

STAtOR

BIG DATA & PRIVACY

Program Annual Meeting 2019 and the
VVSOR Conference 2019

Optimaal plannen van onderhoudstaken voor
windmolenparken op zee

Paul de Octopus 2.0; hoe we met statistiek en
machine-learning het WK voetbal probeerden te
voorspellen

De afdeling als atelier; het ontwerpen van zorg

De apologie voorbij; kansrekening en het feilbare
denken

Turning the tide; getijdenenergie veelbelovend
voor het Britse energienetwerk

De twintigste jaargang van STAtOR: reacties



STAtOR

Jaargang 20, nummer 1, maart 2019

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

Redactie

Joaquim Gromicho (hoofdredacteur), Annelieke Baller, Ana Isabel Barros, Joep Burger, Kristiaan Glorie, Caroline Jagtenberg, Guus Luijben (eindredacteur), Richard Starmans, Gerrit Stermerdink (eindredacteur), Vanessa Torres van Grinsven en Sanne Willems. Vaste medewerkers: Johan van Leeuwen, John Poppelaars, Gerard Sierksma en Henk Tijms.

Kopij en reacties richten aan

Prof. dr. J.A.S. Gromicho (hoofdredacteur), Faculteit der Economische Wetenschappen en Bedrijfskunde, afdeling Econometrie, Vrije Universiteit, De Boelelaan 1105, 1081 HV Amsterdam, mobiel 06 55886747, j.a.dossantos.gromicho@vu.nl

Bestuur van de VVSOR

Voorzitter: prof. dr. Fred van Eeuwijk, db@vvsor.nl
Secretaris: dr. Sophie Swinkels, db@vvsor.nl
Penningmeester: dr. Ad Ridder, db@vvsor.nl
Algemeen: Nikky van Buuren MSc, webmaster@vvsor.nl
Voorzitters van de secties: prof. dr. ir. Mark van de Wiel (Biometrical Section); prof. dr. Albert Wagelmans (Section for Operations Research); dr. Eduard Belitser (Section Mathematical Statistics); prof. dr. Casper Albers (Social Sciences Section); dr. Michel van de Velden (Economics Section); Jonas Haslbeck MSc (Young Statisticians).

Leden- en abonnementenadministratie van de VVSOR

VVSOR, Postbus 1058, 3860 BB Nijkerk, telefoon 033 2473408, admin@vvsor.nl. Raadpleeg onze website www.vvsor.nl over hoe u lid kunt worden van de VVSOR of een abonnement kunt nemen op STAtOR.

Voor advertenties

M. van Hootegem, hootegem@xs4all.nl
STAtOR verschijnt in maart, juni, oktober en december.

Ontwerp en opmaak

Pharos, Nijmegen

Uitgever

© Vereniging voor Statistiek en Operations Research
ISSN 1567-3383



REGISTRATION

Registration for the conference is mandatory at www.vvsor.nl and some parts of the meeting are subject to charges. Detailed information can be found on our website.

LANGUAGE

The talks at the annual meeting will be in English, the Annual General Meeting (ALV) will be in Dutch.

ALGEMENE LEDENVERGADERING (ALV)

The Annual General Meeting (ALV) takes place on March 20, 16:30 – 17:15. The relevant documents will be provided on the website (www.vvsor.nl) two weeks before the meeting. You can also get them by e-mail if you send a request to <admin@vvsor.nl>.

COFFEE, TEA AND DRINKS

Coffee and tea during the breaks and drinks afterwards are offered by the Society.

LUNCH

Lunch on Thursday March 21 is included and will be served in the central hall.

DINNER AND PARTY ON MARCH 20

A dinner and pubquiz by Young Statisticians take place on March 20, 19:00 – 23:00 at Stadskasteel Oudaen (Oudegracht 99, 3511 AE Utrecht, the Netherlands) at 15 minutes walking from the Jaarbeurs.

ORGANIZING COMMITTEE

The annual meeting is organized by the board and the sections of the VVSOR. For questions, contact the administration by e-mail at <admin@vvsor.nl>.

REGISTRATION BEFORE MARCH 18!

INHOUD

- 4 Redactioneel – Duizend weken
- 5 Wat te zeggen als alles al gezegd is? | JOAQUIM GROMICHO
- VVSOR Annual Meeting 2019
VVSOR Conference 2019 Big Data & Privacy
- 6 Letter from the President | FRED VAN EEUWIJK
- 9 Program Annual Meeting & Conference on March 20 – 21, 2019
- 16 Optimaal plannen van onderhoudstaken voor windmolenparken op zee | ALBERT H. SCHROTENBOER
- 20 Paul de Octopus 2.0; hoe we met statistiek en machine-learning het WK voetbal probeerden te voorspellen | HANS VAN EETVELDE & CHRISTOPHE LEY
- 24 De afdeling als atelier; het ontwerpen van zorg | BOB VAN LIMBURG
- 30 Is de Nederlandse lotto wel vernieuwend genoeg? – column | HENK TIJMS
- 34 De apologie voorbij; kansrekening en het feilbare denken | RICHARD STARMANS
- 40 De opa van Robbert Dijkgraaf – column | GERARD SIERKSMA
- 42 Turning the tide; getijdenenergie veelbelovend voor het Britse energienetwerk | LOTTE KONINGS
- 46 Lean Six Sigma-pionier Ronald Does wint Shewhart Medal | BENDERT ZEVENBERGEN
- 48 Young Statisticians are looking for a new board member



- 23 Van droom naar glorie | GERRITTIMMER
- 29 STAtOR: verbinding tussen Statistiek en Operations Research | DICK DEN HERTOEG
- 32 De geboorte van STAtOR | HAN OUD
- 38 Een 'trip down memory lane' | HEROLD DEHLING
- 47 Verbinding tussen theorie en praktijk | GOOS KANT
- 19 Nederlands Genootschap voor Besliskunde
- 28 Sectie Mathematische Statistiek
- 31 Biometrie Sectie, BMS-Aned
- 38 Economische Sectie
- 41 Sociaal-Wetenschappelijke Sectie
- 48 (Aspirant) Sectie Statistics Communication
- 48 Young Statisticians

Duizend weken

Statistici zijn meestal bescheiden. Dat zie je al aan de beginzin waarmee de meeste problemen worden aangepakt: 'laten we aannemen ...' Niets van de stelligheid die je bij andere disciplines wel eens tegenkomt, bij ons viert de relativering hoogtij. Soms is dat jammer, die bescheidenheid leidt ook tot een zekere onzichtbaarheid en daarmee doen we ons vak tekort.

Met dit nummer van *STATOR* begint de 20e jaargang en in alle bescheidenheid mogen we stellen dat al vanaf het eerste proefnummer de nadruk heeft gelegen op vergroting van onze zichtbaarheid. Niet alleen van het ene VVSOR-lid naar het andere, maar ook naar de buitenwereld. We zoeken daarom ook naar een zo goed mogelijke samenwerking met de nieuwe sectie in *spé* – Statistical Communication – die zich bezig gaat houden met de manier waarop ons vak naar de buitenwereld gecommuniceerd kan worden. Namens die sectie is Sanne Willems lid geworden van onze redactie: hartelijk welkom Sanne.

Dat dit de 20e jaargang is vinden we aanleiding tot een klein feestje. We hebben daarom een aantal mensen gevraagd iets bij te dragen aan dit nummer. Naast de vier *founding fathers* – Gerrit Timmer, Han Oud, Herold Dehling en Dick den Hertog – die het eerste nummer hebben samengesteld vindt u ook zeer diverse bijdragen van de voormalige hoofdredacteurs én van alle sectievoorzitters. Wij zijn, in alle bescheidenheid, verrast én gevlend door de vele complimenten voor ons blad!



Het belangrijkste onderdeel van dit nummer is echter de informatie over onze Annual Meeting. Het thema Big Data en Privacy is uiterst actueel en het programma is veelbelovend. Daarnaast natuurlijk enkele artikelen, zoals altijd heel gevarieerd qua onderwerp, een tweetal columns en de informatie van de Young Statisticians.

Waarschijnlijk vraagt u zich inmiddels af waar die kop 'Duizend Weken' boven deze inleiding op slaat? Midde jaren '50 van de vorige eeuw was de 'roman voor oudere meisjes' van uitgeverijen als Kluitman een begrip. Meisjes van ongeveer 16 tot 20 zwijmelden bij de beschrijving van allerlei romantische avonturen.

De hoofdpersonen waren vaak begin 19, ze naderden de volwassenheid van 21 jaar en de daarbij behorende verantwoordelijkheden als een keurig huwelijk. Vandaar dat veel van deze boeken een titel of ondertitel hadden met daarin 'als je duizend weken bent...'. Welnu, die duizend weken is ook de leeftijd van *STATOR*, onze zorgeloze tienerjaren zijn voorbij en we blikken hoopvol vooruit naar de toekomst!

Wij hopen velen van u te ontmoeten op de Annual Meeting en wensen u, tot die tijd, indachtig onze traditie 'veel leesplezier'.

De redactie

20

Wat te zeggen als alles al gezegd is?

Verspreid door dit nummer vindt u terugblikken op 19 jaar *STATOR* door Gerrit Timmer, Dick den Hertog, Han Oud, Herold Dehling en Goos Kant. Het is lastig iets zinnigs toe te voegen aan hetgeen de oprichters en de twee eerste hoofdredacteurs hebben geschreven.

Ik realiseer me nu pas dat ik de langstzittende hoofdredacteur ben. De volkswijsheid 'tijd vliegt als je het naar je zin hebt' blijkt maar al te waar te zijn! Het voelt als pas gisteren dat Goos me – op het Hartsfield-Jackson vliegveld van Atlanta in de VS – vroeg of ik zijn functie van hoofdredacteur zou willen overnemen. Ik ben nog steeds blij dat het bestuur mij als zodanig heeft benoemd, en eerlijk gezegd heb ik nooit gevraagd of er een maximum termijn voor dit ambt in de statuten is opgenomen.

Ik ben altijd een groot bewonderaar van de VVSOR en van *STATOR* geweest. De belangrijkste reden wordt door Goos genoemd: een prachtige mengeling van *analytics* over de hele breedte, van statistiek tot OR. Zo kan de 'rest van de wereld' zich bewust worden van het feit dat deze combinatie essentieel is om methodologieën te kunnen ontwikkelen om de juiste beslissingen te helpen nemen gebaseerd op de data.

Ook belangrijk is dat *STATOR* zich tussen theorie en de praktijk plaatst. En zowel de academicus als de beoefenaar lijkt te enthousiasmeren! Een brug slaan tussen theorie en praktijk is mijn levensmotto, zo prijs ik me gelukkig te mogen werken voor ORTEC én voor de VU. *STATOR* is de kers op de taart.

EURO, de vereniging van OR-verenigingen in Europa, slaagt er pas sinds kort in om theorie en praktijk bij elkaar te brengen. De jongste van haar inmiddels 33 werkgroepen is de werkgroep Practice of OR (<https://www.euro-online.org/web/ewg/43/ewg-por-euro-working-group-on-practice-of-or>). In mijn rol als bestuurslid

daarvan profiteer ik enorm van mijn ervaring bij *STATOR*.

STATOR is op veel manieren bijzonder. Het begint bij de redactie: intelligente en enthousiaste mensen die er zonder aarzeling tijd en toewijding in stoppen zonder een andere beloning dan de voldoening die ze ervan krijgen. Het verbaast me steeds weer hoe gemakkelijk het is om mensen te motiveren een bijdrage voor *STATOR* te schrijven. Kopij binnenhalen is nooit een probleem geweest. Ik ben het bestuur daarom zeer erkentelijk dat het vorig jaar ons voorstel het lidmaatschap te schenken aan de actieve redacteurs, auteurs en columnisten heeft overgenomen. Dat is een fijne erkenning!

STATOR lijkt aan impact te winnen; de samenwerking met bijvoorbeeld wetenschap.nu krijgt vorm, en ook krijgt *STATOR* dankzij de nieuwe webredactie een steeds prominentere en levendiger plek op de website van de vereniging. *STATOR* juicht ook de stappen toe die genomen worden om *statistical communication* een plek in de vereniging te geven. Sanne Willems maakt met ingang van dit nummer namens deze sectie deel uit van onze redactie. Overigens zou ik er een voorstander van zijn deze sectie aan *analytical communication* te wijden in plaats van aan *statistical*, juist om het brede bereik van de vereniging te blijven benadrukken.

Ik haalde eerder al een volkswijsheid aan, een andere zegt dat 'het leven van een mens begint bij 40'. Maar voor een blad lijkt 20 jaar ook een mooi begin van het rest van het leven te zijn. Al zou ik op termijn over successie moeten na gaan denken, ik hoop nog vele jaren samen met *STATOR* te mogen blijven groeien!

Ten slotte: leren doe ik het meest van Gerrit Stemerink. Zijn visie en wijsheid verklaren een groot deel van het succes van *STATOR*. Het leven van een hoofdredacteur is zeer aangenaam met Gerrit in het team, en gezien Gerrit dat sinds het eerste reguliere nummer is, is hij de stabiele factor in al die afgelopen jaren. Ik ben hem zeer dankbaar en hoop dat *STATOR* nog vele jaren van hem zal mogen profiteren!

JOAQUIM GROMICHO, hoofdredacteur vanaf 2011
e-mail: joaquim.gromicho@ortec.nl



Letter from the President

Dear members of the VVSOR and others interested, last year I wrote at this place that the board of the VVSOR has opted for the organisation of the annual meeting as a way to illustrate the impact of statistics and OR on science, technology, and society.

In 2018, the VVSOR annual meeting successfully addressed the subject of climate change from various perspectives. This year, the annual meeting will be held at the afternoon of Wednesday March 20 and continue for the whole day of Thursday March 21. The place for the meeting is again Jaarbeurs Meetup in Utrecht. A conference dinner is planned in Oudaen on Wednesday. The topic of this year's meeting will be Big Data & Privacy.

Big Data: Interests and Perspectives

Big data is both a hype and real. Everywhere in daily life, commercial and governmental organisations claim to improve their products and services by the use of big data. Data extracted from social media interactions and specialized data bases are analysed with mostly machine learning techniques in an attempt to address the customer in a more efficient and appropriate way. The providers claim that they want to increase customer satisfaction. At the receiver end, it is less clear that big data analytics increase customer satisfaction or well-being. For an insight in the darker side of big data algorithms, I recommend the book of Cathy O'Neill *Weapons of Math Destruction*.

In this book, the negative consequences of the blind use of non-public learning algorithms are described. As a simple example, people may find themselves cornered by algorithms that classify them as non-credit worthy and belonging to a high risk profile for criminal behaviour. Somewhat less obvious are the scheduling algorithms for delivery services and working hours for people working in shops, bars and restaurants. These algorithms optimize net benefit for the company at the price of destroying the biological and psychological day rhythms of the employees.

Big data has a number of aspects to it that merit consideration from a statistical point of view. The first aspect is obviously the structure and composition of the data set. How do bias and dependencies between objects or subjects in the response and predictor space affect the performance and outcome of the algorithms? A question that can be asked is whether in big data we are still looking at a sample from a population and whether the question of bias in the sample is still relevant. Another question concerns the safe guarding of the privacy of the subjects. Are there mechanisms to avoid direct identification of subjects from inspection of the data? Of course, there also remain questions at the modelling and algorithmic side. Do the models and algorithmic approaches account sufficiently well for correlations and sources of error variation occurring at different levels in the data? With respect to the objective functions to be optimized the question arises which criteria should be included to balance the interests of the different parties involved? An interesting question can be posed on the effectiveness of the implementation of big data strategies. Are the promises made true? Are companies better able to offer their products to customers and is customer satisfaction

increased? Are routing schemes optimized in ways they couldn't before the use of big data?

Annual Meeting VVSOR 2019: Big Names

All of the above questions will be addressed at this year's annual meeting. Daniel Oberski (Universiteit Utrecht) will talk about 'differential privacy' in a social science statistics context. He will show how on purpose randomness is injected into the data to protect individual subjects from identification and what the consequences are of this procedure for design and analyses. Ilker Birbil (Erasmus Universiteit, Rotterdam) will talk about data privacy within the context of OR and linear optimization, and touch upon differential privacy. Sofie De Broe (CBS) will talk about how big data in official statistics can contribute to improved decision taking and policy making, what kind of statistical procedures are needed for that and where privacy issues turn up once again. Cecile Schut (Autoriteit Persoonsgegevens) will address the question of how to embed privacy and data protection into big data analysis from a legal, ethical and technical viewpoint. Genomics and genetics are important areas for development and application of big data analysis methodology. We will have a talk about a Bayesian variable selection method in the area of causal modelling as part of genome wide association analysis in the medical area by Apostolos Gkatzionis (University of Cambridge). A major authority in medical statistics, Stephen Senn (consultant statistician, Edinburgh), will emphasize that statistical design considerations and identification of all sources of variation are always prerequisites for a valid statistical analysis, even in observational studies. Another big name that

we have been able to agree on a presentation is Sanne Blauw. Many of you may know her because of her book *Het best verkochte boek ooit*. She opens up important and complex statistical questions to a wide audience. In her book, she also writes about big data in a chapter that you could read in the last edition of *STATOR*. We are very pleased to have been able to include such excellent speakers as Sanne Blauw and Stephen Senn as the top of the bill speakers on Wednesday and Thursday respectively. Outside the scientific program, the annual meeting will present the winners for the best MSc (Hemelrijk prijs) and PhD thesis (van Zwet prijs) on Thursday March 21.

Agenda points for Algemene Ledenvergadering

For Wednesday afternoon March 20, we planned 'de algemene ledenvergadering'. There are a number of issues that require attention and about which I would like the VVSOR members to think about as a preparation. Firstly, we desperately need more people for the VVSOR board as well as people that can support the board in specific tasks. At this moment the board consists of Ad Ridder (penningmeester), Nikky van Buuren (bestuurslid), Judith ter Schure (penningmeester in opleiding), and myself as president. Over the last year, the board said goodbye to Laurence Frank (secretaris) and Maarten Kampert (bestuurslid). I would like to thank Laurence and Maarten for all the work they have done for the VVSOR. We urgently need a new 'secretaris'. Beyond a new secretary, it would be good to have additional board members that can invest time in some of the following issues.

The board of the VVSOR wants to increase the visibility of statistics as a science in the Netherlands and to

represent the interests of the statistical community. For increasing the visibility, we organize the annual meeting of the VVSOR. The organisation of the annual meeting takes a lot of time and we would be happy to have new VVSOR board members supporting us in that.

Another important issue is the certification of statisticians. For some areas (pharmaceutics and medicine) it is a requirement that a statistician is certified before being able to work in a company. The VVSOR should play a role in the discussion about what kind of certifications are needed and possible and what kind of requirements should be imposed. The VVSOR participates in various national and international initiatives in the area of certification. We would welcome new people to think about and discuss those issues.

Closely related to certification, the VVSOR wants to play a role in thinking about the content of the statistical curriculum at secondary schools and make and maintain an inventory of courses and education in statistics and related matters (including data science, big data, machine learning). In addition, the VVSOR is responsible for some courses that receive a VVSOR certificate. What kind of courses do we want to promote as VVSOR and to which extent are we capable of a quality control on those courses? For all topics related to education, we welcome people to think with us. There exists a VVSOR educational committee, but more active members are needed.

A new initiative in 2018 concerned a VVSOR working group for communication of statistical results. Statistical results and interpretations often end up heavily distorted in press releases and in all kinds of media. What can we do to improve the communication and correctness of statistical information? A question we need to think about is whether we want to create a separate section within the VVSOR that dedicates itself to strategies for improving statistical communication?

Something that does require action is the instalment of a group of statisticians and operations research specialists that can answer questions on statistics and operations research from journalists and news services. Such a group may be instrumental in improving the level of statistical and OR literacy and could contribute strongly to the visibility of statistical science and OR theory and applications.

The VVSOR is heavily involved in *Statistica Neerlandica* and *STAtOR*. What kind of journals do the members of the VVSOR have in mind for those two publications? *STAtOR* has very clearly become a magazine that illustrates in an accessible way that statistics and OR are important to the Dutch society. As such *STAtOR* closely embodies the kind of communication the VVSOR board thinks is essential to the maintenance and growth of quality statistics and OR in the Netherlands.

For *Statistica Neerlandica* the situation is far less clear. Here we may struggle with defining a clear identity. It would be good when the VVSOR members develop an opinion about the kind of journal they want *Statistica Neerlandica* to be. Before anything, we ask for new editors for the journal. We especially welcome candidates for the position of general editor.

I hope that I have convinced you that interesting times lie ahead of us in the area of big data and that it will be worthwhile to attend the annual meeting of the VVSOR. I also hope that some of you will take up the challenge and will volunteer for some of the tasks that will help the VVSOR forward. See you soon.

FRED VAN EEUWIJK
President VVSOR



&
**Annual Meeting of the Netherlands Society
for Statistics and Operations Research (VVSOR)**

March 20 & 21, 2019

LOCATION
Jaarbeurs Meetup Utrecht
Jaarbeursplein, 3521 AL Utrecht (adjacent to Central Station)

PROGRAM Wednesday March 20 | Day 1

- 12:45 – 13:25 Registration and coffee/tea
- 13:25 – 13:30 WELCOME by **Fred van Eeuwijk**, president of the VVSOR
- 13:30 – 14:15 BIG DATA TO IMPROVE POLICY AND DECISION MAKING: THE EXPERIENCE OF STATISTICS NETHERLANDS
Sofie De Broe, Center for Big Data Statistics, Heerlen
- 14:15 – 15:00 WILL DIFFERENTIAL PRIVACY CHANGE THE WAY WE STUDY PEOPLE?
Daniel Oberski, Utrecht University
- 15:00 – 15:30 Break
- 15:30 – 16:15 THE OBJECTIVITY OF STATISTICS NOW AND IN THE FUTURE
Sanne Blauw, numeracy correspondent for *De Correspondent*
- 16:30 – 17:15 ANNUAL GENERAL MEETING (ALV)
- 17:15 – 18:30 Snacks and Drinks
- 19:00 – 23:00 DINNER AND PUB QUIZ BY YOUNG STATISTICIANS
At Stadsasteel Oudaen, Oudegracht 99, 3511 AE Utrecht

PROGRAM Thursday March 21 | Day 2

- 10:00 – 10:25 Registration and coffee/tea
- 10:25 – 10:30 WELCOME by **Fred van Eeuwijk**, president of the VVSOR
- 10:30 – 11:15 ABOUT BIG DATA AND PRIVACY: LEGAL, ETHICAL AND TECHNICAL CHALLENGES
Cecile Schut, Autoriteit Persoonsgegevens
- 11:15 – 12:00 CEREMONY OF THE WILLEM R. VAN ZWET AWARD AND THE JAN HEMELRIJK AWARD
Prize winners will be presented by the juries, followed by a short presentation by the laureates
- 12:00 – 13:30 Lunch
- 13:30 – 14:15 DATA PRIVACY IN OPTIMAL CAPACITY SHARING
Ilker Birbil, Erasmus University Rotterdam
- 14:15 – 15:00 BAYESIAN VARIABLE SELECTION FOR MENDELIAN RANDOMIZATION
Apostolos Gkatzionis, MRC Biostatistics Unit, University of Cambridge
- 15:00 – 15:15 ANNOUNCEMENT OF THE 63RD ISI WORLD STATISTICS CONGRESS 2021 IN THE NETHERLANDS
Eric Schulte Nordholt, Chairman of the National Organizing Committee
- 15:15 – 15:45 Break
- 15:45 – 16:30 IN SEARCH OF LOST INFINITIES; WHAT IS THE “N” IN BIG DATA?
Stephen Senn, consultant statistician
- 16:30 – 17:30 Snacks and Drinks

March 20 | Day 1

13:30 – 14:15

BIG DATA TO IMPROVE POLICY AND
DECISION MAKING: THE EXPERIENCE OF
STATISTICS NETHERLANDS

Sofie De Broe

Center for Big Data Statistics, Heerlen

Can we improve policy and decision making by using Big Data in official statistics? At the CBS Center for Big Data Statistics (CBDS) we aim to accelerate the introduction of big data sources in official statistics while taking our responsibility in issues of privacy and security. We believe that using Big Data in our statistical products deepens insights in relevant societal questions and improves both timeliness and level of detail. The mission, scope and ecosystem of CBDS will be elaborated, results in terms of beta or experimental statistics and challenges in the transition from experimental to official statistic will be discussed.

SOFIE DE BROE is head of methodology and scientific director of the Centre for Big Data Statistics at Statistics Netherlands in Heerlen. She has a master's degree in demography (University of Louvain La Neuve, Belgium), with a bachelor in sociology (University of Ghent, Belgium) and she has a PhD in social statistics/reproductive health from the university of Southampton (UK). After working at the university of Southampton as a teaching fellow, Sofie worked for 6 years at the Office for National Statistics in Titchfield on Improving Migration Estimates. In 2012 she moved to Germany where she taught Research Methods at the university of Duisburg-Essen. Since 2015 Sofie works for Statistics Netherlands and mainly focus on Big Data methods, developing experimental statistics using Big Data and implementing them in the statistical process.

14:15 – 15:00

WILL DIFFERENTIAL PRIVACY CHANGE
THE WAY WE STUDY PEOPLE?

Daniel Oberski

Utrecht University

Science should be open and reproducible, and so the pressure is on to publish data, including data on people. But pressure is also on to protect individual research participants – for which it is necessary to inject randomness in the data. I will discuss why this is true, and what it means for researchers who want to analyze data from people. As I will argue, differential privacy will likely force us to change our ways: we will need to account for “privacy error” in our statistics, increase our sample sizes, make more use of preregistration or other self-limitation where possible, and sometimes, completely change our data collection designs.

DANIEL OBERSKI is an associate professor at Utrecht University's Department of Methodology & Statistics. He is a member of the Young Academy of the Royal Netherlands Academy of Arts and Sciences (KNAW) and received a VENI grant from Netherlands Organisation for Scientific Research (NWO) for: “Developing latent variable techniques that open up a treasure trove for social science”. His research focuses on data science methodology, in particular the problem of measurement in the social sciences. To draw accurate substantive conclusions, social scientists need to measure human behavior and opinions reliably and validly. Where this ideal is unattainable, the extent of the problem should be known so it can be accounted for in the substantive analysis. His research has contributed to this by:

1. Estimating measurement error in hundreds of survey questions from the European Social Survey and creating a meta-analysis that predicts the extent of such errors;

March 21 | Day 2

2. Developing models that correct multivariate social science analyses for the effects of measurement error while retaining accurate measures of uncertainty about the results;
3. Introducing several novel methods to evaluate the fit of latent variable models, the type of model used to attain the two goals above;
4. Collaborating on substantive social science research and implementing his own and others' methods in user-friendly software.

From 2006–2011 Daniel worked for the European Social Survey (ESS). As a member of the group in charge of the evaluation of question quality in the ESS he worked on multitrait-multimethod (MTMM) models.

15:30 – 16:15

THE OBJECTIVITY OF STATISTICS NOW AND IN THE FUTURE

Sanne Blauw

De Correspondent

Statistics appear to be objective, but are they? Sanne Blauw (1986) started asking herself this question when she was doing research in Bolivia for her PhD in econometrics. Reality seemed way too complex to be grasped with numbers. There were many things that counted, but that she couldn't count. Also, she saw how her own point of view affected her research. After her PhD, she decided to become a journalist for the Dutch online platform *De Correspondent* in order to investigate the question: What should be the role of statistics in society? And - with the rapid development of big data and algorithms - what should it be in the future?

Last Fall Sanne published *Het bestverkochte boek ooit (met deze titel) / The Biggest Bestseller of All Time (with this Title)*. In the book she argues against putting numbers on a pedestal. On the other hand, she doesn't want to throw them away altogether. She wants to put them back in their place: next to words. From GDP-numbers to IQ, from nutrition research to international rankings - Sanne makes clear what such numbers do and do not say.

SANNE BLAUW (1986) has an MSc in Econometrics (cum laude) and completed her PhD in 2014 with the dissertation 'Well-to-do or Doing Well', on income inequality, trust and happiness. But, she asked herself, can you measure happiness? This question launched her career in journalism. She became Numeracy Correspondent for *De Correspondent*, with one goal: to unveil the bizarre influence of numbers on our lives.

10:30 – 11:15

ABOUT BIG DATA AND PRIVACY: LEGAL, ETHICAL AND TECHNICAL CHALLENGES

Cecile Schut

Autoriteit Persoonsgegevens

A lot of big data sources contain personal data: any information relating to an identified or identifiable natural person. So it is clear that the use of big data might have implications for the right to privacy. In Europe, the General Data Protection Regulation demands fair, accurate and non-discriminatory use of personal data, whether it is big data, small data or ordinary data. Is it possible to embed privacy and data protection into big data analysis? Challenges will be illuminated from three different perspectives: the legal, the ethical and the technical viewpoint.

CECILE SCHUT has a masters' degree in applied mathematics and in public administration. After a few years at KPN Research, she joined Statistics Netherlands in 1997, where she held various positions. In her position as Director of the policy staff at Statistics Netherlands (2013–2017) she was, among other things, responsible for the privacy and quality policy of Statistics Netherlands, including the implementation of the GDPR. From January 2018, she joined the Dutch Data Protection Authority, the independent supervisory body in the Netherlands that fosters and monitors the protection of personal data. As Director of System Supervision, security and technology, Cecile is responsible for offering guidance to organisations and their data protection officers, the assessment of requests for prior consultations, codes of conduct and other GDPR instruments that stimulate organisations to become privacy-proof. Besides, her unit develops high-quality and up-to-date knowledge in the field of security and technology which is necessary for the different supervisory tasks of the Dutch DPA.

13:30 – 14:15

DATA PRIVACY IN OPTIMAL CAPACITY SHARING

Ilker Birbil

Erasmus University Rotterdam

Capacity sharing is arguably one of the best approaches to obtain sustainable and cost-effective use of resources. There exist various mathematical programming tools for optimal resource allocation. However, we still need to convince multiple parties to agree upon sharing their capacities. Even if they give their consent for collaboration, they also rightfully raise their concerns regarding the privacy of their sensitive data used in optimization models. Particularly for resource allocation, linear programming is one of the most frequently used optimization methods in practice. Therefore, in this talk I shall discuss two general ideas to obtain data privacy in linear programming: data masking and problem decomposition. The former idea has also ties with a recently developed research topic known as differential privacy. Along with a presentation of these methodologies, I shall also illustrate their use on application examples from revenue management and logistics. The talk will end with a discussion on some open research questions.

ILKER BIRBIL has been a faculty member in Erasmus University Rotterdam at the Econometric Institute since 2018. He is serving as an endowed professor for the Chair in Data Science and Optimization. In the past, Ilker worked as a faculty member in Sabancı University, Industrial Engineering Program for 14 years. And a long long time ago, after receiving his B.S. and M.S. degrees in Turkey, he stayed in USA for almost three years for his Ph.D. study. Right after that, he became a post-doctoral research fellow in the Netherlands for two years. Ilker's research interests are parallel and distributed optimization in machine learning,

algorithm development for large-scale optimization problems, data science, revenue management, stochastic dynamic programming. Lately, he is very much interested in data privacy in decision making.

14:15 – 15:00

BAYESIAN VARIABLE SELECTION FOR MENDELIAN RANDOMIZATION

Apostolos Gkatzionis

MRC Biostatistics Unit, University of Cambridge

Mendelian randomization is the use of genetic information to assess the existence of a causal relationship between a risk factor and a disease outcome. It is an application of instrumental variables analysis in the field of statistical genetics, where genetic variants (SNPs) are used as instruments, and has become popular in recent years due to the widespread availability of genetics data. Recent Mendelian randomization analyses utilize data from large consortia-based Genome-wide Association Studies (GWAS). Individual-level data from such data-banks are usually not available due to ethical/privacy considerations, and Mendelian randomization studies rely on summarized data (univariate SNP-trait association estimates and corresponding standard errors) in order to identify genetic instruments strongly associated with the risk factor of interest. The JAM algorithm (Joint Analysis of Marginal summary statistics, Newcombe, Conti and Richardson, 2016) is often used for this task. JAM uses a reversible-jump MCMC procedure to perform SNP selection based on GWAS summary data. It accounts for genetic correlations and can be parallelized to analyse large numbers of SNPs simultaneously. After providing a brief introduction to Mendelian ran-

domization, we discuss how the JAM algorithm can be used to establish the validity of the instrumental variable assumptions. We propose an extension of the algorithm that augments the JAM posterior with a loss function in order to penalize SNPs having a direct effect on the outcome. The performance of the new algorithm is compared against established Mendelian randomization methods. In a real-data application, we study the effect of blood pressure on the risk of coronary heart disease.

Since January 2017, Apostolos Gkatzionis is a Career Development Fellow (Postdoctoral researcher) at the MRC Biostatistics Unit. He is working with Paul Newcombe and Steve Burgess, and his research is on Mendelian randomization. Before joining the BSU, Apostolos completed a PhD in Statistics at the University of Warwick. His supervisor was Professor David Firth. Briefly, his PhD research was on the analysis and presentation of results of (Bayesian) inference on statistical models containing categorical explanatory variables. His research interests are Mendelian randomization using genetic variants (SNPs) as instrumental variables to assess the existence of a causal relationship between a biomedical risk factor and a (disease) outcome. It is an approach for causal inference in genetic epidemiology and has become quite popular in recent years.

15:00 – 15:15

THE WORLD STATISTICS CONGRESS 2021

In 2021 the 63rd bi-annual World Statistics Congress of the ISI will take place in The Hague. Eric Schulte Nordholt, chairman of the National Organizing Committee for the WSC2021, will give a short presentation about this major event. The VVSOR is involved in the organization as well.

15:45 – 16:30

IN SEARCH OF LOST INFINITIES; WHAT IS THE “N” IN BIG DATA?

Stephen Senn

Consultant Statistician, Edinburgh

In designing complex experiments, agricultural scientists, with the help of their statistician collaborators, soon came to realise that variation at different levels had very different consequences for estimating different treatment effects, depending on how the treatments were mapped onto the underlying block structure. This was a key feature of the Rothamsted approach to design and analysis and a strong thread running through the work of Fisher, Yates and Nelder, being expressed in topics such as split-pot designs, recovering inter-block information and fractional factorials. The null block-structure of an experiment is key to this philosophy of design and analysis. However modern techniques for analysing experiments stress models rather than symmetries and this modelling approach requires much greater care in analysis, with the consequence that you can easily make mistakes and often will.

In this talk I shall underline the obvious, but often unintentionally overlooked, fact that understanding variation at the various levels at which it occurs is crucial to analysis. I shall take three examples, an application of John Nelder's theory of general balance to Lord's Paradox, the use of historical data in drug development and a hybrid randomised non-randomised clinical trial, the TARGET study, to show that the data that many, including those promoting a so-called *causal revolution*, assume to be 'big' may actually be rather 'small'. The consequence is that there is a danger that the size of standard errors will be underestimated or even that the appropriate regression coefficients for adjusting for confounding may not be identified correctly.

I conclude that an old but powerful experimental design

approach holds important lessons for observational data about limitations in interpretation that mere numbers cannot overcome. Small may be beautiful, after all.

Originally from Switzerland, STEPHEN SENN was head of the Competence Center for Methodology and Statistics at the Luxembourg Institute of Health (Previously known as CRP-Santé) in Luxembourg, 2011–2018, Professor of Statistics at the University of Glasgow, from 2003 to 2011, and Professor of Pharmaceutical and Health Statistics at University College London from 1995–2003. He has also worked in the Swiss pharmaceutical industry, as a lecturer and senior lecture in Dundee and for the National Health Service in England. He is the author of the monographs *Cross-over Trials in Clinical Research* (1993, 2002), *Statistical Issues in Drug Development* (1997, 2007), *Dicing with Death* (2003) and over 300 scientific publications. In 2001 Stephen Senn was the first recipient of the George C. Challis award for Biostatistics of the University of Florida, in 2008 he gave the Bradford Hill lecture of the London School of Hygiene and Tropical Medicine and in 2009 was awarded the Bradford Hill Medal of the Royal Statistical Society. In 2017 he gave the Fisher Memorial Lecture. He is a Fellow of the Royal Society of Edinburgh and an honorary life member of Statisticians in the Pharmaceutical Industry (PSI) and the International Society for Clinical Biostatistics. He retired in 2018 but is still researching and consulting in statistics.

OPTIMAAL PLANNEN VAN ONDERHOUDSTAKEN VOOR WINDMOLENPARKEN OP ZEE

Bij de dagelijkse planning van onderhoudstaken voor windmolenparken op zee komen veel routing- en planningsproblemen kijken. De grootste uitdaging is de beperkt aanwezige *engineers* zo efficiënt mogelijk in te zetten. We presenteren een nieuwe manier om dit probleem te modelleren en een exact algoritme om het op te lossen. Door de effectiviteit van onze nieuwe modelleringsmethode blijkt het exacte algoritme in staat om instanties met 45 onderhoudstaken over 14 tot 21 periodes optimaal te kunnen oplossen met redelijke rekentijden.

ALBERT H. SCHROTENBOER

In de transitie naar een duurzame samenleving waarin we de uitstoot van broeikasgassen weten te beperken, is de bouw van windmolenparken op zee een aantrekkelijk en groen alternatief voor de traditionele, niet duurzame energieproductie. De kosten voor het bouwen van windmolenparken op zee zijn de laatste jaren significant afgenomen. Naast de lage rentestand en goedkope staal-prijzen, is schaalvergroting een van de belangrijkste drijvende factoren voor deze kostendaling. Voor de OR-onderzoeker herbergt deze ontwikkeling een scala aan niet eerder bestudeerde optimaliseringsproblemen die gekenmerkt worden door eigenaardigheden die het toepassen van bestaande methodes en algoritmes behoorlijk complex maken.

In dit artikel* gaan we in op een korte-termijn-planningsprobleem in de context van onderhoudslogistiek bij windmolenparken op zee. Wanneer de opbouwfase van een windmolenpark is afgerond begint de zogenoemde *operations & maintenance*-fase. In deze fase is – de naam zegt het al – het windmolenpark operationeel en is het van cruciaal belang dat het onderhoud zo efficiënt mo-

gelijk gepland kan worden om een zo hoog mogelijke energieopbrengst te garanderen.

De kern van het probleem bestaat uit het plannen van de inzet van relatief schaarse *engineers* voor het uitvoeren van taken die verschillende competenties vereisen. Deze *engineers* leggen dagelijks dezelfde route af: 1. van de haven naar de windturbines; 2. tussen verschillende windturbines zodat zij meerdere onderhoudstaken per dag kunnen voltooien; en 3. van de windturbines terug naar de haven. Gegeven dat een *engineer* een vaste dagelijkse compensatie ontvangt voor het werken op zee, en in beschouwing nemende de brandstofkosten die de boot maakt bij het uitvoeren van het transport van de *engineers*, is het duidelijk dat het realiseren van een optimale planning die de voorgenoemde kosten minimaliseert behoorlijk complex is.

Vanuit een OR-perspectief spreken we hier van een *pickup and delivery*-probleem met meerdere periodes. We modelleren elke onderhoudstaak als een set van twee nodes: één *delivery*-node die het arriveren van een boot bij de desbetreffende turbine modelleert (het



starten van een onderhoudstaak), en één *pickup*-node die het verlaten van de turbine na afronding van de onderhoudstaak modelleert. De *pickup*-node moet bezocht worden door dezelfde boot, in dezelfde periode, als de bijbehorende *delivery*-node. Terwijl de onderhoudstaak wordt uitgevoerd staat het de boot vrij om andere *engineers* te vervoeren. In het zogenoemde Multi-Period Service Planning and Routing Problem (MSPRP) zoeken we voor een gegeven verzameling van onderhoudstaken, *engineers*, en periodes, naar een optimale routing van boten zodat de som van transportkosten, *engineers*kosten, en onderhoudskosten geminimaliseerd wordt. We veronderstellen dat de onderhoudskosten exogeen zijn gegeven en afhankelijk zijn van de periode waarin het onderhoud gepland gaat worden. Onder deze aannamen kunnen we de relatieve urgentie van een individuele onderhoudstaak modelleren en kan er onderscheid worden gemaakt in preventieve onderhoudstaken (elke periode dezelfde kosten) en correctieve onderhoudstaken (oplopende kosten over de periodes).

Probleem omschrijving en modellering

We modelleren het MSPRP op een gerichte, complete graaf. De nodes van de graaf zijn de *pickup* en *delivery* nodes, en een begin- en eind-depot. Gegeven zijn een set voertuigen en een set periodes. De standaard manier om het MSPRP op deze graaf te modelleren geeft een Mixed Integer Programming (MIP) formulatie met een polynomiaal aantal variabelen en constraints, en zou direct opgelost kunnen worden met standaard commerciële software zoals CPLEX of Gurobi. Echter, om problemen van praktische relevantie te kunnen oplossen modelleren we het MSPRP als een set-covering probleem. Hiervoor beschouwen we verzamelingen van routes voor elke periode en voor elk voertuig. In totaal geeft dat dus het aantal periodes maal het aantal voertuigen verzamelingen van routes. Elke route is geldig met betrekking tot de beperkingen op individueel route niveau. Bijvoorbeeld, *engineers* kunnen alleen van een *pickup* node worden opgehaald als ze eerst op de *delivery* node zijn afgeleverd. In de set-covering



formulering blijven er drie groepen *constraints* over:

1. er mag slechts één route per boot per periode gekozen worden;
2. elke onderhoudstaak moet minstens één keer bezocht worden;
3. voor elke periode is de hoeveelheid engineers die in de routes gebruikt worden gelimiteerd tot het aantal aanwezige engineers.

Oplossingstechniek

De set-covering formulering van het MSPRP kunnen we oplossen met branch-and-bound waarbij we kolomgeneratiemethodes gebruiken om de LP relaxaties in elke branch-and-bound node op te lossen. Als we deze aanpak uitbreiden met valid inequalities dan wordt het resulterende algoritme een branch-and-price-and-cut algoritme genoemd. Het toepassen van de standaard branch-and-price-and-cut algoritmen is echter niet bijzonder succesvol. Dit wordt veroorzaakt door twee belangrijke karakteristieken van het MSPRP.

Ten eerste, voor het modelleren van de engineers beschouwen we een set van specialismen. Voorbeelden van die specialismen zijn het mogen werken met elektriciteit, hydrauliek, of beide. Elke onderhoudstaak vraagt een gegeven aantal engineers van elke specialisme. We nemen aan dat elke engineer over één specialisme beschikt. Stel je voor dat er twee boten zijn, één specialisme en zes beschikbare engineers. Dan kunnen we alleen routes selecteren die samen minder dan zes engineers gebruiken. Wanneer er meerdere specialismen zijn dan wordt dit vrij complex, hetgeen zorgt voor een behoorlijke afzwakking van de LP relaxatie en daarmee van de kracht van een kolom generatie methode.

Om dit tegen te gaan hebben we *valid inequalities* ontwikkeld gebaseerd op de welbekende *cover-inequalities* (zie bijvoorbeeld Gu et al. 1998,1999). We refereren naar deze *valid inequalities* als *resource-exceeding route (RER) inequalities*.

Normaliter zou men constraints gebruiken in de vorm $\sum_{r \in R} x_r \hat{q}_r^i \leq Q_i$, waarin $x_r \in \{0,1\}$ aangeeft of een route is geselecteerd of niet, waarin \hat{q}_r^i het aantal benodigde engineers in route r van specialisme i aangeeft, en waarin Q_i het beschikbaar aantal engineers van specialisme i

aangeeft. Echter, terugkerend op het voorbeeld van zes engineers met twee boten, staat deze vergelijking toe dat $x_1 = 0,5$, $x_2 = 1$, $\hat{q}_1^i = 6$, en $\hat{q}_2^i = 3$ (want $0,5 \cdot 6 + 1 \cdot 3 \leq 6$). Echter, het is vrij duidelijk dat deze twee routes (die samen 9 engineers gebruiken) niet samen in een oplossing kunnen worden gekozen ($x_1 + x_2 \leq 1$). Dus, in plaats van constraints in de vorm van $\sum_{r \in R} x_r \hat{q}_r^i \leq Q_i$, gebruiken wij constraints in de vorm van $\sum_{r \in S} x_r \leq \phi_s$ waar $S \subset R$ en waar ϕ_s aangeeft hoeveel routes van S gezamenlijk in een oplossing mogen worden gekozen. Deze constraints kunnen zelfs de traditionele constraints vervangen, echter geeft dat enkele problemen met het genereren van kolommen. Voor de details hoe we daarmee zijn omgegaan verwijzen we graag naar Schrotenboer et al. (2019).

Ten tweede, het MSPRP heeft weinig restricties voor het genereren van nieuwe kolommen (routes). Traditioneel worden nieuwe routes gegenereerd door labeling algoritmes waarin partiële routes iteratief verlengd worden met nieuwe onderhoudstaken, gebruikmakend van dominantie criteria die aangeven wanneer een partiele route nooit een verbetering kan geven ten opzichte van reeds gegenereerde partiële routes. Deze dominantie-criteria zijn bijzonder inefficiënt voor de MSPRP en daarom hebben we gekozen voor een depth-first search methode zoals recentelijk beschreven is in Lozano et al. (2015). Bovendien vraagt het enige voorzichtigheid om de RER inequalities correct mee te nemen als dual cost in deze depth-first search methode. We verwijzen wederom naar Schrotenboer et al. (2019) voor de details.

Resultaten en conclusies

Het *branch-and-price-and-cut* algoritme is geprogrammeerd in C++ en maakt gebruik van SCIP 3.0. We hebben een set van benchmark instanties gecreëerd gebaseerd op informatie en kennis verkregen vanuit het onderzoeksproject 'Sustainable logistics for offshore wind farms' aan de Rijksuniversiteit Groningen.

Het blijkt dat de root node optimality gaps (het verschil tussen de waarde van de LP relaxatie en de optimale oplossing) met gemiddeld 63% wordt verkleind door het gebruik van de RER inequalities. Dit heeft als gevolg dat we instanties kunnen oplossen die bestaan uit 45 onderhoudstaken over een planningshorizon van 14–21

periodes Dit staat in schril contrast met standaard MIP methodes (met een polynomiaal aantal variabelen en constraints): Alleen oplossingen tot 10 onderhoudstaken zijn daarvoor gerapporteerd. Kijken we verder naar andere reeds bestaande algoritmes dan wordt de grens voor exacte oplossingsmethodes bereikt bij 24 onderhoudstaken verspreid over 3 windmolenparken. Cruciaal is dat hierbij wordt aangenomen dat routes niet in verschillende windmolenparken mogen plaatsvinden, wat een aanzienlijke verkleining van de oplossingsruimte met zich mee brengt. We concluderen dat het branch-and-price-and-cut algoritme goed presteert en een aanzienlijke verbetering is ten opzichte van de bestaande exacte methodes.

Inmiddels hebben we ook een studie voltooid die zich focust op meerdere windmolenparken die vanuit meerdere havens bevoorrad worden. Hierbij is de oplossingsmethode heuristisch (Schrotenboer et al. 2018). Voor toekomstig onderzoek is het interessant om de methodes van beide artikelen te integreren en om een eerste stap te zetten naar stochastische routerings- en planningsproblemen in onderhoudslogistiek voor windmolenparken op zee.

* Dit artikel kan worden gezien als een samenvatting van recent gepubliceerd werk (Schrotenboer et al. 2019).

REFERENTIES

- Gu, Z, Nemhauser, G.L., & Savelsbergh, M.W. (1998). Lifted cover inequalities for 0-1 integer programs: Computations. *INFORMS Journal on Computing*, 10(4), 427–437
- Gu, Z, Nemhauser, G.L., & Savelsbergh, M.W. (1999). Lifted cover inequalities for 0-1 integer programs: Complexity. *INFORMS Journal on Computing*, 11(1), 117–123
- Schrotenboer, A.H., Ursavas, E., & Vis, I.F.A. (2019). A branch-and-price-and-cut algorithm for resource constrained pickup and delivery problems. *Transportation Science (accepted)*
- Schrotenboer, A.H., Uit het Broek, M.A.J., & Jargalsaikhan, B., & Roodbergen, K.J. (2018) Coordinating technician allocation and maintenance routing at offshore wind farms. *Computers & Operations Research*, 98, 185–197

ALBERT SCHROTENBOER is PhD student in Operations Research aan de Rijksuniversiteit Groningen (begeleiders: prof. dr. Iris Vis en dr. Evrim Ursavas). Zijn onderzoek focust zich op het ontwikkelen van zowel exacte als (meta)heuristische methodes voor problemen in gedistribueerde logistiek. Eén van zijn toepassingsgebieden is onderhoudslogistiek voor windmolenparken op zee, onderdeel van het NWO project 'Sustainable service logistics for offshore wind farms'. E-mail: a.h.schrotenboer@rug.nl

Nederlands Genootschap voor Besliskunde

Operations Research (OR) kan omschreven worden als de wetenschappelijke benadering van de probleemanalyse en besluitvorming bij het beheer en de besturing van complexe systemen. Hoewel hierbij in principe elke wetenschappelijke discipline gebruikt kan worden blijken in de praktijk vooral wiskunde, informatica en statistiek nuttig. In het Nederlands wordt het vakgebied ook wel Besliskunde genoemd, vandaar dat onze sectie nog steeds de afkorting NGB (Nederlands Genootschap voor Besliskunde) gebruikt. Internationaal heeft de Nederlandse OR een bijzonder goede reputatie. Dit komt zowel door het hoge niveau van het academische onderzoek en onderwijs als door het feit dat het vakgebied zich in de praktijk ver ontwikkeld heeft. Het laatste hebben we onder meer te danken aan een aantal zeer succesvolle bedrijven – waarvan ORTEC waarschijnlijk het meest bekend is – die zijn gespecialiseerd in het toepassen van OR. Het NGB streeft ernaar activiteiten te organiseren die interessant zijn voor zowel de besliskundigen in de academische wereld als die in de praktijk, en probeert daarmee deze twee groepen dichter bij elkaar te brengen. Het blad *STAtOR* sluit hier perfect bij aan omdat daarin op toegankelijke wijze zowel nieuwe toepassingen als nieuwe wetenschappelijke inzichten worden besproken. Bovendien laten juist de toepassingen vaak zien hoe belangrijk statistiek binnen de OR is en het NGB dus terecht deel uitmaakt van de VVSOR. Wij wensen *STAtOR* daarom nog veel jaargangen toe!

ALBERT WAGELMANS, voorzitter NGB
e-mail: wagemans@ese.eur.nl



PAUL DE OCTOPUS 2.0

Hoe we met statistiek en machine-learning het WK voetbal probeerden te voorspellen

HANS VAN EETVELDE & CHRISTOPHE LEY

Afgelopen zomer vond de 21e editie van het wereldkampioenschap voetbal plaats in Rusland. Een editie zonder Nederland helaas, dat zich voor het eerst sinds 2002 niet wist te kwalificeren. Desalniettemin blijft het WK voetbal één van de grootste sportevenementen ter wereld en een vierjaarlijks hoogtepunt voor de voetbalfans. Het is een populair onderwerp in de media, maar ook in de kroeg of in de huiskamer met als hoofdvraag: wie wordt wereldkampioen? Vaak worden tussen fans onderling pronostiekjes georganiseerd en ook voor de gokindustrie zijn dit hoogtijdagen, aangezien vele voetbalfans een gokje durven wagen op hun toernooifavoriet. De beroemde Paul de Octopus werd in 2010 bekend door het voorspellen van de wedstrijden van Duitsland op het WK voetbal in Zuid-Afrika. Ook wij waagden onze poging om de winnaar te voorspellen, niet op basis van ons buikgevoel of een octopus, maar met een nodige portie statistiek en machine-learning-technieken.

We gingen als volgt te werk: we verzamelden een he-

leboel gegevens over de ploegen die deelnamen aan het WK. Deze gegevens vormen de input voor een model dat het verwacht aantal doelpunten voor beide teams voorspelt in een wedstrijd. Met dit model kunnen we dan de wedstrijden van het WK gaan simuleren en de winnaar voorspellen. Zie ook figuur 1.

De informatie over de ploegen

De data die we in ons model ingeven is zeer gevarieerd. We verzamelden geografische en economische factoren van elk land, zoals de populatie en het BNP per persoon. Het model houdt ook rekening met het thuisvoordeel, zowel op nationaal als continentaal vlak. De kwaliteit van de spelerskern werd geïncorporeerd aan de hand van een aantal variabelen zoals de gemiddelde leeftijd van de spelers, het aantal spelers dat in de halve finales van de Champions League en Europa League stonden in het

jaar van het WK, enzovoort. Ook de leeftijd en het aantal jaren ervaring van de trainer werden mee in rekening gebracht. De belangrijkste factoren zijn echter degene die gebaseerd zijn op de voorbije resultaten van de nationale teams, zijnde de World Football Elo ratings, de kansen op eindwinst volgens de bookmakers en ten slotte een eigen rating, gecreëerd met behulp van de maximum-likelihood-methode (zie beneden). We verzamelden deze gegevens niet enkel voor het laatste wereldkampioenschap, maar ook voor deze van 2002, 2006, 2010 en 2014 om te kijken op welke manier deze variabelen invloed hebben op de uitslag, met andere woorden om ons model te trainen.

Onze eigen teamratings

Om een rating toe te kennen aan de nationale ploegen bekeken we de wedstrijden van alle nationale teams in de voorbije acht jaar. Veronderstel dat we een wedstrijd hebben tussen ploegen A en B, waarbij ploeg A thuis speelt. We veronderstellen dat het verwacht aantal goals g in een wedstrijd gemodelleerd wordt als volgt:

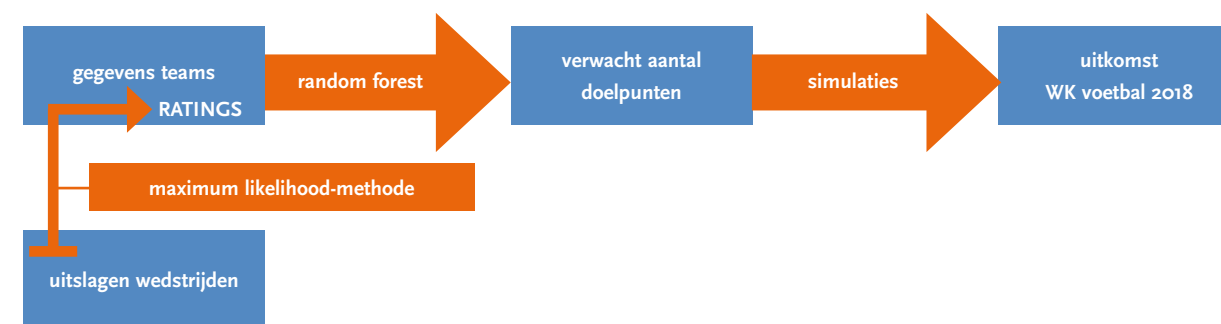
$$g_A = c \times t \times \frac{r_A}{r_B}$$

$$g_B = c \times \frac{r_B}{r_A}$$

waarbij r_i de rating van team i weergeeft, en t een parameter is die het effect weerspiegelt van in het eigen stadion en voor het eigen publiek te spelen. Als de wedstrijd op neutraal terrein plaatsvindt valt deze parameter weg uit de formule. c kan geïnterpreteerd worden als het verwacht aantal doelpunten wanneer beide teams even sterk zijn en waarbij geen van hen een thuisvoordeel heeft. Al deze parameters moeten positief zijn, zodat ook het verwacht aantal doelpunten positief is. We veronderstellen nu dat het aantal doelpunten voor team A en team B in een wedstrijd een Poissonverdeling volgen. Daardoor kunnen we aan elke uitslag een bepaalde kans toekennen. Om deze ratings r_i , het thuis-effect t en de constante c te schatten, maken we gebruik van de maximum-likelihood-methode. Daarbij voegen we gewichten toe aan de wedstrijden, zodat meer recente wedstrijden meer doorwegen dan wedstrijden van een aantal jaar geleden. Ook geven we meer gewicht aan belangrijke wedstrijden, zoals het wereldkampioenschap en de continentale kampioenschappen, dan aan vriendschappelijke wedstrijden.

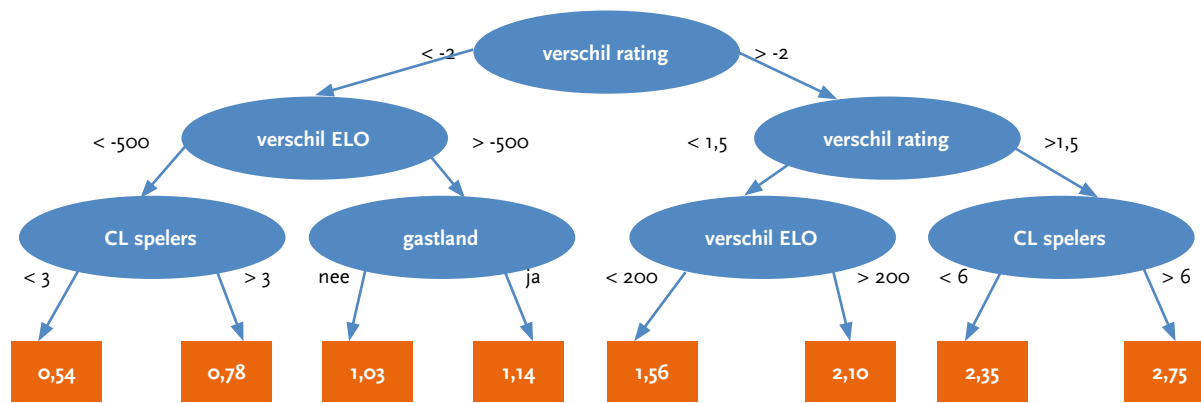
Random Forest

Als input voor het random forest gebruiken we de gegevens van een ploeg en zijn tegenstander of – voor sommige variabelen – het verschil tussen de waarde voor beide



Figuur 1. Schematische weergave van de aanpak om te komen tot het voorspellen van de uitslag van het WK voetbal

20



Figuur 2. Voorbeeld van een regressieboom

teams. Het random forest geeft ons dan een schatting voor het aantal doelpunten dat deze ploeg zal maken tegen deze tegenstander. Een random forest is een samenstelling van vele verschillende regressiebomen. De regressiebomen worden getraind op basis van de voorbije WK's. Een regressieboom kan bijvoorbeeld de vorm hebben, zoals weergegeven in figuur 2.

Het random forest genereert vele verschillende regressiebomen, door telkens een random steekproef uit de trainingsdata te nemen en bij elke vertakking een steekproef uit de variabelen. Een schatting wordt nu gemaakt door het gemiddelde te nemen van de uitkomsten van al deze regressiebomen (hier 5000). Zo zie je dat het model heel wat armen heeft dan Paul de Octopus.

Simulaties

Nu we voor elke (mogelijke) wedstrijd op het wereldkampioenschap het aantal goals voor beide ploegen kunnen schatten, zullen we het WK simuleren. Het aantal goals voor beide teams in elke wedstrijd wordt gesimuleerd door een trekking te nemen uit een Poissonverdeling met als enige parameter het gemiddelde dat we berekend hebben aan de hand van het random forest. Nadat we elke wedstrijd in de groeifase gesimuleerd hebben, maken we de stand in elke groep op en bekijken we welke ploegen tegen elkaar spelen in de volgende ronde. Deze wedstrijden worden op dezelfde manier gesimuleerd. Bij gelijkspel worden ook de verlengingen gesimuleerd en bij penalty's heeft elke ploeg 50% kans om door te stoten. Zo simuleren we ook de verdere rondes totdat we de win-

naar van het toernooi kennen. Deze procedure herhaalden we 100.000 keer, waaruit we de kansen op winst voor elke ploeg haalden.

Resultaten

Het model voorspelde dat Frankrijk 10,8% kans had om het WK te winnen. Enkel Spanje (13,7%) en Duitsland (11,5%) kregen een hogere kans toegewezen. Brazilië (10,3%) en België (9,9%) vervulde onze top vijf. Als we kijken op het niveau van de wedstrijden zien we dat het model in staat was om meer wedstrijden correct te voorspellen dan sommige bookmakers en dat we ook een betere 'Rank Probability Score' haalden, wat als de beste maat wordt beschouwd voor het beoordelen van voorspellingen van voetbaluitslagen. Ten slotte namen we deel aan een online competitie <http://fifaexperts.com> waar we tweede eindigden op meer dan 500 teams (je vindt ons resultaat onder de naam Andreas Groll). Het blijkt dus dat het combineren van klassieke statistische methoden, zoals de maximum-likelihood-methode, en machine-learning-technieken als random forests uitstekende voorspellingen oplevert.

HANS VAN EETVELDE is een doctoraatsstudent in de wiskunde aan de Universiteit Gent onder begeleiding van prof. Christophe Ley.
E-mail: hans.vaneetvelde@ugent.be

CHRISTOPHE LEY is docent Wiskundige Statistiek aan de Universiteit Gent, en vice-president van de Luxembourg Statistical Society.
E-mail: christophe.ley@ugent.be

Van droom naar glorie

Toen ik in 1998 voorzitter werd van de Vereniging voor Statistiek en Operations Research stelde ik mezelf twee hoofddoelen. Beide hadden te maken met een zoektocht die al jaren binnen de Vereniging speelde. De eerste zoektocht betrof de publicaties van de Vereniging. De tweede zoektocht betrof de vraag of de SOR (Sectie Operations Research), die haar naam wijzigde naar NGB (Nederlands Genootschap voor Besliskunde), nu wel of niet binnen de Vereniging moest blijven.

De Vereniging kende in de jaren negentig drie soorten publicaties. Dat gaf een zware financiële last en de tevredenheid over de bladen was niet groot. Het *VVS-bulletin*, waarmee mededelingen van de Vereniging door de postbode bij de leden thuis werd bezorgd, was door de tijd ingehaald. De website en e-mail werkten toen al beter. *Statistica Neerlandica* werd door een deel van de Vereniging zeer gewaardeerd. De leden met een besliskunde achtergrond haalden het blad echter meestal niet uit de verpakking. Voor hen bestond het blad *Kwantitatieve Methoden*. Dat had echter een roestige uitstraling en artikelen werden niet breed gewaardeerd. Het besluit om het *VVS-bulletin* als mededelingen blad af te schaffen was niet moeilijk. Echter het *VVS-bulletin* was feitelijk ook het enige bindmiddel tussen de Secties van de Vereniging. Om dat op te lossen wilden we twee vliegen in één klap slaan. Een nieuw blad dat *Kwantitatieve Methoden* kon vervangen; dat zou helpen in de popularisering van ons vakgebied en dat voor zowel de leden met een besliskunde als een statistiek oriëntatie interessant zou zijn. *STATOR* was natuurlijk de ideale naam. De stator is het stilstaande gedeelte in een elektromotor. Onze *STATOR* zou het vaste, bindende element worden van onze Vereniging. Tegelijk was de naam een elegante samenvoe-

ging van STATistiek en OR. Om het project te laten slagen was een frisse en een meer journalistieke uitstraling nodig. Op dit vlak verrichtte Monique van Hootegem veel goed werk. De layout van het eerste (proef)nummer leeft nog steeds voort in de twintigste jaargang van *STATOR*! Het bestuur zette zich er vol achter. De redactie van het eerste nummer bestond vooral uit bestuursleden en die hadden ook een grote rol in het schrijven van de artikelen voor de eerste nummers. Gelukkig was Dick den Hertog direct bereid om als hoofdredacteur de kar te trekken.

De komst van *STATOR* maakte mijn tweede zelf gekozen hoofdtak veel makkelijker. Met *STATOR* viel de behoefte van de OR-NGB sectie om zich als een losse Vereniging te organiseren grotendeels weg. Daar ben ik tot op de dag van vandaag blij mee. Om impact te kunnen hebben is het veel beter de krachten te bundelen. De logica van die bundeling zie ik alleen maar groeien. De explosie aan beschikbare data en de toenemende (reken) snelheid van processoren creëert ongekende mogelijkheden voor onze vakgebieden. In de praktijk zie ik steeds meer toepassingen waarin technieken uit OR, Econometrie (in engere zin) en Statistiek gecombineerd worden toegepast. Big Data, Data Science, vele nieuwe termen komen op. Een gedegen achtergrond in Statistiek en OR is echter cruciaal voor gedegen, zinvolle en verantwoorde toepassingen.

Met tevredenheid kijk ik terug op het ontstaan van *STATOR*. Het voorwoord van het eerste (proef)nummer eindigde met het uitspreken van de hoop dat *STATOR* zou uitgroeien tot een blad waar de Vereniging trots op kan zijn. Dat is gelukt! Daarvoor dank aan velen die daaraan de afgelopen jaren hebben bijgedragen.

GERRIT TIMMER, oud-voorzitter NGB en VVSOR
e-mail: gerrit.timmer@ortec.com

DE AFDELING ALS ATELIER; HET ONTWERPEN VAN ZORG

De zorg is aan verandering onderhevig. Dat heeft volgens velen deels met vergaande bezuinigingen te maken, maar ook met een aantal trends, zoals het mondiger worden van de patiënt. Die mondigheid leidt af en toe tot frustratie en conflicten en kost vrijwel altijd veel extra tijd. Sommigen geven de patiënt daarom maar meteen op alle punten zijn zin, maar of de zorg daar nu echt beter van wordt is natuurlijk de vraag. Wellicht is het beter om op een andere manier naar ‘het spel’ tussen zorgvrager en zorgverlener te leren kijken. Op de vraag hoe dat kan, wordt in deze bijdrage ingegaan.

BOB VAN LIMBURG

CASUS

Margriet is verpleegkundige en werkt op de afdeling Interne in ziekenhuis Zuyd. Het werk vindt ze enerzijds boeiend, maar anderzijds ook zwaar. Vooral als twee patiënten tegelijkertijd zorg vragen, voelt ze de spanning snel oplopen. Dat komt gelukkig niet zo vaak voor, maar het was voor haar wel aanleiding om eens wat te gaan registreren. Zo heeft ze de afgelopen maanden bijgehouden hoeveel patiënten per uur hulp vragen tijdens haar dienst. Zowel in de dag- als in de avond- of nachtdienst vragen zo'n 4-5 cliënten per uur om hulp. Het helpen van de patiënten duurt gemiddeld 12 minuten zodat ze, als ze er 5 per uur helpt, geen ruimte over heeft om even iets voor zichzelf te doen. Ze heeft dan het gevoel dat ze constant achter zichzelf aan holt en ook dan loopt de spanning snel op. Dat kwam de laatste tijd steeds zo vaak voor dat ze zich overwerkt begon te voelen. Op zekere dag besluit ze haar zorgen voor te leggen aan haar leidinggevende. Deze wuift haar zorgen vrijwel onmiddellijk weg: ‘Vier of vijf aanvragen per uur? Dat lijkt me niets teveel, moet kunnen. Makkelijk!’

Overgangstijdperk

We zitten maatschappelijk gezien in een overgangstijdperk. De wereld waarmee veel professionals zijn opgegroeid, het geordende industriële model van de moderne wereld, gaat momenteel in hoog tempo over in het veel chaotischere, postmoderne wereldbeeld dat in het teken staat van *ecologisch denken*. Er is een andere tijdgeest ontstaan, waarin fundamenteel andere waarden spelen. In termen van Argyris (2000) betekent dit voor de zorgpraktijk dat ‘zorgen voor’ (model 1) overgaat in ‘zorgen dat’ (model 2). Zie de 2 modellen in figuur 2. ‘Zorgen voor’ is gebaseerd op industriële normen; er is een standaard die op basis van objectiveerbare criteria is vastgesteld en die geldt voor iedereen. Dat werkt niet in het ‘zorgen dat’-model. Gepersonaliseerde zorg zou een ingang kunnen zijn en ondersteunt en erkent een persoon bij zijn inspanningen de uitdagingen te hanteren die samenhangen met zijn gezondheid wanneer die in het geding komt (of dreigt te komen), zodat hij als uniek persoon tot zijn recht komt. Dat hangt ook sterk samen met *empowerment*. Het werkwoord ‘to empower’ betekent ‘in



staat stellen’. Het heeft alles te maken met kracht en met macht en dat is ook de essentie van het begrip.

Waar model 1 refereert aan de patiënt als passief object, staat in model 2 de rol van de patiënt, net als die van de behandelaar, in teken van *actorschap*. De patiënt en zijn eventuele mantelzorger(s) worden, net als de professionele zorgverleners gezien als actieve partners in het samen oplossen van, of leren omgaan met het gezondheidsvraagstuk. Aan verzorgenden de schone taak om de patiënt en zijn mantelzorger(s) tot mederegisseur van de eigen zorg

te maken (Hutschemaekers & Tiemens, 2008). Het principe van *actorschap* refereert aan een zo vergaande mogelijke vorm van participatie; het streven is dat de patiënt zo hoog mogelijk klimt op de participatieladder (figuur 1).

Het opeenvolgende karakter van de ladder impliceert dat een lagere trede telkens als voorwaarde geldt voor de overige niveaus van participatie; het is een cumulatief model. Echter is het niet zo dat de hogere niveaus altijd superieur zijn aan de lagere (Hart, 2008). Volledige participatie en verantwoordelijkheden zijn niet altijd nood-



Figuur 1. Participatieladder (Thoburn e.a., 1995)

MODEL I: ZORGEN VOOR	MODEL II: ZORGEN DAT
ZORG Steun, bijstand, ondersteuning, wegnemen van gekwetste gevoelens, zich 'solidair' betonen	ZORG Iemand confronteren met zijn eigen ideeën, assumpties blootleggen, bias opsporen, vrees en angst benoemen
RESPECT Anderen niet confronteren met hun redenering	RESPECT Zelfreflectie aanmoedigen en verantwoordelijkheid. Attributies openlijk toetsen
KRACHT Eigen positie beschermen met het doel om te winnen. Kwetsbaarheid opvatten als teken van zwakte	KRACHT Eigen belangen behartigen in combinatie met onderzoek en zelfreflectie. Kwetsbaarheid is een teken van sterkte
EERLIJKHEID Anderen vertellen, dat zij niet moeten liegen en anderen vertellen wat je denkt en voelt (moraliseren)	EERLIJKHEID Anderen aanmoedigen om te zeggen wat zij weten maar niet durven te zeggen. Storingen minimaliseren en onthullen
INTEGRITEIT Principes, waarden, opvattingen verkondigen en belijden	INTEGRITEIT Principes, waarden en opvattingen verdedigen en vooral onderzoeken

Figuur 2. Model I (zorgen voor) en Model II (zorgen dat)

zakelijk voor elke taak of ieder traject (Head, 2011; Shier, 2001). Het is van belang om met patiënt en zijn mantelzorger(s) te bespreken, dat de mogelijkheid bestaat om op deze hogere niveaus te participeren.

Oplossingen

Als antwoord op de vraag naar het nieuwe profiel van de zorg kan een aantal opties worden geschetst, zoals:

- gepersonaliseerde zorg;
- design thinking.

Hoewel vooral de combinatie van deze concepten veelbelovend is, bespreken we ze hier separaat.

Gepersonaliseerde zorg

'Zorgen voor' is gebaseerd op industriële normen; er is een standaard die op basis van objectiveerbare criteria is vastgesteld en die geldt voor iedereen. Deze vorm van objectiviteit werkt niet in het 'zorgen dat'-model. Daarin is de patiënt immers geen passief object, maar een deelnemer, een actief subject. Dat vraagt om maatwerk en dat staat haaks op standaardisatie. Een participerende aanpak ondersteunt en erkent een persoon bij zijn inspanningen de uitdagingen te hanteren die samenhangen met de bedreiging van diens gezondheid. Indien nodig vraagt dit om versterking van de persoon als subject; men spreekt

in dit kader van emancipatie en empowerment (zie ook het kader op de volgende bladzijde).

Het is zaak dat de patiënt niet alleen inhoudelijke informatie over zijn of haar aandoening krijgt, maar vooral ook de in het hierboven staande 'zorgdimensies' kent opdat hij in samenspraak met de zorgverlener een keuze kan maken wat hij wel en wat hij niet wil. Dat heeft tot gevolg dat de geboden zorg ertoe doet en relevant is voor de patiënt. Dat is winst, maar de grootste winst zit niet in een doelmatige verdeling van de zorgtaken, maar dat patiënt en zorgverlener *leren*, van en met elkaar. Het grote voordeel van samen participeren in de zorg is dat er *parallel minds* ontstaan, dat er kennis wordt gecreëerd en gebruikt. Dat lukt het best als die parallelle geesten hun krachten bundelen in het *ontwerpen* van de benodigde zorg.

Design thinking

Omdat we in deze bijdrage ons focussen op gepersonaliseerde zorg, beperken we ons tot een korte beschrijving ervan. Er is behoefte aan een andere wijze van schouwen en analyse. Bij het beschouwen van problemen wordt niet alleen gebruik gemaakt van inductie en deductie, maar ook van abductie (Peirce). Kenmerkend voor design thinking is een complexe, *fuzzy* probleemsituatie, onduidelijkheid over de keuze van geschikte doelen, middelen en methoden en een onvoorspelbaar eindresultaat; kortom wat Homan (2013) noemt 'venijnigheid'. Design thin-

EMPOWERMENT

To empower betekent 'in staat stellen'.

Gepersonaliseerde zorg betekent voor de zorgverleners niet dat ze moeten stoppen met zorgen, maar zich vooral moeten richten op het regisseren en coördineren van zorg en het scheppen van voorwaarden. Motto is 'wat de patiënt zelf kan, doet hij/zij zelf, sommige dingen doe je samen en zo weinig mogelijk geeft de patiënt uit handen'. Na verloop van tijd leert de patiënt steeds beter voor zichzelf te zorgen en neemt taken terug. Deze zorg kent veel verschillende dimensies die samen de concrete inhoud bepalen van de daadwerkelijke ondersteuning van deze persoon en zijn of haar specifieke netwerk:

- de kennis en vaardigheden om met zorgsituatie om te gaan;
- waarden, ervaringen en overtuigingen van de betrokkenen;
- plaats en organisatie van zorg;
- middelen die ingezet worden;
- timing, tempo en ritme;
- resultaten en beleving.

king richt zich op het ontwikkelen van opties en scenario's dus vooral twee- en drieslagleren. Een creatieve inventieve oplossing ontstaat door herkadring, bijvoorbeeld door gebruik te maken van een paradigmaverandering of door oplossingen te zoeken op hogere systeemniveaus.

Een illustratieve berekening

Vaak ontbreekt het antwoord op de vraag of het wel werkt. Een belangrijke vraag, want als die beantwoord kan worden krijgt het onderzoek extra relevantie. Er is een Monte-Carlo-simulatie uitgevoerd met een computerprogramma dat is geschreven met Visual Basic 6. Daarmee is het mogelijk verschillende scenario's te simuleren. De scenario's zijn wellicht niet levensecht en realistisch. Ze zijn gekozen om te laten zien: zo werkt het. De volgende symbolen worden gebruikt:

λ aantal hulpvragen per uur.

μ maximaal aantal hulpvragen te verwerken per uur door hulpverlener

ρ bezettingsgraad.

λ/μ . Als deze 0,9 bedraagt dan is de verzorgende 90 procent van de tijd in de weer en explodeert het systeem: de wachttijden nemen exponentieel toe.

De simulatie levert veel data op. Interessant zijn vooral de gemiddelde wachttijd, de gemiddelde helptijd, de gemiddelde rusttijd voor hulpverlener en de verhouding

SCENARIO'S	Zuyd 1	Zuyd 2	Zuyd 3
AANKOMSTINTENSITEIT	$\lambda = 4$	$\lambda = 3$	$\lambda = 3$
VERWERKINGSCAPACITEIT	$\mu = 5$	$\mu = 5$	$\mu = 6$
BEZETTINGSGRAAD	$\rho = 0,8$	$\rho = 0,6$	$\rho = 0,5$

	Scenario Zuyd 1	Scenario Zuyd 2	Scenario Zuyd 3
aantal	200	200	200
bezettingsgraad in %	80	60	50
totale wachttijd	5279	3184	1188
totale rusttijd	732	1596	2407
totaal van rust- en wachttijd	6010	4780	3595
% wachttijd van beide	87	67	34
% rusttijd van beide	12	33	66
totale aankomsttijd	3029	4002	4205
totale helptijd	2355	2404	1802
gemiddelde aankomsttijd	15,14	20,01	21,02
gemiddelde helptijd	11,77	12,01	9
berekende aankomstintensiteit	3,96	2,99	2,85
berekende verwerkingscapaciteit	5,01	4,99	6,06
gemiddelde rusttijd hulpverlener	3,65	7,98	12,03
gemiddelde wachttijd	26,39	15,92	5,94
kortste wachttijd	0	0	0
langste wachttijd	93,03	98,69	52,8
totale rusttijd	731,49	1596	2406
gemiddelde rusttijd hulpverlener	3,65	7,98	12,03
kortste rusttijd	0	0	0
langste rusttijd	89,84	81,03	104,11
kortste tussenaankomsttijd	0,0485	0,1491	0,1214
langste tussenaankomsttijd	124,96	110,33	114,19
variantie wachttijd	2,42	1,27	0,005
standaarddeviatie wachttijd	1,56	1,13	0,22
variantie rusttijd	0,067	0,63	0,72
standaarddeviatie rusttijd	0,26	0,79	0,85

Tabel 1. De wacht-, help- en rusttijden van hulpverleners bij de scenario's Zuyd 1, Zuyd 2 en Zuyd 3 (Margriet werkt in ziekenhuis Zuyd)

totale hulp ten opzicht van de totale wachttijd (% wachttijd en helptijd van beide). Zie tabel 1,

In de uitgangssituatie is er sprake van een bezettingsgraad van 80%. Dat betekent dat de kans dat de verpleegkundige even rust heeft 20% bedraagt. Margriet klaagde over drukte, en daar had ze wel gelijk in. Gemiddeld liggen er 3,65 minuten tussen twee aanvragen. Maar meest sailant is de wachttijd voor de patiënt, met gemiddeld 26,39 minuten. De langste rusttijd is met 93 minuten ruim 1,5 uur. Geen ideale situatie, en van leren of reflectie is geen sprake. Wanneer we door meer eigen regie het aantal aanvragen kunnen terugdringen en ook de aandacht van de hulpverlener kunnen laten toenemen, dan verandert de situatie zinderogen. In het laatste scenario is het aantal hulpvragen per uur gedaald naar 3, en het aantal behapbare hulpvragen is gestegen naar 6, dan daalt de bezettingsgraad naar 50%. De totale wachttijd daalt en de hulp tijd stijgt sterk. Was de gemiddelde wachttijd in het eerste scenario nog bijna een half uur (26,39 minuten), nu is deze nog slechts 5,94 minuten. De gemiddelde rusttijd bedraagt 12,03 minuten, dus meer kwaliteit en meer tijd om te reflecteren, te leren en wellicht samen na te praten in een echt gesprek.

Conclusie

Nederland kent een groot personeelstekort in de zorg. Dat frustrereert de zorg en remt de economische groei. Wellicht dat een beleid gericht op een verschuiving van focus van kwantiteit naar kwaliteit, en dan vooral gepersonaliseerde zorg, kan bijdragen om het personeelstekort op te lossen. Design thinking kan hier ook aan bijdragen. Zo wordt zorg van routine meer een kunstwerk, een unieke constructie waarbij patiënt en verzorgende hun beste beentje voorzetten. 'Zo had ik het graag gezien', sprak Margriet toen ik haar dit artikel liet zien. 'Zo is zorgen weer mensenwerk en krijg je echt contact met je patiënten.'

LITERATUUR

- Argyris, C. (2000). *Flawed advice and the management trap; How managers can know when they're getting good advice and when they're not*. Oxford/New York: Oxford University Press.
- Hart, R. A. (2008). Stepping back from 'The Ladder'; Reflections on a model of participatory work with children. In A. Reid, B. B. Jensen, J. Nikel, & V. Simovska (Eds.), *Participation and learning*, (pp. 19–31). New York: Springer.
- Homan, T. (2013). *Het et-cetera principe; een nieuw perspectief op organisatieontwikkeling*. Den Haag: Academic Service.

BOB VAN LIMBURG is econoom en docent aan het instituut Zorg en Welzijn van de NHL Stenden Hogeschool.
E-mail: Bobvanlimburg@gmail.com



Sectie Mathematische Statistiek

Mathematische statistiek heeft een bijzondere missie: aan de ene kant is het een deel van de wetenschap (en kan dus heel abstract zijn), aan de andere kant ligt het ten grondslag aan data-analyse die toepassingen heeft op alle terreinen, van sociale media en financiën tot moleculaire biologie en sterrenkunde.

Een van de meest besproken begrippen in de laatste tijd is Big Data. Behalve de grote omvang, zijn de data daarnaast ook zeer complex geworden. Hierdoor zijn er nieuwe uitdagingen in de mathematische statistiek ontstaan: het achterhalen van structuren in complexe data en het ontwikkelen van een wiskundige achtergrond voor causaliteit om maar een paar te noemen. Ook is er grote behoefte aan wiskundige inzichten voor nieuw opkomende technieken zoals machine learning, in het bijzonder voor de zeer populaire *deep learning* methodologie. Daarnaast krijgt het probleem van de onzekerheid-kwantificering momenteel veel aandacht, dat is echter een klassieker in een nieuw jasje: in de statistiek van oudsher bekend als betrouwbaarheidsgebieden construeren. Methoden om onzekerheid te kwantificeren, zowel frequentistisch als Bayesiaans van aard, vinden in toenemende mate toepassing binnen hoog-dimensionale problemen.

De MS Sectie draagt bij aan een sterke Nederlandse vertegenwoordiging op deze terreinen, inmiddels zijn er ook een paar leesgroepen over deze onderwerpen actief in Nederland. Bovendien ondersteunt de MS sectie de jaarlijkse in november gehouden bijeenkomst Stochastici te Lunten.

STATOR anticipeert heel goed op deze nieuwe ontwikkelingen, een scala van moderne onderwerpen (onder anderen de bovengenoemde) kwam onlangs aan bod. Het blad slaagt er telkens weer in om ook wiskundig geavanceerde stukjes op een toegankelijke manier over te brengen naar het brede publiek. De MS sectie feliciteert STATOR van harte met het jubileum!

EDUARD BELITSER, voorzitter Sectie Mathematische Statistiek
e-mail: e.n.belitser@vu.nl



STATOR: verbinding tussen Statistiek en Operations Research

Allereerst wil ik graag STATOR van harte feliciteren met haar twintigste jaargang. Met genoegen denk ik terug aan de eerste zes jaren van STATOR, waarin ik hoofdredacteur mocht zijn. De redactie voor het eerste nummer werd gevormd door bestuursleden van VVS en het NGB: Herold Dehling, Han Oud, Gerrit Timmer en ondergetekende als hoofdredacteur. Via Han Oud kwamen we in contact met Monique van Hootegem, die vanaf het allereerste nummer van STATOR tot nu toe gezorgd heeft voor een voortreffelijke opmaak en ontwerp.

Toen ik de naam STATOR bedacht voor dit blad, besefte ik dat men wellicht ook een verkeerde associatie zou kunnen krijgen bij deze naam. De stator is een essentieel onderdeel van de electromotor. In tegenstelling tot de rotor, is de stator het stilstaande deel van de electromotor. Het moge duidelijk zijn dat stilstand nooit de bedoeling is geweest van STATOR. De 20-jarig geschiedenis heeft ook laten zien dat STATOR steeds in beweging is geweest.

De samenwerking voor het eerste nummer was buitengewoon plezierig, en de leden van VVS waren zeer enthousiast over dat proefnummer. Er werd een vaste redactie samengesteld om STATOR voort te zetten. Ik heb de redactievergaderingen in het vergadercentrum bij het station 's-Hertogenbosch altijd als buitengewoon inspirerend en plezierig ervaren.

Er zijn veel mensen die aan het succes van STATOR

hebben bijgedragen. Op het gevaar af dat ik mensen te kort doe wil ik toch graag een paar mensen noemen die, naar mijn mening, voor het succes van STATOR cruciaal zijn geweest. Als eerste wil ik Monique van Hootegem noemen die gedurende al die jaren de opmaak en ontwerp op een professionele wijze heeft gedaan. Essentieel voor de leesbaarheid van het blad! Als tweede wil ik Gerrit Stemerding noemen, die vanaf het tweede nummer tot nu toe eindredacteur is geweest (nu samen met Guus Luijben). Zijn enorme kennis van zaken, netwerk, taalgevoel en nauwkeurigheid zijn van onschatbare waarde voor STATOR. Als laatste wil ik mijn opvolgers als hoofdredacteur noemen: Goos Kant en Joaquim Gromicho. Hun bevoegdheid en het feit dat ze zowel werkzaam zijn in de praktijk als in de wetenschap zijn essentieel voor STATOR.

Graag wil ik ook van deze gelegenheid gebruik maken om te benadrukken hoe belangrijk het is dat statistiek en Operations Research dicht bij elkaar blijven. Binnen de Operations Research zie ik gelukkig ook internationaal een beweging tot stand komen die meer en meer het belang van data benadrukt: 'data-driven modelling and optimization'. Ik kijk uit naar een nog intensere samenwerking tussen Statistiek en Operations Research. STATOR kan ook hierin een blijvende stimulerende rol vervullen!

DICK DEN HERTOOG, hoofdredacteur van 2000 tot 2006
e-mail: d.denhertog@uvt.nl



Is de Nederlandse lotto wel vernieuwend genoeg?

Op zaterdag 11 november 2017 vond de eerste trekking van de vernieuwde Nederlandse lotto plaats. De lotto was vernieuwd omdat in de periode van begin 2014 tot eind 2017 de deelname aan de lotto sterk teruggelopen was. Naar de redenen van de terugloop kan men gissen, maar de combinatie van de forse prijsverhoging begin 2014 tot 2 euro per ingevuld rijtje en het zelden vallen van de jackpot hebben hier ongetwijfeld sterk aan bijgedragen. In de periode van januari 2014 tot november 2017 viel de jackpot in zo'n 250 lottotrekkingen slechts 4 keer (waarvan 1 keer reglementair verplicht na een jaar geen jackpot). Werden aan het begin van deze eeuw gemiddeld ongeveer 3 miljoen rijtjes ingevuld per trekking (Dieker & Tijms, 2001), de schatting is dat in de laatste jaren voor de vernieuwing van de lotto het gemiddeld aantal ingevulde rijtjes per trekking teruggelopen was tot ruim onder de 1 miljoen. Deze schatting berust op de benadering

$$a \approx \frac{1}{1 - e^{-r \times w}},$$

waarbij $e = 2,71828\dots$ de basis van de natuurlijke logaritme is en de parameters r , w en a gegeven worden door:

- r = gemiddeld aantal ingevulde rijtjes per trekking
- w = kans op jackpot met 1 ingevuld rijtje
- a = gemiddeld aantal trekkingen tot de jackpot valt.

Anders gesteld, bij gegeven winkans w wordt het verband tussen r en a gegeven door de vuistregel

$$r \approx -\frac{1}{w} \ln \left(1 - \frac{1}{a} \right).$$

In werkelijkheid zal de waarde van a iets groter zijn dan de waarde die de benadering geeft. De benadering is gebaseerd op de aanname dat de rijtjes random (door de lotto-computer) worden ingevuld, terwijl bij handmatig invullen

van de rijtjes vaak geluksgetallen, geboortedagen, geboortemaanden en rekenkundige patronen worden gebruikt (het rijtje 1-2-3-4-5-6 is waarschijnlijk het meest gekozen rijtje in de lotto) en dit geeft minder ongelijke rijtjes.

In de oude opzet van de lotto viel de jackpot als je de zes getrokken getallen uit 1 tot en met 45 goed had alsmede de kleur van de zes mogelijke lotto kleuren. Daarbij hoort een winkans

$$w = \frac{1}{\binom{45}{6}} \times \frac{1}{6} \approx 2,046 \times 10^{-8},$$

oftewel ongeveer 1 op de 48,87 miljoen. Om een idee van de orde grootte van de kans te geven, dit is dezelfde kans om een speciaal gemerkt 1 euro muntstuk te treffen wanneer je blindelings één muntstuk mag pakken uit een 1136 km lange rij van achter elkaar gelegde 1 euro munten (ongeveer de afstand Parijs–Madrid). Deze onvoorstelbare kleine winkans w en het feit dat in de periode van januari 2014 tot november 2017 de jackpot met de eis zes getallen plus kleur goed slechts 3 keer viel in 250 trekkingen leiden tot de schatting van minder dan 1 miljoen ingevulde rijtjes per trekking.

In de nieuwe opzet van de lotto wordt niet langer een kleur uit zes kleuren getrokken. Je wint de jackpot als je alle zes getrokken getallen uit 1 tot en met 45 goed hebt; de kans daarop met 1 rijtje is ongeveer 1 op de 8,15 miljoen. De lotto adverteert uiteraard met de slogan een zes keer zo grote winkans op de jackpot, maar is minder uitbundig over de andere prijzen. In de nieuwe opzet wordt naast de zes getallen ook een reservegetal getrokken. Als je vijf van de zes getallen plus het reservegetal goed hebt, dan win je 25 duizend euro. In de oude opzet van de lotto was er een vier keer zo hoge prijs van 100 duizend euro voor vijf getallen plus kleur goed, terwijl de kans daarop

zesenhalf keer zo groot was als de kans op vijf getallen plus reservegetal goed in de nieuwe opzet. De lotto verdedigt dit toch wel bevreemdend feit door te zeggen dat in de nieuwe opzet de prijs van 25 duizend euro niet gedeeld hoeft te worden met andere winnaars waar in de oude opzet de prijs van 100 duizend euro wel gedeeld moest worden bij meerdere winnaars. Is dit niet een erg zwak argument wanneer bedacht wordt dat de kans op vijf getallen plus reservegetal goed ongeveer 1 op de 1,36 miljoen is? Bij zo'n uiterst kleine kans is het onwaarschijnlijk dat meerdere personen tegelijk vijf getallen plus reservegetal goed hebben, tenzij er opeens veel meer deelnemers zijn. Is dit laatste te verwachten in de nieuwe opzet? In de periode van 11 november 2017 tot 1 januari 2019 is de jackpot zes keer gevallen in 74 trekkingen en deze statistische waarneming is in overeenstemming met het gestelde doel van de lotto dat de jackpot gemiddeld zeven keer per jaar valt (dit correspondeert met ongeveer 1 miljoen ingevulde rijtjes per trekking).

De vraag is echter wel of een juiste balans aangebracht is tussen winkansen en prijzen. Zou de verdeling van het prijzengeld niet beter anders aangepakt kunnen worden om te bereiken dat de deelname aan de lotto groter wordt dan nu het geval is? De jackpot start op 2,5 miljoen euro en stijgt elke keer dat de jackpot niet valt met 200 duizend euro. Ik zou willen pleiten voor het idee om als de jackpot tot een bepaalde hoogte (zeg, 5 miljoen euro) gestegen is en dan niet valt, de vaste geldbedragen voor de 2de, 3de en 4de prijs sterk te verhogen met dit bedrag van de jackpot. Zou dat niet deelname aan de lotto veel aantrekkelijker maken? Een lottospeler die alleen gaat voor een gigaprijs, zal hoogstwaarschijnlijk toch niet meespeelen in de Nederlandse lotto. De Nederlandse lotto kan met de hoogte van de jackpot nooit opboksen tegen grote loterijen als de EuroJackpot en de EuroMillions lotto. Op lokaal niveau moet een lotto zich onderscheiden en dat kan naar mijn mening alleen met het secundaire prijzengeld. Maak die prijzen toch aantrekkelijker in plaats van het huidige krenterige gedoe. Je zou ook elke keer dat de jackpot niet valt deze met 'kop-of-munt' al of niet kunnen toevoegen aan het andere prijzengeld. Voor de gemiddelde Nederlander hoeft niet zo nodig *the winner takes all* bij de lotto te gelden, maar die wil wel bij, zeg, vier getallen goed (kans $1,36 \times 10^3$) een redelijke prijs krijgen en niet worden afgescheept met een knijperig bedrag van 20 euro. Vier goed wordt door veel mensen beschouwd als 'bijna raak', en als vier goed dan bovendien met een redelijk geldbedrag beloond wordt, dan is dat ook een niet te onderschatten psychologische stimulans om aan de lotto te blijven deelnemen. Dit is toch wat de lotto organisatie



Biometrie Sectie, BMS-Aned

De 21e eeuw wordt door veel wetenschappers gezien als het tijdperk van de Biologie. Meer en meer kan gemeten worden aan het menselijk lichaam, en ook nog eens steeds vaker in *real time*. Het is aan de biostatistiek om van deze vaak complexe data chocola te maken. De ontwikkelingen in de genetica hebben een enorme *boost* gegeven aan de statistiek. Denk hierbij aan *multiple testing* correcties en geregulariseerde regressie. Maar ook de toenemende beschikbaarheid van longitudinale data vraagt om nieuwe, efficiënte statistische oplossingen, bijvoorbeeld voor dynamische voorspellingen. De Nederlandse biostatistici hebben mooie bijdragen geleverd aan deze onderzoeksgebieden. Deze worden gedeeld binnen de BMS-Aned-gemeenschap tijdens de jaarlijkse voor- en najaarsbijeenkomsten.

Ook *STATOR* biedt een platform om de vorderingen te delen, en juist op een andere manier en aan een breder publiek. Voor een artikel in *STATOR* is het de kunst de juiste mix te vinden van statistische diepgang en leesbaarheid, ook voor niet-specialisten. Want het is juist die mix die wij ook waarderen wanneer we stukken lezen vanuit andere hoeken van de statistiek of OR. Het blad geeft een uniek, breed beeld van de statistiek en toepassingen daarvan in Nederland. Daarom namens BMS-Aned: proficiat *STATOR*, en ga zo door.

MARK VAN DE WIEL, voorzitter BMS-Aned
mark.vdwiel@vumc.nl

uiteindelijk wil en wat in het belang is van een blijvende ondersteuning van de breedtesport in ons land.

LITERATUUR

Dieker, T. & Tijms, H. (2001). Hoe het uitkeringspercentage in de vernieuwde Nederlandse lotto te schatten? *STATOR*, 2(1), 9–14.

HENK TIJMS is emeritus hoogleraar operations research aan de Vrije Universiteit en auteur van diverse leerboeken over operations research en kansrekening. E-mail: h.c.tijms@xs4all.nl

20

De geboorte van STATOR

Bij mijn toetreden in 1998 tot het bestuur van de VVSOR (toen soms VVS-OR maar meestal kortweg VVS genoemd) als voorzitter van de publicatiecommissie was onmiddellijk duidelijk dat het publicatiebeleid aan een grondige herziening toe was. De vereniging had op dat moment maar liefst drie op papier uitgegeven tijdschriften: *Statistica Neerlandica*, *VVS-Bulletin* en *Kwantitatieve Methoden*. De kostenpost van deze tijdschriften en met name van *Statistica* was zodanig groot, dat er voor andere en nieuwe activiteiten in de vereniging weinig of geen ruimte overbleef.

Statistica nam als oudste van de drie tijdschriften een bijzondere positie in. De oprichting van een wetenschappelijke vereniging en een wetenschappelijk tijdschrift gaan vaak hand in hand en dat was ook bij de VVS het geval. Volgens het voorwoord in de eerste aflevering van *Statistica* (februari 1946), van de hand van redactie en verenigingsbestuur tezamen, waren de 'ongekende technische prestaties van de geallieerden in den afgelopen oorlog' mede te danken aan de toepassing van moderne statistische methoden en was het voor herstel van land en welvaart nodig deze methoden 'ernstig te bestudeeren' om de 'bestaanden achterstand ten opzichte van de Vereenigde Staten en Engeland in te halen'. Het voorwoord eindigde met de wens dat de eerste aflevering gevolgd zou worden door een lange historische reeks. Deze wens is duidelijk in vervulling gegaan, nu *Statistica* in 2019 aan haar 73e jaargang toe is. Nog in 1955 constateerde overigens David van Dantzig, initiator van de mathematische statistiek in Nederland, met spijt 'dat wij de achterstand, ontstaan door vijf jaren bezetting, niet hebben kunnen inhalen'.

Van een voornamelijk Nederlandstalig verenigingsblad ontwikkelde *Statistica* zich gaandeweg tot een inter-

nationaal statistisch vaktijdschrift, waarin nauwelijks nog aandacht aan de vereniging kon worden besteed. Het is dan ook niet verwonderlijk dat in 1967 het *VVS-Bulletin* het licht zag met daarin 'Verenigingsnieuws' (in het bijzonder van de secties), maar ook 'Boekbesprekingen', een aparte rubriek 'Uit de Statistische Consularie', 'Samenvattingen van lezingen', enz. Omdat leden van de Sociaal-Wetenschappelijke Sectie zich onvoldoende herkenden in de inhoud van *Statistica* en een forum zochten voor wetenschappelijke bijdragen die evenmin in het *VVS-Bulletin* pasten, startte de Sociaal-Wetenschappelijke Sectie in 1976 de *Methoden en Data Nieuwsbrief*. In 1980 werd deze onder de naam *Kwantitatieve Methoden* opgesteld voor bijdragen uit de hele vereniging. *KM* richtte zich op snelle communicatie van preprints en technische rapporten op het terrein van toegepaste statistiek en operations research. De inhoud moest toegankelijk zijn voor een groot aantal leden van de VVS. En om potentiële auteurs gerust te stellen: 'Auteursrechten blijven voor de auteurs; publicatie in *KM* behoort geen belemmering te zijn voor publicatie in andere vakbladen'.

In het voorwoord van de eerste aflevering van *STATOR* wordt de geboorte van kind *STATOR* met als ouders Statistiek en Operationele Research voorgesteld als een gevolg van enerzijds het overlijden van het *VVS-Bulletin* en anderzijds de lang bestaande wens in de vereniging om te komen tot een 'nieuw, aantrekkelijk uitgegeven periodiek, met op journalistieke leest geschoeide artikelen over interessante toepassingen en ontwikkelingen van de statistiek en de operationele research en achtergronden over instellingen en personen uit deze vakgebieden'. Beide zijn waar, maar de eerlijkheid gebiedt te zeggen dat de geboorte van het moderne, *glossy* *STATOR* financieel alleen mogelijk was door andere publicaties op te heffen. En daar ging een lange discussie in de vereniging, de secties en het bestuur aan vooraf. Op menige jaarvergadering werd geklaagd over het dure *Statistica*, dat een groot deel van de contributie opslokte, door niemand werd gelezen en de concurrentie met internationale zuster-tijdschriften niet aan zou kunnen. Ongetwijfeld is het aan de innige, historische band tussen VVS en *Statistica* te

danken dat niet tot opheffing van *Statistica* is besloten. In plaats daarvan hebben de papieren versies van *VVS-Bulletin* en *KM*, die er in een tijd van dure kleurendruk ook wel heel armoedig uitzagen, het niet overleefd. Het kwam uiteraard goed uit dat door het bestuur in dezelfde periode de VVS-website werd opgericht, waar ook kosten aan waren verbonden maar veel minder. De mededelingen in het *VVS-Bulletin* konden met hogere frequentie en flexibeler via de VVS-website worden verspreid en *KM* werd als een van de eerste digitale tijdschriften op de VVS-website voortgezet.

Toen deze voor de verdere toekomst van de VVS tamelijk verstrekkende besluiten waren genomen, was de vraag hoe daar praktisch gevolg aan te geven. Wat *STATOR* betreft dacht het bestuur er goed aan te doen eerst een proefnummer uit te brengen onder leiding van een tijdelijke redactie, bestaande uit Dick den Hertog, die ook bereid was in de toekomst als hoofdredacteur op te treden, en verder uit bestuursleden: Gerrit Timmer (voorzitter VVS), Herold Dehling (voorzitter commissie opleidingen en examens) en schrijver dezes. In feite werd het proefnummer mede onder tijdsdruk grotendeels door de bestuursleden volgeschreven. Ook Ruud Koning (vice-voorzitter en voorzitter coördinatiecommissie) leverde een bijdrage. Monique van Hootegem, die ik kende van andere tijdschriften, was bereid ontwerp en opmaak te verzorgen en zij doet dat, naar ik heb begrepen tot volle tevredenheid, na 20 jaar nog steeds.

Voor mijn eigen bijdrage aan het proefnummer leek het me wel een idee om een artikel op te nemen van Willem van Zwet. Van Zwet, Leidse hoogleraar mathematische statistiek, gepromoveerd bij Hemelrijk en deze weer bij Van Dantzig, zou op 17 april 2000 tot erlid van de VVS benoemd worden. Hij had ooit een geruchtmakende rede gehouden 'Statistiek of zwarte kunst', waarin zwarte kunst sloeg op de Bayesiaanse statistiek, en er was kort tevoren van hem een artikel in de *NRC* verschenen dat me wel interessant genoeg leek om over te nemen in *STATOR*. Tot mijn ontsteltenis wilde de krant daar geen toestemming voor geven en wilde Van Zwet ook zelf geen artikel voor *STATOR* leveren. Ten einde raad vroeg ik hem

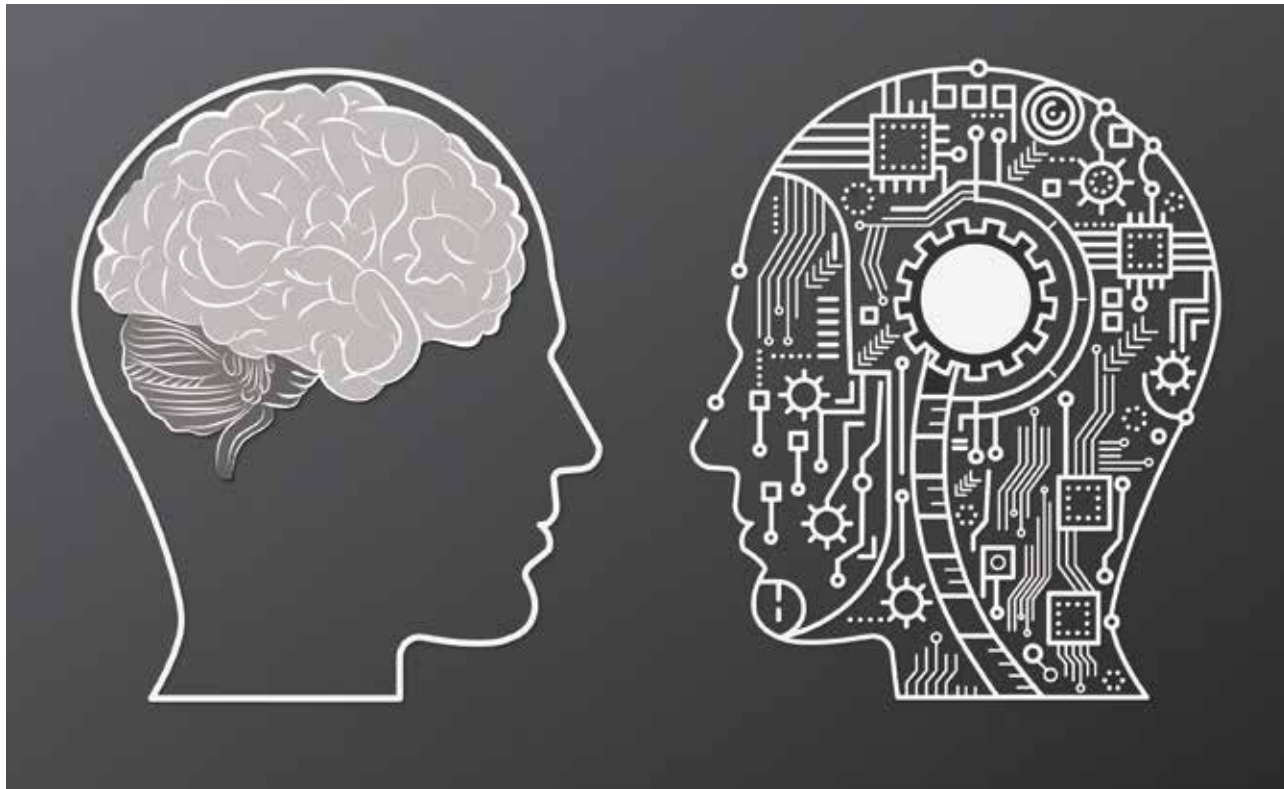
in het telefoongesprek waarin hij mij dat meedeelde, of ik hem dan misschien mocht interviewen. Dat wilde hij wel en daar schrok ik na afloop van het telefoongesprek nog meer van, want ik had er geen enkele fiducia in dat me dat zou lukken. Met lood in de schoenen heb ik hem in Leiden opgezocht, wat heeft geleid tot het eerste artikel in de eerste aflevering van *STATOR*: 'Statistiek leeft niet in het bestuurlijke circuit: Prof. dr. W.R. van Zwet benoemd tot erlid van de VVS'.

Met de ervaring opgedaan in het interview met Van Zwet heb ik later in de zeven jaar dat ik deel heb uitgemaakt van de redactie van *STATOR* nog een aantal andere Nederlandse statistici en een beslistkundige mogen interviewen: Aad van der Vaart (met Herold Dehling, 2000), Jan Hemelrijk (met Gerard Alberts, 2000), Constance van Eeden (met Gerard Alberts, 2001), Ivo Molenaar (met Gerrit Stemerding, 2002), Koos Kriens (met Gerrit Stemerding, 2003), Richard Gill (met Gerrit Stemerding, 2003) en Fred Steutel (met Gerrit Stemerding, 2006). Een aantal van hen is ondertussen overleden, maar de uitgebreide interviews zijn vastgelegd en geven interessante impressies van met name de vroege statistiek- en beslistkunde-beoefening in Nederland.

Na de geboorte van *STATOR* in april 2000 achtten de ouders hun baby voldoende levensvatbaar om de verdere opvoeding over te laten aan een vaste redactie, bestaande uit vertegenwoordigers van ieder van de secties van de VVS. Het blad geniet aan het begin van zijn twintigste jaargang van een blakende gezondheid en dat is voor allen die aan zijn bestaan en ontwikkeling hebben bijgedragen een felicitatie waard.

HAN OUD, redacteur van 2000 tot 2007
e-mail: j.oud@pwo.ru.nl

Han Oud was tot zijn pensioen in 2008 als universitair hoofd-docent verbonden aan het Behavioural Science Institute van de Radboud Universiteit Nijmegen en als visiting professor aan de Universitas Padjadjaran te Bandung, Indonesië. Hij publiceerde en doet onderzoek onder meer op het terrein van structurele vergelijkingen modellen (SEM), longitudinaal onderzoek en continue-tijd analyse via SEM.



DE APOLOGIE VOORBIJ kansrekening en het feilbare denken

RICHARD STARMANS

In 1985 publiceerde de Australische fysicus en AI-pionier Peter Cheeseman zijn befaamde, doch enigszins polemische artikel *In Defence of Probability* in de Proceedings van de Ninth International Joint Conference on AI (Cheeseman, 1985). De IJCAI geldt heden ten dage nog steeds als de meest gezaghebbende mondiale AI-conferentie. De auteur betoogt in zijn bijdrage onder meer dat kansrekening en probabilistische methoden toereikend zijn om automatisch redeneren met onvolledige en onzekere kennis en het in de AI beoogde *common sense* redeneren te bewerkstelligen. Hij hekelt de op dat moment dominante logische traditie binnen de symbolische AI en stelt dat alle kritiek op probabilistische benaderingen voortkomt uit misverstanden en onkunde. De *sources of error* worden vervolgens ragfijn en vilein geanalyseerd; verwarring over een frequentistisch kansbegrip versus *measures of belief*, verwarring over absolute en relatieve waarschijnlijkheid, over waarschijnlijkheid en de onzekerheid van die waarschijnlijkheid. Ook gispt hij de cri-

tici over hun – in zijn ogen – evidente onbegrip van de Bayesiaanse grondslagen. Bovenal betreurt Cheeseman de ‘proliferation of representation languages with associated inference procedures’, allemaal extensies van de klassieke logica, die voor het realiseren van het ultieme Project van de AI ongeschikt en onnodig zijn. ‘Probability is all that is needed’, aldus de auteur. Mede door de retorische fasering van het artikel en de soms enigszins verongelijkte toon krijgt Cheesemans oratio pro domo welhaast het karakter van een apologie. In dit korte essay zal worden beargumenteerd dat de publicatie evenzeer een boude stellingname is als een daad van revolte, bovendien zowel visionair als problematisch is gebleken, maar bovenal dat zijn apologie nog steeds actueel is.

Kansrekening en AI

Gedurfd is Cheesemans positie onmiskenbaar. Allereerst

omdat anno 1985 probabilistisch redeneren in de AI nog grotendeels in de kinderschoenen stond. Grote wapenfeiten ontbraken vooralsnog. Er waren noch vooraanstaande paradigma's, noch killer-applicaties. Noviteiten als het Certainty Factor model, de Dempster-Shafer Theory, Fuzzy Logic en Possibilistic Logic worden door Cheeseman gedeclareerd van de hand gewezen als aberraties van de ware kansrekening. De grafisch georiënteerde probabilistische (Bayesiaanse) netwerken zouden pas eind jaren 80 gestalte krijgen met het werk van onder meer Richard Neapolitan, David Spiegelhalter en Judea Pearl. Bovendien was de AI medio jaren 80 nog stevig in handen van de klassieke symbolische kennisrepresentatie, gold de declaratieve, logische programmeertaal PROLOG als de ‘lingua franca’ van de AI en lonkte het Vijfde Generatie Project van Japan. Dit alles leidde tot veel onderzoek en vooruitgang in de logica. Tal van modale logica's (epistemisch, deontisch, temporeel) werden ontwikkeld, niet-monotone logica's deden hun intrede, die tot ver in de jaren 90 invloedrijk bleven in weerwil van Cheesemans artikel. In feite was de symbolische, op logica, taal en semantiek georiënteerde AI ook veel meer salonfähig bij cognitieve psychologen, filosofen of mind en taalkundigen die het ideaal van Strong AI koesterden. Een theorie van de menselijke geest stond daarbij centraal, *high level cognitive functions* moesten worden gerepresenteerd, symboolmanipulatie gold als een voldoende en noodzakelijke voorwaarde voor intelligentie en redeneren. Een rijke logische taal vormde daarbij het fundament. Neurale netwerken waren uit den boze en meer in het algemeen speelde de subsymbolische AI, waartoe – terecht of niet- ook de probabilistische methoden werden gerekend, een tweede viool.

Dat alles was in feite al zo sinds de roemruchte Dartmouth-conferentie van 1956, die algemeen wordt beschouwd als het begin van AI als wetenschappelijke discipline. Hier muntte organisator John McCarthy de term Artificial Intelligence. Alan Newell en Herb Simon presenteerden er hun *Logical Theorist*, het eerst werkende AI-programma. Beiden zouden later de *General Problem Solver* ontwikkelen. Marvin Minsky, nota bene de ontwikkelaar van SNARC, het eerste neurale netwerk, dat de grondslag vormde voor zijn proefschrift uit 1954, bekeerde zich al snel tot de symbolische AI. Allen zouden uitgroeien tot

beogbeelden hiervan. Dat laatste geldt ook voor Patrick Hayes. Hij schreef in 1969 samen met McCarthy het invloedrijke *Philosophical Problems from the Point of View of AI*, stelde in 1979 het zogenaamde *Qualitative Physics Manifesto* op, deed fundamenteel onderzoek naar ontologieën en was rond de eeuwwisseling één van de grondleggers van het Semantisch Web. Diezelfde Patrick Hayes publiceerde in 1977 zijn fameuze *In Defence of Logic* en Cheesemans nadrukkelijke en veelzeggende allusie hieraan onderstreept de sterke antithese die hij beoogde.

L'Homme révolté en visionair

De wijze waarop Cheeseman Hayes op de korrel neemt geeft aan dat zijn artikel niet louter als een boude uitspraak of provocatie moet worden beschouwd, maar evengoed als een aanzet tot een bescheiden revolutie jegens het bastion van de symbolische AI. Subsymbolische methoden, die geen expliciete talige representaties koesterden en doorgaans minder nadrukkelijk mentalistische claims omarmden, werden tegen de achtergrond van de hooggestemde idealen van de symbolische AI nogal eens negatief geduid, soms genegeerd of volgens sommigen zelfs tegengewerkt. Historici en filosofen van kansrekening en statistiek komt deze *backlash* tegenover probabilistisch redeneren uiteraard niet onbekend voor. Wantrouwen en onbehagen bleken alomtegenwoordig in de evolutie van kansrekening en statistiek: in wetenschap, filosofie en *popular culture*. Beperken we ons in dit opzicht tot de AI ten tijde van Cheesemans artikel, dan moet hier een tweetal saillante voorbeelden volstaan. Het eerste betreft het revolutionaire ‘probabilistische werk’ van Claude Shannon, die wel in Dartmouth aanwezig was, maar geen actieve rol speelde. Dat werk betreft niet alleen zijn befaamde informatietheorie, maar ook zijn artikel ‘Programming a Computer for Playing Chess’, een fundamentele bijdrage op het gebied van computerschaak, die Shannon in 1950 had gepubliceerd in *Philosophical Magazine*. Het geldt thans als één van de ‘Federalist Papers’ van het ‘Empire of AI’. McCarthy en Hayes vermelden in hun voornoemde filosofische artikel uit 1969 beleefd de bijdrage van Shannon, maar negeren deze verder. Dat is opmerkelijk omdat Shannon hierin in grote lijnen reeds

het programma van de AI formuleert, zes jaar voor Dartmouth. Het tweede voorbeeld betreft de geschiedenis van neurale netwerken, die teruggaat tot het pionierswerk van McCulloch en Pitts uit 1943. In 1958 ontwikkelde Frank Rosenblatt op basis van hun werk zijn Perceptron, door hemzelf benoemd als een 'probabilistisch model'. In zijn eenvoudigste vorm is het een neuraal netwerk met een artificieel neuron, een *layer* van inputs en connecties/links die deze verbinden met een binaire output unit. Aan de links worden gewichten toegekend, deze worden vermenigvuldigd met de waarden van de inputs, waarna een gewogen som wordt berekend, die vergeleken wordt met een drempelwaarde. Wordt deze overschreden, dan wordt de output een 1 anders een 0. Door middel van *supervised learning* konden de gewichten automatisch worden aangepast, waardoor het systeem beter ging classificeren en dus leerde van nieuwe data.

Hoe dan ook, de jaren daarop ondervond Rosenblatt sterke weerstand van met name Minsky, die op allerlei manieren het Perceptron bestreed, alsmede de geestelijk vader ervan. In 1969 leidde dat tot het boek *Perceptrons; an introduction to computational geometry* geschreven door Minsky en Papert, waarin deze aantoonde dat het perceptron alleen lineair scheidbare data kon classificeren en onder meer de XOR niet aankon. Hun deels onbewezen beweringen dat de getoonde bezwaren evenzeer voor multi-layer netwerken en toekomstige netwerken zouden gelden, leidde tot de befaamde 'neurale winter'. Terrence J. Sejnowski spreekt met niet minder gevoel voor pathos in zijn recente *The Deep Learning Revolution* (2018) over *perceptrons eclipsed*. Het prille onderzoek naar neurale netwerken werd de das omgedaan, financiering ervan bleek vrijwel onmogelijk. Het verhaal behoort tot een van de meest beschreven episodes uit de geschiedenis van de informatica en AI. Dat Minsky niet de enige antagonist was wordt eveneens treffend geïllustreerd in Sejnowski's boek.

Tegen deze achtergrond moet Cheesemans artikel worden gezien. Zijn opstand miste zijn uitwerking niet. Sommigen beschouwden hem als een Partisan of Probability in AI, anderen als een Don Quichote, maar hij lijkt bovenal toch L'Homme révolté, die het debat over probabilistische methoden binnen de AI lange tijd heeft beïnvloed.

Toch kan *In Defense of Probability* tegelijkertijd in diverse opzichten visionair worden genoemd. De reeds vermelde probabilistische netwerken dienden zich zoals gezegd al spoedig aan. De subsymbolische AI nam een hoge vlucht en de neurale winter lijkt definitief voorbij. Deep Learning vormt in zekere zin de kroon op dit werk. Het zijn bovendien juist deze resultaten die huidige maatschappelijke debatten over risico's en kansen van AI beheersen. De roep om Responsible en Explainable AI wordt luider. De vele ethische bezwaren jegens de opake en onbegrepen, schijnbaar objectieve en waarde vrije deep learning algoritmen, die zonder menselijke tussenkomst de levens van velen beïnvloeden, illustreren het succes van de subsymbolische AI; geen tekentafelwerk of *toy-examples*, maar werkende systemen die de maatschappij ingrijpend kunnen veranderen. Ook Shannons informatietheorie als grondslag voor vele learning algoritmen, statistical learning, machine learning, computational intelligence en data mining, die het pad effenden voor de huidige data science, zijn allemaal probabilistisch. Ofschoon Cheeseman uiteraard niet de eerste was die een lans brak voor Bayesianisme, stelt hij nadrukkelijk dat het een *major aim* van de paper is *to put forward the older view*, te weten het werk van Bayes en Laplace. Pas de jaren daarna zou het Bayesianisme doorbreken, binnen de wiskundige statistiek, binnen de informatica/AI, maar ook in de wetenschapsfilosofie/kennisleer (confirmatietheorie), zij het op geheel verschillende wijzen.

Het feilbare denken

Uiteraard bleef Cheesemans positie niet onweersproken en enkele bezwaren zullen hier kort de revue passeren. Allereerst heeft de geschiedenis van de AI aangetoond dat zijn claim nuancerend mist. Het postuleren van kansrekening als noodzakelijke en voldoende voorwaarde voor redeneren in AI behelst een te rigide stellingname. Ook de symbolische AI heeft de decennia daarna grote vooruitgang geboekt en vandaag de dag lijken de stofwolken enigszins opgetrokken. Er is meer symbiose bespeurbaar, die ook tijdens grote AI-conferenties zichtbaar is. Een volledige synthese is misschien utopisch en in real-lifesytemen die er echt toe doen, kan men wellicht beter een

logic-probability tradeoff postuleren, waarin maximalisatie van de een ten koste van de ander onvermijdelijk tot een minder functionerend systeem leidt. Historisch past dit alles ook beter bij het oude ideaal van een *calculus ratiocinator* van Leibnitz in de 17e eeuw en vooral bij dat van George Boole, die 'de wetten van het denken' expliciet koppelde aan een taal waarin zowel logica als kansrekening verdisconteerd zijn.

Er zijn evenwel nog andere overwegingen. Cheeseman verwijst nota bene zelf naar een vroege studie van Pearl over causaal redeneren uit 1983 en het baanbrekende psychologische onderzoek van Tverski en Kahneman, zoals beschreven in *Judgement under Uncertainty: Heuristics and Biases* uit 1974. Dat causaal redeneren noch in de logische, noch in de probabilistische traditie in de jaren 80 en 90 veel aandacht kreeg is een veelzeggende constatering, die hier verder buiten beschouwing moet blijven. Relevanter nog zijn de talrijke psychologische studies die aantoonde dat de mens geen intuïtieve statisticus is. Dikwijls maakt hij onbetwistbaar fouten tegen de kansrekening, ook na jaren wetenschappelijke scholing, en die fouten en *bias* dienen uiteraard te worden vermeden of gecorrigeerd. Soms volgt hij echter de kansrekening niet, maar hanteert heuristieken en analogieën, die voor vele intelligente alledaagse taken juist zeer geschikt blijken, (evolutionair) succesvol zijn en dus relevant voor de AI. Het leverde Kahneman in 2002 de Nobelprijs voor Economie op en zijn wereldwijde bestseller *Thinking, Fast and Slow* uit 2011 werd door Peter van Huizen en Jonas de Vries treffend vertaald als *Ons feilbare denken*. Voor sommige filosofen leidde dat tot een afzweren van de kansrekening en haar vermeende tegen-intuïtieve karakter. Een meer nuchtere conclusie is dat de mens nu eenmaal geen natuurlijke 'kansrekenaar' is en dat een en ander dus aangeleerd moeten worden. Bij de vele pogingen die de afgelopen vijftig jaar in Nederland zijn ondernomen om het wiskundeonderwijs te hervormen staat de rol van kansrekening en statistiek stevast op de agenda. STA^tOR-columnist Henk Tijms brak in zijn recente *Kansrekening in Werking* (2018) onlangs opnieuw een lans voor kansrekening in het middelbaar onderwijs en eventueel nog eerder op de basisschool.

Hoe dan ook, omdat kansrekening nog nauwelijks is verankerd in het middelbaar onderwijs, ontstaat de situa-

tie dat velen aan een natuurwetenschappelijke opleiding of technische opleiding beginnen zonder basis op dit terrein. Dat is curieus aangezien deze disciplines vrijwel allemaal een probabilistische wending hebben ondergaan. Methoden, kernbegrippen en grondslagen ervan kunnen niet begrepen worden zonder kansrekening en statistiek. Zoals betoogd in (Starmans, 2018) geldt dat deels ook voor de samenleving en bijbehorende instituties, modellen van beleid, bestuur en organisatie, die geënt zijn op probabilistische principes om greep te krijgen op onzekerheid. A fortiori heeft dit gevolgen voor concepties die direct de morele ervaring betreffen of een sterke morele dimensie bezitten; verantwoordelijkheid, rechtvaardigheid, redelijkheid, betrouwbaarheid, vertrouwen, macht, democratie, zorgvuldigheid, veiligheid en risico. Deze blijken steeds minder in overeenstemming met de vertrouwde categorieën van denken en handelen, de individuele morele ervaring, de beproefde imperatieven voor ethiek en het daarmee verbonden morele houvast. Zeker in het licht van Kahnemanns inzichten en de huidige roep om Responsible en Explainable AI dient zich een fors spanningsveld aan.

In tijden van data science, big data en AI lijkt dit alles problematisch. Zonder kansrekening, geen statistiek; zonder statistiek geen data science. Dat lijkt een open deur bij uitstek, een gemeenplaats zonder weerga, maar de status quo maakt duidelijk dat Cheesemans opvatting nog steeds op actualiteit aanspraak kan maken en zijn soms wat krampachtige apologie niet aan belang heeft ingeboet.

LITERATUUR

- Cheeseman, P. (1985). In Defense of Probability. In *Proceedings of the Ninth International Joint Conference on Artificial Intelligence* (Volume 2, pp. 1002–1009). Los Angeles: IJCAI.
- Starmans, R.J.C.M. (2018). Een eigentijds Eutyphro-dilemma: over Deep Learning en de kolommen van orakeltaal. *Filosofie Tijdschrift*, 28(3).
- Tijms, H. (2018). *Kansrekening in werking; een moderne aanpak*. Amsterdam: Epsilon Uitgaven.

RICHARD STARMANS is verbonden aan de Faculteit Bèta-wetenschappen (Department of Information and Computing Sciences) van de Universiteit Utrecht. Hij doet onderzoek op het snijvlak van filosofie, statistiek en informatica. E-mail: starmans@cs.uu.nl

Economische Sectie

Hoewel Hal Varian, Chief Economist van Google, in 2009 voorspelde dat statisticus de meest sexy baan zou worden, kan ik me niet aan de indruk onttrekken dat zelfs onder wetenschappers de term statisticus vaak vermeden wordt. In plaats daarvan gebruikt men liever de bij het toepassingsgebied behorende 'trist'.

Zo bestaat de Economische Sectie van de VVSOR vooral uit econometristen, en hebben we in de andere secties onder anderen psychometristen en biometristen. Het kan natuurlijk handig zijn om direct te zien op welk gebied een statisticus zijn kennis vooral toepast, maar dit gebruik kan er ook toe leiden dat men zich enigszins terugtrekt en beperkt tot slechts één toepassingsgebied. Gezien de brede toepasbaarheid van statistiek is dat erg jammer. Door een sterke identificatie met één bepaald toepassingsgebied lopen we bovendien het risico om in wat men tegenwoordig een 'bubbel' noemt terecht te komen. Gelukkig is *STATOR* er om ons ieder kwartaal een blik buiten de bubbel te geven. De vele diverse en interessante bijdragen bieden econometristen, en natuurlijk ook alle andere VVSOR-tristen, al 20 jaar een frisse blik buiten de bubbel. De Economische Sectie van de VVS feliciteert *STATOR* dan ook graag met haar 20-jarig bestaan en hoopt dat het nog lang doorgaat met ons te laten zien wat er gebeurt in ons brede en, volgens Hal Varian dan toch, sexy vakgebied: statistiek.

MICHEL VAN DE VELDEN, voorzitter Economische Sectie
e-mail: vandevelden@ese.eur.nl



Een 'trip down memory lane'

Deze bijdrage verschijnt in het eerste nummer van de 20e jaargang van *STATOR*. Dit jubileum was voor de huidige redactie aanleiding om terug te kijken naar het begin in het jaar 2000. Ik zat destijds samen met Han Oud, Siem Jan Koopman en voorzitter Gerrit Timmer in het bestuur van de VVSOR, en zo mocht ik mee aan de wieg staan van *STATOR*.

Binnen het bestuur zochten we naar mogelijkheden om de binding van onze leden met de vereniging te verhogen. Het ledenaantal liep terug; het was niet meer vanzelfsprekend dat je als statisticus in Nederland lid van de VVS hoorde te zijn. Een van de ideeën was de oprichting van een 'glossy magazine' met interessante artikelen over actuele onderwerpen in de Statistiek en de OR, die alle leden van de vereniging zouden aanspreken. Om de zaak op gang te brengen zouden we vanuit het bestuur zelf bijdragen voor de eerste uitgaven leveren. Samen met Han Oud heb ik toen een interview met Aad van der Vaart gemaakt, die tijdens de Statistische Dag 2000 de Van Dantzig prijs zou krijgen. Ik herinner me met plezier dat we speciaal naar de VU zijn gereisd om Aad op zijn werkkamer te interviewen.

Toen die eerste uitgave van *STATOR* in de brievenbusen lag werkte ik al niet meer in Nederland. Na 12 boeiende jaren als UHD, en later bijzonder hoogleraar, aan de Rijksuniversiteit Groningen werd ik per 1 april 2000 benoemd tot hoogleraar kansrekening en haar toepassingen aan de Ruhr-Universiteit Bochum. Nu, bijna 19 jaren later zijn mijn banden met de Nederlandse Stochastiek helaas wat minder geworden, ook al verheug ik me er nog steeds op mijn Nederlandse collega's bij conferenties te ontmoeten.

Om inspiratie op te doen voor mijn bijdrage aan dit jubileumnummer ben ik even terug in Groningen geweest.

Nou ja, het was natuurlijk een smoes om thuis uit te kunnen leggen waarom ik zo maar voor een dag naar Groningen ging. En het was ook mooi meegenomen dat ik onderweg, in de buurt van Leer, nog op bezoek kon gaan bij mijn bijna 90-jarige tante.

In Groningen aangekomen, wist ik meteen al wat me te doen stond: even bij de Openbare Bibliotheek langs-gaan en kijken of de plaquette op het geboortehuis van Daniel Bernoulli (1700-1782) er nog hangt. Mijn oudste dochter was een tijdje geleden voor een bijeenkomst van theologen in Groningen geweest, en ze meende dat die plaquette er niet meer was. Gelukkig had ze ongelijk, en zo heb ik de gelegenheid om het verhaal over de plaquette voor Daniel nog eens te vertellen.

Samen met collega Jan van Maanen had ik er in 2000 voor geijverd om ter gelegenheid van de 300ste verjaardag van Daniel Bernoulli een plaquette op zijn geboortehuis te plaatsen. Bernoulli is in Groningen geboren, waar zijn vader Johan van 1695 tot 1705 als hoogleraar Wiskunde werkte. Iedere kansrekenaar kent Daniels oom Jakob, auteur van de *Ars Conjectandi* waarin onder meer voor de eerste keer de binomiale verdeling en een bewijs van de wet van grote aantallen te vinden zijn. Daniel Bernoulli zelf geniet grote bekendheid door de ontdekking van de Wet van Bernoulli in de hydrodynamica, die het verband tussen de druk en de snelheid van stromende vloeistoffen en gassen beschrijft.

In de kansrekening kennen we Daniel door een voorstel om de St. Petersburg-paradox op te lossen. Het gaat hier om de vraag wat de faire inzet bij een spel zou zijn waar net zolang een munt wordt gegooid tot voor de eerste keer kop verschijnt, en waar je dan als winst 2^k krijgt, met k het aantal muntworpen dat hiervoor nodig was. De uitkering is een stochast, die de waarde 2^k met kans 2^{-k} aanneemt, en dus is de verwachte waarde van dit spel oneindig. Aan de andere kant, zou je bereid zijn om bijvoorbeeld 1024 euro in te zetten voor de deelname aan dit spel? Om minstens je inzet terug te krijgen, moeten de eerste 10 worpen allemaal munt opleveren, en dat heeft kans $1/1024$. Met kans $1023/1024$ maak je verlies, en dat lijkt weinig aantrekkelijk. Daniel Bernoulli's voorstel om deze paradox op te lossen begint met de gedachte dat het nut van een extra euro afhangt van het kapitaal dat men al heeft. Voor de bedelaar die je voor het Centraal Station om geld vraagt heeft een euro een heel ander nut dan voor de oprichters van Amazon, Facebook of Google. Bernoulli stelde dat het nut van een extra euro omgekeerd

evenredig is met je beginkapitaal, en komt zo tot de nutsfunctie $u(x) = C \log(x)$ waar C een willekeurige positieve constante is. Als je huidig kapitaal K bedraagt, kun je de waarde w van het spel berekenen door de vergelijking $u(K + w) = E u(K + X)$ op te lossen. Op deze wijze zet je het verwachte nut bij deelname aan het spel gelijk aan het nut dat je zou hebben als je kapitaal om w groter wordt. Het bijzondere aan deze oplossing bestaat erin dat de waarde van het spel afhangt van je huidige kapitaal; hoe groter je kapitaal, hoe hoger de waarde van het spel.

Jan van Maanen en ik hebben behoorlijk wat moeten lobbyen om de herdenkingsplaquette te regelen. We moesten zowel de rector magnificus als de burgemeester, ervan overtuigen dat Daniel Bernoulli een wetenschapper van dusdanige faam was dat een plaquette gepast zou zijn. Het geboortehuis van Daniel stond er toen al niet meer. Op die plek staat tegenwoordig de Openbare Bibliotheek. De architect van het in de jaren negentig gebouwde pand moest toestemming geven; van hem mocht de plaquette niet op de voorgevel worden geplaatst maar op de zijgevel. Ten slotte moesten we nog de financiering regelen; de rector was bereid de helft te betalen, en wij zouden sponsors voor de andere helft vinden. Jan en ik hebben maar besloten om die andere helft uit eigen zak te betalen, gewoon om te kunnen zeggen dat we elk een kwart van die plaquette voor Daniel hadden gefinancierd. Deze grap heeft elk van ons 300 gulden gekost, maar dat leek het ons wel waard. Mocht u ooit in Groningen komen, ga dan even bij de hoofdingang van de Openbare Bibliotheek aan de Oude Boteringestraat 18 kijken of de plaquette er nog hangt.

Het was geweldig om dankzij *STATOR* weer even voor een dag in Groningen te zijn en al wandelend door de binnenstad herinneringen aan mijn Groningse jaren op te halen. Ik heb op de website naar de recente uitgaven van *STATOR* gekeken. Indrukwekkend hoe *STATOR* zich heeft ontwikkeld; mijn hartelijke felicitaties aan de huidige redactie, en de beste wensen voor de komende 20 jaar.

HEROLD DEHLING, redactielid 2000 – 2001
e-mail: herold.dehling@ruhr-uni-bochum.de

Herold Dehling is hoogleraar Kansrekening en haar Toepassingen aan de Ruhr-Universiteit Bochum. Van 1988 tot 2000 was hij als UHD Mathematische Statistiek verbonden aan de Rijksuniversiteit Groningen. Hij doet onderzoek op het gebied van de asymptotische methoden in de kansrekening en de statistiek, meestal voor afhankelijke data.

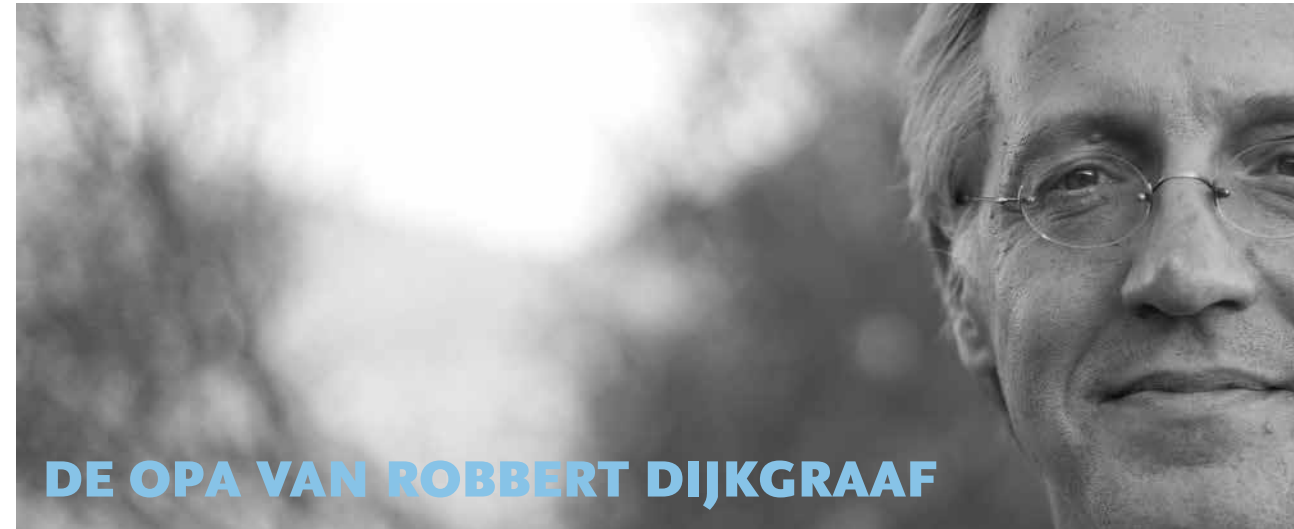


Foto: CC Christopher Michel

DE OPA VAN ROBBERT DIJKGRAAF

Tegen negenen kwam ik thuis van een dagje toenemend somberen tijdens de jaarlijkse *Conference on the Mathematics of Operations Research* in het biblebeltse Lunteren. De tv stond aan, zonder geluid. De aanbiddende blik van Matthijs van Nieuwkerk op het harkerige handgeslacht tussen een malle robot en onze eigen Einstein-der-Lage Landen, Robbert Dijkgraaf, trok meer mijn aandacht dan het biertje dat klaarstond.

Somberen dus. Poeh, wat hebben we het zwaar met ons imago. Al jaren zeuren we over onze naam: operations research, operational research of misschien management science? En nog wat: Moet het met hoofdletters? OR of or, MS of ms. Mij boeide dat allemaal nooit zo. Ik heb ooit wiskunde en natuurkunde gestudeerd en of dat nou mathematics, fysica, of physics heette, of zelfs met hoofdletters moest worden geschreven: mij een trillende zwaarte-krachtsnaar. In Lunteren vibreerden andere snaren.

Het was voor de 44ste keer dat in Lunteren het evangelie van de Wiskunde van de Operations Research kon worden beleden. In de bossen, ver van snelwegen, vliegvelden en botleks, ligt het conferentieoord De Werelt, voorheen De Blijde Werelt toen gereformeerde mannenbroeders daar nog blijmoedig hun zendingsdrang en kerkscheuringen voorbereidden. Dat 'blijde' is dus historie. Op de maandag en dinsdag ging het nog wel. Toen kon je nog diepzinnig peinzen over het herkennen van *polynomial time solvable integer programs* en *simple and explicit bounds for multi-server queues*. Op dag drie, die woensdag, ging het mis. Tijdens de eerste pauze was de somberheid al voelbaar en bleven de twee schalen met gevulde koek onaangeroerd.

Het schisma begon zich te voltrekken. Wij en zij. Wij, de wiskundige OR-ers, gingen het afleggen tegen de oprukkende horden van AI-ers, DL-ers en ML-ers met hoofd-

letters. De eerste *keynote speaker* van de dag schudde kort na 10 uur de doorzakkers abrupt wakker: *The True AI Revolution Has Begun* en heeft via Google, Ortec inmiddels *De Wereld Draait Door* bereikt. Artificial Intelligence, Deep Learning en Machine Learning met hoofdletters vormen 'de gestage stippellijn van de technologie, de stille kracht van de geschiedenis', aldus Robbert Dijkgraaf in zijn 2018-oudejaarscolumn in het *NRC*. 'Mijn overgrootvader Teunis Dijkgraaf werd in 1858 geboren in een gezin van tien kinderen. Slechts vier van hen haalden de volwassen leeftijd.' Dijkgraafs *gestage stippellijn* beschrijft hoe de mensheid steeds 'gezonder, beter opgeleid, rijker en mobieler' zal worden. Sinds Teunis is 'de levensverwachting bij geboorte in Nederland meer dan verdubbeld', aldus achterkleinzoon Robbert.

De laatste spreker op de conferentie had een vraagteken geplaatst achter de titel van zijn lezing, en het eerste woord tussen haakjes gezet: '(How) does Machine Learning impact Operations Research?' Antwoorden had hij niet. Een blijmoedige poging vanuit de stampvolle zaal van een grijze eminente wiskundige OR-coryfee werd door de *keynoter* met de armen over elkaar schouderophalend beantwoord. Nee, hoewel hijzelf de wij-en-zij tegenstelling 'ten zeerste verafschuwt', hield hij ons voor maar te wennen aan de wij-zij tijdgeestterminologie.

Nadat ik het geluid van de tv had aangezet, kon ik horen hoe de Dijkgraaf-stippellijn zich onstuitbaar prolongeert. De eerste horden zijn reeds zegevierend genomen. Deep Learning verslaat de wereldkampioen schaken en zet Japan op z'n kop door ook de wereldkampioen GO te verslaan. Ik zie Dijkgraaf triomfantelijk rondstappen tussen mensgrootte witte GO-stenen.

Het biertje dronk ik minder koel dan bedoeld, wel met een brokje ouwe kaas en mosterd. Voor mijn verdere

gemoedsrust in deze complexe transitieperiode van ons dagelijks leven, herlees ik Dijkgraafs *NRC*-verhaal: 'De toekomst is gemakkelijker te voorspellen dan we denken. Althans, op de lange termijn. [...] Het dagelijks nieuws volgt een pad vol haarspeldbochten, soms langs diepe ravijnen. [...] Maar achter de wild schommelende beurskoersen en populariteitscijfers loopt de gestage stippellijn [...].' Die stippellijn loopt volgens Dijkgraaf als een 'Stille Kracht naar een paradijselijke toekomst van ons Dagelijks Leven.' En hij vervolgt: 'De combinatie van massale hoeveelheden data en rekenkracht gaat kunstmatige intelligentie vleugels geven.' Zo bereiken we kennelijk op de gewiekste vleugels van de Stille Kracht van AI-DL-ML langs een Gestage Stippellijn uiteindelijk het paradijs van gezondheid en volledige mobiliteit. Of toch niet?

De aftiteling was nauwelijks klaar of de omroep kwam met *breaking news* uit China. Ik zag een andere Dijkgraaf in beeld verschijnen: minder opgewekt. Die Chinezen moeten onmiddellijk stoppen met het 'aan de laars lapen van ethische regels'. Dijkgraaf vertelde te gruwelen van 'het recente nieuws uit China van genetisch gemanipuleerde baby's, tegen alle ethische regels in [...]'. Zo eindigde mijn dagje Lunteren met het bittere nieuws uit China en Dijkgraafs gruwel. De stippeltjes op zijn stippellijn zullen zich verwijderen en de paradijselijke stip aan de horizon zal verdwijnen in een 'diep' zwart gat.

Morgen probeer ik toch maar weer eens te bewijzen dat de diameter van het Symmetrische Traveling Salesperson Polytope inderdaad gelijk is aan 2. STSP met hoofdletters en volgend jaar voor de 45ste keer Math of OR in Lunteren. Niks geen zwart gat.

P.S. Een meer dan opmerkelijke lezer van een eerdere versie van deze column had de moeite genomen de stamboom van Robbert Dijkgraaf nader uit te pluizen. Teunis zou volgens Dijkgraaf geboren zijn in 1858, maar hij vond dankzij internet een Teunis, geboren in 1815, met tien kinderen waarvan er een tje 16 en drie ouder dan 80 zijn geworden. Die Teunis had een zoon geboren in 1856 met negen kinderen die vrijwel allemaal minimaal 80 zijn geworden. Opa Teunis Dijkgraaf, geboren in 1878, had drie kinderen. Maar deze Teunis heeft Robbert vast niet bedoeld in zijn *NRC*-column ter adstructie van de 'levensverwachting verdubbeling in de afgelopen 150 jaar', en zeker ook niet die overgrootvader met tien kinderen die stokoud zijn geworden. Zelfs Einstein heeft het wel eens mis gehad. Geef mij maar Lex Schrijver, ons opperhoofd Wiskunde en OR: 'Wiskunde is als zuurstof. Als het er is, merk je het niet. Als het er niet is, merk je dat je niet zonder kunt.' Matthijs van Nieuwkerk zou zeggen: 'En gelijk heeft 'ie.'

GERARD SIERKSMA is emeritus hoogleraar Kwantitatieve Logistiek en Sportstatistiek aan de Rijksuniversiteit Groningen. E-mail: g.sierksma@rug.nl



Sociaal-Wetenschappelijke Sectie

De Amerikaanse statisticus Andrew Gelman heeft zo'n tien jaar geleden het volgende op zijn blog gepostuleerd: 'Whatever you do, somebody in psychometrics already did it long before'. Sindsdien heeft hij meermalen voorbeelden gegeven om zijn stelling te bewijzen: opvallend veel statistische technieken zijn inderdaad ontstaan vanuit praktische sociaal-wetenschappelijke vraagstukken. Traditioneel gezien is de psychometrie sterk vertegenwoordigd in Nederland. Op de congressen van de Psychometric Society staan alleen de VS boven ons qua aantal afgevaardigden. De sociaal-wetenschappelijke sectie van de VVS richt zich niet alleen op de pure psychometristen, maar op elke sociaal-wetenschapper met statistische en methodologische interesses. Zo heeft de sectie de afgelopen jaren activiteiten gesponsord rond causaliteit, psychologische netwerkanalyse, 'best research practices' en robuuste statistiek. Een breed scala van onderwerpen dus, voor een minstens zo brede doelgroep.

Het is dan ook een feest om elk kwartaal *STATOR* te ontvangen. Ook hierin komt de variëteit van de vereniging goed aan bod. Nuttige, doch minder toegankelijke, wiskundige stukken worden afgewisseld met mooie voorbeelden van hoe statistiek in het dagelijks leven wordt toegepast. Het blad wordt met plezier binnen onze sectie gelezen. De SWS feliciteert *STATOR* van harte met deze mijlpaal en kijkt uit naar de komende twintig jaar.

CASPER ALBERS, voorzitter SWS
e-mail: c.j.albers@rug.nl



Getijdenenergie veelbelovend voor het Britse energienetwerk

LOTTE KONINGS

Onze moderne samenleving is volledig afhankelijk van elektronische apparatuur voor systemen zo divers als wereldwijde communicatie, verkeersregeling en het opwarmen van huizen en kantoren. Om dit draaiende te houden is een betrouwbare elektriciteitsvoorziening in de toekomst essentieel, maar of we dat kunnen bewerkstelligen is nog niet zeker. Stroom zal moeten komen uit schone energiebronnen, maar technologieën voor het efficiënt beschikbaar maken en opslaan van energie hebben nog een lange weg te gaan. Niet alleen moeten wind, zon en water als bronnen beter benut worden, ook laten de mogelijkheden om stroom op te slaan in stuwmeren of batterijen voor gebruik op een later moment te wensen over.

Stroomopwekking met behulp van getijden kan uitkomst bieden. Het werkt als volgt: terwijl het vloed wordt staan de sluzen van een reservoir aan de kust open en

vult het reservoir zich met zeewater. Wanneer kort na vloed de sluzen gesloten worden en het waterniveau buiten het reservoir daalt, ontstaat er een hoogteverschil in de waterniveaus. Nu kan er water door turbines naar buiten stromen en stroom opwekken (zie figuur 1). Daarnaast kan er extra water het reservoir in worden gepompt, wanneer het verschil tussen de waterniveaus binnen en buiten het reservoir klein is. Dat levert later in de eb-vloed cyclus, wanneer het hoogteverschil is toegenomen, meer energie op dan nodig was voor het pompen.

Het opgewekte vermogen (energie per tijdseenheid) wordt als volgt berekend:(1)

$$P = g \cdot \rho \cdot \eta \cdot V \cdot h \quad (1)$$

Waar g de gravitatiekracht ($9,81 \text{ m/s}^2$), ρ de dichtheid van de vloeistof (1025 kg/m^3 voor zeewater), η de turbine-ef-

ficiëntie, V het volume water in m^3 dat door de turbine stroomt en h het hoogteverschil van de waterniveaus in meters. Moderne grote waterturbines hebben een efficiëntie tot 90%.

Getijden hebben drie grote voordelen ten opzichte van andere schone energiebronnen. Allereerst zijn de getijden zelf – de momenten van eb en vloed en de hoogte van het kustwater – maanden en zelfs jaren vooruit zeer precies te voorspellen. Ten tweede kunnen getijdencentrales gebruikt worden voor zeer efficiënte energieopslag. Bovendien is het mogelijk om de hoeveelheid stroom die opgewekt wordt te plannen (Greenberg, 1987). Wind- en zonne-energie zijn alleen beschikbaar wanneer de wind waait of de zon schijnt. Een reservoir dat tot hoogwaterniveau is volgelopen kan je gedurende de uren rond laagwater leeg laten lopen op de momenten waarop de energiebehoefte het hoogst is. Dit laatste kenmerk maakt getijdenstroom zeer aantrekkelijk, zeker nu pompen en turbines steeds efficiënter worden gemaakt. Het vormt echter ook een complicatie voor het bouwen van een model van het energienetwerk.

Model

Beslissingen over de bouw en het gebruik van een energienetwerk worden ondersteund met een energieplanningsmodel. Die beslissingen gaan zowel over welke en hoeveel energiecentrales gebouwd moeten worden als over hoeveel energie elke centrale op elk moment in de geplande periode moet leveren om samen te allen tijde aan de vraag te voldoen. Dit zijn vaak geheeltallige lineaire modellen, waarin de tijd is gediscrètiseerd in halve uren

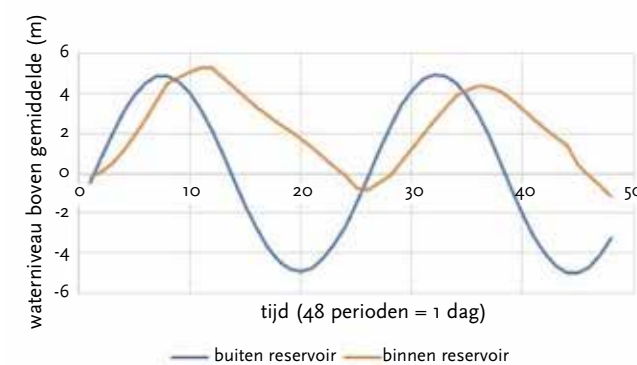
en het energienetwerk (de centrales, de eindgebruikers en elektriciteitskabels die hen verbinden) wordt weergegeven als versimpelde graaf. Historische data geeft in het model het grillige karakter van onzekere factoren zoals de vraag naar energie en de elektriciteitsproductie van groene energiebronnen weer.

Het doel is om de kosten van het netwerk te minimaliseren terwijl er wel altijd aan de vraag voldaan wordt. Het model helpt om inzichtelijk te maken hoe dat gedaan kan worden, en wat de effecten zijn van bijvoorbeeld het beperken van de hoeveelheid CO_2 die geproduceerd mag worden, of het toevoegen van een nieuw type elektriciteitscentrale. Bij getijdenstroom zijn we in de context van het volledige Britse energienetwerk niet geïnteresseerd in het maximaliseren van de elektriciteitsproductie, maar in het maximaliseren van de kostenreductie die het toevoegen van de getijdencentrale teweeg brengt. Als de getijdencentrale stroom oplevert wanneer daar vraag naar is, kan bijvoorbeeld een kolen- of gascentrale minder produceren en is de toegevoegde waarde groot. Wanneer echter de getijdencentrale stroom opwekt terwijl er nauwelijks vraag is (midden in de nacht) dan is de toegevoegde waarde klein.

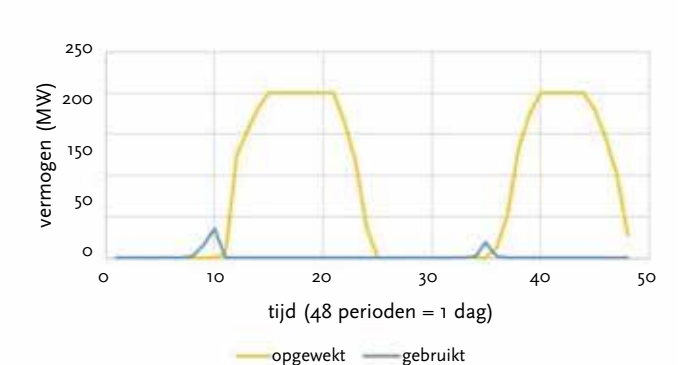
Eenvoud versus complexiteit

De voorwaarden die standaard aan dergelijke energieplanningsmodellen meegegeven worden zijn voor een groot deel lineair (als er een 500MW gascentrale is gebouwd kan die niet meer dan 500MW elektriciteit leveren) of ze zijn tot lineaire voorwaarden te versimpelen zonder dat het model te veel aan waarde verliest. Bij het

WATERNIVEAUS BINNEN EN BUITEN HET RESERVOIR



OPGEWEKT EN GEBRUIKT VERMOGEN



Figuur 1. Waterniveau binnen en buiten een reservoir (links) en de corresponderende vermogensproductie door turbines of gebruik door pompen (rechts) gedurende één dag. Een weergave van het dagelijkse patroon van energiewinning uit een reservoir bij een geïnstalleerd vermogen van 200MW. Dit is een realistisch vermogen voor een reservoir in de monding van de Severn bij Wales.

bouwen van modellen moet altijd een afweging worden gemaakt tussen zoveel eenvoudig als mogelijk en zoveel complexiteit als nodig (DeCarolis, 2017).

De formule die energieopwekking uit getijden beschrijft is bi-lineair. In formule 1 zijn namelijk zowel het volume als het hoogteverschil beslissingsvariabelen. We kunnen kiezen hoe ver we de sluisen openzetten en wanneer. We kunnen deze nonlineariteit op twee manieren aanpakken: óf we kiezen voor eenvoud en lineariseren de elektriciteitsproductie door het volume of het hoogteverschil een constante waarde te geven, óf we kiezen voor complexiteit en bouwen een niet-lineair model.

Als we een van de beslissingsvariabelen een constante waarde geven en voor een lineaire aanpak kiezen, krijgen we een snel oplosbaar model, maar beperken we de elektriciteitsproductie door getijdencentrales tot een suboptimaal patroon. We beperken daarmee de mogelijkheid om in te spelen op veranderende vraag naar elektriciteit. Wel blijven de getijden en daarmee de energie-opbrengst perfect te voorspellen, waarmee het toch een streepje voor heeft op zon en wind. Een voordeel van een lineair model is dat er algoritmes bekend zijn die snel een oplossing vinden en dat je zeker weet dat die oplossing ook globaal optimaal is.

Een niet-lineair model geeft veel meer mogelijkheden, maar vereist wel een ingewikkelder aanpak. Wanneer het niet-lineaire deel in het model als geheel wordt opgenomen, maakt dit het hele model zeer traag. Daarom is het interessant om het niet-lineaire deel van het probleem te isoleren (Salam, 1998). Alleen de uitvoerfase van getijdenstroomopwekking is niet-lineair. De planningsfase is lineair, net als de uitvoerfase van de rest van netwerk. Er wordt daarom een lineair planningsprobleem inclusief getijdenstroom, een lineair uitvoerprobleem exclusief getijdenstroom, en een niet-lineair uitvoerprobleem voor getijdenstroom geformuleerd. De lineaire problemen zijn met behulp van de simplexmethode snel en optimaal op te lossen.

De plannings- en uitvoerproblemen worden door middel van een Benders Decompositie gekoppeld (Benders, 1962). De twee uitvoerproblemen worden in een *master-slave* constructie aan elkaar gekoppeld via de lokale marginale prijs (LMP). Deze duale variabelen geven de waarde weer van een extra hoeveelheid vermogen als dat op een zeker tijdstip geproduceerd zou worden (Gunn, 1992). Wanneer er veel vraag is en goedkope generatoren al op volle capaciteit draaien zou het heel duur zijn om aan extra vraag te moeten voldoen en is de LMP hoog. Omgekeerd is de LMP laag als er volop wind- of zonne-energie is en de vraag laag is. Het niet-lineaire uit-

voerprobleem maximaliseert de waarde van de getijdenstroom en wordt opgelost met behulp van de inwendige punt methode.

Een laatste truc om de snelheid van de probleemoplossing te verbeteren wordt geleverd door het niet-lineaire probleem een goede startoplossing mee te geven. Anders dan bij lineaire problemen, kan er bij een niet-lineair probleem een oplossing gevonden worden die wel lokaal optimaal is, maar niet globaal optimaal. Het is daarom van groot belang om een startwaarde te hebben in de buurt van de globale oplossing (Catalao, 2012). Hiermee kan een globale oplossing nog steeds niet worden gegarandeerd, maar wordt die wel waarschijnlijker. Ook neemt de oplossingstijd af. De startoplossing wordt gevonden door het niet-lineaire probleem te discretiseren met een achterwaardse dynamisch programmering op te lossen. Deze methode werkt altijd snel en vindt een globale oplossing van de discretisatie.

Resultaten

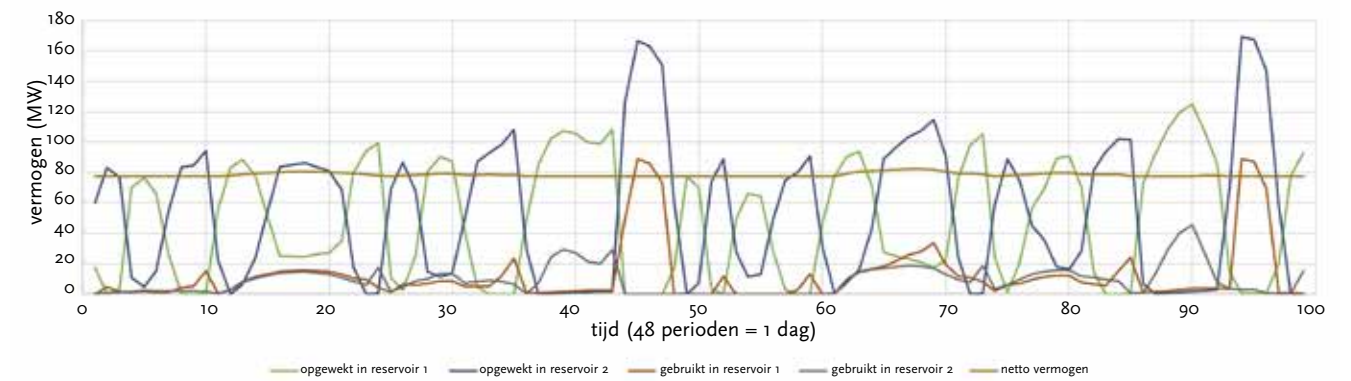
Met bovenstaande technieken is een model gebouwd voor een getijdencentrale in de Severn Estuary, aan de zuidgrens van Wales in Groot-Brittannië (Dixon, 2017). Hier lopen de verschillen tussen laag- en hoogwater tijdens springtij op tot 12 meter en hebben Britse en lokale overheden plannen om op korte termijn een getijdencentrale te bouwen.

Twee eigenschappen waarop de methoden (lineaire en niet-lineaire aanpak) vergeleken worden, zijn de maximale bezettingsgraad die de getijdencentrale onder dezelfde externe omstandigheden behaalt en de tijd die nodig is om een oplossing te vinden.

In een run van een spring- en doottij cyclus haalde het gelineariseerde model een bezettingsgraad van hoogstens 18%: dat was wanneer het hoogteverschil vooraf was vastgesteld. Deze techniek is duidelijk suboptimaal: het niet-lineaire uitvoeringsmodel schroefde de bezettingsgraad op tot boven 30%. Met die bezettingsgraad en uitgaande van huidige kostenprojecties zou getijdenstroom nu al concurreren met windenergie, en wanneer CO₂-belastingen toenemen, ook met conventionele energiebronnen.

Het kost het gelineariseerde model enkele seconden om een planningsprobleem met een looptijd van een maand op te lossen. De gekoppelde lineaire en niet-lineaire problemen hebben grofweg 2000 Benders-iteraties nodig om tot een oplossing te convergeren, zelfs wanneer stabiliserende mechanismen worden ingezet.

OPGEWEKT, GEBRUIKT EN NETTO VERMOGEN



Figuur 2. Vaste minimumcapaciteit. Elektriciteitsproductie en -gebruik (voor pompen) van vermogen door twee getijdencentrales in hetzelfde kustgebied. De minimale gezamenlijke netto productie wordt gemaximaliseerd. De twee dagen uit deze run vinden plaats tijdens springtij en de maximale bezettingsgraad van individueel opererende getijdencentrales ligt rond de 50%.

Elke iteratie kost bovendien zo'n vijf seconden, waarvan de meeste tijd gaat zitten in het niet-lineaire probleem. Versnelling met behulp van betere stabilisatie-technieken of versimpeling van het model zijn dan ook nodig voor dit energieplanningsmodel effectief kan worden gebruikt.

Het niet-lineaire model kan echter al wel gebruikt worden om de flexibiliteit van getijdenstroom te illustreren. Zo is het mogelijk om met twee reservoirs een vast vermogen over de hele dag te garanderen. Dit is niet mogelijk met wind- of zonne-energie. De twee naast elkaar geplaatste reservoirs zijn beide uitgerust met turbines die zowel tijdens het volstromen als leegstromen elektriciteit kunnen opwekken en maken handig gebruik van pompen om de reservoirs nog extra bij te vullen voordat ze weer leeg lopen. Ze volgen elk een ander operationeel patroon en wekken samen te allen tijde stroom op, zie ook figuur 2. De bezettingsgraad van de twee reservoirs is lager dan wanneer ze los van elkaar hun productie zouden maximaliseren, maar dit voorbeeld toont aan dat getijdenstroom een betrouwbare bron van energie kan vormen en zeker meer onderzoek en investering waard is.

In Nederland zijn de toepassingen van getijdenstroomopwekking beperkt, omdat het hoogteverschil tussen hoog- en laagwater relatief klein is. In La Rance, Frankrijk is een van grootste getijdencentrales met een capaciteit van 240MW al sinds de jaren zestig werkzaam. Ook Japan brengt deze techniek in de praktijk. In Canada loopt een onderzoek naar het benutten van de getijden in de Bay of Fundy. Vergelijkbare technieken worden bovendien toegepast in *run-of-river scheme's* in rivierenstelsels in Zuid-Amerika.

Conclusie

Energiewinning uit getijden heeft veel potentie: de getijden zelf zijn voorspelbaar, de energie is schoon en de productie deels te plannen. Echter, het modelleren van een getijdencentrale als onderdeel van een groter energienetwerk heeft nog wat complicaties. Het is een mooie uitdaging om een niet-lineair optimaliseringsmodel te creëren dat de mogelijkheden van getijdenstroom volop benut en toch binnen redelijke tijd een oplossing vindt.

LITERATUUR

- Benders, J.F. (1962). Partitioning procedures for solving mixed-variables programming problems. *Numerische Mathematik*, 4(1), 238–252.
- Catalao, J.P.S., Pousinho, H.M.I., & Contreras, J. (2012). Optimal hydro scheduling and offering strategies considering price uncertainty and risk management. *Energy*, 37, 237–244.
- DeCarolis, J., et al. (2017). Formalising best practise for energy system optimization modelling. *Applied Energy*, 194, 184–198.
- Dixon, A., Watt, T. (2017). Swansea Bay Tidal Lagoon Power Plant; a world first. *Civil Engineering*, 7, 15–20.
- Greenberg, D.A. (1987). Modeling tidal power. *Scientific American*, 257(5), 128–133.
- Gunn, E.A., Rogers, J.S., & Zenetos, P. (1992). An optimization structure for tidal power evaluation. *INFOR: Information Systems and Operational Research*, 30(3), 274–296.
- Salam, S., Nor, K.M., & Hamdan, A.R. (1998). Hydrothermal Scheduling Based Lagrangian Relaxation Approach To Hydrothermal Coordination. *IEEE Transactions on Power Systems*, 13(1), 226–235.

LOTTE KONINGS werkt bij TNO, unit Defensie en Veiligheid, waar ze onderzoek doet naar besluitvorming-ondersteunende methodieken. Ze heeft haar master Operational Research gedaan aan de Universiteit van Edinburgh. Dit artikel is geschreven op basis van haar afstudeerscriptie. Aan de Universiteit Leiden heeft ze de bachelors Wiskunde en Geschiedenis gevolgd (specialisaties in verkiezingen en groeps- en identiteitsvorming). E-mail: lotte.konings@tno.nl

Lean Six Sigma-pionier Ronald Does wint Shewhart Medal

De prestigieuze Shewhart Medal wordt dit jaar toegekend aan wiskundige en UvA-hoogleraar Ronald Does. De prijs is een erkenning voor zijn bijdragen aan de statistiek, het begeleiden van talloze bedrijfsprojecten voor procesverbeteringen volgens de Lean Six Sigma-methode en het opzetten en leiden van grote implementatietrajecten op dit terrein.

Het Universitair Medisch Centrum Groningen stort zich in 2007 als een van de eerste Nederlandse ziekenhuizen op Lean Six Sigma, de beproefde methode voor procesverbetering. Het ziekenhuis zet tientallen projecten op die moeten leiden tot onder meer het verbeteren van de efficiency in de operatiekamers, een vermindering van de ligduur, besparing van energie en meer efficiënte inkoop van implantaten. In 2011 heeft het ziekenhuis met 163 projecten al 15 miljoen euro bespaard. Inmiddels draagt de besparing tussen de 50 en 100 miljoen euro. Bij het Reinier de Graaf Gasthuis in Delft heeft een vergelijkbaar project om de ligduur te verkorten van aan de heup geopereerde patiënten geleid tot een capaciteitsvergroting van 350 patiënten per jaar.

De drijvende kracht achter deze projecten is Ronald Does (64), hoogleraar Industriële Statistiek aan de Universiteit van Amsterdam (UvA) en oprichter en directeur van het Instituut voor Bedrijfs- en Industriële Statistiek (IBIS UvA). Dit instituut, dat dit jaar 25 jaar bestaat, voerde onder leiding van Does procesverbeteringen door bij onder meer DAF Trucks, ABN AMRO, ASML, Achmea en diverse ziekenhuizen. Het instituut is leidend in Lean Six Sigma, een statistische benadering om de efficiency van bedrijfsprocessen te verbeteren. De betrokken organisaties hebben er honderden miljoenen euro's mee bespaard.

Als kroon op zijn jarenlange carrière is aan Does recent de prestigieuze Shewhart Medal toegekend. De prijs is vernoemd naar de Amerikaanse natuurkundige, ingenieur en statisticus Walter A. Shewhart (1891-1967), een



van de grondleggers van de American Society for Quality (ASQ). De vereniging reikt de naar hem genoemde prijs sinds 1948 jaarlijks uit aan personen die zich hebben onderscheiden in de toepassing van statistiek om de kwaliteit van processen, producten en diensten te verbeteren. Shewhart is de grondlegger van statistische procesbeheersing, waarop later de PDCA-cyclus is gebaseerd, waarbij PDCA staat voor Plan-Do-Check-Act. De inzet van de PDCA-cyclus geeft na de Tweede Wereldoorlog een stevige impuls aan de Japanse industrie en leidt tot moderne verbetermethoden als Lean, Six Sigma en Agile.

De jury prijst Does voor zijn 'uitmuntende bijdragen aan industriële statistiek, kwaliteitstechnologie en kwaliteitsontwikkeling, in het bijzonder de statistische procesverbetering, Lean Six Sigma en hoogwaardige bedrijfsprestaties waar organisaties die zich bezighouden met industriële techniek, gezondheidszorg en het leveren van diensten direct van hebben geprofiteerd'. Eerder ging de prijs naar George Box, bekend van het Box-Jenkins-model, en naar W. Edwards Deming die aan de basis stond van het Japanse industriële succes. Does is de vijfde Europeaan die de Shewhart Medal wint en neemt de prijs op 19 mei in ontvangst in Fort Worth, Texas.

Does studeerde wiskunde in Leiden en promoveerde in de mathematische statistiek. Na een periode als universitair hoofddocent in Maastricht werkt hij bij Philips aan onder meer het verbeteren van de kwaliteit van geïntegreerde

schakelingen door met statistische methodes kwetsbare plekken in het productieproces op te sporen. In 1994 wordt hij voltijd hoogleraar aan de UvA en zet in datzelfde jaar IBIS UvA op. Naast praktische oplossingen voor het bedrijfsleven geeft IBIS UvA opleidingen in Lean Six Sigma. Inmiddels haalden 2187 mensen het theoretisch examen en 535 mensen deden ook het praktijkexamen. Does begeleidde 24 promovendi en schreef 115 wetenschappelijke artikelen en 10 boeken over industriële statistiek.

Six Sigma is een moderne variant van de PDCA-cyclus en ontstaat in het midden van de jaren tachtig bij Motorola, dat op dat moment kampt met ontevreden klanten en de kwaliteit van de productie. De methode krijgt iets later wereldwijde faam doordat General Electric er tientallen miljarden dollars mee bespaart. General Electric Plastics in Bergen op Zoom is in 1996 een van de eerste klanten van IBIS UvA.

De methode heeft tot doel om operationele prestaties van een organisatie te verbeteren door middel van tekorten in processen te identificeren. De basis van Six Sigma is statistische procesbeheersing, waarbij Six Sigma wordt geassocieerd met een faalkans gelijk aan 3,4 op een miljoen. Inmiddels wordt de methode gecombineerd met 'Lean', een managementfilosofie die tot doel heeft om verspillingen te elimineren die geen toegevoegde waarde aan de klant leveren.

Een van de kenmerken van Lean Six Sigma is dat de medewerkers binnen een organisatie de methode zelf in de praktijk brengen. Hiervoor worden mensen opgeleid die naar analogie van oosterse vechtsporten titels krijgen als 'Black Belt' en 'Green Belt'. De methode wordt ten uitvoer gebracht volgens het stappenplan DMAIC, dat staat voor Define, Measure, Analyse, Improve en Control. IBIS UvA heeft inmiddels duizenden projectleiders opgeleid in deze methodiek.

Does stelt dat een volgende fase is aangebroken waarbij zijn vakgebied een sleutelrol gaat spelen bij het oplossen van complexe en niet-gestructureerde problemen en die hij 'statistical engineering' noemt. 'Dan moet je denken aan het bepalen van het juiste vulgewicht voor alle producten van Procter & Gamble of het opzetten van een uniform beoordelingssysteem voor alle medewerkers van een multinational. Dat kan door traditionele statistische methodes te combineren met technieken uit de kunstmatige intelligentie, operations research en informatica. Ik ben nog steeds zeer gedreven om ook aan deze nieuwe ontwikkelingen een significante bijdrage te leveren.'

BENDERT ZEVENBERGEN
bendertzevenbergen@gmail.com

20

Verbinding tussen theorie en praktijk

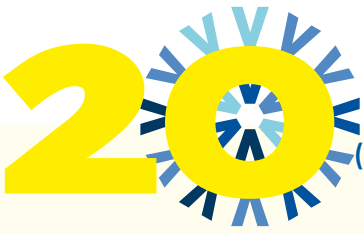
Graag wil ik STAtOR feliciteren met haar 20e jaargang; een schitterende mijlpaal! Anderen hebben al stilgestaan bij de totstandkoming, de eerste jaren van STAtOR en bovenal de mooie verbinding die STAtOR maakt tussen Statistiek en Operations Research. Deze verbinding is niet meer weg te denken, gegeven de vlucht die Big Data en Data Science hebben genomen. Deze nieuwe wereld maakt steeds minder onderscheid tussen *predictive* en *prescriptive analytics*. STAtOR was daarmee de tijd al ver vooruit. De combinatie van het leren uit data om hieruit tot veel betere beslissingen te komen is bijzonder krachtig en het fundament onder nieuwe technologiebedrijven.

Ik had in 2005 de eer om Dick den Hertog op te volgen als hoofdredacteur van STAtOR. Vijf boeiende jaren volgden. Met redactievergaderingen vol levendige discussies over wat interessante onderwerpen en ontwikkelingen zouden zijn. Veel dank ben ik verschuldigd aan Gerrit Stermerdink, die zeer nauwkeurig met gevoel voor taal de eindredactie verzorgde, alsmede aan Monique van Hootegem voor de opmaak en layout. Ook had ik nog het grote voorrecht te mogen samenwerken met wijlen Fred Steutel, die met humor en puntige zinnen vlotte columns wist te schrijven.

Het mooiste van STAtOR is in mijn ogen altijd de brugfunctie tussen theorie en praktijk geweest. We beoordeelden de onderwerpen en bijdragen op de mix van beiden. Het leidde tot wetenschappelijke antwoorden op praktische vragen, zoals het verschil tussen thuis- en uitspelen bij voetbalwedstrijden, de eerlijkheid van de puntentelling bij het songfestival en in hoeverre het aannemelijk was dat Lucia de B. schuldig was (niet dus). De mix tussen theorie en praktijk deed zich ook gelden in de samenstelling van de redactie. Met Fred Steutel, die wars was van iedere vorm van commercie, was ook het objectieve geweten van de redactie geborgd.

STAtOR heeft een mooie maar ook belangrijke rol voor de toekomst: het faciliteren dat Statistiek en Operations Research dicht bij elkaar blijven en gebruik maken van elkaars kracht. En de scherpe blik om te borgen dat onderwerpen vanuit zowel een theoretisch fundament als de kracht van de toepassing benaderd worden. En dat is nog belangrijker dan Big Data en Big Calculations!

GOOS KANT, hoofdredacteur 2006 – 2010
e-mail: g.kant@uvt.nl



(Aspirant) Sectie Statistics Communication

Al in 1954 constateerde Darell Huff dat veel mensen het erg moeilijk vinden om statistische resultaten te begrijpen; laat staan dat zij deze kritisch kunnen bekijken. Destijds probeerde Huff met zijn boek *How to Lie with Statistics* lezers te helpen zich te verdedigen tegen manipulatie met statistische argumenten.

Helaas worden velen nog steeds regelmatig misleid door de verwoording van statistieken, risico's en onderzoeksresultaten. Het toegankelijk verwoorden van resultaten is ook niet gemakkelijk. Daarom is duidelijke communicatie van statistiek een belangrijk onderwerp. Momenteel wordt er een nieuwe sectie binnen de VVSOR opgezet om meer aandacht te besteden aan het belang van een duidelijke uitleg bij cijfers, data en modellen, en meer statistische gecijferdheid bij lezers. We hopen meer bewustwording te creëren en samenwerking met andere partijen is hiervoor essentieel.

Terwijl de Sectie Statistics Communication nog niet eens officieel van start is, heeft *STATOR* al 20 jaar als doel statistische resultaten duidelijk te presenteren aan een breed publiek. Wij zijn erg blij met de steun die wij tot nu toe van de redactie hebben ontvangen en hopen op een nauwe samenwerking in de toekomst. Wij feliciteren *STATOR* met haar jubileum en verheugen ons enorm op de komende 20 jaar!

SANNE JW WILLEMS, mede-oprichter (Aspirant)
Sectie Statistics Communication
e-mail: s.j.willems@math.leidenuniv.nl



Young Statisticians

The Young Statisticians provide a platform and organize events for all students and starters who are enthusiastic about statistics and related disciplines. Looking back at the history of the VVSOR, the Young Statisticians are also much younger than the magazine *STATOR* which celebrates already its 20th birthday. We want to congratulate *STATOR* with this special day. We have to admit that we are not always the best in being on time with our *STATOR* contribution, due to our busy student and working lives. However, we appreciate the magazine for giving us the opportunity to inform the entire VVSOR community of researchers in the field of statistics and OR, in addition to our own members that we inform via Facebook and email. We would like to thank the editorial team for putting together such a nice magazine throughout the year, for allowing us to reach out to the larger VVSOR community, and for patiently dealing with our late submissions :) Keep up this great work for another twenty years!

ELIAN GRIFFIOEN, member of the YS board
e-mail: contact@youngstatisticians.nl

Young Statisticians are looking for a new board member

The Young Statisticians Netherlands is an organization for students, early-career researchers and professionals who are enthusiastic about statistics. We organize a large variety of events for young statisticians, such as Company Visits, Statistics Cafes, Science Cafes, Statistical Pub-Quizzes and Workshops.

Are you **ENTHUSIASTIC** about statistics? Do you have ideas about how to bring young statisticians in the Netherlands together? Do you have ideas for cool (new) events? Are you a **TEAM PLAYER** and do

you take **INITIATIVE**? Do you want to spend on average two hours a week on organizing events? Then consider joining the **YS BOARD**!

INTERESTED? Send an email with a motivation letter and your curriculum vitae to contact@youngstatisticians.nl. Also, feel free to ask us any questions you might have about the work of the YS board.

Kind regards, the Young Statisticians Board: Laura, Machiel, Elian, Erik-Jan and Jonas!