

STAtOR

periodiek van de VvS+OR jaargang 14, nummer 2, juni 2013

Welke overwinning is de beste?

De besliskunde achter de aangepaste dienstregeling

Het meten van overeenstemming tussen experts in Delphi-studies

Picasso, Hegel en het tijdperk van Big Data

Air Cargo Revenue Management

STAtOR is een uitgave van de Vereniging voor Statistiek en Operationele Research (VvS+OR). STAtOR wil leden, bedrijven en overige geïnteresseerden op de hoogte houden van ontwikkelingen en nieuws over toepassingen van statistiek en operationele research. Verschijnt 3 keer per jaar.

Redactie

Joaquim Gromicho (hoofdredacteur), Ana Isabel Barros, Johan van Leeuwen, Mirjam Moerbeek, Richard Starmans, Gerrit Stermerdink (eindredacteur), Hilde Tobi en Vanessa Torres van Grinsven. Vaste medewerkers: Fred Steutel, 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, telefoon 020 59 86 010, mobiel 06 55 88 67 47, <j.a.dossantos.gromicho@vu.nl>

Bestuur van de VvS+OR

Voorzitter: prof. dr. Jacqueline Meulman <president@vvs-or.nl>
Secretaris: vacature <bestuur@vvs-or.nl>
Penningmeester: dr. Ad Ridder <penningmeester@vvs-or.nl>
Studentlid: Maarten Kampert (BSc) <student@vvs-or.nl>
Overige bestuursleden: prof. dr. Fred van Eeuwijk (BMS), dr. John Poppelaars (NGB), dr. Eric Cator (SMS), dr. Michel van de Velden (ECS), dr. Jelte Wicherts (SWS)

Leden- en abonnementenadministratie van de VvS+OR

VVS, Postbus 244, 6700 AE Wageningen, telefoon 0317 419 572, <admin@vvs-or.nl>.
Raadpleeg onze website over hoe u lid kunt worden van de VVS of een abonnement kunt nemen op STAtOR of op een van de andere periodieken.

VvS+OR-website

www.vvs-or.nl

Sociale media

Wilt u uw vakgenoten ontmoeten en wilt u discussiëren over actuele thema's, volg dan de VvS+OR en de Young Statisticians via LinkedIn, Facebook, Twitter en Flickr.
Sluit je aan bij de LinkedIn-groep van VvS+OR of Young Statisticians; bekijk foto's op <www.flickr.com/photos/vvs-or/sets>; Like onze Facebook-pagina; volg de President van VvS+OR op <https://twitter.com/#!/dutchstat>.

Advertentieacquisitie

<adverteren.stator@vvs-or.nl>.
STAtOR verschijnt in maart, juni en oktober.

Ontwerp en opmaak

Pharos | M. van Hootegem

Uitgever

© Vereniging voor Statistiek en Operationele Research
ISSN 1567-3383

INHOUD

- 3 Wij weten het ook niet meer
- 4 Welke overwinning is de beste?
Marnix Zoutenbier & Loek Groot
- 9 De besliskunde achter de aangepaste dienstregeling
Hilbert Snijders, Timo van de Walle & Dennis Huisman
- 13 EATISONHRDLU – column
Fred Steutel
- 14 Het meten van overeenstemming tussen experts in Delphi-studies; een roep om meer transparantie
Jurian Meijering
- 16 Agenda
- 17 Gek op getallen – column
Gerrit Stermerdink
- 18 Picasso, Hegel en het tijdperk van Big Data
Richard Starmans
- 21 Het ontstaan van een nieuw tijdschrift in de statistiek: *Spatial Statistics*
Alfred Stein
- 23 Erelidmaatschap VvS+OR voor prof. dr. Constance van Eeden
Jacqueline Meulman
- 24 Air Cargo Revenue Management
Thijs Boonekamp
- 29 Manipulatie in de Champions League? – column
Henk Tijms
- 31 Young Statisticians



Wij weten het ook niet meer

Het lijkt wel of de hele wereld op z'n kop staat. Koude-records eind mei die op één-tiende graad na worden gebroken, en dat in een tijd waarin men zich zorgen maakt over de globale temperatuurstijging. En een Europacup finale zonder Spaanse, Italiaanse of Engelse topclubs: het moet niet gekker worden!

Gelukkig zijn daar dan de vaste waarden van ons heerlijke vak en ook in dit nummer van Stator zijn weer diverse voorbeelden van toepassingen te vinden. Toepassingen die dikwijls verrassend dicht bij de alledaagse werkelijkheid staan.

Om maar bij het voetballen te blijven: Marnix Zoutenbier en Loek Groot vragen zich af wat nu de 'beste' overwinningen zijn in een voetbalcompetitie. Daar kunnen we uitspraken over doen, al zal iedereen andere criteria hanteren bij de beleving van een uitslag. Columnist Henk Tijms sluit hierbij aan met een kleine studie naar het al dan niet manipuleren van de loting voor de kwartfinale wedstrijden in de Europacup van dit seizoen.

Dat we het afgelopen winterseizoen minder last hebben gehad van de gevolgen van vastgevroren wissels bij de NS is mede te danken aan het werk van Hilbert Snijders, Timo van de Walle en Dennis Huisman. Wiskunde wordt wel eens aangeduid als de Koningin der Wetenschappen, het is goed te lezen hoe zij tegen Koning Winter kan worden ingezet.

Het themanummer dat we deze herfst hopen uit te brengen zal gaan over 'Big Data'. Richard Starmans neemt daar al een voorschot op en plaatst een en ander in een breder cultureel kader. Mocht u een bijdrage kunnen leveren aan dat themanummer dan horen we dat graag!

In veel onderzoek wordt tegenwoordig een Delphi-studie gedaan, waarin gekeken wordt naar de overeenstemming tussen experts. Jurian Meijering laat ons lezen dat dit lastiger is dan het op het eerste gezicht lijkt. Eerst moet er namelijk overeenstemming zijn over dat

wat we onder overeenstemming verstaan!

Thijs Boonekamp vervolgt zijn artikel in STAtOR 2013-1 met een tweede verhaal over de rol van OR in het bepalen van een juiste prijs voor luchtvracht. Als u zich ooit verwonderd hebt over de soms onbegrijpelijke prijsverschillen voor personenvluchten kunt u hier wellicht een gedeeltelijke verklaring vinden.

Als er één vaste waarde is in STAtOR dan is het wel de column van Fred Steutel. Al vanaf het allereerste begin maakt hij ons deelgenoot van zijn brede belangstelling en eruditie. Ditmaal vertelt hij over de frequentie waarmee de verschillende letters in een taal voorkomen. Onze incidentele columnist Gerrit Stermerdink geeft een liefdesverklaring af aan getallen en Alfred Stein vertelt over hoe een nieuw tijdschrift op een deelgebied van ons vak tot stand is gekomen.

Op de Dag voor Statistiek en OR 2013 werd het erelidmaatschap van de VVS-OR uitgereikt aan Constance van Eeden. Het bestuur legt in een kort artikel uit waarom Stan dit ten volle verdiend heeft.

Tot slot enkele redactionele mededelingen. Na zeven jaar een grote inbreng te hebben geleverd treedt Mirjam Moerbeek terug uit de redactie. Wij zijn bijzonder blij met alles wat zij in die tijd voor STAtOR heeft gedaan. Als nieuwe redactieleden treden aan Vanessa Torres van Grinsven en Richard Starmans. Vanessa werkt bij het CBS in Heerlen en doet promotie-onderzoek aan de Universiteit Utrecht naar het verkrijgen van bedrijfsgegevens. Richard werkt bij de Universiteit Utrecht op het grensgebied van Filosofie, Statistiek en Informatica. U hebt de laatste jaren al enkele bijdragen van hem kunnen lezen. Vanessa en Richard, van harte welkom bij de redactie. Jullie zullen zeker helpen met onze doelstelling: *veel leesplezier voor onze lezers.*

de STAtOR-redactie

WELKE OVERWINNING IS DE BESTE?

Intuïtief hebben we allemaal wel een beeld bij bijzondere uitslagen in voetbalwedstrijden. Meestal zijn dat wedstrijden waarin veel doelpunten gescoord zijn of waarin het doelpuntenverschil groot is. Soms nemen we in onze intuïtie ook het krachtsverschil tussen de tegenstanders mee. In dit artikel beschrijven we enkele maten om wedstrijduitslagen met elkaar te vergelijken en daarmee antwoord te geven op vragen als: ‘welke overwinning was de beste?’

MARNIX ZOUTENBIER & LOEK GROOT

De vraag ‘welke overwinning was de beste?’ geven we een tweeledige invulling

- Welke uitslag was het meest verrassend?
- Wat was de meest imponerende overwinning?

In eerste instantie verkennen we de vragen en beschrijven we enkele in de literatuur gangbare uitgangspunten bij het modelleren van sportwedstrijden. Met deze twee ingrediënten definiëren we enkele maten die een specifieke invulling geven aan ‘meest verrassend’ en ‘meest imponerend’. Deze maten passen we toe op de Nederlandse Eredivisie voetbal voor de periode van 1956 tot en met 2012.

Verkenning van de vragen

Een verrassende uitslag kan zowel een gelijk spel als een overwinning betreffen. Overwinningen met een groot doelpuntenverschil komen in aanmerking, maar ook kleinere overwinningen als juist de favoriet verliest, zo was bijvoorbeeld de 0-1 in de wedstrijd Sparta-Excelsior uit 1972/73 een zeer verrassende uitslag omdat Sparta

dat jaar 4de eindigde en Excelsior 17de. Favoriet ben je in een wedstrijd als je geacht wordt beter te zijn dan de tegenstander, waarbij thuisvoordeel ook een rol speelt. Daarnaast kunnen doelpuntnrijke gelijke spelen verrassend zijn, zelfs als er op voorhand geen duidelijke favoriet is: RKC-Twente 6-6 in 1990/91 was zeker verrassend ondanks dat de teams naast elkaar in de eindrangschikking stonden, respectievelijk 7de en 6de. De verrassing zat in het feit dat er 12 doelpunten in één wedstrijd werden gescoord terwijl het verwachte aantal doelpunten in deze wedstrijd voor RKC 2,25 en voor Twente 2,16 was.

In een historisch overzicht van de wereldkampioenschappen voetbal heeft de FIFA als maat voor de meest imponerende overwinning de uitslag met het grootste doelpuntenverschil gekozen. Een aantrekkelijke eigenschap van dit criterium is dat natuurlijkerwijs alleen grote overwinningen geselecteerd worden. Een groot nadeel is dat het verwachte krachtsverschil tussen de teams geen rol speelt in dit criterium. Een uitslag waarin een zwak team wint met een relatief klein doelpuntenverschil van een veel sterker geachte tegenstander zou ook in aanmerking moeten komen voor de meest imponerende overwinning.



Gebruikte gegevens

Op basis van de wedstrijduitslagen wordt per seizoen per team het aantal doelpunten berekend dat ieder team in dat seizoen thuis gescoord heeft, uit gescoord heeft, thuis geïncasseerd heeft, en uit geïncasseerd heeft. Ook gebruiken we per competitiejaar het totaal aantal thuis gescoorde en geïncasseerde doelpunten. Deze grootheden gebruiken we voor wat in de literatuur de *scoring context* van een sport, of in ons geval competitiejaar, genoemd wordt, zie bijvoorbeeld Groot (2009).

De maten zoals hieronder beschreven zijn daarmee pas na afloop van een seizoen te gebruiken en elementen als ‘thuisvoordeel’ en ‘favoriet’ krijgen hierop gebaseerd hun invulling. Een team dat bijvoorbeeld de competitie heel sterk begint maar uiteindelijk heel laag eindigt, zal dus ook in de wedstrijden uit de eerste periode van de

competitie in onze analyse niet als favoriet worden gezien, ondanks dat dit waarschijnlijk op het moment van het spelen van de wedstrijd wel het geval was, op zijn minst in de voor- en nabeschuwingen tijdens de talloze praatprogramma’s over voetbal.

Doelpunten scoren en kansverdeling

De verdeling van het aantal doelpunten dat een team in een wedstrijd maakt, wordt voldoende goed beschreven door een Poisson-verdeling met als parameter het verwachte aantal doelpunten van het team, zie bijvoorbeeld Ryder (2004). Daarnaast blijkt het aantal doelpunten dat het thuisteam en uitteam in een onderlinge wedstrijd scoren (in voldoende mate) onafhankelijk van elkaar. Deze aanname gebruiken we dan ook hier. Gevolg hiervan is dat de verdeling van het doelpuntenverschil in een

wedstrijd beschreven wordt door een Skellam-verdeling met als parameters het verwachte aantal doelpunten van elk van de deelnemende teams.

Als team i thuis speelt tegen team j , dan definiëren we het verwachte aantal doelpunten dat team i zal maken als

$$\lambda_{ij} = \frac{GF_i^h GA_j^a}{GF_L^h}$$

En het verwachte aantal doelpunten dat team j in deze wedstrijd zal maken als

$$\nu_{ij} = \frac{GA_i^h GF_j^a}{GA_L^h}$$

Hierin is staat ‘GF’ voor ‘Goals For’, ‘GA’ voor ‘Goals Against’, ‘h’ voor ‘home’ het thuisspelende team en ‘a’ voor ‘away’ het uit spelende team. Verder staat ‘L’ voor het totaal in de hele competitie.

Het verwachte aantal doelpunten dat het thuisteam scoort is dus het product van het aantal thuis gescoorde doelpunten door het thuisteam vermenigvuldigd met het aantal doelpunten geïncasseerd door het bezoekende team in uitwedstrijden. Vervolgens delen we dit product door het totaal aantal door thuisteam gescoorde doelpunten in de hele competitie. De interpretatie van de elementen die het verwachte aantal doelpunten bepalen dat het uit spelende team scoort, is analoog.

We zien dus dat in een specifiek seizoen het verwachte aantal doelpunten dat een team in een thuiswedstrijd zal maken afhangt van de mate van scoren van het team zelf in thuiswedstrijden en het aantal doelpunten dat de tegenstander heeft tegen gekregen in haar uitwedstrijden. Op deze manier speelt zowel het krachtsverschil tussen de teams als thuisvoordeel een rol in de bepaling van de wedstrijdspecifieke scoringsparameters lambda en nu.

Meest verrassende uitslag

We definiëren de meest verrassende uitslag als die uitslag uit de gerealiseerde uitslagen waarop de kans het kleinst was. Omdat we aannemen dat het aantal gescoorde doelpunten van de beide teams in een wedstrijd onafhankelijk van elkaar is, is deze kans uit te rekenen als het product van de kans dat het thuisteam het gerealiseerde aantal doelpunten scoort en de kans dat het uitteam het gerealiseerde aantal doelpunten scoort, met de parameters zoals beschreven in de vorige paragraaf.

In tabel 1 staat de top-11¹ van verrassende uitslagen weergegeven over alle competitiejaren. De meest verrassende uitslag sinds 1956 is 5–7 in de wedstrijd van De Graafschap tegen Feyenoord in 1973/74. Gegeven het verwachte aantal doelpunten van De Graafschap en Feyenoord, 0,76 en 2,18 respectievelijk, was de kans op de uitslag 5–7 kleiner dan die van de andere uitslagen in tabel 1.

JAAR	WEDSTRIJD	UITSLAG	LAMBDA	NU	KANS (10 ⁻⁵)	EINDSTAND THUISTEAM	EINDSTAND UITTEAM
1973/74	Graafschap–Feyenoord	5–7	0,8	2,2	0,5	14	1
1973/74	ADO Den Haag–NAC	8–3	1,5	1,2	1,3	13	16
1970/71	Telstar–Haarlem	6–3	1,4	0,4	2,1	11	18
1984/85	NAC–Zwolle	7–3	1,8	0,5	3,6	17	18
1975/76	ADO Den Haag–Feyenoord	1–8	2,1	1,6	5,2	6	2
1979/80	Ajax–MVV	3–6	2,8	0,9	8,5	1	11
1992/93	Sparta–Go Ahead Eagles	6–4	1,6	1,2	10,8	13	15
1973/74	Twente–AZ	2–5	1,8	0,6	10,8	2	7
1984/85	Haarlem–Excelsior	5–5	1,6	1,2	11,5	9	12
1983/84	Ajax–Feyenoord	8–2	1,8	2,0	11,5	3	1
1964/65	Feyenoord–Ajax	9–4	4,1	0,8	11,7	1	13

Tabel 1. Top-11 van de meest verrassende uitslagen

We zien verder dat de meest verrassende uitslagen meestal wedstrijden met veel doelpunten van beide teams zijn en dat meestal het sterkste team heeft gewonnen. Uitzondering is bijvoorbeeld de 3–6 in Ajax–MVV. De 9–4 overwinning van Feyenoord in 1964/65 was een bijzondere uitslag, maar minder bijzonder dan hij heden ten dage zou zijn: Feyenoord werd dat jaar kampioen en Ajax 13de. Bovendien was het aantal doelpunten dat beide teams naar verwachting zouden scoren respectievelijk 4,1 en 0,8.

Meest imponerende overwinning

Voor de meest imponerende overwinning beschouwen we twee concrete maten.

De eerste maat combineert de kans op de uitslag zoals beschreven onder ‘meest verrassende uitslag’ met het gerealiseerde doelpuntenverschil in de wedstrijd en het verwachte doelpuntenverschil voor de wedstrijd. Deze laatste twee elementen combineren we als volgt

$$GDE_{ij} = (GF_{ij} - \mu_{ij}) + (\nu_{ij} - GA_{ij}) = (GF_{ij} - GA_{ij}) - (\mu_{ij} - \nu_i)$$

GDE_{ij} relateert het werkelijke doelpuntenverschil in een wedstrijd aan het verwachte doelpuntenverschil in een wedstrijd. Als de verwachte uitslag 2–1 is en de werkelijke uitslag 4–2, dan is GDE_{ij} gelijk aan 1. Een positief verschil betekent dus dat het thuisspelende team het beter heeft gedaan dan verwacht, een negatieve uitkomst dat het uit spelende team het beter heeft gedaan dan verwacht. Voor de meest imponerende overwinning nemen we als maat het quotiënt van GDE_{ij} en de kans op de gerealiseerde uitslag. We noemen dit criterium het Probability and Expected Goals Difference (PEGD) criterium. De score op deze maat is dus hoger naarmate het gerealiseerde doelpuntenverschil meer afwijkt van het verwachte verschil en naarmate de kans op de gerealiseerde uitslag kleiner is.

Nadeel van deze maat is dat gelijke spelen niet principieel uitgesloten worden. Dit zou wel het geval zijn als we in plaats van GDE_{ij} alleen het verschil $(GF_{ij} - GA_{ij})$ zouden gebruiken. Deze laatste heeft echter als nadeel dat een overwinning met slechts één doelpunt verschil terwijl het verwachte verschil drie doelpunten was, tot een positieve score leidt voor het winnende team, terwijl het eigenlijk een beroerd resultaat was.

JAAR	WEDSTRIJD	UITSLAG	LAMBDA	ETA	SKELLAM (10 ⁻⁴)	PEGD (10 ⁴)	RANK PEGD
2011/12	Groningen–Feyenoord	6–0	1,1	1,7	2,1	4,8	8
1975/76	ADO Den Haag–Feyenoord	1–8	2,1	1,6	2,3	14,5	2
1958/59	Fortuna Sittard–Feyenoord	0–8	1,9	2,1	3,6	4,2	9
1963/64	DWS–ADO Den Haag	9–0	2,6	0,8	7,6	1,6	17
1957/58	Twente–Fortuna Sittard	0–7	1,8	1,9	8,6	1,6	16
1984/85	Twente–Sparta	1–6	1,9	1,1	9,2	3,1	11
1973/74	ADO Den Haag–Roda JC	0–5	1,2	0,9	9,2	0,8	36
2010/11	PSV–Feyenoord	10–0	3,1	0,7	9,4	1,3	21
1957/58	MVV–Den Bosch	9–0	2,8	1,2	10,3	1,4	20
1958/59	Feyenoord–Fortuna Sittard	6–0	1,3	0,7	11,3	0,7	44
1999/00	Den Bosch–Sparta	7–0	1,9	1,5	11,9	1,0	30
1996/97	RKC–AZ	5–0	0,9	0,7	14,1	0,4	73
1972/73	Haarlem–Twente	4–0	0,7	1,9	14,1	0,6	57
1982/83	Zwolle–Roda JC	5–0	1,1	1,5	16,5	0,5	59
1956/57	Den Bosch–NAC	8–0	2,7	1,7	18,5	0,9	32

Tabel 2. Top-15 van de meest imponerende overwinningen volgens het Skellam-criterium.



DE **BESLISKUNDE** ACHTER DE AANGEPASTE DIENSTREGELING

Na enkele winters met chaos op het spoor reed de Nederlandse Spoorwegen (NS) afgelopen winter bij verwacht winterweer een aangepaste dienstregeling, waardoor dit jaar chaotische situaties zijn uitgebleven. Bij zo'n aangepaste dienstregeling rijden er op drukke trajecten in de brede Randstad minder treinen. Dit heeft een grote impact op de materieel- en personeelsplanning. Zo wil NS de treinen die wel blijven rijden, verlengen om zoveel mogelijk reizigers een zitplaats te bieden. In dit artikel beschrijven we zowel hoe het proces in elkaar zit om het plan aan te passen alsmede hoe beslistkundige modellen gebruikt worden om het aangepaste plan binnen 16 uur te maken.

HILBERT SNIJDERS, TIMO VAN DE WALLE & DENNIS HUISMAN

Na enkele winters waarin winterse omstandigheden resulteerden in chaos op het spoor, hebben NS en ProRail de afgelopen winter gekozen om de dienstregeling sneller aan te passen. Hierdoor is chaos op het spoor de afgelopen winter uitgebleven.

De winter van 2009/2010 was de eerste winter sinds jaren met flinke sneeuwval en (streng) vorst. Het spoorsysteem bleek hier niet tegen bestand. In reactie hierop hebben NS en ProRail een omvangrijk pakket aan

maatregelen genomen. Echter, ook in de twee daarop volgende winters resulteerde winterweer tot problemen op het spoor. Om op termijn onder (vrijwel) alle omstandigheden betrouwbaar vervoer en goede reisinformatie aan de reiziger te kunnen bieden, is een meerjarige verbeteraanpak gestart.

In de tussentijd is de aanpak erop gericht om ook bij meerdere infrastructuur- en materieelstoringen zoveel mogelijk *in control* te blijven en de gevolgen voor de rei-

De tweede maat die we hier voorstellen is de kans op het gerealiseerde doelpuntenverschil of een nog groter doelpuntenverschil; de overschrijdingskans van de Skellam-verdeling. Een eigenschap van de Skellam-maat is dat als de verwachte uitslag 2–1 is, dat dan 2–0 even imponerend als 3–1 terwijl de Poisson-kansen op de uitslag verschillend zijn. Wij vinden dat een aantrekkelijke eigenschap. Ook bij deze maat zijn gelijke spelen niet principieel uitgesloten. Echter, de verschillen in de verwachte aantallen doelpunten van twee teams zijn in de praktijk nooit zo groot dat een gelijkspel als zeer uitzonderlijk uit de bus komt.

In tabel 2 staat de top-15 van de meest imponerende overwinningen op basis van het Skellam-criterium. Ook het PEGD-criterium en de ordening daarop staat weergegeven in de tabel alsmede de ranking op het PEGD-criterium. Voor het Skellam-criterium geldt hoe kleiner hoe imponerender, voor het PEGD-criterium geldt hoe groter hoe imponerender.

We zien in tabel 2 dat er vier wedstrijden zijn die in de top-15 van beide criteria voorkomen. Ook zien we dat er geen gelijke spelen voorkomen en dat de overlap met de meest verrassende uitslagen in Tabel 1 beperkt is. Voor de meest verrassende uitslag is het aantal doelpunten dat in een wedstrijd is gescoord een belangrijke factor, in alle wedstrijden zijn 7 of meer doelpunten gescoord terwijl voor het Skellam-criterium vooral het doelpuntenverschil doorslaggevend is.

De meest imponerende overwinning volgens het Skellam-criterium, Groningen–Feyenoord 6–0 in 2011/12, is volgens het PEGD-criterium minder imponerend dan de 1–8 in ADO Den Haag–Feyenoord uit 1975/76.

Ter aanvulling, de meest imponerende overwinning volgens het PEGD-criterium was ADO Den Haag–NAC uit 1973/74. Deze wedstrijd eindigde in 8–3 en staat ook als 2e in tabel 1 bij de meest verrassende uitslagen.

Voor het Skellam-criterium geldt dat het doelpuntenverschil groot moet zijn in vergelijking met het verwachte doelpuntenverschil. Dit heeft als consequentie dat uitslagen waarbij de verliezer 0 of 1 doelpunten maakt hier hoog zullen scoren. Immers, 10–4 is volgens het Skellam-criterium even bijzonder als 6–0 voor een specifieke wedstrijd terwijl in de praktijk 6–0 wel voorkomt en 10–4 niet. Op basis van de Poissonverdeling is de 10–4 meer bijzonder omdat de verwachte aantallen gescoorde doelpunten gewoonlijk tussen de waarden 0,5 en 3,5 liggen. Een illustratie hiervan is de 5–0 in de wedstrijd RKC-AZ uit 1996/97 die niet zo hoog scoort op het PEGD-criterium maar wel op het Skellam-criterium.

Samenvatting

In dit artikel stellen we enkele maten voor om voetbaluitslagen te vergelijken op 'verrassende uitslag en 'imponerende overwinning'. Uitgangspunt hierbij is onze intuïtie van wat een uitslag verrassend of imponerend maakt. De beschreven methoden zijn ook toepasbaar op andere sporten dan voetbal. Iedere sport waarbij het proces van punten scoren 'voldoende Poisson' is komt hiervoor in aanmerking. De meest verrassende uitslag sinds 1956 is de 5–7 in de wedstrijd van De Graafschap tegen Feyenoord in 1973/74. De meest imponerende overwinning volgens het Skellam-criterium was Groningen–Feyenoord 6–0 in 2011/12. Volgens het PEGD criterium was dat de 8–3 overwinning van ADO Den Haag op NAC in 1973/74. De ontwikkelde maten kunnen een hulpmiddel zijn bij het maken van de gebruikelijke overzichten aan het eind van het seizoen.

Tot slot

Wellicht zijn uw gedachten tijdens het lezen van dit artikel soms even afgedwaald naar die bijzondere zondagmiddag in 1976 waarop u met uw vader in een uitverkocht stadion uw favoriete club de wedstrijd van de eeuw hebt zien spelen. Geen enkele maat kan dat gevoel in zijn volle omvang omvatten. Echter, als u ervan overtuigd bent dat uw euforische gevoel van die middag wel degelijk zijn weerslag vindt in 'de getallen', schroom dan niet om te mailen en de vraag daadwerkelijk aan één van ons te stellen.

NOOT

1. Speciaal voor de Feyenoord fans een top-11 ipv een top-10.

LITERATUUR

Groot, L. (2009), Competitive Balance in Team Sports: The Scoring Context, Referees, and Overtime, *Journal of Institutional and Theoretical Economics*, Vol 165, No 3, September 2009, blz 384-400.

Ryder, A. (2004), Poisson Toolbox: A Review of the Application of the Poisson Probability Distribution in Hockey, www.hockeyanalytics.com/Research_files/Poisson_Toolbox.pdf.

Marnix Zoutenbier werkt als Principal Consultant bij CQM. E-mail <Marnix.Zoutenbier@CQM.nl>

Loek Groot is Universitair hoofddocent bij Utrecht University School of Economics. E-mail: <L.F.M.Groot@uu.nl>



Figuur 1. Op deze kaart staat aangegeven op welke trajecten minder Intercity's en/of Sprinters rijden tijdens een aangepaste dienstregeling

zigers tot een minimum te beperken. Zodoende wordt er, naast het verder werken aan lopende wintermaatregelen, sneller en vaker besloten om de dienstregeling aan te passen (winterweerprogramma, 2012). In de rest van dit artikel gaan we nader in op de aangepaste dienstregeling, op het proces hoe een aangepast plan gemaakt wordt en hoe besliskundige modellen gebruikt worden om het aangepaste plan binnen 16 uur te maken.

Aangepaste dienstregeling

Storingen aan de infrastructuur, het materieel en de daarvan afgeleide gemiste personeelsoverstappen kunnen ervoor zorgen dat de treindienst ernstig verstoord raakt. Bij winterweer is er een verhoogde kans op verstoringen, waardoor het risico op een verstoorde treindienst groter is. Door op winterse dagen een aangepaste dienstregeling in te zetten komt er capaciteit vrij die filevorming

vermindert en ruimte geeft om bij te sturen. Het inzetten van een aangepaste dienstregeling verkleint daarmee de kans op een ernstig verstoorde treindienst.

Een aangepaste dienstregeling is een uitgedunde variant van de reguliere dienstregeling (zie figuur 1). Bij inzet van de aangepaste dienstregeling wordt circa 80% van de reguliere treinen gereden. Op drukke trajecten in de brede Randstad gaat het aanbod terug van 4 naar 2 keer per uur een trein

Om de weercriteria voor de inzet van een aangepaste dienstregeling te bepalen is er in samenwerking met Meteo Consult een analyse gemaakt van de afgelopen 10 jaar. Deze gegevens laten grote fluctuaties in weersverloop tijdens de winter zien. Door het veranderlijke karakter van het weer in Nederland laat het zich moeilijk voorspellen. Weersverwachtingen zijn dan ook gebaseerd op de 'kans' dat een bepaald weertype zich voor doet. Voor de afgelopen winter was het adagium *better safe than sorry*, daarom kozen NS en ProRail – met instemming van het Ministerie van IenM - bij verwacht winterweer voor een kansdrempel van 10% en een drempelwaarde van 3 cm sneeuw en/of 10 graden vorst (criteria 2012).

Totstandkoming aangepaste dienstregeling

Wanneer de weersverwachtingen voor de volgende dag de criteria overschrijden, komt die dag in aanmerking voor een aangepaste dienstregeling. Om 10.30 uur wordt besloten om wel/geen voorbereidingen te starten voor de inzet van een aangepaste dienstregeling. Zodra de voorbereidingen starten wordt er in een versneld tempo een dienstregeling ontwikkeld voor de volgende dag.

Het proces start met de specificatie hiervan, de basis hiervoor is een voorbereid scenario waarop gegeven de huidige situatie kleine mutaties worden doorgevoerd. Deze specificatie is de basis voor het plannen van de materieelinzet en de inzet van machinisten en conducteurs. Een proces dat normaliter sequentieel verloopt, wordt nu parallel uitgevoerd onder hoge tijdsdruk.

Om 16.00 uur wordt uiteindelijk besloten of de dienstregeling voor de volgende dag wel/niet wordt aangepast, dit om ervoor te zorgen dat de reizigers nog tijdig via sms, e-mail, omroepberichten op stations en de reisplanner geïnformeerd kunnen worden over de wijzigingen die de volgende dag zullen plaatsvinden. Vanaf dan start ook ProRail met het muteren van de dienstregeling in het zogeheten verkeersleiding (VKL) systeem. Het aangepaste materieelplan moet om uiterlijk

18.00 uur klaar zijn, omdat dit 's avonds 'overgeklopt' wordt in VKL. Het aangepaste personeelsplan wordt rond middernacht automatisch ingelezen in VKL. Direct daarna worden alle machinisten en conducteurs met gewijzigde diensten geïnformeerd middels een bericht op hun railpocket (een pda).

Aangepaste materieelinzet

Omdat er op bepaalde trajecten minder treinen rijden, zullen er veel meer reizigers zijn in de overgebleven treinen op deze trajecten. Het materieel dat oorspronkelijk ingezet zou worden op de treinen die niet meer rijden, kan echter ingezet worden om de andere treinen te versterken. Als gevolg daarvan wordt het materieelplan ingrijpend aangepast.

De oplossingsmethode die voor deze planning wordt gebruikt bestaat uit twee stappen.

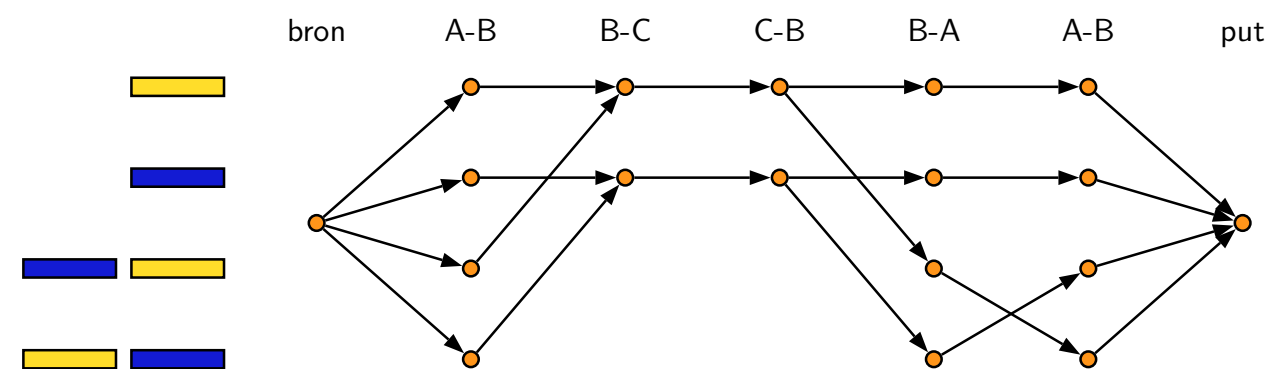
In de eerste stap worden beschikbare combinaties van treinstellen toegewezen aan de ritten in de aangepaste dienstregeling. Ritten zijn hier gedefinieerd als een deel van een treinrit waar het niet mogelijk is om de samenstelling van het toegewezen materieel te veranderen. Het toewijzingsprobleem kan getekend worden als een graaf (zie figuur 2). In figuur 2 staan de blokjes links voor alle verschillende mogelijke treinsamenstellingen voor een specifiek materieeltype op een specifieke rit. De kleuren blauw en geel geven aan hoeveel vervoer capaciteit een enkel treinstel bevat (gelijke kleur betekent gelijke vervoer capaciteit). De pijlen in de graaf geven de mogelijke veranderingen van de treinsamenstellingen op een station aan. Welke samenstellingen en pijlen mogelijk zijn hangt onder andere af van de lengte van de

perrons die tijdens een rit gepasseerd worden, alsmede de rangeermogelijkheden op stations. Voor iedere op-eenvolging van ritten kan een dergelijke graaf gemaakt worden en moet een pad van bron naar put gevonden worden. Het doel is de paden zo te kiezen dat de ritten, waar extra veel reizigers verwacht worden door het toepassen van de aangepaste dienstregeling, een treinsamenstelling toegewezen krijgen met een zo groot mogelijke vervoer capaciteit. Extra randvoorwaarden worden onder andere bepaald door het totaal aantal beschikbare treinstellen en de beschikbare opstelcapaciteit per station.

Deze stap kan gemodelleerd worden als een geheel-tallig lineair programmeringsmodel (Fioole et al., 2006). Het model kan met CPLEX binnen 10 minuten worden opgelost.

In de tweede stap wordt het resultaat van de eerste stap vertaald naar een set van materieeldiensten. In iedere materieeldienst staat beschreven aan welke ritten een specifiek treinstel is toegewezen. Het is hierbij belangrijk dat zo weinig mogelijk materieeldiensten worden aangepast ten opzichte van het reguliere materieelplan. Ofwel, nadat in de eerste stap zo veel mogelijk treinen verlengd zijn, wordt in de tweede stap het verwerken van de nieuwe materieelinzet zo gemakkelijk mogelijk gemaakt. Ook de tweede stap is geïmplementeerd als een geheel-tallig lineair programmeringsmodel en wordt eveneens opgelost met behulp van CPLEX.

De eerste en tweede stap zijn gecombineerd en geïmplementeerd in de software module TAM (Tool voor Aanpassing van de Materieelinzet). De integratie van de eerste en tweede stap, alsmede de eerste ervaringen met het gebruik van TAM staan beschreven in Nielsen (2011).



Figuur 2. Mogelijke wisselingen van treinsamenstellingen voor een opeenvolging van ritten

Aangepaste personeelsinzet

Bij een aangepaste dienstregeling hoort ook een aangepaste personeelsinzet. Op een doordeweekse dag gaat het hierbij om zo'n 1000 machinisten en 1100 conducteurs. Het aanpassen van een personeelsplan kan geformuleerd worden als een *set covering* probleem.

Voor het maken van een aangepast personeelsplan voor de volgende dag moet er rekening worden gehouden met diverse regels. De belangrijkste is dat diensten niet eerder kunnen beginnen. Immers het personeel wordt door een bericht op hun railpocket pas 's nachts geïnformeerd over hun nieuwe dienst. Andere regels waar we rekening mee houden zijn CAO-regels zoals de duur van de pauze, en regels met betrekking tot de robuustheid van het plan. Zo geldt er een minimale overstaptijd van 20 minuten als een personeelslid van materieel wisselt.

Het doel is uiteindelijk niet om met zo min mogelijk diensten alle taken uit te voeren, maar om het aantal wijzigingen ten opzichte van het oorspronkelijke plan zo klein mogelijk te houden, omdat iedere wijziging gecommuniceerd moet worden naar het personeel en dus een risico met zich meebrengt.

Het softwarepakket Crews gebruikt een algoritme dat gebaseerd is op kolomgeneratie om het 'set covering' probleem op te lossen (Huisman, 2007). De rekentijd van het algoritme bedraagt ongeveer twee uur.

Resultaten en conclusie

De afgelopen winter is dit proces 12 keer toegepast om een aangepaste dienstregeling te maken. Op bijvoorbeeld woensdag 14 februari 2013 zijn van ongeveer 2400 van de 5900 ritten de treinen verlengd. In tabel 1 staat de hoeveelheid wijzigingen.

Door geavanceerde, besliskundige methoden, krachtige computers en een slim ingericht proces is het afgelopen winter mogelijk gebleken om binnen 16 uur een compleet aangepast materieel- en personeelsplan te

Aantal gewijzigde diensten	
Materieel	430 (68%)
Machinisten	669 (65%)
Conducteurs	674 (62%)

Tabel 1. Aangepaste dienstregeling op woensdag 14 februari 2013

maken, waarmee het mogelijk werd om succesvol een aangepaste dienstregeling te rijden. De treinreiziger heeft daar de afgelopen winter van geprofiteerd, doordat de treindienst zonder chaos is verlopen. Een aangepaste dienstregeling kent echter als nadeel dat er preventief treinen worden geschrapt en in de spits treinen daardoor drukker zijn. In de toekomst wil de spoorsector dan ook - door onder andere nieuwe besliskundige methoden te ontwikkelen - op de dag zelf de treindienst snel kunnen aanpassen. Aan deze methoden wordt momenteel hard gewerkt, zodat we ook in andere situaties –zoals bijvoorbeeld bij een grote infrastructurele storing- sneller en met succes (geautomatiseerd) kunnen ingrijpen!

LITERATUUR

Fioole, P.-J., Kroon L. G., Maróti G. & Schrijver A. (2006). A rolling stock circulation model for combining and splitting of passenger trains. *European Journal of Operational Research*, 174, 1281–1297.

Huisman D. (2007). A column generation approach for the rail crew re-scheduling problem. *European Journal of Operational Research*, 180, 163–173.

Nielsen L.K. (2011). *Rolling Stock Rescheduling in Passenger Railways: Applications in Short-term Planning and in Disruption Management*. Ph.D. thesis, Erasmus Universiteit Rotterdam.

Criteria (2012) *Besluitvormingscriteria en -proces voor inzet aangepaste dienstregeling*. <<http://www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/rapporten/2012/10/01/memo-besluitvormingscriteria-en-proces-voor-inzet-aangepaste-dienstregeling.html>>

Winterweerprogramma (2012). *Programma winterweer op het spoor*. <<http://www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/rapporten/2012/06/08/programma-winterweer-op-het-spoor-juni-2012.html>>

HILBERT SNIJDERS werkt als onderzoeker bij de afdeling Proceskwaliteit & Innovatie van NS Reizigers. Hij heeft op enkele dagen afgelopen winter met behulp van TAM een aangepast materieelplan gemaakt.
E-mail: <hilbert.snijders@ns.nl>

TIMO VAN DE WALLE is als business consultant werkzaam bij de afdeling Proceskwaliteit & Innovatie van NS Reizigers. Hij is vanuit NS de coördinator van het winterprogramma.
E-mail: <timo.vandewalle@ns.nl>

DENNIS HUISMAN is expertise manager logistieke processen bij de afdeling Proceskwaliteit & Innovatie van NS Reizigers. Tevens is hij als universitair hoofddocent verbonden aan het Econometrisch Instituut van de Erasmus Universiteit Rotterdam. Afgelopen winter is hij diverse keren verantwoordelijk geweest voor het aanpassen van het personeelsplan.
E-mail: <huisman@ese.eur.nl>

EATISONHRDLU

Het titelwoord is niet de naam van een Turkse voetballer; het is een 'letterwoord', een ezelsbrug om te onthouden welke letters het meest in Engelse teksten voorkomen: de E het vaakst, de A op een na het vaakst, dan de T, en zo voort. Volgens sommigen moeten de A en de T verwisseld worden.

REKENEN EN TAAL

Rekenen en taal, daar ging het bij het onderwijs altijd om. Dat is nu ook weer zo: niet meer 'communiceren' of Chinees leren, maar gewoon rekenen en taal. De Engelsen noemen dat de 'three R's, te weten: reading, (w)riting, (a)rithmetic.

Er zijn rekenaars en talers. Talers zijn er soms trots op dat ze niets van rekenen begrijpen; veel rekenaars zijn ook geïnteresseerd in taal. Bij het TV-spelletje 'Cijfers en Letters' gingen de vragen altijd alleen over taal of alleen over rekenen, nooit over een combinatie. Toch komt de combinatie wel voor. In *de Volkskrant* staat twee keer in de week een 'cijfercode'. Dat is een kruiswoordpuzzel die helemaal is ingevuld, met dien verstande dat alle letters zijn vervangen door getallen. Alle 26 letters komen voor en dus ook de getallen 1 tot en met 26. Twee letter/getal combinaties zijn gegeven. Mijn vrouw maakt dat puzzeltje vaak, en ze begint dan met het zoeken naar het meest voorkomende getal; dat correspondeert altijd met de letter e. Het schijnt dat Samuel Morse zijn telegraafcode zo heeft ingericht dat de meest voorkomende

letters de eenvoudigste vorm hadden, dus • voor de E, — voor de T en • — voor de A, enzovoort.

Het Nederlandse letterwoord luidt ENATIRODS, waarbij de E, de N, de A en de T, etc. respectievelijk 18,9; 10,0; 6,8 en 6,5 procent van het geheel uitmaken. Een Engelse website levert ook de letterfrequenties bij kruiswoordraadsels; die zijn een beetje anders dan in gewone teksten, samenhangend met het feit dat in kruiswoordpuzzels veel letters twee keer worden gebruikt: horizontaal en verticaal. Merkwaardig genoeg sluiten de aantallen letters in het Engelse Scrabble spel niet aan bij de kruiswoordfrequenties, maar bij de gewone tekstfrequenties. De aantallen letters bij het Nederlandse Scrabble zijn E: 18 keer, N: 10 keer, A: 6 keer, O: 6 keer en D,S en R: 5 keer, etc. Omdat Scrabble, afgezien van de twee blanco blokjes, 100 letters heeft, zijn deze aantallen tevens de percentages. Die komen aardig overeen met de frequenties in gewone teksten. De boven genoemde cijfercode zou je kunnen proberen op te lossen door het voorkomen van de getallen van 1 t/m 26 te tellen, en voor de meest voorkomende een e in te vullen, voor de op een na meest frequente een n, dan de a, enzovoort.

Tot zover de gewone cijfers en letters. Een volgende keer misschien iets over Griekse letters in de STATOR-vakken of over rekenen met Romeinse cijfers.

FRED STEUTEL is emeritus hoogleraar kansrekening aan de TU Eindhoven.

E-mail: <f.w.steutel@tue.nl>

Het meten van overeenstemming tussen experts in Delphi-studies

EEN ROEP OM MEER TRANSPARANTIE

JURIAN MEIJERING

De Delphi-studie is een data-verzamelmethode die in de jaren vijftig is ontwikkeld door Dalkey en Helmer in opdracht van de Amerikaanse luchtmacht (1963). Oorspronkelijk werd de methode gebruikt om experts overeenstemming te laten bereiken over de hoeveelheid bommen die nodig is om een bepaald doelwit uit te kunnen schakelen. Inmiddels wordt de Delphi-methode binnen diverse wetenschappelijke disciplines gebruikt om experts overeenstemming te laten bereiken over uiteenlopende onderwerpen, zoals de belangrijkste onderzoeksonderwerpen binnen een wetenschappelijke discipline en de indicatoren die nodig zijn om een concept te kunnen meten.

Een Delphi-studie bestaat uit minstens twee rondes. In de eerste ronde wordt aan experts gevraagd om hun mening te geven via een gestandaardiseerde vragenlijst. Om groepsdruk te vermijden, zijn de experts anoniem en mogen ze niet met elkaar communiceren. In plaats daarvan ontvangen de experts na de eerste ronde een samenvatting van de resultaten. In de tweede ronde wordt experts opnieuw een al dan niet gewijzigde vragenlijst voorgelegd en kunnen zij hun mening desgewenst aanpassen. Deze procedure wordt herhaald totdat een bepaald niveau van overeenstemming is bereikt.

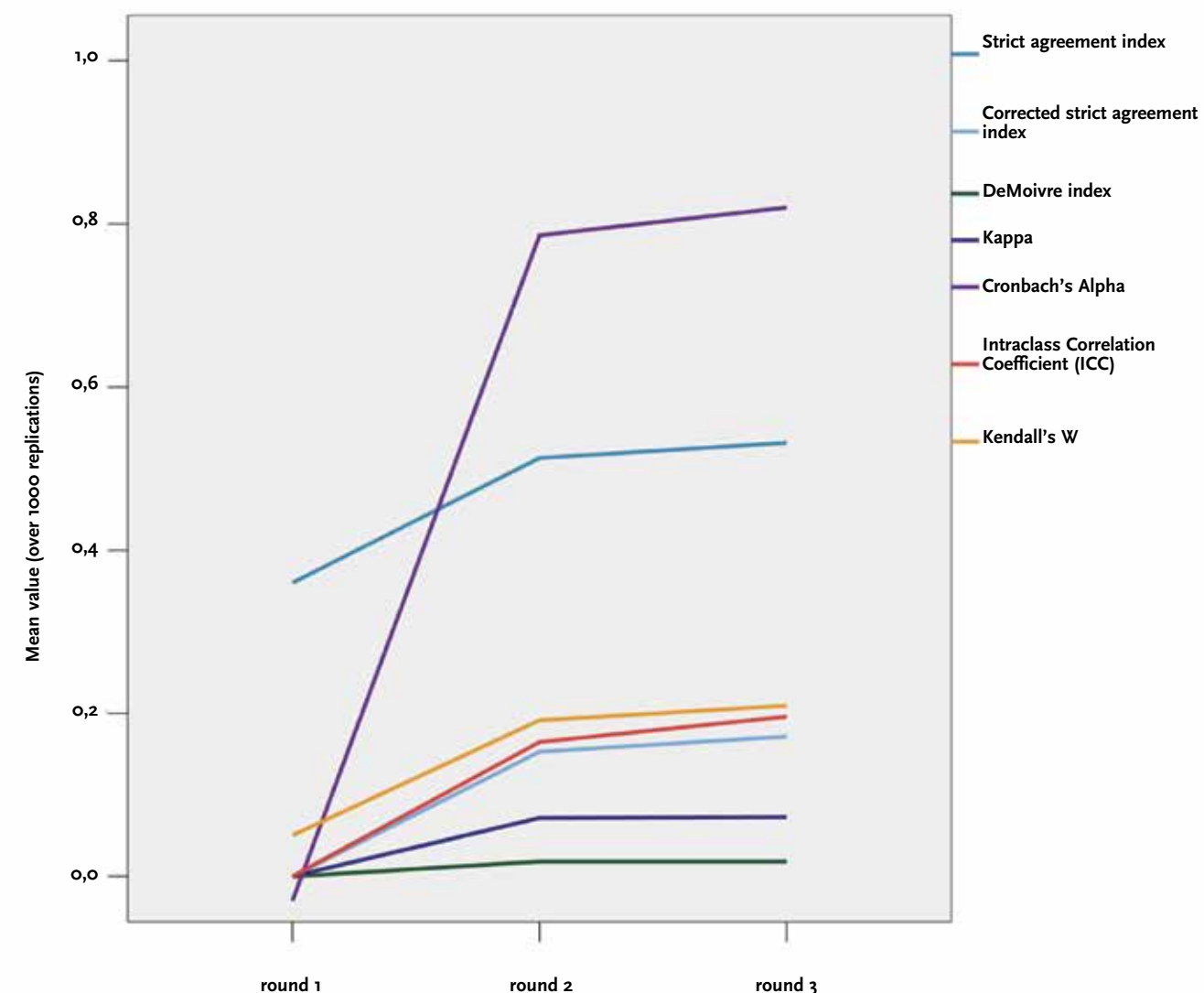
Knelpunten

Net als iedere methode, kent ook de Delphi-methode een aantal methodologische knelpunten. Eén van die knelpunten heeft te maken met het meten van de mate

van overeenstemming tussen experts. Er bestaan (nog) geen richtlijnen die aangeven hoe deze overeenstemming moet worden gemeten. Als gevolg hiervan wordt overeenstemming in Delphi-studies op zeer veel verschillende manieren gemeten. Hoe problematisch dit is, zal in de volgende paragrafen duidelijk worden.

Overeenstemming

Voordat overeenstemming kan worden gemeten, moet duidelijk zijn wat overeenstemming precies inhoudt. Goed beschouwd, zijn er drie vormen van overeenstemming: consensus, overeenstemming en associatie. Er is sprake van consensus wanneer alle experts een bepaald object dezelfde waardering toekennen. Bijvoorbeeld als alle experts een vraag op een 5-puntschaal, die loopt van 'helemaal mee oneens' tot 'helemaal mee eens', dezelfde score geven. Overeenstemming is minder strikt en komt al voor wanneer binnen een groep experts ten minste twee experts een bepaald object dezelfde waardering toekennen. Consensus kan zodoende beschouwd worden als een specifieke vorm van overeenstemming waarbij alle experts het object dezelfde waardering toekennen. Associatie is het minst strikt en komt voor wanneer de waardering van een object door de ene expert voorspeld kan worden aan de hand van de waardering van hetzelfde object door een andere expert. Associatie kent een belangrijk gevaar: de toegekende waarderingen van twee experts kunnen een perfecte associatie vertonen zonder dat er sprake is van enige overeenstemming.



Figuur 1. Gemiddelde waarden van 7 indices in een Delphi-scenario (berekend over 1000 replicaties)

Voor alle vormen van overeenstemming bestaan verschillende indices die allemaal een waarde tussen de 0 en de 1 kunnen aannemen. Hierbij staat 0 voor geen enkele mate van overeenstemming en 1 voor volledige overeenstemming of consensus. Het gebruik van deze indices lijkt problematisch: soms hebben onderzoekers het over consensus, terwijl ze een associatiemaat rapporteren en sommige indices, zoals die voor consensus, worden niet of nauwelijks gebruikt.

Simulaties

Om te achterhalen hoe de verschillende indices zich gedragen in een Delphi-studie zijn ze getest met behulp van computersimulaties (Meijering, Kampen & Tobi, 2013). Door onder andere het aantal experts en objecten

te variëren, zijn verschillende Delphi-scenario's gesimuleerd. Ieder scenario werd 1000 maal gerepliceerd en bestond steeds uit 3 rondes. De eerste ronde van ieder scenario bestond altijd uit willekeurige data. In de tweede en derde ronde werd een bepaalde mate van overeenstemming in de data gebracht met behulp van een zogenaamde conformiteitsindex die verschillende waarden kon aannemen. In ieder scenario werd per ronde de gemiddelde waarde van alle indices over de 1000 replicaties berekend en met elkaar vergeleken.

Uit de resultaten van de simulatiestudie bleek dat ondanks dezelfde data de verschillende indices heel verschillende waarden kunnen aannemen. Zelfs in de eerste ronde, die altijd bestond uit willekeurige data, namen niet alle indices een waarde van 0 aan, omdat niet alle indices corrigeerden voor zogenoemde kansovereenstemming. Dit zorgde er voor dat één index bij willekeurige

data al een gemiddelde waarde van 0,36 aannam!

De resultaten toonden ook aan dat de indices in de tweede en derde ronde heel verschillend reageerden op de door de conformiteitsindex ingebrachte overeenstemming in de data: waar in bepaalde scenario's de consensusindex in de derde ronde nog altijd een waarde o had, nam een associatie-index (Cronbach's alpha) een waarde van boven de 0,8 aan (zie ook Figuur 1).

Anders dan verwacht, nam de consensusindex niet altijd de laagste waarde aan. In scenario's met een hoge conformiteitsindex nam de consensusindex in de tweede en derde ronde hogere waarden aan dan sommige overeenstemming- en associatie-indices.

De simulatiestudie maakt duidelijk hoe belangrijk het is om in Delphi-studies aan te geven hoe de mate van overeenstemming is gemeten. Helaas schiet de rapportage van veel Delphi-studies op dit punt ernstig tekort. In sommige rapportages wordt zelfs volstaan met de simpele mededeling dat na drie rondes consensus was bereikt. Wat er precies met consensus wordt bedoeld en met welke index deze is gemeten, blijft onduidelijk terwijl dit een groot verschil kan maken.

Transparantie

De Delphi-methode geniet in bepaalde wetenschappelijke disciplines een zekere populariteit. Wetenschappers die de methode in de toekomst willen benutten, wordt aanbevolen om in hun rapportage inzichtelijk maken welke operationalisering van overeenstemming en bijbehorende index zij hebben gekozen. Als zij de waarde van de index in iedere ronde van de Delphi-studie rapporteren, wordt duidelijk hoe de overeenstemming tussen experts zich over de rondes heeft ontwikkeld. Dit zal zorgen voor een verhoging van de transparantie omtrent het meten van overeenstemming tussen experts in Delphi-studies.

LITERATUUR

- Dalkey, N., & Helmer, O. (1963). An Experimental Application of the Delphi Method to the Use of Experts. *Management Science*, 9(3), 458–467. doi: 10.1287/mnsc.9.3.458
- Meijering, J. V., Kampen, J. K., & Tobi, H. (2013). Quantifying the development of agreement among experts in Delphi studies. *Technological Forecasting and Social Change*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.techfore.2013.01.003>

JURIAN MEIJERING is docent en promovendus bij de Research Methodology group, Wageningen UR. E-mail <jurian.meijering@wur.nl>

Oratie Alexander Rinnooy Kan beschikbaar

Op 8 maart 2013 heeft Alexander Rinnooy Kan zijn ambt als Universiteitshoogleraar aan de UvA aanvaard met het uitspreken van een boeiende oratie. De titel 'Opnieuw Beginnen' slaat niet alleen op zijn hernieuwde entree in de academische wereld, na een succesvol intermezzo als bankier en SER-voorzitter. Hij besteedt vooral ook aandacht aan de stand van zaken in de wetenschapsgebieden die deel uitmaken van zijn vakgebied.

De redactie van Stator feliciteert hem met deze eervolle aanstelling en is blij dat Alexander zijn oratie publiekelijk beschikbaar heeft gesteld op <http://www.oratiereeks.nl/upload/pdf/PDF-286gWeboratie_Rinnooy_Kan_definitief.pdf>.

Van harte aanbevolen.

AGENDA

22–25 september 2013

De 10th Applied Statistics 2013 wordt georganiseerd door de Statistical Society of Slovenia en de universiteit van Ljubljana. De conferentie vindt plaats in Ribno (Bled) in Slovenië. Voor meer informatie: <<http://conferences.nib.si/AS2013/>>.

4–6 november 2013

De Federal Committee on Statistical Methodology bereidt een driedaagse conferentie voor. De FCSM Research Conference vindt van 4 tot 6 november in Washington DC plaats. Zie voor meer informatie <www.fcsml.gov/events/>.

22–25 juli 2014

De European Association of Methodology (EAM) organiseert voor de zesde keer een tweejaarlijkse conferentie. De EAM Conference 2014 zal plaats vinden in Utrecht en wordt voorbereid door het Department of Methods and Statistics van de Universiteit Utrecht. Voor meer informatie: <www.eam-online.org>.



Getallen, ik ben er dol op.

Dat ben ik altijd al geweest. Bij de Meccano-doos uit mijn jongensjaren kon je alle onderdelen los kopen en ik kende alle artikelnummers en prijzen uit mijn hoofd. Niet dat ik die kennis vaak kon toepassen, daar was mijn zakgeld bij lange na niet genoeg voor. Maar ik kon wel heerlijk wegdraven bij het bedenken van ingewikkelde constructies die ik ooit hoopte te maken. Omdat ik precies wist hoeveel stuks ik van ieder onderdeel had kon ik ook uitrekenen hoeveel ik nog tekort kwam en wat dat wel niet zou kosten. Het raam van mijn klaslokaal keek uit op een fabrieksterrein en daar reed op een dag in 1949 iets nieuws rond: een vorkheftruck. Natuurlijk begon ik meteen die machine in gedachten te bouwen. Het gevolg was dat ik enkele weken lang slechte cijfers haalde, ik lette niet op en was steeds gefascineerd naar buiten aan het kijken.

Tijdens de Watersnoodramp in februari 1953, nu al weer 60 jaar geleden, was ik niet van de radio weg te slaan. Bij iedere nieuwsuitzending werd het aantal doden hoger. Mijn moeder vond het hoogst macaber dat ik een notitieboekje bij de radio had liggen waarin ik meerdere malen daags de tijd en het daarbij behorende nieuwste aantal doden noteerde. Helaas is dat boekje verloren gegaan, ik zou er best eens een model over slachtoffer-groei bij rampen bij hebben willen bedenken.

Op de HBS had ik goede wiskundeleraars. Veel er van waren gepromoveerd en echte wiskundigen en niet dat wat tegenwoordig lesboeren heet. Vaak werd aan het eind van een les een zijsprongetje gemaakt buiten het officiële programma om. Zo leerde ik al in de tweede klas hoe je

een regelmatige vijfhoek kon construeren. Ook rekentrujes kwamen vaak aan bod. Heel belangrijk was dat een van de leraren de nadruk legde op het schatten van de orde-grootte van een antwoord, dit om een inzicht te krijgen of het resultaat van een berekening wel goed kon zijn.

Van dat laatste heb ik op de universiteit veel plezier gehad. Rekenmachines bestonden toen nog amper, alle berekeningen werden met een rekenliniaal gemaakt. Daarbij lees je 1,3 af en moet je vervolgens zelf bedenken welke machten van 10 daarbij horen. Op het practicum natuurkunde produceerden we soms enorme hoeveelheden getallen en daar kon ik tijdenlang genietend mee spelen. Zonder iets van statistiek te weten heb ik ooit bij een proef ongevraagd een schatting van de meetfout gemaakt. Die bleek nogal groot ten opzichte van de uitkomst en in het verslag vroeg ik me af of het wel zin had op die manier te meten.

Nog steeds ben ik gek op getallen, er gaat vrijwel geen dag voorbij dat ik niet bij een of ander cijfer meteen aan het rekenen sla. Het is nu weer de tijd van de jaarlijkse belastingaangifte. Toen ik die klaar had heb ik een grafiekje gemaakt van mijn inkomen over de laatste 43 jaar. Grappig om de sprongetjes in mijn carrière terug te zien in opwaartse knikjes in die lijn. Het heeft soms weinig nut en je kunt er niet altijd iets praktisch mee doen, maar het speelt zo fijn!

Misschien is dat wel kenmerkend voor ons vak, vooral plezier in getallen, naast dat wat je er praktisch mee kunt doen!

GERRIT STEMERDINK is eindredacteur van STATOR
E-mail: <gjstemerding@hotmail.com>

PICASSO, HEGEL EN HET TIJDPERK VAN BIG DATA

RICHARD STARMANS

De Amerikaanse wiskundige John W. Tukey (1915–2000) staat in de annalen van de wetenschapsgeschiedenis vooral geboekstaafd vanwege zijn bijdragen op het gebied van statistiek en data-analyse. Toen in 1977 zijn inmiddels klassieke monografie *Exploratory Data Analysis* (EDA) het licht zag, had hij echter al op vele terreinen zijn sporen verdiend. Van huis uit scheikundige, verlegde hij zijn aandacht naar de wiskunde en behaalde in Princeton zijn PhD op een topologisch onderwerp. Zijn belangstelling voor metamathematica leidde tot bijdragen in logica en modeltheorie (Tukey's lemma), zijn onderzoek naar spectraalanalyse van tijdreeksen resulteerde onder meer in het befaamde algoritme voor de Fast-Fourier-Transformatie. In de statistiek is zijn naam verbonden aan post-hoc testen van de variantie-analyse (b.v. de Tukey range test), een resampling-methode als de jackknife en uiteraard aan vele descriptieve, veelal grafische technieken, variërend van boxplots en stem-and-leaf-plots tot smoothing-technieken en allerhande nieuwe beschrijvende kentallen. Daarnaast introduceerde Tukey vele begrippen waarvan 'bits' en 'software' ongetwijfeld de beroemdste zijn. Van de vele andere neologismen die aan hem worden toegeschreven, zullen sommige wellicht apocrief zijn, maar zij illustreren on-

miskenbaar Tukey's invloed op het tijdsgewricht waarin hij leefde.

Voor de Amerikaanse statisticus David Salsburg was dit alles reden om Tukey uit te roepen tot de Picasso van de Statistiek in zijn essaybundel *The Lady drinking Tea* (2001). Volgens Salsburg verstond laatstgenoemde evenzeer als de Spaanse schilder de kunst voortdurend van het ene terrein over te stappen naar het andere, daar baanbrekend werk te verrichten, om vervolgens zijn aandacht te verleggen naar nieuwe gebieden. Een wezenlijker aspect van zijn erfenis betreft het feit dat Tukey met zijn werk een nieuwe fase inluidde in een ontwikkelingstraject van statistiek en data-analyse, dat zich als een Hegeliaanse drieslag voltrekt en thans in het tijdperk van Big Data zijn voltooiing lijkt te krijgen. Deze triptiek van these-antithese-synthese brengen we hier kort voor het voetlicht.

Exploratory Data Analysis

EDA is in menig opzichtig een opmerkelijk, onorthodox boek. Allereerst bevat het geen axioma's, stellingen, lemma's of bewijzen, zelfs nauwelijks formules. Geen the-



Pablo Picasso, *Violin Hanging on the Wall* (1912-13), Kunstmuseum Bern (detail).

oretische verdelingen, significantietoetsen, p-waarden, hypothesen toetsen, parameterschattingen of betrouwbaarheidsintervallen. Geen inferentiële of confirmatieve statistiek, maar het begrijpen van data, het zoeken naar patronen, verbanden en structuren in data, en het visualiseren van de bevindingen. De statisticus is volgens Tukey een detective, die als een eigentijdse Sherlock Holmes op zoek moet gaan naar aanwijzingen en *clues*. Tukey houdt deze metafoor consequent vol en wil de data-analist een gereedschapskist bieden vol methoden voor het begrijpen van frequentieverdelingen, smoothing-technieken, schaaltransformaties, en bovenal vele grafische technieken, voor exploratie, opslag, samenvatting en illustratie van data.

Opvallend in EDA is voorts het grote aantal neologismen, die Tukey soms tactisch of polemisch inzet, maar die op de niet-ingewijde lezer een vervreemdend effect kunnen hebben. Hij koos de woorden niet uit rebellie, maar uit onvrede over conventionele technieken die als onwrikbaar en sacraal aan de onderzoeker werden gepresenteerd. Tot slot, de literatuurlijst van EDA, die voor een lijvige studie van bijna 700 bladzijden opmerkelijk weinig referenties telt. Het zijn er slechts twee: eerst een gezamenlijk artikel van Mosteller en Tukey, vervolgens de Bijbel.

These

De onorthodoxe aanpak van Tukey in EDA verradt niet zozeer een tegendraadse geest, als wel een fundamentele onvrede met de heersende statistische praktijk en het daaraan ten grondslag liggende paradigma van de inferentiële en/of confirmatieve statistiek. De contouren hiervan begonnen zich af te tekenen toen de probabilistische revolutie begin twintigste eeuw goed op gang was gekomen; eerst met de kansverdelingen en *goodness-of-fit* procedures van Karl Pearson, daarna de *significance* testen en *MLE* van Fisher, hypothesetoetsen van Neyman en Egon Pearson, en de betrouwbaarheidsintervallen van Neyman. Deze technieken en de hierop gebaseerde variantie- en regressie-analyse maakten een ware zegetocht door de empirische wetenschappen, en dikwijls niet alleen in methodologisch opzicht. Biologie en psychologie leken soms wel getransformeerd of gereduceerd tot toegepaste statistiek. De inferentiële en/of toetsende statistiek werd volgens sommigen welhaast synoniem aan 'de wetenschappelijke methode' en leek sedert de jaren dertig ook wetenschapsfilosofisch

gerechtvaardigd, bijvoorbeeld door de opmars van de hypothetisch-deductieve methode en Poppers falsificatisme.

Het succes veroorzaakte onvermijdelijk een tegenbeweging. Dit niet alleen omdat menig psycholoog en bioloog de annexatie van zijn vakgebied door de statistiek niet zonder slag of stoot accepteerde, maar ook om intrinsieke redenen. De omarming van het erfgoed van Pearson, Fisher en Neyman liet onverlet dat diverse technieken moeilijk verenigbaar waren, maar als een ogenschijnlijk coherent geheel werden toegepast. In weerwil van de universele toepassing waren de theoretische en conceptuele problemen rond interpretatie en gebruik van noties als kans, betrouwbaarheidsinterval en andere (vermeende) ‘tegenintuïtieve’ concepten legio en veroorzaakten een onbehagen dat tot op heden voortduurt. De opkomst van niet-parametrische en later robuuste statistiek vormde de opmaat tot een tegenbeweging, waarin ook Tukey kan worden gesitueerd.

Antithese

Tukey doet in EDA zijn best het belang van de confirmatieve traditie te benadrukken, maar had al eerder zijn kaarten op tafel gelegd. Zo stelt hij in 1962 in de bekende openingspassage uit *The future of data analysis*: ‘For a long time I have thought that I was a statistician, interested in inferences from the particular to the general. But as I have watched mathematical statistics evolve, I have had cause to wonder and to doubt. (...) All in all, I have come to feel that my central interest is in data analysis, which I take to include, among other things: procedures for analyzing data, techniques for interpreting the results of such procedures, ways of planning the gathering of data to make its analysis easier, more precise or more accurate, and all the machinery and results of mathematical statistics which apply to analyzing data. (...) Data analysis is a larger and more varied field than inference, or allocation.’

Ook in andere geschriften maakt Tukey een scherp onderscheid tussen statistiek en data-analyse en deze houding bepaalt in belangrijke mate zijn hedendaagse status. Allereerst zorgde Tukey onmiskenbaar voor een emancipatie van de descriptief/visuele benadering, die na pionierswerk van William Playfair (18e eeuw) en Florence Nightingale (19e eeuw) door het ‘inferentiële’ geweld op de achtergrond was gebleven. Het is evenmin verrassend dat velen in Tukey een wegbereider van

computationele vakgebieden als *datamining* en *machine learning* zien, ofschoon hijzelf in zijn analyses de computer het liefst op de achtergrond hield. Belangrijker is evenwel dat Tukey vanwege zijn vermeende anti-theoretische houding vaak wordt beschouwd als de man die de Fisherianse revolutie ongedaan trachtte te maken en als een exponent c.q. voorloper van de huidige ‘erosie van het modelbegrip’; de opvatting dat alle modellen fout zijn, het klassieke waarheidsbegrip obsoleet is en pragmatische criteria als predictief succes in data-analyse voorop dienen te staan.

Synthese?

Deze hier zeer summier geschetste tegenstelling kent vele aspecten die in dit korte essay onbesproken moeten blijven. We beperken ons tot een drietal overwegingen.

Ofschoon het welhaast klinkt als een gemeenplaats, moet allereerst worden opgemerkt dat EDA-technieken tegenwoordig in alle statistische pakketten samen met de – in zichzelf soms hybride – inferentiële methoden worden aangeboden. Ook in de vigerende empirische methodologie is EDA in verschillende fasen van het onderzoeksproces geïntegreerd.

In de tweede plaats kan met enig recht worden betoogd dat Tukey niet zozeer de door Galton en Pearson in gang gezette revolutie wilde ondermijnen, maar hieraan juist de uiterste consequenties verbond. Het was Galton die honderd jaar eerder had laten zien dat variatie en verandering intrinsiek zijn in de natuur, daarbij zelf op zoek ging naar het deviante, het bijzondere of particuliere, en Pearson deed beseffen dat het keurslijf van de normale verdeling (Laplace, Quetelet) moest worden verlaten. Galton’s erfgoed was juist enigszins in de verdrukking geraakt door de successen van de parametrische, op sterke modelaannames gebaseerde Fisherianse statistiek en werd door Tukey deels in ere hersteld.

Tot slot de Hegeliaanse drieslag. De negentiende-eeuwse Duitse filosoof G. F. W. Hegel stelde dat de geschiedenis een wordingsproces of ontwikkelingsgang doorloopt, waarin een these een antithese oproept en aan zich bindt, waarna beiden op een hoger plan worden gebracht, worden ‘voltooid’ en uitmonden in een synthese. Toegepast op de wat minder metafysisch gerichte onderhavige problematiek, lijkt dit dialectische principe zeer manifest in het tijdperk van Big Data, dat een convergentie tussen data-analyse en statistiek oproept door beide voor gelijksoortige problemen te stellen. Het stelt

hoge eisen aan datamanagement, storage en retrieval, heeft grote invloed op het onderzoek naar efficiëntie van machine learning-algoritmen en gaat evenzeer gepaard met nieuwe uitdagingen voor statistische inferentie en de achterliggende wiskundige theorie. Te denken valt aan de gevolgen van verkeerd gespecificeerde modellen, de problematiek van kleine, hoog dimensionale datasets (micro-array data), het zoeken naar causale verbanden in niet-experimentele data, kwantificeren van onzekerheid, efficiency-theorie etc. Het gegeven dat vele data-intensieve empirische wetenschappen sterk afhankelijk zijn van machine learning algoritmen en statistiek maakt het overbruggen van de kloof uiteraard ook om praktische redenen dwingend. Daarbij lijkt deze verankerd in een aloude filosofische tegenstelling, die manifest wordt in het Wetenschappelijk Realisme-debat. Ruwweg gezegd, gelooft de wetenschappelijke realist in een ‘mind-independent’, objectieve werkelijkheid, die gekend kan worden en waarover ware uitspraken kunnen worden gedaan. Dat geldt evenzeer voor gepostuleerde theoretische entiteiten. Daartegenover staat de empirist/instrumentalist, die geen werkelijkheid achter de verschijnselen accepteert, causaliteit betwijfelt en een pragmatischer visie op waarheid hanteert.

Zo beschouwd behoorde Fisher tot de eerste traditie. Hij betoont zich een dualist in het expliciete onderscheid tussen steekproef en populatie, waarbij de statistiek die is berekend in de steekproef zelf een verdeling kent, op basis waarvan de parameter, een vaste, maar onbekende grootheid kan worden geschat. Centraal staan de klassieke problemen van ‘specification’, ‘estimation’ en ‘distribution’. Zo beschouwd behoorde de empiristische en anti-causalistische Karl Pearson tot de tweede traditie. Ook hij verving de materiële werkelijkheid door die van de kansverdeling, maar deze was volgens hem waarneembaar in de data, die geen uiting vormden van een achterliggende ‘echte’ werkelijkheid. Zo beschouwd past Tukey met in zijn kielzog de data-analyse beter in de Pearsoniaanse traditie. Beide epistemische posities spelen van oudsher een rol in de zoektocht naar kennis. Wellicht is hun co-existentie niet noodzakelijkerwijs een voorwaarde (in hegeliaanse zin) voor vooruitgang, maar zij staat deze evenmin in de weg.

RICHARD STARMANS is verbonden aan de Faculteit Bètawetenschappen (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>

Begin 2012 is Elsevier gestart met het uitgeven van een nieuw wetenschappelijk tijdschrift: *Spatial Statistics*. Zo iets gebeurt niet dagelijks en niet vaak zijn we er vanuit de Nederlandse statistische wereld zo dicht bij betrokken. Nu we ruim een jaar verder zijn is het interessant om te zien hoe zo iets in zijn werk is gegaan, waar we staan en hoe de toekomst eruit ziet.

SPATIAL STATISTICS HET ONTSTAAN VAN EEN NIEUW TIJDSCHRIFT IN DE STATISTIEK

ALFRED STEIN

Ruimtelijke statistiek is een onderdeel van de statistiek dat tot ontwikkeling is gekomen in de jaren 70 en 80 van de vorige eeuw. Het heeft zich sindsdien verder ontwikkeld tot een gerespecteerd vakgebied. Het houdt zich bezig met gegevens die een ruimtelijke locatie hebben. Voorbeelden van onderwerpen zijn weer- en klimaatgegevens, regionale patronen van stemgedrag bij verkiezingen, de plaatsen van naschokken bij aardbevingen, kortom: de aanwezigheid van coördinaten is essentieel.

In de ontwikkeling van dit vakgebied is het opvallend maar niet helemaal onlogisch dat heel veel is gepubliceerd in een breed scala van toegepaste tijdschriften: tijdschriften op het gebied van mijnbouw, bodem, hydrologie, klimaat, maar ook in tijdschriften die zich richten op sociaaleconomische onderwerpen. De methodologie die deze onderwerpen verbindt werd eveneens gepubliceerd in een breed scala, dit keer van statistische tijdschriften: een scala dat liep van de theoretische kansrekening, via stochastiek en theoretische statistiek tot de toegepaste statistiek. Het was duidelijk: hier was een zekere regie meer dan welkom en een tijdschrift in dit domein zou zeer welkom zijn. Het was eigenlijk opvallend dat dat er niet al lang was.

Het idee om zo’n tijdschrift te lanceren is al redelijk oud. Ik herinner me eerste oriënterende gesprekken met Elsevier die al dateren uit 2003 of 2004. In 2006 toonde men belangstelling en werden de eerste meer inhoudelijke gesprekken gevoerd. Een keyword analyse werd gedaan, gevolgd door een marktonderzoek en het werd duidelijk dat er ruimte was voor een dergelijk tijd-

schrift. Rond die tijd vond ook een congres in Amerika plaats, met aansluitend een special issue van *Computational Statistics and Data Analysis*, en de belangstelling daarvoor was groot. Opnieuw was dit echter een tijdschrift met een accent dat niet specifiek ruimtelijk van karakter is. In 2007 zijn toen voor het eerst de *aims* en *scope* opgeschreven voor een tijdschrift dat zich met nadruk richt op ruimtelijke gegevens en alles leek goed te gaan. Om bedrijfsmatige en strategische redenen werd een lancering van het tijdschrift in 2008 uitgesteld en het duurde tot halverwege 2009 voordat het initiatief er weer uitkwam, maar voordat het werd geïmplementeerd werd een tussenoplossing gezocht: eerst zou een congres georganiseerd worden en als daar voldoende belangstelling voor was (zonder dat nader te specificeren) dan maakte het tijdschrift een goede kans (ook zonder nadere specificatie).

En zo begonnen we, Edzer Pebesma van de Universiteit Münster, Gerard Heuvelink van de Universiteit Wageningen en ondergetekende, eind 2009 met het opzetten van een inhoudelijk plan voor een wetenschappelijk congres. Dat congres vond plaats in 2011 en was in alle opzichten een succes. We hadden meer belangstelling dan we ooit voor mogelijk hielden – congressen die we zelf organiseren trekken als regel een 100 tot 150 belangstellenden; nu werden we ineens met ruim 400 abstracts geconfronteerd. Inhoudelijk hadden we een interessante mix van presentaties op het vlak van theoretische ontwikkelingen en op het vlak van toepassingen. Absolute topsprekers wilden een bijdrage leveren. Hoogtepunten waren bijdragen van prof. Noel Cressie (destijds Ohio State University, USA, op dit moment University of Wollongong, Australia), dr. Gilberto Camara (Nationaal Remote Sensing Institute in Brazilië) en van prof. Havard Rue (Norwegian University of Science and Technology in Trondheim, Noorwegen). Het congres was overtekend, iets dat bij congressen in de statistiek zelden of nooit voorkomt, de presentaties waren goed en de sfeer was buitengewoon plezierig.

Één zaak werd vooral duidelijk: ruimtelijk statistiek leefde. Aan alle eisen was voldaan en Elsevier was ervan overtuigd dat het initiatief voluit gesteund moest worden en lanceerde het tijdschrift. We hebben toen een lijst met editors opgesteld en ze individueel uitgenodigd. Iedereen was enthousiast, de enige beperking was dat sommigen al nauw betrokken waren bij andere tijdschriften. Een omslag werd ontworpen, dat het element ruimtelijke statistiek prachtig weergeeft: waarnemingen in de ruimte, die bijvoorbeeld regenmetingen kunnen

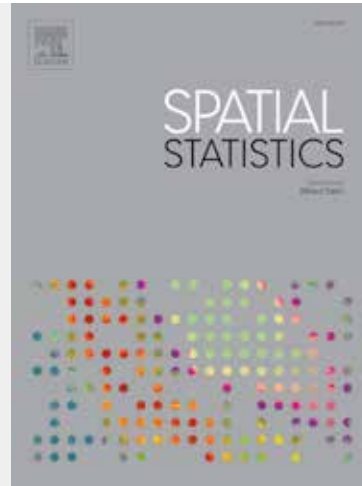
representeren, of bodemgegevens. Het ruimtelijke patroon zit op de achtergrond en is maar gedeelte herkenbaar. Vanuit het beperkte aantal waarnemingen proberen we zo goed mogelijk dit achterliggende veld te reconstrueren en te herkennen. Maar deze omslag kan ook een puntproces voorstellen, of (gedeeltelijk) bedekte waarnemingen aan bijvoorbeeld een satellietbeeld. De hoofdkleur is grijs, misschien wel wijzend op een neutrale en verbindende factor in de methodologie. Begin 2012 is het eerste issue verschenen, met daarin een aantal artikelen van toonaangevende ruimtelijke statistici vanuit de hele wereld.

Inmiddels is het tweede issue verschenen en staat een aantal special issues op de agenda om spoedig te verschijnen. Het tweede congres op het gebied van Spatial Statistics vindt begin juni 2013 plaats in Columbus (OH, USA) en zal ook weer leiden tot een *special issue*. Het aantal ingestuurde artikelen stijgt snel en we hebben goede hoop dat we binnen korte tijd de zo belangrijke impact factor gaan krijgen: daarmee zou de internationale erkenning een feit zijn.

Uit het bovenstaande zal duidelijk zijn dat goede initiatieven vanuit de wetenschap nog altijd erkenning krijgen. Daarnaast zal het duidelijk zijn dat 'de aanhouder wint': zelfs in moeilijke tijden is het belangrijk om door te gaan. Ook moge het duidelijk zijn dat we er nog niet zijn: een tijdschrift zal zorgvuldig gekoesterd door de eerste jaren heen moeten komen en zijn waarde moeten bewijzen. Pas na een internationale erkenning kunnen we zeggen dat het tijdschrift er is. Maar ook dan is en blijft een kritische evaluatie van ingestuurde artikelen een kernactiviteit om duurzaam succes te behalen.

ALFRED STEIN is hoofdredacteur van *Spatial Statistics* en als hoogleraar in de ruimtelijke statistiek en beeldanalyse verbonden aan Universiteit Twente.
E-mail: <a.stein@utwente.nl>

Voor meer informatie zie de website van het tijdschrift: <<http://ees.elsevier.com/spasta>> en voor abonnementen zie <<http://webshop.elsevier.com/subscriptions/>>



Erelidmaatschap VvS+OR voor prof. dr. Constance van Eeden

Constance van Eeden werd geboren op 6 april 1927 in Delft. In 1949 behaalde zij in Amsterdam het kandidaats-examen wis- en natuurkunde. Tijdens haar doctoraalstudie actuariële wetenschappen werkte zij als assistent op de afdeling Mathematische Statistiek van het Mathematisch Centrum. Zij bleef op het Mathematisch Centrum om te promoveren en behaalde in 1958 cum laude de doctorstitel met Van Dantzig als promotor. In haar proefschrift behandelt zij het schatten van een aantal parameters als bekend is dat deze aan bepaalde ongelijkheden voldoen, een onderwerp dat in talloze generaliseringen zoals isotone regressie en het schatten van monotone kansdichtheden tot de dag van vandaag in de belangstelling staat. *Statistica Neerlandica* besteedde aandacht aan haar promotie in een artikel van hoofdredacteur Hemelrijk, die haar met een fraaie Latijnse woordspeling welkom heette als de eerste *statistica neerlandica*. Zakelijk als immer, vermeldde hij tevens dat het proefschrift voor de uiterst schappelijke prijs van f 6 bij het Mathematisch Centrum verkrijgbaar was.

In die tijd bestonden er in Nederland nog maar weinig mogelijkheden voor een wetenschappelijke loopbaan in de statistiek. De beste onderzoekers gingen vaak voor een semester naar de Verenigde Staten, om zich daar vervolgens permanent te vestigen. Zo ook Constance van Eeden, die in 1960 op uitnodiging van Herman Rubin naar Michigan State University in East Lansing vertrok, daar trouwde met Charles Kraft en via de University of Minnesota in Minneapolis haar definitieve bestemming bereikte aan de Université de Montréal. Daar heeft zij zich ontwikkeld tot een der meest vooraanstaande statistici in Canada. Door de begeleiding van haar vele promovendi heeft zij een belangrijke rol gespeeld voor de emancipatie van de Franssprekende Canadezen in de wetenschap. Dat haar verdiensten in Canada bepaald niet onopgemerkt zijn gebleven blijkt uit de gouden medaille die de Statistical Society of Canada haar in 1990 heeft uitgereikt. Ook is zij *fellow* van het Institute of Mathematical Statistics, de American Statistical Association en *elected member* van het International Statistical Institute.

Na haar pensionering in Montréal keerde zij terug naar Nederland, hoewel zij nog jaarlijks Broek in Waterland gedurende een semester verruult met de University of British Columbia.



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

Hoewel zij haar werkzame leven grotendeels in de Verenigde Staten en Canada heeft doorgebracht heeft zij altijd contact met ons land en haar landgenoten gehouden. Menige jonge Nederlandse statisticus die voor het eerst op een groot congres in de Verenigde Staten wat verwilderd om zich heen stond te kijken heeft kennis gemaakt met een vriendelijke mevrouw die in het Nederlands uitlegt hoe de dingen daar in elkaar zitten. Zelf zegt zij zich nooit onzeker te hebben gevoeld in de mannenmaatschappij die de wetenschap nog steeds is en niet te begrijpen waarom andere vrouwen – ook in Nederland – daar problemen mee lijken te hebben. Er is dan ook een bekende foto van drie statisticae neerlandicae, waar zij met een tevreden gezicht achter een glas wijn zit met Sara van de Geer, hoogleraar aan de Eidgenössische Technische Hochschule Zürich en Mathisca de Gunst, hoogleraar aan de Vrije Universiteit.

Het bestuur van de VvS+OR constateert dat Constance van Eeden niet alleen een grote en internationaal erkende reputatie op het gebied van de statistiek heeft verworven, maar ook steeds een succesvol ambassadrice is geweest voor de Nederlandse statistische wetenschap. Het erelidmaatschap van de vereniging is de juiste wijze om aan haar hiervoor onze grote waardering te bewijzen.

JACQUELINE MEULMAN, VOORZITTER VvS+OR

Met dank aan de blog Wiskundemeisje waaraan een groot deel van deze tekst is ontleend.



AIR CARGO REVENUE MANAGEMENT

In de vorige editie van STAtOR is mijn artikel over de kansen die Revenue Management biedt voor de luchtvrachtindustrie verschenen. De afgelopen maanden heb ik de mogelijkheid gehad op Schiphol de luchtvrachtsector van dichtbij te bekijken en heb ik met behulp van simulatietechnieken de potentiële voordelen van het toepassen van Revenue Management gekwantificeerd. Ik heb twee verschillende modellen geanalyseerd: het model beschreven door Pak en Dekker (2005) en een model dat ik heb afgeleid uit de verkregen informatie van verschillende personen die werkzaam zijn in de luchtvrachtindustrie.

THIJS BOONEKAMP

Het doel van Revenue Management (RM) is het juiste product aan de juiste klant te verkopen, tegen de juiste prijs. De achterliggende gedachte is dat er verschillende types klanten zijn die allen bereid zijn een ander bedrag

voor hetzelfde product, in dit geval luchtvrachtcapaciteit, te betalen. Door juiste prijsdiscriminatie mogelijk te maken kan de beperkte, vaste hoeveelheid capaciteit worden verkocht zodat de winst wordt gemaximaliseerd.

Model 1

Het eerste model, gebaseerd op Pak en Dekker (2005), beschouwt een single-leg vlucht, waarop een vaste hoeveelheid capaciteit beschikbaar is. Zendingen komen aan volgens een Poisson Proces, en elke zending heeft een log-normaal verdeeld gewicht, volume en opbrengst per kilo. Dit komt overeen met claims uit de industrie dat luchtvrachtzendingen zeer uiteenlopend zijn in zowel de omvang als het bedrag dat ervoor wordt betaald.

Het probleem kan worden gemodelleerd als een vrij eenvoudig en in de OR alom bekend tweedimensionaal 0-1 *knapsack* probleem. Gegeven een vaste hoeveelheid beschikbare capaciteit moet uit een verzameling van n items, elke met een totale opbrengst r_i , gewicht w_i en volume v_i , een deelverzameling worden gekozen zó dat de winst wordt gemaximaliseerd en de beschikbare capaciteit C_w en C_v niet wordt overschreden. De bijbehorende Integer Linear Programming (ILP) formulering wordt gegeven in vergelijking 1.

Vergelijking 1

$$\begin{aligned} \max_x \quad & \sum_{i=1}^n r_i x_i \\ \text{s. t.} \quad & \sum_{i=1}^n w_i x_i \leq C_w \\ & \sum_{i=1}^n v_i x_i \leq C_v \\ & x_i \in \{0,1\} \end{aligned}$$

Met

$$x_i = \begin{cases} 1 & \text{als item } i \text{ mee wordt genomen} \\ 0 & \text{anders} \end{cases}$$

Dit ILP-probleem geeft de optimale oplossing voor welke vracht te accepteren indien alle informatie van tevoren bekend is, hierna de ex-post optimale oplossing genoemd. In een realistisch probleem is deze informatie echter niet beschikbaar. Voor elke boeking die binnenkomt moet achtereenvolgens beslist worden of deze wel of niet mag worden meegenomen: alleen de informatie van de reeds binnengekomen boekingen is beschikbaar.

Bid prices

Een veel gebruikte techniek voor het toepassen van Revenue Management is het gebruik van *bid prices*. Dit

zijn minimale prijzen waarvoor een zending mag worden geaccepteerd. In de luchtvracht zijn er twee bid-prices van belang, namelijk een minimale acceptatieprijs per gewicht en per volume, respectievelijk h_w en h_v . In ons model hebben wij statische bid prices gebruikt. Met statisch wordt bedoeld dat er gedurende de hele boekingsperiode dezelfde bid prices worden gebruikt, en deze niet worden aangepast op basis van de reeds binnengekomen boekingen.

De bid prices worden bepaald door een groot aantal keren het boekingsproces te simuleren en voor deze serie boekingen de ex-post optimale oplossing te berekenen door het bovenstaande ILP-model op te lossen. De bid prices h_w en h_v worden nu gegeven door de laagste prijs per gewicht en volume van de geaccepteerde zendingen. Pak en Dekker (2011) stellen een methode voor hoe de optimale bid prices gedurende de boekingsperiode kunnen worden bepaald.

Resultaten

In een numeriek experiment waarin realistische waarden voor de inputvariabelen worden gebruikt, berekenen wij de verwachte omzet voor het First-Come, First-Served (FCFS)-beleid en de omzet wanneer bovenstaande statische bid prices worden gebruikt. Ook bepalen wij de verwachte omzet voor de ex-post optimale oplossing. Resultaten worden weergegeven in tabel 1. Te zien is dat door het gebruik van statische bid prices een stijging in omzet van meer dan 10% ten opzichte van het FCFS-beleid kan worden gerealiseerd. Wel is de load factor door het gebruik van deze bid prices lager. Dit is niet verwonderlijk omdat er een extra restrictie wordt gebruikt om te bepalen of een boeking al dan niet geaccepteerd wordt.

Wanneer de vraag perfect kan worden voorspeld, zou in theorie het optimum bereikt kunnen worden. Aangezien het gebruik van statische bid prices slechts op 85% van het ex-post optimale resultaat ligt, is er door een betere voorspelling van de vraag in combinatie met goed Revenue Management nog een hoop extra winst te behalen.

Model 2

Een veel voorkomend tafereel in de luchtvrachtindustrie is dat op het moment dat een luchtvaartmaatschappij

	FCFS	STATISCHE BP	EX-POST OPT
OMZET	28522,25	31624,31	37176,00
95% BTI	(27857,6 29186,9)	(30734,9 32513,7)	(36236,7 38115,3)
AANT. GEWEIGERD	7,97	10,57	9,11
LF GEWICHT	0,93	0,83	0,95
LF VOLUME	0,88	0,76	0,90
% VAN OPT	77%	85%	100%

Tabel 1.

een boeking krijgt voor een zending die heel erg veel oplevert, terwijl er eigenlijk geen plaats meer is, hij deze toch accepteert en andere zendingen verplaatst naar een andere vlucht. Gevolg hiervan is dat deze luchtvaartmaatschappij klanten teleur moet stellen wat ten koste gaat van zijn goede naam en zijn vertrouwen. Dit vertrouwen is erg belangrijk in de kleine wereld op Schiphol: een goede relatie met andere actoren in de *supply chain* is cruciaal voor een stabiele positie in de markt.

Door het maken van duidelijke afspraken met klanten, en de prijs te koppelen aan deze afspraken, kan ervoor worden gezorgd dat dure zendingen altijd geaccepteerd kunnen worden zonder dat andere klanten teleurgesteld hoeven te worden.

Fencing

In dit model gebruiken wij het bekende RM-principe dat *fencing* heet, uitgebreid beschreven in Yeoman, 2011. Het doel van fencing is om een segmentatie van de markt te creëren zodat op basis van een beperkt aantal variabelen succesvolle prijsdifferentiatie kan worden toegepast. Voorbeelden van segmentatievariabelen in de luchtvrachtindustrie zijn: doorlooptijd van de zending, moment van boeking, mogelijkheid tot afwijken van boeking, bederfelijke goederen, en er zijn er nog veel meer te bedenken. Een uitgebreider discussie is te vinden in de thesis van de auteur (Boonekamp, 2013).

Op basis van het fencing-principe kan een aantal verschillende tariefklassen worden gebruikt. In het model onderscheiden wij de volgende 5 types, in volgorde van duur naar goedkoop:

1. Spoedzendingen (komen op het laatste moment binnen en moeten z.s.m. mee)
2. Speciale zendingen (dieren, *perishables*, gevaarlijke goederen, etc.)
3. General cargo
4. General cargo vroeg geboekt
5. Flexibele zendingen

Gedurende een boekingsperiode van een week voor vertrek kunnen boekingen voor een vlucht binnenkomen. We simuleren één week waarin dagelijks een vlucht vertrekt, dus in totaal zeven vluchten.

Simulatie

De boekingsperiode voor elke vlucht is gediscretiseerd in 70 tijdsintervallen. Op tijdstip *t* is de kans dat een boeking van type *i* arriveert *p_{it}*, en *p_{it}* = 0 voor alle *i* als *t* > 70 of *t* < 0. Laten we zeggen dat maandag de eerste vlucht vertrekt, en zondag de laatste. Nu beginnen we de boekingsperiode op de maandag een week eerder. Op deze dag kunnen alleen boekingen voor de eerste vlucht binnenkomen. De boekingsperiode eindigt op de zaterdag voor de laatste vlucht, dan komen er alleen nog maar boekingen binnen voor zondag.

In ons simulatiemodel genereren we een vector van boekingen, waarin voor elke boeking de volgende waarden zijn gespecificeerd:

- Gewicht (*w*)
- Volume (*ν*)
- Type
- Revenue (*r*)
- Vlucht

Het probleem dat we nu moeten oplossen is vergelijkbaar met het model gegeven in vergelijking 1, echter hebben we nu met 7 vluchten te maken. Ook moeten we rekening houden met type 5 zendingen, die mogen mee op de vlucht waarvoor ze zijn geboekt, en op de vlucht een dag later. Om dit af te dwingen, definiëren we de opbrengst als boeking *i* op vlucht *j* wordt meegenomen als:

$$\rho_{ij} = \begin{cases} r_i & \text{als } j \in F_i \\ -M & \text{anders} \end{cases}$$

Met *F_i* de verzameling vluchten waar boeking *i* op mee kan worden genomen, en *M* een voldoende groot getal. Het ILP-probleem behorende bij dit model wordt gegeven in vergelijking 2.

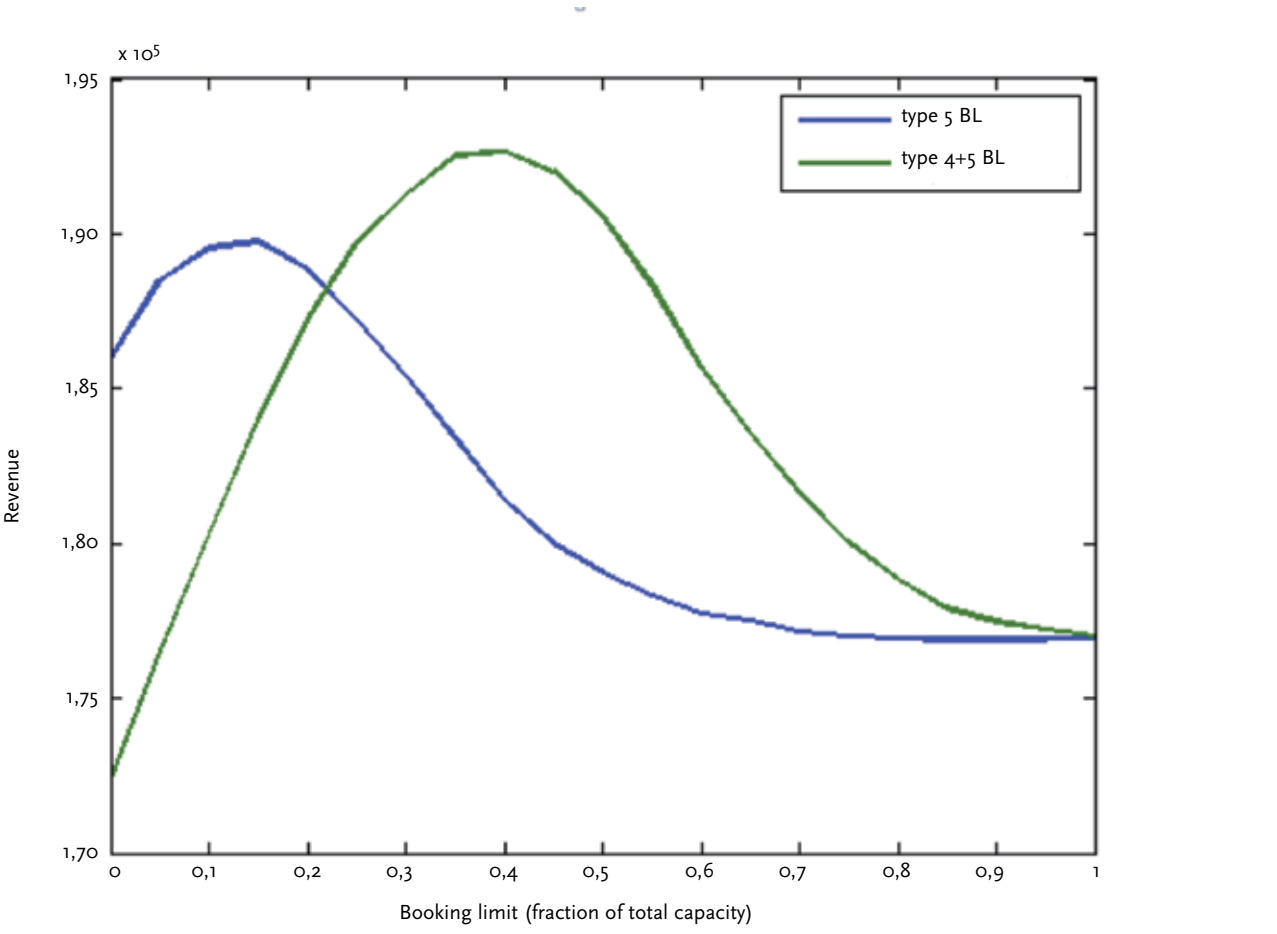
Booking limits

Voor dit model gebruiken wij booking limits om het aantal zendingen van lage fare classes te beperken. Het ge-

Vergelijking 2

$$\begin{aligned} &\max_x \sum_{j=1}^L \sum_{i=1}^n \rho_{ij} x_{ij} \\ &\text{s.t:} \\ &\sum_{i=1}^n w_i x_{ij} \leq C_w, \quad j = 1, \dots, L \\ &\sum_{i=1}^n v_i x_{ij} \leq C_v, \quad j = 1, \dots, L \\ &\sum_{j=1}^L x_{ij} \leq 1, \quad i = 1, \dots, n \\ &x_i \in \{0,1\} \quad \forall i,j \end{aligned}$$

bruik van booking limits in plaats van bid prices, zoals in het vorige model, ligt hier meer voor de hand. We willen het aantal zendingen dat we van lagere fare classes accepteren beperken, zodat we voldoende ruimte kunnen reserveren voor de types die meer opleveren.



Figuur 1. Gesimuleerde opbrengsten bij het gebruik van verschillende booking limits

	FCFS	BOOKLIM 5 (0.15)	BOOKLIM 4+5 (0.4)	EX-POST OPT
OMZET	179035	188263	191520	216037
95% BTI	175927, 182149	184792, 191734	188010, 195030	211390, 220685
AANT. GEWEIGERD	23,2	31,5	28,2	15,6
LF GEWICHT	91%	81%	82%	93%
LF VOLUME	90%	79%	80%	92%
% VAN OPT	83%	87%	88%	100%

Tabel 2.

Ook hier hanteren wij statische booking limits. We gebruiken zowel een booking limit voor alleen type 5 zendingen als een gecombineerde booking limit voor zendingen van type 4 en 5. Deze worden bepaald door een groot aantal instanties van het probleem op te lossen met verschillende booking limits. In figuur 1 is de gesimuleerde omzet voor beide booking limits weergegeven. Figuur 1 laat zien dat een gecombineerde booking limit voor type 4 en 5 een hogere omzet kan bewerkstelligen, maar dat wanneer een verkeerde booking limit wordt gekozen de omzet ook sterker daalt.

Resultaten

In tabel 2 zijn de resultaten van de simulatie van het tweede model weergegeven. Wat opvalt is dat het theoretische optimum een stijging van 24% geeft ten opzichte van het FCFS-acceptatiebeleid. Verder is te zien dat het gebruik van een simpele statische booking limit voor type 4 en 5 een aanzienlijke stijging in omzet op kan leveren. Dit kan nog worden verhoogd wanneer de vraag beter kan worden voorspeld. Interessant is dat wanneer er alleen een boekingslimiet voor type 4 en 5 gebruikt wordt, alleen de totale vraag voor types 1, 2 en 3 gezamenlijk voorspeld hoeft te worden, in tegenstelling tot traditionele RM-systemen waarin de vraag per marktsegment afzonderlijk voorspeld wordt.

Conclusie

Door middel van simulatie hebben wij laten zien dat het toepassen van RM een aanzienlijke winst op kan leveren. Uiteraard zijn de genoemde waarden slechts resultaten die voortkomen uit een simulatie, daarentegen zijn de gemaakte aannames bevestigd als zeer redelijke aannames door experts uit de luchtvrachtindustrie.

De complexiteit van luchtvracht zoals beschreven in het vorige STAtOR-artikel over dit onderwerp biedt zeker kansen voor een goede segmentatie van de markt in verschillende tariefklassen. Een eenvoudig toepasbaar model zoals hierboven beschreven, waar de booking limit voor de twee laagste tariefsgroepen als controlemechanisme fungeert, is een effectieve toepassing voor Revenue Management in de luchtvracht.

LITERATUUR
Kevin Pak en Rommert Dekker. Cargo revenue management: Bid-prices for a 0-1 multi knapsack problem. *ERIM Report Series Research in Management*, 2004.
Thijs Boonekamp. Revenue management: Kansen voor de luchtvrachtindustrie. *STAtOR*, 14(1), 26–29, februari 2013.
Thijs Boonekamp. *Air Cargo Revenue Management*. Master's Thesis, Vrije Universiteit Amsterdam, 2013.
Ian Yeoman en Una McMahon-Beattie. *Revenue Management: A practical pricing perspective*. Palgrave Macmillan, 2011.

THIJS BOONEKAMP is afgestudeerd aan de VU in Econometrie & OR op zijn onderzoek naar RM in de luchtvracht bij Air Cargo Netherlands.
E-mail: <t.boonekamp@student.vu.nl>



In deze column wil ik aandacht vragen voor de Bayesiaanse kansrekening. Laat ik dit in eerste instantie doen aan de hand van het volgende gebeuren. Half maart vond de loting plaats voor de kwartfinale wedstrijden voetbal in de Champions League. Uit de lotingkoker rolden de volgende vier wedstrijden:

- Málaga - Borussia Dortmund
- Madrid - Galatasaray
- Paris Saint Germain - Barcelona
- Bayern München - Juventus.

Direct na de loting werd in diverse sportprogramma's op de televisie en radio de verdenking uitgesproken dat de loting gemanipuleerd was. De grote vier bestaande uit de twee Spaanse ploegen Real Madrid en Barcelona en de twee Duitse ploegen Bayern München en Borussia Dortmund ontlopen elkaar in de kwartfinale en bovendien is de Spaanse ploeg Málaga niet gekoppeld aan één van de andere twee Spaanse ploegen. Een dergelijk wedstrijdschema is ideaal voor het vervolg van het toernooi en houdt de mogelijkheid open van de droomfinale tus-

sen Barcelona en Bayern München. Hoe waarschijnlijk is het dat de loting doorgestoken kaart is? Laten we eerst eens uitrekenen wat de kans is dat bij een random loting geen twee teams uit de grote vier elkaar treffen en wat de kans is dat bovendien Málaga geen andere Spaanse ploeg treft. Een eerstejaars opgave kansrekening. De kansen zijn gelijk aan 8/35 en 4/35. De berekening van deze kansen vereist geen hogere wiskunde en valt uit te leggen aan een groter (sport)publiek. De kans dat geen twee teams van de grote vier elkaar treffen bij een random loting wordt gegeven door

$$\frac{4}{7} \times \frac{3}{5} \times \frac{2}{3} = \frac{8}{35}$$

Als de grote vier elkaar ontlopen in de loting, dan loot Málaga tegen één van de grote vier en bij een random loting is dat in de helft van de gevallen niet een Spaanse ploeg. Dit betekent dat de kans gelijk aan 4/35 is dat bij een random loting geen teams van de grote vier elkaar treffen en bovendien Málaga niet gekoppeld wordt aan een andere Spaanse ploeg.

De kans $4/35$ op een bepaalde uitkomst van de loting onder de hypothese dat de loting random is, zegt feitelijk niet zoveel. Wat je eigenlijk wilt weten is de kans dat de loting doorgestoken kaart is gegeven de uitkomst van de loting. Om deze vraag te beantwoorden, moeten we het terrein van de Bayesiaanse kansrekening betreden. In de Bayesiaanse kansrekening wordt gewerkt met subjectieve kansen die voor een iedere persoon in het algemeen verschillend zijn. Een sportjournalist die de uitslag van de loting wantrouwt, moet voordat de loting plaatsvindt een inschatting hebben van de kans dat de loting gemanipuleerd gaat worden zodat geen twee teams uit de grote vier elkaar treffen en bovendien Málaga geen andere Spaanse ploeg treft. Als de journalist deze zogenaamde prior kans inschat op 25%, dan is voor deze journalist na het bekend worden van de uitkomst van de loting de herziene waarde van de kans op een gemanipuleerde loting gelijk aan 74,5% als de wetten van de kansrekening consistent worden toegepast. Zou zijn inschatting vooraf van de prior kans op een gemanipuleerde loting 5% zijn geweest, dan heeft zijn posterior kans de waarde 31,5%. Algemeen, stel dat iemand vooraf een persoonlijke inschatting heeft van $r\%$ voor de kans dat de loting gemanipuleerd zal worden. Na het vernemen van de uitkomst van de loting, is voor deze persoon de herziene waarde van de kans op een gemanipuleerde loting gelijk aan

$$\frac{35r/4}{100 - r + 35r/4} \times 100\%.$$

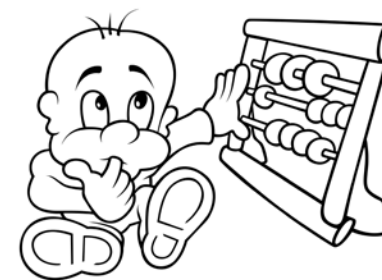
Deze posterior kans is een logisch gevolg van toepassing van de regel van Bayes in odds vorm wanneer we aannemen dat hetzij hypothese H_1 hetzij hypothese H_2 waar is, waarbij H_1 de gebeurtenis dat de loting doorgestoken kaart is zodat de grote vier elkaar ontkopen en Málaga geen Spaanse ploeg treft en H_2 de gebeurtenis is dat de loting eerlijk is. De Bayesiaanse analyse laat zien dat het wantrouwen dat in diverse sportprogramma's uitgesproken is ten aanzien van de uitkomst van de loting niet geheel uit de lucht gegrepen is.

De Bayesiaanse analyse vereist alleen enige basiskennis van conditionele kansen en valt heel goed uit te leggen aan een vwo-scholier. Dit brengt me op een pleidooi om meer aandacht te besteden aan kansrekening in het vwo, in het bijzonder aan de Bayesiaanse kansrekening. Een basiskennis van Bayesiaans denken zal in het latere leven van veel leerlingen, met name zij die later in de medische wereld of de wereld van de rechtspraak hun beroep uitoefenen, van pas komen (en zinvoller zijn dan het leren omgaan met grote datasets op de computer, zoals nu de plannen voor statistiek in het nieuwe pro-

gramma voor wiskunde-A zijn). Medische en juridische blunders zoals in de zaak van Sally Clark, die in Engeland ten onrechte tot levenslang veroordeeld werd vanwege de wiegendood van twee van haar opeenvolgend geboren baby's, zouden hiermee voorkomen kunnen zijn. In Nederland zou de zaak Lucy de B., die in eerste instantie tot levenslang werd veroordeeld op grond van de later onjuist gebleken beschuldiging van vijf moorden op ziekenhuispatiënten, mogelijk van het begin af aan anders gelopen zijn als bij de rechters en advocaten enig inzicht in de Bayesiaanse kansrekening aanwezig was geweest.

Vele aansprekende opgaven zijn te bedenken om de vwo-leerling spelenderwijs te leren hoe om te gaan met conditionele kansen en de regel van Bayes in odds vorm. Bijvoorbeeld, om een herziene waarde te bepalen van de kans dat een scheepswrak in een bepaald gebied aanwezig is als je vooraf een inschatting hebt van deze kans en vervolgens bepaalde aanwijzingen hebt verkregen. Deze opgave ligt dicht bij de realiteit. In januari 1966 vond boven de Middellandse zee vlakbij het Spaanse vissersdorpje Palomares een luchtbotsing plaats tussen een KC135-tankvliegtuig en een B52-bommenwerper, waardoor vier kernbommen naar beneden vielen. Drie kernbommen werden snel op het land teruggevonden, maar de vierde kernbom viel in zee en was moeilijk te vinden. De zoektocht naar de vierde bom werd uitgevoerd met behulp van een Bayesiaanse zoekmethode die ontwikkeld was door een team van wetenschappers van de Amerikaanse marine. De zeebodem nabij Palomares werd in een aantal gebieden onderverdeeld. Op basis van verklaringen van ooggetuigen uit de plaatselijke bevolking werden aan deze gebieden prior kansen toegekend die telkens werden aangepast in het verloop van het zoekproces. Deze wetenschappelijk aanpak leidde uiteindelijk tot de vondst van de vierde kernbom. Bayesiaanse analyse was ook leidend om de nucleaire onderzeeër USS Scorpion terug te vinden die in mei 1968 met 99 man aan boord in de Atlantische Oceaan verging. Recentelijk speelde Bayesiaanse zoektheorie een hoofdrol bij de zoekactie naar de zwarte dozen van het Air France vliegtuig dat met 228 mensen aan boord op 1 juni 2009 spoorloos verdween tijdens de vlucht van Rio de Janeiro naar Parijs, en dat pas twee jaar later op een zeer grote diepte in de zee nabij de kust van Brazilië kon worden teruggevonden.

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



Young Statisticians

Hi STAtOR readers!

The Young Statisticians has a new board! The old board stepped down and Nadia, Nynke and Sanne now form the new board. Some information about them:

- Nynke is 25 years young, has a bachelor in Psychology and is now finishing her master thesis at the LUMC for the master Statistical Science for the Life and Behavioural Sciences in Leiden. After finishing her thesis, she will start looking for a job.
- Sanne is 24 years young, has a bachelor in Applied Mathematics and just started her master thesis at the LUMC for the master Statistical Science for the Life and Behavioural Sciences in Leiden.
- Nadia is 25 years young, studied Animal Sciences and is now doing a promotion at Biometris at the University of Wageningen.

SCIENCE CAFE

So far, the Young Statisticians have organized two science cafes, the last one was on fraud-affairs in science and was a great success! A new committee is now busy organising another science cafe. As soon as we know the subject and the date, we will let you know through facebook and the newsletter.

WORKSHOPS

In order to get an idea of the statistics used within companies, several workshops are organised at different firms. We have already visited ORTEC and Shell and are now looking for a new company for the next workshop.

MEET & GREET

The Young Statisticians has members studying and working in many different directions. In order to get an idea of the specialisms of our members, meet & greets will be organised. During a meet & greet, several members talk about their activities within statistics. So If you want to present your work to the other members, please let us know.

Our main goal for this year is to get a little more structure in the Young Statisticians by creating several committees with clear tasks. Below the committees are introduced shortly. **We need more active members, so if you would like to help us, please let us know!**

Upcoming activities:

- June: Pub Quiz
- September: Meet & Greet

Check our facebook page and newsletter regularly to keep updated.



PR

Our PR-committee helps with the promotion of the Young Statisticians and the activities that are organised. It makes posters and keeps the social media updated. So join our Young Statisticians facebook to receive updates!

SPONSORS

The YS want to keep all their activities free for their members. Hence, the help of sponsors is needed. Therefore, a sponsor committee is introduced. This committee is responsible for attracting sponsors.

DATABASE

In order to know where our members study and work, and to get an idea of the fields in which statisticians end up, a database with information about the whereabouts of our members and other statisticians is made. When it is finished, you can look up companies in which (our) statisticians work.

Do you have any ideas for new activities? Or do you want to help the Young Statisticians by making posters, organizing the science cafe, helping to find sponsors or even joining the board?
Please let us know by emailing to <young@vvs-or.nl>

