

QUANTITATIEVE METHODEN:

Het spel en het speelveld

Jos de Kroon & Mynt Zijlstra

Samenvatting

De steeds complexer wordende maatschappij biedt tal van uitdagingen voor de professionele QM-adviseur. Als het spel goed beoefend wordt, is de wereld het speelveld. Veel hangt af van de kwaliteit van de training.

Centre for Quantitative Methods CQM B.V.
Vonderweg 11
Postbus 414
5600 AK Eindhoven
tel. 040-758400

§1. De Aftrap

De wereld anno 1995 biedt aan de observerende mens een overweldigende diversiteit van geavanceerde producten, van ingewikkelde systemen, van complexe structuren en van - vaak weinig doorzichtige - ingenieuze processen.

Wie de moeite neemt om achter dit fascinerende beeld te kijken komt tot de conclusie dat veel van de hedendaagse verworvenheden stoelen op inzichten voortgekomen uit fundamenteel wetenschappelijk onderzoek, met name op het gebied van de Natuurkunde. Door Newton's ontdekkingen is vanaf de vorige eeuw de hele industriële ontwikkeling op gang gekomen. Fundamentele doorbraken van Bell, Maxwell en Marconi bieden de mens thans ongekende en nog steeds toenemende communicatiemogelijkheden. Hoe de ontdekking van de transistor de wereld heeft veranderd en vooral nog zal veranderen laat zich nauwelijks bevatten.

Nogal wat vooraanstaande fysici zijn van mening dat de Natuurkunde "bijna klaar" is en dat binnen afzienbare tijd "alles" zal zijn begrepen, zie A. van den Beukel [ref. 1]. In een recent artikel in het weekblad Vrij Nederland sluit professor J. Borgman, van 1988 tot 1994 voorzitter van de Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek (NWO), zich hierbij aan. Hij zegt: "De wetenschap wordt massaal beoefend. Tachtig procent van alle verzamelaars van de kennis die we nu hebben, leeft nog. Maar ontdekkingen als die van Newton zijn er niet bij. Men presenteert doorbraken, maar het zijn afgeleiden van eerdere doorbraken. Iedere opgeloste vraag leidt tot nieuwe vragen, maar het zijn afgeleide vragen." [Zie ref. 2.]

Als we meegaan met de gedachte dat in de Natuurkunde de belangrijkste fundamentele problemen zijn opgelost, hoe is het dan wel gesteld met de toegepaste wiskunde, die aan het fundamenteel natuurkundig onderzoek zo'n belangrijke bijdrage heeft mogen leveren? Is haar rol ook uitgespeeld? Verre van dat! Naar onze mening zal de wiskunde en met name dat deel dat wordt aangeduid met kwantitatieve methoden en modellen een belangrijker rol kunnen spelen dan ooit tevoren.

Het bestuderen en beheersen van de complexiteit waarnaar we in de aanhef van deze inleiding refereerden stellen de mensheid voor fundamentele vraagstukken, die qua intellectuele uitdaging niet onder doen voor het werk waarmee de natuurkundigen zich de afgelopen eeuwen bezig hielden. De aard van die vraagstukken leent zich bij uitstek voor een inbreng vanuit de kwantitatieve methoden. In §2 "Het Spel" en §3 "Het Speelveld" zal aan die grote uitdaging voor de kwantitatieve methoden nader aandacht worden geschonken. Tevens worden enkele voorbeelden van toepassingsgebieden ten tonele gevoerd. In §4 tenslotte worden consequenties getrokken met betrekking tot de gewenste "habitus" van de QM-adviseur. Ook

worden daaraan conclusies verbonden met betrekking tot het onderwijs in de Wiskunde en meer in het bijzonder de quantitative methoden.

§2. Het Spel

De kernbijdrage van quantitative methoden (QM) is altijd gelegen in het nauwgezet formuleren van het probleem, annex definitiegebied en in de beschrijving van de "oplossingsruimte". In deze fase van probleemformulering leidt de samenspraak tussen probleemeigenaar en QM-adviseur tot het maken van een model dat de mogelijkheid van een verantwoorde analyse geeft, waarvan op voorhand duidelijk is dat ze tot "terug te vertalen" uitkomsten leidt.

Veel belangrijker dan het methodische deel van de analyse is de verantwoorde stylering van het praktijkprobleem zodanig dat een bruikbare analyse mogelijk wordt.

Op de methoden zelf willen wij hier niet ingaan. De lezerskring van Kwantitatieve Methodes is daarmee voldoende vertrouwd. Voor de geïnteresseerden verwijzen we nog naar een eerder in dit tijdschrift verschenen artikel van De Kroon [ref. 3].

§3. Het speelveld en enkele wedstrijdflitsen

Alle problemen welke te maken hebben met het maken van keuzes, het doorgronden, het herleiden tot oorzaken en het reduceren van fluctuaties zijn in principe problemen, tot de oplossing waarvan QM een substantiële bijdrage kunnen leveren. De hele maatschappij vormt het werkterrein - het speelveld - van QM. We nemen delen van het speelveld nader onder de loep:

- a. Het wetenschappelijk onderzoek.
- b. Het bedrijfsleven.
- c. De overheid.

a. Het wetenschappelijk onderzoek

QM is van doorslaggevende invloed bij het effectief en efficiënt opzetten en inrichten van wetenschappelijk onderzoek en het analyseren van de resultaten ervan. Dat geldt in zeer algemene zin, en zeer in het bijzonder voor het natuurwetenschappelijk onderzoek. In de inleiding van dit artikel duiden wij aan dat het in het hedendaagse natuurwetenschappelijke onderzoek vooral gaat om het verfijnen, het vervolmaken van eerdere vindingen. Bij die afgeleide vraagstukken spelen wiskundige modellen een steeds grotere rol. Het is naar onze mening verbazingwekkend dat onderzoekers nog zo weinig gebruik maken van dat deel van de wiskunde dat we met QM aanduiden. Dat ligt mede aan de QM-deskundigen. Als evenwel het spel goed wordt gespeeld, worden wetenschappelijke onderzoekers trouwe en zeer gewaardeerde cliënten. De toenemende vraag naar

ondersteuning door CQM-adviseurs bij het Natuurkundig laboratorium van de N.V. Philips en andere onderzoeksinstituten vormen daarvan een bewijs.

b. Het bedrijfsleven

De natuurkundige ontdekkingen hebben deze eeuw geleid tot een enorm aantal nieuwe produkten en tot een zeer omvangrijk gebruik ervan. Al die uitvindingen - mits vreedzaam toegepast - veraangenen het leven. De mensen hebben de neiging dat te vergeten, want evenzeer dreigen ze tot last te worden. De productieprocessen, de produkten zelf en het gebruik ervan doen een aanslag op schaarse grondstoffen en bedreigen de leefomgeving. Daarom worden terecht steeds hogere eisen gesteld aan de kwaliteit van de processen en de produkten. In de praktijk blijkt evenwel dat bij de massafabricage van menig produkt het productieproces slecht beheerst wordt. Er is onvoldoende inzicht in fluctuaties, variatie en samenhangen. Dat leidt soms tot een uitval van enige tientallen procenten en derhalve tot verspilling van grondstoffen, energie e.d.

Het CQM heeft in vele klantenprojecten laten zien dat vanuit de statistiek een geweldige bijdrage kan worden geleverd tot een betere procesbeheersing; of het nu gaat om het produceren van geheugenchips, liquid crystal displays of chocoladedips. Zie Does e.a. [ref. 4, ref. 5, ref. 6 en ref. 7].

Een belangrijke ontwikkeling is dat de industrieel statisticus in toenemende mate bij het ontwerp van een produkt wordt betrokken, omdat men in het ontwerp rekening wil houden met hetgeen het productieproces statistisch gezien, kan. Een dergelijke aanpak staat bekend onder "Engineering for Processability" of robuust ontwerpen en draagt vaak in hoge mate bij tot een efficiënt gebruik van materialen en middelen, zie Schriever [ref. 8]. De lat wordt echter nog voortdurend hoger gelegd en het aantal uitdagingen voor de statisticus neemt toe nu bij tal van produkten, vooral elektronische, miniaturisatie wordt nagestreefd met name om milieuredenen.

Evenzeer is er hier werk aan de winkel voor de Operations Researcher. Bij de hele organisatie en inrichting van een productieproces en de besturing ervan moeten tal van keuzes worden gemaakt, zowel op strategisch, tactisch als operationeel niveau. Die keuzes moeten leiden tot een optimaal gebruik van ruimte en middelen. Met de toepassing van OR-modellen is hier veel winst te boeken. We volstaan met verwijzing naar artikelen van Zijm, De Kok en Fortuin [ref. 9, 10 en 11].

c. De overheid

In de inleiding hebben we aangestipt hoe fundamentele natuurkundige ontdekkingen en uitvindingen in de maatschappij processen op gang hebben gebracht en maatschappelijke systemen hebben doen ontstaan, die qua complexiteit de fysische processen mogelijkwerwijs overtreffen en vaak een heel ander, nog onbegrepen karakter hebben.

Een voor de hand liggend voorbeeld is de uitvinding van de verbrandingsmotor, die in samenhang met een aantal andere uitvindingen de infrastructuur van de bewoonde wereld totaal heeft veranderd en de mensheid voor chaotische verkeersproblemen plaatst. De problemen zijn mede het gevolg van de wijze waarop de agrarische en industriële productie is georganiseerd. Producten worden gemaakt op plaatsen waar ze niet nodig zijn. Bij het verkrijgen van inzicht in de daaruit voortvloeiende vraagstukken inzake verkeersregeling en distributielogistiek kunnen QM een uitstekende bijdrage leveren. Het CQM is in dit verband betrokken bij het bepalen van een optimale infrastructuur voor de Europese distributie van Philips' verlichtingsartikelen en bij het optimaliseren van het distributienetwerk voor Audio- en Videoprodukten. Ook wordt gewerkt aan het optimaliseren van transportroutes. Zie bijvoorbeeld Van Doremalen [ref. 12] en Fleuren [ref. 13].

Bijzondere probleemstellingen dienen zich aan in het kader van de zogenaamde "reversed logistics", het inzamelen van afgedankte gebruiksgoederen als koelkasten, TV's e.d.

CQM is betrokken bij studies rond het ontwerp en de besturing van dergelijke "omgekeerde logistieke netwerken".

Kijkend naar de actualiteit is het naar onze mening ten eerste aan te bevelen om met behulp van quantitative modellering de verkeerslogistieke haalbaarheid van de Betuwelijn te onderzoeken. Als de toevoer en afvoer van die lijn niet goed doordacht worden en niet is onderzocht of de lijn werkelijk een aantrekkelijk alternatief is voor de potentiële gebruiker, is het risico zeer groot dat er straks sprake is van een ten dele of geheel mislukt prestige-project. Zo had een gedegen QM-onderzoek naar het te verwachten gebruik van de carpoolwisselstrook mogelijkveel veel geld kunnen besparen. Men had bijvoorbeeld op voorhand kunnen onderzoeken of in het Gooi en Flevoland wel voldoende drietallen forenzen te vormen zijn die aan nogal wat randvoorwaarden voldoen: bij elkaar in de buurt wonen, bij elkaar werken, min of meer dezelfde werktijden, enzovoorts.

Mogelijkerwijs nog complexere problemen komen voort uit de fascinerende ontwikkelingen op het terrein van de telecommunicatie en de informatietechnologie. Hoe daardoor allerlei maatschappelijke processen wijzigen laat zich in statische zin nog wel enigermate beschrijven. Het zou evenwel van groot belang zijn om inzicht te krijgen in het "dynamische" gedrag van die processen. Bij uitstek een terrein voor het toepassen van stochastische modellen.

Minstens zo belangrijk is het om inzicht te krijgen in de ontwikkeling en beheersing van het milieu. De overheid laat daartoe onderzoek verrichten en heeft zich niet onbetuigd gelaten inzake regelgeving. De efficiëntie en effectiviteit van zowel de maatregelen van de overheid alsook van het onderzoek kan sterk worden verhoogd. Vanuit de statistiek kan daarbij een essentiële bijdrage worden geleverd. CQM is

in dit verband de afgelopen twee jaren met succes ingeschakeld door zowel de rijksoverheid als door provinciale overheden.

Tot zover enkele flitsen van het speelveld. We herhalen waarmee we begonnen: de maatschappij, de wereld is het speelveld van QM.

§4. Nabeschouwingen

Uit hetgeen wij hierboven over het voetlicht hebben gebracht zal duidelijk geworden zijn dat de QM-adviseur een vakman is, die niet alleen de kwaliteit heeft dat hij kennis heeft van quantitative methoden, maar dat hij vooral over de gave moet beschikken om in goede samenwerking met de probleemeigenaar, op het werkterrein van die probleemeigenaar, het probleem te formuleren en het daarop passende model te construeren.

Dit leert men als student in de QM niet door kennis te nemen van de analysemethoden en de bewijzen van de juistheid ervan. Het gaat om aandacht voor de formulering van het probleem met voorwaarden, van de "wiskundige" stelling. Het gaat om het doorschouwen van de herkomst van de voorwaarden, van de implicaties voor de oplossingsruimte. Het gaat om de relatie tussen een abstract geformuleerde stelling en vraagstellingen uit de praktijk. Al die zaken vragen om aandacht en ze stijgen in belang voor de vorming tot de QM-adviseur naar onze mening ver uit boven het kunnen reproduceren van de bewijzen van de stellingen, ofschoon dit voor de noodzakelijke ontwikkeling van het exacte denkvermogen niet mag worden nagelaten.

Voorts moet de QM-adviseur in zijn relatie tot het klantenveld optreden als een overtuigend vakman, als een flexibel denker, en als een gewetensvol, vriendelijk, doortastend en bescheiden dienstverlener.

Het verdient aanbeveling de afstand tussen in de praktijk opererende QM-adviseurs en opleiders te verkleinen. Van tijd tot tijd - niet continu omdat het effect dan wegebt - zouden QM-adviseurs daadwerkelijk bij de opleidingen dienen te worden betrokken. Andermaal verwijzen wij naar het artikel van De Kroon [ref. 3], waarin aandacht wordt besteed aan QM-onderwijs voor QM-vakmensen en aan QM-onderwijs binnen opleidingen waar QM als hulpwetenschap van belang is.

Een goede en intensieve training - wat ons betreft niet uitsluitend *indoor* - zijn een *conditio sine qua non*. Het intellectueel boeiende spel en het uitdagende speelveld zijn zo'n training meer dan waard. Wij wensen al onze vakgenoten een succesvolle tweede (eeuw)helft toe.

Verwijzing naar toeschouwers en medespelers

- [1] **A. van Beukel.** De dingen hebben hun geheim, Ten Have, 1990.
- [2] **J. Borgman.** Vrij Nederland, 7 januari 1995.
- [3] **J. de Kroon.** Leed en vermaak van de statistisch adviseur, KM36, 1991.
- [4] **R. Does.** Industriële Statistiek: waarborg voor kwaliteit, Sigma nr. 6, 1992.
- [5] **G. van Dongen en K. Roes.** Statistiek, motor van een moderne kwaliteitsaanpak in Nijmegen, Sigma nr. 6, 1992.
- [6] **M. Hasselaar en J. Praagman.** SPC en regelkaarten, Sigma nr. 6, nr. 1992.
- [7] **R. van Lieshout en B. Schriever.** Process Capability Studies, Sigma nr. 6, 1992.
- [8] **B. Schriever.** Improve your development process. Proceedings 12th O&E/IE Fair for improving productivity within Philips, 1994.
- [9] **W. Zijm.** Produktiebesturing in een gemengd order- en voorraadgestuurde omgeving. In "De Kroonjuwelen", CQM-uitgave, 1992.
- [10] **A. de Kok.** Wegen naar afwegen, of hoe houd je de zaak draaiende. Inaugurele rede TUE, 1993.
- [11] **L. Fortuin en J. van Doremalen.** Simulatie voor industrie en dienstverlening. De Ingenieur nr. 104, 1992.
- [12] **J. van Doremalen.** Design and analysis of international distribution networks. In "De Kroonjuwelen", CQM-uitgave, 1992.
- [13] **H. Fleuren.** Ritplan genereert planningsvoorstel, EVO-supplement, 1993.

