

Waterveiligheid en klimaatbestendigheid in breder perspectief



2050

Routeplanner



Waterveiligheid en klimaatbestendigheid in breder perspectief

November 2007

Jeroen Aerts
Bas Kolen
Herman van de Most
Matthijs Kok
Susan van 't Klooster
Bert Satijn
Aalt Leusink



Inhoudsopgave

Samenvatting	5
1 Introductie	7
1.1 Aanleiding	7
1.2 Spanning tussen 'klimaatbestendigheid' en 'waterveiligheid'	8
1.3 Het kan anders: omgaan met risico's en onzekerheden	10
1.4 Doelgroep van dit document	10
1.5 Leeswijzer	10
2 Consequenties van klimaatverandering op waterveiligheid	11
2.1 Toename van kansen op overstromingen	11
2.1.1 Klimaat en de kust	11
2.1.2 Klimaat en rivieren	13
2.1.3 Klimaat en lokale en regionale wateroverlast in polder en boezemsystemen	14
2.2 Verandering van schade potentieel	15
2.3 Conclusie	16
3 Structurele veranderingen in waterbeheer en ruimtelijke ordening	17
4 Wat doen we al?	19
4.1 Beleidslijnen	19
4.2 Huidige Investerings in waterveiligheid	20
5 Voor welke opgave staan we en welke kennis is hiervoor nodig?	23
5.1 De adaptatie opgave	23
5.2 De route naar 2020	23
5.3 De periode tot 2050	26
5.4 Doorkijk naar 2100	28
6 Hoe Verder?	29
7 Conclusies: Wat is er aan kennis nodig?	31
7.1 Thema's	31
7.2 Kennisvragen	32
8 Referenties	35



4

Samenvatting

Het laatste rapport van het Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2007) laat zien dat menselijk handelen leidt tot opwarming van de aarde en dat extremen in waterstanden, afvoeren en regenval kunnen toenemen. Voor Nederland laten KNMI studies zien dat naast zeespiegelstijging het stormregime en bijbehorende stormvloeden van karakter veranderen. Verder gaan de piekafvoeren van rivieren met name in de winter toenemen, net als extremen in lokale neerslag. Niet alleen klimaatverandering maar ook andere ontwikkelingen zijn van invloed op de veiligheid tegen overstromingen. Denk bijvoorbeeld aan bestuurlijke ontwikkelingen zoals de invloed van de EU. Ook sociaaleconomische ontwikkelingen zorgen ervoor dat de potentiële economische schade en het potentiële aantal slachtoffers sterk is toegenomen de afgelopen decennia. Ook voor de toekomst laten scenario's zien dat met een jaarlijkse economische groei van 2% er een toename van de potentiële schade is van een factor 7 over een periode van 100 jaar.

Voor het antwoord op de vraag hoe we kunnen omgaan met klimaatverandering en andere lange termijn trends zullen we met een brede visie naar waterveiligheid moeten kijken. Het is daarvoor wenselijk om meer integraal te denken en te handelen, dat we beter met onzekerheden moeten omgaan en dat ons beleid op alle schakels van de veiligheidsketen gebaseerd moet zijn. Verder speelt in het onderzoek en beleid de ruimtelijke ordening een cruciale rol omdat oplossingsrichtingen voor waterveiligheid nauw verweven zijn met de ruimtelijke inrichting (locatiekeuze, inrichting en bouwwijze). Denk hierbij aan strategieën die variëren van nieuwe drijvende woonwijken, het ophogen van wijken, nieuwe kustgebieden creëren en alternatieve evacuateroutes ontwikkelen. Maar ook het ontwerpen van hogere dijken in stedelijke gebieden kan een groot effect hebben op de ruimtelijke ontwikkeling van een gebied.

Er wordt op dit moment al veel geïnvesteerd om de risico's van overstromingen te beperken. Belangrijke programma's zijn bijvoorbeeld het HoogWater BeschermingsProgramma, PKB Ruimte voor de Rivier en Zwakke Schakels aan de kust. Toch is er meer nodig om ook in de toekomst klimaatbestendig te blijven. Aangezien er tot 2040 nog zeker tussen de 500.000 en 1.500.000 woningen worden gebouwd is de centrale vraag hoe we het waterbeheer beter kunnen afstemmen op de ontwikkelingen in de ruimtelijke ordening. Welke investeringen in waterveiligheid doen we nu en welke kunnen we nog uitstellen? Hiervoor is een drietal strategische opties denkbaar die zijn samen te vatten als 'Gedeeltelijk Terugtrekken', 'Ruimte voor Water' en 'Beschermen'. Het is belangrijk om tot 2050 ons waterveiligheidsbeleid en het pakket van maatregelen zodanig samen te stellen dat we na 2050 elk van genoemde opties, of combinaties daarvan, kunnen kiezen.

Om dit te bereiken is kennis nodig die zich moet richten op implementatie van adaptatiestrategieën zoals geformuleerd onder het ARK programma. Deze kennis gaat over de volgende onderwerpen: (1) bestuurlijke aspecten, verantwoordelijkheden en samenwerkingsverbanden, (2) risicomanagement van zowel kansen als gevolgen van een overstroming (3) financiering, kosten en baten (4) technische innovatie in de waterbouw (5) innovatie in de ruimtelijke ordening (6) verzekeringsarrangementen.



Dit document geeft een overzicht van de effecten van klimaatverandering en onze veiligheid tegen overstromingen. Er wordt een schets gemaakt welke ruimtelijke, bestuurlijke en technische mogelijkheden gecreëerd moeten en kunnen worden om Nederland veilig te houden. Voor dit doel wordt globaal de beschikbare en ontbrekende kennis in kaart gebracht.

1.1 Aanleiding

Waterbouw van Nederland is toonaangevend, hoe blijven we 'klimaatbestendig'?

Internationaal gezien heeft Nederland een hoog beschermingsniveau tegen overstromingen. De Nederlandse waterbouwkundige infrastructuur is dan ook toonaangevend in de wereld als het gaat om veiligheid tegen overstromingen. Door klimaatveranderingen nemen de waterstanden en golfhoogtes echter toe, met allerlei gevolgen van dien voor het wonen, werken en recreëren (KNMI, 2006).

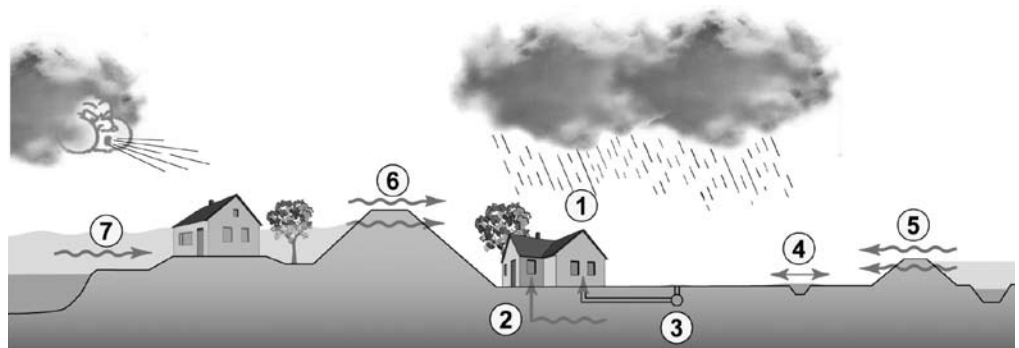
Deze inzichten geven aanleiding te bekijken tot wanneer het huidig ingezette veiligheidsbeleid tegen overstromingen duurzaam bestand is tegen lange termijn klimaatveranderingen (50-100 jaar) en of langetermijn investeringen 'klimaatbestendig' zijn. Het gaat hierbij om zowel overstromingen vanuit de zee en grote meren, overstromingen ten gevolge van piekafvoeren van de rivieren en lokale en regionale wateroverlast in steden en polders als gevolg van extreme neerslag (Figuur 1).

Met adaptief beleid kan Nederland internationaal gezien een land blijven met een structureel hoog beschermingsniveau tegen overstromingen en beter voorbereid zijn als onverhoopt een overstroming plaatsvindt.

Klimaatverwachtingen van het IPCC voor Nederland

Het laatste rapport van het Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2007) laat zien dat menselijk handelen leidt tot opwarming van de aarde en dat extremen in waterstanden, afvoeren en regenval kunnen toenemen. Deze inzichten zijn door het KNMI vertaald naar Nederlandse klimaatscenario's door rekening te houden met regionale effecten. Wat duidelijk is dat de bedreigingen toenemen. Projecties voor de kustzone laten zien dat de komende 100 jaar de zeespiegel ongeveer 0,8 meter kan stijgen en het stormregime en bijbehorende stormvloed van karakter kunnen veranderen. Verder gaan de piekafvoeren van rivieren met name in de winter toenemen, net als de extremen in lokale neerslag (KNMI 2006).

Naast klimaatverandering is de trend in bodemdaling van groot belang voor de veiligheid van Nederland. Door isostatische verandering en kanteling daalt Nederland met ongeveer 10 centimeter per eeuw. Lokaal kan er een grotere daling plaatsvinden door inklinking van de bodem tot ca. 1 meter in het jaar 2100 (van der Meulen, 2006). Dat betekent dat bodemdaling en zeespiegelstijging voor verschillende locaties in Nederland kunnen leiden tot 1,5 – 2 meter extra niveauverschil ten opzichte van de huidige situatie. De combinatie van de klimaateffecten en de bodemdaling leidt tot extra kwetsbaarheid ten aanzien van overstromingen.



Figuur 1 Gevolgen van wateroverlast en overstromingen in laag Nederland (1) Waterschade in huis (2) Hoge grondwaterstanden (3) Overbelasting van het riool (4) Overstroming vanuit regionaal oppervlaktewater (5) Overstromen / bezwijken van regionale waterkering (6) Overstromen / bezwijken van primaire waterkering (7) Overstromen van buitendijks gebied (Kok, 2005)

1.2 Spanning tussen ‘klimaatbestendigheid’ en ‘waterveiligheid’

De wereld verandert continu en klimaatverandering is daarvan een onderdeel. Leven in een delta betekent dat er altijd een dreiging zal zijn. Wel kunnen we een denkwijze en beleid ontwikkelen waarin we beter omgaan met zowel waterveiligheid als onzekere lange termijn ontwikkelingen zoals klimaatverandering. Adaptief waterbeheer en risicomanagement zijn hierin sleutelbegrippen.

8

De wereld verandert

Niet alleen klimaatverandering maar ook andere ontwikkelingen zijn van invloed op de veiligheid tegen overstromingen. daarbij moet gedacht worden aan ontwikkelingen als de liberalisering en privatisering, decentralisatie van taken naar regionale overheden, de mogelijk grotere rol van private partijen, het mogelijk toenemende belang dat wordt toegekend aan publieke participatie en de rol van de burger (verzekeren en zelfredzaamheid). Studies op sociaaleconomisch vlak laten zien dat Nederland rijker is geworden en daarmee in beginsel meer capaciteit heeft om zich te wapenen tegen overstromingen. Schaduwwijze is echter dat het opgebouwde kapitaal samen met de toegenomen bevolking er voor zorgt dat ook de potentiële economische schade en het potentiële aantal slachtoffers sterk is toegenomen. Genoemde ontwikkelingen vragen om beleid op het gebied van waterveiligheid dat flexibel kan omgaan met verschillende lange termijn onzekerheden; ook wel adaptief waterbeheer genoemd.

Vergelijking met andere risico's

Recentelijk is ook duidelijk geworden dat de kans op grote aantallen slachtoffers door een overstroming groter is dan de kans op grote aantallen slachtoffers bij bekende rampen bij industriële installaties, luchthavens en treinemplacementen. Voor sommige van deze gebieden hanteren we ook normen voor het groepsrisico: de externe veiligheid. Hoewel er discussie gevoerd kan worden over de vergelijkbaarheid van normen voor overstromingen blijkt wel dat de kans op een overstroming veel groter is dan de kans op een gebeurtenis zoals die wordt beschouwd in de externe veiligheid.

Ook geeft onderzoek aan dat Nederland nog niet goed is voorbereid op grootscheepse evacuaties en dat hierbij bij de inrichting (ruimtelijke ordening) van Nederland en in de bouwvoorschriften nog geen rekening wordt gehouden.

EVACUATIES BIJ DREIGING VAN DE RIVIER EN VAN DE ZEE

In 1995 zijn in de Betuwe 200.000 mensen geëvacueerd vanwege de dreiging van het water. Dit was mogelijk omdat er voldoende voorspeltijd was. De hoeveelheid tijd is afhankelijk van de snelheid waarmee beslissingen worden genomen en het handelen van mensen en bedrijven. Echter, een sterk beperkende factor is de infrastructuur.

Een belangrijke vraag is of we wegen langer inzetbaar houden en op termijn, als we onderhoud plegen, wegen gaan aanpassen door ze bijvoorbeeld hoger te leggen. Hier wordt vanuit de innovatieprogramma's WntT en WINN van Rijkswaterstaat onderzoek naar gedaan. Daarnaast kan gekeken worden naar de inrichtingsmogelijkheden binnen een gebied, zoals de ontwikkeling van vluchterpen en robuuster bouwen. Hiervoor kunnen we leren van een situatie als de Superdome in New Orleans, waar mensen zich veilig waanden tegen het hoge water maar te lang afgesloten waren van hulp. Ook was de Dome zelf niet bestand tegen het extreme weer. Het al dan niet slagen van een evacuatie is ook afhankelijk van voldoende bewustzijn van bestuurders, rampenbestrijders, waterbeheerders en bovenal burgers en bedrijven. Deze zullen kennis moeten nemen van de dreigingen en mogelijkheden in een gebied en hiernaar moeten leren te handelen. Voorlichting en oefening over hoe om te gaan met de mogelijkheden die een gebied biedt en wat men daar zelf voor moet doen om gevolgen te beperken, is daarvoor noodzakelijk.

In Engeland en Amerika wordt er naar gestreefd dat alle inwoners een eigen evacuatieplan hebben voor overstromingen. Er zijn ook voorschriften om de schade aan bebouwing te minimaliseren door bouwvoorschriften te koppelen aan een bepaalde, lokale waterhoogte. Deze voorschriften worden gehandhaafd door ze te koppelen aan verzekeringen en het verkrijgen van leningen en hypotheek.

Drie-eenheid: Ruimtelijke ordening, bescherming, rampenbestrijding

Voor de vraag hoe we kunnen omgaan met klimaatverandering zullen we met een brede visie naar waterveiligheid moeten kijken. Het lijkt wenselijk om meer integraal te denken en te handelen vanuit alle schakels van de veiligheidsketen die kunnen worden gepresenteerd in een drietal elementen (Figuur 2):

- **Pro-actie:** Ingrepen in de ruimtelijke ordening. Waterveiligheid is nauw verweven met bijvoorbeeld de locatiekeuze, de inrichting van een gebied en bouwwijze van objecten. Denk hierbij aan strategieën die variëren van nieuwe drijvende woonwijken, het ophogen van wijken en woningen, anders inrichten van woningen en bedrijven, nieuwe kustgebieden creëren, alternatieve evacuatieroutes en schuilplaatsen ontwikkelen met meerdere gebruiksfuncties.
- **Preventie:** Bescherming tegen overstromingen. Hier gaat het om het beïnvloeden van de kans op een overstroming en om het beïnvloeden van de omvang en de gevolgen gegeven een bepaalde inrichting. Denk hierbij aan het maken van hogere en sterkere dijken in waardevolle gebieden, zoals het concept van overstroombare dijken zodat deze niet bezwijken bij een extreme belasting, of aan het concept van 'begeleiden van een overstroming' (compartimentering).

→ **Vorbereiding, respons en nazorg:** Rampenbestrijding. Hierbij gaat het om de acties die nodig zijn nadat onverhoopt een overstrooming plaatsvindt. Denk hierbij aan een situatie met te weinig hulpverleners en slechte weersomstandigheden, waarbij er voor de inwoners en bedrijven toch voldoende handelingsperspectief is om maatregelen te nemen en zichzelf te beschermen. Of het inventariseren van vluchtmogelijkheden die een gebied geeft door ontsluiting van voldoende hoge en droge plekken.



Figuur 2 Veiligheidsketen rondom waterveiligheid

1.3 Het kan anders: omgaan met risico's en onzekerheden

De vraag naar innovaties in ruimtelijke ordening en waterbeheer wordt steeds groter naarmate de fysieke ruimte voor veiligheidsalternatieven afneemt. Ruimte is immers schaars in Nederland en die schaarste zal de komende decennia alleen maar toenemen. In het onderzoek speelt daarom de ruimtelijke ordening een cruciale rol omdat oplossingsrichtingen voor waterveiligheid nauw verweven zijn met de ruimtelijke inrichting (locatiekeuze, inrichting en bouwwijze). Uiteindelijk gaat het om het beleid zo te ontwikkelen dat omgaan met onzekerheden (adaptief beheer) en risicomanagement (kans maal gevolg) een centrale plaats inneemt.

1.4 Doelgroep van dit document

De doelgroep van dit document zijn beleidsmakers en –voorbereiders, politici, adviseurs en geïnteresseerden in handelingsperspectieven voor de toekomst als antwoord op de gevolgen van klimaatverandering voor het waterveiligheidsvraagstuk in Nederland.

1.5 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 laat de belangrijkste effecten van klimaatverandering zien op waterveiligheid. Daarnaast wordt ingegaan op toekomstige veranderingen van het schadepotentieel. In hoofdstuk 3 wordt nader ingegaan op een paradigmaverandering die nodig is om beter om te gaan met lange termijn veranderingen. In hoofdstuk 4 staat wat er al gebeurt op het gebied van waterveiligheid, de ruimtelijke ordening en de lange termijn. In hoofdstuk 5 wordt daarop aansluitend besproken welke opgave er nog ligt voor het beleid ten aanzien van waterveiligheid. Hoofdstuk 6 geeft tenslotte de belangrijkste conclusies en aanbevelingen weer.

Consequenties van klimaatverandering op waterveiligheid

Dit hoofdstuk beschrijft de belangrijkste effecten van klimaatverandering op de waterveiligheid in de kustzone, het rivierengebied en de effecten in het polderboezemsysteem met betrekking tot lokale wateroverlast.

2.1 Toename van kansen op overstromingen

Als gevolg van klimaatverandering neemt de kans op wateroverlast en een overstroming toe voor de kust, het rivierengebied en de polderboezemsystemen. Zonder aanvullende maatregelen zijn er volgens het KNMI de volgende effecten te verwachten voor de jaren 2050 en 2100, inclusief bandbreedte (Dorland en Jansen, 2007):

- De zeespiegel stijgt tussen de 35 en 80 cm tot het jaar 2100. De stijging zal gevolgen hebben voor de opstuwing van water tijdens een storm en de golven die ontstaan
- Wind en stormen kunnen veranderen doordat windbanen zich richting de polen verplaatsen; experts verwachten vooralsnog dat de veranderingen beperkt zijn
- Neerslagextremen in de zomer, buien die in enkele uren vallen, kunnen voor Nederland toenemen met 10 – 52%
- In de winter komen er meerdere perioden voor met langdurige neerslag, ongeveer een toename van 8% (gelijk aan de verwachte toename van de neerslag in een jaar)
- De piekafvoeren van de rivieren, en de duur van hoogwaters nemen toe door de extra neerslag en hogere temperatuur in Noordwest Europa

In onderstaande paragrafen is per watersysteem een indruk gegeven van de mogelijke gevolgen van het klimaat in 2100.

2.1.1 Klimaat en de kust

Hoe vaak komen extreme waterstanden voor als gevolg van klimaatverandering?

Waterstandstatistieken van de zeewaterstand zijn bekend. De dijken langs de Hollandse Kust hebben een kans op overschrijden van 1/10.000 per jaar, de dijken langs de Friese, Groningse en Zeeuwse kust hebben een kans op overschrijden van 1/4000 per jaar. Ook de terugkeertijd van lagere en hogere waterstanden zijn bekend: grofweg wordt er langs de kust vanuit gegaan dat een waterstand van 70 cm hoger of lager overeenkomt met een verandering in de kans van een factor 10. Dit wordt ook wel de decimeringhoogte genoemd.

Door zeespiegelstijging neemt de duur van hoogwater en de belasting op onze keringen toe. Op basis van de decimeringhoogte kan worden gesteld dat een zeespiegelstijging van 80cm aan het eind van deze eeuw leidt tot een 10x hogere kans op overschrijding in vergelijking met de huidige overschrijdingskans. Met andere woorden, Als we niets doen conform de Wet op de Waterkering dan neemt het beschermingsniveau af met een factor 10. De waterstand waarvan we nu verwachten dat deze met een jaarlijkse kans van 1/10.000 wordt overschreden heeft onder klimaatverandering een kans van 1/1.000 langs de Hollandse kust.

Een tweede effect van de hogere zeespiegel is dat na een dijkdoorbraak de instroom van water langer aanhoudt. Door de gemiddeld hogere zeespiegel zal de instroom van water groter zijn, ook als de storm weer is gaan liggen. Hierdoor neemt de omvang van de overstroming, de schade en de maatschappelijke ontwrichting toe.

Om een illustratie van de gevolgen te geven zijn in tabel 1 voor twee dijkdoorbraken langs de Nederlandse kust de gevolgen opgenomen bij een doorbraak met een waterstand gelijk aan het huidige beschermingsniveau en daarnaast de gevolgen van een waterstand met kansen die een factor 10 hoger liggen. Onderzocht is een dijkdoorbraak in Centraal Holland bij Ter Heide (Dijkkring 14) en een dijkdoorbraak op het Zuid-Hollandse Eiland 'Goeree Overflakkee' bij het Flauwe Werk (Dijkkring 25).

		EFFECTEN 1:10.000 STORM HUIDIGE SITUATIE		EFFECTEN 1:10.000 STORM KLIMAATVERANDERING 2100	
		Schade [miljoen]	Slachtoffers	Schade [miljoen]	Slachtoffers
Goeree Overflakkee	Dijkkring 25	180	25	500	250
Ter Heide	Dijkkring 14	3100	275	7.600	955

Tabel 1 Toename in de gevolgen van overstromingen aan de kust voor het jaar 2100 door zeespiegelstijging met 80cm. (Groot en Kolen, 2006)

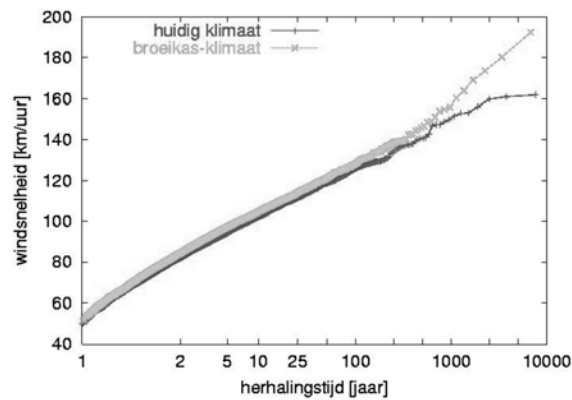
Wat als de wind verandert?

Over de veranderingen van de wind als gevolg van klimaatverandering is nog veel onzekerheid. Wel wordt onderkend dat het een factor is die van invloed kan zijn en waar we rekening mee moeten houden zoals Figuur 3 laat zien.

De wind heeft invloed op de belasting van de dijken en duinen langs de zee en op de opstuwing van water in de meren. Deze invloed uit zich in:

- Opstuwing van hele waterbekkens als gevolg van langdurige wind uit een bepaalde richting. Naarmate de duur langer wordt zal de opstuwing groter worden. Ook kan er dan meer water naar binnen stromen bij een eventuele doorbraak.
- Lokale opstuwing als gevolg van windbanden die ontstaan rondom buien. Deze kunnen lokale effecten van 0,5 meter op de waterstand hebben en zodanig een dreiging vormen voor de dijken.

De invloed van veranderingen van de wind op de hydraulische belastingen en op de gevolgschade is nog niet voor heel Nederland bekend.



Figuur 3 Toenemende windsnelheid op de Noordzee onder klimaatverandering (Van de Brink et al., 2004)

Kusterosie en zandsuppletie

Om de belasting op de waterkeringen te beperken wordt er nu zand gesuppleerd langs de Nederlandse kust. Dit is ongeveer 14 miljoen m³ zand/jaar. Deze hoeveelheid zou genoeg zijn om een stijgende zeespiegel van 20 cm/eeuw bij te houden en de kosten hiervan zijn, uitgaande van 2 a 3 €/m³ zand, ongeveer 28-42 miljoen €/jaar. In het geval dat de zeespiegel 1m per eeuw stijgt is er 70 miljoen m³ zand/jaar nodig. Over 100 jaar is dit dus 14-21 miljard Euro om de zeespiegelstijging van 1m per eeuw bij te houden bij het huidige prijsniveau.

Bodemdaling

De bodem van Nederland daalt. Hierdoor neemt het effect van de stijging van de zeespiegel toe. Voor de bodemdaling kan onderscheid worden gemaakt in:

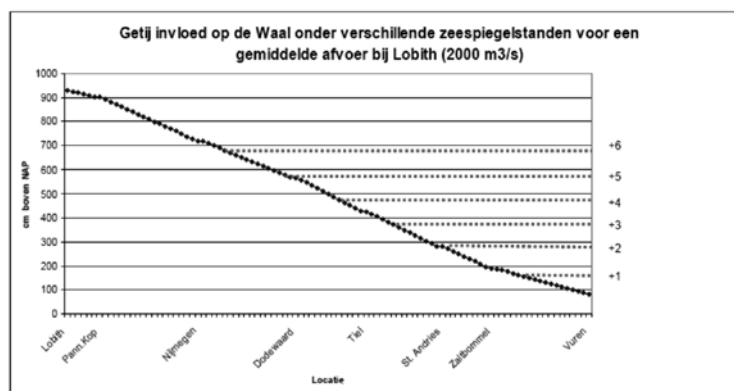
- Isostatische verandering en kanteling; Nederland daalt met ongeveer 10 centimeter per eeuw
- Inklinking van de bodem (veen); lokaal kan er een grotere daling plaatsvinden door inklinking van de bodem tot circa 1 meter tot het jaar 2100

2.1.2 Klimaat en rivieren

In de rivieren zal het patroon van hoogwater veranderen. Er is gemiddeld meer neerslag in de winter en de temperatuur wordt hoger. Dit heeft invloed op de duur van hoogwater en de mate waarin deze hoogwaters voorkomen.

Of de piekwaterstanden in de rivieren nu werkelijk hoger worden is o.a. afhankelijk van wat er in Duitsland en België gebeurt. Zo lang het beschermingsniveau in het buitenland niet wordt verhoogd zal in Nederland de piekwaterstand op de rivier niet toenemen. Bij hoogwater als gevolg van neerslag (en smeltwater) zullen er bovenstrooms meer grootschalige overstromingen optreden. Het teveel aan water op het hoogste moment in de hoogwatergolf wordt daar 'geborgen'. In Nederland zal de waterstand naar verwachting dus niet verder stijgen. Wel zal de hoogwatergolf langer duren zodat de belasting op de dijken zal toenemen.

Door de stijging van de zeespiegel zal de invloed van het getij verder stroomopwaarts merkbaar zijn. Het overgangsgebied waarin hoge waterstanden worden veroorzaakt door combinaties van hoge waterstanden op zee (wind en getij) en extreme rivierafvoer zal verder stroomopwaarts schuiven. Figuur 4 laat de invloed van het getij landinwaarts zien bij verschillende zeespiegelstijgingsscenario's bij een gemiddelde afvoer van de Waal. Hieruit blijkt dat de invloed van het getij tot Nijmegen zou reiken bij een zeespiegelstijging van +6m.



Figuur 4 Invloed extreme zeespiegelstijging op getijde werking op de Waal (MNP, 2007).

Ter illustratie van de effecten van klimaatverandering voor het rivierengebied is voor de Bommelerwaard (dijkkring 38) de overstromingsschade uitgedrukt voor verschillende hoogwatergolven (tabel 2). Hierbij is onderscheid gemaakt in een doorbraak bovenstrooms en benedenstrooms in de dijkkring. De vorm van een golf is onzeker en normaal wordt een bepaalde golf gebruikt voor het toetsen van de waterkeringen die gebaseerd is op een statistische verdeling. In dit voorbeeld is de invloed op de schade van een korte golf (10%), een gemiddelde golf (50%) en een lange golf (90%) opgenomen. Slachtoffers zijn buiten beschouwing gelaten, hoewel slachtoffers nooit zijn uit te sluiten. Echter, op basis van een voorspelling kan een evacuatie succesvol worden uitgevoerd. Ook is niet gekeken naar de gevolgen buiten de dijkkring. Cascade-effecten naar benedenstrooms gelegen dijkkringen zijn echter wel mogelijk, zeker bij zwaardere belastingen.

BOMMELERWAARD	KORTE GOLF	GEMIDDELDE GOLF	LANGE GOLF
Benedenstroomse doorbraak	850 miljoen €	1.300 miljoen €	1.700 miljoen €
Bovenstroomse doorbraak	4.150 miljoen €	4.200 miljoen €	4.300 miljoen €

Tabel 2 Invloed van klimaatverandering op het rivierengebied, dijkkring 38, Bommelerwaard (Bron: Groot et al., 2006).

2.1.3 Klimaat en lokale en regionale wateroverlast in polder en boezemsystemen

Door het klimaat neemt de neerslaghoeveelheid toe, zowel in frequentie als in duur. Korte neerslagpieken zullen lokaal steeds meer leiden tot overlast. Deze overlast zal echter, mits de keringen niet bezwijken, niet leiden tot dodelijke slachtoffers.

Effecten bij toenemende neerslag zijn:

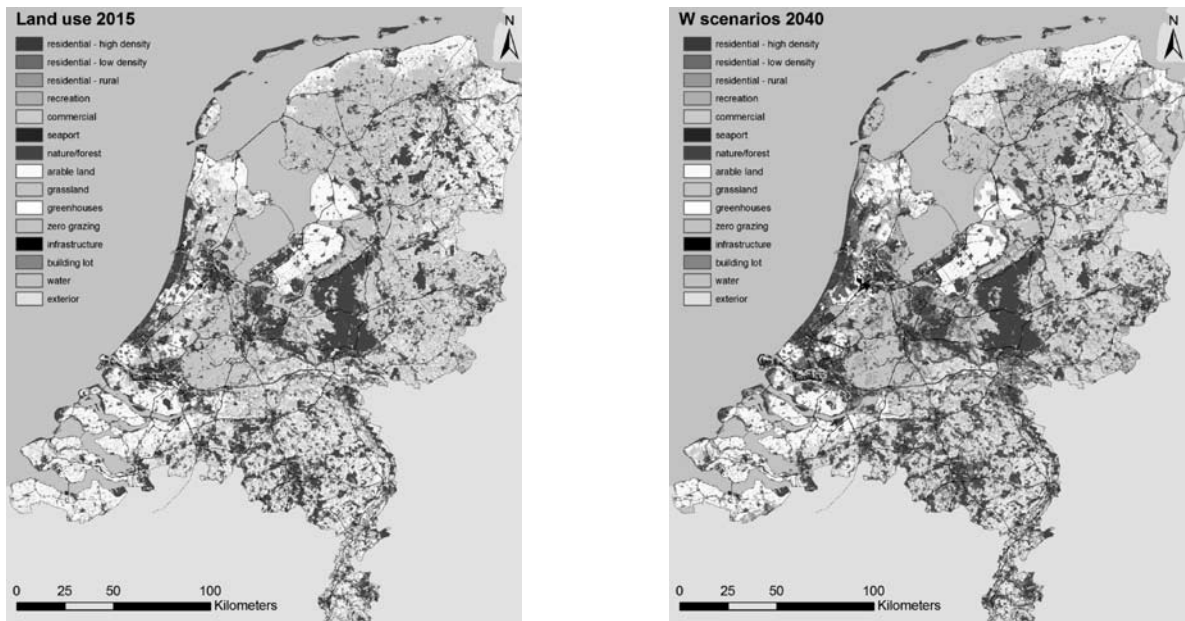
- Hogere grondwaterstanden en water op maaiveld omdat water niet kan afstromen
- Overstromen van boezemland (bijvoorbeeld in het Westland) doordat het water in de boezem te hoog staat
- Kaalstops komen vaker voor waardoor poldergemalen worden uitgeschakeld (Box 1)
- Retentiegebieden en calamiteitenberging worden vaker ingezet

WATEROVERLAST IN FRIESLAND

De Friese boezem voert de overtollige neerslag uit de polders en op het boezemland af naar het IJsselmeer, de Waddenzee en het Lauwersmeer. Om te voorkomen dat de kades langs de boezem overstroomd wordt er bij een stijging van de waterstand van 30 cm een maalstop afgekondigd waardoor er geen water meer op de boezem wordt geloosd en het in de polder moet worden geborgen (en dus overlast kan geven, waarbij er een systeem ontwikkeld is om de overlast te beperken door polders te selecteren waarbij de overlast zeer beperkt is). Met het huidige neerslagpatroon wordt gemiddeld eens in de 30 jaar een maalstop afgekondigd. In 2100 wordt de maalstop meerdere keren per jaar verwacht als er geen maatregelen worden genomen. In 2030 is dit eens in de 12 jaar.

2.2 Verandering van schadepotentieel

De 'Welvaart en Leefomgeving' (WLO) scenario's beschrijven naast sociaaleconomische trends hoe Nederland zich (ruimtelijk) kan ontwikkelen. Er wordt gekeken naar de effecten van bevolkingsontwikkeling en economische structuur op de lange termijn (2020 – 2040) voor een achttal thema's, namelijk wonen, werken, mobiliteit, landbouw, energie, milieu, natuur & recreatie en water. Uit de WLO scenario's blijkt dat de potentiële schade toe neemt door welvaarts- en bevolkingsgroei, met name in de Randstad. Op de lange termijn is zelfs demografische krimp te verwachten. De mate van groei is voor de komende 100 jaar van belang voor de inrichting van Nederland en of we bijvoorbeeld blijven bouwen in de diepe delen van polders. Uitgaande van scenario's met een jaarlijkse economische groei van 2% betekent dit een toename van de potentiële schade over een periode van 100 jaar met een factor 7. Dus onafhankelijk van klimaatverandering neemt het risico toe door bevolkingstoename en economische groei. Een voorbeeld van een mogelijk groeiscenario en de ruimtelijke uitwerking daarvan staat afgebeeld in Figuur 5.



Figuur 5 Mogelijk landgebruik in Nederland voor de jaren 2015 en 2040 (Van der Hoeven, 2007).

	EFFECTEN 1:10.000 STORM HUIDIGE SITUATIE		EFFECTEN 1:10.000 STORM KLIMAATVERANDERING 2100		EFFECTEN 1:10.000 STORM LANDGEBRUIK 2040	
	Schade [miljoen]	Slachtoffers	Schade [miljoen]	Slachtoffers	Schade [miljoen]	Slachtoffers
Goeree Overflakkee	180	25	500	250	400	40
Ter Heijde	3100	275	7.600	955	9.800	900

Tabel 3 Toename in de gevolgen van overstromingen aan de kust voor het jaar 2100 door zowel zeespiegelstijging met 80 cm als landgebruiksveranderingen voor 2040 [Groot en Kolen, 2006].

2.3 Conclusie

Wetenschappelijke publicaties laten zien dat de kansen op overstromingen gaan toenemen door klimaatverandering. Daarnaast zorgen sociaaleconomische ontwikkelingen ervoor dat de potentiële schade gaat toenemen door bevolkingsgroei en economische groei, zeker als deze ontwikkelingen plaatsvinden in meer kwetsbare gebieden. Kortom, het risico op overstromingen, gedefinieerd als kans x gevolg, zal gaan toenemen als we ons niet aanpassen (zie bijvoorbeeld MNP 2007). Het beheersen van de risico's is wettelijk vastgesteld in de wet op de waterkeringen. Het beheersen van gevolgen is eveneens van groot belang voor de verdere aanpassing aan klimaatverandering. Daarom dient het waterbeheer en de ruimtelijke ordening verder op elkaar te worden afgestemd.

Structurele veranderingen in waterbeheer en ruimtelijke ordening

Het beheer van water wordt steeds complexer aangezien de fysieke ruimte om maatregelen te ontwikkelen steeds schaarser wordt en er gewerkt moet worden met onzekere ontwikkelingen op de lange termijn. Tegelijkertijd neemt de maatschappelijke druk toe om ons aan te passen. Steeds meer wordt getracht het ruimtelijke orderingsbeleid af te stemmen op het waterbeleid ten aanzien van veiligheid en andersom. In enkele recente projecten wordt bijvoorbeeld meer ruimte gezocht om water te bergen en om veiligheidsfuncties te koppelen aan landbouw en natuur.

Echter niet alle sectoren en partijen worden in de relevante planvormingsprocessen betrokken en de samenwerking op het gebied van waterveiligheid tussen sectoren is verre van vanzelfsprekend. Verder ontbreekt het vaak aan gemeenschappelijk gedragen perspectieven op hoe om te gaan met veiligheid tegen overstromingen. Welke partijen hebben een verantwoordelijkheid, wat zijn de risico's en hoe dragen partijen bij tot het veiligheidsbeleid.

Er lijkt een paradigmaverandering nodig om te komen tot een vernieuwing van het langetermijnbeleid ten aanzien van waterveiligheid. Hierbij gaat het om het beter omgaan met zowel kansen als gevolgen en de onzekerheden die hiermee gepaard gaan. Er is daarom meer kennis nodig voor nieuwe oplossingsrichtingen in de ruimtelijke ordening en het beperken van de gevolgen door middel van rampenbestrijding. De veiligheidsketen zoals opgenomen in Figuur 1 kan dan ook worden vertaald naar een driehoek voor waterveiligheid. Deze is opgenomen in Figuur 6.



Figuur 6 Driehoek waterveiligheid

Er is al veel discussie over de overgang naar nieuwe vormen van adaptief waterbeheer die beter kunnen anticiperen op onzekere trends zoals klimaatverandering. Hierin zijn de volgende punten van belang:

- **Risicomanagement:** het waterbeleid richt zich nu voornamelijk op het beheersen van kansen. Risicomanagement wordt gekenmerkt door het analyseren en nemen van effectieve maatregelen om de risico's (zowel kansen als gevolgen) te beperken. Daarbij spelen de maatschappelijke kosten en baten een essentiële rol.

- **Veiligheidsketenbenadering:** In een beter geïntegreerd ruimtelijke ordening- en waterbeleid moet er niet alleen aandacht zijn voor bescherming en preventie, maar ook voor ruimtelijke ordening (pro-actie) en rampenbestrijding (preparatie, respons en nazorg).
- **Samenwerking ruimtelijke ordening:** Bestuurlijke knelpunten in de samenwerking tussen ruimtelijke ordening en waterbeheer moet worden vastgesteld en opgelost. Hiervoor moet een duidelijke omschrijving komen van de verantwoordelijkheden en welke randvoorwaarden worden gesteld aan nieuw langetermijnbeleid. Hierdoor moet waterveiligheid een grotere prioriteit krijgen bij nieuwe locatiebesluiten over wonen en werken.
- **Duurzaamheid & natuurlijke processen:** Met het vormgeven van veiligheidsstrategieën moet maximaal worden ingespeeld op natuurlijke processen. Op deze manier kan er ook meer aandacht worden gegeven aan duurzaamheid en de omgang van waterbeheer met langetermijnprocessen zoals klimaatverandering.
- **Verantwoordelijkheden:** Er zou een betere analyse moeten worden gemaakt van de verantwoordelijkheidsverdeling tussen overheid en burger. Immers, een grotere aandacht voor gevolgen heeft ook consequenties voor de rol en positie van de burger. Daarom is het belangrijk te werken aan een groter risicobewustzijn bij burgers en bestuurders, niet als panacee maar als noodzakelijke voorwaarde om mogelijk ander gedrag van burgers en bestuurders te bewerkstelligen.
- **Private sector:** Er moet een grotere rol worden weggelegd voor private partijen zoals verzekeraars, investeerders en projectontwikkelaars om Nederland meer klimaatbestendig te maken.
- **Burgers:** Burgers kunnen op bepaalde vlakken meer verantwoordelijkheid nemen. Wat kunnen burgers bijvoorbeeld zelf doen om risico's te verkleinen?

Interactie tussen de drie elementen

De drie elementen zoals weergegeven in Figuur 6 zijn direct aan elkaar verbonden en er is onderzoek nodig naar deze verbindingen om het nieuwe beleid richting te geven. We geven hiervoor een drietal voorbeelden:

- 1 Als er bouwvoorschriften worden opgesteld, dan zal bekend moeten zijn hoe hoog het water kan komen en hoe vaak dit zal gebeuren. Hiervoor zijn toegesneden langetermijnscenario's nodig van klimaatverandering, maar ook van andere trends zoals landgebruik en sociaaleconomische factoren.
- 2 Voor het bepalen van het risico van een overstroming en het vaststellen van het beschermingsniveau is inzicht nodig in de mogelijke schade en dodelijke slachtoffers. De schade en slachtoffers is weer afhankelijk van de inrichting en bouwwijze, zoals de beschikbaarheid van wegen, de voorspelbaarheid en de schuilmogelijkheden. De noodzaak van nieuwe ruimtelijke reserveringen voor wonen en werken zullen ook leiden tot nieuwe technische oplossingen voor waterveiligheid. Bijvoorbeeld, er wordt alleen buitendijks gewoond indien dit technisch gezien voldoende veilig is.

Dit hoofdstuk geeft inzicht in de belangrijkste programma's op het gebied van waterveiligheid op de lange termijn en laat zien waar bestaande kennis op dit gebied wordt ontwikkeld.

4.1 Beleidslijnen

Waterveiligheid is een dynamisch vraagstuk en er zijn veel beleidsontwikkelingen die nu spelen in Nederland. Deze ontwikkelingen zijn mede ingegeven door gebeurtenissen uit het verleden.

Denk hierbij aan:

- Extreme rivierafvoeren en evacuaties in 1993 en 1995
- Extreme neerslag in 1998 en 2001 in grote delen van Nederland
- De overstromingen in New Orleans als gevolg van Katrina in 2005
- De overstromingen in Engeland en Bangladesh in 2007

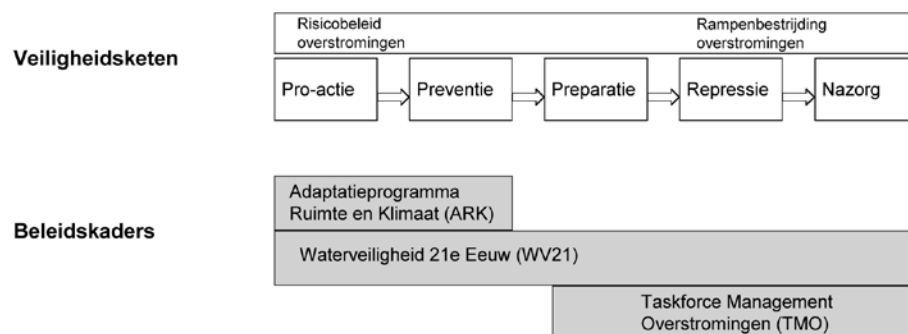
Erg actueel zijn de overstromingen in Engeland in de zomer van 2007 die volgens de regering van Engeland en de media deels zijn veroorzaakt door gebrek aan aandacht van de bestuurders voor de risico's, waardoor geen middelen beschikbaar waren voor noodzakelijke investeringen in het watersysteem. Verzekeraars hebben ook aangegeven dat de overheid in de afgelopen decennia te weinig geïnvesteerd heeft, mede omdat men ervan uitging dat de schade toch verzekerd was bij verzekeraars (Bouwer et al., 2007).

Voor aspecten van de genoemde ontwikkelingen en strategieën heeft de Nederlandse overheid reeds maatregelen genomen:

- Voor wat betreft de lokale wateroverlast en verandering van het rivierafvoerregime is gereageerd met de nota 'Waterbeheer 21ste eeuw'. Hieruit is het Nationaal Bestuursakkoord Water (NBW) gekomen, waarin afspraken zijn gemaakt tussen de nationale en regionale overheden
- De aanpassing aan verhoogde rivierafvoeren wordt uitgewerkt in het programma 'Ruimte voor de Rivier'
- Voor de risico's aan de kust is er bijvoorbeeld het project 'Zwakke schakels'
- Ook de veiligheid van primaire waterkeringen en de gevolgen in termen van schade en slachtoffers worden momenteel geanalyseerd in het project 'Veiligheid Nederland in Kaart'
- Het programma Water Veiligheid 21ste eeuw is gestart (WV21 moet in 2008 een nieuwe nota op het gebied van waterveiligheid opleveren). Centraal hierin staat hoe we in de nabije toekomst met de normen voor de primaire waterkeringen omgaan
- De Task Force Overstromingen (TMO) is ingesteld door het Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties (BZK) en het Ministerie van Verkeer en Waterstaat (V&W) om de organisatie rondom een waterramp te verbeteren
- Risicocommunicatie; Er wordt een begin gemaakt met de communicatie naar burgers over overstromingsrisico's. Overstromingen is een onderdeel van de rampencampagne van BZK en overstromingen komen ook op de publieke provinciale risicokaarten

Verder hebben de ministeries van VROM, V&W, LNV en EZ het initiatief genomen een Nationaal Programma Adaptatie Ruimte en Klimaat (ARK) op te zetten. Het doel van het ARK is het klimaatbestendig maken van de ruimtelijke inrichting van Nederland. Gezien de grote impact

van klimaat op de waterveiligheid, het grote maatschappelijke belang en de vele betrokken partners is waterveiligheid een onderdeel van ARK. In figuur 7 zijn de projecten WV21, TMO en ARK in de Veiligheidsketen geplaatst.



Figuur 7 Beleidsprogramma's op het gebied van veiligheid tegen overstromingen afgezet tegen de veiligheidsketen

4.2 Huidige Investerings in waterveiligheid

Er wordt op dit moment al veel geïnvesteerd om de risico's van overstromingen te beperken. Belangrijke programma's zijn:

- HoogWater BeschermingsProgramma: ca. € 300 miljoen per jaar tot aan 2011 voor het opheffen van lokale keringen
- PKB Ruimte voor de Rivier: tot aan 2011 wordt circa € 2,3 miljard besteed om vergroting van de afvoercapaciteit te krijgen langs Rijn en Maas
- Zwakke Schakels: de komende jaren is hiervoor € 700 miljoen gereserveerd
- Kustsuppleties: jaarlijks wordt circa € 40-60 miljoen besteed aan het uitvoeren van kustsuppleties
- Nationaal Bestuursakkoord Water: voor het beperken van de risico's van regionale wateroverlast wordt tot 2012 circa € 100 miljoen besteed, voornamelijk door waterschappen

In het kader van de ruimtelijke ordening worden grote investeringen gedaan voor 'wonen en werken'. Als voorbeeld kan de gemeente Almere dienen. Hier worden de komende 15 jaar circa 80.000 woningen gebouwd, met de daarbij behorende voorzieningen voor deze woningen en bedrijven die aangetrokken worden. Het gaat daarbij om totale investeringen van overheid, burgers en bedrijven van meer dan € 50 miljard.

Naast de genoemde beleidslijnen op het gebied van waterveiligheid zijn er veel nota's die hetzij direct of indirect van invloed zijn op de waterveiligheid. Denk hierbij aan nota's op het gebied van de ruimtelijke ordening, landbouw of infrastructuur. Uit onderzoek blijkt dat veel van deze nota's geen eenduidig beleid laten zien ten aanzien van klimaatverandering en overige langetermijnontwikkelingen. Dit werd overigens onderstreept in de motie Lemstra (Eerste Kamer, 21 maart 2005). Een overzicht van hoe de verschillende relevante nota's de lange termijn of waterveiligheid meenemen (of juist niet) staat gepresenteerd in Tabel 4.

Tabel 4 Beleidsnota's die van belang zijn voor de waterveiligheid en hoe deze nota's lange termijnveranderingen (wel/niet) meenemen (bron: Aerts et al., 2007)

Nota	Ministerie	Jaar	Gebruik scenario's	Tijd- schaal tot	Doorkijk	DE NOTA HOUDT REKENING MET LANGE TERMIJN ONTWIKKELINGEN IN:					Rekening houden met extremen	Het noemen van risico's	Reservering Lokale- water berging
						Klimaat	RO	Socio – economie	Bestuur	Overig			
STRATEGISCHE NOTA'S													
Nota Belvédère	VRM	1999	nee			ja	nee	nee	nee	-	nee	-	
Waterbeleid 21e eeuw	V&W	2000	ja	2050	2100	ja	ja	nee	nee	geen	ja	~ 60.000 ha	
Derde Kustnota	V&W	2000	ja	~2050	~2200	ja	ja	ja	ja	geen	ja	-	
NMP4	VRM	2001	ja	-		ja	ja	ja	Nee	-	nee	-	
Nationaal Bestuursakkoord Water	V&W	2003	ja	2015	...	ja	ja	nee	ja	toename verhard oppervlak	ja		
Zwakke Schakels	V&W	2003	ja	2050	2200	ja	ja	nee	nee	geen	ja	-	
Nota Vitaal Platteland	LVN	2004	nee	2018	2027	ja	ja	ja	Ja	EU beleid	nee	-	
Nota Ruimte	VRM	2004	nee	2020	2030	ja	ja	ja	nee	-	nee	ja	
Pieken in de Delta	EZ	2004	nee	2010	2015	nee	Nee	ja	Nee	-	nee	-	
Nota Mobiliteit	V&W	2004	nee	2010		nee	Ja	ja	nee	-	nee	-	
VERKENNENDE NOTA'S													
Rijn op Termijn	WL Delft	1998	ja	2100		ja	ja	ja	nee	sedimentatie	ja	ja	Ja
Spankracht Studie	V&W	2002	ja	2050	2100	ja	ja	ja	ja	Relatie Duitsland +25-65 cm sedimentatie	ja	nee	-
Kustvisie 2050	V&W	2002	Ja	2050	2100	Ja	ja	Nee	ja	geen	ja	-	
Leven met Water in 2050	V&W	2004	ja	2050	-	ja	ja	ja	ja	IPCC scenario's	nee	ja	
Waterveiligheid 21e eeuw	V&W	2006	ja	2050	-	ja	ja	ja	ja	-	-	ja	-
Veiligheid NL in Kaart	V&W	2005	nee	-	-	nee	nee	nee	nee	geen	ja	ja	-

CASUS ZUIDPLASPOLDER

De Zuidplaspolder ligt ten westen van Gouda en is één van de diepste polders in ons land met een ligging van - 6 meter NAP. Om aan de verstedelijkingsbehoefte (wonen en glastuinbouw) van de Zuidvleugel van de Randstand te voldoen is dit gebied aangewezen zich te ontwikkelen tot woongebied. Hiervoor is door de provincie, het waterschap, gemeente Rotterdam en de vijf Zuidplasgemeenten een structuurplan opgesteld. Hierin staan onder andere voorstellen voor ca. 15.000 woningen, 500 ha natuur, 200 ha glastuinbouw, 125 ha bedrijfsterrein en ruimte voor waterberging. Grofweg staat hierin natuur gepland in het lage zuidoostelijke deel, in het hogere noordwestelijke deel glastuinbouw, bewoning centraal en tegen bestaande woonkernen aan en bedrijven rond het verkeersknooppunt in het oosten.



Ruimtelijk beeld voor de zuidplaspolder in 2030 (RZG, 2005).

Gezien de toenemende bezorgdheid over klimaatverandering en veiligheid in Nederland is het belangrijk dat de gerelateerde risico's (zoals wateroverlast, overstromingen, kwel, hittestress) zo laag mogelijk te houden. De provincie is daarom samen met onderzoeksprogramma BSIK Klimaat voor Ruimte een project gestart om te kijken hoe de Zuidplaspolder nu het meest 'klimaatbestendig' ontwikkeld kan worden, rekening houdend met de nieuwste klimaatscenario's van het KNMI. Hierbij kan gedacht worden aan:

- Natuur in de meest risicovolle plekken (het laagste gedeelte tegen het buitenwater aan)
- Aangepast bouwen op bepaalde lokaties; wet-proof, dry-proof, groene daken
- Compartimenteren, aanpassingen in de waterhuishouding

Gezien het ruimtelijke karakter van de risico's en de maatregelen is het zaak dat dit soort mogelijkheden gedurende de planningsfase onderzocht en ingepast worden.

Voor welke opgave staan we en welke kennis is hiervoor nodig?

5.1 De adaptatie opgave

Klimaatveranderingen zorgen voor een enorme uitdaging op het gebied van waterveiligheid en er ligt een adaptatie opgave om hiermee om te gaan. Gelukkig hebben we de tijd en is ons land op dit moment goed beschermd tegen overstromingen. We moeten echter nu van die tijd gebruik maken om de juiste beslissingen te nemen die ons later meer bestendig maken tegen een extremer klimaat en onzekere sociaaleconomische trends.

Dit vereist een zeer flexibele en robuuste vorm van omgaan met veiligheid tegen overstromingen waarin snel kan worden ingespeeld op onverwachte gebeurtenissen en waarin meerdere opties open blijven. Het vereist ook een helder afwegingskader waarbinnen onzekerheid, kansen en gevolgen integraal worden beschouwd door belanghebbenden. Deze vorm wordt ook wel samengevat onder de noemer 'adaptief waterbeheer'. Hierbij hebben waterbeheerders, ruimtelijke ordenaars, rampenbestrijders, burgers en de private sector samen duidelijke verantwoordelijkheden ten aanzien van waterveiligheid.

De centrale vraag hierbij is hoe we het waterbeheer beter kunnen afstemmen op de ontwikkelingen in de ruimtelijke ordening. Welke investeringen in waterveiligheid doen we nu en welke kunnen we nog uitstellen? Figuur 8 laat een aantal beslismomenten met activiteiten zien voor de komende 50 jaar. Na 2050 is er een aantal strategische opties genoemd die zijn overgenomen uit het rapport Nederland Later (MNP, 2007). Deze opties zijn samen te vatten als 'Gedeeltelijk Terugtrekken', 'Ruimte voor Water' en 'Beschermen'. Het is zaak om tot 2050 ons waterveiligheidsbeleid en het pakket van maatregelen zodanig samen te stellen dat we na 2050 elk van genoemde opties, of combinaties daarvan, kunnen kiezen.

5.2 De route naar 2020

Waterbeheer activiteiten

Om op de lange termijn klaar te zijn voor extremer weer en andere onzekere trends is het van belang dat ons watersysteem in 2020 op orde is. Dat wil zeggen dat het systeem voldoet aan de wettelijke normen. Dat zijn bij voorkeur normen die zijn gebaseerd op een risicobenadering waarin zowel de kans op overstroming als de gevolgen daarvan zijn geadresseerd.

Voor de periode tot 2020 ligt het voorgenomen beleid op het gebied van waterveiligheid in grote lijnen vast. Het programma Ruimte Voor de Rivier, het project Zwakke Schakels voor de kust en het op orde brengen van de keringen moeten dan zijn uitgevoerd. Daarnaast lopen er nu een aantal discussies over wanneer bepaalde keringen en kunstwerken moeten worden versterkt, dan wel groot onderhoud nodig hebben. Een voorbeeld hiervan is de Afsluitdijk. Het is belangrijk deze discussiepunten integraal op te nemen in de investeringsvoornemens voor 2020, zodat daadwerkelijk het hele watersysteem op orde is tegen die tijd.

TIJD	ZEE-SPIEGEL	WLO ² SCENARIO	KOSTEN ¹	TECHNISCHE INNOVATIE	RUIMTELIJKE OPGAVE	BESTUUR
2020	+5cm	16-17 miljoen mensen BBP Groei per hoofd 1-2.2%	900 miljoen/jaar	Systeem op orde: – Afsluitdijk – Zwakke schakels – Ruimte vd Rivier – Keringen	Alle ruimtelijke investeringen Klimaatbestendig – Niet bouwen lage polders – Anders bouwen in risico gebieden Risicokaarten voor laag Nederland	Norm is aangepast Centrale regie Waterveiligheid & Ruimtelijke ordening: Waterveiligheid medebepalend RO Overstromings verzekering Duidelijk afwegingskader Robuuste financiering waterveiligheid – Via waterschappen – Publiek private samenwerking
2050	+30cm	15-20 miljoen mensen	500-800 miljoen/jaar	Rivierverruiming Aanpassen dijkkringgebieden – Nieuwe keringen – Compartimenten – Buffers ↓	Risicodifferentiatie locatiekeuze ↓	Verrekenen risicovol wonen en werken ↓
2100	+80cm			Retreat	Ruimte voor Water	Beschermen

¹ Getallen gebaseerd op Vellinga et al., 2006

² Getallen gebaseerd op de Global Economy en Regional Community scenarios uit de WLO studie (2005)

Figuur 8 Beslismomenten voor waterveiligheidsbeleid verdeeld in (1) technische opgaven (2) ruimtelijke opgaven en (3) bestuurlijke opgaven.

Ruimtelijke ordening

Vervolgens is er de vraag welke stappen ondernomen dienen te worden op het gebied van de ruimtelijke ordening. In ruimtelijke plannen en bij de keuze van woningbouwlocaties moet het overstromingsrisico zwaarder meewegen dan tot nu toe het geval is. Het Ruimtelijk Planbureau schrijft onlangs hierover dat '... dit vraagt om een andere opvatting van veiligheid: geen veiligheid zonder, maar veiligheid met het water' (RPB, 2007). Een belangrijke stap hiervoor is dat de erkenning dat het huidige onderscheid tussen binnendijkse en buitendijkse gebieden niet voldoende is. Ook binnen een dijkkring zijn er grote verschillen in overstromingsrisico. Het RPB schrijft dat deze verschillen zo groot zijn dat daarmee rekening moet worden gehouden bij de keuze voor woningbouwlocaties.

Veel van het nu voorgenomen beleid moet daarom worden geëvalueerd op haar klimaatbestendigheid en de kwetsbaarheden die op grond van die analyse naar voren komen moeten ruimtelijk expliciet worden weergegeven. Zo heeft de ministerraad onlangs zeventien gebiedsontwikkelingsprojecten aangewezen die in aanmerking kunnen komen voor de financiële middelen die voor de uitvoering van de Nota Ruimte zijn bestemd. In het Nota Ruimte budget is tot 2014 circa 1 miljard Euro beschikbaar. Bij de selectie van de projecten heeft het kabinet ervoor gekozen de inzet te richten op gebieden die onderdeel uitmaken van de nationale ruimtelijke hoofdstructuur, waar de ruimtedruk het grootste is en een aantal belangrijke ruimtelijke uitdagingen bij elkaar komen.

Een ander voorbeeld van investeringen die getoetst kunnen worden op hun klimaatbestendigheid zijn de doelstellingen van het Grote Stedenbeleid (GSB). Deze betreffen het verbeteren van veiligheid en kwaliteit van de leefomgeving in steden. Dit beleid is gericht op de 31 grootste steden van Nederland. Het budget is voor de periode 2005-2009 in totaal € 3,5 miljard). Ook nieuwe steden verdienen aandacht en liggen veelal laag. Op termijn kunnen problemen gaan ontstaan met wateroverlast en overstromingen. Om deze problemen het hoofd te bieden zijn er vele (theoretische) oplossingen: robuuster bouwen, verbod op nieuwe wijken in laaggelegen polders, beter betrekken van waterschappen in het planproces, en niet ex post d.m.v. de watertoets.

Er ligt hier een dus een kans deze grootschalige investeringen in de ruimtelijke ordening zo uit te werken dat ze meer klimaatbestendig worden. Klimaatadaptatie van ruimtelijke investeringen zou dan samen moet gaan met inzichten in duurzaamheid, versterking van het landschap, verbetering van de infrastructuur en binnenstedelijke herstructurering.

Bestuurlijke vernieuwing

Zoals eerder gezegd ligt er een belangrijke opgave om het waterbeheer beter af te stemmen op de ontwikkelingen in de ruimte ordening. Door de omvang en de complexiteit van dit probleem is hier centrale regie nodig vanuit de rijksoverheid. Om ook inhoud te geven aan deze centrale regie moet waterveiligheid medebepalend worden en niet meer gezien worden als een toets achteraf (de watertoets) op een ontwikkeling in de ruimtelijke ordening. Dit vereist overigens wel een duidelijk afwegingskader waarin belanghebbenden duidelijke verantwoordelijkheden hebben ten aanzien van waterveiligheid. Denk hierbij aan een kader dat voorschrijft hoe onzekerheden, kansen en gevolgen moeten worden meegenomen bij de uitvoer en het opstellen van bouwvoorschriften, bestemmingsplannen, de aanleg van natuurgebieden, etc.

Bestuurlijke vernieuwing betekent ook ruimte voor alternatieve vormen van risicomanagement. Een overstromingsverzekering is daar een voorbeeld van. Overigens is het wel zo dat waterveiligheid een taak is en blijft van de rijksoverheid en dus lijkt het vanzelfsprekend dat in een eventueel verzekeringsarrangement de overheid een grote rol blijft spelen.

Verder liggen er uitdagingen op het gebied van de financiering. Aangezien de waterveiligheid voor Nederland van vitaal belang is, dienen financieringsconstructies en geldstromen robuust en betrouwbaar te zijn. Onlangs heeft de commissie Vellinga (2006) hierover gerapporteerd en heeft bijvoorbeeld de aanbeveling gedaan om de financiering van de primaire waterkeringen via de waterschappen te laten verlopen. Dit zou meer zekerheid bieden aangezien het budget van de waterschappen niet hoeft te concurreren met ander maatschappelijke doelen en waterschappen versneld kunnen investeren door lenen en af te lossen door afschrijving. Deze constructie past daarom in het beeld van een meer adaptief bestuur.

5.3 De periode tot 2050

Technische innovatie

Nadat het systeem op orde is gebracht wordt in de periode tot 2050 o.a. verder gewerkt met programma's op het gebied van rivierverruiming. De dan geldende (waarschijnlijk nieuwe) inzichten ten aanzien van klimaatverandering zullen sturend zijn voor deze activiteiten. Eveneens gaat er onverminderd aandacht uit naar hoe landen bovenstrooms zich zullen ontwikkelen op het gebied van waterveiligheid. Ontwikkelingen bovenstrooms, zoals dijkverzwaringen, hebben immers direct invloed op waterstanden in het Nederlandse deel van de Maas en Rijn.

Daarnaast moet er in deze periode veel ruimte komen voor innovatie met als achterliggende visie dat Nederland op termijn niet alleen veilig moet zijn, maar ook aantrekkelijk om te wonen, werken en recreëren. Aan ideeën en concrete adaptatieopties is geen gebrek. Zo zijn er binnen het ARK programma 96 adaptatieopties genoemd die de kwetsbaarheid van Nederland verminderen. Een groot aantal van deze opties heeft betrekking op maatregelen in het watersysteem en het behouden van veiligheid tegen overstromingen. Denk aan aanpassingen binnen dijkkringgebieden, nieuwe vormen van keringen, het ontwikkelen van compartimenten of natuurlijke bufferzone's.

ROBUUST BOUWEN: HAFENCITY, HAMBURG

De situatie in Hamburg (Duitsland) is vergelijkbaar met de grote steden in West Nederland, al is de omvang van de overstroming wel véél kleiner dan in de Randstad. Het gebied is gevoelig voor overstromingen uit zee, de voorspeltijd is kort, er zijn veel mensen en er is bijna geen mogelijkheid om weg te komen vanwege de infrastructuur. In Hamburg wordt daarom veel aandacht besteed aan zowel robuust bouwen als verticale evacuatie. De nieuwe stadswijk 'Hafencity' ligt midden in het getijdegebied van het Elbe estuarium. Het is een onbeschermd wijk zonder dijken. De huizen zijn echter zo opgezet dat bewoning alleen mogelijk is vanaf de derde verdieping (foto links). Op de eerste twee verdieping zijn parkeerplaatsen, winkels en ateliers die bij hoogwater worden beschermd met stalen schuifdeuren (Foto rechts). Naast de 'normale' infrastructuur op de begane grond is er ook een volledige infrastructuur op het niveau van de derde verdieping zodat bij hoogwater het normale leven gewoon kan doorgaan en er dus geen evacuatie hoeft plaats te vinden. Bron: Naples en Aerts (2007).



Ruimtelijke ordening

Sturend voor de ruimtelijke ordening is de informatie over overstromingsrisico's en de bandbreedtes die daarbij horen. Risicodifferentiatie zal daarom bepalend zijn voor de locatiekeuze van nieuwe wijken of economische activiteiten. Als er toch gebouwd moet worden in risicovolle gebieden, dan wordt dit verrekend.

Ook moet er in deze periode veel ruimte zijn voor innovatief bouwen en een flexibele en robuuste inrichting van de ruimte. De ruimte moet dan zo worden ingericht dat water in bebouwd gebied minder schade kan aanrichten. Denk aan drijvende woningen, huizen op palen of Vinex wijken die worden opgehoogd met zand tot enkele meters boven zeeniveau.

Bestuurlijke trends

Los van de klimaatscenario's en trends in sociaaleconomische ontwikkelingen zoals beschreven door WLO zijn er na 2020 mondiale invloeden te verwachten die sturend zijn voor het waterveiligheidsbeleid in Nederland. Voor die taken die bij de overheid blijven rusten is van belang op welk niveau deze taken komen te liggen, hoe de afgrenzing en coördinatie met aanpalende beleidsterreinen wordt vormgegeven en hoe actief de burger wordt betrokken. Denkbaar is een scenario waarbij de meeste waterbeheerstaken volledig op het internationale niveau komen te liggen (EU), bijvoorbeeld op de schaal van de stroomgebieden van de grote rivieren (intensieve internationale samenwerking). Andersom is er ook een aanpak die sterk lokaal gericht is. Een vraag is dan voor beide situaties hoe de afstemming met aanpalende beleidsterreinen vorm krijgt; in het bijzonder de afstemming met de ruimtelijke ordening. Te voorzien is dat die afstemming problematischer wordt naarmate de waterbeheerstaken in sterkere mate op het internationale niveau komen te liggen.

5.4 Doorkijk naar 2100

Voor de periode 2050-2100 zijn geen concrete maatregelen of beleidsactiviteiten aangegeven. Veertig jaar vooruitkijken is immers al complex genoeg en de onzekerheid omtrent de mogelijke activiteiten en de effectiviteit ervan neemt snel toe naarmate het zichtjaar verder in de tijd ligt. De zeespiegelstijging zet echter door, ook na 2100. Het MNP (2007) heeft daarom met een doorkijk naar 2100 drie strategische beleidsalternatieven bekeken op hun effectiviteit onder sociaaleconomische scenario's en het W+ klimaatscenario van het KNMI. De drie beleidsalternatieven zijn:

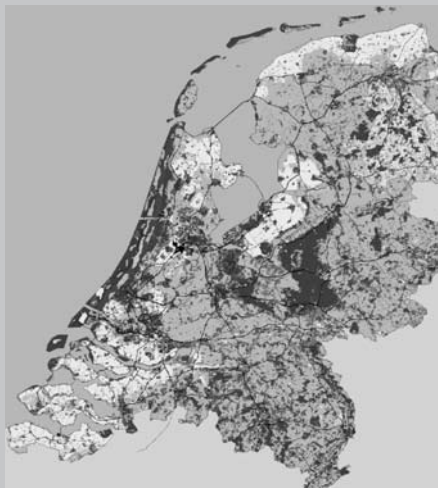
- Sturen op overstromingskansen: beschermen volgens de huidige methoden van dijkverhoging
- Sturen op risico: ruimte voor water
- Sturen op kwetsbaarheid: terugtrekken

Aangezien we niet weten welke van deze drie opties, of juist een combinatie ervan, het meest effectief is op termijn, is het dus zaak om in de periode tot 2050 het waterveiligheidsbeleid adaptief te maken, zodat elke optie kan worden gekozen zonder aanzienlijke meerkosten te maken.

STRATEGIEËN VOOR DE KUST

Voor de Nederlandse kust bestaan momenteel veel plannen. De meeste plannen hebben meerdere doelen zoals het versterken van de veiligheid tegen overstromen, het versterken van de natuurlijke en ruimtelijke kwaliteit van de kustzone en het vergroten van het potentieel voor wonen en recreëren en daarmee het ontlasten van met name de Randstad. Het plan Waterman dateert al uit de 80-er jaren en voorziet in een verbreding van de Zuid Hollandse kust. Het plan van Adriaan Geuze voorziet in het ontwikkelen van eilanden voor de Nederlandse, maar ook Belgische en Franse kust. Verder zijn er nog plannen voor een tweede kering in de zee (bijvoorbeeld V & W, 1986) waarbij er een binnenmeer wordt gecreëerd voor de Nederlandse kust. Als laatste wordt de Business as Usual optie genoemd als een goede optie voor de toekomst. Zandsuppletie blijkt immers te werken en is ook betaalbaar. Daarnaast is er voldoende zand in de Noordzee om de Nederlandse kust inclusief kustfundament meters op te hogen, zeker als we uitgaan van een periode van 100 jaar.

Figuur9 Een uitbreiding van de Nederlandse kust (Bron: Aandacht voor Veiligheid, 2007)



Het ARK programma geeft invulling aan de ontwikkeling van adaptatiestrategieën waarbij onzekerheden, de beperking van overstromingskansen en de beperking van gevolgen centraal staan. Een dergelijk aanpak betekent per definitie een keuze voor “adaptief beleid”: Nederland zal altijd bezig blijven om klimaatbestendig te worden. Het gaat dus om risicomanagement, om acceptatie van risico’s en het kiezen van de juiste alternatieven voor oplossingen. Het gaat er niet om de totale inrichting van Nederland op de schop te gooien, of allemaal te verhuizen naar hoge gronden en West Nederland en de historische steden op te geven. Het gaat erom dat we verstandig omgaan met de waarden en mogelijkheden die we hebben. Het gaat erom dat we ook in de toekomst op het gebied van waterveiligheid toonaangevend zijn in de wereld.

In de drie sectoren (ruimtelijke ordening, waterveiligheid en rampenbestrijding) gaat veel geld om. Het is niet gezegd dat er nu opeens meer geld nodig is, wel zal het anders besteed kunnen worden. Ontkokering is nodig en tegelijkertijd is visie nodig om de juiste keuzen te maken.

Voor ARK liggen de kansen voor waterveiligheid op de middellange termijn, tussen 2020 en 2050. Vanaf 2020 liggen er kansen om ook beleid te realiseren om Nederland voldoende ‘klimaatbestendig’ te maken en flexibel met nieuwe dreigingen op te gaan. Tot 2020 lopen diverse projecten die benut kunnen worden om een gezonde startsituatie te realiseren. Denk hierbij aan het Grote Stedenbeleid, grote infrastructurele werken, de dijkversterking projecten maar ook aan de beleidsstudies als VNK, WV21 en de verschillende kennisprogramma’s.

Dat wil niet zeggen dat we nu stil moeten zitten. Voordat adaptatie en risicomanagement de kern kan worden van nieuw beleid zal daarvoor nu de basis moeten worden gelegd. Denk hierbij aan:

- Bestuurlijke organisatie van beleidsprogramma’s
- Waterveiligheid volledig baseren op risico management
- Integraal beleid op gebied van pro-actie, preventie en (in de drie-eenheid) over normen voor waterveiligheid en (adaptieve) maatregelen, kosten baten afweging, risicomanagement, omgaan met onzekerheden
- Verdeling van verantwoordelijkheden en bevoegdheden tussen departementen
- Verdeling van verantwoordelijkheden en bevoegdheden tussen nationale instanties en regionale en lokale autoriteiten, burgers en bedrijven
- Internationale kennisontwikkeling op het gebied van de gevolgen van een overstroming, met name op de indirecte schade, aantal slachtoffers en de beleving van de schade
- Slechten van heilige huisjes waarbij met name de ruimtelijke ordening en waterbeleid meer integraal moeten gaan samenwerken
- Financiering en juridische context

Bij beleidsmakers, inrichters van gebieden, bedrijven en inwoners zal continu behoefte zijn aan actuele informatie over de veranderingen van het klimaat en de gevolgen voor de waterstand van de rivier en op zee, voor de neerslag, en voor de gevolgen van een overstroming in termen van waterdiepte, schade en slachtoffers tot op het niveau van woningen en straten. Wil adaptief beleid slagen dan zal er ook inzicht moeten zijn in de mogelijkheden die een gebied biedt, voor het kunnen stellen van randvoorwaarden aan gebouwen, voor het kunnen maken van eigen evacuatieplannen en voor het vestigen van bedrijven en industrie.

Conclusies:

Wat is er aan kennis nodig?

Op het terrein van waterveiligheid wordt reeds veel onderzoek gedaan ter ondersteuning van beleidsontwikkeling en beheer. Toch is voor een weloverwogen keuze en een verdere concretisering van de na te streven adaptatiestrategie op verschillende terreinen meer kennis nodig. Hieronder geven we een schets van kennisvragen gebundeld naar enkele thema's.

7.1 Thema's

Beter zicht op overstromingsrisico's

Nuchter en bewust omgaan met overstromingsrisico's vergt inzicht in de aard en omvang van de risico's. Het gaat daarbij om de overstromingskans en de gevolgen van een overstroming (economische schade, aantal slachtoffers en de beleving van een catastrofale overstroming). In het kader van het project Veiligheid Nederland in Kaart wordt hierin een forse stap voorwaarts gezet. Het is belangrijk dat dit onderzoek wordt voortgezet. Daarbij zou ook aandacht moeten komen voor hoe overstromingsrisico's van dijkringen gaan veranderen ten gevolge van economische ontwikkeling en klimaatverandering (dus niet alleen een foto voor de huidige situaties maar ook voor mogelijke scenario's).

Robuustere waterkeringen

Betere bescherming kan gegeven worden in de vorm van hogere en sterkere waterkeringen, maar ook door 'robuustere' waterkeringen. Onder robuustere waterkeringen wordt verstaan keringen die niet plotsklaps falen bij het overschrijden van de maatgevende hoogwaterstand, maar dan nog een zekere weerstand bezitten. Hierbij kan ondermeer gedacht worden aan overstroombare dijken (project ComCoast, WINN). Daarnaast geldt dat het in bepaalde delen van Nederland steeds lastiger wordt om dijken op een traditionele manier te verhogen en te versterken. Door technologische innovaties (vergelijk het project INSIDE) kan het toepassingsbereik van dit type maatregelen worden vergroot. Het onderzoek naar robuustere waterkeringen staat nog redelijk in de kinderschoenen en zou de komende jaren moeten worden geïntensiveerd.

Slagvaardig bestuur en solide financiering

Hoewel er veel onderzoek wordt verricht en er veel beleid wordt ontwikkeld, stagneert de uitvoering van maatregelen. Gebrek aan fondsen (onvoldoende gevoelde urgentie) maakt dat een belangrijk deel van de waterkeringen niet voldoet aan de thans geldende normen en voorschriften. Het is belangrijk te werken aan bestuurlijke arrangementen waarmee de slagvaardigheid van het bestuur wordt vergroot; een meer centrale regie past hierin. Daarnaast verdient de opzet van de financiering van maatregelen aandacht. Door de Commissie Vellinga zijn voorstellen gedaan om de financieringsstructuur aan te passen. Deze voorstellen kunnen een basis bieden voor het uitwerken van een meer solide financiering.

Perspectieven van meervoudig en 'aangepast' ruimtegebruik

Er kan gekozen worden voor een adaptatiestrategie waarin meer wordt ingespeeld op natuurlijke processen (ruimte voor water, leven met water). Door het Ruimtelijk Plan Bureau

zijn voorstellen gedaan voor een risicozonering binnen dijkkringen. Per zone moet een geschikte mix van ruimtelijke en bestuurlijke maatregelen worden vastgesteld. Dit betekent een andere plannings- en ontwerp-opgave. Om dit concept te concretiseren is veel meer inzicht nodig in welk grondgebruik te verenigen is met welk overstromingsrisico. Er wordt enig onderzoek verricht aan de mogelijkheden van drijvende woningen en drijvende kassen. Het gaat daarbij om betrekkelijk kleinschalige experimenten. Nader onderzoek naar de perspectieven van grootschaligere toepassing van dit type concepten is dringend nodig.

Het onderzoek naar veiligheid tegen overstromingen wordt deels uitgevoerd door de BSIK programma's Klimaat voor Ruimte (KvR), Leven met Water (LmW) en Delfts Cluster (DC). Daarnaast wordt er veel onderzoek uitgevoerd binnen kennisinstituten zoals specialistische diensten van Rijkswaterstaat, instellingen zoals Deltares, KNMI, Universiteiten en advies- en onderzoekbureaus.

Enkele relevante projecten zijn:

- Aandacht voor Veiligheid
- OMO
- Van dreigend hoogwater tot en met evacuatie
- JONAS / NOAH
- Compartimentering
- Voramp / Risicokaart

7.2 Kennisvragen

- 1 **Adaptief waterbeheer:** Flexibele en robuuste bestuurlijke vorm die inspeelt op risico's en onzekerheden op de lange termijn:
 - Nieuwe communicatievormen over risico's en maatregelen
 - Nieuwe vormen van samenwerking tussen belanghebbenden zoals publiek-private samenwerkingsverbanden
 - Onderzoek naar de verantwoordelijkheden van overheden, burgers en bedrijfsleven
 - Onderzoek naar de rol van participatieve besluitvorming die draagvlak creëert en niet onnodig processen ophoudt
 - Bestuurlijke vormen zijn flexibel in de omgang met onzekerheden en uiteenopende lange termijn trends
- 2 **Risicomanagement:** Een analyse van het risico waarbinnen we rekening houden met zowel de onzekerheid in de kans op een overstroming en de gevolgen van een overstroming.
 - Kennis over ruimtelijke maatregelen voor beperking van de gevolgen
 - Kennis over zowel individuele als collectieve maatregelen, publiek en privaat en kennis over de combinatie om dingen vooraf te regelen in de ruimtelijke ordening
 - Kennis ontwikkelen over indirecte gevolgen van een overstroming (keteneffecten, lange termijn effecten op economie, verkeer en vervoer, etc)
 - Kennis over evacuaties
 - Invulling van de term 'gesteld staan voor een overstroming', en het ontwikkelen van normen daarvoor (er wordt vaak gesteld dat Nederland niet gesteld staat voor een overstroming, zonder dat duidelijk wordt wat daarmee nu precies bedoeld wordt)
 - Kennis over de omgang met scenario's
 - Perceptie en zelfredzaamheid bij overstromingen

3 Financiering, kosten en baten

- Kennis over kosteneffectiviteit van maatregelen
- Inzicht in kosten en baten van maatregelen en hoe deze zich kunnen ontwikkelen in de toekomst
- Analyse van financieringsconstructies, nieuwe publiek-private verhoudingen

4 Technische innovatie in de waterbouw

- Nieuwe vormen van keringen
- Effecten van ontwikkeling van brede kuststroken
- Effecten van compartimenteren en aanpassen van de dijkringen
- Multifunctionele waterkeringen, bijvoorbeeld het bouwen van woningen op de waterkeringen, waardoor veiligheid en woongenot geoptimaliseerd kunnen worden
- Natuurlijke bufferzone's waardoor belastingen op de waterkeringen worden verminderd

5 Innovatie in de Ruimtelijke ordening

- Nieuwe vormen robuust bouwen
- Ontwikkeling van nieuwe bouwschriften die rekening houden met klimaatverandering
- Multifunctioneel ruimtegebruik
- Risicokartering en zonering
- Terpen en drijvende woningen

6 Verzekeringsarrangementen

- Wat zijn de risico's (jaarlijkse verwachte schade door een overstroming) en wat kan daarvan worden afgedekt door verzekeringen?
- Welke rol kunnen zowel overheid als private ondernemingen spelen in een eventuele overstromingsarrangement?
- Hoe werkt verdere risicodifferentiatie door in verzekeringsarrangementen?
- Hoe kunnen verzekeringsarrangementen leiden tot risicoreductie?

Aerts, J., Walraven, A., Veraart, J., van 't Klooster, S., Bannink, B. 2007. Klimaat en Waterveiligheid in beleid. Hoe worden lange termijn ontwikkelingen meegenomen in het huidige strategisch waterbeleid en het beleid voor de ruimtelijke ordening? Studie in het Kader van het project Aandacht voor veiligheid. www.adaptation.nl project AVV

Bouwer, L., Huitema, D., Aerts, J. 2006. Flood insurance systems and adaptive management in Europe. IVM research report. EU NEWATER project.

Dorland en Jansen, 2007. Het IPCC-Rapport en de betekenis voor Nederland, uitgave PCCC, De Bilt/Wageningen.

Groot, S. en Kolen, B. 2006. Uitwerking showcase benedenrivieren, Maasdijk. HKV lijn in water, Lelystad, the Netherlands, 21 pp.

KNMI 2006. KNMI klimaatscenario's 2006.
<http://www.knmi.nl/klimaatscenarios/knmi06/samenvatting/index.html>

Kok, M. 2005 Een waterverzekering in Nederland: mogelijk en wenselijk? HKV Lijn in Water, Advies opgesteld in opdracht van de Adviescommissie Water, PR1038, september 2005.

Meulen, van der M., et al. 2006. Regional sediment deficits in the Dutch lowlands: implications for long term land use options. *Journal of soil sediments*, 8, 1-8.

MNP 2007. Nederland Later. Tweede Duurzaamheidsverkenning, deel Fysieke leefomgeving Nederland. <http://www.mnp.nl/nl/publicaties/2007/>

Naples, M. and Aerts, J. 2007. Extreme Sea level rise and Major Coastal Cities. Effects and solutions. www.adaptation.nl project CCUC

RPB 2007. 'Overstromingsrisico als ruimtelijke opgave'. Ruimtelijk Planbureau 2007.

RZG (2005). Intergemeentelijk Structuurplan Zuidplas.

Van den Brink, H.W. 2004 Extreme windopzetten en superstormen met behulp van numerieke klimaatmodellen. Eindrapport RIKZ 1006
http://www.knmi.nl/onderzk/klimscen/papers/RIKZrapport_bvdbrink.pdf

Van der Hoeven, N. 2007. Gebruik van de WLO scenario in de Ruimtescanner voor de zichtjaren 2040 en 2100. Rapport project Aandacht voor Veiligheid. www.adapation.nl

Vellinga et al. 2006. Tussensprint naar 2015. Advies over de financiering van de primaire waterkeringen voor de bescherming van Nederland tegen overstroming. Klimaatcentrum Vrije Universiteit Amsterdam.

WLO 2006. Welvaart en leefomgeving. een scenariostudie voor Nederland in 2040 L.H.J.M. Janssen, V.R. Okker, J. Schuur. http://www.welvaartenleefomgeving.nl/pdf_files/WLO_hoofddocument.pdf

Colofon

Dit onderzoek is mogelijk gemaakt door bijdragen van de BSIK programma's Klimaat voor Ruimte, Leven met Water en Habiforum.

Auteurs: Jeroen Aerts, Bas Kolen, Herman van de Most, Matthijs Kok,
Susan van 't Klooster, Bert Satijn en Aalt Leusink
Eindredactie: Sander Brinkman (Brinkman Climate Change)

Fotografie: Vincent Basler, Wilma Manders en Habiforum
Ontwerp: insandouts communication and design

ISBN/EAN: 978-90-5192-036-9

November 2007

Auteursrechten

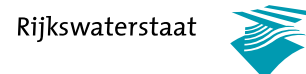
Nationaal Onderzoeksprogramma Klimaat voor Ruimte (KvR), Leven met Water (LmW), Habiforum en CURNET. Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of op enig andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van het Nationaal Onderzoeksprogramma Klimaat voor Ruimte, Leven met Water, Habiforum en CURNET. Het is toegestaan overeenkomstig artikel 15a Auteurswet 1912 gegevens uit deze uitgave te citeren in artikelen, scripties en boeken, mits de bron op duidelijke wijze wordt vermeld.

Aansprakelijkheid

Het Nationaal Onderzoeksprogramma Klimaat voor Ruimte, Leven met Water, Habiforum en CURNET en degenen die aan deze publicatie hebben meegewerkt hebben een zo groot mogelijke zorgvuldigheid betracht bij het samenstellen van deze uitgave. Nochtans moet de mogelijkheid niet worden uitgesloten dat er toch fouten en onvolledigheden in deze uitgave voorkomen. Ieder gebruik van deze uitgave en van gegevens daaruit is geheel voor eigen risico van de gebruiker. De Stichtingen Klimaat voor Ruimte, Leven met Water, Habiforum, CURNET en haar organisatieleden, de auteurs van deze publicatie en hun organisaties kunnen niet aansprakelijk gesteld worden voor schade die voortvloeit uit gebruik van deze publicatie.



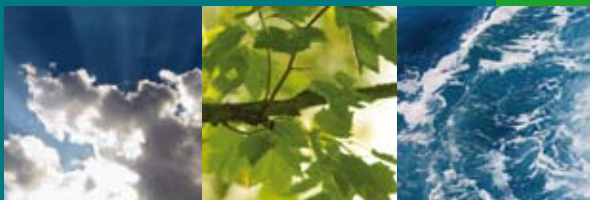
Ministerie van Verkeer en Waterstaat





klimaat 1888 ruimte

leven met water



2010

