

# **Methoden en systemen voor het Afwegingskader Ruimtelijke Effecten**

**Een inventarisatie naar de methodologische aspecten van  
methoden en DSS toepassingen geschikt voor het  
Afwegingskader Ruimtelijke Effecten (AKRE)**

Marjan van Herwijnen  
Eric Koomen  
Euro Beinat

Rapportnummer E02-14  
December 2002

IVM

Instituut voor Milieuvraagstukken  
Vrije Universiteit  
De Boelelaan 1087  
1081 HV Amsterdam

Tel. 020-4449 555

Fax. 020-4449 553

E-mail: [secr@ivm.vu.nl](mailto:secr@ivm.vu.nl)

**Copyright © 2002, Instituut voor Milieuvraagstukken**

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de houder van het auteursrecht.

## Inhoud

1. Inleiding	5
2. Methoden om (ruimtelijke) informatie te structureren	9
2.1 Mind Mapping	10
2.2 Cognitief mapping	12
2.3 Sociale netwerkanalyse	13
2.4 Beoordeling van de methoden	14
3. Methoden om ruimtelijke informatie te visualiseren en analyseren	17
3.1 Transformatie	17
3.2 Waardering	19
3.3 Ruimtelijke aggregatie	21
3.4 Integratie	22
3.5 Overlay	23
3.6 Effectanalyse	23
3.7 Simulatie	25
3.8 Beoordeling van de methoden	25
4. Methoden om ruimtelijke effecten van beleidsalternatieven te vergelijken	29
4.1 Kostenbaten analyse	29
4.2 Multicriteria besluitvorming	30
4.3 Multicriteria analyse	30
4.4 Hybride methoden	36
4.5 Ruimtelijke multicriteria analyse	37
4.6 Combinatiemethoden	40
4.7 Beoordeling van de methoden	41
5. Systemen die gebruikt kunnen worden om een ruimtelijk afwegingskader uit te voeren <sup>43</sup>	
5.1 Systemen om ruimtelijke informatie te structureren	43
5.1.1 MindManager	43
5.1.2 Decision Explorer	44
5.1.3 NetMiner	46
5.1.4 ConceptMapping Tool	46
5.2 Systemen om ruimtelijke informatie te visualiseren en analyseren	47
5.2.1 GIS	47
5.2.2 Ruimtegebruikmodellen	47
5.3 Systemen om ruimtelijke effecten van beleidsalternatieven te vergelijken	49
5.3.1 BOSDA	49
5.4 Integreerende systemen	51
5.4.1 Quick Project Scan	51
5.4.2 What IF? Een planning ondersteunend systeem	51
5.5 Beoordeling van de systemen	52

6. Voorbeeldstudie: Randmeer Noordoostpolder	55
7. Conclusies en aanbevelingen	59
7.1 Structurering	59
7.2 Ruimtelijke effecten	60
7.3 Instrument voor AKRE	62
7.4 Aanbevelingen	69
8. Referenties	71
Appendix 1	75

## 1. Inleiding

Het Ruimtelijke Planbureau (RPB) heeft een intern project Afwegingskader Ruimtelijke Effecten (AKRE) gedefinieerd. Binnen dit project wordt een instrument ontwikkeld dat als doel heeft de ruimtelijke effecten van maatschappelijke ontwikkelingen, beleidsvoornemens en beleidsingrepen in beeld te brengen.

Het RPB heeft aan het IVM gevraagd een overzicht te maken van bestaande methoden en systemen die bruikbaar kunnen zijn in het AKRE project. Onderliggend rapport is het resultaat van het onderzoek naar dergelijke methoden en systemen.

In het project AKRE wordt gesproken over een instrument dat toepasbaar moet zijn om diverse soorten ingrepen en ontwikkelingen te evalueren. Er wordt gesproken over grootschalige (ruimtelijke) ingrepen, beleidsalternatieven, scenario's, niet-ruimtelijke beleidsvoornemens, maatschappelijke trends en ontwikkelingen. In dit rapport worden al dit soort ingrepen en ontwikkelingen samengenomen en *projectplan* genoemd. Alleen wanneer duidelijk onderscheid gemaakt dient te worden tussen deze soorten ingrepen en ontwikkelingen wordt de specifieke term gebruikt.

### Structuur instrument AKRE

Om beter voor ogen te hebben waarvoor de methoden binnen AKRE moeten dienen is een mogelijke structuur ontworpen voor het instrument. Het instrument zou grofweg opgebouwd kunnen worden uit de volgende drie modules:

- Module 1. Probleemdefinitie
- Module 2. Effectbepaling
- Module 3. Evaluatie

Module 1 dient om het probleem te structureren. In deze module worden de mogelijke projectplannen zodanig omschreven dat duidelijk is wat zij precies inhouden. Verder wordt vastgesteld wat de doelen zijn van de plannen waarna bepaald kan worden welke ruimtelijke effecten geanalyseerd en geëvalueerd moeten gaan worden.

Module 2 dient om de ruimtelijke effecten van elk projectplan te bepalen, te waarderen en te visualiseren. Nadat de ruimtelijke effecten berekend zijn, moeten ze worden geëvalueerd tot effecten die onderling vergelijkbaar zijn. Verder kunnen de ruimtelijke effecten zowel in de gemeten eenheid als in de waardering in kaarten worden gevisualiseerd.

In Module 3 worden de ruimtelijke effecten van de plannen geëvalueerd. Allereerst is er een weging nodig voor de effecten. Daarna worden ruimtelijke evaluatiemethoden toegepast om de ruimtelijke effecten van beleidsalternatieven te vergelijken.

Bovenstaande drie modules worden verder ingevuld en uitgewerkt in Hoofdstuk 7.

### Methoden en systemen

De methoden die in dit rapport beschreven worden zijn in drie groepen verdeeld. Elke groep methoden is geschikt om de taken van de hierboven beschreven modules te volbrengen of te ondersteunen:

- Groep 1. Methoden om (ruimtelijke) informatie te structureren (hoofdstuk 2);  
 Groep 2. Methoden om ruimtelijke effecten te analyseren en visualiseren (hoofdstuk 3);  
 Groep 3. Methoden om ruimtelijke effecten van beleidsalternatieven te vergelijken (hoofdstuk 4);

Methoden om specifieke effecten te bepalen worden in dit onderzoek niet meegenomen omdat deze methoden geheel afhankelijk zijn van het soort effect. Het gaat hierbij om methoden en modellen die bepaalde specifieke effecten, zoals geluidshinder of stikstofdepositie, kunnen berekenen. De RPB voert zelf een onderzoek uit naar mogelijke ruimtelijke effecten en effect bepalingsmethoden van projectplannen (de effectenbank).

Vervolgens is gekeken naar bestaande systemen die gebruikt kunnen worden om een ruimtelijk afwegingskader uit te voeren (hoofdstuk 5). Hierbij is niet alleen gekeken naar systemen die hier reeds geschikt voor zijn, maar ook naar verwante systemen die bruikbaar zijn binnen een afwegingskader voor ruimtelijke effecten. Ook is gekeken naar systemen waarmee een of meerdere methoden toegepast worden.

### Beoordelingscriteria

De methoden en systemen binnen dit onderzoek worden aan de hand van criteria beoordeeld op hun bruikbaarheid voor het afwegingskader. Deze beoordelingscriteria zijn onderverdeeld in drie groepen. Groep A bevat criteria die aangeven hoe wordt omgegaan met diverse soorten gegevens. Groep B bevat criteria voor het integreren van opinies. Groep C bevat criteria die aangeven wat voor soort problemen er behandeld kunnen worden. Tabel 1 geeft een overzicht van de beoordelingscriteria binnen de drie groepen.

*Tabel 1 De beoordelingscriteria*

<i>Groep A. Soort gegevens</i>
A1. Omgaan met zowel kwantitatieve als kwalitatieve gegevens;
A2. Omgaan met ruimtelijke gegevens;
A3. Omgaan met effecten in de tijd;
A4. Visualiseren van gegevens en resultaten;
A5. Organiseren/structureren van gegevens;
<i>Groep B. Integratie van opinies</i>
B1. Onderscheid objectieve en subjectieve aspecten;
B2. Mogelijkheid inbreng verschillende belangengroepen;
<i>Groep C. Type problemen</i>
C1. Behandelen van ‘multi-objective’, meerdimensionale problemen;
C2. Toepasbaarheid voor trends;
C3. Toepasbaarheid voor beleidsmaatregelen;
C4. Flexibiliteit van het systeem, aanpasbaarheid aan verschillende studies;
C5. Omgaan met verschillende schaalniveaus (landelijk, regionaal, lokaal);
C6. Minstens één keer zijn toegepast in een (voorbeeld)studie;

De methoden en systemen worden gewaardeerd op een schaal van 0 tot ++. Een korte omschrijving van de beoordelingscriteria en de betekenis van de waarden 0, + en ++ wordt gegeven in Appendix 1.

### **Opbouw rapport**

De hoofdstukken 2, 3 en 4 beschrijven elk een aantal van de methoden die tot bijbehorende groep methoden behoort. Hoofdstuk 5 geeft een overzicht van bestaande systemen die gebruikt zouden kunnen worden om een ruimtelijk afwegingskader uit te voeren. De hoofdstukken 2 tot en met 5 eindigen elk met een beoordeling van de methoden of systemen aan de hand van de hiervoor gedefinieerde beoordelingscriteria.

Hoofdstuk 6 illustreert aan de hand van de haalbaarheidsstudie Randmeer Noordoostpolder een aantal van de in dit rapport beschreven methoden. Aangezien er geen ruimtelijke gegevens beschikbaar waren zijn de diverse ruimtelijke analyses niet uitgevoerd.

Hoofdstuk 7, ten slotte, geeft de conclusies van dit onderzoek en aanbevelingen voor de bouw van een instrument voor AKRE.





## 2. Methoden om (ruimtelijke) informatie te structureren

Methoden om informatie te structureren worden steeds vaker toegepast in situaties waar- bij geen evaluatiemethode gebruikt kan worden omdat de situatie te weinig gestructu- reerd is. De meeste beslissingsondersteunende systemen, operation research methoden en geografische informatie systemen, etc. gaan er van uit dat het probleem al gestructureerd is. Dat wil zeggen dat onder andere de oorzaak-gevolg relaties bekend zijn, de criteria gespecificeerd zijn en dat de te evalueren alternatieven voldoende beschreven zijn. De aanname dat er een gestructureerde en georganiseerde uitgangssituatie is, is in de prak- tijk eerder uitzondering dan regel. Meestal zijn het onderwerp van de evaluatie en de manier om de evaluatie uit te voeren deel van het probleem en kan er niet van uitgegaan worden dat dit aan het begin van het proces bekend is.

Methoden om informatie te structureren leveren ondersteuning en zijn ervoor bedoeld om de analist te helpen een wolk van ideeën/concepten/problemen/feiten etc. om te vor- men tot een gestructureerd beeld van het beslisprobleem zodat uiteindelijk een formele evaluatiemethode toegepast kan worden.

Methoden om informatie te structureren worden gekarakteriseerd door het hanteren van kwalitatieve informatie, in het ideale geval aan het begin van het beslisproces. Er bestaat een brede verscheidenheid aan methoden, theorieën en gereedschappen die voor dit doel gebruikt kunnen worden. Om praktische redenen worden ze georganiseerd in drie groe- pen. Van elk van de groepen wordt in de volgende secties één methode nader toegelicht. De systemen die voor deze methoden beschikbaar zijn worden in paragraaf 5.1 bespro- ken.

### *1. Idee-concept organisatie methoden*

Deze methoden helpen bij het analyseren van een probleem, bij het uitlokken van be- staande ideeën over het probleem en bij het organiseren en genereren van ideeën voor het uitvoeren van het vervolg. De groep idee-concept organisatie methoden bevat onder andere de volgende technieken:

- a. Mind Mapping (zie paragraaf 2.1),
- b. SWOT (Strong, Weakness, Opportunity and Threats),
- c. PEST (),
- d. Brainstorm, en
- e. Gebalanceerde score kaart.

### *2. Probleemstructurende methoden*

Probleemstructurende methoden trachten de onzekerheid, complexiteit en conflicten in een bepaalde situatie aan te pakken. Tegen deze kwesties loopt een groep mensen, de probleembezitters, aan. Elk individu in de groep heeft daarbij zijn eigen interpretatie van het probleem en de context. Dit kan conflicten opleveren met de interpretatie van de an- dere individuen in de groep waardoor gebrek aan cohesie ontstaat wat weer leidt tot inef- ficiëntie en ineffectiviteit bij het benaderen van de situatie en de voortgang van de orga- nisatie. Probleemstructurende methoden lokken deze verschillende interpretaties juist uit en reflecteren ze als een geheel zodat men de rijkdom van het probleem in gaat zien. Deze rijkdom wordt gezien als een functie van het aantal significante individuen in de

groep en het niveau van sociaal-politieke wrijving tussen hen. Probleemstructurende methoden als zodanig werken meestal het best wanneer een buitenstaander wordt ingesteld om het 'uitlok-reflectie' proces te begeleiden. De groep probleemstructurende methoden bevat onder andere de volgende technieken:

- a. Cognitief Mapping (zie paragraaf 2.2),
- b. Soft System Methodologie,
- c. Strategic Choice,
- d. Robustness Analyses,
- e. Rapid Rural Appraisal,
- f. Hexagon methoden,
- g. LogFrame Analyses,
- h. Decision Conferencing,
- i. Delphi,
- j. Nominal Group Technieken,
- k. Social Judgment Analyses,
- l. Estimate-Feedback-Talk Estimate (EFTE) benaderingen,
- m. System Dynamics.

### *3. Informatiestructurerende methoden*

Het onderscheidende kenmerk van informatiestructurerende methoden is de focus op het onthullen, creëren of vinden van een structuur vanuit een informatieve basis. Hierbij kan worden gerefereerd aan een topologische structuur, zoals de mate van samenhang tussen groepen of verbonden items, of de mogelijkheid een potentiële oorzaak-effect relatie te achterhalen vanuit een statistisch relevante data verzameling.

Deze methoden zijn hoofdzakelijk ontstaan in reactie op de meer traditionele optimalisatiemethoden die in de jaren 60 gebruikt werden om complexe technologie of planning problemen te behandelen. Deze methoden hebben expliciet betrekking op het structureren van een probleem, meer dan op de optimale oplossing van een gestructureerd probleem. Als zodanig richten zij zich op de kwalitatieve aspecten, typologieën, relaties, concepten, etc. De groep informatiestructurerende methoden bevat onder andere de volgende technieken:

- a. Sociale Netwerkanalyse (zie paragraaf 2.3)
- b. Netwerk planning
- c. Data mining

## **2.1 Mind Mapping**

Een mind map is een grafische techniek waarmee het sluimerend potentieel van de hersens ontsloten kan worden. Het omvat het volledige bereik van woorden, beelden, getallen, logica, kleuren en ruimtelijk bewustzijn op een unieke manier. Toegepast levert het de vrijheid om in de diepte van de hersenen rond te dwalen en daarmee het creatieve proces te ondersteunen om de informatie te structureren. Mind map is ontwikkeld aan het eind van de jaren 60 door Tony Buzan. Figuur 1 toont een mind map voor het groeperen van alle onderwerpen en het toebedelen van de artikelen en voorbeelden voor het boek "Business Mind Mapping".



Figuur 1 Voorbeeld van een mind map ([http://www.mind-map.com/images/business\\_success.gif](http://www.mind-map.com/images/business_success.gif)).

Mind mapping is een soort brainstorm met een idee/concept coördinator waarbij er van wordt uitgegaan dat een hoofdconcept in detail kan worden uitgewerkt. Deze details zijn dan representatief voor de volledige verklaring van het hoofdconcept. De voordelen van mind mapping volgens Buzan staan samengevat in Tabel 2.

Tabel 2 Voordelen van mind mapping (volgens de originele lijst van Buzan (Buzan en Buzan, 1993))

---

• Over viewing	See the whole picture, the global view, at once. Understand the links and connections.
• Concentrating	Focus on the task for better results.
• Memorizing/easy recall	‘See’ the information in your mind’s eye.
• Organizing	Be on top of all of the details for projects or any other subject.
• Presenting	Speeches are clear, relaxed and alive.
• Communicating	Clarity and conciseness.
• Planning	Orchestrate all details and aspects – from beginning to end – on one overview.
• Meetings	From planning to agenda, to chairing, to taking the minutes.
• Thinking	Having a method to analyze thoughts – almost a ‘way-station’ for them.
• Negotiating	All the issues, your position and maneuverability in one overview.
• Brain Blooming	The new brainstorming in which more thoughts are generated and appropriately assessed.

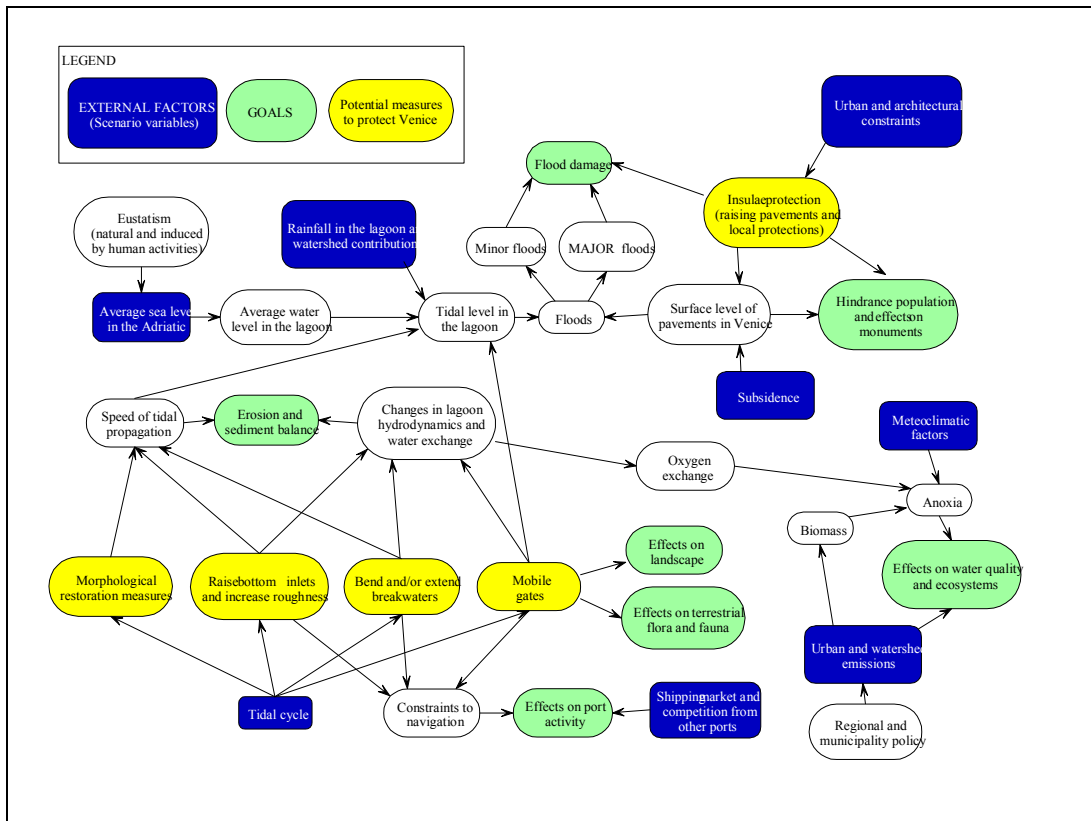
---

## 2.2 Cognitief mapping

Cognitief mapping kan worden gedefinieerd als een methode die begint bij een wolk van ongestructureerde ideeën en die leidt tot een betekenisvolle presentatie van hun relaties. Als zodanig is het een algemeen gereedschap om de relaties weer te geven van onderling beïnvloedende factoren, van verband tussen oorzaak en gevolg, van volgorde in de tijd van gebeurtenissen, etc.

Bij cognitief mapping staat het visuele aspect centraal voor het analyseren van de relaties tussen ideeën-concepten-feiten, etc. Alle stukken informatie in cognitief mapping worden grafisch weergegeven bovendien wordt elke relatie tussen hen grafisch weergegeven door een link.

Cognitief mapping wordt alleen gebruikt om kwalitatieve informatie te structureren en analyseren. Het voordeel van cognitief mapping is een structuur te leveren om ongestructureerde complexe situaties te structureren en om de complexiteit te vereenvoudigen tot hanteerbare properties. Figuur 2 toont een cognitieve map van de oorzaak-gevolg ketens voor de evaluatie van verschillende opties om Venetië te beschermen tegen hoog water.



Figuur 2 Cognitieve map van de oorzaak-gevolg ketens voor de evaluatie van verschillende opties om Venetië te beschermen tegen hoog water.

### 2.3 Sociale netwerkanalyse

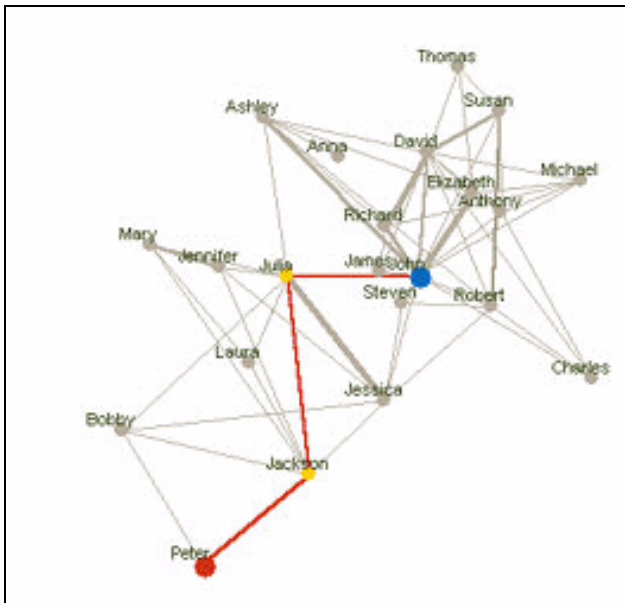
Sociale netwerkanalyse werd als eerste toegepast in de sociale wetenschappen waarbij de gereedschappen van grafentheorie zijn toegepast om de complexiteit en onduidelijkheid van sociale structuren te doorgronden. Sociale netwerkanalyse is uitgegroeid van een disciplinaire techniek tot een algemeen gereedschap om structuren en relaties tussen knopen te ontdekken. Knopen kunnen items zijn als individuen in een organisatie, computers in een netwerk, concepten in een oorzaak-gevolg netwerk. Sociale netwerkanalyse combineert grafische visualisatie en analytische gereedschappen om een verscheidenheid aan concepten te onttrekken uit een informatie structuur in de vorm van een netwerk. Deze concepten omvatten onder andere:

- De centrale ligging van een knoop,
- De mate van clustering van een groep knopen,
- De mate van nabijheid,
- De mate van samenhang.

Sociale netwerkanalyse kan worden toegepast in elke situatie waar items met elkaar verbonden zijn in een netwerk. Zo gauw het aantal items en het aantal links tussen hen een bepaalde limiet overschrijdt (ca. 10) wordt de complexiteit van het plaatje te groot om te begrijpen. Met netwerkanalyse is het mogelijk de topologische kenmerken van het net-

werk te achterhalen, waarmee vaak het algehele gedrag van het netwerk zelf wordt vastgesteld.

Naast het evidente gebruik in netwerk omgevingen (sociale of technologische netwerken) kunnen netwerkanalyse methoden ook nuttig zijn in oorzaak-effect analyses en in complexe impact analyses. In deze gevallen is de mogelijkheid om kettingen van oorzaak-effect relaties (of relaties) in een enorm netwerk van oorzakelijke verbindingen te identificeren cruciaal om voldoende inzicht te krijgen nodig voor het uitvoeren van impact analyse.



*Figuur 3 Voorbeeld van netwerkanalyse met visualisatie van een oorzaak-effect keten. ([http://www.netminer.com/NetMiner/feature\\_20.jsp](http://www.netminer.com/NetMiner/feature_20.jsp))*

## 2.4 Beoordeling van de methoden

De beoordeling van de in dit hoofdstuk behandelde methoden staat in Tabel 3.

Tabel 3 Beoordeling voor AKRE van de methoden om (ruimtelijke) informatie te structureren (0/+/&gt;++).

Methoden	Mind Mapping	Cognitief mapping	(Sociale) Netwerkanalyse
<i>Groep A. Soort gegevens</i>			
A1. Omgaan met zowel kwantitatieve als kwalitatieve gegevens	0	0	0
A2. Omgaan met ruimtelijke gegevens	0	0	0
A3. Omgaan met effecten in de tijd	+	+	+
A4. Visualiseren van gegevens en resultaten	0	0	0
A5. Organiseren/structureren van gegevens	++	++	++
<i>Groep B. Integratie van opinies</i>			
B1. Onderscheid objectieve en subjectieve aspecten	0	0	0
B2. Mogelijkheid inbreng verschillende belangengroepen	+	+	+
<i>Groep C. Type problemen</i>			
C1. Behandelen van 'multi-objective', meerdimensionale problemen	++	++	++
C2. Toepasbaarheid voor trends	++	++	++
C3. Toepasbaarheid voor beleidsmaatregelen	++	++	++
C4. Flexibiliteit van het systeem, aanpasbaarheid aan verschillende studies	++	++	++
C5. Omgaan met verschillende schaalniveaus (landelijk, regionaal, lokaal)	++	++	++
C6. Minstens één keer zijn toegepast in een (voorbeeld)studie	++	++	++



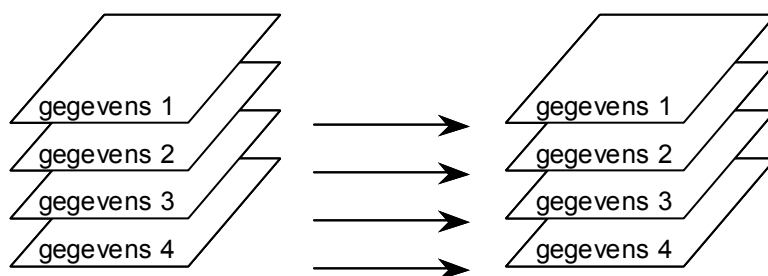


### 3. Methoden om ruimtelijke informatie te visualiseren en analyseren

Ruimtelijke effecten worden normaliter gevisualiseerd in kaarten. Met de opkomst van geografische informatiesystemen (GIS) is het mogelijk geworden deze kaarten op een gestructureerde wijze in een computer op te slaan en de onderliggende informatie te bevragen. Hiermee ontstaan naast visualisatie- ook analysemogelijkheden. Veel boeken zijn inmiddels volgeschreven over het gebruik van GIS bij presentatie en analyse, zie bijvoorbeeld Birkin et al. (1996) en Fotheringham & Rogerson (1994). Recent is veel belangstelling ontstaan voor de inzet van GIS bij besluitvormingsondersteunende systemen onder de noemer: spatial decision support systems (SDSS) of planning support systems (PSS), zie bijvoorbeeld Geertman & Stillwell (2002), Herwijnen (1999), Uran (2002) en Janssen et al. (2002). Wij presenteren hier, vrij naar Birkin et al (1996), enkele algemene methoden die geschikt zijn om zinvolle informatie te ontleen aan ruimtelijke datasets. Deze methoden maken gebruik van zowel presentatie- als analysetechnieken. In paragraaf 5.2.1 wordt nader ingegaan op de rol die een GIS hierin speelt.

#### 3.1 Transformatie

Transformatiemethoden zetten een kaart om in een andere kaart (zie Figuur 4). Het doel hiervan kan zijn bepaalde effecten van een alternatief te verduidelijken, maar ook informatie af te beelden die belangrijk is om alternatieven te vergelijken. Voorbeelden van meetcriteria die ruimtelijke gevisualiseerd kunnen worden zijn: de grootte van bepaalde entiteiten of de afstand tot een bepaalde entiteit. Deze laatste kan nuttig zijn in planning. Binnen het vakgebied van de kartografie bestaan zeer veel conventies en regels die bijdragen aan een heldere en algemeen begrijpelijke weergave van ruimtelijke informatie, zie bijvoorbeeld Kraak, M.J. & F.J. Ormeling (1996).

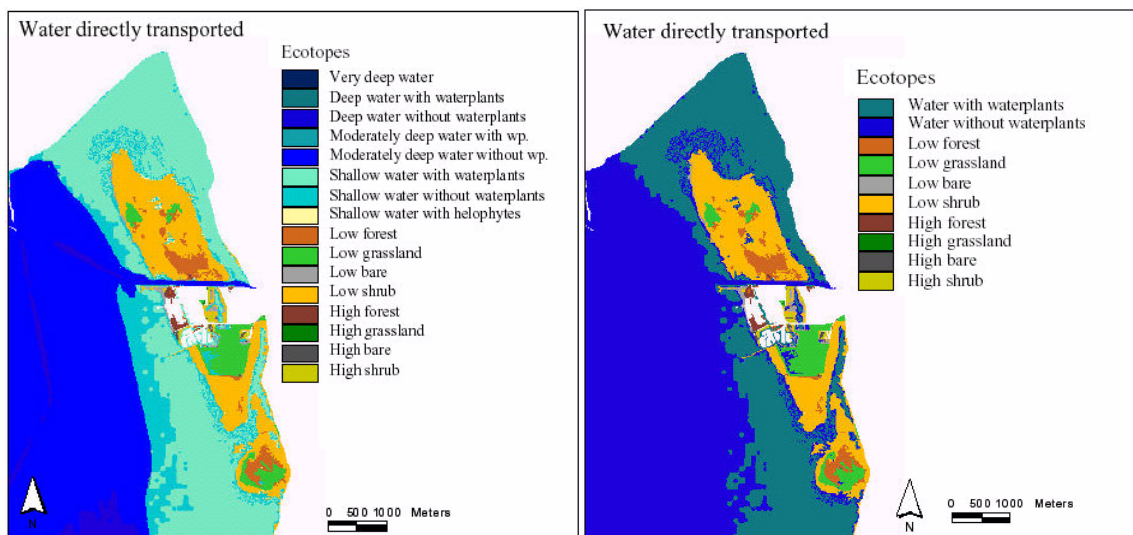


*Figuur 4 Invoer en uitvoer van transformatiemethoden. Door een aangepaste presentatie ontstaat een duidelijker beeld.*

Twee specifieke methoden waarmee informatie gevisualiseerd kan worden, willen we hier met nadruk noemen: classificatie en filtering.

Classificatiemethoden kunnen worden gebruikt om een bepaald deel van een ruimtelijke informatie set te benadrukken. Door aanpassing van de kaartlegenda kunnen bepaalde fenomenen benadrukt of juist versluierd worden. Figuur 5 toont een voorbeeld van classificatie waarmee een bepaald fenomeen benadrukt wordt. De keuze van klassengrenzen

is dan ook cruciaal. Indien gebruik wordt gemaakt van ongeschikte klassengrenzen kunnen verschillen tussen kaarten verborgen blijven. Bij het vergelijken van alternatievkaarten is het noodzakelijk om elke kaart op dezelfde manier te classificeren omdat een afwijkende weergave een correct zicht op eventuele inhoudelijke verschillen kan ontnemen.

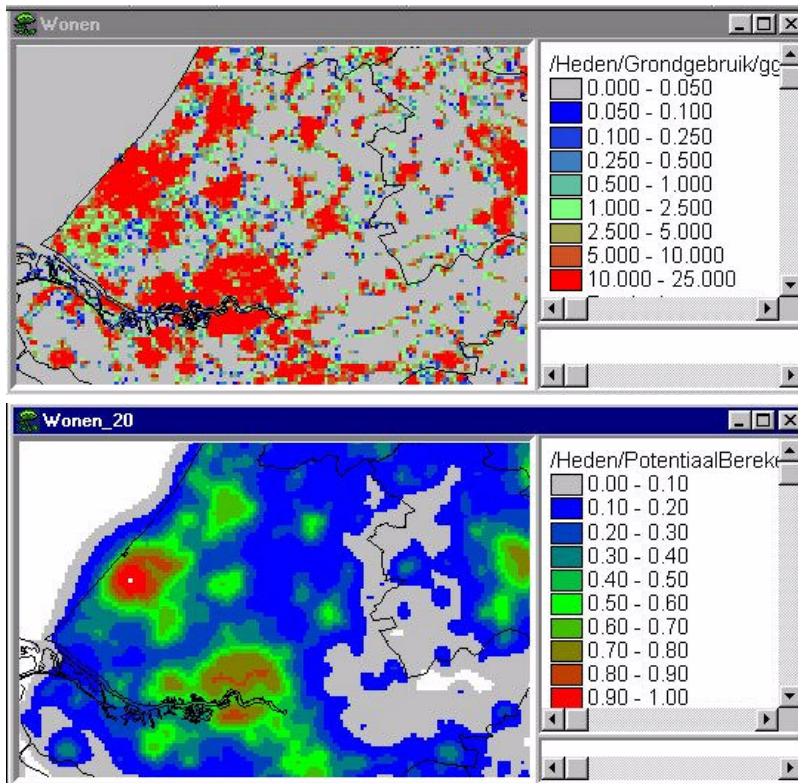


*Figuur 5 Visualisatie door classificatie (Uran, 2002). Door de acht verschillende waterklassen (links) onder te brengen in twee klassen (rechts) is de vraag: 'waar bevinden zich de waterplanten?' eenvoudiger te beantwoorden.*

Filtering verandert de waarde van elke locatie in een kaart gebaseerd op de oorspronkelijke waarden in de omgeving van de locatie. Dit kan bijvoorbeeld door het nemen van het gemiddelde, het maximum of de mediaan van de waarden in de omgeving. Figuur 6 toont een voorbeeld van filtering. Tabel 4 geeft van een aantal filtermethoden hun betekenis voor het ondersteunen van beslissingen. Alle filtering methoden maken gebruik van een omgeving. De meest gebruikte omgevingen in een rasterkaart zijn de 5-cel en 9-cel omgeving. In een vectorkaart kan gebruik worden gemaakt van de euclidische afstand.

*Tabel 4 Filtering en hun betekenis voor beslissingondersteuning (van Herwijnen, 1999).*

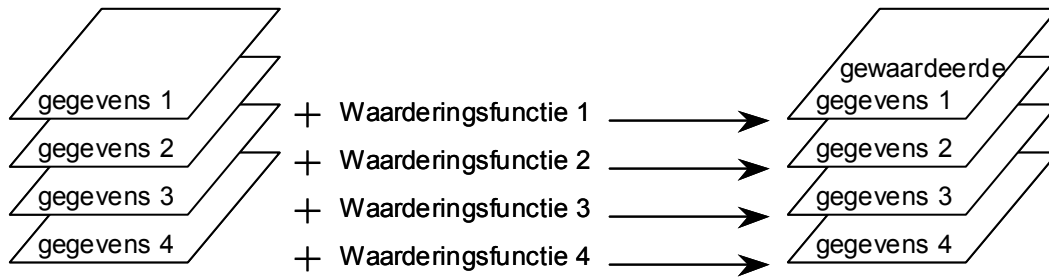
Filtering	Betekenis
Gemiddelde	Veralgemeent een kaart
Mediaan	Verwijdert willekeurige ruis
Mode	Vult gaten
Grens verbetering	Accentueert gebieden die veel veranderen
Fragmentatie	Laat de lokale variatie en patroon complexiteit zien.



*Figuur 6 Visualisatie door filtering. De oorspronkelijke waarden (hectaren woonfunctie per gridcel, boven) worden omgezet in een ruimtelijke gewogen gemiddelde (onder) waardoor de grotere patronen duidelijk worden.*

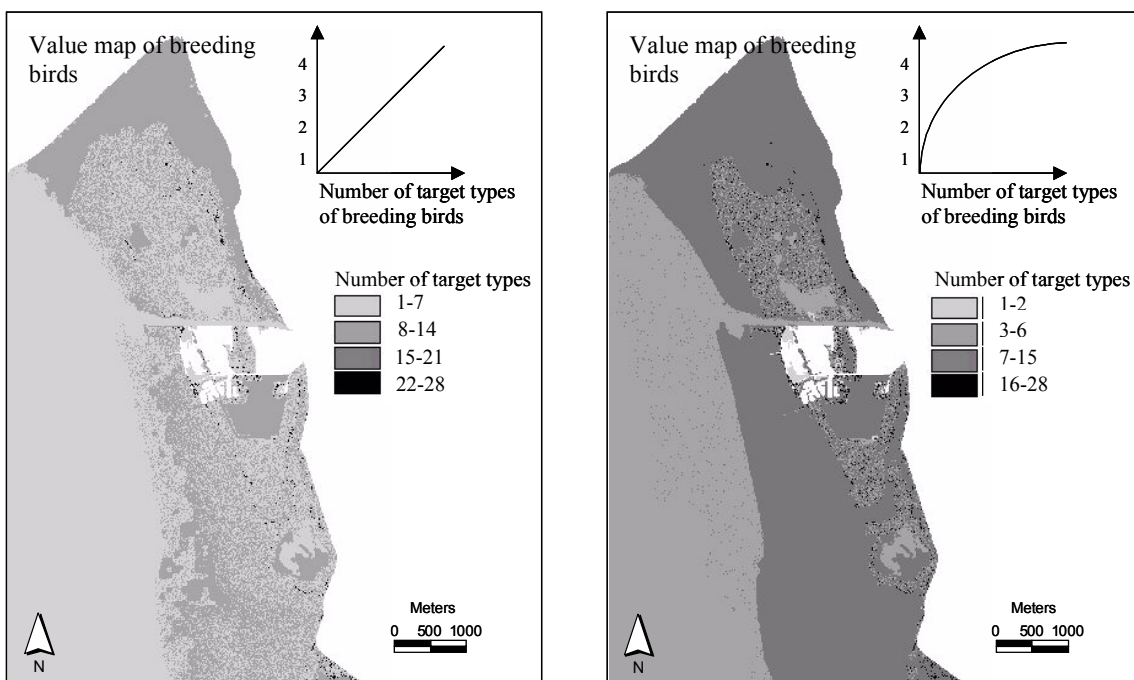
### 3.2 Waardering

Waarderingsmethoden dienen voor het waarderen van de informatie. Informatie kan in allerlei eenheden worden afgebeeld, aantal inwoners, ecotooptypen, aantal decibel, aantal soorten vogels, enz. Deze gegevens kunnen gemeten worden en zijn over het algemeen objectief. De gegevens in hun gemeten waarde zeggen echter nog niet zoveel over of ze goed of slecht zijn en in welke mate ze goed of slecht zijn. Hiervoor moeten ze eerst gewaardeerd worden. Men moet aangeven hoe de relatie is tussen aantallen soorten vogels en de waarde hiervan voor het projectplan. Er is dus naast ruimtelijke gegevens extra informatie nodig voor de waardering: een waarderingsfunctie (zie ). Het waarderen van informatie maakt verschillende soorten informatie eenduidig. De informatie wordt in een gelijke eenheid omgezet en is hierdoor vergelijkbaar geworden. Merk op dat de gewaardeerde gegevens door waardering subjectief zijn geworden.



Figuur 7 Invoer en uitvoer van ruimtelijke waarderingsmethoden. Door het waarderen van de informatie wordt de informatie eenduidig gemaakt.

Een voorbeeld van waardering met verschillende waarderingsfuncties staat in Figuur 8. De oorspronkelijke ruimtelijke informatie is het aantal soorten broedvogels dat op een bepaalde locatie voorkomt. In de linker kaart zijn deze aantallen via een lineaire waarderingsfunctie omgezet in waarden op een range van 1 tot 4 waarbij 1 heel slecht en 4 heel goed is. In de rechter kaart zijn dezelfde aantallen via een concave functie omgezet in waarden op dezelfde range van 1 tot 4. Hierdoor ontstaan twee verschillende kaartbeelden. De keuze van een waarderingsfunctie is duidelijk heel belangrijk en kan onderwerp van discussie zijn bij experts of belanghebbenden.



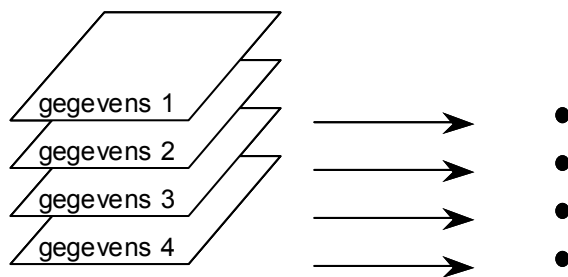
Figuur 8 De waardering van broedvogels met twee soorten waarderingsfuncties: een lineaire functie (links) en een concave functie (rechts) (Oddrun, 2002).

Naast het geven van een waardering aan een bepaald effect hebben waarderingsmethoden nog een ander doel, het vergelijkbaar maken van verschillende eenheden. Door in

het voorbeeld van Figuur 8 ook andere dier of plantensoorten via waarderingsfuncties om te zetten naar een range van 1 tot 4 kunnen deze aantallen soorten vergelijkbaar gemaakt worden en eventueel samengenomen worden. Dit levert een totaaloverzicht van alle effecten in het studiegebied op.

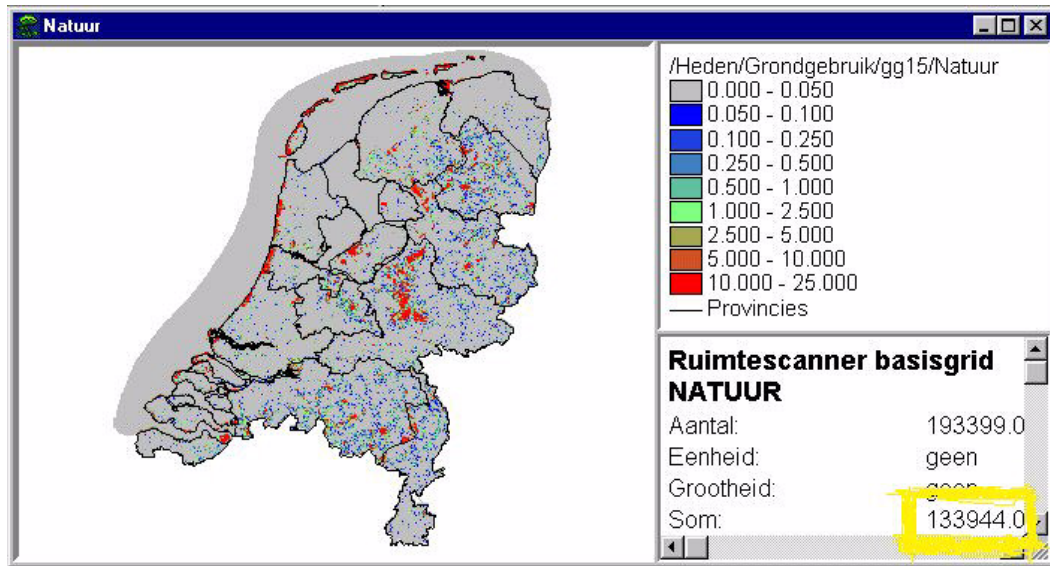
### 3.3 Ruimtelijke aggregatie

Ruimtelijke aggregatiemethoden zijn methoden die een kaart omzetten in een waarde (zie Figuur 9). Deze methoden verlagen de ruimtelijke dimensie van 2 naar 0, dat wil zeggen, de ruimtelijke component wordt uit de data verwijderd. Bij ruimtelijke aggregatiemethoden gaat er veel informatie verloren, daarentegen wordt er andere informatie toegankelijk gemaakt doordat een samenvatting van de kaart wordt gegeven. Ruimtelijke aggregatiemethoden kunnen gebruikt worden om indicatoren te berekenen. Overigens kan een indicatorwaarde ook per cel berekend worden, waardoor een nieuw, afgeleid kaartbeeld ontstaat.



*Figuur 9 Invoer en uitvoer van aggregatiemethoden. Het ruimtelijk kaartbeeld wordt gecomprimeerd tot een enkele waarde.*

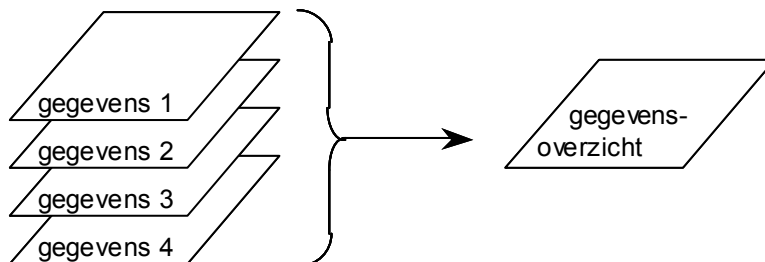
Ruimtelijke aggregatiemethoden zijn te verdelen in twee klassen: methoden die resulteren in een ruimtelijke index en methoden die resulteren in een niet-ruimtelijke index. Deze methoden onderscheiden zich van elkaar in het gebruiken van het ruimtelijke karakter van de data in het resultaat. Methoden als gemiddelde en totalen als zodanig zijn niet ruimtelijk omdat verandering van de grid cellen in de kaart het resultaat niet zal veranderen. Methoden als grootte van een samenhangend gebied en versnippering daarentegen zijn wel ruimtelijk.



Figuur 10 Aggregatie van ruimtelijke informatie (hectaren natuurgebied per gridcel) tot één niet-ruimtelijke indexwaarde: totaal oppervlak.

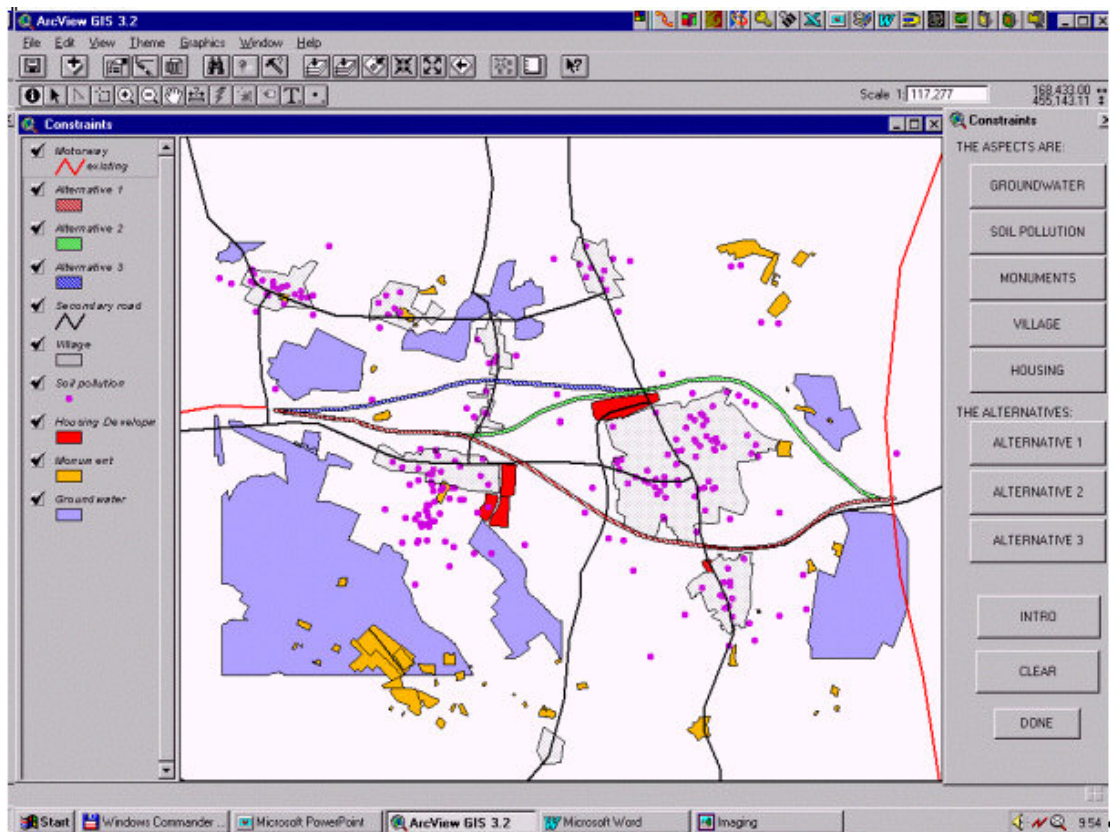
### 3.4 Integratie

Integratie is een methode die bij uitstek in een GIS-omgeving wordt toegepast. Door het doelgericht samennemen van verschillende kaartlagen in één presentatie ontstaat een overzicht dat nieuw inzicht kan opleveren.



Figuur 11 Invoer en uitvoer van integratiemethoden. Diverse gegevenslagen worden samengenomen tot een nieuw ruimtelijk overzicht.

Figuur 12 laat zien in een fictief voorbeeld zien hoe verschillende beperkingen voor snelwegaanleg zijn geïntegreerd in een kaartlaag. Gegevens van verschillende bronnen over grondwaterbeschermingsgebieden, bodemverontreiniginglocaties, historische monumenten, huidige en toekomstige bebouwingslocaties zijn gecombineerd om gebieden aan te wijzen waar de aanleg van een nieuwe weg de minste sociale en milieuproblemen oplevert.



Figuur 12 Fictief voorbeeld van het integreren van diverse gegevenslagen tot een nieuwe kaartlaag. Op basis van een overzicht van ruimtelijke beperkingen kunnen mogelijke nieuwe snelwegroutes worden aangewezen.

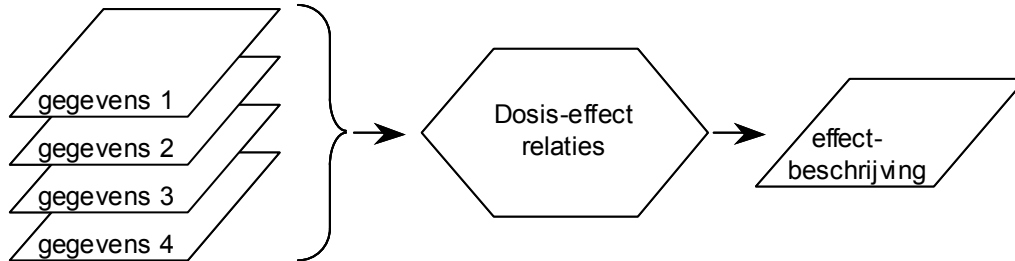
### 3.5 Overlay

Bij een overlay wordt data van twee of meer kaarten gecombineerd. Dit kan zowel visueel als fysiek. De integratiemethoden uit de vorige paragraaf zijn visuele overlay technieken. Hierbij wordt informatie bij elkaar gebracht en tegelijkertijd afgebeeld. Een fysieke overlay daarentegen voegt verschillende kaartlagen samen zodat een nieuwe kaartlaag ontstaat. Een toepassing hiervan is het gewogen optellen van diverse geschiktheidskaarten voor de locatie van een industriegebied. Hierdoor ontstaat een totale geschiktheidskaart waarmee geschikte locaties kunnen worden gedetecteerd. In tegenstelling tot de visuele overlay is het resultaat een kaart die vergelijkbaar is met de invoerkaarten. Er wordt geen informatie toegevoegd, zoals bij de visuele overlay, doch informatie samengevoegd.

### 3.6 Effectanalyse

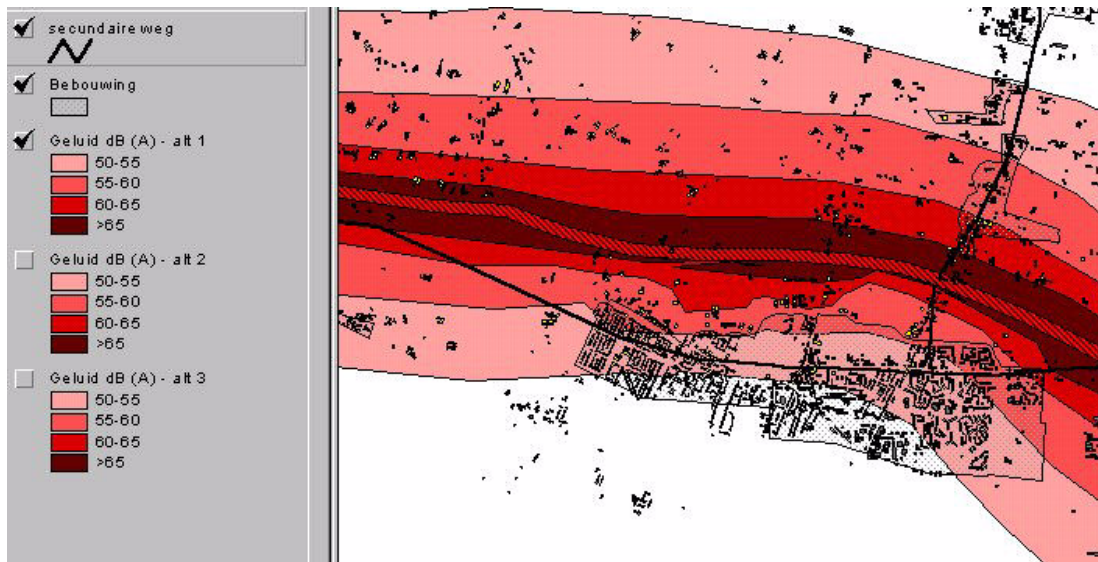
Effect analyse gaat uit van een bepaalde ingreep en beschrijft wat de mogelijke gevolgen hiervan zijn. Deze "what if" aanpak vergroot inzicht in dosis-effect relaties (zie Figuur

13). Bijvoorbeeld welk niveau van verkeerslawaai is schadelijk voor mensen, of hoeveel geuroverlast levert een nieuwe fabriek op. Middels overlay-technieken zijn deze dosis-effect relaties te operationaliseren.



*Figuur 13 Invoer en uitvoer van effectanalyse. Door het combineren van verschillende gegevens en dosis-effect relaties kunnen effecten bepaald worden*

Een voorbeeld van effectanalyse is het bepalen van aantallen geluidsgehinderde woningen. Door het combineren van geografische informatie over geluidsniveaus en inwonerspreiding wordt bepaald hoeveel mensen hinder zullen ondervinden, zie Figuur 14. Voor het bepalen van geluidshinder bestaan wettelijk vastgelegde rekenmethodes en nauw omschreven grenswaarden voor hinder. Voor andere milieu-effecten bestaan dergelijke vastomlijnde methoden niet.

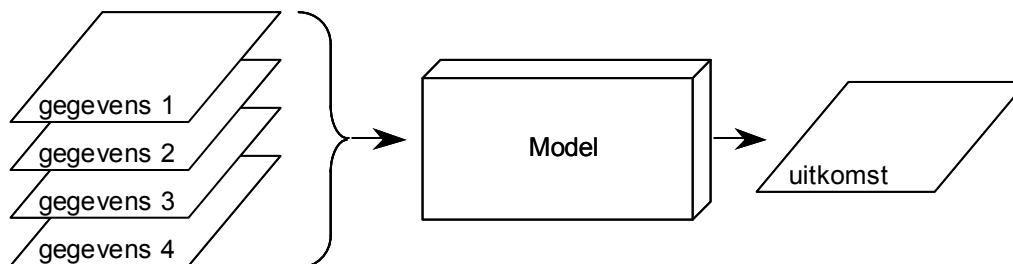


*Figuur 14 Effectanalyse door het combineren van verschillende gegevenslagen. De combinatie van geluidsniveaus en bebouwingslocaties levert inzicht in aantallen geluidsgehinderde woningen op.*

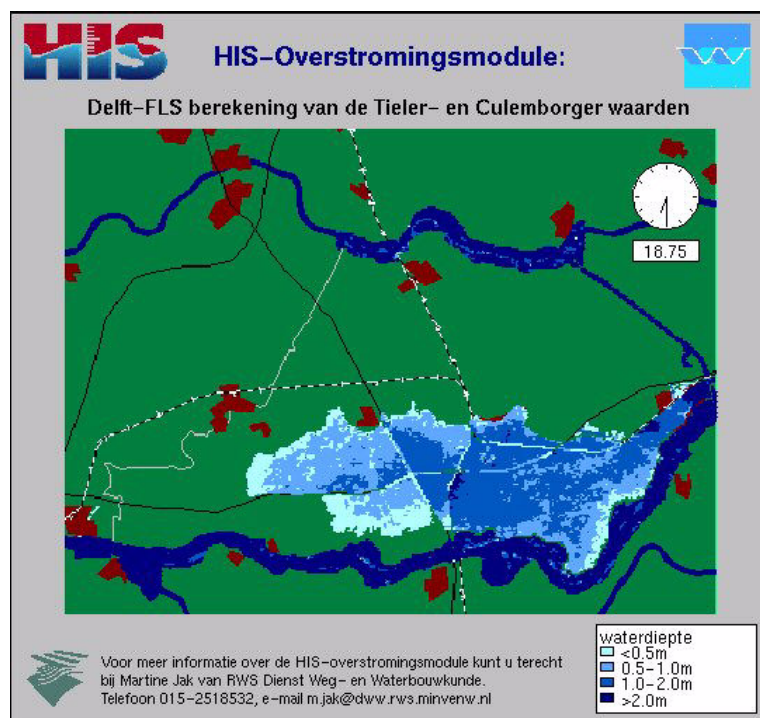


### 3.7 Simulatie

Door het beschrijven van de verschillende relaties binnen een systeem is het mogelijk de toekomstige toestand van dat systeem te simuleren. Complexere voorbeelden van deze simulatiemethode zijn onder meer: grondwatermodellen, landgebruikmodellen of verspreidingsmodellen voor verontreinigingen.



*Figuur 15 Invoer en uitvoer van simulatie. Diverse gegevenslagen en kennis over een systeem worden in een model gecombineerd tot een beschrijving van een verwachte toestand.*



*Figuur 16 Voorbeeld van een simulatiemodel. Dit Hoogwater InformatieSysteem (HIS) geeft de mogelijke waterhoogten in een polder als gevolg van een dijkdoorbraak (bron: <http://www.hisinfo.nl/>).*

### 3.8 Beoordeling van de methoden

De beoordeling van de in dit hoofdstuk behandelde methoden staat in Tabel 5.



Tabel 5 Beoordeling voor AKRE van de methoden om ruimtelijke effecten te visualiseren en analyseren (0/+/&gt;++).

Methoden Criteria	Trans- formatie	Waar- dering	Ruimte- lijke aggregatie	Integratie	Overlay	Effect- analyse	Simulatie
<i>Groep A. Soort gegevens</i>							
A1. Omgaan met zowel kwantitatieve als kwalitatieve gegevens	++	++	++	++	++	0	0
A2. Omgaan met ruimtelijke gegevens	++	++	++	++	++	++	++
A3. Omgaan met effecten in de tijd	0	0	0	0	0	+	++
A4. Visualiseren van gegevens en resultaten	++	++	++	++	++	+	+
A5. Organiseren/structureren van gegevens	+	0	0	++	++	0	0
<i>Groep B. Integratie van opinies</i>							
B1. Onderscheid objectieve en subjectieve aspecten	0	0	0	0	0	0	0
B2. Mogelijkheid inbreng verschillende belangengroepen	0	0	0	0	0	0	0
<i>Groep C. Type problemen</i>							
C1. Behandelen van 'multi-objective', meerdimensionale problemen	+	+	+	++	++	0	0
C2. Toepasbaarheid voor trends	+	+	+	+	+	+	++
C3. Toepasbaarheid voor beleidsmaatregelen	+	+	+	+	+	+	++
C4. Flexibiliteit van het systeem, aanpasbaarheid aan verschillende studies	++	+	+	++	++	0	0
C5. Omgaan met verschillende schaalniveaus (landelijk, regionaal, lokaal)	++	++	++	++	++	+	+
C6. Minstens één keer zijn toegepast in een (voorbeeld)studie	++	++	++	++	++	++	++



## 4. Methoden om ruimtelijke effecten van beleidsalternatieven te vergelijken

### 4.1 Kostenbaten analyse

Bij kostenbaten analyse worden de gevolgen van de alternatieven allereerst zoveel mogelijk op geld gewaardeerd (Hellendoorn, 2001; Eijgenraam et al., 2000). Deze gevolgen kunnen daarna worden weergegeven in een kostenbaten balans. Uiteindelijk wordt de rentabiliteit van alternatieven beoordeeld en kunnen de alternatieven op basis van de netto contante waarde, de batenkosten verhouding of het intern rendement vergeleken worden.

Invoer: Alternatieven, (monetaire) criteria, effect scores, disconteringspercentage, eventueel een prijsindex, prijzen voor niet-monetaire criteria, eventueel negatieve baten.

Uitvoer: Indices

In een kostenbaten analyse kan de rentabiliteit van de alternatieven beoordeeld worden en kunnen de alternatieven op basis van de netto contante waarde, de batenkosten verhouding en het intern rendement van de alternatieven vergeleken worden:

- De netto contante waarde (NCW) is gelijk aan het verschil tussen de gediscoteerde baten en kosten.
- De batenkosten verhouding (B/K) van een alternatief is gelijk aan de som van de gediscoteerde baten gedeeld door de som van de gediscoteerde kosten.
- Voor het berekenen van het intern rendement (IR) wordt gebruik gemaakt van effectentabellen per jaar. Het intern rendement is die rentevoet waarbij de gesommeerde contante waarde van de baten over de gehele levensduur gelijk is aan de gesommeerde contante waarde van de kosten.

De rangschikkingen verkregen met de netto contante waarde, de batenkosten verhouding en het intern rendement hoeven niet identiek te zijn. De drie indices zijn gebaseerd op verschillende uitgangspunten. De NCW is het meest geschikt voor problemen waarbij een alternatief uit een aantal onverenigbare alternatieven geselecteerd moet worden en waarbij geen andere investeringsmogelijkheden aanwezig zijn. De B/K en het IR zijn geschikt wanneer de alternatieven gecombineerd kunnen worden en wanneer andere investeringsmogelijkheden aanwezig zijn.

De niet op geld gewaardeerde criteria worden niet in een met Kosten-Baten Analyse bepaalde rangschikkingen betrokken. Als aanvulling kan het daarom zinvol zijn met Multi-Criteria Analyse de rangschikking te bepalen uitsluitend op basis van de *niet*monetaire criteria.

Alternatieven	Baten/Kosten Verhouding	Netto Contante Waarde [1000 €]	Intern Rendement
stickers	90.21	107011.83	> 100
112 met	2.51	122985.85	98.42 %
112 zonder	2.02	81444.75	76.55 %
opheffen	--	-117799.61	negatief

Figuur 17 Drie indices voor vier alternatieven: batenkosten verhouding, netto contante waarden en intern rendement.

## 4.2 Multicriteria besluitvorming

Multicriteria besluitvorming (MCDM) kan worden onderverdeeld in multi-attributed besluitvorming (MADM) en multiobjective besluitvorming (MODM) (of multi-criteria optimalisatie of multi-objective mathematisch programmeren). Een gemeenschappelijk doel voor beide groepen methoden is het ondersteunen van managers bij het nemen van zodanig goede en efficiënte beslissingen zodat men in het algemeen tevreden is met het resultaat.

- *MADM* besluitvorming omvat het verkrijgen van de effecten voor elk criterium van alle opties teneinde een eindige en discrete verzameling alternatieven te analyseren en op volgorde te zetten (zie paragraaf 4.3 Multicriteria analyse).
- *MODM* besluitvorming omvat het ontwerpen van alternatieven en het zoeken naar de “beste” beslissing in een oneindige of zeer grote verzameling haalbare alternatieven. De multi-objective beslismethodes, welke soms beschouwd worden als een natuurlijke uitbreiding van mathematisch programmeren, nemen gelijktijdig diverse doel-functies in beschouwing.

Omdat dit onderzoek gericht is op het afwegen van een beperkt aantal alternatieven wordt de groep methoden in MODM niet verder uitgewerkt. De volgende paragraaf gaat dieper in op multicriteria analyse, de gebruikelijke Nederlandse benaming voor de analyses in MADM.

## 4.3 Multicriteria analyse

Multicriteria methoden rangschikken alternatieven op basis van verschillende criteria en prioriteiten (Blom et al., 2002; Janssen, 1992; Janssen en Nijkamp, 1985). Bij een multicriteria analyse (MCA) wordt eerste een overzicht opgesteld waarin de gevolgen van de onderscheiden alternatieven aan de hand van de gekozen criteria worden weergegeven. Deze informatie wordt vervolgens op zodanige wijze bewerkt dat de alternatieven kunnen worden gerangschikt. De gevolgen van de alternatieven kunnen op kwantitatieve en kwalitatieve wijze worden weergegeven. Er bestaan diverse soorten multicriteria methoden met elk hun eigen uitgangspunten. Deze paragraaf toont de stappen van gewogen somming, de meest bekende MCA. Multicriteria methoden kunnen ook worden toegepast wanneer de effecten van alternatieven ruimtelijke worden weergegeven. Hier wordt in paragraaf 4.5 verder op ingegaan.

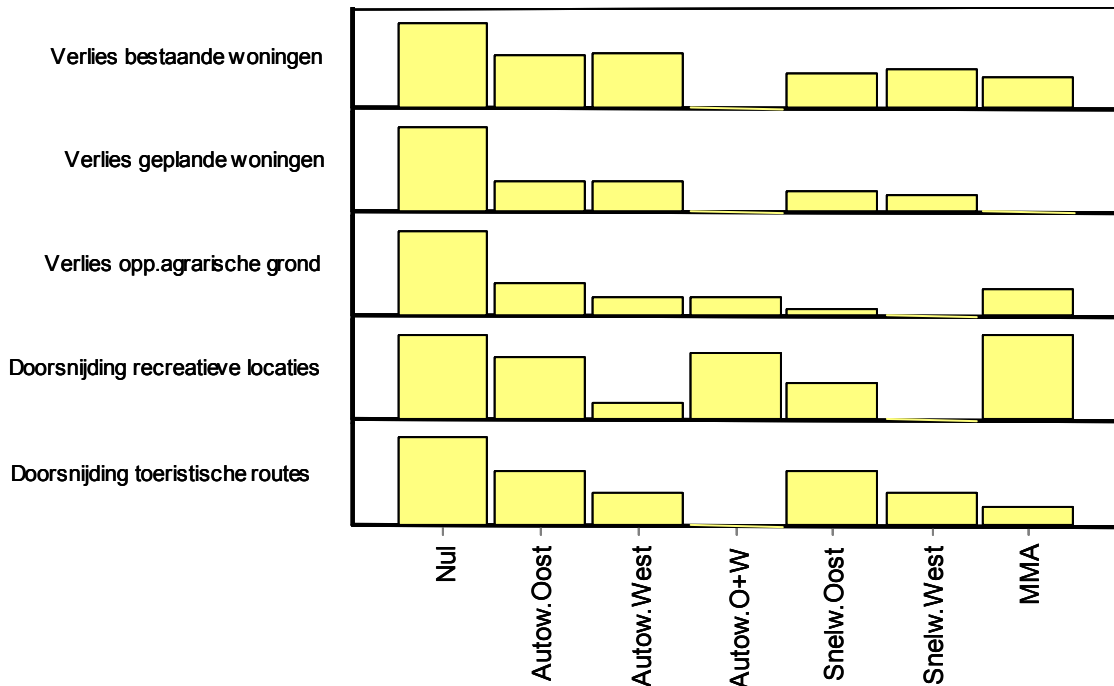
Bij het toepassen van gewogen somming wordt uitgegaan van een tabel waarin de effecten van de te vergelijken alternatieven wordt weergegeven. Uitgaande van deze effectentabel moeten de volgende stappen gemaakt worden om tot een evaluatie van de alternatieven te komen:

1. Grafisch weergave van de effecten
2. Standaardisatie van de effecten
3. Weging van de criteria
4. Rangschikking van de alternatieven
5. Gevoeligheidsanalyse

### Stap 1. Grafische weergave van de effecten

Soms spelen er grote tegenstellingen tussen groepen belanghebbenden een rol. In zulke gevallen is het onderling wegen van de effecten (stap 3) soms niet geoorloofd waardoor er geen multi-criteria analyse toegepast kon worden om een totaal resultaat te maken. Om toch een vergelijking van de alternatieven mogelijk te maken is het mogelijk de effecten van de alternatieven grafisch te presenteren. Indien er meerdere aspecten een rol spelen, kunnen de effecten van de alternatieven per aspect in staafdiagrammen worden afgebeeld. In gevallen waarin het wegen van de criteria wel geoorloofd is, kan een grafische presentatie van de effecten een aanvullend beeld geven van de onderling verschillende grootte van de effecten van de alternatieven.

Een mogelijkheid om de in de effectentabel opgenomen scores grafisch weer te geven is ze eerst met behulp van intervalstandaardisatie te herleiden tot waarden tussen 0 en 1. De aldus gestandaardiseerde waarden kunnen vervolgens in de vorm van staafdiagrammen worden afgebeeld. Figuur 18 laat de effecten zien voor alle criteria binnen het aspect 'ruimtelijke ontwikkeling'. Hier geldt hoe hoger de kolommen hoe beter het alternatief. Voor elk criterium geeft het lege blokje het slechtste alternatief en het volle blokje het beste alternatief aan. Voor het criterium 'doorsnijding recreatieve locaties' is bijvoorbeeld de snelweg-West het slechtste en het MMA en het nul-alternatief het beste. Figuur 18 laat ook direct zien dat het nul-alternatief voor alle criteria binnen aspect 'ruimtelijke ontwikkeling' het beste alternatief is.



Figuur 18 Een grafische afbeelding van de effecten een groep criteria.

## Stap 2. Standaardisatie van de effecten

De in de effectentabel opgenomen criteria zijn vaak een samenstel van kwantitatieve en/of kwalitatieve scores uitgedrukt in verschillende eenheden. Deze ongelijksoortige eenheden dienen eerst op een vergelijkbare schaal te worden weergegeven. Standaardisatie beeldt alle criteria af op een nieuwe schaal tussen 0 en 1, waarbij de 0 meestal een slechte prestatie en de 1 een goed prestatie betekent. Na standaardisatie zijn de criteria dimensieloos: ze hebben dus geen eenheid meer, maar geven een bepaalde waarde of een bepaald nut weer. De criteria zijn vergelijkbaar geworden.

Er bestaan diverse methoden voor het standaardiseren van criteriumscores, elk met zijn voor- en nadelen. Bij de keuze voor een methode voor standaardisatie is het van essentieel belang dat de relatie tussen de gehanteerde methode en de gewichttoekenning wordt onderkend. Standaardisatie leidt altijd tot informatieverlies. Daarom is het van belang dat er rekening mee wordt gehouden welke informatie men wil behouden. Wil men de informatie die gebaseerd is op de verhoudingen tussen de effectscores (maximum standaardisatie) of de informatie die gebaseerd is op de verschillen tussen de effectscores (interval standaardisatie) behouden?

Methoden om scores te standaardiseren zijn:

- Maximum standaardisatie;
- Interval standaardisatie;
- Doelstandaardisatie;
- Niet-lineaire standaardisatie zoals convexe, concave of s-vorm functies.



### Stap 3. Weging van de criteria

Criteria en aspecten zijn niet altijd even belangrijk. Daarom is het nodig het relatieve belang, het gewicht, van de criteria vast te stellen. Aan de hand van dit gewicht worden de effecten van de alternatieven op dit criterium in meer of mindere mate meegenomen in de eindrangschikking van de alternatieven. Het taartdiagram in Figuur 19 laat zien dat de verschillende aspecten in gelijke mate zijn meegenomen.

Indien de criteria zijn onderverdeeld in criteriumgroepen moeten de gewichten in meerdere stappen worden toegekend. Bij een boomstructuur van twee niveaus zijn dat twee stappen. De eerste stap is het bepalen van de gewichten binnen elke groep. Deze stap kan vaak worden uitgevoerd op grond van vakinhoudelijke kennis. De gewichten kunnen hierdoor meer ‘inhoudelijk’ en ‘objectief’ beargumenteerd worden. De tweede stap is het bepalen van de gewichten tussen de groepen. Deze stap is over het algemeen niet vakinhoudelijk, maar op voorkeur te beargumenteren. De gewichten zijn dan ‘subjectief’ of ‘politiek’. Een manier om te gaan met de subjectiviteit van gewichttoekenning is het werken met visies.

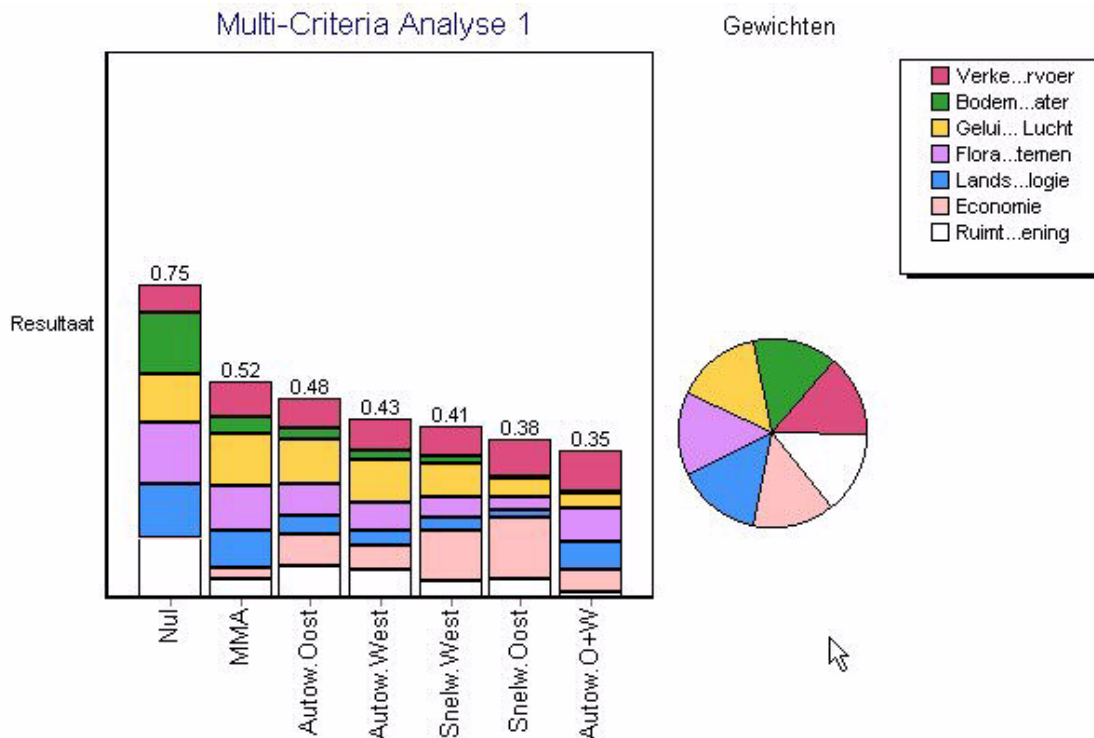
In een evaluatieproces zijn de betrokkenen niet altijd bereid of in staat gewichten toe te kennen aan de verschillende criteria. In zulke gevallen is het verstandig meerdere gewichten vectoren uit verschillende (politieke) gezichtspunten te gebruiken. Daarbij wordt onderkend dat er niet één waarheid is, maar meerdere. Een goede inventarisatie van de visies die leven onder de diverse belanghebbenden is hierbij van belang. Voor iedere visie wordt uiteindelijk een rangschikking van de alternatieven bepaald. In milieu-effect-rapportages, bijvoorbeeld, zijn visies bestuurlijk/politiek van aard. Het aangeven van de gewenste visies is hierbij primair een verantwoordelijkheid van het bevoegd gezag. Het gaat hierbij om de vraag welke visies door de bestuurders waardevol worden geacht om een politiek-bestuurlijke afweging te kunnen maken.

### Stap 4. Rangschikking van de alternatieven

Na het vaststellen van de standaardisatiemethode en het toekennen van de gewichten kan met gewogen somming de rangschikking worden bepaald. De staafdiagram in Figuur 19 laat zien dat het Nul alternatief het beste alternatief is met een totaalscore van 0.75. Het Nul alternatief wordt op redelijke afstand gevolgd door het meest milieuvriendelijke alternatief (MMA) en de overige alternatieven. De taartdiagram rechts van de staafdiagram laat duidelijk de evenwichtige verdeling van de gewichten over de zeven criteriumgroepen zien. De bijdrage van elke groep aan de totaalscore van de alternatieven kan worden afgelezen uit de segmenten waaruit de staven zijn opgebouwd. Elk segment komt overeen met de relatieve bijdrage van de bijbehorende groep aan de totaalscore. Hoe groter de bijdrage van een groep hoe groter het segment. De bijdrage van het aspect ‘ruimtelijke ontwikkeling’ bijvoorbeeld is het grootst voor het Nul alternatief. Daarentegen draagt aspect ‘economie’ geheel niets bij aan de totaalscore van het Nul alternatief. De grootste bijdrage van deze groep is voor alternatief Snelweg Oost. Het gestapelde staafdiagram geeft een indruk van de individuele bijdragen van de groepen voor de alternatieven.

Deze rangschikking is bepaald met behulp van gewogen somming. Deze methode wordt door de Commissie MER aanbevolen omdat de methode een hecht theoretisch

fundament heeft en bovendien goed is uit leggen aan alle belanghebbenden (Bonte *et al.* 1997).



Figuur 19 Een rangschikking van alternatieven.

Invoer: Alternatieven, criteria, scores, standaardisatiemethode en gewichten

Uitvoer: Rangschikking van de alternatieven

## Stap 5. Gevoeligheidsanalyse

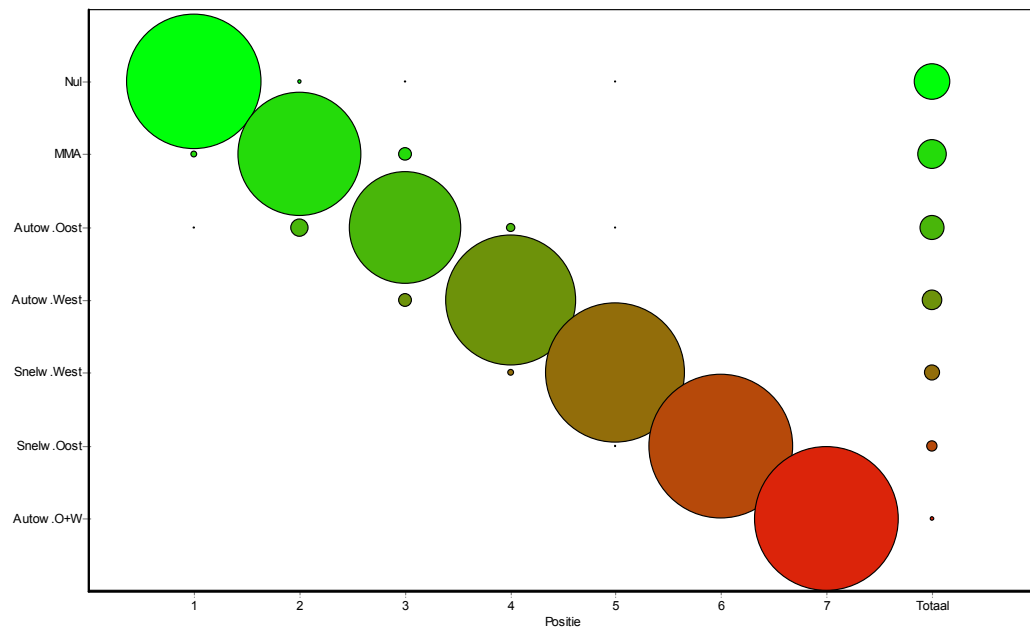
Een multicriteria analyse heeft een rangschikking als resultaat. Zo'n rangschikking is gebaseerd op de door een analist aangegeven scores en gewichten. Veranderingen in de scores en gewichten kunnen resulteren in veranderingen in de rangschikking. De vraag is nu hoe robuust zo'n rangschikking is bij veranderingen in scores en gewichten. Dit wordt onderzocht in een gevoeligheidsanalyse. Twee manieren om dit te onderzoeken zijn: 1. gevoeligheidsanalyse en 2. onzekerheidsanalyse.

1. Bij gevoeligheidsanalyse wordt gekeken naar de gevoeligheid van een rangschikking voor een geselecteerde score of gewicht. Dit kan worden gedaan door voor alle mogelijke waarden van een geselecteerde score of gewicht de rangschikkingen te bepalen.
2. Bij onzekerheidsanalyse wordt de gevoeligheid van de rangschikking voor stochastische onzekerheid in scores en gewichten onderzocht. Dit kan worden gedaan met behulp van Monte Carlo analyse.

Beide methoden geven inzicht aan de analist in hoeverre een rangschikking verandert bij het wijzigen van een of meerdere scores en/of gewichten. Dit kan resulteren in een nader onderzoek naar bepaalde effecten waardoor de onzekerheid verminderd, of in een ver-

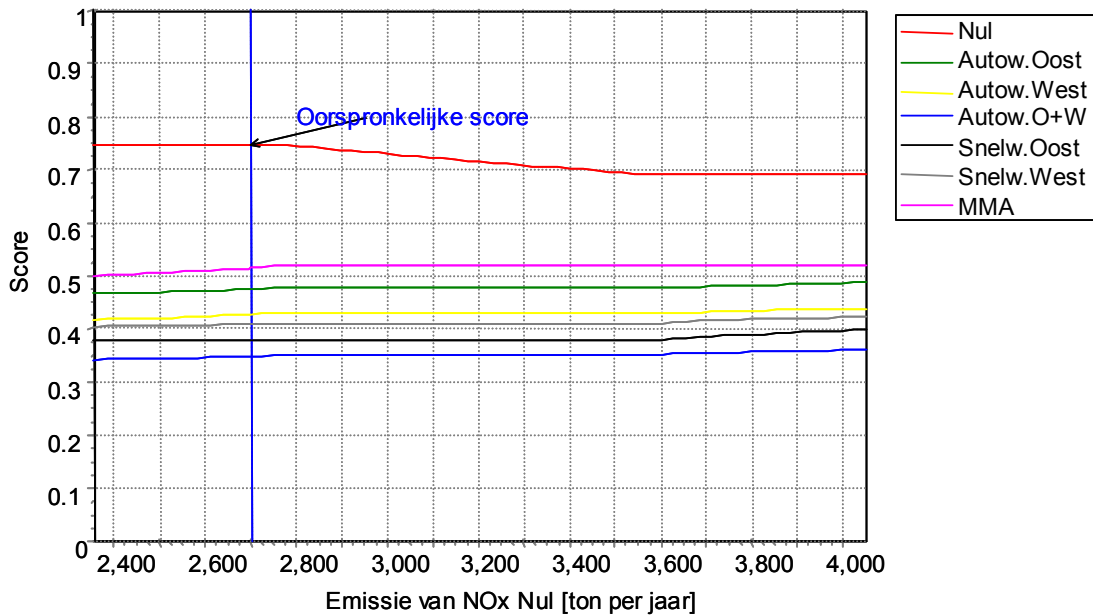
minderde discussie over bepaalde gewichten omdat dit geen invloed heeft op de uiteindelijke rangschikking.

Over het algemeen blijkt uit gevoeligheidsanalyses dat bij problemen met een grote hoeveelheid criteria veranderingen in de effecten van een criterium weinig invloed hebben op de rangschikking van de alternatieven. Figuur 20 laat zien dat bij 50% onzekerheid op alle scores vrijwel geen verandering te zien is in de positie (x-as) van de alternatieven (y-as). Hierbij staan de alternatieven op de y-as staan in volgorde van de oorspronkelijke rangschikking met het Nul-alternatief als beste bovenaan.



*Figuur 20 Onzekerheidsanalyse: rangschikking van de alternatieven bij een onzekerheid in de toegekende scores van 50%.*

Figuur 21 toont de gevoeligheid van de rangschikking voor veranderingen in de score van Emissie NOx van het Nul alternatief. Deze score staat op de x-as afgebeeld en de verticale blauwe lijn toont de oorspronkelijke waarde van deze score. De lijnen van links naar rechts in de grafiek die de verticale blauwe lijn snijden geven de waarden van elk alternatief weer. De bovenste lijn is het beste alternatief, het Nul alternatief. Dit alternatief blijft het beste voor alle op de x -as afgebeelde waarden.



Figuur 21 Gevoeligheidsanalyse: gevoeligheid van de rangschikking voor veranderingen in de score van Emissie NOx van het Nul alternatief.

Voorbeelden van methoden die onder multicriteria analyse vallen zijn:

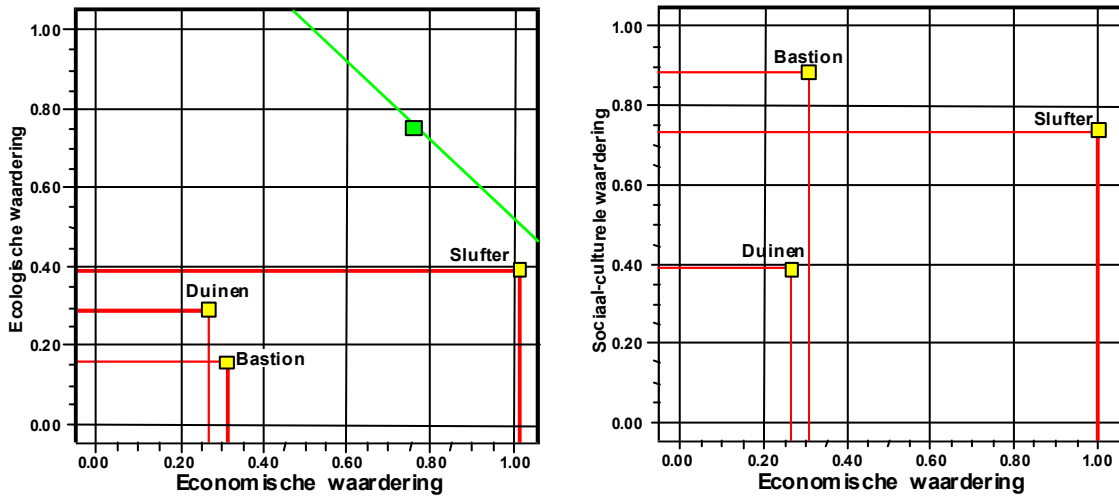
- Gewogen sommering
- Concordantie analyse
- Regime methode
- Evamix methode
- Trade-off methode (Keeney en Raiffa, 1976)
- Swing methode (Winterfeldt en Edwards, 1986)
- Random gewichten methode (Voogd, 1983)
- Paarsgewijze vergelijking, Analytical Hierarchy Process, AHP (Saaty, 1980)

#### 4.4 Hybride methoden

Zowel kostenbaten analyse als multicriteria analyse worden in de praktijk veelvuldig toegepast. Beide methoden hebben hun voor en nadelen. Zo kan met kostenbaten analyse bepaald worden of een project economisch rendabel is, maar de effecten die niet in geld uit te drukken zijn, zoals veel milieu- en sociale effecten, worden hierbij niet meegenomen. In multicriteria analyse kunnen deze niet in geld uit te drukken effecten weer wel meegenomen worden in de evaluatie van projectplannen, maar of een plan economisch rendabel is resulteert hier niet uit.

Om bovengenoemde redenen wordt er de laatste tijd onderzoek gedaan naar het combineren van mca en kba. Een voorbeeld hiervan is het project 'Baten van Water' (zie Beukering et al., 2001). Het doel van dit project was te onderzoeken hoe de maatschappelijke baten van waterbeleid beter in beeld gebracht kunnen worden. Hierbij wordt het probleem integraal benaderd vanuit drie verschillende invalshoeken, geld, groen en gevoel.

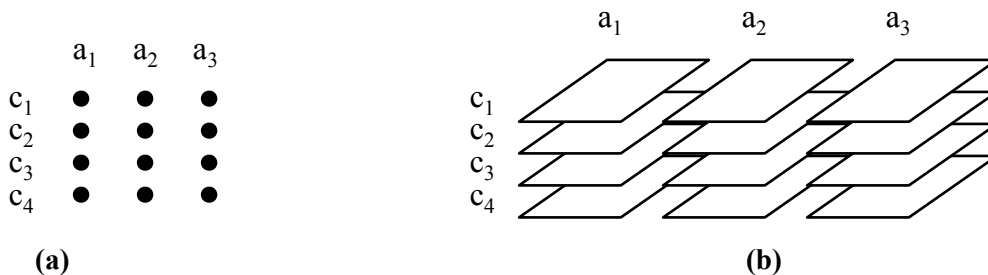
Geld staat hierbij voor de economische invalshoek, groen voor de ecologische en gevoel voor de sociaal-culturele invalshoek. Bij het bepalen van de effecten vanuit de economische invalshoek wordt volgens kostenbaten analyse gewerkt. Bij de andere twee invalshoeken volgens multicriteria analyse. Uiteindelijk worden de resultaten van de drie invalshoeken twee aan twee met elkaar vergeleken via scatterdiagrammen zoals staan afgebeeld in Figuur 22.



Figuur 22 Scatterdiagrammen van geld tegen groen (links) en van geld tegen gevoel (rechts).

### 4.5 Ruimtelijke multicriteria analyse

In een standaard multicriteria probleem (zie paragraaf 4.3) worden alternatieven onderling vergeleken op basis van beoordelingscriteria. Criteriumscores en alternatieven worden opgenomen in een evaluatietabel (Figuur 23a). De evaluatietabel geeft een overzicht van de relatieve kwaliteiten van de alternatieven. Het toevoegen van de ruimtelijke dimensie leidt er toe dat de 2-dimensionale evaluatietabel overgaat in een 4-dimensionale evaluatiematrix (Figuur 23b). Deze matrix kan ook worden beschouwd als een verzameling geografische datasets. Afgebeeld op kaarten gaat de matrix over in een verzameling criteriumkaarten voor elk alternatief.

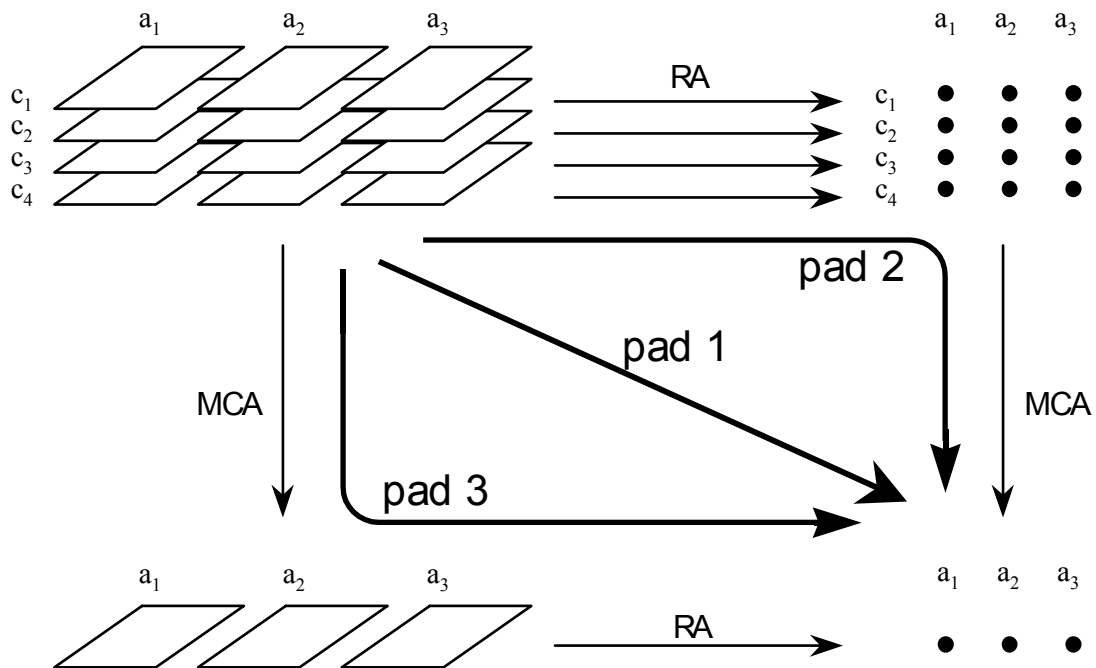


Figuur 23 Een standaard evaluatietabel (a) en een ruimtelijke evaluatiematrix (b).

Het multicriteria probleem is hiermee veranderd van het onderling vergelijken van de kolommen uit de effectentabel naar het onderling vergelijken van geografische datasets of, indien de scores zijn gepresenteerd in kaarten, in het onderling vergelijken van criteriumkaarten (Herwijnen, 1999; Herwijnen et al., 1990).

Startpunt van een ruimtelijk evaluatievraagstuk is een 4-dimensionale evaluatiematrix (Figuur 23b). Deze matrix bevat alternatieven (a), criteriumscores (c) en de plaats van deze scores in de ruimte (x,y). Afgebeeld op kaarten gaat de matrix over in een verzameling criteriumkaarten voor elk alternatief. Doel van de evaluatie kan zijn het selecteren van het beste alternatief, het selecteren van een aantal acceptabele alternatieven of het volledig rangschikken van de alternatieven.

Figuur 24 toont drie paden om de evaluatiematrix te vertalen naar een rangschikking. Bij het volgen van pad 1 wordt alle informatie, al dan niet in kaartvorm, aan de beleidsmaker aangeboden en wordt de beleidsmaker gevraagd deze informatie zelfstandig te verwerken tot een rangschikking van de alternatieven. In pad 2 en 3 wordt de omzetting van de ruimtelijke evaluatiematrix in een rangschikking uitgevoerd in twee deelstappen: ruimtelijke aggregatie (RA) en multicriteria analyse (MCA). Beide paden verschillen in de volgorde van deze deelstappen. In pad 2 wordt de ruimtelijke informatie omgezet in een evaluatietabel. Deze tabel bevat alternatieven en beoordelingscriteria. De invulling van de beoordelingscriteria is afhankelijk van het voor het criterium relevante onderliggende ruimtelijk patroon en verschilt per criterium. De criteria hebben betrekking op het hele gebied en zijn niet meer gekoppeld aan ruimtelijke coördinaten. De evaluatietabel wordt met behulp van multicriteria analyse tot een rangschikking verwerkt. In pad 3 worden de ruimtelijke criteria gecombineerd tot een ruimtelijke beoordelingsmatrix of kaart. Dit kan door gewogen somming van de criteria maar ook door middel van meer specifieke combinatieregels op basis van bijvoorbeeld drempelwaarden of onderlinge afhankelijkheden van de criteria. Het is hierbij van belang een zodanige standaardisatie te kiezen dat de gecombineerde ruimtelijke criteria onderling vergelijkbaar zijn. De ruimtelijke beoordelingsmatrix wordt uiteindelijk geaggregeerd tot een rangschikking.



Figuur 24 Drie paden voor het rangschikken van ruimtelijke alternatieven (van Herwijnen en Rietveld, 1999)

Invoer: Alternatieven, criteria, ruimtelijke effect scores en gewichten

Uitvoer: Rangschikking van de alternatieven

Geen of weinig methoden zijn beschikbaar voor de ondersteuning van *pad 1*. Gedacht kan worden aan het beter hanteerbaar maken van de informatie door middel van grafische of cartografische hulpmiddelen (zie bijv: Kraak en Ormeling, 1996; Tufte, 1985; 1990).

Methoden voor het ruimtelijk aggregeren in *pad 2* van de ruimtelijke evaluatiematrix (RA) kunnen worden afgeleid uit de grote verscheidenheid van ruimtelijke analyse methoden uit de literatuur (Burrough en McDonell, 1998; Campbell, 1991; Cressie, 1993; Haining, 1994; Hearnshaw en Unwin, 1994; Openshaw, 1991). Het vervolgens vertalen van deze evaluatietabel tot een rangschikking (MCA) is een standaard multicriteria probleem.

Met geringe aanpassing kunnen deze methoden ook worden gebruikt in *pad 3* voor het vertalen van een ruimtelijke evaluatiematrix naar een geaggregeerde ruimtelijke tabel (Beinat en Janssen 1996; Eastman, 1997; Eastman *et al*, 1995, Tkach en Simonovic, 1997). Een voorbeeld van een combinatie van beide stappen van *pad 2* is Herwijnen *et al.* (1993). Janssen en Rietveld (1990) is een voorbeeld van een combinatie van beide stappen van *pad 3*.

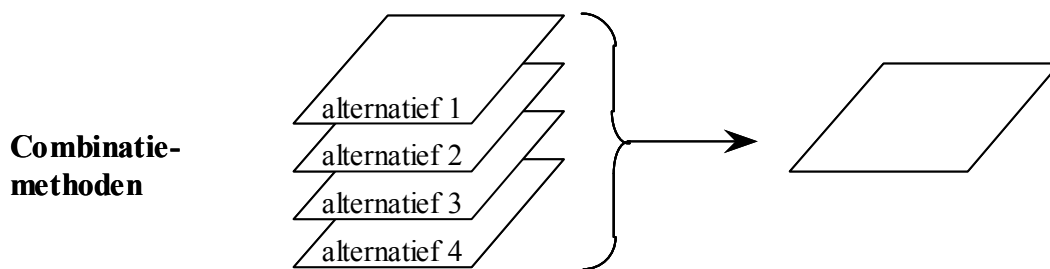
Pad 1 komt in de praktijk het meest voor. De ruimtelijke evaluatiematrix wordt in de vorm van een pakket kaarten zonder verdere ondersteuning aan de beleidsmaker aangeboden. In gevallen waar de matrix veel en complexe informatie bevat kan dit tot onevenwichtigheden in de beoordeling leiden. In *pad 2* kan voor elk criterium een verschillende vorm van ruimtelijke aggregatie worden gekozen en zo expliciet het gewenste ruimtelijk patroon in de index betrekken. Bij een verlies van leefgebied van de roer-

domp, bijvoorbeeld, kan aan het oppervlakte verlies van aaneengesloten gebieden een grotere betekenis worden toegekend dan aan het verlies van versnipperde gebieden. Ook een geaggregeerd criterium zoals bijvoorbeeld de oppervlakte van het gebied boven een minimum waarde voor een bepaald criterium kan alleen via pad 2 worden gedefinieerd. In pad 3 kan alleen het ruimtelijk patroon van de geaggregeerde kaart worden meegenomen. Hierbij gaan in veel gevallen de patronen van de individuele criteriumkaarten verloren. Combinatie van criterium kaarten kan echter ook leiden tot het ontdekken van nieuwe patronen. Pad 3 maakt het ook mogelijk op bepaalde gebieden te concentreren. Bijvoorbeeld als criteria betrekking hebben op de natuurkwaliteit kan in pad 3 per gebied deze kwaliteit worden afgelezen. Dit is belangrijk als de totaalwaarde niet als een eenvoudig gewogen gemiddelde kan worden bepaald (zie bijv.: Beinat en Janssen, 1996). In dit geval leidt pad 2 niet tot zinvolle resultaten. Een voorbeeld waarbij dit van pas kan komen is als er voor het studiegebied een streefbeeld of ontwikkelingsvisie bestaat. Het resultaat van een bepaalde combinatie van criterium kaarten kan dan vergeleken worden met de kaart van het streefbeeld.

Samengevat: beide paden hebben beperkingen en de keuze van de beste aanpak is afhankelijk van het beslisprobleem. Bij problemen waar het accent ligt op zonerings is pad 3 te prefereren. Pad 2 heeft de voorkeur als echter niet zozeer de zones zelf als wel het ruimtelijk patroon van deze zones van belang is.

#### 4.6 Combinatiemethoden

Combinatiemethoden zijn methoden die meerdere kaarten vergelijken door ze samen te voegen in een kaart. De invoerkaarten zijn alternatiefkaarten, dat zijn kaarten die de effecten van een alternatief weergeven (zie Figuur 25).



*Figuur 25 Invoer en uitvoer van combinatiemethoden.*

Ruimtelijke vergelijkingsmethoden kunnen dienen voor het vergelijken van de volgende onderwerpen (Muehrcke, 1973):

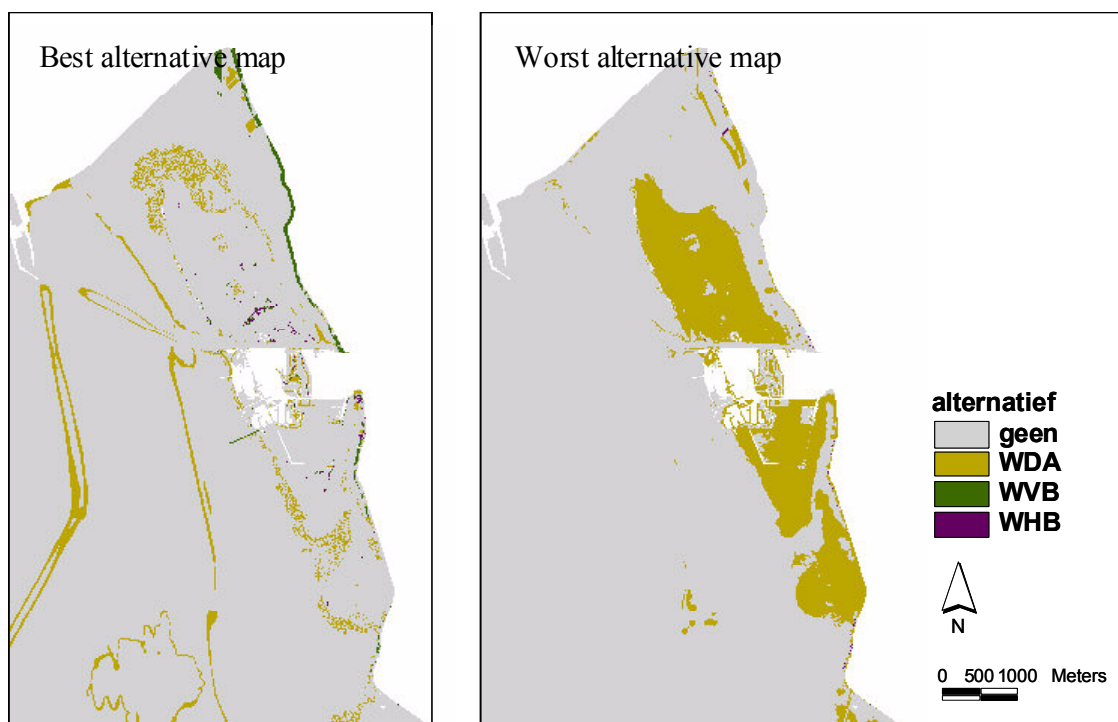
1. een kaart met de werkelijkheid;
2. een kaartpatroon met een ander kaartpatroon;
3. een kaartpatroon met een theoretisch patroon.

Een vergelijking van de kaart met de werkelijkheid kan bijvoorbeeld handig zijn als een voorspelling van een landgebruikpatroon moet worden vergeleken met de originele kaart. Een methode die hierop van toepassing is, is cross-classificatie. Een vergelijking



van kaartpatronen kan bijvoorbeeld handig zijn bij het vergelijken van alternatiefkaarten. Een methode die hierbij handig is, is het maken van een verschilkaart. Deze methode is alleen geschikt in het geval er twee alternatiefkaarten zijn. Als er meerdere alternatiefkaarten zijn dan kan bijvoorbeeld een beste-alternatiefkaart gemaakt worden. Als laatste is het vergelijken van een voorspelling van een landgebruikpatroon met een ontworpen doelkaart een voorbeeld. Een doelkaart is een kaart waarin de gebiedsvisie staat afgebeeld. Ook voor dit voorbeeld kan een verschilkaart ondersteuning bieden.

Indien er meer dan twee kaarten vergeleken moeten worden is een verschilkaart niet erg nuttig. Een methode die vergelijkbaar is aan de verschilkaart maar gebruikt kan worden voor meer dan twee kaarten is de beste-alternatiefkaart. Deze kaart is een klassenkaart waarin voor elke locatie is aangegeven welk alternatief daar het beste is. Vergelijkbaar aan de beste-alternatiefkaart kan er natuurlijk ook een slechtste-alternatiefkaart gemaakt worden. Dit soort kaarten kan gebruikt worden om een overzicht te krijgen van de relaties tussen de alternatieven en de locaties. Een voorbeeld van een beste- en slechtste alternatiefkaart staan afgebeeld in Figuur 26 (Uran, 2002 en van Herwijnen et al., 2001). Een andere toepassing is te vinden in Tkach and Simonovic (1997).



Figuur 26 Een beste-alternatiefkaart (links) en een slechtste-alternatiefkaart (rechts) (Uran, 2002).

#### 4.7 Beoordeling van de methoden

De beoordeling van de in dit hoofdstuk behandelde methoden staat in Tabel 6.

Tabel 6 *Beoordeling voor AKRE van de methoden om ruimtelijke effecten van beleidsalternatieven te vergelijken (0/+/>++).*

Methoden Criteria	KBA	MCA	Mca/ kba	Ruimtelijke MCA	Combinatie- methoden
<i>Groep A. Soort gegevens</i>					
A1. Omgaan met zowel kwantitatieve als kwalitatieve gegevens	0	++	++	++	+
A2. Omgaan met ruimtelijke gegevens	0	0	0	++	++
A3. Omgaan met effecten in de tijd	++	0	0	0	0
A4. Visualiseren van gegevens en resultaten	0	+	+	++	++
A5. Organiseren/structureren van gegevens	0	++	++	++	0
<i>Groep B. Integratie van opinies</i>					
B1. Onderscheid objectieve en subjectieve aspecten	0	++	++	++	0
B2. Mogelijkheid inbreng verschillende belangengroepen	0	+	+	+	0
<i>Groep C. Type problemen</i>					
C1. Behandelen van 'multi-objective', meerdimensionale problemen	0	++	++	+	0
C2. Toepasbaarheid voor trends	++	++	++	++	++
C3. Toepasbaarheid voor beleidsmaatregelen	++	++	++	++	++
C4. Flexibiliteit van het systeem, aanpasbaarheid aan verschillende studies	++	++	++	++	++
C5. Omgaan met verschillende schaalniveaus (landelijk, regionaal, lokaal)	0	0	0	+	++
C6. Minstens één keer zijn toegepast in een (voorbeeld)studie	++	++	++	+	++

## 5. Systemen die gebruikt kunnen worden om een ruimtelijk afwegingskader uit te voeren

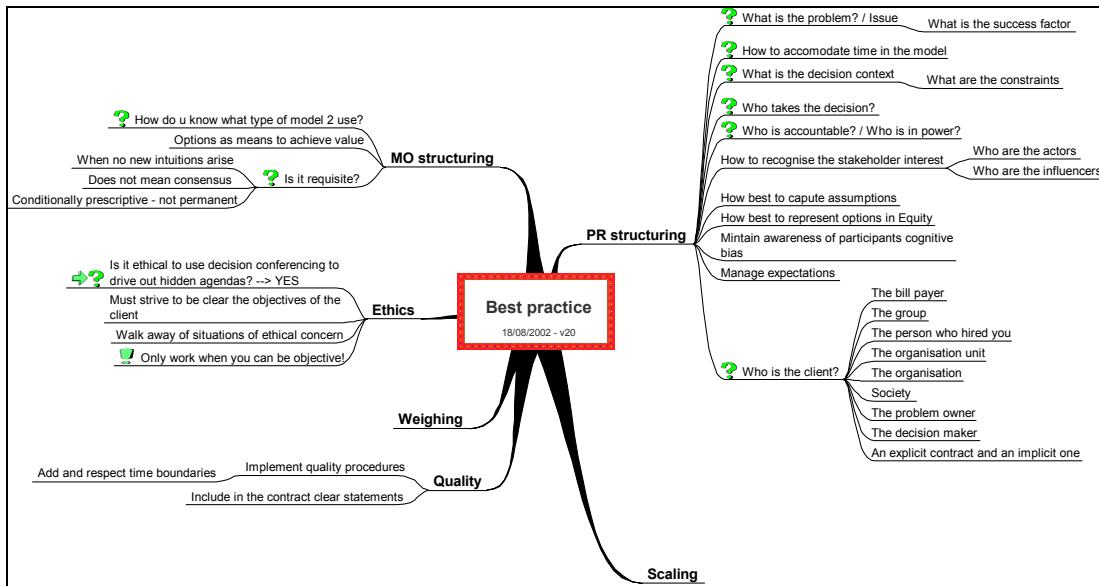
Dit hoofdstuk bevat systemen die gebruikt worden om een of meerdere van de in het vorige hoofdstuk beschreven methoden uit te voeren. Dit hoofdstuk bevat niet alleen computersystemen als expertsystemen of beslissingsondersteunende systemen, maar ook systemen als workshopstructuren om bijvoorbeeld de participatie van stakeholders te vergroten.

### 5.1 Systemen om ruimtelijke informatie te structureren

Deze paragraaf beschrijft systemen waarmee informatie gestructureerd kan worden. De systemen die hier beschreven worden staan een op een in relatie met de methoden in Hoofdstuk 2. De MindManager in paragraaf 5.1.1 kan gebruikt worden bij een mind mapping sessie, de Decision Explorer in paragraaf 5.1.2 is software voor cognitive mapping en de Net Miner in paragraaf 5.1.3, ten slotte, is een gangbaar en zinvol systeem voor sociale netwerkanalyse.

#### 5.1.1 MindManager

MindManager is een van de meest populaire en meest gebruikte systemen om te assisteren bij een mind mapping sessie (zie paragraaf 0) (<http://www.mind-map.com/>). Het systeem stelt de gebruiker in staat vanuit een centraal concept te starten en daarna de concepten-ideeen-factoren te vertakken in groepen die tot elke graad van complexiteit kunnen uitbreiden. Door de mogelijkheid te bieden de grafische presentatie te perfectioneren met iconen, grafieken, kleuren en multimedia, maakt MindManager het mogelijk de complexiteit van een situatie en de factoren die het ondersteunen op een bondige doch complete manier weer te geven. De manier waarop dit bereikt wordt lijkt op de rijkdom van informatie en concepten die gewoonlijk bij het definiëren van een complexe situatie betrokken zijn, zonder vooruit te lopen op de exacte structuur voor het probleem.

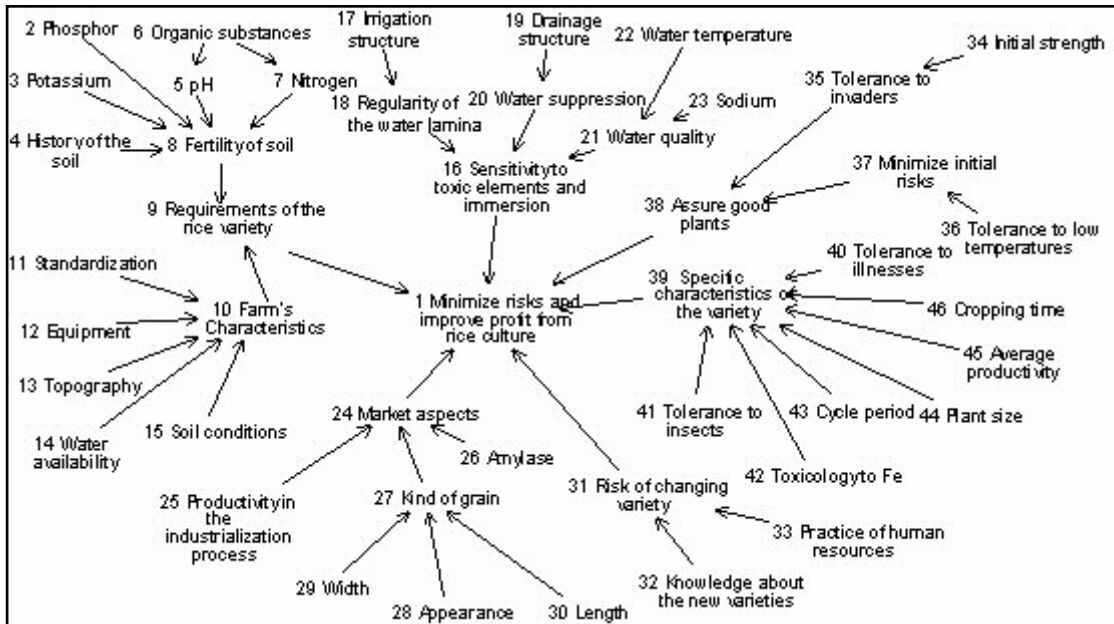


Figuur 27 Voorbeeld van een mind map met de MindManager.

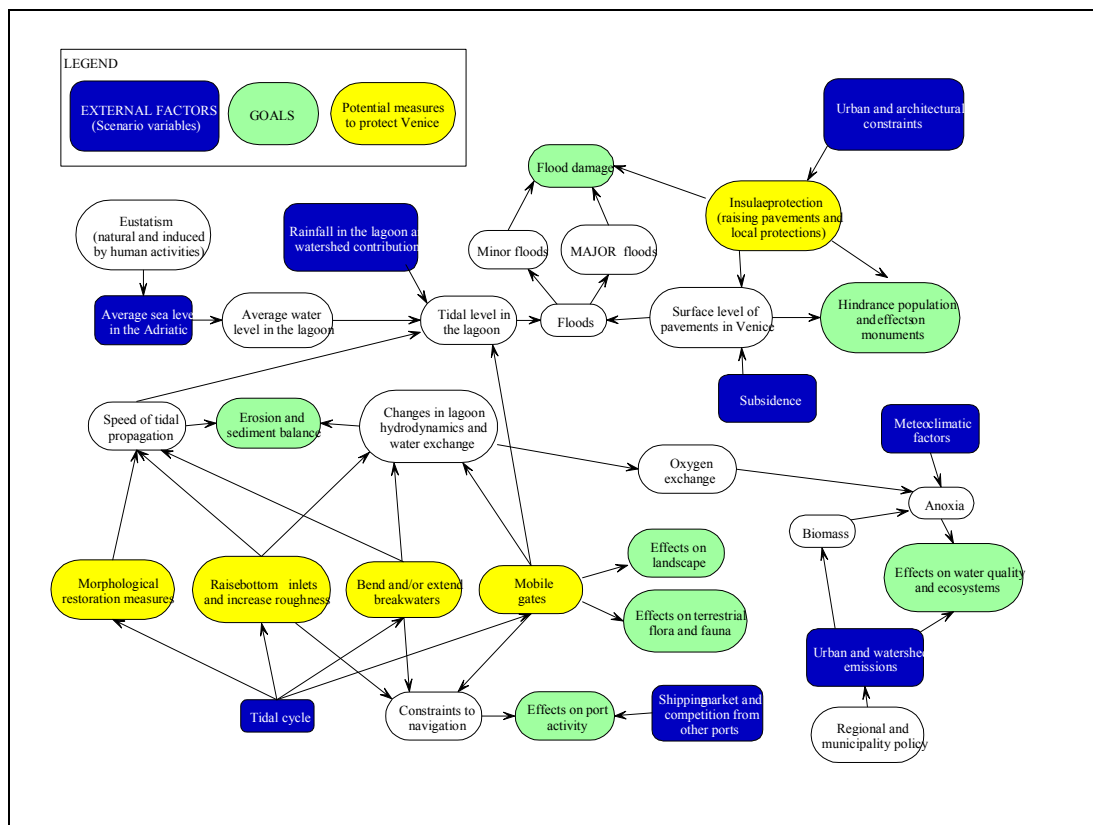
### 5.1.2 Decision Explorer

De Decision Explorer is software voor cognitive mapping bij kwalitatieve data analyse (zie paragraf 2.2) (<http://www.banxia.com/demain.html>). Dit systeem helpt de gebruiker de relaties tussen ideeën en perspectieven te illustreren en toe te lichten. De Decision Explorer kan gebruikt worden bij het analyseren van interview data, bij het helpen verzamelen van data, bij het bouwen van kwalitatieve modellen in dynamisch modelleren en bij de presentatie van hoe waarden in een bepaalde context zijn gestructureerd. Het klassieke gebruik van de Decision Explorer is het onderzoeken van data voor het structureren van een beslisproces.

Hieronder worden twee voorbeelden van het gebruik van de Decision Explorer voor cognitive mapping gepresenteerd. Het eerste voorbeeld laat een toepassing zien bij het structureren van een strategische keuze voor grote plantages van rijst in Brazilië. Het tweede voorbeeld handelt over het gebruik van cognitive mapping bij het structureren van een oorzaak-gevolg keten in de evaluatie van verschillende opties om Venetië te beschermen tegen hoog water.



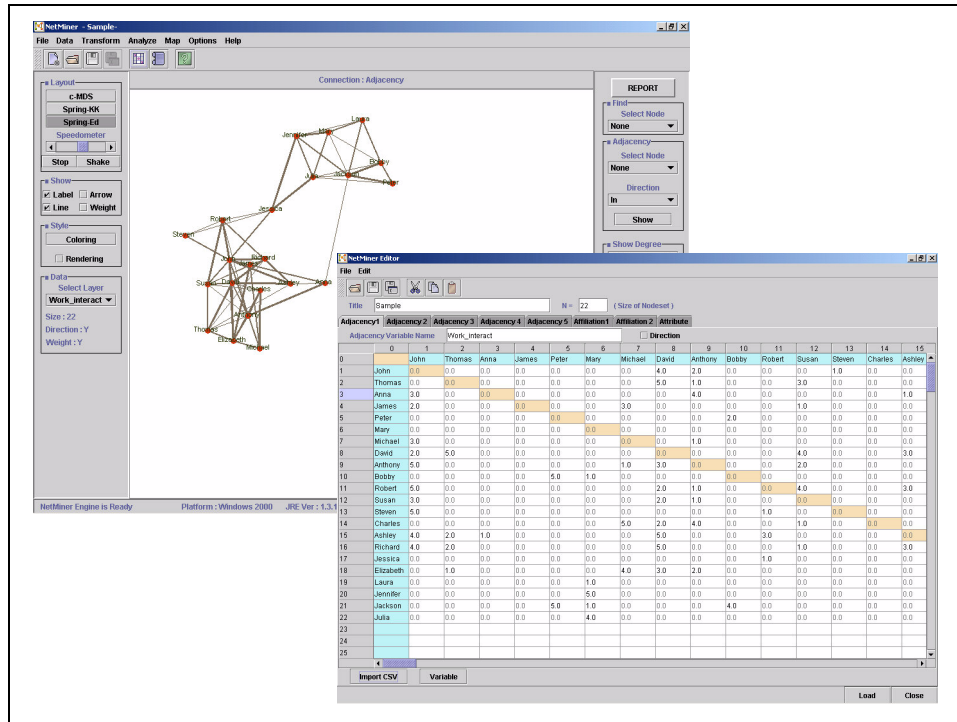
Figuur 28 Decision Explorer gebruikt voor het selecteren van een type rijst in Brazilië.



Figuur 29 Decision Explorer gebruikt om de oorzaak-gevolg ketens weer te geven voor de evaluatie van verschillende opties om Venetië te beschermen tegen hoog water.

### 5.1.3 NetMiner

NetMiner is een gangbaar en zinvol systeem voor sociale netwerkanalyse (zie paragraaf 2.3) (<http://www.netminer.com>). Het maakt gebruik van een simpele grafische interface om de netwerkdata (matrix relaties) in te voeren waarna de relaties tussen de knopen grafisch onderzocht kunnen worden.



Figuur 30 NetMiner voor het clusteren van groepen aan elkaar verbonden objecten.

### 5.1.4 ConceptMapping Tool

ConceptMapping is een visuele kennisrepresentatietechniek. Kennis wordt hierbij gepresenteerd als een netwerk van concepten. Het conceptennetwerk wordt grafisch weergegeven door een graaf met knopen en kanten. Concept netwerken worden onder meer ingezet voor:

- Het genereren en communiceren van ideeën (brainstorming, etc.);
- Het modelleren van complexe informatiestructuren (kennisacquisitie);
- Navigatie in en visualisatie van complexe informatiestructuren.

Het ConceptMapping Tool, ontwikkeld bij TNO Inro, is gericht op het verzamelen, opslaan en toegankelijk maken van de informatie die tijdens participatieve beleidsontwikkelingstrajecten naar voren komt (zie Janssen et al., 2002). De visuele functionaliteiten van het instrument en de mogelijkheid om relaties aan te brengen binnen het informatiebestand creëren de voorwaarden voor een optimale benutting van de informatie, zowel gedurende werksessies als in het verdere verloop van het proces.

## 5.2 Systemen om ruimtelijke informatie te visualiseren en analyseren

### 5.2.1 GIS

Geografische InformatieSystemen (GIS) zijn tegenwoordig de breed geaccepteerde standaardssystemen om ruimtelijke informatie in op te slaan, te bewerken en te presenteren. Van oudsher wordt hierbij onderscheid gemaakt in raster- en vector-georiënteerde systemen. Volgens het rastermodel wordt de werkelijkheid weergegeven in een regelmatig grid, waarbij aan elke cel een waarde wordt meegegeven die informatie geeft over het beschreven fenomeen. In een vector model wordt de werkelijkheid gerepresenteerd als een verzameling van punten, lijnen en vlakken. Aan deze ruimtelijke objecten kan attribut informatie worden toegevoegd.

GIS-software wordt geleverd door zeer veel verschillende leveranciers in veel verschillende variëteiten. Het klassieke onderscheid in raster en vector-pakketten begint te vervagen doordat de grotere leveranciers tegenwoordig beide data-modellen ondersteunen. Door de opkomst van internet en OpenGIS-standaarden ontstaan steeds meer mogelijkheden voor het combineren van een specifiek GIS-pakket met andere pakketten en zelfs met andere computermodellen. Bij de keuze voor een bepaald GIS-pakket spelen naast onderzoekspecifieke wensen ook organisatorische aspecten een rol. Het Ruimtelijk Planbureau heeft de beschikking over ArcGIS8 dat over voldoende functionaliteit beschikt om de in hoofdstuk 3 beschreven methoden voor visualisatie en analyse van ruimtelijke gegevens te ondersteunen.

Om bepaalde functies op een gestructureerde, gestandaardiseerde manier uit te voeren kunnen speciale tools ontwikkeld worden binnen standaard GIS-software. Deze zogeheten GIS-applicaties worden bijvoorbeeld veel ingezet voor effectbepaling of het afhandelen van standaard bevragingroutines. Effectbepalingsapplicaties kunnen variëren van simpele, generieke gereedschappen voor bijvoorbeeld het gestandaardiseerd berekenen van het ruimtebeslag van ruimtelijke ingrepen tot complexe applicaties voor het bepalen van specifieke effecten. Binnen de ministeries van V&W en LNV zijn GIS-applicaties beschikbaar voor het bepalen van effecten ruimtelijke ingrepen (veelal weginfrastructuur) op milieu aspecten als geluid, luchtkwaliteit, natuur en landschap. Welke van deze applicaties relevant zijn voor het Ruimtelijk Planbureau hangt af van de door haar onderscheiden relevante ruimtelijke effecten. Een stap complexer zijn de al eerder geïntroduceerde simulatiemodellen die hele processen beschrijven. Veel van deze modellen zijn dusdanig complex en bevatten dermate ingewikkelde analysetechnieken dat ze in een aparte programmeeromgeving ontwikkeld zijn. Door combinatie van deze specifieke analysemodellen met een GIS voor opslag, integratie en presentatie van ruimtelijke gegevens ontstaan krachtige, ruimtelijke beslissingsondersteunende systemen.

Tot besluit wordt hier kort ingegaan op een tweetal simulatiemodellen dat zich richt op veranderend ruimtegebruik.

### 5.2.2 Ruimtegebruikmodellen

Binnen Nederland zijn twee modellen operationeel die veranderend ruimtegebruik kunnen simuleren: de Ruimtescanner en de Leefomgevingsverkenner. Beide instrumenten zijn veelvuldig ingezet voor het verkennen van ruimtelijke ontwikkelingen en het toetsen

van beleidsopties. Zo zijn ten behoeve van de Vijfde Nota over de Ruimtelijke Ordening en diverse Natuur- en Milieuverkenningen simulaties gemaakt van het toekomstig ruimtegebruik als referentie bij te ontwikkelen ruimtelijk beleid en als basis voor het bepalen van effecten van ruimtelijke ontwikkelingen.

De Ruimtescanner is een instrument dat ruimtelijke basisbestanden, sociaal economische prognoses middels een economische georiënteerd allocatiemechanisme bijeenbrengt. Het is een op GIS-gebaseerd model voor de integrale simulatie van zowel urbane als rurale grondgebruikfuncties. Meer informatie over dit instrument is te vinden in Scholten et al. (2001) en Koomen (2002).

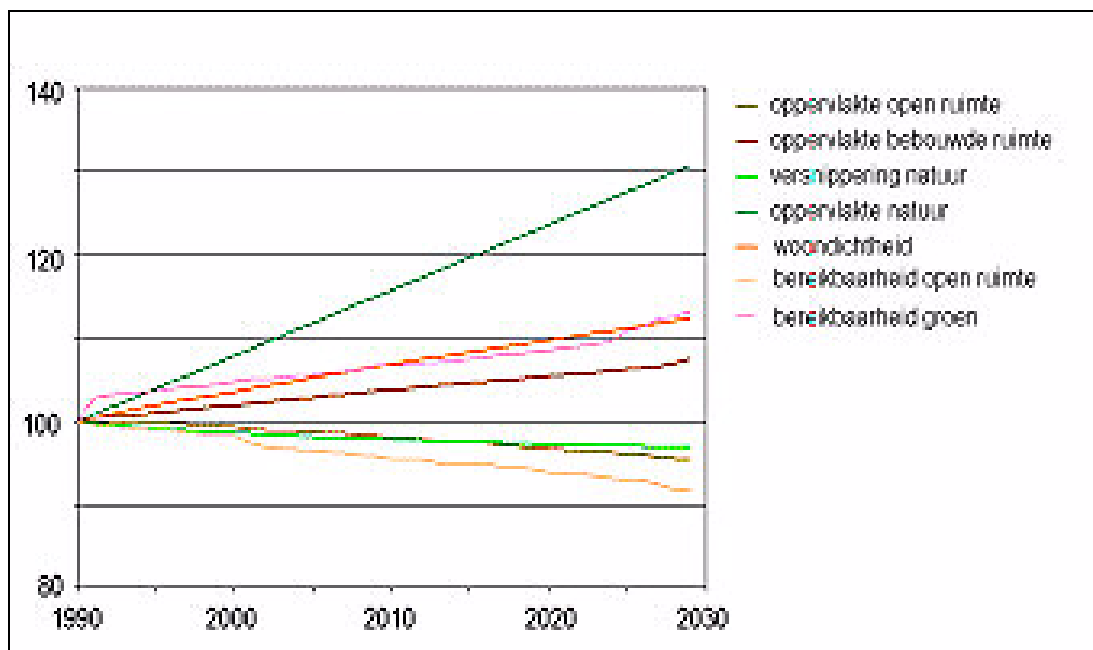
De Leefomgevingverkenner (LOV) is een instrument met een vergelijkbare doelstelling en opzet, zie Nijs et al. (2001). Het belangrijkste verschil ligt in het gebruikte allocatiemechanisme. Waar de Ruimtescanner het economische principe van evenwicht tussen vraag en aanbod van grond gebruikt, hanteert de LOV het concept van de cellulaire automata. Centraal daarin staat de gedachte dat cellen elkaar beïnvloeden middels onderlinge ruimtelijke relaties. Daarnaast levert de LOV een uitspraak over de economische, sociale en ecologische gevolgen van haar simulaties door het berekenen van een set van beleidsrelevante *indicatoren*. Deze indicatoren zijn onderverdeeld naar de drie perspectieven uit de Leefomgevingbalans (Sloof et al., 1998), zie Tabel 7.

Tabel 7 *Indicatoren van de leefomgevingverkenner.*

	Indicator	Omschrijving
Economisch	werkgelegenheid	aantal arbeidsplaatsen per km <sup>2</sup> (x1000)
	regionale bereikbaarheid	voertuigintensiteit per gridcel
	locale bereikbaarheid	gemiddelde toegankelijkheid van activiteiten
Sociaal	afstand tot open ruimte	afstand in km van woongebieden tot open ruimte
	afstand tot groen	afstand in km van woongebieden tot groen
	woondichtheid	aantal inwoners per km <sup>2</sup> (x1000)
Ecologisch	versnippering	kans op voorkomen in % van soorten a.g.v. versnippering natuurgebieden
	open ruimte	aaneengesloten oppervlak open ruimte in ha.
	bebouwde ruimte	aaneengesloten oppervlak bebouwde ruimte in ha.

Iedere indicator is uitgewerkt in een gridkaart, die jaarlijks door het model wordt uitgerekend. Aanvullend worden indices uitgerekend die op nationale schaal de evolutie van de indicator ten opzichte van het basisjaar (1989) van de simulatie weergeeft. De indices zijn weergegeven in de onderstaande figuur.





Figuur 31 Lijngrafiek indicatoren.

Het Ruimtelijk planbureau doet momenteel een project waarin de bruikbaarheid van deze instrumenten onderzocht wordt. Daarnaast participeert zij in een door RIVM getrokken initiatief om de beide instrumenten meer op elkaar af te stemmen. Dat initiatief moet op termijn leiden tot een nieuwe toolbox voor het modelleren van toekomstig ruimtegebruik die LUMOS is gedoopt.

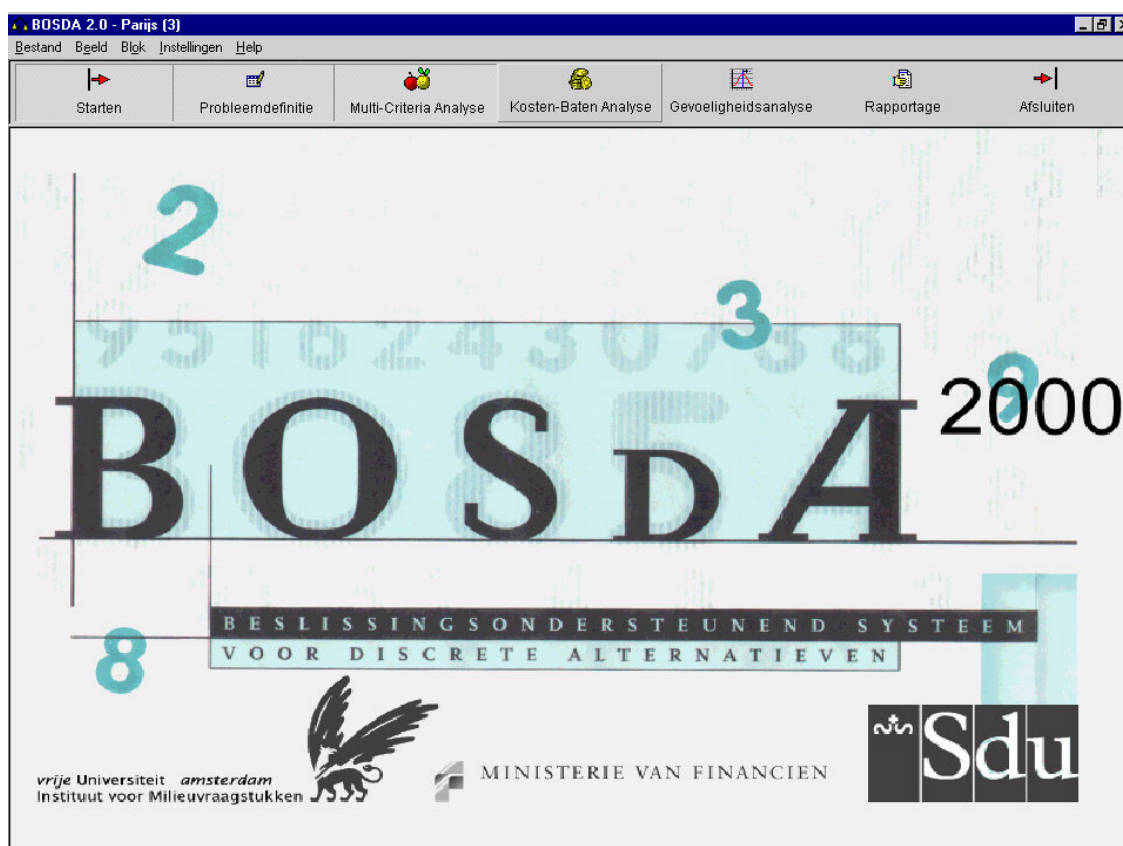
### 5.3 Systemen om ruimtelijke effecten van beleidsalternatieven te vergelijken

Deze paragraaf beschrijft systemen waarmee de ruimtelijke effecten van beleidsalternatieven met elkaar vergeleken kunnen worden. In paragraaf 5.3.1 staat het programma BOSDA beschreven. Dit programma kan de ruimtelijke effecten alleen vergelijken indien deze ruimtelijke effecten zijn geaggregeerd tot een index. Systemen om de ruimtelijke effecten ook als zodanig mee te nemen bestaan niet echt. In een aantal GISsen, zoals Ilwis, zijn (worden) wel methoden ingebouwd om multicriteria analyse uit te voeren, maar deze systemen zijn niet zodanig gebruikersvriendelijk dat ze als instrument voor AKRE zijn te gebruiken.

#### 5.3.1 BOSDA

Het BeslissingsOndersteunend Systeem voor Discrete Alternatieven (BOSDA) is een hulpmiddel voor het ontwikkelen, vergelijken en beoordelen van alternatieven ter voorbereiding van een beleidsbeslissing (Janssen et al., 2000). BOSDA is een gezamenlijk product van het Instituut voor Milieuvraagstukken van de Vrije Universiteit en de afdeling Beleidsevaluatie en -Instrumentatie van het Ministerie van Financiën.

Het computerprogramma BOSDA is een gereedschapskist gevuld met verschillende typen multi-criteriamethoden en kosten-batenanalyse. Deze methoden worden aangevuld met grafische presentaties, waarderingsmethoden en methoden voor gevoeligheidsanalyse. De grafische afbeelding in Figuur 18 en visualisatie van de rangschikking van alternatieven in Figuur 19 komen uit het programma. BOSDA wordt vooral toegepast op beslissingvraagstukken waarbij een groot aantal criteria in de evaluatie wordt betrokken. De criteriumscores zijn in het algemeen afkomstig van ondersteunende, veelal technische studies en zijn in de meeste gevallen een combinatie van kwantitatieve scores en een beoordeling van deskundigen op een plussen en minnen schaal.



Figuur 32 Beginscherm van het BOSDA programma (Janssen et al., 2000).

Het BOSDA programma kan worden gebruikt voor ondersteuning van beslissingen over complexe keuzevraagstukken. Voorbeelden van dergelijke vraagstukken zijn: de verschillende tracés voor de Betuwelijn, de keuze van een locatie voor de uitbreiding van Schiphol, maar ook mogelijke beleidsopties ter bestrijding van veel voorkomende criminaliteit. Het programma is bedoeld voor beleidsvoorbereiders en adviseurs in alle sectoren van de overheid die zich bezighouden met beleidsonderzoek en die enige kennis hebben van evaluatiemethoden.

## 5.4 Integrerende systemen

### 5.4.1 Quick Project Scan

Quick Project Scan (QPS) is een raamwerk van geïntegreerde methodieken, die tezamen in een vroeg stadium een snelle beoordeling op hoofdlijnen van grote infrastructurele projecten mogelijk maakt via een beoordeling op milieu, techniek en kosten (Roos en Appelman, 1997 en 1999; Sol en Aiking, 1998). QPS is gebaseerd op de mogelijkheden van moderne technische concepten op het gebied van ruimtelijke informatie (GIS), aardobservatie, computergestuurd ontwerpen, effectbepaling, beoordeling en afweging. Door de integratie van methodieken is een product ontwikkeld dat snel toepasbaar is en waarbij een doorlooptijd van drie tot zes maanden haalbaar is.

QPS kan worden toegepast bij grootschalige lijninfrastructuur projecten waarbij uiteenlopende disciplines betrokken zijn. Het instrumentarium is ontwikkeld aan de hand van de pilot Rijksweg 15, gedeelte Varsseveld-Enschede. QPS werkt volgens een stappenplan waarbij de alternatieven voor nieuwe lijninfrastructuur stap voor stap volgens een voorgeprogrammeerde systematiek ontwikkeld worden. In de eerste stap wordt het probleem verkend. In de tweede stap worden de noodzakelijke uitgangspunten en gegevens vastgesteld in ingewonnen. Hierbij wordt het beoordelingskader ontwikkeld om de effecten te kunnen berekenen die de oplossingsvarianten moeten gaan vergelijken. In de derde stap worden alternatieven gegenereerd en ontworpen en worden de effecten van de alternatieven bepaald. Uiteindelijk worden in de laatste stap de alternatieven onderling vergeleken.

Tabel 8 Stappenplan Quick Project Scan (Uit: Roos en Appelman, 1999)

<b>Probleemverkenning</b>	Nut en noodzaak
	Randvoorwaarden
<b>Formulering uitgangspunten</b>	Vaststellen hoofdaspecten
	Specificatie ontwerpeisen
	Gegevensinwinning en informatiebeheer
<b>Alternatievenstudie</b>	Genereren alternatieven
	Verkeersprognose
	Technisch ontwerp
	Kostenbepaling
	Effectberekening
	Variantenbeheer
<b>Beoordeling en afweging</b>	Rangordebepaling
	Rapportage

### 5.4.2 What IF? Een planning ondersteunend systeem

*What if?* is een interactief, op GIS gebaseerd systeem ter ondersteuning van alle aspecten van het planproces: het begeleiden van land geschiktheidanalyse, het projecteren van de vraag naar toekomstig landgebruik, het toewijzen van deze vraag op geschikte locaties, en het evalueren van de mogelijke effecten van alternatieve politieke keuzes en aanna-

mes (Klosterman, 1999). Politieke beslissingen die in het model beschouwd kunnen worden zijn onder andere:

- Het realiseren van alternatief landgebruikbeheer;
- Het vaststellen van agrarisch - en open ruimte beschermingsbeleid;
- De groei van openbare infrastructuur.

Het model kan diverse aannames verwerken waaronder de toekomstige populatie, het werkgelegenheidsniveau en de karakteristieken van toekomstige woonwijken, industriële, commerciële ontwikkelingen.

Met betrekking tot evaluatiemethoden zijn de mogelijkheden van *What if?* niet duidelijk. *What if?* is hoofdzakelijk gericht op planning en niet zozeer op het vergelijken van alternatieve plannen. Wel produceert het systeem eenvoudige kaarten en tabellen die niet alleen door professionele planners begrepen kunnen worden, maar ook door gekozen afgevaardigden, vertegenwoordigers van belangengroepen en 'normale' burgers. Een demonstratie CD kan worden aangevraagd (<http://www.what-if-pss.com/info-demo.html>).

## 5.5 Beoordeling van de systemen

De beoordeling van de in dit hoofdstuk behandelde methoden staat in Tabel 9.

Tabel 9 Beoordeling voor AKRE van de systemen die gebruikt zouden kunnen worden voor AKRE (0/+/+).

Methoden Criteria	GIS	Ruimte- gebruiks modellen	BOSDA	QPS	What IF?
<i>Groep A. Soort gegevens</i>					
A1. Omgaan met zowel kwantitatieve als kwalitatieve gegevens	++	+	++	+	0
A2. Omgaan met ruimtelijke gegevens	++	++	0	++	++
A3. Omgaan met effecten in de tijd	++	+ / +++*	++	+	+
A4. Visualiseren van gegevens en resultaten	++	+ / +++*	++	+	+
A5. Organiseren/structureren van gegevens	+	0	+	0	0
<i>Groep B. Integratie van opinies</i>					
B1. Onderscheid objectieve en subjectieve aspecten	0	0	++	+	+
B2. Mogelijkheid inbreng verschillende belangengroepen	+	+	++	+	+
<i>Groep C. Type problemen</i>					
C1. Behandelen van 'multi-objective', meerdimensionale problemen	+	+	++	++	+
C2. Toepasbaarheid voor trends	+	++	+	0	+
C3. Toepasbaarheid voor beleidsmaatregelen	++	++	++	++	++
C4. Flexibiliteit van het systeem, aanpasbaarheid aan verschillende studies	++	0	++	0	+
C5. Omgaan met verschillende schaalniveaus (landelijk, regionaal, lokaal)	++	+	0	0	0
C6. Minstens één keer zijn toegepast in een (voorbeeld)studie	++	++	++	0	?

\* Ruimtescanner: +; Leefomgevingverkenner: ++.



## 6. Voorbeeldstudie: Randmeer Noordoostpolder

Het gebruik van structurerende methoden voor ruimtelijke evaluaties wordt in dit hoofdstuk geïllustreerd met de haalbaarheidsstudie randmeer Noordoostpolder (Ministerie VROM, 2002). Deze voorbeeldstudie begint met een korte inleiding van de haalbaarheidsstudie. Daarna wordt met behulp van het concept cognitieve kaarten de oorzaak-gevolg ketens achterhaald en in diagrammen afgebeeld. Daar ruimtelijke data ontbreken eindigt dit hoofdstuk met een overzicht van de ruimtelijke effecten en indicatoren die een rol spelen bij de evaluatie van het randmeer Noordoostpolder.

### Randmeer Noordoostpolder

In de Vijfde Nota Ruimtelijke Ordening staat aangegeven dat het kabinet van plan is ruimte te reserveren voor de mogelijke aanleg van een randmeer op de grens van de Noordoostpolder (NOP), Friesland en Overijssel. Inmiddels is een haalbaarheidsstudie uitgevoerd die tot doel had: 'Inzicht te geven in de kansen en bedreigingen en de (integrale) maatschappelijke kosten en baten van de aanleg van het Randmeer Noordoostpolder voor een aantal varianten'. Als subdoelen zijn daarbij onderscheiden:

- Het construeren en uitwerken van een set van realistische, alternatieve integrale modellen en modelvarianten voor de ontwikkeling van het gebied met en zonder het Randmeer Noordoostpolder waarbij bovengenoemde kansen zoveel mogelijk worden benut en bedreigingen zoveel mogelijk gemitigeerd.
- Het vergelijken van de ontwikkelde modellen en modelvarianten aan de hand van een maatschappelijke kosten-batenanalyse (MKBA).
- Het in kaart brengen van mogelijke financieringsconstructies -waaronder PPS- voor de ontwikkelde modellen.

Doel van het project Randmeer Noordoostpolder is het aanleggen van een randmeer tussen de Noordoostpolder en Noordwest-Overijssel ten behoeve van:

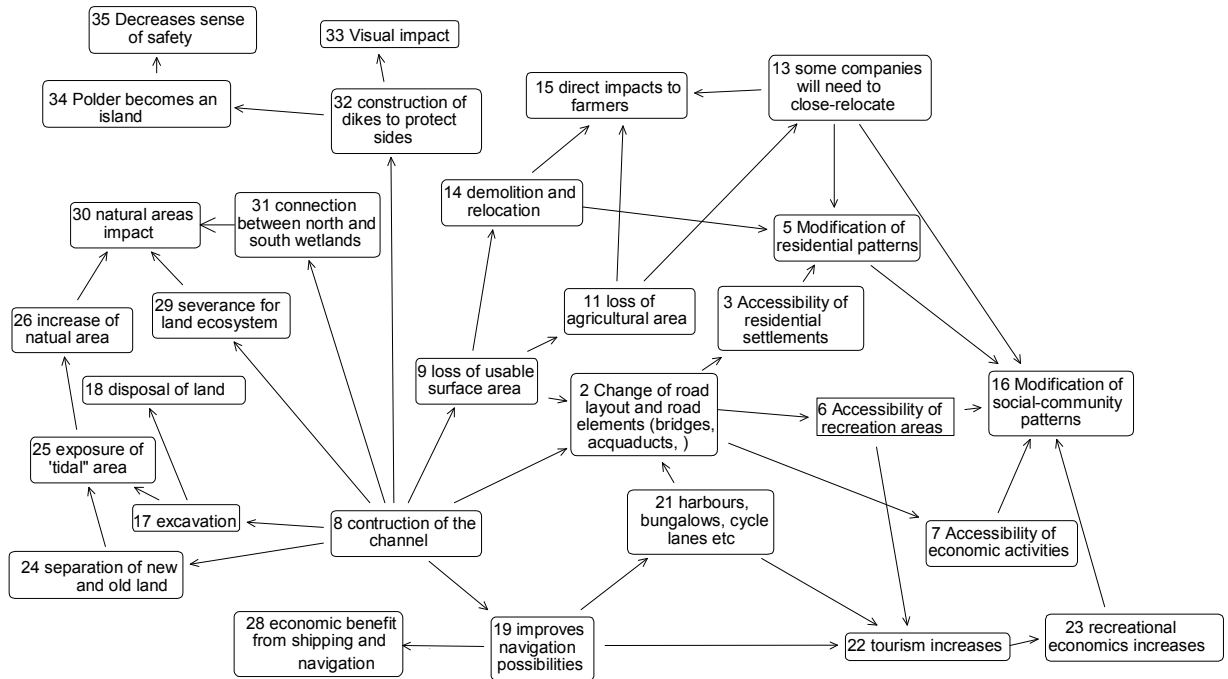
- Het oplossen van hydrologische knelpunten;
- Het verhogen van de natuurlijke kwaliteit;
- Het vergroten van de recreatiemogelijkheden.

### Structureren van de informatie

Het toepassen van cognitieve kaarten in dit voorbeeld is louter een test. De kaart is geconstrueerd vanuit geschreven documentatie en niet vanuit live interactie met de belanghebbenden. Hierdoor ontbrak de feedback waardoor het voorbeeld nogal oppervlakkig blijft. Niettemin illustreert dit voorbeeld het potentiële gebruik van de techniek bij de ondersteuning van het structureren van informatie ten behoeve van ruimtelijke evaluatie.

De kaart in Figuur 33 illustreert een overzicht van de oorzaak-gevolg relaties bij het Randmeer Noordoostpolder. Elk hokje in de kaart beeldt een concept uit, dit kan zijn een actie die ondernomen moet worden, een effect van deze actie, een mechanisme dat leidt tot een effect, of een effect of een doel dat behaald moet worden. Aan het begin van het proces is het niet nodig de betekenis van elk hokje precies te specificeren. Het is in deze fase belangrijker de hele range van oorzaak en gevolgen te onderzoeken. In een tweede

fase wordt de gemaakte kaart opgeschoond door de betekenis van elk hokje dieper te analyseren.



Figuur 33 Overzicht van de oorzaak-gevolg relaties bij het randmeer Noordoostpolder.

Het diagram toont één centraal concept (construction of the channel) dat de oorzaak-gevolg keten initieert. Het netwerk, duidelijk niet lineair, geeft de complexiteit weer van de oorzaken en gevolgen die gangbaar zijn voor dit soort plannen.

Het diagram kan gelezen worden vanuit het centrale concept (8 construction of the channel) richting de bladeren van het diagram die zich aan de randen van de kaart bevinden. De kaart is geconstrueerd door vragen te stellen als ‘Waar leidt dit toe?’ en ‘Waarom is dit belangrijk?’. Het combineren van feitelijke items met subjectieve items draagt bij aan het construeren van de kaart totdat de vraag ‘Waarom is dit belangrijk?’ niet meer leidt tot uitbreiding van het aantal knopen. Hiermee worden de einddoelen gekarakteriseerd, welke normaliter niet gevolgd worden door enig ander concept. Deze einddoelen kunnen niet meer gerechtvaardigd worden behalve vanuit het feit dat het als zodanig belangrijk is. Zij corresponderen gewoonlijk met de primaire redenen waarom het project gestart is en representeren daarmee de innerlijke rechtvaardiging van het initiatief.

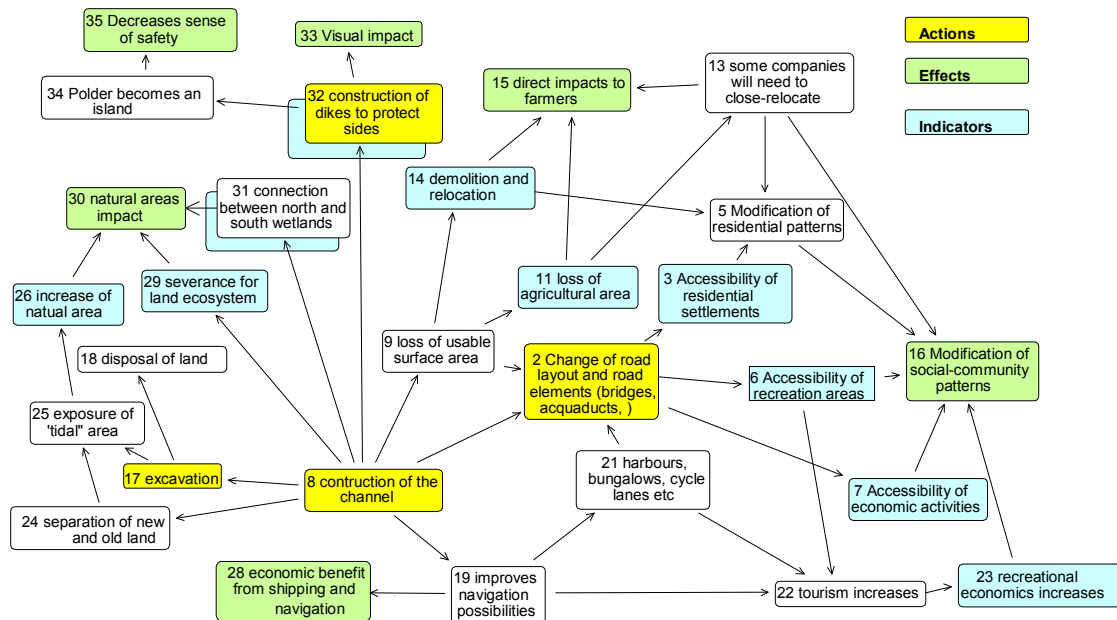
Is een kaart eenmaal geconstrueerd dan start de tweede fase: revisie van de kaart. In deze fase worden de componenten geïdentificeerd die belangrijk zijn voor de evaluatie. Gewoonlijk leidt dit tot de identificatie van:

1. De *oorzaken* van de gevolgen welke zich gewoonlijk bevinden aan het begin van de kaart (concepten zonder voorganger). Gewoonlijk kunnen meerdere oorzaken geïdentificeerd worden die overeenkomen met de elementen van een projectplan. In



- zeer gestructureerde kaarten kan een projectplan geassocieerd worden met een portfolio van acties, de meervoudige knopen van een kaart.
2. De *doelen* van het initiatief, gewoonlijk gesitueerd aan de randen van de kaart. Zij representeren de reden waarom een actie ondernomen is, en zij moeten gerealiseerd worden als een projectplan uitgevoerd wordt.
  3. De *manieren* om doelen te realiseren, gewoonlijk ergens tussen de oorzaken en de doelen in gelegen. Zij representeren òf tussenliggende processen, òf tussenliggende effecten.
  4. De *indicatoren* of *variabelen* die gemeten moeten worden voor de evaluatie. Als het directe indicatoren zijn, verschijnen ze vaak vlak bij de doelen. Als het indirecte indicatoren zijn kunnen ze ook op enige afstand van de doelen liggen.

De kaart in Figuur 34 toont een eerste poging om onderscheid te maken tussen acties (oorzaken), effecten (doelen) en indicatoren. De indicatoren zijn die componenten die gemeten moeten worden om de performance van de te evalueren alternatieven te vergelijken met de doelen van het initiatief. Er zijn knopen die meerdere kleuren tonen, zoals de knoop 'construction of dikes to protect sides' (32) dat zowel een actie is als een indicator. Deze knopen representeren vaak indirecte attributen en corresponderen met variabelen die vlak bij de acties gemeten worden. Het effect dat knopen meerdere kleuren tonen verdwijnt zo gauw het diagram verder wordt uitgewerkt en het detailniveau wordt verhoogd. In het algemeen heeft een knoop slechts een interpretatie: oorzaak, doel, manier of indicator.



Figuur 34 Kaart waarin acties (oorzaken), effecten (doelen) en indicatoren worden onderscheiden.

De kaart in Figuur 34 leidt tot een overzicht van de effecten van de projectplannen. Tevens kan in dit overzicht worden opgenomen met welke indicatoren deze effecten gemeten kunnen worden. Het overzicht dat leidt uit de kaart in Figuur 34 staat afgebeeld in Tabel 10.

*Tabel 10 Overzicht van effecten en indicatoren om de effecten te meten.*

Effecten	indicators
Decreased sense of safety	-
Visual impact	Construction of dikes
Direct impacts to farmers	Loss of agricultural area Demolition and reallocation
Impacts to natural areas	Severance for land ecosystems Increase of natural area Connection between north and south wetland
Economic benefits for shipping and navigation	-
Modification of social-community patterns	Recreational economic increases Accessibility of economic activities Accessibility of recreational areas Accessibility of residential settlements

## 7. Conclusies en aanbevelingen

Het RPB is bezig een afwegingskader te ontwikkelen waarmee ruimtelijke effecten beter geanalyseerd kunnen worden. Met dit afwegingskader wil het planbureau zowel een effectieve bijdrage leveren aan het politieke debat over belangrijke ruimtelijke plannen en investeringen als antwoord geven op vragen uit beleid en politiek over mogelijke effecten van actuele ontwikkelingen en (voorgenomen) beleidsmaatregelen.

Binnen het project Afwegingskader Ruimtelijke Effecten (AKRE) van het RPB wordt een onderzoek gedaan naar het ontwikkelen van een instrument waarmee:

- ruimtelijke effecten van grootschalige ingrepen of beleidsvoornemens in beeld gebracht kunnen worden;
- verschillende beleidsalternatieven ruimtelijk tegen elkaar afgewogen kunnen worden;
- ruimtelijke gevolgen van bestaande of voorziene maatschappelijke trends en ontwikkelingen beoordeeld kunnen worden.

In dit rapport is een overzicht gemaakt van methoden en systemen die voor het instrument Afwegingskader gebruikt zouden kunnen worden. De methoden en systemen zijn beoordeeld voor hun geschiktheid voor het systeem op basis van verschillende criteria.

### 7.1 Structurering

Het voorbeeld in Hoofdstuk 6 illustreert de noodzaak om de oorzaken en effecten zo goed mogelijk te scheiden. Het doel van zo'n oefening is minstens drie fundamentele elementen te identificeren die in elke evaluatie naar voren komen:

1. De activiteiten die geïnitieerd zijn en onderwerp zijn van de evaluatie. Deze activiteiten zouden bepaalde einddoelen moeten behalen om rechtvaardigbaar te zijn.
2. De doelen van de activiteiten of de specificatie van wat een initiatief zou moeten behalen (of voorkomen) om als een goed initiatief beschouwt te worden.
3. De variabelen die gebruikt kunnen worden om de resultaten van een projectplan zodanig te kunnen kwantificeren of kwalificeren dat men in staat is na te gaan in welke mate de doelen behaald zijn. Deze variabelen worden meestal criteria of indicatoren genoemd.

De praktijk van projectplan evaluatie laat zien dat de doelen van een initiatief vrijwel nooit zodanig helder of precies zijn uitgedrukt dat ze direct bruikbaar zijn voor de evaluatie. Het doel 'vergroten van de recreatiemogelijkheden' bijvoorbeeld, onderstreept wel de reden voor een project, maar omvat geen enkele bruikbare richtlijn om te evalueren of het project uiteindelijk goede effecten heeft voor de recreatiemogelijkheden van het gebied. Om dit concept operationeel te maken dient men te specificeren wat vergroten betekent, wat recreatiemogelijkheden betekenen en hoe veranderingen in recreatiemogelijkheden van een gebied ondubbelzinnig gemeten kunnen worden. Meer fundamenteel dient men zelfs te rechtvaardigen waarom een groei van recreatiemogelijkheden in een gebied een positief effect heeft, en liefst ook voor wie.

Het gebruik van expliciete oorzaak-gevolg diagrammen vergelijkbaar aan het voorbeeld randmeer Noordoostpolder, maar dan veel gedetailleerder, kan helpen bij het verduidelijken van bovenstaande concepten. Gewoonlijk is er bij het maken van deze diagrammen interactie nodig tussen de analist en de relevante belanghebbenden in het projectplan. Vaak is het nodig meerdere keren het proces te doorlopen met meerdere belanghebbenden om uiteindelijk een helder, gemeenschappelijk en ondubbelzinnige omschrijving te krijgen van de hoofddoelen van een project, hoe deze doelen gemeten kunnen worden en wat een goed of slecht resultaat van het projectplan vormt.

Bovenstaande betekent dat vrijwel elke benadering om een evaluatie te structureren gebaseerd is op zowel gereedschappen om het proces te ondersteunen als op interacties met de belanghebbende om het proces betekenisvol te maken. Dit maakt noodzakelijkerwijs het structureren van een evaluatie een sociaal proces in plaats van een puur technocratisch proces.

## 7.2 Ruimtelijke effecten

Het voorbeeld in Hoofdstuk 6 bevat zoals vrijwel alle projectplan beoordelingen ruimtelijke en niet-ruimtelijke elementen. Het onderscheid tussen beide soorten elementen is in de meeste gevallen intuïtief, maar voor de evaluatie is dit nooit vanzelfsprekend. Praktisch elk projectplan met effecten op het milieu of op natuurlijke hulpbronnen heeft ruimtelijke informatie nodig voor de evaluatie van deze effecten. Het feit dat de doelen en hulpbronnen ergens gesitueerd zijn, maakt het onmogelijk evaluaties uit te voeren zonder ruimtelijke informatie. Hierdoor bevatten milieueffect rapportages, sociale effect analyses, baten-kosten analyses en andere methoden in de praktijk kaarten, gis en ruimtelijke modellen. Desalniettemin is dit een kunstmatige interpretatie van ruimtelijke evaluatie die geen recht doet aan de introductie van een specifieke benadering verschillend van de bestaande.

Wat betreft ruimtelijke data is het nuttig om twee situaties te onderscheiden. De eerste situatie is wanneer ruimtelijke data nodig zijn om de effecten en de consequenties te benaderen. In het tweede geval speelt ruimtelijke data een meer fundamentele rol wanneer het effect of de relevantie alleen gemeten kan worden met de hulp van ruimtelijke informatie.

Het eerste geval is het meest gebruikelijk. Hier is data met een geografische component nodig, bijvoorbeeld om de grootte van verloren gegaan agrarisch gebied om de economische kosten ervan te berekenen. Hierbij is de ruimtelijke component alleen een parameter voor het eindresultaat en heeft als zodanig geen intrinsieke waarde. Met andere woorden, de grootte van het verloren gebied bepaalt de kosten, ruimtelijke parameters zoals de vorm van het verloren gebied hebben geen invloed op het totaal. Meer in detail:  $\text{Kosten} = \text{Oppervlakte} * (\text{kosten per ha})$ . Hierbij geldt dat  $\text{Oppervlakte} = f(x,y)$  afhankelijk is van ruimtelijke data. Als 'kosten per ha' een constante is en niet afhankelijk van de  $x$  en  $y$  coördinaten, dan is dit geen ruimtelijke evaluatie. Als daarentegen 'kosten per ha' wel afhankelijk is van de  $x$  en  $y$  coördinaten, bijvoorbeeld omdat de kosten afhankelijk zijn van de bodemsamenstelling, dan is er sprake van een ruimtelijke evaluatie. In dit laatste geval kan men, door bijvoorbeeld de locatie van de infrastructuur te wijzigen de locatie van het verloren gegaan agrarisch gebied wijzigen en daarmee de kosten voor dit verlies. In een specifieke context is het in de meeste gevallen goed haalbaar om te specificeren of

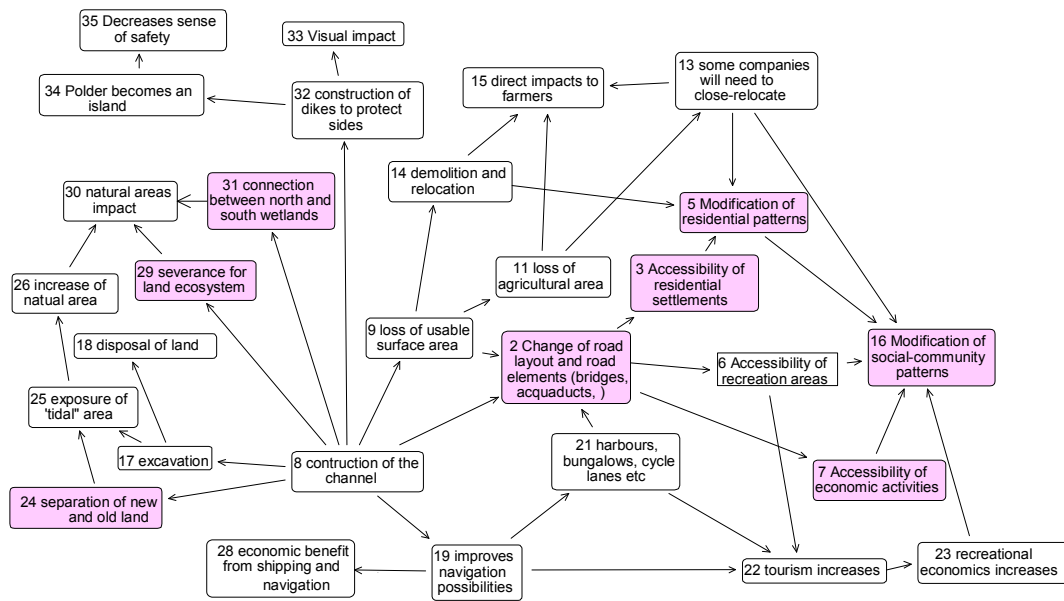
een ruimtelijke variabele een ruimtelijke evaluatie beïnvloedt of slechts gebruikt is om een niet-ruimtelijke index te berekenen.

Ruimtelijke data heeft een meer fundamentele rol wanneer het effect alleen gemeten kan worden met de hulp van ruimtelijke informatie. Dit is bijvoorbeeld het geval wanneer de locatie van een of meerder objecten de resultaten van de evaluatie bepalen. Het ontwerp van een infrastructuur in een beschermd gebied is hier een voorbeeld van. In dit geval is de locatie zelf bepalend voor het al of niet accepteren van het ontwerp. Nog duidelijker is het geval waarin de ruimtelijke relaties tussen objecten bepalend zijn voor de kwaliteit van het geheel. Voorbeelden hiervan zijn het ontwerp van een woonwijk in relatie met de omgeving, de onderlinge verdeling van woonwijken en economische activiteiten, enz. In deze gevallen wordt de kwaliteit van het plan hoofdzakelijk bepaald door de ruimtelijke karakteristieken van het projectplan.

Ruimtelijke evaluaties zijn relevant wanneer de afwezigheid van een ruimtelijke waardering een waardering van het gehele projectplan zou verhinderen. Het zou nuttig zijn de term *ruimtelijke evaluatie* te beperken tot deze gevallen. Dit impliceert dat het gebruik van ruimtelijke informatie voor de evaluatie van een projectplan niet direct impliceert dat er sprake is van een ruimtelijke evaluatie. Aan de andere kant zijn ruimtelijke evaluaties slechts een onderdeel van de totale evaluatie en vormen daarmee een deelevaluatie van de totale effecten van een projectplan.

Het onderscheid tussen de rol van ruimtelijke data en ruimtelijke evaluaties is cruciaal bij het operationaliseren van de term ruimtelijke evaluatie. Meer specifiek kan worden gesteld dat elk ruimtelijk effect ruimtelijke data nodig heeft om het ruimtelijke effect te bepalen. Daarentegen impliceert het gebruik van ruimtelijke data in een evaluatie niet dat dit een ruimtelijke evaluatie is.

Met uitzondering van generieke overwegingen is het onhaalbaar om de grenzen van ruimtelijke evaluaties in algemene termen te definiëren. Dit zou waarschijnlijk leiden tot concepten zoals milieueffect rapportages waarin de term ruimtelijke data uitgebreid gebruikt wordt, maar waarbij het in de meeste gevallen niet om ruimtelijke evaluaties handelt. Om in staat zijn de ruimtelijke evaluatie in de praktijk te definiëren is het noodzakelijk het probleem eerst te structureren zodat de ruimtelijke componenten van de gehele evaluatie duidelijk zijn. Ter illustratie toont Figuur 35 die delen van de totale evaluatie van het randmeer Noordoostpolder die waarschijnlijk kandidaat staan voor een ruimtelijke evaluatie. Zoals blijkt uit de figuur zijn er slechts een paar echte ruimtelijke evaluaties hoewel ruimtelijke data nodig is voor de berekening van vrijwel alle andere effecten.



Figuur 35 Mogelijke ruimtelijke evaluaties in het project 'randmeer Noordoostpolder'.

### 7.3 Instrument voor AKRE

Uit de studie is verder gebleken dat geen van de onderzochte systemen in zijn geheel geschikt is om als instrument te dienen voor het Afwegingskader Ruimtelijke Effecten. Door de studie hebben we wel een idee gekregen hoe zo'n instrument eruit zo moeten komen te zien. Een schets van een instrument voor het AKRE wordt in deze paragraaf gegeven.

Het instrument voor AKRE zou in grote lijnen uit de volgende componenten moeten worden samengesteld:

- Een systeem als de Decision explorer voor het structureren van de informatie, hieraan gekoppeld de effectenbank voor opslag en informatie over mogelijke effecten.
- Een GIS voor data opslag en ruimtelijke analyses
- Methoden als mca voor weging van de criteria en categorieën, voor consistente standaardisatie van effecten en voor rangschikking van de alternatieven

Deze componenten zijn niet noodzakelijk lineair met elkaar verbonden maar dienen te worden aangeroepen als dat voor een bepaalde actie of methode noodzakelijk is. Het zijn de onderdelen van het instrument. Hoe de gebruiker door zo'n instrument geleid gaat worden wordt hierna behandeld in de paragraaf 'Modulen in instrument AKRE'.

De eerste component van het instrument dient om de informatie te structureren. Hiervoor zou een systeem als de Decision explorer geschikt zijn. Tevens kan de in ontwikkeling zijnde effectenbank in de eerste component ingebed kunnen worden voor het leveren van informatie over mogelijke effecten. De tweede component dient voor opslag en analyse van ruimtelijke gegevens. Een GIS is hier natuurlijk bij uitstek geschikt voor. De derde

component dient voor de uiteindelijke evaluatie van de ruimtelijke effecten van groot-schalige ingrepen, beleidsvoornemens, maatschappelijke trends of maatschappelijke ontwikkelingen. Dit zijn specifieke evaluatiemethoden voor ruimtelijke gegevens die beschreven staan in paragraaf 4.5. In het ideale geval zouden deze drie componenten in een systeem ingebed moeten worden. Vooral de interactie tussen de tweede en derde component is zodanig dat het onderbrengen van deze componenten in aparte systemen niet is aan te raden. De eerste component zou echter ook apart in een systeem opgenomen kunnen worden. Deze component dient ter structurering van het probleem en resulteert in een beoordelingskader, een (hierarchisch) overzicht van de mogelijke effecten naar aanleiding van de doelstellingen en een overzicht van de alternatieven. Dit beoordelingskader is het uitgangspunt van de verdere berekeningen en analyses van de effecten. Het beoordelingskader is ook de enige interactie tussen de eerste component en de twee andere componenten.

### Modulen in instrument AKRE

Het instrument zou een Spatial Decision Support systeem (SDSS) moeten worden, in principe gericht op het visualiseren ruimtelijke effecten en het vergelijken van de ruimtelijke effecten van alternatieven. Voor een totaalbeeld zou het SDSS ook de niet-ruimtelijke effecten moeten kunnen meenemen. Het te bouwen systeem moet een gebruiker systematisch door het instrument loodsen zodat de resultaten consistent worden gehouden.

Figuur 36 toont het te bouwen instrument voor AKRE. Het is opgebouwd uit de volgende vier modulen:

1. Probleemdefinitie
2. Effectbepaling
3. Evaluatie per categorie
4. Totaalevaluatie

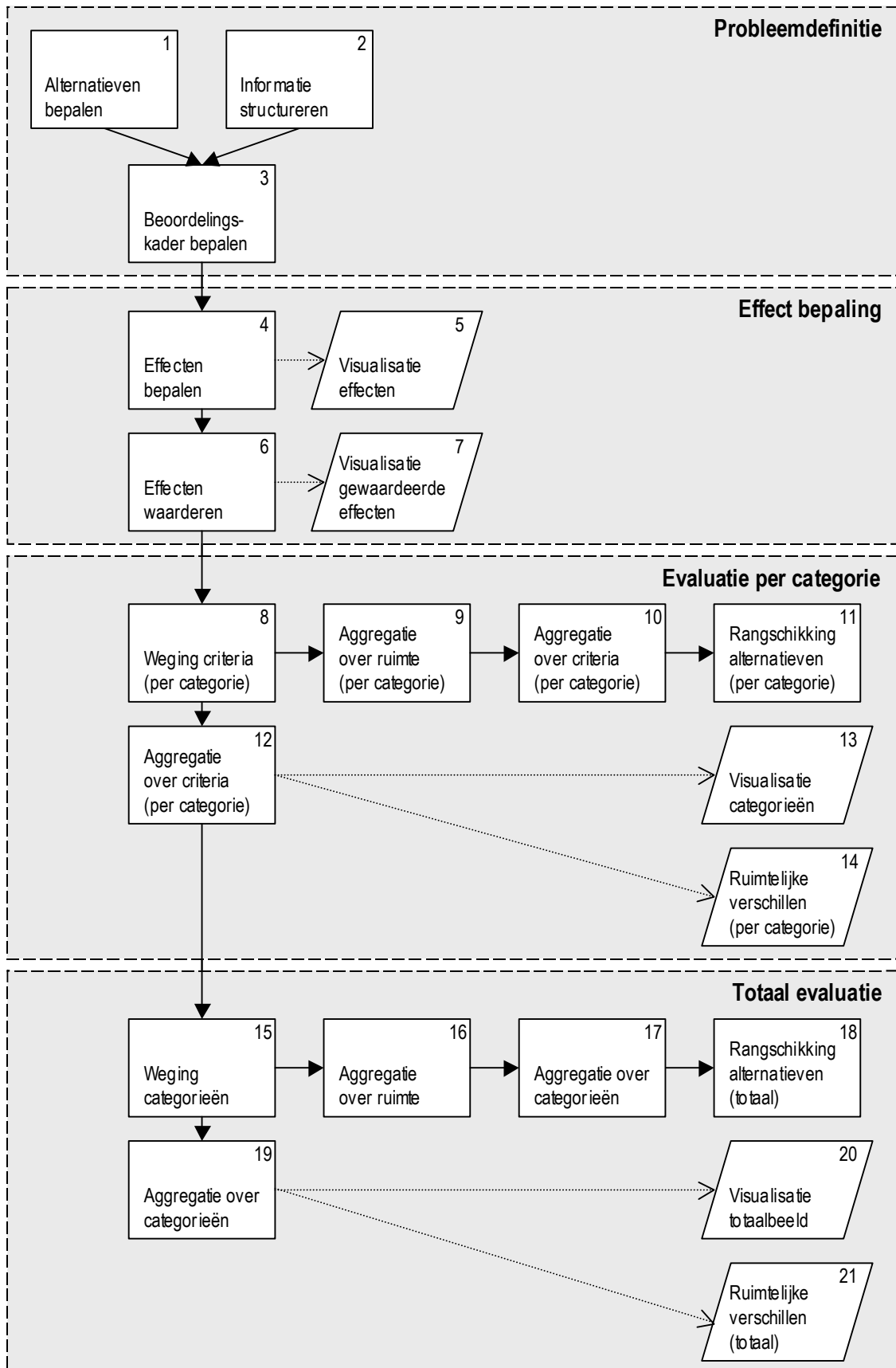
De eerste module (stap 1 – 3) dient om het probleem te structureren en komt overeen met de eerste component van het instrument. Met deze module worden de alternatieven bepaald, de informatie gestructureerd en uiteindelijk een beoordelingskader gebouwd dat kan dienen voor de evaluatie. Het beoordelingskader zal in principe twee verdiepingen bevatten: categorieën die overeenkomen met de hoofddoelen van het probleem en de criteria die meten in hoeverre aan deze hoofddoelen wordt voldaan. Deze module kan gebouwd worden vergelijkbaar aan een model als de decision explorer gecombineerd met de effectenbank.

De tweede module (stap 4 – 7) dient om de effecten van de plannen te bepalen, te waarderen en te visualiseren. In het instrument kunnen eenvoudige analyses ingebouwd worden om effecten te berekenen, maar indien de effecten door middel van specifieke complexe modellen berekend moeten worden, kunnen deze beter buiten het instrument bepaald worden waarna de resultaten in het systeem geïmporteerd worden. De effecten worden in deze module gewaardeerd (gestandaardiseerd) tot waarden die onderling vergelijkbaar zijn. Verder kunnen de ruimtelijke effecten zowel in de gemeten eenheid als de waarderingen in kaarten worden afgebeeld.

In de derde module (stap 8 – 14) worden de categorieën individueel geëvalueerd. Allereerst is er een weging nodig voor de criteria binnen elke categorie. Daarna worden er twee paden uitgewerkt. Het eerste pad is vergelijkbaar met pad 2 van Figuur 24. Eerst worden de ruimtelijke effecten geaggregeerd tot niet-ruimtelijke indices waarna met behulp van de gewichten voor de criteria een rangschikking van alternatieven per categorie gemaakt kan worden. Het tweede pad is vergelijkbaar met pad 3 van Figuur 24. Hierbij worden de criteria gewogen bij elkaar genomen tot een totaaloverzicht per categorie. Dit totaaloverzicht kan in een kaart worden gevisualiseerd en, indien er verschillende alternatieven aanwezig zijn, de ruimtelijke verschillen tussen de alternatieven kunnen in een kaart worden gevisualiseerd.

De vierde module (stap 15 – 21) is vergelijkbaar met de derde module. In de derde module werd elke categorie afzonderlijk geëvalueerd, maar nu wordt het probleem als geheel geëvalueerd, dus de categorieën bij elkaar genomen. Hiertoe zijn gewichten nodig voor de categorieën. Ook nu kan men weer twee paden volgen waarbij elk pad vergelijkbaar is met pad 2 resp. pad 3 van Figuur 24. In het eerste pad worden de ruimtelijke effecten geaggregeerd over de ruimte tot indices waarna een eindrangschikking van de alternatieven gemaakt kan worden. In het tweede pad worden eerst de categorieën gewogen bij elkaar genomen tot een totaaloverzicht. Dit totaaloverzicht kan in een kaart worden gevisualiseerd en, indien er verschillende alternatieven aanwezig zijn, de ruimtelijke verschillen tussen de alternatieven kunnen in een kaart worden gevisualiseerd.





Figuur 36 Modules en stappen van het instrument voor AKRE.

Figuur 36 toont een overzicht van alle stappen van een instrument voor AKRE. Het plan bestaat uit 21 stappen die logisch op elkaar volgen. De doorgetrokken pijlen geven de richting aan van de te volgen stappen. De gestippelde pijlen geven aan waar ruimtelijke gegevens in kaarten gevisualiseerd kunnen worden. Deze visualisatiestappen zijn als een parallellogram in het overzicht weergegeven. Hieronder volgt een korte omschrijving van elke stap inclusief het resultaat, de methoden die gebruikt kunnen worden en een vergelijkbaar systeem.

- Stap 1: **Projectplannen bepalen**  
 Resultaat: omschrijving alternatieven  
 Methode: optimalisatie methoden  
 Systeem: geen
- Stap 2: **Informatie structureren**  
 Resultaat: overzicht probleem en doelstellingen  
 Methode: Cognitive mapping (zie paragraaf 2.2)  
 Systeem: Decision Explorer (zie paragraaf 5.1.2)
- Stap 3: **Beoordelingskader bepalen**  
 Resultaat: categorieën en criteria met meeteenheid  
 Methode: geen  
 Systeem: Effectenbank
- Stap 4: **Effecten bepalen**  
 Resultaat: waardekaarten per criterium  
 Methode: transformatie (zie paragraaf 3.1), integratie (zie paragraaf 3.4), overlay (zie paragraaf 3.5), effectanalyse (zie paragraaf 3.6) en simulatie (zie paragraaf 3.7)  
 Systeem: GIS (zie paragraaf 5.2.1)
- Stap 5: **Effecten visualiseren**  
 Resultaat: afbeelding van de effecten in de gemeten eenheid  
 Methode: transformatie (zie paragraaf 3.1)  
 Systeem: GIS (zie paragraaf 5.2.1)
- Stap 6: **Effecten waarderen**  
 Resultaat: afbeelding van de waarde van een effect  
 Methode: standaardisatie (zie paragraaf 4.3) en waardering (zie paragraaf 3.2)  
 Systeem: GIS (zie paragraaf 5.2.1) en MCA (zie paragraaf 4.3)
- Stap 7: **Gewaardeerde effecten visualiseren**  
 Resultaat: afbeelding van de gewaardeerde effecten  
 Methode: transformatie (zie paragraaf 3.1)  
 Systeem: GIS (zie paragraaf 5.2.1)
- Stap 8: **Weging bepalen binnen categorieën**  
 Resultaat: priorisering van de criteria binnen een categorie  
 Methode: weging door experts (zie paragraaf 4.3)  
 Systeem: MCA (zie paragraaf 4.3)

- Stap 9: **Aggregeren over de ruimte per categorie**  
Resultaat: index per criterium  
Methode: ruimtelijke aggregatie (zie paragraaf 3.3)  
Systeem: GIS (zie paragraaf 5.2.1)
- Stap 10: **Aggregeren over criteria binnen de categorieën**  
Resultaat: totaaloverzicht per categorie  
Methode: gewogen somming (zie paragraaf 4.3)  
Systeem: MCA (zie paragraaf 4.3)
- Stap 11: **Rangschikking van de alternatieven per categorie**  
Resultaat: rangschikking per categorie  
Methode: gewogen somming (zie paragraaf 4.3)  
Systeem: MCA (zie paragraaf 4.3)
- Stap 12: **Aggregeren over criteria binnen de categorieën**  
Resultaat: totaaloverzicht per categorie  
Methode: ruimtelijke mca (zie paragraaf 4.5) en overlay (zie paragraaf 3.5)  
Systeem: GIS (zie paragraaf 5.2.1)
- Stap 13: **Categorieën visualiseren**  
Resultaat: afbeelding per categorie  
Methode: transformatie (zie paragraaf 3.1)  
Systeem: GIS (zie paragraaf 5.2.1)
- Stap 14: **Ruimtelijke verschillen tussen de alternatieven per categorie**  
Resultaat: verschilkaarten per categorie  
Methode: Combinatiemethoden (zie paragraaf 4.6)  
Systeem: GIS (zie paragraaf 5.2.1)
- Stap 15: **Weging bepalen over de categorieën**  
Resultaat: priorisering van de categorieën  
Methode: weging via visies (zie paragraaf 4.3)  
Systeem: MCA (zie paragraaf 4.3)
- Stap 16: **Aggregeren over de ruimte**  
Resultaat: index per criterium  
Methode: aggregatie (zie paragraaf 3.2)  
Systeem: GIS (zie paragraaf 5.2.1)
- Stap 17: **Aggregeren over de categorieën**  
Resultaat: totaaloverzicht  
Methode: gewogen somming (zie paragraaf 4.3)  
Systeem: MCA (zie paragraaf 4.3)
- Stap 18: **Rangschikking van de alternatieven**  
Resultaat: rangschikking  
Methode: gewogen somming (zie paragraaf 4.3)  
Systeem: MCA (zie paragraaf 4.3)
- Stap 19: **Aggregeren over de categorieën**  
Resultaat: totaaloverzicht  
Methode: ruimtelijke mca (zie paragraaf 4.5) en overlay (zie paragraaf 3.5)

Systeem: GIS (zie paragraaf 5.2.1)

Stap 20: **Probleem visualiseren**

Resultaat: afbeelding hele probleem

Methode: transformatie (zie paragraaf 3.1)

Systeem: GIS (zie paragraaf 5.2.1)

Stap 21: **Ruimtelijke verschillen tussen de alternatieven**

Resultaat: verschilkaarten

Methode: Combinatiemethoden (zie paragraaf 4.6)

Systeem: GIS (zie paragraaf 5.2.1)

### Soort problemen

Binnen het project Afwegingskader Ruimtelijke Effecten (AKRE) van het RPB zijn drie groepen problemen geïdentificeerd waarvoor het instrument ontwikkeld zou moeten worden. Hoe elke groep door het stappenplan loopt wordt hieronder geschetst.

*Groep 1. De ruimtelijke effecten van grootschalige ingrepen of beleidsvoornemens in beeld brengen*

Doorloop de stappen 1 tot en met 7. Het resultaat is voor elk effect twee kaarten: een effectkaart en een waardekaart. Indien er een beperkt aantal criteria is, dan kan dit het eindresultaat zijn. Indien er te veel effecten zijn, dan zou men verder kunnen gaan met stap 8, 12 en 13 en door middel van weging van de criteria per categorie en aggregatie van de waardekaarten binnen een categorie een beeld krijgen van de effecten per categorie. Eventueel zou men nog indices kunnen berekenen via de stappen 9 tot en met 11.

*Groep 2. Verschillende beleidsalternatieven ruimtelijk tegen elkaar afwegen*

Het ruimtelijke afwegen van verschillende beleidsalternatieven is de meest uitgebreide evaluatie waarvoor alle stappen van het schema doorlopen kunnen worden.

*Groep 3. De ruimtelijke gevolgen van maatschappelijke trends en ontwikkelingen beoordelen*

Indien de ruimtelijke gevolgen van maatschappelijke trends en ontwikkelingen beoordeeld moeten worden, dan kan men de stappen 1 tot en met 7 doorlopen. Het resultaat is de in kaart afgebeelde ruimtelijke gevolgen. Vervolgens kunnen nog indices berekenen worden van de ruimtelijke gevolgen via de stappen 9 tot en met 11.

In het algemeen kan geconcludeerd worden dat voor elke groep problemen eerst een beoordelingskader bepaald moet worden door middel van het structureren van het probleem. Daarna kunnen de ruimtelijke effecten als in kaarten worden weergegeven waarna deze gewaardeerd eveneens in kaarten kunnen worden afgebeeld. Deze laatste soort kaarten geeft tevens aan wat de grootte van het effect is van de alternatieven.

## 7.4 Aanbevelingen

In het AKRE spelen ruimtelijke effecten een hoofdrol. De ruimtelijke effecten van projectplannen worden voorspeld aan de hand ruimtelijke data en met behulp van al dan niet ruimtelijke evaluaties. Om in staat zijn de ruimtelijke evaluatie in de praktijk te definiëren is het noodzakelijk het probleem eerst te *structureren* zodat de ruimtelijke componenten van de gehele evaluatie duidelijk zijn. Hieruit zal vaak blijken dat er slechts een paar echte ruimtelijke evaluaties een rol spelen bij het bepalen van de ruimtelijke effecten. Daarentegen is veel ruimtelijke data nodig voor de berekening van vrijwel alle andere effecten.

Er bestaan veel methoden die bruikbaar zijn in het AKRE. Hier zijn methoden onder die een zelfde doel hebben maar dit op een andere manier realiseren. Voorbeelden hiervan zijn: kostenbaten analyse en multicriteria analyse, of integratie en overlay van ruimtelijke gegevens. Verder zijn er methoden onder die algemeen geaccepteerd zijn, zoals het gebruik van GIS, kba en mca. Maar er zijn ook methoden onder die controversieel zijn, zoals het gebruik van waarderingsfuncties of effectanalyse.

Duidelijk is wel dat in het AKRE een integratie van methoden moet plaats vinden. Deze integratie kan duidelijker worden door alle stappen van het instrument te doorlopen aan de hand van een *voorbeeld*. Doel van deze uitgebreide voorbeeldstudie is het in kaart brengen van 1. de structuur en samenhang van de stappen van het mogelijk te bouwen instrument, 2. de gewenste resultaten van het instrument, 3. de in het instrument onder te brengen methoden, 4. de nog ontbrekende methoden en 5. de koppeling met de effectenbank uit te proberen. Voorwaarde hierbij is wel dat men de beschikking moet hebben over voldoende ruimtelijke gegevens om alle stappen, zoals effect bepaling, afweging en visualisatie van de resultaten, te doorlopen.

Het integreren van methoden in AKRE betekent dat het instrument een *toolbox* van methoden zou gaan worden. Deze toolbox dient alle methoden te bevatten die nodig zijn om de noodzakelijke stappen te doorlopen. De gebruiker dient systematisch door de toolbox geleid te worden. Een GIS, bijvoorbeeld, is ook een toolbox. Maar een GIS als zodanig is niet geschikt om als instrument voor AKRE te dienen. Een GIS is te algemeen waardoor het heel moeilijk zal zijn alle stappen op een juiste en consistente wijze in een GIS uit te voeren. Overigens kan een GIS wel een hulpmiddel zijn om de GIS-stappen van het voorbeeld eenmalig te doorlopen.



## 8. Referenties

- Beinat, E. and R. Janssen (1996). Decision support and spatial analysis for risk assessment of new pesticides. In: R. Mcmillan and H.F.L. Ottens (eds.), *Geographical information: from research to application through co-operation*, IOS Press, Amsterdam, pp. 757-766.
- Beukering, P. J. H., Boer J.de, Cesar H.S.J., Goossen, H., Heinis, F., Janssen, R., Klop, P., Menke, M., & Vries, S. 2001, *Baten van Water: de Voordelta en de Honssbosche Zeewering*, IVM rapport E 01/07, Amsterdam.
- Birkin, M., G. Clarke, M. Clarke & A. Wilson (1996), *Intelligent GIS, location planning and strategic planning*, GeoInformation International, Cambridge.
- Blom G., Heijden R.E.C.M., Holder V.J.H.M., Janssen, R., Mooren, R. H. J., Thij F.ten, & Streefkerk M. 2002, *Notitie over multicriteria-analyse in milieueffectrapportage* Commissie voor de milieueffectrapportage, Utrecht.
- Bonte, R.J., J. van de Burg, R. Janssen, R.H.J. Mooren and J.T. de Smidt (1997). *Notitie over multi-criteria analyse in milieu-effectrapportage*, Commissie voor de milieueffectrapportage, Utrecht.
- Burrough, P.A. and R.A. McDonnell (1998). *Principles of Geographical Information Systems*, Oxford University Press, Oxford.
- Buzan, T. & Buzan, B. (1993). *The mind map book: How to use radiant thinking to maximize your brain's untapped potential*. New York: Penguin Books USA Inc.
- Campbell, J. (1991). *Map Use and Analysis*, Wm.C.Brown Publishers, Dubuque.
- Cressie, N.A.C. (1993). *Statistics for spatial data*, John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Dykes, J. (1994). Area-value data: New visual emphases and representations. In: H.M. Hearnshaw and D. Unwin (eds.), *Visualisation in Geographical Information Systems*, John Wiley & Sons, Chichester, pp. 103-114.
- Eastman, J.R. (1997). *IDRISI for Windows: User's Guide, Version 2*, MA: Clark University, Graduate School of Geography, Worcester.
- Eastman, J.R., W. Jin, P.A.K. Kyem and J. Toledano (1995). Raster procedures for multi-criteria/multi-objective decisions. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, Vol. 61, No. 5, pp. 539-547.
- Eijgenraam, C. J. J., Koopmans, C. C., Tang, P. J. G., & Vickers, S. 2000, *Evaluatie van infrastructuurprojecten; leidraad voor kosten-baten analyse* CPB/NEI, Den Haag/Rotterdam.
- Fotheringham, S. & P. Rogerson (1994), *Spatial analysis and GIS*, Taylor and Francis, London.
- Geertman, S. & J. Stillwell (2002), *Planning Support Systems in practice*, Springer, Heidelberg.
- Haining, R. (1994). Designing spatial data analysis modules for geographical information systems. In: S. Fotheringham and P. Rogerson (eds.), *Spatial Analysis and GIS*, Taylor & Francis, London, pp. 45-64.
- Hearnshaw, H.M., D.J. Unwin (eds.) (1994). *Visualization in geographical information systems; Introduction: the process*, John Wiley & Sons, West Sussex.
- Hellendoorn, J.C. (red.) (2001). *Evaluatiemethoden ex ante*, SdU, Den Haag.
- Herwijnen, M. v., Janssen, R., & Rietveld, P. 1990, *Herbestemming van landbouwgrond: een multicriteria benadering* Nederlandse Geografische Studies 107, Koninklijk Nederlands Aardrijkskundig Genootschap/Instituut voor Milieuvraagstukken, Vrije Universiteit, Amsterdam.

- Herwijnen, M. v., Uran, O., & Janssen, R. 2001, *Ruimtelijke evaluatiemethoden ter ondersteuning van de planvorming. Een analyse naar de mogelijkheden van ruimtelijke evaluatiemethoden voor het ondersteunen van het besluitvormingsproces van het "Natte Hart"*, IVM rapport W-01/18. , Amsterdam.
- Herwijnen, M. van (1999). *Spatial Decision Support for Environmental Management*. Vrije Universiteit, Amsterdam, 274 p.
- Herwijnen, M. van and P. Rietveld (1999). Spatial Dimensions in Multicriteria Analysis. In: *Spatial Multicriteria Decision Making and Analysis; A Geographic Information Sciences Approach*. Ed.: J-C. Thill, Ashgate, Brookfield, pp. 77-102.
- Herwijnen, M. van, R. Janssen and P. Nijkamp (1993). A multi-criteria decision support model and geographic information system for sustainable development planning of the Greek islands. *Project Appraisal*, Vol. March, No. 1993, pp. 9-22.
- Horrevoets, M.S.G., Janssen, R., Herwijnen, M. van & Teunissen, A. (2001). Ruimtelijke evaluatiemethoden ter ondersteuning van de planvorming; Werkdocument 4: Ontwerptools en Veluwe randmeren. TNO-rapport 2001/RRO-050.
- Janssen, R. & Nijkamp, P. 1985, "A multiple criteria evaluation typology of environmental management problems," in *Decision Making with Multiple Objectives*, Y. Haimas & V. Chankong, eds., Springer, Berlin, pp. 495-514.
- Janssen, R. 1992, *Multiobjective decision support for environmental management* Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Janssen, R. and P. Rietveld (1990). Multicriteria analysis and GIS; an application to agricultural land use in the Netherlands. In: H.J. Scholten and J.C.H. Stillwell (eds.), *Geographical Information Systems and Urban and Regional Planning*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 129-139.
- Janssen, R., Herwijnen, M. v., Horrevoets, M. S. G., & Teunissen A. 2002, *Het gebruik van ICT instrumenten ter ondersteuning van de ruimtelijke planvorming*, RIZA nota nr 2002.036, Lelystad.
- Janssen, R., M. van Herwijnen and E. Beinat (2000). *BOSDA voor Windows. Een computer programma voor de ondersteuning van complexe keuzevraagstukken. (Programmatuur en handleiding)*. SDU uitgevers, Den Haag, 431 pp.
- Keeney, R.L. and H. Raiffa (1976). *Decisions with Multiple Objectives: Preferences and Value Tradeoffs*, John Wiley & Sons, New York.
- Klosterman, R (1999). The What if? Collaborative Planning Support System. *Environment and Planning, B: Planning and Design* 26: 393-408.
- Koomen, E. (2002), *De Ruimtescanner verkend, kwaliteitsaspecten van het informatiesysteem Ruimtescanner*, Vrije Universiteit Amsterdam
- Kraak, M.J. and F.J. Ormeling (1996). *Cartography: Visualization of Spatial Data*, Addison Wesley Longman, Harlow.
- Ministerie VROM (2002). *Haalbaarheidsstudie Randmeer Noordoostpolder*. Rotterdam, maart 2002.
- Muehrcke, P.C. (1973). Visual pattern comparison in map reading. *Proceedings of the Association of American Geographers*, pp. 190-194.
- Nijs T de ; Groothuysen W ; Vught J van ; Strien C van ; Trijssenaar T ; Laar H van (2001). *INTERACTIE met provinciale ruimte*. Rapportage provinciale proefprojecten LeefOmgevings-Verkenner, RIVM Rapport 408505005. Bilthoven.



- Openshaw, S. (1991). Developing appropriate spatial analysis methods for GIS. In: D.J. Maguire, M.F. Goodchild and L.T. Steyaert (eds.), *Geographic Information Systems*, Longman Scientific & Technical, Harlow, pp. 389-402.
- Roos, J.P. & K. Appleman (1997), *Toepassing van Quick Project Scan, LWI-projectgroep Groot-schalige Lijninfrastructuur*, GIS Nieuws 1997, 1.
- Roos, J.P. en K. Appelman (1999). *Ontwikkeling Quick Project Scan*, GEO Nieuws 2, pp. 11-16.
- Saaty, T.L. (1980). *The analytical hierarchy process*, McGraw-Hill, New York.
- Scholten, H.J., R.J. van de Velde & J.A.M. Borsboom-van Beurden (eds. 2001), *Ruimtescanner: informatiesysteem voor de lange termijn verkenning van ruimtegebruik*, Nederlandse Geografische Studies, KNAG/VU, Utrecht/Amsterdam
- Slooff, W., Idenburg, A.M., Ros J.P.M., Brink. B,J,E, ten. Braat, L.C., Esch, S.A. van, Nijs, A.C.M. de, Niet, R. de (1998). *Leefomgevingsbalans: voorzet voor vorm en inhoud*. RIVM-rapport: 408504001, Bilthoven.
- Sol, V.M. and H. Aiking (1998). MCA in QPS. Notitie over het vergelijken van de alternatieven van rijksweg 15 op het traject van Varsseveld naar Enschede. IVM-E-98/02, LWI, Gouda.
- Tkach, R.J. and S.P. Simonovic (1997). A new approach to multi-criteria decision making in water resources. *Journal of Geographic Information and Decision Analysis*, Vol. 1, No. 1, pp. 25-43.
- Tufte, E.R. (1985). *The visual display of quantitative information*, Graphic Press, Cheshire, Connecticut.
- Tufte, E.R. (1990). *Envisioning information*, Graphics Press, Cheshire, Connecticut.
- Uran, O. 2002, *Spatial decision support systems for coastal zone management.*, PhD thesis Vrije Universiteit, Amsterdam.
- Voogd, H. (1983). *Multicriteria evaluation for urban and regional planning*, Pion, London.
- Winterfeldt, D. and W. Edwards (1986). *Decision analysis and behavioural research*, Cambridge University Press, Cambridge.



## Appendix 1

Deze appendix geeft van elk beoordelingscriterium een kort omschrijving inclusief de betekenis van de drie verschillende waarden van deze schaal. De beoordelingscriteria zijn in drie groepen verdeeld.

### A1. Omgaan met zowel kwantitatieve als kwalitatieve gegevens

De methoden en systemen verwerken gegevens welke zowel kwalitatief als kwantitatief kunnen zijn. In welke mate de methoden en systemen kunnen omgaan met beide soorten data wordt met dit criterium gemeten.

- 0 Nee, kan geen kwalitatieve gegevens verwerken
- + Kan alleen kwalitatieve gegevens verwerken door ze om te zetten in kwantitatieve gegevens
- ++ Ja, kan zowel kwalitatieve als kwantitatieve gegevens verwerken.

### A2. Omgaan met ruimtelijke gegevens

Ruimtelijke gegevens zijn gegevens die locatieafhankelijk zijn. Dit wil zeggen dat het gegeven per locatie kan verschillen. In zo'n geval kunnen deze gegevens in een kaart worden afgebeeld. Van de ruimtelijke gegevens kan ook het gemiddelde over het hele onderzoeksgebied genomen worden. In zo'n geval is de ruimtelijke component uit de informatie verdwenen, en wordt deze informatie niet-ruimtelijk meegenomen.

- 0 Nee, kan geen ruimtelijke gegevens verwerken
- + Kan alleen ruimtelijke gegevens verwerken door ze te aggregeren
- ++ Ja, kan ruimtelijke gegevens verwerken

### A3. Omgaan met effecten in de tijd

Effecten kunnen ook in de tijd verschillen. Het effect kan bijvoorbeeld in het komende jaar erg groot zijn, terwijl het langzaam aan steeds minder wordt. Er zijn methoden, dynamische methoden genoemd, die van jaar tot jaar de effecten bepalen en waarbij de effecten in een jaar ook afhangen van de effecten in het voorgaande jaar. Er zijn ook methoden, statische methoden, die vanuit het begin jaar in een grote stap naar het eindjaar springen en ook alleen de effecten van het beginjaar meenemen. Deze methoden kunnen dus wel omgaan met effecten in de tijd, maar niet zo goed als de dynamische methoden.

- 0 Nee, kan geen effecten in de tijd verwerken
- + Kan beperkt effecten in de tijd verwerken (statisch)
- ++ Ja, kan effecten in de tijd verwerken (dynamisch)

#### A4. Visualiseren van gegevens en resultaten

Gegevens en resultaten kunnen in getallen en/of tekst worden weergegeven, maar vaak is het duidelijker om gegevens en resultaten grafisch weer te geven.

- 0 Nee, kan geen gegevens en resultaten visualiseren
- + Kan gegeven en resultaten matig visualiseren
- ++ Ja, kan gegevens en resultaten goed visualiseren

#### A5. Organiseren/structureren van gegevens

Wanneer er een grote hoeveelheid gegevens en informatie is, is dit in de meeste gevallen erg onoverzichtelijk. Door de gegevens te organiseren en/of te structureren kunnen de gegevens inzichtelijker gemaakt worden.

- 0 Nee, kan geen gegevens organiseren en/of structureren
- + Kan gegevens matig organiseren en/of structureren
- ++ Ja, kan gegevens goed organiseren en/of structureren

#### B1. Onderscheid objectieve en subjectieve aspecten

Gegevens en informatie kunnen objectief of subjectief zijn al is het onderscheid niet altijd even duidelijk. Voor het presenteren van resultaten van een onderzoek moet het echter wel duidelijk zijn welke aspecten objectief zijn, en welke subjectief. Over subjectieve aspecten kan men namelijk van mening verschillen en kan men eventueel andere visies aannemen en doorrekenen.

- 0 Nee, kan geen onderscheid maken tussen objectieve en subjectieve aspecten
- + Kan matig onderscheid maken tussen objectieve en subjectieve aspecten
- ++ Ja, kan goed onderscheid maken tussen objectieve en subjectieve aspecten

#### B2. Mogelijkheid inbreng verschillende belangengroepen

De inbreng van belangengroepen bij een beslisproces is groeiende. De plaatsen waar inbreng mogelijk is kan verschillen, maar in het algemeen spelen de belangengroepen bij de subjectieve aspecten een rol. Ook kunnen belangengroepen een rol spelen bij het structureren van het afwegingskader en bij het meenemen van de effecten die voor het probleem van belang zijn.

- 0 Nee, geen inbreng van belangengroepen mogelijk
- + Matige inbreng van belangengroepen mogelijk
- ++ Ja, inbreng van belangengroepen is hier goed mogelijk

### C1. Behandelen van 'multi-objective', meerdimensionale problemen

Ruimtelijke problemen hebben in de meeste gevallen ook meerdere doelstellingen die gehaald moeten worden. Er bestaan methoden, zoals multicriteria analyses, die speciaal ontwikkeld zijn voor het integreren van meerdere doelstellingen.

- 0 Nee, kan geen 'multi-objective' problemen behandelen
- + Kan impliciet 'multi-objective' problemen behandelen
- ++ Ja, kan expliciet 'multi-objective' problemen behandelen

### C2. Toepasbaarheid voor trends

Het zichtbaar maken van de ruimtelijke gevolgen van maatschappelijke trends, zoals de toename aan tweede woningen of een mogelijke toename aan telewerken, is een van de doelen van het afwegingskader.

- 0 Nee, niet toepasbaar voor trends
- + Matig toepasbaar voor trends
- ++ Ja, goed toepasbaar voor trends

### C3. Toepasbaarheid voor beleidsmaatregelen

Het zichtbaar maken van de ruimtelijke gevolgen van beleidsmaatregelen is een van de doelen van het afwegingskader.

- 0 Nee, niet toepasbaar voor beleidsmaatregelen
- + Matig toepasbaar voor beleidsmaatregelen
- ++ Ja, goed toepasbaar voor beleidsmaatregelen

### C4. Flexibiliteit van het systeem, aanpasbaarheid aan verschillende studies;

Het afwegingskader dient de ruimtelijke gevolgen van steeds weer andere studies zichtbaar te maken. Daarvoor is het noodzakelijk dat een systeem flexibel is en dat het systeem eenvoudig aan een andere studie aangepast kan worden.

- 0 Nee, systeem is niet of zeer moeilijk aanpasbaar aan verschillende studies
- + Systeem is redelijk aanpasbaar aan verschillende studies
- ++ Ja, systeem vrij eenvoudig aanpasbaar aan verschillende studies

### C5. Omgaan met verschillende schaalniveaus

Activiteiten hebben vaak effect op meerdere schaalniveaus tegelijk. De ruimtelijke effecten op landelijk niveau zijn echter verschillend aan de effecten op regionaal of lokaal niveau. Daarom is het van belang dat een systeem met de effecten op meerdere niveaus tegelijk kan omgaan.

- 0 Nee, geen verschillende schaalniveaus mogelijk
- + Omgaan met verschillende schaalniveaus in geringe mate mogelijk
- ++ Ja, omgaan met verschillende schaalniveaus goed mogelijk

**C6. Minstens één keer zijn toegepast in een (voorbeeld)studie**

Methoden en systemen die meer dan vijf keer zijn toegepast in een voorbeeldstudie zijn over het algemeen beter ontwikkeld en beter bruikbaar in het afwegingskader dan methoden en systemen die een gering aantal keren zijn toegepast.

- 0 Nee, geen toepassing bekend van een voorbeeldstudie
- + Gering (1-5) aantal toepassingen bekend van voorbeeldstudies
- ++ Ja, veel toepassingen bekend van voorbeeldstudies