



multicriteriamodellen en hun toepassing in de groene sector II*

Dr ir B. Wierenga

Vakgroep Marktkunde en Marktonderzoek
Landbouwhogeschool Wageningen

Dit vervolgartikel behandelt eerst multicriteria analyse waarbij geen gebruik wordt gemaakt van expliciete nutsfuncties. Vervolgens wordt de situatie van onzekerheid aan de orde gesteld, eerst in één dimensie, daarna bij meerdimensionele beslissingsproblemen. De in deze gevallen toepasbare modellen worden toegelicht met voorbeelden. Het artikel besluit met enkele opmerkingen over aspecten van beslissingsmodellen die niet of zeer summier aan de orde zijn geweest en over de toepassing van multicriteriamodellen.

multicriteria analyse zonder expliciete nutsfunctie (1)

Zoals in het eerste deel van dit artikel is opgemerkt, kenmerkt de benadering van multicriteria beslissingen vanuit de 'operations research' zich door veel aandacht voor de wiskundige aspecten en weinig aandacht voor nutsmeting. Hoewel in deze literatuur de nutsbenadering wel aan de orde komt: Nijkamp (1979, Hfd. 7), Rietveld (1980, Hfd. 7), Roy en Vincke (1981, § 2.1.), spelen nutsfuncties bij het bepalen van keuzen uit de alternatieven hier nauwelijks een rol. Dit vooral vanwege de veronderstelde meetproblemen. Voorzover voorkeursinformatie van de beslisser wordt gebruikt, wordt deze meestal verzameld in de vorm van expliciet gevraagde numerieke weegfactoren voor de attributen. Overigens is het zeer belangrijk na te gaan wat gezegd kan worden over de beste beslissing in een multicriteria situatie als de nutsfunctie van de beslisser niet bekend is.

continue beslissingsproblemen

Voor wat betreft continue beslissingsproblemen concentreert men zich in de eerste plaats op de bepaling van het toegelaten gebied en het bepalen van

de verzameling van efficiënte oplossingen. Deze verzameling, ook wel 'Pareto-optimale set' genoemd, bevat al die oplossingen waarvoor het niet mogelijk is de score op het ene criterium te verbeteren, zonder de score op een ander criterium te verslechteren. Bij het zoeken van de beste beslissing kan men zich tot efficiënte oplossingen beperken. Er bestaan analytische methoden om deze efficiënte oplossingen te vinden.

Vervolgens kan men zich een beeld vormen van de mate van conflict die er tussen de verschillende criteria bestaat, Rietveld (1980, Hfd. 6). Hiertoe wordt wel gewerkt met de zogenaamde P-matrix, die er bij d-criteria als volgt uitziet:

	max $W_1(x)$	max..... $W_2(x)$	max $W_d(x)$
criterium			
1	P_{11}	P_{12}	P_{1d}
2	P_{21}	P_{22}	
3			
⋮			
d	P_{d1}	P_{d2}	P_{dd}

Hierbij zijn de kolommen de waarden van de criteria 1 t/m d. Bij de eerste kolom betreft dat de waarden als naar het eerste criterium $W_1(x)$ wordt gemaximaliseerd, in de tweede kolom staan de waarden als naar het tweede criterium wordt gemaximaliseerd, enz. De diagonaalwaarden zijn dan als het ware de 'beste' waarden, ook wel ideaalpunten genoemd. Er geldt:

$P_{jj} \geq P_{jj'}$ voor $j, j' = 1, \dots, d, j' - j$. (12) Uit de verschillen: $(P_{jj} - P_{jj'})$ kan de mate van conflict tussen de criteria worden afgelezen en op deze verschillen zijn bepaalde conflictindicatoren gebaseerd.

Op basis van de P-matrix kan ook een oplossing als de beste worden gekozen. Bijvoorbeeld door de besluitregel: Kies de oplossing met de kleinste afstand tot het ideaalpunt in de d-dimensionale ruimte. Het zal duidelijk zijn dat zo'n compromis-oplossing totaal geen rekening houdt met 'trade-offs' van de beslisser tussen de verschillende criteria en ook verder arbitrair is doordat de grootheden waarin de verschillende criteria zijn gemeten doorgaans onvergelijkbaar zijn.

Verder kan men zonder de parameters van de nutsfunctie zelf te kennen gevoeligheidsanalyses plegen. Veronderstelt men bijvoorbeeld een lineair compenserende nutsfunctie dan kan men nagaan voor welke waardengebieden van de gewichten w_j een bepaald alternatief het hoogste nut zou opleveren. Om vast te stellen of een beslissing optimaal is, zou men zich vervolgens bij het bepalen van de preferentiefunctie tot speciale trajecten van de parameterwaarden kunnen beperken.

Om tot een definitieve keuze te komen is preferentie-informatie van de beslisser nodig. Hierbij wordt vaak gebruik gemaakt van zogenaamde interactieve methoden: Rietveld (1979, Hfd. 9); Spronk (1980). Er wordt gestart met

* Deel I in LT/pt 6-82, figuren en vergelijkingen zijn doorlopend genummerd.
(1) De gehanteerde nutsfunctie is hier: $U(x) = (1 - e^{-\gamma x}) / (1 - e^{-\gamma})$, waarbij x is uitgedrukt in eenheden van f 100 000,-.

een bepaalde toegelaten oplossing en er worden steeds, in overleg met de beslisser, veranderingen in het optimaliseringsprobleem aangebracht. Bijvoorbeeld bij een criterium dat de beslisser te laag vindt uitvallen kan een hogere ondergrens worden aangebracht, een beperking die iets te strak is kan ietwat worden verzacht enzovoort. Dit proces gaat zolang door tot de beslisser tevreden (satisfied) is met de gevonden oplossing. Rietveld (1979, Hfd. 11, 12) analyseert op de boven aangegeven wijze de conflicten en compromismogelijkheden bij een gefingeerd transportprobleem en bij het probleem van de optimale inrichting van de Maasvlakte. In beide gevallen wordt de analyse afgesloten met een interactieve oplossing. In het eerste geval treedt hierbij een denkbeeldige beslisser op, in het tweede geval een functionaris van de Rijnmond Raad. Spronk (1980) ontwikkelde een interactief programma dat gebruik maakt van het principe van doelprogrammering. Bij doelprogrammering worden er streefwaarden vastgesteld voor de criteria en het over- of onderschrijden van deze streefwaarden wordt afgestraft. In het algoritme van Spronk wordt gewerkt met pessimistische en ideaalwaarden voor elk criterium. Tijdens het proces moet de beslisser deze voortdurend bijstellen totdat ze aan het eind van de procedure bij elkaar zijn gekomen. Onder andere worden toepassingen gegeven in de sfeer van investeringsselectie en financiële planning. Uiteraard heeft een dergelijk interactieve methode het voordeel dat de beslisser 'leert' tijdens het proces. Nadelen zijn dat men, gezien het tijdsbeslag, slechts de voorkeuren van één of een klein aantal beslissers kan meenemen, (bijvoorbeeld bij het meten van consumentenvoorkeuren voor een nieuw produkt is deze methode niet uitvoerbaar), dat men buiten de fysieke aanwezigheid van de beslisser geen enkele indicatie heeft over zijn keuze uit bepaalde alternatieven en dat op de beslisser een veel groter beroep wordt gedaan dan bij het verstrekken van preferentie-informatie, benodigd voor het schatten van een nutsfunctie.

discrete beslissingsproblemen

Hierbij zijn er een aantal alternatieven waarvan de scores bekend worden verondersteld op ieder van de criteria. De vraag is nu: welk alternatief is het beste?

Een bekende methode is ELECTRE, ontwikkeld door Roy (Zie Roy en Vincke, 1981). Hierbij probeert men tot zogenaamde 'outranking relations' te komen. Voor twee alternatieven a en b wordt dan eerst vastgesteld de concordantieset C_{ab} , de verzameling van criteria waarop a het beter doet dan (of even goed als) b. Vervolgens wordt berekend de concordantie-index c_{ab} :

$$c_{ab} = \frac{\sum_{j \in C_{ab}} W_j}{\sum W_j} \quad (13)$$

dat wil zeggen de som van de gewichten van de criteria in de concordantieset. Als er geen gewichten bekend zijn kunnen hiervoor enen worden genomen. Analoog kan men voor hetzelfde paar alternatieven a en b ook een discordantie-index d_{ab} bepalen, welke gebaseerd is op het aantal en de gewichten van de criteria waarop a slechter is dan b. Er worden dan twee afkappgrenzen geformuleerd \bar{c} en \bar{d} en er geldt dat 'a outranks b' als:

$$c_{ab} \geq \bar{c} \quad (14)$$

en

$$d_{ab} \leq \bar{d} \quad (15)$$

Op grond van deze 'outranking relations' kunnen vervolgens dominanties worden bepaald en kunnen bepaalde alternatieven worden geschrapt. Uiteraard hangt de uitkomst sterk af van de gekozen waarden voor \bar{c} en \bar{d} . Als \bar{c} hoog wordt gekozen en \bar{d} laag kunnen er weinig alternatieven worden geschrapt, naarmate \bar{c} lager en \bar{d} hoger wordt blijven er minder alternatieven over tot er tenslotte nog één resteert.

Andere methoden voor de keuze uit discrete beslissingsproblemen zijn onder andere de verwachtingswaarde methode waarbij de scores worden gewogen met de belangrijkheid van criteria en vervolgens opgeteld (geen relatie met het begrip verwachtingswaarde uit de kansrekening) en de discrepantiemethode, waarbij wordt gekeken naar de gewogen afstand tussen

het gegeven alternatief en het ideale alternatief.

Voor een verder overzicht zij verwezen naar Hwang en Yoon (1981), Nijkamp (1979, Hfd. 12), Rietveld (1980, Hfd. 8) en De Mol (1979).

Bij toepassingen van verschillende methoden blijkt dat deze nogal eens tot verschillende uitkomsten leiden voor dezelfde set van alternatieven.

Zie het gefingeerde voorbeeld van de Mol (1979) en het voorbeeld van Nijkamp over de inrichting van de voormalige Lauwerszee (1979, p. 12). Principiële problemen bij deze benadering betreffen het gebruik van preferentie-informatie afkomstig van de beslisser. Soms wordt deze in het geheel niet gebruikt waardoor die beslissing arbitrair lijkt. Wordt preferentie-informatie wel gebruikt dan is het in de vorm van numerieke gewichten direct toegekend door de beslisser. De bezwaren hiervan werden reeds eerder besproken. Bovendien wordt vaak impliciet een bepaalde nutsfunctie aangenomen (meestal lineair-compensatorisch) zonder deze specificatie te toetsen. Tenslotte is de nutsinformatie vaak niet afkomstig van betrokkenen, maar van een bepaalde beleidsfiguur die wel of niet de voorkeuren van de betrokkenen representeert.

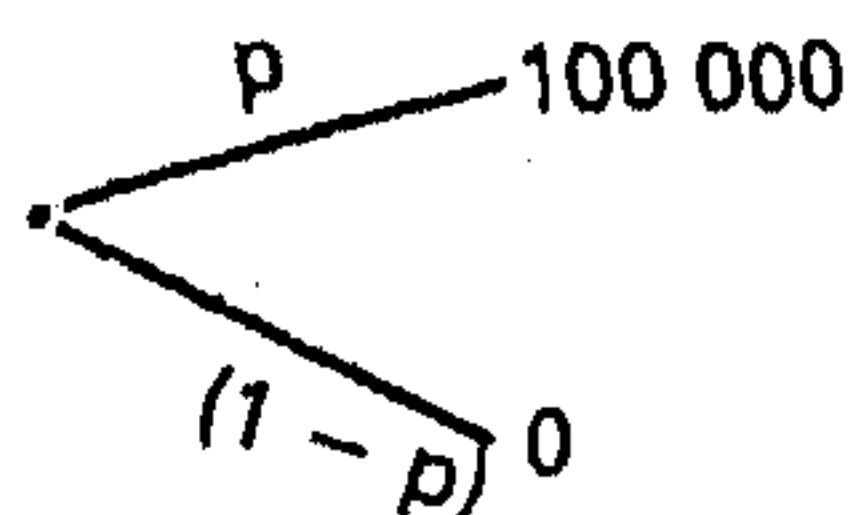
multicriteriamodellen die expliciet rekening houden met onzekerheid

Hiermee zijn we aangekomen in cel vier van de inventarisatie van beslissingsmodellen, zoals weergegeven in figuur 1 in deel I van dit artikel. Hoewel het in dit artikel over multicriteria beslissingsproblemen gaat moeten we voorafgaand aan de behandeling van de Multi Attribute Utility methoden iets zeggen over de ééndimensionale beslissingsanalyse onder onzekerheid.

beslissingsanalyse in één dimensie (cel drie)

De bekendste benadering is ongetwijfeld die van de maximering van het verwachte nut. De theoretische basis voor deze benadering werd gevormd door Von Neumann en Morgenstern (1947) en Savage (1954).

Basiselementen zijn: subjectieve waarschijnlijkheden die uitdrukken de 'degree of belief' van de beslisser dat een bepaalde gebeurtenis zal plaatsvinden en nutsfuncties die de risico-attitude van de beslisser weergeven. Onzekere gebeurtenissen worden loterijen genoemd. Bijvoorbeeld een loterij waarbij de beslisser met kans p f 100 000,- zal krijgen en met kans $(1-p)$ niets, kan schematisch als volgt worden weergegeven:



Er kan nu worden afgeleid dat, wanneer voldaan is aan bepaalde axioma's er een nutsfunctie voor de uitkomsten bestaat, zodanig dat:

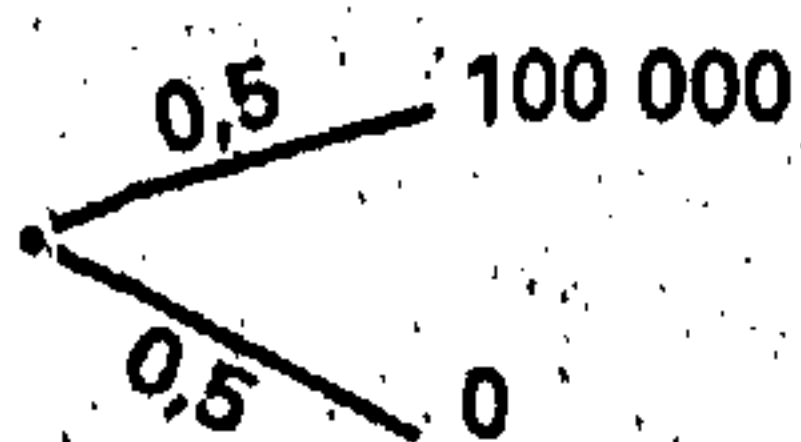
- het nut van de loterij gelijk is aan het verwachte nut van haar prijzen;
- als de beslisser een preferentie heeft voor de ene loterij boven een andere dan geldt die preferentie voor de loterij met het hoogste nut.

Als de nutsfunctie wordt aangeduid als $U(x)$, dan is het nut van bovenstaande loterij dus:

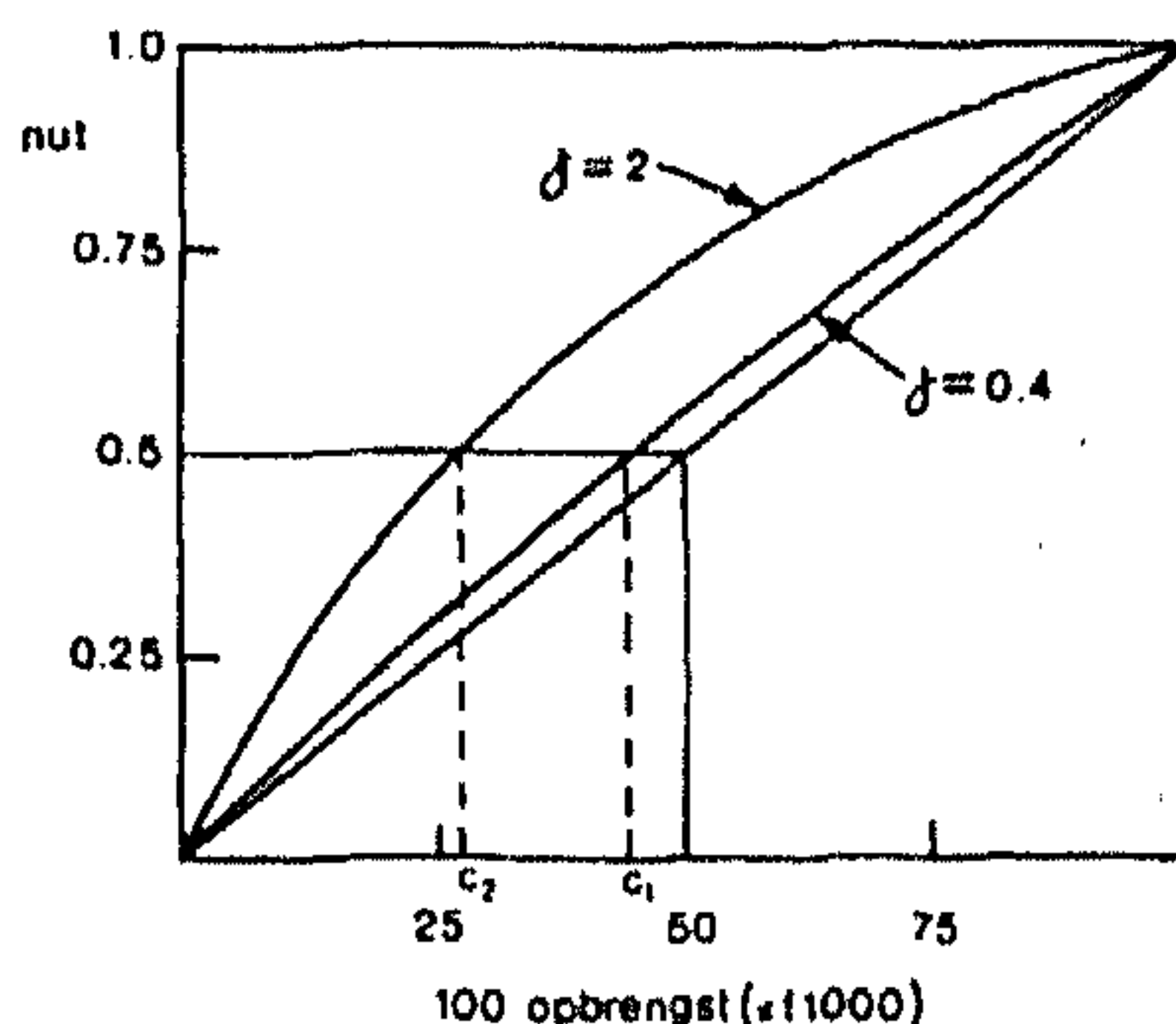
$$p U(100\ 000) + (1-p) U(0).$$

Aangezien verwachting een lineaire operator is, is deze nutsfunctie bepaald op een positief lineaire transformatie na. Daarom wordt gesproken van een 'cardinale' nutsfunctie.

De vorm van de nutsfunctie geeft de mate van risicomijding aan. Deze risicomijding wordt uitgedrukt in de zogenaamde risicomijdingscoëfficiënt. In figuur 8 zijn twee nutsfuncties getekend, met een risicomijdingscoëfficiënt (γ) van 0,4, respectievelijk 2⁽¹⁾. Hoe meer concaaf de nutsfunctie, hoe groter de mate van risicomijding. Uit figuur 8 valt af te lezen dat voor de bovenste nutsfunctie geldt, dat de loterij



een even groot nut heeft (nl. van 0,5) als een zekere opbrengst ter grootte van c_2 . Men noemt c_2 dan het 'zeker equivalent' van de loterij, in dit geval is



8. Nutsfuncties met risicomijdingscoëfficiënt van respectievelijk 0,4 en 2

het zeker equivalent gelijk aan f 28 000,-. De beslisser met de risicomijdingscoëfficiënt van 2 zal dus f 28 000,- willen geven voor een loterij met 50% kans op f 100 000,- en 50% kans op niets.

Op dezelfde wijze kan worden vastgesteld dat het bedrag dat de beslisser met de risicomijdingscoëfficiënt van 0,4 (die dus een veel geringere aversie tegen risico heeft) gelijk is aan f 45 000,-. (Dit zeker equivalent is weergegeven door c_1 in figuur 8.)

Voor een bepaalde beslisser kan de nutsfunctie worden vastgesteld door middel van een interview. Twee waarden mogen arbitrair worden gekozen, zoals in figuur 8 $U(0) = 0$ en $U(100\ 000) = 1$. Tussenvallende waarden kunnen worden bepaald door het stellen van vragen als: hoeveel zou u bereid zijn te betalen voor een loterij met 50% kans op f 100 000,- en 50% kans op f 0,-. Dit geeft dan de x -waarde die hoort bij $U(x) = 0,5$. De aldus gevonden waarden kunnen vervolgens weer dienen voor verdere interpolaties. Voor literatuur hiervoor zie: Keeney en Raiffa (1976, Hfd. 4) en Howard (1974).

Wanneer de nutsfunctie en de subjectieve waarschijnlijkheden van de beslisser met betrekking tot de onzekerheden in de beslissingssituatie zijn vastgesteld kan op grond van het verwachte nut de beste beslissing worden bepaald.

Deze beslissingsanalyse is strikt normatief: gegeven de subjectieve waar-

schijnlijkheden en gegeven de preferenties en risico-attitude neergelegd in de nutsfunctie wordt een bepaalde beslissing als de beste aangewezen. De benadering is ook strikt persoonlijk: de inputs zijn de 'beliefs' en voorkeuren van een bepaalde beslisser. Bij een andere beslisser kan bij dezelfde verzameling alternatieven een andere keuze als de beste worden aangewezen.

Uiteraard kan in het bestek van dit artikel niet de gehele Bayesiaanse beslissingstheorie worden behandeld. Voor meer literatuur zij onder andere verwezen naar Raiffa (1968) en Schlaifer (1969). Een inleiding in beslissingsanalyse in de agrarische context, waarbij het gaat om de beslissingen door boeren ten aanzien van de bedrijfsvoering is Anderson, Dillon en Hardaker (1977). Ook zijn er in de literatuur tal van toepassingen in de agrarische context te vinden,; Young (1979) bespreekt 11 studies op het terrein van risico-attitudes van agrarische producenten. Ook de bundel onder redactie van Hanf en Schiefer (1980) is gewijd aan risico in de landbouw. Bij de planning van landbouwbedrijven wordt wel gebruikt gemaakt van de zogenaamde verwachtingswaarde-varianciebenadering, ontwikkeld door Markowitz (1959). Indien de nutsfunctie kwadratisch is of de (onzekere) uitkomsten een normale verdeling volgen, is deze benadering equivalent met de verwachte nut-benadering. Een nog meer specifieke vorm voor het weergeven van risico in het beslissingsmodel van de boer is het zogenaamde MOTAD-model (Hazell 1971, Wijnands 1980) waarbij niet de variantie van de uitkomsten, maar de som van hun absolute afwijkingen van het gemiddelde wordt geminimaliseerd.

beslissingsanalyse in meer dimensies (cel 4)

In het meerdimensionale geval gaat het om het vinden van een nutsfunctie

$$U(x) = U(x_1, \dots, x_d) \quad (16)$$

zodanig, dat voor alle mogelijke kansverdelingen met betrekking tot de onzekere uitkomsten x_j het alternatief met de hoogste verwachtingswaarde $E(U(x))$ ook het meest geprefereerde

alternatief is. De theoretische grondslag is dezelfde als voor het ééndimensionale geval.

Het parametriseren van de algemene vorm van de nutsfunctie (16) is nogal complex. Keeney, (Keeney & Raiffa, 1976, Hfd. 5.6) heeft voorwaarden afgeleid waaronder de nutsfunctie quasi-scheidbaar is.

Dit is het geval als voor alle attributen geldt dat er gezamenlijke preferentiële onafhankelijkheid en nutsonafhankelijkheid bestaat. Preferentiële onafhankelijkheid werd reeds gedefinieerd. Atribuut x_i is nutsonafhankelijk van de andere attributen als de voorkeuren van de beslisser met betrekking tot loterijen waarbij alleen x_i betrokken is, niet afhangen van de niveau's van de andere attributen.

Onder deze voorwaarden, die in praktische toepassingen getoetst kunnen worden, kan de nutsfunctie van de beslisser worden geschreven als:

$$U(x_1, \dots, x_d) = \frac{1}{K} \prod_{i=1}^d [1 + Kk_i U_i(x_i)] - 1 \quad (17)$$

Hierbij is de nutsfunctie dus ontleed in afzonderlijke ééndimensionale nutsfuncties $U_i(x_i)$, die empirisch kunnen worden vastgesteld op de in hiervoor aangegeven wijze. Door het stellen van een aantal additionele vragen aan de beslisser kunnen ook de coëfficiënten k_i worden vastgesteld.

Keeney (1979) geeft een praktische toepassing van deze benadering bij het kiezen van een locatie voor een waterbekken als energiereservoir in het zuidwesten van de Verenigde Staten. Als attributen werden hierbij gebruikt kosten in het eerste jaar; lengte van de transmissieleiding; oppervlakte bos die verloren gaat; oppervlakte grond langs de oevers van het waterbekken die verloren gaat.

Voor deze attributen werd een nutsfunctie gemeten van de specificatie (17), nadat eerst preferentie- en nutsonafhankelijkheid was vastgesteld. Hierbij werd de preferentie-informatie gemeten van de functionarissen van de betreffende elektriciteitsmaatschappij. Met behulp van deze nuts-

functie kon een duidelijke overall-rangorde van kandidaatlocaties voor het waterbekken worden vastgesteld. Hierbij werden gevoeligheidsanalyses uitgevoerd, onder andere ten aanzien van de waarden van k_i en de mate van risicomijding, gerepresenteerd door de nutsfuncties.

Een andere recente toepassing is die op het markt- en prijsbeleid met betrekking tot rijst in de Filippijnen: Rausser en Yassour (1981). Als doelstellingen werden hier gekozen het netto-inkomen van de boeren; de zelfverzorgingsgraad; het consumentensurplus; prijsstabiliteit; overheidsuitgaven.

Eéndimensionale nutsfuncties voor ieder van deze doelstellingen werden bepaald op basis van preferentie-informatie afkomstig van leden van de National Grains Authority. Nadat preferentiële en nutsonafhankelijkheid waren getoetst werden deze univariante nutsfuncties gecombineerd tot een nutsfunctie van de specificatie (17). Verder werden subjectieve waarschijnlijkheden vastgesteld ten aanzien van de belangrijkste onzekere factoren: weer, aanbodreactie op verschillende prijsniveau's door boeren, de binnenlandse vraag en de wereldmarktprijs van rijst. Vervolgens werd met dit beslissingsmodel een aantal alternatieven geëvalueerd met betrekking tot het te voeren markt- en prijsbeleid; verschillende niveau's van bodem- en plafondprijzen, verschillende typen van marktinterventie, verschillende niveau's van subsidies enzovoorts. Deze benadering lijkt ook toepasbaar bij andere beslissingen in het kader van landbouwbeleid.

De in deze paragraaf besproken meerdimensionale beslissingsanalyse vormt een theoretisch goed gefundeerde benadering voor beslissingen onder onzekerheid. Wel zijn in het algemeen de methoden voor het vaststellen van de specificatie en de schatting van de parameters van de nutsfunctie omslachtiger dan bij de in de vorige paragraaf behandelde methoden. Deze vergen een tamelijk intensief interview met de beslisser, hetgeen vooralsnog toepassing bij grote aantallen respondenten moeilijk uit-

voerbaar maakt. Wellicht zijn echter ook op dit terrein verdere verbeteringen in 'assessment'-procedures te verwachten.

slotopmerkingen

Multicriteria beslissingsmodellen vormen een zich zeer snel ontwikkelend gebied. Vanuit diverse disciplines wordt aan deze ontwikkeling bijgedragen. In dit artikel is getracht het terrein in kaart te brengen en de belangrijkste modellen en benaderingen te bespreken die thans beschikbaar zijn bij het oplossen van multicriteria beslissingsproblemen. Hierbij is in het bijzonder uitgegaan van toepassingen in de landbouw en overige delen van de 'groene' sector. Uiteraard kan dit overzicht niet volledig zijn. Van de verschillende modellen en methoden konden slechts de grote lijnen worden geschetst. Naar wij hopen is dit als aanzet voor de lezer toch voldoende en kan dit hem helpen zijn weg in dit gebied te vinden. De aangegeven literatuur maakt verdieping mogelijk en geeft informatie ten behoeve van praktische uitvoering.

Uiteraard geeft de indeling van beslissingsproblemen in de vier kwadranten van figuur 1 lang niet alle aspecten weer die bij een beslissingsproces van belang (kunnen) zijn. Zo zouden we beslissingsproblemen ook kunnen indelen naar statisch/dynamisch, al naar gelang het aantal toekomstige perioden waarover een beslissing die nu wordt genomen, nog invloed heeft. Een ander zeer belangrijk aspect is dat van individuele beslissingen tegenover groepsbeslissingen. In dit overzicht is aan het laatstgenoemde type beslissing geen aandacht besteed. Overigens zal men ook bij collectieve beslissingen vaak terug moeten naar de individuele nutsfuncties van betrokkenen. Over het bestaan en de meetbaarheid van een (collectieve) sociale welvaartsfunctie zijn in de literatuur de nodige twijfels geuit. Zie hierover het onmogelijkheidstheorema van Arrow (1951), Keeney en Raiffa (1975, Hfd. 10) en Van den Noort (1981).

Evenmin is in het overzicht aandacht

besteed aan het structureren van beslissingsproblemen: het zodanig in delen uiteen leggen en formuleren, dat het kan worden aangepakt met een van de besproken methoden. Hiervoor zijn geen vaste voorschriften te geven, maar wellicht kan de lezer zijn voordeel doen met wat Keeney en Raiffa (1975) in de eerste hoofdstukken van hun boek daarover schrijven.

Een voor de hand liggende vraag, bij zoveel verschillende methoden is, wanneer is welke methode het meest geschikt? Zoals reeds werd vermeld, zijn er bepaalde tradities gegroeid: in marketing en consumentengedrag wordt veel gebruik gemaakt van psychometrische methoden, in de landbouweconomie van meerdimensionale beslissingsanalyse onder onzekerheid en in de ruimtelijke ordening van methoden uit de hoek van de operations research. Een van de bedoelingen van dit artikel is te laten zien dat de methoden vanuit deze verschillende invalshoeken elkaar in belangrijke mate aanvullen. Er kan een belangrijke stimulans uitgaan van de toepassing van andere multicriteriamodellen dan die welke in een bepaald toepassingsgebied tot nu toe gebruikelijk zijn. Dit artikel heeft getracht de informatie aan te dragen om daartoe – gegeven het beslissingsprobleem – de meest geschikte aanpak te kunnen kiezen.

De vorderingen die de laatste tien tot vijftien jaar op het gebied van multicriteriamodellen zijn gemaakt, hebben enerzijds betrekking op een verdieping van de theoretische onderbouwing, anderzijds op verbetering van toepassingsmogelijkheden met name voor wat betreft het empirisch vaststellen van nutsfuncties. Hierdoor zijn deze modellen tot bruikbare werktuigen geworden, die op hun mogelijkheden en beperkingen verder in de praktijk moeten worden beproefd.

literatuur

- Anderson J.R., J.L. Dillon en B. Hardaker (1977): Agricultural decision analysis, Iowa State University Press, Iowa USA.
- Arrow, K. (1951): Social choice and individual values, Wiley, New York.
- Van den Berg, A. en J.F. Coeterier (1980): De waarneming en de waardering van bossen, *Nederlands Bosbouw Tijdschrift* 52: 263-272.
- Caroll, J.D. (1972): Individual differences and multidimensional scaling, in: (R.N. Shepard e.a. eds) *Multidimensional scaling, theory and application in the behavioral sciences*, Volume I, Seminar Press, New York 1972 p. 105-155.
- Charnes, A. en W.W. Cooper (1961): Management models and industrial applications of linear programming, Part I and II, Wiley, New York.
- Fishbein, M. (1963): An investigation of the relationships between beliefs about an object and the attitude toward that object. *Human Relations*, 8: 233-240.
- Gauthier, L.J. (1980): An application of multidimensional scaling techniques to landscape photographs. Rapport De Dorsch-kamp, Wageningen, nr. 236.
- Green, P.E., J.D. Carroll en S.M. Goldberg (1981): A general approach to product design optimization via conjoint analysis. *J. of Marketing* 45, 3: 17-37.
- Green, P.E. en Y. Wind (1973): Multiattribute decisions in marketing, Dryden Press, Hinsdale, Illinois.
- Hanf, C.H. en G. Schiefer (eds) (1980): Consideration and modelling of risk in the agribusiness sector. Kieler Wissenschaftsverlag Vauk, Kiel.
- Hauser, J.R. en G.L. Urban (1977): A normative methodology for modelling consumer response to innovation. *Operat. Res.* 25, 4: 579-619.
- Hazell, P.B.R. (1971): A linear alternative to quadratic and semivariance programming for farm planning under uncertainty. *Amer. J. of Agric. Econ.* 53, : 53-62.
- Howard, R.A., J.E. Matheson en K.L. Miller (eds), (1974): Readings in decision analysis. SRI-Decision Analysis Group, Menlo Park (Cal).
- Howard, R.A. (1980): An assessment of decision analysis. *Operat. Res.* 28, 1: 4-27.
- Hwang, C.L. en A.S.M. Masud (1979): Multiple objective decision making-methods and applications. A state-of-the-art survey. Springer Verlag Lecture notes in economics and mathematical systems 164. Berlijn.
- Hwang, C.L. en K. Yoon (1981): Multiple attribute decision making-methods and applications. A state-of-the-art survey. Springer Verlag, Lecture notes in economics and mathematical systems 186. Berlijn.
- Johansen, L. (1974): Establishing preference functions for macroeconomic decision models. *Eur. Econ. Rev.* V: 41-66.
- Kahneman, D. en A. Tversky (1979): Prospect theory: an analysis of decision under risk. *Econometrica* 47, 2 : 263-291.
- Keeney, R.L. (1979): Evaluation of proposed storage sites. *Operat. Res.* 27, 1: 48-64.
- Keeney, R.L. en H. Raiffa (1976): Decisions with multiple objectives: preferences and value trade-offs. Wiley, New York.
- Krantz, D.H. en A. Tversky (1971): Conjoint-measurement analysis of composition rules in psychology. *Psych. Rev.* 78, 2: 151-169.
- Kruskal, J.B. (1964a): Multidimensional scaling by optimizing goodness of fit to a nonmetric hypothesis. *Psychometrika* 29, 1: 27.
- Kruskal, J.B. (1964b): Nonmetric multidimensional scaling: a numerical method. *Psychometrika* 29, 2: 115-129.
- Kruskal, J.B. (1965): Analysis of factorial experiments by estimating monotone transformations of the data. *J. of the Royal Stat. Soc. (B)* 27, 2: 251-263.
- Kruskal, J. en M. Wish (1978): Multidimensional scaling. Sage Publications, Beverly Hills, London.
- Lancaster, K. (1971): Consumer demand, a new approach, Columbia Univ. Press.
- Lautman, M.R., L.W. Percy en G.R. Kardish (1978): Campaigns from multidimensional scaling. *J. of Advertising Res.* 18, 3.
- Luce, D.R. en J.W. Tukey (1964): Simultaneous conjoint measurement. A new type of fundamental measurement. *J. of Math. Psych.* 1, 1: 1-27.
- Markowitz, H.M. (1959): Portfolio selection, Wiley, New York.
- Mc. Fadden, D. (1980): Economic models for probabilistic choice among products. *J. of Business* 53, 3, part 2, S13-S29.
- Merkies, A.H.Q.M. en A.J. Vermaat (1981): De onmacht van een kabinet. Een empirisch onderzoek naar sociaal-economische preferentiefuncties en hun gebruik als welvaartsindicator. *Maandschrift Economie* 45, 3: 101-118.
- Miller, G.A. (1956): The magical number seven plus or minus two, some limits on our capacity for processing information. *Psych. Rev.* 63 : 81-97.
- Mol, F.J.M. de (1979): Multi-criteria analyse, wat is het en is het wat. *Beleidsanalyse* 4: 2-28.
- Neumann, J. Von en O. Morgenstern (1947): Theory of games and economic behaviour. 2nd. ed., Princeton University Press, Princeton, N.J.
- Noort, P.C. van den (1981): Economic theory, intuition and the CAP. *Food Policy*.
- Noort, P.C. van den en A. Oskam (1978): Het bepalen van doelstellingsfuncties, het landbouwbeleid als voorbeeld *Beleid en maatschappij* 9 248-257.
- Nijkamp, P. (1979): Multidimensional spatial data and decision analysis. Wiley, New York.
- Oskam, A. (1981): Policy models for the dairy sector of the European Community and the Netherlands. Agricultural Research Reports no. 915, Centre for Agricultural Pu-

blishing and Documentation. Wageningen. Parker, B.R. en V. Srinivasan (1976): A consumer preference approach to the planning of rural health care facilities, *Oper. Res.* 24, 991-1025.

Petit, M. (1980): Dealing with risk, a critical look at modelling approaches. In: (Ch. Hanf en G. Schiefer eds) *Consideration and modelling of risk in the agribusiness sector*. Kieler Wissenschaftsverlag Vauk p. 13-25.

Raiffa, H. (1968): Decision analysis, Addison Wesley, Reading, Mass.

Rausser, G.C. en J. Yassour (1981): Multiattribute utility analysis, the case of Filipino rice policy. *Amer. J. of Agric. Econ.*: 63, 484-494.

Rietveld, P. (1980): Multiple objective decision methods and regional planning. North Holland Publ. Comp. Amsterdam.

Rosenberg, M.J. (1956): Cognitive structure and attitudinal affect. *J. of Abnormal and Social Psychology*: 53, 367-72.

Roskam, E.E. (1968): Metric analysis of ordinal data. VAM Press, Voorschoten.

Roy, B. en Ph. Vincke (1981): Multicriteria analysis, survey and new directions. *Eur. J. of Operat. Res.*, 8, 3: 207-218.

Ruys, P.H.M. (1981): Rationeel gedrag. *Maandschrift Economie* 45, 6: 267-280.

Savage, L.J. (1954): The foundations of statistics, Wiley, New York.

Schlaifer, R.O. (1969): Analysis of decisions under uncertainty. McGraw Hill, New York.

Sheluga, D.A., J. Jaccard en J. Jacoby (1979): Preference, search and choice, an integrative approach. *J. of Consumer Res.* 6: 166-176.

Shepard, R.N., A.K. Romney and S.B. Nerlo-

ve (eds), 1972): Multidimensional scaling, theory and applications in the behavioral sciences. Vol. I: Theory, Vol. II: Applications, Seminar Press, New York.

Shocker, A. en V. Srinivasan (1974): A consumer-based methodology for the identification of new product ideas. *Manag-Science* 20, 6: 921-937.

Simon, H.A. (1955): A behavioral model of rational choice. *Quarterly J. of Econ.* 69: 99-118.

Simon, H.A. (1974): 'How big is a chunk?' *Science* 183: 482-88

Simon, H.A. (1979): Models of thought. Yale University Press, New Haven.

Spronk, J.: Interactive multiple goal programming for capital budgeting and financial planning. Delftsche Uitg. Maatschappij, Delft.

Srinivasan, V. en A. D. Shocker, (1973a): Linear programming techniques for multidimensional analysis of preferences. *Psychometrika* 38: 473-493.

Srinivasan, V., P.G. Flachsbar, J.S. Dajani en R.G. Hartley (1981): Forecasting the effectiveness of work-trip gasoline conservation policies through conjoint analysis. *J. of Marketing* 45, 3: 157-172.

Takane, Y., F.W. Young en J. de Leeuw (1977): Nonmetric individual differences multidimensional scaling, an alternating least squares method with optimal scaling features. *Psychometrika* 42, 1 :

Torgerson, W.S. (1958): Theory and methods of scaling, Wiley, New York.

Tversky, H. (1972): Elimination by aspects, A theory of choice. *Psychological Review* 79, 4: 281-299.

Tversky, A. en D. Kahnemann (1974): Judgment under uncertainty, heuristics and biases. *Science* 185: 1124-1131.

Urban, G.L. (1975): Perceptor, a model for product positioning. *Manag. Science* 21, 8: 858-871

Wierenga, B. (1978): Beschrijving-exploratie en vergelijking van meerdimensionale keuzemodellen aan de hand van de politieke partijkeuze in Nederland. Methoden en Data Nieuwsbrief, Sociaal Wetenschappelijke Sectie VVS, 29-63.

Wierenga, B. (1980a): Multidimensional models for the analysis of consumers' perception and preferences with respect to agricultural food products. *J. of Agric. Econ.* XXXI, 1: 83-97.

Wierenga, B. (1980b): Multidimensional preference analysis, a review of models and measurement methodology. Proceedings 33th ESOMAR Conference, Monte Carlo, 269-289.

Wierenga, B. en C. Bakker (1981): Het beslissingsproces van consumenten bij het bezoeken van parken voor dagrecreatie. *Recreatie* 19, 6: 15-22.

Wijnands, J. (1980): Farm planning with the risk crop seed potatoes. A comparison and an application of methods of risk programming, in: (C. H. Hanf en G. Schiefer eds), *Consideration and modelling of risk in the agribusiness sector*. Kieler Wissenschaftsverlag Vauk, Kiel p. 103-119.

Young, D.L. (1979): Risk preferences of agricultural producers. Their use in extension and research. *Am. J. of Agric. Econ.*: 61, 1063-1070.

boeken

Randstad en broedvogels, Vogelwerkgroep Avifauna West-Nederland 1981, 524 blz., prijs f 31,75 (te bestellen door storting op giro 277620 t.n.v. J. van der Straaten, Hagelkruisplein 3, Tilburg)

De werkgroep Avifauna West-Nederland heeft in de jaren zeventig met behulp van honderden amateur-ornithologen een inventaris gemaakt van de vogelstand in West-Nederland. Deze inventaris werd gepubliceerd in een zeer fraai uitgegeven en met 150 landschapsfoto's verlicht boekwerk. Met behulp van kaarten wordt de verspreiding van de verschillende soorten weergegeven. Sommige soorten wa-

tervogels, bos- en parkvogels, meeuwen en roofvogels blijken te zijn toeegenomen, andere soorten, vooral moerasvogels als aalscholver, woudaapje en weidevogels als oolevaar, tureluur, grutto, watersnip zijn in aantal afgenomen. Deze toe- of afname is duidelijk gerelateerd aan de ontwikkelingen in het Nederlandse landschap sinds 1900. Het boek geeft hiervan een helder beeld. De ontwikkeling van het landschap wordt geplaatst tegen de achtergrond van de algemene maatschappelijke ontwikkelingen in West-Europa en meer speciaal in West-Nederland. De beschouwingen over milieu, industrialisatie, economie en besluitvormingsprocessen in de ruimte-

lijke ordening, kennelijk van de hand van de Tilburgse milieu-econoom Van der Straaten, zijn van een grote helderheid. Moderne ontwikkelingen die van invloed zijn op het landschap: nieuwe woonwijken, industrie krijgen veel aandacht. Ook de effecten van de ruilverkaveling voor het landschap komen uitvoerig aan de orde. De auteurs hebben zich veel moeite gegeven het onderwerp zo toegankelijk mogelijk te maken. Het boek kan daarom worden aanbevolen voor al degenen die geïnteresseerd zijn in het landschap van West-Nederland. De prijs is extreem laag.

J.W. Copius Peereboom