



Rijkswaterstaat



Beantwoording kennisvragen Deltacommissie

Een samenvatting

RWS WD rapport 2008.038



Rijkswaterstaat



Beantwoording kennisvragen Deltacommissie

Een samenvatting

September 2008

Een gezamenlijke uitgave van Rijkswaterstaat
en Deltares

.....

Colofon

Uitgegeven door: Rijkswaterstaat en Deltares

RWS WD rapport 2008.038
September 2008

Informatie: Helpdesk Water
Telefoon: 0800-NLWATER (0800-6592837)

Redactie:
Bureau Blueland, Wilfried ten Brinke

Fotoverantwoording:
Provincie Zeeland, Royal Haskoning, V&W Beeldbank, freefoto.com

Uitgevoerd door: Rijkswaterstaat en Deltares op verzoek van het secretariaat
van de Deltacommissie



Inhoudsopgave

Inleiding	5
1 Toekomstige ontwikkelingen in klimaat, watersystemen en samenleving	7
1.a Onzekerheden in de toekomstprognoses van Nederland	8
1.b Omslagpunten in beleid en beheer bij klimaatverandering	9
1.c Alternatieve strategieën bij omslagpunten	10
1.d Omgaan met hogere afvoeren van de Rijn	12
1.e Maatgevende waterstanden in de overgangsgebieden	13
2 Meegroeien met de zee	15
2.a Omgaan met zandhonger in Oosterschelde en de Voordelta	16
2.b Zandaanvoer tegen verdrinking	17
3 Bescherming tegen overstromingen	19
3.a Het effect van eilanden en riffen	20
3.b Ruimte voor de Zee	20
3.c Golfdemping door wierevelden	21
3.d Dijkkringindeling naar kans en gevolg	21
4 Economische aspecten van hoogwaterbescherming	23
4.a De levensduur van stormvloedkeringen	24
4.b De ontwerphorizon van waterkeringen	24
4.c De prijs van traditionele en 'superdijken'	25
4.d Kosten en baten van een bredere kuststrook	25
4.e Kansen voor overstromingbestendig bouwen	26
5 Samenhang tussen extremen: overstromingsgevaar en droogte	29
5.a Omgaan met klimaatextremen	30
6 Herstel na een overstroming	33
6.a Luctor et Emergo	34
7 Leren van, en samenwerken met andere landen	35
7.a Kennis over grenzen	36
7.b Samenwerking over grenzen	37
Bijlage 1 Overzicht vragen	39

Inleiding

Op verzoek van het Kabinet heeft de Deltacommissie in september 2008 een advies uitgebracht over de wijze waarop Nederland kan omgaan met de consequenties van de klimaatveranderingen tot 2100, met een doorkijk naar 2200. Dit advies betreft strategieën voor een samenhangende aanpak voor duurzame ontwikkeling van de Nederlandse kust en het achterland. Die aanpak moet blijven zorgen voor veilig wonen, werken en recreëren, en voor de ontwikkeling van natuur, landbouw, energievoorziening en andere functies in de Nederlandse delta.

In de eerste helft van 2008 heeft de Deltacommissie aan verschillende (kennis)instituten, departementen en adviesbureaus vragen gesteld over verschillende aspecten van de duurzame ontwikkeling van de Nederlandse kust en het achterland. Een deel van deze vragen, over de bescherming tegen overstromingen, is gesteld aan Rijkswaterstaat. Deskundigen van Rijkswaterstaat en Deltares hebben deze vragen beantwoord en in de vorm van notities aan de Deltacommissie aangeboden. Deze notities zijn in dit document samengevat.

De vragen die aan Rijkswaterstaat en Deltares zijn gesteld, hebben betrekking op slechts een deel van de vraagstukken dat aan de kust in relatie tot de bescherming tegen overstromingen speelt. De bundeling van antwoorden is daarom fragmentarisch van karakter en geeft geen volledig beeld van de vraagstukken die nu aan de kust spelen. In dit document zijn de samenvattingen van de antwoorden geclusterd in thema's.

De antwoorden zijn vaak tot stand gekomen onder hoge tijdsdruk. Sommige antwoorden zijn gebaseerd op al eerder uitgevoerde, uitgebreide studies. Andere antwoorden zijn niet meer dan een eerste gedachtebepaling, gebaseerd op ervaring en inzichten van één of meer deskundigen. Alle antwoorden zijn geschreven vanuit inhoudelijke kennis over het onderwerp en niet vanuit een integrale afweging van alle aspecten die in relatie tot het onderwerp van belang zouden kunnen zijn. In dit document is de mate van uitwerking voor alle antwoorden aangegeven, met een onderverdeling in een drietal categorieën:

- (1) het antwoord is een samenvatting van al eerder uitgevoerd onderzoek;
- (2) het antwoord is een combinatie van eerder uitgevoerd onderzoek en een deskundigenoordeel;
- (3) het antwoord is een deskundigenoordeel

De gevolgde aanpak bij het opstellen van de antwoorden is in onderliggende notities beschreven. Deze notities zijn op te vragen bij de Helpdesk Water. Alle antwoorden zijn getoetst door een, niet bij de beantwoording betrokken, deskundige voor ze aan de Deltacommissie zijn aangeboden.

1 Toekomstige ontwikkelingen in klimaat, watersystemen en samenleving

Hoogwater in de Maas
(bron: Beeldbank V&W)



Vraag 1.a:

Wat zijn de dominante onzekerheden in toekomstprognoses van Nederland in 2100 en 2200?

Vraag 1.b:

Waar liggen de omslagpunten in het huidige waterbeleid en waterbeheer als gevolg van klimaatverandering?

Vraag 1.c:

Welke alternatieve strategieën zijn er om te anticiperen op de omslagpunten in het huidige waterbeleid en waterbeheer?

Vraag 1.d:

Welke mogelijkheden zijn er om de afvoertoeename in Nederland te verwerken via verdeling van afvoer over de riviertakken, waarbij het accent op de Waal of op de IJssel (of IJsseldal als grootschalige berging) ligt? Wat is de rol van het IJsselmeer hierbij?

Vraag 1.e:

Wat zijn de gevolgen van klimaatverandering voor de maatgevende waterstanden in 2050, 2100 en 2200 in de overgangsgebieden van de Nederlandse rivieren?

1.a Onzekerheden in de toekomstprognoses van Nederland

De uitwerking van dit antwoord is gebaseerd op eerder uitgevoerd onderzoek aangevuld met een deskundigenoordeel

In een periode van 100 tot 200 jaar kan er veel gebeuren met grote consequenties voor het waterbeheer en de bescherming tegen overstromingen. Klimaatverandering is één van die mogelijke ontwikkelingen; de onzekerheden daarin zijn echter niet de belangrijkste. Minstens zo belangrijk, en veel moeilijker te voorspellen, zijn de ontwikkelingen op het gebied van landgebruik, bevolkingsdichtheid, welvaart en cultuur. Die bepalen de behoefte aan (ruimte voor) water, het gewenste beschermingsniveau tegen overstromingen en wat de samenleving daarvoor over heeft.

De scenario's van de planbureaus kijken maximaal 40 jaar vooruit en zijn dermate onzeker dat ze niet als prognoses voor die tijdhorizon van 40 jaar mogen worden beschouwd. Ontwikkelingen op wereldschaal kunnen op langere termijn zeer grote gevolgen hebben voor de inrichting en het waterbeheer van Nederland. De economische expansie van landen als China en India, structurele schaarste aan grondstoffen, energie en voedsel, internationale spanningen en migratiestromen kunnen ook tot veranderingen in Nederland leiden: veranderingen in bijvoorbeeld welvaart, bevolkingsomvang, bebouwing en voedselproductie. Die veranderingen werken door in het waterbeheer en de wijze en het niveau waarop toekomstige generaties Nederlanders zich tegen overstromingen (willen) beschermen. Anticiperen op deze zeer onzekere economische en sociaal-culturele ontwikkelingen is veel lastiger dan anticiperen op ontwikkelingen waar aan kan worden gerekend, zoals de gevolgen van klimaatverandering.

Dat het klimaat verandert, de zeespiegel daardoor versneld gaat stijgen en extreme rivierafvoeren toe zullen nemen, is inmiddels nauwelijks omstreden. De snelheid waarmee dit gebeurt, is echter onzeker. De onzekerheden in het tempo van klimaatverandering komen voort uit onzekerheden in de omvang van de emissies van broeikasgassen en de verhoging van de concentraties in de atmosfeer, en de vertaling naar het globale en regionale klimaat via modellen. Deze onzekerheden werken door in de verwachtingen van rivierafvoeren en zeespiegelstijging.

De onzekerheid in de hoogte van toekomstige rivierafvoeren bij laagwater wordt vrijwel volledig bepaald door onzekerheden in de klimaatmodellen. Onbekend is hoe lang extreme droogteperiodes in het stroomgebied van Rijn en Maas in de toekomst kunnen duren. Hoeveel Maaswater Nederland dan nog binnenstroomt, is overigens in de eerste plaats afhankelijk van de hoeveelheid water die in België aan de rivier wordt onttrokken. Voor het schatten van de kans op extreem hoogwater in rivieren en aan de kust levert de beperkte lengte van de meetreeksen de grootste onzekerheid op. Bij de vaststelling van de peilen waar de waterkeringen aan de kust op worden getoetst (de toetspeilen die horen bij de wettelijke beschermingsniveaus) geeft dat een onzekerheid in de orde van plus of min een meter.

1.b Omslagpunten in beleid en beheer bij klimaatverandering

De uitwerking van dit antwoord is gebaseerd op eerder uitgevoerd onderzoek

Een klimaatbestendig waterbeheer houdt in dat we ook voor de lange termijn veilig in Nederland kunnen blijven wonen, werken en recreëren. Alvorens grootschalige investeringen te plegen om Nederland klimaatbestendig te maken, is het van belang om na te gaan welke beleidsstrategieën momenteel worden toegepast en tegen welke mate van klimaatverandering deze strategieën bestand zijn. Daaruit kunnen de omslagpunten van ons huidige waterbeleid worden gedestilleerd. Omslagpunten zijn omstandigheden waarbij het handhaven van een strategie onbetaalbaar wordt geacht, gepaard gaat met maatschappelijk onacceptabele ingrepen en/of leidt tot het overschrijden van ruimtelijke en technische grenzen. Omslagpunten in het Nederlandse waterbeleid kunnen zich voordoen op de korte (nu), middellange (2050) en lange termijn (2100 en verder).

Omslagpunt nu:

Het eerste omslagpunt, dat voor een aantal watersystemen feitelijk al is gepasseerd, heeft te maken met de strategie voor natuurbehoud en natuurherstel. De huidige beleidsstrategie voor natuur is gebaseerd op natuurbehoud en individuele soorten i.p.v. natuurontwikkeling en ecosystemen. Het is gebaseerd op het verleden (vaak 1900) en op kenmerkende soorten die een indicator zijn voor de staat waarin het ecosysteem zich bevindt. De jaargemiddelde temperatuur in de Rijn bij Lobith was in 1900 elf graden en zal in 2100 waarschijnlijk zestien tot achttien graden zijn. Daar hoort een heel ander ecosysteem bij, met andere soorten. Het huidige natuurbeleid houdt nog onvoldoende rekening met klimaatverandering.

Omslagpunten middellange termijn:

Een mogelijk omslagpunt op de middellange termijn (2050) heeft te maken met de zoetwatervoorziening tot 2050. In het zuidwesten van Nederland worden als eerste kritische grenzen bereikt. Dit omslagpunt komt voort uit de zoutindringing op de Nieuwe Waterweg als gevolg van de stijgende zeespiegel en lagere rivierafvoeren. Landinwaarts kan het zoutgehalte van de rivieren zo hoog oplopen dat het steeds vaker onhaalbaar wordt om landbouw- en natuurgebieden van voldoende zoet water te voorzien. Dit levert, bijvoorbeeld, steeds vaker problemen op voor de tuinbouw van het Westland en de bomenbouw bij Boskoop. Gezien het feit dat het overgrote deel van het zoete water tijdens droge zomers nodig is als tegenwicht tegen het zoute water in de Nieuwe Waterweg, brengt deze problematiek de totale waterverdeling van Nederland ter discussie.

Door toenemende rivierafvoeren in combinatie met zeespiegelstijging wordt het steeds moeilijker om overtollig rivier- en regenwater bij eb onder vrij verval op de Waddenzee te spuien, zoals nu gebeurt. Dit zal tot een omslagpunt in het IJsselmeergebied leiden. Mogelijke nieuwe strategieën zijn een hoger waterpeil van het IJsselmeer en grote gemalen in de Afsluitdijk.

Als de zeespiegel sneller stijgt dan nu wordt verwacht, kan dit leiden tot verdrinking van de intergetijdengebieden van de Waddenzee. In dat geval komen zandplaten en kwelders permanent onder water te staan waardoor waardevolle leefgebieden voor planten en dieren verdwijnen. Met zandsuppleties in de buitendelta's van de Waddeneilanden kan de zandaanvoer naar de Waddenzee wellicht worden vergroot en kan deze verdrinking mogelijk worden voorkomen.

Een minder waarschijnlijk omslagpunt op de middellange termijn heeft te maken met de hoogwaters op de Rijn (de bovenrivieren). Op dit moment is er een maximum aan de hoogte van de Rijnafvoer die Nederland kan bereiken doordat de afvoercapaciteit (en dus de aanvoer naar Nederland) van de Rijn in Duitsland begrensd is. Met de voorgenomen maatregelen in Duitsland ligt dit maximum op 17.500 m³/s in 2100. In Nederland kunnen, met rivierverruimende maatregelen, hoogwaters tot 18.000 m³/s veilig naar zee stromen. Hierin kan verandering komen als in Duitsland op grote schaal dijken worden versterkt en verhoogd, en de afvoercapaciteit van de Rijn wordt vergroot. In dat geval wordt het beschermingsniveau in Nederland van 1/1250 per jaar (zonder extra maatregelen) mogelijk niet gehaald. Overigens vindt in internationale commissies afstemming plaats over hoogwaterbeschermingsmaatregelen die de hoogwaterbescherming in andere landen kunnen beïnvloeden (zie ook 7b).

Omslagpunten lange termijn:

Op de lange termijn liggen omslagpunten waarschijnlijk in de bescherming van het benedenrivierengebied tegen overstromingen. De huidige strategie om het Rijnmondgebied veilig te houden d.m.v. alleen de Maeslantkering en het programma Ruimte voor de Rivier lijkt op lange termijn naar verwachting niet klimaatbestendig te zijn. Er zijn dan ingrijpende maatregelen nodig om het huidige, wettelijk vereiste beschermingsniveau te handhaven.

Niet voor alle huidige beleidsstrategieën zullen op een termijn tot 2200 omslagpunten bereikt worden. Zandsuppletie aan de kust en het versterken van dijken zijn in principe nog eeuwen vol te houden. Ook zal het opbarsten van de ondergrond door een hogere grondwaterdruk bij zeespiegelstijging voorlopig hooguit lokaal optreden en daardoor niet tot grote problemen leiden.

De omslagpunten zijn niet alleen technisch van aard. Ook het maatschappelijk draagvlak heeft omslagpunten. Zo kunnen vaker voorkomende lage rivierafvoeren, met steeds vaker beperkingen voor de scheepvaart, leiden tot een omslag in het vertrouwen in de vervoersmodaliteit binnenvaart.

1.c Alternatieve strategieën bij omslagpunten

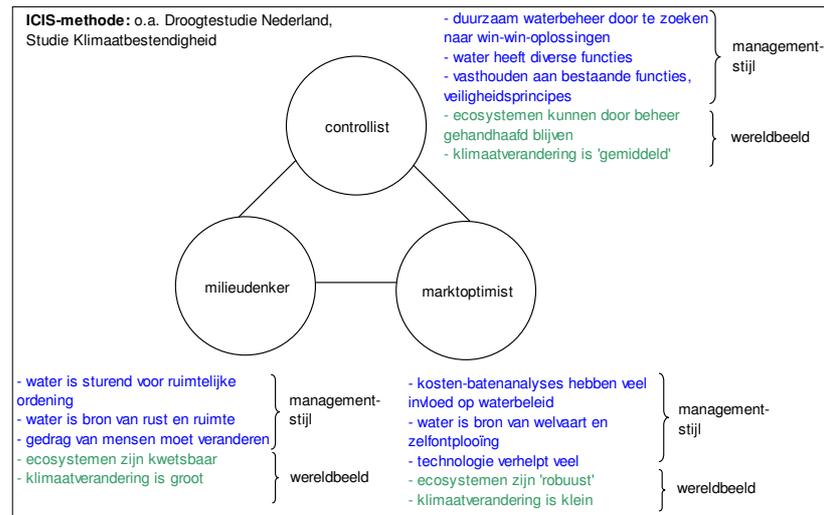
De uitwerking van dit antwoord is gebaseerd op eerder uitgevoerd onderzoek aangevuld met een deskundigenoordeel

Als duidelijk is dat een omslagpunt bereikt gaat worden en de huidige strategieën dus niet houdbaar zijn, is het wenselijk om alternatieve strategieën te hebben. In workshops met experts is daarvoor als eerste aanzet een verkenning uitgevoerd van de bandbreedte van mogelijke oplossingen bij omslagpunten in het Nederlandse waterbeleid en -beheer. Die oplossingen zijn zoveel mogelijk waarde vrij geordend door uit te gaan van drie perspectieven met verschillen in de kijk op de waterproblematiek, de omgang met het natuurlijke systeem, de levensstijl van mensen en de economische dynamiek. Deze perspectieven zijn de 'controllist', de 'marktoptimist' en de 'milieudenker' (figuur 1). De verkenning is nog niet af: het antwoord aan de Deltacommissie is een tussentijds resultaat van deze al eerder gestarte verkenning.

De drie perspectieven komen deels tot dezelfde strategieën ten aanzien van hoogwaterbescherming, zoetwatervoorziening en natuur voor een klimaatbestendig Nederland. Verreweg de belangrijkste conclusie is dat in alle strategieën ruimte nodig is om Nederland klimaatbestendig te maken en dat het noodzakelijk is dat die *ruimte* nu al gereserveerd wordt om in de toekomst flexibel op de gevolgen van klimaatverandering in te kunnen spelen. Een andere belangrijke conclusie is dat het voor alle strategieën nodig is veel *geld* te investeren. Dat levert ook baten op, in termen van veiligheid (vermeden slachtoffers en schade), zoetwatervoorziening (economie) en natuur. Een grootschalige *zoetwaterbuffer* wordt in alle perspectieven noodzakelijk geacht, ongeacht de visie op het herstellen van natuurlijke overgangen van zoet naar zout water.

Figuur 1.

De toekomstbeelden voor het omgaan met water in het kader van een klimaatbestendig Nederland volgens drie verschillende perspectieven.



De Randstad blijft ook op de langere termijn hoogstwaarschijnlijk de hoogste concentratie van mensen en economie houden zodat de bescherming van dit gebied met het hoogste beschermingsniveau gewenst blijft. Met een stijgende zeespiegel en hogere extreme rivierafvoeren betekent dit de versterking van de verdediging rondom 'Fort Randstad'.

Rotterdam en omgeving kan niet eeuwenlang met een stormvloedkering worden beschermd. In alle perspectieven wordt vroeg of laat gekozen voor het afleiden van hoge rivierafvoeren via de Nieuwe Merwede, het Hollands Diep en het Haringvliet. Een belangrijke keuze heeft betrekking op de Nieuwe Waterweg: deze kan alleen open worden gehouden als de dijken en keringen in de Rijnmond op grote schaal worden aangepast, bijvoorbeeld door de aanleg van superdijken waarop ook gebouwd kan worden. In alle andere opties gaat de Nieuwe Waterweg dicht (met zeesluis). Samen met de afleiding van hoge rivierafvoeren via de zuidrand van het benedenrivierengebied ontstaat hierdoor een 'Rijnmond-ring' waarbij de haven van Rotterdam volledig buitengaats gaat. Deze variant biedt kansen voor de zoetwatervoorziening en de natuur.

Als eerste verkenning zijn verschillende alternatieve strategieën met elkaar vergeleken op de criteria kosteneffectiviteit, flexibiliteit en koppelkansen voor natuur, zoetwatervoorziening en economische activiteiten. Dit is gedaan voor strategieën ten aanzien van deelonderwerpen als kustveiligheid, benedenrivierengebied,

IJsselmeergebied, Oosterschelde en natuur. Hieruit blijkt, bijvoorbeeld, dat de huidige strategie van zandsuppleties het meest kostenefficiënt is in vergelijking met een alternatieve strategie van een kust met betonnen constructies of met eilanden voor de kust om golven te dempen. Ook is de strategie van zandsuppleties nog eeuwen vol te houden, biedt het de meeste kansen voor de natuur en is het flexibel omdat er gemakkelijk op andere strategieën kan worden overgestapt. Eilanden voor de kust bieden mogelijkheden voor economische ontwikkeling maar dragen slechts beperkt bij aan de bescherming tegen overstromingen. Ze hebben ook nadelen: enorme investeringen die overigens, afhankelijk van het gebruik, (deels) weer kunnen worden terugverdiend, hoge onderhoudskosten en het probleem van verslibbing van de huidige stranden.

Voor het IJsselmeer is verkend hoe hoge afvoeren van de IJssel bij een zeespiegelstijging tot 0,5 m en meer dan 0,5 m op de Waddenzee geloosd kunnen worden. Drie varianten zijn vergeleken: het peil van het IJsselmeer laten meestijgen met de zeespiegelstijging, extra gemalen in de Afsluitdijk en het creëren van een open verbinding met de Waddenzee.

Tot 0,5 m zeespiegelstijging is de huidige strategie van lozen onder vrij verval met (in 2013) vergrote spuisluizen het meest kostenefficiënt. Bij een verdergaande zeespiegelstijging, op langere termijn, is meestijgen van het peil van het IJsselmeer een alternatief, mede met het oog op voldoende zoetwatervoorziening vanuit het IJsselmeer in droge zomers. Vanuit het oogpunt van natuur biedt een open IJsselmeer kansen voor het herstellen van de estuariene dynamiek. Voor alle varianten geldt dat er kansen zijn voor meekoppeling met economische ontwikkeling. De strategie van pompen is het minst flexibel: als daar eenmaal mee begonnen wordt, moet het ook tot in lengte van jaren worden volgehouden.

Uit de verkenning blijkt dat het cruciaal is om bij het anticiperen op de effecten van klimaatverandering op het waterbeheer en –beleid uit te gaan van de samenhang tussen regio's en verschillende thema's (zoetwatervoorziening, veiligheid, ...). Verschillende watervraagstukken en samenhangende thema's in verschillende regio's kunnen niet los van elkaar worden gezien. Een goed voorbeeld is het wel of niet afsluiten van de Nieuwe Waterweg; het antwoord op die vraag grijpt in op vrijwel alle watersystemen in Nederland en op verschillende thema's als hoogwaterbescherming, zoetwatervoorziening en natuur.

Voor alle strategieën geldt dat veel ruimte en geld nodig is om Nederland klimaatbestendig te maken. Het wordt daarom ten zeerste aanbevolen om al over deze strategieën na te denken ruim voordat omslagpunten worden bereikt. Zo is het verstandig nu al ruimte te reserveren om in de toekomst flexibel op de gevolgen van klimaatverandering in te kunnen spelen.

1.d Omgaan met hogere afvoeren van de Rijn

De uitwerking van dit antwoord is gebaseerd op eerder uitgevoerd onderzoek

In 2015 zijn de maatregelen in het kader van de hoogwaterbeschermingsprogramma's en de PKB Ruimte voor de Rivier uitgevoerd en kan een afvoer van 16.000 m³/s bij Lobith veilig naar zee en IJsselmeer worden afgevoerd. Komt er nog meer water bij Lobith ons land binnen, dan zal deze extra afvoer via de Waal en de IJssel moeten worden geleid: langs de Neder-Rijn en vooral de Lek is onvoldoende ruimte voor

extra rivierverruimende maatregelen. Dit is conform de lange termijn visie van de PKB Ruimte voor de Rivier.

Bij een afvoer bij Lobith van 18.000 m³/s moeten buitendijks praktisch alle rivierverruimende maatregelen langs het traject van de Boven-Rijn, Waal en Merwede's worden ingezet om de maatgevende waterstanden op de Rijntakken weer op het niveau van 2015 te krijgen. Zoals in de lange termijn visie van de PKB is aangegeven, wordt op enkele plekken binnendijkse ruimte aan het rivierbed toegevoegd (dijkverleggingen, retentie Rijnstrangen, ...). Waardevolle uiterwaarden langs de IJssel en de Neder-Rijn worden gespaard en dus niet vergraven. De kosten van de extra maatregelen om 18.000 m³/s veilig te kunnen afvoeren, worden geraamd op globaal zeven miljard euro.

Afvoeren nog hoger dan 18.000 m³/s vragen om verdergaande maatregelen dan waar Ruimte voor de Rivier zich op richt: nog meer rivierverruiming en dijkversterking, toch weer dijkverhoging, veel meer water door de IJssel of juist door de Waal. Het meest voor de hand liggend lijkt de optie waarmee het water zo snel en efficiënt mogelijk naar zee wordt gevoerd: meer water door de Waal dus. Dit is de breedste, diepste en kortste weg van het Rijnwater van Lobith naar zee. Bij deze keuze zijn ook forse dijkversterkingen langs de Waal en grote ingrepen in het benedenrivierengebied nodig.

Aandachtspunt binnen het huidige beleid is dat verruimende ingrepen niet mogen leiden tot beperkingen in de diepgang voor de scheepvaart, vooral omdat als gevolg van klimaatverandering drogere zomers worden verwacht.

De maatgevende condities op het IJsselmeer worden met name bepaald door de waterstanden en golfhoogten bij storm. De hierboven geschetste maatregelen tot een Rijnafvoer van 18.000 m³/s hebben, bij de huidige stand van de zeespiegel, geen consequenties voor het IJsselmeer. Bij nog hogere Rijnafvoeren en de Waal als afvoerroute zou een regelwerk bij het splitsingspunt Pannerdensch Kop de afvoer naar het IJsselmeer kunnen begrenzen.

1.e Maatgevende waterstanden in de overgangsgebieden

De uitwerking van dit antwoord is gebaseerd op eerder uitgevoerd onderzoek

Naar verwachting zal klimaatverandering leiden tot hogere extreme afvoeren op de rivieren, een stijgende zeespiegel en een hogere stormopzet voor de kust. Die combinatie zal effect hebben op de maatgevende waterstanden in de Rijn-Maasmonding en de IJsseldelta. De grootte van dat effect kan worden geschat door te rekenen met verschillende scenario's waarin de waarden voor rivierafvoer, zeespiegelstijging en stormopzet worden gevarieerd.

Bij de berekeningen met de scenario's is uitgegaan van de huidige inrichting van Nederland en is aangenomen dat de waterkeringen niet falen of overstromen. Ook is aangenomen dat de stormvloedkeringen sluiten bij de huidige kritische peilen met een faalkans van 1/100 per jaar, dat de maatgevende waterstanden op de bovenrivieren op het niveau van 2015 kunnen worden gehouden, dat het huidige maatgevende IJsselmeerpeil gehandhaafd kan blijven tot een stijging van de zeespiegel met 30 cm en dat de maatgevende stormduur 29 uur is.

De berekeningen laten zien dat de stormvloedkeringen de hogere stormopzet 30-60% verminderen maar dat deze keringen de zeespiegelstijging in de Rijn-Maasmonding nauwelijks reduceren. Tot 20 à 30 km stroomopwaarts van de mondingen van de Lek, Nieuwe Merwede en Boven-Merwede is het effect van, in de scenario's aangenomen, zeespiegelstijging van 10 cm of meer te merken.

De maatgevende waterstanden in de IJsseldelta hangen af van zowel de verhoging van de rivierafvoer als de zeespiegelstijging (die, afhankelijk van de gekozen strategie, kan doorwerken op het IJsselmeerpeil). Door vergroting van de spuicapaciteit van de gemalen in de Afsluitdijk kan de invloed van de stijging van de zeespiegel op het meerpeil in de loop van deze eeuw beperkt blijven; het effect van hogere rivierafvoeren op de maatgevende waterstanden van de IJsseldelta is dan dominant. De lange termijn maatregelen voor rivierverruiming kunnen de verhoging van de maatgevende waterstanden in de Rijn-Maasmonding en de IJsseldelta slechts zeer beperkt reduceren.

2 Meegroeien met de zee

Rottumerplaat
(bron: Beeldbank V&W)



Vraag 2.a:

Welke mogelijkheden zijn er om de Zuidwestelijke Delta met de zeespiegelstijging te laten meegroeien, zowel ter behoud van natuurwaarden als ter behoud van veiligheid tegen overstromen?

Welke structurele maatregelen zijn mogelijk om het verlies van het intergetijdengebied in de Oosterschelde zoveel mogelijk te beperken en de Oosterschelde op termijn te laten meegroeien met het kustfundament?

Vraag 2.b:

Kan de sedimentaanvoer naar intergetijdengebieden (Waddenzee, Delta estuaria, 'ontdijkte' polders) de zeespiegelstijging bijhouden?

2.a Omgaan met zandhonger in Oosterschelde en de Voordelta

De uitwerking van dit antwoord is gebaseerd op eerder uitgevoerd onderzoek

Sinds de voltooiing van de stormvloedkering in de monding van de Oosterschelde en een tweetal dammen in het oostelijke deel van het getijdebekken heeft de Nederlandse taal er een nieuw woord bij: zandhonger. Door de Oosterscheldewerken is de hoeveelheid water die met de vloed- en ebstroom het getijdebekken in- en uitstroomt fors afgenomen. Met deze afname zijn ook de stroomsnelheden in de geulen afgenomen en daarmee de hoeveelheid zand die zich met de stroom door de geulen verplaatst. De geulen van de Oosterschelde zijn nu te ruim in verhouding tot de hoeveelheid water die er doorheen stroomt. Zand dat bij storm van de platen en slikken afslaat, bezinkt in de diepe geulen en komt niet meer op de platen en slikken terug omdat de stroming in de geulen daarvoor te zwak is geworden. De Noordzee biedt geen soelaas: diepe ontgrondingskuilen aan weerszijden van de stormvloedkering vangen het zand uit het vloedwater waardoor er nauwelijks zand de Oosterschelde instroomt. Het proces waarbij de Oosterschelde een deel van zijn zandplaten en slikken kwijtraakt aan de zandhonger van de geulen is nu al gaande.

Voor het stillen van die zandhonger is 400 – 600 miljoen m³ zand nodig. Het volume van de zandplaten past hier met 140 miljoen m³ gemakkelijk in. Zonder maatregelen is het areaal intergetijdengebied in 2050 gehalveerd, en dan is het einde nog niet in zicht. Vooral vogels zullen hierdoor zwaar worden getroffen: minder intergetijdengebied betekent minder bodemdieren en dus minder voedsel voor de vogels. Uit berekeningen blijkt bijvoorbeeld dat het aantal scholeksters in de Oosterschelde over 40 jaar met 80% zal zijn afgenomen. Maar ook de veiligheid vraagt aandacht: minder voorland voor de dijken betekent hogere golven tegen de dijken. Dit brengt extra kosten met zich mee voor dijkversterking, in het ongunstigste geval 90 à 260 miljoen euro.

De aanpak van bovenstaande problemen richt zich op het afremmen of stoppen van de erosie van platen, slikken en schorren. Zelf zand naar de geulen brengen en het te ruime profiel van de geulen versmallen lijkt een optie maar dat kost enkele miljarden euro's en zou de mossel- en oesterkweek waarschijnlijk verstoren door de vertroebeling van het water. Vergroting van de doorstroombcapaciteit van de stormvloedkering, zodat meer water met zand het bekken in kan stromen om de geulen te doen aanzanden, lijkt ook een optie. De zandhonger wordt hierdoor slechts gedeeltelijk gestild. Een andere optie lijkt het volstorten en met stortsteen afdekken van de ontgrondingskuilen waardoor de natuurlijke zandaanvoer uit de Voordelta naar de Oosterschelde weer op gang komt. Dan duurt het nog 50 tot 100 jaar voordat het zand uit de Noordzee de platen en slikken weet te bereiken. Als men de erosie van de intergetijdengebieden wil afremmen, zullen tot die tijd maatregelen als de aanleg van schelpdierbanken of het storten van zand op de platen en slikken nodig zijn. Het benodigde zand voor de suppleties van de platen en slikken kan niet uit de nabijgelegen geulen gehaald worden omdat zich op de bodem van die geulen sinds de aanleg van de Oosterscheldewerken veel slib heeft afgezet; dat sediment is dus ongeschikt om suppleties mee uit te voeren.

De Oosterschelde is onderdeel van een gevarieerd gebied met een grote morfologische dynamiek. De open zeegaten met hun mondingen vormen samen met de geulen van de voormalige mondingen van de afgesloten zeegaten de Voordelta,

een beschermd natuurgebied. De bodemligging van platen en geulen van de Voordelta is zich nog steeds aan het aanpassen op de veranderde getijstromen door de Deltawerken. Ook aan de zeezijde van de Oosterscheldekering is sprake van zandhonger terwijl verder naar het noorden, zeewaarts van de Brouwersdam, de zandplaten juist groeien. In de Westerschelde treedt erosie en sedimentatie van geulen en platen op als gevolg van ingrepen in de vaargeul naar Antwerpen; het netto effect van deze morfologische aanpassingen is ook een zandhonger voor de Westerschelde.

Voor het behoud van de huidige morfologie van de Voordelta en de getijdebekken is veel zand nodig. De stroming langs de kust transporteert zand in noordoostelijke richting. Suppleties aan de kust kunnen deze natuurlijke zandstroom voeden. Op een tijdschaal van eeuwen wordt het zand zo over de regio verspreid en kan het platen en eilanden in de Voordelta doen groeien. Bovendien kan het zand diepe geulen in de Oosterschelde voeden en zo de netto erosie van platen en slikken in dit bekken doen afremmen.

2.b Zandaanvoer tegen verdrinking¹

De uitwerking van dit antwoord is gebaseerd op eerder uitgevoerd onderzoek aangevuld met een deskundigenoordeel

Zolang de zeespiegel stijgt of de bodem daalt, ontstaat in het kustfundament en in de getijdebekken voortdurend nieuwe ruimte voor het bergen van sediment. In de getijdebekken kan de nieuw ontstane ruimte worden gevuld met zand dat vanuit het kustfundament wordt aangevoerd. De vraag is of het zand snel genoeg wordt aangevoerd om de stijgende zeespiegel of dalende bodem te compenseren. Zo niet, dan 'verdrinken' de intergetijdengebieden in de bekkens: platen / intergetijdengebieden verdwijnen op den duur.

In de Waddenzee blijkt volgens waarnemingen jaarlijks ongeveer 7,5 miljoen m³ zand te sedimenteren. Dat is voldoende om de Waddenzee te laten meegroeien met een zeespiegelstijging van 18 cm per eeuw (4,5 miljoen m³ per jaar) en tevens de zandhonger te voeden die in de geulen is ontstaan na afsluiting van de Zuiderzee en Lauwerszee (3 miljoen m³ per jaar). De sedimentaanvoer naar de Waddenzee is bij een zeespiegelstijging van 18 cm per eeuw dus voldoende groot om verdrinking van dit gebied tegen te gaan. Stijgt de zeespiegel sneller, dan kan het probleem ontstaan dat de sedimentaanvoer vanuit het kustfundament deze stijging niet langer kan bijhouden. Een kennisvraag is of het meegroeien van de Waddenzee kan worden versneld door het zand in de toevoergeulen naar de bekkens of in de bekkens zelf te suppleren. Hierbij zijn ook aanvullende maatregelen denkbaar als de beperking van zandwinning in de bekkens en de stimulering van slib- en kalksedimentatie in kwelderwerken en op schelpdierbanken.

De bergruimte in de getijdebekken kan worden gevoed met zand vanuit het kustfundament. Echter, de natuurlijke aanvoer van zand naar het kustfundament zelf is vrijwel afwezig. Om ook hier de bergruimte te voeden welke ontstaat door de

¹ De beantwoording van de vraag gaat niet in op de zandhongerproblematiek van de Oosterschelde. Zie hiervoor 2a.

zeespiegelstijging en door afvoer naar getijdebekken, zijn suppleties nodig in het kustfundament. De vraag hierbij is: hoeveel?

De berguimte ontstaan door zeespiegelstijging kan worden berekend uit de totale oppervlakte van het samenhangende zanddelende systeem: het kustfundament, de Waddenzee en de Westerschelde. Deze hebben gezamenlijk een oppervlak van ongeveer 7000 km². Als vuistregel geldt dat voor 1 millimeter zeespiegelstijging ongeveer 7 miljoen m³ aan zandsuppleties nodig is om de drie gebieden te laten meegroeien met de zeespiegelstijging. Bij een zeespiegelstijging van 20 cm per eeuw (= 2 millimeter per jaar) is hiervoor aldus een suppletievolume van 14 miljoen m³ per jaar nodig, waarvan 5 miljoen m³ voor de Waddenzee.

Als gevolg van menselijke ingrepen bestaat nog een extra zandvraag, die gecompenseerd zou moeten worden op het moment dat je niet wilt dat dit ten koste gaat van het meegroeien van het kustfundament. Door het na-ijleffect van de afsluiting van de Zuiderzee en de Lauwerzee verdwijnt jaarlijks ruim 3 miljoen m³ zand extra uit het kustfundament naar de Waddenzee.

Verder wordt momenteel ongeveer 5 à 6 miljoen m³ aan zand aan het kustfundament en de estuaria onttrokken door zandwinning en onderhoudsbaggerwerk in geulen bij de kust. Om het kustfundament en de estuaria op peil te houden met de zeespiegelstijging zou deze zandwinning óf gestopt kunnen worden óf gecompenseerd.

De totale zandvraag bij een zeespiegelstijging van 20cm per eeuw, inclusief de compensaties voor menselijke ingrepen, is dan ongeveer 23 miljoen m³ per jaar. Momenteel wordt jaarlijks 12 miljoen m³ zand op het kustfundament gesuppleerd: dit is te weinig om het kustfundament en de getijdebekken te laten meegroeien met de zeespiegelstijging.

3 Bescherming tegen overstromingen

Nieuw Neuzenpolder, Westerschelde
(bron: Beeldbank V&W)



Vraag 3.a:

Wat is het effect van eilanden en riffen op (verlagen) golfhoogte en –periode en dus kustbescherming? Wat is het effect op water en zand in de lagune tussen eilanden en oude kustlijn (troebelheid, brak water)? Wat is er eventueel bekend aan internationale ervaringen (Venetië, Florida)?

Vraag 3.b:

Wat is het effect op de kustveiligheid van overstroombare gebieden in de kustzone? Hoe bruikbaar is dit concept om de overstromingsdreiging t.g.v. zeespiegelstijging te verminderen?

Vraag 3.c:

Kunnen drijvende aquacultures op zee de golfwerking reduceren en wat kunnen we daarmee bereiken?

Vraag 3.d:

Hoe zouden de dijkringen (in kwadranten) verdeeld kunnen worden volgens: grote kans/grote gevolgen; grote kans/kleine gevolgen; kleine kans/grote gevolgen; kleine kans/kleine gevolgen?

3.a Het effect van eilanden en riffen

De uitwerking van dit antwoord is gebaseerd op eerder uitgevoerd onderzoek aangevuld met een deskundigenoordeel

De aanleg van eilanden en/of riffen kan verschillende doelen dienen. Eén van die doelen kan zijn om een deel van de golven hierop te laten breken voordat zij de kust bereiken. Daarmee zou de hoeveelheid golfenergie die de kust bereikt, worden verminderd en het beschermingsniveau van de kust kunnen worden verhoogd.

Voor Nederland concentreert de belangstelling zich voornamelijk op een onderwater kunstrijf van beperkte lengte, op grotere afstand van de kust (ongeveer op 1500m afstand en 10m waterdiepte) gericht op het beperken van zware golfaanval tijdens extreme omstandigheden. Laboratoriumproeven en rekenmodellen tonen aan dat lokaal en op de tijdschaal van een storm inderdaad de golfhoogte achter zo'n rif met 30-40% kan afnemen. Ook kan duinafslag significant afnemen door de verlaging van de golfperiode.

De lokale winst van kustbescherming gaat echter gepaard met verplaatsing van erosie naar elders. Bovendien verstoren eilanden en riffen de natuurlijke dynamiek van het kustprofiel en daarmee het natuurlijke herstel van dit profiel na een storm. Op de schaal van de Nederlandse kust levert een kunstrijf of eiland geen bijdrage aan het reduceren van het totale kustonderhoud. Achter een hele reeks van eilanden of boven water gelegen riffen ontstaat voor de kust een rustig milieu waarin tijdens kalme omstandigheden meer fijn sediment kan bezinken dan in de huidige situatie. Hier kan op langere termijn een wadachtig milieu ontstaan.

Bij afwegingen over toepassingen van eilanden of riffen met als doel het beschermingsniveau van de kust te verhogen, is het van belang dat mogelijke lokale winst wordt afgewogen tegen potentieel negatieve effecten op grotere schaal.

Internationale ervaringen met het effect van aangelegde eilanden op de kust zijn nog beperkt. Ervaringen met riffen zijn er wel, maar zijn niet goed vertaalbaar naar de Nederlandse situatie omdat ze, in vergelijking met de riffen waar in Nederland aan gedacht wordt, relatief dicht bij de kust liggen en er geen sprake is van een grote golfaanval.

3.b Ruimte voor de Zee

De uitwerking van dit antwoord is gebaseerd op een deskundigenoordeel

Met meer ruimte voor waterberging langs de rivier kan de hoogte van een afvoergolf worden gereduceerd. Voor de kust gaat dit principe niet op. Door een deel van de kustzone te laten overstromen, neemt de stormvloedhoogte niet af. Langs (en met name achterin) estuaria kan door een maatregel als ontpolderen de vorm van de getijgolf veranderen waardoor daar, in specifieke omstandigheden, wellicht enig verlagend effect op de hoogwaterstanden kan worden bereikt.

3.c Golfdemping door wierevelden

De uitwerking van dit antwoord is gebaseerd op een deskundigenoordeel

Grote, drijvende velden van cultures van inheemse wiersoorten, zó diep verankerd dat schepen er over heen kunnen varen, zullen de golven slechts in geringe mate dempen. Deze wierevelden zijn geen oplossing voor de structurele erosie van de Nederlandse kust.

Onder normale weersomstandigheden bestaat de mogelijkheid dat met name de kleinere golven door wierevelden worden gedempt en de kust niet bereiken. Als er minder golfenergie op het strand komt, vindt er ook minder golfgedreven zandtransport rond de waterlijn plaats. Het effect op de structurele kusterosie is echter gering want die wordt gedreven door de zeespiegelstijging, de te grote geulen in de Waddenzee, het baggerwerk in de scheepvaartgeulen.

Bij zware storm zou golfdemping de duinafslag kunnen verminderen. Het is echter de vraag of wierevelden bij dergelijke extreme omstandigheden intact blijven.

3.d Dijkkringindeling naar kans en gevolg

De uitwerking van dit antwoord is gebaseerd op eerder uitgevoerd onderzoek aangevuld met een deskundigenoordeel

Het overstromingsrisico (de combinatie van de kans op, en het gevolg van een overstroming) verschilt van dijkkring tot dijkkring. In principe zouden de dijkkringen in 4 kwadranten kunnen worden ingedeeld: grote overstromingskansen met grote gevolgen, grote kans met kleine gevolgen, kleine kans met grote gevolgen en kleine kans met kleine gevolgen.

Daarop kunnen 2 soorten keuzes worden gebaseerd:

- Een differentiatie van de normstelling: hoe groter de gevolgen, hoe strenger de norm dus hoe kleiner de acceptabele overstromingskans.
- Een keuze uit een tweetal strategieën:
 - bij grote gevolgen ligt het voor de hand de aanpak te concentreren op preventie, dus voorkómen van een overstroming.
 - bij kleine gevolgen is het denkbaar de aanpak meer op respons (wat te doen bij een overstroming) te richten.

Sinds de eerste Deltacommissie is in de loop der jaren een differentiatie in een vijftal normniveaus tot stand gekomen. Deze normen zijn wettelijk vastgelegd. Na 50 jaar ligt in het beleidsproces Waterveiligheid 21^e eeuw de vraag op tafel of de huidige normstelling en de differentiatie nog actueel zijn.

Parallel daaraan wordt nu ook gekeken in welke mate respons onderdeel van het beleid voor de bescherming tegen (de gevolgen van) overstromingen kan zijn, vooropgesteld dat preventie wel de hoofdlijn van de aanpak zal blijven.

De keuze is primair een politiek/maatschappelijk vraagstuk dat een zorgvuldige afweging vereist. Beide strategieën leiden namelijk tot verschillen in de wijze en het niveau waarop burgers tegen (de gevolgen van) overstromingen worden beschermd.

Dit kan tot verschillen in het gevoel van (on)veiligheid leiden. Voor een zorgvuldige afweging is feitenmateriaal nodig (overstromingskansen, gevolgen in termen van economische schade en slachtoffers). Van belang is dat dat feitenmateriaal gebaseerd is op een berekeningsmethodiek met draagvlak en met stabiele uitkomsten. De tot nu toe uitgevoerde studies leiden tot uiteenlopende uitkomsten. Naar verwachting zal de 2^e fase van de studie Veiligheid Nederland in Kaart (VNK-2) in 2010 wel tot stabiele uitkomsten kunnen leiden. Daarop kan dan een maatschappelijke kosten-batenanalyse (mkba) worden gebaseerd die weer basis is voor de politiek/maatschappelijke discussie over de vraag: wat is/zijn in ons land acceptabele overstromingsrisico's?

Ook beslissingen over het wel of niet meenemen (en de wijze waarop) van respons in het beleid voor de bescherming tegen (de gevolgen van) overstromingen, kunnen dan worden gebaseerd op kosten-batenanalyses.

Tot die tijd is het niet verantwoord hierover (voorlopige) uitspraken te doen.

4 Economische aspecten van hoogwaterbescherming

Maeslantkering gesloten,
9 november 2007
(bron: Royal Haskoning)



Vraag 4.a:

Wanneer moeten de bestaande stormvloedkeringen technisch vervangen worden? Tot wanneer kunnen ze functioneel mee (en hoe kan dit 'opgerekt' worden)?

Vraag 4.b:

Welke factoren beïnvloeden de keuze voor een bepaald verbeterinterval (50/100/200 jaar)?

Vraag 4.c:

Wat zijn de kosten van voortgaande traditionele dijkverbetering (verhogen/verbreden) van bestaande dijkringen? Wat zijn kosten en meekoppelingen met andere functies (en wat valt hiermee te verdienen/besparen) van 'superdijken'?

Vraag 4.d:

Wat zijn kosten, haalbaarheid en meekoppelingen (kostenbesparingen) voor algehele kustuitbreiding langs de Hollandse kust? Wat zijn de gevolgen voor bestaande kustplaatsen en hoe kunnen die beperkt worden?

Vraag 4.e:

Hoe kansrijk zijn ruimtelijke maatregelen als grootschalige ophoging (bijv. alle grote nieuwbouw en landaanwinning), kleinschalig hoogwatervrij/-bestendig bouwen (afzonderlijke woningen/bedrijven) en hoogwaterbestendige infrastructuur voor de beperking van de gevolgen van grootschalige overstromingen?

4.a De levensduur van stormvloedkeringen

De uitwerking van dit antwoord is gebaseerd op eerder uitgevoerd onderzoek

Het moment van vervangen van een stormvloedkering is afhankelijk van zijn (verwachte) technische en functionele levensduur.

De technische levensduur van de Nederlandse stormvloedkeringen is 100 (Hollandsche IJssel, Hartelkering, Maeslantkering) of 200 jaar (Oosterscheldekering, Haringvlietsluizen). Gedurende deze periode moeten deze constructies in staat zijn een zeegat af te sluiten, en stabiel en standzeker blijven bij het stormvloedpeil. De technische levensduur kan bij sommige constructies significant worden verlengd, zeker als daar bij het ontwerp al rekening mee is gehouden.

Naast een technische hebben constructies ook een functionele levensduur. Dit is de periode waarin de constructie het beoogde (stormvloedkerende) effect heeft. De functionele levensduur is hooguit gelijk aan de technische omdat ook andere factoren de effectiviteit bepalen, zoals de zeespiegelstijging, nieuwe inzichten in de hydraulische belasting en de sterkte van constructies, veranderingen in beschermingsnormen en mogelijke wijzigingen in de prestatie-eisen. Om deze redenen is de restlevensduur van de Nederlandse stormvloedkeringen niet volledig voorspelbaar en niet bekend.

Toen de Nederlandse stormvloedkeringen werden ontworpen, is uitgegaan van een zeespiegelstijging van 20 tot 50 cm per eeuw (verschillend per stormvloedkering), minder dan het huidige middenscenario van het KNMI (60 cm per eeuw). Uitgaande van dit middenscenario zal de functionele levensduur van de keringen dus korter zijn dan de ontwerplevensduur van 100 respectievelijk 200 jaar.

4.b De ontwerphorizon van waterkeringen

De uitwerking van dit antwoord is gebaseerd op eerder uitgevoerd onderzoek aangevuld met een deskundigenoordeel

In Nederland worden dijken en waterkerende kunstwerken veelal aangelegd met een ontwerphorizon van respectievelijk 50 en 100 jaar. Bij bijzondere constructies, zoals de Oosterscheldekering en de Haringvlietsluizen, geldt een langere termijn van 200 jaar. Bij het ontwerpen van dijken en kunstwerken is het van belang dat rekening wordt gehouden met het tempo van veranderingen in de samenleving, het landschap en de fysieke omstandigheden (rivierafvoeren, zeespiegel), en de grote onzekerheden hierin. Dit gebeurt steeds meer. Het goed meenemen van de onzekerheden wordt robuust ontwerpen genoemd. Het is dus essentieel dat een ontwerp robuust is. Het concept robuust ontwerpen is inmiddels voor rivieren doorontwikkeld en ook voor andere typen watersystemen wordt dit gedaan. Vanuit financieel-economisch oogpunt wordt bij de versterking van waterkeringen het economisch optimum gezocht tussen het te verhogen hoogwaterbeschermingsniveau (op basis van verwachte veranderingen in zeespiegelstijging, rivierafvoeren en windklimaat) en de kosten die daarmee gepaard gaan. Factoren als de discontovoet en risico-opslag, en onzekerheden in de economische groei en klimaatverandering worden bij deze beschouwing betrokken.

Belangrijk is dat technische en maatschappelijke factoren bij de maatschappelijke kosten-batenanalyse worden betrokken. De eigenschappen van de ondergrond, bijvoorbeeld, bepalen mede de ontwerphorizon; het is niet verstandig om op een slappe ondergrond veel overhoogte (voor veel jaren vooruit) op de dijken te zetten omdat je die overhoogte door consolidatie en zetting weer snel kwijt bent. Bij de aanwezigheid van bebouwing of als dure technische oplossingen nodig zijn, lijkt het verstandig om juist voor een langere termijn te ontwerpen. Daarnaast spelen ook de mogelijkheden om verschillende functies te combineren een rol bij de vaststelling van de levensduur van uit te voeren maatregelen.

4.c De prijs van traditionele en 'superdijken'

De uitwerking van dit antwoord is gebaseerd op een deskundigenoordeel

Met de dijkversterkingen die op dit moment in Nederland worden uitgevoerd zijn miljarden euro's gemoeid. Het versterken van 1 km dijk kost ruwweg vijf miljoen euro. Als veel grond moet worden verworven, zijn de kosten al gauw orde drie keer zo hoog. De hoogte van de kosten is dus afhankelijk van het gebied en het type maatregel.

'Superdijken' zijn een geheel ander concept dan de traditionele dijken. 'Superdijken' zijn zo hoog en breed dat er de komende eeuwen geen water overheen zal kunnen komen. Door hun breedte (bijvoorbeeld 200-300 meter) zouden zij kunnen worden bebouwd.

Maar de tijdschaal voor het realiseren van dergelijke grote ruimtelijke ingrepen is veel langer dan die voor traditionele dijkversterking. Niet overal kunnen deze ingrepen zonder meer worden uitgevoerd: als men 'superdijken' wil, wordt aanbevolen de kansen te benutten wanneer die zich voordoen. Ook zijn de (initiële) kosten van 'superdijken' hoger dan die van traditionele dijkversterking. Volgens een eerste inschatting moet bij enige honderden kilometers 'superdijk' in het benedenrivierengebied worden gedacht aan een tiental miljard euro of meer, terwijl dit voor een standaard dijkversterking enkele miljarden euro's zou zijn. Die hogere kosten kunnen echter worden uitgesmeerd over een lange tijd (bijvoorbeeld 50 jaar), leveren 1 à 2 eeuwen voordeel op en kunnen worden gecombineerd met bijvoorbeeld woningen op de dijk en (spoor)wegen in de dijk. De hogere aanlegkosten kunnen dus mogelijk worden terugverdiend doordat de dijk zelf voor veel functies kan worden gebruikt. De afweging tussen een 'superdijk' en een traditionele dijk zal in alle gevallen een maatschappelijke afweging tussen de voor- en nadelen van beide alternatieven moeten blijven.

4.d Kosten en baten van een bredere kuststrook

De uitwerking van dit antwoord is gebaseerd op een deskundigenoordeel

Als de Hollandse kust met zand uit zee wordt uitgebreid, levert dit Nederland meer ruimte en een betere beveiliging tegen de zee op. Een eerste verkenning, om gevoel te krijgen voor de haalbaarheid, laat zien dat het technisch en morfologisch kan. Daar is wel een grote (overheids)investering voor nodig.

De kust kan op verschillende manieren zeewaarts worden verbreed en die extra ruimte kan op verschillende manieren worden ingevuld. In deze verkenning is één variant uitgewerkt: de kust tussen Hoek van Holland en Den Helder wordt met zand 2 km verbreed waarbij 15% van de extra ruimte voor wonen (op verhoogde plateaus) is bestemd en de rest hoofdzakelijk beschikbaar is voor nieuwe natuur. Voor de bescherming tegen stormvloed is een verbreding van deze omvang niet nodig. In deze variant is voor deze verbreding gekozen om de mogelijkheden die de extra ruimte biedt, in beeld te brengen. Die mogelijkheden zijn extra toplocaties in de dichtbevolkte kustgebieden voor wonen, natuur en recreatie, met groeikansen voor de lokale bevolking en mensen van buiten (zoals werknemers van internationale bedrijven). Bovendien kunnen een lagere overstromingskans én een meer natuurlijke kust worden gecombineerd doordat duinvorming en duinafslag de ruimte krijgen. Ook kan een grotere zoetwaterbel ontstaan, als aanvulling op de watervoorziening en voor de bestrijding van zoute kwel.

De verkenning geeft een gevoel voor kosten en baten van een dergelijke grote maatregel en brengt ook een aantal effecten op de omgeving in beeld, zoals de bestaande badplaatsen en de ecologie van de kustzone. Het opspuiten van het zand is de grootste kostenpost. Daarnaast kosten ook het bouwrijp maken en de inrichting van het gebied, en de compensatie van benadeelde burgers en bedrijven veel geld. De baten worden voornamelijk verwacht van de verkoop van kavels.

4.e Kansen voor overstromingbestendig bouwen

De uitwerking van dit antwoord is gebaseerd op eerder uitgevoerd onderzoek aangevuld met een deskundigenoordeel

Met ruimtelijke bouwmaatregelen, zoals het grootschalig ophogen van lage delen en hoogwaterbestendig bouwen, kunnen de economische schade, het aantal slachtoffers (doden, gewonden) en de maatschappelijke ontwrichting bij een overstroming worden beperkt. Of deze maatregelen ook kansrijk zijn, hangt mede af van de verhouding tussen kosten en baten, en de (overstromings)eigenschappen van een gebied.

Bij kosten-baten afwegingen voor de beperking van economische schade zijn maatregelen voor het beperken van de overstromingskans in de meeste situaties aantrekkelijker dan maatregelen voor het beperken van de gevolgen. Voor het slachtofferrisico en de maatschappelijke ontwrichting is de afweging tussen preventie en gevolgbeperking complexer. Nederland heeft geen operationeel normeringstelsel voor slachtoffers; de toepasbaarheid van het groepsrisico voor normering is nog in onderzoek. Bij veel schade en veel slachtoffers zal sprake zijn van maatschappelijke ontwrichting. Die ontwrichting kent meer aspecten, zoals keteneffecten in vitale netwerken, het uitvallen van communicatiemogelijkheden en (daardoor) het gebrekkig functioneren van het openbaar bestuur.

Grootschalige ophoging in het binnendijkse gebied zou zich kunnen beperken tot locaties met grootschalige nieuwbouw van huizen en bedrijven. Het meest kansrijk zijn dichtbevolkte gebieden die bij een overstroming lang onder water blijven staan (diepe delen kustgebieden en IJsselmeerpolders). Grootschalige ophoging van het rivierengebied ligt veel minder voor de hand omdat de mogelijkheden voor tijds evacueren daar relatief groot zijn; de dreiging van een overstroming door een extreme rivierafvoer is ruim van tevoren te voorspellen. Naarmate de

overstromingsdiepten groter zijn, zijn de kosten van ophoging hoger en zijn deze maatregelen economisch minder aantrekkelijk.

Kleinschalig hoogwatervrij/-bestendig bouwen is relatief kansrijk in buitendijkse gebieden en in gebieden waar de beschikbare evacuatietijd zeer kort is, zoals dichtbevolkte, diepgelegen kustgebieden en droogmakerijen. In die diepgelegen polders en droogmakerijen liggen kansen voor hoogwaterbestendige wegen: de evacuatiemogelijkheden worden hierdoor verbeterd. Hoogwatervrije aanleg is inhoudelijk gezien ook kansrijk voor een aantal hoofdverbindingen (bijvoorbeeld A12, A2, A73) en vitale netwerken omdat hiermee de maatschappelijke ontwrichting, mocht een overstroming optreden, zoveel mogelijk kan worden beperkt. Overigens gaat het daarbij niet alleen om een overstroming vanuit zee, het IJsselmeer of de rivieren maar ook om overstroming vanuit regionale wateren en om wateroverlast.

5 Samenhang tussen extremen: overstromingsgevaar en droogte

Afsluitdijk, spuisluizen
(bron: Beeldbank V&W)



Vraag 5.a:

Wat is de mogelijke schade aan landbouw, natuur, drinkwaterinname, visserij en scheepvaart door vaker voorkomende periodes van watertekort? Hoe kan deze schade voorkomen worden en wat zijn de kosten voor aanleg en onderhoud?

Hoe zijn de maatregelen tegen droogteschade te combineren met maatregelen voor de bescherming tegen hoogwater en wateroverlast? Wat valt hiermee te verdienen?

5.a Omgaan met klimaatextremen

De uitwerking van dit antwoord is gebaseerd op eerder uitgevoerd onderzoek

In Nederland worden de winters natter en de zomers droger. De mate waarin hangt af van de grootte van de stijging van de temperatuur en de verandering van de luchtstromingspatronen. Het KNMI gaat uit van vier scenario's (tabel 1): vier combinaties van een gematigde (G) respectievelijk warme (W) verandering in 2050 en 2100, en al (+) dan niet een verandering van de luchtstromingspatronen. Als de lucht anders gaat stromen worden de winters zachter en natter door meer westenwind, en worden de zomers warmer en droger door meer oostenwind. Deze veranderingen van het klimaat hebben gevolgen voor het waterbeheer doordat de grootte van de neerslag en verdamping veranderen, en doordat de afvoer (en dus waterbeschikbaarheid) van de rivieren verandert.

.....
Tabel 1. De vier klimaatscenario's van het KNMI voor 2050 en 2100 (Bron: KNMI, 2006. Klimaat in de 21^e eeuw. Vier scenario's voor Nederland).

Code	Naam	Toelichting
G	Gematigd	1°C temperatuurstijging op aarde t.o.v. 1990 Geen verandering luchtstromingspatronen West-Europa
G+	Gematigd +	1°C temperatuurstijging op aarde t.o.v. 1990 + winters zachter en natter door meer westenwind + zomers warmer en droger door meer oostenwind
W	Warm	2°C temperatuurstijging op aarde t.o.v. 1990 Geen verandering luchtstromingspatronen West-Europa
W+	Warm +	2°C temperatuurstijging op aarde t.o.v. 1990 + winters zachter en natter door meer westenwind + zomers warmer en droger door meer oostenwind

De gevolgen voor de landbouw en de scheepvaart zijn voor die scenario's vertaald in schade en in te investeren bedragen (investeringsruimte) die nodig zouden zijn om die schade te voorkomen. Hieruit blijkt dat de schade bij de klimaatscenario's waarbij het patroon van luchtstroming niet verandert (G en W) dusdanig klein is dat grootschalige infrastructurele maatregelen waarschijnlijk niet rendabel zijn. Als echter wordt uitgegaan van verandering van de luchtstromingspatronen (G+ en W+) is de schade, en dus de investeringsruimte om die schade te vermijden, veel groter (4,2 – 9,7 miljard euro). Andere schadeposten, zoals extra kosten voor peilhandhaving van boezemsystemen, drinkwater en koelwater, zijn niet gekwantificeerd maar lijken aanmerkelijk geringer dan de schade aan landbouw en scheepvaart. Daarnaast zal er schade zijn aan aquatische en terrestrische natuur.

Voor de lage delen van Nederland lijkt grootschalige berging op het IJsselmeer en Markermeer een kosteneffectieve maatregel om de schade aan de landbouw te beperken. Bij het W+ scenario zal (tot 2050) in een zeer droge zomer een waterschijf van 0,6 tot 0,8 meter nodig zijn. Hiervoor hoeft geen extra water via de IJssel naar het IJsselmeer gestuurd te worden. Wel zijn dan infrastructurele werken nodig om het water uit het Markermeer naar het midden en westen van Nederland te krijgen. De grootschalige berging kan ook worden gebruikt om hoge afvoeren van de IJssel en de Vecht op te vangen op momenten dat het water door een hoge waterstand op de Waddenzee maar beperkt kan worden geloosd. Voor de hoge delen van Nederland lijken er geen goede grootschalige maatregelen voor handen te zijn. Wel kan daar

water achter stuwen en in bekkens worden vastgehouden om zowel watertekorten in tijden van droogte als wateroverlast bij hevige neerslag te beperken.

De schade aan de scheepvaart zou voorkomen kunnen worden door kanalisatie van de Waal en/of de IJssel maar de kosten en baten van deze maatregel zijn zeer onzeker. Aanpassing van de scheepvaartsector zelf (schepen met minder diepgang) kan een goede oplossing zijn.

6 Herstel na een overstroming

Wapenschild provincie Zeeland,
'Luctor et Emergo'
(bron: provincie Zeeland)



Vraag 6.a:

Wat zijn de gevolg- en imagoschade, en de maatschappelijke ontwrichting van een grootschalige overstroming?

6.a Luctor et Emergo

De uitwerking van dit antwoord is gebaseerd op een deskundigenoordeel

De kans op een grootschalige overstroming in Nederland is zeer klein maar de gevolgen kunnen zeer groot zijn. Er zijn verschillende scenario's denkbaar, met overstromingen vanuit de Noordzee of de rivieren.

Stelt u zich eens voor hoe een overstroming eruit zou kunnen zien als een hoge afvoer van de Rijn samenvalt met een stormvloed op de Noordzee. Een fictief verhaal schetst het beeld van een mogelijke overstroming in 2013 met zijn mogelijke gevolgen.

“De stormvloedkering in de Nieuwe Waterweg sluit automatisch ter bescherming tegen een overstroming vanuit de Noordzee. Maar aan de binnenzijde van de kering stijgt het water snel door de hoge afvoer van de Rijn. In dit scenario overstromen de Krimpenerwaard, de Alblasserwaard en het Eiland van Dordrecht met tientallen miljarden euro's aan directe schade en enkele honderden slachtoffers tot gevolg. Het aantal slachtoffers zou hoger zijn geweest als de inwoners in hun huizen met betonnen casco's en in kantoren op de 1e en 2e verdieping geen veilig heenkomen hadden kunnen vinden. Op de wegen is het een chaos omdat velen toch, tegen het advies in, de weg op zijn gegaan en daar door het water worden verrast. De kwetsbaarheid van onze samenleving blijkt groot als de stroom en watervoorziening uitvallen en niemand meer bij zijn geld kan. De samenleving raakt ontwricht op vele fronten. Pas meer dan een jaar later is, bijvoorbeeld, de elektriciteitsvoorziening weer volledig hersteld.

Hoe komt Nederland een dergelijke ramp te boven? Het herstel gaat snel. Binnen vier jaar kan de droge en natte infrastructuur rond de Drechtsteden weer worden gebruikt. In de regio als geheel wordt een volledig nieuwe infrastructuur gerealiseerd, met 'andere' rivierlopen dan voorheen en met overstroombare en faalvrije dijken. Tien jaar na de ramp is in de groei van het BNP geen deukje te zien maar juist wel een extra snelle groei daarna. De Nederlandse solidariteit en de coördinatie van het herstel door de rijksoverheid leiden tot veel bouwactiviteit. Een wereld van verschil met de situatie in New Orleans na Katrina.

Na de ramp hervindt Nederland zijn zelfvertrouwen en wordt het weer een gidsland in het omgaan met water. Maar waar bij de Deltawerken het keren van water centraal stond, is de 'Nieuwe Hollandse Waterstad' een voorbeeld van leven met water en de adaptatie aan klimaatverandering. Ook voor het buitenlandse bedrijfsleven blijft Nederland, ondanks een grootschalige overstroming, een aantrekkelijk land om zich te vestigen. Het herstel na de ramp laat immers de goede organisatie en het grote overstromingsbewustzijn van de Nederlandse overheid zien.”

7 Leren van, en samenwerken met andere landen

Stormvloedkering Thames-estuarium
(bron: www.freefoto.com)



Vraag 7.a:

Wat kan Nederland van het buitenland leren?

Vraag 7.b:

Wat is de stand van zaken van internationale afspraken m.b.t. Rijn en Maas?
Welke mogelijkheden zijn er om afvoertoe name Rijn en Maas bovenstrooms op te vangen, en wat kost dat? Neem daarbij mee wat er (al) in onze buurlanden gebeurt of zal gebeuren.

7.a Kennis over grenzen

De uitwerking van dit antwoord is gebaseerd op eerder uitgevoerd onderzoek aangevuld met een deskundigenoordeel

Nederland wordt internationaal als toonaangevend gezien op het gebied van integraal kustbeleid en hoogwaterbescherming. Ook elders in de wereld is echter veel ervaring op dat gebied. Het is daarom interessant om na te gaan wat er van andere landen en specifieke cases geleerd kan worden.

Algemeen:

De Europese Commissie definieert integraal kustbeleid als een dynamisch, multidisciplinair en iteratief proces voor het duurzaam beheer van kustgebieden.

Hierbij worden de volgende uitgangspunten aanbevolen:

- een holistische benadering van de kust(problematiek)
- het voorzorgprincipe
- adaptief management met gebruikmaking van wetenschappelijke kennis
- subsidiariteit / lokale oplossingen op maat
- duurzame ontwikkeling
- deelname van alle betrokken partijen in het besluitvormingsproces
- betrokkenheid van relevante lokale, regionale en nationale overheden (verticale integratie)
- gebruikmaking van een combinatie van instrumenten voor de afstemming tussen verschillende sectoren (horizontale integratie)

Van een aantal landen waar aan de kust min of meer vergelijkbare vraagstukken spelen, is het integraal kustbeleid onderling vergeleken. Hieruit blijkt dat dit beleid in deze landen nog niet volledig is ontwikkeld en dat Nederland relatief gezien voorop loopt. De vergelijking levert, mede door de beperkte tijd die beschikbaar was, voor Nederland weinig leerpunten op. Alle onderzochte landen worstelen met de wijze waarop actieve betrokkenheid van belanghebbenden en kennisorganisaties – een belangrijk aspect van integraal kustbeleid – gestalte moet krijgen.

Casestudies:

In Nederland wordt de laatste jaren met een bredere blik naar waterveiligheid gekeken: niet alleen preventie maar ook aandacht voor de mogelijkheden voor gevolgenbeperking mocht een overstroming tóch plaatsvinden. Dit is een verbreding van het denken in preventie naar het denken in risico's. Engeland heeft hiermee veel ervaring. Voor Nederland zitten hier leerpunten in, zowel in positieve als in negatieve zin. Zo is de crisisbeheersing rond overstromingen in Engeland verder ontwikkeld, met bijvoorbeeld veel ervaring op het gebied van risicocommunicatie. Daar staat tegenover dat de relatief grote verantwoordelijkheid op het lokale niveau in Engeland heeft geleid tot een gebrekkige regie op hoger niveau, met onder meer slecht onderhouden kustwerken tot gevolg.

In de Duitse deelstaten is het beheer van het voorland van zeedijken (kreken, platen) veelal opgenomen in wettelijke regelingen voor kustveiligheid. Dit zou Nederland voor bijvoorbeeld de Waddenkust ook kunnen doen. Het opnemen van dat voorland als onderdeel van de waterkering heeft als voordeel dat de eigenschappen van golven die de dijk kunnen bereiken en die de dijk dus moet kunnen weerstaan, enigszins kunnen worden beïnvloed. Duitsland heeft meer ervaring dan Nederland met

overstromingsbestendig bouwen (Hamburg) en het betrekken van secundaire keringen bij de kustveiligheid.

Uit New Orleans kan Nederland leren wat er mis kan gaan bij de bescherming van een laaggelegen gebied en hoe de wederopbouw na een overstroming opgepakt zou moeten worden. Zo blijkt uit New Orleans dat de sterke nadruk op de eigen verantwoordelijkheid van de individuele eigenaar voor de wederopbouw niet tot een voortvarende aanpak van die wederopbouw leidt.

Ook in Japan heeft men ervaringen met overstromingen, onder meer wat betreft het noodherstel van waterkeringen en infrastructuur, grootschalige evacuatieplannen, gecombineerd ruimtegebruik, overstromingsbestendig bouwen en risico- en crisiscommunicatie. Bovendien kan Nederland leren van de Japanse ervaringen met (aardbevingsbestendige) superdijken, aangelegd om dichtbevolkte, laaggelegen gebieden te beschermen tegen hoge rivierafvoeren, stormvloed en Tsunami's.

Bij de internationale verkenning is nader ingegaan op een viertal buitenlandse projecten met mogelijk interessante leerpunten voor Nederland: Thames Gateway and Estuary, Coastal Planning in Louisiana, Singapore Marina Bay en landaanwinning, en Dubai. Het Thames project, bijvoorbeeld, is voor Nederland interessant omdat het een grote stedelijke ontwikkeling in overstromingsgevoelig gebied betreft waarbij wordt uitgegaan van een risicobenadering. De methodiek die men daarbij hanteert om flexibel om te kunnen gaan met onzekerheden in klimaatverandering biedt mogelijk interessante aanknopingspunten voor Nederland.

In algemene zin brengen de cases een reeks aandachtspunten naar voren die aan de basis staan van een goede hoogwaterbescherming: wil, daadkracht en lange termijn visie van de politiek, wetgeving met een regelmatige toetsing van de veiligheid, een multi-sectorale aanpak van kustbescherming, het zoveel mogelijk gebruik maken (en instandhouden) van natuurlijke processen, en het waken voor teveel dominantie van sectorale belangen.

7.b Samenwerking over grenzen

De uitwerking van dit antwoord is gebaseerd op eerder uitgevoerd onderzoek

Op het gebied van hoogwaterbescherming is het Actieplan Hoogwater van de Internationale Commissie ter Bescherming van de Rijn (ICBR) de basis voor de internationale afspraken in het Rijnstroomgebied. Dit Actieplan zal ook de basis zijn voor de implementatie van de EU Richtlijn Overstromingsrisico's. Het Actieplan beoogt (1) het hoogwaterschaderisico te verminderen, (2) de extreem hoge waterstanden te verlagen, (3) het hoogwaterbewustzijn aan te scherpen en (4) de hoogwaterwaarschuwingssystemen te verbeteren.

Met name de tweede doelstelling is van belang voor de Rijnafvoer bij Lobith. Uit een recente evaluatie blijkt dat in 2005 door Duitse en Nederlandse maatregelen maximaal 7 cm waterstandverlaging bij Lobith is gerealiseerd voor afvoeren met een herhalingstijd van 100 – 200 jaar. Daarmee is de doelstelling in het Actieplan Hoogwater van 30 cm niet gehaald. Ook de geschatte verlaging van 20-30 cm bij Lobith in 2020 zal minder zijn dan de beoogde doelstelling in het Actieplan Hoogwater van 70 cm. Momenteel vindt een inventarisatie plaats van potentiële maatregelen

(retentie en rivierverruiming) die in Duitsland en Nederland genomen kunnen worden om deze doelstelling van 70 cm alsnog te halen.

Naast de samenwerking binnen de ICBR wordt op het gebied van duurzame bescherming tegen hoogwater ook samengewerkt tussen de provincie Gelderland, het Ministerie van Verkeer en Waterstaat en het Ministerie van Milieu, Natuurbescherming, Landbouw en Consumentenbescherming van Nordrhein-Westfalen. Aanpassing van het beschermingsniveau in Nordrhein-Westfalen door dijkverhoging kan tot gevolg hebben dat hogere afvoeren Nederland bereiken. Momenteel zijn er bovenstrooms geen plannen voor dergelijke aanpassingen. De nieuwe Europese Richtlijn Overstromingsrisico's is een kader dat aangeeft hoe met deze problematiek moet worden omgegaan.

De basis voor de internationale afspraken in het Maasstroomgebied is het Actieplan Hoogwater van de Internationale MaasCommissie (IMC). De principes van dit Actieplan zijn grotendeels terug te vinden in de EU Richtlijn Overstromingsrisico's. Net als de ICBR heeft de IMC inmiddels vooruitgang geboekt op het gebied van hoogwatervoorspelling en kennis over hoogwatergolven. De komende jaren zal de invloed van klimaatverandering op het grensoverschrijdende beheer van de Maas worden onderzocht.

Een eerstvolgend hoogwater op de Rijn en de Maas zal waarschijnlijk in onze buurlanden eerder tot problemen leiden dan in Nederland omdat onze buurlanden een lager beschermingsniveau hebben (orde 1/100 per jaar langs de Maas en 1/100 tot 1/500 langs de Rijn) dan de kaden en dijken langs de Nederlandse rivieren. Maatregelen die momenteel in de buurlanden worden uitgevoerd, zullen het volume van de (maatgevende) hoogwatergolven op de Nederlandse Maas niet verlagen.

Bijlage 1 Overzicht vragen

De tabel hierna bevat een overzicht van de vragen over de bescherming tegen overstromingen die door de Deltacommissie aan Rijkswaterstaat en Deltares zijn gesteld, met de status van uitwerking.

Nr.	Vraag	Status
1	Wat is het effect van eilanden en riffen op (verlagen) golfhoogte en –periode en dus kustbescherming? Wat is het effect op water en zand in de lagune tussen eilanden en oude kustlijn (troebelheid, brak water)? Wat is er eventueel bekend aan internationale ervaringen (Venetië, Florida)?	Uitgewerkt in notitie 3.a.
2	Wat is het effect op de kustveiligheid van overstroombare gebieden in de kustzone? Hoe bruikbaar is dit concept om de overstromingsdreiging t.g.v. zeespiegelstijging te verminderen?	Uitgewerkt in notitie 3.b.
3	Wat zijn de gevolgen van klimaatverandering voor de maatgevende waterstanden in 2050, 2100 en 2200 in de overgangsgebieden van de Nederlandse rivieren?	Uitgewerkt in notitie 1.e.
4	Kan de sedimentaanvoer naar intergetijdengebieden (Waddenzee, Delta estuaria, 'ontdijkte' polders) de zeespiegelstijging bijhouden?	Uitgewerkt in notitie 2.b.
5	Wat kan Nederland van het buitenland leren?	Uitgewerkt in notitie 7.a.
6	Inventarisatie bestaand onderzoek naar in kaart brengen kwetsbaarheid locaties en vitale gebruiksfuncties (BZK/ Nat. Veiligheid?)	Verwijzing naar bestaand rapport.
7	Kosten baten analyse bestaande beleid m.b.t. hoogwaterveiligheid (bestaande rapporten toegezonden? Zo ja welke?)	Verwijzing naar bestaand rapport.
8	Wat zijn dominante onzekerheden in toekomstprognoses van Nederland in 2100 en 2200?	Uitgewerkt in notitie 1.a.
9	Waar liggen de omslagpunten in het huidige waterbeleid en waterbeheer als gevolg van klimaatverandering?	Uitgewerkt in notitie 1.b.
10	Wanneer moeten de bestaande stormvloedkeringen technisch vervangen worden? Tot wanneer kunnen ze functioneel mee (en hoe kan dit 'opgerekt' worden)?	Uitgewerkt in notitie 4.a.
11	Wat is de stand van zaken van internationale afspraken m.b.t. Noordzee, Schelde, Rijn en Maas?	Uitgewerkt in notitie 7.b. De vraag is ingeperkt tot Rijn en Maas.
12	Niet als vraag geformuleerd.	Vervallen.
13	Hoogwaterveiligheid / Kansreductie: Wat zijn mogelijkheden tot en kosten van (en baten en problemen van) hoger beschermingsniveau van dijkkring 14 (1:100.000), 41 (1:4000), 44, 45 (1:10.000), 53 (1:4000)?	Vervallen.
14	Welke factoren zijn van belang bij de keuze tussen 1x goed verbeteren van de bescherming t.o.v. 1x in de 50 jaar, en hoe werkt dit uit in kosten/baten?	Uitgewerkt in notitie 4.b. Vraagstelling anders geformuleerd: Welke factoren beïnvloeden de keuze voor een bepaald verbeterinterval (50/100/200 jaar)?
15	Welke mogelijkheden zijn er om afvoertoename Rijn en Maas bovenstrooms op te vangen, en wat kost dat? Neem daarbij mee wat er (al) in onze buurlanden gebeurt of zal gebeuren.	Uitgewerkt in notitie 7.b.
16	Wat zijn de kosten van voortgaande traditionele dijkverbetering (verhogen/verbreden) van bestaande dijkringen? Wat zijn kosten en meekoppelingen met andere functies (en wat valt hiermee te verdienen/besparen) van 'superdijken'?	Uitgewerkt in notitie 4.c.
17	Welke mogelijkheden zijn er om de afvoertoename in NL te verwerken via	Uitgewerkt in notitie 1.d.

	verdeling van afvoer over de riviertakken, of accent op de Waal of IJssel (of IJsseldal als grootschalige berging?). Resulterende HW-standen langs rivier en overgangsgebieden (incl. IJsselmeer)? Kosten van keringen, gevolgen/meerwaarde voor andere functies?	Vraagstelling anders geformuleerd: Welke mogelijkheden zijn er om de afvoertoe name in Nederland te verwerken via bestaande verdeling van afvoer over de riviertakken, waarbij het accent of op de Waal of op de IJssel (of IJsseldal als grootschalige berging) ligt?
18	Zie vraag 17: wat is de rol van het IJsselmeer hierbij?	Uitgewerkt in notitie 1.d.
19	Welke mogelijkheden zijn er om de Zuidwestelijke Delta met de zeespiegelstijging te laten meegroeiën zowel ter behoud van natuurwaarden als ter behoud van veiligheid tegen overstromen?	Uitgewerkt in notitie 2.a.
20	Kunnen drijvende aquacultures op zee de golfwerking reduceren en wat kunnen we daarmee bereiken?	Uitgewerkt in notitie 3.c.
21	Wat zijn kosten, haalbaarheid en meekoppelingen (kostenbesparingen) voor algehele kustuitbreiding langs de Hollandse kust? Wat zijn de gevolgen voor bestaande kustplaatsen en hoe kunnen die beperkt worden?	Uitgewerkt in notitie 4.d.
22	Hoe kansrijk zijn ruimtelijke maatregelen als grootschalige ophoging (bijv. alle grote nieuwbouw en landaanwinning), kleinschalig hoogwater vrij/-bestendig bouwen (afzonderlijke woningen/bedrijven) en hoogwaterbestendige infrastructuur voor de beperking van de gevolgen van grootschalige overstromingen?	Uitgewerkt in notitie 4.e.
23	Hoe zouden de dijkkringen (in kwadranten) verdeeld kunnen worden volgens: grote kans/grote gevolgen; grote kans/kleine gevolgen; kleine kans/grote gevolgen; kleine kans/kleine gevolgen? Wat zijn bij deze 4 categorieën de meest voor de hand liggende maatregelen?	Uitgewerkt in notitie 3.d. De tweede vraag is buiten beschouwing gelaten.
24	Wat is de mogelijke schade aan landbouw, natuur, drinkwaterinname, visserij en scheepvaart door vaker voorkomende periodes van watertekort? Hoe kan deze schade voorkomen worden en wat zijn de kosten voor aanleg en onderhoud?	Uitgewerkt in notitie 5.a.
25	Hoe zijn de maatregelen tegen droogteschade te combineren met maatregelen voor de bescherming tegen hoogwater en wateroverlast? Wat valt hiermee te verdienen?	Uitgewerkt in notitie 5.a.
26	Wat zijn de gevolg- en imagoschade, en de maatschappelijke ontwrichting van een grootschalige overstroming?	Uitgewerkt in notitie 6.a.
27	Scenario-ontwikkeling: Uitwerken van 4 verschillende toekomstbeelden (vol/arm, vol/rijk, leeg/arm, leeg/rijk) tegen de achtergrond van snelle en langzame klimaatverandering (dus 8 situaties) in termen van ruimte en veiligheidsopgave, en welke maatregelenpakketten daarbij passen.	Uitgewerkt in notitie 1.c. Vraagstelling anders geformuleerd: Welke alternatieve strategieën zijn er om te anticiperen op de omslagpunten in het huidige waterbeleid en waterbeheer?
28	Idee van de commissie is om de economische waardering in de veiligheidsbenadering te verbreden naar slachtoffers en schade aan natuur / landschap / cultuurhistorische waarde / maatschappelijke ontwrichting / etc. Gevraagd: inzicht in de omvang van de te beschermen belangen, en vervolgens: op welke manier kan je de afweging uitvoeren?	Vervallen.
29	Hoe kan de OSK minder een barrière zijn voor water en zand, zodat de Oosterschelde in balans komt?	Uitgewerkt in notitie 2.a. Vraagstelling verbreed naar mogelijke structurele maatregelen in brede zin.

Water. Wegen. Werken. Rijkswaterstaat

Rijkswaterstaat, de uitvoeringsorganisatie van het ministerie van Verkeer en Waterstaat, werkt voor u aan droge voeten, voldoende en schoon water, vlot en veilig verkeer over weg en water en betrouwbare en bruikbare informatie. www.rijkswaterstaat.nl

