

Waterveiligheid en wateroverlast

Herman Stolwijk (CPB), Nico Pieterse (RPB) en Peter van Puijenbroek (MNP)

Inleiding

De kans op lokale inundaties en grootschalige overstromingen neemt de komende decennia toe. Door het nemen van maatregelen kan dit worden voorkomen.

Een belangrijke ontwikkeling is de verandering van het klimaat (Turner et al., 2006). De temperatuur in Europa is sinds 1900 gemiddeld met één graad gestegen, de grootste stijging is gemeten vanaf 1975. De verwachtingen voor de huidige eeuw (IPCC, 2001) komen er samengevat op neer dat de temperatuur in Europa deze eeuw verder zal stijgen. Aan het eind van de eeuw zal de gemiddelde temperatuur tussen de 1 en de 6 graden Celsius boven het huidige niveau liggen. Als gevolg hiervan verwacht men in het noordelijk deel van Europa en dus ook in Nederland, dat het meer gaat regenen in de wintermaanden en dat de rivierafvoeren toe zullen nemen. De zomers zullen daarentegen droger worden. Verwacht wordt dat de buien in intensiteit toe zullen nemen en dat de stormen heviger zullen worden, waardoor de zee extra hoog kan worden opgestuwd. De zee zal deze eeuw met circa 60 cm stijgen.

Een andere relevante ontwikkeling is de veranderende ruimtevaart. In alle scenario's is sprake van een toenemende verstedelijking in de vorm van meer inwoners en een hogere economische waarde van de ruimte.

Indien maatregelen achterwege zouden blijven, zullen de veranderingen in het watersysteem tot een toenemende kans op overstromingen leiden. Omdat ook de mogelijke economische schade toeneemt, ligt het voor de hand maatregelen te treffen.

In dit hoofdstuk worden deze maatregelen uitgewerkt voor twee aspecten van het waterprobleem: veiligheid en overlast. Beide aspecten zijn van geheel verschillende aard. De hoge verwachte waterafvoeren in de Rijn en de Maas veroorzaken een groot veiligheidsprobleem. De reactie van het beleid hierop is in hoge mate gecoördineerd door het Rijk, en de uitvoering kent een hoge mate van detail. Bij wateroverlast is nauwelijks sprake van een veiligheidsrisico, maar wel van economische schade. De oplossing tegen wateroverlast wordt vooral lokaal uitgewerkt.

Veiligheid tegen rivieroverstromingen in vier scenario's

In de discussie over het gevaar op overstromingen, spelen vooral twee vragen een rol:

- Welk veiligheidsniveau moet worden nagestreefd?
- Met welk soort maatregelen moet de veiligheid worden bewerkstelligd?

Voor een antwoord op de *eerste vraag* kan allereerst gewezen worden op de bestaande wettelijke normen. Die wettelijke normen zijn uitgedrukt in jaarlijkse kansen op een overstroming. Voor een overstroming door de Noordzee bij de Randstad bedraagt die kans 1/10.000. Dat wil zeggen, bij de bestaande kansverdeling van waterhoogten is er ieder jaar een geschatte kans van 1/10.000 dat het zeewater zo hoog komt te staan dat het over de dijk of het duin stroomt. Voor zowel Zeeland als het Waddengebied gelden normen van 1/4.000. Voor de dijkeringen van het bovenrivieren-gebied die niet onder invloed van de zee staan, schrijft de wet een norm van 1/1.250 voor. De dijkeringen van het rivierengebied die wel onder invloed staan van de zee, kennen een veiligheidsnorm van 1/2.000.

De verschillen in wettelijke normen hebben te maken met de verschillen in economische waarden en aantallen inwoners die tegen het water moeten worden beschermd. Bij een serieuze overstroming van de Randstad door de Noordzee zullen veel meer slachtoffers vallen en zal de economische schade veel groter zijn dan bij een overstroming van de Waal in het bovenrivierengebied.

De differentiatie in veiligheidsniveaus is een uitdrukking van een rationele benadering van het veiligheidsprobleem: hoe groter de potentiële schade en het aantal slachtoffers, hoe groter de bescherming. De differentiatie is echter maar beperkt doorgevoerd. Zo worden de dijkeringen in het bovenrivierengebied die niet onder invloed van de zee staan, gekenmerkt door sterk uiteenlopende inwonersaantallen en te beschermen economische waarden. De wettelijke veiligheidsnormen zijn echter gelijk: 1/1.250. Blijkbaar spelen in het beleid ook overwegingen van 'gelijke veiligheid voor iedereen' een rol. Een opvallend punt is verder dat de wettelijke normen al 50 jaar niet veranderd zijn. Gezien de groei van de economie en de bevolking, zou het voor de hand liggen dat de normen in de loop der jaren regelmatig opwaarts zouden zijn bijgesteld.

Op de *tweede vraag*, de vraag naar de *manier* waarop een verhoging van de veiligheid wordt bewerkstelligd, zijn, geschematiseerd, drie antwoorden mogelijk. Gekozen kan worden voor het verhogen van dijken. Dit is de dominante strategie die in de afgelopen eeuwen is gevolgd. Langs de rivieren is er echter ook het alternatief van ruimtelijke oplossingen. In de ogen van velen is een ruimtelijke oplossing van het veiligheidsprobleem, die bestaat uit het geven van extra ruimte aan de rivier, vanuit een landschappelijk oogpunt te verkiezen boven dijkverhoging. In termen van welvaart, zoals gemeten in het bruto nationaal product, is ze veelal duurder. Voor de (zeer) lange

termijn is er nog een derde alternatief. Met behulp van het ruimtelijke ordeningsbeleid kan ervoor worden gezorgd dat investeringen in nieuwe woningen, bedrijventerreinen, (spoor-)wegen e.d. vooral op de hogere gronden terecht komen. Vanzelfsprekend zijn ook combinaties van dijkverhoging, ruimtelijke maatregelen en ruimtelijke ordening mogelijk.

Autonome ontwikkelingen

Tot voor kort was het systeem afgestemd op een piekafvoer (een maatgevende afvoer) van 15.000 m³ per seconde voor de Rijn en 3.650 m³ voor de Maas. Na de hoogwaters in 1993 en 1995 zijn, op basis van statistische analyses, de maatgevende afvoeren, dat wil zeggen: de afvoeren die met een jaarlijkse kans van 1/1.250 worden overschreden, voor de Rijn op 16.000 m³ per seconde gesteld en die voor de Maas op 3.800 m³. Als gevolg van klimaatveranderingen zullen de piekafvoeren van de Rijn en de Maas de komende decennia vermoedelijk nog verder toenemen. Volgens berekeningen gebaseerd op het middenscenario van de IPCC, kan de maatgevende Rijnafvoer aan het einde van de eeuw bijna 18.000 m³ per seconde bedragen en die van de Maas 4.600 m³ (Haasnoot et al., 1999; Asselt en Middelkoop, 2001). Er zal hoe dan ook meer water moeten worden afgevoerd. Voor de dijkkringen in het benedenrivierengebied moet deze eeuw tevens nog rekening gehouden worden met een stijging van de zeespiegel met circa 60 centimeter. Zonder ingrepen in het watersysteem zullen daarom de kansen op overstromingen door de rivieren stijgen. Daarbij is nog van belang dat de feitelijke overstromingskansen momenteel al boven de wettelijk vastgelegde normen liggen.

Trendmatig beleid

Met de Ontwerp Planologische Kernbeslissing (Projectbureau Ruimte voor de Rivier, 2005) reageert het kabinet op de hierboven beschreven toename van de overstromingskansen. De maatregelen die in deze PKB worden voorgesteld, hebben als belangrijkste doel de veiligheid in 2015 weer op de wettelijke niveaus te brengen. Door niet alleen voor een verhoging van de dijken te kiezen, maar ook de rivieren meer ruimte te geven wordt, in de visie van het Kabinet zoals verwoord in de PKB, ook bijgedragen aan een landschappelijk aantrekkelijke en robuuste oplossing van het veiligheidsprobleem.

De PKB-maatregelen dienen in 2015 te zijn uitgevoerd. Opvallend is dat de PKB-maatregelen zijn afgestemd op de maatgevende afvoeren van 2001. Dit betekent dat, als de waterafvoeren conform de verwachtingen van klimatologen zullen toenemen, de veiligheid in het rivierengebied na uitvoering van de PKB eigenlijk *niet* in overeenstemming is met de wettelijke normen. Bij het uitblijven van verdere maatregelen zal, met het verstrijken van de tijd, de discrepantie tussen wettelijke normen en feitelijke veiligheid bovendien steeds groter worden. Daarom mag verwacht worden dat ook in

de jaren na 2015 aanvullende investeringen in veiligheid plaats zullen vinden. In de PKB wordt de noodzaak hiervan onderkend. Gesteld wordt dat 'op de lange termijn niet kan worden volstaan met de aangekondigde maatregelen: ook na 2015 zal geïnvesteerd moeten worden in de veiligheid van het rivierengebied'. Hoe die aanvullende investeringen eruit zullen zien, wordt in de PKB niet nader gepreciseerd.

Veiligheidsbeleid in de vier scenario's: PKB en aanvullende maatregelen

Het veiligheidsbeleid in de vier scenario's voor de periode tot 2040 bestaat derhalve uit een combinatie van de PKB-maatregelen die in 2015 dienen te zijn uitgevoerd, en aanvullende maatregelen voor de periode daarna. In de explicitering van die aanvullende maatregelen is aangesloten bij het karakter van de scenario's.

Kenmerkend voor investeringen in veiligheid is dat er zeer hoge vaste kosten mee gemoeid zijn (Eijgenraam, 2005) en dat de marginale kosten, verhoudingsgewijs, laag zijn. Vanwege die kostenstructuur vinden investeringen in veiligheid daarom met grote tussenpozen plaats en als ze plaatsvinden hebben ze een behoorlijke omvang. Vlak na een investering, bijvoorbeeld vlak na een dijkverhoging, is de overstromingskans van een dijkkring het kleinst. Vanwege de autonome en continue toename van de wateraanvoer neemt die kans ieder daaropvolgend jaar iets toe, totdat het tijdstip is bereikt waarop opnieuw een investering plaatsvindt.

Net als in het verleden zullen, behalve wettelijke normen, de komende decennia ook overwegingen van efficiëntie, van economische rationaliteit, richtsnoer zijn in de uitstippeling van het veiligheidsbeleid. Met economische rationaliteit wordt bedoeld dat bij de keuze van een specifiek veiligheidsniveau de verhouding tussen kosten en baten een belangrijke rol zullen spelen. Bij een louter op 'economische rationaliteit' gebaseerde veiligheidsbenadering wordt doorgegaan met investeren totdat het punt is bereikt waar de waarde van de verkregen extra veiligheid gelijk is aan de kosten die moeten worden gemaakt om die extra veiligheid te realiseren. Een kenmerk van een rationele veiligheidsstrategie is daarom dat bij groei van de bevolking en toename van de te beschermen economische waarden, bij een stijging dus van de potentiële overstromingsschade, de gemiddelde veiligheid in een periode tussen twee investeringsmomenten steeds groter wordt. En de gemiddelde overstromingskansen dus steeds kleiner. Een ander kenmerk is dat, vanwege verschillen in te beschermen economische waarden en aantallen inwoners, niet alle dijkkringen dezelfde veiligheid kennen.

De combinatie van wettelijke normen en economische rationaliteit hebben in de vier scenario's een uiteenlopende invulling gekregen, waarmee het uiteenlopende karakter van de scenario's tot uitdrukking komt. Wel is voor ieder scenario verondersteld dat

in 2015 de PKB is uitgevoerd. Concreet ziet het veronderstelde veiligheidsbeleid in de scenario's er als volgt uit:

Global Economy: in dit scenario is de economische groei het hoogst. Er ligt relatief weinig nadruk op 'equity' (gelijke veiligheid voor iedere burger). De benadering van veiligheid tegen overstromingen is vooral economisch rationeel: geaccepteerd wordt dat de veiligheid in dijkringen die veel inwoners en economische waarden moeten beschermen groter is dan de veiligheid in dijkringen met minder inwoners en economische waarden. Het veiligheidsbeleid in *Global Economy* bestaat uit een combinatie van de voorgenen PKB-maatregelen en maatregelen die vanuit een oogpunt van economische rationaliteit gerechtvaardigd kunnen worden. Dat wil zeggen, in aanvulling op de PKB-maatregelen wordt in een dijkkring gedurende de scenarioperiode doorgegaan met investeren in veiligheid totdat het punt bereikt is, waar de kosten niet meer opwegen tegen de baten.

Transatlantic Market: de economische groei in *Transatlantic Market* is iets lager dan in *Global Economy*. Net als in *Global Economy* wordt minder belang gehecht aan 'equity'. In de maatschappelijke behoefte aan veiligheid tegen overstromingen wordt allereerst voorzien door de maatregelen van de PKB (voorgenomen beleid). De in de PKB benadrukte noodzaak om 'ook na 2015 in veiligheid te investeren' wordt in dit scenario vormgegeven door vanaf 2030 per dijkkring ieder jaar te bezien of het rationeel is opnieuw in veiligheid te investeren. Het, vergeleken met *Global Economy*, iets tragere investeringsgedrag is bovenal een weerspiegeling van de geringere groei van economie en bevolking.

Strong Europe: de economische groei in *Strong Europe* ligt iets beneden die van *Transatlantic Market*. Maar, meer dan in *Global Economy* en *Transatlantic Market*, wordt in dit scenario belang gehecht aan publieke goederen en 'equity'. In het veiligheidsbeleid komt dit tot uitdrukking in een heroverweging van de wettelijke normen. De stijging van de te beschermen economische waarden, gecombineerd met de groei van de bevolking, is aanleiding om de wettelijke normen en, in samenhang hiermee, de PKB-ambities al in 2015 opwaarts bij te stellen. De wettelijk toegestane overstromingskansen van de dijkringen in het bovenrivierengebied die niet onder invloed van de zee staan, gaan omlaag van 1/1.250 naar 1/2.000; die in het benedenrivierengebied en in de dijkringen van het bovenrivierengebied die wel onder invloed van de zee staan, dalen van 1/2.000 naar 1/4.000. Conform de huidige praktijk gelden die wettelijke normen vlak na het moment van investeren. Nadat in 2015 is geïnvesteerd volgens deze 'strengere' normen, wordt in de periode na 2015 de veiligheid in een dijkkring alleen aangepast indien dit op economische gronden gerechtvaardigd is.

Regional Communities: dit is het scenario met de laagste economische groei. Equity en publieke goederen worden belangrijk gevonden. Een en ander is 'vertaald' in een

veiligheidsstrategie waarin nadat, na uitvoering van de PKB, in 2015 aan de wettelijke normen is voldaan, aanvullende investeringen in veiligheid in de rest van de scenario-periode niet meer nodig worden geacht.

Uitwerking

De veiligheidsstrategie is voor 20 dijkringen uitgewerkt. Hiervan worden er 15 tot het bovenrivierengebied gerekend en 5 tot het benedenrivierengebied. Het onderscheid in twee typen is ontleend aan de praktijk en wordt gemaakt omdat zowel de wettelijke normen als de hydraulische parameters voor boven- en benedenrivierengebied niet dezelfde zijn. Anders dan in de (meeste) dijkringen van het bovenrivierengebied zijn in de dijkringen van het benedenrivierengebied, behalve waterafvoer, ook zee en wind van grote invloed op de overstromingskansen.

Bij de uitwerking is gebruik gemaakt van het model en van de economische en hydraulische informatie die ook voor de kosten-batenanalyse 'Ruimte voor de Rivier' zijn gebruikt (Eijgenraam, 2005). In de tabellen 10.1 en 10.2 zijn de overstromingskansen in de vier scenario's beknopt weergegeven.

In de eerste kolom staat de naam van de dijkkring. In de tweede en derde kolom zijn de wettelijke normen en de feitelijke overstromingskansen weergegeven. De feitelijke overstromingskansen zijn de berekende overstromingskansen vlak voor uitvoering van de PKB. Opmerkelijk is dat in 17 van de 20 dijkringen de feitelijke overstromingskansen boven de wettelijke normen liggen. Uitzonderingen zijn de dijkringen Kromme Rijn, Gelderse Vallei en Mastenbroek. De dijkkring Kromme Rijn is dichtbevolkt. De materiële en immateriële schade bij een overstroming zou relatief heel groot zijn. Dit geldt, zij het in iets mindere mate, ook voor de dijkkring Gelderse Vallei. Hier speelt ook dat de lengte van de dijk maar 5,5 kilometer bedraagt. Uitgedrukt in te beschermen waarden is veiligheid daardoor goedkoop. Uit de hoge beschermingsniveaus van de dijkringen Kromme Rijn en Gelderse Vallei blijkt dat, ondanks de gelijke wettelijke normen, dat in het verleden ook overwegingen van 'economische rationaliteit' een belangrijke rol in het veiligheidsbeleid hebben gespeeld.

Uitvoering van de PKB in 2015 heeft tot gevolg dat de veiligheid van de dijkringen die niet aan de wettelijke normen voldoen, stijgt naar wat wettelijk is voorgeschreven¹. Het veronderstelde scenario-beleid levert voor de periode 2015-2040 vier uiteenlopende veiligheidsbeelden op (laatste vier kolommen). Omdat de kansen op overstroming per jaar verschillen, zijn de *gemiddelde* overstromingskansen per jaar voor de periode

¹ Uitzondering is de dijkkring Noordwaard, die volgens de PKB zal worden ontpolderd. Om technische redenen zijn voor de zeer kleine dijkkring Heerewaarden ook geen berekeningen uitgevoerd.

Tabel 10.1 Overstromingskansen bovenrivierengebied in de vier scenario's.

Naam dijkkring	Gemiddelde overstromingskansen tussen 2015 en 2040					
	Huidige wettelijke overstro- mingskans	Feitelijke overstro- mingskansen in 2015 (excl. PKB-effect)	Global Economy	Strong Europe	Transatlantic Market	Regional Communities
Bommelerwaard	1/1.250	1/870	1/3.900	1/1.740	1/2.500	1/1.110
Land van Maas en Waal	1/1.250	1/860	1/9.550	1/5.380	1/4.900	1/1.080
Ooij en Millingen	1/1.250	1/610	1/3.100	1/1.710	1/1.080	1/1.050
Betuwe,Tieler en Culemborger waard	1/1.250	1/550	1/3.570	1/1.700	1/1.070	1/1.070
Kromme Rijn	1/1.250	1/2.230	1/37.700	1/19.650	1/17.400	1/1.970
Gelderse Vallei	1/1.250	1/3.560	1/25.150	1/20.630	1/21.900	1/3.130
Arnhemse en Velperbroek	1/1.250	1/400	1/4.570	1/1.720	1/3.000	1/1.100
Rijn en IJssel	1/1.250	1/470	1/2.230	1/1.700	1/1.880	1/1.070
IJsselland	1/1.250	1/490	1/1.500	1/1.720	1/1.080	1/1.100
Zutphen	1/1.250	1/370	1/20.300	1/9.580	1/9.900	1/1.090
Gorssel	1/1.250	1/280	1/1.080	1/1.710	1/1.080	1/1.080
Oost Veluwe	1/1.250	1/450	1/3.150	1/1.710	1/1.230	1/1.090
Salland	1/1.250	1/270	1/10.550	1/6.110	1/5.800	1/1.080
Mastenbroek	1/2.000	1/2.270	1/1.990	1/3.490	1/1.990	1/1.990
IJsseldelta	1/2.000	1/680	1/1.730	1/3.440	1/1.730	1/1.730

Tabel 10.2 Overstromingskansen benedenrivierengebied in de vier scenario's.

Naam dijkkring	Gemiddelde overstromingskansen tussen twee investeringsperiodes (na 2015)					
	Huidige wettelijke overstro- mingskans	Feitelijke overstro- mingskansen in 2015	Global Economy	Strong Europe	Transatlantic Market	Regional Communities
Lopiker- en Krimpenerwaard	1/2.000	1/430	1/9.600	1/2.540	1/6.210	1/1.250
Alblasserwaard en Vijfheerenlanden	1/2.000	1/490	1/10.700	1/2.420	1/6.100	1/1.200
Eiland van Dordrecht	1/2.000	1/980	1/24.250	1/2.440	1/13.150	1/1.250
Land van Altena	1/2.000	1/280	1/3.750	1/2.340	1/1.170	1/1.270
Donge	1/2.000	1/300	1/3.500	1/2.540	1/2.020	1/1.230

2015-2040 uitgerekend. Tegen de achtergrond van de eerder beschreven scenario-specifieke uitgangspunten, kunnen bij de tabellen de volgende opmerkingen worden gemaakt:

- In 16 van de 20 dijkkringen is de gemiddelde veiligheid in *Global Economy* het hoogst. Een rationele benadering van het veiligheidsprobleem levert een veiligheid op die voor bijna alle dijkkringen boven de huidige wettelijke normen ligt. Dit duidt erop dat het voor de meeste dijkkringen verstandig is de wettelijke normen aan te scherpen
- De dijkkringen IJsselland, Gorssel, Mastenbroek en IJsseldelta kennen de hoogste veiligheid in het scenario *Strong Europe*. De verhoging van de wettelijke normen in dit scenario (= scenarioveronderstelling) maakt een investering in veiligheid in deze dijkkringen noodzakelijk, ook al overtreffen de kosten van de extra veiligheid de baten.
- In *Regional Communities* vinden, conform de scenarioveronderstellingen, na uitvoering van de PKB geen investeringen in veiligheid meer plaats. Ondanks de continue stijging van de overstromingskansen in de scenarioperiode, liggen de gemiddelde overstromingskansen, zelfs in dit scenario, in de meeste dijkkringen nog onder de feitelijke overstromingskansen in 2015. Tegen de achtergrond van de huidige situatie (derde kolom), mag derhalve worden geconcludeerd dat uitvoering van de PKB voor de meeste dijkkringen voor een lange periode tot een drastische verbetering van de veiligheidssituatie leidt.
- De hoge veiligheid in de dijkkring Kromme Rijn heeft bovenal te maken met de enorme omvang van de te beschermen economische waarden. Tot op zekere hoogte speelt dit ook een rol bij de Gelderse Vallei. In de Gelderse Vallei speelt daarnaast een rol dat de lengte van de dijk verhoudingsgewijs erg klein is.
- Door de verschillen in veiligheidsniveaus tussen de dijkkringen (binnen eenzelfde scenario) gaan de dijkkringen met een laag beschermingsniveau bij hoog water automatisch als noodoverloopgebied fungeren voor benedenstrooms gelegen dijkkringen met een hoger beschermingsniveau. Het begrip noodoverloopgebied krijgt hierdoor een bredere betekenis dan de gangbare.

Ruimtelijke maatregelen

De wijze waarop de nagestreefde veiligheidsniveaus worden gerealiseerd, bestaat in alle scenario's uit een combinatie van dijkverhogingen en ruimtelijke maatregelen. Met de ruimtelijke maatregelen wordt 'meer ruimte aan de rivier gegeven'. Dit gebeurt deels door buitendijkse maatregelen, zoals het vergraven van de uiterwaarden of het verwijderen van obstakels, en deels door het buitendijks brengen van binnendijks gebied, in de vorm van dijkverleggingen of het ontpolderen van binnendijks landbouwgebieden. Hoewel ook bij ruimtelijke maatregelen het veiligheidsdoel voorop staat, wordt tevens getracht om de ruimtelijke kwaliteit van het rivierengebied in stand

te houden en, zo mogelijk, te vergroten. Ruimtelijke maatregelen, als substituuut voor dijkverhoging om de veiligheid te vergroten, zijn over het algemeen duur.

Voor de vaststelling van ruimtelijke maatregelen in de scenario-uitwerking tot 2040 is van drie typen maatregelenpakketten gebruik gemaakt. Het *eerste pakket* bestaat uit de bestaande autonome ontwikkelingen. Dit zijn de ruimtelijke maatregelen die momenteel in uitvoering zijn of binnenkort in uitvoering komen, maatregelen dus waarvan het beleid besloten heeft dat ze worden uitgevoerd. Het *tweede pakket* bestaat uit de ruimtelijke maatregelen die in de PKB worden voorgesteld en, volgens de PKB, uiterlijk in 2015 zullen zijn uitgevoerd. Het *derde pakket* bestaat uit maatregelen die mogelijk op langere termijn zullen worden genomen, dat wil zeggen, in de periode 2016-2040. In de PKB zijn gebieden aangewezen die in aanmerking komen om, op termijn, opgenomen te worden in het watersysteem van de grote rivieren. In het ruimtelijke ordeningsbeleid moet hiermee rekening worden gehouden.

Voor alle scenario's is verondersteld dat in ieder geval de autonome ontwikkelingen doorgang zullen vinden. En ook is verondersteld dat in 2015 in ieder scenario de maatregelen die onderdeel van de PKB zijn, zullen zijn uitgevoerd. In aanvulling hierop is er voor drie van de vier scenario's van uitgegaan dat in de periode na 2015 nog aanvullende maatregelen plaatsvinden. Bij de vaststelling (de explicitering) van het scenariospecifieke additionele beleid na 2015 speelden drie factoren een rol. Ten eerste de maatschappelijke preferenties, met als achterliggende vraag: hoe waardeert de maatschappij het publieke goed ruimtelijke kwaliteit als onderdeel van het veiligheidsbeleid? Ten tweede de prijs, ofwel: welke offers moeten er worden gebracht om een hoge ruimtelijke kwaliteit te behouden? En tenslotte het beschikbare inkomen, anders gezegd: welke ruimte is er in het overheidsbudget om ruimtelijke maatregelen te nemen.

Hoewel op basis van de omschrijving van deze drie determinanten in 'Vier vergezichten' geen expliciete vraag naar ruimtelijke maatregelen kan worden afgeleid, bieden die omschrijvingen voldoende houvast om, tezamen met de in de PKB gespecificeerde maatregelen, tot een passende uitwerking te komen.

In het scenario *Global Economy* staat de grondgebonden landbouw als gevolg van de veronderstelde internationale liberalisatie van het landbouwbeleid sterk onder druk. Hierdoor zullen de prijzen van ver van de stad gelegen landbouwgronden verhoudingsgewijs laag zijn, dus ook de kosten om ruimtelijke maatregelen in het rivierengebied te treffen. Ruimtelijke maatregelen zijn daarom verhoudingsgewijs goedkoop. Daarnaast kent het scenario een hoge economische groei. Bijgevolg is het overheidsbudget groot, ondanks de betrekkelijk lage belastingdruk. Dit alles 'vertaalt' zich in een relatief grote hectarevraag naar ruimte voor veiligheid. Verondersteld wordt daarom dat in

de periode 2015-2040 de ruimtelijke reserveringen voor de lange termijn in de PKB daadwerkelijk worden gebruikt.

Net als in het scenario *Global Economy* ligt in *Strong Europe* het accent vooral op ruimtelijke maatregelen. De overwegingen in dit scenario zijn overigens van andere aard dan in *Global Economy*. In de wereld die door *Strong Europe* wordt geschetst, hechten burgers veel belang aan publieke goederen, zoals cultuurlandschappen en natuur. Bovendien wordt *Strong Europe* gekenmerkt door Europese samenwerking. Ook dit leidt tot ruimtevragende maatregelen aangezien in de jaren negentig op EU-niveau is afgesproken dat binnen het stroomgebied van de Rijn en de Maas vooral naar ruimtelijke maatregelen gezocht zal worden om de problemen met de toenemende rivierafvoeren op te lossen. Concreet bestaan de ruimtelijke maatregelen in *Strong Europe* uit de autonome ontwikkeling, de PKB en de ruimtelijke reserveringen voor de lange termijn die in de PKB worden gemaakt.

In *Transatlantic Market* spelen ruimtelijke maatregelen een geringere rol dan in *Global Economy* en *Strong Europe*. Dit komt niet alleen doordat dit scenario laag scoort op de preferentieschaal voor publieke goederen. Een kenmerk van *Transatlantic Market* is ook dat internationale samenwerking maar moeizaam verloopt. Internationale druk om ruimtelijke oplossingen te zoeken voor het waterprobleem ontbreekt daardoor. Tot slot is in dit scenario de ruimtevrage vanuit de landbouw groot. De opwaartse druk op de prijs van grond maakt ruimtevragende oplossingen daarom verhoudingsgewijs duur. In *Transatlantic Market* beperken de ruimtelijke maatregelen zich voornamelijk tot die van de PKB.

In *Regional Communities* wordt weliswaar groot belang gehecht aan publieke goederen als landschappelijke kwaliteit en natuurwaarden, maar de zeer geringe groei van het BBP alsmede de bescherming van grondgebonden landbouw, die de prijs van landbouwgrond hoog houdt, verhinderen de overheid om deze maatschappelijke preferentie in actief beleid om te zetten. Ook is er door gebrek aan internationale samenwerking geen druk van andere landen het waterprobleem vooral met ruimtelijke maatregelen op te lossen. Na uitvoering van het voorkeursalternatief van de PKB worden derhalve geen (ruimtelijke) maatregelen meer getroffen tegen overstromingen.

Ruimtevrage voor het veiligheidsbeleid

Kenmerkend van ruimtelijke maatregelen is dat ze zowel gevolgen hebben voor de veiligheid als voor de ruimtelijke kwaliteit. Soms zal die verandering in ruimtelijke kwaliteit bestaan uit de omzetting van bestaand natuurgebied in een ander type natuurgebied. Soms zal er incidenteel wateroverlast optreden, terwijl de huidige agrarische functie in tact blijft, bijvoorbeeld in het geval van de ontpoldering van de Overdiepsche Polder. De maatregelen in de Overdiepsche polder bestaan dan uit het

Tabel 10.3 Verlies aan landbouwgrond door ruimtelijke maatregelen 2005-2040 (hectaren).

Riviertak	Global Economy	Strong Europe	Transatlantic Market	Regional Communities
IJsseldelta	269	269	92	92
IJssel tot Hattum	821	821	468	468
Lek-Nieuwe Maas-Nieuwe Waterweg	155	155	155	155
Nederrijn tot Hagestein	178	178	178	178
Pannerdensch Kanaal	36	36	36	36
Bovenrijn	0	0	0	0
Waal tot Vuren	488	488	142	142
Waal-Nieuw Merwede-Hollands Diep-Haringvliet	1.153	1.153	1.153	1.153
Beneden Merwede-Oude Maas	0	0	0	0
Steurgat-Spijkerboor	0	0	0	0
Maas	583	583	180	0
Kust, duinverbreding	1.000	1.100	750	800
Totaal inclusief duinen	4.683	4.783	3.154	3.024
Totaal exclusief duinen	3.683	3.683	2.404	2.224

op terpen plaatsen van de bestaande boerderijen en bedrijfsgebouwen. De hectaren die in tabel 10.3 zijn vermeld, hebben betrekking op de ruimtelijke maatregelen die *een functieverandering* van hoofdfunctie landbouw naar hoofdfunctie natuur of water met zich meebrengen. Om de omvang van de ruimtelijke claims zo volledig mogelijk te doen zijn, is er ook een claim voor overstromen tegen de zee aan toegevoegd. De precieze grootte van deze claim is ontleend aan 'Ruimte voor Water' (CPB, 2000).

De extra ruimte die aan de landbouw moeten worden onttrokken om aan het toeneemende gevaar op overstromingen een tegenwicht te bieden, bedraagt minimaal 3.024 hectare (in *Regional Communities*) en maximaal 4.783 hectare (in *Strong Europe*). De verschillen zijn niet heel groot. Dit komt vooral doordat het *voorgenomen beleid*, zoals beschreven in de PKB, als richtsnoer gebruikt is voor de ruimtelijke plannen voor de lange termijn. Op een totale oppervlakte cultuurgrond in 2004 van iets meer dan 1,9 miljoen hectare lijkt het ruimtebeslag in relatieve zin erg bescheiden.

Globale schatting van de kosten

De volgende vraag is die naar de kosten. Hoewel een enigszins precies antwoord op die vraag binnen de context van deze studie niet te geven is, is wel getracht een zeer ruwe indicatie van de totale veiligheidskosten te geven. Op basis van de kostenschat-

Tabel 10.4 Totale kosten (contante waarde) van investeren in veiligheid en ruimtelijke kwaliteit in het rivierengebied: een ruwe schatting in miljoenen euro's van 2003.

Maatregel	Global Economy	Strong Europe	Transatlantic Market	Regional Communities
PKB-pakket	2.100	2.100	2.100	2.100
Investeringen in veiligheid, excl. PKB-pakket	2.500	1.800	3.700	400
Macro-economische kosten ruimtelijke claims, na 2015, incl. duinverbreding	103	105	69	66
Totaal	4.703	4.005	5.869	2.566

tingen in de PKB 'Ruimte voor de Rivier', de veiligheidsberekeningen met het model van Eijgenraam (2005) en eigen aanvullende berekeningen is tabel 10.4 opgesteld.

De eerste rij bevat de kosten van het voorkeursalternatief uit de PKB. Omdat verondersteld wordt dat die in ieder scenario wordt uitgevoerd, zijn de bedragen gelijk. Ook na 2015 wordt echter veiligheidsbeleid gevoerd. Het veiligheidsbeleid bestaat dus uit meer dan de PKB. De tweede regel vermeldt de verwachte kosten die met dit aanvullende beleid zijn gemoeid. Tot slot is een schatting gemaakt van de macro-economische kosten van het verlies aan landbouwgrond door de ruimtelijke maatregelen die worden getroffen na de PKB. De contante waarde hiervan per hectare wordt in Ebregt et al. (2005) geschat op 25.500 euro (euro's 2003). Als inrichtingskosten zijn de kosten van inrichting van een hectare natte EHS-natuur genomen. In euro's van 2015 bedragen die ongeveer 6.000 euro. Als verondersteld wordt dat die kosten niet in 2015 maar, gemiddeld, 12 jaar later worden gemaakt, resulteert een hectarebedrag van bijna 22.000 euro. In de derde regel van de kolom is dus geen rekening gehouden met de kosten van versterking van de zeewering, uitsluitend de macro-economisch kosten van het feit dat duinverbreding ten koste gaat van landbouwopbrengsten zijn in de tabel vermeld. De bedragen zijn niet meer dan een zeer grove schatting. Ze moeten vooral worden gezien als een indicatie van de orde van grootte van de absolute omvang en de verschillen in kosten tussen de scenario's.

De berekende kosten lopen behoorlijk uiteen. Gezien de verschillen in veiligheid alsmede de verschillen in de manier waarop die veiligheid wordt gerealiseerd, is dit op zichzelf niet zo verrassend. Bovendien hebben de kosten voor een groot deel het karakter van een *investering*. Ook na 2040 leveren ze baten op in de vorm van extra veiligheid en ruimtelijke kwaliteit. Bij een reële rente van 3% bedragen de omgerekende jaarlijkse kosten in 2040, die ook na 2040 blijven doorlopen, van die investering in het goedkoopste scenario 76 miljoen euro (*Regional Communities*) en in het duurste scenario 175 miljoen euro (*Transatlantic Market*). De verschillen in kosten tussen *Global*

Economy, Strong Europe en *Regional Communities* zijn intuïtief niet verrassend. Ze weerspiegelen de verschillen in gemiddelde veiligheidsniveaus (zie tabellen 10.1 en 10.2). Dat de kosten in *Transatlantic Market* hoger zijn dan in *Global Economy* ligt op het eerste gezicht misschien minder voor de hand, aangezien de gemiddelde veiligheid in *Transatlantic Market* in alle dijkkringen beneden die in *Global Economy* liggen. Een verklaring voor deze ogenschijnlijk vreemde uitkomst moet worden gezocht in het verschil in investeringspatroon. In *Transatlantic Market* wordt vooral na 2030 nog extra geïnvesteerd. In *Global Economy* gebeurt dit ook voor 2030. Het 'uitstel' in *Transatlantic Market* leidt dan wel tot veel grotere investeringen met daarbij behorende hogere kosten. Anders gezegd, de gemiddelde veiligheid in *Transatlantic Market* is weliswaar lager dan in *Global Economy*, maar de veiligheid in het laatste jaar van de scenarioperiode, 2040, is in *Transatlantic Market* hoger dan in *Global Economy*. *Transatlantic Market* eindigt de scenarioperiode dus met een hogere kapitaalgoederenvoorraad.

Boodschappen

De twee vragen waarmee dit hoofdstuk begon, hoeveel veiligheid en met welke maatregelen moet de nagestreefde veiligheid worden gerealiseerd, zijn gegeven het veronderstelde 'minimaal gedifferentieerde trendmatige beleid', voor de vier scenario's op uiteenlopende wijze ingevuld. De vier scenario's laten vier verschillende veiligheidsbeelden zien die ruimtelijk iets verschillend zijn ingevuld en ook verschillen in kosten met zich meebrengen. De uitwerking en de toelichting erop is aanleiding voor de volgende negen meer algemene boodschappen:

- Bij groei van de economie en de bevolking is het verstandig om de veiligheidsnormen regelmatig opwaarts bij te stellen.
- Een economisch rationeel veiligheidsbeleid vraagt, in de meeste dijkkringen, om een gemiddeld hogere veiligheid dan een veiligheid volgens de bestaande wettelijke normen.
- Een rationeel veiligheidsbeleid leidt tot differentiatie in beschermingsniveaus van de verschillende dijkkringen. Dichtbevolkte dijkkringen met veel economische activiteiten zullen dan een hoger beschermingsniveau krijgen dan minder dichtbevolkte dijkkringen met minder economische waarden.
- Uitvoering van de PKB leidt, voor de meeste dijkkringen, voor een lange periode tot een drastische verbetering van de veiligheidssituatie.
- Verschillen in beschermingsniveaus impliceren dat bovengelegen dijkkringen met een grotere overstromingskans in tijden van nood als noodoverloopgebieden zullen fungeren van lagergelegen dijkkringen met een lagere overstromingskans.
- Bij liberalisatie van het landbouwbeleid zal de grondgebonden landbouw onder druk komen te staan. Ruimtelijke oplossingen voor het veiligheidsprobleem zijn dan gemakkelijker te realiseren.
- De bijdrage van ruimtelijke maatregelen aan de oplossing van het veiligheidsprobleem zal nauwelijks effect hebben op de omvang van de landbouwproductie.

- De kosten die nodig zijn om de komende decennia de veiligheid in het rivieren-gebied op peil te houden respectievelijk nog iets te vergroten, zijn betrekkelijk bescheiden. Uitgedrukt in een percentage van het BBP is zelfs sprake van een daling. Omgerekend per jaar zijn er enige honderden miljoenen euro's nodig, de kosten van de voorgenomen PKB en die van een aantal andere (ruimtelijke) maatregelen inbegrepen.
- Ondanks de betrekkelijk lage kosten die met een vergroting van de veiligheid zijn gemoeid, blijft het verstandig om in het Ruimtelijke Ordeningsbeleid rekening te houden met het feit dat rivierafvoeren in de overzienbare toekomst toe zullen nemen.

Wateroverlast

Naast de hogere overstromingskansen van de rivieren en de zee nemen ook de kansen op wateroverlast toe. Belangrijkste oorzaak is de toename van de regenval. Niet alleen zal de frequentie van extreme regenbuien toenemen, maar ook zal de neerslagduur groter zijn. Het afvoersysteem wordt overbelast. Voortgaande verstedelijking leidt tot afname van de bergingscapaciteit voor regenwater en toename van de afvoer en zal tot een grotere wateroverlast leiden. In areaal gemeten zal de meeste overlast echter vooral plaatsvinden in het landelijke gebied van laag Nederland. In hoog Nederland zullen vooral in beekdalen lokale waterproblemen voorkomen.

Als reactie op de dreigende toename van wateroverlast zal in de toekomst in vrijwel geheel Nederland worden geïnvesteerd in het watersysteem. In deze paragraaf staat de vraag centraal op welke manier de investeringen naar verwachting zullen plaatsvinden. Bij de beantwoording van de vraag maken we onderscheid tussen stedelijke en landelijke gebieden.

Trendmatig beleid

Als reactie op de problemen van wateroverlast hebben verschillende Nederlandse overheden enige jaren geleden het zogeheten *Nationaal Bestuursakkoord Water* (NBW) ondertekend (Ministerie van V&W, 2003). Dit akkoord is grotendeels gebaseerd op de gedachte dat lokale problemen niet mogen worden afgewenteld op 'buren'. De implicatie van dit akkoord is dat er veel meer ruimte voor waterberging moet worden gereserveerd dan tot dusverre het geval is. In het NBW is in werknormen vastgelegd hoe vaak een inundatie die tot wateroverlast leidt, mag plaatsvinden. Zo geldt voor grasland een norm van eens in de 10 jaar en voor stedelijk gebied een norm van eens in de 100 jaar. In principe moeten de waterschappen alle noodzakelijke maatregelen in 2015 hebben getroffen. Dat wil overigens niet zeggen dat er dan geen wateroverlast

meer zal plaatsvinden of zelfs de normen worden gehaald. De waterschappen hebben slechts een inspanningsverplichting en geen resultaatverplichting.

Waterberging in stedelijk gebied

Het benodigde areaal waterberging in het stedelijke gebied hangt grotendeels af van de toename van het areaal woongebied. In bestaand stedelijk gebied zijn de ruimtelijke claims echter vaak al zo vastgelegd dat nieuwe waterberging slechts beperkt van de grond kan komen.

De verstedelijking neemt in alle scenario's toe. Vooral het westen van het land verstedelijkt sterk, tot maximaal 35 procent van de oppervlakte in Zuid-Holland in *Global Economy*. Om overlast te beperken wordt in nieuwbouwoctaties areaal voor waterberging gereserveerd. De benodigde hoeveelheid ruimte voor water is ook afhankelijk van de diepteligging. Waterschappen in het westen van het land, onder andere in Rijnland, vereisen dat 15 procent van het verstedelijkte areaal uit waterberging bestaat. Ter illustratie van de toekomstige waterbergingsopgave worden in tabel 10.5 enkele huidige plannen voor waterberging opgesomd.

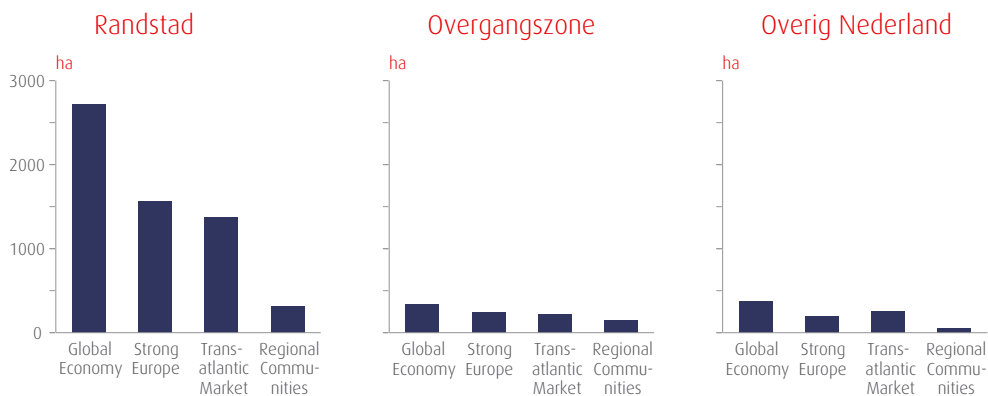
Tabel 10.5 De huidige plannen en richtlijnen voor waterberging.

Bestuurlijk niveau	Bergingsplannen
<i>Gemeenten</i>	<i>% van nieuwbouwareaal</i>
Ridderkerk	Tussen 8% en 10%
Westergouwe	15%
Leidsche Rijn	8%
<i>Waterschappen</i>	
Waterschap Groot-Haarlemmermeer	Minimaal 11%
Hoogheemraadschap Rijnland	15%
Waterschap Oude Rijnstromen	10%
<i>Overlegorganen</i>	
Bestuurlijk Platform 'De Zuidvleugel van de Randstad'	10%
Deelstroomgebiedsvisies van Vecht-Zwarte Water, Midden-Holland, Zuid-Holland-Zuid, Brabant-West	10%

Tabel 10.6 Gehanteerde uitgangspunten van de studie voor berekening van het benodigde areaal voor waterberging. Gemiddelde NAP-hoogte van verschillende COROP-regio's in Nederland. De overige (niet genoemde) COROPs liggen gemiddeld boven NAP.

COROP	Laag Nederland (% areaal onder 0 m NAP)	Midden Nederland (% areaal onder +3 m NAP)	Waterberging (% areaal nieuwbouw)
Delfzijl en omgeving	41	100	5
Overig Groningen	33	93	5
Noord-Friesland	34	93	5
Zuidwest-Friesland	77	96	10
Kop van Noord-Holland	77	96	10
Alkmaar en omgeving	75	85	10
Zaanstreek	96	100	10
Amsterdam	93	99	10
Agglomeratie Leiden en Bollenstreek	74	90	10
Agglomeratie 's-Gravenhage	54	85	5
Delft en Westland	75	98	10
Oost-Zuid-Holland	99	100	10
Rijnmond	58	91	5
Zuidoost-Zuid-Holland	71	98	10
Zeeuwsch-Vlaanderen	6	94	5
Overig Zeeland	39	92	5
Flevoland	88	99	10

Areaal waterberging in nieuwbouwlocaties 2002-2040



Figuur 10.1 Benodigd areaal waterberging in nieuwe stedelijke gebieden in 2040. De areaal zijn gekoppeld aan de nieuwbouwcijfers van de WLO.

In de uitwerking van het benodigde areaal waterberging veronderstellen we dat in laag Nederland 10 procent van het areaal onder NAP, in midden Nederland 5 procent van het areaal lager dan +3 m NAP en in hoog Nederland nauwelijks ruimte wordt gereserveerd voor waterberging bij nieuwbouwwijken. Tabel 10.6 geeft een overzicht van de gebieden die zijn ingedeeld als laag- en midden-Nederland. De overige gebieden zijn geclassificeerd als hoog Nederland. Figuur 10.1 geeft de resultaten weer van de analyse.

Uitbreiding waterberging in het landelijk gebied

Het Nationaal Bestuursakkoord Water (NBW) kent ook de afspraak dat water minder snel wordt afgevoerd, maar meer wordt vastgehouden en geborgen. Vanwege de veranderingen in het ruimtegebruik in het landelijke gebied zal de reservering voor waterberging echter beperkt blijven. Waar de akkerbouw plaats maakt voor veehouderij is de urgentie voor waterberging minder. Grasland mag volgens de huidige normen eenmaal per 10 jaar onder water komen te staan, in tegenstelling tot akkerland en glastuinbouw die respectievelijk eenmaal per 25 jaar en 50 jaar mogen inunderen (Ministerie van V&W, 2003). Bovendien kan flexibel peilbeheer en verbreding van sloten lokaal de bergingscapaciteit vergroten. Daarnaast kan overtollig water in toenemende mate worden opgevangen op andere plaatsen, zoals onder kassengebieden. In de scenario's *Global Economy* en *Transatlantic Market* kunnen voor het vasthouden en bergen van water afspraken met particulieren worden gemaakt voor het tijdelijk bergen van water, de zogenaamde blauwe diensten. Investeren in afvoeren van water naar zee of IJsselmeer blijft echter de belangrijkste maatregel.

Waterberging in het landelijk gebied van de Randstad

Als gevolg van klimaatsverandering en doorgaande bodemdaling zullen, zonder verdere maatregelen, de kansen op wateroverlast en overstromingen in de Randstad toenemen. Dit komt vooral door de beperkte afvoercapaciteit van de boezemwateren, zodat het water niet snel genoeg kan worden afgevoerd. In het Westland leidt dit nu al geregeld tot wateroverlast. Bij hoge economische en demografische groei ontstaat er dus een aanvullende behoefte aan waterberging. Deze waterberging zal voornamelijk in de lage veengebieden worden gezocht, omdat deze grond minder geschikt is voor woningen en bedrijven. In de gebieden met sterke bodemdaling of zoute kwel is een waterpeil van -40 cm gewenst (VROM, 2004). Hier kan vernatting mogelijk zijn. De foto's 10.1 en 10.2 laten zien hoe deze bergingsopgave in de Randstad mogelijk kan worden opgelost. Waterberging is overigens alleen mogelijk als een flexibel waterpeil wordt ingesteld en de vernatting niet permanent is (Van der Gaast et al., 2002). Daarom komen gebieden waarin het waterpeil hoog wordt gehouden om de afbraak van het veen te voorkomen, niet in aanmerking voor waterberging.



Foto 10.1

Aanleg van een nat terrein voor waterberging. Het accent ligt hier op natuur met een beperkte recreatieve waarde.



Foto 10.2

Aanleg van een blauwe stad met veel water en aan de bovenkant bedrijventerreinen. De wateropgave wordt hier gecombineerd met de behoefte aan ruim wonen.

Waterberging in de Overgangszone

De rechtgetrokken beken in de hoge delen van de Overgangszone zorgen geregeld voor wateroverlast, met name in Drenthe en in Noord-Brabant. Naar verwachting zullen de problemen toenemen door de demografische en economische groei in de Overgangszone. Er is derhalve behoefte aan maatregelen om deze wateroverlast terug te dringen.

Omdat grote delen van de beekdalen als EHS zijn gekarakteriseerd zal naar deze functiecombinatie gezocht worden. Door hermeandering en de aanleg van natuurlijke oevers wordt water minder snel afgevoerd en langer vastgehouden. Bestaande natuurgebieden met voedselarme vegetaties vormen echter een uitzondering op deze functiecombinatie natuur en berging. De kwaliteit van het te bergen water is nog te slecht (zie het hoofdstuk 'Milieu' in Achtergronddocumentatie).

Waterberging in Overig Nederland

In Overig Nederland is in de toekomst maar weinig ruimte voor waterberging nodig, ondanks dat de kosten door de lage grondprijs beperkt zijn. Overig Nederland is namelijk veel minder verstedelijkt dan de Randstad en de bevolking en de economie groeien matig. Het aantal gebieden dat in Overig Nederland ernstige overlast zal

ervaren blijft daarom beperkt. In de lage delen van dit landsdeel zal men daarom voornamelijk technische maatregelen treffen. De weinige ruimtelijke maatregelen zullen hier worden gecombineerd met landbouw. Het ligt wel voor de hand dat de waterberging ten behoeve van de steden en nieuwbouwlocaties gezien de lage grondprijzen in het landelijk gebied plaats zal vinden.

Boodschappen

De analyse die betrekking heeft op de opgave om wateroverlast te voorkomen is grotendeels op een kwalitatieve wijze ingevuld. Desondanks kunnen hieruit een aantal boodschappen worden gedestilleerd:

- Bij groei van de bevolking en woningbouw zal er behoefte zijn aan bergingsgebieden voor stedelijk water. Tussen 3.600 ha in het scenario *Global Economy* en 700 ha in het scenario *Regional Communities*.
- Slechts in beperkte mate zal gestuurde waterberging in het landelijk gebied worden gerealiseerd. In de Randstad kunnen de problemen lokaal zo groot worden dat hier de kans op concrete maatregelen nog het grootst is. In veel gevallen zullen technische alternatieven worden geprefereerd.
- Voor waterberging in het landelijk gebied zal maar beperkt ruimte nodig zijn, wat in een combinatie van landbouwgebied en ontwikkeling van nieuwe natuur gerealiseerd kan worden.

Met dank aan

Guus Beugelink en Frank van Gaalen (MNP). Fotomontage door Janneke Roos-Klein Lankhorst (Alterra) gebaseerd op foto van De Jong Luchtfotografie.

Referenties

- Asselt, M.B.A. van, H. Middelkoop, S.A. van 't Klooster, M.Hasnoot, W.P.A. van Deursen, M. van Gemert, J.C.J. Kwadijk, H. Buitenveld, G.P. Können, P. Valkering en J. Rotmans (2001) Integrated water management strategies for the Rhine and Meuse basins in a changing environment. Appendix 3 (Climate scenarios IRMA and Perspectives, appendix prepared by KNMI, De Bilt).Dutch National Research Programme on Global Air Pollution and Climate Change, Global Change NOP-NRP report 410200081.
- CPB (2000) Ruimte voor Water: Kosten en baten van zes projecten en enige alternatieven. Werkdocument 130 , CPB, Den Haag.
- Ebregt, J., J.J. Eijgenraam en H.J.J. Stolwijk (2005) Kosteneffectiviteit van maatregelen en pakketten. Deel 2 van kosten-batenanalyse voor Ruimte voor de rivier, CPB Document nr. 83, CPB, Den Haag.
- Eijgenraam, C.J.J. (2005) Veiligheid tegen Overstromen: Kosten-batenanalyse voor Ruimte voor de Rivier. Deel 1, nr. 82, CPB, Den Haag.
- Gaast, J. van der, H.Th. L. Massop, J. van Os, L.C.P.M. Stuyt, P.J.T. van Bakel en C. Kwakernaak (2002) Waterkansen in het SGR2. Potenties voor realisatie van de wateropgaven. Alterrapport 558, Alterra, Wageningen.
- Haasnoot, M., J.A.P.H. Vermulst en H. Middelkoop (1999) Impact of climate change and land subsidence on the water systems in the Netherlands. RIZA rapport 99.049, ISBN 9036952786, NRP project 952210, 11 juni 1999.
- IPCC (2001) Climate Change 2001. Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of the working group to the third assessment report of the intergovernmental panel on climate change. VN.
- Ministerie van V&W (2003) Nationaal Bestuursakkoord Water. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Den Haag.
- Projectbureau Ruimte voor de Rivier (2005) PKB deel 3 Ruimte voor de Rivier, Kabinetsstandpunt Planologische Kernbeslissing en Nota van Toelichting. Projectbureau Ruimte voor de Rivier, Den Haag.
- Turner, J., T.A. Lachlan-Cope, S. Colwell, G.J. Marshall en W.M. Connolley (2006) Significant Warming of the Antarctic Winter Troposphere. Science, volume 311, 31 March 2006.
- VROM (2004) Nota Ruimte. Ruimte voor ontwikkeling. Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Den Haag.

