

Ministerie van Verkeer en Waterstaat



Toetsing uitgangspunten rivierdijkversterkingen

Eindrapport



waterloopkundig laboratorium | WL

EAC European-American Center
for Policy Analysis RAND

Ministerie van Verkeer en Waterstaat

Toetsing uitgangspunten rivierdijkversterkingen

Eindrapport

Inhoud

Woord vooraf

Samenvatting

Deel I Achtergronden

1	Het rivierengebied	1 — 1
2	Rivierdijkversterkingen	2 — 1
3	Doelstelling van het onderzoek	3 — 1
4	Opzet van het onderzoek	4 — 1

Deel II Bescherming waarden en veiligheid

5	Veiligheid tegen overstroming	5 — 1
5.1	Probleemstelling en aanpak	5 — 1
5.2	Veiligheidsnorm voor persoonlijke risico's	5 — 1
5.2.1	Analyse	5 — 1
5.2.2	Conclusies en aanbevelingen	5 — 4
5.3	Materiële schade door overstroming	5 — 5
5.4	Invloed dijkversterking op bestaande waarden	5 — 8
5.4.1	Waardering volgens de Commissie Rivierdijken	5 — 8
5.4.2	Mogelijke veranderingen in de criteria	5 — 8
5.4.3	Bepaling schade aan LNC-waarden	5 — 10
5.5	Kosten van dijkversterking	5 — 10
5.6	Regionale analyse	5 — 11
6	Maatgevende belastingen	6 — 1
6.1	Probleemstelling en aanpak	6 — 1
6.2	Afvoeren	6 — 2
6.2.1	Bepaling maatgevende afvoer van de Rijn door de Commissie Rivierdijken	6 — 2
6.2.2	Analyse frequentieverdelingen	6 — 2
6.2.3	Invloed klimaatsveranderingen	6 — 4
6.2.4	Invloed wijzigingen in stroomgebied	6 — 4
6.2.5	Conclusies en aanbeveling maatgevende afvoeren	6 — 5
6.3	Maatgevende hoogwaterstanden (MHW) en waakhoogte	6 — 6
6.3.1	Keuze van de berekeningsmethode	6 — 6
6.3.2	MHW berekeningen	6 — 6
6.3.3	Waakhoogte	6 — 8
6.3.4	Conclusies maatgevende hoogwaterstanden en waakhoogte	6 — 8
6.4	Effecten van ijs	6 — 9
6.4.1	Inleiding	6 — 9
6.4.2	Samenvatting onderzoek naar de effecten van ijs	6 — 9
6.4.3	Conclusies en aanbevelingen effecten van ijs	6 — 12

Inhoud (vervolg)

6.5	Maatregelen voor de verlaging van MHW	6 — 12
6.5.1	Inleiding	6 — 12
6.5.2	Autonome ontwikkelingen	6 — 12
6.5.3	Evaluatie van maatregelen	6 — 13
6.5.4	Conclusies	6 — 16
6.6	Uitwerking van de strategie: verlagen bodem uiterwaarden	6 — 16
7	Constructief ontwerp	7 — 1
7.1	Probleemstelling en aanpak	7 — 1
7.2	Grondmechanische en andere ontwerpaspecten	7 — 1
7.2.1	Inleiding	7 — 1
7.2.2	Beschrijving faalmechanismen	7 — 2
7.2.3	De Leidraden	7 — 4
7.2.4	De huidige ontwerppraktijk	7 — 5
7.2.5	Nieuwe inzichten en ontwerpmethoden	7 — 6
7.3	Effecten van uitgekiend ontwerpen	7 — 7
7.3.1	Inventarisatie en evaluatie van maatregelen	7 — 7
7.3.2	Strategie-ontwikkeling	7 — 10
7.4	Invloed MHW op de omvang van de dijkverhoging en -versterking	7 — 11
8	Evaluatie veiligheidsnorm en strategieën	8 — 1
8.1	Benaderingswijze	8 — 1
8.2	Criteria	8 — 1
8.3	Effecten van een verandering van de veiligheidsnorm	8 — 3
8.4	Effecten van differentiatie van de veiligheidsnorm	8 — 4
8.5	Effecten van een verandering in de maatgevende afvoer van de Rijn	8 — 6
8.6	Effecten van de strategie: verlagen bodem uiterwaarden	8 — 7
8.7	Effecten van strategieën met uitgekiend ontwerpen	8 — 8
8.8	Gecombineerde effecten	8 — 10

Deel III Functies, waarden en procedures

9	Analyse van functies en waarden	9 — 1
9.1	Probleemstelling en aanpak	9 — 1
9.2	Functies en waarden van rivierdijken	9 — 1
9.2.1	Omgaan met dijkversterking	9 — 1
9.2.2	Functies en waarden	9 — 3
9.2.3	Functies en waarden volgens de Commissie Rivierdijken	9 — 5
9.2.4	Functies en waarden in het vigerend beleid	9 — 6
9.3	Functies en waarden in de praktijk van de dijkversterking	9 — 7
9.3.1	Planvorming en ontwerp	9 — 7
9.3.2	Uitvoering en beheer	9 — 9

Inhoud (vervolg)

9.4	Bouwstenen voor integratie	9 — 9
9.4.1	Beleid	9 — 10
9.4.2	Planvorming en ontwerp	9 — 11
9.4.3	Uitvoering en beheer	9 — 12
9.5	Conclusies	9 — 13
9.6	Aanbevelingen	9 — 14
10	Financieringsstructuur	10 — 1
10.1	Huidige financieringsstructuur	10 — 1
10.2	Kosten gerelateerd aan een betere integratie van functies en waarden	10 — 1
10.3	Mogelijke verbeteringen van de financieringsstructuur	10 — 3
10.4	Conclusies	10 — 4
11	Procedures	11 — 1
11.1	Probleemstelling en aanpak	11 — 1
11.2	Aanbevelingen van de Commissie Rivierdijken	11 — 1
11.3	Procedures en procedurevoorstellen	11 — 2
11.3.1	Huidige procedure(s)	11 — 2
11.3.2	Toetsing aan de aanbevelingen van de Commissie Rivierdijken	11 — 2
11.3.3	Ervaren problemen	11 — 3
11.4	Toetsing van de procedures en procedurevoorstellen	11 — 3
11.4.1	Toetsingscriteria	11 — 3
11.4.2	Huidige procedures, bestaande methodieken en voorgestelde procedures die in het onderzoek zijn betrokken	11 — 4
11.4.3	Globale uitkomsten van de toetsing	11 — 4
11.5	Voorstel procedure dijkversterking	11 — 8
11.5.1	Uitgangspunten	11 — 8
11.5.2	Provinciaal beleidsplan	11 — 9
11.5.3	Projectprocedure	11 — 9
11.6	Taken en bevoegdheden algemeen bestuur en functioneel bestuur	11 — 13
11.7	Relatie dijkversterkingsprocedure met de procedures van de Wet op de ruimtelijke ordening	11 — 13
11.8	Rapportage voortgang dijkversterking	11 — 13

Referenties

Appendices:

A: Scorekaarten voor de voorgestelde Rijnafoeren

B: Overleg, dankzegging

C: Adviseurs, medewerkers

D: Lijst van begrippen en afkortingen

Woord vooraf

Het onderzoek 'Toetsing uitgangspunten rivierdijkversterkingen' is uitgevoerd in opdracht van de Minister van Verkeer en Waterstaat door het Waterloopkundig Laboratorium (WL) en het European-American Center for Policy Analysis/RAND (EAC/RAND). Aan het onderzoek is meegewerkt door een aantal gespecialiseerde bureaus zoals Grondmechanica Delft (GD), het Bureau SME, het Bureau Hamhuis + Van Niewenhuijze + Sijmons (H+N+S) en daarnaast door een aantal adviseurs. Het onderzoek werd begeleid door de Commissie Toetsing Uitgangspunten Rivierdijkversterkingen (de Commissie Boertien). De resultaten van het onderzoek zijn vastgelegd in de volgende rapporten:

Eindrapport	
Deelrapport 1	'Veiligheid tegen overstromingen'
Deelrapport 2	'Maatgevende belastingen'
Deelrapport 3	'Constructief ontwerp'
Deelrapport 4	'Functies, waarden en procedures'

In dit eindrapport wordt een samenvatting van het onderzoek gepresenteerd, samen met de conclusies en aanbevelingen. De deelrapporten bevatten gedetailleerde informatie over de onderzoeksresultaten en vormen de onderbouwing voor dit eindrapport.

Bij het onderzoek is gebruik gemaakt van informatie verkregen van een groep adviseurs en een groot aantal instanties en groepen, zoals waterschappen, provincies, Rijkswaterstaatsdiensten, ingenieursbureaus, wetenschappelijke instellingen en actiegroepen. Zonder deze informatie was het ons onmogelijk geweest het ons opgedragen onderzoek uit te voeren. WL en EAC/RAND zijn allen die ons informatie hebben verschaft zeer dankbaar. Wij zijn vanzelfsprekend volledig verantwoordelijk voor de wijze waarop deze informatie is gebruikt bij het opstellen van de conclusies en aanbevelingen van het onderzoek. Wij verwachten dat het onderzoek een duidelijk antwoord geeft op de vragen van de Minister en zal kunnen bijdragen aan een zo veilig mogelijk behoud en ontwikkeling van het rivierengebied en de daarin aanwezige waarden.

Samenvatting

Het onderzoek 'Toetsing uitgangspunten rivierdijkversterkingen' geeft antwoord op de vragen van de Minister van Verkeer en Waterstaat, zoals verwoord in haar brief aan de Tweede Kamer der Staten Generaal van 24 juli 1992:

- a. 'Zijn er elementen in de afweging die ten grondslag ligt aan de keuze van de norm, die nu zodanig veranderd zijn dat dat zou kunnen leiden tot een andere keuze?
- b. Zijn er op technisch/wetenschappelijk gebied zodanig nieuwe inzichten dat die kunnen leiden tot andere uitkomsten van berekeningen?
- c. Zijn er in de commentaren van de laatste tijd nieuwe elementen boven gekomen die eveneens tot een andere keuze of uitkomsten kunnen leiden en die niet in de voorgaande twee vragen zijn vervat?'

Voor de beantwoording van de eerste vraag moeten de elementen worden genoemd die van belang zijn bij de vaststelling van de veiligheidsnorm. De bepaling van een norm voor de veiligheid (gedefinieerd als de kans op een ernstige schade door overstroming) ligt in het maatschappelijke spanningsveld tussen de schade door overstroming (persoonlijk, materieel) enerzijds en de schade als gevolg van de rivierdijkversterkingen (verlies aan waarden en functies) en de kosten van dijkversterking anderzijds.

Veranderingen in de elementen

Sinds de vaststelling in 1978 van de veiligheidsnorm voor de beveiliging van het rivierengebied tegen overstromingen zijn er belangrijke veranderingen opgetreden in deze elementen. Enerzijds is er een sterke toename in de waardering voor het rivierenlandschap, met daarin de rivierdijken als een bepalend onderdeel van cultuur en landschap. Anderzijds is er een toename in de waarde van de te beschermen belangen.

Waardering van het rivierenlandschap

Kenmerkend is de toegenomen bezorgdheid voor het verlies aan cultuur- en natuurwaarden en het landschapsschoon van het rivierengebied. De waarde van het rivierengebied kan slechts ten dele worden uitgedrukt in elementen zoals dijkhuizen, wielen en bomen. Van meer belang zijn de rivierdijken in de beleving van het landschap als geheel, de cultuurhistorie en de sociale en ecologische structuren. Dijkversterking heeft hierop een grote invloed. Het behoud van deze waarden van het rivierengebied is daarom een belangrijk criterium bij de bepaling van een veiligheidsnorm.

Persoonlijke risico's

In voorgaande eeuwen zijn er doden gevallen ten gevolge van doorbraken van rivierdijken. Het ging dan om enkele tot tientallen slachtoffers per overstroming. Gegevens hierover zijn niet te gebruiken om het huidige risico te bepalen, omdat de situatie nu wezenlijk anders is. Door een aantal factoren zijn de persoonlijke risico's kleiner dan vroeger, zoals de beschikbaarheid van betere operationele modellen om een hoogwatergolf enkele dagen vooraf te voorspellen (hoewel het moment en de plaats van de dijkdoorbraak *niet* te bepalen is) en de betere communicatiemiddelen (die overigens bij een overstroming ook snel uit kunnen vallen).

Anderzijds zijn er factoren waardoor het risico groter is geworden, zoals de toename van de bevolking in de beschermde gebieden en de toegenomen bewoning van de lagere delen van het rivierengebied. Daarnaast is men zich minder bewust van het gevaar van overstroming. In het rivierengebied zijn er belangrijke regionale verschillen in risico. Deze zijn onder meer afhankelijk van de te verwachten inundatiediepte en inundatiesnelheid, de nabijheid van hoge gronden en de mogelijkheden tot vluchten. Door de nabijheid van hoge gronden zijn die mogelijkheden bijvoorbeeld gunstiger voor de gebieden langs de linkeroever van de IJssel dan voor de Betuwe, waar hoge gronden ontbreken.

Na het verschijnen van het rapport van de Commissie Rivierdijken (1977) is onderzoek verricht naar de factoren die de mate van levensgevaar bij overstroming bepalen. Dit heeft niet geleid tot andere inzichten dan verwoord in het rapport van de Commissie Rivierdijken. Het persoonlijk risico voor overlijden door overstroming van het rivierengebied kan ook nu nog niet worden bepaald. Geconcludeerd wordt dat het persoonlijk risico van belang is bij de keuze van een veiligheidsnorm, maar daarbij niet het enige bepalende criterium kan zijn.

Materiële risico's en kosten van dijkversterking

De Commissie Rivierdijken concludeerde op basis van een schatting van de schade door overstroming en de kosten van dijkversterking dat op uitsluitend economische gronden een hoge waarde van de veiligheidsnorm de voorkeur zou verdienen. Op basis van de huidige analyse van de mogelijke schade en de kosten van versterking van de rivierdijken wordt eenzelfde conclusie bereikt. De huidige veiligheidsnorm van 1/1250 per jaar is economisch gezien nog te laag.

Verandering in de norm?

De Commissie Rivierdijken kwam in 1977 na afweging van bovengenoemde elementen tot het advies de norm voor de beveiliging van het rivierengebied tegen overstromingen te stellen op 1/1250 per jaar. Gezien de veranderingen sinds 1977 in de waardering van het rivierenlandschap enerzijds en de waarden van de te beschermen belangen anderzijds is het antwoord op *de eerste vraag* of er elementen zijn die zodanig veranderd zijn dat dit zou kunnen leiden tot een andere keuze bevestigend. De effecten van een mogelijke verlaging van de veiligheidsnorm op de genoemde elementen zijn in het onderzoek bepaald. Tevens is de mogelijkheid geanalyseerd van een regionale differentiatie, in het bijzonder voor het gebied langs de westelijke IJsseloever. Door de beleidsmaker kan, na het wegen van de effecten, een keuze worden gemaakt, zowel voor de veiligheidsnorm als voor een differentiatie in de norm.

Verlaging van de veiligheidsnorm geeft een beperkte vermindering in de lengte van de te verhogen en/of te versterken dijken. Dijken die bij een verlaging van de norm hoog genoeg zijn, moeten voor een groot deel toch versterkt worden. Bij een verlaging van de veiligheidsnorm van 1/1250 per jaar naar 1/500 per jaar worden de totale lengte van de te versterken dijken en de aanlegkosten daarvan slechts met 10 tot 15% verminderd. De vermindering van schade aan de bestaande landschappelijke, natuur- en cultuurhistorische waarden (de LNC-waarden) is van dezelfde orde van grootte.

Alternatieven om de mate van dijkversterking te verminderen, zoals verzekeren, de vorming van een rampenfonds of de aanleg van ringdijken om waardevolle gebieden blijken geen haalbare integrale oplossing te bieden.

De dijken langs de IJssel zijn al grotendeels versterkt of voldoende hoog. Een verlaging van de veiligheidsnorm voor het gebied langs de westelijke IJsseloever heeft daardoor een geringe invloed op de schade aan de LNC-waarden van deze dijken.

Omdat de effecten van een verandering in de veiligheidsnorm of van een differentiatie in de norm op de schade aan de LNC-waarden van de dijken beperkt zijn, zijn de antwoorden op de andere vragen van des te meer belang.

Het antwoord op de **tweede vraag** luidt eveneens bevestigend. De nieuwe inzichten hebben betrekking op de bepaling van de maatgevende afvoer van de Rijn, de invloed van ijssdammen en het grondmechanisch ontwerp.

Maatgevende afvoer

Op basis van een analyse van de uitkomsten van verschillende frequentieverdelingen voor de afvoeren van de Rijn komen we tot de conclusie dat de maatgevende afvoer van de Rijn kan worden gesteld op 15.000 m³/s. De Commissie Rivierdijken kwam destijds uit op 16.500 m³/s. In deze aanbeveling zijn de effecten van veranderingen in het Duitse deel van de Rijn verwerkt.

De verlaging van de maatgevende hoogwaterstanden (MHW) tengevolge van de verandering van de maatgevende afvoer van de Rijn bedraagt 0,2 m voor de Nederrijn, 0,25 m voor het Pannerdens Kanaal en de IJssel en 0,45 m voor de Waal. Deze MHW-verlaging resulteert in een beperkte vermindering (circa 5%) van de lengte van de te versterken dijken, terwijl de totale kosten met circa 10% zullen dalen.

Uit de analyse van de afvoeren van de Maas volgt dat er nu geen reden is de maatgevende afvoer van deze rivier (3.650 m³/s) te herzien.

De beschikbare wereld-klimaatmodellen zijn nog onvoldoende gedetailleerd en betrouwbaar om direkt voorspellingen te doen over de invloed van mogelijke veranderingen op de rivierafvoeren. Voor de invloed van *klimaatveranderingen* kan alleen het effect van bepaalde aannamen over veranderingen in regenval en temperatuur worden aangegeven met scenario-berekeningen. Er bestaat echter nog geen overeenstemming over het meest waarschijnlijke scenario. Daarom moet het effect van klimaatwijzigingen nog buiten beschouwing blijven.

Er zijn onvoldoende gegevens beschikbaar over de *veranderingen in het stroomgebied* van de Rijn als gevolg van verstedelijking en her/ontbossing. Deze gegevens zijn noodzakelijk om mogelijke veranderingen in de vorm en grootte van de hoogwatergolven vast te kunnen stellen. Wij geven als aanbeveling dat de overheid over een hydrologisch/hydraulisch model van het gehele stroomgebied van de Rijn gaat beschikken om mogelijke effecten van veranderingen te kunnen analyseren.

De toetsing van de *wijze van berekening* van de maatgevende hoogwaterstanden leidt tot de conclusie dat de gebruikte rekenmodellen en rekenmethodiek voldoende nauwkeurig zijn.

Ijsdammen

De vorming van ijsdammen op de rivieren leidde in de periode tot 1870 vaak tot overstromingen. Ijsdammen komen ook nu nog voor, gemiddeld ééns per 9 jaar. Door de verbetering van de rivieren in de vorige eeuw, de versterkingen van de dijken en de toename van koelwaterlozingen leiden ijsdammen thans niet meer tot overstromingen. Op grond van de huidige kennis ten aanzien van ijsdammen is er geen aanleiding om het gebruik van de maatgevende afvoer en MHW als randvoorwaarden voor het ontwerpen van rivierdijken te herzien. Het optreden van ijsdammen kan goed worden voorspeld met behulp van een koude-index.

Grondmechanisch ontwerp van dijken

De Leidraden voor het Ontwerpen van Rivierdijken zijn getoetst aan recente ontwikkelingen. Verbeteringen zijn mogelijk in het grondmechanisch ontwerp van dijken, waardoor minder zware dijkprofielen nodig zijn. Dit is aantrekkelijk vanuit een oogpunt van inpassing van de dijk in het landschap. De Leidraden worden in de praktijk ten onrechte meer als voorschrift dan als leidraad voor optimalisatie van het ontwerp gehanteerd. Een creatief gebruik van de Leidraden zal tot een betere inpassing van de dijk in het landschap leiden.

Ten aanzien van '*vreemde elementen*' zoals bebouwing, bomen en struiken zijn uit het huidige onderzoek geen nieuwe inzichten verkregen die aanleiding geven tot wijziging van de aanbevelingen in de Leidraden. Aanbevolen wordt bij het ontwerp meer uit te gaan van het zogenaamde 'theoretisch profiel' (het denkbeeldig minimum profiel van de dijk dat zelfstandig voldoende stabiel is om de waterkeringsfunctie te vervullen) en buiten dat theoretisch profiel bebouwing, bomen en struiken toe te laten.

Het antwoord op de **derde vraag** valt in vijf delen uiteen. Het gaat daarbij om de aspecten: *verlaging van de maatgevende hoogwaterstanden* door maatregelen in het riviereengebied, *'uitgekiend' ontwerpen*, *de afstemming van de functie waterkering met andere functies en waarden* van rivierdijken, *de financiering* van en de *procedures* voor het tot stand komen van dijkversterkingen.

Verlaging maatgevende hoogwaterstanden (MHW)

Een groot aantal maatregelen ter verlaging van MHW is onderzocht. Het merendeel daarvan blijkt niet tot haalbare oplossingen te leiden. Mogelijkheden voor het aanleggen van bekkens voor het opvangen van een deel van de hoogwatergolf zijn noch in Duitsland noch in Nederland in voldoende mate aanwezig. Ook het weer in gebruik nemen van overlaten heeft onvoldoende effect of leidt tot grote schade in de dan overstroomde gebieden. Het verlagen van het zomerbed en in combinatie daarmee de rivierkribben is zeer kostbaar, heeft een zeer beperkt effect op de waterstanden en veroorzaakt ongewenste neveneffecten, zoals het verdrogen van de uiterwaarden.

Eén veelbelovende strategie ter verlaging van MHW is nader onderzocht: het *afgraven van de uiterwaarden*. Deze mogelijkheid wordt ook genoemd in het plan 'Levende Rivieren' van het Wereld Natuur Fonds. Deze strategie biedt geen compleet alternatief voor dijkversterking, omdat ook met deze strategie dijkversterking over grote lengte nodig blijft. Door de verlaging van MHW kan de strategie wel bijdragen tot vermindering van de omvang en daarmee van de schade van de dijkversterking.

Deze strategie heeft echter grote consequenties voor de rivier en de uiterwaarden. Enerzijds worden grote mogelijkheden geboden voor natuurontwikkeling, anderzijds grijpt de strategie diep in op het bestaande karakter van het rivierenlandschap.

Indien deze strategie niet integraal wordt toegepast ter verlaging van MHW, kan de natuurontwikkeling in de uiterwaarden niettemin al op korte termijn bijdragen aan het oplossen van knelpunten waarbij compensatie in het rivierbed noodzakelijk is (bijvoorbeeld bij buitendijkse verzwarening) en aan het verbreden van het maatschappelijk draagvlak voor dijkversterking. Voor de lange termijn kan natuurontwikkeling in de uiterwaarden bijdragen aan het handhaven van de gewenste veiligheid, bijvoorbeeld door compensering van de aanslibbing van de uiterwaarden en van eventuele effecten van klimaatsveranderingen.

Uitgekiend ontwerpen

'Uitgekiend ontwerpen' is gedefinieerd door de Commissie Rivierdijken (1977) als: (1) het gebruik maken van intensiever onderzoek en van geavanceerde berekeningstechnieken en (2) het gebruik maken van bijzondere constructies. Buiten de stadskernen worden bijzondere constructies tot nu toe vrijwel niet toegepast, ook niet voor het oplossen van knelpunten.

Onder knelpunten worden situaties verstaan waarbij aan beide zijden van de dijk belangrijke elementen aanwezig zijn, zoals bebouwing aan de binnendijkse zijde en een strang aan de rivierzijde, of waarbij aan de binnendijkse zijde een waardevol element aanwezig is maar de rivier dicht tegen de dijk aan ligt. Voor de oplossing van knelpunten zijn strategieën uitgewerkt volgens de principes 'selectief sparen' en 'alles sparen'. Van deze strategieën zijn de effecten bepaald. Oplossen van circa de helft van de knelpunten, die in de huidige praktijk niet worden opgelost, verhoogt de ontwerp- en aanlegkosten met een derde. De stijging van de onderhoudskosten is beperkt omdat vooral oplossingen met lage onderhoudskosten zijn gekozen. Verbetering van bijna alle knelpunten geeft ongeveer een verdubbeling van de aanlegkosten en circa 50% hogere onderhoudskosten.

De vormgeving van de te versterken dijkgedeelten, waarin geen knelpunten voorkomen, kan daarnaast vrijwel zonder extra kosten worden verbeterd, door bij het ontwerp meer rekening te houden met de inpassing van de dijk in het landschap. Door te streven naar scherpere dijkprofielen en continuïteit in het langprofiel kan de *ruimtelijke kwaliteit* van de dijk worden verbeterd.

Bij een te lage kruinhoogte kan de toepassing van een *beweegbare kering* worden overwogen. Studies, bijvoorbeeld voor het stadsfront van Kampen, hebben de technische haalbaarheid van deze oplossing aangetoond. De veiligheid hangt mede af van de hoogte van de vaste drempel van de constructie, de betrouwbaarheid van de bediening, het onderhoud en de lengte van het beweegbare deel. Het is technisch gezien mogelijk op vrijwel iedere gewenste plaats een beweegbare kering toe te passen. De betrouwbaarheid wordt een groot probleem bij toepassing over grotere lengten. De kosten voor het ontwerp, de aanleg en voor beheer en onderhoud zijn, ook bij relatief hoge drempels, zeer hoog. Toepassing zal dus beperkt blijven tot knelpunten met beperkte lengte.

Afstemmen functies

De waterkeringsfunctie van dijken kan beter worden afgestemd op andere functies en waarden van de dijken en hun directe omgeving. Door een betere afstemming van functies na te streven ontstaan mogelijkheden voor verbetering van de landschappelijke en sociaal-culturele waarden van dijken. Voor de verbetering van de natuurwaarden is vooral het beheer van de dijkvegetatie belangrijk. Veel van de natuurwaarde van dijken kan worden behouden en verbeterd door een zorgvuldiger uitvoering en een natuurvriendelijk beheer.

In de praktijk is gebleken dat *compensatie in het rivierbed* voor buitendijkse alternatieve tracés vaak moeilijk of onmogelijk is. Aanbevolen wordt daarom de mogelijke verlaging van MHW, behorend bij de voorgestelde vermindering van de maatgevende afvoer van de Rijn, niet voor alle dijkvakken in een riviergedeelte in gelijke mate toe te passen, maar deels te gebruiken als compensatie-mogelijkheid voor die knelpunten waarvan de oplossing tot een verkleining van het winterbed zou leiden. Het optimale gebruik van deze ruimte kan worden bereikt in een integrale afweging per riviergedeelte.

Financiering

Om een betere afstemming van de functies te bereiken wordt voorgesteld om niet alleen het grondmechanisch- en vegetatie-onderzoek (de huidige praktijk), maar ook de inventarisaties van landschaps-, natuur- en cultuurhistorische waarden onder de bestaande subsidieregeling te brengen. De (beperkte) verhoging van de kosten in de voorbereidingsfase wordt gewettigd door de betere afstemming van functies die daarmee kan worden bereikt, waardoor de maatschappelijke waarde en acceptatie van het ontwerp toeneemt. Tevens wordt aanbevolen de voorgestelde verlaging van de rijksbijdrage aan de onderhoudskosten opnieuw te bezien. Dit ondersteunt de gewenste grotere aandacht voor andere waarden en functies bij dijkversterking en stimuleert de toepassing van uitgekiend ontwerpen. De bijdrage zou afhankelijk gesteld kunnen worden van de mate van natuurvriendelijk beheer en de mate van toepassing van uitgekiende ontwerpen.

Procedures

De Commissie Rivierdijken heeft aanbevelingen gedaan voor een directe inbreng van 'de bevolking' bij de besluitvorming rond dijkversterking. Deze aanbevelingen zijn onvoldoende gerealiseerd in de bestaande procedures, waarin pas in een vrij laat stadium van de besluitvorming een inbreng van de betrokkenen mogelijk is. De bestaande procedures missen tevens een onafhankelijke toetsing.

Voorgesteld wordt de bestaande procedures te verbeteren door het integreren van een aantal elementen. Op *strategisch niveau* wordt het opstellen van een provinciaal beleidsplan dijkversterkingen voorgesteld, waarin de beleidsuitgangspunten voor de dijkversterking worden vastgelegd. De plannen op projectniveau worden aan deze uitgangspunten getoetst. Voor de *planvorming op projectniveau* wordt voorgesteld:

- de toepassing van een beleidsanalytische aanpak in de fase waarin alternatieve oplossingen worden opgesteld en afgewogen, onder leiding van een stuurgroep waarin alle betrokkenen zijn vertegenwoordigd; en
- de toepassing van de m.e.r.-procedure als externe toetsing van de kwaliteit van de voorgestelde oplossing.

Uit de evaluatie van het effect van de aanbevelingen van de Commissie Rivierdijken (1977) op de wijze waarop in het onderzoeksgebied dijkversterkingen worden ontworpen en uitgevoerd, blijkt dat een beter volgen naar de letter en vooral de geest van deze aanbevelingen een beter resultaat en een breder draagvlak zou hebben opgeleverd. Het is belangrijk dat alle bij de dijkversterkingen betrokken overheden op creatieve wijze met het realiseren van de gevraagde bescherming tegen overstroming omgaan. Daarmee kunnen de bestaande waarden van het rivierengebied zo goed mogelijk veilig worden gesteld. WL en EAC/RAND hopen dat dit onderzoek daartoe bijdraagt.

DEEL I ACHTERGRONDEN

1 Het rivierengebied

Het rivierengebied vertoont een zeer grote variatie in geologische opbouw. Deze opbouw is het resultaat van het dynamisch karakter van Rijn en Maas. In en na de laatste ijstijd transporteerden de grote rivieren veel grof zand en grind. In die periode was de afvoer sterk wisselend. De rivieren vertoonden een vlechtend patroon, bestaande uit een groot aantal geulen, die zich splitsten, zich verlegden en weer werden verenigd. Door het droog liggen van de rivierbedding gedurende een groot deel van het jaar kon zand verstuiven, wat de vorming van rivierduinen tot gevolg had. Bij de overgang van de ijstijd naar de huidige warmere periode werd de afvoer van water gelijkmatiger over het jaar. Mede door de aanvoer van fijner materiaal kregen de rivieren een deels meanderend (kronkelend) karakter.

Meanderende rivieren hebben in het algemeen slechts één hoofdgeul die zich voornamelijk zijwaarts verplaatst door uitschuring van de buitenbochten van de rivier. Langs de oevers wordt bij grotere afvoeren materiaal afgezet. Dicht bij de rivier relatief grof zandig materiaal (de oeverwallen), verder van de rivier het fijnere materiaal. De rivier verlegt zich langzaam in zijn bed, waardoor zeer complexe structuren worden gevormd. Het gebied waarin de rivier meandert (de kronkelwaard) vormt samen met de oeverwallen een stroomgordel. In de kommen tussen de hogere delen van de stroomgordels, de stroomruggen, wordt klei afgezet. Door de slechte afwatering van de kommen ontstaat plaatselijk een moerasvegetatie waaruit veen wordt gevormd.

De bewoning van het rivierengebied vond geleidelijk plaats vanuit de hoger gelegen rivierduinen en stroomruggen. In de late Middeleeuwen (rond 1100 na Chr.) werden de eerste dijken rond dorpen en landbouwgronden aangelegd en in de 14e eeuw was de bedijking langs de grote rivieren voltooid (Commissie Rivierdijken, 1977). De dijken verhinderden de aanvoer van sediment naar het land achter de dijken, waardoor geen nieuw materiaal meer werd afgezet. De verbetering van de ontwatering in de beschermde gronden veroorzaakte daarnaast een daling van het niveau van het land (inklinking), waardoor de natuurlijke afwatering werd belemmerd en op den duur bemaling noodzakelijk werd. Door het intensievere landgebruik als gevolg van de bevolkingsgroei en de inklinking van de grond was het nodig de dijken regelmatig op te hogen. Niettemin kwamen dijkdoorbraken regelmatig voor. Hiervan getuigen de talrijke kolken of wielen langs de dijken, vooral op plaatsen waar dijken oude stroomruggen kruisen en de ondergrond daardoor doorlatend is.

De huidige rivieren zijn grotendeels door mensenhanden gevormd (Dirkzwager, 1977). Soms werden veranderingen aangebracht voor militaire doeleinden, zoals de aanleg van de Fossa Drusiana (12 v. Chr.) voor de verbinding van de Rijn met het noorden van Nederland en van het Pannerdens Kanaal (1701-1706). Dat laatste moest leiden tot een vergroting van de aanvoer van water naar de Nederrijn en IJssel en daarmee tot een versterking van de verdediging tegen invallen door vijandige troepen. Tevens werd hiermee een verbetering voor de scheepvaart beoogd.

De grote aantallen overstromingen in de 18^e eeuw waren aanleiding tot de instelling van een aantal adviescommissies voor de verbetering van de afvoer van het Rijnwater en uiteindelijk in 1798 tot de instelling van de Rijkswaterstaat. In de periode 1850 tot 1876 vonden in de rivieren grote werken plaats, zoals het aanleggen van de Nieuwe Merwede, met als doel de verbeterde afvoer van hoogwater en ijs. Sindsdien is het aantal dijkdoorbraken langs de Rijntakken zeer beperkt gebleven, ook bij het extreme hoogwater van 1926. Door de scheiding van Maas en Waal (1875), de aanleg van de Bergse Maas (1904) en het verkorten van de rivier door bochtafsnijdingen werd ook voor de Maas de afvoer verbeterd (Commissie Rivierdijken, 1977).

Het rivierenlandschap is het resultaat van het transport van water en sediment door de rivieren en de invloed van de mens daarop via bedijkingen en rivierwerken. Het totaal kan worden aangeduid als een cultuurlandschap. Het wonen en werken in dit landschap, eerst op de hoger gelegen delen en langs de dijken, later door de toegenomen beveiliging ook in de overige delen, vormt daarin een wezenlijk element. Samen met de in het gebied aanwezige landschappelijke, natuur- en cultuur-historische waarden bepaalt dit de waarde van het rivierenlandschap. Het is dit geheel van waarden dat beschermd moeten worden, zowel tegen overstromingen als tegen te snelle en te grote veranderingen.

2 Rivierdijkversterkingen

De dijken langs de rivieren zijn regelmatig versterkt, onder andere na de overstromingen in 1926. De toename in de intensiteit van het landgebruik voor wonen, landbouw en andere economische activiteiten maakte dit noodzakelijk. Door de stormramp van 1953 werden de twijfels aan het kerend vermogen van de rivierdijken versterkt. Door Gedeputeerde Staten (GS) van Gelderland werd in januari 1954 op de Minister van Verkeer en Waterstaat een beroep gedaan om, in navolging van de instelling van de Deltacommissie, veilige uitgangspunten en criteria voor de rivierdijken te formuleren. Door de Minister werd in een brief van 2 oktober 1956 aan GS van Gelderland als antwoord gegeven dat: 'een afvoer van de Rijn bij Lobith van 18.000 m³/s als een zeer veilig uitgangspunt mag worden beschouwd.' Deze afvoer had volgens de gegevens in de brief een overschrijdingsfrequentie van 1/3000 per jaar. Bij deze afvoer zijn door Rijkswaterstaat langs de riviertakken van de Rijn waterstanden berekend, de 'maatgevende hoogwaterstanden' (MHW). Deze zijn sinds de jaren zestig gehanteerd als uitgangspunt voor de verbetering van de rivierdijken. De vraag om een grotere veiligheid is dus van de regio uitgegaan, in overeenstemming met hun taak in de bescherming tegen overstroming. Pas na 1953 zijn nationale normen vastgesteld en draagt het Rijk bij in de kosten.

De uitvoering van de dijkversterkingen en de daarmee gepaard gaande ingrepen veroorzaakten een groeiende verontrusting over de aantasting van het rivierenlandschap. Een dieptepunt was het slopen van een groot aantal woningen in Brakel (1974). De groeiende onrust over de gevolgen van de rivierdijkversterkingen was aanleiding voor de Minister van Verkeer en Waterstaat tot de instelling van de Commissie Rivierdijken (ook wel Commissie Becht genoemd naar de voorzitter ervan) in mei 1975. De Commissie Rivierdijken had tot taak na te gaan of er aanleiding was de maatstaf voor het ontwerpen (de Rijnafvoer van 18.000 m³/s) te herzien, en welke maatstaf bij een eventuele herziening moest worden aangelegd. Daarnaast moest worden aangegeven op welke manier de inspraakmogelijkheden konden worden verbeterd.

De Commissie publiceerde in maart 1977 haar eindrapport. Het rapport bevat een groot aantal aanbevelingen, waaronder: 'de verbetering waar nodig en verantwoord te doen geschieden volgens 'uitgekiende' ontwerpen en een zorgvuldig begeleide uitvoering' en 'verbeteringen aan de rivierdijken te doen uitvoeren zodanig, dat waterstanden kunnen worden gekeerd die behoren bij een maatgevende Rijnafvoer te Lobith van 16.500 m³/s. Deze afvoer wordt overschreden met een kans van ongeveer 1/1250 per jaar.'

'Uitgekiend' ontwerpen werd door de Commissie Rivierdijken gedefinieerd als 'meer doordachte methoden van ontwerpen die de schade door dijkverbetering zouden kunnen verminderen.' De Commissie heeft een groot aantal maatregelen voor een verandering van de maatgevende waterstanden onderzocht, zoals het weer in gebruik stellen van overlaten of een wijziging in de afvoerverdeling tussen de Rijntakken. Na weging van de voor- en nadelen besloot de Commissie niet te adviseren tot het uitvoeren van deze maatregelen. Wel werd ter overweging gegeven de veiligheidsnorm naar riviertak of -gebied te differentiëren, met name voor de linkeroever van de IJssel.

Daarnaast gaf de Commissie een aantal aanbevelingen ten aanzien van het besluitvormingsproces, waarin een centrale rol voor de provinciale Coördinatiecommissie voor Dijkverbetering werd gezien. De Commissie benadrukte het belang van goede inbreng van de bevolking op een zo vroeg mogelijk moment en een goede afstemming van de dijkverbeteringsplannen met de besluitvorming in het kader van de ruimtelijke ordening.

In het regeringsstandpunt ten aanzien van het advies van de Commissie Rivierdijken (brief van de Minister van Verkeer en Waterstaat aan de Tweede Kamer van 9 oktober 1978) werden vrijwel alle aanbevelingen van de Commissie overgenomen. Op advies van de Raad van de Waterstaat besloot de Minister het advies over de differentiatie in de veiligheidsnorm niet over te nemen. De Minister stelt in de genoemde brief dat 'Voor de wijze van ontwerp en uitvoering dient met het oog op de in het riviereengebied aanwezige waarden de nodige zorgvuldigheid te worden betracht.' Inspraak diende een belangrijke rol te spelen: 'De door de Commissie Rivierdijken aanbevolen procedure spreekt mij aan.' Tevens moest aandacht worden geschonken aan de relatie met de ruimtelijke ordening. Hiervoor werd aan een tweesporig beleid de voorkeur gegeven, waarbij de ruimtelijke belangen (van de waterstaatkundige werken) worden ingebracht bij de bestemmingsplanprocedure.

Een herberekening van de maatgevende hoogwaterstanden bij de nieuwe maatgevende afvoer van 16.500 m³/s in 1984 leidde voor de Waal en Merwede tot een aanzienlijke verhoging van deze hoogwaterstanden en niet, zoals verwacht, tot een verlaging. Het was noodzakelijk in de berekeningen de waarde van de ruwheid van de Waal en Merwede te vergroten omdat bleek dat in de vroegere berekeningen een te lage waarde voor de ruwheid was aangenomen. De nieuwe berekeningen resulteerden in verhogingen van de maatgevende hoogwaterstanden met 0,4 tot 0,9 m. Reeds verhoogde dijkvakken zoals bij Brakel dienden dus opnieuw verhoogd te worden. Het is begrijpelijk dat deze verhoging tot protesten aanleiding gaf. De Raad van de Waterstaat heeft de berekeningen laten controleren en een aantal maatregelen om de waterstanden te verlagen (stroomlijnen en verlagen van de kribben en verlagen van het zomerbed) geëvalueerd. In het advies van de Raad (mei 1985) worden 'de uitkomsten van de berekeningen van de Rijkswaterstaat als betrouwbaar aangemerkt.' In het advies van november 1985 stelt de Raad dat de voorgestelde maatregelen voor de verlaging van de waterstanden niet haalbaar worden geacht.

Voor de Maas zegt de Minister in november 1985 toe, op verzoek van de provinciale besturen van Gelderland en Noord-Brabant, ook de veiligheidsnorm van 1/1250 per jaar toe te passen. De bijbehorende maatgevende hoogwaterstanden werden in februari 1986 vastgesteld.

Met het uitvoeren van de dijkversterkingen volgens de nieuwe maatgevende hoogwaterstanden namen de protesten tegen de aantasting van de bestaande waarden op en langs de dijken opnieuw toe. Dit leidde tot stagnatie in de besluitvorming. Om de impasse te helpen doorbreken, werd voor het ontwerp van de dijkversterking in Sliedrecht als proef een beleidsanalytische aanpak gebruikt. Bij deze aanpak wordt een aantal alternatieven geanalyseerd en uitgebreid besproken met de betrokkenen. De Minister van Verkeer en Waterstaat stelt in een brief aan de Tweede Kamer (maart 1987) dat 'de gevolgde werkwijze als voorbeeld kan dienen voor andere dijkverzwaringen.'

In de motie Eversdijk van 18 april 1991 dringt de Tweede Kamer er op aan een hoge prioriteit aan de rivierdijkversterkingen toe te kennen. Daarbij werd overwogen dat 'natuur en landschap bij de uitvoering zoveel als mogelijk moeten worden ontzien'. De Kamer stelt dat de rivierdijkgedeelten met een lagere veiligheid dan 1/500 voor het jaar 2000 moeten zijn versterkt en dat circa 97% van de overige rivierdijkversterkingen in 2004 moet zijn voltooid.

De laatste tijd is de discussie over de rivierdijkversterkingen weer toegenomen. Dit betreft niet alleen de wijze waarop de rivierdijkversterkingen plaats vinden, maar ook de noodzaak om te versterken op zich. De toenemende discussie over de uitgangspunten voor de rivierdijkversterkingen bij elk van de afzonderlijke projecten was in augustus 1992 aanleiding voor de Minister van Verkeer en Waterstaat tot het instellen van de Commissie 'Toetsing uitgangspunten rivierdijkversterkingen' (de Commissie Boertien) en het geven van de onderzoeksopdracht aan het Waterloopkundig Laboratorium (WL) en de RAND Corporation. De Commissie kreeg als taak het adviseren van de Minister over het onderzoek en het begeleiden van het onderzoek.



Steunpenning watersnood 1926

Foto: Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen

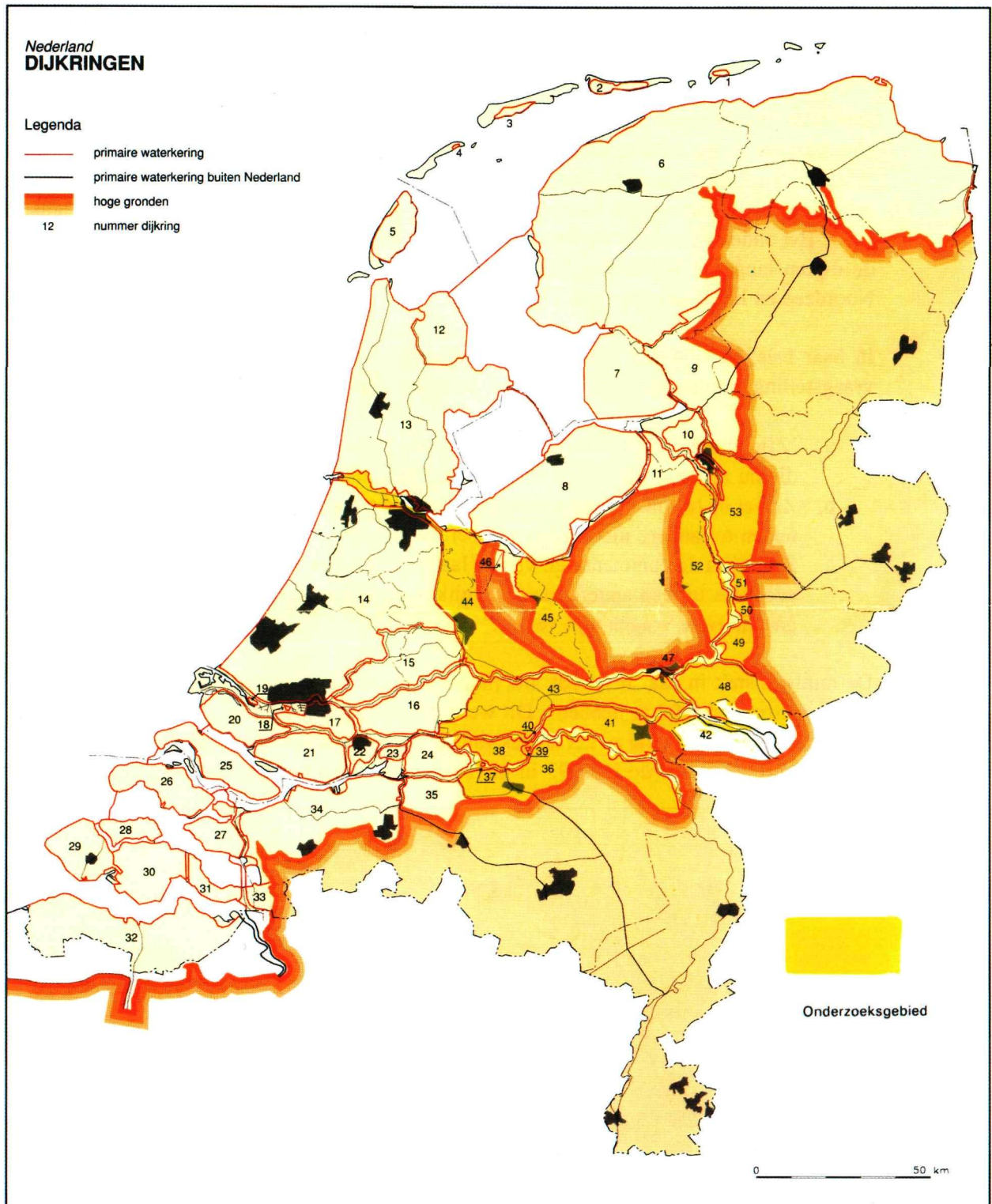
3 Doelstelling van het onderzoek

Doel van het onderzoek is de toetsing van de uitgangspunten voor de rivierdijkversterkingen. De opdracht tot dit onderzoek is aangekondigd in de brief van de Minister van Verkeer en Waterstaat aan de Tweede Kamer der Staten Generaal van 24 juli 1992 en in haar besluit tot instelling van de Commissie toetsing uitgangspunten rivierdijkversterkingen van 25 augustus 1992. Het onderzoek omvat de dijkringingen met een veiligheidsnorm van 1/1250 per jaar, ofwel de dijken langs de Rijntakken en de Maas buiten de invloed van een stormopzet op de Noordzee en het IJsselmeer (zie Figuur 3.1).

In haar brief van 24 Juli 1992 geeft de Minister van Verkeer en Waterstaat aan dat de vraagstelling van het toetsend onderzoek in 3 hoofdvragen uiteenvalt:

- a. 'Zijn er elementen in de afweging die ten grondslag ligt aan de keuze van de norm, die nu zodanig veranderd zijn dat dat zou kunnen leiden tot een andere keuze?
- b. Zijn er op technisch/wetenschappelijk gebied zodanig nieuwe inzichten dat die kunnen leiden tot andere uitkomsten van berekeningen?
- c. Zijn er in de commentaren van de laatste tijd nieuwe elementen boven gekomen die eveneens tot een andere keuze of uitkomsten kunnen leiden en die niet in de voorgaande twee vragen zijn vervat?'

De minister stelt in haar brief dat 'het mogelijk is om medio december een rapportage van het onderzoek op tafel te hebben'. Dit werd noodzakelijk geacht opdat, na bespreking van het resultaat van de studie en het advies van de Commissie Boertien door de Tweede Kamer, 'het groene licht voor de in 1993 in uitvoering te nemen werken nog op tijd kan worden gegeven'.



Figuur 3.1 Onderzoeksgebied

Bron: Meetkundige Dienst

4 Opzet van het onderzoek

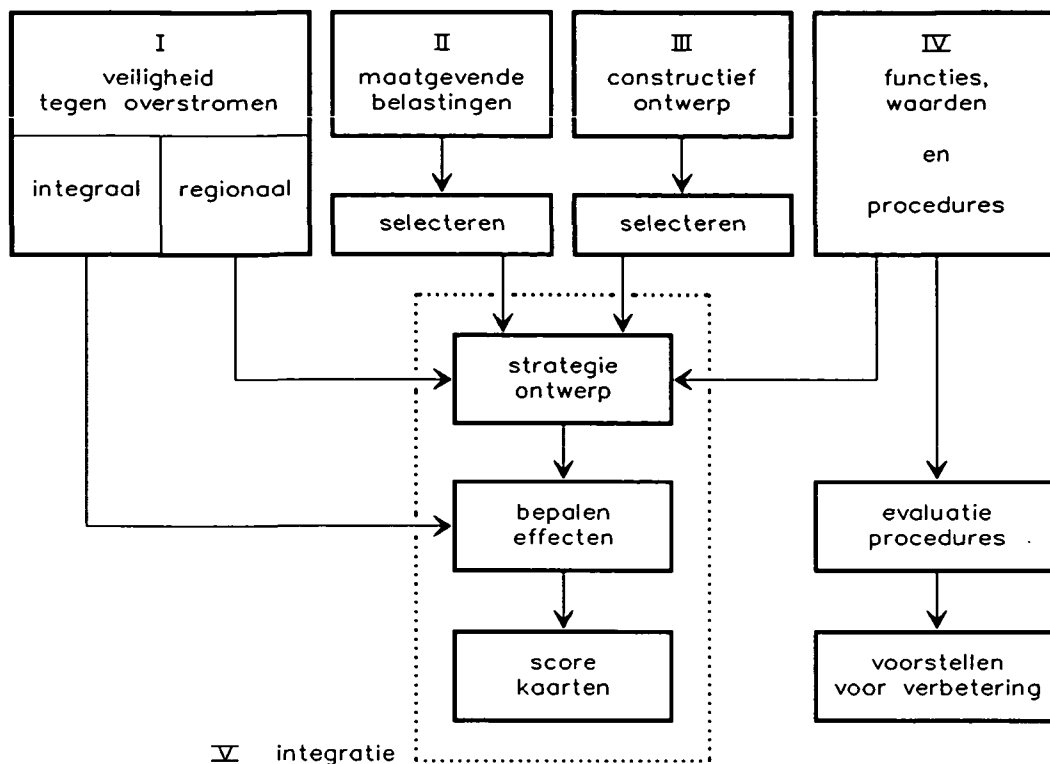
Het onderzoek naar de uitgangspunten voor de rivierdijkversterking bestaat uit vier deelonderzoeken en een integratie van de resultaten van de deelonderzoeken (zie ook Figuur 4.1):

- I de wijze van bepaling van de vanuit de maatschappij gewenste *veiligheid tegen overstroming*, hetzij als norm voor het gehele gebied, hetzij *gedifferentieerd per deelgebied*, bijvoorbeeld per dijkkring. De resultaten zijn gegeven in hoofdstuk 5;
- II de bepaling van de *maatgevende belastingen* voor de rivierdijken en maatregelen om deze belastingen te verminderen (hoofdstuk 6);
- III het *constructief ontwerp* van een stabiele beveiliging tegen overstroming (hoofdstuk 7);
- IV de *afstemming van de waterkeringsfunctie van rivierdijken met andere functies en waarden* en de bij die afstemming gebruikte *procedures* (hoofdstuk 9 t/m 11); en
- V de *integratie* van het onderzoek naar de verschillende aspecten tot mogelijke *strategische keuzen* en het presenteren van de effecten van deze keuzen (hoofdstuk 8).

Het onderzoek naar de effecten van de keuze van de veiligheid tegen overstroming en van mogelijke strategische keuzen voor de aanpak van dijkversterkingen is uitgevoerd volgens een beleidsanalytische methode.

De analyse is in een aantal stappen uitgevoerd. Maatregelen die kunnen leiden tot een vermindering van de ingreep van de dijkversterkingen op de omgeving van de dijk zijn geëvalueerd en geselecteerd met behulp van een aantal relevante criteria, bijvoorbeeld het effect van de maatregel op landschaps-, natuur- en cultuurhistorische waarden (LNC-waarden) en de kosten van de maatregel. Door combinatie van de geselecteerde maatregelen zijn strategieën geformuleerd.

De effecten van de verschillende waarden van de veiligheidsnorm, en een mogelijke regionale differentiatie daarin, zijn zichtbaar gemaakt met behulp van een aantal criteria. De effecten van de verschillende strategieën zijn op een overeenkomstige wijze zichtbaar gemaakt. Het resultaat van de analyse wordt gepresenteerd in zogenaamde 'scorekaarten', waarin het effect van de keuze voor de veiligheidsnorm en van de verschillende strategieën voor de aanpak van dijkversterkingen wordt weergegeven. Door de beleidsmaker kan, na het wegen van de effecten, een keuze worden gemaakt.



Figuur 4.1 Schema uitvoering onderzoek

De analyse en evaluatie van de bij de dijkversterking gebruikte procedures liep parallel aan het overige onderzoek. Uit de evaluatie is een voorstel voor een verbetering van de procedures afgeleid.

Het onderzoek is uitgevoerd door het Waterloopkundig Laboratorium (WL) en het European American Center for Policy Analysis/RAND (EAC/RAND) met medewerking van Grondmechanica Delft (GD), Bureau SME, het Cold Region Research and Engineering Laboratory (CRREL), Bureau Hamhuis + Van Nieuwenhuijze + Sijmons (H+N+S) en het Instituut voor Milieuvraagstukken (IVM). Het onderzoek werd uitgevoerd door vier taakgroepen voor de onderdelen I t/m IV. De integratie (hoofdaspect V) werd uitgevoerd door het gehele team.

Het project stond onder leiding van:

- Projectdirecteur: ir H.J. Overbeek (WL)
- Projectleiding: ir H.N.C. Breusers (WL) en dr W. Walker (EAC/RAND)
- Taakgroep Veiligheid: dr W. Walker (EAC/RAND)
- Taakgroep Randvoorwaarden: ir J.A.H. Wijnbenga (WL)
- Taakgroep Constructief ontwerp: ir E. Janse (GD)
- Taakgroep Functies, waarden, en procedures: dr M. Vis (WL) en dr H.P. Potman (Bureau SME).

DEEL II BESCHERMING WAARDEN EN VEILIGHEID

Hoe is veiligheid gedefinieerd?

Hoewel veiligheid zou moeten worden uitgedrukt als de kans op overstroming, wordt in de ontwerp-Wet op de waterkering de veiligheidsnorm gedefinieerd als 'de gemiddelde overschrijdingskans per jaar van de hoogste waterstand waarop de waterkering moet zijn berekend, mede gelet op overige het waterkerend vermogen bepalende factoren.' De veiligheidsnorm wordt aangegeven per 'dijkring', een gebied dat door een stelsel van waterkeringen beveiligd moet zijn tegen overstroming. De definitie in termen van de overschrijdingskans van een waterstand in plaats van een kans op overstroming, is het gevolg van het nog ontbreken van voldoende kennis om de bezwijkkans van de waterkering om een dijkkring te bepalen en om, indien een dijkdoorbraak optreedt, te bepalen wat de mate van overstroming zal zijn. De wet geeft de voorwaarden aan waaronder te zijner tijd op het gebruik van de kans op overstroming kan worden overgegaan.

5 Veiligheid tegen overstroming

5.1 Probleemstelling en aanpak

Bij de vaststelling van uitgangspunten voor de rivierdijkversterkingen is de bepaling van een maatschappelijk aanvaardbare veiligheid tegen overstroming van wezenlijk belang. De bepaling van een norm voor de veiligheid (gedefinieerd als de kans op een ernstige schade door overstroming) ligt in het maatschappelijke spanningsveld tussen de schade door overstroming (persoonlijk, materieel) enerzijds en de schade als gevolg van de rivierdijkversterkingen (verlies aan waarden en functies) en de kosten van de dijkversterking anderzijds. In dit hoofdstuk worden de gevolgen van een overstroming zichtbaar gemaakt. Dit betreft zowel de persoonlijke risico's als de materiële schade.

Omdat de kans op overstroming van een dijkkring bij de huidige stand van de kennis nog niet kan worden berekend moet, evenals in 1977, worden uitgegaan van de overschrijdingskansen van een hoogwaterstand. De Commissie Rivierdijken gaf in 1977 de aanbeveling om de rivierdijken zodanig te verbeteren dat waterstanden kunnen worden gekeerd die behoren bij een afvoer met een gemiddelde overschrijdingskans van 1/1250 per jaar. Voor de Rijn betekende dit een maatgevende afvoer van 16.500 m³/s.

In het kader van het onderzoek is verder nagegaan of, vergeleken met de situatie in 1977, er redenen zijn om aan te nemen dat er veranderingen zijn in de waarden van de criteria die bij de bepaling van een veiligheidsnorm worden gebruikt. Daarnaast is onderzocht of er zodanige gebiedsafhankelijke verschillen zijn in de waarden van de criteria, dat overwogen zou moeten worden de veiligheidsnorm per deelgebied te variëren.

De dijkringen 49, 50, 51 en 53 (rechter IJsseloever) en 44 (rechteroever van de Nederrijn) zijn niet in de analyse betrokken (zie Figuur 3.1 voor de ligging van deze dijkringen). Voor deze dijkringen is de dijkversterking in de afrondingsfase. De versterking van dijkkring 45 (de Grebbedijk) is niet in de analyse betrokken gezien de korte lengte van de te versterken dijk (5,5 km), de lage veiligheid van de bestaande dijk en de omvang van de door deze dijk beschermde belangen.

5.2 Veiligheidsnorm voor persoonlijke risico's

5.2.1 Analyse

Door de Commissie Rivierdijken wordt opgemerkt (pag. 60): '.....komt de commissie tot de conclusie dat bij een eventuele overstroming van het rivierengebied het verlies van mensenlevens weliswaar nooit is uit te sluiten, maar dat de omvang van het verlies niet nader te bepalen is. Van iedere variant veronderstelt zij daarom dat bij een overstroming een zelfde aantal mensenlevens verloren gaat, welk aantal door de commissie geschat wordt op één tot enkele tientallen, afhankelijk van de plaats(en) van de dijkdoorbraak.'

In de publieke discussie speelt de persoonlijke veiligheid vaak een belangrijke rol. Het begrip 'persoonlijk risico' is echter bij overstromingen veel breder dan de kans op overlijden ten gevolge van een bepaalde gebeurtenis. Genoemd kunnen worden gevoelens van angst en onzekerheid, ontberingen tijdens overstroming, indirecte slachtoffers (hijv. hartpatiënten) en een lange periode van sociale ontwrichting.

In voorgaande eeuwen zijn er doden gevallen ten gevolge van doorbraken van rivierdijken. Het ging dan om enkele tot tientallen slachtoffers per overstroming. Gegevens hierover zijn niet te gebruiken om het huidige risico te bepalen, omdat de situatie nu wezenlijk anders is. Door een aantal factoren zijn de persoonlijke risico's kleiner dan vroeger, zoals:

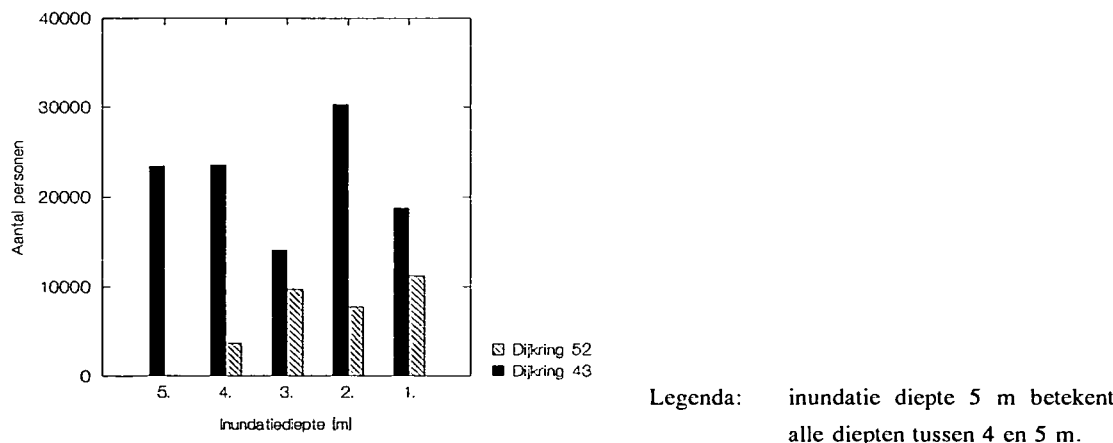
- de beschikbaarheid van betere operationele modellen om een hoogwatergolf enkele dagen vooraf te voorspellen (hoewel het moment en de plaats van de dijkdoorbraak *niet* te bepalen is);
- de betere communicatiemiddelen (die bij een overstroming ook snel uit kunnen vallen); en
- de veranderingen in de woningbouw (meer-verdiepingen woningen).

Anderzijds zijn er factoren waardoor het risico groter is geworden:

- de bevolking in de beschermde gebieden is sterk toegenomen;
- de bewoning is niet meer geconcentreerd op de hogere gronden in de polders of langs de dijken; en
- men is zich minder bewust van het gevaar van overstroming.

De maatschappij is in het algemeen kwetsbaarder geworden voor rampen.

In het rivierengebied zijn er belangrijke regionale verschillen in risico. Deze zijn onder andere afhankelijk van de te verwachten inundatiediepte en inundatiesnelheid, de nabijheid van hoge gronden en de mogelijkheden tot vluchten. Door de nabijheid van hoge gronden zijn die mogelijkheden bijvoorbeeld gunstiger voor de gebieden langs de linkeroever van de IJssel dan voor de Betuwe, waar hoge gronden ontbreken.



Figuur 5.1 Aantallen personen dat risico loopt in dijkringen 43 (Betuwe) en 52 (Oost Veluwe)

De Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen ontwikkelt modellen voor het voorspellen van het aantal slachtoffers bij overstromingen. De modellen zijn echter nog onvoldoende nauwkeurig om daaraan schattingen te ontleen voor het persoonlijk risico. Dit wordt veroorzaakt door de onzekerheden bij het voorspellen *waar* een dijk zal bezwijken en hoe groot de afmetingen van de resulterende opening dan zullen zijn.

In de nota 'Omgaan met risico's' van het Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (1988) worden normen voor *persoonlijke risico's* als gevolg van maatschappelijke activiteiten gegeven. Hierbij wordt een onderscheid gemaakt tussen het *individueel risico* (de kans per jaar dat een persoon een bepaald nadelig effect ondervindt als gevolg van het blootstellen aan een gebeurtenis) en het *groepsrisico* (de kans per jaar dat in één keer een groep van een bepaalde grootte het slachtoffer is van een ongeval).

Een activiteit wordt niet toegestaan als het *individueel risico* voor overlijden door die activiteit groter is dan 10^{-6} . Het risico wordt verwaarloosbaar geacht indien dit 100 maal zo klein (10^{-8}) is. De betekenis van de ondergrens is nog in discussie, gezien de brief van de Minister van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer van 10 december 1992 aan de Tweede Kamer. Het individueel risico kan worden bepaald door twee kansen te vermenigvuldigen: de kans dat iemand in de betrokken groep komt te overlijden als gevolg van een gebeurtenis en de kans dat die gebeurtenis, bijvoorbeeld een overstroming, plaatsvindt.

Indien (ter indicatie) wordt uitgegaan van enkele tientallen slachtoffers op een totale bevolking in de overstroombare gebieden van enkele honderdduizenden inwoners, dan is de gemiddelde kans op een slachtoffer in deze groep in de orde van 10^{-4} . Bij een kans op overstromen van $1/1250$ (ofwel $8 \cdot 10^{-4}$) per jaar is het resulterende gemiddelde persoonlijk risico het product van deze kansen, dus in de orde van $(10^{-4} \times 8 \cdot 10^{-4}) = 8 \cdot 10^{-8}$ per jaar. Bij een overstromingskans van $1/200$ per jaar is het risico 6 maal zo groot, circa $5 \cdot 10^{-7}$ per jaar. De kans op overlijden is bij deze aannamen kleiner dan de VROM-norm voor het maximaal toelaatbare individuele risico. Ter vergelijking: risico's van deze orde zijn klein ten opzichte van risico's die men vrijwillig neemt, zoals bijvoorbeeld autorijden (circa 1300 doden per jaar op 15 miljoen inwoners, dus gemiddeld een risico van $0,9 \cdot 10^{-4}$ per jaar). De waarde van een vergelijking met andere vrijwillige risico's is overigens beperkt. Het wonen in een gebied met overstromingsrisico wordt in Nederland nauwelijks als een vrijwillige keuze beschouwd.

De normstelling door VROM voor het *groepsrisico* is afhankelijk van de grootte van de groep slachtoffers per gebeurtenis. Als er tegelijkertijd 10 slachtoffers bij een calamiteit zouden vallen, is het maximaal toelaatbare risico 10^{-5} per jaar; bij een groep slachtoffers van 100 personen is het toelaatbaar risico 100 maal zo klein (10^{-7} per jaar). Deze groepsnormen zijn vooral bedoeld voor industriële risico's. Hoewel het aantal slachtoffers bij een overstroming onvoorspelbaar is, blijkt dat indien het aantal slachtoffers bij een overstroming groter dan 10 is, een veiligheidsnorm voor het risico van overstromen van $1/1250$ per jaar niet voldoet aan het volgens VROM maximaal toelaatbare niveau voor het *groepsrisico*. Risico's door natuurrampen zijn door het verschil in aard moeilijk vergelijkbaar met risico's door bijvoorbeeld industriële activiteiten. De Graaff (1985) spreekt van respectievelijk 'act of God' versus 'acts of man'.

Concrete rampenbestrijdingsplannen kunnen het aantal slachtoffers reduceren. Uit een recente inventarisatie van het Ministerie van Binnenlandse Zaken (1992) blijkt echter dat het merendeel van de regio's die met het risico van overstromen te maken hebben, onvoldoende op een dergelijke ramp geprepareerd zijn. De kans dat een preventieve evacuatie slaagt moet gering

geacht worden, onder andere omdat lang niet iedereen tijdig aan de oproep gehoor zal geven. Indien een evacuatie pas ná de dijkdoorbraak begint, is de kans op een (verkeers)-chaos groot omdat veel mensen dan met eigen vervoer zullen proberen te vluchten. De mogelijkheden tot vluchten zijn daarbij in een aantal gebieden beperkt, zoals bijvoorbeeld voor de Betuwe, waar slechts enkele brugverbindingen beschikbaar zijn. Door de Unie van Waterschappen wordt in de nota 'Het Waterschap en de rampen- en ongevallenbestrijding' gepleit voor een goede afstemming en samenwerking tussen de waterschappen en andere overheden bij de rampenbestrijding en voor de opstelling van calamiteitenplannen door de waterschappen.

5.2.2 Conclusies en aanbevelingen

Na het verschijnen van het rapport van de Commissie Rivierdijken is onderzoek verricht naar de factoren die de mate van levensgevaar bij overstroming bepalen. Dit heeft niet geleid tot andere inzichten dan verwoord in het rapport van de Commissie Rivierdijken. Het persoonlijk risico voor overlijden door overstroming van het riviereengebied kan ook nu nog niet worden bepaald. Het persoonlijk risico is van belang bij de keuze van een gewenst veiligheidsniveau, maar kan daarbij niet het enige bepalende criterium zijn.

Het *individuele* risico van overlijden door overstroming is naar schatting klein ten opzichte van wat VROM maximaal toelaatbaar stelt. Het *groepsrisico* bij overstromingen is groter dan de door VROM ontwikkelde normen indien het aantal slachtoffers per gebeurtenis groter dan 10 zou zijn. Overigens zijn de VROM normen ontwikkeld voor persoonlijke risico's door maatschappelijke activiteiten en niet voor natuurrampen zoals overstromingen. Aanbevolen wordt de mogelijkheden tot beperking van het aantal slachtoffers nader te onderzoeken en te concretiseren. Met een goed waarschuwingssysteem kan het persoonlijk risico door overstromingen worden verkleind.



Hoogwater 1988

Foto: Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen

5.3 Materiële schade door overstrooming

Voor het bepalen van de mogelijke materiële schade door overstrooming zijn van belang:

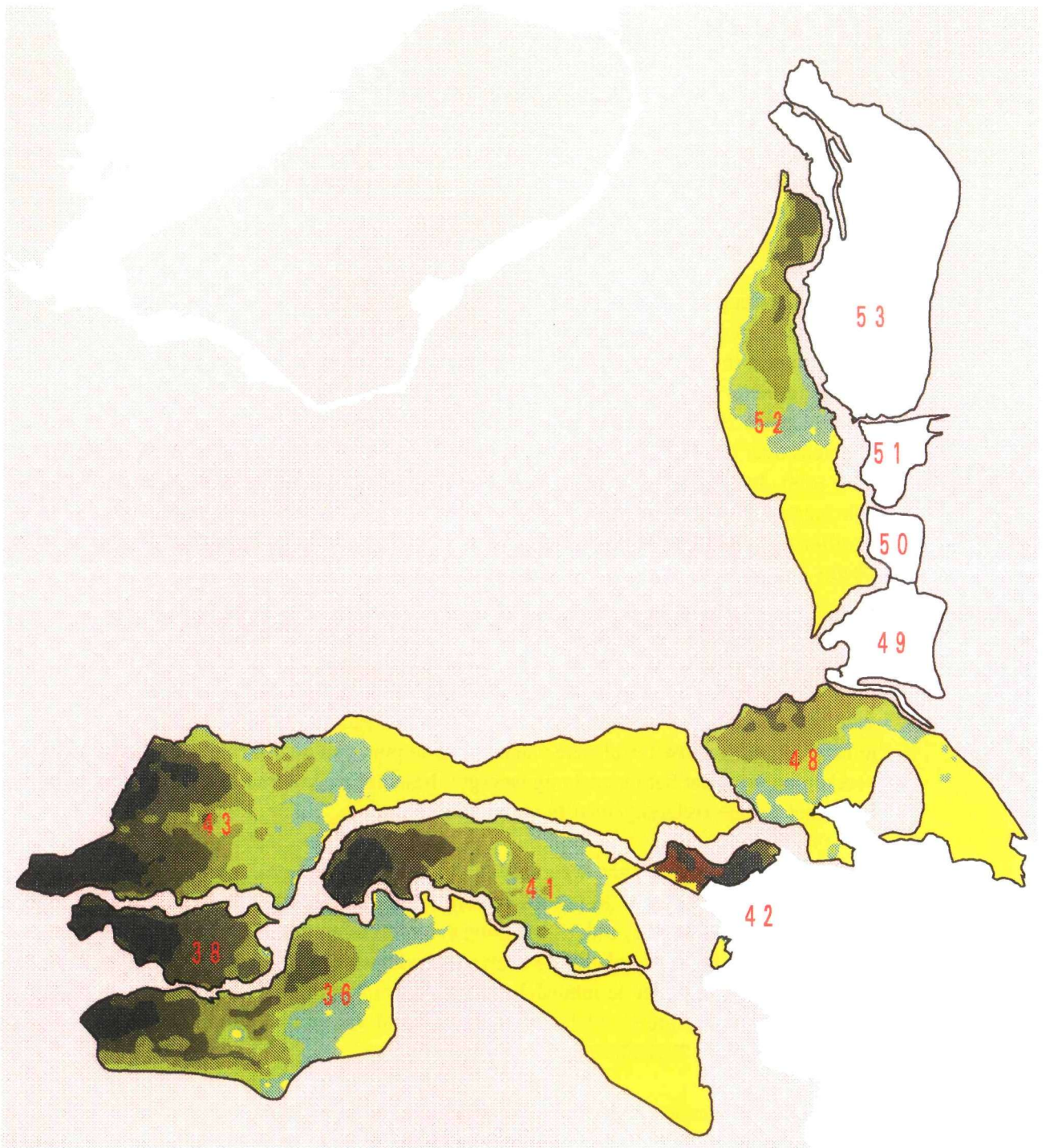
- de waarde van de in de beschermde gebieden aanwezige woningen, inboedels, voertuigen, industrieën, landbouw- en veeteeltbedrijven en infrastructuur (wegen, spoorwegen, utiliteitswerken); en
- de uitgebreidheid en diepte van de inundaties.

Voor de bepaling van de in het onderzoeksgebied aanwezige economische waarden is gebruikt gemaakt van gegevens van het CBS, zoals aantallen inwoners, huizen, landbouw, industriële investeringen en produktie. Aangenomen is dat een ernstige overstrooming leidt tot één jaar produktieverlies voor landbouw en industrie. De schade aan infrastructuur en eventuele kosten van evacuatie zijn niet in de schadebepaling meegenomen. De gegevens zijn samen met gegevens over de hoogteligging van het gebied opgenomen in een geografisch informatiesysteem (GIS). In Figuur 5.2 is een overzicht weergegeven van de inundatiegebieden binnen de dijkringen die onderzocht zijn. Hierbij is uitgegaan van een horizontale waterspiegel. Omdat de dijkringen een bepaald verhang vertonen betekent deze aanname dat bij een inundatie slechts een gedeelte van een dijkkring overstroomt.

Voor de bepaling van de uitgebreidheid en diepte van de inundaties zijn een groot aantal aannamen benodigd, onder andere over de plaats en afmetingen van de dijkdoorbraak en de waterstand waarbij de doorbraak optreedt. Gezien de onzekerheden in deze aanpak zijn in deze studie een aantal vereenvoudigende aannamen gedaan. Voor de maximale waterstand in een dijkkring is MHW ter plaatse van het laagste punt van de dijkkring aangehouden. Uit een berekening volgt dat het in een hoogwatergolf beschikbare volume aan water ruim voldoende is om het gehele rivierengebied te inunderen.

Wanneer dijkdoorbraken aan weerszijden van dezelfde riviertak worden uitgesloten, is het mogelijk dat de dijkringen 36 (noord-oostelijk deel van Noord-Brabant), 43 (de Betuwe) en 52 (westelijke IJsseloever) tijdens een hoogwatergolf overstroomd worden. De diepte van de inundatie is van belang omdat in de analyse schadefactoren worden gebruikt die de relatieve schade, bijvoorbeeld aan de inboedel, geven als een functie van de maximale diepte van de inundatie. De gebruikte schadefactoren zijn afgeleid van studies van de Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen (TAW).

Hoewel de aannamen vatbaar zijn voor discussie, geven de berekeningen een beeld van de mogelijke omvang van de potentiële schade. De schatting van de schade door een overstrooming in het rivierengebied is in de orde van 15.000 tot 52.000 *Mf*. Het eerste cijfer is voor een mogelijke overstrooming van de Betuwe alleen, het tweede voor de mogelijke combinatie van dijkringen 36, 43 en 52 (voor de ligging van de dijkringen, zie Figuur 3.1). De maximale schade, bij inundatie van de 8 onderzochte dijkringen, zou 80.000 *Mf*. bedragen.



Legenda:

42 dijkring

Inundatiedieptes

0 - 1 meter

2 - 3 meter

4 - 5 meter

1 - 2 meter

3 - 4 meter

5 - 6 meter

Figuur 5.2

Inundatiegebieden binnen dijkringen

Bron: Meetkundige Dienst

Voor een vergelijking van de potentiële schade met de vereiste investeringen in de dijkversterkingen is de jaarlijkse schadeverwachting gekapitaliseerd tot een netto contante waarde (NCW). Dit is het bedrag dat nu vastgezet zou moeten worden om de toekomstige verwachte schade te kunnen vergoeden. Voor de berekening van de NCW is het geldende officiële disconto van 5% gebruikt en is een reële waardestijging (zonder inflatie) van 2% per jaar aangenomen.

Naast de economische schade ten gevolge van overstroming zijn er minder goed meetbare schaden zoals het verlies aan LNC-waarden in het overstroomde gebied, de verstoring van het doorgaande verkeer (wegen en spoorwegen), de vervuiling van de grond door afzetting van vervuild riviersediment en de mogelijkheid van schade aan het milieu door ongelukken als gevolg van de inundatie van industriële bedrijven. Deze vormen van schade, hoewel mogelijk aanzienlijk, zijn buiten beschouwing gelaten.

Verzekeren van de schade

In de discussie rond de overstromingen zijn verzekeren en fondsvorming als alternatieven genoemd. De mogelijkheden voor verzekering zijn in het kader van het onderzoek onderzocht door het Instituut voor Milieuvraagstukken (IVM). Bij het onderzoek is overleg gepleegd met deskundigen op het gebied van verzekeringen. De conclusie van dit onderzoek is dat, gezien de grootte van de potentiële schade en de lage frequentie van de schade, verzekeren niet mogelijk is.

In de Verenigde Staten bestaat een verplichte verzekering voor (noodzakelijke) activiteiten in de overstromingsgevoelige delen van de rivierdalen, maar deze verzekering dekt slechts een deel van de schade. Bovendien wordt bij verzekeren altijd de eis van preventie gesteld. Aangezien met relatief geringe uitgaven voor dijkversterking (zie hoofdstuk 8) het risico voor schade door overstroming aanzienlijk kan worden beperkt, blijkt verzekeren geen alternatief.

Schadefonds

De overheid kan als 'verzekeraar' optreden via de vorming van een schadefonds. De benodigde jaarlijkse stortingen in dit fonds dienen gelijk te zijn aan de gemiddelde schadeverwachting. In de discussies over de rivierdijkversterkingen is opgemerkt dat de voor dijkversterking benodigde investeringen gebruikt zouden kunnen worden voor de vorming van een schadefonds. Dit is echter voor de overheid geen aantrekkelijk alternatief, omdat bij een vergroting van het risico van 1/1250 per jaar naar 1/500 per jaar of 1/200 per jaar de toename van de gekapitaliseerde schade veel groter is dan de vermindering van de uitgaven voor dijkversterking.

5.4 Invloed dijkversterking op bestaande waarden

5.4.1 Waardering volgens de Commissie Rivierdijken

Voor de bepaling van de waarden die direct door dijkversterkingen geschaad zouden kunnen worden, heeft de Commissie Rivierdijken een drietal facetkaarten laten maken van de landschappelijke, cultuurhistorische en natuurwetenschappelijke (botanische) waarden langs de rivierdijken. Een geïntegreerde kaart is niet vervaardigd, omdat de onderscheiden parameters per facet hiervoor te veel verschillen. Voor de inventarisatie is aan weerszijden van de dijk een strook van 50 meter bestudeerd. Andere functies en waarden van de rivierdijken zijn niet in beschouwing genomen. Voor een meer gedetailleerde beschrijving van de gevolgde methodiek, zie hoofdstuk 9.

5.4.2 Mogelijke veranderingen in de criteria

Landschappelijke, natuur- en cultuurhistorische waarden (LNC-waarden) spelen ook in de huidige discussie over de dijkversterking een zeer belangrijke rol. Daarnaast kunnen andere functies en waarden van de rivierdijken onderscheiden worden die van belang zijn bij het maken van keuzes ten behoeve van de rivierdijkversterking en die als zodanig gebruikt kunnen worden als criteria voor de evaluatie van verschillende strategieën.

Om een betere indruk te krijgen van de mogelijke veranderingen in de waardering van het rivierenlandschap en de betekenis van de rivierdijken daarin, zijn bijeenkomsten belegd met een aantal 'homogene groepen'. Een 'homogene groep' is een groep mensen die een belang gemeen hebben en daarover gezamenlijk discussiëren. Deze methodiek werd oorspronkelijk alleen gebruikt in marktonderzoek, maar wordt meer recent ook in beleidsonderzoek toegepast. Vrij snel wordt hiermee een beeld verkregen van wat de groep als geheel van belang acht. In dit onderzoek was het doel een beeld te verkrijgen van de criteria die voor de verschillende groepen van belang zijn bij de beoordeling van de waarde van de rivierdijken en het rivierenlandschap.

Daarbij is ook de mening van de groepen gepeild over de procedures die bij de voorbereiding van dijkversterkingsprojecten zijn gebruikt. Vier groepen zijn geïnterviewd: 'dijkbewoners' uit Neerijnen en omgeving, 'stadsbewoners' uit Arnhem, leden van 'milieugroepen' uit Gelderland en leden van 'actiegroepen'. Daarnaast is overlegd met vertegenwoordigers van de waterschappen in het rivierengebied.



Wonen langs de dijk

Foto: Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen

Uit de gesprekken zijn de volgende criteria afgeleid die, naast de LNC-waarden, als criteria voor de beoordeling van strategieën gebruikt kunnen worden:

- het rivierenlandschap is een onderdeel van het Nederlandse cultuurofgoed en moet als een nationaal erfgoed worden bewaard;
- veranderingen in het gebied moeten beperkt en geleidelijk zijn; geen open-lucht museum, maar wel zoveel mogelijk waardevolle zaken sparen; er was een duidelijke zorg om de veranderingen van de sociale structuur van de woongemeenschappen bij de dijk door de dijkversterkingen;
- de mate waarin het rivierenlandschap als geheel door de dijkversterking wordt aangetast. Een geïntegreerde benadering, waarbij landschapsbepalende elementen in hun onderlinge samenhang worden beschouwd, en niet het sparen van individuele elementen (huizen, bosjes, wielen, etc.) wordt als belangrijk ervaren;
- dijken hebben een duidelijke functie voor de recreatie, met name voor fietsers; en
- veiligheid voor de bewoners is zeker een belangrijk criterium, maar moet worden gegarandeerd onder het zoveel mogelijk handhaven van de bestaande waarden.

De analyse van functie en waarden (zie Hoofdstuk 9 en deelrapport 4) van de rivierdijken en het rivierenlandschap bevestigt de conclusies die op grond van de resultaten van de homogene groepen getrokken zijn: er is duidelijk behoefte aan een meer geïntegreerde aanpak van de problematiek, waarbij het totaal aan waarden en functies van de rivierdijken in de overwegingen betrokken wordt en het landschap als geheel meer aandacht krijgt. Het uitsluitend sparen van enkelvoudig landschaps-, natuur- of cultuurhistorische elementen wordt als minder zinvol ervaren.

5.4.3 Bepaling schade aan LNC-waarden

Voor de bepaling van de effecten van een verandering van de veiligheidsnorm en van strategieën ter verlaging van MHW was het onmogelijk in het kader van het huidige onderzoek nieuwe inventarisaties van LNC-waarden uit te voeren. De Commissie Rivierdijken heeft de inventarisatie en waardering van LNC waarden, en de invloed die dijkverbetering op deze waarden heeft, zeer terdege uitgevoerd. Wij hebben er noodgedwongen voor gekozen in het huidige onderzoek gebruik te maken van deze inventarisatie en waardering en de berekende schadecoëfficiënten over te nemen. Aangenomen is dat, behalve voor de vegetatie, de veranderingen sindsdien niet groot zijn. De gegevens zijn afgeleid van de voor de Commissie vervaardigde kaarten. De geïntegreerde benadering in de waardering van het rivierenlandschap komt op deze wijze helaas (nog) niet tot uitdrukking.

Bij de analyse is aangenomen dat bij een verlaging van MHW niet alleen de lengte van de te versterken dijken, maar ook de vermindering in de verbreding van de dijken een rol speelt. Uitgaande van de schadecoëfficiënten, zoals bepaald door de Commissie Rivierdijken, zijn relaties afgeleid die de schade als functie van de verbreding aangeven. De verschillende coëfficiënten zijn samengesteld tot drie schadecoëfficiënten voor landschap, natuur en cultuurhistorie. De invloed van MHW-verlaging op de aanlegbreedte van de dijk wordt behandeld in sectie 7.4. *Benadrukt wordt dat de LNC-waarden, gezien de wijze van bepalen slechts in relatieve zin geïnterpreteerd kunnen worden.*

5.5 Kosten van dijkversterking

Voor de raming van de kosten van de nog te verhogen/versterken rivierdijken is gebruik gemaakt van gegevens verstrekt door Rijkswaterstaat, Directies Gelderland en Noord-Brabant en de waterschappen. De kosten zijn omgerekend naar totale directe kosten. Voor de voorbereidingskosten is 15% van deze bedragen aangehouden. De totale kosten (inclusief de voorbereidingskosten) van de nog te verbeteren dijken in de onderzochte dijkringen (370 van de in totaal 570 km) worden geraamd op bijna 900 Mf. De kosten van het onderhoud van de dijken bedragen volgens de waterschappen gemiddeld circa f. 4.000/km per jaar.

Voor de invloed van een verandering van MHW op de directe kosten is gebruik gemaakt van de berekeningen van de verandering in doorsnede en ruimtebeslag als functie van de verandering in MHW en van schattingen van deskundigen. Voor de beschrijving van de methodiek wordt verwezen naar sectie 7.4. Bij de bepaling van de kosten van uitgekende ontwerpen, waaronder toepassing van bijzondere constructies, is aangenomen dat in stadskernen deze constructies in de huidige praktijk al worden toegepast. De analyse heeft zich toegespitst op verbeteringen in de huidige praktijk en op het oplossen van knelpunten, waar bijvoorbeeld aan weerszijden van de bestaande dijk waardevolle elementen aanwezig zijn (zie ook sectie 7.3.2). Op basis van de hiervoor genoemde informatiebronnen zijn de extra kosten, zowel van aanleg als van onderhoud, voor de toepassing van uitgekende ontwerpen geraamd. Aangenomen is verder dat de door RWS en de waterschappen geraamde kosten geldig zijn voor de huidige uitvoeringspraktijk. In deze praktijk wordt al getracht zoveel mogelijk knelpunten op te lossen, in het algemeen echter zonder toepassing van bijzondere constructies omdat dit tot een grote kostenverhoging zou leiden.

Benadrukt wordt dat, gezien de globale wijze van schatten van de kosten, deze alleen relatief gebruikt mogen worden. De kosten voor de basis-situatie stemmen overeen met die uit de planning van de Landelijke Coördinatiecommissie Dijkversterkingen (LCCD). Verschillen ten opzichte van deze basis-situatie hebben slechts een beperkte nauwkeurigheid.

5.6 Regionale analyse

Door de Commissie Rivierdijken wordt opgemerkt dat kan worden overwogen voor bepaalde delen van het riviereengebied een groter risico te aanvaarden dan voor het resterende deel. De Commissie beval dit met name aan voor de dijkverbetering langs de westelijke oever van de IJssel, in verband met de nabijheid van hoge gronden. Deze suggestie van de Commissie is niet overgenomen in het regeringsbesluit. In dit onderzoek is de mogelijkheid van een differentiatie opnieuw geanalyseerd. Hiervoor is dijkkring 52, het gebied tussen de linkeroever van de IJssel en de hoge gronden van de Veluwe als voorbeeld genomen. Ter vergelijking is ook dijkkring 43 (de Betuwe) apart geanalyseerd. Op soortgelijke wijze als voor het gehele gebied zijn de waarden voor de verschillende criteria bij verschillende waarden van de veiligheidsnorm voor dijkkring 52 bepaald. Het resultaat van deze analyse wordt in hoofdstuk 8 besproken.

In de discussie rond de dijkversterkingen zijn ringdijken om waardevolle gebieden genoemd als mogelijkheid om de bestaande dijken niet of minder te verhogen. De vraag doet zich daarbij voor wat wel en wat niet wordt beschermd. Alleen het beschermen van de grotere woonkernen zou leiden tot een beperkte reductie van de schade. De ringdijken om de bewoonde gebieden moeten in ieder geval zeer veilig zijn, omdat bij een eventuele doorbraak van de ringdijk de snelheid van inundatie van het gebied binnen de ringdijken zeer groot is en daarmee ook de kans op slachtoffers. Het aanleggen van ringdijken zal een zeer groot effect op het landschap hebben. Ringdijken zijn dus in het algemeen geen aantrekkelijk alternatief voor het verlagen van de veiligheidsnorm.

6 Maatgevende belastingen

6.1 Probleemstelling en aanpak

Bij een gekozen waarde van de veiligheidsnorm dienen de maatgevende belastingen voor het ontwerpen van een stabiele rivierdijk te worden bepaald. Voor de belastingen op de rivierdijken spelen de waterstanden een doorslaggevende rol. De maatgevende situatie wordt bepaald door de maatgevende hoogwaterstand (MHW), behorend bij een afvoer met een overschrijdingskans gelijk aan die van de gekozen veiligheidsnorm. Bij MHW moet het dijkprofiel een zodanige sterkte bezitten dat de kans op stabiliteitsverlies klein is.

Voor de bepaling van de afvoer die overeenkomt met de gekozen veiligheidsnorm is een groot aantal factoren van belang. De maatgevende afvoer kan veranderen door veranderingen in het bovenstroomse gebied, door klimaatsveranderingen, etc. De bepaling van de maatgevende afvoer is tevens afhankelijk van de wijze van extrapoleren vanuit de beperkte reeks van waarnemingen. De invloed van deze factoren is onderzocht.

De vertaling van de maatgevende afvoer naar MHW is eveneens afhankelijk van een groot aantal factoren zoals de vorm, het dwarsprofiel en de ruwheid van de rivier. De ruwheid van de rivier bij extreme afvoeren moet, bij gebrek aan waarnemingen bij die situaties, worden geschat met behulp van waarnemingen bij lagere afvoeren. De methoden die zijn gebruikt voor de schatting van de ruwheid bij hoge afvoeren en de bepaling van MHW zijn geëvalueerd.

Daarnaast is uitgebreid aandacht gegeven aan de invloed van ijsdekken en ijssdammen. Dit is gedaan naar aanleiding van een recente publikatie (Bervaes, 1991), waarin wordt gesteld dat ijssdammen bepalend zouden zijn voor het optreden van dijkdoorbraken. Voor ijssdammen is getoetst of bestaande inzichten moeten worden aangepast op grond van nieuwe inzichten.

Maatregelen om MHW te verlagen

In de discussie rond de dijkversterkingen is een groot aantal maatregelen voorgesteld met als doel MHW te verlagen. Genoemd kunnen worden maatregelen in de bovenstroomse gebieden (bijvoorbeeld reservoirbeheer in Duitsland, Frankrijk, België) en in het Nederlandse rivierengebied (bijvoorbeeld de verandering van de afvoerverdeling tussen de Rijntakken).

Verder zijn genoemd het opnieuw inrichten van overlaten en overlaatgebieden ('groene rivier') en het inrichten van bepaalde gebieden met een relatief lage maatschappelijke waarde als opvangbekken. Door het laten onderlopen van deze gebieden worden de waterstanden in de riviertakken langs andere, meer waardevolle gebieden gedurende de hoogwaterperiode verlaagd. Daarnaast zijn er suggesties gedaan om de afvoercapaciteit van de rivier te vergroten door het verlagen van de kribben, de rivierbodem of de uiterwaarden. In het onderzoek zijn deze maatregelen geëvalueerd op basis van de effecten op MHW, de daaruit volgende vermindering van schade als gevolg van dijkversterking, de effecten op de overige functies van de rivier en de kosten van de maatregelen.

6.2 Afvoeren

Voor de bepaling van een maatgevende afvoer (de afvoer met een bepaalde overschrijdingskans) is een extrapolatie uit waarnemingen van gemeten extreme afvoeren noodzakelijk. De beschikbare periode met waarnemingen is circa 90 jaar. Dit betekent een zeer grote mate van extrapolatie en daardoor een beperkte nauwkeurigheid. In de analyse kunnen jaarmaxima of afvoerpieken boven een bepaalde drempelwaarde gebruikt worden. Afhankelijk van het type van de reeks (afvoerpieken of jaarmaxima) worden in de literatuur verschillende frequentieverdelingen gebruikt voor de extrapolatie, zoals de exponentiële verdeling, de Gumbel verdeling en de Pearson III verdeling.

De toepassing van verschillende frequentieverdelingen leidt meestal tot belangrijke verschillen tussen de geëxtrapolerde waarden. Om tot een goede keuze te komen van een geschikte verdeling is in principe een studie noodzakelijk naar het ontstaan en gedrag van extreme afvoeren. Voor een dergelijke studie is een hydrologisch/hydraulisch model noodzakelijk. Indien een dergelijk model niet beschikbaar is, zoals voor de Rijn, moeten de toepassingsmogelijkheden van verdelingen worden gebaseerd op de mate van overeenkomst met de beschikbare gegevens. De bepaling van de maatgevende afvoer kan dan worden gebaseerd op de middeling van uitkomsten van een aantal verdelingen die een goede overeenkomst met de metingen geven.

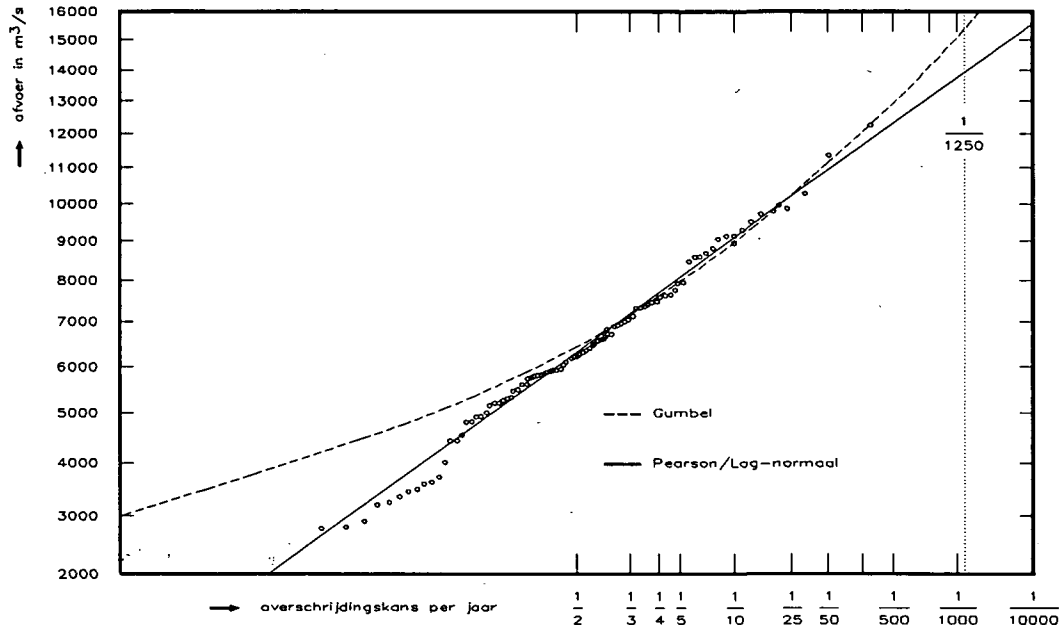
6.2.1 Bepaling maatgevende afvoer van de Rijn door de Commissie Rivierdijken

Door de Commissie Rivierdijken (1977) is gekozen voor toepassing van de exponentiële verdeling op *afvoerpieken* boven een bepaalde drempelwaarde om de gemeten afvoeren van de Rijn te extrapoleren. Voor de overschrijdingsfrequentie van 1/1250 per jaar werd met behulp van deze verdeling voor de Rijn een afvoer van 16.500 m³/s bepaald. Over de toepassing van deze verdeling is destijds advies gevraagd aan het Mathematisch Centrum (MC). De verdeling is getoetst met een aantal statistische toetsen. Mede op grond van deze toetsen werd de gekozen verdeling door het MC als voldoende gewaardeerd. Het MC heeft ook de normale en de log-normale verdelingen in de analyse betrokken. Voor de Maas is later door Rijkswaterstaat een maatgevende afvoer bepaald van 3.650 m³/s, eveneens op basis van een extrapolatie met de exponentiële verdeling.

6.2.2 Analyse frequentieverdelingen

In dit onderzoek is de toepassingsmogelijkheid van verschillende voor extreme afvoeren geëigende frequentieverdelingen onderzocht. Voor de evaluatie van de frequentieverdelingen is een meetreeks van *jaarmaxima* voor Lobith (1901-1990) gebruikt. De waarde van de hoogwaterafvoer van 1926 is gecorrigeerd van 13.000 m³/s naar 12.280 m³/s overeenkomstig de monografie over de Rijn (Internationale Commissie voor de Hydrologie van de Rijn, 1977). Op basis van een visuele beoordeling van de mate van overeenstemming met de afvoergegevens zijn de Gumbel, Pearson III en log-normale verdelingen geselecteerd voor toepassing op deze jaarmaxima. Alleen bij de Gumbelverdeling is een discontinuïteit in de verdeling zichtbaar. Deze ligt tussen 7.000 en 8.000 m³/s. Om deze reden kan de Gumbel verdeling alleen worden toegepast als er een ondergrens op de afvoergegevens wordt toegepast.

Toepassing van de Gumbel verdeling voor de extrapolatie naar een frequentie van 1/1250 per jaar (met bovengenoemde waarden als ondergrens) geeft een afvoer tussen 14.075 en 15.375 m³/s. Bij een conservatieve aanname voor de ondergrens (7.000 m³/s) is de geëxtrapolerde afvoer 15.375 m³/s. De Pearson III en log-normale verdeling geven beide een goede overeenkomst met de afvoergegevens. De afvoer op basis van deze verdelingen is resp. 14.250 en 14.025 m³/s (zie ook Figuur 6.1)



Figuur 6.1 Frequentieverdeling afvoeren

In een onafhankelijk onderzoek heeft prof. dr P. Groeneboom een benadering van de gegeneraliseerde Pareto verdeling toegepast op de *afvoerpieken* voor de periode 1901-1991 met een zichtduur van 15 dagen en een ondergrens van 5.000 m³/s. De resultaten kunnen worden vergeleken met de uitkomsten van de studie voor de Commissie Rivierdijken, die op een soortgelijke, maar kortere reeks gegevens zijn gebaseerd. De maatgevende afvoer voor een overschrijdingsfrequentie van 1/1250 per jaar bedraagt volgens deze verdeling 13.950 m³/s voor de aanname dat de afvoer van de Rijn in 1926 gelijk was aan 12.280 m³/s. Indien de afvoer in 1926 wordt gesteld op 13.000 m³/s, dan wordt een maatgevende afvoer van 14.450 m³/s berekend. Het verschil in beide aannames bedraagt dus 500 m³/s.

Voor de afvoeren van de Maas geeft een analyse met verschillende frequentieverdelingen minder grote verschillen. Met de Gumbel verdeling (ondergrens 1.000 m³/s) en de Pearson verdeling wordt voor een overschrijdingsfrequentie van 1/1250 per jaar een afvoer van respectievelijk 3.600 en 3.200 m³/s bepaald.

6.2.3 Invloed klimaatsveranderingen

Klimaatwijzigingen hebben een belangrijke invloed op de afvoeren van rivieren. Ook sinds de laatste ijstijd zijn er schommelingen in het klimaat opgetreden. Het is echter niet mogelijk deze te herkennen in de rivierafvoeren, omdat betrouwbare gegevens over lange tijd ontbreken. Wel zijn vaak langere reeksen van waterstanden beschikbaar, maar deze zijn minder goed bruikbaar omdat ook de geometrie van de rivier is veranderd, bijvoorbeeld door veranderingen van de bodem of door werken in de rivier.

Onderzoekingen over de mogelijke veranderingen in het klimaat maken gebruik van Global Circulation Models (GCM's). Dit zijn driedimensionale modellen die zijn ontwikkeld op basis van numerieke modellen voor weersvoorspelling. Het nadeel van de GCM's is dat de maaswijdte nog zeer grof is en dat de modellen grote rekentijdstappen hebben. Het merendeel van de modellen voorspelt, als gevolg van de stijging van het gehalte aan CO₂ en andere gassen in de atmosfeer, voor de gematigde zone een stijging van de temperatuur, een toename van de neerslag in de winter en een afname van de neerslag in de zomer. Door de stijging van de temperatuur zal ook de verdamping toenemen, waardoor de verschillen tussen de rivierafvoeren in de zomer en de winter zullen toenemen.

De grootte van de maaswijdte in de huidige modellen (orde 1.000 km) maakt, voor een middelgrote rivier als de Rijn, voorspellingen over veranderingen in de afvoeren vooralsnog onmogelijk. Het is de verwachting dat de nauwkeurigheid van de modellen snel zal toenemen. Momenteel worden modellen met een kleinere maaswijdte getest. De resultaten hiervan zijn echter nog niet betrouwbaar genoeg. Het is wel mogelijk om een aanname te doen over veranderingen in het regenvalpatroon en de invloed daarvan op de rivierafvoeren te onderzoeken. Geconcludeerd moet worden dat op zeer korte termijn geen betrouwbare uitspraken over de veranderingen van de rivierafvoeren kunnen worden gedaan.

6.2.4 Invloed wijzigingen in stroomgebied

Veranderingen in het stroomprofiel van de Rijn

In Zwitserland zijn in de tweede helft van de 19^{de} eeuw grote wijzigingen in de loop van de zijrivieren van de Rijn aangebracht, die tot een sterke demping van de afvoerpieken hebben geleid. Anderzijds zijn in de Rijn beneden Basel aanpassingen doorgevoerd die de piekafvoeren juist vergroten. Sinds 1817 zijn hier belangrijke wijzigingen aangebracht ter verbetering van de scheepvaart en het opwekken van elektrische energie. Daarnaast zijn dijken aangelegd ter vermindering van het gevaar voor overstromingen. Tussen Basel en Maxau bijvoorbeeld is tot 1977 circa 860 km² aan bergingsoppervlak verloren gegaan. Dit heeft naast een kleinere demping ook een grotere voortplantingssnelheid van de hoogwatergolven tot gevolg, waardoor met name de piekafvoeren op de Oberrhein meer samenvallen met afvoermaxima van de zijrivieren.

Met de aanleg van opvangbekkens bovenstrooms van Worms wordt getracht het verlies aan berging te compenseren. In dit kader is in 1982 een overeenkomst getekend tussen Frankrijk en Duitsland voor de aanleg van opvangbekkens met een inhoud van circa 200 miljoen m³. Op dit moment is circa 50% daarvan gereed. Uit Duitse berekeningen blijkt dat dit voor de stations Maxau en Worms een verbetering geeft, hoewel de oude situatie nog niet is bereikt.

De dempende werking van deze bekkens op de piekafvoer verder benedenstrooms wordt sterk bepaald door de herkomst van de hoogwatergolven. Komen zij vooral van de zijrivieren van de Mittel- en Niederrhein, zoals ook bij de grote afvoer van 1926 het geval was, dan is het effect van de bekkens gering. Simulaties van historische hoogwaters in de beoogde nieuwe riviergeometrie, die tot Keulen zijn uitgevoerd, geven aan dat voor lager gelegen stations, ook bij volledige aanleg van de bekkens, de oorspronkelijke situatie niet meer zal worden bereikt. Er moet met een verhoogde piekafvoer rekening worden gehouden.

Veranderingen door verstedelijking en ontbossing

Verstedelijking van een stroomgebied leidt in het algemeen tot een toename in het volume van de afvoer, een kortere tijd tussen de neerslag en het optreden van de afvoergolf en een toename van de piekafvoer bij een gegeven overschrijdingsfrequentie. Deze effecten zijn echter alleen duidelijk te herkennen voor stroomgebieden waarvan het bebouwde oppervlak een relatief groot deel uitmaakt. Voor het stroomgebied van de Rijn wordt aan deze voorwaarde alleen voldaan door enkele zijrivieren, met name de Ruhr. Het effect op de totale piekafvoer bij Lobith is eerder een functie van het verschuiven in de tijd van de pieken op de hoofd- en zijrivier dan van veranderingen in de absolute piekwaarde.

Uit een recente Duitse studie over de 1925/26 afvoer kan worden afgeleid, dat door verstedelijking de piekafvoer van de Ruhr nu meer uit fase zou komen met de piekafvoer op de Rijn, waardoor de piekafvoer bij Lobith zou verminderen. Voor een meer algemene conclusie over mogelijke effecten van veranderingen in het stroomgebied is een studie noodzakelijk waarin, uitgaande van verschillende neerslagpatronen, de synchronisatie van de piekafvoeren en het uiteindelijke effect van urbanisatie op de afvoerpiek bij Lobith wordt vastgesteld. Over het effect van ontbossing op het voorkomen van piekafvoeren in het stroomgebied van de Rijn zijn geen studies bekend. Wel zijn er aanwijzingen dat de afvoeren toenemen door de aantasting van de bossen als gevolg van luchtverontreiniging. Kwantitatieve uitspraken over de effecten op de piekafvoeren kunnen niet op korte termijn worden gedaan.

6.2.5 Conclusies en aanbeveling maatgevende afvoeren

Conclusies

Op basis van een middeling van frequentie-analyses van de *jaarmaxima* is de afvoer van de Rijn met een overschrijdingskans van 1/1250 per jaar bepaald op 14.500 m³/s. De resultaten van de frequentie-analyse van *afvoerpieken* groter dan 5.000 m³/s komen goed met deze waarde overeen. De analyse van effecten van veranderingen in de rivier bovenstrooms van Lobith wijst op een verhoging van de historische afvoeren, indien deze nu weer zouden optreden. Om hiervoor te corrigeren is 500 m³/s toegevoegd aan de hierboven genoemde waarde. Daarbij is geen rekening gehouden met compenserende maatregelen in Duitsland (opvangbekkens), omdat het effect hiervan bij Emmerich/Lobith nog niet bekend is. Door het uitvoeren van een gedetailleerde modellering van het traject Keulen-Lobith zou dit effect kunnen worden bepaald.

Voor de invloed van klimaatsveranderingen kan alleen het effect van bepaalde aannamen over veranderingen in regenval en temperatuur worden bepaald via scenario-berekeningen. Daar er nog geen overeenstemming bestaat over het meest waarschijnlijke scenario is het effect van klimaatsveranderingen hier verder buiten beschouwing gelaten. Er zijn geen gegevens beschikbaar over het kwantitatieve effect van veranderingen in het stroomgebied zoals verstedelijking en her/ontbossing.

Geconcludeerd wordt dat voor de maatgevende afvoer met een overschrijdingskans voor 1/1250 per jaar voor de Rijn een waarde van 15.000 m³/s kan worden aangehouden. Hoewel er aanwijzingen zijn dat de huidige waarde voor de maatgevende afvoer van de Maas aan de hoge kant is, is er onvoldoende ondersteuning voor een wijziging. Vooralsnog wordt voorgesteld de maatgevende afvoer voor de Maas te handhaven op 3.650 m³/s.

Aanbeveling

Zoals eerder gesteld kan een goede onderbouwing voor de extrapolatie van afvoeren alleen worden verkregen door de toepassing van een hydrologisch/hydraulisch model. Aanbevolen wordt een dergelijk model op te zetten voor het stroomgebied van de Rijn. Met dit model kunnen ook de effecten worden bestudeerd van veranderingen in het stroomgebied, de riviergeometrie en van eventuele klimaatsveranderingen.

6.3 Maatgevende hoogwaterstanden (MHW) en waakhogte

6.3.1 Keuze van de berekeningsmethode

Traditioneel werd de dijkhoogte bepaald op basis van de hoogst waargenomen waterstand plus een veiligheidsmarge. Het is beter uit te gaan van een maatgevende afvoer met een bepaalde overschrijdingskans en daarbij de maatgevende hoogwaterstanden (MHW) te berekenen. Op deze wijze kunnen de effecten van veranderingen in de rivier in de berekening worden meegenomen. De MHW berekeningen werden door RWS tot 1980 (eerst met de hand, later met de computer) via zogenaamde stroombaan-berekeningen uitgevoerd. Sinds 1980 worden de berekeningen door RWS uitgevoerd met twee-dimensionale rekenmodellen (WAQUA/RIVCUR), waarbij de geometrie van de rivier zo goed mogelijk met een rekenrooster wordt weergegeven. Voor een aantal riviertakken (onder andere de IJssel) is een kromlijng rekenrooster gebruikt om een nauwkeuriger weergave van de geometrie te bereiken. De gebruikte berekeningsmethoden maken een voldoende betrouwbare en gedetailleerde weergave van de rivier mogelijk. De keuze van het rekenmodel is ook nu nog juist.

6.3.2 MHW-berekeningen

Voor de toepassing van rekenmodellen zoals WAQUA/RIVCUR voor de MHW berekeningen is een groot aantal gegevens nodig van de geometrie van de rivier en van de in de rivier voorkomende elementen die een bijdrage leveren aan de ruwheid. De door RWS gebruikte methodiek is getoetst op alle onderdelen. Een aantal hiervan wordt kort besproken.

Schematisatie riviergeometrie

De kwaliteit van de schematisatie hangt af van de kwaliteit van de gegevens van de riviergeometrie (bodempligging, dwarsprofielen) en de in het rekenmodel gebruikte maaswijdte en rekentijdstap. De door RWS gebruikte schematisatie is naar onze mening voldoende nauwkeurig voor het berekenen van hoogwaterstanden.

Energieverliezen door stroomvertraging

Plotselinge veranderingen in de waterdiepte zoals bij kribben en zomerkaden geven lokale energieverliezen. Deze worden apart in het rekenmodel in rekening gebracht. De grootte van deze verliezen is gebaseerd op laboratoriummetingen en is voldoende nauwkeurig.

Ruwheid zomerbed

De ruwheid van het zomerbed (het stroomvoerend gedeelte van het rivierprofiel tussen de kribben) heeft een grote invloed op de berekening van hoogwaterstanden. De ruwheid wordt niet alleen bepaald door de ruwheid van het riviersediment, maar vooral door de in de rivier voorkomende beddingvormen zoals ribbels en duinen. Bij de MHW berekeningen (1968) voor een maatgevende afvoer van 18.000 m³/s is een te lage ruwheid aangenomen voor het zomerbed van de Waal en voor het winterbed van alle Rijntakken. Bij de herberekeningen in 1985/86 met de verlaagde maatgevende afvoer van 16.500 m³/s werd op grond van nieuwe waarnemingen een grotere ruwheid voor het zomerbed van de Waal en voor de ruwheid van het winterbed in de berekeningen gebruikt. Dit resulteerde zelfs in een verhoging van MHW voor de Waal en de Merwede.

De waarnemingen werden uitgevoerd tijdens de hoogwaters in 1982, 1983 en 1984, waarbij op de Waal en in de Merwede grote duinen in de rivierbedding zijn waargenomen. Deze duinen veroorzaken een belangrijke toename van de ruwheid en verminderen daardoor de afvoercapaciteit. Duinvorming komt vaak voor in rivieren met een zandige bodem. De gemiddelde korrelgrootte van het bodemmateriaal op de Waal is in de periode 1955-1976 met 40% afgenomen, waarschijnlijk door het onttrekken van grof sediment uit de rivieren en de aanleg van dammen in Duitsland. Het fijner worden van het sediment is mogelijk mede oorzaak van het optreden van de grote duinen op de rivierbedding.

Voor het huidige onderzoek zijn metingen tijdens het hoogwater van 1988 en gegevens uit de literatuur vergeleken met de eerdere waarnemingen. De vergelijking leidt tot een bevestiging van de bij de berekeningen van 1985/86 (RWS, 1986) gebruikte waarden van de ruwheden. Voor rivieren met fijn zand als bodemmateriaal wordt waargenomen dat bij zeer hoge afvoeren de duinen door de grote stroomsnelheden weer worden afgevlakt. Uit de analyse van de literatuurgegevens blijkt echter dat de kans op een afvlakking van de duinen zeer klein is voor de condities (korrelgrootte, snelheden) in de Nederlandse rivieren.

Ruwheid winterbed

De ruwheid van het winterbed (de uiterwaarden) wordt bepaald door de ruwheid van de in de uiterwaarden voorkomende elementen zoals grasland, rietvelden, grienden, heggen en bomen. In de berekeningen worden voor al deze elementen empirische relaties gebruikt. Een vergelijking met recente literatuur leidt tot de conclusie dat er geen reden is deze ruwheidswaarden te herzien. De ruwheid voor rietvelden en grienden is mogelijk wat onderschat, maar dit heeft geen significante invloed gezien de beperkte aanwezigheid van deze elementen in het rivierengebied. De ruwheid van het winterbed wordt voornamelijk door de graslanden bepaald.

De plannen tot het herstel van oobossen en grienden, als onderdeel van de voorgestelde natuurontwikkeling in de uiterwaarden, zal een toename van de ruwheid van het winterbed tot gevolg hebben. Vergroting van het doorstroomprofiel, bijvoorbeeld door plaatselijke verdieping van de uiterwaarden, zal nodig zijn om het effect van de toegenomen ruwheid op de afvoercapaciteit te compenseren.

Toetsing rekenmodellen

De MHW berekeningen zijn door RWS getoetst aan waarnemingen bij een aantal hoogwatergolven (1980, 1982, 1983 en 1984). In alle gevallen was er een zeer goede overeenstemming tussen berekende en gemeten waterstanden.

6.3.3 Waakhoogte

De waakhoogte heeft volgens de Leidraad voor het Ontwerpen van Rivierdijken - deel 1 - Bovenriviereengebied, een aantal belangrijke functies zoals het voorkomen van ernstige golfoverslag, het compenseren van onzekerheden in de berekening van de ontwerp-waterstand en van waterstandsverhoging door opwaaiing en het begaanbaar houden van de dijk (voor inspectie tijdens hoogwater). De waakhoogte wordt zodanig bepaald dat voor de ontwerp-omstandigheden de overslag van water door golven wordt beperkt. De toelaatbare hoeveelheid golfoverslag is afhankelijk van de helling en de kwaliteit van de bekleding van het binnentalud. Volgens de Leidraad dient voor de benodigde waakhoogte minstens 0,5 m in rekening te worden gebracht.

Onderzoek van recente literatuur over golfloop en overslag leidt niet tot berekeningsmethoden die significant afwijken van de methode die wordt gebruikt in de Leidraad. De aanleg van oobossen in de uiterwaarden kan voor ongunstig gelegen dijkvakken tot een reductie in de golfloop leiden.

6.3.4 Conclusies maatgevende hoogwaterstanden en waakhoogte

De door RWS gebruikte rekenmodellen zijn zeer geschikt voor het berekenen van MHW. De rekenmodellen en de gebruikte schematisatie van de rivieren zijn voldoende nauwkeurig. Er zijn geen redenen de in de berekeningen gebruikte waarden van de ruwheid van het winterbed en het zomerbed te herzien. De onnauwkeurigheid in de berekende MHW-waarden, bij een gegeven maatgevende afvoer, is in de orde van grootte van 0,1 á 0,15 m. Deze onnauwkeurigheid is klein ten opzichte van de mogelijke variaties als gevolg van de onzekerheid in de maatgevende afvoer. Er is geen reden de berekeningsmethode voor de waakhoogte te herzien.

6.4 Effecten van ijs

6.4.1 Inleiding

Op de rivieren kan tijdens koude perioden ijs worden gevormd, zowel in de vorm van een doorgaand ijsdek, als in de vorm van opstapeling van ijsschotsen; een ijssdam. Ijsdekken geven een beperkte verhoging van de waterstand bij een gegeven afvoer door de verhoging van de stromingsweerstand. Ijsdammen kunnen het doorstroomprofiel voor een groot deel afsluiten, waardoor grotere verhogingen van de waterstand mogelijk zijn. Ijsdammen worden gevormd door het op elkaar stapelen van ijsschotsen. Dit kan optreden vóórdat een vast ijsdek is gevormd of nadat het ijsdek is opgebroken.

Op grond van een historisch onderzoek voor de periode 1720-1870 constateert Bervaes (1991) dat in die periode met een grote frequentie (gemiddeld eens per 11 á 12 jaar) dijkdoorbraken als gevolg van de vorming van ijssdammen zijn opgetreden. Door de rivierverbeteringswerken in de periode 1850-1870, waardoor de afvoer van ijs en water sterk is verbeterd, is het gevaar voor dijkdoorbraken afgenomen. Sinds 1880 zijn geen dijkdoorbraken door ijssdamvorming voorgekomen. De overstromingen in 1926 waren het gevolg van de hoge rivierafvoer.

De kans op dijkdoorbraken door ijssdammen en ijsdekken in de huidige situatie werd door WL (1991) kleiner geschat dan de kans op overstroming door hoge afvoeren. Bij de schatting van deze kans is geen onderscheid gemaakt tussen ijssdammen en ijsdekken. De publikatie van Bervaes (1991), waarin wordt gesteld dat ijssdammen ook in de toekomst bepalend zijn voor het gevaar voor overstroming en waardoor het ontwerpen van dijken op basis van MHW minder zinvol is, was aanleiding tot een heroverweging van het gevaar van overstroming door ijssdammen.

6.4.2 Samenvatting onderzoek naar de effecten van ijs

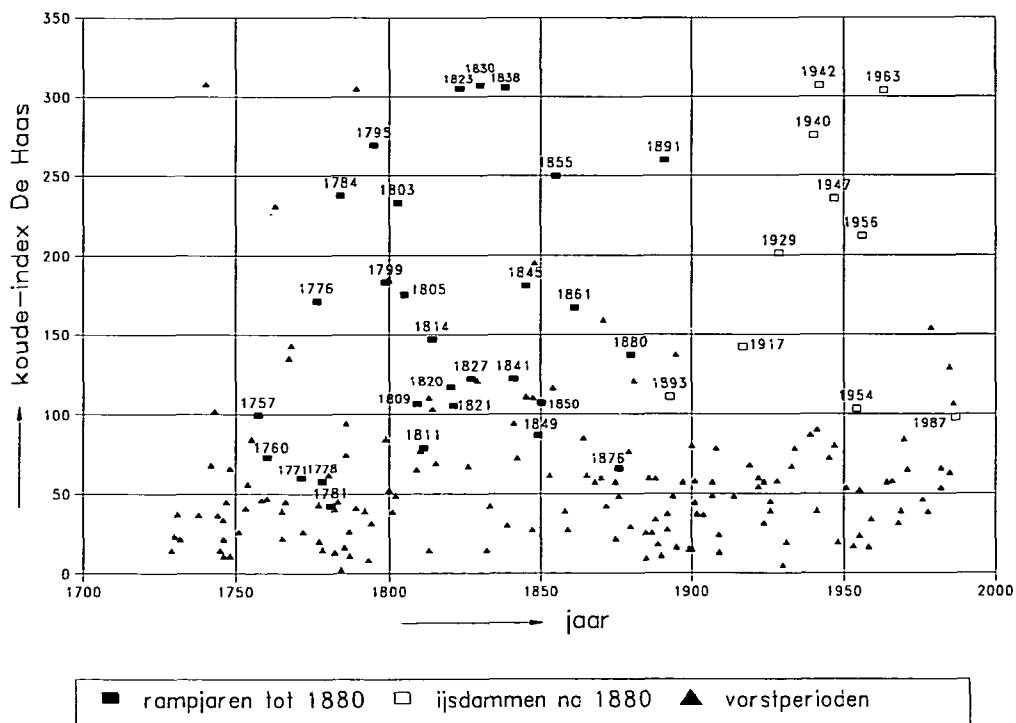
In het onderzoek zijn gegevens over temperaturen en ijssdamvorming geanalyseerd. Het optreden van ijssdammen in de Maas en de Rijn en zijn takken is geïnventariseerd. Voor de analyse van de gegevens is de hulp ingeroepen van twee experts van het Cold Regions Research and Engineering Laboratory (Hanover, USA). De resultaten van het onderzoek worden hier kort samengevat.

Uit de inventarisatie van ijssdammen voor de periode ná 1880 blijkt dat ook in deze periode ijssdammen zijn voorgekomen met een gemiddelde frequentie van éénmaal per 9 jaar. Bervaes (1991) komt voor de periode 1720 tot 1870 tot een ongeveer gelijke frequentie van ijssdammen met rampzalige gevolgen. Op het optreden van ijssdammen moet dus ook nu nog gerekend worden.

Sinds 1880 zijn de gemiddelde luchttemperaturen in de winter niet significant veranderd. Vergelijking van de temperaturen van vóór 1880 (periode 1201 tot 1880, voor zover gegevens beschikbaar zijn) met die van na 1880, wijst op iets lagere wintertemperaturen in de periode vóór 1880. Het is niet uit te sluiten dat dit verschil in temperatuur wordt veroorzaakt door een verschil in meettechniek.

Voor de vorming van ijssdammen is de gemiddelde wintertemperatuur niet de belangrijkste factor. Belangrijker is de strengheid en de duur van de individuele vorstperiodes. De strengheid kan worden gekarakteriseerd met een koude-index. Deze is gedefinieerd als de som van aantallen graden vorst (dag-gemiddelde waarden) gedurende een vorstperiode, met een mogelijke correctie voor korte tussentijdse dooiperiodes. Onderzocht is of de individuele vorstperiodes die tot ijssdammen hebben geleid in de periode na 1880 minder streng zijn geweest dan in de periode daaraan voorafgaand.

De extreme waarden van de koude-index van de perioden na 1880 wijken niet significant af van die in de periode vóór 1880, zie Figuur 6.2. Dit houdt in dat de strengheid van individuele vorstperiodes nu niet significant afwijken van die uit de tijd dat er regelmatig overstromingen plaatsvonden als gevolg van de gevormde ijssdammen. Het optreden van ijssdammen blijft bij de huidige meteorologische condities mogelijk. De driehoeken in Figuur 6.2 geven de vorstperiodes aan zonder ijssdammen. Kennelijk is een bepaalde waarde van de koude-index wel een noodzakelijke maar geen voldoende voorwaarde voor de vorming van ijssdammen. Uit de gegevens valt af te leiden dat ijssdammen vóór 1880 al voorkwamen bij een koude-index groter dan 50, terwijl de ondergrens nu boven een waarde van 100 ligt, waarschijnlijk door de opwarming van de rivier.



Figuur 6.2 Koude-index en optreden van ijssdammen op de Rijntakken

Ijsdammen die worden gevormd bij temperaturen zoals in Nederland voorkomen, hebben een beperkte sterkte en kunnen met mechanische middelen zoals ijsbrekers worden opgeruimd. De koude-index kan worden gebruikt voor het voorspellen van het gevaar voor de vorming van ijsdammen. De ijsdammen die zich sinds 1893 hebben voorgedaan zijn ontstaan *tijdens* de vorstperiode. Daarnaast bestaan er ook ijsdammen die het gevolg zijn van het opbreken van vast ijs *aan het eind* van een vorstperiode. Dergelijke ijsdammen hebben zich in Nederland sinds 1893 niet meer voorgedaan, mede door de aangebrachte verbeteringen in het rivierengebied en de grotere warmtebelasting op de rivier.

Het niet meer optreden van dijkdoorbraken als gevolg van ijsdammen sinds 1880 heeft een aantal oorzaken:

- Door het veranderen van een rivier met meer geulen, in een rivier met één geul met nagenoeg constant doorstroomprofiel en het afsnijden van bochten, is de stroming meer uniform geworden. De afvoer van ijs door de rivieren is hierdoor verbeterd.
- De lozing van warmte op de rivieren is toegenomen door het grotere verbruik van (elektrische) energie door industrie en huishoudens; het duurt hierdoor langer voor er ijs op de rivier wordt gevormd. Ook begint de degeneratie van het ijs aan het einde van de vorstperiode sneller.
- De rivierdijken zijn in het verleden regelmatig verhoogd als reactie op overstromingen. De kans op dijkdoorbraken als gevolg van ijsdammen is hierdoor afgenomen. Door de verhoging van de dijken kan een grotere opstuwning van water door de ijsdam worden gekeerd, waardoor de ijsdam zwaarder kan worden belast en eerder zal doorbreken.
- De (toegenomen) scheepvaart op de rivieren heeft eveneens een invloed op de vorming van ijs. Het openhouden van de rivier door de scheepvaart kan enerzijds bijdragen tot het beter afvoeren van ijs; anderzijds kan dit openhouden leiden tot een snellere vorming van ijs door de snellere afkoeling van het rivierwater.
- Ijsdammen, die tijdens het dichtvriezen van de rivier ontstaan, komen met name voor op plaatsen waar de helling van de rivier kleiner wordt. Door de Deltawerken is ook de invloed van het getij op de rivieren verminderd en daarmee het gebied waar de helling van de waterspiegel afneemt in benedenstroomse richting verschoven. Op de Merwede bijvoorbeeld zal de kans op ijsdamvorming zijn afgenomen, terwijl deze meer benedenstrooms zal zijn toegenomen, ook al door de verminderde zout-indringing via het Haringvliet.

Ijsdammen geven een verhoging van de waterstanden. Doordat ijsdammen zelden voorkomen in combinatie met grote rivierafvoeren, is de kans op een extreme hoogwaterstand als gevolg van ijsdammen klein. Uit berekeningen voor de Waal volgde dat de kans op overstroming als gevolg van ijsdammen kleiner is dan thans gebruikte overschrijdingskans voor hoge afvoeren (1/1250 per jaar). Het gebruik van de maatgevende afvoer en MHW als randvoorwaarden voor het dimensioneren van de dijken is dus voldoende.

6.4.3 Conclusies en aanbevelingen effecten van ijs

Ijsdammen komen nog steeds voor, maar hebben sinds 1880 niet meer tot overstromingen geleid. Niettemin achten wij het, mede gelet op de recente ijsdam te Kampen (1987), raadzaam om voorbereid te zijn als zich opnieuw ijsdammen in de Nederlandse rivieren voordoen. Het gebruik van een koude-index kan bijdragen aan een tijdige mobilisering van mensen en middelen om ijsdammen op te ruimen. Voor de bepaling van de dijkhoogte zien wij, op grond van de huidige kennis ten aanzien van ijsdammen, geen aanleiding om het gebruik van de maatgevende afvoer en MHW als randvoorwaarden voor het ontwerpen van de rivierdijken te herzien.

6.5 Maatregelen voor de verlaging van MHW

6.5.1 Inleiding

In het onderzoek is een groot aantal maatregelen voor de verlaging van MHW verzameld. Al deze maatregelen zijn geëvalueerd op basis van een beperkt aantal criteria zoals effect op MHW, kosten en haalbaarheid. Daarnaast zijn de autonome ontwikkelingen zoals bodemdalingen in het rivierengebied geanalyseerd. In het evaluatieproces is een groot deel van de maatregelen afgefallen. Hieronder wordt een kort overzicht gegeven van de evaluatie van de meest belangrijke maatregelen. Voor een gedetailleerd overzicht wordt verwezen naar deelrapport 2.

6.5.2 Autonome ontwikkelingen

In het stroomgebied van de Rijn treden veranderingen op, niet alleen in de hydrologische karakteristieken zoals beschreven in sectie 6.2, maar ook in de bodemligging en de samenstelling van het bodemmateriaal. Op de IJssel treedt bijvoorbeeld erosie op als gevolg van de rond 1970 uitgevoerde bochtafsnijdingen bij de Steeg en Doesburg. De bodemdaling op de Bovenrijn, het Pannerdens Kanaal en de Waal hangt samen met de daling van de rivierbodembodem op het Duitse deel van de Rijn. Volgens de Internationale Commissie voor de Hydrologie van de Rijn zijn de oorzaken hiervan de regulering van de Niederrhein, de afname van de toevoer van sediment uit de zijrivieren door de aanleg van dammen, baggeren en grindwinning op de rivieren en mijnzakkingen door steenkoolwinning.

Het effect van deze activiteiten was een sterke bodemdaling, bij Duisburg tot 3 cm/jaar. Sinds 1960 is de daling ook merkbaar bij Lobith en bereikte waarden tot 2 cm/jaar. Vanaf 1976 is de mijnbouw verplicht het effect van de mijnzakkingen te compenseren. Daarnaast wordt op een andere manier gebaggerd, waardoor minder sediment uit de rivier wordt verwijderd. Voor de toekomst wordt door RWS uitgegaan van een daling van 1 cm/jaar.

Deze bodemdalingen zijn ongewenst omdat onder andere de drempels van sluizen te hoog komen te liggen. De bodemdaling op de Bovenrijn geeft over een periode van 50 jaar naar verwachting een MHW-verlaging ruim 10 cm. De sedimentatie op de benedenlopen van de Waal en de IJssel is een gevolg van de reductie van de getijbeweging door de uitvoering van de Deltawerken resp. de aanleg van de Afsluitdijk. Deze sedimentatie vraagt periodiek baggerwerk om een verhoging van MHW te voorkomen en voldoende diepte voor de scheepvaart te waarborgen.

Uiterwaarden slibben gemiddeld 1 mm per jaar aan door afzetting van fijn sediment tijdens de hogere afvoeren. In het verleden werden de uiterwaarden afgegraven ten behoeve van de steenfabrieken. Door de verminderde produktie van de steenfabrieken zal in de toekomst rekening gehouden moeten worden met deze sedimentatie. Daarnaast zal door een afname van het gebruik van de uiterwaarden voor agrarische doeleinden een verruiging en daarom een verruwing van de uiterwaarden kunnen optreden.

6.5.3 Evaluatie van maatregelen

Maatregelen in het buitenland

Tot de mogelijke maatregelen in het buitenlandse deel van het stroomgebied behoren het aanleggen van reservoirs, het beter gebruiken van bestaande reservoirs voor de vermindering van de hoogwaterafvoeren en de aanleg van berging langs de rivier. Aanleggen van grotere reservoirs is vooral mogelijk in de bovenste delen van het stroomgebied. Ze hebben daardoor maar een beperkte werking omdat een groot deel van de hoge afvoeren in de midden- en benedenloop van de grote rivieren ontstaat.

De mogelijkheden tot aanleg van reservoirs zijn zeer beperkt door de grote bevolkingsdichtheid in de rivierdalen. Het is ook zeer de vraag of de bovenstrooms gelegen landen bereid zullen zijn mee te werken aan ingrepen in hun stroomgebied voor een beperking van de ingreep in Nederland. Door de grote ingreep van reservoirs op het lokale milieu neemt de weerstand tegen de aanleg sterk toe. De bestaande reservoirs zijn meestal aangelegd voor de opwekking van elektrische energie. Gebruik van de reservoirs voor de vermindering van hoge afvoeren zal leiden tot verlaging van de opwekking van (schone) energie en tot economische schade. Aanleg van berging langs de rivier wordt op het Duitse deel van de Rijn gebruikt ter compensatie van lokale veranderingen in de riviergeometrie aldaar. Er is dus op het Duitse deel van de Rijn nauwelijks ruimte voor verlaging van de hoogwaterafvoeren op het Nederlandse deel van de Rijn.

Maatregelen in het Nederlandse rivierengebied

Mogelijke maatregelen in het bovenstroomse deel van het Nederlandse rivierengebied zijn het weer inrichten van overlaten en 'groene' rivieren, het aanleggen van opvangbekkens voor de tijdelijke berging van een deel van de hoogwatergolf, en wijziging van de verdeling van de afvoer bij de splitsingspunten. Deze maatregelen zijn alle door de Commissie Rivierdijken geëvalueerd en niet haalbaar geacht. Daarnaast zijn maatregelen mogelijk die de afvoercapaciteit van de rivier vergroten, zoals vergroting van het doorstroomprofiel en vermindering van de ruwheid.

Overlaten en 'groene' rivieren

Overlaten en 'groene' rivieren zijn in de loop van de vorige eeuw en in de eerste helft van deze eeuw gesloten, voornamelijk door de grote overlast voor de bewoners in de overstromende gebieden. Een bekend voorbeeld van een overlaat is de Beerse overlaat, waarover een deel van het Maaswater langs 's-Hertogenbosch werd afgeleid. Deze overlaat is geleidelijk opgehoogd en in 1942 geheel gesloten. Gezien de toegenomen bevolkingsdichtheid en intensiteit van de bebouwing in de vroegere overlaatgebieden is er geen aanleiding de conclusie van de Commissie Rivierdijken nu te herzien. Het aanvaarden van een grotere overstromingskans voor bepaalde, niet tot overlaatgebied bestemde en ingerichte delen van het rivierengebied, werd door de Commissie Rivierdijken niet als een redelijke variant gezien. De Commissie merkte daarover op (pag. 50/51) dat: 'Het is nauwelijks denkbaar dat de bevolking in het betreffende (grote) gebied zal aanvaarden dat haar belangen worden opgeofferd voor het elders achterwege laten van noodzakelijke dijkverbeteringen.'

Opvangbekkens

De grootte van gebieden benodigd voor de tijdelijke opvang van een deel van de hoogwatergolf is afhankelijk van de grootte van de beoogde verlaging. Een opvangbekken is het meest effectief indien het wordt ingericht in het meest bovenstroomse deel van het rivierengebied. Voor de aftopping van een afvoer van 16.500 m³/s naar 15.200 m³/s (dit komt overeen met het effect van de verlaging van de overstromingskans van 1/1250 naar 1/500 per jaar), is een opvangbekken met een inhoud van circa 240 miljoen m³ nodig. Bij een gemiddelde inundatiediepte van 2 m betekent dit een gebied met een oppervlakte van circa 120 km², bij een diepte van 3 m een oppervlakte van circa 80 km². Ter vergelijking: het deel van de Betuwe oostelijk van de autosnelweg Arnhem-Nijmegen heeft een oppervlakte van circa 50 km². Een mogelijke verlaging van de top van de hoogwatergolf naar 15.200 m³/s resulteert voor de Waal in een MHW verlaging met circa 0,45 m en voor de overige Rijntakken in een verlaging met circa 0,25 m.

Een MHW verlaging van deze orde van grootte geeft een zeer beperkte vermindering in de lengte van de te verhogen en te versterken dijken. Toepassing van opvangbekkens levert te weinig voordelen en grote nadelen op om een aanvaardbare oplossing te zijn.

Herstel van de verbinding van Maas en Waal

Een herstel van de verbinding tussen Maas en Waal bij St Andries (de Heerewaardense overlaat) geeft door de grote correlatie tussen het optreden van extreme hoogwaters op de Waal en op de Maas geen verbetering. De MHW standen voor de Waal zijn circa 3 meter hoger dan voor de Maas, zodat in het algemeen alleen afleiding van de Waal naar de Maas mogelijk is. Afleiden van een deel van het water van de Waal naar de Maas geeft bovendien slechts een relatief geringe MHW verlaging voor de dijken langs de Waal benedenstrooms van St Andries. Dit gaat echter gepaard met een ongeveer twee maal zo grote verhoging van MHW voor de dijken langs de Maas door de grote verschillen in afvoeren van Maas en Waal. Voor de afleiding van een deel van de afvoer van de Waal naar de Maas zou een regelbare overlaat met een grote capaciteit gebouwd moeten worden. Wij achten herstel van de verbinding geen aanvaardbare en economisch verantwoorde oplossing.

Wijziging afvoerverdeling Rijntakken

Wijziging van de verdeling van de afvoer tussen de Rijntakken is door de Commissie Rivierdijken uitgebreid onderzocht. Een beperking in de lengte van de te verbeteren dijken langs de Nederrijn en IJssel zou bereikt kunnen worden door meer water langs de Waal af te voeren. Door de Commissie Rivierdijken is deze variant afgewezen vanwege de ingreep op de lokale waarden bij de splitsingspunten, de onzekerheden over de consequenties voor de bodemligging van de rivier en de verhoging van de waterstanden op de Waal. De consequenties voor de bodemligging kunnen nu beter kunnen worden berekend. Uit berekeningen met een ééndimensionaal model van de Rijntakken bleek echter dat het effect van een andere afvoerverdeling op MHW gering is. Bovendien is een groot deel van de dijken langs de IJssel en de Nederrijn al versterkt.

Verlagen zomerbed en aanpassen kribben

Over het verlagen van het zomerbed met maximaal 0,5 m en stroomlijnen van de kribben is in 1985 door de Raad van de Waterstaat advies uitgebracht. De Raad heeft destijds deze maatregelen afgewezen vanwege de hoge kosten, de noodzaak tot periodiek baggerwerk en de relatief geringe verlaging van MHW. Gezien het belang van het gebruiken van alle mogelijkheden tot beperking van de omvang van de dijkversterkingen zijn deze maatregelen opnieuw onderzocht. Zomerbedverlaging maakt ook een aanpassing van de kribben nodig. In de analyse zijn daarom een verlaging van het zomerbed met 1,0 m en een overeenkomstige aanpassing van de kribben onderzocht.

De maatregelen zijn als niet haalbaar beoordeeld om de volgende redenen:

- de verlaging van MHW is in de orde van 0,4 á 0,5 m. Dit heeft slechts een beperkte vermindering van de lengte van de te versterken dijken (circa 10%) tot gevolg.
- de kosten voor het uitvoeren zijn hoog: alleen al voor de Waal worden deze geschat op circa 500 Mf. Voor het gehele studiegebied zou een veelvoud van dit bedrag nodig zijn;
- door de verlaging van de rivierbodem zijn aanpassingswerken aan sluizen en stuwen nodig. De kosten daarvan zijn niet bekend, maar zullen aanzienlijk zijn; en
- de maatregelen veroorzaken een aanzienlijke daling van de waterstanden bij lage afvoeren (0,4 tot 0,8 m) en daarmee een verlaging van de grondwaterstanden in de uiterwaarden en in het binnendijkse gebied. De frequentie van overstromen neemt af. Dit zal een verdrogende invloed hebben op strangen en moerasvegetaties. Daardoor moet rekening worden gehouden met verruiging en de ontwikkeling van bos in de moerasgebieden. De gevolgen voor de natuurwaarden zijn naar verwachting aanzienlijk.

Verlagen uiterwaarden

Het verlagen van de bodem in de uiterwaarden in combinatie met natuurontwikkeling is voorgesteld in het plan 'Ooievaar' (de Bruin et al, 1987) en meer recent in het plan 'Levende Rivieren' (Wereld Natuur Fonds, 1992). Gezien de mogelijke effecten op MHW en daarmee op de omvang van de dijkversterkingen is deze maatregel als strategie geëvalueerd (zie sectie 6.6).

Maatregelen in het benedenstroomse gebied

Verlaging van de waterstanden benedenstrooms van het onderzoekgebied, bijvoorbeeld door een ander peilbeheer op het Haringvliet, heeft slechts een beperkte werking. Volgens informatie van RWS wordt bij hoge Rijnafoeren de waterstand op het Haringvliet zo laag mogelijk gehouden. Het effect van een verlaging van het peil op het Haringvliet is zeer beperkt: een verlaging met 0,5 m geeft bij Gorinchem een verlaging van 0,2 m en bij Herwijnen een verlaging van nog slechts 0,1 m. Verlaging van de bodem van de Merwede heeft eveneens een zeer beperkt effect. In het huidige onderzoek is er van uitgegaan dat eventuele aanzandingen op de benedenrivieren in het kader van het onderhoud van de rivieren worden verwijderd om een verhoging van MHW te voorkomen en om voldoende diepte voor de scheepvaart te waarborgen.

6.5.4 Conclusies

Op grond van de evaluatie van maatregelen voor de verlaging van MHW wordt geconcludeerd dat het merendeel van de maatregelen, zoals reservoirs, opslagbekkens, overlaten, verlaging kribben en zomerbed en peilverlaging op het Haringvliet niet haalbaar zijn. Verlagen van de bodem in de uiterwaarden, in combinatie met natuurontwikkeling, is nader onderzocht als strategie.

6.6 Uitwerking van de strategie: verlagen bodem uiterwaarden

Bij de bepaling van het effect van de verlaging van de bodem van de uiterwaarden met 2,0 m op de verlaging van MHW is aangenomen dat een deel (circa 25%) van de uiterwaarden zal worden ontwikkeld tot ooibos. Zonder deze ontwikkeling wordt de kans op acceptatie van de strategie niet aanwezig geacht. Ontwikkeling van ooibos geeft een toename van de ruwheid van de uiterwaarden en daarmee een afname van de MHW verlaging. Hieronder wordt een kort overzicht van een aantal effecten van deze strategie gegeven. De strategie is alleen toegepast op de Rijntakken.

Verlaging MHW

Met behulp van een sterk vereenvoudigd één-dimensionaal model van de Rijntakken zijn berekeningen gemaakt voor de invloed van het afgraven van de uiterwaarden op MHW en de bodemligging. Gezien de aard van het model kunnen de resultaten slechts als een indicatie gezien worden. De MHW-verlaging op de Rijntakken die met deze strategie kan worden bereikt, is in de orde van 0,7 á 0,9 m. Zonder de aanleg van ooibos in de uiterwaarden is de verlaging in de orde van 1,0 á 1,4 m; bij 50% ooibos is de verlaging slechts 0,2 m.

Kosten

De kosten van het afgraven en inrichten van de uiterwaarden zijn onbekend. Volgens het Wereld Natuur Fonds zouden de aanlegkosten worden gecompenseerd door de verkoop van klei en zand. Hiervoor zijn in het recente verleden aanwijzingen te vinden. Het WNF schat dat de winbare hoeveelheden klei voldoende zijn voor het voorzien van de baksteenindustrie gedurende een periode van 70 jaar.

In het Beleidsplan Uiterwaarden van de provincie Gelderland (1990) wordt gesteld (pag. 98): 'De kleiwinningsmogelijkheden worden steeds beperkter. Van het totale oppervlak is reeds 60 tot 80% afgegraven. De nog onvergraven uiterwaarden zijn bovendien landschappelijk en geomorfologisch veelal zodanig waardevol dat ontgrondingen daar ongewenst zijn en in sommige gebieden geheel moet worden uitgesloten.' De provincie staat echter positief ten opzichte van de mogelijkheden om natuurontwikkeling in de uiterwaarden te combineren met het bieden van mogelijkheden voor compensatie in het kader van de dijkversterking.

Rekening moet worden gehouden met de vervuilde toestand van een deel van het af te graven materiaal door de afzettingen van vervuild rivierslib. Dit brengt beperkingen en extra kosten met zich mee. De kosten van aanpassing van kunstwerken, bijvoorbeeld de drempels van sluizen zijn kleiner of gelijk aan die bij de autonome ontwikkeling.

Veiligheid

De uitvoering van deze strategie zal geruime tijd in beslag nemen. Dit betekent dat gedurende die periode de veiligheid tegen overstromen minder zal zijn dan in de eindsituatie. Om de stabiliteit van de bestaande dijken tegen onderloopsheid te garanderen zullen de afdichtende kleilagen in de uiterwaarden dicht bij de dijken in stand moeten blijven. Om 'piping' te voorkomen is minimaal een strook van 100 m benodigd.

Scheepvaart

Afgraven van de uiterwaarden heeft vrijwel geen invloed op de scheepvaart en de onderhoudskosten van het zomerbed. In het plan 'Levende Rivieren' is ook de aanleg van nevengeulen genoemd. Deze geulen voeren bij lage afvoeren een deel van het water af, waardoor een vermindering van de waterdiepte in de hoofdgeul kan optreden en aanvullende maatregelen noodzakelijk zijn.

Natuur en landschap

De strategie resulteert in een 'vernatting' door het afgraven van de uiterwaarden. Voor de natuurwaarden is dit in het algemeen gunstig. Het huidige oppervlak aan moerassige laagten is in verhouding tot het natuurlijke referentiebeeld te klein. Dit wordt ook opgemerkt in het plan 'Levende Rivieren' (p 16). De forse ingreep heeft een zeer groot effect op de natuur en landschap van de uiterwaarden. Het is wenselijk, zoals ook in 'Levende Rivieren' is aangegeven, om selectief om te gaan met het afgraven van de uiterwaarden. Om hogere zandige gronden te ontzien zou de ontgroning reliëfvolgend moeten worden uitgevoerd.

Het is ongewenst om in gebieden met hoge natuurwaarden, zoals de Kil bij Hurwenen een grootschalige ontgroning toe te passen. Grootschalige ontgroning zal dus slechts over een deel van het oppervlak van de uiterwaarden mogelijk zijn, waardoor het effect van de maatregel op de MHW-verlaging belangrijk zal verminderen. Andere aspecten bij het afgraven zijn de effecten op natuur en landschap tijdens de uitvoering. Door het grootschalige karakter van de ontgrondingen zullen er lokaal grote verstoringen optreden van het landschap en van gevoelige diersoorten zoals vogels. Een overzicht van de effecten van deze strategie wordt in hoofdstuk 8 gegeven.

7 Constructief ontwerp

7.1 Probleemstelling en aanpak

Vragen die zich voordoen bij beschouwing van mogelijke ontwerpen voor dijkverhoging en/of dijkversterking, die enerzijds voldoen aan een veiligheidsnorm en anderzijds bijdragen tot een betere afstemming met andere functies en waarden van de dijk zijn:

1. In hoeverre zijn technische mogelijkheden voorhanden om bij een gegeven normstelling voor de veiligheid, de dijkontwerpen zodanig te verbeteren dat dit leidt tot minder rigoureuze ingrepen in andere functies en waarden?
2. In hoeverre worden die mogelijkheden daadwerkelijk benut en spelen andere aspecten dan strikt technische een bepalende rol in het ontwerpproces?

Aan de eerste vraag is door de Commissie Rivierdijken en later door de Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen (TAW) in de Leidraden voor het Ontwerpen van Rivierdijken aandacht besteed. Door de Commissie Rivierdijken (1977) is het begrip 'uitgekiend' ontwerpen geïntroduceerd, met als doel het bij een gegeven veiligheidsnorm ontwerpen van meer doordachte oplossingen om daarmee een zo gering mogelijk ruimte-beslag te bereiken. Daarmee wordt de invloed van de dijkversterking op de omgeving van de dijk verminderd. Bij 'uitgekiend' ontwerpen wordt gebruik gemaakt van intensief onderzoek, de best mogelijke rekentechnieken en worden bijzondere constructies en materialen toegepast.

In het onderzoek is nagegaan in hoeverre de aanbevelingen van de Commissie Rivierdijken hun weerslag hebben gevonden in de Leidraden en hoe de Leidraden in de praktijk worden gehanteerd. Tevens is onderzocht of er nieuwe inzichten zijn die een verdere optimalisatie van het ontwerp mogelijk maken. De mogelijkheden voor een grotere mate van toepassing van uitgekiend ontwerpen zijn geëvalueerd en in een aantal strategieën tot uitdrukking gebracht.

Onderzocht is daarnaast in hoeverre een verlaging van de maatgevende hoogwaterstanden (MHW), als gevolg van een verlaging van de veiligheidsnorm of door maatregelen in het rivierengebied, zou leiden tot een kleiner ruimtebeslag van de dijk en daardoor tot minder rigoureuze ingrepen in de omgeving van de dijk.

7.2 Grondmechanische en andere ontwerpaspecten

7.2.1 Inleiding

In het onderzoek is nagegaan in hoeverre op basis van de huidige inzichten en rekenmethoden mogelijkheden aanwezig zijn om, bij een gegeven normstelling voor de veiligheid, de in de praktijk gebruikte ontwerpmethoden zodanig te verbeteren dat dit leidt tot minder rigoureuze ingrepen in andere functies en waarden. In de eerste plaats is getoetst in hoeverre de Leidraden voor het Ontwerpen van Rivierdijken invulling geven aan de aanbevelingen van de Commissie Rivierdijken.

Daarna is nagegaan hoe de werkwijze in de praktijk aansluit bij de in de Leidraden voorgestelde werkwijze en in hoeverre andere aspecten dan strikt technische daarbij een rol spelen. Tenslotte werd nagegaan of er sprake is van nieuwe inzichten en/of rekenmethoden.

Het onderzoek was mede gericht op de twee elementen van het door de Commissie Rivierdijken voorgestelde 'uitgekiend' ontwerpen:

- het gebruik maken van intensiever onderzoek en van geavanceerde technieken voor het berekenen van belasting en sterkte; en
- het gebruik maken van bijzondere constructies.

7.2.2 Beschrijving faalmechanismen

Voor het beoordelen van de sterkte van rivierdijken zijn de volgende faalmechanismen van belang:

- overlopen/overslag;
- macro-instabiliteit (afschuiving van een deel van het dijklichaam en de ondergrond) bij hoogwater of bij een snelle val van het water na hoogwater;
- 'piping' (zand-meevoerende wellen), het meespoelen van zand bij onderloopsheid van de dijk. Dit treedt vooral op bij aanwezigheid van zandlagen als gevolg van oude rivierafzettingen onder de dijk;
- erosie van buiten- of binnentalud door golfwerking, langs- of overstromend water; en
- micro-instabiliteit als gevolg van waterdrukken in de dijk of uittredend grondwater.



Zandmeevoerende wellen

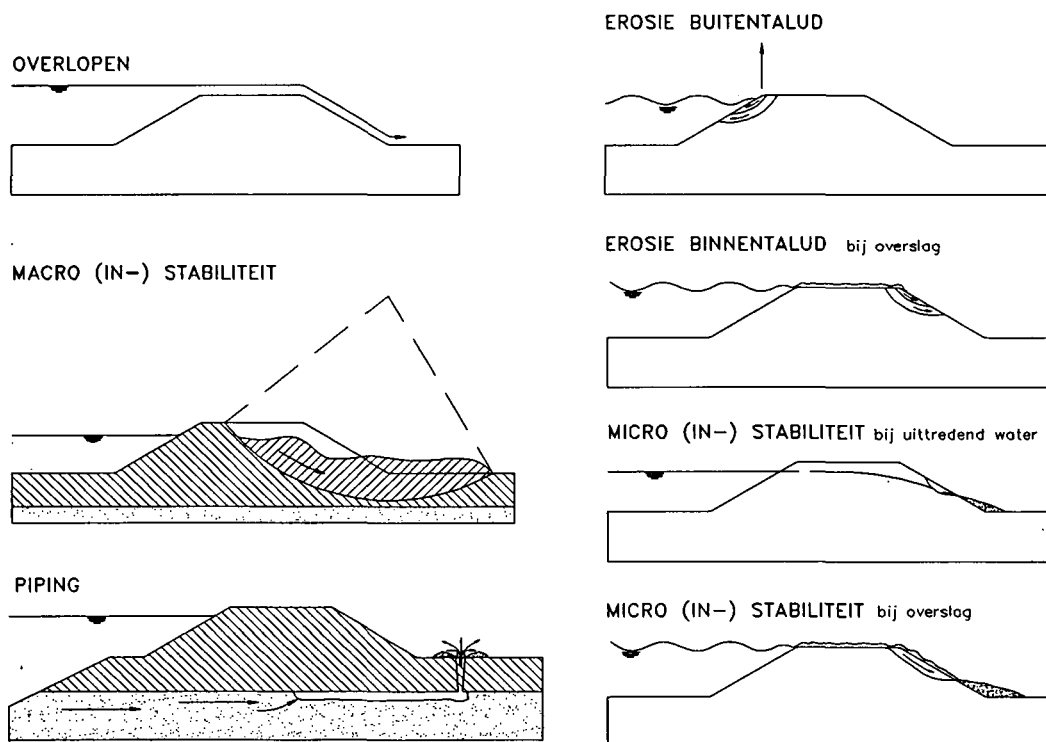
Foto: Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen

Voor een overzicht van de faalmechanismen, zie Figuur 7.1. In Tabel 7.1 is aangegeven hoe de faalmechanismen van invloed zijn op de afmetingen van de dijk.

Faalmechanisme	Parameter			
	kruinhoogte	kruinbreedte	hellingen taluds	bermbreedte
overlopen	x			
macrostabiliteit			x	x
piping				x
erosie van taluds	x		x	
microstabiliteit			x	

Tabel 7.1 Relatie faalmechanismen — dijkprofiel

De kruinhoogte van de dijk wordt bepaald door MHW, de waakhoogte en de verwachte zetting van de dijk gedurende de planperiode. Voor de bepaling van de waakhoogte is de golf-overslag het belangrijkste verschijnsel. Indien de golfhoogte geen grote rol speelt wordt een minimumwaarde van 0,5 m aangehouden, onder andere voor de begaanbaarheid (inspectie) van de dijk.



Figuur 7.1 Overzicht faalmechanismen

De kruinbreedte wordt door geen van de faalmechanismen bepaald, maar door andere aspecten zoals een verkeersfunctie van de dijk. Taludhellingen worden enerzijds bepaald door de faalmechanismen macro-instabiliteit, erosie en micro-instabiliteit. Anderzijds blijken ook beheer en onderhoud belangrijk te zijn bij de dimensionering van de taluds. De afmetingen van de berm worden bepaald door de faalmechanismen macro-instabiliteit en 'piping'.

Voor de analyse van het faalmechanisme 'macro-instabiliteit' wordt in de Leidraden de overweging gehanteerd dat de kans op falen van de waterkering door afschuiving niet groter mag zijn dan circa 10% van de overschrijdingskans van MHW. Via kansberekening en statistische modellen is dit het uitgangspunt voor de berekening van veiligheidsfactoren. In de Leidraden worden deterministische criteria voor 'piping' aanbevolen, die zijn vastgesteld aan de hand van onderzoek. MHW wordt bij de analyse van piping als randvoorwaarde gebruikt.

7.2.3 De Leidraden

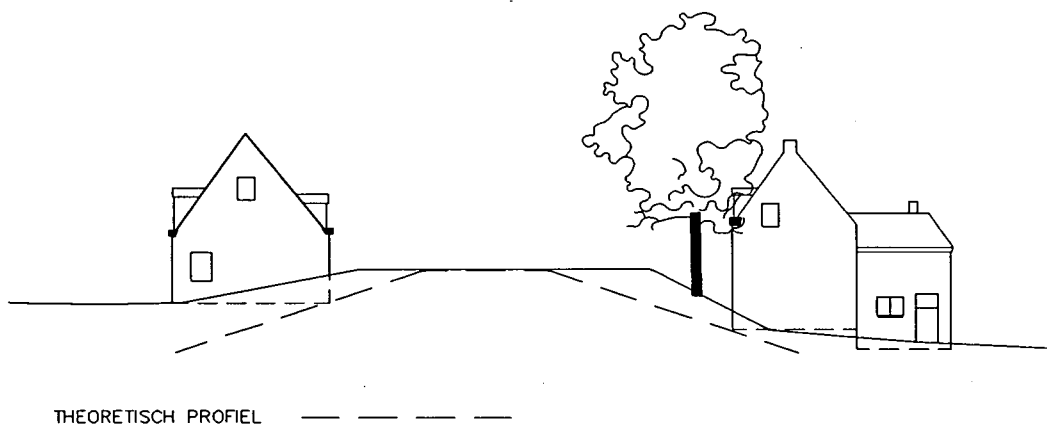
Uit de analyse van de Leidraden voor het Ontwerpen voor Rivierdijken, deel 1 — Bovenrivierengebied, en deel 2 — Benedenrivierengebied, worden de volgende conclusies getrokken:

- In Leidraad 1 — Bovenrivierengebied — zijn de genoemde elementen van het uitgekend ontwerpen, gezien de destijds beschikbare kennis en inzichten, op een verantwoorde manier in de voorgestelde wijze van aanpak verwerkt.
- In deze Leidraad werd voor een aantal aspecten een conservatieve (veilige) aanpak gekozen. Als belangrijk punt kan worden genoemd de dimensionering van de binnenberm, in die gevallen waarin de kwellingte op zich voldoende groot is, maar waarbij de waterdrukken onder de kleilaag gevaar opleveren voor de stabiliteit. Een nuanceering van de zogenaamde 5H-regel is op zijn plaats.
- Door het ontbreken van een adequate rekenregel voor erosie, is Leidraad 1 vaag voor wat betreft de acceptatie van steile taluds. Vanuit een landschappelijk oogpunt is een steil talud te prefereren. Bij een gering overslagdebiet kan naar onze mening, ook vanuit een oogpunt van veiligheid, het binnentalud onder een helling steiler dan 1:3 worden aangelegd. Eventuele problemen ten aanzien van macrostabiliteit kunnen meestal, met handhaving van het steile talud, met vrijwel hetzelfde ruimtebeslag door een steunberm worden opgelost.
De aanbeveling om taluds zo mogelijk aan te vullen tot een helling van 1:3 lijkt behalve door onvoldoende kennis van erosie en micro-instabiliteit mede ingegeven te worden door het aspect beheer en onderhoud en de kosten daarvan. In de discussie of meer golfoverslag kan worden toegelaten, waardoor de kruinhoogte zou kunnen worden beperkt, is het ontbreken van voldoende inzicht een ernstig gemis.
- De aanbeveling van de Commissie Rivierdijken voor nader onderzoek naar het mechanisch beheer op grote schaal van steile taluds op grote schaal blijft relevant.
- Om de omvang van het dijklichaam te verminderen worden in Leidraad 1 bijzondere constructies als mogelijke alternatieve oplossingen voorgesteld. In de Leidraad wordt tegelijkertijd voor een terughoudende opstelling gekozen.
- Leidraad 2 — Benedenrivierengebied sluit in het algemeen goed aan bij Leidraad 1. Hoewel Leidraad 2 niet is geschreven voor het huidige onderzoeksgebied, zijn een aantal aspecten ook daar bruikbaar. Toepassing van een aantal nieuwe inzichten die in Leidraad 2 zijn verwerkt (de rekenregels voor niet-stationaire grondwaterstroming en macro-instabiliteit) kan in een aantal gevallen tot een bescheiden winst in berm-breedte leiden.

'Vreemde' elementen

Ten aanzien van 'vreemde' elementen zoals bebouwing, bomen en struiken kan het volgende uit de Leidraden worden afgeleid:

- Leidraad 1 geeft duidelijke aanwijzingen ten aanzien van de acceptatie van bebouwing in de dijk. Hoewel er bezwaren worden aangevoerd, wordt bebouwing, mits buiten het theoretisch profiel van de dijk, acceptabel geacht. Onder het theoretisch profiel wordt verstaan een denkbeeldig minimumprofiel dat zelfstandig de waterkerende functie kan vervullen. Bebouwing binnen het theoretisch profiel wordt zonder extra voorzieningen niet geaccepteerd. Wij menen dat er geen nieuwe inzichten of onderzoeksresultaten zijn die aanleiding geven dit standpunt te wijzigen;
- In het accepteren van beplanting (bomen en struiken) op het buitentalud en de kruin is Leidraad 1 zeer strikt. Buitentalud en kruin dienen vrij van beplanting te zijn. Het is niet duidelijk of en wanneer beplanting op het binnentalud acceptabel is (voor een gedetailleerde discussie wordt verwezen naar deelrapport 3).



Figuur 7.2 Theoretisch profiel

7.2.4 De huidige ontwerppraktijk

Bij het ontwerpen van dijkverbeteringen blijkt in de huidige praktijk Leidraad 1 vrij algemeen als *vóórschrift* te worden gehanteerd en niet als *leidraad*, waarlangs de ontwerper zelf moet optimaliseren. Dit leidt er naar onze mening toe dat, waar de Leidraad onzekerheidsmarges hanteert, de praktijk dat ook doet. Voor trajecten, die door de beheerders niet als knelpunt worden gezien, wordt zelden uitgekend ontworpen. Meestal wordt een traditioneel ontwerp gemaakt (ruim opgezet en opgebouwd uit zand en klei). Bij het ontwerpen blijken de kosten van beheer en onderhoud in de praktijk zwaar te wegen. De voorgestelde externe toetsing van het ontwerp dient ook een toetsing op het voldoende uitgekend ontwerpen ten behoeve van het behoud van LNC-waarden in te houden.

Bij knelpunten wordt in toenemende mate gebruik gemaakt van uitgekend ontwerpen, met name door het afwisselend naar binnen en naar buiten verschuiven van de as van de dijk. Toepassing van bijzondere constructies vindt wel plaats, maar op beperkte schaal. Als bezwaar wordt niet zozeer de veiligheid maar eerder de hogere kosten voor beheer en

onderhoud, de beperkte levensduur en de beperking in de mogelijkheden tot aanpassing aan eventuele toekomstige verhoging van MHW genoemd. Voor knelpunten in stedelijke gebieden worden in het ontwerpproces technische mogelijkheden inclusief beweegbare keringen betrokken. Steeds meer wordt getracht bebouwing te sparen door zodanig te ontwerpen dat de bebouwing buiten het theoretisch dijkprofiel komt te staan. Met het accepteren van bomen in het dijklichaam gaat de huidige praktijk verder dan de Leidraad. (Waardevolle) beplanting buiten het theoretisch profiel wordt in veel gevallen geaccepteerd.

7.2.5 Nieuwe inzichten en ontwerpmethoden

Na het gereedkomen van de Leidraden is het onderzoek voortgezet. De kennis uit de afgeronde onderzoeken is beschikbaar voor toepassing in de praktijk. Uit de analyse van recent verricht onderzoek kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- Wij adviseren om bij het ontwerp meer uit te gaan van het theoretisch dijkprofiel. Hiermee kan in een aantal gevallen worden bereikt dat steile taluds, zowel binnen als buiten, en vreemde elementen op de taluds gespaard kunnen worden.
- Na het verschijnen van de Leidraden 1 en 2 zijn nieuwe rekenregels beschikbaar gekomen voor de beoordeling van (macro-)stabiliteit en 'piping'. Het gebruiken van deze rekenregels kan in een aantal gevallen leiden tot een vermindering van de benodigde bermbreedte en soms tot het achterwege laten van een berm.
- Op basis van nieuwe inzichten over het toepassen van bijzondere constructies, adviseren wij deze nadrukkelijker bij het ontwerpen te betrekken. Hierbij kan met name gedacht worden aan:
 - erosieschermen ter vervanging van buiten- of binnentalud;
 - kistdammen ter vervanging van buiten- en binnentalud en steunbermen; en
 - diep gefundeerde keermuren, damwanden of diepwanden voor de vermindering van de kruinbreedte en ter vervanging van taluds en steunbermen.
 Bij de toepassing van dergelijke constructies zijn er punten die aandacht behoeven, zoals het rekening houden met de mogelijkheid van latere verhogingen, de ruimte benodigd voor de uitvoering en de eventuele schade door heien en trillingen tijdens het aanbrengen. Een ander mogelijk neveneffect is de verstoring van de waterhuishouding in het achtergelegen gebied.

'Vreemde' elementen zoals bebouwing en beplanting op de taluds worden met deze bijzondere constructies afgescheiden van de waterkeringsfunctie. De kosten van deze constructies zijn in het algemeen hoger.
- Bij een te lage kruinhoogte kan de toepassing van een beweegbare kering worden overwogen. Studies, bijvoorbeeld voor het stadsfront van Kampen hebben de technische haalbaarheid aangetoond. De veiligheid hangt mede af van de hoogte van de vaste drempel van de constructie, de betrouwbaarheid van de bediening (zoveel mogelijk uitsluiten van menselijk handelen en toepassing van nood-sluitsystemen) en de lengte van het beweegbare deel van de kering. Het is technisch gezien mogelijk op vrijwel iedere gewenste plaats een beweegbare kering toe te passen. De betrouwbaarheid wordt wel een probleem bij toepassing over grotere lengten. De kosten voor het ontwerp, de aanleg en voor beheer en onderhoud zullen, ook bij relatief hoge drempels, nog zeer hoog zijn.
- Een aantal lopende onderzoeken op het gebied van macro-instabiliteit en 'piping' bieden naar onze mening zoveel perspectief dat over enkele jaren een verdere optimalisatie van de benodigde bermbreedte mogelijk is.

- Voor de aspecten erosie, grasbekleding en micro-instabiliteit zijn studies gaande. De eindresultaten zijn niet op korte termijn te verwachten. Omdat de inzichten inmiddels duidelijk verdiept zijn adviseren wij de met de studies belaste deskundigen een voorlopige ontwerpregel te laten opstellen, waarin de relatie tussen de hoeveelheid golfoverslag en de helling en sterkte van het binnentalud wordt aangegeven. Deze ontwerpregel kan mogelijk leiden tot een reductie van de kruinhoogte of de acceptatie van een steiler talud. Deze optimalisatie vraagt een nadere analyse van het beheer en onderhoud van het binnentalud.
- Een volledig uitgewerkte ontwerpmethode op basis van een probabilistische benadering is slechts op zeer lange termijn te verwachten.
- Wij adviseren om nieuw verworven kennis en inzichten zo snel mogelijk over te dragen aan de ontwerpers, bijvoorbeeld door het regelmatig actualiseren van de Leidraden of door tussentijdse aanvullingen. Hiermee kan worden bereikt dat steeds met de meest recente kennis kan worden ontworpen.



Afschuiven binnentalud

Foto: Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen

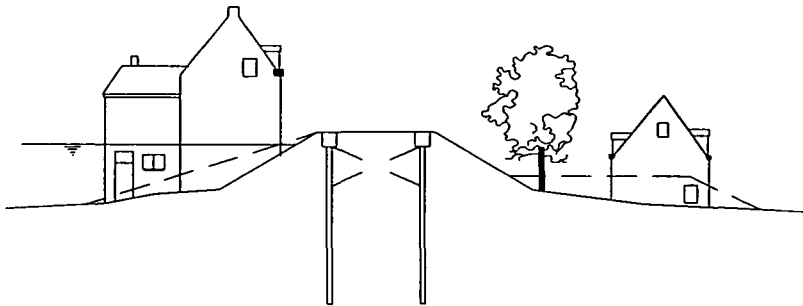
7.3 Effecten van uitgekiend ontwerpen

7.3.1 Inventarisatie en evaluatie van maatregelen

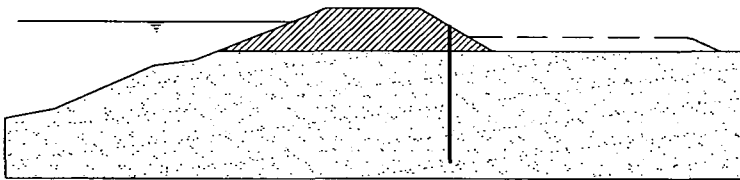
Uit de analyse van de huidige praktijk is gebleken dat de mogelijkheden tot uitgekiend ontwerpen niet altijd optimaal worden benut. Onder uitgekiend ontwerpen wordt zowel het optimaliseren van het ontwerp bij toepassing van traditionele constructiemethoden, als het toepassen van bijzondere constructies en constructiemethoden verstaan. Door meer gebruik te maken van uitgekiend ontwerpen zal het mogelijk zijn LNC-waarden meer te sparen.

In de analyse is een groot aantal vormen van uitgekiend ontwerpen geanalyseerd en geëvalueerd. Een aantal voorbeelden (zie ook Figuur 7.2):

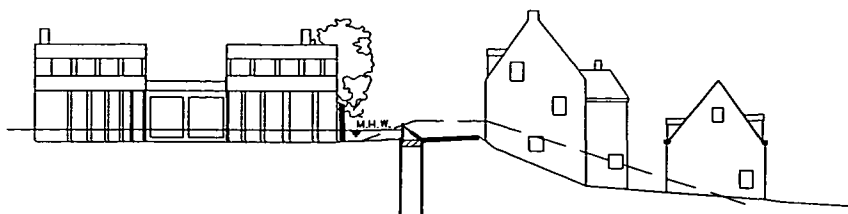
- het kiezen van een alternatief tracé, bijvoorbeeld een omleiding om een dorpskern;
- het zo goed mogelijk benutten van de mogelijkheden van de leidraden;
- het opheffen van de wegfunctie;
- toepassing van andere materialen voor de opbouw van het dijklichaam;
- het verbeteren van het bestaande dijkmateriaal of de ondergrond van de dijk, bijvoorbeeld door injecteren;
- het beïnvloeden van de waterspanningen in de dijk of in de ondergrond;
- het aanbrengen van vaste constructies die de functie van het dijklichaam geheel of gedeeltelijk overnemen, bijvoorbeeld kistdammen of kwelschermen; en
- het toepassen van beweegbare keringen (kleppen, zelf-opdrijvende keringen).



KISTDAM i.p.v. verflauwen buitentalud, amoveren woning buitendijks, en amoveren woning binnendijks

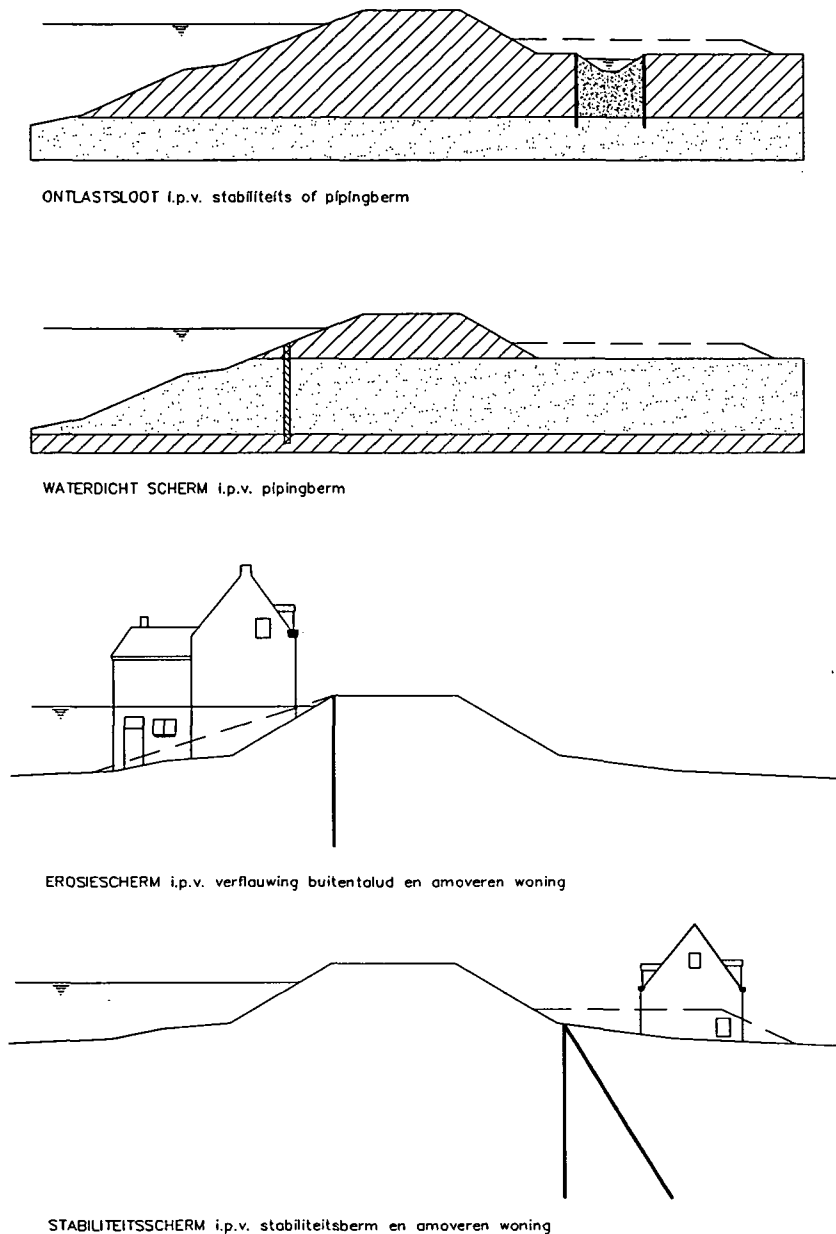


KWELSCHEM i.p.v. pipingberm



KLEPKERING i.p.v. amoveren woningen binnendijks

Figuur 7.3a Voorbeelden van uitgekiende ontwerpen



Figuur 7.3b Voorbeelden uitgekende ontwerpen

Evaluatie van maatregelen

Een aantal van deze maatregelen, zoals het kiezen van een ander tracé wordt in de huidige praktijk al toegepast. In het onderzoek lag het accent op de mogelijkheden van:

- een beter gebruik van de mogelijkheden die zijn gegeven in de Leidraden; en
- de toepassing van bijzondere constructies bij knelpunten.

Alle maatregelen zijn geëvalueerd met behulp van de criteria: veiligheid, technische haalbaarheid en levensduur (voor een gedetailleerd overzicht wordt verwezen naar deelrapport III).

De criteria: 'effect op LNC-waarden' en 'kosten' zijn daarnaast gebruikt bij de keuze van maatregelen ten behoeve van de 'uitgekiend ontwerpen' strategieën gericht op het oplossen van knelpunten.

7.3.2 Strategie-ontwikkeling

Uit de analyse van de huidige praktijk is gebleken dat het mogelijk is vrijwel zonder verhoging van de kosten de huidige praktijk te verbeteren, de strategie '*verbeterde praktijk*'. De strategie bestaat uit het toepassen van de in sectie 7.2.5 genoemde nieuwe inzichten en ontwerpmethoden. Hiermee kan, ook zonder toepassing van bijzondere constructies, een geringere schade bij knelpunten worden bereikt. Buiten de knelpunten kan een betere landschappelijke inpassing van de dijk worden verkregen, bijvoorbeeld door toepassing van steilere taluds en herbepanting buiten het theoretisch profiel. Door een bredere toepassing van natuurvriendelijk beheer van de dijk kan daarnaast de kwaliteit van de vegetatie aanzienlijk worden verbeterd.

Om inzicht te krijgen over wat daarnaast bereikt zou kunnen worden door op grotere schaal gebruik te maken van uitgekiend ontwerpen bij het oplossen van knelpunten zijn twee strategieën geanalyseerd. Een knelpunt is bijvoorbeeld een situatie met aan een kant van de dijk een strang en aan de andere kant bebouwing. Bij de strategie '*alles sparen*' is er naar gestreefd zoveel mogelijk LNC-waarden te sparen door voor alle knelpunten uitgekiende ontwerpen, waaronder bijzondere constructies, toe te passen. Bij de strategie '*selectief sparen*' worden de knelpunten alleen dan opgelost indien de kosten naar onze mening in redelijke verhouding staan tot de te besparen LNC-waarden.

Voor een schatting van de kosten en baten van de laatste twee strategieën zijn 10 dijkvakken geanalyseerd, waarvan het principeplan gereed was. Voor deze dijkvakken is dus bekend welke LNC-waarden volgens de huidige praktijk verloren zullen gaan. Per dijkvak zijn de knelpunten geanalyseerd, maatregelen geselecteerd en de extra kosten voor het oplossen van de knelpunten ten opzichte van de huidige praktijk geschat. De resultaten voor deze dijkvakken zijn 'vertaald' naar alle dijkvakken van het gehele onderzoeksgebied. Hiervoor is gebruik gemaakt van de LNC inventarisatiekaarten van de Commissie Rivierdijken. uit de analyse blijkt dat over bijna 30% van het totale onderzoeksgebied de een of andere vorm van knelpunt voorkomt, waarvan circa de helft situaties betreft met aan beide zijden van de dijk waardevolle landschapselementen.

Gezien het toetsend karakter van het onderzoek was het uitdrukkelijk niet de bedoeling om voor de onderzochte dijkvakken alternatieve ontwerpen te maken. De analyse is uitsluitend gericht op het kunnen geven van realistische schattingen voor de LNC-waarden die met meer uitgekiende ontwerpen behouden kunnen blijven en de kosten die daarmee gepaard gaan. Om (bijna) alle LNC-waarden in de knelpunten te kunnen behouden is het noodzakelijk op grote schaal bijzondere constructies toe te passen. Een overzicht van de effecten van de strategieën wordt gegeven in hoofdstuk 8.

7.4 Invloed MHW op de omvang van de dijkverhoging en -versterking

Voor de analyse van de invloed van een verandering in de veiligheidsnorm was het nodig te onderzoeken wat de invloed is van een verlaging van de maatgevende hoogwaterstanden (MHW) op de omvang van de dijkverhoging en/of -versterking. Het resultaat van deze analyse kan ook worden gebruikt bij de evaluatie van de strategie ter verlaging van MHW (zie hoofdstuk 6). Het merendeel van de dijkvakken moet bij het thans geldende MHW worden verhoogd en tegelijk worden versterkt. Dijkvakken die voldoende hoog zijn, moeten mogelijk toch worden versterkt. In de analyse zijn alleen die faalmechanismen die bepalend zijn voor het ruimtebeslag ('piping' en macro-stabiliteit) betrokken.

Bij de analyse is gebruik gemaakt van de ervaringen met de reeds onderzochte en/of uitgevoerde dijkvakken. Daarnaast zijn aanvullende berekeningen voor vijf representatieve dijkprofielen uitgevoerd om de invloed van een variatie in MHW op de lengte en omvang (breedte en doorsnede) van de te verhogen/versterken dijken te bepalen. De onderzochte dijkvakken liggen langs de IJssel (1), de Nederrijn (1), de Maas (1) en de Waal (2) en zijn daardoor representatief voor het gehele gebied. Met de resultaten is een globale schatting van de effecten van een verandering in MHW per dijkring en voor het gehele gebied gemaakt. Het onderzochte bereik is van MHW +0,3 m tot MHW -1,0 m.

Voor de bepaling van de effecten van MHW verlaging op de LNC-waarden is uitgegaan van de LNC-inventarisaties die ten behoeve van de Commissie Rivierdijken zijn uitgevoerd. Op grond van de berekende toename in breedte van de dijk, die afhankelijk is van MHW, is een schatting van het verlies aan LNC-waarden gemaakt. De resultaten van de analyse van het effect van een verandering van MHW (bij een gegeven maatgevende afvoer) op de omvang van de dijkversterking en het verlies aan LNC-waarden zijn gebruikt bij de in hoofdstuk 8 besproken analyse van de effecten van de veiligheidsnorm en de strategieën ter verlaging van MHW.

8 Evaluatie veiligheidsnorm en strategieën

8.1 Benaderingswijze

In het voorgaande zijn de effecten van de keuze van een veiligheidsnorm tegen overstroming geanalyseerd. Daarnaast zijn maatregelen geanalyseerd om de negatieve invloed van dijkversterking op functies en waarden van de dijk en zijn omgeving te verminderen. Maatregelen hebben betrekking op een verlaging van MHW en op de ontwerpmethodieken. De maatregelen zijn getoetst aan een beperkt aantal criteria, zoals het effect van de maatregel op LNC-waarden, de technische haalbaarheid en de kosten. Door combinatie van geselecteerde maatregelen zijn strategieën gevormd.

Het effect van de keuze van de veiligheidsnorm wordt zichtbaar gemaakt met behulp van criteria. De effecten van de verschillende strategieën worden op een overeenkomstige wijze zichtbaar gemaakt. Het resultaat van de analyse wordt gepresenteerd in zogenaamde 'scorekaarten', waarin het effect van de keuze van de veiligheidsnorm of van de verschillende strategieën wordt weergegeven. De (horizontale) rijen van de scorekaarten worden gevormd door de criteria, de kolommen zijn de verschillende veiligheidsnormen of strategieën.

De waarde van de criteria bij de verschillende veiligheidsnormen en strategieën wordt zoveel mogelijk kwantitatief gegeven. Het merendeel van de scorekaarten heeft betrekking op het gehele gebied, een aantal scorekaarten op één dijkkring. Het presenteren van de scorekaarten houdt geen weging in, noch van het relatieve belang van de criteria, noch van de verschillende veiligheidsnormen en strategieën. Deze weging en het maken van een keuze is de taak van de beleidsmaker.

8.2 Criteria

Voor de beoordeling van de effecten van een verandering in de veiligheidsnorm of van de strategieën zijn de volgende criteria beschikbaar:

- de lengte van de te versterken dijkvakken; dit kan zijn verhogen *en* versterken of *alleen* versterken (= vaak verbreden) indien de kruinhoogte voldoende is. De totale lengte van de dijken in de onderzochte dijkkringen bedraagt circa 570 km. Daarvan moet nog circa 210 km worden verhoogd *en* versterkt en circa 160 km *alleen* versterkt. De rest (circa 200 km) is hoog en sterk genoeg, gereed dan wel in uitvoering.
- het persoonlijk risico, uitgedrukt ten opzichte van het risico bij de veiligheidsnorm 1/1250 per jaar. Zoals toegelicht in hoofdstuk 5 is kwantificering van dit risico niet mogelijk, zodat alleen een relatieve waarde wordt gegeven.
- het percentage van de LNC-waarden op of in de directe omgeving van de dijk dat kan worden behouden. Dit percentage is berekend met behulp van de gegevens van de Commissie Rivierdijken en de verandering van het ruimtebeslag van de dijk als gevolg van een verandering in de veiligheidsnorm of van de strategie die MHW-verlaging tot doel heeft. Voor de uitgekend-ontwerpen strategieën zijn tevens de LNC elementen die de knelpunten behouden kunnen blijven in rekening gebracht.
Benadrukt wordt dat de LNC-waarden, gezien hun definitie en de wijze van bepalen slechts in relatieve zin geïnterpreteerd kunnen worden.

- de netto contante waarde (NCW) van de verwachte schade door overstroming van dijkkring 43 (de Betuwe), de combinatie van de dijkringen 36, 43 en 52 (noord-oostelijk deel van Noord Brabant, de Betuwe en de westelijke IJsseloever) en alle (acht) onderzochte dijkringen in het studiegebied. De ligging van de dijkringen is gegeven in Figuur 3.1. Bij de berekening van de NCW is de kans op overstroming gelijk genomen aan de veiligheidsnorm, aangezien de werkelijke inundatiekans nog niet kan worden berekend.
Opgemerkt wordt dat de huidige veiligheid per dijkkring wisselt. In een aantal dijkringen komen nog dijkvakken voor met een geschatte veiligheid tegen overstromen van 1/50 tot 1/100 per jaar.
- de kosten van de dijkversterkingen, gesplitst naar kosten van voorbereiding, aanleg en onderhoud. De kosten van de voorbereiding en aanleg zijn de geraamde kosten voor de completering van de dijkversterkingen, zonder discontering, gezien de relatief korte duur voor de completering van de versterking van de rivierdijken. De onderhoudskosten zijn in Mf/jaar gegeven. De netto contante waarde van de onderhoudskosten is gelijk aan 20 maal de jaarlijkse onderhoudskosten.
Benadrukt wordt dat, gezien de globale wijze van schatten van de kosten, deze alleen relatief gebruikt mogen worden. De kosten voor de basis-situatie stemmen overeen met die uit de planning van de Landelijke Coördinatiecommissie Dijkversterkingen (LCCD). Verschillen ten opzichte van deze basis-situatie hebben slecht een beperkte nauwkeurigheid.

Voor de strategie ter verlaging van MHW zijn nog een aantal criteria toegevoegd die zijn gerelateerd aan de ingrepen in de rivier en de uiterwaarden:

- de verandering in de LNC-waarden van de uiterwaarden; deze kunnen alleen kwalitatief worden aangegeven. Als criteria zijn gebruikt:
 - het behoud van bestaande waarden;
 - de mogelijkheden voor het ontwikkelen van nieuwe natuur- en landschapswaarden.
- de kosten van aanleg van de strategie en de kosten van de aanpassingen van de infrastructurele werken langs de rivieren. De kosten van de aanpassing van de infrastructuur als gevolg van de autonome bodemdaling van de Rijntakken wordt door RWS geraamd op circa 8 Mf per jaar. De verandering in de kosten van de scheepvaart zijn te verwaarlozen.

Als basis voor de vergelijking van het effect van een verandering in de veiligheidsnorm of van de strategieën zijn de huidige uitgangspunten (veiligheidsnorm 1/1250 per jaar en maatgevend debiet voor de Rijn: 16.500 m³/s, voor de Maas: 3.650 m³/s) en de huidige ontwerppraktijk aangehouden.

8.3 Effecten van een verandering van de veiligheidsnorm

De resultaten van het onderzoek naar de mogelijke effecten van een verandering in de veiligheidsnorm zijn samengevat in Tabel 8.1.

Criterium	Eenheid	Veiligheidsnorm		
		1/1250	1/500	1/200
		$Q_R=16.500$ m^3/s	$Q_R=15.200$ m^3/s	$Q_R=13.650$ m^3/s
		$Q_M=3.650$ m^3/s	$Q_M=3.350$ m^3/s	$Q_M=3.050$ m^3/s
Lengte te verhogen/versterken dijken	km	370	320	270
waarvan te verhogen <i>en</i> versterken	km	210	120	70
waarvan <i>alleen</i> te versterken	km	160	200	200
Persoonlijk risico	—	R	2,5 R	6,25 R
Behoud van LNC-waarden:				
landschap	%	73	77	82
natuur	%	80	83	87
cultuur	%	73	77	82
Schade door overstroming (NCW):				
dijkkring 43	Mf	400	1.000	2.600
dijkkring 36, 43 en 52	Mf	1.400	3.300	7.600
alle dijkringen	Mf	2.100	4.900	11.000
Kosten dijkversterking:				
voorbereiding	Mf	110	100	80
aanleg	Mf	760	670	560
onderhoud	Mf/jaar	2,3	2,3	2,3
Legenda:				
Q_R, Q_M		= maatgevende afvoer van de Rijn, resp. Maas		
R		= persoonlijk risico bij de veiligheidsnorm 1/1250 per jaar		
NCW		= netto contante waarde		

Tabel 8.1 Effecten van de waarde van de norm voor veiligheid tegen overstroming

Opmerkingen

Uit Tabel 8.1 blijkt dat bij een verlaging van de veiligheidsnorm de totale lengte van te verhogen en/of te versterken dijken afneemt. De lengte van de te verhogen *en* te versterken dijken neemt sterker af, maar een deel daarvan moet nog steeds versterkt worden. De bijbehorende vermindering in schade aan de LNC-waarden is daardoor beperkt. De onderhoudskosten van de dijken veranderen niet significant gezien de geringe veranderingen in de lengte en oppervlakte van de dijken. Uit een vergelijking van de besparing in schade door overstroming en de kosten van dijkversterking blijkt dat ook een veiligheidsnorm van 1/1250 nog niet de optimale is. Dit resultaat stemt overeen met het resultaat van de analyse van de Commissie Rivierdijken.

8.4 Effecten van differentiatie van de veiligheidsnorm

Voor een evaluatie van de effecten van een differentiatie van de veiligheidsnorm zijn de resultaten voor dijkkring 52 (westelijke IJsseloever) samengevat in Tabel 8.2. Hetzelfde is gedaan voor de Betuwe (dijkkring 43); zie Tabel 8.3. Van dijkkring 52 is van de totale lengte van de dijken (circa 73 km) ongeveer de helft (circa 36 km) al versterkt of sterk genoeg. Van dijkkring 43 is van de totale lengte (circa 167 km) slechts ongeveer één derde (circa 59 km) al versterkt of sterk genoeg.

Criterium	Eenheid	Veiligheidsnorm		
		1/1250	1/500	1/200
		$Q_R=16.500$ m^3/s	$Q_R=15.200$ m^3/s	$Q_R=13.650$ m^3/s
		$Q_M=3.650$ m^3/s	$Q_M=3.350$ m^3/s	$Q_M=3.050$ m^3/s
Lengte te verhogen/versterken dijken	km	37	37	27
waarvan te verhogen <i>en</i> versterken	km	6	4	0
waarvan <i>alleen</i> te versterken	km	31	33	27
Persoonlijk risico	-	R	2,5 R	6,25 R
Behoud LNC-waarden:				
landschap	%	72	77	84
natuur	%	79	82	88
cultuur	%	72	77	84
Schade door overstrooming (NCW)	Mf	90	200	440
Kosten dijkversterking:				
voorbereiding	Mf	11	11	7
aanleg	Mf	72	71	50
onderhoud	Mf/jaar	0,3	0,3	0,3
Legenda:		Q_R, Q_M = maatgevende afvoer van de Rijn, resp. Maas		
		NCW = netto contante waarde		

Tabel 8.2 Effecten veiligheidsnorm voor dijkkring 52 (westelijke IJsseloever)

Opmerkingen

Uit de scorekaart blijkt dat alleen bij een verlaging van de veiligheidsnorm naar 1/200 per jaar de totale lengte van te verhogen/versterken dijken afneemt. Een verlaging van de veiligheidsnorm van 1/1250 per jaar naar 1/200 per jaar geeft op de IJssel een reductie in MHW van gemiddeld 0,5 m. Omdat de dijken langs de IJssel in het algemeen wel hoog genoeg maar niet sterk genoeg zijn, is het effect relatief gering.

Criterium	Eenheid	Veiligheidsnorm		
		1/1250	1/500	1/200
		$Q_R=16.500$ m^3/s	$Q_R=15.200$ m^3/s	$Q_R=13.650$ m^3/s
		$Q_M=3.650$ m^3/s	$Q_M=3.350$ m^3/s	$Q_M=3.050$ m^3/s
Lengte te verhogen/versterken dijken	km	108	102	97
waarvan te verhogen <i>en</i> versterken	km	64	45	32
waarvan <i>alleen</i> te versterken	km	44	57	65
Persoonlijk risico	-	R	2,5 R	6,25 R
Behoud LNC-waarden:				
landschap	%	75	79	83
natuur	%	82	85	88
cultuur	%	76	80	83
Schade door overstroming (NCW)	Mf	400	1.000	2.600
Kosten dijkversterking:				
voorbereiding	Mf	47	42	39
aanleg	Mf	310	280	260
onderhoud	Mf/jaar	0,7	0,7	0,7
Legenda:	Q_R, Q_M	= maatgevende afvoer van de Rijn, resp. Maas		
	NCW	= netto contante waarde		

Tabel 8.3 Effecten veiligheidsnorm voor dijkkring 43 (Betuwe)

Opmerkingen

Uit de scorekaart blijkt dat bij een verlaging van de veiligheidsnorm de totale lengte van te versterken dijken voor dijkkring 43 vrijwel niet afneemt. Langs de Waal moeten de dijken met meer dan 1,0 m worden verhoogd; vrijwel alle dijken moeten ook bij een voldoende hoogte worden versterkt. Een beperkte verlaging van MHW heeft daarom nauwelijks invloed op de omvang van de versterking. Bij een verlaging van de veiligheidsnorm van 1/1250 naar 1/500 wordt MHW op de Nederrijn gemiddeld met circa 0,2 m en op de Waal met circa 0,45 m verlaagd (bij een verdere reductie tot 1/200 zijn de verlagingen circa 0,45 en circa 0,95 m).

Conclusie

In hoofdstuk 5 is aangegeven dat tussen de twee dijkkringen belangrijke verschillen bestaan in het persoonlijk risico. In de Betuwe is de maximale inundatiediepte groter en zijn de vluchtmogelijkheden geringer dan voor de gebieden langs de IJssel. Een differentiatie per dijkkring, bijvoorbeeld door verlaging van de veiligheidsnorm naar 1/200 per jaar voor dijkkring 52, geeft slechts een relatief geringe beperking van de lengte van de te verhogen en/of te versterken dijken en daarmee ook een geringe vermindering van de schade aan de LNC-waarden op of in de onmiddellijke omgeving van de dijk.

8.5 Effecten van een verandering in de maatgevende afvoer van de Rijn

In sectie 6.2 wordt geconcludeerd dat de maatgevende afvoer van de Rijn bij Lobith met een overschrijdingsfrequentie van 1/1250 per jaar verlaagd kan worden van 16.500 tot 15.000 m³/s. Het effect van deze verlaging is weergegeven in Tabel 8.4.

Criterium	Eenheid	Extrapolatiemethode	
		bestaand	voorgesteld
		Q _R =16.500 m ³ /s	Q _R =15.000 m ³ /s
Lengte te verhogen/versterken dijken	km	370	350
waarvan te verhogen <i>en</i> versterken	km	210	180
waarvan <i>alleen</i> te versterken	km	160	170
Behoud LNC-waarden:			
landschap	%	73	77
natuur	%	80	84
cultuur	%	73	77
Schade door overstroming (NCW):			
dijkring 43	Mf	400	400
dijkring 36, 43 en 52	Mf	1.400	1.400
alle dijkringen	Mf	2.100	2.100
Kosten dijkversterking:			
voorbereiding	Mf	110	100
aanleg	Mf	760	680
onderhoud	Mf/jaar	2,3	2,3

Tabel 8.4 Effecten verlaging maatgevende afvoer van de Rijn

Opmerkingen

Uit Tabel 8.4 blijkt dat de voorgestelde verlaging van de maatgevende afvoer van de Rijn een beperkt effect heeft op de totale lengte van de te versterken dijken. De vermindering in lengte heeft betrekking op de dijken langs de Rijntakken. De effecten op de LNC-waarden zijn beperkt. De MHW-verlaging die behoort bij deze verlaging van de maatgevende afvoer bedraagt gemiddeld circa 0,45 m op de Waal, 0,25 m op het Pannerdens Kanaal en de IJssel en 0,2 m op de Nederrijn.

In de praktijk is gebleken dat compensatie in het rivierbed voor buitendijkse alternatieve tracés vaak moeilijk of onmogelijk is. Aanbevolen wordt daarom de mogelijke verlaging van MHW, behorend bij de voorgestelde vermindering van de maatgevende afvoer van de Rijn niet voor alle dijkvakken in een riviergedeelte in gelijke mate toe te passen, maar deels te gebruiken als compensatiemogelijkheid voor die knelpunten, waarvoor de oplossing tot een verkleining van het winterbed zou leiden. Het optimale gebruik van deze ruimte kan worden bereikt in een integrale afweging per riviergedeelte (zie ook hoofdstuk 9).

Vanwege het toetsend karakter van het onderzoek enerzijds en het geringe effect van de verlaging van de maatgevende afvoer anderzijds, is de *huidige* maatgevende Rijnafvoer (16.500 m³/s) als uitgangspunt aangehouden voor de in dit hoofdstuk gepresenteerde scorekaarten. Voor de *voorgestelde* maatgevende afvoer (15.000 m³/s bij een veiligheidsnorm van 1/1250 per jaar) zijn de resultaten in Appendix A gegeven.

8.6 Effecten van de strategie: verlagen bodem uiterwaarden

In hoofdstuk 6 is een strategie voor het verlagen van MHW beschreven, bestaande uit het afgraven van de uiterwaarden met 2,0 m. Deze mogelijkheid is onlangs ook voorgesteld in het plan 'Levende Rivieren' van het Wereld Natuur Fonds. De effecten van de strategie zijn samengevat in Tabel 8.5.

Criterium	Eenheid	Strategie	
		huidige praktijk	verlagen MHW
Lengte te verhogen/versterken dijken	km	370	340
waarvan te verhogen <i>en</i> versterken	km	210	170
waarvan <i>alleen</i> te versterken	km	160	170
Behoud LNC-waarden dijken:			
landschap	%	73	81
natuur	%	80	86
cultuur	%	73	79
Landschaps- en natuurwaarden uiterwaarden:			
behoud bestaande waarden		0	— —
ontwikkelingsmogelijkheden nieuwe waarden		0	+ +
Kosten dijkversterking:			
voorbereiding	Mf	110	95
aanleg	Mf	760	640
onderhoud	Mf/jaar	2,3	2,3
Kosten voor verlaging MHW:			
aanleg	Mf	0	?
aanpassen infrastructuur	Mf/jaar	8	≤ 8

Tabel 8.5 Effecten van de strategie ter verlaging van MHW

Opmerkingen

De met deze strategie te bereiken verlaging in MHW is in de orde van 0,7 á 0,9 m. Deze verlaging is kleiner dan die gegeven in het plan 'Levende Rivieren', omdat voor de berekeningen uitgevoerd in het kader van de huidige studie is aangenomen dat in een deel van de uiterwaarden (25%) natuurontwikkeling in de vorm van oobossen zal plaatsvinden. Bij de beoordeling van deze strategie moet een afweging worden gemaakt tussen het behouden van bestaande natuur- en landschapswaarden en het creëren van mogelijkheden voor ontwikkeling van nieuwe waarden. Indien uiterwaarden, die in de huidige situatie al grote natuur- en landschapswaarden bezitten, niet worden afgegraven, zal de verlaging van MHW naar verhouding minder zijn.

Voor deze strategie geldt dat pas na voltooiing van de benodigde werken de gewenste veiligheid wordt bereikt. De tijd benodigd voor de uitvoering van de werken wordt door het WNF geschat op orde 25 jaar. Dit is langer dan de tijd benodigd voor de afronding van de totale rivierdijkversterkingen (volgens de huidige planning circa 12 jaar). De strategie heeft een groot effect op de rivieren en de uiterwaarden. Het viel buiten het kader van dit onderzoek om een gedetailleerde analyse te maken van de effecten van deze strategie op de morfologische ontwikkeling van de rivieren, de waterverdeling over de Rijntakken en de ecologie van de rivier en de uiterwaarden. Indien de strategie als haalbaar wordt beoordeeld, moet een nader onderzoek naar de effecten en de financiële consequenties worden uitgevoerd.

Indien deze strategie niet integraal wordt toegepast ter verlaging van MHW, dan kan de natuurontwikkeling in de uiterwaarden niettemin bijdragen aan het oplossen van knelpunten waarbij compensatie in het rivierbed noodzakelijk is, bijvoorbeeld bij buitendijkse verzanding. Bovendien wordt een bijdrage geleverd aan het verbreden van het draagvlak voor de dijkversterking. Voor de lange termijn kan natuurontwikkeling bijdragen aan handhaven van de gewenste veiligheid door het compenseren van de aanslibbing van de uiterwaarden en eventuele verhoging van de maatgevende hoogwaterstanden door klimaatsveranderingen.

8.7 Effecten van strategieën met uitgekiend ontwerpen

Onder een betere ontwerpmethodiek wordt hier een methodiek verstaan waarbij meer nadruk wordt gelegd op het zoveel mogelijk sparen van LNC-waarden in de dijkgedeelten zonder knelpunten door zo goed mogelijk gebruik te maken van de mogelijkheden die de Leidraden en nieuwe inzichten bieden en het benadrukken van het integrale karakter van de inpassing van de dijk in het landschap. Deze strategie is verder aangegeven als 'verbeterde praktijk'. Met deze strategie zijn ook (beperkte) verbeteringen mogelijk in een aantal knelpunten. Dit effect is niet verder gekwantificeerd.

De verbeterde praktijk is ook onderdeel van de twee andere strategieën. Voor de oplossing van knelpunten, zijn de strategieën 'alles sparen' en 'selectief sparen' onderzocht. Bij de strategie 'alles sparen' is voor alle knelpunten een oplossing met uitgekiende ontwerpen, waaronder bijzondere constructies voorzien. Bij de strategie 'selectief sparen' zijn een aantal knelpunten, waarvan de oplossing relatief duur was, niet opgelost. Het huidige onderzoek heeft beslist niet het karakter van een ontwerpstudie, maar geeft een indicatie van de mogelijke effecten op de LNC-waarden en de verhoging in de kosten van de dijkversterking bij een verandering in de ontwerpmethodiek en een grotere mate van toepassing van uitgekiende ontwerpen.

Criterium	Eenheid	Strategie			
		huidige praktijk (basis)	verbeterde praktijk	'selectief' sparen	'alles' sparen
Behoud LNC-waarden:					
landschap	%	73	73	87	98
natuur	%	80	80	90	99
cultuur	%	73	73	87	98
Landschappelijke inpassing		0	+	+	+
Kwaliteit dijkvegetatie		0	+	+	+
Kosten dijkversterking:					
voorbereiding	Mf	110	130	170	250
aanleg	Mf	760	760	1010	1600
onderhoud	Mf/jaar	2,3	2,6	2,8	3,3

Tabel 8.6 Effecten uitgekiend ontwerpen

Opmerkingen

Voor de strategie 'verbeterde praktijk' wordt geraamd dat de kosten van voorbereiding circa 15% hoger zullen zijn, met name door de hogere kosten voor grondmechanisch onderzoek en berekeningen. Voor de kosten van het onderhoud wordt geraamd dat deze door het aanleggen van de dijken met steilere taluds en het toepassen van natuurvriendelijk onderhoud met maximaal 30% (voor de nog te versterken dijkvakken) kunnen stijgen.

Het resultaat van de strategie 'selectief sparen' laat zien dat circa 50% van de knelpunten die nu niet worden opgelost, kunnen worden opgelost met een verhoging van ruim 30% van de ontwerp- en aanlegkosten. De stijging van de onderhoudskosten is beperkt doordat in deze strategie voornamelijk oplossingen met lage onderhoudskosten zijn gebruikt. Oplossen van vrijwel alle knelpunten geeft een verdubbeling van de aanlegkosten en circa 50% hogere onderhoudskosten dan in de situatie 'huidige praktijk'.

8.8 Gecombineerde effecten

In de Tabellen 8.7 t/m 8.9 zijn de gecombineerde effecten van een verandering in veiligheidsnorm en/of de maatgevende afvoer van de Rijn weergegeven. De huidige situatie (veiligheidsnorm, $Q_R = 16.500 \text{ m}^3/\text{s}$, huidige ontwerppraktijk) is steeds ter vergelijking (basis) gegeven.

Criterium	Eenheid	Basis situatie	Strategie			
			huidige praktijk	verbeter- de praktijk	'selectief' sparen	'alles' sparen
Lengte te verhogen/versterken dijken	km	370	320	320	320	320
waarvan te verhogen <i>en</i> versterken	km	210	120	120	120	120
waarvan <i>alleen</i> versterken	km	160	200	200	200	200
Persoonlijk risico		R	2,5R	2,5R	2,5R	2,5R
Behoud LNC-waarden:						
landschap	%	73	77	77	88	98
natuur	%	80	83	83	91	99
cultuur	%	73	77	77	88	98
Schade door overstroming (NCW):						
dijkring 43	Mf	400	1.000	1.000	1.000	1.000
dijkring 36, 43 en 52	Mf	1.400	3.300	3.300	3.300	3.300
alle dijkringen	Mf	2.100	4.900	4.900	4.900	4.900
Landschappelijke inpassing	0	0	0	+	+	+
Kwaliteit dijkvegetatie	0	0	0	+	+	+
Kosten dijkversterking:						
voorbereiding	Mf	110	100	120	150	220
aanleg	Mf	760	670	670	890	1410
onderhoud	Mf/jaar	2,3	2,3	2,6	2,7	3,2
Legenda:	Basis situatie: $Q_R = 16.500 \text{ m}^3/\text{s}$; veiligheidsnorm 1/1250 per jaar					

Tabel 8.7 Combinatie van effecten van verlaging van de veiligheidsnorm naar 1/500 per jaar bij de bestaande berekeningsmethode voor de maatgevende Rijnafvoer ($Q_R = 15.200 \text{ m}^3/\text{s}$) en uitgekend ontwerpen

Criterium	Eenheid	Basis situatie	Strategie			
			huidige praktijk	verbeterde praktijk	'selectief' sparen	'alles' sparen
Lengte te verhogen/versterken dijken	km	370	350	350	350	350
waarvan te verhogen <i>en</i> versterken	km	210	180	180	180	180
waarvan <i>alleen</i> versterken	km	160	170	170	170	170
Persoonlijk risico		R	R	R	R	R
Behoud LNC-waarden:						
landschap	%	73	77	77	88	98
natuur	%	80	84	84	91	99
cultuur	%	73	77	77	88	98
Schade door overstroming (NCW):						
dijkring 43	Mf	400	400	400	400	400
dijkring 36, 43 en 52	Mf	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400
alle dijkringen	Mf	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100
Landschappelijke inpassing	0	0	0	+	+	+
Kwaliteit dijkvegetatie	0	0	0	+	+	+
Kosten dijkversterking:						
voorbereiding	Mf	110	100	120	155	225
aanleg	Mf	760	680	680	900	1430
onderhoud	Mf/jaar	2,3	2,3	2,6	2,7	3,2
Legenda:	Basis situatie: $Q_R = 16.500 \text{ m}^3/\text{s}$; veiligheidsnorm 1/1250 per jaar					

Tabel 8.8 Combinatie van effecten van de voorgestelde berekeningsmethode voor de maatgevende Rijnafoer ($Q_R = 15.000 \text{ m}^3/\text{s}$) bij de bestaande veiligheidsnorm (1/1250 per jaar) en uitgekiend ontwerpen

Criterium	Eenheid	Basis situatie	Strategie			
			huidige praktijk	verbeterde praktijk	'selectief' sparen	'alles' sparen
Lengte te verhogen/versterken dijken	km	370	290	290	290	290
waarvan te verhogen <i>en</i> versterken	km	210	90	90	90	90
waarvan <i>alleen</i> versterken	km	160	200	200	200	200
Persoonlijk risico		R	2,5R	2,5R	2,5R	2,5R
Behoud LNC-waarden:						
landschap	%	73	81	81	90	98
natuur	%	80	86	86	92	99
cultuur	%	73	80	80	89	98
Schade door overstroming (NCW):						
dijkring 43	Mf	400	1.000	1.000	1.000	1.000
dijkring 36, 43 en 52	Mf	1.400	3.200	3.200	3.200	3.200
alle dijkringen	Mf	2.100	4.900	4.900	4.900	4.900
Landschappelijke inpassing	0	0	0	+	+	+
Kwaliteit dijkvegetatie	0	0	0	+	+	+
Kosten dijkversterking:						
voorbereiding	Mf	110	90	105	140	200
aanleg	Mf	760	600	600	800	1270
onderhoud	Mf/jaar	2,3	2,3	2,5	2,7	3,1
Legenda:	Basis situatie: $Q_R = 16.500 \text{ m}^3/\text{s}$; veiligheidsnorm 1/1250 per jaar					

Tabel 8.9 Combinatie van effecten van de verlaging van de veiligheidsnorm naar 1/500 per jaar met de voorgestelde berekeningsmethode voor de maatgevende Rijnafoer ($Q_R = 14.100 \text{ m}^3/\text{s}$) en uitgekiend ontwerpen

DEEL III FUNCTIES, WAARDEN EN PROCEDURES

Wie zijn betrokken bij de dijkversterkingen?

De primaire verantwoordelijkheid voor de veiligheid tegen overstromen ligt bij de waterschappen en de provincies. De waterschappen zijn verantwoordelijk voor het handhaven en verbeteren van de veiligheid. De provincies hebben het toezicht op de waterschappen.

De Rijksoverheid is betrokken bij de dijkversterkingen via de normstelling, de bepaling van de maatgevende hoogwaterstanden en de subsidieverlening. Technische leidraden voor het ontwerp, het beheer en het onderhoud van waterkeringen worden samengesteld door de Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen, waarin deskundigen van Rijksoverheid, provincies, waterschappen, universiteiten en onderzoeksinstituten samenwerken.

Welke wetten en regelingen zijn van belang?

De *Grondwet* noemt de bescherming van de bevolking als taak van de Overheid en legt het toezicht op de waterschappen bij de Provincie. Dit laatste wordt uitgewerkt in de *Provinciewet*. De *Waterschapswet* regelt het bestuur en de bevoegdheden van de waterschappen.

De *Waterstaatswet 1900* geeft aan GS de goedkeuringsbevoegdheid voor alle nieuwe werken voor de kering van water en de mogelijkheden tot beroep (voor een beperkte categorie betrokkenen) tegen de beslissing van GS.

In de ontwerp *Wet op de waterkering* wordt de instandhouding van de waterkering op een voorgeschreven niveau van veiligheid per dijkkring vastgelegd. De wet regelt de vaststelling van technische leidraden en van de maatgevende hoogwaterstanden. De wet belast GS met het toezicht op alle primaire waterkeringen in hun provincie. Beroep tegen beslissingen van GS wordt opengesteld voor alle categorieën van betrokkenen.

De *Rivierenwet* regelt het beheer van de grote rivieren, dat gericht is op de vrije afvoer van water en ijs.

De *Subsidieregeling Rivierdijken* van maart 1980 regelt de bijdragen van de Rijksoverheid voor de aanleg en het onderhoud van de rivierdijken.

9 Analyse van functies en waarden

9.1 Probleemstelling en aanpak

Een goede afstemming van de functie 'waterkering' van een rivierdijk op andere functies en waarden van de dijk kan leiden tot een vermindering van de schade aan, of zelfs het beter benutten van kansen voor, die andere functies en waarden, zoals wonen, recreatie, landschaps-, cultuur- en natuurwaarden. Daarbij gaat het, gegeven een maatschappelijk aanvaarde veiligheidsnorm, om een zodanige wijze van dijkversterking dat aan alle relevante functies en waarden zoveel mogelijk recht wordt gedaan.

Doel van dit deel van het onderzoek was de mogelijkheden en beperkingen van een dergelijke geïntegreerde benadering van dijkversterkingen in beeld te brengen. In dit hoofdstuk geven we eerst een overzicht van functies en waarden van rivierdijken. Vervolgens gaan we in op de manier waarop in de huidige praktijk van de dijkversterking met functies en waarden wordt omgegaan. Uit deze analyse leiden we de bouwstenen voor integratie en aanbevelingen voor verbetering van deze integratie af. De nadruk bij de analyse heeft gelegen op het niet-stedelijk gebied. De consequenties van een betere integratie voor de financieringsstructuur worden besproken in hoofdstuk 10. De bestuurlijk-juridische aspecten en de bij de dijkversterking gebruikte procedures worden behandeld in hoofdstuk 11.

9.2 Functies en waarden van rivierdijken

9.2.1 Omgaan met dijkversterking

Dijkversterking is geen nieuw verschijnsel. De strijd tegen het water in het rivierengebied kent een lange geschiedenis. Bescherming tegen overstromingen werd in het verleden op verschillende wijzen nagestreefd, zoals door de aanleg van vluchtheuvels, bandijken, overlaten en riviernormalisatie. Aanleg van dijken heeft ook in het verleden tot onomkeerbare veranderingen in natuur en landschap geleid. Deze dijken zijn nu een deel van onze cultuur.

Bepalend voor het hedendaagse protest tegen de dijkversterking is de bezorgdheid over het verlies aan cultuur- en natuurwaarden en het landschapsschoon. Hierbij spelen de veranderde culturele waarden en normen in het rivierengebied een grote rol. Gezien de achteruitgang van natuur en landschap in Nederland is het begrijpelijk dat aanslagen hierop, in een gebied dat nog relatief rijk gezegend is met natuurwaarden en landschapsschoon, protest oplevert. Nationale en regionale natuur- en milieugroeperingen nemen bij dit protest een centrale positie in. De bezwaren tegen dijkversterking variëren afhankelijk van de invalshoek; er zijn duidelijke schakeringen in de standpunten te onderscheiden. Tot voor enkele jaren was de rol van de gevestigde natuur- en milieubeweging sterk bepalend. Hoewel de provinciale milieufederaties en landschapsorganisaties niet gelukkig zijn met het fenomeen dijkversterking, hebben zij gekozen voor een pragmatische benadering. Zij nemen deel aan de planvorming om via die weg de negatieve effecten op natuur en landschap zoveel mogelijk te beperken. De bijdrage die zij op deze manier hebben geleverd aan beperking en herstel van schade moet niet worden onderschat.

Naast de natuur- en milieubeweging staan groeperingen als Red Ons Rivierenlandschap en de Bond Heemschut, die kiezen voor een meer fundamentele benadering. Hoewel het streven naar voldoende veilige dijken wordt onderschreven, wijzen deze groepen op de schade die dijkversterking veroorzaakt en op procedurele tekortkomingen zoals de gebrekkige rechtsbescherming. Een logische stap is om daarbij ook de technische uitgangspunten opnieuw ter discussie te stellen. De laatstgenoemde organisaties zijn zich de laatste jaren sterker gaan roeren, hetgeen één van de belangrijkste aanleidingen is voor de recente discussie over dijkverzwaring.

Opvallend is de verdeeldheid over de te volgen koers. Velen zijn er wel van overtuigd dat aan dijkverzwaring niet overal kan worden ontkomen, al was het maar op die gedeelten waar de dijken in een onaanvaardbaar slechte toestand verkeren. Sommige natuurbeschermers zullen daarbij geneigd zijn enig verlies te accepteren, als daar natuurontwikkeling tegenover staat. Anderen zien het liefst dat de dijk zo wordt versterkt dat er geen waarden aangetast worden, 'zo onzichtbaar mogelijk' dus. De gehechtheid aan het beeld van het landschap en de weerstand tegen verandering, ook al komt die verandering voort uit een op zichzelf aanvaarde noodzaak, spelen hierbij een rol. Daarentegen wordt er door landschapskundigen op gewezen dat de dijkversterking mogelijkheden biedt om nieuwe cultuurhistorie te scheppen in het rivierenlandschap en de noodzakelijke veranderingen ten goede aan te wenden. De veelheid van meningen is illustratief voor het culturele spanningsveld waarin de dijkversterking zich bevindt. De wezenlijke achtergrond van de protesten lijkt gelegen in het feit dat er ook na het werk van de Commissie Rivierdijken geen breed aanvaardbare benadering voor (en uitvoering van) de dijkversterking is gevonden.



Dijkflora

Foto: Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen

9.2.2 Functies en waarden

Huidige functies en waarden

De huidige functies en waarden van de rivierdijken zijn voor een belangrijk deel bepaald door de ontstaansgeschiedenis van het rivierenlandschap. Bij de regelmatige overstromingen van de rivieren werd grofkorrelig materiaal direct langs de bedding afgezet; het fijnere materiaal in veraf gelegen laagten. Hierdoor ontstond een landschapspatroon met over korte afstanden een grote variatie in hoogteligging en bodemeigenschappen. De oorspronkelijke bewoning concentreerde zich op de rivierduinen en de oeverwallen, waarop later, vanaf circa 1200 na Chr. ook de dijken werden aangelegd. De bewoning verspreidde zich vervolgens langs de dijken, waarbij zich een cultuurlandschap met karakteristieke elementen en patronen ontwikkelde.

Landschapspatronen en verkavelingstypen zijn aan de rivier en de dijk gerelateerd, evenals het merendeel van de karakteristieke landschapselementen, zoals wielen, overslaggronden, moerassen, dijksloten, strangen, dijkhuisjes, boerderijen en boomgaarden. Op en langs de dijken vinden we meidoorns, populieren, knotwilgen, elzenbosjes en meidoornhagen. De bloemenrijkdom is bijzonder groot. Aan het rivierenlandschap wordt over het algemeen een hoge belevingswaarde toegekend. De dijken spelen hierin een structurerende en overzichtgevende rol.

Ook in ecologisch opzicht hebben het rivierengebied en de daarin gelegen dijken een eigen karakter. De uit kalkhoudend, goed doorlatend en snel warmte opnemend materiaal bestaande rivierdijken zijn belangrijke standplaatsen voor een riviergebonden flora, de 'stroomdalflora', die voor een groot deel uit in ons land zeldzame en zeer zeldzame soorten bestaat. De opgaande begroeiing en de bosjes en heggen op en direct langs de dijken zijn eveneens vaak van grote vegetatiekundige betekenis, evenals de aan strangen en wielen gerelateerde water-, moeras- en oevervegetaties. De grote variatie in milieutypen op en langs de dijken wordt weerspiegeld in een specifieke en soortenrijke fauna, met name vogels en insecten. De rivierdijken spelen een belangrijke rol als verbindingscorridor in de Ecologische Hoofdstructuur.

Analoog aan wat de Commissie Rivierdijken in haar rapport voorstelt, wordt in recente dijkversterkingsplannen onder bestaande waarden verstaan: de landschappelijke, natuur- (botanische) en cultuurhistorische elementen, die direct op of aan de dijk gelegen zijn (de 'LNC-waarden'). Geomorfologische elementen maken deel uit van het landschap, terwijl faunistische waarden sterk afhankelijk zijn van de begroeiing en onderdeel zijn van de natuurwaardering. Hoewel deze keuze gerechtvaardigd lijkt, omdat vooral deze aspecten in de huidige discussies een rol spelen, zijn er ook andere functies en waarden van de rivierdijken die van belang zijn bij het maken van keuzen bij de dijkversterking. Zo hebben rivierdijk en rivierenlandschap, door de grote landschappelijke variatie en de aanwezigheid van tal van cultuur-historische elementen een hoge recreatieve waarde. De dijk fungeert als verkeersweg; op of direct langs de dijk wordt gewoond en er vinden landbouw- en industriële activiteiten plaats.

In de discussie over functies en waarden van rivierdijken moet worden onderkend dat een waarde meer is dan een object. Waarden worden toegekend aan objecten; door individuen en door groepen in de samenleving. Dit heeft twee consequenties. Waarden zijn subjectief: een dijkbewoner zal zijn huis anders waarderen dan de landschapsarchitect. Waarden veranderen ook in de tijd met de cultuur als geheel.

De waarde van het rivierenlandschap kan niet worden gegeven als een optelsom van afzonderlijke waarden. De waarde omvat ook méér dan wat men landschapsbeleving noemt. Het gaat om het geheel aan zichtbare en verborgen structuren, zoals het landschapspatroon, de natuurlijke processen, de cultuurhistorie, de sociologische structuur en de economische activiteiten. Dijkversterking betekent dus niet alleen een aantasting van natuur en landschap, maar grijpt ook in op de regionale cultuur. Een volledige analyse van de effecten van dijkversterking op functies en waarden in het riviereengebied zou ook de sociaal-culturele aspecten moeten omvatten. Daar was in de huidige studie geen gelegenheid voor, gezien het toetsend karakter van het onderzoek en het ontbreken van eerder verrichte studies naar deze aspecten. Uit de onderzochte praktijkvoorbeelden blijkt wel dat aan deze aspecten weinig aandacht wordt besteed (zie sectie 9.3).

Effecten van dijkversterking op functies en waarden

Een versterkte dijk is meestal hoger, heeft een bredere berm en is minder steil dan de oude dijk. Door het ruimtebeslag en de vorm van de dijk worden landschap, cultuurhistorie en natuur geschaad. Het effect van een dijkversterking hangt niet alleen af van de waarden die al dan niet gespaard kunnen worden, maar ook van de manier waarop de dijk vorm gegeven wordt en van de mate waarin schade hersteld dan wel gecompenseerd kan worden.

Schade aan bepaalde natuurwaarden (zoals dijkvegetaties) kan zich, mits hieraan voldoende zorg wordt besteed, na enige tijd weer herstellen. Dit geldt niet voor schade aan cultuurhistorische monumenten en eeuwenoude natuurelementen als parkbossen en kolken. Naast de tijdsfactor spelen ook de mate van vervangbaarheid en de onderlinge samenhang een grote rol bij de ernst van de schade die op zal treden. Het uiteindelijke verlies kan bij waarden die afhankelijk zijn van hun onderlinge samenhang groter zijn dan een simpele optelling van alle verloren gegane elementen.

Mogelijkheden voor herstel en compensatie worden voor de verschillende waarden niet gelijk beoordeeld. Hierbij speelt ook een normatief element mee. De gevolgen van dijkversterking voor cultuurhistorische en landschappelijke waarden dienen ons inziens zoveel mogelijk op een eigentijdse wijze te worden gecompenseerd. Natuurwaarden kunnen eveneens gecompenseerd worden, al dient ook hierbij te worden bedacht dat wat men terugkrijgt iets anders is dan wat verloren gaat. Natuurontwikkeling geeft geen garantie voor het doen terugkeren van dezelfde natuurwaarden als die welke verloren zijn gegaan. Wel geeft natuurontwikkeling de mogelijkheid voor het ontstaan van nieuwe natuurwaarden, die op termijn waardevol kunnen zijn.

Naast herstel en compensatie is de vormgeving bepalend voor het uiteindelijke effect van de dijkverzwaring. Door dijkversterking te benaderen als een ontwerp-opgave en eerder te streven naar een mooie nieuwe dijk dan naar het zoveel mogelijk behouden van het bestaande, kan aan ruimtelijke kwaliteit van het rivierenlandschap gewonnen worden.



Dijkflora langs de Maas

Foto: Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen

9.2.3 Functies en waarden volgens de Commissie Rivierdijken

Om een indruk te kunnen krijgen van de waarden die direct door dijkversterkingen geschaad zouden kunnen worden, heeft de Commissie Rivierdijken in 1977 een drietal facetkaarten laten maken van de landschappelijke, natuur- en cultuurhistorische waarden (de LNC-waarden) langs de grote rivieren. Voor de inventarisatie is aan weerszijden van de dijk een strook van 50 meter bestudeerd. Andere functies en waarden van de rivierdijken zijn niet in beschouwing genomen. Een geïntegreerde kaart is niet vervaardigd omdat de parameters per facet hiervoor te veel verschillen.

Schadebepaling

Voor vijf beleidsvarianten werden de gevolgen van dijkversterking voor de LNC-waarden bepaald. Deze beleidsvarianten verschillen voor wat betreft het te hanteren ontwerp-peil en daarmee samenhangend de totale lengte waarover de dijken moeten worden verbeterd. Op basis van vijf proefvakken met verbeteringsvarianten, waarbij uitgekende ontwerpen werden toegepast, concludeerde de commissie dat het voor de schade aan de LNC-waarden van die dijk nauwelijks uitmaakt welk ontwerp-peil bij de dijkversterking wordt gehanteerd. De schade aan die waarden wordt in deze benadering vooral bepaald door de lengte waarover de dijken verbeterd moeten worden. De schade aan de LNC-waarden per beleidsvariant is door de commissie bepaald door schadecoëfficiënten voor verschillende waardecategorieën vast te stellen. Door de gebruikte methodiek kon slechts de schade op het totaal van te verbeteren dijkvakken bepaald worden en niet voor de afzonderlijke dijkvakken.

Aanbevelingen van de Commissie Rivierdijken

De Commissie concludeert dat dijkverbetering vooral ten koste zal gaan van de buitendijkse bebouwing en binnendijkse landschaps- en natuurwaarden. De aanbevelingen richten zich vooral op het toepassen van uitgekiende ontwerpen om schade aan LNC-waarden zoveel mogelijk te beperken. Middels uitgekiende ontwerpen moet gestreefd worden naar zo gering mogelijk ruimtebeslag van de constructies. Daarnaast wordt het gebruik van speciale constructies als damwanden en filters aanbevolen. Volgens de Commissie dienen uitgekiende ontwerpen te worden toegepast indien (pag. 89) 'daarmee een aanmerkelijke schade aan bestaande waarden kan worden voorkomen of verminderd en er een redelijke verhouding bestaat met de overige belangen die hiermee gemoeid zijn'.

Om tot een goede afweging van functies en waarden te kunnen komen adviseert de Commissie aan de dijkbeheerder om een onderzoek naar de aanwezige waarden uit te voeren vóór het opstellen van een dijkverbeteringsplan.

Conclusies over het werk van de Commissie Rivierdijken

De Commissie heeft op basis van de destijds beschikbare gegevens, methodieken en inzichten een adequate analyse gemaakt van de invloed van dijkverbetering op de LNC-waarden. Er is echter een beperkt aantal waarden beschouwd; deze zijn beoordeeld op het niveau van losstaande elementen, waarbij onvoldoende rekening is gehouden met onderlinge verbanden tussen de verschillende elementen, waardoor bredere landschappelijke en cultuurhistorische waarden onvoldoende in beeld komen. De conclusies van de Commissie zijn op dit moment niet meer geheel van toepassing. Een nieuwe inventarisatie van LNC-waarden zou bijvoorbeeld aantonen dat in het bijzonder de botanische waarden sinds 1977 sterk zijn verminderd. Gezien de nog wel aanwezige potenties dient hieraan des te meer aandacht te worden besteed (zie ook sectie 9.3.2). Voor de landschappelijke en cultuurhistorische waarden zijn er geen duidelijke aanwijzingen dat er langs de nog te versterken dijkvakken aanzienlijke veranderingen hebben plaatsgevonden.

9.2.4 Functies en waarden in het vigerend beleid

In de afgelopen twee decennia hebben zich ontwikkelingen voorgedaan in de wijze waarop met natuur en landschap wordt omgegaan. Hoewel er nog geen eenduidige methodes beschikbaar zijn om LNC-gegevens op een formele en consistente wijze te waarderen, is een aantal uitgangspunten gewijzigd. Bij de waardering van natuur en landschap wordt steeds meer uitgegaan van een ontwikkelingsvisie in tegenstelling tot de vroeger meer gehanteerde behoudsvisie. Daarbij worden niet alleen actuele maar ook potentiële waarden in beschouwing genomen. Deze waarden moeten bovendien op verschillende schaalniveaus worden onderscheiden. Hogere schaalniveaus krijgen steeds meer nadruk via de begrippen 'Ecologische Hoofdstructuur' en 'Natuur- en Landschapsvisie'.

Om een beeld te krijgen van het beleidskader waarbinnen de dijkversterking plaatsvindt en de gewenste ontwikkelingen op en nabij de rivierdijken, zijn de relevante rijksnota's, streekplannen en specifieke regionale beleidsdocumenten geanalyseerd. Aan rivierdijkversterking wordt in de rijksnota's weinig aandacht besteed. Alleen de Nota Landschap komt tot beleidsuitspraken over dijkversterking in de zin van vormgeving en situering van de dijk.

In het Natuurbeleidsplan komt de functie van rivierdijken aan de orde als verbindings- en corridorgebied in het kader van de Ecologische Hoofdstructuur. De algemene visie op het rivierengebied is vooral gericht op natuur en recreatie.

Regionale plannen als Nadere Uitwerking Rivierengebied en het Uiterwaardenplan Gelderland schetsen vergelijkbare ontwikkelingsperspectieven voor het rivierengebied. Zij komen tot verdere prioriteitsstelling van activiteiten, zonder daarbij overigens rivierdijkversterking mee te nemen of te integreren. Door de provincies wordt zowel het belang van een voortgaande dijkversterking als van noodzakelijke afstemming met functies en waarden op en langs de dijk onderstreept.

De beleidsstrategie voor de afstemming van dijkversterking met het overige provinciale beleid verschilt per provincie. Noord-Brabant heeft recent een LNC-richtlijn opgesteld. Overijssel legt veel nadruk op goede beheersplannen van de (versterkte) IJsseldijken en Gelderland stelt een Beleidsplan Waterkeringen op. De provincie Zuid-Holland heeft voor een deel van de Zuider Lekdijk een landschaps-ontwikkelingsvisie gemaakt.

De provinciale plannen lijken in eerste instantie het gat tussen het rijksbeleid en de dijkversterking op te vullen. Een nadere analyse leert echter dat dit slechts ten dele het geval is. Zo ontbreekt een beleidskader voor toetsing en afweging van te behouden, te herstellen en te ontwikkelen functies bij de dijkversterking. Het spanningsveld tussen dijkversterking enerzijds en behoud en herstel van functies anderzijds is niet vertaald in een beleidsaanpak.

9.3 Functies en waarden in de praktijk van de dijkversterking

De analyse van de huidige praktijk van de dijkversterking is gericht op de aspecten planvorming, ontwerp, uitvoering en beheer. Voor het verkrijgen van inzicht in planvorming en ontwerp is gebruik gemaakt van een twintigtal praktijkvoorbeelden op basis van dossieronderzoek en interviews. Voor een beeld van de uitvoering en het beheer is gebruik gemaakt van een enquête, interviews en een literatuurstudie. We realiseren ons dat de voor de analyse gekozen dijkvakken niet volledig representatief zullen zijn voor de praktijk van de dijkversterking. De onderstaande beschouwing geeft volgens ons echter wel een goed beeld van de problematiek.

9.3.1 Planvorming en ontwerp

Voor de inhoudelijke en procedurele wijze waarop met functies en waarden wordt omgegaan bij planvorming en ontwerp richten wij ons op de aspecten: *inventarisatie, analyse, ontwerp-praktijk* en de *motivering van keuzen*.

Inventarisaties t.b.v. dijkversterkingsprojecten richten zich vooral op grondmechanische aspecten, vegetatie en landschapselementen. Cultuurhistorie, wonen, recreatie, verkeer en vervoer en landbouw worden zelden expliciet geïnventariseerd. In de inventarisaties worden waardevolle facetten van een kleine strook rivierengebied op en langs de dijk in delen uiteengehaald. De dijk als landschapselement op zichzelf en in relatie met het omringende landschap krijgt weinig tot geen aandacht.

De *analyse* in de praktijk van de dijkversterking karakteriseren we als een effectbeschrijving van te behouden of te verwijderen LNC-elementen per variant of per dijkgedeelte. Deze gefragmenteerde aanpak ontbeert een totaalbeeld van het effect van de dijkversterking op het landschap. Vormgeving t.b.v. ruimtelijke kwaliteit en compensatie en herstel van waarden krijgen nog weinig aandacht.

De beoordeling van effecten van dijkversterking is in het algemeen erg element-gericht. In de huidige planvorming worden waarden in categorieën geïnventariseerd en aangeduid als al dan niet 'te sparen'. Problemen ontstaan waar binnen hetzelfde dwarsprofiel zowel binnen- als buitendijks waardevolle elementen worden aangetroffen ('knelpunten'). Aangezien richtlijnen voor het maken van keuzes ontbreken wordt per knelpunt een ad-hoc afweging gemaakt. Dit leidt tot fragmentatie in het lengteprofiel van de dijk. Tegenover een op elementen gerichte behoudsbenadering dient ons inziens een ontwikkelingsvisie te staan waarin de dijk als landschapselement op zichzelf aandacht krijgt en het landschap als geheel wordt gewaardeerd. In een dergelijke visie is het soms te prefereren bepaalde elementen op te offeren ten behoeve van een mooier en meer afgewogen geheel, met meer functionele toekomstmogelijkheden.

De integratie van functies gebeurt in de huidige *ontwerppraktijk* vooral op lokaal niveau tussen de functies: veiligheid, wonen, landschap, natuur en cultuurhistorie op en naast de dijk. Er wordt veel moeite gedaan om waardevolle elementen langs de dijk te sparen. Bij knelpunten wordt soms gebruik gemaakt van bijzondere constructies. Door de lokale aanpak komen functies, die bepaald worden door een ander schaalniveau echter minder goed tot hun recht. Dit zijn met name de landschapsbeleving (de dijk als beeldbepalend element en uitzicht), het landschap als resultaat van historische ontwikkelingen en natuurontwikkeling. Er worden weinig pogingen gedaan om waardevolle elementen in de nieuwe, grootschalige context opnieuw goed tot hun recht te laten komen, of de nieuwe dijk als geheel met de hierbij aansluitende elementen vorm te geven. Het sparen van elementen leidt soms tot zoveel aanpassingen in dijkprofiel en tracé, dat geen recht wordt gedaan aan de waarde van de dijk voor het landschap.

De argumenten voor de uiteindelijke *keuze* voor een bepaalde oplossing van een knelpunt konden in veel gevallen niet goed worden achterhaald. Gangbaar is dat het waterschap in het globaal plan een aantal dijktracé's, zonodig met varianten, in beeld brengt. Soms wordt expliciet stilgestaan bij ruimtelijke knelpunten die echter vaak worden doorverwezen voor uitwerking naar het principeplan. Uit de behandeling van het globaal plan in de (Provinciale) Coördinatie Commissie Dijkversterking (CCD) blijkt dat in enkele gevallen de CCD dan wel GS aan een andere oplossing de voorkeur geeft dan door het waterschap werd voorgesteld.

Argumenten waarom in het ene geval gekozen wordt ten gunste van bebouwing en ten nadele van bijvoorbeeld een strang en in het andere geval juist omgekeerd, worden meestal niet helder gepresenteerd. Opmerkingen als 'kan niet worden gespaard' komen zonder verdere uitleg meerdere malen voor. Bij uitzondering wordt de keuze voor een variant gemaakt door weging van een aantal criteria. Voor de afweging tussen de waarden van verschillende elementen bij knelpunten ontbreken criteria.

9.3.2 Uitvoering en beheer

De wijze van uitvoering van dijkversterking en het beheer van de dijken hebben grote invloed op de vegetatie. In dit onderzoek kon geen gedetailleerd overzicht over de huidige toestand van de rivierdijk-vegetaties worden samengesteld. Voor alle projecten zijn weliswaar inventarisaties gemaakt, maar door verschillende bureaus op een verschillende manier. Wel is het verzamelde onderzoeksmateriaal een goede indicator voor de relatie tussen dijkversterking en het beheer van de dijkvegetatie.

Thans komt nog maar op 1 á 2% van de rivierdijken een waardevol stroomdalgrasland voor, tegenover 10 á 15% in de jaren zestig. Deze achteruitgang van de botanische betekenis van de rivierdijkvegetaties is enerzijds het gevolg van ingrepen en anderzijds van intensiever gebruik van de grond. De standplaatseisen van de stroomdalflora verdragen zich vooral niet met het gangbare intensieve agrarisch beheer. Dit effect wordt versterkt door de dijkversterkingen. Het blijkt dat op versterkte dijken in het algemeen een intensiever beheer plaatsvindt dan op de nog te verbeteren dijken. Verder wordt bij de aanleg van taluds in de huidige praktijk slechts in een klein deel van de gevallen een soortenrijk graszaadmengsel toegepast en wordt slechts zeer zelden de toplaag teruggezet. In de huidige praktijk wordt bovendien slechts een klein gedeelte van de dijken natuurvriendelijk beheerd.

Veel winst voor een botanisch waardevolle dijkvegetatie zou kunnen worden behaald door een daarop gericht aanleg en beheer. Dit is niet in strijd met eisen die aan de vegetatie gesteld worden vanuit een oogpunt van stabiliteit. Recent onderzoek toont aan dat dijkgraslanden met een kruidenrijke samenstelling erosiebestendiger zijn dan een dijkgrasland waarin nauwelijks kruiden aanwezig zijn. De kosten van aangepast beheer (maaien en afvoeren of extensieve beweiding) geven slechts een beperkte verhoging van de lasten van de waterschappen.

9.4 Bouwstenen voor integratie

Bij rivierdijkversterking worden waarden en functies geschaad. Hoe kan deze schade zoveel mogelijk worden beperkt, en kunnen tevens voorwaarden geschapen worden voor een aanvaardbare of gewenste ontwikkeling van functies en waarden? Als sleutelbegrip leiden wij uit de voorgaande analyse *integratie van functies en waarden* af. Een goede integratie van functies en waarden in het proces van rivierdijkversterking is voorwaarde voor een maatschappelijk aanvaardbaar verloop van het dijkversterkingsproces. Gedurende het gehele proces moeten de aan alle relevante functies toegekende waarden in de beschouwingen worden betrokken. Daarbij moeten doelstellingen en criteria voor de afweging in elke fase expliciet zijn. Hierbij beseffen we dat ook 'integratie' een grens heeft en dat soms pijnlijke keuzen niet te vermijden zijn. Waarborgen in de procedures en rechtsbescherming zijn dan ook van groot belang.

In het volgende wordt voor de verschillende onderdelen in dit proces, *beleid, planvorming en ontwerp, uitvoering en beheer*, geschetst wat de mogelijkheden zijn voor verbetering door integratie, welke knelpunten er zijn bij het realiseren van deze mogelijkheden, en welke oplossingsrichtingen er zijn. Wij beperken ons hier tot de inhoudelijke aspecten van het proces. Voor de financiële aspecten en de procedures wordt verwezen naar resp. hoofdstuk 10 en 11.

9.4.1 Beleid

mogelijkheden

Het overheidsbeleid op verschillende niveaus moet garanties geven voor een geïntegreerde benadering bij het ontwerpen van dijkversterkingen. Hierdoor zouden de functies en waarden van de dijk en zijn omgeving en het patroon van landschap en cultuur evenwichtiger in beeld gebracht kunnen worden.

Het beeld zou dan niet beperkt blijven tot landschapselementen en vegetatie. Herstel en compensatie, met een duidelijke visie op de toekomst van de versterkte rivierdijken, moet, naast behoud van waarden, richtinggevend worden.

knelpunten

Een samenhangend beleid ten aanzien van dijkversterking is nog maar in beperkte mate te onderkennen. Er wordt behalve in de Nota Landschap in geen enkele landelijke beleidsnota expliciet aandacht besteed aan dijkversterking, en ook op provinciaal niveau zijn slechts enkele aanzetten voorhanden.

oplossingsrichtingen

Het helder formuleren van een visie op de dijken, bijvoorbeeld in een Provinciaal Beleidsplan Dijkversterkingen (zie ook hoofdstuk 11) zou uitgangspunt kunnen zijn voor de uitwerking van de dijkversterkingen op lokaal niveau. De criteria voor de afstemming en van de ruimtelijke kwaliteit van de dijkversterkingen zouden zodanig geformuleerd moeten worden dat een toetsing van de plannen kan plaatsvinden. Bij toepassing van de m.e.r.-procedure op dijkversterking, kan het beleidsplan als richtlijn worden gebruikt. In het plan zou aandacht gegeven moeten worden aan:

- een ontwikkelingsvisie ten behoeve van de afstemming van functies en waarden (incl. veiligheid) voor het rivierengebied en per riviergedeelte;
- het definiëren van de betekenis van dijkversterking en eventuele andere maatregelen voor het verkrijgen van de gewenste veiligheid daarin, met een vertaling van de gewenste ontwikkeling naar randvoorwaarden en uitgangspunten voor de dijkversterking;
- criteria voor de afweging en toetsing van dijkverbeteringsplannen aan het beleid;
- definitie van de status van het beleidsplan en de wijze van toetsing van de plannen; en
- aandacht voor het spanningsveld tussen dijkversterking en een bredere ontwikkeling van de riviertakken aan de hand van een inventarisatie, analyse en globale aanpak van knelpunten.

9.4.2 Planvorming en ontwerp

mogelijkheden

Schade aan landschap, natuur en cultuurhistorie is meestal het gevolg van het ruimtebeslag, de vorm en het tracé van de nieuwe dijk. Mogelijkheden tot vermindering dan wel compensatie van de schade zijn sterk afhankelijk van de lokale situatie. Een recept kan niet worden gegeven. Er zijn echter veel waterstaatkundige, grondmechanische en landschapskundige mogelijkheden beschikbaar, waarvan het gebruik per geval moet worden afgewogen. Wanneer de dijkverbetering als ontwerp-opgave wordt gezien, waarbij alle functies en waarden integraal worden meegenomen, is er al veel gewonnen.

knelpunten

Criteria voor de afweging van de verschillende elementen van de LNC-waarden ontbreken. In de Leidraad Bovenrivieren worden LNC-elementen vooral als 'ontwerp-obstakels' beschouwd, en worden geen richtlijnen voor ruimtelijke kwaliteit en landschapswaarden gegeven, noch worden criteria voor afweging vermeld. De LNC-richtlijn van de Provincie Noord-Brabant is weliswaar een stap in de richting van consistent ontwerpen, maar hierin wordt weinig aandacht besteed aan criteria voor afweging, knelpuntenbenadering en dergelijke. Een totaalvisie op het na te streven ruimtelijk/landschappelijk ontwerp ontbreekt.

Ruimtelijke kwaliteit als criterium voor het ontwerp wordt vaak pas in een laat stadium in het dijkontwerp opgepakt, waardoor eenheid van handelen tijdens het proces van ontwerpen vaak ontbreekt. Hierbij is de keuze van de technische ontwerpers nu sterk bepalend. Aan het proces van dijkversterking ontbreekt een stimulans voor het nastreven van ruimtelijke kwaliteit, waardoor nu de overwegingen vanuit de technische oplossing of het beheer in het ontwerp de vormgeving overheersen.

Ruimtelijke kwaliteit is niet het enige criterium dat naast technische overwegingen bij planvorming en ontwerp van belang is. De belangen van de individuele bewoners op en langs de dijken moeten zorgvuldig worden afgewogen tegen meer collectieve belangen als een mooi landschap of een goed ecologische structuur. Een ander belangrijk criterium bij de afweging zijn de kosten van de dijkversterking.

oplossingsrichtingen

Een provinciaal beleidsplan voor de rivierdijkversterking, uitgewerkt in deelplannen per riviergedeelten (beduidend langer dan de huidige dijkvakken) kan de integratie van functionele, ruimtelijke en veiligheidseisen waarborgen. Het gaat hierbij om een visie op hoofdlijnen, waarin de continuïteit van de dijk veel aandacht krijgt. Hierbij zou expliciet ingegaan moeten worden op het landschaps-, cultuurhistorisch en ruimtelijk patroon en op verbetering van landschaps- en ecologische relaties. Onderdelen van de plannen zouden moeten zijn: inventarisatie van functies en waarden; waardering van de waarden op hoofdlijnen; prioriteitsstelling van waarden met criteria voor afweging; globale consequenties, knelpunten, globale oplossingen (compensatie, uitgekiend ontwerp) en de kosten.

Een beleidsanalytische aanpak in de ontwerpfase van dijkversterkingen biedt goede mogelijkheden voor een integrale afweging van alle functies en waarden en de kosten van de dijkversterking op projectniveau (dijkvak). Eén ruimtelijk model zou moeten worden opgesteld, waarin niet beschreven staat hoe een 'mooie dijk' er uit moet zien, maar welke aspecten bij het dijkontwerp aandacht verdienen. Toetsing van het ontwerp van het globaal plan door een m.e.r.-procedure heeft als voordeel dat de initiatiefnemer op het 'meest milieuvriendelijk alternatief' gaat anticiperen en geeft een onafhankelijke toetsing op de kwaliteit van de oplossing ten aanzien van andere functies en waarden dan alleen veiligheid.

9.4.3 Uitvoering en beheer

mogelijkheden

In de manier waarop de dijkversterking wordt uitgevoerd liggen grote mogelijkheden om een integratie van waarden en functies meer gestalte te geven. Vooral een positieve instelling voor natuur- en landschapswaarden van de bij de projecten betrokken uitvoerders en van de dijkbeheerder kan het resultaat gunstig beïnvloeden.

knelpunten

Cruciaal is dat niet alleen in de fase van voorbereiding en ontwerp, maar ook tijdens de uitvoering van werken niet alleen de technische aspecten van dijkversterking in ogenschouw worden genomen, maar ook de aan de dijk gerelateerde functies en waarden. De verantwoordelijkheid hiervoor ligt bij de opdrachtgever, die evenwel niet altijd over voldoende gespecialiseerde mensen beschikt om een effectieve controle uit te kunnen oefenen.

Een ander knelpunt voor integratie van functies bij de uitvoering van werken is dat de speciewinning in de uiterwaarden in combinatie met natuurontwikkeling wordt bemoeilijkt door de verontreiniging van de klei. In veel gevallen valt deze klei onder de Wet chemische afvalstoffen, en is verwerking van dit materiaal niet zonder meer mogelijk.

oplossingsrichting

Bij de uitvoering van een werk zal een aannemer over het algemeen het bestek zo nauwkeurig mogelijk moeten volgen. Het is daarom van groot belang dat in het bestek wordt gedefinieerd wat wel en wat niet moet gebeuren en wanneer. In het bestek zouden eisen aan de uitvoerder gesteld moeten worden omtrent het omgaan met LNC-waarden. Ervaring zou in de gunning van projecten mee moeten wegen, naast de prijs van de aanbesteding.

Het is verder van groot belang dat een goede voorlichting over natuur- en landschapswaarden en de mogelijkheden tot behoud wordt gegeven aan dijkbeheerders, uitvoerders en begeleiders van dijkversterkingsprojecten.

9.5 Conclusies

De uitgangspunten van de Commissie Rivierdijken worden voor wat betreft de waarden van cultuurhistorische en natuurlijke elementen in de recente dijkversterkingspraktijk in het algemeen goed gerespecteerd. De elementgerichte benadering die uit deze uitgangspunten spreekt heeft ertoe geleid dat bij knelpunten redelijk vaak oplossingen worden gekozen, waarmee waardevolle bebouwing en/of natuurwaarden gespaard blijven. Ruimtelijke kwaliteit van de dijk in zijn omgeving speelt daarentegen over het algemeen een ondergeschikte rol. De financiële randvoorwaarden van de dijkversterking en onbekendheid met herstel- en compensatiemogelijkheden lijken in veel gevallen meer uitgekende oplossingen in de weg te staan.

Het zijn niet de veelbesproken conflictsituaties waar het grootste verlies van natuur- en landschapswaarden in de laatste 15 jaar valt te betreuren. Evenals in het overige landelijke gebied in Nederland zijn de natuur- en landschapswaarden in het gebied van de rivierdijken de laatste decennia sterk afgenomen. Industriële activiteiten in de uiterwaarden dragen bepaald niet bij tot het landschapsschoon van de uiterwaarden. Deze tendens wordt versterkt door de wijze waarop de dijkversterking plaatsvindt: vergroting van het ruimtebeslag, vermindering van het functioneel medegebruik van de dijk en een intensiever beheer van de vegetatie dan voorheen.

Winst voor de ecologische en landschappelijke kwaliteit van het gebied in de omgeving van de rivierdijken valt ons inziens dan ook vooral te behalen op die trajecten waar niet aan weerszijden van de dijk waardevolle elementen voorkomen. Deze dijkgedeelten kunnen, zonder veel extra kosten of tijdsbeslag, sterk profiteren van een integrale benadering met expliciete afweging van functies en heldere ontwerpkeuzen. Herstel-, en compensatie- en ontwikkelingsmogelijkheden worden tot nu toe te weinig benut. Ook voor cultuurhistorische elementen en patronen is winst te behalen door een betere inhoudelijke afstemming met andere dijkfuncties.

Daarnaast kan een gemotiveerd natuurgericht beheer een grote kwaliteitsverhoging van de dijkvegetaties betekenen. Het structureel inschakelen van onafhankelijke deskundigen op het gebied van landschap, natuur en cultuurhistorie in het gehele proces van dijkversterking, en een grote nadruk op voorlichting en begeleiding van de bij de uitvoering van de werken betrokkenen, zijn ons inziens voorwaarde voor een verantwoorde dijkversterking.

Dijkversterking zal steeds een ingrijpende verandering in het rivierengebied betekenen, zowel in sociaal-cultureel als in landschappelijk opzicht. Heldere procedures voor afweging van functies en belangen, ook van de individuele dijkbewoner, en een goede rechtsbescherming kunnen de kwaliteit van het dijkversterkingsproces aanzienlijk verbeteren. Voor landschaps-, natuur- en cultuurhistorische waarden ligt het accent in de plan- en besluitvorming nu te sterk op effectreductie. Landschap, cultuurhistorie en natuur dienen daarentegen als uitgangspunten van een ontwerp-opgave bij dijkversterking te gaan gelden. Een integrale visie op de gewenste kwaliteit van de nieuwe, versterkte dijk, anders dan de functie als waterkering, ontbreekt tot nu toe op alle niveaus van besluitvorming. Diverse instrumenten van overheidsbeleid, waaronder beleidsvisies, leidraden en richtlijnen zouden voor dit doel moeten worden aangepast of ontwikkeld. Op grond van deze conclusies wordt een aantal aanbevelingen gegeven.

9.6 Aanbevelingen

Uit de analyse van de huidige praktijk van de dijkversterking en van de mogelijkheden van een betere afstemming van de functie veiligheid met andere functies en waarden volgt een aantal aanbevelingen:

Planvorming en ontwerp

- Het provinciale beleid ten aanzien van de rivierdijkversterkingen zou moeten worden vastgelegd in een provinciaal beleidsplan. In dit plan zouden aan de orde moeten komen:
 - criteria waaraan een versterkte rivierdijk vanuit het oogpunt van ruimtelijke kwaliteit en behoud van LNC- en andere waarden zou moeten voldoen;
 - De wijze waarop in de planvorming dient te worden omgegaan met deze criteria, met name in gevallen waar de criteria onderling en met de kosten worden afgewogen of afweging ten opzichte van de technische randvoorwaarden aan de orde is;
 - De wijze waarop toetsing van de projectplannen aan de criteria dient plaats te vinden.

De uitwerking van het beleidsplan in deelplannen geeft voor (delen van) riviertakken de inhoudelijke randvoorwaarden voor de planvorming voor afzonderlijke dijkvakken. Het beleidsplan dient aan te sluiten bij de planvorming op het gebied van andere sectoren en facetten zoals natuurontwikkeling.

- De wijze waarop met knelpunten wordt omgegaan doet onvoldoende recht aan de waarde van de dijk als onderdeel van het landschap en leidt niet tot een samenhangend dijklandschap. Het landschapsplan dient in het technisch ontwerp geïntegreerd te worden. Een ontwerp met ruimtelijke kwaliteit kan strijdig zijn met individuele belangen, bijvoorbeeld van bewoners van dijkhuizen. Dit vraagt een zorgvuldige afweging.
- Uitgangspunt voor de planvorming zou een ruimtelijk model moeten zijn. Het gaat daarbij zowel om de dijk als landschapselement op zichzelf, waarbij de samenhang tussen het lengte- en het dwarsprofiel benadrukt wordt, als om de wisselwerking tussen de versterkte dijk en zijn omgeving.
- Mogelijkheden voor afstemming van de dijkversterking op grootschalige natuurontwikkeling moeten door de provincie en het waterschap met meer voortvarendheid worden gebruikt. De ruimtelijke begrenzing van de dijkversterkingsplannen beperkt de mogelijke ingrepen nu tot de zone direct langs de dijk. Daardoor is het niet mogelijk de uiterwaarden bij de planvorming te betrekken. Mogelijkheden voor afstemming van de dijkversterking op grootschaliger natuurontwikkeling blijven hierdoor te veel buiten beeld.
- Om waardevolle elementen zo in te passen of om te vormen dat ze passen bij de grotere maat van de nieuwe dijk zou onteigening van gronden ten behoeve van het landschapsplan mogelijk moeten zijn. Genoemd is als mogelijke oplossing (die verder moet worden uitgewerkt) het opnemen van het landschapsplan in het principeplan. In het Beleidsvoornemen Structuurschema Groene Ruimte (LNV, 1992) wordt de mogelijkheid van 'Herinrichting met bijzondere doeleinden' geformuleerd. Voor de toepassing van de Landinrichtingswet in deze zin wordt voorgesteld om jaarlijks 2000 ha beschikbaar te stellen voor onder meer natuur-ontwikkelingsdoeleinden. Het verdient aanbeveling om deze mogelijkheid ook van toepassing te verklaren op dijkversterkingsprojecten. Hierdoor wordt de mogelijkheid geschapen ook gronden

buiten de keur, eventueel via onteigening, te gebruiken voor compensatie voor natuur en landschap. Voorts zijn er via het (minder krachtige) instrument 'Aanpassingsinrichting' mogelijkheden voor herbeplanting van verloren gegane beplanting buiten de normale infrastructurele werken. Het initiatief bij herinrichting en aanpassingsinrichting ligt bij de provincie.

- Om het zware profiel van de nieuwe dijk te 'verlichten' en zo tot een meer markant profiel van de dijk te komen, kunnen de volgende aanbevelingen worden gedaan:
 - het handhaven van een steil talud, het achterwege laten van het overgangstalud tussen binnentalud en steunberm en het duidelijk begrenzen van de steunberm;
 - het naar de kruin toe steiler op laten lopen van het talud, eventueel gecombineerd met een geringe overhoogte;
 - het zodanig plaatsen van afrasteringen dat ze samenvallen met ruimtelijke grenzen; en
 - het zich laten voegen van opritten naar de vorm van de dijk, bijvoorbeeld in de vorm van een vleugelstoep.
- Inventarisaties van bestaande waarden zouden zich meer moeten richten op de *samenhang* tussen verschillende cultuurhistorische en landschapselementen, inclusief de dijk als beeldbepalend landschapselement en de sociaal-culturele waarden.

Uitvoering en beheer

- Bij een betere planning van de dijkversterkingen kan de eis van een snel gesloten vegetatiedek van de taluds vervallen. Enige weken vroeger in het seizoen opleveren kan betekenen dat natuurvriendelijker graszaadmengsels toegepast kunnen worden en bemesting achterwege kan blijven.
- Bij de uitvoering dient de bovenlaag van de grond op gelijke wijze terug te worden geplaatst. Voor een spoedig herstel van de vegetatie dient de grond zo kort mogelijk in depot gehouden te worden om verlies van kiemkracht te voorkomen of dienen de zoden teruggelegd te worden. De richtlijnen opgesteld door de Adviesgroep Vegetatiebeheer opgesteld dienen hierbij richtinggevend te zijn.
- Voor een vergroting van de botanische waarde van de vegetatie komen de volgende beheersvormen in aanmerking: maaien met afvoer van het maaisel, extensieve beweiding zonder bemesting en combinaties van extensieve beweiding en maaien. Deze beheersvormen bevorderen ook een grotere erosiebestendigheid van de vegetatie.
- Er moet behalve aan de zeldzamere flora van stroomdalgraslanden meer aandacht besteed worden aan de ontwikkeling van de overige bloemrijke hooilanden.
- Een goede voorlichting over de samenhang tussen de uitvoering van de dijkversterking en het beheer van de dijk en de kwaliteit van de dijkvegetatie kan de natuurwaarde van de dijk sterk bevorderen.

10 Financieringsstructuur

10.1 Huidige financieringsstructuur

De financieringsstructuur voor de rivierdijkverbetering gaat uit van het principe dat de beheerder van de waterkering verantwoordelijk is voor het beheer en onderhoud van de kering en dus ook voor de kosten daarvan. De kosten worden omgeslagen over de ingelanden (eigenaren van bebouwde en onbebouwde onroerende goederen) en in de nabije toekomst ook de ingezetenen van het waterschap. De hoge kosten van de inhaalslag, die nodig is om de rivierdijken op het gewenste niveau te brengen, gaat de draagkracht van de waterschappen te boven. Het rijk heeft daarom besloten voor de versterkingswerken een subsidie te verlenen. Daarnaast wordt ook het onderhoud van de dijken als nationaal belang gezien. De rijksoverheid draagt om die reden bij in het onderhoud van de waterkeringen.

De huidige subsidieregeling heeft globaal de volgende componenten:

- een bijdrage door het Rijk van 80% van een gedeelte van de directe voorbereidingskosten (grondmechanisch onderzoek en vegetatie-onderzoek);
- een bijdrage door het Rijk van 80% van de directe kosten van uitvoering; deze bijdrage wordt met maximaal 3% verhoogd voor eventuele kosten van herstel van landschapswaarden cq voor beplantingscompensatie (de 3% regeling wordt per dijkvak toegepast); en
- een bijdrage van 60% in de directe kosten van onderhoud. In de ontwerp-Wet op de waterkering wordt voorgesteld de bijdrage te verminderen tot 20% van de totale kosten, hetgeen de bijdrage (in guldens) ongeveer halveert.

De Rijksbijdrage is beperkt tot de direct aan dijkversterking gerelateerde kosten. Indien bijvoorbeeld bij grondverwerving 'overhoeken' overblijven, dan komen deze niet voor subsidiëring in aanmerking. De plannen worden getoetst op soberheid. Over de hoogte van de subsidie wordt beslist bij de vaststelling van het principeplan. De definitieve bijdrage wordt bepaald aan de hand van de werkelijk gemaakte kosten.

Naast het rijk geven ook sommige provincies bijdragen, bijvoorbeeld in de kosten van uitvoering of voor het opstellen van een landschapsplan. Deze bijdragen verschillen per provincie; binnen een provincie is de bijdrage afhankelijk van de draagkracht van het waterschap. Door de voorgenomen decentralisatie van Rijkstaken zal de rol van de Rijksoverheid in de financiering grotendeels worden overgenomen door de provincies.

10.2 Kosten gerelateerd aan een betere integratie van functies en waarden

Een betere afstemming van de functie 'waterkering' met andere waarden en functies van de rivierdijken zal in een aantal gevallen een verhoging van de kosten van dijkversterking met zich mee brengen. Dit betreft niet alleen de kosten van planvorming en ontwerp, maar ook de kosten van uitvoering en beheer en onderhoud.

In de planvormingsfase kan een betere integratie van functies en waarden alleen vorm krijgen, indien er voldoende informatie beschikbaar is over alle relevante huidige en potentiële functies en waarden. Er zal derhalve meer aandacht moeten zijn voor inventarisaties van deze functies en waarden. De meerkosten voor de uitgebreidere inventarisaties en uitwerking daarvan worden geraamd op orde Fl 10.000 per km, ofwel een verhoging in de orde van 0,5% van de totale kosten. Doordat de waterschappen de ontwerpkosten zelf betalen en de onderlinge concurrentie groot is, ontstaat er een grote druk op de tarieven van de ingenieursbureaus. Hierdoor wordt er weinig ruimte geboden voor creatief en uitgekiend ontwerpen.

Uitgebreidere planvorming, bijvoorbeeld in de vorm van een beleidsanalytische studie en de m.e.r.-procedure, en consultatie van een groter aantal betrokkenen kan kostenverhogend werken. De verhoging is volgens deskundigen beperkt indien voor een dijkvak nog geen planvorming heeft plaatsgevonden. Afhankelijk van de moeilijkheidsgraad van het dijkvak worden de kosten niet hoger geraamd dan 2% van de aanlegkosten. Voor eenvoudige dijkvakken wordt geen kostenverhoging verwacht. 'Terugwerken' van de procedure zal wel een belangrijke kostenverhoging met zich mee brengen, omdat een deel van de planvorming dan moet worden herhaald.

De verhoging in de kosten van uitvoering hangt vooral af van de mate waarin uitgekiende ontwerpen worden toegepast. De meerkosten van de strategie 'verbeterde praktijk', waarin de huidige praktijk wordt verbeterd door ook uitgekiend te ontwerpen buiten de knelpunten, om daardoor een betere ruimtelijke kwaliteit van de dijken te bewerkstelligen, zijn slechts marginaal. Een strategie waarin knelpunten selectief worden gespaard middels uitgekiende ontwerpen is ruim 30% duurder dan de huidige praktijk, terwijl bij de strategie waarbij vrijwel alle knelpunten worden opgelost, de kosten verdubbelen. Bijzondere constructies vereisen, afhankelijk van het type constructie, meer onderhoud en geven dus hogere onderhoudskosten. De kosten van een meer natuurvriendelijk beheer (maaien en afvoeren van de dijkvegetatie of extensieve beweiding) resulteren in een zeer beperkte verhoging van de onderhoudslasten.

De huidige financieringsstructuur is niet bevorderlijk voor een verdere integratie van functies en waarden. Uitgaven voor de verbetering van functies en waarden buiten de onmiddellijke omgeving van de waterkering vallen bijvoorbeeld buiten de geldende subsidieregelingen. Dit betreft onder andere de kosten van natuurontwikkeling in gebieden tussen een bestaande dijk en een nieuw aan te leggen dijk in de uiterwaarden. In de volgende sectie wordt een aantal suggesties gedaan om de integratie van functies en waarden te stimuleren door middel van aanpassingen van de financieringsstructuur. Er is niet alleen aandacht geschonken aan de financiering van dijkversterking in engere zin, maar ook aan aanvullende financieringsmogelijkheden (van derden) voor het creëren van meerwaarden, bijvoorbeeld door natuurontwikkeling.

10.3 Mogelijke verbeteringen van de financieringsstructuur

De wens tot een grotere aandacht voor andere functies en waarden bij de uitvoering van rivierdijkversterkingen heeft een breed maatschappelijk draagvlak. De vertaling van deze wens in betere procedures en ontwerpen impliceert een verhoging van de kosten van dijkversterking. De ontwerpkosten zullen waarschijnlijk hoger zijn door de bredere afweging van belangen en de daarvoor benodigde inventarisaties. Uit het onderzoek is duidelijk gebleken dat aspecten waarvoor de inventarisaties gesubsidieerd worden meer aandacht krijgen dan de andere aspecten. Het is daarnaast niet logisch om de kosten van grondmechanisch en vegetatie-onderzoek *wel* en de kosten van het inventariseren van landschappelijke, natuur en cultuur-historische waarden *niet* in de subsidie te betrekken.

Wij stellen daarom voor alle (externe) kosten van inventarisaties, analyses en ontwerp en een eventuele beleidsanalyse in de subsidieregeling op te nemen. Hiermee kan worden bereikt dat meer aandacht aan de bestaande functies en waarden wordt gegeven en dat in het ontwerp de mogelijkheden worden verbeterd voor een goede afweging van de verschillende belangen.

De eventuele meerkosten voor de aanleg van waterkeringen waarin uitgekiende ontwerpen zijn toegepast, vallen, overeenkomstig de toezeggingen van de Minister van Verkeer en Waterstaat aan de Tweede Kamer, onder de huidige subsidieregeling. Voorwaarde daarbij is een brede maatschappelijke steun voor het ontwerp. Het lokale belang bij een betere oplossing komt tot uitdrukking in de bijdrage van de ingelanden en ingezetenen van de waterschappen.

Gezien de wens tot meer aandacht voor andere functies en waarden bij dijkversterkingen en de hogere kosten van het onderhoud van steilere taluds en bijzondere constructies die worden toegepast bij het uitgekiend ontwerpen, stellen wij voor de voorgenomen verlaging van de subsidie van de onderhoudskosten opnieuw te bezien. De bijdrage zou afhankelijk gesteld moeten worden van de mate van toepassing van uitgekiende ontwerpen en de mate van natuurvriendelijk beheer.

Vanuit het motief dat compensatie van schade die als direct gevolg van de dijkversterking is ontstaan ook ten laste dient te komen van het dijkversterkingsbudget zouden ook de kosten van de landschappelijke inpassing en het herstel dan wel compensatie van natuur- en cultuur-historische waarden in aanmerking moeten komen voor vergoeding via de rijksregeling.

Het verbeteren van functies buiten de directe omgeving van de waterkering is in principe geen zaak voor de waterschappen gezien hun (functionele) taak. Het verwerven van aanvullende bijdragen voor grootschalige landschappelijke aanpassingen en natuurontwikkeling, bijvoorbeeld in het kader van het plan De Gelderse Poort, is een taak van de provincie. De provincie heeft de mogelijkheden om het beleid voor de verschillende sectoren en facetten op elkaar af te stemmen.

Voor behoud of ontwikkeling van specifieke functies zijn er in het kader van het beleid van de Rijksoverheid voor landschaps- en natuurontwikkeling een tiental bijdrageregelingen. Deze zijn mogelijk ook bij dijkversterking van belang. Sommige regelingen, zoals de Monumentenwet en het fonds Stads- en dorpsvernieuwing worden al ingezet bij dijkversterkingsprojecten. Omdat de budgetten en prioriteitsstelling van de meeste fondsen niet zijn afgestemd op dijkversterking, zal op deze fondsen slechts in beperkte mate een beroep gedaan kunnen worden. Een actieve coördinatie door de provincie is hierbij van cruciaal belang.

10.4 Conclusies

Om een geïntegreerde benadering van functies en waarden te bevorderen, wordt aanbevolen de kosten van inventarisaties van landschappelijke, natuur en cultuurhistorische waarden in de subsidieregeling op te nemen. De bijbehorende kostenverhoging is beperkt tot orde 0,5% van de totale kosten van de dijkversterking.

Tevens wordt aanbevolen de voorgenomen verlaging van de Rijksbijdrage aan de onderhoudskosten opnieuw te bezien. Dit voorstel ondersteunt de gewenste grotere aandacht voor andere waarden en functies bij dijkversterking en stimuleert de toepassing van uitgekien- de ontwerpen. De bijdrage zou afhankelijk gesteld moeten worden van de mate van toepassing van uitgekien- de ontwerpen en natuurvriendelijk beheer.

Compensatie van schade die als direct gevolg van de dijkversterking is ontstaan, dient ook ten laste te komen van het dijkversterkingsbudget. Voorgesteld wordt de kosten van de landschappelijke inpassing en het herstel dan wel compensatie van natuur- en cultuur-historische waarden in aanmerking te laten komen voor subsidie via de rijksregeling.

11 Procedures

11.1 Probleemstelling en aanpak

Een goede afstemming van functies en waarden stelt eisen aan de *procedures* voor dijkversterking. In de huidige procedures is deze afstemming onvoldoende en te gefragmenteerd door de aanpak op dijkvakniveau. Er is behoefte aan een benadering die meer rekening houdt met patronen in het landschap en grootschaliger mogelijkheden voor natuurontwikkeling. De maatschappelijke weerstand tegen dijkversterking is niet alleen gericht op de effecten ervan op bestaande functies en waarden, maar ook op het besluitvormingsproces. Er is behoefte aan een grotere betrokkenheid bij de besluitvorming, meer inzicht in het handelen van de autoriteiten en een objectieve beoordeling van de voorgestelde plannen op een moment dat wijzigingen nog mogelijk zijn.

De Commissie Rivierdijken heeft het globaal kader voor de procedures geschetst. In de provinciale praktijk zijn verschillende procedures ontstaan. De mate van acceptatie van de gang van zaken bij de besluitvorming over dijkversterkingen loopt zeer uiteen. Er is behoefte aan een goede en eenduidige procedure. Bestaande en voorgestelde procedures zijn daarom geëvalueerd. Uit deze procedures zijn die elementen overgenomen die voldoen aan een aantal criteria, ontleend aan de praktijk van het openbaar bestuur en aan de geschetste problemen.

11.2 Aanbevelingen van de Commissie Rivierdijken

De Commissie Rivierdijken heeft aanbevelingen gedaan op het vlak van de besluitvormingsprocedure. De aanbevelingen over de rol van de provinciale Coördinatie Commissie Dijkversterkingen (CCD) hebben vooral betrekking op het in een zo vroeg mogelijk stadium afstemmen van de onderscheiden belangen die bij dijkverbetering een rol spelen. Deze afstemming krijgt onder meer zijn beslag in de samenstelling van de CCD, door hierin ook vertegenwoordigers van betrokken belangenorganisaties en gemeenten op te nemen.

De rol van de bevolking bij het besluitvormingsproces acht de Commissie van grote betekenis. Daarbij wordt als aanbeveling gegeven (pag. 85/86) dat: 'over de uitgangspunten van het beleid discussie mogelijk moet zijn en na het vaststellen van deze uitgangspunten moet eveneens discussie mogelijk zijn over concrete plannen. Het is gewenst de bevolking in te schakelen op een zo vroeg moment, dat de inbreng in het ontwerpstadium van beleidsvorming of planvorming kan worden verwerkt. Verwacht mag worden dat hetgeen bij de inspraak naar voren komt, ook binnen redelijke grenzen van invloed zal zijn op de uiteindelijk te nemen beslissing. Het is dan ook gewenst duidelijk te motiveren hoe de resultaten van de inspraak zijn verwerkt. De mogelijkheden om inspraak te geven dienen georganiseerd te zijn. Procedures dienen duidelijk te worden bekendgemaakt, informatie dient vroegtijdig, begrijpelijk en voor een ieder toegankelijk te zijn. Naast de directe inbreng in de beleids- of planvoorbereiding, acht de Commissie een bezwarenprocedure van belang uit het oogpunt van rechtszekerheid.'

11.3 Procedures en procedurevoorstellen

De wettelijke vereisten t.a.v. de procedure zijn beperkt (Waterstaatswet 1900). Uit die vereisten en circulaires van de Minister van Verkeer en Waterstaat valt de volgende minimale voorgeschreven procedure af te leiden: dijkbeheerder maakt plan → CCD adviseert → GS doen uitspraak → Minister beoordeelt plan en beslist over subsidie → GS keuren plan goed → beheerder voert werk uit. Tegen de beslissing van GS kunnen volgens art. 35 van de Waterstaatswet slechts in beroep gaan: beheerders van waterstaatswerken, besturen van belanghebbende gemeenten, de hoofdingenieur van Rijkswaterstaat, de ondernemer (initiatiefnemer) van het werk. In de ontwerp-Wet op de waterkering is de mogelijkheid van beroep voor alle belanghebbenden voorzien.

11.3.1 Huidige procedure(s)

In de provincies worden verschillende procedures gebruikt. Gezien de centrale plaats van de provincie Gelderland in het onderzoeksgebied wordt de bestaande Gelderse procedure als voorbeeld gegeven:

- a. waterschap stelt technische werkgroep in (samenstelling: waterschap, provincie (waterkeringen), RWS, extern ingenieursbureau);
- b. technische werkgroep maakt ontwerpen en een concept globaal plan;
- c. behandeling van ontwerpen/globaal plan in multidisciplinaire werkgroep (samenstelling: technische werkgroep, aangevuld met vertegenwoordigers van de provincie (landschap), Gelders Landschap, Gelderse Milieufederatie, andere organisaties op ad-hoc basis);
- d. bestuur van het waterschap brengt het globaal plan in inspraak: ter visie legging en hoorzitting (bewoners en grondeigenaren langs dijken worden veelal vooraf persoonlijk benaderd);
- e. CCD behandelt globaal plan;
- f. technische werkgroep verwerkt opmerkingen CCD en maakt principeplan;
- g. waterschapsbestuur brengt principeplan in inspraak: ter visielegging en hoorzitting;
- h. waterschapsbestuur stelt principeplan vast;
- i. CCD behandelt principeplan en adviseert GS;
- j. Minister beoordeelt plan, stelt het vast en beslist over subsidieverlening;
- k. GS nemen besluit over principeplan c.q. keuren plan goed;
- l. beheerder voert het werk uit.

11.3.2 Toetsing aan de aanbevelingen van de Commissie Rivierdijken

In het onderzoek zijn de verschillende procedures vergeleken met de aanbevelingen van de Commissie Rivierdijken. In de provincies van het onderzoeksgebied, Gelderland, Noord-Brabant en Overijssel voldoet de samenstelling, taak en werkwijze van de CCD aan de aanbevelingen van de commissie. De provincies hebben de procedures in een verordening vastgelegd.

Over de rol van de burgers doet de Commissie Rivierdijken algemene uitspraken. In de huidige praktijk blijkt deze groep een bescheiden rol te spelen. Er wordt in dezen slechts in beperkte mate gehandeld in de geest van de aanbevelingen van de Commissie. In de procedures ligt in de eerste fasen het voortouw bij de (vooral uit civiel-technici bestaande) werkgroep. Er is in deze fasen geen gelegenheid tot discussie met verschillende belanghebbenden over de uitgangspunten van het ontwerp en de concrete dijkverbeteringsplannen die daaruit resulteren. Daarnaast wordt de bevolking niet op een zo vroeg moment bij het ontwerp ingeschakeld dat hun inbreng zou kunnen worden verwerkt. Burgers krijgen pas inzicht in het plan nadat de grote lijnen al zijn vastgesteld.

11.3.3 Ervaren problemen

De (gesloten) technische voorbereiding van de plannen en het in een relatief laat stadium betrekken van de burgers, vormen een belangrijke oorzaak voor de beperkte acceptatie van de gang van zaken bij de besluitvorming over dijkversterkingen. Uit berichten in de pers, publikaties van actiegroepen en uit de gesprekken die in het kader van het onderzoek zijn gevoerd komt een aantal problemen naar voren:

- een relatief beperkt aantal personen participeert in het maken van het ontwerp-globaal plan; daardoor is er onvoldoende reflectie op normen en waarden van anderen;
- de procedure vóór de publikatie van het globaal plan wordt als gesloten ervaren;
- de burger komt te laat in beeld;
- technische en financiële argumenten hebben de overhand in de afwegingen, vermoedelijk omdat de technici de overhand hebben in de procedure;
- een aantal functies en waarden komt onvoldoende aan bod;
- er komt een onvoldoend aantal alternatieve ontwerpen voor betrokkenen in beeld;
- de gemeente acht zich machteloos in de CCD.

11.4 Toetsing van de procedures en procedurevoorstellen

11.4.1 Toetsingscriteria

Voor een systematische beoordeling van bestaande en voorgestelde procedures zijn in het onderzoek criteria gehanteerd. De criteria zijn ontleend aan de praktijk van het openbaar bestuur, de bestuurskunde en aan voorstellen voor verbetering van de huidige CCD-procedures. De criteria sluiten aan bij de problemen die hierboven zijn genoemd.

Procescriteria:

- A doorzichtigheid van het bestuur, afbakening van taken en verantwoordelijkheden;
- B toetsing (bij voorkeur onafhankelijk);
- C rechtsbescherming van belanghebbenden;
- D democratie/inspraak;
- E openheid en openbaarheid van de procedure;
- F efficiency; en
- G flexibiliteit.

Inhoudelijke criteria:

- H het in beeld brengen van alternatieven; en
- I het betrekken van de relevante functies en waarden en belangen in het proces.

11.4.2 Huidige procedures, bestaande methodieken en voorgestelde procedures die in het onderzoek zijn betrokken

In het onderzoek zijn de volgende bestaande procedures beoordeeld: de bestaande Gelderse procedure, de Overijsselse procedure, de Brabantse procedure en de Zuid-Hollandse procedure. Daarnaast zijn in de loop der jaren verschillende aanvullingen voor de procedures ontstaan en bedacht. Deze zijn eveneens in het onderzoek betrokken:

- Richtlijnen voor landschaps-, cultuur en natuurwaarden, Noord-Brabant;
- Landschapsontwikkelingsvisie, Zuider Lekdijk (Zuid-Holland);
- de beleidsanalytische aanpak (Sliedrecht, Hoenwaard, Ramspol); en
- Milieu-effectrapportage (m.e.r).

Voorts zijn vanuit de praktijk voorstellen gedaan voor het vernieuwen van de dijkverbeteringsprocedures. Het onderzoek gaat in op de volgende voorstellen:

- Verbeterde Gelderse procedure (ontwikkeld door het Bureau Waterkeringen (Gld nieuw));
- voorstel Polderdistrict Groot Maas en Waal; en
- voorstellen van de Unie van Waterschappen (onder andere een aangepaste en een verbeterde CCD procedure).

De verbeterde Gelderse procedure wordt gekenmerkt door een beleidsanalytische aanpak onder leiding van een stuurgroep waarin alle betrokken belangen zo goed mogelijk vertegenwoordigd zijn en een optie voor beroep bij GS. De procedure voorgesteld door Groot Maas en Waal lijkt sterk op deze procedure, maar kent daarnaast een toetsing door een onafhankelijke regionale commissie.

11.4.3 Globale uitkomsten van de toetsing

De aanvullingen op bestaande procedures en de nieuw ontwikkelde procedures scoren op een aantal criteria vrijwel allemaal beter dan de bestaande procedures. Logischerwijze scoort de ene procedure beter op het ene criterium, terwijl een andere procedure weer op een ander criterium beter scoort. Hieronder wordt dit per criterium kort toegelicht. In Tabel 11.1 is een globaal overzicht van de waardering van de bestaande en voorgestelde procedures gegeven. Daarbij is met name gelet op de fase van het opstellen van het globaal plan. In die fase worden immers belangen afgewogen en keuzen gemaakt.

De m.e.r.-procedure is geen volledige procedure; deze is als 'bypass' van de huidige CCD procedure opgenomen. Bij enkele procedures worden opties gegeven; deze zijn in de waardering meegenomen. Suggesties voor verbeteringen in de wetgeving voor de onderbouwing van de procedures zijn niet meegewaardeerd. De meest rechtse kolom betreft het uit het onderzoek resulterende voorstel van WL/RAND/Bureau SME.

Tabel 11.1: Evaluatie bestaande en voorgestelde procedures

Criteria	Bestaande procedures				Reeds voorgestelde procedures					Voorstel WL/Rand Bur. SME
	N-B	Ov	Gld	Z-H	CCD met m.e.r.	Gld nieuw	Maas en Waal	UvW aange- past	UvW verbe- terd	
<i>Procescriteria</i>										
Doorzichtigheid bestuur	-	-	-	+	+	-	+	+	+	++
Onafhankelijke toetsing	±	±	±	±	++	+	+	±	±	++
Rechtsbescherming	-	-	-	-	+	+	+	-	-	+
Inspraak/democratie	±	±	±	-	+	++	±	±	±	+
Openheid en openbaarheid	-	-	-	+	+	+	-	+	+	+
Efficiency	-	-	-	±	-	-	-	-	-	±
Flexibiliteit	-	-	-	±	-	+	-	-	-	+
<i>Inhoudelijke criteria</i>										
Alternatieven in beeld	-	-	-	+	++	+	-	-	+	++
Inbreng functies/belangen	-	-	-	+	+	+	+	-	-	++

Legenda: ++ voldoet aan criterium + voldoet in beperkte mate
± zowel voordelen als nadelen - onvoldoende

N-B = Noord-Brabant Gld = Gelderland
Ov = Overijssel Z-H = Zuid-Holland
CCD = Coördinatie Commissie Dijkversterkingen
UvW = Unie van Waterschappen

A. Doorzichtigheid van het bestuur

Het geconstateerde probleem van individuen en instanties die in verschillende stadia van de procedure worden betrokken en nu eens ontwerpen en dan weer beoordelen (mogelijk aan te duiden als het 'dubbele petten probleem') wordt in de meeste procedures onvoldoende ondervangen. De verschillende groepen lijken veel op elkaar en het aantal personen dat in het beginstadium van het proces is betrokken, is relatief beperkt. De formele afbakening vormt geen probleem, maar in de procedures en de procedure-voorstellen bestaat weinig aandacht voor het verschijnsel van de mee-ontwerpde en beoordelende rollen van met name provincie en rws. De m.e.r.-procedure positioneert de onafhankelijke m.e.r.-commissie scherp. De nieuwe procedure van de provincie Gelderland heeft als optie een onafhankelijke commissie, in te stellen door gs. Groot Maas en Waal stelt ook toetsing door een provinciale onafhankelijke commissie voor.

B. Toetsing (bij voorkeur onafhankelijk)

Positief scoren de m.e.r.-procedure, de nieuwe procedure van de provincie Gelderland (met een optie voor beroep bij gs) en de procedure voorgesteld door Groot Maas en Waal. In de andere procedures ontbreekt de onafhankelijke toetsing.

C. Rechtsbescherming

Het probleem van de rechtsbescherming voor zover het gaat om beroepsmogelijkheden wordt in de procedures niet ondervangen daar zij werken binnen het huidige wettelijke kader. De m.e.r.-procedure kent wel een beroepsgang, maar die is gericht op de procedure zelf. De nieuwe procedure van de provincie Gelderland geeft een mogelijkheid om bezwaar te maken tegen het besluit van de beheerder van de waterkering over de tracékeuze. Bij de procedure voorgesteld door Groot Maas en Waal kan een beroep bij gs worden ingesteld.

D. Democratie

De Commissie Rivierdijken vroeg expliciet aandacht voor inspraak. Ten aanzien van de *formele* inspraakmogelijkheden scoren de huidige en nieuwe procedures doorgaans positief. Het probleem vormt vaak het tijdstip waarop die inspraak plaats vindt (ná het gereedkomen van het globaal plan). Positief scoren de Zuid-Hollandse procedure en de nieuwe procedure van de provincie Gelderland.

E. Openheid en openbaarheid van de procedure

De openheid van de procedure tot aan de publikatie van het globaal plan blijft in alle varianten een onderbelicht probleem. Het aantal betrokken personen en instanties blijft in de beginfase van de procedures beperkt. De voorstellen voor procedures gaan niet expliciet op dit probleem in.

F. Efficiency

Er zijn geen grote verschillen tussen de doelmatigheid van de verschillende procedures. De m.e.r.-procedure als onderdeel van de totale procedure levert enige vertraging op. Deze vertraging kan grotendeels worden goedge maakt door activiteiten parallel te laten lopen. Vertragingen moeten daardoor in termen van maanden worden gezien. Op een gemiddelde voorbereidingsduur van 6 jaar is die vertraging acceptabel. De mogelijke samenhang met de besluitvorming in de ruimtelijke ordening blijft onduidelijk. Over de kosten van de procedures bestaat weinig inzicht. Bij een aantal voorstellen worden meer stappen geïntroduceerd dan in de huidige situatie, maar veelal ter vervanging van een of meer stappen van de bestaande procedure.

G. Flexibiliteit

De bestaande procedures hebben het karakter van 'rijdende treinen'. Slechts in een zeer beperkt aantal gevallen worden plannen door een gremium nog terugverwezen naar de opstellers. Omdat de procedures vanuit het oogpunt van het afwegen van verschillende functies en waarden verre van optimaal zijn, leidt dit tot onvoldoende mogelijkheden voor aanpassing aan veranderende inzichten en invloeden van buitenaf.

H. In beeld brengen alternatieven

Het genereren van alternatieven gebeurt voor een belangrijk deel in de fase voorafgaand aan het globaal plan. Juist in de fasen waarin meerdere belangen worden betrokken, worden weinig alternatieven meer gegenereerd. Dat lijkt op te gaan voor zowel de bestaande procedures als voor de procedurevoorstellen. Dit wil overigens niet suggereren dat tijdens de procedure, ook bij het erbij betrekken van de burgers, geen varianten in beeld zijn. De afweging van alternatieven komt in de voorstellen beter tot zijn recht dan in de bestaande procedures. Met name in de m.e.r.-procedure is er sprake van een objectieve afweging van alternatieven op hun effecten. Verwacht mag worden dat die afweging een sturende werking op de planvorming zal hebben.

I. Betrekken van functies, waarden en belangen

De bestaande procedures geven geen zicht op de mate waarin de verschillende functies en waarden daadwerkelijk in het proces worden betrokken. De voorstellen geven enige verbetering ten aanzien van dit criterium. Zowel bestaande als voorgestelde procedures laten dit toe, maar het wordt niet gestimuleerd. Het techniek-gerichte denken vanaf het begin van de procedures zou nadelig kunnen werken. De m.e.r., de nieuwe Gelderse procedure en de procedure voorgesteld door Groot Maas en Waal geven meer mogelijkheden dan de huidige procedures.

Op grond van de gehanteerde criteria scoren de Zuid-Hollandse procedure en enkele voorgestelde procedures overwegend positief; verschillende voorstellen bevatten waardevolle elementen. De belangrijkste zijn:

- een beleidsanalytische aanpak voor het tot stand brengen van het globaal plan;
- het instellen van een stuurgroep waarin alle betrokkenen en belangen zijn vertegenwoordigd; en
- het invoeren van een externe toetsing.

Het blijkt goed mogelijk om de positief beoordeelde elementen van de verschillende procedures, procedurevoorstellen en aanvullingen te combineren. In het onderzoek is daarom een eigen procedurevoorstel ontwikkeld dat elementen bevat van de nieuwe Gelderse procedure, het voorstel van Groot Maas en Waal en het voorstel van de Unie van Waterschappen (een op de m.e.r.gelijke procedure). Daarnaast bevat het voorstel een 'voor-procedureel' deel op strategisch niveau. Dit deel van het voorstel sluit aan bij de beleidsvisie die voor de Zuider Lekdijk is geformuleerd en bij het voornemen van de provincie Gelderland om een provinciaal beleidsplan voor de dijkversterking op te stellen.

11.5 Voorstel procedure dijkversterking

In de probleemstelling is aangegeven dat het betrekken van belangen, waarden en functies in de bestaande situatie te versnipperd plaatsvindt. De provincie Gelderland werkt aan een provinciaal beleidsplan voor de rivierdijkversterking. Het beleidsplan kan voor de verschillende riviertakken of delen daarvan worden uitgewerkt in deelplannen. Daarmee wordt recht gedaan aan het eigen karakter van de verschillende riviertakken en aanliggende gebieden. Hierbij kan worden gedacht aan de nota voor de Zuider Lekdijk (in brochurevorm: 'Meer dan droge voeten'). Omdat deze nota onder meer te veel een invulling-op-voorhand is van de plannen op projectniveau, wijkt ons voorstel op een aantal punten hiervan af.

11.5.1 Uitgangspunten

Op basis van de toetsingscriteria en de evaluatie van de procedures kan een aantal uitgangspunten worden geformuleerd voor de inrichting van de procedure voor de dijkverbetering:

1. de procedure dient het 'voortraject' tot het formuleren van een globaal plan nadrukkelijk in beeld te brengen. In dit voortraject moeten belanghebbenden worden betrokken. De procedure dient dus vanaf het eerste begin een open karakter te hebben. Tevens dient in een vroeg stadium te kunnen worden ingesproken;
2. de procedure moet doorzichtig zijn op het gebied van de verschillende bevoegdheden, taken en verantwoordelijkheden. Vermenging van verantwoordelijkheden dient te worden vermeden, zowel formeel als feitelijk;
3. het ontwerpen van varianten voor dijkversterking dient, onder de randvoorwaarde van de veiligheidsnorm, te gebeuren vanuit de functies en waarden die in het betreffende gebied in het geding zijn. Dit betekent dat in aansluiting op het eerste uitgangspunt, de verschillende functies en waarden nadrukkelijk vanaf het begin van de procedure in beeld moeten worden gebracht zodat ze uitgangspunten voor de ontwerpers vormen;
4. de procedure dient te waarborgen dat verschillende alternatieve ontwerpen in beeld worden gebracht (inclusief de kosten) en door de belanghebbenden kunnen worden beoordeeld;
5. de toetsing van de plannen aan de uitgangspunten dient onafhankelijk te zijn; en
6. ten behoeve van de efficiency van de procedure dient het aantal betrokken (overheids-) niveaus op de verschillende momenten in de procedure beperkt te blijven.

11.5.2 Provinciaal beleidsplan

Het beleidsplan, uitgewerkt in deelplannen per riviertak of gedeelte daarvan, wordt opgesteld door de provincie en vastgesteld door Provinciale Staten. Doel van het beleidsplan is het vastleggen van de uitgangspunten op hoofdlijnen en het globaal inzicht geven in de functies en waarden die worden beïnvloed door rivierdijkversterking. Het plan verschaft het kader waarbinnen de projecten op dijkvakniveau kunnen worden voorbereid en uitgevoerd, zowel naar inhoud als procedureel.

Het beleidsplan is globaal en brengt niet de betreffende dijkvakken in detail in beeld. Het beleidsplan kan voor de verschillende (delen van) riviertakken in deelplannen worden uitgewerkt. In het plan kan ook een relatie worden gelegd met het beleid in andere sectoren en facetten, zoals ruimtelijke ordening en natuurontwikkeling. Voor de aard van het plan en de relatie met de projectplannen van de waterschappen kan een vergelijking worden gemaakt met de situatie in de waterhuishouding.

Status

De status van het beleidsplan is zodanig dat er *rekening mee moet worden gehouden* bij ontwerp en besluitvorming inzake dijkversterking. Ontwerp en besluitvorming moeten inpasbaar zijn. Er dient de mogelijkheid te bestaan dat GS gemotiveerd afwijken van het beleidsplan. Bij de m.e.r.-procedure kunnen GS als bevoegd gezag aangeven dat het beleidsplan en de deelplannen per riviergedeelte in het m.e.r.-onderzoek moeten worden meegenomen.

Beroep

Het verdient aanbeveling om het besluit tot vaststelling van het plan, overeenkomstig de regeling voor het streekplan, uit te sluiten van beroep door het op te nemen in de bijlage als bedoeld in art. 8.1.1.6 Algemene wet bestuursrecht.

11.5.3 Projectprocedure

Het provinciale beleidsplan, uitgewerkt in deelplannen per riviertak of gedeelten ervan, geven het kader waarbinnen de individuele projecten (dijkvakken) kunnen worden voorbereid en uitgevoerd. Het beleidsplan is te globaal om de specifieke waarden van de betreffende dijkvakken in detail in beeld te brengen. Dit gebeurt per project (dijkvak). Op basis van de evaluatie van de bestaande en voorgestelde procedures wordt de wenselijke *projectprocedure* hier geschetst.

De procedure ziet er als volgt uit:

- A. Stuurgroep maakt basisnota;
- B. Ontwerpgroep maakt globaal plan met alternatieven (stuurgroep begeleidt); dijkbeheerder stelt globaal plan vast en neemt initiatief tot m.e.r.;
- C. toepassing m.e.r. → MER (GS bevoegd gezag); inspraak in het kader van m.e.r.;
- D. Ontwerpgroep maakt principeplan → inspraak;
- E. CCD geeft advies/ Minister beoordeelt plan, stelt het vast en beslist over subsidie;
- F. Gedeputeerde Staten keuren plan goed.
- G. Eventueel beroep tegen de beslissing van GS.

A. *Stuurgroep*

Op projectniveau neemt de dijkbeheerder het initiatief en stelt een stuurgroep in. De stuurgroep voor het dijkvak bestaat uit vertegenwoordigers van/namens de betrokken dijkbeheerder (voorzitter) en gemeente(n), de provincie (t.b.v. de doorwerking van het beleidsplan in het project), Rijkswaterstaat (rivierbeheerder en subsidiegever) en lokaal belanghebbenden (provinciale en lokale milieugroeperingen, bewonersorganisaties, etc.). De overheden zijn op ambtelijk niveau betrokken. De stuurgroep kan zich laten bijstaan door adviseurs.

De taak van de stuurgroep is het inventariseren van informatie over lokale waarden en functies die in het gebied in het geding zijn, de wensen die daarover bij de betrokkenen bestaan en de mogelijkheden die er zijn om de knelpunten in het dijkvak op te lossen. Hierbij is veiligheid een randvoorwaarde. De stuurgroep stelt een *basisnota* voor het dijkvak op. De basisnota vormt het uitgangspunt, waarbinnen alternatieve dijktracé's en dijkvormen kunnen worden ontworpen. In de basisnota staan aangegeven:

- de karakterisering van het gebied;
- de visie op de wenselijke ontwikkeling van het gebied, onder meer qua bestemming en gebruik;
- de onderzoeken die moeten worden uitgevoerd; en
- wensen en prioriteiten t.a.v. de gesignaleerde knelpunten.

Vanwege de samenstelling van de stuurgroep en het karakter van de basisnota, waarbij nog geen consequenties van ontwerpen in beeld worden gebracht, wordt in dit stadium van de procedure geen inspraak voorzien.

B. *Ontwerpgroep*

De basisnota vormt het uitgangspunt en het kader waarbinnen alternatieve dijktracé's en dijkvormen worden ontworpen. Het ontwerpproces wordt hier opgevat als een technisch vormgevend proces met gebruikmaken van een beleidsanalytische methode. De ontwerpgroep is beperkt van samenstelling: de betreffende dijkbeheerder, eventueel bijgestaan door een extern adviesbureau. In overleg met de stuurgroep kunnen sub-werkgroepen voor specifieke onderwerpen worden ingesteld. Door deze opzet wordt voorkomen dat de ontwerpgroep en stuurgroep vrijwel gelijk van samenstelling zijn en verantwoordelijkheden door elkaar gaan lopen. De stuurgroep stuurt het ontwerpproces, bewaakt de voortgang en toetst deelprodukten aan de uitgangspunten, die zijn vastgelegd in de basisnota.

Globaal plan

De ontwerpgroep ontwikkelt het globaal plan met oplossingsvarianten. In dit plan wordt expliciet gerapporteerd over de wijze waarop is omgegaan met de inhoud van de basisnota. Het globaal plan bevat niet alleen een aantal varianten maar tevens worden de beslissingscriteria en mogelijke knelpunten in beeld gebracht. Het weglaten van eventuele varianten wordt expliciet gemotiveerd. De stuurgroep beoordeelt het globaal plan mede aan de hand van de basisnota. Het globaal plan wordt door het bestuur van de dijkbeheerder vastgesteld. Vóór de vaststelling door de dijkbeheerder worden de bewoners van dijkhuizen en grondeigenaren, die door de dijkversterking worden beïnvloed, geïnformeerd over de inhoud van het plan. Het globaal plan is de basis (startnotitie) voor de m.e.r.-procedure.

C. m.e.r.-procedure

In plaats van een eerste adviesronde door de CCD wordt voorgesteld een m.e.r.-procedure in te stellen. Door de m.e.r.-procedure op deze plaats in de procedure op te nemen wordt een aantal nadelen ondervangen die zijn geconstateerd ten aanzien van de huidige praktijk en de bestaande voorstellen:

- een objectieve toetsing door een onafhankelijke instantie, waardoor voorkomen wordt dat in een toetsend gremium dezelfde belangen 'om de tafel' zitten;
- de m.e.r. dwingt tot het in beeld brengen van een aantal alternatieven. Hierbij kan ook worden getoetst of voldoende uitgekend is ontworpen. De 'nul-situatie' brengt de kwaliteit van de huidige waarden en functies in beeld;
- de m.e.r. biedt de mogelijkheid om de beleidslijnen uit de provinciale plannen in beeld te brengen;
- de m.e.r.-procedure regelt en waarborgt de betrokkenheid van belanghebbenden via een inspraakprocedure.

De tijd benodigd voor de m.e.r. procedure wordt goeddeels gecompenseerd doordat de CCD in dit stadium niet om advies wordt gevraagd. Tijdens de m.e.r.-procedure vervult de stuurgroep geen functie. Goede voorlichting over het plan is in dit stadium van groot belang.

Voor de inpassing van de m.e.r. in de procedure voor dijkversterkingen dient het Besluit m.e.r. te worden aangepast. Wij stellen een *verplichte m.e.r.* voor, zonder formele beperkingen ten aanzien van de lengte en doorsnede van de dijk. Een verplichte m.e.r. heeft de voorkeur boven een vrijwillige m.e.r., gezien de waarborgen die het Besluit m.e.r. geeft en het voorkomen van de erosie van het instrument m.e.r. Een verplichte m.e.r. voor alle dijkvakken heeft de voorkeur boven een 'sluimer' m.e.r. die alleen zou gelden voor de probleemvakken. Niet alleen moet voor de andere vakken dan toch nog een bepaalde procedure worden doorlopen, maar gevreesd wordt ook dat de discussies rond het wel of niet toepassen van de m.e.r. de voortgang van het totale dijkversterkingsproces dan zal belemmeren. Overwogen kan worden om in de planvorming en de m.e.r.-procedure meer dan één van de huidige dijkvakken tegelijkertijd te behandelen. Dit kan ook een betere afstemming voor de aanpak van naast elkaar gelegen dijkvakken en de landschappelijke vormgeving bevorderen. De uitvoering kan onafhankelijk per dijkvak gebeuren.

Het waterschap is bij de m.e.r.-procedure de initiatiefnemer, GS bevoegd gezag. In hun beslissing over het globaal plan geven GS aan of de resultaten van de m.e.r. aanleiding zijn tot het verder betrekken van de stuurgroep in de procedure.

D. Van globaal plan en MER naar principeplan

Het globaal plan en het MER zijn de basis voor de ontwikkeling van het principeplan voor de dijkversterking in het betreffende dijkvak. Het principeplan wordt door het bestuur van de dijkbeheerder ter visie gelegd en er vindt een hoorzitting plaats.

E. Coördinatie Commissie Dijkversterkingen

De CCD functioneert in dit voorstel als adviescollege voor GS. De CCD kan haar advies aan GS baseren op de beschikbare documenten: het provinciale beleidsplan, de basisnota van de stuurgroep, het principeplan, het MER en de resultaten van de inspraak.

F. Gedeputeerde Staten

GS hebben goedkeuringsbevoegdheid krachtens art. 33 van de Waterstaatswet 1900. Tot het van kracht worden van de ontwerp-Wet op de waterkering bestaat slechts beroepsmogelijkheid tegen dit besluit voor de in art. 35 genoemde actoren: beheerders van waterstaatswerken, besturen van belanghebbende gemeenten, de hoofdingenieur van Rijkswaterstaat, de ondernemer (initiatiefnemer) van het werk.

G. Beroep

Om de rechtsbescherming in het kader van de dijkversterking te verbeteren, verdient het aanbeveling de beroepsmogelijkheden te verruimen. Omdat niet voorzien kan worden wanneer de ontwerp-Wet op de waterkering van kracht zal worden, is het gewenst als tussenstap de bestaande voorziening in de Waterstaatswet 1900 aan te passen. Dat kan gebeuren in het kader van een aanvulling op het aanhangige wetsontwerp tot (onder meer) de invoering van het onderdeel bestuursprocesrecht in de Algemene wet bestuursrecht (AWB). In elk geval zal de beperkte kring van belanghebbenden moeten worden geschrapt; gezien de uitgebreide voorbereidingsprocedure zou met beroep in één instantie (de nieuwe afdeling Bestuursrecht-spraak van de Raad van State) kunnen worden volstaan.

11.6 Taken en bevoegdheden algemeen bestuur en functioneel bestuur

De voorgestelde procedure doet recht aan het algemeen bestuur van de provincie en het functioneel bestuur van de dijkbeheerder. De provincie kan haar algemene verantwoordelijkheid en haar taak in de afstemming van de dijkversterkingsplannen met andere sector- en facetplannen tot uiting brengen in het provinciale beleidsplan en de toetsing van de dijkontwerpen aan dit plan. Ook in haar rol als bevoegd gezag bij de m.e.r. komt die algemene verantwoordelijkheid tot uiting. De dijkbeheerder kan zijn functionele verantwoordelijkheid waarmaken binnen de lijnen die worden uitgezet door de provincie.

11.7 Relatie dijkversterkingsprocedure met de procedures van de Wet op de ruimtelijke ordening

In de huidige gang van zaken volgt de wijziging van het bestemmingsplan op de vaststelling van het principeplan. Overwogen zou kunnen worden de dijkversterking onder de werking van de (ontwerp-)Tracéwet te brengen of in de (ontwerp-)Wet op de waterkering een soortgelijke afstemming als in de (ontwerp-)Tracéwet op te nemen. Uit de gesprekken met de provincies en de waterschappen is evenwel gebleken dat de afstemming geen wezenlijk probleem is. Er is in het algemeen een goed overleg tussen waterschap en gemeenten. De gemeente kan tijdig voorbereidingen treffen voor de aanpassing van het bestemmingsplan, waardoor vertragingen kunnen worden beperkt. In de voorbereiding speelt de ruimtelijke afweging immers vanaf het begin mee.

Door het ontbreken van voldoende mogelijkheden tot beroep voor belanghebbenden in de Waterstaatswet 1900 wordt de beroepsgang bij de RO-procedure bij uitzondering gebruikt om bezwaren tegen dijkversterkingsprojecten in te dienen. Gezien de zorgvuldige behandeling van de dijkversterking door GS zal een dergelijk beroep weinig kans maken. Uitwerking van dit aspect valt buiten het kader van dit onderzoek.

11.8 Rapportage voortgang dijkversterking

De Landelijke Coördinatiecommissie Dijkversterkingen (LCCD) is door de Minister van Verkeer en Waterstaat ingesteld om zorg te dragen voor de landelijke afstemming van de versterking van waterkeringen, te adviseren over het jaarlijks vast te stellen uitvoeringsprogramma en over onderwerpen van algemene aard met betrekking tot de voortgang van de werken, alsmede om knelpunten met betrekking tot de voortgang van de werken te signaleren. De LCCD bestaat uit vertegenwoordigers van de provincies en de Unie van Waterschappen.

De LCCD kan, gezien de taakstelling, ook rapporteren over de kwaliteit van de uitgevoerde werken. Daarbij kan zij met name aandacht besteden aan de realisatie van de afstemming van de verschillende functies en waarden bij rivierdijkversterking en toetsen op het toepassen van uitgekende ontwerpen. De samenstelling van de LCCD zal daartoe aanzienlijk verbreed moeten worden. De commissie kan jaarlijks een rapport uitbrengen gebaseerd op informatie over de dijkversterkingswerken van de betrokken provincies.

Referenties

- Bervaes, J.C.A.M., 1991: De Waal bij Zaltbommel in de periode 1832 -1983; Oorzaken van overstromingen. Historische Kring Bommelerwaard, Tussen de Voorn en Loevestein. Jaargang XXVII, no 73, maart 1991, pag 28-38.
- de Bruin, D. et al., 1987: Ooievaar; de toekomst van het rivierengebied. Stichting Gelderse Milieufederatie, Arnhem.
- Commissie Rivierdijken, 1977: Rapport en bijlagen Commissie Rivierdijken. 's-Gravenhage.
- Commission Internationale de l'Hydrologie du Bassin du Rhin, 1977: Le bassin du Rhin.
- Dirkzwager, J.M., 1977: Water, van natuurgebeuren tot dienstbaarheid. Martinus Nyhoff, 's-Gravenhage.
- de Graaff, A. de, 1985: Voorwoord bij: Enkele gedachten aangaande een aanvaardbaar risiconiveau in Nederland. Technische Adviescommissie voor de waterkeringen, Delft.
- Mathematisch Centrum, 1976: MC-onderzoek met betrekking tot kansverdeling Rijnafoeren. Mathematisch Centrum, Amsterdam.
- Ministerie van Binnenlandse Zaken, 1992: Rapportage Openbare orde en Veiligheid. 's-Gravenhage.
- Ministerie van Volksgezondheid, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer. 1988: Omgaan met risico's, 's-Gravenhage.
- Provincie Gelderland (1990): Beleidsplan Uiterwaarden, Arnhem.
- Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen, 1985, 1989: Leidraad voor het ontwerpen van rivierdijken. Deel 1 - Bovenrivierengebied; Deel 2 - Beneden rivierengebied. Staatsuitgeverij, 's-Gravenhage.
- Unie van Waterschappen (1992): Het waterschap en de rampen- en ongevallenbestrijding. 's-Gravenhage.
- Waterloopkundig Laboratorium (1991): Voorkomen van ijs op de Nederlandse rivieren, kans op potentieel gevaarlijke situaties. Verslag Q 1064-II, WL, Delft.
- Wereld Natuur Fonds (1992): Levende Rivieren. Wereld Natuur Fonds, Zeist.

Appendix A

Scorekaarten voor de voorgestelde Rijnafvoeren

Appendix A Scorekaarten voor de voorgestelde Rijnafoeren

Indien wordt uitgegaan van de voorgestelde wijze van bepalen van de maatgevende afvoeren van de Rijn wordt het maatgevende debiet voor de Rijn 15.000 m³/s bij een overschrijdingsfrequentie van 1/1250 per jaar. De maatgevende afvoeren bij een overschrijdingsfrequentie van 1/500 en 1/200 per jaar worden dan 14.100 resp. 13.000 m³/s. Dit geeft een verandering in de waarden van de criteria. De overeenkomstige scorekaarten worden hieronder gegeven.

Criterium	Eenheid	Veiligheidsnorm		
		1/1250	1/500	1/200
		Q _R =15.000 m ³ /s	Q _R =14.100 m ³ /s	Q _R =13.000 m ³ /s
		Q _M =3.650 m ³ /s	Q _M =3.350 m ³ /s	Q _M =3.050 m ³ /s
Lengte te verhogen/versterken dijken	km	350	290	255
waarvan te verhogen <i>en</i> versterken	km	180	90	45
waarvan <i>alleen</i> te versterken	km	170	200	210
Persoonlijk risico	—	R	2,5 R	6,25 R
Behoud LNC-waarden:				
landschap	%	77	81	84
natuur	%	84	86	89
cultuur	%	77	80	83
Schade door overstroming (NCW):				
dijkring 43	Mf	400	1.000	2.600
dijkring 36, 43 en 52	Mf	1.400	3.200	7.600
alle dijkringen	Mf	2.100	4.900	11.000
Kosten dijkversterking:				
voorbereiding	Mf	100	90	80
aanleg	Mf	680	600	540
onderhoud	Mf/jaar	2,3	2,3	2,3
Legenda:				
Q _R , Q _M		= maatgevende afvoer van de Rijn, resp. Maas		
R		= persoonlijk risico bij een veiligheidsnorm van 1/1250 per jaar		
NCW		= netto contante waarde		

Tabel A.1 Effecten van de waarde van de veiligheidsnorm

Criterium	Eenheid	Veiligheidsnorm		
		1/1250	1/500	1/200
		$Q_R=15.000$ m ³ /s	$Q_R=14.100$ m ³ /s	$Q_R=13.000$ m ³ /s
		$Q_M=3.650$ m ³ /s	$Q_M=3.350$ m ³ /s	$Q_M=3.050$ m ³ /s
Lengte te verhogen/versterken dijken	km	36	30	23
waarvan te verhogen <i>en</i> versterken	km	4	0	0
waarvan <i>alleen</i> te versterken	km	32	30	23
Persoonlijk risico	-	R	2,5 R	6,25 R
Behoud LNC-waarden:				
landschap	%	78	82	87
natuur	%	83	86	90
cultuur	%	78	82	87
Schade door overstroming (NCW)	Mf	90	200	440
Kosten dijkversterking:				
voorbereiding	Mf	10	8	7
aanleg	Mf	69	56	44
onderhoud	Mf/jaar	0,3	0,3	0,3
Legenda:				
Q_R, Q_M		= maatgevende afvoer van de Rijn, resp. Maas		
NCW		= netto contante waarde		

Tabel A.2 Effecten veiligheidsnorm voor dijkkring 52 (linker IJsseloever)

Criterium	Eenheid	Veiligheidsnorm		
		1/1250	1/500	1/200
		$Q_R=15.000$ m^3/s	$Q_R=14.100$ m^3/s	$Q_R=13.000$ m^3/s
		$Q_M=3.650$ m^3/s	$Q_M=3.350$ m^3/s	$Q_M=3.050$ m^3/s
Lengte te verhogen/versterken dijken	km	102	98	93
waarvan te verhogen <i>en</i> versterken	km	45	34	22
waarvan <i>alleen</i> te versterken	km	57	64	71
Persoonlijk risico	-	R	2,5 R	6,25 R
Behoud LNC-waarden:				
landschap	%	80	82	84
natuur	%	85	87	89
cultuur	%	80	82	84
Schade door overstroming	Mf	400	1000	2600
Kosten dijkversterking:				
voorbereiding	Mf	41	40	38
aanleg	Mf	275	260	250
onderhoud	Mf/jaar	0,65	0,65	0,65
Legenda:		Q_R, Q_M	= maatgevende afvoer van de Rijn, resp. Maas	
		NCW	= netto contante waarde	

Tabel A.3: Effecten veiligheidsnorm voor dijkkring 43 (Betuwe)

Criterium	Eenheid	Strategie	
		huidige praktijk	verlagen MHW
Lengte te verhogen/versterken dijken	km	350	310
waarvan te verhogen <i>en</i> versterken	km	180	140
waarvan <i>alleen</i> te versterken	km	170	170
Behoud LNC-waarden dijken:			
landschap	%	77	85
natuur	%	84	89
cultuur	%	77	82
Landschaps en natuurwaarden uiterwaarden:			
behoud bestaande waarden	—	0	— —
ontwikkelingsmogelijkheden nieuwe waarden	—	0	+ +
Kosten dijkversterking:			
voorbereiding	Mf	100	85
aanleg	Mf	680	570
onderhoud	Mf/jaar	2,3	2,3
Kosten van verlaging MHW:			
aanleg	Mf	0	?
aanpassen infrastructuur	Mf/jaar	8	≤ 8

Tabel A.4: Effecten van de strategie ter verlaging van MHW

Appendix B

Overleg, dankzegging

Appendix B Overleg, Dankzegging

In het onderzoek is met een groot aantal bij de dijkversterking betrokken instanties gesproken. Van velen werd zeer waardevolle informatie verkregen. Zonder deze medewerking had dit onderzoek niet kunnen worden uitgevoerd. WL en EAC/RAND zijn alle betrokkenen dankbaar voor die medewerking. De wijze waarop de informatie is gebruikt bij het onderzoek is vanzelfsprekend onze verantwoordelijkheid. Zonder naar volledigheid te streven, geven wij hierbij een overzicht van de geraadpleegde instanties en personen.

Waterschappen

Alblasserwaard	F.A. van den Berg, ir. W.G. Epema, ing. K. de Graaf, ing. E.J. Steenbergen.
Alm en Biesbosch	ing. B. Cornelissen, ing. J.C. Zuidweg.
Betuwe	ing. J.W.Th. van Meegen, ing. C.G. de Vrieze.
De Groote Waard	dr. ir. H.J. Dane, ing. T. Koekoek.
De Maaskant	ing. J.C.J.M. Bijl, ir. C.H.B.M. Ceelaert.
Groot Maas en Waal	F. Breen, ing. B.G. de Bruijn, ing. H.H. Kok, ing. M. Rademaker.
Kromme Rijn	ing. W.G.J. de Wit.
Lopikerwaard	Jhr.ir. A.J.H. de Beaufort, H. Boer, ir. D.A. de Haan.
Oost-Veluwe	J. Hammink, P. Spaan, mw. A. van Vliet-Kuiper
Rijn en IJssel	J.W. Hoekstra, ing. J.P. van der Rest.
Salland	ir. C.J.H. Griffioen, G. Groeneveld.
Tieler en Culemborger- waarden	ing. J.H. de Boer, J.D. van Helten, J.A. de Jongh,
IJsseldelta	ing. J.C.A. v.d. Meulen, ing. J.G. van Rijsbergen. ing. Ch. Hartog.

Provincies

Gelderland	ir. W.J. Drok, ir. D. van Gulik, ing. R.T.H. Priester, W. Schoof, dr. ir. C. Volp, ing. Fr. van der Voort.
Noord-Brabant	ing. B.J.C. Sonnevijlle, ing. B.J.C. van den Reek.
Overijssel	drs H. Geurts, T. de Kogel, F. Schreurs, F. Stam, ir. A.P. Wiersma.
Utrecht	drs. H. Boom, E.C. Hazenoot.
Zuid-Holland	ing. J.P.G. Westerhoven.

Rijkswaterstaat

Hoofddirectie	drs. P. Brolsma, ir. D. de Bruin, ir. Tj. de Haan, ir. J.R. Hoogland, ir. P. Huisman, mr. J.A.E. Nijenhuis, mr. F. Salomon, mr. J.H.A. Teulings.
Bouwdienst	ing. P.A.J. van Bayel, ing. G. Beaufort, ing. W.M. van den Brink, ir. R. Cirkel, ing. P.A.J. Feitz, ir. P.J. van Kleunen, ir. W. Korf, ing. C.P.M. Verbart, prof. drs. ir. J.K. Vrijling, ing. F.A.P. Vuijk.
RIZA	ing. M.C. Burgdorffer, ir. A.W. de Haas, ir. J. Hartman, ir. W. Silva, ing. E. Sprokkereef, dr.ir. F.N.M. van der Ven

Dienst Getijdenwateren	J. Doekes, ir. J.J. Pilon, ir. A. van Urk.
Dienst Weg- en Water- bouwkunde	ir. P. Aanen, ir. J.M. Goppel, ir. B.A.N. Koehorst, ir. D.C. v. Ooijen, ir. M. de Soet, ing. R.J. Termaat, ir. M.R. Tonneijck, ir. J.B.A. Weijers.
Meetkundige Dienst Gelderland	ir. A. Bucks, W. van de Guchte, ir. H.J.W. van der Vecht ir. C. Beverloo, ir. K. van Dixhoorn, ir. H. Havinga, ir. H. de Jong, ing. J.H. Spapens
Limburg	A.J.T. Bastings, ing. J.H. Gerretsen.
Noord-Brabant	ing. H.F. van Bavel, ing. C.P.M. Verbart, ir. A. Wilmlink, ing. R. de Zwart.
Noord Holland	mr. H.H.A. Teeuwen.
Zuid-Holland	ing. W.Th.J. van der Burgh

Persoonlijke consultatie: prof dr.ir. J. Agema
ir. W. van der Kley

Overige instellingen

Bond Heemschut	ing. A. Reitsma.
Bureau Landschap/stedeb.	mw. ir A.E. Kolff.
Bundesanstalt für Wasserbau	dr. H. Engel.
Brabantse Milieufederatie	drs. M. van de Sande.
Commissie voor de MER	drs. R. Bonte, Mr. J. Scholten.
Gelders Landschap	ing. G.W.P. Frenken.
Gelderse Milieufederatie	R. van Loenen Martinet.
Gemeente Arnhem	Ir. M.J. Waalboer.
Gemeente Deventer	G.A.G. Nelissen.
Gemeentebestuur Neerijnen	drs. A.W.H.M. Jansen.
Grondmechanica Delft	drs. G.A.M. Kruse.
Grontmij	ir. J.J. Kuipers.
Heidemij	ir. G.J. Florian, ir. W.A. de Haan, ing. E.T.M. Overkamp.
IKC-NBLF	drs. P. Aukes, dr. L.M. Fliervoet
KNMI	dr. G.P. Können, prof. dr. C. Schuurmans.
LU Wageningen	H. Heemsbergen, drs. R. Jongman.
Ministerie LNV	drs. J. van Baalen, ir. J.A. Stoop.
Ministerie VROM	drs. G.J. Boschloo, dr P.H. Bottelberghs, ir. E.J. Brans.
NBLF Gelderland	ing. R. Gielis, R.M.W.J. Nas.
NBLF Noord-Brabant	T. de Gelder.
NBLF Overijssel	ir. K. van der Wiel.
NBLF Utrecht	ing. J.J.H.G.D. Karelse.
Red ons Rivierlandschap/ Attila	ir. J.C.A.M. Bervaes, W.A. de Bruyn. dr. A. Bijlsma, R. Siebers e.v.a.
RPD	drs. A. Littel, drs. P. Smeets.
RU Nijmegen	dr. G.P. van der Ven.
RU Utrecht	dr. J. Kwadijk, drs. J. Middelkoop.
Rijksd. voor Monumentenzorg	ir. P. van Dun.
Staatsbosbeheer	ing. G. Kuipers.
Stichting Natuur en Milieu	ir. W.J. van Grondelle.

Stichtse Milieufederatie	drs. T. Janse.
TAUW-Infraconsult	ir. C. van der Giessen
TAW	ir. H. de Groot, ir P. Struik.
TU Delft	prof. ir. H.M. Oudshoorn, prof.dr.ir. A. Verruijt.
Unie van Waterschappen	ir. C. van Bladeren, drs. H.G.C.M. Casteijns, ir. J.M.J. Leenen.
Utrechts Landschap	drs. G. Litjens.
Wereld Natuur Fonds	L. de Jong, W. Overmars (Bureau Strooming).
Zuid-Hollandse Milieufederatie	drs. P. Schaap.

Appendix C

Adviseurs, medewerkers

Appendix C Adviseurs, medewerkers

ADVISEURS

prof. dr. P. Groeneboom:	statistiek extreme afvoeren
prof.mr.dr. E.F. Ten Heuvelhof:	bestuurlijke aspecten
drs. F. Klijn:	functies en waarden
ir.P. W. Roest:	rivierkundige aspecten
prof.mr. J. Verburg:	bestuurlijke en juridische aspecten
prof.dr.ir. M. de Vries:	rivierkundige aspecten

MEDEWERKERS

Waterloopkundig Laboratorium:

ir. H.N.C. Breusers, ir. A. IJ. Hoekstra, dr.ir. M. Kok, drs. J.J.P. Lambeek, drs. M. Marchand, dr.ir. E. Mosselman, ir. R.L.J. Nieuwkamer, prof.ir. H.J.M. Ogink, ir. H.J. Overbeek, drs. R. Passchier, ir. E.B. Peerbolte, dr. B.M. Pedroli, ir. A.A.M. de Savornin Lohman, ir. H.J. Verhey, dr. M. Vis, ir. J.A.H. Wijbenga, ing. D. Wilkens, ir. J.J. van der Zwaard.

European-American Centre for Policy Analysis/RAND:

dr. A.F. Abrahamse, dr. J.G. Bolten, M. den Braber, dr. S. Garber, dr. J.P. Kahan, O. van de Riet, dr. W. Walker.

Bureau SME, Nijmegen:

drs. ing. J.J.S. Bakker, ing. F.R. van Heest, drs. L.A.R.J. van Kaam, dr. H.P. Potman.

Cold Regions Research and Engineering laboratory:

dr. G. Frankenstein, dr. J.L. Wuebben.

Grondmechanica Delft:

ing. J.E.J. Blinde, ir. E.O.F. Calle, ing. J. Dekker, ir. E. Janse, ing. J. Smit, ir. C.J. Swart, ir. A.A.M. Venmans, ir. J.M. de Wit.

Bureau Hamhuis + van Nieuwenhuijze + Sijmons:

ir. N. van Dooren, ir. Y.C. Feddes (Ingenieursbureau Amsterdam), ir. L. van Nieuwenhuijze, ir. L.G. Paans, ir. D.F. Sijmons.

Instituut voor Milieuvraagstukken:

drs. H.M. Jansen, drs. R.S.J. Tol, prof.dr.ir. P. Vellinga.

Appendix D

Lijst van begrippen en afkortingen

Appendix D**Lijst van begrippen en afkortingen**

AWB	Algemene wet bestuursrecht.
Beleidsanalyse	Methodiek waarin op een systematische manier alternatieve oplossingen voor een probleem worden gegenereerd en geëvalueerd.
CCD	(Provinciale) Coördinatie Commissie Dijkversterking.
Criteria	Factoren waarmee een maatregel of strategie wordt beoordeeld, bijvoorbeeld het effect van een strategie op verandering van de landschappelijke waarden en de kosten van een strategie.
EAC	European-American Center for Policy Analysis.
'Homogene groepen'	Groepen met overeenkomende belangen, zoals milieu-organisaties en waterschappen.
GD	Grondmechanica Delft.
GS	Gedeputeerde Staten.
H+N+S	Adviesbureau Hamhuis + van Nieuwenhuijze + Sijmons.
LCCD	Landelijke Coördinatiecommissie Dijkversterkingen.
LNC-waarden	Landschaps, natuur- en cultuur(historische) waarden.
Leidraad 1, 2	Leidraad voor het ontwerpen van rivierdijken. Deel 1 - Bovenriviereengebied (1985), deel 2 - Benedenriviereengebied (1989). Leidraden voor het ontwerp van waterkeringen worden opgesteld door TAW.
LNO	Directie Landbouw, Natuur en Openluchtrecreatie van het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij.
m.e.r.	Het instrument milieu-effectrapportage en de procedure die daarbij moet worden gevolgd.
MER	Milieu-effectrapport.
Maatgevende afvoer	De afvoer van water door de rivier met een overschrijdingskans gelijk aan die van de gekozen veiligheidsnorm.
Mfl	Miljoen gulden.
MHW	Maatgevende hoogwaterstand. MHW wordt berekend bij de maatgevende afvoer.
Minister	Minister van Verkeer en Waterstaat.
NCW	Netto contante waarde.
Probabilistisch ontwerpen	Ontwerpmethode waarbij voor alle ontwerpparameters een waarschijnlijkheidsverdeling wordt aangenomen
PS	Provinciale Staten.
Ruimtelijke kwaliteit	Beoordelingscriterium voor de plantoetsing, gedefiniëerd als de samenhang tussen aspecten die het gebruik, de schoonheid en de duurzaamheid van het landschap betreffen.
RWS	Rijkswaterstaat.
Scorekaart	Presentatie van de resultaten van de evaluatie van strategieën op basis van een aantal criteria.
Strategie	Combinaties van geselecteerde maatregelen.
TAW	Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen.

Theoretisch dijkprofiel	Denkbeeldig minimumprofiel dat zelfstandig voldoende stabiliteit bezit om de waterkerende functie te vervullen.
Uiterwaard	Gedeelte van de rivierbedding tussen zomerkaden en bandijken.
'Uitgekiende' ontwerpen	Door de Commissie Becht gedefinieerd als 'meer doordachte methoden van ontwerpen die de schade door dijkverbetering zouden kunnen verminderen'.
Veiligheidsnorm v&w	Maximaal toelaatbare kans op een ernstige schade. Verkeer en Waterstaat.
'Vreemde' elementen	Elementen in de dijk die niet uit grond bestaan zoals bebouwing, leidingen, bomen en struiken.
Waakhoogte	Verschil tussen de kruinhoogte van een dijk en de MHW. De functies van de waakhoogte zijn onder andere het voorkomen van ernstige golfoverslag, het compenseren van onzekerheden in de berekening van MHW en het begaanbaar houden van de dijk. Voor de waakhoogte wordt een minimale waarde van 0,5 m aangehouden.
Winterbed	Het deel van het dwarsprofiel van de rivier tussen bandijken en zomerkaden.
WL	Waterloopkundig Laboratorium
WOB	Wet openbaarheid van bestuur.
WRO	Wet op de ruimtelijke ordening.
IJsdam	Plaatselijke dam van ijsschotsen, waardoor de doorstroming wordt gehinderd en opstuwning kan plaatsvinden.
IJsdek	Doorgaande laag ijs op het wateroppervlak.
Zomerbed	Het deel van het dwarsprofiel van de rivier tussen de kribkoppen.
Zomerkade	Doorgaande lage dijk langs het zomerbed.

Colofon

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Hoofdkantoor:
Rotterdamseweg 185, Delft
postbus 177
2600 MH Delft
telefoon: (015) 56 93 53
telefax: (015) 61 96 74

Locatie 'De Voorst'
Voorsterweg 28, Marknesse
postbus 152
8300 AD Emmeloord
telefoon: (05274) 29 22
telefax: (05274) 35 73

EAC/RAND

European-American Center for Policy Analysis
p/a TU Delft
Stevinweg 1
2628 CN Delft
telefoon: (015) 785411
telefax: (015) 781788

GRONDMECHANICA DELFT

Stieltjesweg 2
postbus 69
2600 AB Delft
telefoon: (015) 693 500
telefax: (015) 610 821

b.v. bureau sme

Canisiussingel 26
postbus 256
6500 AG Nijmegen
telefoon: (080) 22 39 38
telefax: (080) 24 19 71

Hamhuis + van Nieuwenhuijze + Sijmons

Laan van Chartroise 168
postbus 10156
3505 AC Utrecht
telefoon: (030) 445757
telefax: (030) 446677

Informatie over het onderzoek is te verkrijgen bij:

Voorlichting Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Plesmanweg 1-6
2597 JG Den Haag
telefoon: (070) 3517120 / 3517710
telefax: (070) 3516868