

WORTEL & DRUK

Het kloppend hart van
de wiskundereünistenkring
De Wortel

Nummer 21, April 2013



Alumnidag, 6 oktober 2012



In deze Wortel in Druk

- 2 In deze Wortel in Druk
- 3 Woordje van de voorzitter
- 4 De geboorte van De Wortel
- 8 Bachelorscriptie: Jan Schoone
- 10 Het moet onnauwkeurig zijn
- 13 Wiskunde in de industrie
- 17 Ik denk dat hij gelijk had
- 18 Personeelsveranderingen
- 19 Fietstocht, barbecue en alumnidag

Colofon

Aan dit nummer werkten mee:

Bart Nikkelen

Jan Schoone

Bestuur: Mascha Honsbeek, Jeroen Hendrix, Jan-Willem Bikker, Frans Janssen, Ben Polman, Bernd Souvignier, Dorianne van Dijk & Moniek Messink

April 2013

Jaargang 14, nummer 21

Redactieadres:

Secretariaat Wiskunde

Toernooiveld 1

6525 ED Nijmegen

dewortel@math.ru.nl



De geboorte van De Wortel

Door Jeroen Hendrix

In april vorig jaar is De Wortel 15 jaar geworden. Zijn verjaardag hebben we niet zo groot gevierd. Een jarige puber viert zijn feestje ook liever niet met zijn ouders.

Hieronder vind je het fotoboek van het eerste levensjaar van Wiskunde Reünistenkring De Wortel. Alleen dat zonder foto's ... De pappa's en mamma's van De Wortel hebben nauwkeurige rapportages gemaakt van wat er allemaal gebeurde in het leven van De Wortel. Van die rapportages (verslagen, mailwisselingen, etc.) vind je hieronder wat kiekjes.

September 1996: conceptie

Het besluit om aan een reünistenkring te beginnen, was een hele bewuste van de eerste pappa en mamma van De Wortel. Mignon Engel en Jeroen Hendrix schreven in september 1996 een 'oprichtingsrapport' met daarin:

Voor het afleggen van het vak Wiskunde en Samenleving hebben wij er voor gekozen gezamenlijk een onderzoekje te doen naar de mogelijkheid en wenselijkheid van het opstarten van een reünistengezelschap.

Verder hadden de ouders al goed nagedacht over wat zo'n reünistenkring wel niet kost, hoe je hem in leven houdt en meer van dat soort zaken.

Blijkbaar is de draagtijd van een reünistenkring ongeveer een half jaar:

April 1997: geboorte

Op 25 april is hij er dan.

{ \Large \bf Verslag van de eerste bijeenkomst van het toekomstige bestuur van de op te richten reünistenkring wiskunde }

(Over die rare codes straks meer)

In dat eerste bestuur zitten:

Voorzitter *Marcel Sijmons*

Medevoorzitter *Guus de Ruiter*

Secretaris *Mignon Engel*

Activiteitscoördinator *Jan Cuijpers*

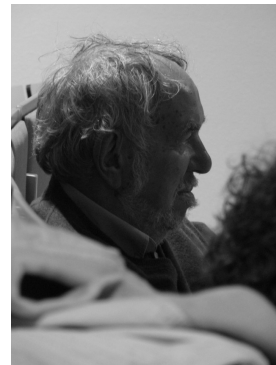
Contactpersoon vakgroep *Ruud Jeurissen*

Contactpersoon DESDA *Anne-Marie van Berkel*

Bestuurslid *Bas Spitters*

Bestuurslid *Jeroen Hendrix*

En toch was er bijna nooit onenigheid tussen al die ouders over de opvoeding. Ruud Jeurissen werd 'contactpersoon vakgroep' gemaakt omdat hij even daarvoor al tegen wil en dank *aandachtsvelder alumnibeleid* van de opleiding gemaakt was. Gelukkig ging ook hij van De Wortel houden en heeft hij een belangrijke rol gespeeld in de opvoeding.



De laatste zin uit dat allereerste verslag:

Het enige wat we nu nog missen, is een goede naam voor onze kring.

Op 24 juni 1997 (de tweede vergadering van het bestuur) worden spijkers met koppen geslagen:

Wij willen wel graag een naam hebben. Guus stelt voor: De Wortel. De rest stemt hier mee in.

Onderwerp voor het forum zal worden: Hoe wordt er door wiskundigen over de wiskunde op het voortgezet onderwijs gedacht?

Over die eerste bijeenkomst later meer.

Eind juni: inschrijving in het geboorteregister

Natuurlijk moet zo'n pasgeboren reünistenkring wel officieel in de boeken komen te staan. De reünistenkring De Wortel werd een soort onderafdeling van de Vereniging van Reünisten van de universiteit. Ruud Jeurissen stuurde op 25 juni:

in overleg met de secretaris van het voorlopig bestuur meld ik U dat onze "aanmeldingsbrief" zo zorgvuldig werd opgesteld dat hij nog niet is verzonden, maar toch op korte termijn bij U zal arriveren. Er is een voorlopig bestuur van 7 personen, er gaan verzoeken (om startsubsidie) naar fac. en vakgroep, er zijn vergaande plannen voor een eerste bijeenkomst, er is en begroting en een beleidsplan, en onze voorzitter Marcel Sijmons (of Guus de Ruiters) heeft, dacht ik, ruim contact met Uw bureau gehad. Niets

let ons dus, denk ik, om er van uit te gaan dat de kring praktisch al bestaat

Later blijkt dat het alumnibureau ruim de tijd neemt voor een zomervakantie, zodat uiteindelijk pas in augustus de kring officieel bekend is.

1997: spreken de ouders wel dezelfde taal?

Reünisten hebben een baan, en ze hebben ook bijna allemaal een ándere baan. In het digitale verkeer blijkt dat nog wel eens tot communicatieproblemen te kunnen leiden:

De brieven zijn nu vanuit Word geconverteerd naar txt-formaat. Ik hoop dat ze nu beter leesbaar zijn. Alleen de layout is misschien niet helemaal zoals hij er in Word uitziet. De volgende vergadering moeten we over het tekst-formaat afspraken maken. (Overigens in Word 6 zijn hele sets mathematische tekens beschikbaar)

*Hierbij tref je drie documenten aan als attachment (in Word 7.0 / Excel formaat).
[...]
Mocht de conversie problemen opleveren, neem dan even contact op per telefoon*

Je mail met de eerst vergeten "attachments" kan ik niet de baas, ondanks veel proberen.

Augustus 1997: brief voor de leden

Het bestuur schrijft een mooie brief om oud-studenten uit te nodigen om lid te worden. Vervolgens gaan de ambtelijke molens weer draaien, maar welke kant op? Het alumnibureau gaat een mailing verzorgen naar alle oud-studenten, met enquête en brief, wij mailen bezorgd:

Er staat in de blijkbaar te sturen brief die met "Geachte alumnus" begint "...bijgevoegde folder...". Is daar onze brief mee bedoeld of gaan zij ook nog eens wat meesturen? Laat ons oppassen voor verwarring, het moet ontvangers duidelijk zijn dat er maar één weg is!

In die mooie brief die het bestuur had opgesteld, vind je ook nog:

Voor de e-mailers en internetters onder jullie, het mail-adres van 'De Wortel' is 'dewortel@sci.kun.nl'.

November 1997: eerste activiteit en eerste WORTELINDRUK

Onafhankelijk van het wel of niet slagen van de mailing neemt De Wortel toch zijn eerste stapjes: Een forumdiscussie over wiskundeonderwijs op het VWO, een algemene kringvergadering en het eerste exemplaar van de WORTELINDRUK. Er zijn ook al 37 leden!

In de aanloop zijn er wel wat kleine probleempjes:

Ik ben nog even naar de mevrouw van het reserveren gelopen en we hebben een groot probleem. Het UIL is nooit open op zaterdag, daar mag dan nooit iemand in. Op een opendag (1 en 15 november) kun je geen zalen reserveren in de betafaculteit en op 8 november ook niet, want op 7 november is het lustrum van de faculteit, dus wordt er op zaterdag gepoetst.

Als uiteindelijk zelfs Dhr. Steenbrink het niet voor elkaar krijgt om een zaal voor ons te regelen, moeten we toch uitwijken naar een andere dag, zaterdag 29 november.

Lang zal hij leven

In een e-mail van Guus op 3 december 1997 vond ik het volgende item, dat kan dienen als afsluiting van deze verzameling inkijkjes in het eerste levensjaar van wiskunde reünistenkring De wortel:

0. Om te beginnen wil ik een klein applausje voor onszelf afgeven vanwege de eerste, goed verlopen, activiteit van De Wortel. Ik ging evenals vele anderen met een goed gevoel naar huis. Ik hoop op meer van goede activiteiten in 1998.

2013: vijftien jaar later

Al die kinderjaren verliepen in grote voorspoed. Veel ouders hebben De Wortel goed opgevoed. Met 80 à 100 leden en twee activiteiten per jaar kunnen al die ouders trots zijn.

Nog vele jaren, beste Wortel. Je zult het moeten doen zonder je toegewijde mamma Mignon. (Hoewel ze er natuurlijk bij de activiteiten gewoon bij zal zijn, toch Mignon?)



Bachelorscriptie: Jan Schoone

Rekenen met eindig veel getallen

In dit stuk zal ik pogen een beeld te schetsen bij het onderwerp van mijn bachelorscriptie, getiteld: *On the Classification of Finite Rings*. Vele lezers zullen al veel eindige ringen kennen, namelijk voor elke $n \in \mathbb{N}$ is $\mathbb{Z}/n\mathbb{Z}$ de ring van gehele modulo n een voorbeeld van een eindige ring. Mijn scriptie ging erover om te bepalen voor een gegeven $n \in \mathbb{N}$ hoeveel ringen er van die orde bestaan, en welke eigenschappen ze bezitten. Een ring heeft niet altijd een identiteit!

De eerste stelling die ons veel uit handen neemt ben ik voor het eerst tegengekomen in een artikel van Shoda uit 1930:

Stelling van Shoda. Zij $n = p_1^{e_1} \cdots p_k^{e_k}$, waar de p_i verschillende priemgetallen zijn en de e_i natuurlijke getallen, dan is elke ring van orde n op een unieke manier te schrijven als een direct product van idealen R_1, \dots, R_k van ordes $p_1^{e_1}, \dots, p_k^{e_k}$ respectievelijk.

Noteren we het aantal ringen van orde n op isomorfie na met $\mathfrak{R}(n)$, dan volgt hieruit dat als $n = p_1^{e_1} \cdots p_k^{e_k}$, dan $\mathfrak{R}(n) = \mathfrak{R}(p_1^{e_1}) \cdots \mathfrak{R}(p_k^{e_k})$. Als we dus voor elke priemmacht het aantal ringen weten, dan weten we voor elke n het aantal ringen.

Aan het eind van dit artikel kunnen we voor elke derdemachtstvrije n bepalen hoeveel ringen er van die orde zijn. Iemand die verder wil lezen zal zien dat het aantal ringen voor elke zesdemachtstvrije n bekend is en verder nog niets.

We bekijken eerst een algemene stelling, die geen rekening houdt met de orde. Deze stelling kwam ik voor het eerst tegen in het boek *Abelian Groups* van Fuchs.

Stelling. Het aantal ringen, op isomorfie na, met cyclische additieve groep van orde n is gelijk aan het aantal delers van n .

Combineren we dit met de Hoofdstelling van eindige abelse groepen, die onder meer zegt dat voor kwadraatvrije n de additieve groep van alle ringen van orde n cyclisch is, dan zien we dat voor $n = 6469693230$ het aantal ringen precies 1024 is.

Het is eenvoudig in te zien dat elke ring met cyclische additieve groep commutatief is en ook dat er slechts één ring met additieve groep C_n is die een identiteit heeft.

Voordat we overgaan tot het aantal ringen van orde p^2 , bekijken we eerst wat andere interessante stellingen.

Stelling van Erickson. Zij $n \in \mathbb{N}^*$, dan bestaat er een niet-commutatieve ring van orde n dan en slechts dan als n niet kwadraatvrij is.

Erickson publiceerde zijn bewijs van deze stelling in 1966 nadat in 1962 gevraagd werd wat de orde van de kleinste niet-commutatieve ring was. Uit de stelling van Erickson volgt dat dit geldt voor $n = 4$.

Voorbeeld. Neem de matrices

$$\begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}$$

uit $M_2(\mathbf{Z}/2\mathbf{Z})$. Met de gebruikelijke matrixoptelling en -vermenigvuldiging ziet men in dat dit een niet-commutatieve ring is.

Bij het beantwoorden van de eerdergenoemde vraag, rees de vraag of er eindige niet-commutatieve ringen met identiteit bestaan, en zo ja, welke de kleinste is?

Dit werd door Eldridge gegeven in 1968:

Stelling van Eldridge. Zij R een eindige ring van orde m met identiteit. Als m derdemachtsvrij is, dan is R commutatief.

Dit geeft niet zozeer direct een desda-relatie aan, maar er is wel voor elke m die niet derdemachtsvrij is, een niet-commutatieve ring R met identiteit te construeren.

Voorbeeld. Neem de ring van 2×2 bovendriehoeksmatrices met elementen uit $\mathbf{Z}/2\mathbf{Z}$. Dit geeft een niet-commutatieve ring met identiteit van orde 2^3 . Door elementen uit $\mathbf{Z}/p\mathbf{Z}$ te nemen krijgt men een niet-commutatieve ring met identiteit van orde p^3 . Het is dan een koud kunstje om voor elke willekeurige m die niet derdemachtsvrij is, een niet-commutatieve ring R met identiteit te vinden.

Om af te sluiten, het aantal ringen van orde $n = p^2$. Dit zijn er elf, voor een mooi artikel zie Fine (1993). Hier wordt van elk van de ringen een voorbeeld gegeven, dus het is daar makkelijk te zien dat er voor $n = p^2$ twee niet-commutatieve ringen bestaan van orde n en totaal vier ringen met identiteit met orde n .

Laten we bekijken wat dit betekent. Voor $n = p_1^2 \cdots p_k^2$ bestaan er dus als we de stellingen van Shoda en het artikel van Fine gebruiken 11^k ringen van orde n . Het aantal niet-commutatieve ringen wordt dan gegeven door:

$$2 \cdot \sum_{i=1}^k 9^{i-1} 11^{k-i}$$

en het aantal ringen zonder identiteit door:

$$7 \cdot \sum_{i=1}^k 4^{i-1} 11^{k-i}.$$

Geïnteresseerde lezers kunnen hier een gemakkelijkere formule voor afleiden.

Een laatste voorbeeld:

Zij $n = 41856930490307832900 = 6469693230^2$. Dan zijn er 25937424601 niet-isomorfe ringen van orde n . Hiervan zijn er 22450640200 niet-commutatief en zelfs 25936376025 hebben er geen identiteit. Zouden we echter kijken naar niet-isomorfe commutatieve ringen met identiteit van orde n , dan zouden we op een aantal van 1048576 uitkomen. Verschil moet er zijn.

Het moet onnauwkeurig zijn

Eric Cator, nieuwe hoogleraar kansrekening en statistiek

Door Frans Janssen

Drie of vier keer in de week op en neer van Den Haag naar Nijmegen. Je moet er wat voor over hebben om hoogleraar te worden. Eric Cator heeft er wat voor over. Sinds 2012 is hij de nieuwe hoogleraar statistiek en kansrekening en ja, hij woont met zijn - van oorsprong Georgische - vrouw en hun dochter van tien en zonen van zeven en één, in Den Haag. “We hebben ons huis gekocht vlak voordat ik werd benoemd, dus zo snel zullen we daar niet weggaan. Maar gelukkig kan ik één dag per week thuis werken.”



Eric's wiskundige wortels liggen in Utrecht. “Daar heb ik gestudeerd, ben ik ook gepromoveerd. In de functionaalanalyse overigens, pas daarna, toen ik in 1998 in Delft als UD ben begonnen, heb ik de switch naar kansrekening en statistiek gemaakt.” Van switchen houdt hij wel. In Utrecht begon hij als student wiskunde en natuurkunde, nadat hij op de middelbare school zelfs nog een gouden medaille op de natuurkunde olympiade had gewonnen. “Maar ik ben snel de richting van de wiskunde op gegaan. Natuurkunde heeft voor mij toch altijd iets van een geheimtaal gehouden.”

Hoe zit het met de geheimtaal van zijn eigen onderzoek? Kan hij dat aan de leek uitleggen? Eric begint rustig. “Ik doe eigenlijk twee dingen, kansrekening en statistiek, die op zich weinig overlap hebben. Mij bevalt dat wel, twee dingen, maar het nadeel is dat ze in de internationale gemeenschappen steeds maar de helft van je werk zien: de statistici zien je statistiek, de kansrekenaars je artikelen op het gebied van de kansrekening.”

“Kansrekening,” vervolgt hij, “gaat bij mij over interacting particle systems.” Ik denk dan gelijk aan botsende Higgs-deeltjes en leptonen en ander minuscuul grut, maar het blijkt ook over de interactie van virussen en de verspreiding van epidemieën te kunnen gaan. Toepassingen in de echte wereld.

Niet-parametrische statistiek

De toepassing ligt bij Eric Cator nooit ver weg. Dat blijkt vooral wanneer hij over de statistiek praat. “Niet-parametrische statistiek,” doceert hij en loopt naar het bord wanneer hij mij wat glazig ziet kijken. “Kijk, in de medische wereld werken ze veel met logistische regressie. Dan hebben ze een reeks uitkomsten gevonden - hij tekent wat verspreid liggende punten op het bord - en dan willen ze een mooie curve die al deze uitkomsten met één formule beschrijft.” Een vloeiende lijn die aardig langs alle punten scheert, verschijnt op het bord. Maar dan, Eric wordt opeens heel gedreven: “Zo doen wij dat dus niet.” In plaats van de lijn tekent hij een aantal verspreid liggende streepjes. Wat daartussen gebeurt: onduidelijk. Maar dat is ook net de bedoeling: “Het moet onnauwkeurig, omdat het onnauwkeurig is!”

De toepassingsmogelijkheden hebben Eric ertoe verleid om in 2007 een eigen consultancybureautje op te richten. “Een statistisch adviesbureautje, samen met Erik van Zwet, de zoon van.” Shell heeft hij al eens als klant gehad. “Daar ging het om olie-leidingen in koude gebieden. Om de olie goed te laten stromen, wilden ze er antivries in stoppen. Maar 1) antivries is duur en moeilijk weer te verwijderen en 2) te weinig antivries is juist weer niet bevorderlijk voor de doorstroming, dus de vraag was: hoeveel antivries hebben we nodig? Dat kun je in het laboratorium testen maar de volgende vraag is hoe die uitkomsten op te schalen. Daar komt de statistiek om de hoek kijken en daar hebben we hen kunnen adviseren.” Wat Shell met de resultaten heeft gedaan, weet hij overigens niet. “Dat is bedrijfsgeheim.”

Sexlijnen

Zo’n twee uur per week schat hij zijn consultancywerkzaamheden. Er kan wel van alles voorbij komen. Met zichtbaar plezier roept Eric de kwestie van de sexlijnen in herinnering. “Dat ging om een bedrijf dat een medewerker ervan verdacht dat die veel belde naar bepaalde 06-nummers. Of wij dat statistisch konden bewijzen of, laten we zeggen, voldoende aannemelijk maken?” Erics adagium komt weer naar boven: “Het moet onnauwkeurig, omdat het onnauwkeurig is!” Het antwoord was dus: nee, dat kunnen wij niet bewijzen. Het was toevallig, of preciezer, het kon best toevallig zijn dat er steeds werd gebeld terwijl de door het bedrijf verdachte persoon steeds juist op dat moment aanwezig was. Remember Lucia de Berk. Voor de advocaat van het bedrijf was die uitkomst een behoorlijke teleurstelling, met als gevolg dat ze in eerste instantie zelfs niet wilden betalen. “Grappig,” oordeelt Eric achteraf. “Ze hadden die advocaat beter helemaal niet kunnen inhuren, dan waren ze waarschijnlijk goedkoper uit geweest.”

Het consultancybureau - voor bedrijven, particulieren en organisaties - wordt in Nijmegen voortgezet. Maar Eric wil ook zijn medewetenschappers laten profiteren van de statistische kennis van zijn groep. Hij heeft inmiddels een helpdesk ingericht waar promovendi van andere disciplines voor advies terecht kunnen. Kort advies pro deo, maar bij een langer advies moet het leiden tot een gezamenlijke publicatie. Het is onderdeel van Erics strategie om de wiskunde, en dan vooral de statistiek en de kansrekening, meer centraal in de faculteit en de universiteit te positioneren. Daar is nog wel wat missiewerk te verrichten. De eerste adviezen binnen de bètafaculteit zijn gegeven, de relatie met de medici zal ook wel lukken, maar daarbuiten wordt het lastiger. Forensische statistiek, zeker een mogelijkheid. "Maar het helpt niet dat ze binnen de alfa- en gammafaculteiten allemaal met SPSS werken. Dat is niet meer dan een knoppencursus. De hele interpretatie - wat ben je eigenlijk aan het doen - gaat verloren. Het probleem begint trouwens al doordat het onderwijs in statistiek binnen de andere faculteiten hier in Nijmegen niet door de wiskundigen wordt gegeven. Dat was in Delft niet denkbaar. Ja, ik weet het, onze staf is klein, we kunnen er niet allerlei taken bijhebben. Maar ik ben best bereid hier wat extra tijd in te steken." En ja, door de groei van studentenaantallen, komt er misschien wat lucht. "Binnenkort krijgen we in ieder geval uitbreiding van de groep, van drie naar vier." Nog mager, tegenover Delft, waar de stochastiegroep uit twaalf personen bestond, maar het is een begin.

Alumni

Plannen genoeg ook. Bedrijven bijvoorbeeld, die meer hun weg naar de universiteit zouden moeten vinden, vooral via de alumni. "Vierentwintig euro per jaar om Vriend van de Radboud te worden? Kan dat niet gratis? De kost gaat voor de baat uit, toch?!" Met plezier hoort hij dat Gerard Meijer, de nieuwe voorzitter van het College van Bestuur van de Radboud Universiteit en zelf alumnus, het alumnibeleid tot een van zijn speerpunten heeft verheven. De alumni, aldus Gerard Meijer, dat zijn de herauten van de goede reputatie van de universiteit. Eric laat het met instemming op zich inwerken.

Op het eind komen we te spreken over de typisch Nijmeegse sfeer binnen de wiskundeafdeling. Een kleine gemeenschap, een heel actieve studievereniging, korte afstanden tussen studenten en staf en staf onderling. Nee, klef vindt hij het niet, het bevalt hem wel, hoewel hij af en toe toch ook wel wat afstand wil bewaren. "Doe je mee aan het diner rouler volgende week," vraagt Moniek direct. Een typisch Nijmeegse aangelegenheid: docenten koken voor studenten en studenten fietsen langs. De maand daarop zijn de rollen omgedraaid. "Mwahh," doet Eric zuinigjes. Je ziet hem denken aan zijn thuisfront in Den Haag. "Je mag mijn fiets lenen," dringt Moniek aan. "Nou goed, ik zal erover nadenken. Als ik maar niet hoeft te koken."

In dit stukje wil ik een indruk geven van de rol van wiskunde in de industrie. Een aantal bekende richtingen waar Nijmeegse alumni terecht komen zijn onderwijs, wetenschap, maar ook IT, en de financiële wereld. Ik werk bij CQM (Consultants in Quantitative Methods), en daardoor kom ik veel wiskunde tegen in de industrie, vaak bij onderzoek en ontwikkeling van consumentenproducten, zoals scheerapparaten en LED-toepassingen. Dit gebeurt dan in projecten van bedrijven als Philips, ASML, Océ en Heineken. Als wiskundige werk ik samen met werktuigbouwkundigen die wel verstand hebben van spuitgietprocessen, of biomedici die wel kennis hebben van de menselijke huid. Soms denken we bij CQM mee om een proef op te zetten waarin mensen verschillende prototypes van een consumentenproduct gaan testen, of werken we met de ontwikkelaars van een nieuwe Röntgenbuis om complexe modellen te maken die uiteindelijk naar goede ontwerpen leiden. Of helpen we met het opzetten van een test voor het achterhalen van de levensduur van LED-toepassingen, en hoe snel scheerapparaten slijten. De grootste gemene deler is dat we helpen met het modelmatig denken in een vroeg stadium van een project, want dat is een goede manier om kennis op te doen en de zaken echt goed te begrijpen. Heel vaak gaat dat ook met statistiek: wat zeggen deze verzamelde gegevens nu over het onderliggende fenomeen dat de data heeft gegenereerd?

Genoeg achtergrond, tijd voor een voorbeeld, dat uit een lang vervlogen tijd stamt maar wel illustratief is. Het gaat om het loopwerk van de videorecorder, genaamd Charlie deck.



In het apparaat zit ergens een draaiende leeskop, waar de tape in hoge snelheid langs rolt. Die leeskop heeft een asje dat in een busje draait. Zij A de diameter van de as en B de diameter van de bus. Zij $C = B - A$, de speling ("clearance" in het Engels). Straks in massaproductie zullen A en B variatie hebben: het zal niet zo zijn dat in massaproductie door de jaren heen elk asje precies dezelfde diameter heeft, op nanometers nauwkeurig. Temperatuur, de samenstelling van het aangeleverde metaal, slijtage van de machines die de asjes maken, het maandagochtendgevoel van de fabrieksmedewerkers brengen allemaal variatie met zich mee. We beschouwen A en B als stochasten, beide normaal verdeeld. Hun gemiddeldes hebben we nog te kiezen in het ontwikkelproject, en voor de spreiding kiezen we redelijke waarden op grond van ervaring. De asjes en busjes worden onafhankelijk van elkaar geproduceerd, dus A en B nemen we onafhankelijk. Een eerste eenvoudig model, waarmee we een belangrijke vraag kunnen beantwoorden: komt het straks voor, dat asjes soms niet in busjes passen? Deze kunnen we beantwoorden, omdat we de kansverdeling van $C = B - A$ kunnen bepalen, en kunnen bepalen in welke mate de verdeling van C netjes wegblijft van de ondergrens 0, bijvoorbeeld via de kans dat $C < 0$.

De kans dat $C < 0$ kun je zien als een maat voor hoe goed het proces binnen de toegestane grenzen valt. Deze maat maakt vooral gebruik van de staart van de verdeling. In de praktijk wordt vaak een andere maat gebruikt, die meer van het middenstuk van de verdeling afhangt, namelijk de zgn capability index $C_{pk} = \frac{\min(\mu - LSL, USL - \mu)}{3\sigma}$. Hier zijn LSL en USL = lower/upper specification limit, de namen van de toegestane grenzen, en μ is het gemiddelde en σ is de standaarddeviatie van de verdeling. In woorden is de C_{pk} de afstand vanaf $E(C)$ naar de dichtstbijzijnde grens, uitgedrukt in de standaarddeviatie van C (maal drie). Hele fabrieken werken met de eis dat alle kenmerken van alle processen een $C_{pk} > 1.33$ moeten hebben; dit garandeert dat het procesgemiddelde aardig ver van de specification limits af ligt (namelijk minstens 4 standaarddeviaties). Voor de lezers die wel eens van "six sigma" hebben gehoord: de naam suggereert een kwaliteitsstandaard van $C_{pk} \geq 2.0$. Tijd om het voorbeeld uit te breiden. De bus heeft een zogenaamde spiraalgroeflager. Deze heeft eigenschappen stiffness= stijfheid S (in $N \neq m$) en torque=koppel T (in mN.m):

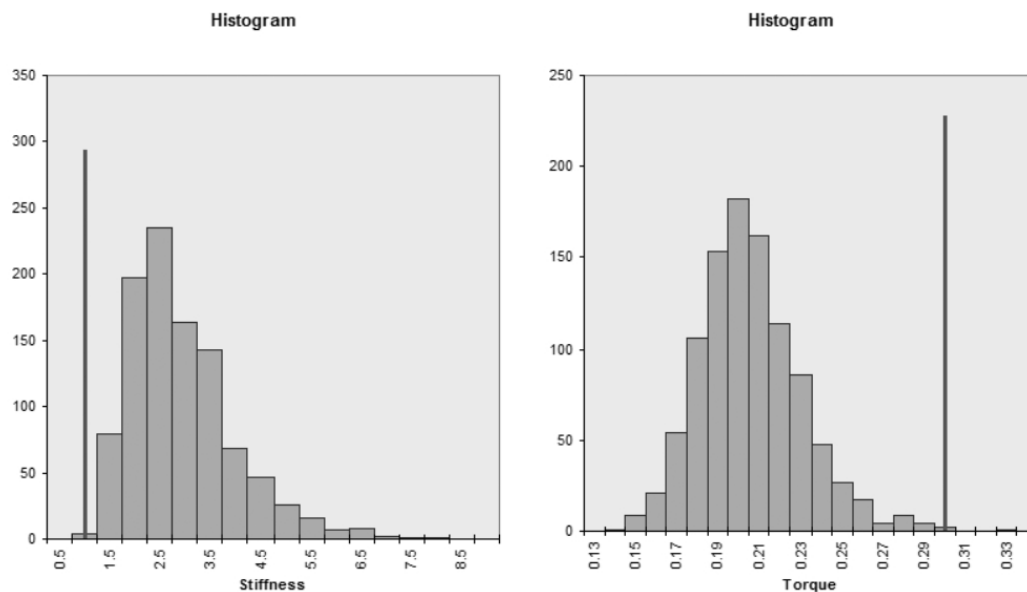
$$S = 0.42 * 10^{-12} \eta \omega A^4 / C^3$$

$$T = \pi 15 * 10^{-9} \eta D A^4 / (BC)$$

De stijfheid S zegt iets over de stevigheid, die het liefst hoog moet zijn. Het koppel T zegt iets over de wrijvingskracht die de draaiende onderdelen ondervinden, en deze is het liefst zo laag mogelijk. De natuurkundige formules voor S en T gebruiken weer een aantal nieuwe grootheden, en die staan in onderstaande tabel. We nemen aan dat de grootheden hierin normaal verdeeld zijn, en onderling onafhankelijk (behalve de parameters C , S , en T , want die zijn een gevolg van de overige variabelen).

		mean	st.dev
A: is the diameter of the Axis	mm	6.000	0.0005
B: is the diameter of the Bush	mm	6.010	0.001
C: is the clearance B-A	mm		
ω : is the rotation speed of the axis	rpm	500	2
η : is the viscosity of the grease in the bearing	mPa.s	10	0.25
D: is the length of the grooved part	mm	20	0.025

Merk op dat het typisch de rol van de technicus is om de formules voor S en T aan te dragen. Het is de rol van de wiskundige om het probleem te structureren, en bijvoorbeeld om er op aan te dringen dat de informatie over gemiddelden en standaarddeviaties boven tafel komt. Gegeven het huidige ontwerpvoorstel, kan de productspreiding op S en T worden bepaald; zie de histogrammen in de figuur. De verticale lijnen geven de uiterste grenzen aan (LSL voor stiffness, USL voor torque). De verdeling voor stiffness ligt aardig dicht bij de uiterste grens wat in de praktijk voor problemen kan zorgen ($C_{pk}=0.62$ voor stijfheid, 1.26 voor torque).



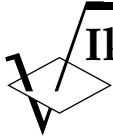
We kunnen nog aan het ontwerp sleutelen. Typisch kunnen de gemiddelden van de ontwerpparameters gemakkelijk worden aangepast; bijvoorbeeld zouden de gemiddelden van A en B verlaagd of verhoogd kunnen worden en zou dat een beter beeld voor stiffness kunnen opleveren. Een andere mogelijkheid is om de spreiding van de onderliggenden te reduceren, maar dat is vaak duur. Bijvoorbeeld, S hangt van ω af en een reductie van de spreiding van ω ("rotation speed of the axis") zal wel leiden tot een reductie in spreiding van S , maar reductie van spreiding is in de praktijk vaak erg duur. Het zou kunnen dat een spreidingreductie voor ω alleen te realiseren is door een duurder elektromotortje, terwijl het gemiddelde aanpassen gerealiseerd kan worden door eenvoudig de spanning te veranderen. Om het ontwerp te verbeteren, formuleren we een optimalisatieprobleem.

- Twee doelfuncties: Cpk van stiffness en Cpk van Torque, die we beiden zo groot mogelijk willen hebben (dwz de verdelingen liggen ver van de toegestane grenzen).
- Vier instelbare variabelen, dit zijn de procesgemiddelden van A , B , ω , η , en D .
- Randvoorwaarden, Cpk van C is minstens 1.33, en er zijn onder- en bovengrenzen gegeven voor de toegestane procesgemiddelden van A , B , ω , η , en D .

Hoe om te gaan met het feit dat er twee doelfuncties zijn? We zouden er één van kunnen maken door als enige doelfunctie te nemen het minimum van de twee Cpk's. Dit is een goede oplossing als beide Cpk's ongeveer even belangrijk zijn. Als dit niet het geval is, volgen we een strategie die veel gebruikt wordt in het vakgebied van optimalisatie om twee tegenstrijdige doelfuncties tegen elkaar af te wegen. Hierbij neem je als doelfunctie bijvoorbeeld de stiffness Cpk, en "torque Cpk > x " als randvoorwaarde, waarbij je x in stapjes opvoert en herhaaldelijk het optimalisatieprobleem oplost. De balans tussen goede stiffness en goede torque wordt zo in kaart gebracht en men kan vervolgens een strategische keuze maken.

Merk op dat we nu een wiskundige beschrijving van het optimalisatieprobleem en de strategieën hebben. De technische uitvoering is niet helemaal simpel, omdat het evalueren van de doelfunctie(s) en randvoorwaarden niet rechttoe rechtaan is: ze bevatten verwachtingswaarden en spreidingen. Hiervoor zou je dus het liefst analytische uitdrukkingen hebben. Voor de spreiding van C is dit makkelijk, maar de formules voor S en T zijn ingewikkeld en in de praktijk moet je simuleren om de verwachtingswaarde en spreidingen van S en T te achterhalen, door bijvoorbeeld 10000 waarden voor alle "input variabelen" te dubbelen en de uitkomsten voor S en T leveren dan een schatting voor het gemiddelde en standaarddeviatie. Binnen het optimalisatieprobleem moet er dus gesimuleerd worden, en dat voor elke stap in het optimalisatie-algoritme. Met wat handigheid en ervaring zou dat wel binnen Excel kunnen.

Hopelijk geeft dit voorbeeld een indruk hoe wiskunde en de manier van denken in structuren een rol speelt in de ontwikkeling van producten die we in het dagelijks allemaal om ons heen hebben!



Ik denk dat hij gelijk had

Verslag middagprogramma alumnidag, 6 oktober 2012

Door Bart Nikkelen

Nu weer iedereen de wereldwijde ongerustheid of skepsis achter zich heeft gelaten en er geen Maya-goden zijn wedergekeerd, heeft iedereen het onderwerp weer achter zich gelaten. Zes oktober vorig jaar was het echter nog een veelbesproken onderwerp. Zo ook op de alumnidag. Maurits Berger van het Museum Volkenkunde bracht alle aanwezigen op de hoogte van alle feiten en nonsens op het gebied van mayadoemprofetieën. Hij gelooft zelf niet in de doemprofetieën en liet ons weten waarom niet.

Dat de Maya's een geavanceerd kalendersysteem hadden, weten de meeste mensen wel; ze hadden zo'n tien verschillende kalendersystemen, waarvan de drie meest gebruikten de Tzolk'in (rituelen), Haab' (landbouw) en Longcount (geschiedschrijving) waren.

De Tzolk'in was een combinatie van 13 getallen en 20 dagen, die beide tegelijk opliepen. De lengte van de kalender was dus de kleinste gemene veelvoud van 13 en 20, 260. De Haab' liep op een, voor ons, wat meer conventionele manier; 18 maanden van ieder 20 dagen, met een periode van 5 dagen die tussen de jaren viel, zodat de kalender ieder jaar met de seizoenen samenviel.

De combinatie van de twee kalenders maakt dat iedere $kgv(260, 365) = 18980$ dagen, ongeveer 52 jaar, eenzelfde combinatie van Haab' en Tzolk'in langskwam. De longcount haalt er nog een aantal symbolen en getallen bij, zodat er een rijtje van 5 getallen ontstaat, die samen een periode van ruim 5000 jaar overspannen.



De dagen van de Tzolk'in

Maar waarom al die drukte? Volgens de Maya-overlevering is de vorige schepping geëindigd op 12.19.17.19.19 en de huidige begonnen op 13.0.0.0.0. Op 21 december 2012 kwam diezelfde datum weer langsrollen op de longcount kalender; blijkbaar genoeg om flink nerveus te worden, voor sommigen.

Wat vonden de Maya's echter? De datum wordt inderdaad in een tweetal maya-tabletten genoemd, maar van het einde van de wereld was

geen sprake; het zijn beide teksten met een politiek motief. De tweede is afkomstig van Yuknoom YichŠaak KŠahkŠ, een koning die een grote nederlaag had geleden en met grootspraak zijn gezicht probeerde te redden.



De maanden van de Haab'

Als laatste en misschien wel sterkste argument tegen het Maya-geloof in het einde van de wereld, is dat ze astronomische tabellen hebben gevonden, door de Maya's opgetekend, die tot 7000 jaar in de toekomst rekenen.

Het is ondertussen alweer een flinke poos geleden dat de wereld zou eindigen en Maurits Berger zijn gelijk gekregen heeft. We kunnen hier een moraal uit trekken: mooie ronde getallen in een kalendersysteem zijn alleen reden tot bezorgdheid als je computersystemen ontwerpt die er niet mee om kunnen gaan.

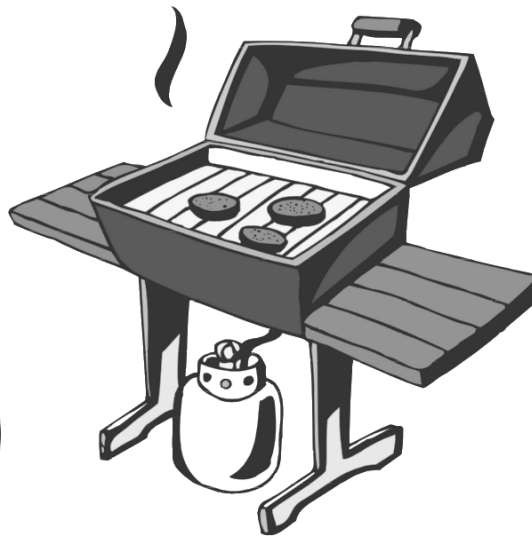
Personeelsveranderingen

Er zijn geen personeelsveranderingen sinds de vorige editie van de Wortel in Druk.



Fietstocht, barbecue en alumnidag

Op zaterdag 8 juni willen we iedereen weer van harte uitnodigen voor de traditionele fietstocht annex barbecue van De Wortel. De fietstocht begint om 13:30 vanaf station Nijmegen. De inmiddels ook traditionele fotoquiz gaat mee, dus houd de kranten vanaf nu goed bij! De barbecue staat gepland vanaf 18:00 in de tuin van Jan en Monique, Toermalijnstraat 41, 6534 SB Nijmegen.



De jaarlijkse alumnidag is op zaterdag 5 oktober. 's Ochtends zoals gebruikelijk een Radboudbreed programma, 's middags de kringprogramma's met voor wiskunde als centraal thema Fraude in de wetenschap. Oudstudent en fraudeopspoorder Pepijn van Erp laat ons een paar fraaie staaltjes zien. We kijken nog of we daar iemand tegenover kunnen zetten. We houden je op de hoogte!

Ook willen we jullie wijzen op alle activiteiten die in het voorjaar in het kader van het achttiende lustrum van de universiteit worden gehouden. Zie daarvoor <http://www.ru.nl/actueel/lustrum-90-jaar/>

