

provincie **HOLLAND**  
ZUID

Xplorelab

## RUIMTELIJKE KLIMAATSCAN

Methodiek ontwikkeling  
case Zuid-Holland

## Colofon



(foto: flickr.com)

De ruimtelijke klimaatscan provincie Zuid Holland is een uitgave van het Xplorelab van de provincie Zuid Holland (met medewerking van GeodanNEXT).

Xplorelab is een laboratorium voor vernieuwend leren en werken.

Projectteam: Dick van den Bergh (projectleider), Roos Berendsen, Martijn Gerritsen, Ron Mes en Hanneke van Nistelrooij

Projectteam GeodanNEXT: Eric Koomen en Willem Loonen

Met dank aan: Nelleke Bes, Monique de Groot, Eric de Haan, Esjmund Hinborch, Sieb de Jong, Marga van de Luijtgarden, Rene Piek, Ilone Slump, Lucy Smeets, Marco van Steekelenburg, Isolde Somsen en Helmut Thoele

Meer informatie: [www.xplorelab.nl](http://www.xplorelab.nl)

Den Haag, februari 2009

## BEGRIPPENLIJST

**Klimaatadaptatie:** aanpassen aan de gevolgen van het veranderende klimaat.

**Klimaat:** Het klimaat van een bepaald gebied is het gemiddelde weer van meteorologische grootheden zoals temperatuur, neerslag, vochtigheid, zonneschijn en wind. Ook de extremen van dergelijke verschijnselen vallen onder het klimaat.

**Klimaatscenario's** zijn consistente en waarschijnlijke beelden van een mogelijk toekomstig klimaat. Ze geven aan in welke mate bijvoorbeeld de temperatuur, neerslag en wind kunnen veranderen, bij een bepaalde mondiale klimaatverandering

**Klimaatverandering:** Statistisch significante variatie in de gemiddelde toestand van het klimaat of in de variabiliteit, de extremen, die een langere tijd aanhoudt, gedurende decennia of langer.

**Klimaatmitigatie:** vermindering van de snelheid en omvang van klimaatverandering door het terugdringen van broeikasgassen.

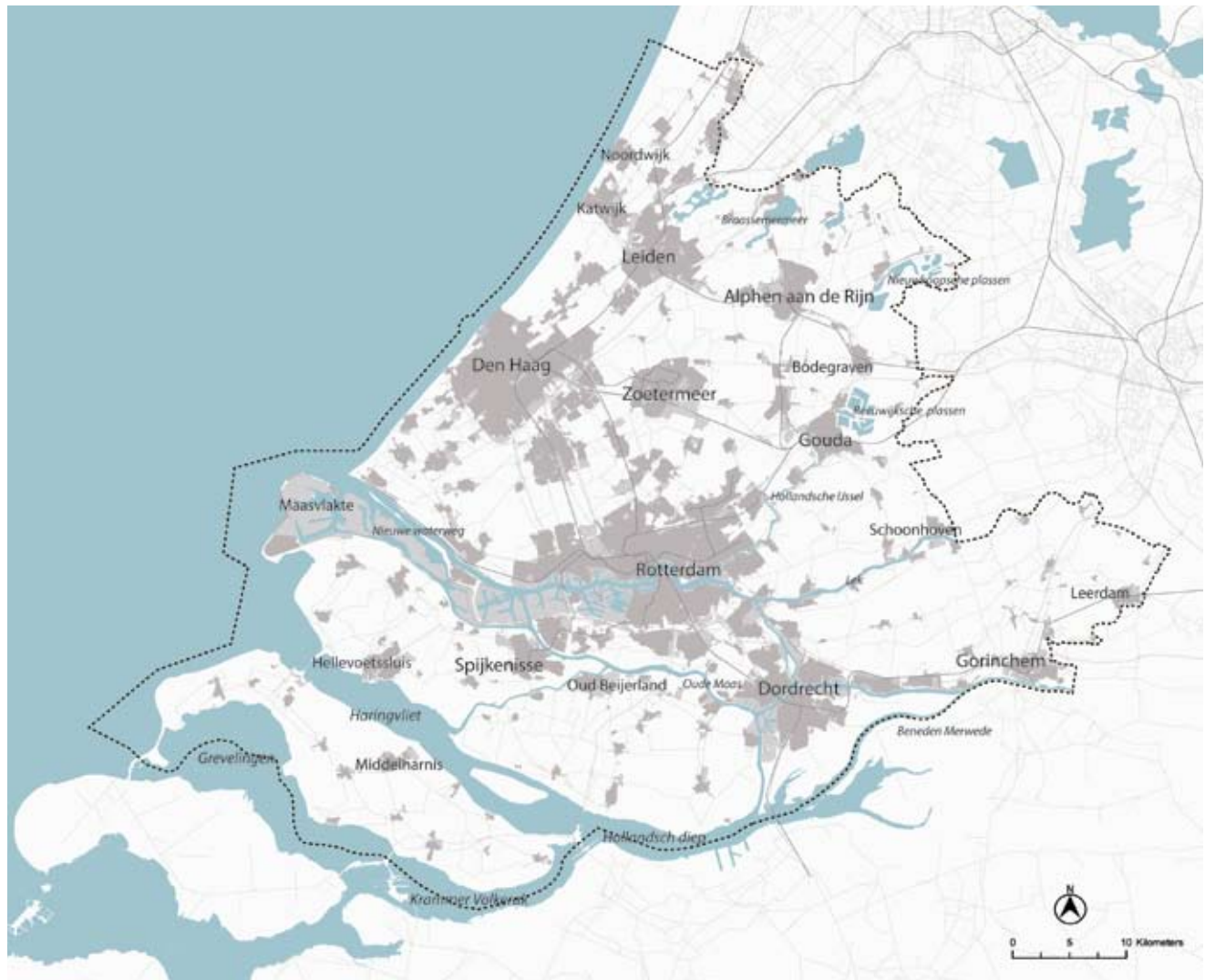
**Primaire klimaateffecten:** effecten van klimaatverandering vertaald in de neerslagintensiteit, temperatuur, zeespiegel, luchtstromingenpatroon, et cetera.

**Robuustheid:** mate van gevoeligheid voor klimaatverandering. De mate van robuustheid van een functie is afhankelijk van veerkracht en weerstand.

**Secundaire klimaateffecten:** de gevolgen van primaire klimaateffecten zijn afhankelijk van verschillende fysisch-geografische aspecten in een gebied, zoals hoogteligging, bodemtype, rivier- en bekenstelsels, en van de manier waarop een gebied is ingericht. Secundaire gevolgen kunnen zijn overstroming, droogte, verzilting en hitte stress.

**Veerkracht:** het vermogen om mee te geven maar daarna snel weer te herstellen na het wegvallen van de druk.

**Weerstand:** het vermogen om een externe druk te weerstaan zonder te reageren. Bijvoorbeeld een kering die het achterland beschermd tegen water.



# Inhoud

<b>colofon</b>	<b>2</b>
<b>Verklarende woordenlijst</b>	<b>3</b>
<b>1 Inleiding</b>	<b>7</b>
<b>2 Klimaatbestedenigheidsanalyse, de methodiek</b>	<b>11</b>
<b>3 Secundaire klimaateffecten en effectindicatoren</b>	<b>15</b>
<b>4 Landgebruik en gevoeligheidsindicatoren</b>	<b>30</b>
<b>5 Robuustheidtoets Provincie Zuid Holland (stap 1)</b>	<b>36</b>
<b>6 Strategie voor klimaatbestendigheid (stap 2)</b>	<b>54</b>
<b>7 Conclusies, aanbevelingen en vervolg</b>	<b>57</b>
<b>Literatuurlijst</b>	<b>63</b>
<b>Bijlage 1</b>	

40 jaar later.....maar nu omgaan met klimaat en ruimtelijke onzekerheden..



Bron: ANWB/VVV  
toeristenkaart Zuid-  
Holland 1948-2006

# Hoofdstuk 1

## INLEIDING



### Aanleiding

Gedurende de zomerperiode van 2008 is door het Xplorelab van de provincie Zuid-Holland een kwalitatieve klimaatscan uitgevoerd voor drie integraal ruimtelijk projecten (IRP's). Hierbij is voor de IRP's een methode voor klimaatbestendigheid ontwikkeld. De methode is gebaseerd op de confrontatie van ruimtelijke klimaateffecten met de (voorgenomen)landgebruikfuncties in het betreffende plangebied. De resultaten zijn beschreven in de *Klimaatanalyse integrale ruimtelijke projecten (IRP)*.

In de 2e helft van 2008 is het voorliggende vervolgproject gedefiniëerd. Hierin is de methodiek, die ontwikkeld is in de Klimaatanalyse IRP, geoptimaliseerd en geoperationaliseerd, zodat de betrouwbaarheid en bruikbaarheid is toegenomen. Daarnaast is de methode opgeschaald naar het niveau van provincie Zuid-Holland en afgestemd op de informatiebehoefte van het ontwerpteam van de Provinciale Structuur Visie.

Het project *Ruimtelijke klimaatscan, methodiekontwikkeling case Zuid-Holland* is uitgevoerd in opdracht van het Actieprogramma Klimaat en Ruimte (Hoofd afdeling Milieu), met ondersteuning van GeodanNext voor de ruimtelijke analyses en de 'Touch Table' sessies.

### Doel en resultaat

De *Ruimtelijke klimaatscan methodiekontwikkeling case Zuid-Holland* heeft als hoofddoel het onderbouwen van keuzes in ruimtelijke klimaatadaptatie maatregelen. Dit sluit aan bij het streven naar van ruimtelijke 'no-regret' maatregelen zoals aangegeven in de *Klimaatwijzer* van de provincie Zuid-Holland.

Daarnaast heeft dit project een aantal subdoelen:

- Het optimaliseren van de methode *klimaatanalyse IRP*, zodat de betrouwbaarheid en bruikbaarheid worden vergroot;
- In beeld brengen welk vervolgonderzoek nodig is voor verdere operationalisering van de methode klimaatbestendighedsanalyse.

Het resultaat van de *ruimtelijke klimaatscan* is tweeledig:

- *Robuustheidskaarten* van het huidige grondgebruik van de provincie voor de klimaateffecten verzilting, overstroming, watertekort en wateroverlast
- *Discussiekaarten* die inzicht geven in waar de discussie gevoerd moet worden over politieke keuzes van maatregelen voor klimaatbestendig landgebruik.

**No-regret beleid**

Dit zijn maatregelen die je nu neemt om te voorkomen dat je later extra kosten moet maken voor een vergelijkbaar effect. Dit kunnen toekomstgerichte investeringen zijn, of ruimtelijke reserveringen voor later.

De verwachte effecten van klimaatverandering zijn op (middel) lange termijn van dien aard dat het noodzakelijk is om nu al adaptatie mogelijkheden uit te werken. Het is altijd verstandig om 'no-regret' maatregelen te nemen, 'Baat het niet, dan schaadt het niet'.

**Afbakening**

Er is steeds uitgegaan van het voor het betreffende klimaat-effect meest extreme scenario. Het is onzeker welk klimaat-scenario optreedt. De gebruikte *KNMI '06 scenario's* zijn even waarschijnlijk er moet dus met een bandbreedte rekening worden gehouden. Nieuwe inzichten duiden eerder op een snellere klimaatverandering dan een meer langzame. Om recht te doen aan deze inzichten en ontwikkelingen is er voor gekozen om in deze notitie de meest extreme klimaatscenario's per thema als uitgangspunt te nemen.

Alleen bestuurlijk vastgestelde maatregelen zijn meegenomen in de analyse. Dit is vanwege het feit dat het huidige grondgebruik en dus de huidige situatie uitgangspunt zijn. Dus bijvoorbeeld het *Kierbesluit* wel, maar de maatregelen die de *Deltaraad* voorstelt niet en ook de adviezen van de *commissie Veerman* niet.

Tenslotte is er voor gekozen om de effecten van temperatuurstijging in relatie tot hittestress in deze fase niet mee te nemen. Hittestress is vooral een (binnen)stedelijk fenomeen en valt buiten de scope van de provincie. Steden hebben een eigen lokaal klimaat dat afwijkt van het omringende platteland. Het *KNMI* verricht echter geen metingen in steden.

Steden hebben zo veel variabiliteit op kleine schaal dat het niet goed mogelijk is om daar representatieve metingen te verrichten.

Ook de positieve effecten van temperatuurstijging voor recreatie en nieuwe landbouw mogelijkheden zijn in deze studie nog niet meegenomen.

**Procesaanpak**

In een serie workshops met *GeodanNEXT* en deskundigen van binnen de provincie is de methode verder uitgewerkt en geïmplementeerd in een GIS-omgeving. Het projectteam heeft tijdens dit traject intensief samengewerkt met de ontwerpers van de *Provinciale Structuur Visie (PSV)*, waarbij het tijdpad van de *PSV* en de vragen die er vanuit de ontwerpers kwamen leidend zijn geweest voor het proces.

Op aanvullend verzoek van het PSV-team, is in eerste instantie het huidig landgebruik (2009) van de provincie Zuid-Holland geconfronteerd met de voorziene klimaatveranderingen van 2050. Hiervoor is, in samenwerking met *GeodanNEXT* de robuustheidsanalyse uitgevoerd voor de gehele provincie (zie hoofdstuk 5).

Voor het uitvoeren van de *robuustheidstoets* is gekozen om gebruik te maken van interactieve *GIS* technieken en presentatie met behulp van een 'Touch table'. Tijdens de 1e 'Touch table' sessie bleek, dat de discussie met de ruimtelijke ontwerpers zich meer toespitste op de vraag naar een onderbouwing van klimaatbestendigheid van de keuzes in ruimtelijke planvorming. Hiernaast kon de *klimaatscan* gebruikt wor-



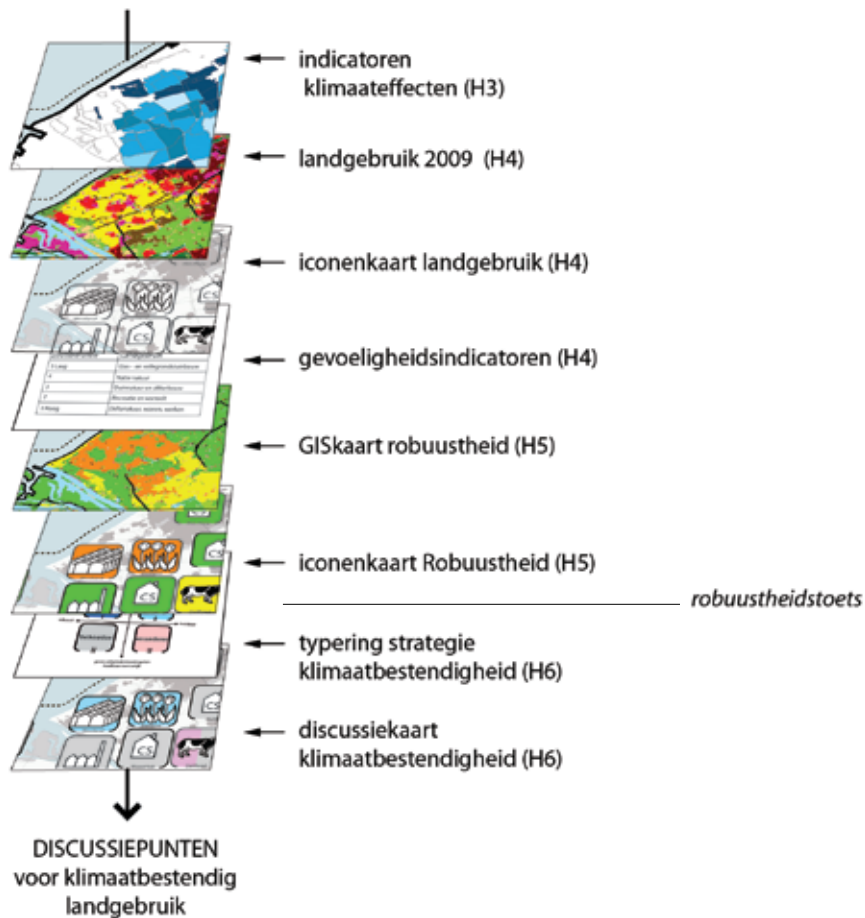


Fig 1.1 Opbouw klimaatscan

den bij het onderbouwen van keuzes voor 'no-regret' maatregelen zoals bedoeld in de *klimaatwijzer*. Als zodanig zijn de ontwerpmogelijkheden van de 'Touch table' niet ten volle benut.

## Leeswijzer

De methodiek achter de *Ruimtelijke klimaatscan* wordt toegelicht in hoofdstuk 2. De kern wordt gevormd door de *robustheidstoets* waarin op basis van een klimaatgevoeligheidsanalyse per landgebruiksfunctie een koppeling gelegd wordt met de optredende secundaire klimaateffecten. Dit resulteert in een *robustheidskaart* per functie en klimaatscenario. De resultaten uit de Robustheidstoets worden vertaald tot een strategie voor klimaatbestendigheid. Deze klimaatscan maakt geen keuzes maar maakt discussiepunten inzichtelijk. Deze worden weergegeven in *discussiekaarten* in de vorm van 'iconen-kaarten' op het schaalniveau van de PSV (de hele provincie). De deelproducten en afzonderlijke stappen in het proces zijn beschreven in de hoofdstukken die aangeduid zijn in figuur 1.1. De rapportage wordt afgesloten met het hoofdstuk conclusies, aanbevelingen en vervolg.

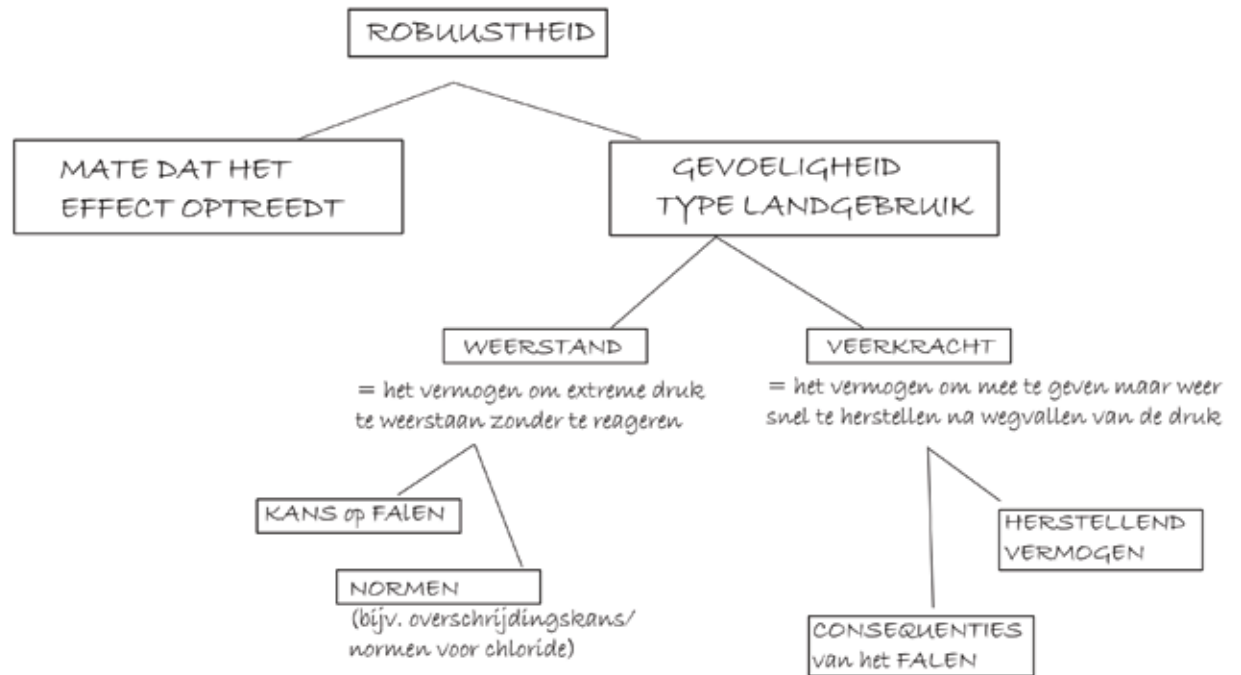


Fig 2.1. Aspecten van robuustheid

$$\text{MATE VAN ROBUUSTHEID} = \frac{\text{SCORE effectindicatoren} + \text{SCORE gevoeligheidsindicatoren}}{\text{AANTAL indicatoren}} = 1 (\text{ZEER ROBUUST}) - 5 (\text{ZEER KWETSBAAR})$$

Fig 2.2 Formule

# Hoofdstuk 2

## DE METHODIEK

Klimaatbestendigheid van een functie is afhankelijk van de mate van robuustheid van de functie voor de effecten van klimaatverandering en de mogelijkheden om maatregelen te treffen om de robuustheid te versterken binnen vigerend (of toekomstig) beleid. Deze twee aspecten behandelt de *Ruimtelijke klimaatscan* met behulp van een kwalitatieve methodiek. De methodiek onderscheidt twee stappen: de *robuustheidtoets*, en het formuleren van *discussiepunten* voor klimaatbestendig landgebruik.

### Robuustheidtoets

De eerste stap van de *Ruimtelijke klimaatscan* bekijkt de robuustheid van een functie. Hierbij staat de vraag centraal in hoeverre huidige (of voorgenomen) functies goed kunnen blijven functioneren wanneer het klimaat verandert. De robuustheidtoets confronteert huidig (of voorgenomen) landgebruik met de ruimtelijke vertaling van de klimaateffecten.

#### Robuustheid, weerstand en veerkracht

Wanneer een landgebruik robuust is dan is deze niet gevoelig voor de effecten van klimaatverandering (indien het landgebruik niet robuust is, dan is het kwetsbaar). De mate waarin het effect optreedt is bepalend voor de robuustheid. Daarnaast is de mate

van robuustheid afhankelijk van de *weerstand* en de *veerkracht* van een landgebruiktype (gevoeligheid). Zie figuur 2.1. Aspecten van robuustheid.

#### De formule

De mate waarin (secundaire) effecten van klimaatverandering optreden wordt aan de hand van een aantal gebiedsafhankelijke *effectindicatoren* in kaart gebracht (op basis van beschikbare data). Ook de aspecten weerstand en veerkracht, zijn per klimaateffect uitgewerkt in *gevoeligheidsindicatoren* die de gevoeligheid van een bepaalde functie voor het klimaateffect meetbaar maken. De indicatoren voor het effect en de gevoeligheid zijn uitgewerkt in hoofdstuk 3 en 4.

Voor de *robuustheidtoets* zijn aan deze gevoeligheidsindicatoren en effectindicatoren toetsingsklassen 1 t/m 5 toegekend, waarmee deze indicatoren kunnen worden gescoord. De scores van de verschillende indicatoren worden per klimaateffect opgeteld en gemiddeld, en geven zo de mate van robuustheid weer variërend van zeer robuust (1) tot zeer kwetsbaar (5). Wanneer een effect niet optreedt, bijvoorbeeld bij een overstromingsdiepte van nul meter, dan is de score 'zeer robuust'.

Deze formule is een 1 op 1 methode. Weging wordt niet toegepast omdat dit deel uitmaakt van de politieke discussie<sup>1</sup>.

Hoofdstuk 5 beschrijft de eerste resultaten van de *robuustheidtoets* provincie Zuid-Holland aan de hand van deze formule. De tabel in Bijlage I geeft een overzicht van de toepassing van de formule.

<sup>1</sup> zie aanbeveling A



## Discussiepunten voor klimaat - bestendigheid

De *robustheidstoets* geeft weer of het landgebruik robuust of kwetsbaar is. Om kwetsbaar landgebruik klimaatbestendig te maken moeten maatregelen getroffen worden. De keuze voor deze adaptatiemaatregelen (strategie) hangt af van de wenselijkheid en haalbaarheid vanuit maatschappelijk draagvlak, economisch en technisch opzicht. Deze *klimaatscan* maakt geen keuzes maar maakt discussiepunten inzichtelijk. Hierbij maakt deze methode gebruik van het klimaatbestendigheidskwadrant.



Fig. 2.2  
Klimaatbestendigheidskwadrant

### klimaatbestendigheidskwadrant

Het klimaatbestendigheidskwadrant is een weergave van de relatie tussen de mate van robuustheid en de mogelijkheid om adaptatiemaatregelen te treffen (Fig 2.3)

De mate van robuustheid vormt het uitgangspunt van de typering van de strategie voor klimaatbestendigheid. Wanneer deze wordt gerelateerd aan de adaptatiemaatregelen ontstaan 2 opties:

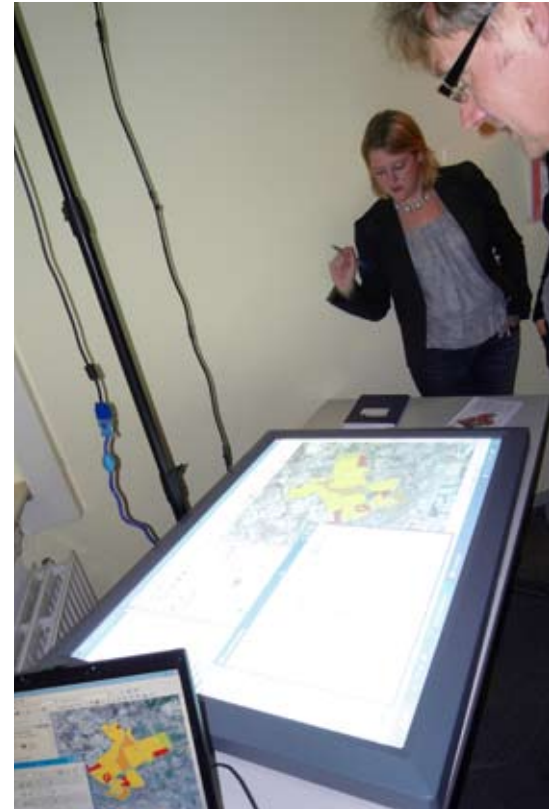
1. Wanneer een functie *robuust* of zeer *robuust* is, dan wordt gekeken naar de mogelijkheden van dit type landgebruik om een klimaateffect als kans te benutten. In de termen van fig. 2.3 gaat het hierbij om de vraag: zet je in op strategie *kansen benutten* [I] of *niets doen* [IV]
2. Indien een functie *matig robuust* tot *kwetsbaar* scoort, komt de vraag aan de orde of nieuwe toepassingen van deze functie kunnen zorgen voor klimaatbestendigheid, de strategie wordt inzetten op *innovatie* [II] of dat de mogelijkheden om maatregelen te treffen zo gering zijn dat in plannen voor de toekomst de *functie* moet *veranderen* [III].

In hoofdstuk 6 wordt voor de provincie Zuid-Holland op basis van de uitkomsten van de robuustheidstoets

bovenstaande opties voor klimaatbestendigheid vertaald in een *discussiekaart*. Hiermee wordt aangegeven waar bij voorkeur de discussie gevoerd moet worden over politieke keuzes van maatregelen. Biedt het huidig ruimtelijk beleid mogelijkheden om maatregelen te nemen voor adaptatie of moet beleid worden aangepast? Wat is urgent? Waar ligt het zwaartepunt van de discussie?

### **Betrouwbaarheid**

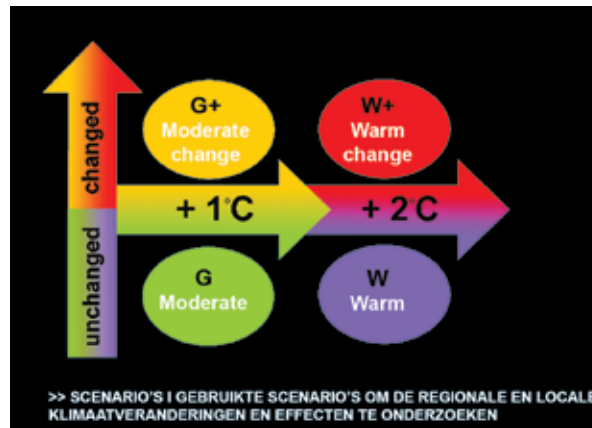
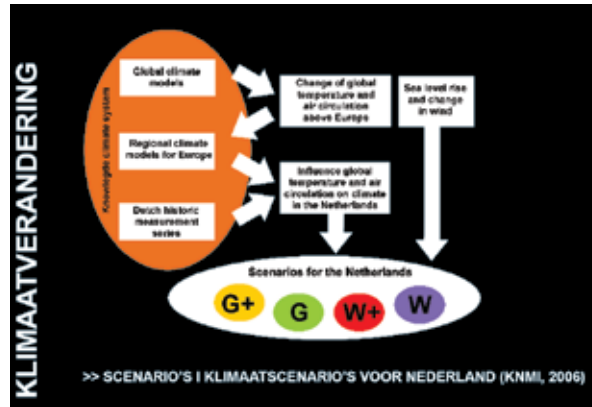
Klimaatverandering is een relatief nieuw vraagstuk waar veel aandacht voor is. Hoewel er veel generieke kennis bestaat over hoe het klimaat zal veranderen is er nog steeds sprake van grote onzekerheden. Een deel van deze onzekerheden zijn inherent aan het vraagstuk van klimaatverandering. Met de methodiek is getracht om op basis van een Multi criteria analyse en gebruikmakend van beschikbare wetenschappelijke gegevens en expert judgement een eerste indicatie te geven van de mate van robuustheid van functies.



Robuustheidstoets tijdens een 'Touch table' sessie (bron: Ron Mes)

Fig. 3.1 KNMI '06 klimaat-scenario's en primaire effecten van klimaatverandering.

De KNMI '06 scenario's geven allen een toename van de temperatuur aan. De neerslag neemt in alle scenario's toe in de winter, maar in de zomer kan de gemiddelde neerslag licht toe nemen tot aanzienlijk afnemen. De extremen in neerslag nemen echter in alle scenario's toe. De verdamping neemt alleen toe in de scenario's waarin ook de luchtstromingspatronen veranderen. Wat betreft de zeespiegelstijging wordt een absolute stijging langs de Nederlandse kust verwacht variërend van 15-35 cm voor het jaar 2050.



# Hoofdstuk 3

## SECUNDAIRE KLIMAATEFFECTEN

In dit hoofdstuk worden de secundaire klimaateffecten beschreven die in deze studie zijn meegenomen<sup>1</sup>. Vervolgens wordt de vertaling gemaakt naar de mate waarin het effect optreedt binnen de provincie Zuid Holland en naar indicatoren die toegepast kunnen worden in hoofdstuk 5, de robuustheidtoets. In onderstaande tabel 3.1 wordt een overzicht gegeven van de verschillende klimaateffecten en bijhorende indicatoren en klimaatscenario's die in dit hoofdstuk worden beschreven.

Secundair effect	Indicatoren	Klimaatscenario
Overstroming primair	Overschrijdingsfrequenties	KNMI '06 scenario's
	Overstromingsdiepte	geen
	Stroomsnelheid	geen
Overstroming regionaal	Overschrijdingsfrequenties	WB21 Hoog 2050
	Overstromingsdiepte	geen
Verziltning en watertekort	Interne verziltning	W+ 2075
	Watertekort	W+ extreem zoutjaar
Wateroverlast	Inundatiediepte	W 2050
	Kans op inundatie	W 2050

*Tabel 3.1 Gebruikte scenario's per effect. Het is onzeker welk klimaatscenario optreedt. De KNMI '06 scenario's zijn even waarschijnlijk er moet met een bandbreedte rekening worden gehouden. Nieuwe inzichten duiden eerder op een snellere klimaatverandering dan een meer langzame. Om recht te doen aan deze inzichten is gekozen om in deze studie de meest extreme klimaatscenario's per thema als uitgangspunt te nemen.*

<sup>1</sup> Het secundaire effect van temperatuurstijging (verslechtering waterkwaliteit en hitte eiland effect) zijn in deze analyse niet meegenomen. Hittestress is vooral een (binnen)stedelijk fenomeen en ligt buiten de scope van de provincie.

### Overstroming

Door een stijgende zeespiegel en een toenemende rivierwaterafvoer als gevolg van meer neerslag en smeltwater gedurende de wintermaanden wordt de kans op een overstroming steeds groter. Een overstroming is een gebeurtenis waarbij een aanzienlijke hoeveelheid water uit een zee, rivier, meer of boezem plaatsen bereikt die normaal gesproken niet onder water staan. Een overstroming kan verschillende oorzaken hebben. Een dijk/ kade kan letterlijk overstromen bij een hoge waterstand (overloop/ golfoverslag) maar kan ook "falen" als gevolg van bijvoorbeeld erosie. In deze *ruimtelijke klimaatscan* maken wij onderscheid tussen overstroming door falen van de primaire kering en overstroming door falen van een regionale kering.

### Overstroming na falen primaire kering

Het grondgebied van de provincie Zuid Holland is verdeeld over verschillende dijkkringen. Het grootste deel van de provincie is gelegen binnen dijkkring Centraal Holland (dijkkring 14). Een dijkkring (ook: dijkkringgebied) is een gebied dat beschermd wordt tegen buitenwater (zee en rivier) door primaire waterkeringen. De mate waarin het effect overstroming na het falen een primaire kering plaatsvindt, is afhankelijk van overschrijdingsfrequenties, overstromingsdiepten en stroomsnelheden.

### Overschrijdingsfrequenties

De dijkkringen moet nu en in de toekomst voldoen aan een overschrijdingsfrequentie variërend van 1/2000, 1/4000 tot 1/10.000 jaar (Wet op de waterkering). Dit betekent dat de waterkeringen een (hoge) waterstand met een frequentie van 1/2000, 1/4000 of 1/10.000

jaar veilig moet kunnen keren. Het is dus geen overstromingskans. De daadwerkelijke kans is vele malen kleiner. In de Wet op de waterkering is geregeld dat iedere vijf jaar de waterkeringen worden getoetst of ze nog voldoen aan de normen. Hierbij worden de meest recente klimaatscenario's als uitgangspunt gebruikt. In dit geval de *KNMI '06 scenario's*. De onderdelen van waterkeringen die 'onvoldoende' scoren dienen verbeterd te worden. In de klimaatscan gaan we er vanuit dat de keringen "op orde" zijn.

De overschrijdingsfrequenties geven dus niet de daadwerkelijke kans op overstromen, wel geven ze een beeld van het veiligheidsniveau van een kering. Hoe lager het veiligheidsniveau des te groter de kans dat een gebied kan overstromen. Op basis van dit gegeven hebben we de verschillende overschrijdingsfrequenties vertaald naar toetsingsklasse (zie tabel 3.2).

### **Overstromingsdiepten**

Voor deze *ruimtelijke klimaatscan* maken wij gebruik van de *risicokaart Veiligheid Nederland in Kaart* (ministerie van Verkeer en Waterstaat, EZ, IPO, 2008). Hierop zijn voor de verschillende dijkkringgebieden de overstromingsdiepten bij de huidige zeespiegel globaal in kaart gebracht. Figuur 3.2 is gebaseerd op de maximale waterstanden van meerdere overstromingsberekeningen met steeds verschillende doorbraakpunten. De kaart geeft dus niet één enkele gebeurtenis weer, maar geeft aan welke gebieden bij een overstroming mogelijk kunnen overstromen. Hierbij zijn zowel mogelijke doorbraken vanuit zee en vanuit rivieren meegenomen, maar niet afzonderlijk inzichtelijk gemaakt. De kaart gaat uit van de huidige situatie (zonder klimaatverandering), het huidige landgebruik (inclusief dijken, viaducten, etc.) en de huidige staat van de primaire keringen. Eventuele wijzigingen, bij-

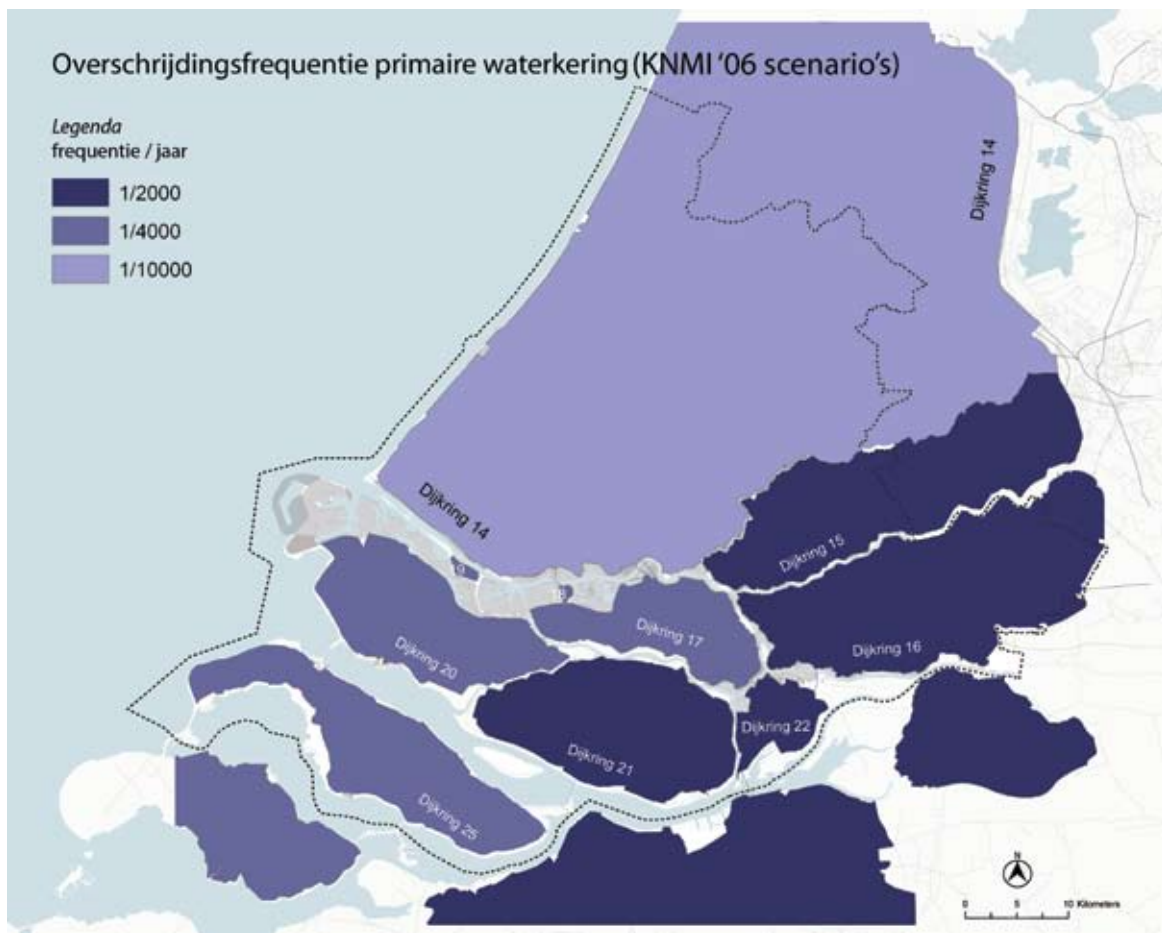
voorbeeld een nieuwe infrastructurele lijn, zijn mogelijk van invloed op de veronderstelde waterdiepten. De overstromingsdiepten uit de risicokaart zijn in tabel 3.3 vertaald in verschillende toetsingsklassen. De klasse indeling is gebaseerd op de legenda van de provinciale overstromingsdieptekaart (tabel 3.3).

### **Stroomsnelheid**

De stroomsnelheid van het water na doorbraak is bepalend voor het aantal getroffen en de optredende schade in een gebied. Het gebied direct achter een dijkkring kent de hoogste stroomsnelheid. Verder landinwaarts neemt de stroomsnelheid af en de tijd dat het water het gebied bereikt toe. In een eerder onderzoek van de provincie Zuid Holland "*Breder perspectief op waterveiligheid*" (Van der Bergh en Steekelenburg, Xplorelab, 2008) is de aanname gedaan dat in een strook van 5 km direct achter de primaire kering de risico's voor het optreden van hoge stroomsnelheden het grootst zijn. Daarnaast is een strook van 1 km achter de kering toegevoegd waar de risico's extreem hoog zijn. Figuur 3.3 geeft de door ons gebruikte zone-rijng weer en tabel 3.4 de bijhorende toetsingsklassen.



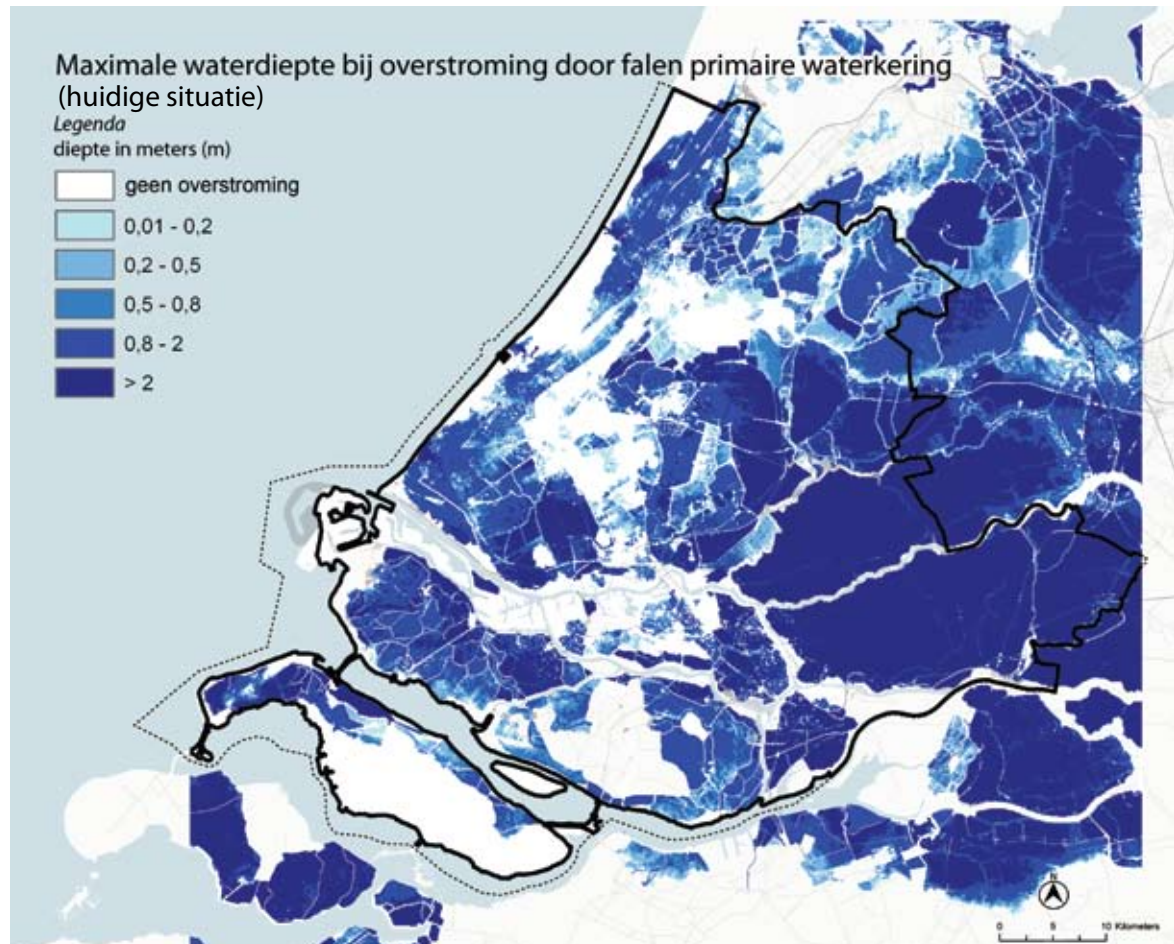
Fig 3.1 Verschillende dijkringen en overschrijdingsfrequenties, getoetst op meest recente klimaatscenario's, in dit geval de 4 KNMI '06 scenario's (Wet op de waterkering)



Tabel 3.2  
Toetsingsklasse  
indicator  
overschrijdings-  
frequentie (Wet op de  
waterkering)

Toetsingsklasse	Overschrijdingsfreq
5 Hoog	1/2000
4	
3	1/4000
2	
1 laag	1/10000

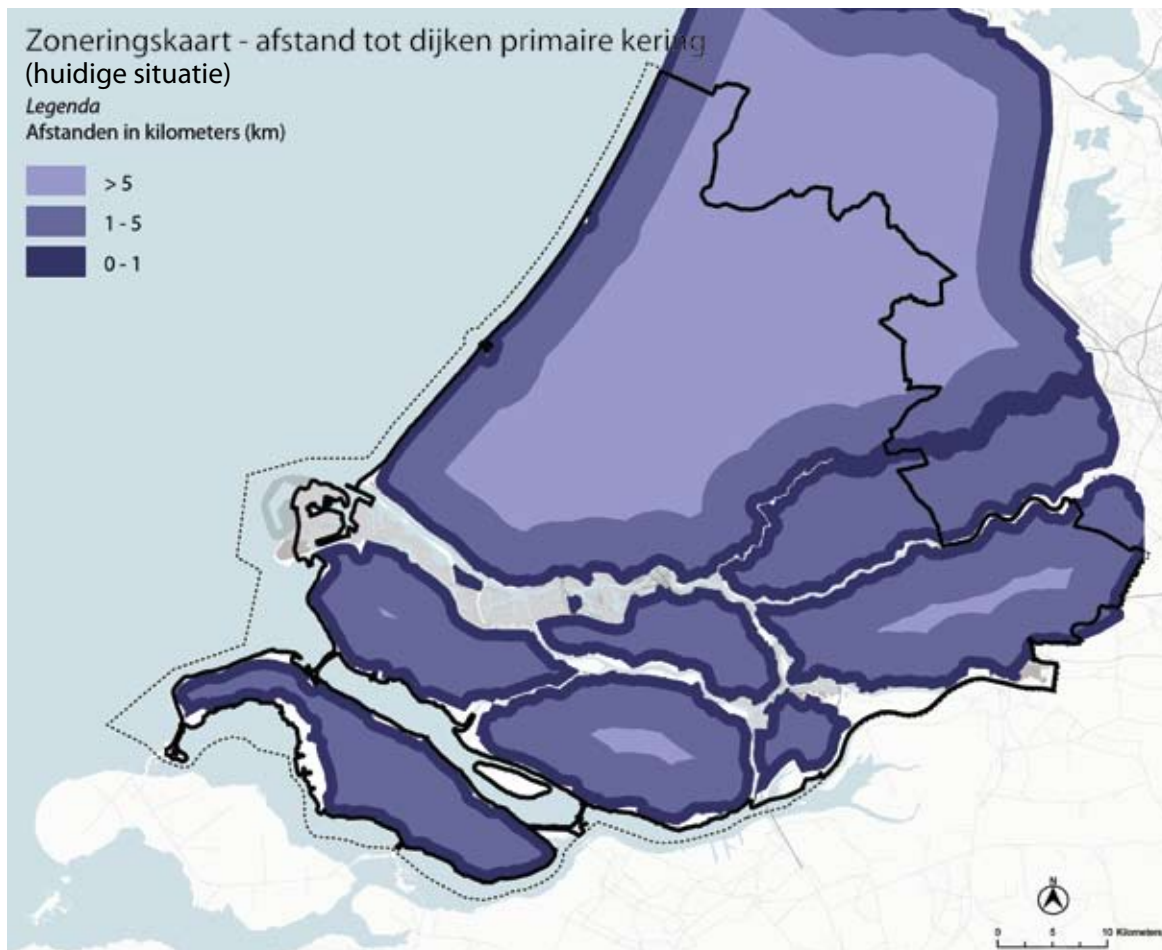
Fig 3.2 Maximale waterdiepte bij overstrooming primaire kering op basis van de huidige situatie. Uitsnede risicokaart 2008 (V&W, EZ, IPO)



Tabel 3.3  
Toetsingsklasse  
indicator  
overstromings-  
diepte

Toetsingsklasse	Overstromingsdiepte	Beschrijving
5 Hoog	meer dan 2 meter	Water vanaf de eerste verdieping tot aan de dakgoot
4	0,8 - 2 meter	Alleen water op de begane grond
3	0,5 - 0,8 meter	Militaire voertuigen kunnen nog rijden
2	0,2 - 0,5 meter	Gewone vrachtwagens kunnen nog rijden
1 laag	0,01 - 0,2 meter	Gewone auto's kunnen nog rijden

Fig. 3.3 Zoning van afstand tot dijken primaire kering. (van de Bergh, Xplorelab 2008) Deze kaart houdt geen rekening met de invloed van de dubbele kering bij Kapelle, de Maeslantkering en de Noordzeekanaalsluizen (zie aanbeveling J)



Tabel 3.4  
Toetsingsklasse  
indicator  
stroomsnelheid

Toetsingsklasse	Stroomsnelheid
5 Hoog	minder dan 1 km
4	
3	1 - 5 km
2	
1 laag	meer dan 5 km

## Overstroming na falen regionale kering

Binnen de dijkringen beschermen verschillende regionale keringen (dijken) het land tegen water. Veelal zijn dit boezemkaden. Om het effect te bepalen na het falen van een regionale kering worden grotendeels dezelfde indicatoren gebruikt als bij het falen van een primaire kering. Uitzondering hierop is dat de stroomsnelheid niet wordt meegenomen. Hiervoor ontbraken geschikte gegevens.

### Overschrijdingsfrequentie

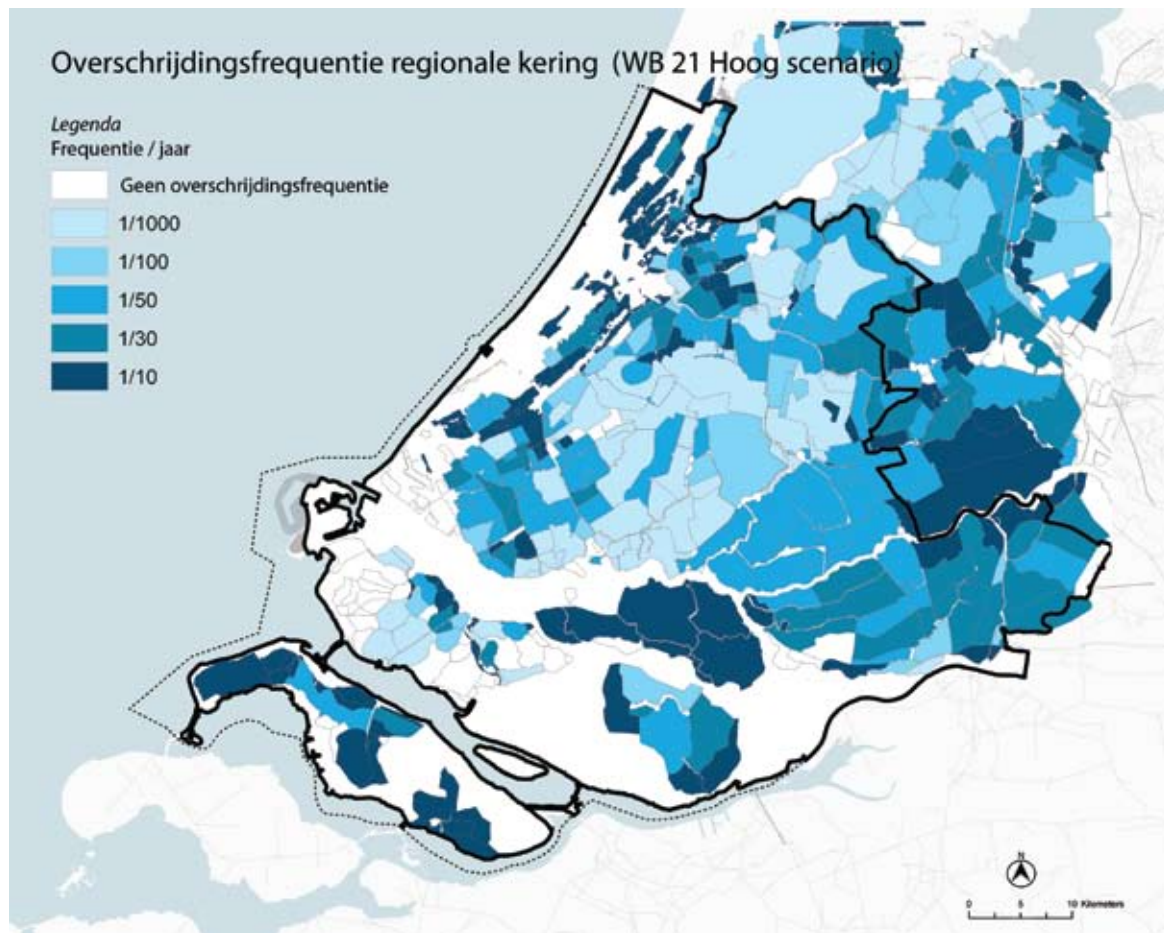
De keringen kennen vijf beveiligingsniveaus tegen overstroming door een breuk op basis van de overschrijdingsfrequentie, namelijk 1/10, 1/30, 1/100, 1/300 tot 1/1000. Het vereiste beveiligingsniveau is afhankelijk van de verwachte schade na overstroming. De economische waarde in de polder en overstromingsdiepten zijn daarin bepalend. De overstromingskans is vele malen kleiner dan de overschrijdingsfrequentie. De beveiligingsniveaus zijn recentelijk vastgesteld. Hierbij is uitgegaan van het WB21 "hoog" scenario en de verwachte bodemdaling. In 2015 dienen alle keringen op orde te zijn. Bovenstaand figuur 3.4 geeft de overschrijdingsfrequenties weer. Tabel 3.5 geeft de verschillende toetsingsklassen van de overschrijdingsfrequenties weer. Ook hier geldt dat het niet de daadwerkelijke kans betreft maar dat het een indicatie geeft van de veiligheid van een gebied. Hoe lager het overschrijdingsfrequentie hoe groter de kans dat het effect optreedt.

### Overstromingsdiepten

In het kader van het vaststellen van veiligheidsklassen voor boezemkaden is nauwkeurig onderzoek gedaan naar het effect van het doorbreken van een regionale kering (*WL Delft Hydraulics/ BBC en HKV, 2004/5*). Voor het vaststellen van de klassen is onderzocht wat de overstromingdiepte

per polder is. De gegevens uit dit onderzoek zijn door de provincie Zuid Holland in 2008 gebruikt voor het samenstellen van overstromingskaart regionale keringen. De kaart is nog niet definitief. In overleg met de waterschappen wordt de kaart mogelijk nog op details gewijzigd. Figuur 3.5 geeft de diepten bij de overstroming van een regionale kering.

Fig. 3.4  
Overschrijdingsfrequentie regionale kering.  
Uitgangspunt bij het vaststellen van het gewenste veiligheidsniveau was het WB 21 Hoog scenario)



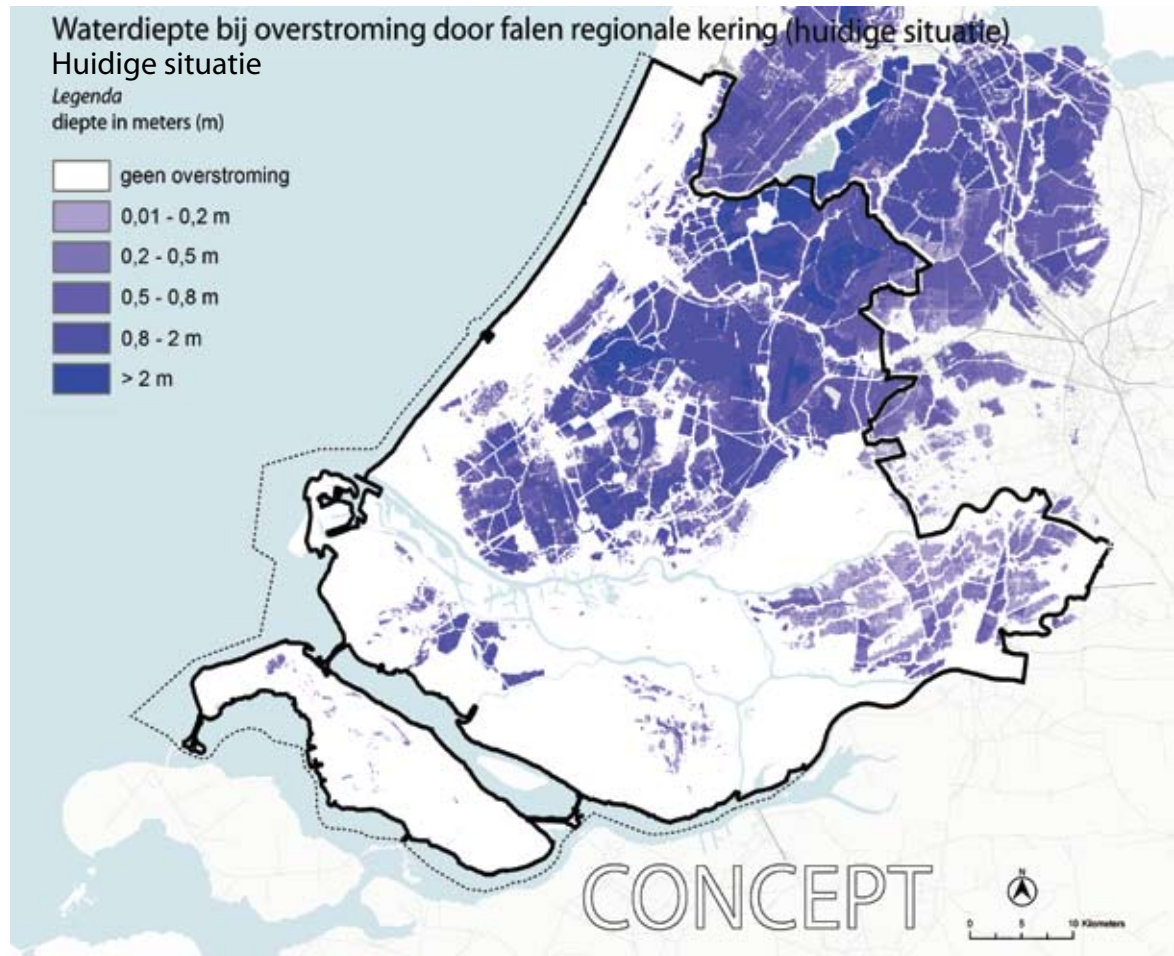
Tabel 3.5  
Toetsingsklasse  
indicator  
overschrijdingsfrequentie

Toetsingsklasse	Overschrijdingsfreq
5 Hoog	1/10
4	1/30
3	1/100
2	1/300
1 laag	1/1000

Fig. 3.5 Waterdiepte bij overstroming door falen regionale kering op basis van de huidige situatie.

De kaart is nog niet definitief. In overleg met de waterschappen wordt de kaart mogelijk nog op details gewijzigd.

(bron: PZH, WL Delft Hydraulics/BBC&HKVLijn in water)



Tabel 3.6  
 Toetsingsklasse  
 indicator  
 overstromings-  
 diepte

Toetsingsklasse	Overstromingsdiepte
5 Hoog	meer dan 2 meter
4	0,8 - 2 meter
3	0,5 - 0,8 meter
2	0,2 - 0,5 meter
1 laag	0,01 - 0,2 meter

## Verzilting en watertekort

Verzilting en watertekort zijn twee secundaire effecten die nauw met elkaar samenhangen. In periode van droogte is Zuid-Holland sterk afhankelijk van inlaat van zoet water. Dit is enerzijds om verdroging te voorkomen en anderzijds om de (interne) verzilting tegen te gaan. Voorwaarde is echter voldoende kwaliteit van het water wat onder andere afhankelijk is van het chloridegehalte. Na afzonderlijke beschrijving van de effecten in de paragraaf worden de verschillende indicatoren (interne -, en externe verzilting en beschikbaarheid zoet water) beschreven om de mate waarin het effect optreedt inzichtelijk te maken.

### Verzilting

Klimaatverandering leidt tot een toename van de interne en externe verzilting. Onder externe verzilting wordt het brakker worden van het hoofdwatersysteem verstaan. Door een stijgende zeespiegel en een verlaagde rivierwaterafvoer kan vooral in de zomer de zouttong vanuit zee oostwaarts oprukken, waardoor inlaatpunten voor zoet water onbruikbaar raken. Omdat dit leidt tot een zoetwatertekort zal deze vorm van verzilting meegenomen worden onder effecten van zoetwatertekort, indicator beschikbaarheid van zoetwater.

### Interne verzilting

Interne verzilting wordt veroorzaakt door belasting van het oppervlaktewater vanuit het grondwater met chloriderijk kwelwater. De toename van de zoutvracht van het grondwater naar het oppervlaktewater is afhankelijk van de verzilting van het grondwater en van de hoeveelheid water dat van het grondwater naar het oppervlakte water stroomt. Dit laatste aspect kan toenemen door een toename van de stijghoogte van het grondwater. Door zeespiegelstijging zal in de gebieden langs de kust de stijghoogte toenemen.

In de verkennende studie *“Klimaatverandering en verzilting*

*grondwater in Zuid-Holland” van Deltares/TNO (2008)* is de verwachte zoutvracht (chloride belasting) van het grondwater naar het oppervlaktewater berekend voor verschillende gebieden in Zuid Holland voor de komende decennia. Hierbij is alleen gerekend met het W+ 2075 scenario (zie fig. 3.6). In deze klimaatscan maken we daarom gebruik van dit scenario.

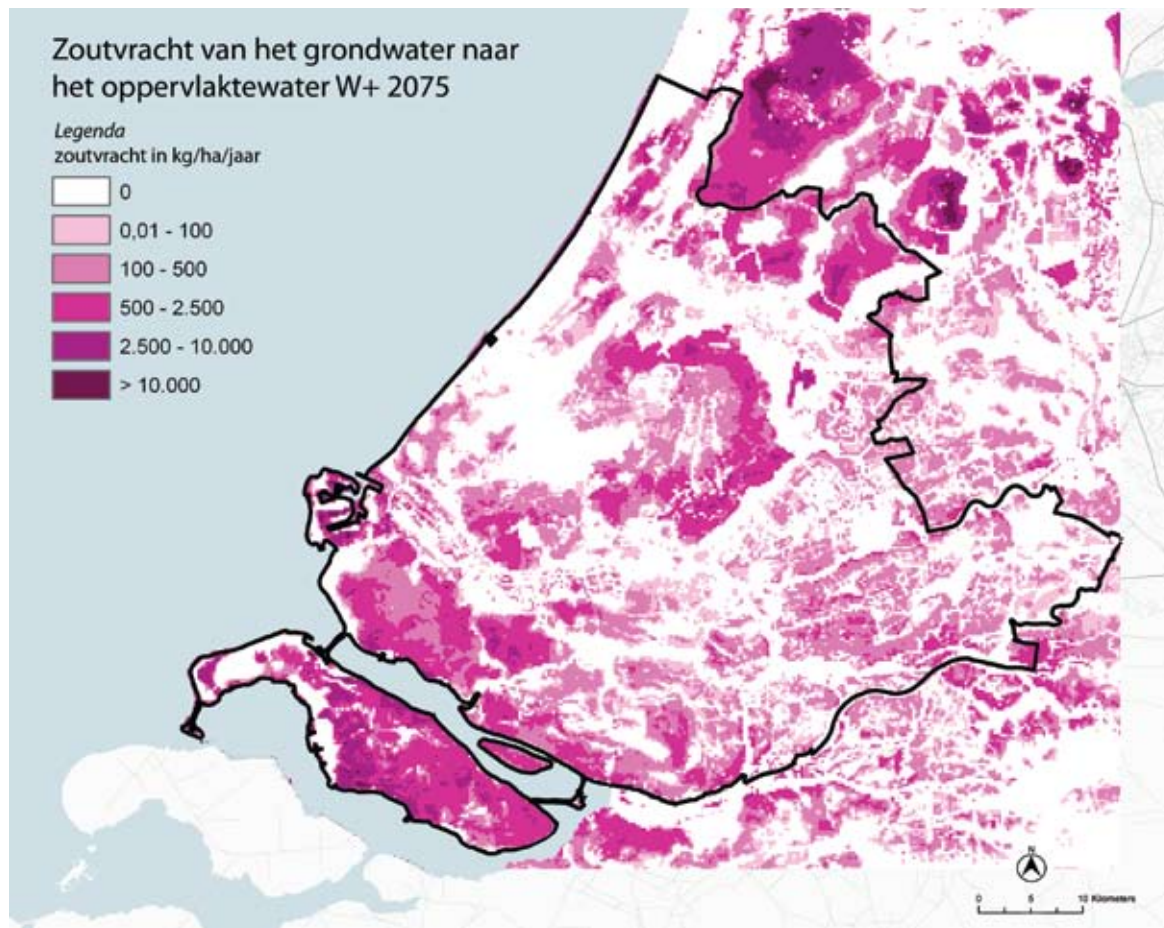
### Zoetwatertekort

Zoetwatertekort is een effect van tekort aan neerslag (droogte), gecombineerd met een verhoogde verdamping. De potentiële verdamping neemt in alle KNMI'06 scenario's fors toe. Dit geldt niet voor de gemiddelde neerslag in de zomer. De scenario's G+ en W+ voorspellen namelijk een afname van de gemiddelde neerslag. De scenario's G en W daarentegen laten een toename van de gemiddelde neerslag zien. Deze klimaatscan gaat uit van de meest extreme situatie zoals deze optreedt in het W+ -scenario.

### Beschikbaarheid zoetwater

Om verdroging te voorkomen wordt water ingelaten via verschillende inlaatpunten langs de grote wateren en rivieren. Door een lage rivierafvoer kan de zouttong ver het binnenland inkomen waardoor inlaatpunten kunnen verzilten en onbruikbaar worden (chloridegehalte > 250 milligram per liter). Wanneer de inlaatpunten op het hoofdwatersysteem verzilten dan kan nog zoet water ingelaten worden via de “kleinschalige wateraanvoer”. Is deze inlaat niet toereikend dan zal het beschikbare zoete water verdeeld worden over de verschillende functies volgens de volgorde van de verdringingsreeks. In deze studie gaan wij bij de beschikbaarheid van zoet water voornamelijk uit van de grootschalige wateraanvoer. Reden hiervoor is dat wij onvoldoende gedetail-

Fig. 3.6 Interne verzilting  
op basis van W+ 2075  
(Deltares/TNO 2008)



Tabel 3.7  
Toetsingsklasse  
indicator  
zoutvracht

Toetsingsklasse	Zoutvracht (kg/ha/j)
5 Hoog	meer dan 10.000
4	2500 - 10000
3	500 - 2500
2	100 - 500
1 laag	Minder dan 100



leerde gegevens hebben over de kleinschalige wateraanvoer en de wijze waarop de verdringingsreeks binnen de provincie wordt toegepast.

Voor het bepalen van de beschikbaarheid van zoet water onder invloed van klimaatverandering via de inlaatpunten is gebruik gemaakt van de studie *Klimaatverandering en verzilting (Rijkswaterstaat, 2008)*. Als uitgangspunt is de verzilting in het W+ scenario in een extreem zout jaar genomen op basis van de belangrijkste inlaatpunten in een gebied. In het huidige beheer raken deze inlaatpunten onbruikbaar wanneer de chloridenorm van 250 mg/l wordt overschreden. Als norm voor zoet waterbeschikbaarheid hanteren wij daarom het aantal dagen dat een inlaatpunt gebruikt kan worden. De studie van Rijkswaterstaat geeft 245 dagen als ondergrens. Tabel 3.8 geeft de toetsingsklassen voor het meten van de beschikbaarheid van zoetwater

In deze scan is rekening gehouden met het herstellen van de getijdenwerking in het Haringvliet (kierbesluit). Voor Goerree Overflakke is daarom gebruik gemaakt van het nieuwe inlaatpunt. In figuur 3.7 zijn belangrijkste punten weergegeven.

## Wateroverlast

Wateroverlast ontstaat wanneer land inundeert vanwege hevige regenval (extreme neerslag). Dit kan zich uiten in de vorm van ondergelopen (landbouw)percelen, water op straat en in gebouwen, schade aan gewassen door hoge (grond) waterstand, natte kelders en kruipruimtes. Om de mate waarin wateroverlast optreedt inzichtelijk te maken wordt in deze klimaatscan gebruik gemaakt van de indicatoren inundatiediepte en de kans op inundatie. Hiervoor is gebruik gemaakt van de studie *Klimaatverandering en lokale wateroverlast ten gevolge van extreme neerslag in Nederland (FutureWater, 2008)*. Deze studie richt zich op de wateroverlast ten gevolge

van toenemende neerslag en veranderend landgebruik ten gevolge van een onvoldoende ontwateringscapaciteit na een extreme neerslag binnen een periode van 24 uur. De effecten van klimaatverandering (W scenario, 2050) zijn de studie meegenomen. De toename van afvoeren in de grote rivieren, toename van gemiddelde winterdrainage en inundatie uit regionale oppervlakte systeem zijn in de studie niet meegenomen. Verharding en stedelijk gebied zijn door het ontbreken van de juiste data eveneens niet in deze studie meegenomen (gegevens over kwel in stedelijk gebied ontbreken).

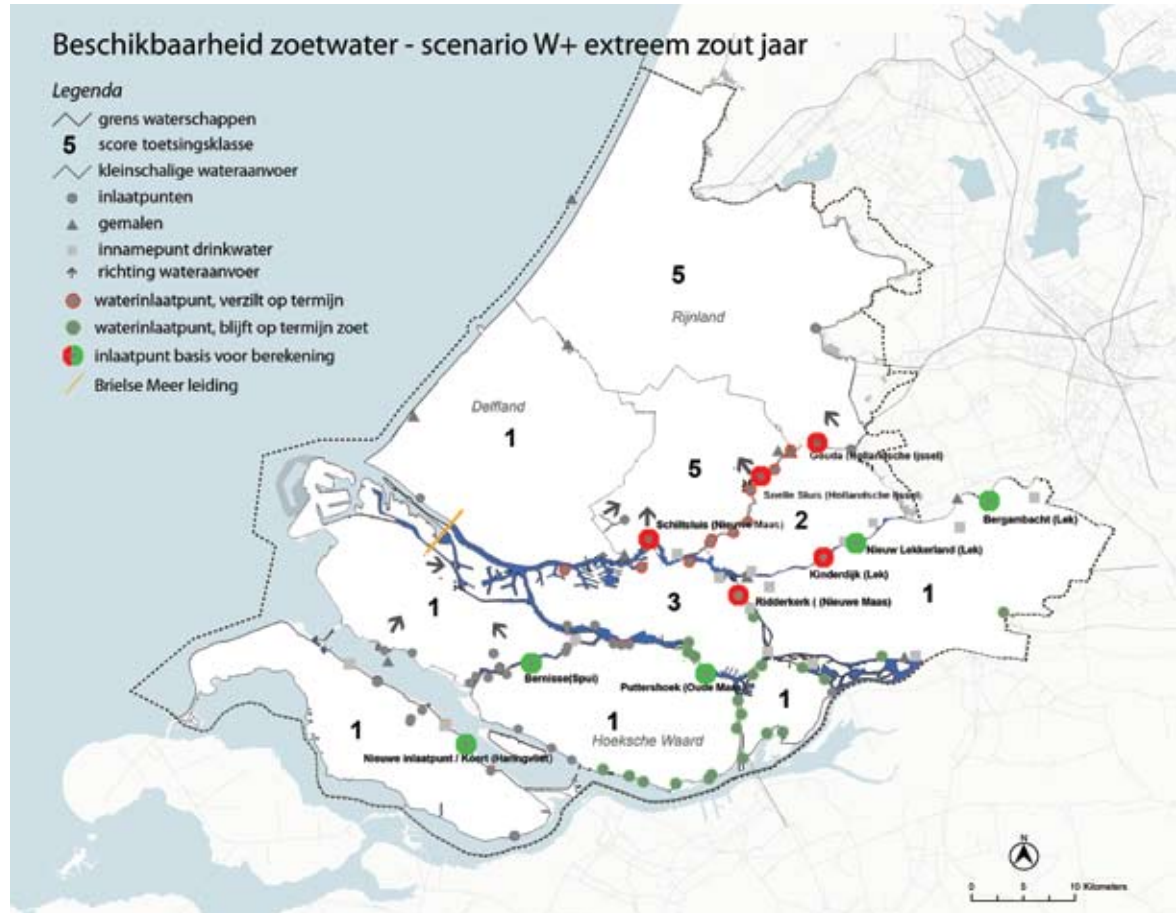
### Kans op inundatie en inundatiediepte

De kans is gebaseerd op de verschillende herhalings-tijden waarop inundatie van een gebied plaatsvindt op basis van het W scenario 2050). In figuur 3.8 is de kans ruimtelijk weergegeven. De kans varieert van t=5 (eens in de 5 jaar) tot t=100 (eens in de 100 jaar). De inundatiediepte in millimeters na extreme neerslag is weergegeven in figuur 3.9.<sup>2</sup>

<sup>2</sup> zie aanbeveling P.

Fig. 3.7 Beschikbaarheid zoetwater op basis van het W+ scenario. (Klimaatverandering en verzilting, Rijkswaterstaat, 2008)

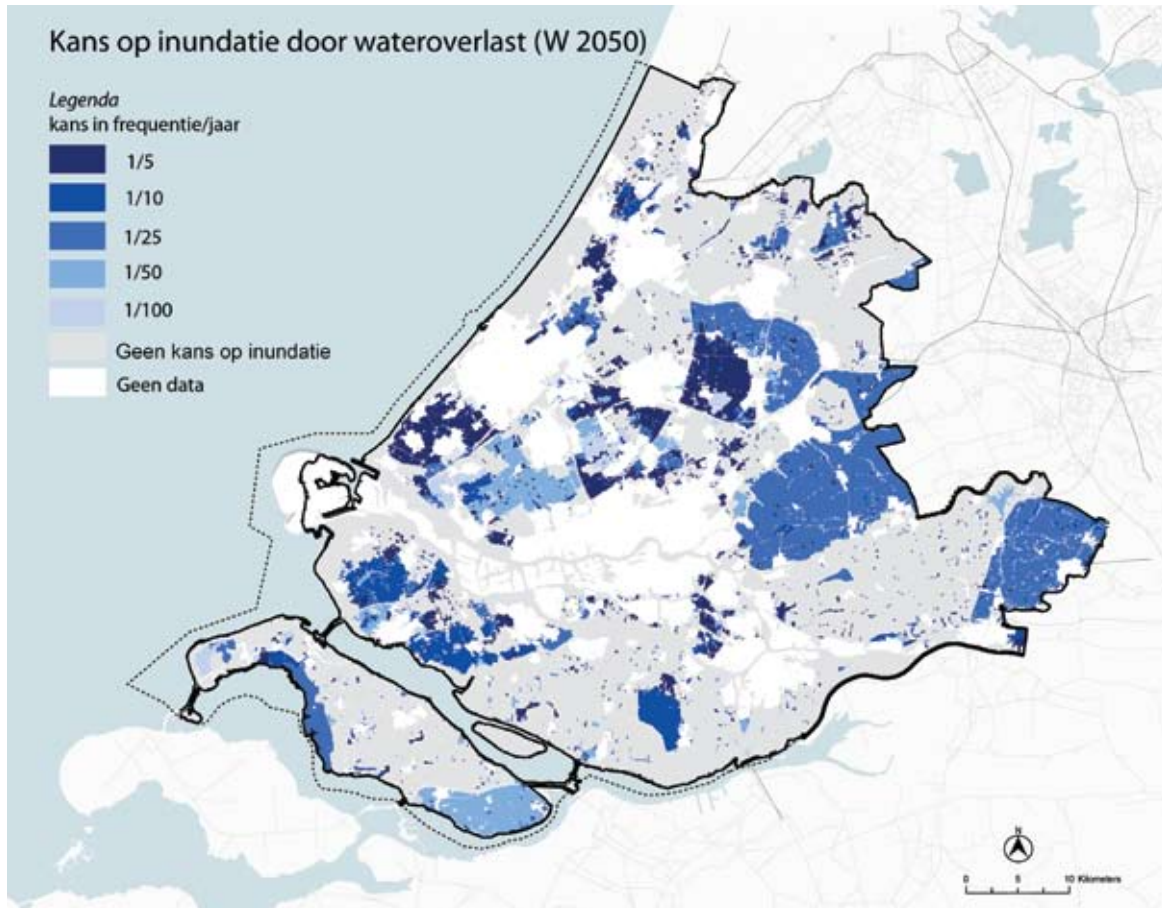
De scores 1 t/m 5 zijn overeenkomstig de toetsingsklasse zoals in tabel 3.9.



Tabel 3.8 Toetsingsklasse indicator beschikbaarheid zoetwater. In het huidige beheer laten inlaatpunten onbruikbaar wanneer de chloridenorm van 250 mg/l overschreden. Hierbij hanteert bovengenoemde studie 245 dagen als ondergrens.

Toetsingsklasse	Zoetwater beschikbaar
5 Hoog	minder dan 245 dagen
4	246 - 275
3	276 - 305
2	306 - 334
1 laag	meer dan 335 dagen

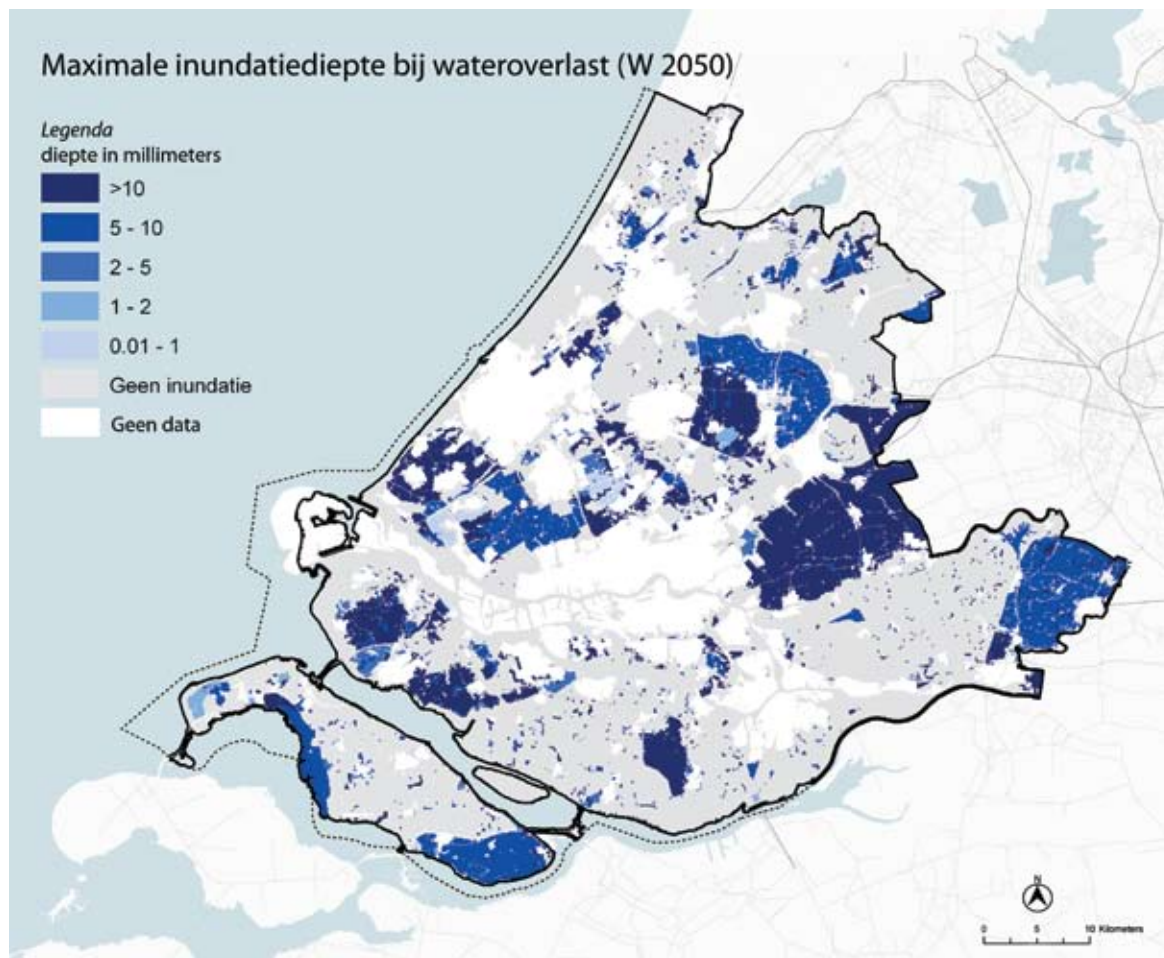
Fig. 3.8 kans op inundatie door wateroverlast (W 2050) (ten gevolge van een onvoldoende ontwateringscapaciteit na een extreme neerslag binnen een periode van 24 uur) op basis van het W scenario 2050 (FutureWater, 2008)



Tabel 3.10 Toetsingsklasse indicatoren herhalingstijd

Toetsingsklasse	Herhalingstijd
5 Hoog	1/5 jaar
4	1/10 jaar
3	1/25 jaar
2	1/50 jaar
1 laag	1/100 jaar

Fig. 3.9 Maximale inundatiediepte bij wateroverlast (ten gevolge van een onvoldoende ontwateringscapaciteit na een extreme neerslag binnen een periode van 24 uur) op basis van het W scenario 2050 (FutureWater, 2008)



Tabel 3.11 toetsingsklasse indicator inundatiediepte

Toetsingsklasse	inundatiediepte (mm)
5 Hoog	meer dan 10
4	5 - 10
3	2 - 5
2	1 - 2
1 laag	Minder dan 1

# Hoofdstuk 4

## LANDGEBRUIK EN GEVOELIGHEIDSINDICATOREN

In dit hoofdstuk wordt de gevoeligheid van landgebruiksfuncties beschreven voor de effecten van klimaatverandering, de zogenaamde gevoeligheidsindicatoren. In de eerste paragraaf wordt de landgebruikskaart beschreven en vervolgens de daaraan gekoppelde indicatoren. Dit zijn geïnvesteerd kapitaal/ bevolkingsdichtheid, zouttolerantie, droogtetolerantie en waterkwaliteitseisen.

### Landgebruikskaart

Als basis voor het landgebruik in Zuid-Holland is het landgebruik uit 2003 (op basis van CBS-gegevens uit 2003 en de landgebruikskaart 2005 (LGN, Alterra 2005), aangevuld met de Nieuwe Kaart van Nederland voor het stedelijk gebied. De EHS van de Nieuwe Kaart is niet meegenomen<sup>1</sup>. Naast deze informatie is een aantal veronderstellingen gemaakt over de ruimtelijke ontwikkelingen. Zo is verondersteld dat de geplande projecten in het Meerjaren programma infrastructuur ruimte en transport (MIRT) wordt gerealiseerd. Hoewel de EHS gegevens onvolledig zijn, geeft de kaart een redelijk goed beeld van de huidige inrichting (2009) van Zuid-Holland.

De landgebruiksfunctie natuur is opgesplitst in delta-, veen- en duinnatuur. Met deze opdeling worden de grootste verschillen in gevoeligheid voor zout en droogte in dit onder-

1 zie aanbeveling F

zoeksstadium voldoende gedekt<sup>2</sup>. Verder is het woongebied ingedeeld in verschillende dichtheden (landelijk-, groen stedelijk- en centrum stedelijk wonen). Op deze wijze is een onderscheid te maken in aantal getroffen (bevolkingsdichtheid) en geïnvesteerd kapitaal die per woongebied sterk kan verschillen. Bedrijven- en industrieterreinen zijn in de kaart samen de landgebruiksfunctie “werken”. De gevoeligheid wordt bepaald door geïnvesteerd kapitaal. Hierin springen bedrijven- en industrieterreinen er duidelijk uit (bij beide is het geïnvesteerd kapitaal groot).

De landgebruiksfuncties zijn geclusterd door gebruik te maken van iconen. Dit om de leesbaarheid van de uiteindelijke robuustheidskaarten zoals uitgewerkt in hoofdstuk 5 te vergroten. De iconen dekken niet alle functies in Zuid Holland maar geven meestal een beeld van de belangrijkste functies in een bepaald gebied.

### Gevoeligheidsindicatoren

In hoeverre een functie gevoelig is voor de gevolgen van de klimaateffecten wordt, naast de in het vorige hoofdstuk beschreven effectindicatoren, bepaald op basis van een aantal functieafhankelijke indicatoren, de zogenaamde gevoeligheidsindicatoren. Het indelen in de 5 klassen is gedaan op basis van expert judgement van het projectteam en verschillende vakinhoudelijke specialisten binnen de provincie Zuid Holland. In deze paragraaf wordt per indicator een korte toelichting gegeven.

2 zie aanbeveling L

Fig. 4.1 GISkaart - landgebruik 2009. Als basis voor het landgebruik in Zuid-Holland is het landgebruik in Zuid-Holland is het landgebruik uit 2003 (op basis van CBS-gegevens uit 2003 en de landgebruikskaart 2005 (LGN, Alterra 2005), aangevuld met de Nieuwe Kaart van Nederland voor het stedelijk gebied. De kaart geeft een redelijk goed beeld van de huidige inrichting (2009) van Zuid-Holland.

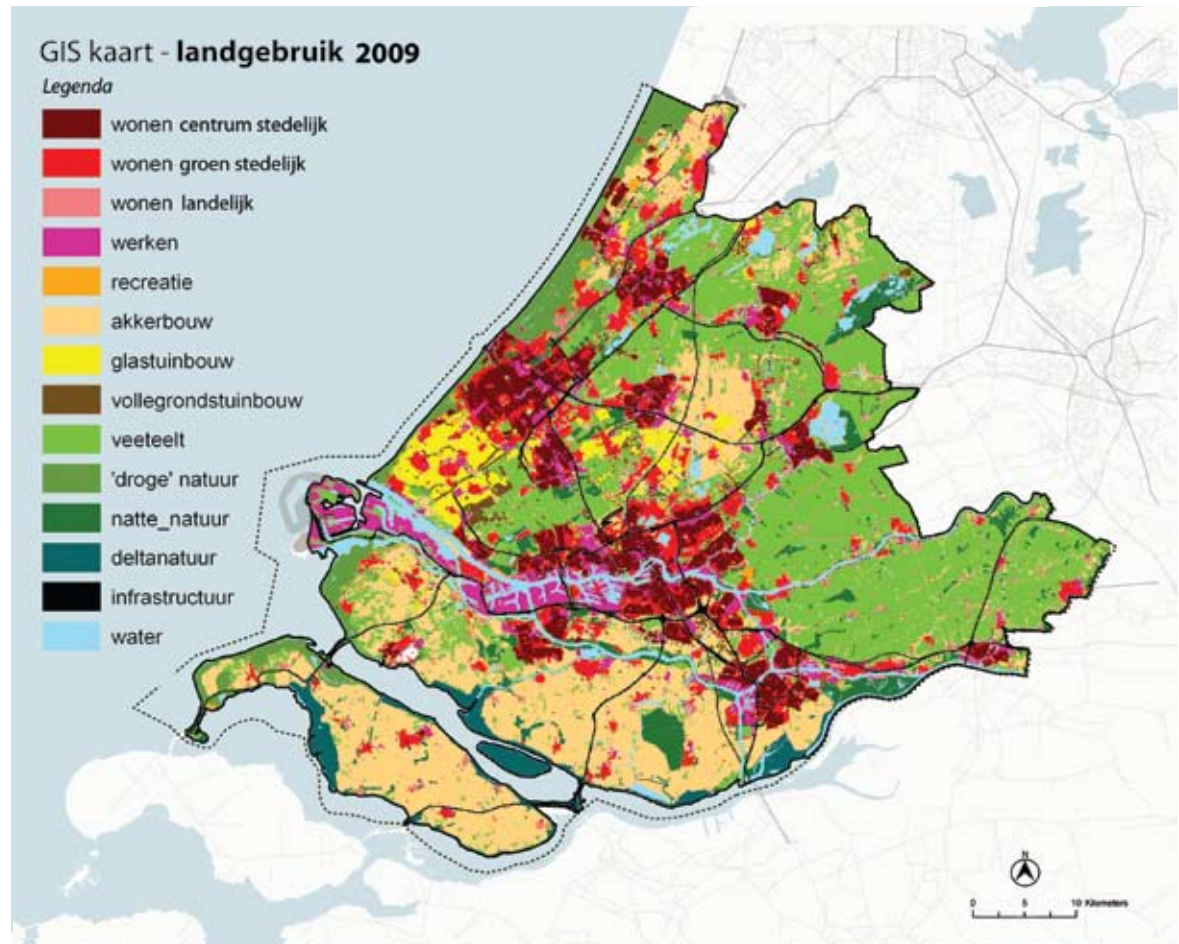


Fig. 4.2 Iconenkaart landgebruik 2009. De GISkaart landgebruik 2009 is vertaald tot een iconenkaart om de leesbaarheid van de uitkomsten van de robuustheidstoets (zie hoofdstuk 5) te vergroten. De iconen dekken niet alle functies in Zuid-Holland maar geven meestal een beeld van de belangrijkste functies in een bepaald gebied.



Tabel 4.1  
Toetsingsklasse indicator  
geïnvesteed kapitaal

Geïnvesteed kap.	Landgebruik
5 Hoog	Wonen centrum stedelijk
4	Wonen groen stedelijk/ werken
3	Glastuinbouw en wonen landelijk
2	Recreatie
1 laag	Veeteelt, vollegrondstuinbouw, akkerbouw en natuur

Tabel 4.2  
Toetsingsklasse indicator  
bevolkingsdichtheden

Bevolkingsdichtheid	Landgebruik
5 Hoog	Wonen centrum stedelijk
4	Wonen groen stedelijk
3	Wonen landelijk
2	Werken en glastuinbouw
1 laag	Veeteelt, vollegrondstuinbouw, akkerbouw, recreatie en natuur

Tabel 4.3  
Toetsingsklasse indicator  
zouttolerantie

Zouttolerantie	Landgebruik
5 Laag	Glas - en vollegrondstuinbouw
4	Natte natuur
3	Duinnatuur en akkerbouw
2	Recreatie en veeteelt
1 Hoog	Deltanatuur, wonen, werken

Tabel 4.4  
Toetsingsklasse indicator  
droogtetolerantie

Droogtetolerantie	Landgebruik
5 Laag	Vollegrondstuinbouw, natte/ delta natuur
4	Glastuinbouw, akkerbouw
3	Veeteelt, duinnatuur
2	Recreatie
1 Hoog	Wonen en werken

### Geïnvesteed kapitaal/ bevolkingsdichtheid (Gevoeligheid overstroming en wateroverlast)

De robuustheidstoets gaat uit van een hoge veerkracht wanneer er sprake is van kleine gevolgen en weinig schade na een overstroming of wateroverlast. Als indicator gebruik we hiervoor het *geïnvesteede kapitaal*. De gevolgen van een overstroomd stedelijk gebied zullen immers velen malen groter zijn dan het overstromen van grasland (veeteelt gebied). Voor overstroming is daarnaast de *bevolkingsdichtheid / aantal getroffen* van een landgebruikfunctie van belang. Hoe dichter bevolkt een landgebruikfunctie hoe gevoeliger voor overstroming. Hierbij is wonen het meest gevoelig voor de gevolgen van overstroming en wateroverlast. Onderscheid wordt gemaakt in wonen in hoge dichtheden (centrum stedelijk), middelhoge dichtheden (groen stedelijk) en lage dichtheden (landelijk wonen).

### Zouttolerantie

Bij zouttolerantie gaat het om het vermogen van een vorm van landgebruik om hoge chloridgehalten te weerstaan. Voor de classificatie van zouttolerantie is het landgebruik toegedeeld in 5 categorieën. Dit is een grove benadering die verfijning behoeft<sup>3</sup>.

### Droogtetolerantie

Droogtetolerantie geeft aan in hoeverre een landgebruikfunctie van een lange droge periode kan weerstaan (weerstand). Daarnaast geeft droogtetolerantie ook inzicht in de veerkracht van een functie, doordat het een beeld geeft van het herstelvermogen. Wanneer een functie snel kan herstellen na een droge periode dan is er sprake van een hoge veerkracht. Hoewel de droogtetolerantie van gewassen en vegetaties binnen

3 zie aanbeveling M



Tabel 4.5  
Toetsingsklasse indicator  
waterkwaliteitseisen

Waterkwaliteitseisen	Landgebruik
5 Hoog	Glastuinbouw
4	Delta-, duin- en nattenatuur Vollegrondstuinbouw
3	Akkerbouw
2	Veeteelt, recreatie
1 Laag	Wonen en werken

de functies glastuinbouw, vollegrondstuinbouw, akkerbouw en recreatie kan verschillen, volstaat deze analyse met een globale klassenindeling. Nader onderzoek over de in het veld aanwezige gewassen moet uitwijzen wat de droogtetolerantie is<sup>4</sup>.

#### Waterkwaliteitseisen

De waterkwaliteitseisen van een landgebruiksfunctie bepalen de weerstand en veerkracht van een functie. Onder kwaliteit van (gebiedsvreemd) water wordt naast het chloridegehalte ook andere verontreinigde stoffen water (zoals fosfaten) verstaan.



Westland (foto: Roos Berendsen)

<sup>4</sup> zie aanbeveling O.



# Hoofdstuk 5

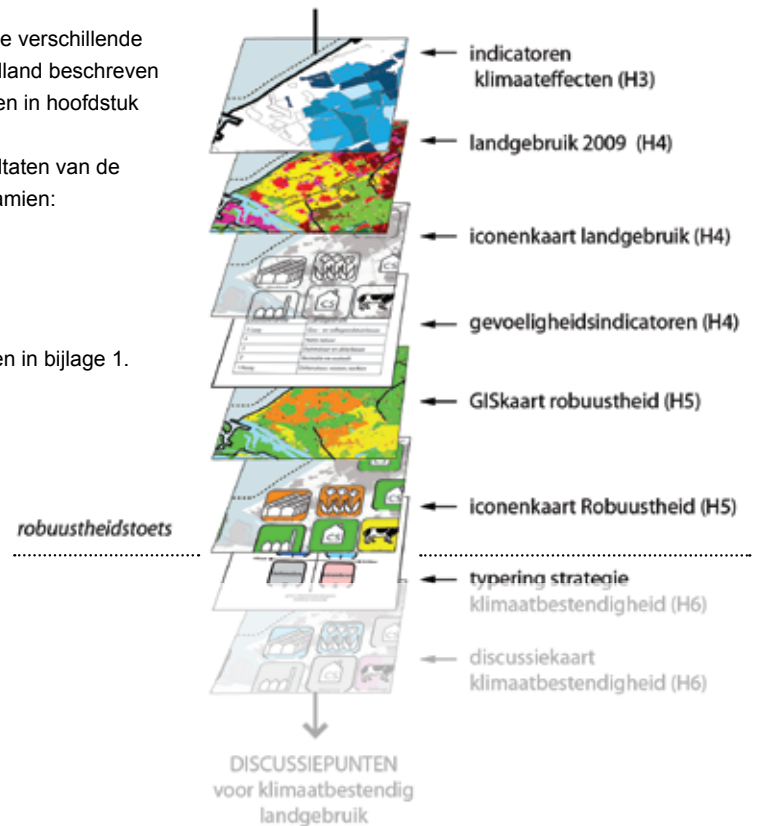
## ROBUUSTHEIDSTOETS PROVINCIE ZUID-HOLLAND

In dit hoofdstuk wordt de robuustheid van de verschillende landgebruiktypen van de provincie Zuid-Holland beschreven op basis van de methodiek zoals beschreven in hoofdstuk 2.

Op de volgende bladzijden worden de resultaten van de robuustheidstoets gepresenteerd in het stramen:

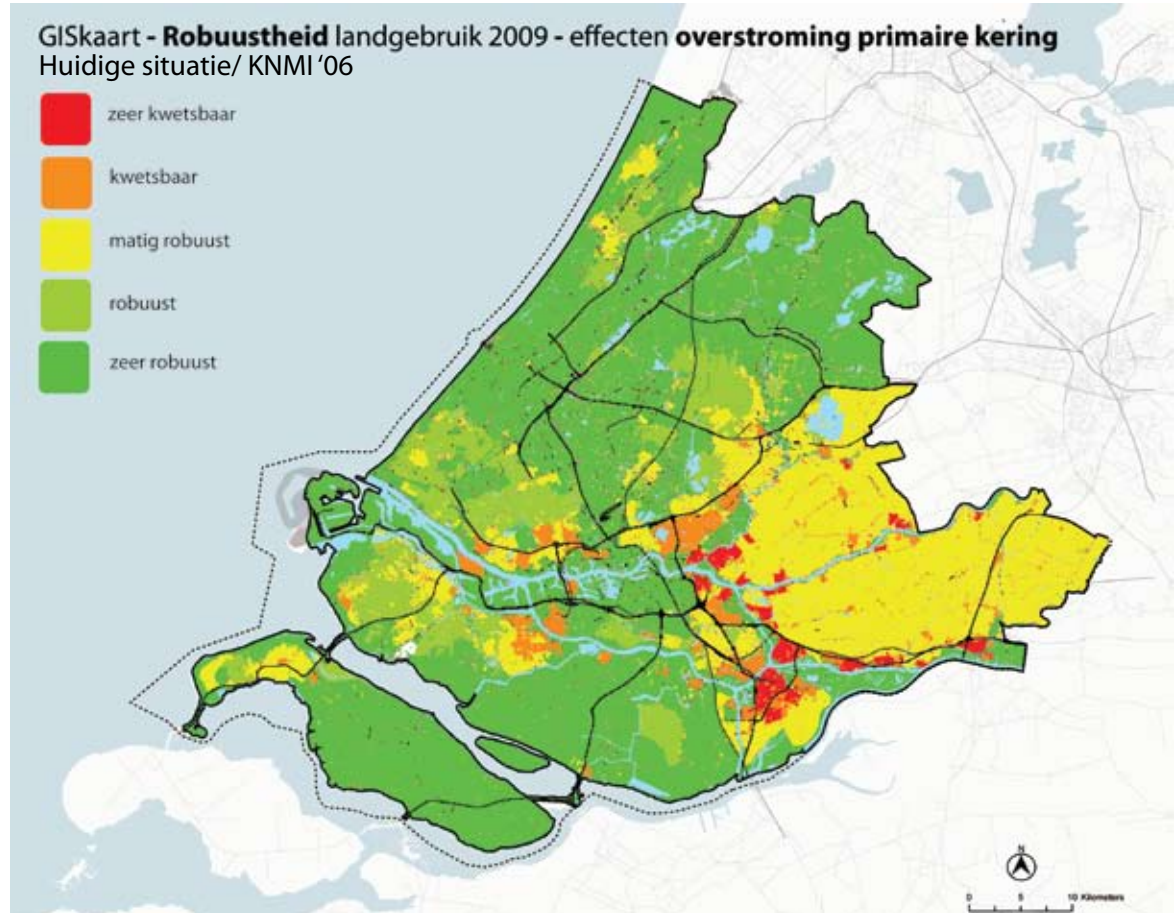
- GISkaart
- schema toetsingsklassen
- iconenkaart
- toelichtende tekst.

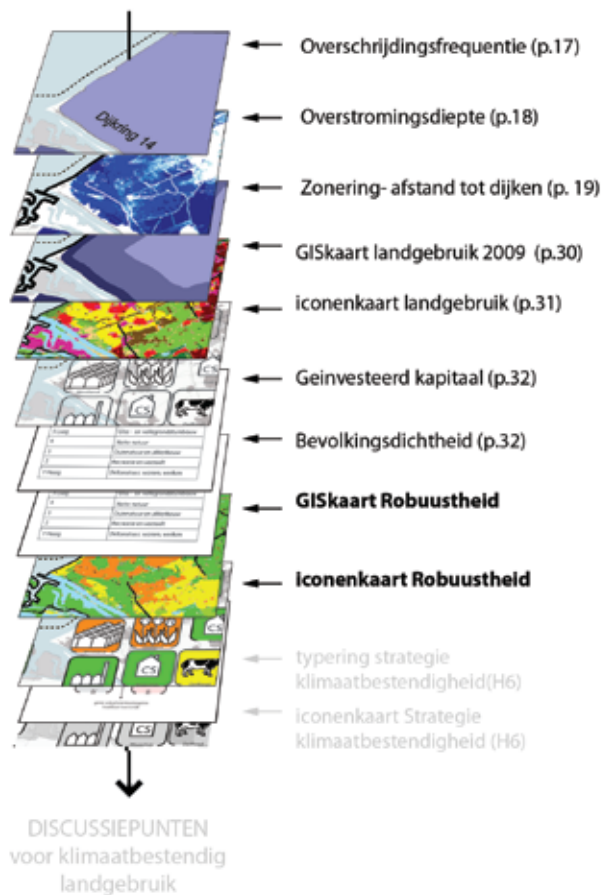
De scoretabellen per gebied zijn opgenomen in bijlage 1.



## Robuustheidstoets voor het effect overstrooming door falen primaire kering

Fig. 5.1 GISkaart van de mate van robuustheid van het huidige landgebruik voor het effect van overstrooming door falen primaire kering. Gebruik is gemaakt van overstromingsgegevens van de huidige situatie. Het gewenste veiligheidsniveau van de keringen wordt iedere vijf jaar getoetst aan de meest recente klimaatscenario's.





Primaire kering					
klasse	Overschrijdingsfrequentie	Zonering	Overstromingsdiepte	Bevolkingsdichtheid	Geinvesteerd kapitaal
5	1/2000	minder dan 1 km	meer dan 2 meter	Wonen centrum stedelijk	Wonen centrum stedelijk
4			0,8 - 2 meter	Wonen groen stedelijk	Wonen groen stedelijk en werken
3	1/4000	1 - 5 km	0,5 - 0,8 meter	Wonen landelijk	Landelijk wonen en glastuinbouw
2			0,2 - 0,5 meter	Werken en glastuinbouw	Recreatie
1	1/10000	meer dan 5 km	0,01 - 2 meter	Overige	Overige

*Ingrediënten Robuustheidstoets voor het effect overstroming door falen primaire kering*

*Aspecten van robuustheid + Klassificatie effectindicatoren en gevoeligheidsindicatoren*

Fig. 5.2 Iconenkaart  
 = vertaling GISkaart  
 robuustheid landgebruik  
 2009 - effecten  
 overstroming primaire  
 kering (p.39)



## Resultaten robuustheidstoets - overstroming na falen primaire kering

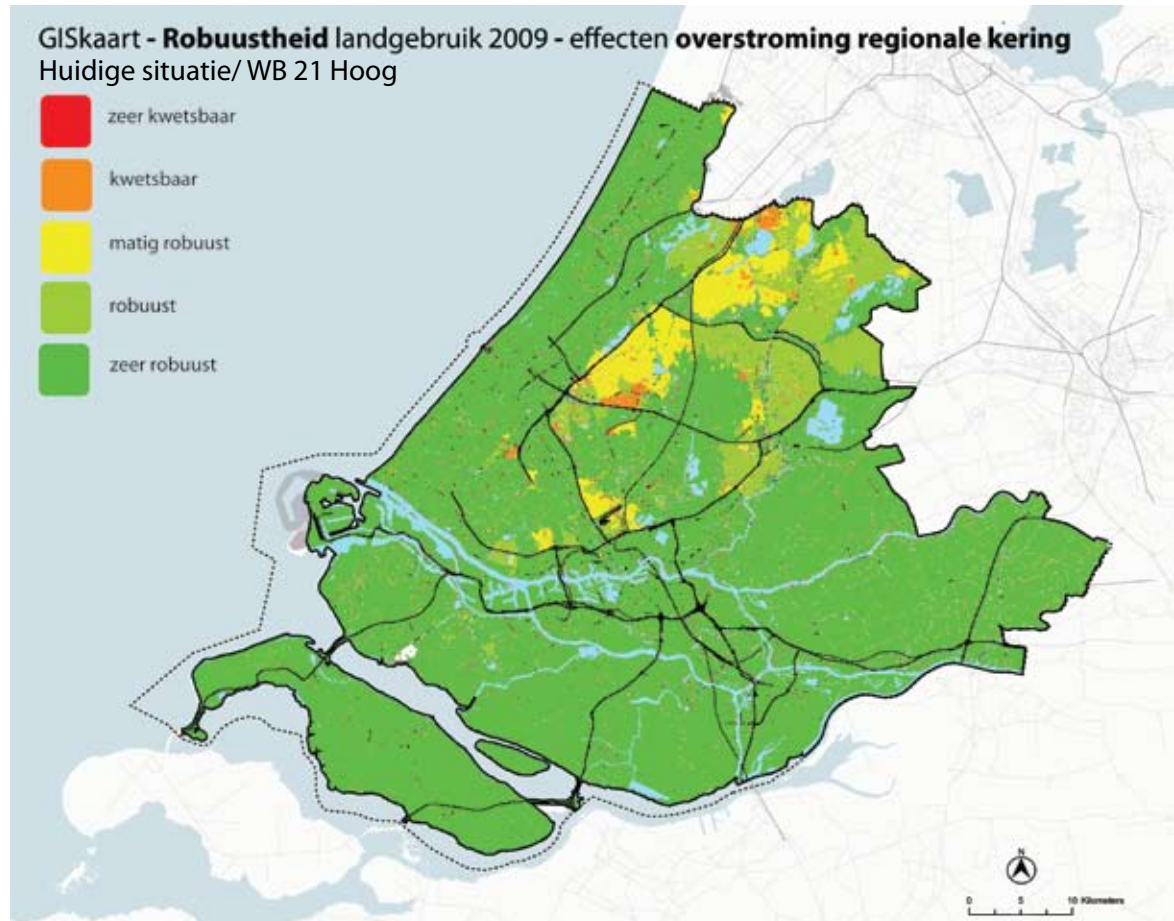
De robuustheid van een landgebruiksfunctie na het falen van een primaire kering wordt bepaald door enerzijds de bevolkingsdichtheid en het geïnvesteerd kapitaal (gevoeligheid van de landgebruiksfunctie) en anderzijds door de overstromingsdiepten, stroomsnelheden en de overschrijdingsfrequenties (mate waarin het effect optreedt).

Opvallend is dat de stedelijke gebieden langs de Waal, Lek en Oude Maas kwetsbaar tot zeer kwetsbaar zijn (beneden rivierengebied). De voornaamste redenen zijn de relatief lage beveiligingsklassen (1/2000 of 1/4000) in de Alblasserwaard, Krimpenerwaard, Hoeksche Waard, Eiland van Dordt en Voorne Putten, de ligging nabij een primaire kering waardoor de stroomsnelheden hoog zijn en de hoge overstromingsdiepten (> 2 meter). De steden binnen dijkkring 14 zijn over het algemeen (zeer) robuust. Dit komt door de hogere veiligheidsklasse. Daarnaast is de afstand tot de primaire kering vaak een stuk groter waardoor stroomsnelheden lager zijn. Uitzondering hierop op zijn Katwijk en Noordwijk, deze zijn zeer dicht bij de kering gelegen en kennen bij het falen van de kering overstromingsdiepten groter dan 2 meter.

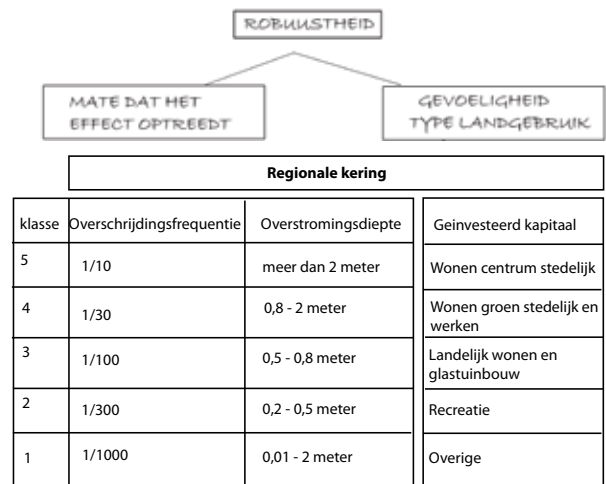
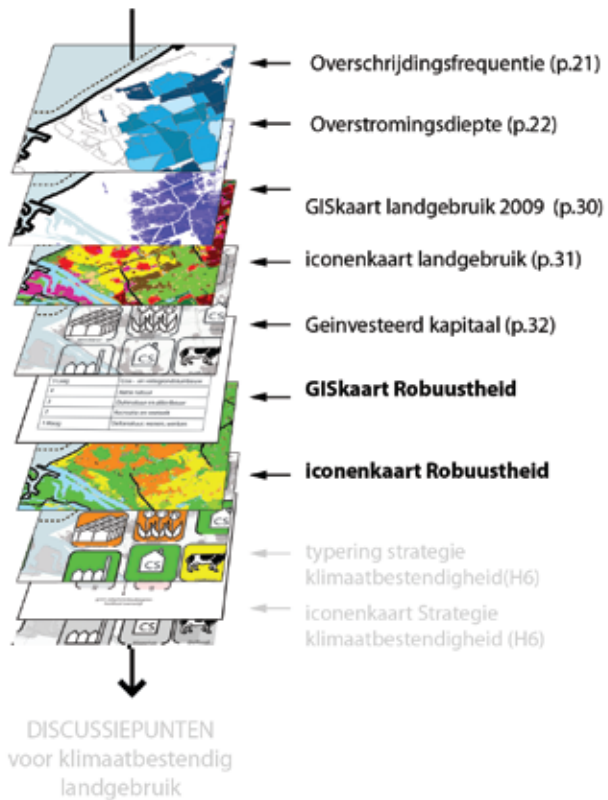
Voor de functie werken geldt dat de industriegebieden ten westen van Dordrecht matig robuust zijn. De buitendijkse gebieden in de Rijnmond (Maasvlakte en de havens Rotterdam) liggen grotendeels boven NAP en zullen zodoende niet overstromen. Voor de agrarische functies (veeteelt, akkerbouw, vollegrondstuinbouw en glastuinbouw) geldt, op een aantal uitzonderingen na, dat deze robuust tot zeer robuust zijn.

## Robuustheidstoets voor het effect overstrooming door falen regionale kering

Fig. 5.3 GISkaart van de mate van robuustheid van het huidige landgebruik voor het effect van overstrooming door falen regionale kering. Gebruik is gemaakt van overstromingsgegevens van de huidige situatie. Het gewenste veiligheidsniveau van de keringen is getoetst aan het WB 21 Hoog scenario.







*Ingrediënten Robuustheidstoets voor het effect overstroming door falen regionale kering*

*Aspecten van robuustheid + Klassificatie effectindicatoren en gevoeligheidsindicatoren*

Fig. 5.4 Iconenkaart  
 = vertaling GISkaart  
 robuustheid landgebruik  
 2009 - effecten  
 overstroming regionale  
 kering (p.43)



## Resultaten robuustheidstoets - overstroming na falen regionale kering

De robuustheidbepaling van de functie na het falen van een regionale kering kent grotendeels dezelfde indicatoren als bij het falen van een primaire kering. Voor de gevoeligheid van de functie zijn dit geïnvesteerd kapitaal en bevolkingsdichtheid en voor de mate waarin het effect optreedt zijn dit de overschrijdingsfrequenties en de overstromingsdiepten. Uitzondering is de indicator stroomsnelheid, deze is niet meegenomen. Dit kan in toets op lager schaalniveau nader uitgewerkt worden.

De kaart geeft weer dat de robuustheid na het falen van een regionale kering vooral matig in het gebied grofweg tussen Delfland en het Braassermeer. Dit komt doordat hier relatief het meeste boezemwater is en zodoende meer keringen om het omliggende land te beschermen. Gebieden ten zuiden van dijkkring 14 zoals Goeree Overflakkee en de Hoeksche Waard kennen veel minder regionale keringen. Uitzondering hierop zijn de Alblasserwaard en de Krimpenerwaard.

De keringen kennen over het algemeen een op de landgebruiksfunctie afgestemd veiligheidsniveau. Wanneer een kering faalt kunnen de overstromingsdiepten echter hoog zijn. Het dichtbevolkte stedelijk gebied (centrum stedelijk) van Zoetermeer kent bijvoorbeeld een hoge veiligheidsklasse (1/1000) maar bij het falen van de kering zijn de gevolgen groot. Het gebied kent een hoge overstromingsdiepten en is dan ook getypeerd als kwetsbaar.

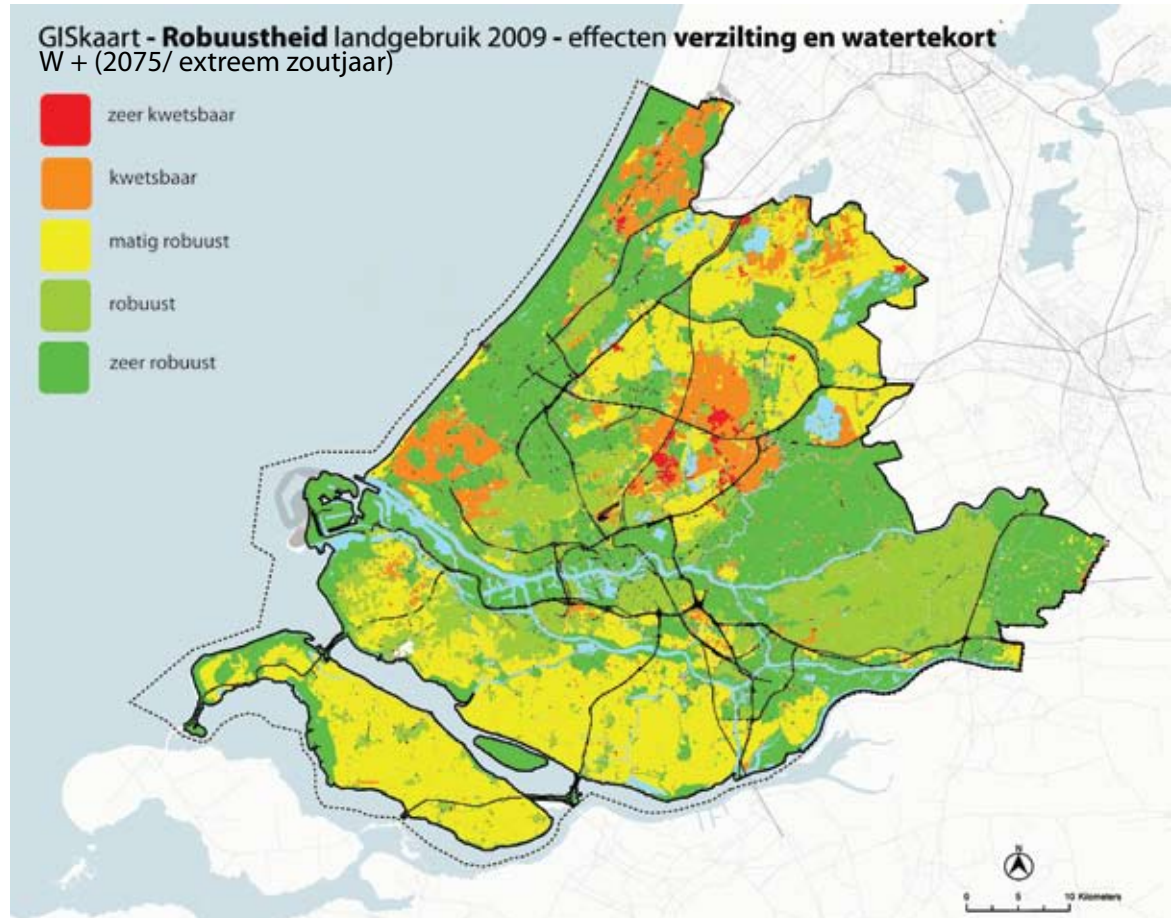
Andere landgebruikfuncties binnen dijkkring 14 die matig robuust zijn voor het overstromen na falen van een regionale kering zijn de veeteeltgebieden rond Zoeterwoude dorp, het gebied rond de Kagerplassen en het noordelijk deel van het Delfland. Verder is het akkerbouwgebied ten noorden van Alphen aan de Rijn matig robuust.



*Falen boezemkade Wilnis 2003  
(bron: [www.TU Delft.nl](http://www.TU Delft.nl))*

## Robuustheidstoets voor het effect verzilting en zoetwatertekort

Fig. 5.5 GISkaart van de mate van robuustheid van het huidige landgebruik voor het effect van verzilting en watertekort. Gebruik is gemaakt van de klimaatscenario's W+ 2075 en W+ extreem zoutjaar.





Verzilting en watertekort					
klasse	Zoutvracht (kg/ha/j)	Beschikbaarheid zoetwater	Zouttolerantie	Droogtetolerantie	Waterkwaliteitseisen
5	meer dan 10.000	meer dan 245 dagen	Glas - en vollegrondstuinbouw	Vollegrondstuinbouw, natte/ delta natuur	Glastuinbouw
4	2500 - 10000	246 - 275	Natte natuur	Glastuinbouw, akkerbouw	natuur, vollegrondstuinbouw
3	500 - 2500	276 - 305	Duinnatuur en akkerbouw	Veeteelt, duinnatuur	Akkerbouw
2	100 - 500	306 - 334	Recreatie en veeteelt	Recreatie	Veeteelt, recreatie
1	Minder dan 100	meer dan 335 dagen	Deltanatuur, wonen, werken	Wonen en werken	Wonen en werken

*Ingrediënten Robuustheidstoets voor het effect verzilting en watertekort*

*Aspecten van robuustheid + Klassificatie effectindicatoren en gevoeligheidsindicatoren*

Fig. 5.6 Iconenkaart  
 = vertaling GISkaart  
 robuustheid landgebruik  
 2009 - effecten verzilting  
 en watertekort (p.47)



## Resultaten robuustheidstoets - verzilting en zoetwatertekort

De beschikbaarheid van zoetwater is een belangrijke factor in de mate van robuustheid van een functie. Het zoetwater kan namelijk gebruikt worden om verdroging en verzilting (intern en extern) voor een groot deel te reduceren. Knelpunten ontstaan voornamelijk wanneer een langere periode geen zoetwater beschikbaar is.

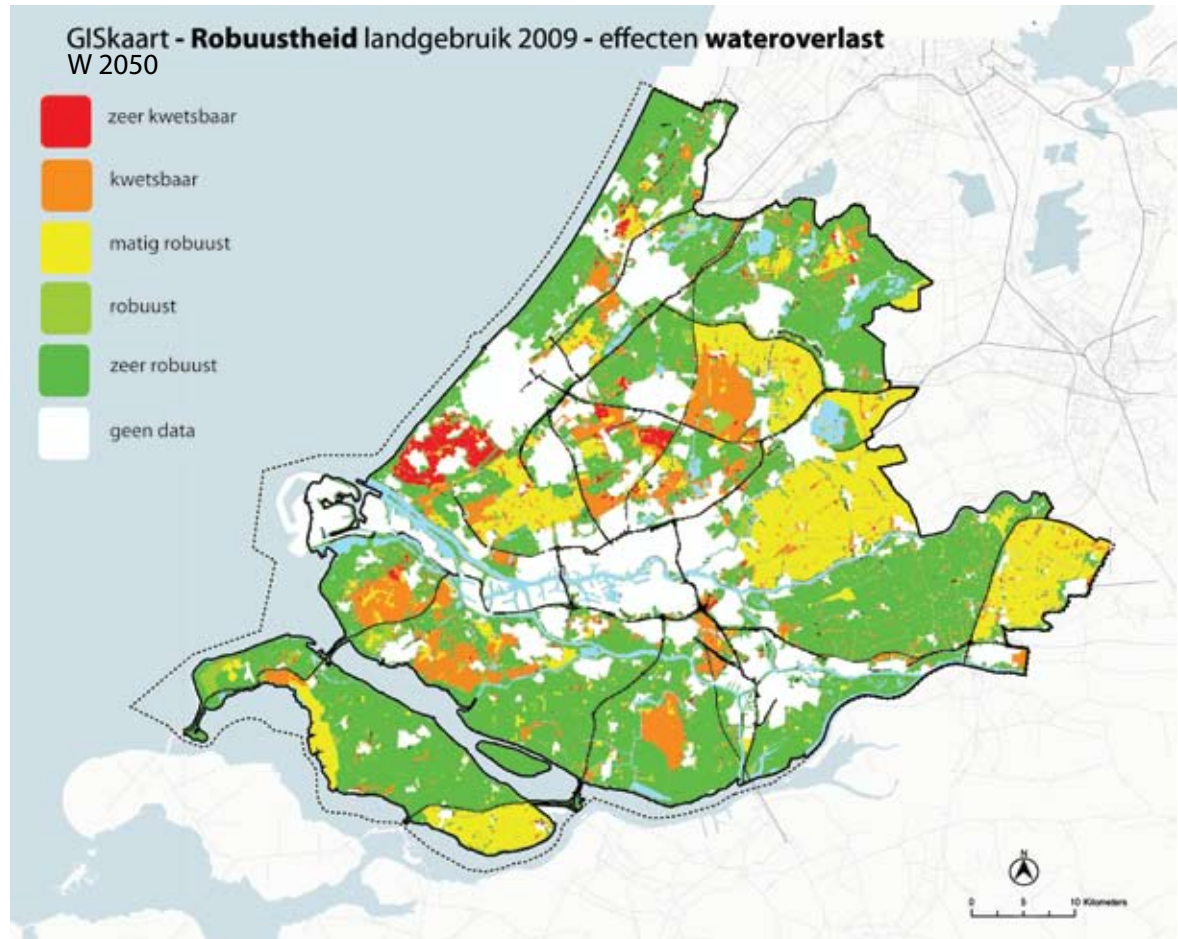
Op de robuustheidskaart is zichtbaar dat in Rijnland en Schieland op diverse plaatsen het landgebruik het meest kwetsbaar is voor zoetwatertekort en verzilting. De voornaamste reden hiervoor is het verzilten van het inlaatpunt bij Gouda. Hierdoor is in een extreem zoutjaar in het W + scenario minder dan 245 dagen zoetwater beschikbaar via de grootschalige wateraanvoer. Dit in combinatie met een hoge interne verzilting en verschillende verzilting- en verdroginggevoelige functies. Dit zijn onder andere de natte natuur in het veenweidegebied (waaronder Natura 2000 gebied Polder Stein, de bollenstreek rond Noordwijk en verschillende akkerbouwgebieden. Uitschieters zijn het glastuinbouwgebied Overbuurtsche – en Overeindsche polder en de boomteelt bij Boskoop. Deze zijn zeer kwetsbaar.

In gebieden waar zelfs in een extreem zoutjaar voldoende zoetwater beschikbaar blijft zijn de verschillende landgebruiksfuncties overwegend robuust tot matig robuust. Matig robuuste landgebruik komt vooral voort uit een sterke interne verzilting in de ondergrond. Dit speelt vooral op de Zuid-Hollandse Eilanden. Wanneer de zoetwateraanvoer niet meer gegarandeerd is, is deze functie kwetsbaar

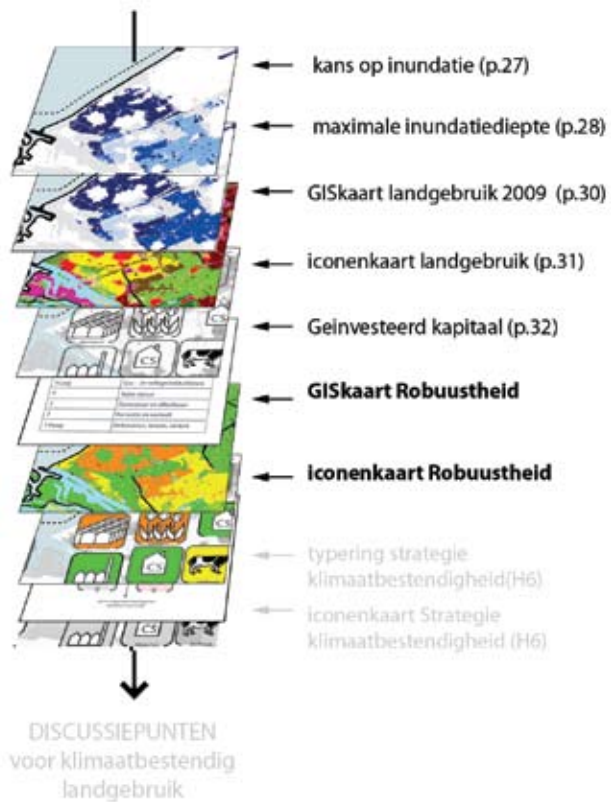
voor klimaatverandering. Een bijzondere positie worden ingenomen door de glastuinbouw en de vollegrondstuinbouw in het Westland. Deze zijn ondanks voldoende zoetwater in extreme klimaatscenario's kwetsbaar voor klimaatverandering. Ook hier is de interne verzilting de oorzaak in combinatie met het feit dat dit landgebruik zeer gevoelig is voor verzilting en zoetwatertekort. Wanneer de zoetwateraanvoer niet meer gegarandeerd is zijn deze gebieden zeer kwetsbaar voor dit secundaire effect.

## Robuustheidstoets voor het effect wateroverlast

Fig. 5.7 GISkaart van de mate van robuustheid van het huidige landgebruik voor het effect van wateroverlast ten gevolge van onvoldoende ontwateringscapaciteit na extreme neerslag binnen een periode van 24 uur. Gebruik is gemaakt van het W scenario 2050.







*Ingrediënten Robuustheidstoets  
voor het effect wateroverlast*



Wateroverlast			
klasse	Kans op inundatie	Inundatiediepte	Geinvesteerd kapitaal
5	1/5	meer dan 10 mm	Wonen centrum stedelijk
4	1/10	5 - 10 mm	Wonen groen stedelijk en werken
3	1/25	2 - 5 mm	Landelijk wonen en glastuinbouw
2	1/50	1 - 2 mm	Recreatie
1	1/100	minder dan 1 mm	Overige

*Aspecten van robuustheid + Klassificatie  
effectindicatoren en gevoeligheidsindicatoren*

Fig. 5.8 Iconenkaart  
 = vertaling GISkaart  
 robuustheid landgebruik  
 2009 - effecten verzilting  
 en watertekort (p.47)





*Wateroverlast na hevige neerslag (foto: flickr.com)*

## Resultaten robuustheidstoets - wateroverlast

De gevoeligheid van een landgebruiksfunctie (geïnvesteed kapitaal) en de verwachte maximale inundatiediepte en herhalingstijd bepalen de robuustheid voor wateroverlast. In deze klimaatscan is wateroverlast in stedelijk gebied door het ontbreken van geschikte data niet meegenomen. Dit is een belangrijke conclusie aangezien in de klimaatwijzer van de Provincie Zuid Holland (december 2008) een toename van wateroverlast in het stedelijk gebied verwacht wordt (water op straat en overstromend riool). In nader onderzoek op een lager schaalniveau kan dit nader uitgewerkt worden.

De robuustheidskaart geeft verspreid over de provincie Zuid Holland kwetsbare en matig robuuste landgebruiksfuncties aan. Veeteelt is overwegend matig robuust. Ook akkerbouw is overwegend matig robuust. Uitzondering is akkerbouw rond Moerkapelle, hier zijn de inundatiediepten groot (> 10 mm). De vollegrondstuinbouw is kwetsbaar. Dit landgebruik is gevoeliger voor wateroverlast en komt eveneens op plekken voor waar de inundatiediepten groot zijn. Ook voor glastuinbouw gaat dit op.

## Belangrijkste resultaten robuustheidstoets

Uit de robuustheidstoets blijkt dat de robuustheid van een functie per secundair klimaateffect verschilt.

### Wonen en werken

- voor de functies *wonen* en *werken* geldt dat deze vooral vatbaar is voor het falen van een primaire kering. Vooral de steden in de nabijheid van de grote rivieren (beneden riviereengebied) zijn kwetsbaar. De veiligheidsklassen zijn hier lager en de nabijheid van een kering levert hogere stroomsnelheden op.
- Voor het falen van een regionale kering is de functie wonen en werken over het algemeen robuust tot zeer robuust. Uitzondering hierop is Zoetermeer (kwetsbaar) vanwege de hoge overstromingsdiepte en een lage veiligheidsklasse van de kering.
- Wateroverlast in stedelijk gebied is in deze klimaatscan niet meegenomen. In de klimaatwijzer is aangegeven dat in het stedelijk gebied knelpunten worden verwacht.

### Glastuinbouw en vollegrondstuinbouw

- De functies glastuinbouw en vollegrondstuinbouw zijn kwetsbaar voor de secundaire effecten verzilting en watertekort. Vooral de glastuinbouw in het Rijnland is zeer kwetsbaar door dat in een extreem zout jaar de beschikbaarheid van voldoende zoetwater gevaar loopt (verzilting inlaatpunt Gouda).
- De huidige locaties van glastuinbouw zijn voor overstromingen robuust.
- Wateroverlast zorgt bij alle glas- en tuinbouwgebieden voor knelpunten. In Westland is de glastuinbouw zelfs zeer kwetsbaar<sup>1</sup>

<sup>1</sup> zie aanbeveling P

### Natuur

- In het veenweidegebied is de functie natte natuur kwetsbaar voor verzilting en watertekort vanwege de gevoeligheid voor verzilting in combinatie met de verzilting van het inlaatpunt bij Gouda (beschikbaarheid zoetwater). Natte natuur in de Zuid-Hollandse eilanden is matig robuust, hier is de zoetwaterbeschikbaarheid gegarandeerd maar de interne verzilting hoog.
- De delta natuur en droge natuur is voor alle effecten robuust. Met uitzondering van de slikken van Flakkee (delta natuur) die zijn matig robuust voor wateroverlast (zie aanbeveling p).
- Voor overstroming na het falen van een primaire kering is alleen het natte natuurgebied rond de Reeuwijksche plassen matig robuust. Vooral de ligging nabij de kering is hier van invloed.

### Recreatie

- Recreatie is voor alle klimaateffecten robuust.

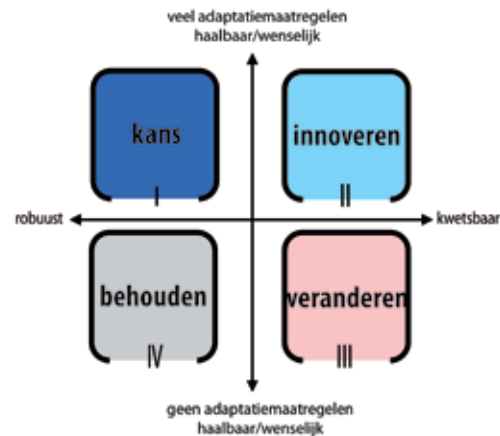
### Veeteelt en akkerbouw

- Voor overstroming na het falen van een primaire kering zijn vooral de akkerbouw en veeteelt gebieden in het beneden riviereengebied matig robuust.
- Bij falen van een regionale kering zijn de veeteeltgebieden binnen dijkkring 14 matig robuust.
- Voor verzilting en watertekort zijn veeteelt en akkerbouw overwegend matig robuust. Uitzondering is het akkerbouw gebied rond Moerkapelle wat kwetsbaar is.
- Wateroverlast geeft knelpunten voor akkerbouw rond Moerkapelle, de Zuid - Hollandse eilanden en ten noorden van Alphen aan de Rijn.

# Hoofdstuk 6

## DISCUSSIEPUNTEN VOOR KLIMAATBESTENDIGHEID

In dit hoofdstuk wordt in *discussiekaarten* aangegeven waar discussie gevoerd moet worden over politieke keuzes om te komen tot een klimaatbestendig landgebruik. De robuustheidstoets uit het vorige hoofdstuk geeft weer of het landgebruik robuust of kwetsbaar is. Om kwetsbaar landgebruik klimaatbestendig te maken moeten maatregelen getroffen worden. De keuze voor deze adaptatiemaatregelen (strategie) hangt af van de wenselijkheid en haalbaarheid vanuit maatschappelijk draagvlak, economisch en technisch opzicht. Deze *klimaatscan* maakt geen keuzes maar maakt discussiepunten inzichtelijk. Hierbij maakt deze methode gebruik van het klimaatbestendigheidskwadrant.



Zoals in hoofdstuk 2 de methodiek beschreven zijn er twee opties voor discussie

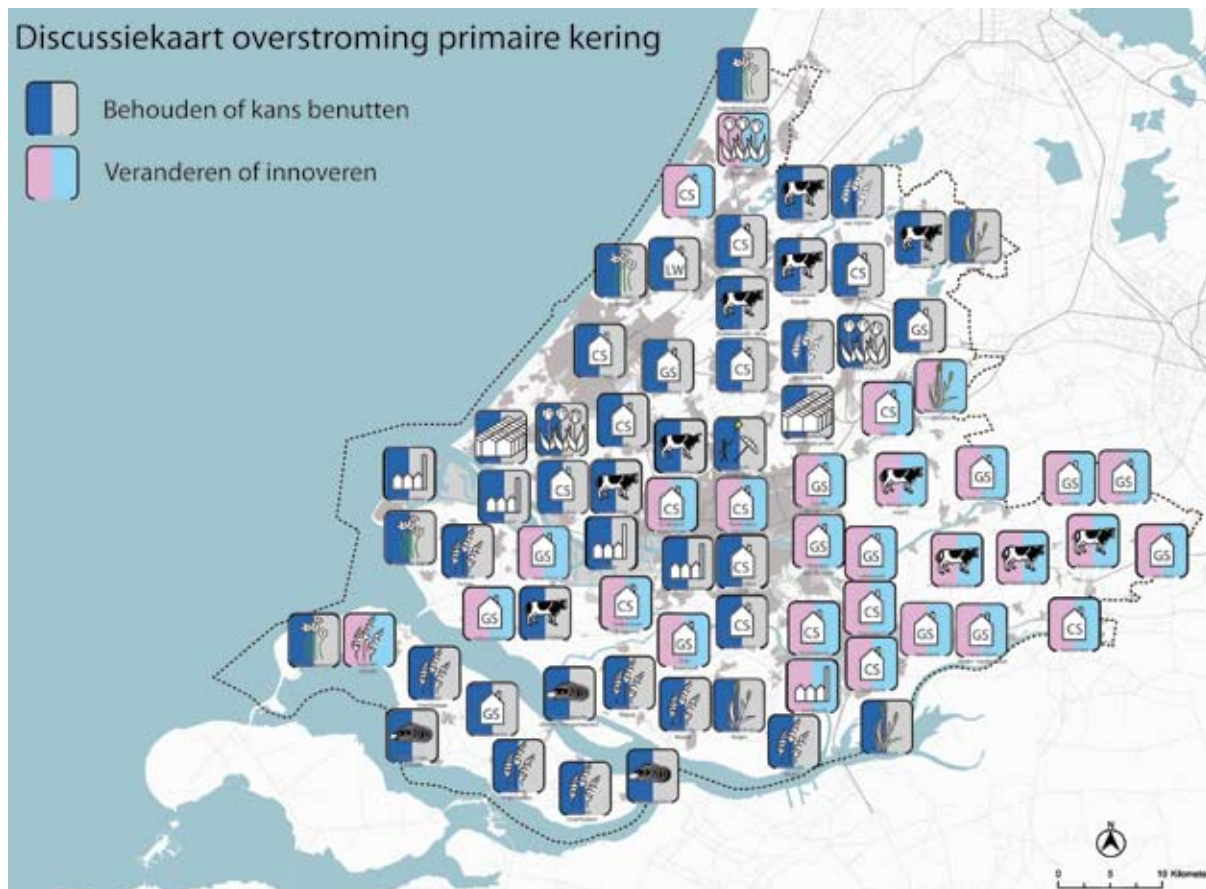
1. innoveren of veranderen
2. behouden of kans benutten

Is de optie innoveren of veranderen dan gaat de politieke discussie over het wel of niet investeren in klimaatadaptatiemaatregelen. Wanneer de optie behouden of kans benutten dan gaat de politieke discussie over investeringen om kansen te benutten.

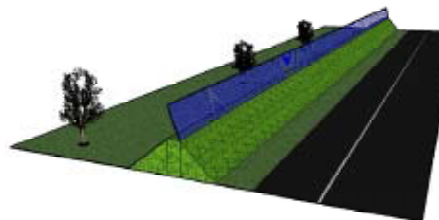
Bij innoveren zijn verschillende adaptatiemogelijkheden denkbaar. Voor overstroming kan gedacht worden aan compartimentering of drijvende woningen/ kassen. Voorbeelden van benutten van kansen zijn, bouwen in gebieden die nu en in de toekomst robuust zijn voor overstroming en waterberging in natuur- en recreatiegebieden.

Onderstaand zijn twee discussiekaarten (voor overstroming na falen primaire kering en verzilting en zoetwatertekort) uitgewerkt. Daarnaast zijn een aantal voorbeelden van innovatie en kansen afgebeeld. De kaarten geven weer waar welke discussie gevoerd moet worden op basis van de resultaten van de robuustheidstoets. Hierbij is ervan uitgegaan dat wanneer een functie matig robuust tot kwetsbaar scoort de discussie over de functie innoveren of veranderen nuttig is. Scoort huidig landgebruik robuust of zeer robuust dan is behoud van functie mogelijk maar moet nader bekeken worden of kansen benut kunnen worden.

Fig. 6.1 Discussiekaart



Drijvend wonen  
(foto: Martijn Gerritsen)

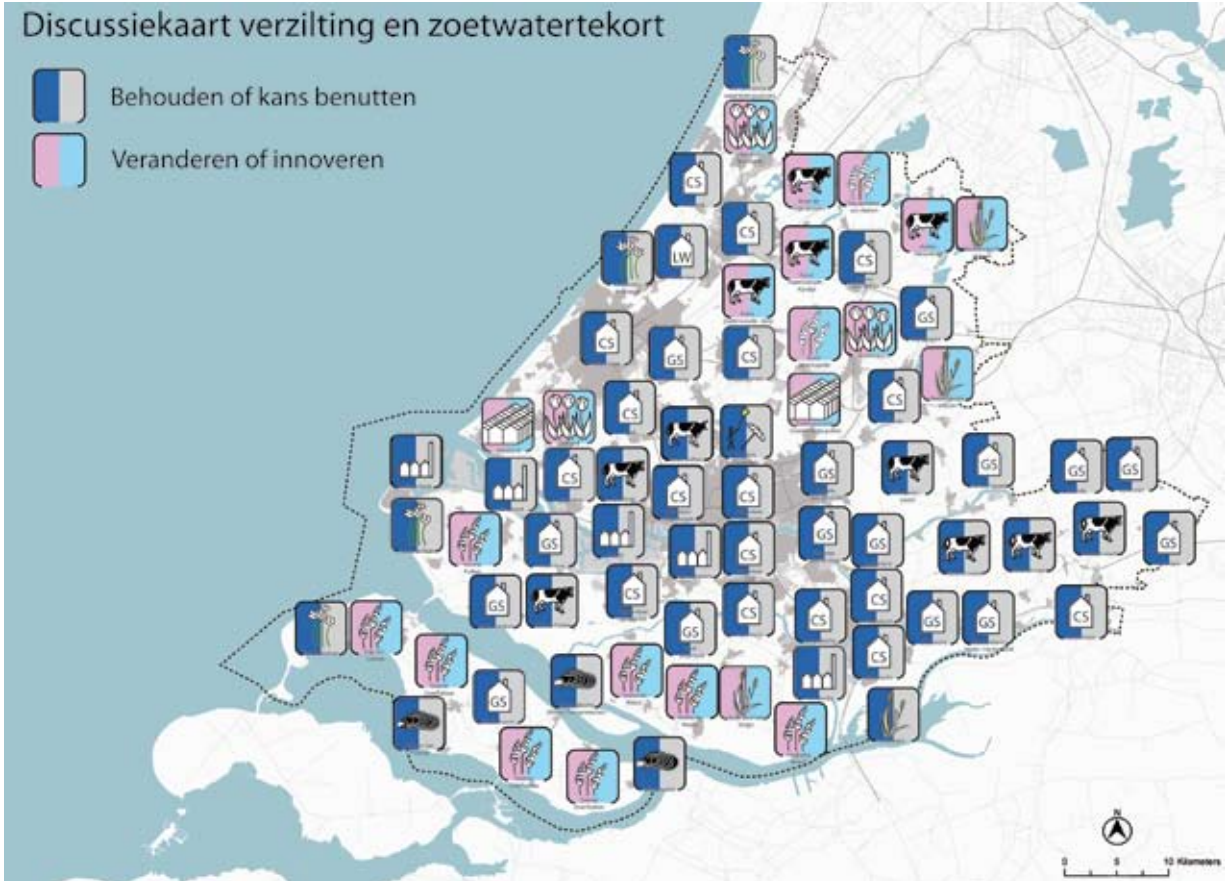


Geluidswal als waterkering (bron: Tauw bv)



Superdijk Zuidplaspolder (Bron: Xplorelab, PZH)

Fig. 6.2 Discussiekaart



Voorbeelden  
 ideeën bundel Hotspot  
 Zuidplaspolder,  
 Xplorelab, PZH, 2008



Waterberging stedelijk gebied



Helofytenfilter als zuiveringsmoeras



Zuiveringsmoerassen





# Hoofdstuk 7

## CONCLUSIES, AANBEVELINGEN EN VERVOLG

De kracht van deze pragmatische methodiek is dat in relatief korte tijd kwetsbaarheden (en kansen) in het landgebruik inzichtelijk worden gemaakt. Dit levert de onderbouwing voor keuzes in het ruimtelijke ontwerpproces. De scan is een startpunt voor onderzoek en maatschappelijke discussie.

### Opmerkingen en aanbevelingen voor toepassing methode in vervolgfase.

A. De formule die gebruikt is voor de robuustheidstoets is een 1 op 1 methode. Elke indicator/aspect telt even zwaar mee. In werkelijkheid telt niet elk aspect even zwaar. Door aan de indicatoren in de formule een *weging* toe te kennen kan de *politieke discussie* meegenomen worden in de robuustheidstoets.

B. In deze rapportage is uitgegaan van het landgebruik in 2009. Met behulp van de 'Ruimtescanner' is het mogelijk op basis van WLO-scenario's een beeld van het toekomstig landgebruik 2040 te verkrijgen.

De Ruimtescanner is een model dat op basis van door beleid, omgeving en sociale relaties bepaalde push en pull-factoren aangeeft hoe waarschijnlijk een bepaald soort ruimtegebruik voor zal komen op een bepaalde plek. Op basis van deze waarschijnlijkheden en eerder bepaalde

ruimtebehoefes schetst de Ruimtescanner een beeld van het ruimtegebruik na een bepaalde periode. (Loonen, W. and Koomen, E. (2008) *Calibration and validation of the Land Use Scanner allocation algorithms*. MNP report in preparation . Milieu- en Natuurplanbureau, Bilthoven.)

WLO-scenario's zijn sociaal economische scenario's gebaseerd op de welvaart en leefomgeving (WLO) studie (CPB, MNP and RPB (2006) *Welvaart en Leefomgeving. Een scenariostudie voor Nederland in 2040*. Centraal Planbureau, Milieu- en Natuurplanbureau en Ruimtelijk Planbureau, Den Haag.)

C. De formule is een eenvoudige optelsom waardoor indicatoren gemakkelijk kunnen worden weggelaten/ toegevoegd.

D. De scan is een startpunt voor onderzoek en discussie, geen eindproduct. Gevaar is dat de weergave van de resultaten in een gedetailleerde GISkaart overschat wordt. De uitkomst van de robuustheidstoets is gebaseerd op een selectie van indicatoren. Naast deze indicatoren spelen een tal van andere zaken mee die moeilijker meetbaar zijn. Hoe de resultaten worden

gepresenteerd is cruciaal. Het werken met iconen is hiervoor een bruikbare methode.

## Aanbevelingen om de scan te optimaliseren

### Klimaatsscenario's

E. Om een goed beeld van de mogelijke veranderingen en effecten in de toekomst te krijgen is het verstandig om *alle vier de KNMI'06 scenario's* te gebruiken en deze te vergelijken met de huidige situatie. Het KNMI geeft aan dat er niet uitgegaan kan worden van één van de scenario's. De scenario's zijn namelijk even waarschijnlijk. Er moet dus met een bandbreedte rekening gehouden worden. In deze rapportage is per effect steeds uitgegaan van het meest extreme scenario.

### Landgebruikskaart

F. Voor een betere weergave van het landgebruik is het aan te bevelen de EHS van de Nieuwe Kaart van Nederland mee te nemen. In deze scan is als basis voor het landgebruik in Zuid-Holland het landgebruik uit 2003 (op basis van CBS-gegevens uit 2003 en de landgebruikskaart 2005 (LGN, Alterra 2005), alleen aangevuld met de Nieuwe Kaart van Nederland voor het stedelijk gebied.

### Overstroming door falen primaire kering

G. Voor het bepalen van de overstromingsdiepten na het falen van een primaire kering is gebruik gemaakt van de risicokaart. In de kaart is geen gebruik van klimaatscenario's en bodemdaling. Door deze aspecten wel mee te nemen is een vollediger beeld te verkrijgen van het effect. Een dergelijk kaart is echter nog niet beschikbaar en zal in de verdere planontwikkeling nader onderzocht moeten worden.

H. In de studie *Hotspot Zuidplaspolder: Breder perspectief op*

*waterveiligheid, (van der Bergh en van Steekelenburg, Xplorelab 2008)* is uitgegaan dat de Hollandse IJssel beveiligd wordt door de dubbele kering bij Kapelle, de Maeslantkering en de Noordzeekanaalsluizen. In deze scan is de invloed van deze keringen niet meegenomen. De uitkomsten van de robuustheidstoets zijn hierdoor kwetsbaarder dan dat in werkelijkheid het geval is.

### Overstroming door falen regionale kering

I. Voor de overstromingsdiepten na het falen van een regionale kering is gebruik gemaakt van gegevens van de huidige situatie, zonder klimaatscenario's en bodemdaling. Deze waren niet provincie dekkend beschikbaar. Op polderniveau zijn deze kaarten echter wel beschikbaar. In de studie *WL Hydraulics en BCC (2004)* zijn de overstromingsdiepten onderzocht met het klimaatscenario WB21 "Hoog" voor 2050 voor een groot deel van de provincie. Bij detailuitwerkingen in een vervolgfase kunnen deze gebruikt worden.

J. Voor een overstroming na het falen van een primaire kering is gewerkt met een afstandsmaat als indicator voor stroomsnelheden. Ook voor de regionale keringen kan een dergelijke zonering worden toegepast. In deze klimaatscan is dit nog niet toegepast.

### Verzilting en zoet watertekort

K. De kleinschalige wateraanvoer en de verdringsreeks zijn in de klimaatscan niet meegenomen er is alleen uitgegaan van de grootschalige wateraanvoer. Reden hiervoor is dat er onvoldoende gedetailleerde informatie beschikbaar was. In een vervolgfase op een lager schaalniveau kan hier nadere uitwerking aan worden gegeven.

L. Met de opdeling van de legenda-eenheid natuur in 'natte natuur', 'droge natuur' en 'deltanatuur' worden de grootste verschillen in gevoeligheid voor zout en droogte in dit onderzoeksstadium voldoende gedekt. In een later stadium is meer gedetailleerd onderzoek op het niveau van natuurdoeltypen en rekening houdend met de verdringingsreeks gewenst. Bijvoorbeeld Natura 2000 gebied polder Stein bij Reeuwijk wordt nu geconfronteerd met een tekort aan zoetwater. Op basis van de verdringingsreeks zou besloten kunnen worden dit als eerste van zoet water te voorzien waardoor de robuustheid anders uitpakt.

M. Zouttolerantie van natuurdoeltypen is mogelijk te splitsen in weerstand (gevoeligheid) en veerkracht (hersteltijd). *Paulissen, 2007*, is hiertoe mogelijk een geschikte bron. Bovendien is een nuancering op basis van de verdringingsreeks gewenst op basis van de gevoeligheid natuur (onherstelbare schade)

N. Verziltting van grondwater is een complex proces en wordt niet alleen beïnvloed door klimaatverandering, maar ook door de mate van onttrekking door de DSM (alleen voor het beheergebied van Delfland), bodemdaling, toekomstige veranderingen in neerslaghoeveelheden en -patronen, veranderingen in landgebruik en de mogelijke toename van verdamping in de zomer. De kaart *zoutvracht van het grondwater naar het oppervlaktewater (fig 3.6)* geeft aan in welke gebieden een verhoogde kans is op verziltting. De daadwerkelijke (interne) verziltting van een gebied zal veel uitvoeriger onderzocht moeten worden.

O. Droogtetolerantie van gewassen en vegetaties binnen de functies glastuinbouw, vollegrondstuinbouw, akkerbouw en recreatie kan verschillen. Deze scan volstaat met een globale klassenindeling. Voor een meer specifieke indeling

moet nader onderzoek over de in het veld aanwezige gewassen uitwijzen wat de droogtetolerantie is.

### **Wateroverlast**

P. In deze scan is alleen gebruik gemaakt van gegevens van lokale wateroverlast ten gevolge van toenemende extreme neerslag en een gelimiteerde ontwateringcapaciteit. Toename van de afvoeren in de grote rivieren, toename van de gemiddelde winter drainage uit poldersystemen en overlast ten gevolge van inundatie uit regionale oppervlakte watersysteem (Nationaal Bestuursakkoord Water) zijn niet meegenomen (dat verklaart de lage inundatiediepte). Het is aan te bevelen deze variabelen wel mee te nemen om een meer volledig te beeld te krijgen.

### **Vervolgtraject**

In het vervolg traject zijn de volgende stappen benoemd:

1. Het project levert een *evaluatie* van de aanpak voor de praktijk case (*Klimaatwijzer* provincie Zuid-Holland). De 'signaalkaarten' van de klimaatwijzer worden geëvalueerd aan de hand van de uitkomsten van de ruimtelijke klimaatscan. Vervolgens worden op basis van deze evaluatie de in de klimaatwijzer voorgestelde klimaatadaptatie maatregelen van een nadere onderbouwing voorzien en waar nodig aangepast.

#### *Provinciaal afwegingskader*

Als onderdeel van de nationale ARK strategie wordt een provinciaal afwegingskader klimaatbestendigheid ontwikkeld. Dit afwegingskader gaat uit van een cyclische benadering van provinciale besluitvorming over gebiedsprocessen en ruimtelijke inrichting. Centraal

hierbij staat het verbinden van de ruimtelijke scenario's klimaateffecten met huidig en toekomstig landgebruik. Hieruit volgt een kwetsbaarheidsanalyse afhankelijk van het type landgebruik en de tijd en ruimte schaal. Met behulp van een MKBA benadering kan het proces van besluitvorming om te komen to goede 'no-regret' maatregelen ondersteund worden. De activiteiten voor dit traject worden voorzien in de periode februari - juli 2009.

2. Met behulp van het *Provinciale afweegkader* en de *Ruimtelijke klimaatscan* wordt ook het *doorzicht in de PSV* naar 2020 en 2040 op klimaatbestendigheid onderzocht. Resultaat worden iconen - kaarten voor 2020 en 2040 met een beschrijving.

Het ontwerpteam PSV werkt momenteel aan een ontwerp structuurvisie 2020-2040. Dit is een ruimtelijke vertaling

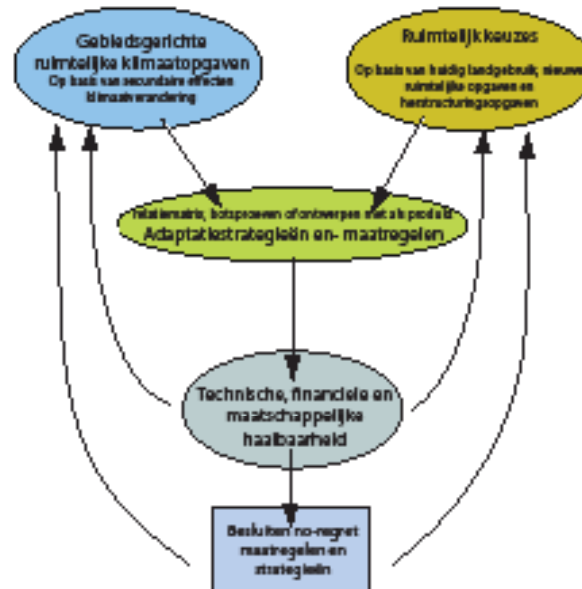


Fig. 7.1 Provinciaal  
Afweegkader  
Klimaatbestendigheid

van toekomstig politiek beleid en doet uitspraak over toekomstig landgebruik. De techniek achter de landgebruikkaarten die in deze methode gebruikt wordt, biedt het voordeel dat ook toekomstig ruimtelijk beleid redelijk eenvoudig kan worden getoetst op robuustheid (zie hoofdstuk 4 + aanbeveling B.).

De klimaatscan voor het toekomstig landgebruik (2020-2040) wordt in een vervolgfase uitgevoerd. Het *omgaan met de politieke discussie in de methodiek* is daarbij de uitdaging. De activiteiten voor dit traject worden voorzien in de periode februari - juli 2009 in afstemming met de activiteiten van het ontwerp team PSV en de Deltaraad.

3. Vervolgens wordt op basis van de reacties op de ontwerp PSV een start gemaakt met uitwerken van de methode op het schaalniveau van de deelgebieden van de PSV en meer gedetailleerd op niveau van de IRP's.

In de vervolgfase is besloten om het schaalniveau aan te passen aan dat van de PSV. Echter de provincie is ook actief op het schaalniveau van de IRP's. Op 15 januari 2009 is het eindrapport voor klimaatbestendige ontwikkelingen in de Zuid Plas Polder opgeleverd. Het streven is om voor de IRP's uit de Zuid Vleugel en Groene Hart te komen tot het samenstellen van 'ideeënboeken' voor mogelijke maatregelen voor klimaatbestendig inrichting. Deze maatregelen dienen afgestemd te zijn op het bredere kader dat geschetst wordt in de PSV. De activiteiten voor dit traject worden voorzien in de periode aansluitend aan de inbreng voor de PSV en provinciaal afweegkader. Naar verwachting zal dit gestart kunnen worden in de zomerperiode van 2009 en 2e helft van dit jaar.

# Literatuurlijst

- Alterra, DHV B.V., KNMI, VU, *Klimaat-effectschetsboek Zuid-Holland*. Februari 2008
- Commissie Waterbeheer 21<sup>e</sup> eeuw, *Waterbeleid voor de 21<sup>e</sup> eeuw*. Augustus 2000
- Geodan Next, *Notitie analyse klimaatrobustheid Zuid – Holland*, 2008
- HKV lijn in water, *Nomering boezemkaden dijkringen 15, 16, 17, 20, 22 en 25*. Augustus 2004
- KNMI, *Klimaat in de 21<sup>e</sup> eeuw “vier scenario’s voor Nederland”*. De Bilt, mei 2006
- Ministerie van Verkeer en Waterstaat, *Waterakkoord Hollandsche IJssel en Lek*. December 2005
- Ministerie van Verkeer en Waterstaat, *Waterakkoord kleinschalige wateraanvoorzieningen Midden-Holland*. 2005
- Ministerie van Verkeer en Waterstaat, *Veiligheid Nederland in Kaart*. Januari 2006
- Ministerie van Verkeer en Waterstaat, *Nationaal Bestuursakkoord Water*. Juli 2003
- Paulussen, M. et al. *Hoe gevoelig is de Nederlandsenatuur voor verzilting?* *Uijt: H<sub>2</sub>O* 18, 2007
- Provincie Zuid Holland, *concept provinciale structuurvisie*, Den Haag, 2008
- Provincie Zuid - Holland, *Klimaatwijzer agenda voor een klimaatbestendig provinciaal waterplan en provinciale structuur visie*. Den Haag, 2008
- Provincie Zuid – Holland, *Provinciaal waterplan Zuid – Holland (ontwerp)*, Den Haag, 2008
- Provincie Zuid - Holland, *Xplorelab, Klimaatanalyse integrale ruimtelijke projecten Fase 1*, Den Haag, 2008
- Provincie Zuid – Holland, Xplorelab, *hotspot zuidplaspolder, eindrapport*, Den Haag, 2008
- Provincie Zuid-Holland, Xplorelab, *Hotspot Zuidplaspolder: Breder perspectief op waterveiligheid*. Den Haag, 2008
- Provincie Zuid-Holland, Xplorelab, *Hotspot Zuidplaspolder. Natuur, Droogte en Bodemkansen*. Den Haag, 2008
- Rijkswaterstaat, *Klimaatverandering en verzilting*. Mei 2008
- Royal Haskoning, *Quickscan verdringsreeks Zuid-Holland*. Juli 2008
- Royal Haskoning, *Herijking Zoetwaterverkenning*. April 2008
- Ruimtelijk Planbureau, *Overstromingsrisico als ruimtelijke opgave*. Den Haag, 2007
- TNO Bouw en Ondergrond, *Verkenkende studie klimaatverandering en verzilting grondwater in Zuid-Holland*. Mei 2008
- WL Delft Hydraulics, Nelen en Schuurmans, *Klimaatanalyse Provincie Zuid-Holland*. Augustus 2008
- WL Delft Hydraulics, BCC, *Toetsing kruinhoogten boezemkaden binnen dijkkring 14 en 44*. Februari 2004

# Bijlage tabellen klimaatbestendigheidanalyse

Provincie Zuid-Holland  E = effectindicator G= gevoeligheidsindicator	overstroming (primaire kering)						overstroming (regionale kering)						verzilting en watertekort						wateroverlast							
	E	E	E	G	G		E	E	G				E	E	G	G	G				E	E	G			
	Overschrijdingsfrequentie	Zonering	Overstromingsdiepte	Bevolkingsdichtheid	Geïnvesteed kapitaal	totaal / aantal	Overschrijdingsfrequentie	Overstromingsdiepte	Geïnvesteed kapitaal	totaal / aantal	Robuustheid		Zoutvracht	Beschikbaarheid zoetwater	Zouttolerantie	Droogtetolerantie	Waterkwaliteitsseizoen	totaal / aantal	Robuustheid		Kans op inundatie	Inundatediepte	Geïnvesteed kapitaal	totaal / aantal	Robuustheid	
<b>Wonen (CS) centrum stedelijk</b>																										
Leiden	/	/	0	/	/	/	/	0	/	/	/	0	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Katwijk	1	3	3	5	5	3,2	3	/	0	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Alphen aan de Rijn	/	/	0	/	/	/	/	1	1	5	2,3	2	0	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Den Haag	1	5	0	5	5	/	/	/	0	/	/	/	0	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Zoetermeer	1	1	0	5	5	/	/	1	5	5	3,6	4	0	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Gouda	1	3	3	5	5	3,4	3	1	1	5	2,3	2	0	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Delft	/	/	0	/	/	/	/	1	1	/	/	/	0	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Maassluis	/	/	0	/	/	/	/	/	0	/	/	/	0	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Schiedam/Vlaardingen	1	3	3	5	5	3,4	3	/	0	/	/	/	0	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Rotterdam (centrum)	1	5	4	5	5	4	4	/	0	/	/	/	0	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Rotterdam Zuid	/	/	0	/	/	/	/	/	0	/	/	/	0	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Spijkennissen Hoogvliet	3	5	4	5	5	4,4	4	/	0	/	/	/	2	3	1	1	1	1,6	2	/	/	/	/	/	/	
Barendrecht	/	/	0	/	/	/	/	/	0	/	/	/	0	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Zwijndrecht	3	5	4	5	5	4,4	4	/	0	/	/	/	2	3	1	1	1	1,6	2	/	/	/	/	/	/	
Papendrecht	5	5	5	5	5	5	5	/	0	/	/	/	0	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Dordrecht	5	5	5	5	5	5	5	/	0	/	/	/	0	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Capelle aan de IJssel	3	3	3	5	5	3,8	4	/	0	/	/	/	0	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Krimpen aan de IJssel	3	5	5	5	5	4,6	5	/	0	/	/	/	0	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>Wonen (GS) groen stedelijk</b>																										
Bodegraven	/	/	0	/	/	/	/	/	0	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Ypenburg	/	/	0	/	/	/	/	/	0	/	/	/	1	1	1	1	1	1	1	/	/	/	/	/	/	/
Lekkerkerk	5	5	5	4	4	4,6	5	/	0	/	/	/	0	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Schoonhoven	5	5	5	4	4	4,6	5	/	0	/	/	/	0	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Lexmond	5	3	5	4	4	4,2	4	/	0	/	/	/	0	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Ameide	5	5	5	4	4	/	5	/	0	/	/	/	0	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Leerdam	5	3	1	4	4	3,4	3	4	0	/	/	/	0	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Giessendam/ Neder-Hardingsveld	5	5	5	4	4	4,6	5	/	0	/	/	/	0	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Sliedrecht	5	5	5	4	4	4,6	5	/	0	/	/	/	0	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Oud Beijerland	5	3	4	4	4	4	4	/	0	/	/	/	0	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Rozenburg	3	5	5	4	4	4,2	4	/	0	/	/	/	0	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Hellevoetsluis	3	3	3	4	4	3,4	3	/	0	/	/	/	3	1	1	1	1	1,4	1	/	/	/	/	/	/	/

Middelharnis	/	/	0	/	/			0	/	/			3	1	1	1	1	1,4	1	/	/	/	/		
<b>Landelijk Wonen</b>																									
Wassenaar	/	/	0	/	/			0	/	/			0	/	/	/	/			/	/	/	/		
<b>Werken</b>																									
Maasvlakte	/	/	0	/	/			0	/	/			0	/	/	/	/			/	/	/	/		
Europoort	/	/	0	/	/			0	/	/			0	/	/	/	/			/	/	/	/		
Botlek	/	/	0	/	/			0	/	/			0	/	/	/	/			/	/	/	/		
Binnenhavens	/	/	0	/	/			0	/	/			0	/	/	/	/			/	/	/	/		
Dordrecht	5	3	3	2	4		3,4	3	/	/			2	1	1	1	1	1,2	1	/	/	/	/		
<b>Glastuinbouw</b>																									
Westland	1	3	3	2	3		2,4	2	/	/			3	1	5	4	5	3,6	4	5	5	3	4,6	5	
Overbuurtsche/Oosteindsche polder	1	1	3	2	3		2	1	/	/			4	5	5	4	5	4,6	5	5	4	3	4	4	
<b>Volleggrontuinbouw</b>																									
Rondom Noordwijk	1	3	4	1	1		2	2	/	/			3	5	5	5	4	4,4	4	5	5	1	3,6	4	
Boskoop	1	3	3	1	1		1,8	2	1	3	1	1,7	2	5	5	5	5	4	4,6	5	4	2	1	2,6	3
Delfland	1	3	3	1	1		1,8	2	/	/			3	1	5	5	4	3,6	4	5	5	1	3,6	4	
<b>Veeteelt</b>																									
Rond de Kagerplassen	1	1	3	1	1		1,4	1	4	3	1	2,7	3	3	5	2	3	2	3	3	0	/	/		
Polder Nieuwkoop	1	1	3	1	1		1,4	1	1	3	1	1,7	2	4	5	2	3	2	3,2	3	0	/	/		
Rond Hazerswoude Rijndijk	/	/	0	/	/				5	3	1	3	3	2	5	2	3	2	2,8	3	3	4	1	2,6	3
Rond Zoeterwoude dorp	1	1	2	1	1		1,2	1	4	3	1	3	3	4	5	2	3	2	3,2	3	0	/	/		
Noord Delfland	1	1	1	1	1		1	1	3	4	1	2,7	3	3	1	2	3	2	2,2	2	2	5	1	2,6	3
Delfland	1	3	4	1	1		2	2	2	1	1	1,3	1	3	1	2	3	2	2,2	2	2	5	1	2,6	3
Voorne Putten	3	3	4	1	1		2,4	2	/	/			3	1	2	3	2	2,2	2	5	5	1	3,6	4	
Krimpenerwaard	5	3	4	1	1		2,8	3	/	/			0	/	/	/	/			3	5	1	3	3	
Ablasserwaard	5	3	4	1	1		2,8	3	2	1	1	1,3	1	3	1	2	3	2	2,2	2	0	/	/		
<b>Akkerbouw</b>																									
Ten noorden van Alphen	1	1	3	1	1		1,4	1	3	4	1	2,7	3	3	5	3	4	3	3,6	4	3	4	1	2,6	3
Rond Moerkapelle	1	1	4	1	1		1,6	2	1	2	1	1,3	1	3	5	3	4	3	3,6	4	5	5	1	3,6	4
Voorne Putten	3	3	4	1	1		1,8	2	/	/			3	1	3	4	3	2,8	3	5	5	1	3,6	4	
Hoeksche Waard	/	/	0	/	/				/	/			2	1	3	4	3	2,6	3	0	/	/			
Kop van Goeree	3	3	4	1	3		2,8	3	/	/			3	1	3	4	3	2,8	3	4	3	1	2,6	3	
Goeree Overflakkee	/	/	0	/	/				/	/			3	1	3	4	3	2,8	3	0	/	/			
<b>Deltanatuur</b>																									
Slikken van Flakkee	/	/	0	/	/			1	/	/			0	/	/	/	/			4	3	1	2,6	3	
Korendijsche slikken/ Tiengemeenten	/	/	0	/	/			1	/	/			0	/	/	/	/			0	/	/			
Hellegatsplein	/	/	0	/	/			1	/	/			0	/	/	/	/			0	/	/			
<b>Natuur - droog</b>																									
Amsterdamse waterleidingsduinen	/	/	0	/	/			1	/	/			0	/	/	/	/			0	/	/			
Meijndel / Berkheide	/	/	0	/	/			1	/	/			0	/	/	/	/			0	/	/			
Voornes Duin	/	/	0	/	/			1	/	/			0	/	/	/	/			0	/	/			
Middelduinen	/	/	0	/	/			1	/	/			0	/	/	/	/			0	/	/			
<b>Natuur - nat</b>																									
Nieuwkoopse plassen	1	1	3	1	1		1,4	1	/	/			0	/	/	/	/			0	/	/			
Reeuwijksche plassen	1	5	5	1	1		2,6	3	1	2	1	1,3	1	2	5	4	5	4	4	4	0	/	/		
Oude land van Strijen	5	1	4	1	1		2,4	2	/	/			3	1	4	5	4	3,4	3	5	5	1	3,6	4	
Biesbosch	/	/	0	/	/				/	/			0	/	/	/	/			0	/	/			
<b>Recreatie</b>																									
Rondom Rotterdam	1	1	2	1	2		1,4	1	/	/			0	/	/	/	/			0	/	/			

