

## **Een wiskundige in het milieu-onderzoek**

Afstuderen als wiskundige, werken bij een milieu-instituut en promoveren bij een economische faculteit, hoe past zoiets in één carrière? In februari 1987 ben ik afgestudeerd met als hoofdrichting mathematische fysica en als bijvak besliskunde. Op 1 april van dat jaar ben ik begonnen bij het Instituut voor Milieuvraagstukken (IVM) van de Vrije Universiteit. Het IVM is een binnen de Universiteit zelfstandig werkend instituut dat voor universitaire begrippen veel derdegeldstroomonderzoek uitvoert. Er werken onderzoekers uit zeer diverse disciplines: veel economen, econometristen, en chemici, enkele ecologen, biologen, (internationaal-)juristen, een antropoloog, een psycholoog en één wiskundige, ik dus.

Mijn voornaamste taak in het begin was het implementeren van een beslissingsondersteunend systeem. Dit was een project betaald en begeleid door het Ministerie van Financiën. Het doel van het systeem is het ondersteunen van beslissingsproblemen. Een beslissingsprobleem wordt beschreven door drie karakteristieken: de doelstellingen van het probleem, de alternatieven die het probleem zouden kunnen oplossen en de prioriteiten die gesteld worden aan de diverse doelstellingen. Een bekend voorbeeld van een beslissingsprobleem is de Betuwelijn. Hier is de belangrijkste doelstelling de verbetering van het goederentransport per trein. Als mogelijke oplossingen, de alternatieven, zijn diverse tracés in combinatie met ondergrondse of diepliggende gedeelten vergeleken. Enkele andere doelstellingen van het probleem zijn: zo min mogelijk overlast voor omwonenden, zo goedkoop mogelijk en zo veel mogelijk de natuur ontzien. Deze doelstellingen zijn niet allemaal even belangrijk. Door nu aan elke doelstelling een gewicht te koppelen kunnen de prioriteiten worden vastgesteld en worden meegenomen in het vergelijken van de alternatieven. In hoeverre aan een doelstelling voldaan wordt, wordt gemeten met behulp van één of meerdere criteria. Deze criteria spannen samen met de alternatieven een

effectentabel op. In deze effectentabel staat het effect van elk beleidsalternatief voor de van belang zijnde criteria. Vaak wordt zo een effect uitgedrukt in een getal, maar ook plussen en minnen en ordinale of binaire waarden zijn mogelijk. Er bestaan verschillende methoden die een effectentabel kunnen omzetten in een rangschikking van alternatieven. Deze methoden worden multicriteria-analyses (MCA's) genoemd, waarvan de meest gecompliceerde gebruik maakt van grafentheorie.

Het bouwen van zo'n systeem bleek een hele klus die uiteindelijk vijf jaar later resulteerde in het door Kluwer uitgegeven systeem BOSDA (BeslissingsOndersteunend Systeem voor Discrete Alternatieven). Dit systeem draait onder DOS, maar op dit moment zijn we bijna klaar met een windowsversie. Voor het implementeren van de windowsversie hebben we een softwarebureau ingehuurd omdat het ontwikkelen van software niet echt het doel van het IVM is. Deze keer heb ik me dan ook meer bezig gehouden met het aansturen van de programmeur.

Nu lijkt het of ik me alleen bezig houd met BOSDA, maar dat is niet het geval. In de afgelopen dertien jaar ben ik betrokken geweest bij diverse projecten. Het overgrote deel van deze projecten had als onderwerp het vergelijken en evalueren van beleidsalternatieven voor een bepaald beslissingsprobleem. Die problemen varieerden tussen sanering van verontreinigde bodems, duurzame ontwikkeling van toerisme op een Grieks eiland, versterken van rivierdijken, toelaten van pesticiden binnen Europa en plannen voor natuurontwikkeling in het Groene Hart. Als je deze problemen bekijkt, zie je dat de meeste een ruimtelijke, een geografische component bevatten. Het effect van een bepaalde pesticide op grondwater bijvoorbeeld, is bij toepassing op een zandbodem heel anders dan bij een kleibodem. Doordat het effect per locatie kan verschillen is dit niet meer in één getal uit te drukken. Een tweedimensionale effectentabel om de effecten van alternatieven uit te drukken volstaat dus niet meer. Door een gebied te verdelen in hokjes (gridcellen) kan elk effect wel worden weergegeven in een matrix. Het beslissingsprobleem wordt hier-

door vergroot van twee dimensies (alternatieven en effecten) naar vier dimensies (alternatieven, effecten,  $x$ - en  $y$ - coördinaten). Na het wiskundig definiëren van een ruimtelijk beslissingsprobleem heb ik onderzocht hoe de bestaande methoden (MCA's en ruimtelijke analyses) geïntegreerd kunnen worden tot methoden die geschikt zijn voor het evalueren van vierdimensionale effectentabellen. Uiteindelijk ben ik op 1 april 1999 bij de economische faculteit op dit onderwerp gepromoveerd.

Mijn wiskundige kennis kwam goed van pas tijdens mijn promotieonderzoek, maar in de meeste projecten binnen het IVM heb ik niet veel wiskunde nodig. Dat is wel eens jammer, maar daar staat weer tegenover dat ik tijdens mijn werk bij het IVM heel veel andere dingen heb geleerd. Ik heb me verdiept in beleidsanalyse, beslissingsondersteunende systemen en geografische informatiesystemen. Verder werk ik in projecten samen met mensen uit andere disciplines waardoor mijn kennis steeds breder wordt. En door mijn werkzaamheden voor NIMF (Netwerk voor vrouwen in Informatica, Mathematica en Fysica) blijf ik in contact met de echte 'bèta-wereld'.

Marjan van Herwijnen  
marjan@ivm.vu.nl