

NOOD OP DE BOEZEM
EEN METHODE VOOR NOODOPLOSSING BEDENKEN EN
AFWEGEN VOOR DE AMSTELBOEZEM

25 januari 2010

Inhoud

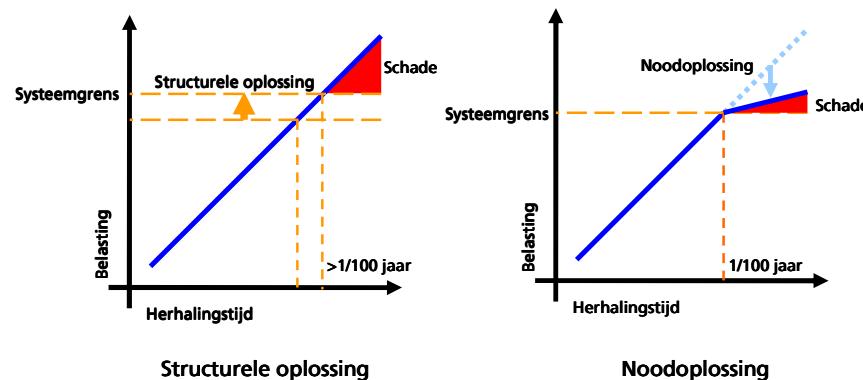
Samenvatting	3
Summary	6
Voorwoord	10
1 Inleiding	11
1.1 Aanleiding	11
1.2 Het huidige plan	11
1.3 Doel en Opzet	11
2 Methode	14
2.1 Noodoplossing	14
2.2 Methode	15
2.2.1 Voorbereidende Fase	15
2.2.2 Alternatieven generatie fase	15
2.2.3 Reductie Fase	17
2.2.4 Afweging Fase	17
2.2.5 Resultaat	21
3 Case study Amstelboezem	22
3.1 Achtergrondinformatie en Boezemstudie	22
3.2 Alternatieven genereren	23
3.3 Reductie Fase	24
3.4 Afweging	32
3.5 Resultaat	33
4 Controle en discussie	35
4.1 Controle bewonersbegrip	35
4.2 Controle methode	36
4.3 Discussie	37
5 Conclusies en aanbevelingen	39
5.1 Conclusies	39
5.2 Aanbevelingen	41
1 Bijlage risicoperceptie	42
5.3 Utility theory	42
5.4 Prospect theory	42
Literatuurlijst	47

Samenvatting

Dit afstudeerproject van de studie watermanagement presenteert een methode voor het bedenken en afwegen van noodoplossingen voor boezemsystemen. De aanleiding is het plan van de provincie Noord-Holland en het waterschap Amstel, Gooi en Vecht om polder de Ronde Hoep aan te wijzen als noodoplossing voor de Amstelboezem. Een boezem is het systeem van kanalen dat water afvoert van de aanliggende polders. Voor extreemere situaties dan waar de boezem op berekend is geldt de noodoplossing. In het plan voor de Amstelboezem bestaat dit uit het tijdelijk onder water zetten van polder de Ronde Hoep met een inlaatwerk voor gecontroleerde instroom en beschermende dijkjes om huispercelen. Dit wordt calamiteitenberging genoemd.

Figuur 0.1 Visualisatie verschil tussen structurele oplossing en noodoplossing

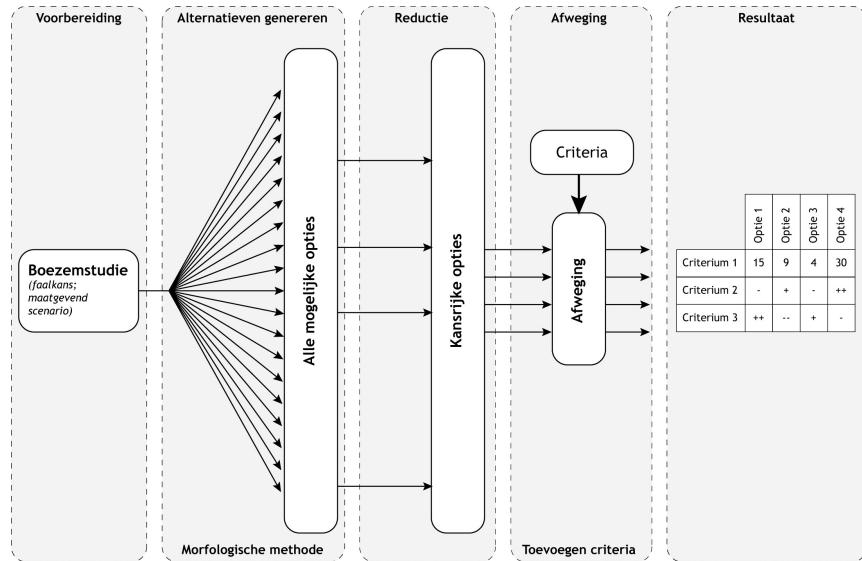
Bij een noodoplossing treedt schade op die zo gunstig mogelijk verdeeld wordt. Een structurele oplossing stelt dit moment uit.



Methode

Het doel van deze studie is om de drie geobserveerde zwaktes in de oorspronkelijke afweging te verbeteren. Ten eerste leeft het gevoel onder bewoners dat er alternatieven gemist worden. Ten tweede is er onbegrip bij bewoners voor de gekozen oplossing, resulterend in verzet tegen het huidige plan. Tenslotte missen criteria die belangrijk zijn voor een noodoplossing. De nieuwe methode die deze zwaktes moet verbeteren bestaat uit vijf fases, gevisualiseerd in Figuur 0.2 Stroomschema nieuwe methode voor generatie en afweging alternatieven.

**Figuur 0.2 Stroomschema
nieuwe methode voor
generatie en afweging
alternatieven**



Het genereren van alternatieven gebeurt aan de hand van de morfologische methode. Dit is een techniek om aan de hand van onafhankelijke eigenschappen alle mogelijke oplossingen te bedenken. Het criterium "bewonersbegrip" is toegevoegd en wordt beoordeeld aan de hand van de economische speltheorie "prospect theory". Deze moet de voorkeur van bewoners, gebaseerd op het voorkomen van een zeker verlies, goed voorspellen. Omdat de toekomst van watersystemen veranderlijk en onzeker is en het voor een noodoplossing belangrijk is dat deze werkt, is een nieuwe categorie criteria toegevoegd, "robuustheid".

Case study

De case study bestaat uit het toepassen van de methode op de Amstelboezem. De case study is waar mogelijk gebaseerd op bestaande gegevens.

Fase 1 geeft het maatgevende scenario, 2,4 miljoen m³ water op één dag, en de conclusie dat de boezem op orde is voor de gestelde "gemiddeld één keer in de honderd jaar" norm.

Fase 2 resulteert in onderstaande tabel. Hieruit volgen 837 mogelijk combinaties.

**Tabel 0.1 Morfologisch
overzicht noodoplossingen
Amstelboezem**

De vier onafhankelijke eigenschappen resulteren in 837 mogelijke oplossingen.

Morfologisch overzicht noodoplossingen Amstelboezem			
Regime [vorm van oplossing]	Ruimte [ruimtelijke mogelijkheden voor oplossing]	Tijd [mate van variatie in aantal beslismomenten]	Fysiek [mate waarin de oplossing een fysieke aanpassing behoeft]
Maalstop	42 polders	Eén beslismoment	Geen fysieke aanpassingen
Inundatie	42 polders	Meerdere beslismomenten	Zeer beperkte fysieke aanpassingen
Afvoeren	9 richtingen	Continu aanpassen	Beperkte fysieke aanpassingen

In fase 3 worden de 837 mogelijke opties gereduceerd tot zes door analyse van grotendeels bestaande gegevens.

Fase 4 worden de zes opties en een nulscenario gescoord op de criteria. Om praktische redenen zijn de 'ideale' criteria iets anders dan de gebruikte criteria, maar het verschil is minimaal.

Tabel 0.2 'Ideale' criteria ten opzichte van gebruikte criteria

Om praktische redenen zijn andere criteria gebruikt dan de eerder opgestelde 'ideale'. Het verschil is echter minimaal, op de afwezigheid van indirecte kosten na.

Ideale criteria	Gebruikte criteria
Effectiviteit (schademinimalisering) Monetaire kosten (Netto Contante Waarde) <i>Directe kosten</i> <i>Indirecte kosten</i> Niet monetaire kosten/Imponderabilia <i>Schade aan milieu</i> <i>Schade aan cultuur</i> <i>Verlies van levens</i> <i>Vertrouwen in overheid geschaad</i> <i>Emotioneel verlies</i> Baten	Effectiviteit (schademinimalisering) Monetaire kosten (Netto Contante Waarde) <i>Directe kosten</i> Niet monetaire kosten/Imponderabilia <i>Schade aan milieu</i> <i>Schade aan cultuur</i> <i>Aantal getroffenen</i>
Uitvoerbaarheid Bewonersbegrip ("zeker verlies"-theorie) Bestaande wet- en regelgeving Bestuurlijke wil	Uitvoerbaarheid Bewonersbegrip ("zeker verlies"-theorie) Bestuurlijke, planologische en juridische effecten
Robuustheid Flexibiliteit in groote Flexibiliteit in tijd Flexibiliteit in plaats Afhankelijk van onzekere aannames	Robuustheid Flexibiliteit in groote Flexibiliteit in tijd Flexibiliteit in plaats Onafhankelijk van onzekere aannames

Fase 5 is het resultaat. Deze wordt nog aangepast aan de hand van een enquête in de conclusie.

Controle

Uit een telefonische enquête onder bewoners blijkt dat men goed bekend is met de huidige plannen, dat men tegen dijkjes is rond de huispercelen en dat men over het inlaatwerk ongeveer gelijk verdeeld is tussen voor en tegen. Aan de hand hiervan is de score voor "bewonersbegrip" aangepast. De gebruikte economische speltheorie "prospect theory" heeft redelijk gewerkt, maar deze case is niet genoeg om het gebruik hiervan aan te raden.

Uit interviews met experts op het gebied van boezems komt een gemengd beeld naar voren over nut en noodzaak van deze nieuwe methode als geheel. De toevoeging robuustheid wordt als interessant gezien, maar de nadruk erop is wellicht te groot.

Conclusie

Het morfologisch overzicht, dat gebruikt is om alternatieven te genereren, werkt, maar is niet de meest efficiënte methode om tot alternatieven te komen, maar mits goed uitgevoerd, wel zorgvuldig.

Tabel 0.3 Met bewonersenquête gecorrigeerd resultaat van de nieuwe afweging

De toevoeging van "robuustheid" als categorie en "bewonersbegrip" als criterium geeft meer informatie en differentieert tussen de opties. Daarom wordt geconcludeerd dat de toevoeging meerwaarde heeft.

Afweging alternatieven							
	<i>Eenheid</i>	Niks doen	Maaistop in één keer	Maaistop trapsgewijjs	Maaistop continu bestuurd	Inundatie zonder bescherming	Inundatie met initiatiefwerk
Effectiviteit (schademinimalisering)							
Monetaire kosten (Netto Contante Waarde)	<i>mln. €</i>	0	0	0	0,5	2,6	8,6
Inrichting en evacuatie	<i>mln. €</i>	30	15	15	15	3,2	1,3
Overstromingsschade	<i>mln. €</i>	30	15	15	15	4	4
Totaal kosten (afgerond)							10
Niet monetaire kosten/Imponderabilia							
Schade aan milieu	<i>-/+</i>	-	-/0	-/0	-/0	-	0
Schade aan cultuur	<i>-/+</i>	-/0	-/0	-/0	-/0	-/0	-/0
Aantal getroffenen	<i>[]</i>	4400	2600	2600	2600	100	20
Robuustheid							
Flexibiliteit in grootte	<i>-/+</i>		0	+	++	-	++
Flexibiliteit in tijd	<i>-/+</i>		++	++	+	++	-
Flexibiliteit in plaats	<i>-/+</i>		+	+	+	+	-
Onafhankelijk van onzekere aannames	<i>-/+</i>		0/+	0	-	0	0
Uitvoerbaarheid							
Bewonersbegrip ("zeker verlies"-theorie)	<i>-/+</i>	0	0	0	-	-	--
Bestuurlijke, planologische en juridische effecten	<i>-/+</i>	0	0	0	-	-	-

Het toevoegen van "robuustheid" als categorie lijkt in het geval van noodoplossingen een nuttig hulpmiddel. Het geeft extra informatie en differentieert tussen oplossingen. Bewonersbegrip volgens de "prospect theory" lijkt te werken in dit geval, maar het is de vraag of de theorie ook goed kan voorspellen bij een nieuwe case. Het lijkt wel nuttig om met bewonersbegrip rekening mee te houden.

Het resultaat van de afweging is in Tabel 0.3 te vinden. De conclusie over één beste optie wordt aan anderen overgelaten.

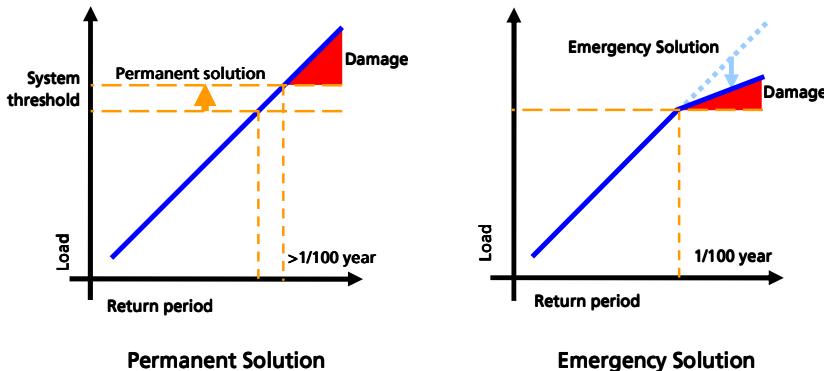
Summary

This master thesis in water resource management presents a method for generating and evaluating emergency solutions for belt canal systems. As this is a typical Dutch problem, this thesis is in Dutch. For information outside this summary, please contact the author.

This thesis is a reaction to a plan from the province of Noord-Holland and the waterboard Amstel, Gooi en Vecht. In this plan polder de Ronde Hoep is used as an emergency solution for the Amstel belt canal system. A belt canal system is the system of canals that carries water from polders to main canals, rivers or the sea. The proposed emergency solution consists of an inlet in the dike of the polder and small dikes around house plots, such that the polder can be used with little damage as an emergency overflow area. This would be used if the inflow of water into the belt canal system is larger than the combination of storage and outflow. This should happen less than once every hundred years on average.

Figure 0.1 Visualisation of the difference between a emergency solution and permanent solution

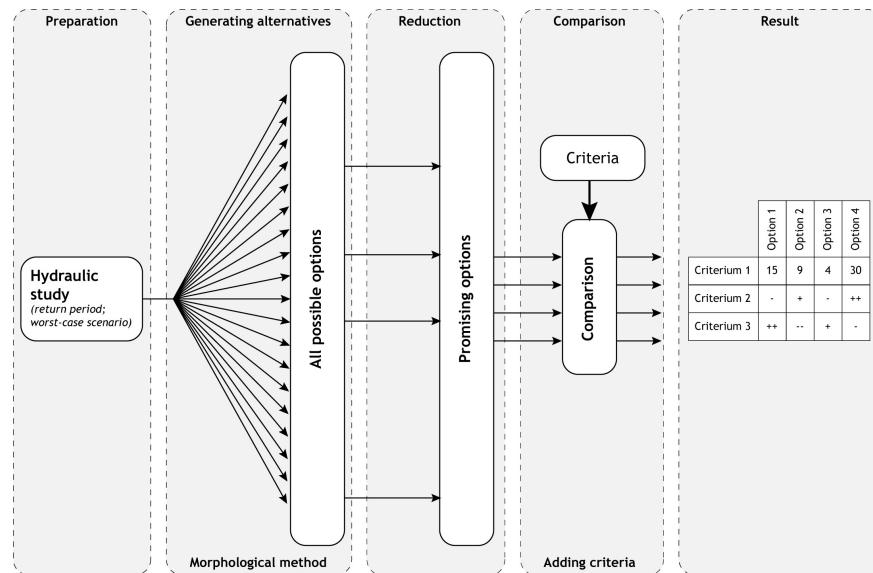
An emergency solution tries to reduce the damage when it happens, a permanent solution changes the moment damage happens.



Method

The goal of this thesis is to improve upon the three observed weaknesses in the original evaluation. First, there is a feeling with inhabitants that alternatives are not taken into account. Second, there is little understanding with inhabitants as to why this solution has been chosen, resulting in resistance against it. Finally, criteria that are important for an emergency solution are missing. The new method that should improve these weaknesses consists of five phases, visualized in Figure 0.2 Flowchart of new method for generating and evaluating emergency solutions for belt canal systems.

Figure 0.2 Flowchart of new method for generating and evaluating emergency solutions for belt canal systems



For the generation of options the morphological method will be used. This is a technique which by identifying independent characteristics will generate all possible options. The criterion "understanding among inhabitants" is added en will be judged using the prospect theory, which is an economic game theory. This should predict the preferences of inhabitants, as at the moment they seem to want the prevention of a certain loss. As the future of water systems is uncertain and subject to change and because an emergency solution should always work, a new category of criteria is added, called "robustness".

Case study

The case study consists of the application of the method on the Amstel belt canal system. Where possible the case study is based on existing data.

Phase 1 gives the worst case scenario, 2,4 million m³ of water on one day, and the conclusion that at the moment the system is found in order for the "once every hundred years on average" goal.

Phase 2 results in Table 0.1 Morphological method emergency solution Amstel belt canal system. This results in 837 possible combinations.

Table 0.1 Morphological method emergency solution Amstel belt canal system

Four independent characteristics result in 837 possible solutions

Morphological method emergency solution Amstel belt canal system			
Regime [form of solution]	Space [spatial possibilities]	Time [Variation in decision moment]	Structural [Measure of structural possibilities]
Pump stop	42 polders	One decision moment	No structural adaptions
Inundation	42 polders	Multiple decision moments	Very limited structural adaptions
Discharge	9 directions	Continuos adaptation	Limited strucutral adaptions

Phase 3 consists of the reduction of the 837 possible solutions to a more manageable six. This is done mostly on the basis of existing data.

In phase 4 these six options and the existing situation are judged on the criteria. For practical purposes the criteria used are a little different from the 'ideal' criteria, but the difference is minimal.

Table 0.2 'Ideal' criteria versus the criteria used

For practical purposes the criteria used are different from the 'ideal' criteria. The difference is minimal, with the exception of indirect cost.

Fout! Objecten kunnen niet worden gemaakt door veldcodes te bewerken.

Phase 5 is the result. This is adapted in the conclusion after interviews with inhabitants.

Check

Phone interviews with inhabitants resulted in the knowledge that inhabitants are perfectly aware of the existing plans, that no one is in favor of the dikes around house plots and that there is a difference of opinion about the inlet structure. With this result the score for "understanding among inhabitants" is adapted. The prospect theory used, has predicted results reasonably well, but based on this case, the general adoption of this method can not be recommended.

Interviews with belt canal system experts resulted in a mixed view of the benefits of the new method in general. "Robustness" as an extra category of criteria is received better, but the emphasis in the method is too great.

Conclusion

The morphological method, used for generating alternatives, Works, but is not very efficient. It is however, if done properly, accurate.

Table 0.3 Corrected results of evaluation using new method

The addition of "robustness" and "understanding among inhabitants" gives more information and differentiates between the options. This leads to the conclusion that the addition is useful.

		Evaluation options emergency solution for belt canal system						
		Unit						
		Do nothing	Pump stop at once	Stepped pump stop	Continuous adapted pump stop	Inundation without protection	Inundation with inlet	Inundation with inlet and dikes
Effectiveness								
Monetary cost (Present day value)								
Adaption cost	mln. €	0	0	0	0	0,5	2,6	8,6
Flood damage	mln. €	30	15	15	15	3,2	1,3	1,1
Total cost (rounded)	mln. €	30	15	15	15	4	4	10
Non monetary cost								
Damage to environment	-/-++	-	-/0	-/0	-/0	-	-	0
Damage to culture	-/-++	-/0	-/0	-/0	-/0	-/0	-/0	-/0
Number of affected	[+]	4400	2600	2600	2600	100	20	0
Robustness								
Flexibility in size	-/-++		0	+	++	-	++	++
Flexibility in time	-/-++		++	++	+	++	-	-
Flexibility in space	-/-++		+	+	+	+	-	-
Independence of uncertain assumptions	-/-++		0/+	0	-	0	0	0
Feasability								
Understanding of inhabitants	-/-++		0	0	0	-	-	--
Bestuurlijke , planologische en juridische effecten	-/+		0	0	0	-	-	-

The addition of "robustness" as a category seems useful in the case of emergency solutions. It provides extra information and differentiates between solutions. "Understanding among inhabitants" using the prospect theory seems to work in this case study, but the predictive value in new cases is still uncertain. The usage of any form of understanding among inhabitants seems useful.

The result of the evaluation can be found in Table 0.3. The conclusion which option is best is left to others.

Voorwoord

Voor u ligt mijn rapport; het product van het laatste project van mijn studie watermanagement. Hier wil ik mijn dank uitspreken aan diegene die in de loop van de jaren aan mijn kennis hebben bijgedragen; zowel docenten, als vrienden en familie.

Voor dit project wil ik graag mijn afstudeercommissie bedanken; Nick van der Giesen, Richard Bormans, Maurits Ertsen, Toine Vergroesen, en Jos Timmermans. Verder gaat mijn dank uit naar mijn begeleider bij ARCADIS, Vincent Muijskens en de medewerking die ik heb gekregen van de provincie Noord-Holland, Waternet en stichting de Ronde Hoep in de persoon van Willem Jan Aalders.

Joost Nelissen

Delft, januari 2010

HOOFDSTUK

1 Inleiding

1.1

AANLEIDING

Dit afstudeerproject van de studie watermanagement presenteert een methode voor het bedenken en afwegen van noodoplossingen voor boezemsystemen. Aanleiding hiervoor is het plan van de provincie Noord-Holland en het waterschap Amstel, Gooi en Vecht om polder de Ronde Hoep aan te wijzen en in te richten voor calamiteiten- of noodberging. Met als aanleiding het bewonersinitiatief “Technisch vernuft als alternatief voor noodberging in de Ronde Hoep” is op 2 februari 2009 bij ARCADIS begonnen met het zoeken naar technische alternatieven voor dit plan. Na analyse bleek dat het plan beter onderbouwd was dan aanvankelijk bekend was en gedacht werd. Hierna is de focus van het afstuderen verschoven van het zoeken naar een technisch alternatief voor dit specifieke plan naar het verbeteren van de methode voor het bedenken en afwegen van dergelijke noodoplossingen voor boezemsystemen.

1.2

HET HUIDIGE PLAN

Het huidige of oorspronkelijke plan¹ van provincie en waterschap is een noodoplossing voor de Amstelboezem. Een boezem is het systeem van kanalen dat water afvoert van de aanliggende polders. De afvoercapaciteit en kadesterkte moeten voldoen aan normen uit een leidraad van het Interprovinciaal Overleg. Er is echter altijd een situatie of scenario te bedenken dat extremer is dan waarop de boezem berekend is. Voor deze situaties geldt de noodoplossing. In het plan voor de Amstelboezem bestaat dit uit het tijdelijk onder water zetten van polder de Ronde Hoep. Dit wordt calamiteitenberging genoemd. Een inlaatwerk zorgt voor gecontroleerde instroom en huispercelen worden beschermd met dijkjes. De Amstelboezem is op orde voor “één keer in de honderd jaar scenario’s”², waardoor de voorgestelde calamiteitenberging dus gemiddeld één keer in de honderd jaar gebruikt zal worden.

1.3

DOEL EN OPZET

Hoewel de onderbouwing van het huidige plan beter was dan eerst werd gedacht, is zeker met de kennis van nu, de methode voor het bedenken en afwegen van noodoplossingen te verbeteren. Voor het huidige plan is dit proces grotendeels te vinden in het rapport “Pilot de Ronde Hoep”. Omdat praktisch heel laag Nederland uit

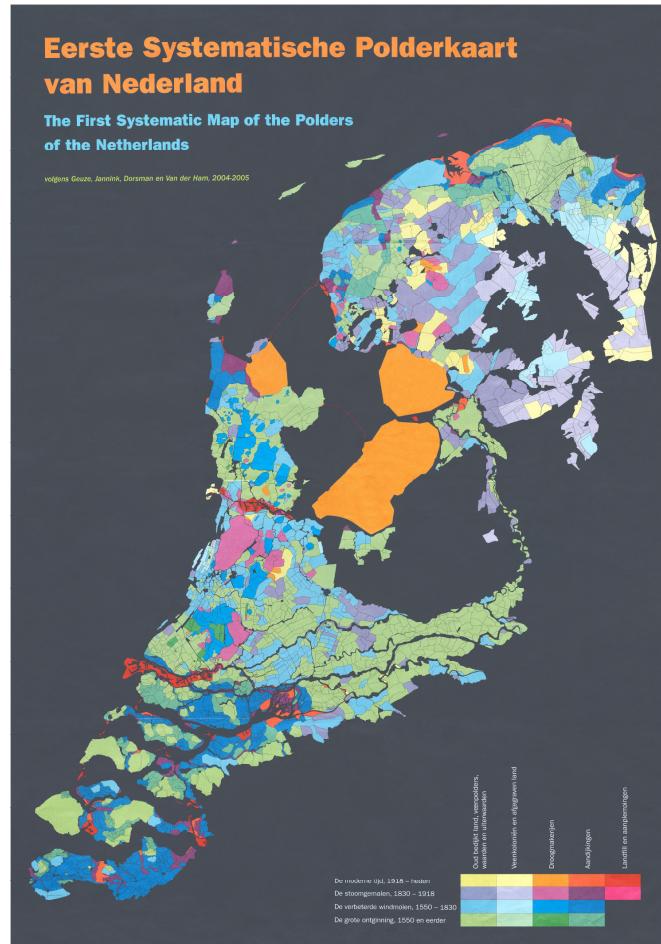
¹ Zie voor een compleet overzicht van de literatuur over het huidige plan de literatuurlijst op pagina 47 onder de kop “Polder de Ronde Hoep en Amstel, Gooi en Vecht”. De kortste introductie wordt gegeven door de samenvatting van “Pilot de Ronde Hoep”.

² WL | Delft Hydraulics, Toetsing kruinhoogten boezemkaden binnen dijkring 14 en 44, deelrapport Amstel Gooi en Vecht, 2004 en Nelen & Schuurmans, Boezemsysteem Amstel, Gooi en Vecht, hydraulische analyse, 2006

polderboezemsystemen bestaat (zie Figuur 1.3), is dit zeer relevant voor de omgang met watersystemen in Nederland.

Figuur 1.3 Polders in Nederland

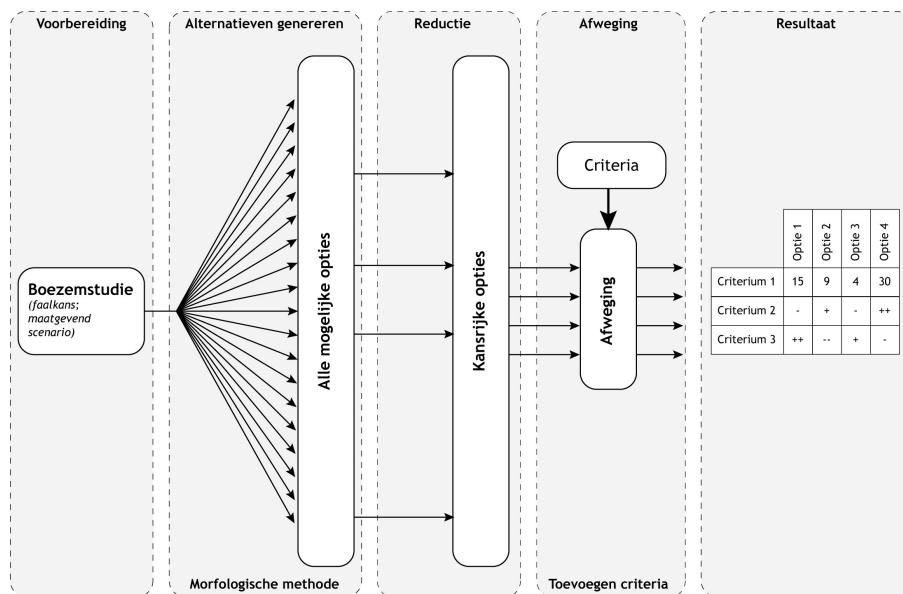
Eerste systematische Polderkaart van Nederland, Geuze, Jannink en Dorsman en Van der Ham, 2004-2005, bijlage bij Polders! Gedicht Nederland (Noot: niet noord gericht)



Het doel van deze studie is om de drie geobserveerde zwaktes in de oorspronkelijke afweging te verbeteren. Ten eerste leeft het gevoel dat er alternatieven gemist worden, wat onder andere blijkt uit de wens voor “technisch vernuft”. Ten tweede is er onbegrip bij bewoners voor de gekozen oplossing, resulterend in verzet tegen het huidige plan. Tenslotte missen criteria die belangrijk zijn voor een noodoplossing.

De nieuwe methode die deze zwaktes moet verbeteren bestaat uit vijf fases, gevisualiseerd in Figuur 1.4.

**Figuur 1.4 Stroomschema
Methode**



In het hoofdstuk “Methode” wordt uitgelegd welke keuzes en toevoegingen gemaakt zijn. Dit resulteert in een “ideale” methode. Vervolgens wordt de Amstelboezem als case study gebruikt om de methode te testen. Hierbij wordt, waar mogelijk, gebruik gemaakt van bestaande gegevens. Het resultaat is een nieuwe afweging van de mogelijkheden voor een noodoplossing.

Omdat de methode opgezet is als een algemeen toepasbare methode voor noodoplossingen van boezems, zijn interviews gehouden met verschillende waterschappen om te controleren of de methode als nuttig wordt gezien. Aannames over begrip bij bewoners is gecontroleerd door een telefonische steekproef onder de bewoners van polder de Ronde Hoep. Aan de hand van de uitkomst van de methode en de twee controles worden conclusies getrokken.

HOOFDSTUK

2 Methode

In dit hoofdstuk wordt een algemeen toepasbare methode voor het bedenken en afwegen van noodoplossingen beschreven en voorgesteld.

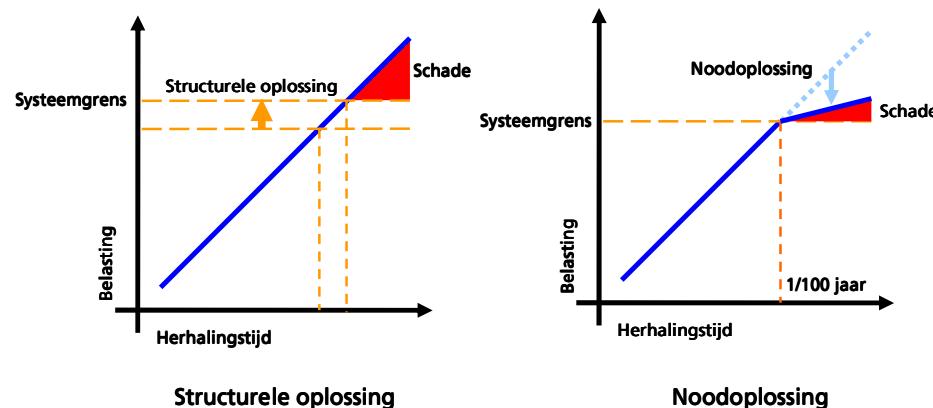
2.1

NOODOPLOSSING

Met "noodoplossingen" worden hier niet "tijdelijke, op permanente verbetering wachtende, oplossingen" bedoeld, maar "oplossingen voor een noodsituatie". Calamiteitenberging als voorgesteld in het huidige plan is een voorbeeld van een noodoplossing. Er is sprake van een noodoplossing, en niet meer van regulier beheer, als er significante schade optreedt. De noodoplossing heeft als doelstelling deze schade zo veel mogelijk te beperken en/of zo gunstig mogelijk te verdelen. Anders bekeken; een structurele oplossing stelt het moment uit waarop schade optreedt, terwijl een noodoplossing de schade beperkt en/of verdeelt.

Figuur 2.5 Structurele oplossing versus Noodoplossing

De structurele oplossing past de grens aan waarbij schade optreedt. De noodoplossing vermindert de schade in geval van overschrijding van de grens.



Deze studie richt zich specifiek op noodoplossingen voor boezemsystemen. Een boezemsysteem heeft een bepaalde norm, bijvoorbeeld op orde zijn voor een gemiddeld één op de honderd jaar gebeurtenis. Mocht een boezem deze norm niet halen, dan zijn structurele maatregelen nodig. Echter, als de boezem deze norm wel haalt en dus op orde is bevonden, kan altijd een extremer scenario bedacht worden, bijvoorbeeld een één op de honderdvijftig jaar gebeurtenis. In zulke situaties kan een noodoplossing de schade beperken.

Of de gestelde norm voor een specifieke boezem zinnig is, wordt hier niet besproken. Over het algemeen zou een structurele oplossing duurder moeten zijn dan een noodoplossing voor eenzelfde schadereductie. Mocht dit niet het geval zijn, dan is een discussie over de hoogte van de norm op zijn plaats. Echter, als de norm verhoogd wordt is er wederom een nog extremer scenario te bedenken, waar dan alsnog een

noodoplossing bij zou horen. Oftewel, een noodoplossing is altijd gewenst, ook als gekozen wordt voor structurele maatregelen.

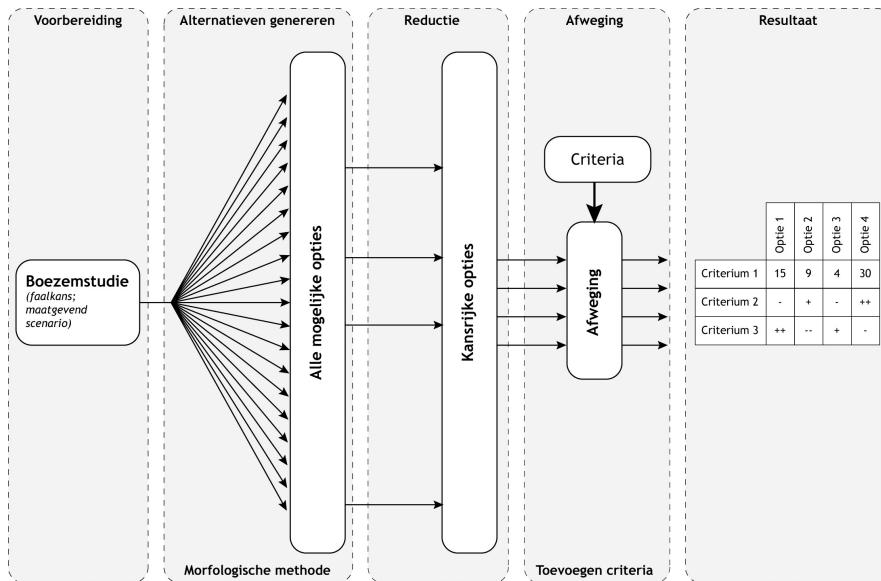
2.2

METHODE

In de volgende paragrafen wordt voor elke fase beschreven welke keuzes en overwegingen gemaakt zijn.

Figuur 2.6 Stroomdiagram

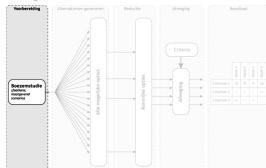
Methode



2.2.1

VOORBEREIDENDE FASE

FASE 1

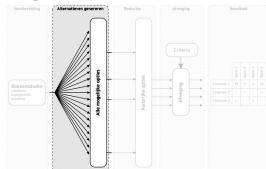


De methode heeft als voorbereidende fase een gedegen hydraulische boezemstudie nodig, rekening houdend met diverse veranderende randvoorwaarden, zoals geplande uitbreidingsplannen van gemalen, klimaatverandering en afhankelijk van de lokale zeespiegelstijgingen. Hierbij is het belangrijk om te weten of de boezem op orde is, anders zijn eerst structurele maatregelen nodig. Ook is het nuttig om de discussie over de hoogte van de norm in deze fase te houden. Bij voorkeur komt er één maatgevend scenario uit de boezemstudie, maar dat is niet per definitie het geval.

2.2.2

ALTERNATIEVEN GENERATIE FASE

FASE 2



De directe aanleiding voor deze studie was een initiatief van bewoners voor een technisch alternatief voor het huidige plan. Blijkbaar is er een gevoel dat niet alle opties meegenomen zijn. Voor de hier voorgestelde methode wordt dan ook gekozen voor een techniek die uitermate geschikt is om alle mogelijke opties te bedenken; het morfologische overzicht of de morfologische methode³. Deze techniek wordt bij de studie Industrieel Ontwerpen vaak toegepast, maar in het watermanagement veel minder. De methode komt er op neer dat het probleem in onafhankelijke eigenschappen wordt uitgesplitst. De verschillende opties voor verschillende eigenschappen kunnen dan gecombineerd worden.

³ Zwicky 1966, 1969 of nl.wikipedia.org/wiki/morfologisch_overzicht

**Tabel 2.4 Voorbeeld
Morfologisch Overzicht**

De drie mogelijkheden voor kleur en twee voor vorm leveren hier zes mogelijkheden op.

Voorbeeld Morfologisch Overzicht		Geel	Rood	Blauw
Vierkant				
Rond				

Het voordeel van deze methode is dat alle mogelijk opties bedacht worden en dat wellicht een optie die anders niet was meegenomen nu wel naar voren komt. Een nadeel is dat het resulteert in een groot aantal opties dat vervolgens gereduceerd moet worden tot een handelbaar aantal.

Voor noodoplossingen voor boezemsystemen kunnen vier eigenschappen worden onderscheiden; de vorm van de oplossing of regime, de variatie in tijd, de mate van fysieke aanpassing en een ruimtelijke component.

Eerst wordt de vorm van de oplossing besproken, oftewel het regime. Voor alle watersystemen geldt eigenlijk dat water kan worden vastgehouden of kan worden afgevoerd. Voor Nederlandse watersystemen is daarvoor de trits "vasthouden, bergen en afvoeren" gedefinieerd, waarbij vastgesteld is dat eerst geprobeerd moet worden overtuigend water vast te houden, vervolgens te bergen en daarna pas af te voeren.

Eigenlijk zijn "vasthouden" en "bergen" allebei het vasthouden van water, alleen is "vasthouden" op het niveau van de polder, "bergen" daarentegen is het vasthouden van water op hetzelfde niveau als de boezem. "Afvoeren" is in deze context het doorsturen van water naar een watersysteem van gelijke of hogere orde.

De tweede eigenschap is tijd. Tijd wordt onderverdeeld in drie categorieën op basis van het aantal keren dat ingegrepen wordt. Dit kan eenmalig, op meerdere momenten en praktisch continu. In het algemeen geven minder beslismomenten een duidelijker structuur en is er minder actuele kennis voor nodig, maar bieden meer beslismomenten de mogelijkheid tot een "betere" oplossing.

De derde eigenschap is de mate waarin de oplossing een fysieke aanpassing nodig heeft of kan hebben. Noodoplossingen voor boezemsystemen kunnen variëren tussen een zuiver planmatige variant, gebruikmakend van bestaande infrastructuur tot een planmatige variant met beperkte fysieke aanpassingen om de ergste schade af te wenden. Het huidige plan valt in deze categorie. Er treedt nog steeds schade op, maar de grootste schade, die aan huizen en opstellen, wordt afgewend door fysieke aanpassingen. Meer dan beperkte fysieke aanpassingen, totdat er geen schade meer optreedt, wordt hier als structurele aanpassing gezien. Als dit een haalbaar alternatief is in een gegeven boezem dient dit onderzocht te worden. Waarna als nog een noodoplossing wenselijk is (zie paragraaf 2.1). Zeer beperkte fysieke maatregelen zijn verwaarloosbare ingrepen als een opstelpaats voor een mobiele pomp.

De vierde eigenschap is ruimte. Deze eigenschap is volledig afhankelijk van een individueel boezemsysteem.

Voor de eigenschappen regime, tijd en fysiek zijn iconen gemaakt om aan de ruimtelijke component te kunnen koppelen op kaarten. Dit kan helpen bij het overzicht en de duidelijkheid in de volgende fase, de reductie.

Tabel 2.5 Morfologisch overzicht noodoplossingen boezemsysteem

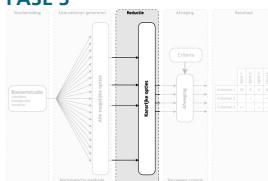
De ruimtelijke component is afhankelijk van de desbetreffende boezem.

Morfologisch overzicht noodoplossingen boezemsysteem			
Regime [vorm van oplossing]	Tijd [mate van variatie in aantal beslismomenten]	Fysiek [mate waarin de oplossing een fysieke aanpassing beheert]	Ruimte [ruimtelijke mogelijkheden voor oplossing]
 Vasthouden	 Eén beslismoment	 Geen fysieke aanpassingen	
 Bergen	 Meerdere beslismomenten	 Zeer beperkte fysieke aanpassingen	
 Afvoeren	 Continu aanpassen	 Beperkte fysieke aanpassingen	

2.2.3

REDUCTIE FASE

FASE 3



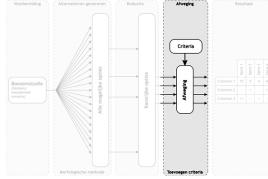
De morfologische methode levert een groot aantal opties op dat vervolgens tot een handelbaar aantal veelbelovende opties gereduceerd moet worden. Deze stap vergt het meeste inzicht en kan tot de meeste discussie leiden. Voor deze fase is geen vast stappenplan.

Het reduceren kan op basis van zowel kwantitatieve als kwalitatieve redenen en met een variatie aan technieken. Er moet een balans gevonden worden tussen het meenemen van te veel opties en het wegwielen van net met veel moeite verkregen onconventionele opties. Omdat dit nog niet de definitieve afweging is, kan rekenwerk voor groepen opties een stap grover zijn dan in de definitieve afweging.

2.2.4

AFWEGING FASE

FASE 4



De afweging moet over een beperkt aantal opties gedaan worden, zeker minder dan tien. Dit, omdat anders het eindresultaat onoverzichtelijk wordt en daarmee het doel, het overzichtelijk en inzichtelijk maken van de verschillende opties en de verschillen voor beslissingsmakers, gemist wordt.

De afweging gebeurd aan de hand van vooraf opgestelde criteria. Buiten de 'gebruikelijke' criteria worden een nieuw criterium "bewonersbegrip" en een nieuwe categorie criteria "robuustheid" toegevoegd.

**Tabel 2.6 Criteria afweging
noodoplossing boezem**

Effectiviteit op basis van Hoes,
2006, pagina's 38-41
Robuustheid en
bewonersbegrip toegevoegd

Criteria
Effectiviteit (schademinimalisering) Monetaire kosten (Netto Contante Waarde) <i>Directe kosten</i> <i>Indirecte kosten</i> Niet monetaire kosten/Imponderabilia <i>Schade aan milieu</i> <i>Schade aan cultuur</i> <i>Verlies van levens</i> <i>Vertrouwen in overheid geschaad</i> <i>Emotioneel verlies</i> Baten
Uitvoerbaarheid Bewonersbegrip ("zeker verlies"-theorie) Bestaande wet- en regelgeving Bestuurlijke wil
Robuustheid Flexibiliteit in grootte Flexibiliteit in tijd Flexibiliteit in plaats Afhangelijk van onzekere aannames

Effectiviteit, bestuurlijke wil en regelgeving

Voor effectiviteit ligt het voor de hand om schademinimalisering als doel te kiezen en dus de kosten tegen eventuele baten af te zetten. De meeste oplossingen zullen echter weinig of geen significante baten hebben, buiten het voorkomen van meer schade.

Kosten zijn onderverdeeld in monetaire en niet monetaire kosten. Onder monetaire kosten vallen directe kosten, zoals het beschadigen van een weg en indirecte kosten, zoals de terugval in gewasopbrengst. Niet monetaire kosten zijn lastiger mee te nemen in eenzelfde kosten-batenanalyse, maar zijn daarom niet minder belangrijk. Buiten de genoemde voorbeelden wordt er vanuit gegaan dat verlies van mensenlevens niet aan de orde is bij de te toetsen oplossingen.

Bestuurlijke wil is een belangrijk, maar wat moeilijker te definiëren criterium en is onder andere afhankelijk van de cultuur bij een bestuursorgaan, de mening van individuele beslisseren en de huidige algemeen geaccepteerde oplossingen voor een gegeven probleem.

Bestaande wet- en regelgeving kan sommige opties lastig of niet uitvoerbaar maken. Oplossingen die al verankerd zijn in de wet- en regelgeving hebben hier uiteraard voordeel.

Bewonersbegrip

Een van de nieuw toegevoegde criteria is "bewonersbegrip" en is hier gebaseerd op een economische speltheorie genaamd "prospect theory"⁴. Op dit moment voldoen de mondige bewoners van het case study gebied goed aan de "prospect theory". Met name de afkeer van het nemen van een zeker verlies in weerwil van een kans op grotere schade is van toepassing. Het huidige plan wordt nu door de bewoners gezien als een zeker verlies. De waarde van bezittingen verminderd, de polder wordt aangetast en mits gerealiseerd, gaat deze voorziening ook gebruikt worden, gelooft men.

⁴ Zie Bijlage risicoperceptie op pagina 42 voor een uitleg over de "prospect theory" en de natuurlijke tegenhanger, de "utility theory"

Voor deze case is vooral het zekerheidseffect interessant. Dit effect stelt dat bij zekere winst risicovermijding optreedt en bij een zeker verlies juist risico gezocht wordt. Met een kleine winst is men al tevreden, terwijl een zeker verlies zo veel mogelijk wordt voorkomen, ook bij grotere risico's of ongunstige kansen.

De bestaande afkeer tegen dijkjes om de huizen is rationeel economisch lastig te verklaren, maar als ditzelfde gedrag geprojecteerd wordt op het zekerheidseffect en bijbehorende afkeer van en risicoozoekend gedrag bij een zeker verlies, lijkt de afkeer beter verklaarbaar..

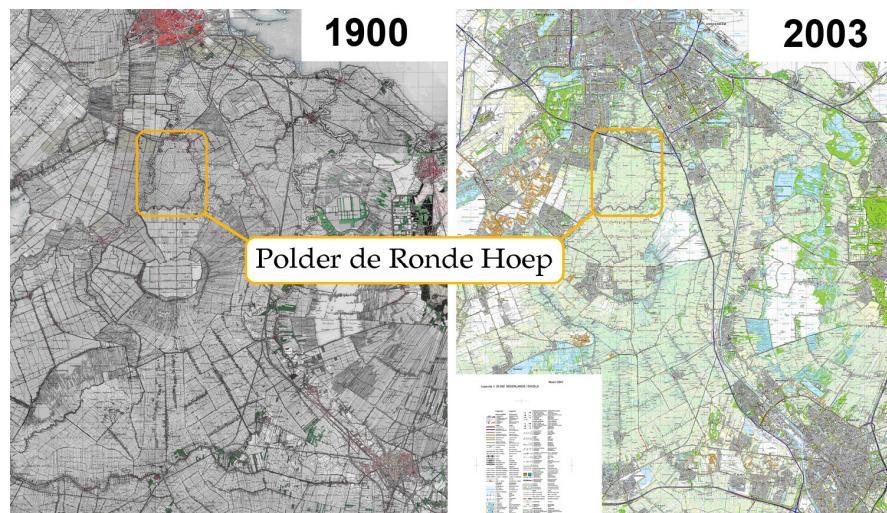
Er is voor de term "bewonersbegrip" gekozen, omdat, in een situatie als deze case study, begrip het hoogst haalbare lijkt en dus een positieve term is ten opzichte van bijvoorbeeld "weerstand bewoners".

Robuustheid

Robuustheid en flexibiliteit zijn van belang voor een noodoplossing omdat de fysieke randvoorwaarden, zoals verhard oppervlak (Figuur 2.7), waarde van het gebied, bodemdaling en klimaat (Figuur 2.8) aan verandering onderhevig zijn, zelfs binnen de economische levensduur van een noodoplossing. Aangezien een noodoplossing gebruikt wordt in een extreme situatie is het van extra belang dat met alles rekening is gehouden.

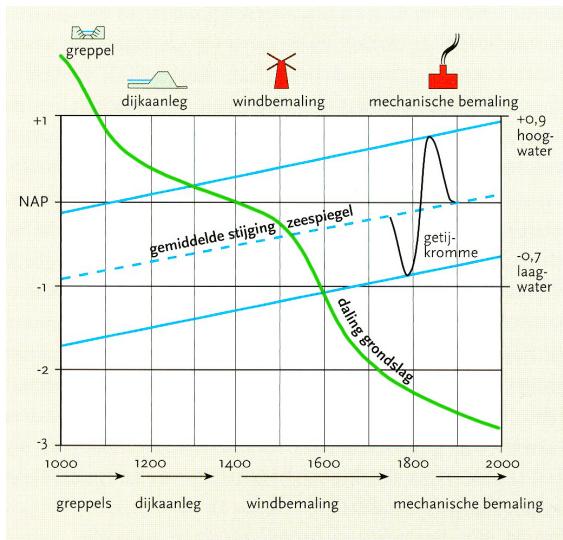
**Figuur 2.7 Amstelboezem
1900 en 2003**

Links Bonnekaart,
topografische kaart van het
Koninkrijk der Nederlanden op
schaal 1:25.000 ,kaartdelen zo
dicht mogelijk rond 1900,
Rechts TOP25000, 2003



Figuur 2.8 Schematische weergave stijging zeespiegel en daling grondslag in laagveengebieden van Nederland

Leefbaar laagland, pagina 316

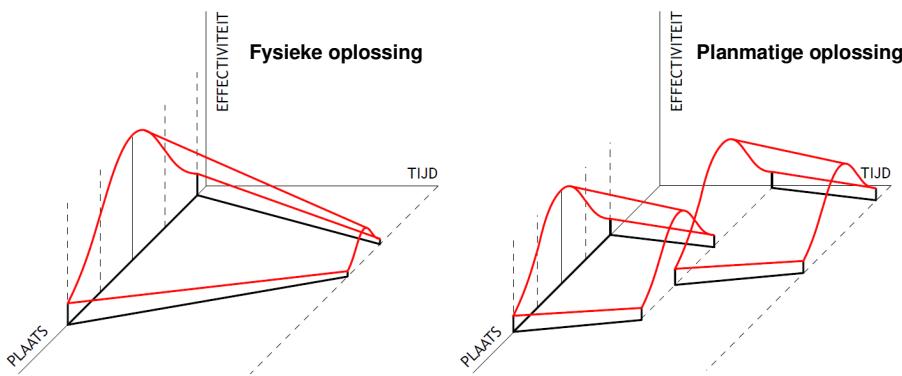


Om de mate waarin oplossingen om kunnen gaan met veranderingen van fysieke randvoorwaarden worden de begrippen "robuustheid" en "flexibiliteit" gebruikt. Robuustheid is in deze context het vermogen van het systeem om variatie in de opgelegde omstandigheden met minimale schade en verlies van functionaliteit op te vangen. Onder flexibiliteit wordt hier verstaan het vermogen om aan wisselende omstandigheden aan te passen. In de hier gebruikte definitie is flexibiliteit dus een vorm van robuustheid. Dit kan afwijken van andere definities.

In de gebruikte lijst met criteria zou robuustheid onder effectiviteit kunnen vallen. Hier is het echter apart genomen voor een betere nadruk in deze studie en omdat de gevolgen en de werking onder verschillende omstandigheden van de oplossingen beter los van elkaar beoordeeld kunnen worden. Onder robuustheid in deze definitie vallen drie vormen van flexibiliteit, namelijk flexibiliteit in de grootte of capaciteit van de oplossing, de flexibiliteit over een langere tijdsperiode en de flexibiliteit van de plaats in het systeem van de oplossing.

Figuur 2.9 Robuustheid weergegeven als effectiviteit over plaats en tijd

Door het aanpassingsvermogen van een planmatige oplossing kan het zijn dat deze over een langere periode effectiever is dan een fysieke oplossing.



In bovenstaande figuur is dit grafisch weergegeven voor een fysieke oplossing en planmatige oplossing. Voor de fysieke oplossing wordt een significante fysieke ingreep gedaan. De planmatige oplossing bestaat uit een actie- of stappenplan voor bij een calamiteit. De fysieke oplossing is in het begin wellicht effectiever, maar verliest over de tijd zijn effectiviteit. De planmatige oplossing verliest ook effectiviteit, maar kan makkelijker aangepast worden, omdat er geen grote investeringen gedaan zijn. Hierdoor

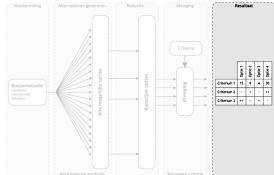
is het mogelijk in de toekomst op een andere plaats een effectiever oplossing te vinden. Het resultaat is dat een planmatige oplossing over het geheel effectiever kan zijn.

Buiten deze verschillende vormen van flexibiliteit, rest nog één vorm van robuustheid. Dat is de mate waarin oplossingen afhankelijk zijn van onzekere aannames. Hoe complexer een oplossing, hoe meer er mis kan gaan. Voor een noodoplossing is een simpele, transparante oplossing dus een voordeel.

2.2.5

RESULTAAT

FASE 5



De resultaten uit de afweging komen samen in een tabel voor beslissingsmakers. Er wordt expliciet geen voorkeur uitgesproken, maar voor- en nadelen van verschillende opties worden uiteraard besproken. De resultaten voor de verschillende criteria hebben verschillende eenheden, waardoor direct vergelijk lastig is. Er bestaan verschillende technieken om dit inzichtelijker te maken. Deze worden hier verder niet besproken.

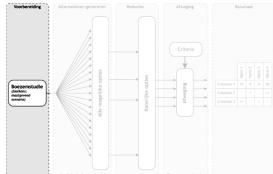
3 Case study Amstelboezem

In deze case study wordt de in hoofdstuk 2 besproken methode voor het maken van een noodoplossing voor een boezem toegepast op de Amstelboezem. Hiervoor wordt waar mogelijk gebruik gemaakt van bestaande informatie.

3.1

ACHTERGRONDINFORMATIE EN BOEZEMSTUDIE⁵

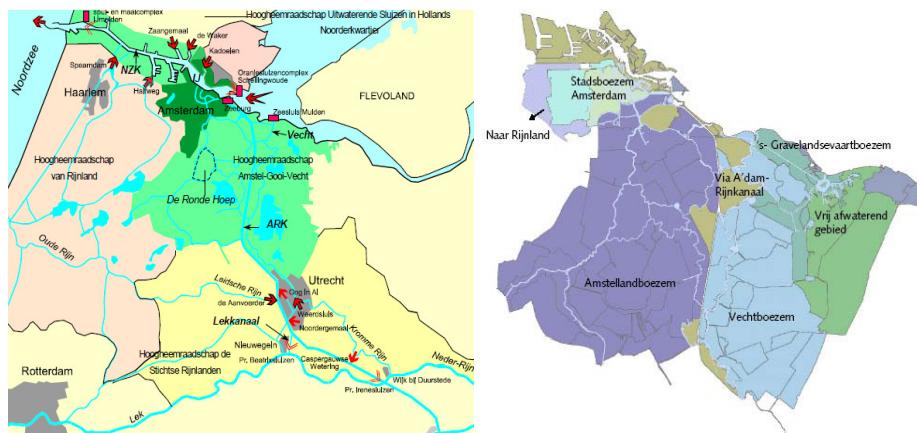
FASE 1



De Amstelboezem ligt tussen Amsterdam en Utrecht aan de westzijde van het Amsterdam-Rijnkanaal in drie provincies, Noord-Holland, Utrecht en een klein stukje Zuid-Holland. Het behoort tot het Waterschap Amstel, Gooi en Vecht.

Figuur 3.10 Ligging waterschap Amstel, Gooi en Vecht en ligging Amstelboezem binnen het waterschap

Pilot de Ronde Hoep, HKV lijn in water, pagina's 5 en 11



Normaal wordt water afgevoerd via het IJ en Noordzeekanaal naar IJmuiden. Bij hoog water wordt het IJ-front en het Amsterdam-Rijnkanaalfront (zie Figuur 3.11) gesloten, omdat anders het riool van Amsterdam onder dreigt te lopen. Dit kwam één à twee keer per jaar voor, totdat het gemaal in IJmuiden uitbreidde. Hierna is het niet meer voorgekomen. In de situatie met een afgesloten front wordt het water door gemaal Zeeburg (zie Figuur 3.11) via een sifon onder het Amsterdam-Rijnkanaal door gepompt naar het IJmeer. In deze situatie is de maximale aanvoer ($85 \text{ m}^3/\text{s}$) echter groter dan de maximale afvoer ($57\text{m}^3/\text{s}$). Dit systeem is op orde voor situaties die gemiddeld één keer per honderd jaar voorkomen. Dit is de norm die het waterschap hanteert voor de Amstelboezem, hoewel individuele polders hogere normen hebben. Het worst case

⁵ HKV lijn in water, Pilot de Ronde Hoep, HKV lijn in water, 2005

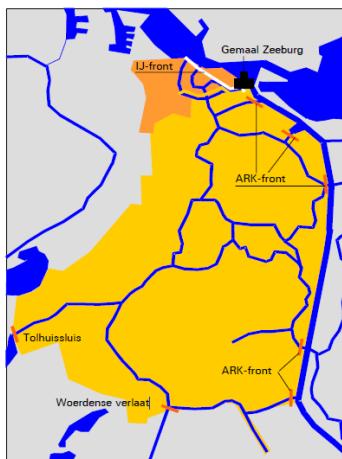
⁶ WL | Delft Hydraulics, Toetsing kruinhoogten boezemkaden binnen dijkring 14 en 44, deelrapport Amstel Gooi en Vecht, 2004

⁷ Nelen & Schuurmans, Boezemsysteem Amstel, Gooi en Vecht, hydraulische analyse, 2006

scenario resulteert in een overschat van 2,4 miljoen m³ water in een dag. Met deze hoeveelheid is gerekend. Het waterschap schat dat er een 1 op 10.000 kans is op een nog extremer scenario waarbij water uit het Amsterdam-Rijnkanaal in de Amstelboezem geborgen moet worden. Gezien deze kans ten opzichte van de één op honderd kans waar de norm op gebaseerd is, wordt deze verder niet meegenomen, hoewel het formeel het worst case scenario is, maar simpelweg niet waarschijnlijk genoeg. Het is overigens fysiek mogelijk dit water in de Ronde Hoep te bergen, maar dan zal veel grotere schade ontstaan aan de vaak tegen de dijk gebouwde huizen.

Figuur 3.11 IJ-front en Amsterdam-Rijnkanaalfront

Pilot de Ronde Hoep, HKV lijn
in water, pagina 12

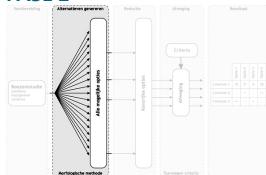


Conclusie uit de voorbereidende boezemstudie is dat de boezem op orde is voor de gestelde "gemiddeld één keer in de honderd jaar" norm en dat het maatgevende scenario 2,4 miljoen m³ gedurende een dag is.

3.2

ALTERNATIEVEN GENEREREN

FASE 2



De methode beschreven in hoofdstuk 2 schrijft voor het genereren van alternatieven het morfologische overzicht voor. Regime, tijd en fysiek zijn gegeven met ieder drie opties. Ruimte is echter een eigenschap die helaas niet geheel aan de gestelde eisen van volledig onafhankelijke eigenschappen voldoet. De opties vasthouden en bergen hebben een vergelijkbare component, namelijk 42 individuele polders. Afvoeren heeft een volledig andere ruimtelijke component, namelijk 9 mogelijke richtingen.

"Vasthouden" komt in dit geval neer op een maalstop voor één of meerdere aangewezen polder(s). Belangrijke vraag is dan; welke polders en wanneer?

"Bergen" is in dit geval niet mogelijk op de eigenlijke boezem, aangezien deze in het geval van een noodsituatie al op het punt van falen staat. Er moet dus meer ruimte gemaakt worden. Dat zou in dit geval dus inundatie zijn van een gebied. Belangrijke vraag is dan wederom; welk gebied en wanneer?

De capaciteit van de combinatie van afvoer en berging is in dit maatgevende geval te laag. Voor de optie "Afvoeren" is daarom een belangrijke vraag; waar kan het water heen en is er überhaupt een noodoplossing te bedenken om dit tijdelijk te vergroten?

Verder is voor de meeste oplossingen een fysieke variant te bedenken en een planmatige variant.

Dus er zijn drie hoofdoplossingen (vasthouden of maalstop, bergen of inundatie en afvoeren), die alle drie een ruimtelijke component hebben (welke polders, welk gebied en welke richtingen) en in meer of mindere mate fysieke varianten kennen.

Tabel 3.7 Morfologisch overzicht noodoplossingen Amstelboezem

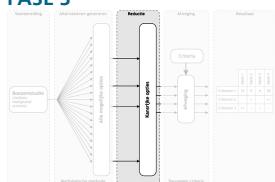
Regime [vorm van oplossing]	Ruimte [ruimtelijke mogelijkheden voor oplossing]	Tijd [mate van variatie in aantal beslismomenten]	Fysiek [mate waarin de oplossing een fysieke aanpassing behelt]
 Maalstop	42 polders	 Eén beslismoment	 Geen fysieke aanpassingen
 Inundatie	42 polders	 Meerdere beslismomenten	 Zeer beperkte fysieke aanpassingen
 Afvoeren	9 richtingen	 Continu aanpassen	 Beperkte fysieke aanpassingen

Theoretisch levert dit morfologische overzicht 837 oplossingen op. Er zijn echter een groot aantal onmogelijke combinaties, zoals afvoeren zonder fysieke aanpassingen in de richting van gemaal Zeeburg.

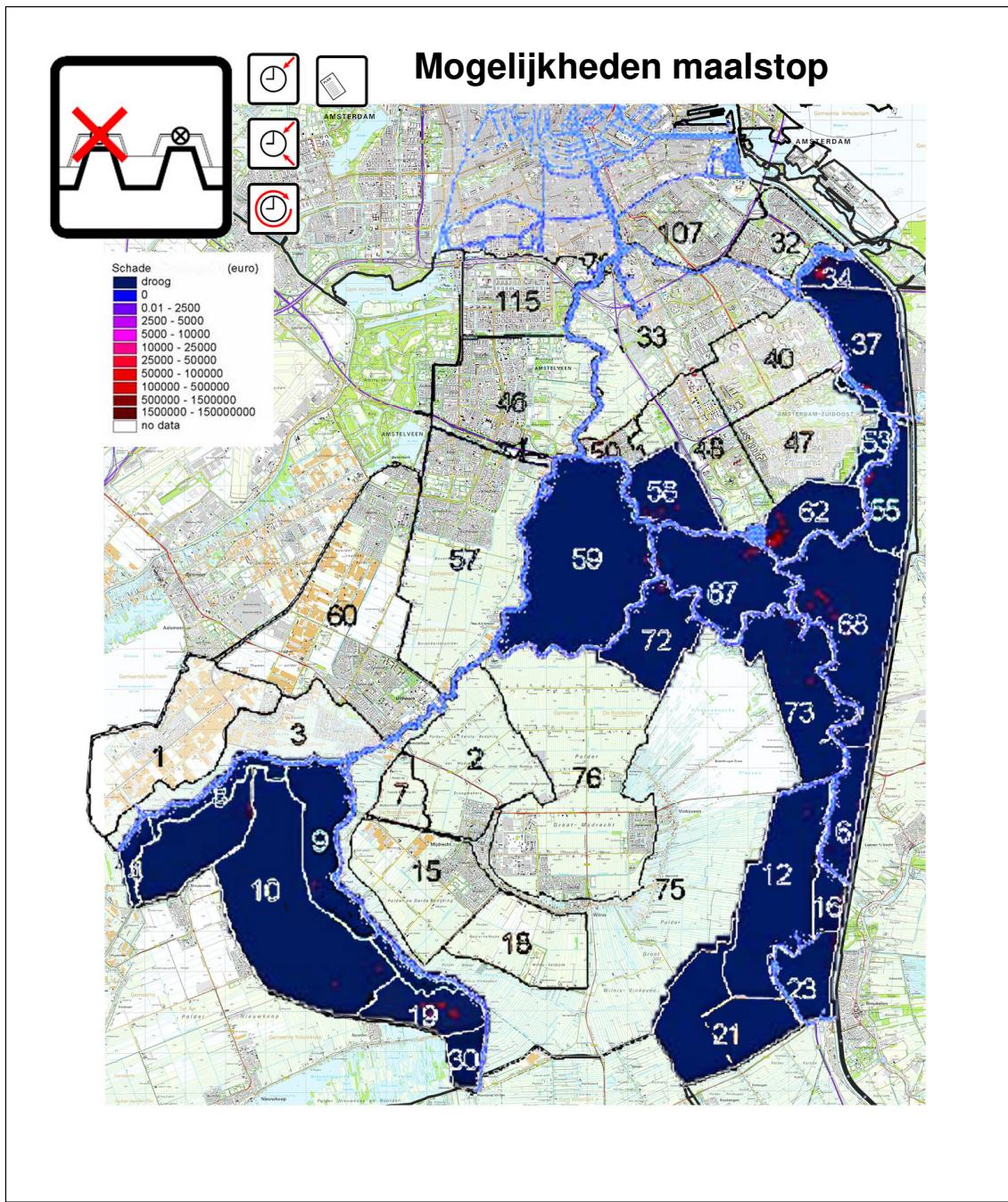
3.3

REDUCTIE FASE

FASE 3



Het morfologisch overzicht heeft geresulteerd in 837 mogelijkheden. Dit aantal is gereduceerd per regime, gebruikmakend van kaarten en bestaande gegevens.



Figuur 3.12 Reductie Maalstop optie, gecombineerd van verschillende bronnen met iconen

Bron achtergrond: TOP25000. Bron poldernummers en schadeberekening: Pilot de Ronde Hoep, HKV lijn in water, pagina 48 en 67, Bron boezem: Boezemsysteem Amstel, Gooi en Vecht, hydraulische analyse, Nelen & Schuurmans

In bovenstaande figuur zijn de mogelijkheden voor de maalstop onderzocht. In het waterschap hebben de polders met de laagste economische waarde een veiligheidsklasse 3 predicaat meegekregen. Deze staan in Figuur 3.12. De bestaande gegevens gaan uit van een maalstop in alle 42 polders tegelijkertijd, terwijl een combinatie wellicht gunstiger is. Polder 33 is al uit deze vergelijking gehaald door de opstellers van de lijst, ondanks dat deze dezelfde veiligheidsklasse 3 status heeft. Polder 62, de Broekzijdsche polder, is nog wel aanwezig. Gezien de twee keer zo hoge schade per oppervlak en vier

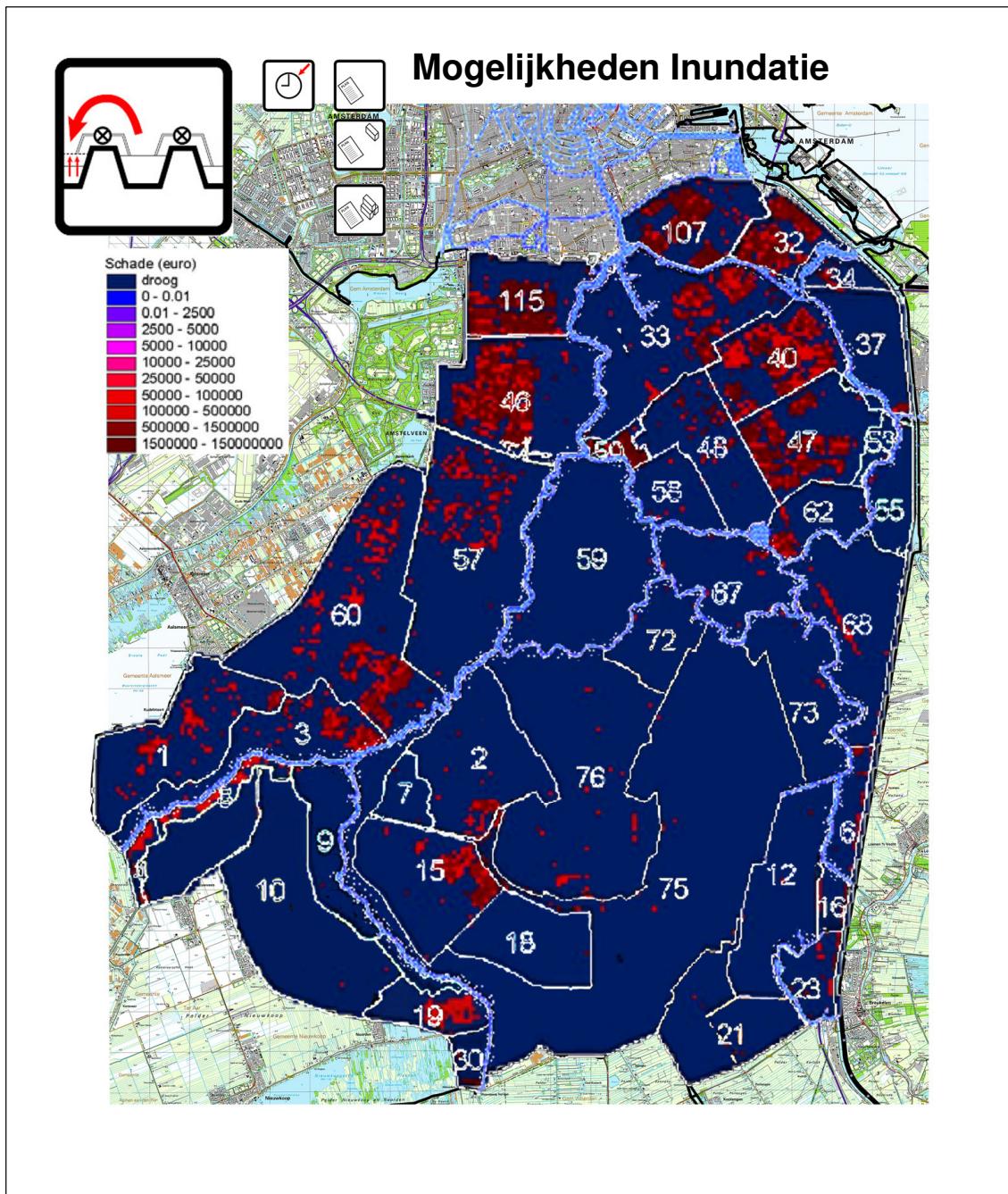
keer zo hoge aantal getroffenen per oppervlak als de op een na hoogste (zie Tabel 3.8) lijkt ook deze niet tussen de maalstop polders te passen. Deze is in het vervolg dan ook verwijderd. Het is alleen niet eenvoudig om veel combinaties te testen, omdat het oppervlak en de capaciteit van het gemaal in een gegeven polder bepalend is voor de bijdrage van deze polder aan het geheel. Om een kosten-batenanalyse eenvoudiger te maken, wordt hier voorlopig uitgegaan van alle veiligheidsklasse 3 polders, zoals in de oorspronkelijke afweging.

In Figuur 3.12 staat in iconen dat voor alle mogelijkheden geldt dat deze toepasbaar zijn zonder fysieke ingrepen. Verder kan gekozen worden voor alle mogelijkheden in tijd. Het is mogelijk in één keer alle polders een maalstop op te leggen, dit in enkele stadia te doen of zelfs continu geoptimaliseerd. Het kan overigens zijn dat voor de laatste mogelijkheid fysieke aanpassingen nodig zijn. Als dit noodzakelijk is, kan dit ook andere voordelen opleveren buiten de noodscenario's. Aangezien deze verdere voordelen onduidelijk zijn worden ze hier voor het gemak weggelaten.

Veiligheidsklasse 3 polder in Amstelboezem bij maalstop							Gesorteerd op Schade/Oppervlak			Gesorteerd op Getroffenen/Oppervlak		
Nr.	Naam	Oppervlak		Getroffenen		Schade/Oppervlak Getroffenen/Oppervlak	Nr.	Naam	Schade/Oppervlak		Getroffenen/Oppervlak Getroffenen/Oppervlak	
		[ha]	[mln €]	[-]	[-]				[/-]	[/-]		
6	Holland, Sticht- en Voorburg west	226	3	26	0,013	0,115	30	Westveense Polder	0,000	14	Buiten-Westerpolder	0,000
8	Buitendijkse Oosterpolder	133	2	2	0,015	0,015	53	Gein- en Gaasperpolder	0,000	16	Polder het Honderd west	0,000
9	Noordse Buurt	508	2	65	0,004	0,128	21	Polder Groot en Klein Oud-Aa	0,001	23	Polder Breukelerwaard west	0,000
10	Polder Zevenhoven	1741	10	173	0,006	0,099	59	Polder de Ronde Hoep	0,002	53	Gein- en Gaasperpolder	0,000
12	Polder Oukoop	790	5	118	0,006	0,149	72	Noorderpolder of Botshol	0,003	8	Buitendijkse Oosterpolder	0,015
14	Buiten-Westerpolder	72	1	0	0,014	0,000	9	Noordse Buurt	0,004	59	Polder de Ronde Hoep	0,017
16	Polder het Honderd west	110	1	0	0,009	0,000	73	Baambrugge Westzijds	0,005	68	Baambrugge Oostzijds	0,075
19	Noordse Buurt	276	7	197	0,025	0,714	10	Polder Zevenhoven	0,006	21	Polder Groot en Klein Oud-Aa	0,081
21	Polder Groot en Klein Oud-Aa	681	1	55	0,001	0,081	12	Polder Oukoop	0,006	72	Noorderpolder of Botshol	0,083
23	Polder Breukelerwaard west	234	4	0	0,017	0,000	55	Aetsveldsche Polder west	0,007	10	Polder Zevenhoven	0,099
30	Westveense Polder	113	0	67	0,000	0,593	68	Baambrugge Oostzijds	0,008	6	Holland, Sticht- en Voorburg west	0,115
34	Overdiemerpolder	129	3	43	0,023	0,333	67	Polder Waardassacker en Holendrecht	0,008	9	Noordse Buurt	0,128
37	Gemeenschapspolder west	444	4	106	0,009	0,239	37	Gemeenschapspolder west	0,009	12	Polder Oukoop	0,149
53	Gein- en Gaasperpolder	113	0	0	0,000	0,000	16	Polder het Honderd west	0,009	58	Holendrechter- en Bullewijker Polder	0,168
55	Aetsveldsche Polder west	282	2	135	0,007	0,479	58	Holendrechter- en Bullewijker Polder	0,013	73	Baambrugge Westzijds	0,173
58	Holendrechter- en Bullewijker Polder	316	4	53	0,013	0,168	6	Holland, Sticht- en Voorburg west	0,013	37	Gemeenschapspolder west	0,239
59	Polder de Ronde Hoep	1262	2	22	0,002	0,017	14	Buiten-Westerpolder	0,014	34	Overdiemerpolder	0,333
62	Broekzijdsche Polder	315	15	913	0,048	2,898	8	Buitendijkse Oosterpolder	0,015	55	Aetsveldsche Polder west	0,479
67	Polder Waardassacker en Holendrecht	599	5	457	0,008	0,763	23	Polder Breukelerwaard west	0,017	30	Westveense Polder	0,593
68	Baambrugge Oostzijds	864	7	65	0,008	0,075	34	Overdiemerpolder	0,023	19	Noordse Buurt	0,714
72	Noorderpolder of Botshol	396	1	33	0,003	0,083	19	Noordse Buurt	0,025	67	Polder Waardassacker en Holendrecht	0,763
73	Baambrugge Westzijds	630	3	109	0,005	0,173	62	Broekzijdsche Polder	0,048	62	Broekzijdsche Polder	2,898

Tabel 3.8 Schade bij 2,4 miljoen m³ water bij maalstop in alle veiligheidsklasse 3 polders in de Amstelboezem en daarop gebaseerde verhouding tussen schade , oppervlak en aantal getroffenen inwoners.

Bron schade en oppervlak: Pilot de Ronde Hoep, HKV lijn in water, pagina 67



Figuur 3.13 Reductie Inundatie optie, gecombineerd van verschillende bronnen met iconen

Boezem in lichtblauw. Bron achtergrond: TOP25000. Bron poldernummers en schadeberekening: Pilot de Ronde Hoep, HKV lijn in water, pagina 48 en 49, Bron boezem: Boezemsysteem Amstel, Gooi en Vecht, hydraulische analys analyse, Nelen & Schuurmans

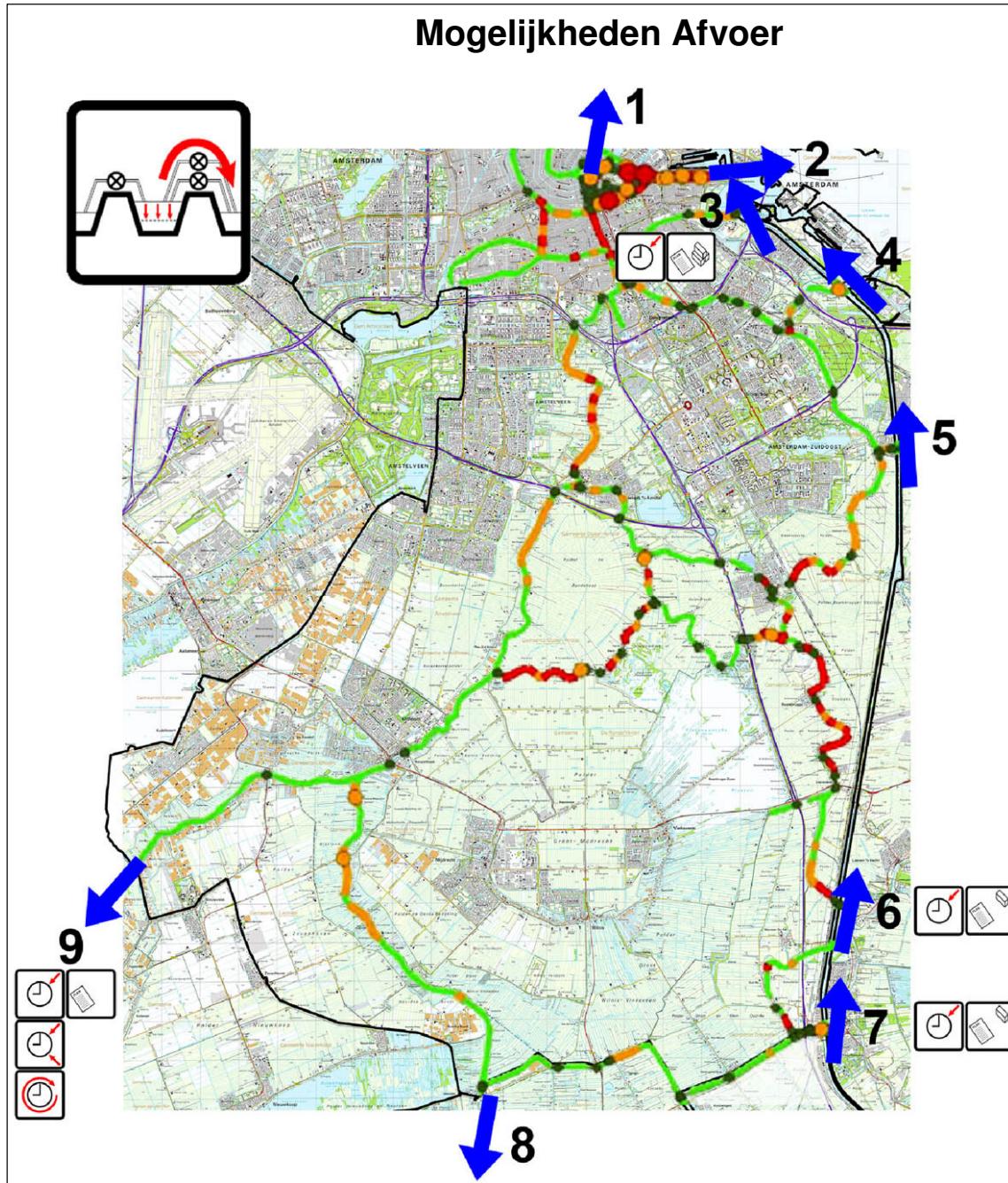
In Figuur 3.13 zijn de mogelijkheden voor inundatie onderzocht. In deze eerste analyse moet een geschikte polder een gunstige ligging hebben, weinig getroffenen, een lage economische waarde en voldoende oppervlak. In Tabel 3.9 kan gevonden worden dat De Ronde Hoep groot genoeg is en gunstig scoort op schade en aantal getroffen inwoners. Bovendien heeft het een gunstige ligging aan de hoofdader van de boezem, de Amstel. In de figuur is verder

te vinden dat er één beslismoment is voor inundatie van een willekeurige polder en dat er mogelijkheden bestaan om nadelen van deze optie te verlichten door fysieke maatregelen te nemen

Polders in Amstelboezem op nummer							Gesorteerd op Schade/Oppervlak							Gesorteerd op Getroffenen/Oppervlak						
Nr.	Naam	Oppervlak		Aantal getroffen inwoners	Schade/Oppervlak		Getroffenen/Oppervlak	Nr.	Naam	Schade/Oppervlak		Getroffenen/Oppervlak	Nr.	Naam	Schade/Oppervlak		Getroffenen/Oppervlak			
		[ha]	[m³]		Schade	[-]	Aantal			getroffen	inwoners			[-]	[-]					
1	Zuider Legmeer polder	894	60	6011	0,067	6,72		78	Atekpolder		0,000		78	Atekpolder		0,00				
2	Polder de Eerste Bedijking	888	34	3038	0,038	3,42		59	Polder de Rondehoep		0,005		59	Polder de Rondehoep		0,02				
3	Uithoornsche Polder	654	80	6295	0,122	9,63		10	Polder Zevenhoven		0,007		48	Polder de Nieuwe Bullewijk		0,03				
6	Holland, Sticht- en Voorburg west	226	22	485	0,097	2,15		75	Polder Groot Wilnis - Vinkeveen		0,008		68	Baambrugge Oostzijds		0,08				
7	Tweede bedijking	175	5	101	0,029	0,58		12	Polder Oukoop		0,011		10	Polder Zevenhoven		0,10				
8	Buitendijkse Oosterpolder	133	21	272	0,158	2,05		18	Wilnis Veldzijde		0,012		16	Polder het Honderd west		0,11				
9	Noordse Buurt	508	7	184	0,014	0,36		72	Noorderpolder of Botshol		0,013		18	Wilnis Veldzijde		0,12				
10	Polder Zevenhoven	1741	13	173	0,007	0,10		76	Polder Groot Mijdrecht		0,013		12	Polder Oukoop		0,15				
12	Polder Oukoop	790	9	118	0,011	0,15		21	Polder Groot en Klein Oud-Aa		0,013		21	Polder Groot en Klein Oud-Aa		0,31				
14	Buiten- Westerpolder	72	13	117	0,181	1,63		9	Noordse Buurt		0,014		34	Overdiemerpolder		0,33				
15	Derde bedijking	764	128	9681	0,168	12,67		73	Baambrugge Westzijds		0,014		72	Noorderpolder of Botshol		0,36				
16	Polder het Honderd west	110	16	12	0,145	0,11		68	Baambrugge Oostzijds		0,020		9	Noordse Buurt		0,36				
18	Wilnis Veldzijde	569	7	66	0,012	0,12		58	Holendrechter- en Bullewijkse Polder		0,022		58	Holendrechter- en Bullewijkse Polder		0,39				
19	Noordse Buurt	276	24	245	0,087	0,89		67	Polder Waardassacker en Holendrecht		0,023		73	Baambrugge Westzijds		0,43				
21	Polder Groot en Klein Oud-Aa	681	9	212	0,013	0,31		7	Tweede bedijking		0,029		75	Polder Groot Wilnis - Vinkeveen		0,51				
23	Polder Breukelerwaard west	234	21	130	0,090	0,56		55	Aetsveldsche Polder west		0,032		23	Polder Breukelerwaard west		0,56				
30	Westveense Polder	113	11	302	0,097	2,67		37	Gemeenschapspolder west		0,034		7	Tweede bedijking		0,58				
32	Diemerpolder	318	345	11451	1,085	36,01		2	Polder de Eerste Bedijking		0,038		19	Noordse Buurt		0,89				
33	Venser- en Grootduivendrechtse Polder	1265	318	16389	0,251	12,96		53	Gein- en Gaasperpolder		0,053		53	Gein- en Gaasperpolder		0,90				
34	Overdiemerpolder	129	15	43	0,116	0,33		1	Zuider Legmeer polder		0,067		55	Aetsveldsche Polder west		0,94				
37	Gemeenschapspolder west	444	15	547	0,034	1,23		57	Bovenkerkerpolder		0,077		37	Gemeenschapspolder west		1,23				
40	Bijlmer	628	808	13220	1,287	21,05		19	Noordse Buurt		0,087		67	Polder Waardassacker en Holendrecht		1,41				
46	Middelpolder onder Amstelveen	1036	868	19330	0,838	18,66		23	Polder Breukelerwaard west		0,090		76	Polder Groot Mijdrecht		1,47				
47	Zuid Bijlmer	694	429	24917	0,618	35,90		6	Holland, Sticht- en Voorburg west		0,097		14	Buiten- Westerpolder		1,63				
48	Polder de Nieuwe Bullewijk	656	190	22	0,290	0,03		30	Westveense Polder		0,097		8	Buitendijkse Oosterpolder		2,05				
50	Klein Duivendrechtsepolder	98	208	4803	2,122	49,01		34	Overdiemerpolder		0,116		6	Holland, Sticht- en Voorburg west		2,15				
53	Gein- en Gaasperpolder	113	6	102	0,053	0,90		3	Uithoornsche Polder		0,122		30	Westveense Polder		2,67				
55	Aetsveldsche Polder west	282	9	264	0,032	0,94		16	Polder het Honderd west		0,145		2	Polder de Eerste Bedijking		3,42				
57	Bovenkerkerpolder	1533	118	9989	0,077	6,52		62	Broekzijdse Polder		0,146		62	Broekzijdse Polder		6,39				
58	Holendrechter- en Bullewijkse Polder	316	7	124	0,022	0,39		60	Noorder Legmeer polder		0,147		57	Bovenkerkerpolder		6,52				
59	Polder de Rondehoep	1262	6	22	0,005	0,02		8	Buitendijkse Oosterpolder		0,158		1	Zuider Legmeer polder		6,72				
60	Noorder Legmeer polder	1653	243	13098	0,147	7,92		15	Derde bedijking		0,168		60	Noorder Legmeer polder		7,92				
62	Broekzijdse Polder	315	46	2014	0,146	6,39		14	Buiten- Westerpolder		0,181		3	Uithoornsche Polder		9,63				
67	Polder Waardassacker en Holendrecht	599	14	845	0,023	1,41		33	Venser- en Grootduivendrechtse Polder		0,251		15	Derde bedijking		12,67				
68	Baambrugge Oostzijds	864	17	65	0,020	0,08		48	Polder de Nieuwe Bullewijk		0,290		33	Venser- en Grootduivendrechtse Polder		12,96				
72	Noorderpolder of Botshol	396	5	142	0,013	0,36		47	Zuid Bijlmer		0,618		46	Middelpolder onder Amstelveen		18,66				
73	Baambrugge Westzijds	630	9	268	0,014	0,43		46	Middelpolder onder Amstelveen		0,838		40	Bijlmer		21,05				
75	Polder Groot Wilnis - Vinkeveen	3891	31	1977	0,008	0,51		32	Diemerpolder		1,085		115	Binnendijksche buitenvelveldsche polder		27,83				
76	Polder Groot Mijdrecht	1985	26	2910	0,013	1,47		107	Watergraafsmeer polder		1,191		107	Watergraafsmeer polder		33,73				
78	Atekpolder	1	0	0	0,000	0,00		40	Bijlmer		1,287		47	Zuid Bijlmer		35,90				
107	Watergraafsmeer polder	581	692	19598	1,191	33,73		115	Binnendijksche buitenvelveldsche polder		1,552		32	Diemerpolder		36,01				
115	Binnendijksche buitenvelveldsche polder	554	860	15419	1,552	27,83		50	Klein Duivendrechtsepolder		2,122		50	Klein Duivendrechtsepolder		49,01				

Tabel 3.9 Schade van 2,4 miljoen m³ water in individuele polders in de Amstelboezem en daarop gebaseerde verhouding tussen schade , oppervlak en aantal getroffen inwoners.

Bron gegevens oppervlak en schade: Pilot de Ronde Hoep, HKV lijn in water, pagina 48



Figuur 3.14 Verkenning mogelijkheden Afvoer, gecombineerd van diversen bronnen met toevoeging iconen en identificatie mogelijke afvoerrichtingen

Boezemgrenzen in zwart. Boezem van groen tot rood, waarbij groen weinig hydraulische weerstand biedt en rood veel. Dit voor hydraulische obstakels gegeven door cirkels. Bron achtergrond: TOP25000. Bron boezemanalyse: Boezemsysteem Amstel, Gooi en Vecht, hydraulische analyse, Nelen & Schuurmans

In Figuur 3.14 zijn de negen mogelijk afvoerrichtingen gedefinieerd. Een realistische noodoplossing in de categorie afvoer is niet eenvoudig. Er zijn er hier drie gedefinieerd. Ten eerste bij nummer 9 is een sluis naar een ander boezemsysteem die in geval van nood gebruikt kan worden. De kans is echter groot dat de maatgevende situatie ook de buffer van

het aangrenzende systeem vult, waardoor dit minder realistisch wordt in veel gevallen. De capaciteit is ook beperkt. Het is in principe mogelijk dit in alle tijdsaspecten te realiseren. Er zijn geen investeringen nodig.

Optie twee is bij nummer 6 en 7 op de kaart. De maatgevende situatie geeft vooral een probleem achter in de boezem. Als hier een extra afvoermogelijkheid gecreëerd wordt, verlicht dat de ergste pijn. Voorgesteld wordt om hier een mobiele pomp voor noodgevallen te installeren. De capaciteit is echter zeer beperkt en het kan logistieke problemen geven in de gegeven noodituatie. Er zijn geringe investeringen nodig.

Optie drie is bij nummer 3 op de kaart. Deze optie probeert de wateropzet achter in het systeem te verminderen door de hydraulische weerstand te reduceren. Een extra watergang naar het gemaal wordt gecreëerd vanuit het Nieuwe Diep. Dit vergt significante investeringen vooraf en neigt sterk naar een structurele oplossing. De capaciteit van het aanvoerend kanaal is beperkt.

Alle drie bovengenoemde noodoplossingen zijn minder realistisch dan de regimes maalstop en inundatie. Optie één is te onzeker. Optie twee is te beperkt. Optie drie heeft een te kleine aanvoerende capaciteit en een te hoge investering als noodoplossing. Realistisch gezien kan een noodoplossing in het afvoerregeime alleen het wegbreken van een hydraulisch obstakel zijn. Als andere oplossingen interessant genoeg zijn, zouden ze in het normale beheer als structurele maatregelen opgenomen moeten worden.

Samenvatting reductie

Van alle drie de regimes hebben we nu de oplossingen “maalstop voor derde veiligheidsklasse polders” met als variabele de tijd en “inundatie van de Ronde Hoep” met als variabele de mate van fysieke ingreep. De afvoer opties zijn als noodoplossing niet realistisch.

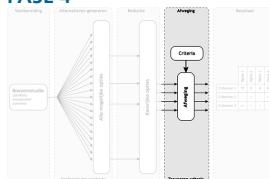
Samen met "niks doen" (van een willekeurige polder breekt de dijk) als nul alternatief resulteert dit in zeven oplossingen:

- Niks doen
 - Maalstop derde veiligheidsklasse polders in één keer
 - Maalstop derde veiligheidsklasse polders trapsgewijs
 - Maalstop derde veiligheidsklasse polders continu bestuurd
 - Inundatie de Ronde Hoep zonder beschermingsmaatregelen
 - Inundatie de Ronde Hoep met inlaatwerk
 - Inundatie de Ronde Hoep met inlaat werk en dijkkies rond de percelen

3.4

AFWEGING

FASE 4



In tegenstelling tot de ‘ideale’ afwegingscriteria uit paragraaf 2.2.4, wordt hier gebruik gemaakt van aangepaste criteria. In verband met vergelijkbaarheid met de oorspronkelijke afweging en de beschikbaarheid van de gegevens is gekozen voor het gebruiken van de originele criteria, aangevuld met “bewonersbegrip” en de categorie “robuustheid”. Indirecte kosten zijn komen te vervallen. Verlies van levens is hier niet van toepassing, evenals baten. Vertrouwen in de overheid en emotioneel verlies worden samengevat als het aantal getroffenen, wat een redelijke benadering lijkt. Bestuurlijke wil en bestaande wet- en regelgeving worden samengevat onder bestuurlijke, planologische en juridische effecten. Bij het gebruiken van deze criteria gaat dus weinig precisie verloren. Het enige belangrijke verschil is het vervallen van indirecte kosten.

Voor alle niet monetaire criteria geldt dat ze lastig zijn te kwantificeren. Daarom wordt hier gekozen om beschrijvend te beoordelen. Waar van toepassing wordt dit verduidelijkt in een waardering op een eenvoudige schaal, van dubbel min via nul naar dubbel plus.

Monetaire criteria zijn ook lastig uit te drukken als deze over de tijd verschillen. Hier wordt de netto contante waarde gebruikt met een discontovoet van 4% en een afschrijvingstijd van 50 jaar.

Tabel 3.10 'Ideale' criteria ten opzichte van gebruikte criteria

'Ideale' criteria	Gebruikte criteria
Effectiviteit (schademinimalisering) <ul style="list-style-type: none"> Monetaire kosten (Netto Contante Waarde) <ul style="list-style-type: none"> <i>Directe kosten</i> <i>Indirecte kosten</i> Niet monetaire kosten/Imponderabilia <ul style="list-style-type: none"> <i>Schade aan milieu</i> <i>Schade aan cultuur</i> <i>Verlies van levens</i> <i>Vertrouwen in overheid geschaad</i> <i>Emotioneel verlies</i> Baten 	Effectiviteit (schademinimalisering) <ul style="list-style-type: none"> Monetaire kosten (Netto Contante Waarde) <ul style="list-style-type: none"> <i>Directe kosten</i> Niet monetaire kosten/Imponderabilia <ul style="list-style-type: none"> <i>Schade aan milieu</i> <i>Schade aan cultuur</i> <i>Aantal getroffenen</i>
Uitvoerbaarheid <ul style="list-style-type: none"> Bewonersbegrip ("zeker verlies"-theorie) Bestaande wet- en regelgeving Bestuurlijke wil 	Uitvoerbaarheid <ul style="list-style-type: none"> Bewonersbegrip ("zeker verlies"-theorie) Bestuurlijke, planologische en juridische effecten
Robuustheid <ul style="list-style-type: none"> Flexibiliteit in grootte Flexibiliteit in tijd Flexibiliteit in plaats Afhankelijk van onzekere aannames 	Robuustheid <ul style="list-style-type: none"> Flexibiliteit in grootte Flexibiliteit in tijd Flexibiliteit in plaats Onafhankelijk van onzekere aannames

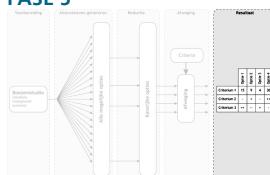
In onderstaande tabel is een afweging tussen de alternatieven gemaakt. Hier is uitgegaan van het scenario van 2,4 miljoen m³ in een dag. In de tabel komt niet naar voren dat alternatieven anders reageren op een kleinere calamiteit, dit behoort wel tot de mogelijkheden en is dus een zwakte van de hier gekozen presentatie. De maalstopalternatieven bijvoorbeeld reageren bij het meest extreme geval praktisch identiek, maar bij minder erge calamiteiten zal de getrapte variant beter resultaat moeten geven dan de variant waarbij alle polders in één keer een maalstop opgelegd krijgen.

Het nul alternatief is niet gescoord, omdat er geen zinnige antwoorden uitkomen.

3.5

RESULTAAT

FASE 5



Robuustheid en bewonersbegrip zijn toegevoegde criteria ten opzichte van het bestaande onderzoek. De flexibiliteit in grootte is positief voor de geregelde systemen en minder voor de oplossingen die één beslimsmoment kennen. Oplossingen die een grotere fysieke investering vergen zijn minder flexibel in de tijd en in plaats. De continu bestuurde maalstop is afhankelijker van onzekere aannames, zoals voorspelde waterpeilen. Bewonersbegrip lijkt tegenstrijdig met het aantal getroffenen. De afkeer van een ervaren zeker verlies bij de bewoners van een calamiteitenpolder is echter belangrijker beoordeeld om andere opties aantrekkelijker te vinden. Het scoren is gedaan voorafgaand aan de interviews.

Tabel 3.11 Afweging alternatieven

bron effectiviteit: Pilot de Ronde Hoep, HKV lijn in water

Afweging alternatieven								
	<i>Eenheid</i>	Niks doen	Maalstop in één keer	Maalstop trapsgewijs	Maalstop continu bestuurd	Inundatie zonder bescherming	Inundatie met inlaatwerk	Inundatie met inlaat en bescherming
Effectiviteit (schademinimalisering)								
Monetaire kosten (Netto Contante Waarde)								
<i>Inrichting en evacuatie</i>	mln. €	0	0	0	0,5	2,6	8,6	
<i>Overstromingsschade</i>	mln. €	30	15	15	15	3,2	1,3	1,1
<i>Totale kosten (afgerond)</i>	mln. €	30	15	15	15	4	4	10
Niet monetaire kosten/Imponderabilia								
<i>Schade aan milieu</i>	--/++	-	-/0	-/0	-/0	-	-	0
<i>Schade aan cultuur</i>	--/++	-/0	-/0	-/0	-/0	-/0	-/0	-/0
<i>Aantal getroffenen</i>	[.]	4400	2600	2600	2600	100	20	0
Robuustheid								
Flexibiliteit in grootte	--/++	0	+	++	-	++	++	
Flexibiliteit in tijd	--/++	++	++	+	++	-	-	
Flexibiliteit in plaats	--/++	+	+	+	+	-	-	
Onafhankelijk van onzekere aannames	--/++	0/+	0	-	0	0	0	
Uitvoerbaarheid								
Bewonersbegrip ("zeker verlies"-theorie)	--/++	0	0	0	0/-	-/-	--	
Bestuurlijke , planologische en juridische effecten	-/+	0	0	0	-	-	-	

HOOFDSTUK

4 Controle en discussie

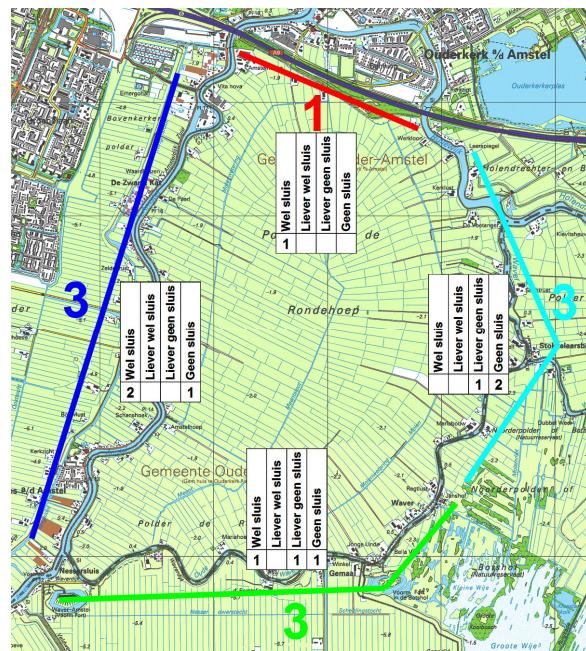
In dit hoofdstuk zal gecontroleerd worden of de aannames die gedaan zijn over de voorkeuren van de bewoners terecht zijn door middel van een telefonische enquête. Ook wordt de meerwaarde van de gepresenteerde methode getest door interviews met mensen van waterschappen. Verder zal het resultaat bediscussieerd worden.

4.1

CONTROLE BEWONERSBEGRIJP

Een telefonische enquête onder tien huishoudens, willekeurig gekozen, maar geografisch verdeeld (zie Figuur 4.15), bestond minstens uit de drie vragen in Tabel 4.12. Zorg is besteed dat het idee van drempelwerking door de hogere kosten van de afwezigheid van dijkjes en/of een inlaatwerk een geloof is en geen bewezen werkelijkheid. Dezelfde zorg is besteed aan het duidelijk maken wat het risico is van het niet hebben van een inlaatwerk en/of een dijkje. De gesprekken varieerden van vijf minuten tot ruim een half uur.

Figuur 4.15 Verdeling en uitslag telefonische enquête onder tien huishoudens



Uit de eerste vraag blijkt dat iedereen goed bekend is met de plannen. Ook uit de lengte van de gesprekken en de aangedragen alternatieven bleek dat het onderwerp leeft in de polder. Uit de tweede vraag blijkt dat de weerstand tegen de dijkjes om de huispercelen erg groot is. Het aangedragen geloof in drempelwerking werd zeker niet volledig bevestigd. De meest gehoorde reden is verlies aan uitzicht en verlies van het karakter van de polder. Oftewel,

men probeert inderdaad een zeker verlies te vermijden en neemt daarvoor een groter risico, maar een ander verlies dan geanticipeerd.

Uit de derde vraag blijkt de mening over het inlaatwerk ongeveer gelijk verdeeld, gezien de kleine steekproef. De weerstand tegen de dijkjes was verwacht en niemand was dan ook voor. Het derde punt voldoet ook redelijk aan de verwachtingen, hoewel wellicht is het resultaat iets positiever dan verwacht. Bij elkaar lijkt het sterk overeen te komen met de verwachting. Het antwoord op de derde vraag geeft wel aan dat men niet zomaar "tegen alles" is.

De bewoners zelf waren nog benieuwd of er een geografische verdeling in de antwoorden te vinden is, aangezien de polder licht helt naar het zuidoosten en de verwachte waterdieptes daar het grootst zijn. Dit is echter niet overduidelijk aanwezig.

Een belangrijk discussiepunt naar aanleiding van deze gesprekken is of deze uitslag gelijk zou zijn bij een geheel nieuw project of proces. Uit de telefoongesprekken valt een hoop onvrede op te maken. Het is de vraag of en in hoeverre dit de uitkomst gekleurd heeft. Hier is tegenin te brengen dat het antwoord op vraag drie wellicht positiever is dan verwacht. Er is met deze enquête en case study in ieder geval nog lang niet bewezen dat de "prospect theory" toegepast kan worden in vergelijkbare situaties, maar het geeft wel een interessante uitkomst.

Tabel 4.12 Overzicht bewonersenquête de Ronde Hoep

Bewonersenquete de Ronde Hoep		
Vraag 1	Vraag 2	Vraag 3
<i>Bent u bekend met de plannen om polder de Ronde Hoep in geval van nood als calamiteitenberging te gebruiken Nr. i.e. onder water te zetten?</i>	<i>Als polder de Ronde Hoep aangewezen wordt als calamiteitenberging, heeft u dan liever een dijkje om uw huis om het te beschermen of neemt u liever een groter risico in het geloof dat de drempel voor gebruik daarmee hoger wordt?</i>	<i>Als polder de Ronde Hoep aangewezen wordt voor calamiteitenberging, heeft u dan liever dat er een inlaatsluis aangelegd wordt, zodat de hoeveelheid ingelaten water gecontroleerd kan worden of juist niet zodat de dijk doorgebroken moet worden en daarmee de drempel voor gebruik hoger is, maar het risico op een voor u hogere schade?</i>
1 Goed bekend	Tegen dijkjes	Tegen sluis
2 Goed bekend	Tegen dijkjes	Tegen sluis
3 Goed bekend	Tegen dijkjes	Tegen sluis
4 Goed bekend	Tegen dijkjes	Tegen sluis
5 Goed bekend	Tegen dijkjes	Voor sluis
6 Goed bekend	Tegen dijkjes	Voor sluis
7 Goed bekend	Tegen dijkjes	Voor sluis
8 Goed bekend	Tegen dijkjes	Voor sluis
9 Goed bekend	Liever geen dijkjes	Liever geen sluis
10 Goed bekend	Liever geen dijkjes	Voor sluis

4.2

CONTROLE METHODE

Op basis van vier gesprekken met boezemexperts bij enkele waterschappen in West Nederland en een gesprek met een senior waterexpert bij ARCADIS is de voorgestelde methode geëvalueerd.

Op dit moment lijkt de aanpak van noodoplossingen voor boezemsystemen niet te spelen bij andere waterschappen. Deze hebben over het algemeen of een inundatie van een polder zonder bescherming of een maalstop als calamiteitenoplossing. Meestal is er geen structureel plan voor een "erger dan de norm" situatie, maar wel een hoogwaterplan. Hierin

staat vooral de hiërarchie in nood gevallen beschreven. Bij andere waterschappen dan Amstel, Gooi en Vecht varieert de mening over hoe een noodoplossing ingericht moet worden en in hoeverre structurele of fysieke maatregelen hiervoor wenselijk zijn. Het strikte onderscheid dat in deze studie gemaakt wordt, is in ieder geval goeddeels afwezig.

Zover terug te vinden kwam ook het initiatief voor de plannen voor calamiteitenberging in de Ronde Hoep van de provincie Noord-Holland en niet van waterschap Amstel, Gooi en Vecht. Dit kan vreemd zijn als het waterschap of zelfs de boezem in drie provincies ligt.

Provincies zijn verantwoordelijk voor noodoplossingen, maar de watersystemen en bijbehorende waterschappen kunnen over meerdere provincies verspreid liggen, zoals in de case study. De betrokkenen zeggen dat er goede relaties zijn tussen provincies onderling en tussen diverse provincies en de waterschappen, maar voor een goede afweging van noodoplossingen is dit niet ideaal.

Verder valt op dat de meningen van de verschillende experts sterk uiteenlopen op praktisch alle aspecten van de hier besproken methode voor een noodoplossing. Gedeeltelijk ligt dit aan de uiteenlopende manier van interviewen, zowel in persoon als over de telefoon.

Gedeeltelijk kan het liggen aan de instelling over vernieuwende ideeën voor een probleem dat niet als probleem ervaren wordt.

De morfologische methode wordt alles bij elkaar gezien als aardig, maar niet uniek en niet de extra moeite waard. Het toevoegen van robuustheid werd beter geaccepteerd. Vooral de notie dat er op langere termijn nagedacht moet worden en daarmee andere processen belangrijk worden. De nadruk op robuustheid wordt te groot gevonden en andere bezwaren voor de lange termijn, zoals het opzetten van een transparant systeem zonder onderdelen die naar vijftig jaar niet meer op hun bedoelde plaats liggen, werden belangrijker gevonden door een enkeling.

Commercieel gezien is de gehele methode niet uniek genoeg om meer dan één keer aan te bieden aan opdrachtgevers, aangezien het eenvoudig te kopiëren is.

4.3

DISCUSSIE

Morfologische methode

Het genereren van alternatieven met behulp van een morfologische methode en de poging dit zo zorgvuldig mogelijk te doen heeft geresulteerd in praktisch dezelfde alternatieven als in de originele studie. Het alternatief "maalstop" is verder uitgesplitst in meerdere varianten, maar de andere alternatieven zijn gelijk. Hier kunnen drie verklaringen voor zijn. Ten eerste kan dit kan toeval zijn in dit specifieke geval. De positieve uitleg is dat de gebruikte methode een hulpmiddel is, dat gelijke resultaten levert als ervaring. Hiermee kan deze methode als onderbouwing dienen voor betrokken instanties en personen dat alle kansrijke alternatieven zijn meegenomen. Hierdoor biedt het een toevoeging aan de bestaande methode die gebaseerd is op ervaring. Een minder positieve verklaring is dat bij een bestaand probleem naar de bestaande oplossingen geredeneerd wordt. Bij het reduceren van het aantal alternatieven komt uiteindelijk toch een subjectieve beoordeling kijken. Geconcludeerd wordt dat het resultaat hier bevredigend is, maar niet revolutionair noch perfect.

Criteria

De invloed van het definiëren van een set criteria om vervolgens een andere set te gebruiken wordt als verwaarloosbaar beoordeeld. De afwezige criteria waren of niet van toepassing of

vergelijkbaar danwel samengevat. Alleen indirecte kosten waren echt afwezig. Dit is een gemis, hoewel indirecte kosten erg lastig te beoordelen zijn.

Het toevoegen van robuustheid en bewonersbegrip maakt de lijst criteria wellicht nog niet compleet of juist nodeloos lang.

Bewonersbegrip is belangrijk voor de uitvoerbaarheid van met name fysieke projecten. Daarom is het van belang, in ieder geval voor de calamiteitenberging in de Ronde Hoep. Wel kan afgevraagd worden wat de voorspelbaarheid is bij het gebruik van de “prospect theory” en wat gedaan kan worden als de verwachte weerstand hoog is. Het gedrag van de bewoners lijkt goed overeen te komen. Ze staan iets positiever tegenover een inlaatwerk dan verwacht. De score in de conclusie is navenant aangepast.

De toevoeging van robuustheid is vooral bij noodoplossingen van belang, omdat het gaat om situaties of scenario’s buiten de norm of het systeem, dus per definitie anders dan waarop gerekend is. Robuustere oplossingen werken simpelweg beter of vaker in dit geval. Geconcludeerd wordt dat in dit specifieke geval robuustheid een nuttig criterium is. Bij “normale” (niet noodoplossingen) afwegingen is het wellicht nuttiger om robuustheid of flexibiliteit als onderdeel te zien van de effectiviteit.

Bij experts varieert de mening sterk of het toevoegen van robuustheid als criterium bij een noodoplossing zinvol is. Voor bewonersbegrip en de manier waarop dat hier is aangepakt geldt eigenlijk hetzelfde.

Scoren

Het beoordelen van alternatieven is altijd enigszins arbitrair. Hier is gekozen om een deel over te nemen van de originele afweging. Dit zorgt ervoor dat in ieder geval geen nieuwe voorkeur ontstaat. De nieuwe beoordelingen zijn naar eer en geweten gescoord en de kans wordt klein geacht dat hier een verborgen voorkeur in zit. Aangezien geen uitspraak gedaan wordt welk alternatief de voorkeur geniet, is de kans hierop ook kleiner. De afweging tussen de verschillende criteria wordt aan anderen overgelaten.

Afweging

Bij de afweging kan geconcludeerd worden dat de toegevoegde criteria meerwaarde hebben bij het beoordelen van de alternatieven. Er is wel degelijk extra verschil tussen de verschillende alternatieven door deze criteria. De gekozen variant scoort negatief op bewonersbegrip en negatief op flexibiliteit in tijd en plaats. Wel is deze variant positief in flexibiliteit in grootte en redelijk onafhankelijk van onzekere aannames. Als geheel scoort dit alternatief minder gunstig op robuustheid dan andere alternatieven, zoals een trapsgewijze maalstop. De toevoeging van deze criteria levert dus extra informatie op ten opzichte van de gehanteerde criteria bij de oorspronkelijke afweging.

HOOFDSTUK

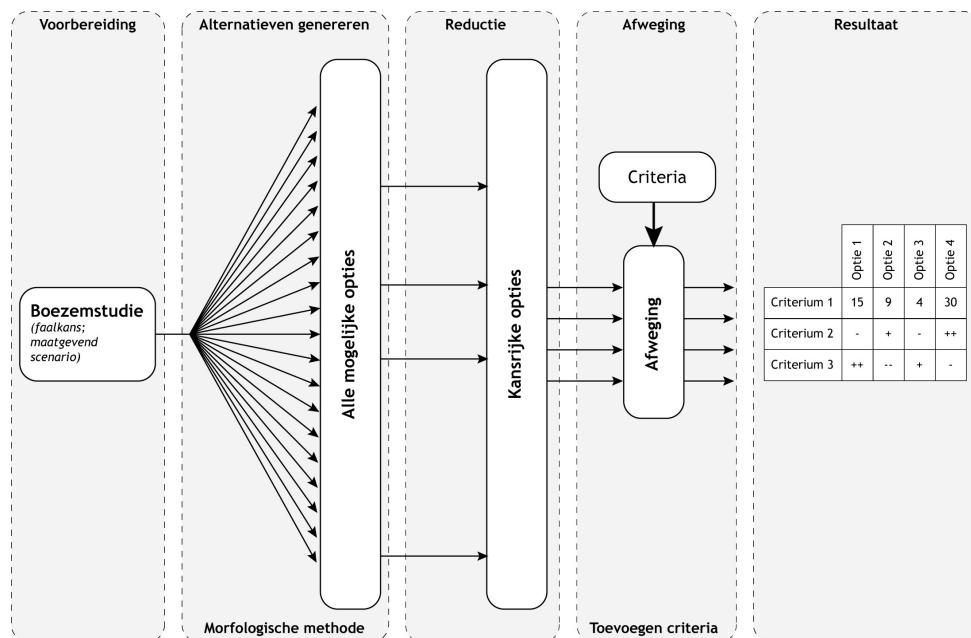
5 Conclusies en aanbevelingen

5.1

CONCLUSIES

De methode als geheel lijkt een coherent geheel te zijn, hoewel er nog veel haken en ogen zijn.

Figuur 5.16 Stroomschema methode



Het morfologisch overzicht, dat gebruikt is om alternatieven te genereren, werkt, maar is wellicht niet de meest efficiënte methode om tot alternatieven te komen.

Tabel 5.13 Morfologisch overzicht noodoplossingen boezemsystemen

Morfologisch overzicht noodoplossingen boezemsystemen			
Regime [vorm van oplossing]	Tijd [mate van variatie in aantal beslismomenten]	Fysiek [mate waarin de oplossing een fysieke aanpassing beheert]	Ruimte [ruimtelijke mogelijkheden voor oplossing]
Vasthouden	Eén beslismoment	Geen fysieke aanpassingen	
Bergen	Meerdere beslismomenten	Zeer beperkte fysieke aanpassingen	
Afvoeren	Continu aanpassen	Beperkte fysieke aanpassingen	

Het toevoegen van robuustheid als criterium lijkt in het geval van noodoplossingen een nuttig hulpmiddel. Het geeft extra informatie en differentieert tussen oplossingen.

Bewonersbegrip volgens de "prospect theory" lijkt te werken in dit geval, maar het is de vraag of de theorie goed kan voorspellen bij een nieuwe case. Het lijkt wel nuttig om met bewonersbegrip rekening te houden.

Tabel 5.14 'Ideale' criteria bij beoordelen noodoplossingen voor boezemsystemen

Criteria
Effectiviteit (schademinimalisering)
Monetaire kosten (Netto Contante Waarde)
<i>Directe kosten</i>
<i>Indirecte kosten</i>
Niet monetaire kosten/Imponderabilia
<i>Schade aan milieu</i>
<i>Schade aan cultuur</i>
<i>Verlies van levens</i>
<i>Vertrouwen in overheid geschaad</i>
<i>Emotioneel verlies</i>
Baten
Uitvoerbaarheid
Bewonersbegrip ("zeker verlies"-theorie)
Bestaande wet- en regelgeving
Bestuurlijke wil
Robuustheid
Flexibiliteit in grootte
Flexibiliteit in tijd
Flexibiliteit in plaats
Afhankelijk van onzekere aannames

Het resultaat van de afweging is in onderstaande tabel te vinden. De score voor inundatie met en zonder sluis is aangepast naar dezelfde score van licht negatief op basis van de gehouden enquête. De conclusie over één beste optie wordt aan anderen overgelaten.

**Tabel 5.15 Met
bewonersenquête
gecorrigeerd resultaat**

Afweging alternatieven								
	<i>Eenheid</i>	Niks doen	Maalstop in één keer	Maalstop trapsgewijs	Maalstop continu bestuurd	Inundatie zonder bescherming	Inundatie met inlaatwerk	Inundatie met inlaat en bescherming
Effectiviteit (schademinimalisering)								
Monetaire kosten (Netto Contante Waarde)								
Inrichting en evacuatie	mln. €	0	0	0	0	0,5	2,6	8,6
Overstromingsschade	mln. €	30	15	15	15	3,2	1,3	1,1
Totale kosten (afgerond)	mln. €	30	15	15	15	4	4	10
Niet monetaire kosten/Imponderabilia								
Schade aan milieu	--/++	-	-/0	-/0	-/0	-	-	0
Schade aan cultuur	--/++	-/0	-/0	-/0	-/0	-/0	-/0	-/0
Aantal getroffenen	[.]	4400	2600	2600	2600	100	20	0
Robuustheid								
Flexibiliteit in grootte	--/++	0	+	++	-	++	++	++
Flexibiliteit in tijd	--/++	++	++	+	++	-	-	-
Flexibiliteit in plaats	--/++	+	+	+	+	-	-	-
Onafhankelijk van onzekere aannames	--/++	0/+	0	-	0	0	0	0
Uitvoerbaarheid								
Bewonersbegrip ("zeker verlies"-theorie)	--/++	0	0	0	-	-	--	--
Bestuurlijke, planologische en juridische effecten	-/+	0	0	0	-	-	-	-

5.2

AANBEVELINGEN

De aanbevelingen gaan niet specifiek op de case study in.

Ten eerste wordt aanbevolen om verder te onderzoeken of bewonersbegrip te voorspellen is bij watergerelateerde problemen aan de hand van de "prospect theory". Nu kan achteraf vastgesteld worden dat het overeenkomt, maar voorspellen zal lastiger zijn.

Ten tweede wordt aanbevolen om "robuustheid" als criterium mee te nemen bij het beoordelen van noodoplossingen voor boezemsystemen.

Ten derde wordt aanbevolen om in de waterschapswereld een discussie te beginnen over noodoplossingen voor boezems. Na de werknormen voor boezems, kan het mogelijk zijn om ook voor situaties erger dan deze normen overeenstemming te bereiken. Wellicht komt uit deze discussie of uit onderzoek dat de verschillen te groot zijn of de huidige situatie toereikend is, maar op dit moment lijkt er geen overeenstemming te bestaan over een beste aanpak of een gedeelde visie op het probleem.

BIJLAGE 1

Bijlage risicoperceptie

Het voorspellen van de weerstand onder bewoners voor een bepaalde oplossing kan op diverse manieren. Omdat in dit geval alleen interesse is in het verschil in weerstand tussen oplossingen en niet zo zeer in het omgaan met die weerstand, wordt hier gekozen voor de economische speltheorieën. De naam speltheorie is alleen wat misleidend, aangezien deze theorieën gaan over het afwegen van beslissingen in een economische context. De sociologische theorieën, NIMBY (Not In My Back Yard) en aanverwanten (hoewel NIMBY nooit een theorie is geweest wordt het wel veel aangehaald), over weerstand bij bewoners bestuderen vooral hoe deze weerstand georganiseerd wordt en hoe hier mee om te gaan als plannende instantie. De reden voor verschil in weerstand tussen oplossingen is minder prominent aanwezig, buiten de globale gedragspatronen en procesmatige factoren.

Verder bestaat deze bijlage uit een samenvatting van de “prospect theory” van Tversky en Kahneman (1979, 1981 en 1991) die zegt dat keuzes niet rationeel zijn en ter contrast kort de natuurlijke tegenhanger, de “utility theory” van Von Neuman en Morgenstern (1944), die uitgaat van een rationeel onderbouwde keuze om het doel te behalen wat het doel ook moge zijn.

De “prospect theory” is dus het model dat gebruikt wordt voor het voorspellen van het gedrag van de bewoners en de “utility theory” staat hier model voor de rationeel onderbouwde werkwijze van een technicus.

5.3

UTILITY THEORY

De “utility theory” heeft in originele vorm geen samenvatting en is met ruim 600 pagina's voor de functie als tegenhanger en niet daadwerkelijk onderwerp te omvangrijk om samen te vatten. Daarom hieronder de samenvatting van de encyclopedie Britannica.

“Von Neumann and Morgenstern understood this distinction; to accommodate all players, whatever their goals, they constructed a theory of utility. They began by listing certain axioms that they thought all rational decision makers would follow (for example, if a person likes tea better than coffee, and coffee better than milk, then that person should like tea better than milk). They then proved that it was possible to define a utility function for such decision makers that would reflect their preferences. In essence, a utility function assigns a number to each player's alternatives to convey their relative attractiveness. Maximizing someone's expected utility automatically determines a player's most preferred option. In recent years, however, some doubt has been raised about whether people actually behave in accordance with these axioms, and alternative axioms have been proposed.”

5.4

PROSPECT THEORY

De geobserveerde risicoperceptie lijkt overeen te komen met de “prospect theory”. Dit is een keuzemodel dat niet-rationele mechanismen beschrijft. Deze kan samengevat worden in vijf onderdelen.

Ten eerste stelt de “prospect theory” dat de acceptatie van gelijke beloning niet gelijk is, afhankelijk van de context. Dit wordt duidelijk uit het volgende voorbeeld. N is het aantal ondervraagden.

Voorbeeld 1 [N=93]: Stel je voor dat je van plan bent een jasje te kopen voor \$125, en een rekenmachine voor \$15. De verkoper van de rekenmachine vertelt dat deze rekenmachine bij een ander filiaal in de aanbieding is voor \$10 op 20 minuten rijden. Zou jij naar het andere filiaal rijden? [68% zei ja]

Voorbeeld 2 [N=88]: Stel je voor dat je van plan bent een jasje te kopen voor \$15, en een rekenmachine voor \$125. De verkoper van de rekenmachine vertelt dat deze rekenmachine bij een ander filiaal in de aanbieding is voor \$120 op 20 minuten rijden. Zou jij naar het andere filiaal rijden? [29% zei ja]

Oftewel een korting van \$5 heeft een groter effect bij een aankoop van \$15 dan bij \$125, terwijl het totaal uitgegeven bedrag, \$135 of \$140, identiek was.

Ten tweede stelt de “prospect theory” dat verlies sneller negatiever wordt ervaren dan eenzelfde bedrag positief. De verhouding tussen de ervaren waarde en de reële waarde wordt bij winst reëller dan bij verlies.

Ten derde stelt de “prospect theory” dat een zekerheidseffect ontstaat resulterend in een risicovernijding bij zekere winst en risico zoeken bij zeker verlies. Dit is deels een gevolg van het tweede gestelde. Met een kleinere winst is men al tevreden, terwijl een zeker verlies zo veel mogelijk geprobeerd wordt te voorkomen, ook bij grotere risico's.

Voorbeeld 3 [N=150]: Stel je voor dat je de volgende twee opeenvolgende beslissingen moet nemen. Bekijk eerst beide beslissingen, en beslis dan waar je voorkeur ligt.

Beslissing I. Kies tussen:

- | | |
|---|-------|
| A. een zekere winst van \$240 | [84%] |
| B. 25% kans om \$1000 te winnen en 75% kans om niks te winnen | [16%] |

Beslissing II. Kies tussen:

- | | |
|---|-------|
| C. een zeker verlies van \$750 | [13%] |
| D. 75% kans om \$1000 te verliezen en 25% kans om niks te verliezen | [87%] |

Hieruit kan geconcludeerd worden dat men tevreden is met een zekere winst, hoewel de verwachte waarde van B hoger is. Een zeker verlies wordt echter geprobeerd te voorkomen.

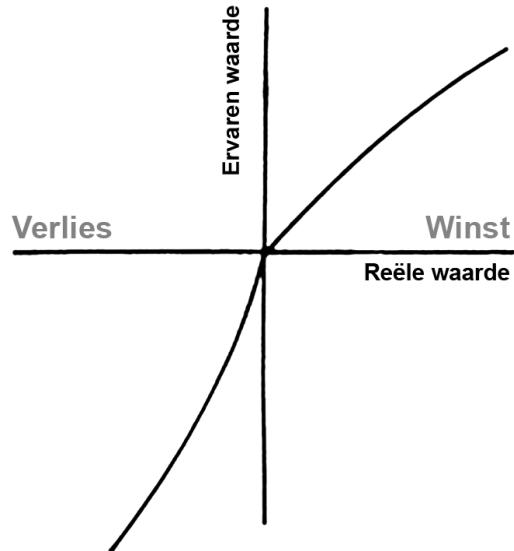
Er werd een combinatie van antwoorden gevraagd. A-D was de meest voorkomende met combinatie met 73%, terwijl B-C de minst voorkomende was met 3%. Als deze echter tegenover elkaar gezet worden in één probleem is het resultaat heel anders.

Voorbeeld 4 [N=86]: Kies tussen:

- | | |
|--|--------|
| A-D. 25% kans om \$240 te winnen en 75% kans om \$760 te verliezen | [0%] |
| B-C. 25% kans om \$250 te winnen en 75% kans om \$750 te verliezen | [100%] |

In dit geval had geen van de ondervraagden moeite om de meest gunstige optie te kiezen, in tegenstelling tot de antwoorden van voorbeeld 3.

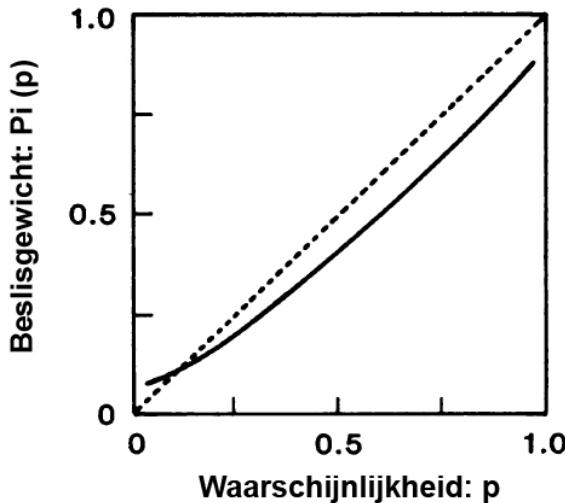
Hypothetische waardefunctie



In bovenstaande grafiek is dit grafisch uitgedrukt. Verticaal staat de ervaren waarden en horizontaal staat reële waarde. De S-vorm komt doordat, zoals als eerste gesteld, een gelijke winst bij een lagere reële waarde hoger gewaardeerd wordt dan bij een hogere reële waarde. Dit is terug te vinden in voorbeeld 1. De knik komt voor uit het tweede gestelde. Verlies wordt negatiever ervaren ten opzichte van de reële waarde dan winst.

Ten vierde vervormt de keuze bij extremen. Een afwegingsfunctie is de kans maal een beslisgewicht. Dit beslisgewicht is afhankelijk van de waarschijnlijkheid en is meestal lager dan deze waarschijnlijkheid, behalve bij lage waarschijnlijkheden.

Hypothetische afwegingsfunctie



In bovenstaande grafiek is dit grafisch uitgedrukt. De stippellijn geeft de theoretisch correcte beslisgewichten bij de diversen waarschijnlijkheden, zoals verwacht in de "utility theory". Het blijkt dat de werkelijke beslisgewichtenlijn structureel lager ligt, dus dat waarschijnlijkheid wordt onderschat. Alleen voor lage waarschijnlijkheden wordt deze juist overschat. Dit zou de populariteit van zowel verzekeringen als gokken kunnen verklaren.

Ten vijfde is het nul- of referentiepunt of de perceptie daarvan van belang. In de grafiek "Hypothetische waardefunctie" is een duidelijke knik rond het nulpunt te zien. Het blijkt echter dat dit nul- of referentiepunt in de perceptie van de beslisser niet vast is.

Voorbeeld 5 [N=183]: Stel je voor dat je hebt besloten dat je naar een voorstelling wilt en de toegangsPrijs bedraagt \$10. Bij het binnengaan van het theater blijkt dat je een \$10 biljet bent verloren. Zou je alsnog \$10 betalen voor de voorstelling? [88% zei ja]

Voorbeeld 6 [N=200]: Stel je voor dat je hebt besloten dat je naar een voorstelling wilt en je hebt een toegangsPrijs voor \$10 gekocht. Bij het binnengaan van het theater blijkt dat je het toegangsbewijs bent verloren. Er waren geen aangewezen plekken en het toegangsbewijs kan niet herdrukt worden. Zou je nog een toegangsbewijs kopen voor \$10? [46% zei ja]

Hieruit blijkt dat de perceptie van het referentiepunt anders is door het verleden, ondanks dat in beide gevallen iets van \$10 waarde was verloren en de keus dus in principe identiek was.

Ten vijfde is het van belang of iets als winst of als verlies wordt voorgesteld. Door de verschillende reacties op winst en verlies ten opzichte van de reële waarde kan het antwoord gestuurd worden.

Voorbeeld 7 [N=152]: Stel je voor dat de V.S. zich voorbereiden op een epidemie van een nieuwe Aziatische ziekte, waarvan de verwachting is dat 600 mensen

zullen overlijden. Twee alternatieve programma's voor bestrijding zijn voorgesteld. Neem aan dat de wetenschappelijke schattingen exact het volgende zijn:

- A. Als programma A wordt uitgevoerd, zullen 200 mensen worden gered.
- B. Als programma B wordt uitgevoerd, is er een $1/3^{\text{e}}$ kans dat 600 mensen gered worden en een $2/3^{\text{e}}$ kans dat niemand gered wordt. [28%]

Voorbeeld 8 [N=155]: Stel je voor dat de V.S. zich voorbereiden op een epidemie van een nieuwe Aziatische ziekte, waarvan de verwachting is dat 600 mensen zullen overlijden. Twee alternatieve programma's voor bestrijding zijn voorgesteld.

Neem aan dat de wetenschappelijke schattingen exact het volgende zijn:

- A. Als programma C wordt uitgevoerd, zullen 400 mensen overlijden. [22%]
- B. Als programma D wordt uitgevoerd, is er een $1/3^{\text{e}}$ kans dat niemand overlijdt en een $2/3^{\text{e}}$ kans dat 600 mensen overlijden. [78%]

Hieruit blijkt dat afhankelijk van de vraagstelling exact het omgekeerde antwoord verkregen kan worden, ondanks dat de vragen in de kern identiek zijn.

Op dit moment voldoen de mondige bewoners van het case study gebied goed aan bovenstaande theorie. Met name de aversie van een zeker verlies nemen in weervil van een kans op grotere schade is van toepassing. Het huidige plan wordt nu gezien als een zeker verlies, doordat de waarde van bezittingen verminderd en er gelooft wordt dat mits gerealiseerd, deze voorziening ook gebruikt gaat worden. Rationeel gezien is de schade bij het ongecontroleerd inunderen groter voor de bewoners.

Op basis van de theorie is het mogelijk om het bewonersbegrip voor andere opties te voorspellen. Of deze voorspellingen correct zijn is dan de volgend vraag.

Literatuur

- Kahneman, D. & A. Tversky, Prospect Theory: An Analysis of Decision Under Risk, 1979
- Kahneman, D. & A. Tversky, The framing of decisions and the psychology of choice, 1981
- Kahneman, D. & A. Tversky, Loss Aversion in Riskless Choice - A Reference-Dependent Model, 1991
- Neumann, J. von & O. Morgenstern, Theory of Games and Economic Behavior, 1944
(Britannica abstract)

Literatuurlijst

Algemeen:

- Commissie Waterbeheer 21^e eeuw, *Waterbeleid voor de 21^e eeuw*, 2000
 Diversen, *De bosatlas van Nederland*, 2007
 Geuze, Jannink en Dorsman en Van der Ham, *Eerste systematische Polderkaart van Nederland*, 2004-2005, bijlage bij Polders! Gedicht Nederland
 Hoes, *Aanpak wateroverlast in polders op basis van risicobeheer*, 2006
 Rijkswaterstaat, *Dubbele berging: mogelijk, gewenst?*, 2004
 Rijkswaterstaat, *Praktijkervaringen met waterberging in natuur(ontwikkelings)gebieden*, Hoofdrapport pilotprogramma waterberging en natuur, 2008
 Stowa, *Waterberging op landbouwgronden*, 2003
 Ven, van de, *Leefbaar laagland, geschiedenis van de waterbeheersing en landaanwinning in Nederland*, 2003
 Zwicky 1966, 1969 of nl.wikipedia.org/wiki/morfologisch_overzicht

Polder de Ronde Hoep en Amstel, Gooi en Vecht

- Amstel, Gooi en Vecht, *Crisisbeheersingsplan Hoogheemraadschap Amstel, Gooi en Vecht & Stichting Waternet*, 2008
 Amstel, Gooi en Vecht, *Waterbeheerplan AGV 2006-2009*, 2006
 Arcadis, *Calamiteitenberging de Ronde Hoep Globaal ontwerp*, 2006
 Dijk, van Erik, *Zeespiegelstijging dramatisch voor Noord-Hollandse boezem*, H20, 2008
 HKV lijn in water, *Pilot de Ronde Hoep*, 2005
 HKV, *Effecten van de inzet van de Ouderkerkerplas en Peilgebied Zuid als aanvulling op, of alternatief voor calamiteitenberging in de Ronde Hoep, Vervolgstudie op "Pilot De Ronde Hoep" en "Mogelijkheden calamiteitenberging gebied Ouderkerkerplas"*, 2006
 HKV, *Mogelijkheden calamiteitenberging gebied Ouderkerkerplas, Vervolgstudie op "Pilot De Ronde Hoep"*, 2005
 Hogezand, Hoes, Strijker, *Werknormen voor regionale wateroverlast worden duur betaald!*, 2004, H20
 Nelen & Schuurman, *Onderbouwing wateropgave beheersgebied Amstel, Gooi en Vecht ten behoeve van streekplanherziening Noord-Holland Zuid*, 2005
 Nelen & Schuurmans, *Boezemsysteem Amstel, Gooi en Vecht, hydraulische analyse*, 2006
 Onderzoekscommissie Water en Bodemdaling Groot-Mijdrecht Noord, *Water en Bodemdaling in Groot-Mijdrecht*, 2007
 Provincie Noord-Holland, *Bewust omgaan met water, Provinciaal Waterplan Noord-Holland 2006-2010*, 2006
 Provincie Noord-Holland, *Evenwichtig omgaan met water, Een Noord-Hollands kader voor WB21*, 2004
 Provincie Noord-Holland, *Structuurvisie Noord-Holland 2040*, 2009
 Provincie Noord-Holland, *Waterplan 2010-2015 Provincie Noord-Holland, Beschermen, Benutten, Beleven en Beheren*, 2008
 Provincie Utrecht, *Waterhuishoudingsplan 3 2005 – 2010*, 2004
 Rijkswaterstaat, *Systeem- en Procesbeschrijving Noordzeekanaal, een kennisinventarisatie*, 2001

Sikma, Lodewijk, *Amstelboezem, een echt afvoersysteem*, H20, 2006
 Waternet, *Verslag pilot Ronde Hoep informatieavond bewoners*, 2006
 WL Delft Hydraulics, *Toetsing kruinhoogten boezemkaden binnen dijkring 14 en 44, deelrapport Amstel Gooi en Vecht*, 2004

Klimaatverandering, extremenstatistiek, fysieke randvoorwaarden:

Alterra, *Scenario's voor land- en tuinbouw en natuur, vooruitzichten voor 2030 met een doorkijk naar de rest van de 21^{ste} eeuw*, 2000
 Buishand en Wijngaard, *Statistiek van extreme neerslag voor korte neerslagduren*, 2007
 Buishand, Jilderda en Wijngaard, *Regionale verschillen in extreme neerslag*, 2009
 Deltacommissie, *Samen werken met water, Een land dat leeft, bouwt aan zijn toekomst Bevindingen van de Deltacommissie 2008*, 2008
 Dessai, Hulme, *Does climate adaptation policy need probabilities?*, 2003
 Diversen, *De staat van het klimaat 2008*, 2008
 Diversen, *Het IPCC-rapport en de betekenis voor Nederland 2007*, 2007
 HKV, Royal Haskoning, TU Delft, *Toekomst voor het Nederlandse polderconcept Technische en financiële houdbaarheid*, 2008
 KNMI, *Climate scenarios for impact studies in the Netherlands*, 2001
 KNMI, *De toestand van het klimaat in Nederland*, 2008
 KNMI, *Klimaatverandering in Nederland, Aanvullingen op de KNMI'06 klimaatscenario's*, 2009
 KNMI, *Onderzoek naar bovengrensscenario's voor klimaatverandering voor overstromingsbescherming van Nederland*, 2008
 KNMI, *Weer en water in de 21e eeuw, Een samenvatting van het derde ipcc klimaatrapport voor het Nederlandse waterbeheer*, 2007
 Rijkswaterstaat, *Hoogwaterbescherming langs de Rijntakken, Onzekerheden en omgaan met onzekerheden*, 2001
 Rijkswaterstaat, *Nederland in Zicht, Water en ruimtelijke ontwikkeling in Nederland: de diagnose*, 2008
 Rijkswaterstaat, *Randstad in zicht, Lange termijn perspectieven voor water en ruimtelijke ontwikkeling in de Randstad*, 2008
 Rijkswaterstaat, *Scenario's externe krachten voor WB21*, 2000
 Stowa, *Statistiek van extreme neerslag in Nederland*, 2004
 Stowa, *Statistiek van extreme neerslag in Nederland; definitiestudie*, 2002
 Verkaik, Smits en Ettema, *Wind statistiek van Nederland inclusief kustzone*, 2003
 Verkaik, Smits, en Ettema, *Naar een nieuwe extreme waardenstatistiek van de wind in Nederland*, 2003
 VROM, *Nota Ruimte, Ruimte voor ontwikkeling*, 2006
 Witteveen+Bos, *Economische waardering imponderabilia Overstromingsschadekaarten*, 2008

Risicoperceptie:

Kahneman, D. & A. Tversky, *Loss Aversion in Riskless Choice - A Reference-Dependent Model*, 1991
 Kahneman, D. & A. Tversky, *Prospect Theory: An Analysis of Decision Under Risk*, 1979
 Kahneman, D. & A. Tversky, *The framing of decisions and the psychology of choice*, 1981
 Neumann, J. von & O. Morgenstern, *Theory of Games and Economic Behavior*, 1944 (Britannica abstract)