

STATOR

Zijn de Britten echt het meest tevreden over het spoor?

Surveillance van infectieziekten in rioolwater

Ontgroenen

**STATISTICS AND OPERATIONS
RESEARCH FOR SEEING THE INVISIBLE -
Programme Annual Meeting 2024**

Peilingpraktijken

400 jaar Pascal en de speltheoretische benadering van kansen

Drugstests in de NFL



STATOR

Jaargang 25, nummer 1, maart 2024

STATOR is een uitgave van de Vereniging voor Statistiek en Operations Research (VWSOR). STATOR wil leden, bedrijven en overige geïnteresseerden op de hoogte houden van ontwikkelingen en nieuws over toepassingen van statistiek en operations research. Verschijnt 3 of 4 keer per jaar.

Redactie

Joaquim Gromicho (hoofdredacteur), Caroline Jagtenberg, Alex Kuiper, Guus Luijben (eindredacteur), Kerry Malone, Gerard Sierksma, Richard Starmans, Gerrit Stemerding (eindredacteur), Vanessa Torres van Grinsven, en Inez Zwetsloot Vaste medewerkers: Jelke Bethlehem, John Poppelars en Henk Tijms.

Kopij en reacties richten aan

Prof. dr. J.A.S. Gromicho (hoofdredacteur), Universiteit van Amsterdam Faculteit Economie en Bedrijfskunde, Sectie Operations Management | Amsterdam Business School, Plantage Muidergracht 12, 1018 TV Amsterdam, stator@wsor.nl

Bestuur van de VWSOR

Voorzitter: prof. dr. Casper Albers, db@wsor.nl; Secretaris: secretaris@wsor.nl; Penningmeester: dr. Rebecca Kuiper, penningmeester@wsor.nl; Algemeen bestuurslid: dr. Marianne Jonker, db@wsor.nl.

Voorzitters van de secties: dr. Marianne Jonker (Biometrical Section); dr. ir. Marjan van den Akker (Section for Operations Research); prof. dr. ir. Frank van der Meulen (Section Mathematical Statistics); dr. Rebecca Kuiper (Social Sciences Section); dr. Michel van de Velden (Economics Section); dr. Iris Yocarini (Section Data Science); Luise Gummi, MSc (Young Statisticians); dr. Sanne Willems (Section Statistics Communication); dr. Stéphanie van den Berg (Section Statistics Education).

Leden- en abonnementenadministratie van de VWSOR

VWSOR, Maarsbergseweg 20, 3956 KW Leersum, admin@wsor.nl. Raadpleeg onze website www.wsor.nl over hoe u lid kunt worden van de VWSOR of een abonnement kunt nemen op STATOR.

Voor advertenties

Prof. dr. J.A.S. Gromicho, stator@wsor.nl. STATOR verschijnt in maart, juli en december.

Uitgever

© Vereniging voor Statistiek en Operations Research
ISSN 1567-3383

Onzichtbaar

Het onzichtbare zien is het thema van de Annual Meeting van dit jaar. Bij veel lezers zullen herinneringen opkomen over jeugdboeken waarin geniale en vaak enigszins gestoorde professoren uitvindingen doen waardoor onzichtbare dingen weer gezien kunnen worden of omgekeerd zichtbare zaken onzichtbaar gemaakt kunnen worden. Harry Potter had bijvoorbeeld zo'n cloak.

De sprekers op onze AM zijn deels wel hoogleraar en geniaal, maar zeker niet gestoord. Wat maken zij dan zichtbaar? Wij realiseren ons als professionals vaak niet genoeg hoe ongelooflijk veel informatie er in data aanwezig is, wij vinden dat meestal vanzelfsprekend. Die verborgen rijkdom zichtbaar maken en bruikbaar voor de samenleving is wat ons vak zo boeiend en uitdagend maakt.

Dit nummer van STATOR bevat naast informatie over de AM en een Letter from the President ook een aantal interessante artikelen en columns.

Zo blijkt rioolwater een rijke bron aan informatie over infectieziekten. Door een systematische analyse hiervan kan een infectiegolf al worden vastgesteld vóór dat ziekenhuizen hiermee in de praktijk overvallen worden. Deze krijgen daardoor de kans zich hierop voor te bereiden. Rudolf van de Beek en zijn mede-auteurs vertellen hierover.

De recente Kamerverkiezingen waren uiteraard aanleiding voor regelmatige peilingen. Jelke Bethlehem kijkt hoe goed deze ditmaal waren en constateert dat alleen de PVV sterk afweek van de diverse voorspellingen.

Het 400e geboortjaar van Blaise Pascal was voor Rianne de Heide inspiratie voor een artikel over zijn speltheoretische benadering van kansen, iets waar onze Nederlandse Christiaan Huijgens ook over heeft geschreven.

Drie columns in dit nummer:

- Britten staan bekend om hun chauvinisme, ze presteren het om zichzelf als winnaar in een Europees onderzoek over de tevredenheid over spoorwegen uit te roepen. Helaas gebruiken ze daarvoor misleidende grafieken en daarbij hebben ze buiten de waard in de persoon van Jelke Bethlehem gerekend.
- Gerrit Stemerding dacht ontgroend te worden op zijn eerste dag bij uitgerekend de groene Wageningse Universiteit.
- Henk Tijms ontzenuwt een verdachtmaking van vals spel bij drugstests in de Amerikaanse NFL.

Nederlandse Stat&OR wetenschappers doen het goed, we vermelden kort maar liefst drie internationale onderscheidingen.

Wij hopen veel van onze lezers op de AM te ontmoeten, tot dan wensen wij u veel leesplezier met dit eerste nummer van onze 25e jaargang!

De STATOR-redactie



INHOUD

2 Onzichtbaar

4 Zijn de Britten echt het meest tevreden over het spoor? – column | Jelke Bethlehem

7 Surveillance van infectieziekten in rioolwater | Rudolf F.H.J. van der Beek, Michiel van Boven, Auke Haver, Wouter A. Hetebrij, Erwin Nagelkerke, Sjors Stouten

12 Ontgroenen – column | Gerrit Stemerding

13 Letter from the president

14 Annual Meeting of the Netherlands Society for Statistics and Operations Research (VWSOR)

20 Peilingpraktijken | Jelke Bethlehem

23 400 jaar Pascal en de speltheoretische benadering van kansen | Rianne de Heide

25 Nederlandse finalist Franz Edelman award

25 NATO Operations Research and Analysis (OR&A) Service Award voor Ana Isabel Barros

26 Drugstests in de NFL – column | Henk Tijms

27 Erkenning voor “Analytics for a Better World”



Stoomtrein op viaduct bij Glenfinnan in Schotland. De Hogwarts Express naar Zweinstein rijdt er niet overheen. Foto: Jelke Bethlehem.

Zijn de Britten echt het meest tevreden over het spoor?

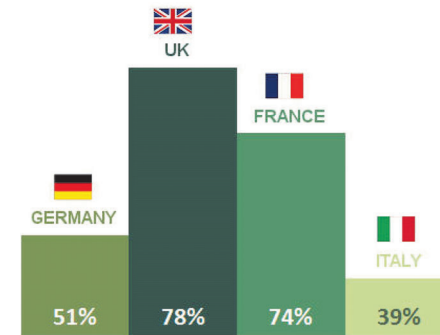
Grafieken zijn een effectief instrument om de (statistische) boodschap over te brengen die in een grote hoeveelheid verzamelde gegevens opgesloten zit. Een grafiek kan die boodschap snel en direct tonen. Een grafiek kan onthullend zijn en heeft vaak meer overtuigingskracht dan een stuk tekst of een tabel. Het zal daarom geen verbazing wekken dat je grafieken veel tegenkomt in allerlei publicaties. Het gebruik van grafieken is echter niet zonder risico's.

Slecht ontworpen grafieken kunnen je op het verkeerde been zetten. Daarom moet je je grafiek in de juiste context tonen, niet rommelen met de assen, kleur alleen functioneel gebruiken en je verre houden van driedimensionaal perspectief en chart junk (overbodige toeters en bellen). We behandelen een Britse grafiek waarin van alles misgaat. Die grafiek gaat over tevredenheid van de treinreizigers met de service van de spoorwegen in hun land.

Een poster van de British Rail Industry

Op 23 december 2014 maakte James Ball, een journalist van The Guardian, een foto van een poster ergens op straat in de Engelse stad Leeds. Op de poster stond een grafiek, die is gereproduceerd in figuur 1. De poster is gemaakt door de British Rail Industry. Die wilde vol trots tonen dat de Britten toch wel heel tevreden zijn met de dienstverlening van hun spoorwegbedrijven. Ze scoren het hoogst in Europa met 78% tevreden reizigers. Maar pas op, want dit staafdiagram heeft een aantal tekortkomingen.

De gegevens voor de grafieken zijn afkomstig uit de Eurobarometer. Dat is een peiling die regelmatig in alle lidstaten van de Europese Unie (EU) wordt gehouden. In 2013 is in deze peiling gevraagd naar de tevredenheid met allerlei aspecten van het reizen met de trein. Meer cijfers zijn te vinden in (The European Commission, 2015).



Figuur 1: Een grafiek op een poster van de British Rail Industry. Volgens deze organisatie zijn de Britten toch wel heel tevreden met hun spoorwegen. Bron: James Ball, The Guardian, 2014.

Grafische problemen

De grafiek in figuur 1 heeft verschillende problemen. Het eerste probleem is dat het staafdiagram verticale staven heeft in plaats van horizontale staven. Horizontale staven hebben het voordeel dat er meer ruimte is om teksten horizontaal (en dus makkelijk leesbaar) in de grafiek op te nemen. Ook hebben de staven geen tussenruimte. Daardoor kun je deze grafiek verwarren met een ander type grafiek (het histogram). Door het ontbreken van de tussenruimte zijn verschillende kleuren nodig om de landen van elkaar te kunnen onderscheiden.

Een tweede, misschien wel ernstiger, probleem van de grafiek is dat de lengtes van de staven niet overeenkomen met de bijbehorende percentages. Zo is het percentage voor UK (78%) twee keer zo groot als het percentage voor Italië (39%), maar de staaf voor Italië is veel minder dan half zo lang als de staaf voor UK (Verenigd Koninkrijk). En bij Italië zie je hetzelfde: de staaf van Italië (39%) is wel erg veel kleiner dan die van Frankrijk (74%). Maar de staaf van Italië zou minstens half zo groot moeten zijn als die van Frankrijk. Deze problemen zijn veroorzaakt door een verticale as die niet bij 0 begint. Die verticale as is ook nog eens onzichtbaar. Na enig gepuzzel blijkt dat die as start bij 30%.

Een derde probleem van deze grafiek is dat de gegevens uit hun context zijn gehaald. In de grafiek staan maar vier landen weergegeven. Hoe zou het zijn met de andere landen die niet in de gra-

fiek staan? Die gegevens zouden er moeten zijn, aangezien de Eurobarometer peilt in alle lidstaten van de EU. Als je dan het rapport van de Eurobarometer erbij neemt, dan blijkt dat het Verenigd Koninkrijk helemaal niet het beste land is. Finland scoort nog hoger met 80%. Verder scoren Ierland (76%) en Luxemburg (75%) maar net onder Engeland. Een eerlijker beeld krijg je door deze landen ook in de grafiek op te nemen.

Reparatie van de grafiek

We gaan deze grafiek in een paar stappen repareren. We beginnen met het ombouwen van de grafiek in figuur 1 tot een correct staafdiagram. We laten de verticale as bij 0 beginnen. En verder maken we ruimte tussen de staven. Het is niet meer nodig om alle staven een andere kleur te geven. Dus hebben ze allemaal dezelfde kleur. Dit leidt tot figuur 2. De percentages corresponderen nu wel met de lengtes van de staven.

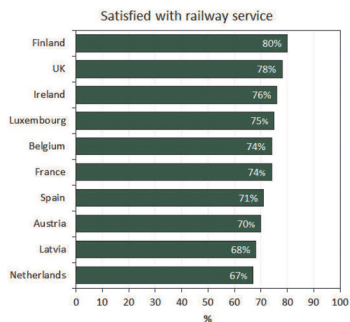
Vaak raden deskundigen aan de staven van een staafdiagram horizontaal te tekenen. Dan heb je meer ruimte om horizontale teksten bij de staven te zetten. De teksten zijn ook beter leesbaar als ze niet gekanteld zijn. In dit voorbeeld is draaien van de grafiek niet echt nodig, maar bedenk wel dat je met langere teksten voor de staven in de problemen kunt komen.

Als de categorieën geen natuurlijke volgorde heb-

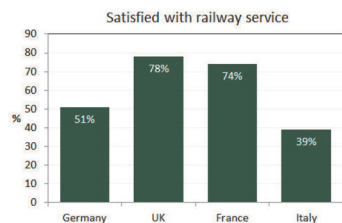
ben, dan kun je de staven eventueel ordenen van groot naar klein (of van klein naar groot). Dat maakt het nog eenvoudiger om de grafiek te interpreteren. Bij dit voorbeeld kunnen we de staven inderdaad ordenen. Dat leidt tot een tweede verbeterde versie van de grafiek. Zie hiervoor figuur 3.

Terug naar de context

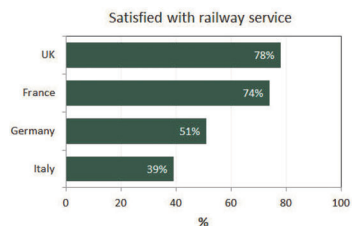
De grafiek is nu heel wat verbeterd, maar er blijft toch nog een probleem over. Dat is dat de gegevens uit hun context zijn gehaald. In de grafiek staan immers maar vier landen weergegeven. Uit het rapport van de Eurobarometer blijkt dat Engeland niet het beste land is. Finland scoort hoger met 80%. Verder scoren Ierland (76%) en Luxemburg (75%) bijna net zo goed als het VK. Je krijgt een eerlijker beeld door deze landen ook in de grafiek op te nemen. In de grafiek in figuur 4 is dat gedaan voor de top-10 van de landen in de EU. We kunnen nu concluderen dat het VK niet het beste land is wat betreft tevredenheid met de dienstverlening van de spoorwegen. Finland is beter.



Figuur 4: De top 10 van EU-landen met de hoogste tevredenheid met de spoorwegen.



Figuur 2: Een staafdiagram met de tevredenheid met het spoor in vier Europese landen.



Figuur 3: Het staafdiagram van figuur 2, maar dan met geordende, horizontale staven.

Onzekerheidsmarges

We moeten ons wel realiseren dat de gegevens afkomstig zijn uit een steekproef. Dat betekent dat we rekening moeten houden met onzekerheidsmarges. Voor de Eurobarometer is in elk land een steekproef van 1.000 personen getrokken. Een uitzondering is Luxemburg, waar een steekproef van slechts 500 personen werd getrokken. Dat betekent dat alleen verschillen van minimaal 3% duiden op 'echte' verschillen. Kleinere verschillen zijn alleen maar 'ruis' in de steekproef. De verschillen in de top-10 zijn zo klein dat je de volgorde met een korreltje zout moet nemen. Er had net zo goed een andere volgorde uit kunnen komen.

Literatuur

The European Commission. *Europeans' satisfaction with rail services. Flash Eurobarometer 382a: Europeans' satisfaction with rail services*, European Commission. Directorate-General for Communication, Brussels, 2015.

Jelke Bethlehem is expert op het gebied van steekproeven, vragenlijsten en weergave van onderzoeksresultaten. E-mail: mail@jelkebethlehem.nl



RWZ Homaschpolder, fotografie RWZ

Surveillance van infectieziekten in rioolwater

Van polio in de reformatorische gezindte naar landelijke surveillance van SARS-CoV-2

Rudolf F.H.J. van der Beek, Michiel van Boven, Auke Haver, Wouter A. Hetebrij, Erwin Nagelkerke, Sjors Stouten

Al sinds de 19de eeuw is het bekend dat infectieziekten zoals cholera, tyfus, dysenterie, hepatitis A, en polio kunnen worden verspreid via besmet drinkwater. In de jaren 80 en 90 van de 20ste eeuw heeft dit de basis gevormd van rioolwatersurveillance, vooral om poliovirus op te sporen in gemeentes met lage vaccinatiegraad. Sinds het begin van de SARS-CoV-2 pandemie staat sur-

veillance via rioolwater hernieuwd in de belangstelling. Hier bespreken we de geschiedenis van infectieziekten surveillance in rioolwater, het huidige programma gericht op SARS-CoV-2, en toekomstige ontwikkelingen. De nadruk ligt op statistische en modelmatige analyses van data die met rioolwatersurveillance worden gegenereerd.

Historie van rioolwatersurveillance

De moderne infectieziekten-epidemiologie vindt zijn oorsprong in de ontdekking van John Snow in 1854 dat de grote uitbraak van cholera in Londen gelinkt was aan besmet water van een waterpomp. Hoewel het niet direct mogelijk was om de bron te identificeren duurde dit niet lang en in 1865 werd de bacterie *Vibrio cholerae* geïdentificeerd als het etiologisch agens. Sindsdien is duidelijk geworden dat veel infectieziekten door bacteriën en virussen worden veroorzaakt, en dat verschillende ziektekiemen via water worden verspreid of in water kunnen worden aangetoond. Dit is in het bijzonder het geval voor de enterovirussen die zich vermenigvuldigen in het maag-darmstelsel en in grote aantallen via de ontlasting worden uitgescheiden. Het meest bekende voorbeeld is het poliovirus. Sinds 1962 worden kinderen in Nederland gevaccineerd tegen polio middels de Difterie-Kinkhoest-Tetanus-Polio (DKTP) vaccinatie, en is de verspreiding van polio sterk teruggelopen. Toch zijn er ook regelmatig uitbraken van polio gerapporteerd, meestal in bevolkingsrijke gemeentes met een relatief lage vaccinatiegraad. Omdat het poliovirus in de meeste mensen weinig of geen symptomen veroorzaakt, werden dergelijke uitbraken in het verleden pas ontdekt als er een kind met acute slappe verlamming werd opgenomen. Om toch zicht te houden op verspreiding van het poliovirus is in de jaren 80 en 90 van de vorige eeuw in verschillende landen surveillance via het rioolwater geïntroduceerd. In Nederland heeft deze monitoring zich toegespitst op gemeentes met een lage vaccinatiegraad, en heeft zich naast polio ook op mazelen gericht (Benschop e.a., 2017).

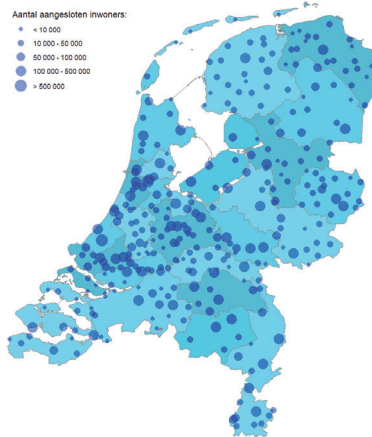
Het SARS-CoV-2 programma

Al vroeg in de SARS-CoV-2 pandemie werd bij het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) de potentie van het 'bruine goud' ingezet om het virus in de gaten te houden (Lodder en De Roda Husman, 2020) bij Schiphol en een beperkt aantal rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI's). In samenwerking met de 21 Nederlandse Waterschappen werd het programma snel uitgebreid. In september 2020 werd daarmee de Nationale Rioolwatersurveillance (NRS) een landelijk dekkend netwerk (Geubels e.a., 2023). De NRS omvat nu elk van de meer dan 300 Nederlandse RWZI's die publiek afvalwater verwerken (figuur 1). Hiermee wordt meer dan 99% van de Nederlandse huishoudens geïncludeerd in het onderzoek. Hoe een meting tot stand komt, staat weergegeven in figuur 2. Een monster van het onge-

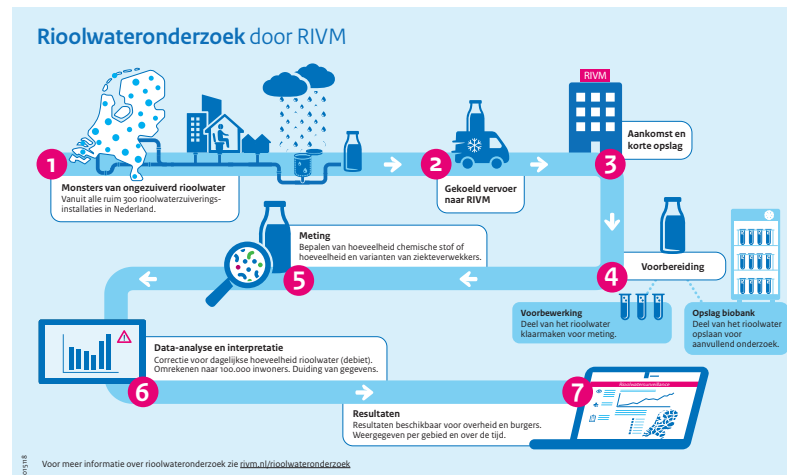
zuiverde binnenkomend rioolwater wordt over 24 uur automatisch verzameld. Na vervoer, voorbereiding en analyse van monsters op de aanwezigheid van het SARS-CoV-2 virus middels een PCR-test, wordt een correctie op de uitkomsten uitgevoerd door de hoeveelheid bemonsterd water en de hoeveelheid aangesloten inwoners op het verzorgingsgebied van de RWZI te verrekenen (van Leeuwen en CBS, 2022). De resulterende 'virusvracht', het aantal gemeten virusdeeltjes per 100.000 inwoners, wordt als open data gepubliceerd.

Zicht houden op het virus

Sinds september 2020 leveren alle RWZI's in Nederland elke week één tot vier keer per week een 24-uurs monster van het inkomende rioolwater. Deze monsters worden binnen enkele dagen geanalyseerd en vertaald naar een virusvracht. De data vertonen sterke variatie op zowel korte als lange termijn, en een eerste analyse is gericht op het wegfilteren van de ruis om zodoende trends te kunnen onderscheiden. Hiervoor is gebruik gemaakt van gepenaliseerde splines in een hiërarchische Bayesiaanse regressie (van Boven e.a., 2023). De resultaten laten duidelijke trends zien in de latente virusvrachten zowel op het niveau van de RWZI's als nationaal.



Figuur 1: Locatie en grootte van alle rioolwaterzuiveringsinstallaties in Nederland. De verschillende tinten blauw komen overeen met de 25 veiligheidsregio's.



Figuur 2: Stroomschema van de route die wordt afgelegd om met rioolwateronderzoek van afvalwater tot publieke data te komen (RIVM, 2024). Alle data zijn beschikbaar via https://data.rivm.nl/covid-19/COVID-19_rioolwaterdata.html.

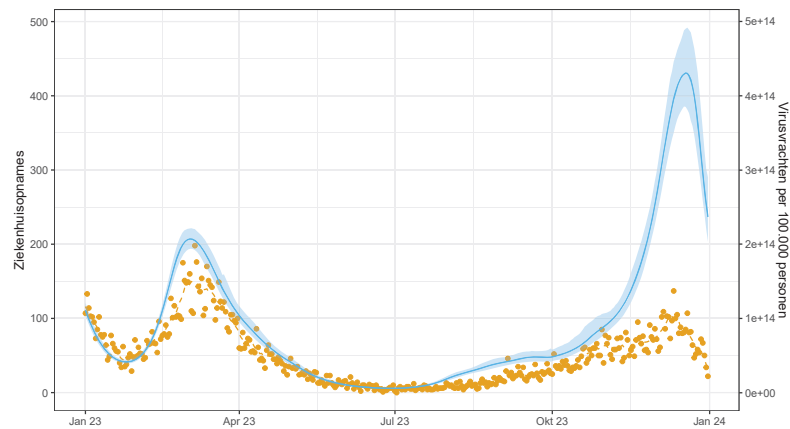
In een tweede analyse zijn de gemodelleerde latente virusvrachten vergeleken met andere indicatoren, zoals het aantal ziekenhuisopnames. Het is namelijk al eerder opgevallen, ook in internationaal onderzoek, dat er een sterke correlatie is tussen de landelijke virusvracht en het dagelijks aantal ziekenhuisopnames (figuur 3). Om deze analyses op een goede manier uit te kunnen voeren zijn eerst de virusvrachten op het niveau van de RWZI's vertaald naar het niveau van de gemeentes, het laagst beschikbare organisatieniveau van de ziekenhuisopnames. Het blijkt dat er op lokaal niveau een sterk verband is tussen de latente virusvrachten en de incidentie van ziekenhuisopnames (Hetebrink e.a., 2023). Een belangrijk voordeel van rioolwatersurveillance is dat een toename van SARS-CoV-2-circulatie op lokaal niveau in het rioolwater sneller kan worden geïdentificeerd dan aan de hand van ziekenhuisopnames omdat ziekenhuisopnames relatief zeldzaam zijn geworden. Ook blijkt het mogelijk om het effect van de latente virusvracht, vaccinatiegraad, en leeftijdsstructuur op het verwachte aantal ziekenhuisopnames goed te kwantificeren in een hiërarchische Poisson-regressie (Hetebrink e.a., 2023).

Hetzelfde virusmateriaal dat de NRS gebruikt om de virusvracht te duiden, wordt ook geanalyseerd om de aanwezigheid van verschillende virus-

varianten (zoals Alpha, Delta en Omikron) aan te tonen. Van deze varianten is bekend welke mutaties zij bevatten ten opzichte van elkaar en het oorspronkelijke SARS-CoV-2 genoom. Door middel van sequencing wordt de genetische opmaak van het virusmateriaal uitgelezen. Het resultaat is een collectie van sequenties. Het terugplaatsen van deze sequenties op het referentie genoom levert een lijst van mutaties op. De relatieve frequentie van individuele varianten wordt vervolgens gemodelleerd op basis van de frequentie van mutaties (Karthikeyan e.a., 2022). De variantfrequenties in het rioolwater zijn in Nederland erg vergelijkbaar met de patronen verkregen uit klinische tests (van der Drift e.a., 2023). Daarnaast geeft dit type onderzoek de mogelijkheid om zeldzame nieuwe varianten te detecteren die niet gevonden worden in klinische tests, bijvoorbeeld als gevolg van asymptomatische infecties of afkomstig uit dieprijke reservoirs (Smyth e.a., 2022; Haver e.a., 2023).

Monitoren met het reproductiegetal

Het effectieve reproductiegetal $R(t)$ is een veelgebruikte indicator om epidemieën te monitoren. De waarde van $R(t)$ geeft aan hoe snel een virus zich verspreidt op tijdstip t . Bij een $R(t)$ van 1 blijft het aantal



Figuur 3: De trend van de latente virusvrachten op landelijk niveau (blauwe lijn) met onzekerheid (blauwe vlak) komt goed overeen met de gerapporteerde ziektehuissopnames (oranje punten) en het 7-daags gemiddelde van de ziektehuissopnames (oranje gestippelde lijn). De ziektehuissopnames zijn verkregen via https://data.rivm.nl/covid-19/COVID-19_ziektehuissopnames.html.

besmettingen gemiddeld gelijk, terwijl een $R(t)$ groter (kleiner) dan 1 correspondeert met een stijging (daling) van de incidentie. $R(t)$ wordt berekend door een maat voor de incidentie, $I(t)$, te delen door een convolutie van $I(t)$ met de kansdichtheidsfunctie van het seriële interval $w(t)$ die de tijd weergeeft tussen de eerste ziektedag van geïnfecteerde personen en hun bron. De formule voor het effectieve reproductiegetal wordt gegeven door

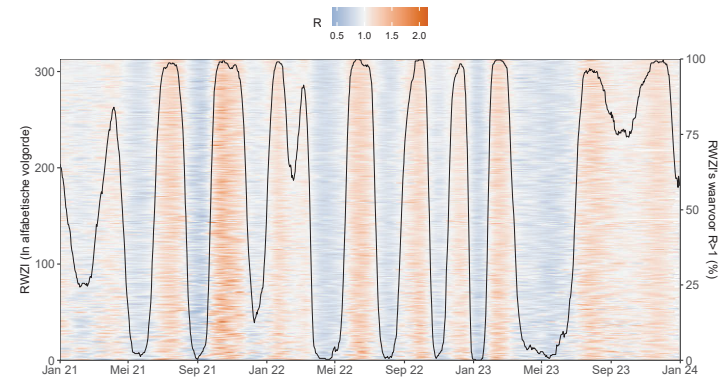
$$R(t) = \frac{I(t)}{\int_0^\infty w(\tau)(t-\tau)d\tau} \quad (1)$$

Een deconvolutie-methode kan gebruikt worden om $I(t)$ uit bovenstaande formule te schatten op basis van de virusvracht (Huisman e.a., 2022).

In de praktijk wordt het tijdsafhankelijke effectieve reductiegetal vaak simpelweg weergegeven met het symbool R ipv $R(t)$. Figuur 4 toont R per RWZI (linker y-as; oranje: $R > 1$; blauw: $R < 1$). De zwarte curve (rechter y-as) geeft het percentage RWZI's weer waarvoor $R > 1$. De SARS-CoV-2 golfpatronen laten zien dat het virus zich snel door het land verspreidt. Verder laat de figuur ook zien dat er een sterke mate van epidemiologische synchronisatie bestaat tussen de RWZI's.

Wat brengt de toekomst?

Naast surveillance van SARS-CoV-2 is er veel meer mogelijk met dit poepchique programma. Zo is bijvoorbeeld Monkeypoxvirus in de rioolwatermonsters gedetecteerd (de Jonge e.a., 2022). Daarnaast wordt er nu onderzocht of ook andere infectieziekten, zoals het influenzavirussen en het respiratoir syncytiaal virus (RSV), kunnen worden opgespoord in rioolwater. Vooral type A-influenzavirus en RSV leggen gedurende de winter doorgaans een behoorlijk beslag op de capaciteit van de intensive care units van ziekenhuizen. Mogelijk kunnen analyses van rioolwater, in samenhang met de bestaande respiratoire surveillance, beginnende infectiegolven tijdig opmerken op het moment dat de ziekenhuizen nog geen probleem ervaren. Naast de natuurlijke focus op infectieziekten, wordt er ook breder gekeken naar bijvoorbeeld leefstijlfactoren, medicijngebruik en mogelijke schadelijke stoffen zoals PFAS. Daarbij wordt er goed de grens in de gaten gehouden van wat wel en niet wenselijk is vanuit ethisch oogpunt. Een commissie met deelnemers vanuit de Unie van Waterschappen, het RIVM en onafhankelijke experts beoordeelt alle onderzoeksvoorstellen op ethische gronden (mag het), uitvoerbaarheid (kan het) en beleidsperspectief (heeft het zin).



Figuur 4: Het reproductiegetal, R , per RWZI (linker y-as) laat tijdsafhankelijke golfpatronen zien (blauw: $R < 1$, oranje: $R > 1$). De golfpatronen worden nog duidelijker zichtbaar door te kijken naar het percentage RWZI's waarvoor $R > 1$ (zwarte curve, rechter y-as).

Literatuur

- K. S. M. Benschop e.a. „Polio and Measles Down the Drain: Environmental Enterovirus Surveillance in the Netherlands, 2005 to 2015“. In: *Appl Environ Microbiol* 83.13 (jul 2017).
- E. F. de Jonge e.a. „The detection of monkeypox virus DNA in wastewater samples in the Netherlands“. In: *Science of The Total Environment* 852 (2022), p. 158265.
- E. L. P. E. Geubbels e.a. „The daily updated Dutch national database on COVID-19 epidemiology, vaccination and sewage surveillance“. In: *Sci Data* 10.1 (jul 2023), p. 469.
- A. Haver e.a. „Regional reemergence of a SARS-CoV-2 Delta lineage amid an Omicron wave detected by wastewater sequencing“. en. In: *Sci. Rep.* 13.1 (okt 2023), p. 17870.
- W. A. Hetebrij e.a. „Inferring hospital admissions from SARS-CoV-2 virus loads in wastewater in The Netherlands, August 2020 - February 2022“. In: *Sci Total Environ* 912 (nov 2023), p. 168703.
- J. S. Huisman e.a. „Wastewater-Based Estimation of the Effective Reproductive Number of SARS-CoV-2“. In: *Environ Health Perspect* 130.5 (mei 2022), p. 57011.
- S. Karthikeyan e.a. „Wastewater sequencing reveals early cryptic SARS-CoV-2 variant transmission“. In: *Nature* 609.7925 (jul 2022), p. 101-108.
- W. Lodder en A. M. De Roda Husman. „SARS-CoV-2 in wastewater: potential health risk, but also data source“. In: *The Lancet Gastroenterology & Hepatology* 5 (6 2020), p. 533-534.
- RIVM. *Rioolwateronderzoek aan het RIVM*. 2024. URL: <https://www.rivm.nl/rioolwateronderzoek>.
- D. S. Smyth e.a. „Tracking cryptic SARS-CoV-2 lineages detected in NYC wastewater“. en. In: *Nat. Commun.* 13.1 (feb 2022), p. 635.
- M. van Boven e.a. „Patterns of SARS-CoV-2 circulation revealed by a nationwide sewage surveillance programme, the Netherlands, August 2020 to February 2022“. In: *Euro Surveill* 28.25 (jun 2023).
- A.-M. van der Drift e.a. „Long-Term Wastewater Monitoring of SARS-CoV-2 Viral Loads and Variants at the Major International Passenger Hub Amsterdam Schiphol Airport: A Valuable Addition to COVID-19 Surveillance“. In: (2023).
- N. van Leeuwen en h. CBS. *Inwoners per rioolwaterzuiveringsinstallatie, 1-1-2022*. 2022.
- Rudolf F.H.J. van der Beek werkt als data-analist bij de Nationale Rioolwatersurveillance van het Centrum Infectieziektebestrijding van het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. E-mail: ruud.van.der.beek@rivm.nl
- Michiel van Boven is als infectieziekten modelleur verbonden aan het Centrum Infectieziektebestrijding van het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu en het Julius Centrum van het Universiteit Medisch Centrum Utrecht. E-mail: michiel.van.boven@rivm.nl
- Auke Haver werkt als bio-informaticus en PhD-kandidaat bij de Nationale Rioolwatersurveillance afdeling van het Centrum Infectieziektebestrijding van het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. E-mail: auke.haver@rivm.nl
- Wouter A. Hetebrij werkt als modelleur bij de Nationale Rioolwatersurveillance afdeling van het Centrum Infectieziektebestrijding van het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. E-mail: wouter.hetebrij@rivm.nl
- Erwin Nagelkerke werkt als statisticus bij de Nationale Rioolwatersurveillance van het Centrum Infectieziektebestrijding van het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. E-mail: erwin.nagelkerke@rivm.nl
- Sjors Stouten was werkzaam als modelleur bij de Nationale Rioolwatersurveillance afdeling van het Centrum Infectieziektebestrijding van het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu.



Ontgroenen

Veel omgevingen kennen een soort inwijdingsritueel, zoals het ontgroenen bij een studentencorps. Ik kwam het zelf tegen in het leger, waar ik begin jaren '60 mijn dienstplicht vervulde. Daar mocht je de eerste twee weken geen stropdas dragen en moest de bovenste knoop van het uniformjasje dicht. Zo zag iedereen dat je een 'oliebol' was en konden de oudere lichten je 'afknijpen'. En wie van u is in een laboratorium wel eens op zoek gestuurd naar de kwikmagneet?

Toen ik mei 1982 begon bij het Rekencentrum van de Landbouwhogeschool Wageningen dacht ik ook het slachtoffer te worden van zoiets. Ik kreeg van de secretaresse te horen dat ze voor de eerste dag al een afspraak had gemaakt met een onderzoeker die mij dringend wilde spreken. Hij had gehoord dat ik ervaring had met grote hoeveelheden gegevens en de verwerking daarvan en wilde graag mijn advies.

Het bleek om een onderzoek te gaan naar het beheer in een Afrikaans wildpark. Daar kwam een betrekkelijk zeldzaam soort antilope voor die hoofdzakelijk leefde van blaadjes van een bepaald soort struik. Men had het plan om meer van die struiken aan te planten op daarvoor geschikte plekken en zo de leefomstandigheden voor die antilope te optimaliseren waardoor de populatie zich kon uitbreiden. Dit was een typisch voorbeeld van de veelzijdigheid die het onderzoek in Wageningen kenmerkt en ik wilde er graag praktisch in meedenken.

De meer exacte wetenschappers van die tijd droegen vrijwel zonder uitzondering een tweedebert, die dingen waren erg handig vanwege de vele zakken waar je potloden, gummetjes, ponskaarten, notitieblaadjes, elastiekjes en andere noodzakelijke parafernalia in kon opbergen.

Ook deze onderzoeker voldeed aan dat stereo-

type beeld en haalde veel papier tevoorschijn uit de diverse uithoeken van zijn jasje. Ieder papiertje bevatte gegevens, zoals over de samenstelling van grondsoorten, de begroeiing, de hoeveelheid nutriënten van allerlei planten over de seizoenen heen, de waargenomen aantallen wilde dieren et cetera. Ik bekeek alles aandachtig maar kon geen grote lijn ontdekken. De gegevens kwamen uit verschillende bronnen, waren fragmentarisch en in verschillende seizoenen in verschillende gebieden op verschillende manieren verzameld. Zo had men bij de ene plant naar totaal andere nutriënten gekeken dan bij een andere plant. De vraag van de onderzoeker was simpel, dit moest allemaal in de computer worden gestopt. Een computer kon immers alles combineren en analyseren! Achteraf bezien had hij ruim 40 jaar geleden een soort AI-visioen.

De manier waarop dit gepresenteerd werd deed me achterdochtig worden. Dit kon toch niet serieus zijn? Was men bezig mij als nieuwe medewerker bij wijze van ontgroening op de eerste werkdag in het ootje te nemen? Ik besloot het spel mee te spelen en heb samen met de onderzoeker een plan van aanpak opgezet: breng eerst systematisch alle gegevens in beeld, formuleer een duidelijke hypothese en kijk welke gegevens je vervolgens nog nodig hebt om die hypothese te toetsen.

Tja, mijn vermoeden was onjuist bleek de volgende dag toen een hoogleraar me bedankte voor mijn inbreng. Dit was geen ontgroening geweest, maar gewoon een enigszins warhoofdige onderzoeker met een onbegrensd geloof in de wonderbaarlijke krachten van de computer. Het was tenslotte pas 1982, de PC moest nog op de markt komen, en van AI had nog niemand gehoord.

Gerrit Stermerdink is eindredacteur van STATOR.
E-mail: gstermerdink@hotmail.com



VVSOR

Letter from the president

On Thursday 21 March, we will host our next Annual Meeting. After a couple of years that were troubled by Covid-19, this meeting will be fully in-person again. For the first time in many years, the VVSOR's annual meeting will have both plenary keynote speakers as well as parallel sessions. Using this structure, we commit to the main objective of the meeting - organising an opportunity for all statisticians, OR-people and other data scientists in The Netherlands and beyond to meet and mingle, while at the same time acknowledging that statistics is a broad field and attendees have different research interests.

The day is organised at the same venue as the previous couple of years, 'In de Driehoek' in Utrecht. Besides two keynote speakers and three parallel sessions, we will also have the usual ingredients: the general assembly (ALV), and the ceremonies for the Willem van Zwet and Jan Hemelrijk Awards. We close the day with drinks, followed by a dinner at restaurant 'De Winkel van Sinkel'. During this dinner, the Young Statisticians will once again hold their famous pubquiz.

The annual meeting committee has succeeded in setting up a varied programme, with a diverse range of speakers. There are speakers from various fields in statistics and operations research; ranging from PhD-students to full professors, with affiliations at various academic institutions and industry. Kitty Berkhout-Van Kessel is the first keynote speaker. She will explain how FrieslandCampina employs AI to improve demand planning. The second keynote speaker is TUE's Ton de Kok, who will talk about supply chain networks with hidden hierarchies. In three

parallel sessions, six speakers talk about topics such as machine learning and data visualisation.

I'm very much looking forward to the day, and I hope you feel the same. Registration, via vvsor.nl, for the day costs 65 euro, which includes lunch and drinks. The conference dinner needs to be registered for separately (55 euro). Note that the dinner venue capacity is limited, so be sure to register as soon as possible. Thanks to generous sponsoring from LUXs, student members can sign up for the meeting and the dinner for a reduced price. I hope to see many of you in Utrecht in March!



Casper Albers
President VVSOR

Statistics & Operations Research for seeing the invisible



VVSOR Annual meeting
March 21, 2024

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

Thursday March 21, 2024

10:30 – 17:30

In de Driehoek

Willemsplantsoen 1 C, 3511 LA Utrecht

How can statistics and operations research help in seeing the invisible? Eight speakers will discuss how their research contributes to seeing the invisible, all of them with a different perspective on the topic and coming from an other field of study.

- Kitty Berkhout-van Kessel, MSc (FrieslandCampina)
- Prof. dr. Ton de Kok (TUE/ CWI)

Just like last year, this year's Annual Meeting will be at In de Driehoek in Utrecht. We will have a general assembly for members, followed by the actual event with two keynote speakers, three parallel sessions and two award presentations. The AM 2024 will be in English.

Attending the meeting at In de Driehoek (including drinks and lunch) costs 65 euro. Reduced price for students: 30 euro. Additional registration is required for dinner and pubquiz at De Winkel van Sinkel.

Please register on the vvsor-website
<https://www.vvsor.nl/vvsor-annual-meeting>

DATE

Thursday, March 21, 2024

VENUE

In de Driehoek, Willemsplantsoen 1C, 3511 LA Utrecht

REGISTRATION

Registration for the conference is mandatory at <https://www.vvsor.nl/vvsor-annual-meeting>. Detailed information can be found on our website.

LANGUAGE

The talks at the annual meeting will be in English.

ALGEMENE LEDENVERGADERING (ALV)

The Annual General Meeting of members (ALV) takes place on March 21, 10:30 – 11:15. The relevant documents will be e-mailed two weeks before the meeting.

SNACKS AND DRINKS

Lunch and drinks during the breaks will be provided.

DINNER WITH PUBQUIZ

Dinner at De Winkel van Sinkel, Utrecht. The pubquiz will be organized by the Young Statisticians.

ORGANIZING COMMITTEE

The annual meeting is organized by a special committee in cooperation with the board of the VVSOR. For questions, contact the organizers by email at annualmeeting@vvsor.nl.

**PLEASE REGISTER BEFORE
MARCH 16**

10:00 - 10:30	Registration + coffee & tea
10:30 - 11:15	ALV, General Assembly (members only)
11:15 - 11:30	Break with coffee & tea
11:30 - 11:40	Prof. dr. Casper Albers Welcome & Opening of the AM 2024
11:40 - 12:30	Demand planning taken over by AI system, how to handle this new colleague Kitty Berkhout-van Kessel, MSc FrieslandCampina
12:30 - 13:15	Lunch at In de Driehoek
13:15 - 13:40	Parallel session 1
13:40 - 13:45	Short break
13:45 - 14:10	Parallel session 2
14:10 - 14:15	Short break
14:15 - 14:40	Parallel session 3
14:40 - 14:55	Break with coffee & tea
14:55 - 15:40	Ceremony of the Willem R. van Zwet Award and the Jan Hemelrijk Award Prize winners will be presented by the juries, followed by a short presentation by the laureates
15:40 - 16:30	Supply Chains: networks with hidden hierarchies Prof. dr. Ton de Kok Eindhoven University of Technology/ Research institute for mathematics and computer science in the Netherlands (CWI)
16:30 - 16:45	Wrap up & Finish
16:45 - 17:30	Drinks at In de Driehoek
18:00 - 21:00	Dinner + Pubquiz at De Winkel van Sinkel (extra registration required, walk-in from 17.30)

Keynote speaker 1

11:40 - 12:30

Demand planning taken over by AI system, how to handle this new colleague

Kitty Berkhout-van Kessel, MSc
FrieslandCampina

At FrieslandCampina Professional Kitty is involved in the implementation of a new planning tool OMP. Value drivers behind this initiative are improvement on KPIs like forecast accuracy and service level while reducing safety stock and waste. Besides a planner productivity improvement in both demand and supply planning is expected.

The demand planning team is responsible for forecasting and thorough analysis of deviations to provide input for customer conversations to sales. Today these analysis are based on actual sales volumes, quotes, contracts and qualitative information from account managers. With the implementation of OMP an AI solution will be introduced and a central demand planning team is installed to advise on the use of mathematics models like demand sensing and statistical forecasting. This new planning tool requires a mindset change for demand planning and her stakeholders: to trust on the maths and convince business partners in sales and supply planning on their forecast accuracy while also taking actual market dynamics and sales experience into account.

Kitty Berkhout-van Kessel, MSc is Demand Manager at FrieslandCampina Professional. Before joining Professional Kitty worked for several other business groups within FrieslandCampina and in various Customer Supply Chain management positions. She started her career in business consultancy at Atos and Coppa and afterwards worked for Nutreco in logistics and product management roles. Kitty studied Business Economics at Tilburg University.
Email: Kitty.Berkhout@frieslandcampina.com

Keynote speaker 2

15:40 - 16:30

Supply Chains: networks with hidden hierarchies

Prof. dr. Ton de Kok

*TU Eindhoven, School of Industrial Engineering /
Research institute for mathematics and computer
science in the Netherlands (CWI)*

The COVID-19 pandemic brought many supply chains to a standstill. From one day to the other companies did not know if they could ship their products to their markets and if their suppliers could ship components needed for processing. Supply Chain disruptions draw the attention of many researchers. In 2005 we reported on the success of operational Collaborative Planning (CP) at Philips Semiconductors with their customers and customers' customers. CP functionality enabled to deal with supply chain disruptions due to innovations in this high-tech high-volume supply chain.

The so-called Synchronized Base Stock (SBS) policy underlying the tool enabling immediate analysis of disruption consequences is based on hidden hierarchical structures in the seemingly unstructured networks that constitute real-life supply chains. These hierarchical structures are divergent so-called decision node structures that are derived from the incidence relationships between items and the lead times of items.

The decision node structures enable the derivation of close-to-optimal SBS policies that so far outperform alternative policies proposed in literature. Case studies over a twenty-year period show the empirical validity of performance analysis under SBS policies. Thus, SBS policies hold a promise for dealing with future supply chain disruptions.

Prof. dr. Ton de Kok has been a full professor at the School of Industrial Engineering of TU Eindhoven from 1992. His main interest is stochastic processes as these emerge in real-life production and service systems, and supply chains. From 2020 he is director of CWI.
Email: ton.de.kok@cwi.nl

Parallel session 1

13:15 - 13:40

The Abuse of Statistical Inference in Machine Learning: What is the Inference about?

Dr. Stéphanie M. van den Berg
University of Twente

In the machine learning literature, new methods are devised and tested all the time. To prove their worth, newly proposed methods are compared with the current state of the art using a statistical test, usually along the following lines: a given data set is trained using the new method using various subsets of the data, after which predictions on hold-out data are used to measure performance. For example, with k-fold cross-validation, one obtains k Root Mean Square Errors (RMSEs) for the new method, and k RMSEs for the state-of-the-art method. A statistical test is then used to determine whether the performance based on the new method is significantly better than the performance based on the state-of-the-art, that is, whether the average RMSE is lower for the new method. Instead of k-fold cross-validation, other kinds of taking subsamples are also often applied, such as taking random subsamples, with or without replacement, but the overall logic is the same, usually applying some sort of t-test. There are a couple of well-known problems with this t-test approach in cross-validation. However, we argue that the exercise of using a statistical test in and of itself is not valid, at least not as it is usually done, because it is not at all clear what population the test refers to.

Dr. Stéphanie M. van den Berg has a PhD in psychology with extensive experience in data analytics and heads the CODE department at the University of Twente and leads the Behavioural Data Science Incubator at the faculty of BMS. She is also chair of the Statistics Education section of the VWSOR.
Email: Stephanie.vandenBerg@utwente.nl
Maryam Amir Haeri has an MSc in Computer Engineering and a PhD in Artificial Intelligence. She is currently an assistant professor at the department of CODE, University of Twente, where she teaches data science to social science students. Her research is on developing machine learning methods for challenging data sets in the health domain.
Email: M.amirhaeri@utwente.nl

Parallel session 1

13:15 - 13:40

Optimizing emergency supply pre-positioning and nutrition allocation

Ronald van der Velden, MSc
GUROBI Optimization

The Invisible – The ones that you don't normally see as well-predicted demand in your daily supply chain puzzle. The ones that don't respond to your well-optimized marketing campaigns. The ones that don't take our well-organized public transport. Still these people – millions of them – can benefit from mathematical optimization.

In this talk we will look at two interesting applications of operations research techniques to emergency relief planning. In this context, planners typically look at allocating emergency relief goods either to warehouses (before disasters have taken place) or regions with actual demand.

In the first case, we look at pre-allocating disaster relief material to warehouses in countries that are likely to need them. Individual organizations used to build up inventory independently. By modelling combined inventory in a two-stage linear program, logistics metrics can be defined that show the value of moving existing inventory between warehouses, as well as adding inventory to the overall system capacity.

The second case focuses on distributing emergency nutrition from producers and warehouses worldwide, to countries with an actual, severe food crises. By periodically solving an extended version of an assignment problem, lead times can be minimized which is a crucial performance indicator when delivering nutrition one week earlier makes the difference between life and death.

Ronald van der Velden, MSc is a technical account manager at Gurobi, helping teams around the world get started with mathematical optimization and the Gurobi solver. He studied Operations Research in Rotterdam and previously implemented advanced planning solutions as a consultant with Quintiq.
Email: vandervelden@gurobi.com

Parallel session 2

13:45 - 14:10

The impact of finite-sample bias in multiple-recapture estimation and a new correction method

Daan Zult, MSc
Statistics Netherlands

If part of a population is hidden but two or more samples are available that each cover parts of this population, multiple-recapture estimation can be applied to estimate the total size of this population. At Statistics Netherlands, such a partly observed population may, for example, be the number of people residing in the Netherlands or the number of homeless people in the Netherlands. However, it is known that multiple-recapture estimates suffer from finite-sample bias, which can be substantial in the case of a small sample or a small (sub-)population size. This problem was recognised by Chapman (1951), who derived an estimator that is corrected for bias. Unfortunately, his estimator can only be applied in case of two samples, while in practice often more than two samples are needed to obtain accurate estimates. Therefore, we developed a generalized Chapman-estimator, which is new and can be used with any number of samples. We show in a Monte Carlo experiment that this new estimator shows hardly any bias and performs much better than competing bias-reduced estimators. Finally, a real data example on homelessness in the Netherlands shows that it can make a substantial difference in practice.

Daan Zult, MSc has a background in econometrics and psychometrics, and for the past twelve years worked on various topics at Statistics Netherlands. One of these topics concerns the issue of partly unobserved populations, for which he developed a number of methodological improvements. Further details on the method are available in the paper that is available here: <https://arxiv.org/abs/2311.01297>.
Email: db.zult@cbs.nl.

Parallel session 2

13:45 - 14:10

AI and the Future of Work in Analytics

Dr. Inez Maria Zwetsloot
Department of Business Analytics, University of Amsterdam

Generative AI applications such as ChatGPT, GitHub Copilot, Bard, Midjourney, and others have created worldwide buzz and excitement due to their ease of use, broad utility, and perceived capabilities. This talk will introduce two projects both first attempts to understand the impact of ChatGPT on analytics.

In the first part, I will introduce ChatSQC, an innovative chatbot system that combines the power of OpenAI's Large Language Models (LLM) with a specific knowledge base in Statistical Quality Control (SQC). Our research focuses on enhancing LLMs using specific SQC references, shedding light on how data preprocessing parameters and LLM selection impact the quality of generated responses.

In the second part, I will share ongoing work focused on defining quality metrics to evaluate Generative AI's analytics capabilities. Currently, Generative AI systems are evaluated mainly in designing and training the LLM models that generate output in various forms depending on the user's request. The models are not, however, universally evaluated based on the quality of the output in terms of the output's fitness for use by the user. We therefore define user oriented quality metrics and evaluate, from a user perspective, the LLMs generated output in a variety of analytics tasks.

Dr. Inez Maria Zwetsloot is an assistant professor in the Department of Business Analytics, University of Amsterdam. Her research interests include statistical process monitoring, network analysis, outlier detection, data science and statistical engineering. She received the Feigenbaum Medal (2022) from ASQ and the young statistician award from ENBIS (2021). She is a member of the board of ISEA, the International Statistical Engineering Association.
Email: i.m.zwetsloot@uva.nl

Parallel session 3

14:15 - 14:40

Data visualization for incomplete datasets in R

Hanne Oberman, MSc
Utrecht University

In many data analysis efforts, missing data are conveniently ignored. With default settings such as 'list-wise deletion' in analysis software, analysts need not even bother with the ubiquitous problem of incomplete data. I argue that this is wasteful: not only can missing data bias analysis results if not addressed well, but moreover, missing data can provide valuable insights into the phenomena of interest.

The visualization of incomplete data can uncover associations and intricacies between variables that may otherwise go overlooked. Which, in turn, can be leveraged in amending the missingness by means of imputation. The R package `ggmice` aids data analysts in exploring the missing parts of their data. In this presentation, I will showcase the use and usefulness of a data visualization workflow for incomplete datasets in R.

Hanne Oberman, MSc is a PhD candidate at Utrecht University, working on computational evaluation and data visualization in the Missing Data research group. She has developed the R package `ggmice` which facilitates data analysts in the exploration, evaluation, and imputation of incomplete data.
Email: h.i.oberman@uu.nl

Parallel session 3

14:15 - 14:40

Appointment Scheduling with Updates

Dr. Alex Kuiper
Amsterdam Business School, University of Amsterdam

Traditionally, appointment schedules have been determined by minimizing a specific cost function consisting of clients' waiting times, server idling, and overtime. This intra-day problem is nearly always studied in a static sense because no further updates are given once a schedule is announced. However, technological advancements have opened up the possibility of communicating with upcoming clients during the day. Using such channels allows for updating appointment schedules on the fly. Yet, while the potential savings are clear, overly trying to control the session by sending many updates may be unrealistic in practice and cause client confusion and frustration. Therefore, two main research questions are studied to make interventions effective: how many updates and at what times updates should ideally be sent. For this purpose, the classical static appointment schedule is extended to a dynamic setting.

Under stochastic service times and no-shows, various practical considerations are incorporated in a dynamic scheduling framework with sending updates, including a grace period in which no updates are allowed to account for clients already underway. We find that the new schedules start more condensed to combat idle time and that already, with one or several updates, extreme waiting scenarios are largely averted. By rescheduling, the scheduler takes over control of a running session, and we find that updates should be equally spread to be most effective. The experiments further indicate that the costs are decreasing and convex in the number of rescheduling moments.

Dr. Alex Kuiper is an Associate Professor in the Department of Business Analytics at the Amsterdam Business School of the University of Amsterdam and a senior consultant at the Institute for Business and Industrial Statistics of the University of Amsterdam. In 2013, he received a double MSc in Stochastics & Financial Mathematics and Econometrics, and completed his Ph.D. in Operations Research at the University of Amsterdam in 2016. His current research includes various topics, such as operations improvement, logistics, and healthcare optimization. Joint work with Roshan Mahes MSc.
Email: A.Kuiper@uva.nl



Peilingpraktijken

De peilers deden het goed bij de verkiezingen (behalve dan voor de PVV)

Jelke Bethlehem

Op 22 november 2023 waren er verkiezingen voor de Tweede Kamer. Het waren spannende verkiezingen, want verschillende partijen scoorden goed in de peilingen tijdens de verkiezingscampagne, en konden daarom wel eens de grootste partij worden. Het ging vooral om de VVD van Dilan Yesilgöz, de combinatie GroenLinks/PvdA van Frans Timmermans, de PVV van Geert Wilders, de BBB van Caroline van der Plas en de NSC van Pieter Omtzigt.

Peilingen vlak voor de verkiezingen

Tijdens de laatste week van de verkiezingscampagne werd er volop gepeild. Die peilingen waren niet stabiel. Daarom bleef het spannend welke partij de

grootste zou gaan worden. Tabel 1 geeft een overzicht van de uitkomsten (in aantallen zetels) van die peilingen (in de laatste week).

In de tabel kun je enkele trends onderscheiden: de schattingen voor GroenLinks/PvdA stijgen van 23 naar 28 zetels, de PVV stijgt enorm van 17 naar 29 zetels en de NSC daalt van 26 naar 19 zetels. De al eerder ingezette daling van de BBB zet zich voort: de schattingen dalen van 9 naar 6 zetels.

In de tabel staan ook de omvang van de steekproeven vermeld. In veel gevallen liggen die zo rondom de 2000 personen. Dat is een goede omvang voor een steekproef. Deze aanpak leidt tot uitkomsten waarvan de onzekerheidsmarges niet boven de drie zetels uitkomen.

Tabel 1: Peilingen in de laatste week van de verkiezingscampagne.

Peiler	Datum	Steekproef	VVD	GL/PvdA	PVV	BBB	NSC
EenVandaag	14 nov	2052	28	23	17	9	26
I&O Research	15 nov	1811	27	23	20	8	25
De Hond	18 nov	7000	26	23	26	7	23
I&O Research	20 nov	2014	27	27	26	6	21
I&O Research	21 nov	2076	27	27	28	5	21
EenVandaag	21 nov	2260	29	24	27	6	19
De Hond	21 nov	6000	26	28	29	6	19
Exitpoll	22 nov		24	25	35	7	20
Verkiezingen	22 nov		24	25	37	7	20

Merk op dat de drie onderste peilingen in de tabel op dezelfde dag (21 november 2023) zijn gehouden. Je zou daarom verwachten dat de uitkomsten van die drie peilingen op elkaar lijken. Je meet immers hetzelfde op hetzelfde tijdstip. Inderdaad kun je constateren dat de scores nooit meer dan drie zetels verschillen. De verschillen vallen dus binnen de onzekerheidsmarges van de peilingen. Er zijn dus geen significante verschillen tussen de peilers. Ze meten alle drie hetzelfde.

Op grond van deze gegevens moet je vaststellen dat de schattingen voor de VVD, de GL/PvdA en de PVV erg dicht bij elkaar liggen. Je kunt dus concluderen dat er sprake is van een nek-aan-nek-race tussen deze drie partijen.

De exitpoll

Op de dag van de verkiezingen werd ook een exitpoll georganiseerd door de peiler Ipsos. Bij een exitpoll wordt aan de stemmers in een steekproef van stem-

bureaus gevraagd op welke partij ze zojuist hebben gestemd. Dat maakt het mogelijk om meteen na het sluiten van de stembureaus (21:00 uur) met een eerste prognose te komen.

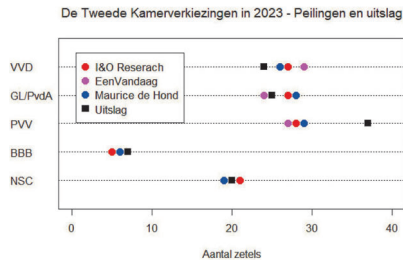
Bij de verkiezingen op 22 november 2023 werden in een steekproef van 62 stembureaus in totaal 40.000 mensen geselecteerd. Exitpolls zijn meestal erg nauwkeurig. Dat is hier ook het geval. Vergelijk hiervoor de laatste twee rijen in tabel 1. Alleen voor de PVV is er sprake van een kleine afwijking.

Hoe goed deden de peilers het? In tabel 2 vergelijken we de uitkomsten van de laatste drie peilingen met de werkelijke uitslag van de verkiezingen. De blauwe en rode cijfers geven aan hoe groot de afwijkingen zijn tussen de peilingen en de werkelijke uitslag. Voor de blauwe cijfers vallen de uitkomsten van de peilingen te hoog uit, en voor de rode cijfers zijn ze te laag.

De onzekerheidsmarges zijn hier om en nabij de drie zetels. Dat betekent dat veel verschillen in de tabel binnen de onzekerheidsmarges liggen, en dus

Tabel 2: Verschillen tussen de peilingen en de echte uitslag.

Peiler	VVD	GL/PvdA	PVV	BBB	NSC
I&O Research	27	27	28	5	21
Verschil	+3	+2	-9	-2	+1
EenVandaag	29	24	27	6	19
Verschil	+5	-1	-10	-1	-1
De Hond	26	28	29	6	19
Verschil	+2	+3	-8	-1	-1
Verkiezingen	24	25	37	7	20



Figuur 1: Vergelijking voor de peilingen voor de Tweede Kamerverkiezingen in 2023.

dat er geen sprake is van significante verschillen. Het is allemaal ruis van de steekproef.

Wat is er mis met de PVV?

Bij één partij gaat het wel mis, en dat is de PVV. Als je alle informatie over de PVV bij elkaar bekijkt, dan moet je concluderen dat de PVV ongrijpbaar was voor de peilers. Ze waren niet in staat de plotselinge, grote winst van de PVV te voorspellen. Je kunt je afvragen wat de verklaring is van deze misser. Er zijn diverse verklaringen denkbaar. Hier zijn twee mogelijke verklaringen:

- Een eerste verklaring zou kunnen zijn dat er na de peilingen nog iets gebeurd is wat veel mensen van mening heeft doen veranderen (een 'Late Swing'). Deskundigen wijzen op de uitspraken van Dilan Yeşilgöz van de VVD dat die partij misschien wel wil samenwerken met de PVV, terwijl dat eerder een 'no-go area' was.
- Een tweede verklaring zou een 'Shy Wilders Factor' kunnen zijn: de kiezers durven in de peilingen niet aan te geven dat ze bij de verkiezingen op de PVV gaan stemmen. Dus zeggen ze in een peiling iets anders. Een dergelijk effect is bijvoorbeeld aangetoond bij de Britse verkiezingen ('Shy Tory Factor'). Nader onderzoek zal moet uitwijzen of een dergelijk effect zich ook bij de Nederlandse peilingen kan voordoen.

Overigens is dit niet de eerste keer dat het gedrag van de kiezers het de peilers moeilijk maakt. Bij de Tweede Kamerverkiezingen op 15 maart 2017 ging het mis bij de VVD. Die partij kreeg uiteindelijk veel meer zetels dan de peilers voorspelden.

Conclusie

Grafieken zijn vaak inzichtelijker dan tabellen. Daarom geven we hieronder een grafische samenvatting van de vergelijking van de peilingen met de werkelijke uitslag van de verkiezingen. Dat doen we in de vorm van een dotplot. Zie hiervoor figuur 1.

De horizontale stippellijnen stellen de verschillende politieke partijen voor. De gekleurde balletjes op de stippellijnen geven de scores (in zetels) aan voor de partijen. Merk op dat bij de BBB en de NSC de paarse balletjes van EenVandaag ontbreken. Dat komt omdat ze overlappen met de blauwe balletjes van Maurice de Hond. Daardoor zijn ze niet zichtbaar. De zwarte vierkantjes geven de werkelijke verkiezingsuitslag weer.

We kunnen uit deze grafiek de conclusie trekken dat de prognoses van de peilers heel dicht bij elkaar in de buurt liggen. Er zijn dus geen grote verschillen tussen de peilers. Een tweede conclusie is dat de prognoses van de peilers dicht in de buurt van de werkelijke uitslag liggen. De peilers waarin dus goed in staat de uitslag te voorspellen.

Zoals al eerder gemeld, is er iets niet goed gegaan bij het schatten van het aantal zetels voor de PVV. De PVV is een uitschieter. De PVV kreeg in werkelijkheid veel meer zetels (37) dan voorspeld door de peilers (hooguit 29 zetels). Nader onderzoek zal moeten uitwijzen wat hier nu precies is gebeurd.

Jelke Bethlehem is expert op het gebied van steekproeven, vragenlijsten en weergave van onderzoeksresultaten.
E-mail: mail@jelkebethlehem.nl



Beeld van Blaise Pascal in het Louvre in Parijs. Foto: Yania Teollio - Wikimedia Commons

400 jaar Pascal en de speltheoretische benadering van kansen

Rianne de Heide

Het was vorig jaar 400 jaar geleden dat Blaise Pascal werd geboren. Hoewel hij strikt genomen niet met statistiek bezighield – ik zou zeggen dat het veld pas een ruime honderd jaar bestaat – zijn verschillende van zijn ideeën heel invloedrijk geweest in hoe we denken over kansen. Het denken over kansen is overigens ook iets dat betrekkelijk laat in de geschiedenis zijn intrede deed. Ondanks dat dobbelen een van de oudste tijdverdrijven was, begon men pas halverwege de zeventiende eeuw – de tijd van Pascal – hierover serieus na te denken, en het was toen al tweeledig: als geloofsgraden ('degrees of

belief) enerzijds, en anderzijds als een frequentie van een lange reeks gebeurtenissen geproduceerd door een bepaald instrument, zoals een dobbelsteen. Daarnaast dacht Pascal over kansen voortkomend uit het gokken, een speltheoretische interpretatie die centraal staat in het vakgebied dat de laatste jaren een enorme vlucht heeft genomen en waar ik zelf aan werk: hypothesetoetsen met e-waardes (Shafer, 2021; Grünwald, De Heide en Koolen, 2024). In dit artikel wil ik u meenemen in een paar van deze eerste ideeën van Pascal en zijn correspondenten.

Poisson schreef in 1837 ((Poisson, 1837), de eerste zin op de eerste pagina; mijn vertaling):

Een probleem met betrekking tot kansspelen, aan een sobere jansenist¹ voorgesteld door een man van de wereld, was de oorsprong van de waarschijnlijkheidsrekening.

Poisson verwijst hier naar een probleem in een briefwisseling tussen Pascal en Fermat (Hacking, 2006, p60), en schrijft het ontstaan van de kansrekening hieraan toe, niet geheel onterecht, want hoewel noch de problemen in de briefwisseling nieuw waren, noch geen andere problemen in eerdere jaren waren voorgesteld en opgelost, de briefwisseling zette de standaard voor een hele nieuwe vorm van rekenen met kansen. De problemen in de briefwisseling inspireerden Huygens tot het schrijven van *De Ratiociniis in Ludo Aleae* (1657) (Hacking, 2006, p57). De 'man van de wereld' die het probleem aan Pascal voorstelde was Antoine Gombaud, 'Chevalier de Méré' – lees meer over hem en de kringen waar Pascal zich in begaf in het fantastische boek *The emergence of probability* van Ian Hacking, (Hacking, 2006).

Het probleem dat Pascal dacht te hebben opgelost, wat anderen nog niet gelukt was, noemde hij in het Frans *faire les parties des jeux* (sic), sinds de 18^e eeuw *le problème des partis* genoemd, oftewel: het probleem van het verdelen van de inzet van een spel wanneer het voortijdig wordt gestopt. Om precies te zijn: we spelen een spel in meerdere ronden met twee spelers die evenveel kans hebben om te winnen (iedere ronde is bijvoorbeeld het opgooien van een eerlijke munt), en de winnaar is de eerste die een bepaald aantal rondes wint. De winnaar krijgt de hele pot. Stel nu dat het spel onderbroken wordt voordat een van de spelers heeft gewonnen. Hoe de pot te verdelen? Beschouw het volgende voorbeeld (Shafer, 2019):

Spelers A en B hebben ieder 32 gouden munten ingezet. Speler A moet nog 1 ronde winnen om het spel te winnen, speler B moet nog twee rondes winnen om het spel te winnen. Als er nog één ronde zou worden gespeeld zou de verdeling helder zijn:

- Als speler A wint, krijgt hij de hele pot van 64 munten.
- Als speler B wint, staan de spelers op gelijke hoogte en wordt de pot uniform verdeeld: iedere speler krijgt 32 munten.

Speler A is dus zeker van ten minste 32 munten, en heeft 50% kans om de overige 32 munten wel of niet te winnen. Pascal redeneert dat speler A daarom de

eerste 32 munten kan claimen en recht heeft op de helft van de tweede 32 munten, in totaal dus 48 munten, waarna er 16 overblijven voor speler B. Pascal redeneert vervolgens in detail hoe we dit probleem voor iedere combinatie van nog te winnen rondes kunnen oplossen, en laat zien hoe deze antwoorden eenvoudiger te verkrijgen zijn door zijn driehoek te gebruiken. Fermat gebruikte een andere methode: hij veronderstelde dat er nog twee rondes zouden worden gespeeld, onafhankelijk van de uitkomst van de eerste, waarna de vier even waarschijnlijke uitkomsten waren:

- Speler A wint de eerste ronde, speler B wint de tweede ronde
- Speler A wint de eerste ronde, speler B wint de tweede ronde
- Speler B wint de eerste ronde, speler A wint de tweede ronde
- Speler B wint de eerste ronde, speler A wint de tweede ronde

Omdat speler A in 3 van de vier bovenstaande mogelijkheden het spel wint, heeft hij recht op $3/4^e$ van de inzet, dus 48 munten.

Zowel Fermat als Pascal hebben niet gepubliceerd over hun werk op het gebied van kansen, maar hun werk kreeg bekendheid door dat van Christiaan Huygens (1629-1695). Huygens schreef een (deel van een) boek over rekenen met kansen, in het Nederlands in 1656 (verschenen in 1660), genaamd *Rekeningh in spelen van geluck*, en Van Schooten vertaalde het in het Latijn, wat in 1657 verscheen. De eerste zin luidt:

Alhoewel in de spelen, daer alleen het geval plaets heeft, de uytkomsten onsecker zijn, soo heeft nochtans de kansse, die yemandt heeft om te winnen of te verliezen, haere seeckere bepaling.

Huygens verdiepte hierin de argumentatie van Pascal, maakte het nog meer speltheoretisch, door het principe dat de beide spelers evenveel kans hadden om te winnen niet aan te nemen, maar te relateren aan een bereidheid van beiden om op gelijke voet te spelen (iets wat we een paar eeuwen later bij De Finetti weer tegenkomen).

Pascal's en Huygens' speltheoretische fundamenteen voor het rekenen met kansen verdwenen echter snel, onder invloed van de methode van combinaties (die van Fermat) en het denken in relatieve frequenties, onder invloed van Huygens' opvolgers in het vakgebied als Montmort, De Moivre en Bernoulli (Shafer, 2019).

In de 20^e eeuw werd kansrekening een volwassen deelgebied van de wiskunde. Deze wiskunde kan echter op twee verschillende manieren worden opgebouwd: via de welbekende maattheoretische aanpak – wat neerkomt op een abstracte vorm van het tellen van kansen – maar er is ook een speltheoretische opzet: zie het boek *Game-theoretic foundations for probability and finance* van Shafer en Vovk (Shafer en Vovk, 2019). In het kort: waar stellingen in de maattheoretische aanpak stellen dat basale kansen benaderd worden door frequenties met hoge kans, stellen die in de speltheoretische aanpak dat een speler een strategie heeft die zijn het kapitaal met een grote factor vermenigvuldigt dat hij riskeert als de benadering mislukt (Shafer, 2019). In het voornoemde boek worden met deze strategische opzet in de eerste hoofdstukken allerlei bekende, belangrijke stellingen (zoals de wetten van de grote aantallen) bewezen zonder maattheorie.

Voetnoten

1) Het jansenisme was een religieuze en politieke beweging in de 17^e en 18^e eeuw waarin Pascal, naast wiskundige en filosoof ook theoloog een belangrijke rol in speelde. Buiten de wiskunde is Pascal vooral bekend om zijn pragmatische godsbewijs.

Literatuur

P. Grünwald, R. De Heide en W. Koolen. „Safe Testing”. In: *Journal of the Royal Statistical Society Series B* (2024). Forthcoming discussion paper.

I. Hacking. *The Emergence of Probability: A Philosophical Study of Early Ideas about Probability, Induction and Statistical Inference*. Cambridge University Press, 2006.

S. Poisson. *Recherches sur la probabilité des jugements en matière criminelle et en matière civile: précédées des règles générales du calcul des probabilités*. 1837.

G. Shafer. „Pascal's and Huygens's Game-Theoretic Foundations for Probability”. In: *Sartonia* 32 (2019). p.9, p. 117–145.

G. Shafer. „Testing by Betting: A Strategy for Statistical and Scientific Communication”. In: *Journal of the Royal Statistical Society Series A: Statistics in Society* 184.2 (2021), p. 407–431.

G. Shafer en V. Vovk. *Game-theoretic Foundations for Probability and Finance*. John Wiley & Sons, 2019.

Rianne de Heide is assistent professor in de wiskunde aan de Vrije Universiteit Amsterdam, <https://riannedeheide.github.io>. De in haar proefschrift ontwikkelde methodologie voor 'safe testing' werd het onderwerp van een 'Discussion Meeting' van de Royal Statistical Society in Londen op 24 januari 2024.

Nederlandse finalist Franz Edelman award

Transvision, CQM en Geodan zijn gezamenlijk finalist voor de Franz Edelman award 2024. Zij ontwikkelden een analytische oplossing om mobiliteit voor ouderen en gehandicapte burgers te verbeteren. Deze burgers komen in aanmerking voor gesubsidieerde taxiriten en maken duizenden langeafstandsritten per dag. Het optimaliseren van deze dagelijkse planning was een grote uitdaging die sinds 2020 zeer succesvol in de praktijk wordt gebracht.

Nederland heeft historisch gezien al een groot aantal Edelman awards binnengesleept: in 2008 ging dat over roosteren voor de spoorwegen, in 2012 over expressdiensten en in 2013 over dijken en overstromingsgevaar.

Met de Franz Edelman award erkent INFORMS sinds 1972 organisaties die opmerkelijke bijdragen hebben geleverd aan het gebruik van OR om een positieve impact te hebben op kostenbesparingen en maatschappelijke vraagstukken.

De winnaar van dit jaar wordt tijdens het congres in Orlando, half april, bekendgemaakt.

STAtOR wenst Transvision, CQM en Geodan veel succes!

NATO Operations Research and Analysis (OR&A) Service Award voor Ana Isabel Barros

Dr. Ana Isabel Barros heeft de prestigieuze NATO Operations Research and Analysis (OR&A) Service Award ontvangen, de hoogste individuele onderscheiding binnen de NATO Science & Technology Organization (STO) voor buitengewone toewijding en prestaties. Deze prijs is een erkenning voor haar langdurige en opmerkelijke bijdragen aan de NATO OR&A-gemeenschap. De Chief Scientist van de NATO, Dr. Bryan Wells, reikte de onderscheiding uit op 12 januari in het NAVO-hoofdkwartier in Brussel, België.



Drugstests in de NFL

Eric Reid is een bekende speler uit American football die vijf keer in acht weken op drugs werd getest na zijn terugkeer in de National Football League (NFL). "Ik ben geen wiskundige, maar dit kan niet kloppen" zei Reid na de wedstrijd waarin hij voor de vijfde keer een drugs test moest ondergaan. Eric Reid was samen met Colin Kaepernick de eerste van tientallen NFL-spelers die in 2016 en latere jaren knielden, gingen zitten of de vuist opstaken tijdens de volksliederen voorafgaand aan de wedstrijd om te protesteren tegen politiegeweld en systematisch racisme. President Donald Trump was woedend over dit gedrag, betitelde het als minachting voor de Amerikaanse vlag, en suggereerde dat die spelers ontslagen moesten worden. Reid beschuldigde de NFL dat hij voor zijn gedrag moest boeten en daarom het doelwit was van drugs testen, eerder had Reid ook al de NFL voor het gerecht gedaagd vanwege wanbestuur. De NFL gaf geen commentaar op deze beschuldiging en wees er alleen op dat het drugstestprogramma van de NFL elke week volledig willekeurig 10 spelers uitkoos uit elk NFL-team dat uit 72 spelers bestaat. Is hier sprake van een doelbewuste poging van de NFL om Eric Reid

het leven zuur te maken of is er sprake van stom toeval? Wanneer sprake is van onafhankelijke testen en willekeurig gekozen spelers voor de testen, dan is de kans dat een gegeven speler vijf of meer keer in acht weken op drugs getest zal worden gelijk aan de binomiaalkans

$$\sum_{k=5}^8 \binom{8}{k} \left(\frac{10}{72}\right)^k \left(\frac{62}{72}\right)^{8-k} = 0,0020040.$$

Als men alleen deze kans in ogenschouw neemt, dan zou men kunnen denken dat Eric Reid gelijk heeft met zijn beschuldiging aan het adres van de NFL. Het beeld verandert echter wanneer het testen in het juiste perspectief wordt gezet en de vraag wordt gesteld wat de kans is dat één of andere speler uit het team van 72 spelers vijf of meer keer in acht weken zal worden getest.

Laat p^* de kans zijn dat tenminste één speler vijf of meer keer zal worden getest in de komende acht weken. De berekening van de exacte waarde van deze kans is bepaald niet eenvoudig. De kans p^* kan begrensd worden door

$$0,1362 \leq p^* \leq 0,1365.$$

Deze grenzen zijn berekend met de Bonferroni grenzen:

$$\sum_{1 \leq r \leq 72} P(A_r) - \sum_{1 \leq r < s \leq 72} P(A_r A_s) \leq p^* \\ \leq \sum_{1 \leq r \leq 72} P(A_r) - \sum_{1 \leq r < s \leq 72} P(A_r A_s) + \sum_{1 \leq r < s < t \leq 72} P(A_r A_s A_t),$$

waarbij A_i de gebeurtenis is dat speler i de komende acht weken vijf of meer keer getest zal worden. De binomiale kans A_i hebben we al berekend als 0,0020040. Een achtvoudige vermenigvuldiging met zichzelf van de matrix van 1-stapsovergangskansen van een absorberende Markov keten met respectievelijk 36 en 216 toestanden geeft (met dank aan Ad Ridder)

$$P(A_r A_s) = 3,154 \times 10^{-6} \quad \text{en} \quad P(A_r A_s A_t) = 3,815 \times 10^{-9}.$$

Al met al is de berekening van een scherpe ondergrens bovengrens voor p^* verre van simpel. Echter een uitstekende benadering van p^* kan eenvoudig worden berekend met de Poisson heuristiek. Voor de groep van 72 personen hebben we te doen met 72 experimenten elk met succeskans 0,002004. De experiment zijn weliswaar niet onafhankelijk, maar de lichte afhankelijkheid rechtvaardigt de Poisson benadering $1 - e^{-72 \times 0,002004}$ voor de kans dat tenminste één experiment succesvol zal zijn. Dit geeft de benadering

$$p^* \approx 0,1345.$$

De kans dat tenminste één speler vijf of meer keer in de komende acht weken getest zal worden is praktisch gesproken gelijk aan 13,6%. Deze kans heeft betrekking op één NFL football team dat bestaat uit 72 spelers. De NFL telt 32 teams met 72 spelers. De kans dat in de komende 8 weken een speler van één van deze teams vijf of meer keer een drugstest moet ondergaan is meer dan 99%:

$$1 - (1 - 0,1362)^{32} = 0,9907.$$

De bovenstaande feiten laten zien dat het relatief grote aantal drugstesten dat Eric Reid in een kort tijdsbestek moest ondergaan minder uitzonderlijk is dan het lijkt.

Henk Tijms is emeritus hoogleraar operations research aan de Vrije Universiteit en auteur van diverse leerboeken over operations research en kansrekening. Recentelijk is de vierde druk van zijn boekje "Kansrekening in werking - een moderne aanpak", dat speciaal geschreven is voor VWO-scholieren in de bovenbouw, verschenen bij de educatieve wiskunde uitgeverij Epsilon. E-mail: h.c.tijms@xs4all.nl

Erkenning voor "Analytics for a Better World"

De Financial Times kent jaarlijks zogenaamde Responsible Business Education Awards toe. Opleidingen Bedrijfskunde kunnen zich daarvoor nomineren. Het onderwerp voor dit jaar was "Best innovative recent teaching materials on sustainability or climate change adaption with a special focus on finance"

De cursussen Analytics for a Better World, die hiervoor aangemeld zijn, hebben de eervolle vermelding "Highly recommended" gekregen. Deze cursussen worden gegeven door prof. Dick den Hertog¹ en prof. Joaquim Gromicho aan de Amsterdam Business School van de UvA en door prof. Dimitris Bertsimas aan het Massachusetts Institute of Technology,

De jury heeft geconstateerd dat overal in de wereld Business Schools innovaties in het onderwijs inbrengen. Daarmee spelen ze in op de veranderende behoeften van studenten. De manier waarop kan variëren van de integratie van virtual reality-tools op de campus tot hands-on projecten met bedrijven die zich inzetten voor duurzaamheid: de wereld van het business-onderwijs verandert snel.

De Awards die dit jaar zijn toegekend, wijzen op een groeiende aandacht voor duurzaamheidsaspecten in de curricula, met name bij die van Europese instellingen. Een trend die de juryleden opviel was dat onderwijsinstellingen én bedrijven gezamenlijk duurzaamheidsprogramma's ontwerpen en uitvoeren.

Business Schools blijven uiteraard inspelen op het veranderende onderwijslandschap. De geconstateerde nadruk op duurzaamheid wijst niet alleen op een toewijding aan het aanpakken van deze mondiale uitdagingen, maar het positioneert deze instellingen ook als pioniers in de opleiding van verantwoordelijke en impactvolle zakelijke leiders. De grote rol hierin van Europese instellingen suggereert een mogelijke herijking in de wereldwijde ranglijsten.

Voetnoten

1) Er is een link met STATOR: Dick den Hertog was de eerste hoofdredacteur, Joaquim Gromicho is de huidige.