere fit risico-rendementsprofiel

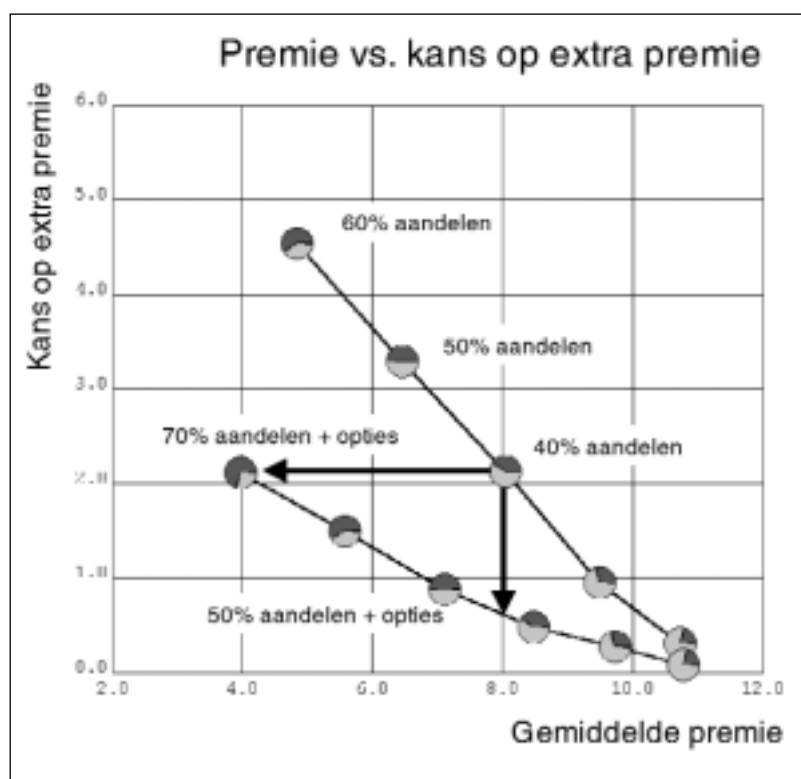
Het doel van de inzet van opties is om de resulterende kansverdelingen voor de solvabiliteit van het pensioenfonds, maar ook voor bijvoorbeeld de premie en de indexatiekorting, zo goed mogelijk

aan te laten sluiten bij het gewenste risicoprofiel van het pensioenfonds. Dit risicoprofiel is een nutsfunctie die over het algemeen sterk niet-lineaire (concave²) eigenschappen bezit. Juist deze niet-lineaire eigenschappen van het gewenste risicoprofiel maakt de inzet van opties zo efficiënt, omdat opties, in tegenstelling tot de traditionele beleggingscategorieën, niet lineaire eigenschappen bezitten. Hoe meer restricties het pensioenfonds aan bijvoorbeeld het premie- en indexatiebeleid stelt, hoe asymmetrischer het risicoprofiel wordt en hoe effectiever de inzet van asymmetrische optieproducten wordt.

Een voorbeeld

Tot slot ter illustratie een voorbeeld. Stel dat het reglement van een pensioenfonds een clause bevat dat het moederbedrijf extra geld (premie) in het pensioenfonds stort op het moment dat de assets minder zijn dan de waarde van de toekomstige verplichtingen (bijvoorbeeld als gevolg van tegenvallende beleggingsresultaten). Het bedrijf vult dan het vermogen van het pensioenfonds aan tot het niveau van de waarde van de toekomstige verplichtingen. Een doelstelling van het pensioenfonds is echter een stabiele premieontwikkeling en dus het voorkomen van deze extra, ad hoc premiebetalingen door het moederbedrijf. Het risico in dit voorbeeld is dus een ad hoc premiebetaling door het moederbedrijf. Hiernaast wordt de gemiddelde premie als rendementsmaatstaf beschouwd; een lagere gemiddelde premie wordt dan als hoger rendement geïnterpreteerd.

Om deze stabiele premieontwikkeling te bewerkstelligen kan de waardeontwikkeling van de beleggingsportefeuille van het pensioenfonds worden beschermd tegen waardedaling door een optieconstructie. Bijvoorbeeld kan de waarde van de aandelenportefeuille verzekerd worden tot een gegarandeerd niveau, waardoor ook de kans op een dusdanige waardedaling, dat bijstorting door



Figuur 2. Ontwikkeling risico en rendement door inzet opties.

de werkgever noodzakelijk is, wordt verkleind³. In figuur 2 wordt dit geïllustreerd.

In figuur 2 zijn de resultaten van simulaties over 25 jaar weergegeven. De bollen in de figuur representeren verschillende verdelingen van het vermogen over de verschillende beleggingscategorieën. In dit gestileerde voorbeeld wordt slechts onderscheid gemaakt tussen twee traditionele beleggingscategorieën: aandelen en obligaties. Een bijschrift van 60% aandelen betekent derhalve dat 60% van de assets in aandelen is belegd en 40% in obligaties. Indien er sprake is van opties dan hebben deze in dit voorbeeld aandelen als onderliggende waarde.

De bollen zijn uitgezet in een risico (kans op extra premiebetalingen) vs. rendement (gemiddelde premie) stelsel. Voor de bollen die op de

bovenste lijn liggen geldt dat uitsluitend in aandelen en obligaties is belegd. Voor iedere combinatie is de gemiddelde premie gedurende de 25 jaar berekend. Daarnaast is de kans op noodzakelijke extra premiebetalingen door het moederbedrijf bepaald.

In de bollen op de onderste lijn zijn de aandelen in iedere combinatie beschermd tegen waardedaling door een optieconstructie. Wat blijkt is dat door de inzet van opties de kans op extra premiebetalingen kan dalen bij een gelijk blijvende gemiddelde premie (verticale pijl) of de gemiddelde premie omlaag kan bij gelijkblijvende kans op extra premiebetalingen (horizontale pijl). Bij de eerste situatie is sprake van een risicodaling bij gelijkblijvend rendement, terwijl bij de tweede situatie sprake is van een rendementsverbetering bij gelijkblijvend risico. In beide gevallen treedt een duidelijke efficiency verbetering op⁴. Ook voor de andere relevante risico- en rendementsmaatstaven, zoals bijvoorbeeld de kans op een solvabiliteit (dekkingsgraad) lager dan 100% of de kans op meerdere jaren op rij een erg lage solvabiliteit, is een efficiency verbetering waar te nemen door inzet van dezelfde optieconstructie.

Conclusie

Cardano Risk Management werkt met een aantal grote en middelgrote pensioenfondsen samen om met de strategische inzet van opties hun ALM-beleid te verbeteren. De beslissing om opties in te zetten in de beleggingsportefeuille van een pensioenfonds is een strategische keuze. Door de inzet van deze producten is het vaak mogelijk op alle voor een pensioenfonds belangrijke risico- en rendementsmaatstaven tot een verbetering te komen. Deze keuze is een uitbreiding op het huidige ALM: door toevoeging van een extra productklasse met een asymmetrische rendementsverde-

ling aan de beleggingsportefeuille wordt extra flexibiliteit in het beleggingsbeleid gecreëerd, wat tot betere resultaten en een efficiënter opererend pensioenfonds leidt.

NOTEN

- 1 De volatiliteit is een maat voor de bewegelijkheid van een asset. Voor bijvoorbeeld een aandeel is de volatiliteit de standaarddeviatie van het rendement van het betreffende aandeel. Voor het prijzen van een optie wordt het standaard Black & Scholes optieprijsmodel gebruikt. De volatiliteit van het aandeel waarop de optie werkt is de enige niet direct observeerbare variabele in het Black & Scholes model en daardoor de aangewezen variabele om ook andere praktische zaken zoals illiquiditeit en niet-normaliteit van de kansverdeling in te stoppen. Dit leidt tot allerlei productafhankelijke opslagen (skews en smiles) op de standaarddeviatie om tot de gewenste modellering van de aangepaste volatiliteit te komen. Deze aangepaste volatiliteit wordt ook wel de implied volatility genoemd.
- 2 Het concaaf zijn van het gewenste risicioprofiel (nuts-functie) slaat op het risicomijdend gedrag van pensioenfondsen. Het verlies van eigen vermogen tot onder bepaalde grenzen wordt als veel pijnlijker ervaren dan een even grote winst van eigen vermogen als dit eigen vermogen toch al aanzienlijk is.
- 3 Merk op dat de invulling van de optimale optieconstructie sterk fondsspecifiek is. Langlopende zogenaamde Aziatische put opties (average price options), al dan niet gecombineerd met geschreven out-of-the-money callopties sluiten over het algemeen redelijk aan bij een traditionele beleggingsportefeuille van een pensioenfonds, maar zeker de specifieke invulling van strikes, looptijden, notionals en zelfs onderliggende waarden, maakt een goede afstemming maatwerk.
- 4 Dit is ook het geval bij alle combinaties tussen de twee pijlen in. In deze gevallen treedt zowel een risicodaling als een rendementsstijging op.

Huub van Capelleveen <hcapelleveen@cardano-riskmanagement.nl> en Janwillem Engel <jengel@cardano-riskmanagement.nl> zijn beide werkzaam bij Cardano Risk Management te Rotterdam <www.cardano-riskmanagement.nl>. Doelstelling van Cardano is om derivatengebruik bij eindgebruikers op strategisch niveau te stimuleren.

OPERATIONS RESEARCH

VIRTUELE WETENSCHAP

‘Operations Research is een virtuele wetenschap’, schrijft Emile Aarts in het aprilnummer van STATOR (2001, 2). Hij refereert hier aan het feit dat OR-specialisten tegenwoordig in multi-disciplinaire teams functioneren, en niet meer als OR-mensen herkenbaar zijn.

‘Innerlijk aanwezig, maar voor het gebruik niet werkzaam’, geeft mijn woordenboek als eerste betekenis van virtueel. Dat zal hij zeker niet bedoelen. De tweede betekenis is ‘schijnbaar aanwezig’. Dus Operations Research als denkbeeldige, niet werkelijk bestaande wetenschap?

GER KOOLE

Wat is het dat een wetenschap tot een wetenschap maakt? Bij *Operations Research and Management Sciences* (OR/MS) lijkt de consensus daarover duidelijk. De Nederlandse vertaling van het vakgebied is Mathematische Besliskunde, ons jaarlijks congres gaat over de *Mathematics of Operations Research*, en in het INFORMS ledenblad *OR/MS Today* klagen toepassers steen en been over het eenzijdig wiskundig karakter van de Amerikaanse opleidingen en docenten. *Wiskunde* is een wetenschap, dat staat buiten kijf. Maar OR? Het synoniem, *Management Science*, doet vermoeden van wel. Deze naam duidt inderdaad op een wetenschappelijke-mathematische aanpak van met name strategische bedrijfsproblemen. En was men enkele decennia geleden nog zeer pessimistisch over de successen van OR/MS, tegenwoordig neemt het aantal OR toepassende professionals toe, aldus Aarts. Echter, hier is geen sprake

van een mono-disciplinaire OR/MS aanpak, hier zijn multi-disciplinaire teams aan het werk, die waar nodig OR combineren met IT, bedrijfskunde, techniek, en andere disciplines. Zelfs de op OR gerichte adviesbureaus zoeken sollicitanten met een bredere IT kennis dan van een OR-specialist verwacht kan worden.

Toolset

Operations Research is dus een verzamelnaam voor wetenschappelijke kennis en technieken die behulpzaam zijn bij het oplossen van bedrijfsproblemen met behulp van wiskundige modellen. Deze toolset is niet voorbehouden aan de OR-professional: OR technieken maken deel uit van het arsenaal dat een goede manager ter beschikking staat, en waar hij of zij naar believe uit kan putten. Wist u dat geavanceerde OR technieken op vrijwel elk bureau van de

wereld zijn terug te vinden? Niet iedereen weet de solver van Excel te vinden, en niet elke gebruiker is er even enthousiast over, maar 10 tegen 1 dat u met enkele handelingen een LP model kan oplossen op uw eigen PC. OR heeft dus zijn plaats gevonden als managementtool, niet meer en niet minder. Het helpt ons verstandige beslissingen te nemen, zowel op operationeel als op strategisch niveau.

Wiskundig modelleren

Zo gezien is OR geen vastomlijnd wetenschapsgebied, maar een losse verzameling methoden en technieken, met wiskundig modelleren als kernbegrip. Voor Ackoff (JORS '56) was het voldoende OR als wetenschap en niet als beroep te duiden, maar is wiskundig modelleren niet gewoon de kern van elke beoefening van bedrijfs- en industriële wiskunde? Ons wat beperkte begrip van OR is achterhaald. In de bedrijfspraktijk wordt het executeren van een optimaliseringsalgoritme voorafgegaan door een statistische analyse, wordt het bijvoorbeeld gecombineerd met een uit de AI afkomstig genetisch algoritme. Ook is algemene en domeinspecifieke bedrijfskundige kennis nodig bij zaken als acceptatie en implementatie en komt er software engineering kijken bij het bouwen van onder andere user interfaces, data management en het aansluiten van software of bestaande systemen. Het uitvoeren van wat wij een OR project noemen vereist dus meer dan wat we vaak onder OR verstaan: een projectgroep moet kunnen putten uit allerlei specialismes binnen de wiskunde en informatica, uit algemene bedrijfskundige kennis, maar natuurlijk ook uit kennis over het specifieke toepassingsdomein. Met name zeg ik *projectgroep*: diepgaande kennis op al deze terreinen zal in het algemeen niet in één persoon verenigd zijn, alhoewel er ten behoeve van de communicatie wel overlap in kennis moet zijn! Zo is het wenselijk dat een in optimalisatietechnieken gespecialiseerde wiskundige ook kennis heeft van software engineering, bedrijfskunde en één of meerdere toepassingsdomeinen zoals logistiek of

risicobeheer. En evengoed moet een bedrijfskundige weet hebben van de (on)mogelijkheden van kwantitatieve modellen.

Model-onderbouwd management

Inderdaad, virtuele OR. Maar niet in de eigentijdse betekenis van een Web-enabled netwerkorganisatie, maar als verzamelnaam van een aantal wetenschappelijke disciplines die bijdragen aan model-onderbouwd management. En dus ook niet met één soort OR-specialist, maar met professionals die vanuit hun eigen wetenschappelijke discipline bijdragen aan het oplossen van 'OR-problemen'. Met wetenschappelijk hoogstaande wiskunde, die zijn wortels heeft in de discrete wiskunde, de analyse, en de stochastiek. Met bijdragen uit de bedrijfskunde, vanuit het besef dat kwantitatieve modellen onmisbaar zijn in de besluitvorming. Met informatica in veel van zijn aspecten. En met bijdragen vanuit toepassingsgebieden, zoals de logistiek, de financiële sector, de (tele)communicatie, enz.

Platform voor uitwisseling

Deze opstelling stelt ons in staat de banden aan te halen met de constituerende wetenschapsgebieden. Want waarom wordt optimalisatie met randvoorwaarden meestal niet behandeld in een analyse college, maar in een aparte OR cursus wiskundige programmering? Zou de communicatie tussen OR-professionals en bedrijfskundigen er niet op verbeteren als de opleidingen Econometrie en Bedrijfskunde meer overlap zouden vertonen? OR is gebaat bij een beperkte profilering als zelfstandige discipline. Wat nodig blijft, is een platform voor uitwisseling. Dit is het netwerk waar Aarts aan refereert, waarin alle aspecten van OR aan bod komen.

Inderdaad, OR als virtuele wetenschap, maar gelukkig in de tweede betekenis.

Ger Koole is hoogleraar optimalisatie van bedrijfsprocessen bij de Divisie Wiskunde en Informatica van de Vrije Universiteit, <koole@cs.vu.nl>.

AGENDA

(Vervolg van pagina 14)

7-12 juli 2002



De International Association for Statistical Education (IASE) en de International Statistical Institute (ISI) houden hun zesde **International Conference on Teaching Statistics (ICOTS-6)**. Het thema is 'Developing a Statistically Literate Society' in Durban, Zuid-Afrika. Voor meer informatie: <<http://www.beeri.org.il/icots6/>>.

24-28 augustus 2002



CompStat 2002, het 25e Annual International Symposium on Computational Statistics, vindt plaats aan de Humboldt Universiteit in Berlijn. Voor informatie: <www.compstat2002.de>.

25-28 augustus 2002



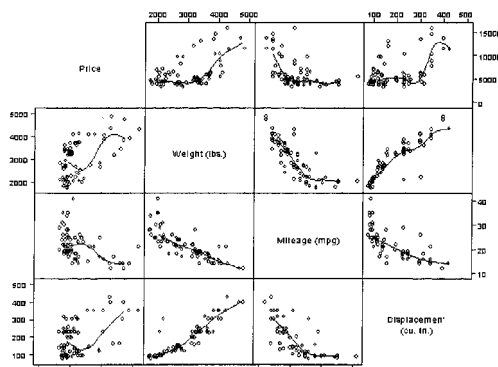
You are cordially invited to submit abstracts for the **International Conference on Improving Surveys (ICIS 2002)**, which will take place in Copenhagen, Denmark.

Main themes are: 1. Impact of New Technology, 2. Quality of Surveys, 3. Comparability of International Assessments, 4. Comparability of Survey and Register Statistics. An abstract of no more than 500 words should be send by e-mail to <ICIS@sfi.dk>. Information is available at <<http://www.sfi.dk>>.

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."

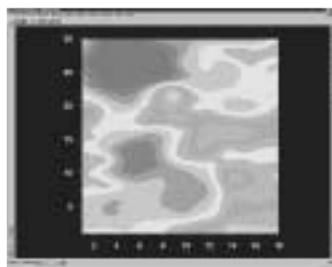
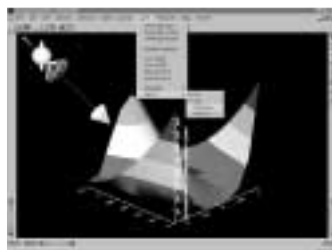
STATA®

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

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

PROBABLY THE BEST STATISTICS PACKAGE FOR TEACHING STATISTICS TODAY!

NEW
5TH EDITION
AVAILABLE
SOON



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

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

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

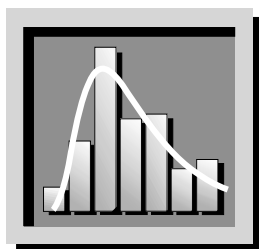
GenStat's reputation for the quality and accuracy of its statistical functionality is unparalleled and it contains the broadest range of statistical tools, all available in the standard package with no additional modules to install and pay for. This means that GenStat is genuinely suitable for the beginner,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

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

For more information please contact:

Cosinus Computing BV, Postbus 52, 5600 AB Eindhoven

tel +31 40 233 35 99, fax +31 40 233 35 88, info@cosinus.nl, <http://www.cosinus.nl>



GenStat®

With GenStat you know you can!

Technici ervaren het steeds meer; statistische methoden zijn onontbeerlijk voor het uitvoeren van de job binnen de geplande tijd.

EUFORCE biedt u de mogelijkheid uw kennis en kunde op het gebied van industriële statistiek te vergroten met de deeltijd Masteropleiding:

Master of Industrial Statistics and Quality Engineering

- academisch niveau
- breed van opzet
- modulair
- mastertitel bij succesvolle afronding van de totale opleiding

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

De volgende modules worden in de komende perioden aangeboden:

Neurale netwerken: 24, 31 oktober en 7 november

Proefopzetten: 9, 16, 23 en 30 november

Systemen voor kwaliteitsborging: 14, 21 en 28 november

Tijdreeksen: 7, 14 en 21 december

Implementatie van technische oplossingen: 12 december

Uitgebreide informatie is aan te vragen bij:

EUFORCE B.V., Technische Universiteit Eindhoven

tel. (040) 247 89 99, fax (040) 247 89 90, e-mail info@euforce.tue.nl

U vindt ons ook op Internet: www.euforce.tue.nl

De losse modules worden in samenwerking met PATO en PAON georganiseerd.

euforce

de TU/e-organisatie voor post-hoger onderwijs

Can

**Your Partner in
Mathematics and
Statistics**

S-PLUS 2000

*Maak kennis met S-PLUS 2000,
het krachtige desktopdata-visualisatie
en data-analysesysteem*

Door de intuïtief grafische interface van S-PLUS kunnen de vele ingebouwde grafische en statistische tools eenvoudig worden bediend. De interface is gebaseerd op de krachtige S programmeertaal. S-PLUS is daarmee het meest flexibele en geavanceerde statistiekpakket. Analyseer uw data zoals u dat wilt en niet zoals het pakket u dat oplegt!

Is het (nog) niet nodig over de S programmeertaal te beschikken? Kies dan voor de S-PLUS 2000 Standard Edition en maak gebruik van een zeer complete verzameling statistiekt technieken en grafieken voor een aantrekkelijke prijs.

Enkele technieken in S-PLUS 2000

- Robuuste MM regressie
- (Non) Linear mixed effects models
- Multi levelanalyse
- Clusteranalyse
- Multivariate technieken

Enkele features van S-PLUS 2000

- SPSS/Excel Links
- Handige datamanipulatietechnieken
- Trellisgrafieken voor multi-dimensionele dataweergave
- Puntenidentificatie in grafieken

CANdiensten is distributeur en gekwalificeerd trainer voor S-PLUS, Maple en Mathematica. Kijk voor informatie over onze producten, cursussen en activiteiten op <http://www.candiensten.nl>

CANDiensten
Nieuwpoortkade 23-25
NL-1055 RX Amsterdam
T +31 (0)20 560 8400
F +31 (0)20 560 8448
info@candiensten.nl

S-PLUS-cursusdata

Algemene inleiding in S-PLUS

iedere maand

Inleiding programmeren in S-PLUS

iedere maand

Survivalanalyse

ieder kwartaal

Ruimtelijke statistiek

ieder kwartaal

Longitudinale Data-analyse

ieder kwartaal

Lineaire en gegeneraliseerde

lineaire modellen

ieder kwartaal

Stuur een email naar cursus@candiensten.nl voor meer informatie over de cursussen, of bel 020-560 84 00. Bezoek ook onze website.