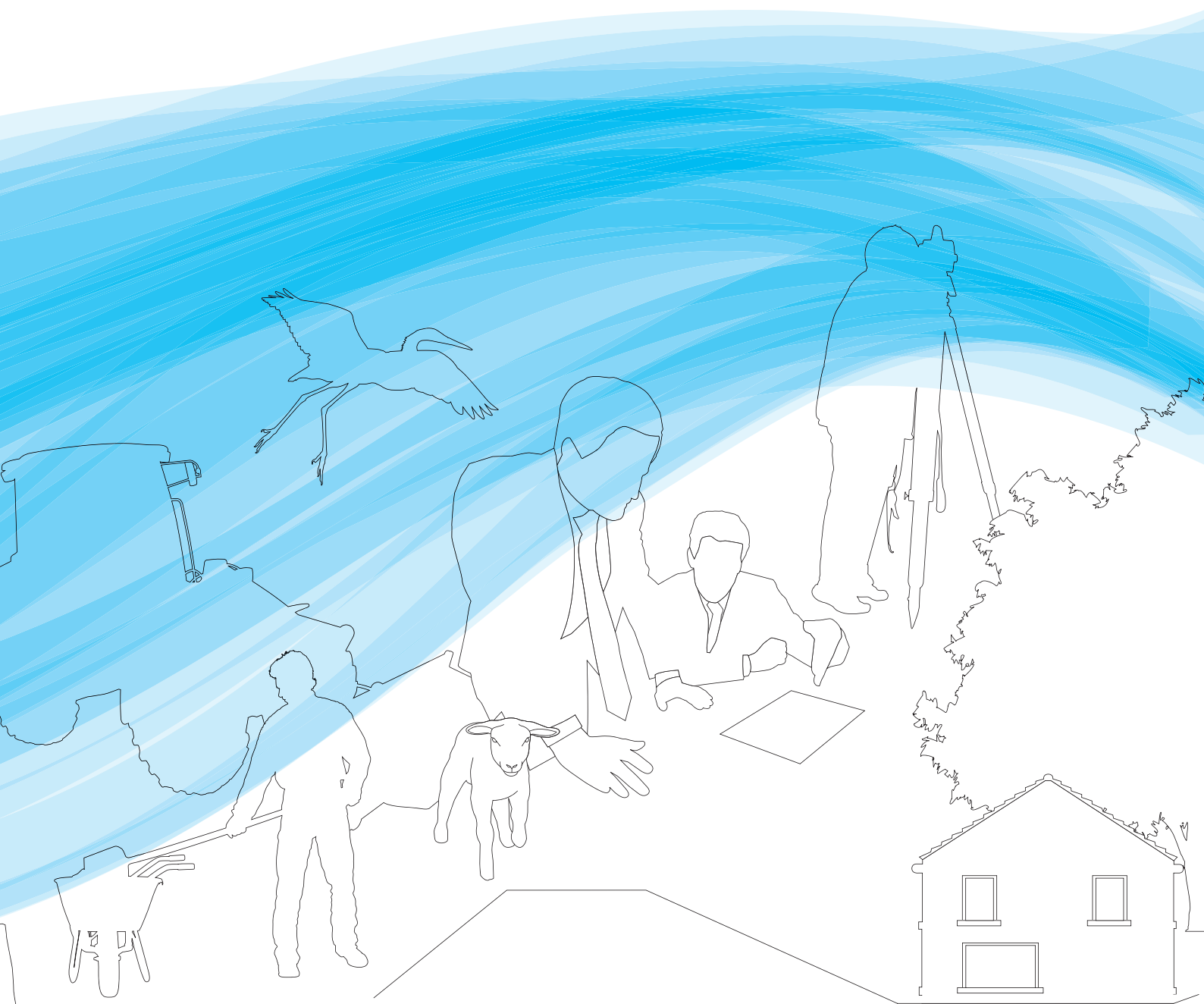


LEIDRAAD RIVIEREN



Ministerie van Verkeer en Waterstaat



LEIDRAAD RIVIEREN



Ministerie van Verkeer en Waterstaat



INHOUDSOPGAVE

Aanbiedingsbrief van de staatssecretaris	4
Over deze leidraad	9
Deel 1 Algemeen	17
1 Inleiding	21
2 Beschrijving van het rivierengebied	25
3 Veiligheid	45
4 Ruimtelijke kwaliteit	55
5 Robuust ontwerpen	61
6 Het proces van idee tot uitvoering en beheer	70
Deel 2 Verkenning en ontwerpproces	83
1 Inleiding	87
2 Probleem verkenning	91
3 Visievorming	99
4 Ontwerpproces	105
5 Beoordelingskader	119
Deel 3 Rivierdijken van vormgeving naar beheer	129
1 Inleiding	133
2 Ontwerp van de waterkering	137
3 Realisatie	157
4 Beheer en onderhoud	165
Deel 4 Rivierverruiming van vormgeving naar beheer	173
1 Inleiding	177
2 Ontwerp- en beoordelingsaspecten per thema	183
3 Ontwerpaspecten per maatregel	209
4 Realisatie	243
5 Beheer en onderhoud	251
Literatuur	258
Lijst met begrippen	268

Bijlagen	283	
Bijlage 1	Relevante wetten en vergunningen	286
Bijlage 2	Processchema	290
Bijlage 3	Milieueffectrapportage	292
Bijlage 4	Plan en toelichting volgens de Wet op de waterkering	296
Bijlage 5	Beplanting op of langs rivierdijken	298
Bijlage 6	Nieuwe ontwikkelingen bij dijkontwerp	302
Bijlage 7	Dijkbekleding	306
Bijlage 8	Uiterwaardverlaging en ecotoopontwikkeling	310
Bijlage 9	Hydraulische en morfologische effecten uiterwaardmaatregelen	316
Bijlage 10	Modellen voor effectbepaling rivierverruiming	322
Bijlage 11	Ontwerpprincipes nevengeulen	326
Bijlage 12	Totstandkoming Leidraad Rivieren	328
Colofon	332	



Ministerie van Verkeer en Waterstaat

Water

Aan de gebruikers van de Leidraad Rivieren

Contactpersoon	Doorkiesnummer
-	-
Datum	Bijlage(n)
	-
Ons kenmerk	Uw kenmerk
DGW/GF 2007/836	-
Onderwerp	
Leidraad Rivieren	

L.S.,

Bijgaand treft u de Leidraad Rivieren aan. Tevens treft u voor de technische onderbouwing van de *Leidraad Rivieren* twee nieuwe technische rapporten aan: het *Technisch Rapport Ontwerpbelastingen voor het Rivierengebied* en het *Technisch Rapport Ruimtelijke Kwaliteit*. Tevens is het *Addendum op het Technisch Rapport Waterkerende Grondconstructies* toegevoegd. Deze drie rapporten zijn onlosmakelijk verbonden aan de Leidraad Rivieren.

In de *Wet op de waterkering* staat dat de Minister van Verkeer en Waterstaat zorg draagt voor de totstandkoming en het aanbieden van technische leidraden voor het ontwerp, het beheer en het onderhoud van primaire waterkeringen. Deze technische leidraden strekken tot aanbeveling ten behoeve van degenen die met het beheer en het toezicht zijn belast. De *Leidraad Rivieren* is een dergelijke technische leidraad voor het ontwerp van de primaire waterkering. De wet stelt het gebruik van de leidraad niet verplicht omdat al te stringent vasthouden aan de leidraad ertoe kan leiden dat mogelijkheden voor optimaal maatwerk onbenut blijven. Toch is het aan te bevelen de leidraad zo veel mogelijk te volgen bij het ontwerpen, uitvoeren en beheren van maatregelen. Dit vergroot de kans dat waterkeringen een goede beoordeling krijgen bij de wettelijk verplichte vijfjaarlijkse toetsing.

De Leidraad Rivieren en de daarbij behorende Technische Rapporten en het Addendum zijn opgesteld door het Expertise Netwerk Waterkeren (ENW). De Leidraad is opgesteld voor een termijn van minimaal vijf jaar. De uiteindelijke herzieningstermijn is afhankelijk van de ontwikkelingen op het gebied van beleid, techniek en wetenschap.

Directoraat-Generaal Water
Postadres Postbus 20904, 2500 EX Den Haag
Bezoekadres Plesmanweg 1-6, Den Haag

Telefoon 070 3516171
Fax 070 351 90 78
Internet www.dgw.minvenw.nl

Bereikbaar met tramlijn 9 van station Den Haag Centraal en station Den Haag HS



DGW/GF 2007/836

Ook de technische rapporten kunnen veranderen als de ontwikkelingen daartoe aanleiding geven. Het is de verantwoordelijkheid van de gebruiker na te gaan of de aanbevelingen nog actueel zijn. De actuele stand van zaken is op te vragen bij de Helpdesk Water van Rijkswaterstaat (www.helpdeskwater.nl/waterkeren).

Aanleiding voor het uitbrengen van deze nieuwe Leidraad Rivieren

De rivierdijken moeten voldoen aan wettelijke normen voor de bescherming tegen overstromingen. Om uniformiteit te brengen in het ontwerpen en versterken van dijken heeft de voormalige Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen (TAW)¹ leidraden voor het ontwerpen van rivierdijken uitgebracht. In 1985 is de leidraad voor het bovenrivierengebied (TAW, 1985) gereedgekomen en vier jaar later de leidraad voor het benedenrivierengebied (TAW, 1989). Deze twee leidraden zijn in de afgelopen twintig jaar de basis geweest voor versterking van bijna alle rivierdijken in Nederland.

Sinds het uitbrengen van de twee leidraden is nieuwe kennis beschikbaar gekomen over dijkversterkingen. Ook zijn de maatschappelijke wensen en het beleid voor de bescherming tegen overstromingen veranderd: een veiligheidsprobleem leidt niet meer automatisch tot dijkversterking maar bij voorkeur tot rivierverruiming. Bij het oplossen van veiligheidsproblemen is het verbeteren van de ruimtelijke kwaliteit tegenwoordig vaak een tweede doelstelling. Door deze veranderingen waren de twee leidraden toe aan vervanging. De belangrijkste veranderingen in de nieuwe leidraad zijn:

- *Dijkversterking én ruimte voor de rivier*
Verruiming van het rivierbed is een volwaardig alternatief voor dijkversterking geworden. De nieuwe leidraad behandelt beide typen maatregelen.
- *Veiligheid én ruimtelijke kwaliteit*
Veiligheidsmaatregelen moeten tegenwoordig ook vaak verbetering van de ruimtelijke kwaliteit opleveren (integrale gebiedsontwikkeling). De nieuwe leidraad geeft daar handvatten voor.
- *Actuele informatie*
De nieuwe leidraad bevat actuele informatie over beleid, wetgeving en ontwerptechnieken.
- *Van verkenning tot en met beheer*
De opzet van de nieuwe leidraad is systeemgericht en biedt richtlijnen voor het gehele traject van verkenning tot en met beheer en onderhoud. Details staan in de technische rapporten.

¹ Het Expertise Netwerk Waterkeren (ENW) heeft een aantal taken van de opgeheven Technische Adviescommissie Water overgenomen en kan beschouwd worden als de opvolger.



DGW/GF 2007/836

Opzet van de Leidraad Rivieren

Deze leidraad bestaat uit vier delen: Deel 1 bevat algemene informatie die van belang is bij het ontwerpen van maatregelen in het rivierengebied. De informatie omvat een beschrijving van het rivierengebied en de rivierkundige processen die daar spelen, de wetgeving, en het beleid over veiligheid en de invulling van het begrip ruimtelijke kwaliteit, ideeën over robuust ontwerpen en het proces van probleemverkenning tot uitvoering. Deel 2 gaat nader in op de activiteiten en processen die plaatsvinden in de fasen van probleemverkenning, visievorming en ontwerpen, zowel voor rivierkundige aspecten als voor ruimtelijke kwaliteit. Ook bevat dit deel informatie over het opstellen van het beoordelingskader. De delen 3 en 4 behandelen het feitelijke ontwerp van een rivierdijk (Deel 3) of van een rivierverruimingsproject (Deel 4). Ook bevatten deze delen aandachtspunten voor de fasen van realisatie en beheer en onderhoud. Ruimtelijke kwaliteit wordt in deze processen integraal meegenomen.

Gebruik van de leidraad

Er zijn drie mogelijke situaties, die aanleiding kunnen geven voor rivierverruiming of dijkversterking waarbij de Leidraad Rivieren dienst kan doen:

1. Uit de vijfjaarlijkse toetsing blijkt dat de dijk niet meer aan de wettelijke norm voldoet (door toename van de belastingen of afname van de sterkte).
2. Beleidskeuzen maken ingrepen noodzakelijk. Voorbeelden daarvan zijn de projecten Ruimte voor de Rivier en Maaswerken.
3. Ingrepen rond de rivier (tunnels, bruggen) maken maatregelen noodzakelijk.

Deze leidraad geeft voor zowel rivierverruiming als dijkversterking aanbevelingen om te komen tot een goede invulling van ontwerp, aanleg en beheer en onderhoud. Ook geeft de leidraad handreikingen om alternatieven op te stellen en de voor- en nadelen goed voor het voetlicht te brengen. Uit de leidraad volgt echter niet de keuze voor één van de oplossingsrichtingen. Deze keuze vindt plaats in politieke en maatschappelijke besluitvormingsprocessen.

Ontwerpen of toetsen

De *Wet op de waterkering* schrijft voor dat de beheerders van waterkeringen iedere vijf jaar toetsen of de waterkeringen voldoen. De uitgangspunten voor toetsen zijn beschreven in het *Voorschrift Toetsen op Veiligheid* (wordt door de Staatssecretaris van Verkeer en Waterstaat in 2007 bij ministeriele regeling vastgesteld) en de *Hydraulische Randvoorwaarden 2006* (wordt door de Staatssecretaris van Verkeer en Waterstaat in 2007 bij ministeriele regeling vastgesteld). De ontwerpmethoden in deze leidraad sluiten daarbij aan, maar zijn niet exact hetzelfde. Er is een verschil tussen het toetsen of een waterkering op dit moment voldoet aan wettelijke normen en het (technisch) ontwerpen van een maatregel die gedurende langere tijd moet blijven voldoen aan die voorschriften. Bij een robuust ontwerp moet, naast de toetsvoorwaarden, rekening gehouden worden met ruimtelijke kwaliteit, verwachte veranderingen in de planperiode, zoals bijvoorbeeld het klimaat, onzekerheden en mogelijkheden voor uitbreidbaarheid. De instrumenten die ontwikkeld zijn voor het toetsen zijn overigens grotendeels wel bruikbaar bij het ontwerpen.



DGW/GF 2007/836

Tenslotte

Ik wens u veel succes toe bij uw werk en hoop dat de Leidraad Rivieren tezamen met zijn technische rapporten en het addendum hiertoe een waardevolle bijdrage zullen leveren. Mocht u nog verdere vragen hebben met betrekking tot het gebruik van de Leidraad Rivieren, dan verwijs ik u naar de Helpdesk Water, adres: postbus 17, 8200 AA Lelystad, telefoon 0800-NLWATER (0800-6592837), e-mail contact@helpdeskwater.nl, internet www.helpdeskwater.nl. Wijzigingen en aanvullingen worden bekend gemaakt in de Nieuwsbrief Waterkeren en op de internetpagina van de Helpdesk Water.

Hoogachtend,

DE STAATSSECRETARIS VAN VERKEER EN WATERSTAAT,

Mw J.C. Huizinga-Heringa



OVER DEZE LEIDRAAD



OVER DEZE LEIDRAAD

Aanleiding

De rivierdijken moeten voldoen aan normen voor de bescherming tegen overstromingen. Om uniformiteit te brengen in het ontwerpen en versterken van dijken heeft de voormalige Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen¹ leidraden voor het ontwerpen van rivierdijken uitgebracht. In 1985 is de leidraad voor het bovenrivierengebied (TAW, 1985) gereedgekomen en vier jaar later de leidraad voor het benedenrivierengebied (TAW, 1989). De twee leidraden zijn in de afgelopen twintig jaar de basis geweest voor versterking van bijna alle rivierdijken in Nederland.

Sinds het uitbrengen van de twee leidraden is nieuwe kennis beschikbaar gekomen over dijkversterkingen. Ook zijn de maatschappelijke wensen en het beleid voor de bescherming tegen overstromingen veranderd: een veiligheidsprobleem leidt niet meer automatisch tot dijkversterking maar bij voorkeur tot rivierverruiming. Bij het oplossen van veiligheidsproblemen is het verbeteren van de ruimtelijke kwaliteit tegenwoordig vaak een tweede doelstelling. Inmiddels zijn de normen voor de bescherming tegen overstromingen in de *Wet op de waterkering* (Staatsblad, 1996 en aanpassing in 2005) vastgelegd. Door deze veranderingen zijn de twee leidraden toe aan vervanging.

De belangrijkste veranderingen in de nieuwe leidraad zijn:

- *dijkversterking én ruimte voor de rivier*
Verruiming van het rivierbed is een volwaardig alternatief voor dijkversterking geworden. De nieuwe leidraad behandelt beide typen maatregelen.
- *veiligheid én ruimtelijke kwaliteit*
Veiligheidsmaatregelen moeten tegenwoordig ook vaak verbetering van de ruimtelijke kwaliteit opleveren (integrale gebiedsontwikkeling). De nieuwe leidraad geeft daar handvatten voor.
- *actuele informatie*
De nieuwe leidraad bevat actuele informatie over beleid, wetgeving en ontwerptechnieken.
- *van verkenning tot en met beheer*
De opzet van de nieuwe leidraad is systeemgericht en biedt richtlijnen voor het gehele traject van verkenning tot en met beheer en onderhoud. Details staan in technische rapporten.

¹ Het Expertise Netwerk Waterkeren (ENW) heeft een aantal taken van de opgeheven Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen (TAW) overgenomen en kan beschouwd worden als de opvolger van de TAW.

Doel en doelgroepen

Doel

Deze nieuwe leidraad geeft aanbevelingen voor het ontwerpen, aanleggen en beheren van rivierdijken en rivierverruimende maatregelen. De leidraad is van toepassing op de Nederlandse rivieren die in de *Wet op de waterkering* tot het buitenwater worden gerekend (boven- en het benedenrivierengebied).

Doelgroepen

Deze leidraad is in de eerste plaats bedoeld voor beheerders van de grote rivieren, beheerders van de primaire waterkeringen langs de rivieren en partijen die initiatieven willen ontplooiën voor herinrichting van het rivierengebied. De rivierbeheerder is Rijkswaterstaat. De waterkeringbeheerders zijn meestal de waterschappen en in enkele gevallen Rijkswaterstaat. Partijen die initiatieven willen ontplooiën voor herinrichting kunnen bijvoorbeeld de Dienst Landelijk Gebied, provincies of terreinbeheerders zijn.

De leidraad kan ook van belang zijn voor toezichthouders, onderzoekers en belangengroeperingen in het rivierengebied. Beheerders van regionale wateren en regionale waterkeringen kunnen deze leidraad gebruiken om ideeën op te doen over het ontwerp, de uitvoering en het beheer en onderhoud van maatregelen in kleine rivieren en beken.

Opzet

Deze leidraad bestaat uit vier delen (Kader 1). Deel 1 bevat algemene informatie die van belang is bij het ontwerpen van maatregelen in het rivierengebied. De informatie omvat een beschrijving van het rivierengebied en de rivierkundige processen die daar spelen, de wetgeving, het beleid over veiligheid en de invulling van het begrip ruimtelijke kwaliteit, ideeën over robuust ontwerpen en het proces van probleemverkenning tot uitvoering. Deel 2 'Verkenning en Ontwerpproces' gaat nader in op de activiteiten en processen die plaatsvinden in de fasen van probleemverkenning, visievorming en ontwerpen, zowel voor rivierkundige aspecten als voor ruimtelijke kwaliteit. Ook bevat dit deel informatie over het opstellen van het beoordelingskader. De delen 3 en 4 behandelen het feitelijke ontwerp van een rivierdijk (Deel 3) of van een rivierverruimingsproject (Deel 4). Ook bevatten deze delen aandachtspunten voor de fasen van realisatie en beheer en onderhoud. Ruimtelijke kwaliteit wordt in deze processen integraal meegenomen.

De technische onderbouwing van de leidraden is beschreven in zogenaamde technische rapporten (TR). Tegelijk met de Leidraad Rivieren zijn twee nieuwe technische rapporten geschreven: het TR Ontwerpbelastingen voor het rivierengebied (TROB; ENW, 2007-a) en het TR Ruimtelijke Kwaliteit (TRRK; ENW, 2007-c). Deze twee technische rapporten zijn onlosmakelijk verbonden aan de Leidraad Rivieren. Bovendien is tegelijkertijd met de Leidraad Rivieren een addendum (ENW, 2007-b) op het Technisch Rapport Waterkerende Grondconstructies (TRWG; RAW, 2001) uitgebracht. Het deel Rivierdijken van deze leidraad (Deel 3) verwijst regelmatig naar de technische rapporten. Met rivierverruiming bestaat momenteel minder ervaring dan met dijkversterking. De kennis over rivierverruiming is slechts ten dele in technische rapporten uitgewerkt. Daarom is het deel Rivierverruiming (Deel 4) voornamelijk gebaseerd op beleid en verkennende studies.

Deel 1 Algemeen

- basiskennis over het rivierengebied
- wetgeving en beleid over veiligheid en ruimtelijke kwaliteit
- projectorganisatie

Deel 2 Verkenning en Ontwerpproces

- probleemverkenning
- visievorming
- ontwerpproces
- beoordelingskader

Deel 3 Rivierdijken – van vormgeving naar beheer

- vormgeving waterkeringen
- realisatie
- beheer en onderhoud

Deel 4 Rivierverruiming – van vormgeving naar beheer

- ontwerp- en beoordelingscriteria per thema
- ontwerpcriteria per maatregel
- realisatie
- beheer en onderhoud

Status

In de *Wet op de waterkering* staat onder meer: 'de Minister draagt zorg voor de totstandkoming en verkrijgbaarstelling van technische leidraden voor het ontwerp, het beheer en het onderhoud van primaire waterkeringen. Zij strekken tot aanbeveling ten behoeve van degenen die met het beheer onderscheidenlijk het toezicht zijn belast.' De Leidraad Rivieren is zo'n technische leidraad. De wet stelt het gebruik van de leidraad niet verplicht omdat al te stringent vasthouden aan de leidraad ertoe kan leiden dat mogelijkheden voor optimaal maatwerk onbenut blijven. Toch is het aan te bevelen de leidraad zo veel mogelijk te volgen bij het ontwerpen, uitvoeren en beheren van maatregelen. Dit vergroot de kans dat waterkeringen een goede beoordeling krijgen bij de wettelijk verplichte vijfjaarlijkse toetsing. Deze toetsing vindt plaats volgens het Voorschrift Toetsen op Veiligheid (Ministerie van V&W, 2007-b). Dit voorschrift heeft een wettelijke status. De richtlijnen in de Leidraad Rivieren sluiten aan bij dit voorschrift.

De Minister van Verkeer en Waterstaat zorgt er verder voor dat naast de Leidraad Rivieren ook andere leidraden en ondersteunende technische rapporten worden uitgegeven (Tabel 1). Het Expertise Netwerk Waterkeren (ENW) stelt deze leidraden en rapporten op. De leidraden worden opgesteld voor een termijn van minimaal vijf jaar. De precieze termijn is afhankelijk van de ontwikkelingen op het gebied van beleid, techniek en wetenschap. Naar verwachting zal de Leidraad Rivieren over enkele jaren vernieuwd worden als gekozen wordt voor een nieuwe veiligheidsbenadering. Verkenning van die veiligheidsbenadering vindt plaats in de projecten Veiligheid van Nederland in Kaart II en Waterveiligheid in de 21e Eeuw (Deel 1, paragraaf 3.1 en hoofdstuk 5). Ook de technische rapporten kunnen veranderen. Het is de verantwoordelijkheid van de gebruiker na te gaan of de aanbevelingen nog actueel zijn. De actuele stand van zaken is op te vragen bij de Helpdesk Waterkeren van Rijkswaterstaat (www.helpdeskwater.nl).

Tabel 1 Overzicht voorschriften, leidraden en andere belangrijke publicaties

Algemene leidraden en voorschriften	Jaar
Grondslagen voor waterkeren	1998
Voorschrift Toetsen op Veiligheid	2007
Hydraulische Randvoorwaarden 2006 voor het toetsen van primaire waterkeringen	2007
Handreikingen TAW naar aanleiding van Commissie Boertien (TAW, 1994-a tot en met -e)	1994
- Visieontwikkeling	
- Inventarisatie en waardering LNC-aspecten	
- Beleidsanalyse	
- Constructief ontwerpen+bijlagen	
- Ruimtelijk ontwerpen	
Leidraden (LD)	
LD Zandige Kust	2002
LD Zee- en meerdijken	1999
LD Kunstwerken	2003
LD Rivieren	2007
Technische Rapporten (TR), basisrapporten (BR) en overige	
Algemeen	
- TR Waterkerende grondconstructies	2001
- BR Zee- en meerdijken	1999
- BR Zandige kust	1995
- TR Ruimtelijke kwaliteit	2007
Bekleding	
- TR Klei voor dijken	1996
- TR Erosiebestendigheid van grasland als dijkbekleding	1998
- Grasmat als dijkbekleding	1999
- TR Asfalt voor waterkeren	2002
- TR Steenzettingen	2003
- Veiligheidsbeoordeling van asfaltbekledingen (V&W)	2005
Belastingen	
- TR Golfoploop en golfoverslag bij dijken	2002
- TR Ontwerpbelastingen voor het rivierengebied	2007
Grondmechanische aspecten	
- TR Zandmeevoerende wellen	1999
- TR Geotechnische classificatie van veen	1994
- TR Waterspanningen bij dijken	2004
- Onderzoeksrapport voor de bepaling van de actuele sterkte van dijken	1996
Kunstwerken	
- TR Kistdammen en diepwanden in waterkeringen	2004
- Buisleidingsystemen (NEN 3650):	2003
- Deel 1: Algemeen (NEN 3650-1)	
- Deel 2: Staal (NEN 3650-2)	
- Deel 3: Kunststof (NEN 3650-3, ontwerpnorm)	
- Deel 4: Beton (NEN 3650-4, ontwerpnorm)	
- Deel 5: Gietijzer (NEN 3650, ontwerpnorm)	
- Aanvullende eisen voor leidingen in kruisingen met belangrijke waterstaatswerken (NEN 3651)	2003
- Ondergrondse pijpleidingen. Grondslagen voor de sterkteberekening (NPR 3659)	

De leidraad Grondslagen voor waterkeren (TAW, 1998-a) vormt de schakel tussen de Wet op de waterkering en de overige leidraden. Grondslagen voor waterkeren geeft informatie over de achtergronden van het waterkeren en het algemene kader voor de besluitvorming, het dimensioneren, het verloop van het ontwerpproces en het dagelijks beheer en onderhoud. Deze algemene leidraad is nader uitgewerkt in leidraden voor vier verschillende typen waterkeringen: de zandige kust, zee- en meerdijken, kunstwerken en rivieren.

Afbakening

Aanleiding voor maatregelen

Er zijn drie mogelijke situaties, die aanleiding kunnen geven voor rivierverruiming of dijkversterking:

- 1 Uit de vijfjaarlijkse toetsing blijkt dat de dijk niet meer aan de wettelijke norm voldoet (door toename van de belastingen of afname van de sterkte).
- 2 Beleidskeuzen maken ingrepen noodzakelijk. Voorbeelden daarvan zijn de projecten Ruimte voor de Rivier en Maaswerken.
- 3 Ingrepen rond de rivier (tunnels, bruggen) maken maatregelen noodzakelijk.

Rivierverruiming of dijkversterking

Rivierverruiming en dijkversterking zijn twee typen maatregelen die ingezet kunnen worden om aan de wettelijke norm voor hoogwaterbescherming te voldoen. Beide oplossingen hebben voordelen en nadelen. Voordelen van rivierverruiming zijn dat de waterstanden verlagen, de gevolgen van een eventuele overstroming afnemen en oplossingen vaak goed te combineren zijn met de ontwikkeling van andere functies. Een mogelijk nadeel is dat conflicten met bestaande functies kunnen ontstaan. Voordelen van dijkversterking zijn dat deze oplossing weinig extra ruimte vergt en vaak goedkoper is dan rivierverruiming. Nadeel is dat door dijkverhogingen op termijn de gevolgen van een dijkdoorbraak kunnen toenemen. Dijkversterking is toepasbaar in het bovenrivierengebied en het benedenrivierengebied; rivierverruiming is met name toepasbaar in het bovenrivierengebied, omdat rivierverruiming niet of nauwelijks invloed heeft bij stijgende zeewaterstand.

Deze leidraad geeft voor beide oplossingsrichtingen aanbevelingen om te komen tot een goede invulling van ontwerp, aanleg en beheer en onderhoud. Ook geeft de leidraad handreikingen om alternatieven op te stellen en de voor- en nadelen goed voor het voetlicht te brengen. Uit de leidraad volgt echter niet de keuze voor één van de oplossingsrichtingen. Die keuze vindt plaats in politieke en maatschappelijke besluitvormingsprocessen.

Ontwerpen of toetsen

De *Wet op de waterkering* schrijft voor dat de beheerders van waterkeringen iedere vijf jaar toetsen of de waterkeringen voldoen. De uitgangspunten voor toetsen zijn beschreven in het Voorschrift Toetsen op Veiligheid (Ministerie van V&W, 2007-b) en de Hydraulische Randvoorwaarden (Ministerie van V&W, 2007-a). De ontwerpmethoden in deze leidraad sluiten daarbij aan, maar zijn niet exact hetzelfde. Er is een verschil tussen het toetsen of een waterkering op dit moment voldoet aan wettelijke voorschriften en het (technisch) ontwerpen van een maatregel die gedurende langere tijd moet blijven voldoen aan die voorschriften. Bij een robuust ontwerp moet, naast de toetsvoorwaarden, rekening gehouden worden met ruimtelijke kwaliteit, verwachte veranderingen in de planperiode, zoals bijvoorbeeld het klimaat, onzekerheden en mogelijkheden voor uitbreidbaarheid. De instrumenten die ontwikkeld zijn voor het toetsen zijn overigens grotendeels wel bruikbaar bij het ontwerpen. Paragraaf 3.3 en hoofdstuk 5 gaan nader in op het verschil tussen toetsen en (robuust) ontwerpen.

Veiligheid en ruimtelijke kwaliteit

De aanleiding voor de aanpassing van een waterkering of uitvoering van een rivierverruimende maatregel is over het algemeen een veiligheidsprobleem (de veiligheid voldoet niet aan de norm). De wens voor verbetering van de ruimtelijke kwaliteit is bij het oplossen van dit veiligheidsprobleem een nevendoelstelling.

Geografisch gebied

De Leidraad Rivieren is van toepassing op de Nederlandse rivieren die in de *Wet op de waterkering* tot het buitenwater worden gerekend. Het gebied bestaat uit:

- het bovenrivierengebied: de bovenstrooms gelegen riviertakken van de Rijn en de Maas;
- het benedenrivierengebied: de benedenstrooms gelegen riviertakken van de Rijn en de Maas tot de Haringvlietdam, de Volkerakdam, de Maeslantkering en de Hartelkering;
- de IJsseldelta: het benedenstroomse deel van de IJssel tot het Keteldiep;
- de Vechtdelta: het benedenstroomse deel van de Overijsselse Vecht, het Zwarte Water en het Zwarte Meer² (tot aan de Ramspolkering).

Verder stroomafwaarts van deze gebieden is de Leidraad Zee- en Meerdijken (TAW, 1999-b) van toepassing.

Rivierverruimende maatregelen hoeven niet altijd in het bestaande rivierbed te liggen. Deze leidraad behandelt daarom ook maatregelen die buiten het rivierbed liggen, zoals retentiegebieden, dijkverleggingen en hoogwatergeulen.

Wijzigingen en aanvullingen

Errata, wijzigingen en aanvullingen worden bekend gemaakt in de Nieuwsbrief Waterkeren en op de internetpagina van de Helpdesk Water.

De Helpdesk Water is als volgt bereikbaar:

Postadres:	Postbus 17 8200 AA Lelystad
Telefoon:	0800-NLWATER 0800-659 28 37
E-mail:	contact@helpdeskwater.nl
Internet:	www.helpdeskwater.nl

Via de periodiek van de ENW, de ENW Infostroom, en de internetpagina van de ENW (www.enwinfo.nl) worden ontwikkelingen ten aanzien van TAW/ENW-publicaties, zoals leidraden en technische rapporten, bekend gemaakt.

² In de Leidraad Zee- en Meerdijken (TAW, 1999-b) wordt het Zwarte Meer onder het werkingsgebied van die leidraad gerekend. Mede door aanleg van de Ramspolkering ligt het echter voor de hand dat dit gebied onder de Leidraad Rivieren valt.



DEEL 1 / ALGEMEEN



INHOUDSOPGAVE

1	Inleiding	21
1.1	Doel en doelgroepen	22
1.2	Leeswijzer	23
2	Beschrijving van het rivierengebied	25
2.1	Geografische afbakening	26
2.2	Rivierprocessen	28
2.2.1	Ontstaan van hoogwater	28
2.2.2	Veranderingen in de afvoer	30
2.2.3	Relatieve zeespiegelstijging	33
2.2.4	Morfologische veranderingen	34
2.3	Kenmerken van het rivierengebied: hydrologie	36
2.3.1	Bovenrivierengebied	36
2.3.2	Benedenrivierengebied	38
2.3.3	IJssel- en Vechtdelta	40
2.4	Landschappelijke kenmerken van het rivierengebied	41
3	Veiligheid	45
3.1	Wetgeving en beleid	46
3.2	Veiligheidsnormering	50
3.3	Toetsen en ontwerpen	52
4	Ruimtelijke kwaliteit	55
4.1	Wetgeving en beleid	56
4.2	Invulling begrip ruimtelijke kwaliteit	58
4.2.1	Ruimtelijke kwaliteit in het ontwerpproces	58
4.2.2	Aspecten van ruimtelijke kwaliteit	58
5	Robuust ontwerpen	61
5.1	Definitie	62
5.2	Aspecten van robuust ontwerpen	63
5.2.1	Optimale veiligheid per dijkkring (maatschappelijk kader)	63
5.2.2	Planperiode	63
5.2.3	Ontwerpbelastingen	64

5.2.4	Ruimtelijke kwaliteit	64
5.2.5	Verskil tussen waterkeringen en ruimtelijke maatregelen	64
5.3	Beschrijving van onzekerheden	65
5.3.1	Onzekerheden in de hydraulische belastingen	65
5.3.2	Onzekerheden in de sterkte van waterkeringen	65
5.3.3	Nadere detaillering van onzekerheden	65
5.4	Uitbreidbaarheid	66
5.5	Eisen voor robuust ontwerpen	67

6	Het proces van idee tot uitvoering en beheer	69
6.1	Procedures	70
6.1.1	Coördinatie binnen het stroomgebied	70
6.1.2	M.e.r.-procedure	70
6.1.3	Vergunningen	71
6.1.4	SNIP	72
6.1.5	Spelregelkader Hoogwaterbeschermingsprogramma	73
6.2	Projectfasering	74
6.3	Organisatie van het proces	76
6.4	Marktbenadering	79

Figuren

Figuur 2.1	Primaire waterkeringen in het rivierengebied	27
Figuur 2.2	Schematische weergave van het riviersysteem	28
Figuur 2.3	Het stroomgebied van de Rijn en de Maas	29
Figuur 2.4	Kenmerkend dwarsprofiel Nederlandse rivier	30
Figuur 2.5	Verwachte ontwikkeling maatgevende afvoer Lobith als gevolg van klimaatverandering	33
Figuur 2.6	Verwachte ontwikkeling maatgevende afvoer Borgharen als gevolg van klimaatverandering	33
Figuur 2.7	Scenario's voor de relatieve zeespiegelstijging	34
Figuur 2.8	Dagafvoeren van de Boven-Rijn bij Lobith voor periode 1900-2000	37
Figuur 2.9	De afvoerverdeling over de Rijntakken bij maatgevende afvoer	37
Figuur 2.10	Splitsing van de Waal en het Pannerdensch kanaal	38
Figuur 2.11	Benedenrivieren onderverdeeld in zeegebied (Z), overgangsgebied (O) en rivierengebied (R)	39
Figuur 2.12	De IJssel- en Vechtdelta	40
Figuur 3.1	Afname ruimte voor de Rijn en de Maas	48
Figuur 5.1	Robuust ontwerpen	62
Figuur 6.1	SNIP-fasering	73
Figuur 6.2	Projectfasen en beslismomenten MER, SNIP en Spelregelkader Hoogwaterbeschermingsprogramma	76

Tabellen

Tabel 2.1	Effect van afvoerveranderingen op waterstanden	31
Tabel 2.2	Klimaatscenario's KNMI (2001)	31
Tabel 2.3	Maatgevende afvoeren 2100 volgens WB21	31
Tabel 2.4	Ingrepen uit het verleden die de huidige en toekomstige bodemontwikkeling in de Nederlandse rivieren bepalen	35
Tabel 4.1	Aspecten ruimtelijke kwaliteit (voorbeelden)	59
Tabel 5.1	Gebruikelijke planperiodes voor verschillende maatregelen	63
Tabel 6.1	Overzicht contractvormen door de CROW	79

Kaders

Kader 1.1	Opzet van de Leidraad Rivieren	22
Kader 3.1	Beschermingsniveaus in het rivierengebied	47
Kader 3.2	Norm voor rivierverruiming	50
Kader 3.3	Niet-primaire waterkeringen	52
Kader 6.1	Stappenplan vergunningen	72
Kader 6.2	Beslismomenten SNIP bij een dijkversterkingsproject	73
Kader 6.3	Voorbeeld van een projectorganisatie	77

01 / INLEIDING



Het veer over de IJssel bij Rheden

01 / INLEIDING

1.1 Doel en doelgroepen

In Deel 1 van deze leidraad vinden projectleiders van dijkversterkingen of rivierverruimingsprojecten algemene informatie die van belang is bij het ontwerpen van maatregelen in het rivierengebied. De informatie omvat een beschrijving van het rivierengebied en de rivierkundige processen die daar een rol spelen, de wetgeving en het beleid over veiligheid en ruimtelijke kwaliteit, ideeën over robuust ontwerpen en het proces van probleemverkenning tot uitvoering (Kader 1.1).

Kader 1.1 Opzet van de Leidraad Rivieren

Deel 1 Algemeen

- basiskennis over het rivierengebied
- wetgeving en beleid over veiligheid en ruimtelijke kwaliteit
- projectorganisatie

Deel 2 Verkenning en Ontwerpproces

- probleemverkenning
- visievorming
- ontwerpproces
- beoordelingskader

Deel 3 Rivierdijken – van vormgeving naar beheer

- vormgeving waterkeringen
- realisatie
- beheer en onderhoud

Deel 4 Rivierverruiming – van vormgeving naar beheer

- ontwerp- en beoordelingscriteria per thema
- ontwerpcriteria per maatregel
- realisatie
- beheer en onderhoud

1.2 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 geeft een beschrijving van de hydraulische en morfologische kenmerken van het rivierengebied en van de ruimtelijke kwaliteit. In hoofdstuk 3 zijn de wetgeving en het beleid op het gebied van veiligheid beschreven. Hoofdstuk 4 geeft een concrete invulling aan het begrip ruimtelijke kwaliteit. In hoofdstuk 5 geeft invulling aan het begrip robuust ontwerpen, een term die een centrale positie inneemt in deze leidraad. Hoofdstuk 6 geeft een overzicht van procedures en spelregels die van belang zijn in het proces van idee tot uitvoering en beheer.

02 / BESCHRIJVING VAN HET RIVIERENGEBIED



Luchtfoto van het natuurgebied de Biesbosch

02 /

BESCHRIJVING

VAN HET

RIVIERENGEBIED

Inzicht in rivierprocessen en de kenmerken van het rivierengebied zijn van belang om het effect van hoogwaterbeschermingsmaatregelen te kunnen inschatten. Dit hoofdstuk beschrijft de rivier, de oorzaken van hoogwater, de effecten van klimaatveranderingen en de ruimtelijke kenmerken van de verschillende deelgebieden.

2.1 Geografische afbakening

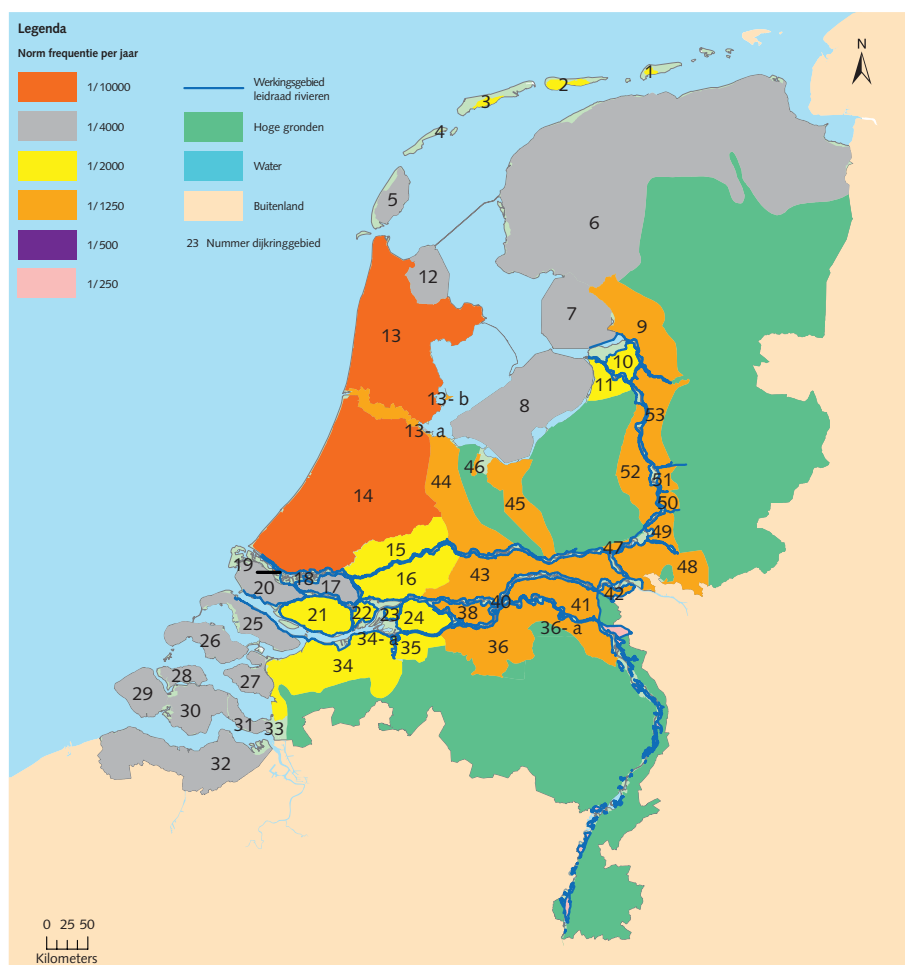
De Leidraad Rivieren is van toepassing op de Nederlandse rivieren die in de *Wet op de waterkering* tot het buitenwater worden gerekend. Het gebied bestaat uit:

- het bovenrivierengebied: de bovenstrooms gelegen riviertakken van de Rijn en de Maas;
- het benedenrivierengebied: de benedenstrooms gelegen riviertakken van de Rijn en de Maas tot de Haringvlietdam, de Volkerakdam, de Maeslantkering en de Hartelkering;
- de IJsseldelta: het benedenstroomse deel van de IJssel tot het Keteldiep;
- de Vechtdelta: de Overijsselse Vecht vanaf Dalfsen, het Zwarte Water en het Zwarte Meer³ (tot aan de Ramspolkering).

De primaire waterkeringen waarvoor deze leidraad geldt, zijn weergegeven in Figuur 2.1. De overgang tussen het bovenrivierengebied enerzijds en benedenrivierengebied en IJsseldelta anderzijds ligt op de locatie waar de veiligheidsnorm verandert. In het bovenrivierengebied geldt een veiligheidsnorm van 1/1.250 per jaar (met uitzondering van de Maaskaden en dijkkring 40) en in het benedenrivierengebied gelden strengere normen. Dit onderscheid tussen boven- en benedenrivieren heeft tot gevolg dat er een paar riviertrajecten zijn waarvan de ene oever tot het bovenrivierengebied behoort en de andere oever tot het benedenrivierengebied. Zie verder paragraaf 2.3.

³ In de Leidraad Zee- en Meerdijken (TAW, 1999-b) wordt het Zwarte Meer onder het werkingsgebied van die leidraad gerekend. Mede door aanleg van de Ramspolkering ligt het echter voor de hand dat dit gebied onder de Leidraad Rivieren valt.

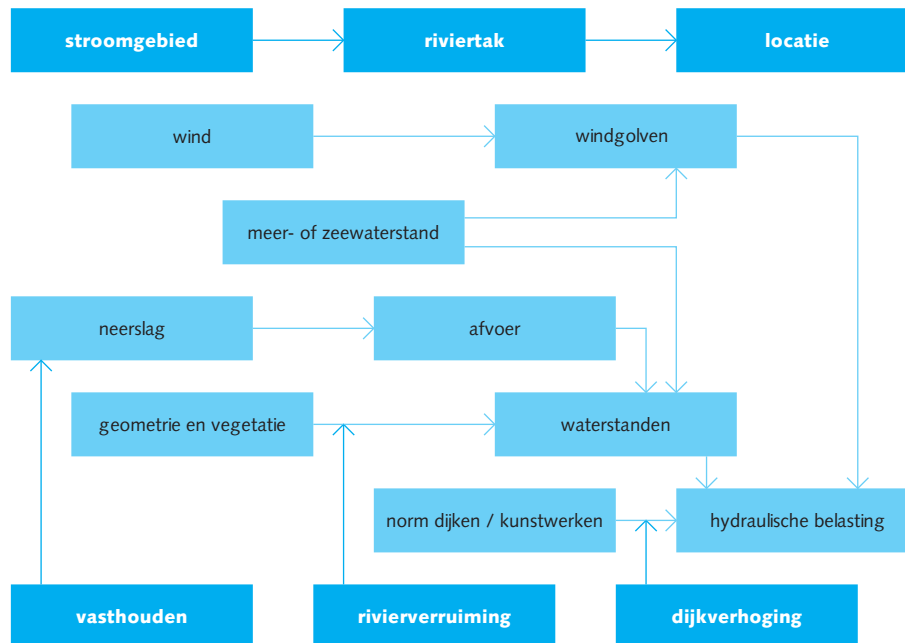
Figuur 2.1 Primaire waterkeringen in het rivierengebied



2.2 Rivierprocessen

Figuur 2.2 geeft schematisch de verschillende schaalniveaus in het rivierengebied weer. Per schaalniveau zijn de processen en enkele maatregelen voor het handhaven of verbeteren van de veiligheid opgenomen.

Figuur 2.2 Schematische weergave van het riviersysteem



2.2.1 Ontstaan van hoogwater

Van neerslag naar afvoer

In Nederland ontstaan hoge rivierafvoeren als er veel regen valt in een groot deel van het stroomgebied van de Rijn of de Maas (Figuur 2.3). Maar veel neerslag hoeft niet altijd tot hoogwater te leiden. De kans op hoogwater hangt ook af van andere omstandigheden in het stroomgebied. Zo is de kans op een hoge rivierafvoer groter als de bodem in het stroomgebied weinig water op kan nemen en de neerslag dus snel in de rivier terechtkomt. Dat is bijvoorbeeld het geval als de bodem na een lange regenperiode verzadigd is met water of bevroren is, of als grote delen van de bodem verhard zijn.

Voor een hoge afvoer op de Nederlandse Rijntakken moeten bovendien hoge afvoeren in de Rijn samenvallen met hoge afvoeren in grote zijrivieren in Duitsland, zoals de Main, de Moezel of de Ruhr. Smelten van sneeuw in de Alpen kan flink bijdragen aan de afvoer. Een hoge afvoer in de Nederlandse Maas ontstaat door zware regenval in de Ardennen en Noord-Frankrijk. Maatregelen of overstromingen in Duitsland, Frankrijk en België beïnvloeden de hoeveelheid water die in een gegeven periode in Nederland aankomt.

De afvoer bij Lobith (Rijn) en Borgharen (Maas) is bepalend voor de ernst van het hoogwater in het Nederlandse bovenrivierengebied. Rijkswaterstaat maakt tijdens een hoogwaterperiode voorspellingen van de afvoer en de bijbehorende waterstand voor die locaties en andere locaties langs de rivieren.

In het benedenrivierengebied is niet alleen de afvoer van Rijn en Maas van belang, maar ook de zeewaterstand. Hier kunnen hoge waterstanden ontstaan door een hoge rivierafvoer, een stormvloed of een combinatie van beide. Voor de IJssel- en Vechtdelta geldt een vergelijkbare situatie: daar werkt de waterstand op het IJsselmeer door in de waterstand op de rivier.

Figuur 2.3 Het stroomgebied van de Rijn en de Maas



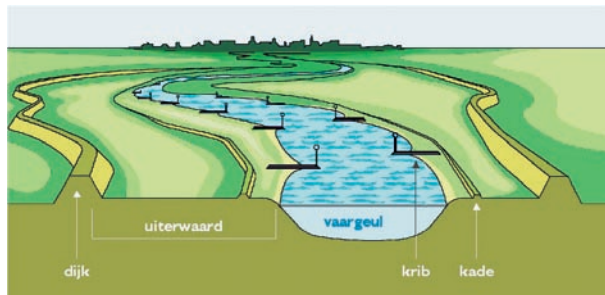
Van wind naar meer- en zeewaterstand

In het benedenrivierengebied en de IJssel- en Vechtdelta speelt wind een belangrijke rol. Harde wind stuwt het water op en zorgt voor windopzet. Dit leidt tot hoge zeewaterstanden aan de kust en aan de oostkant van het IJsselmeer (bij wind uit het westen tot noordwesten). Deze hoge waterstanden hebben bovendien tot gevolg dat de rivieren hun water minder gemakkelijk kunnen afvoeren, waardoor ook in de benedenloop van de rivieren de waterstanden stijgen.

Waterstand in de rivier

Een hogere afvoer leidt in het algemeen tot hogere waterstanden. Hoe hoog het water precies komt te staan, hangt in het bovenrivierengebied vooral af van de inrichting van het rivierbed: de diepte, breedte en ruwheid van het zomerbed en de uiterwaarden (Figuur 2.4). Bij een bepaalde afvoer komt het water in een smalle en ondiepe rivier hoger te staan dan in een brede en diepe rivier. Een ruwere rivierbedding remt de afvoer sterker af en leidt dus tot hogere waterstanden dan een gladde rivierbedding. Kribben en duinen op de bodem van de rivier maken het zomerbed ruw. Obstakels zoals veerdammen en begroeiing maken de uiterwaarden ruw.

Figuur 2.4 Kenmerkend dwarsprofiel Nederlandse rivier



In het benedenrivierengebied en de IJssel- en Vechtdelta ontstaan hoge waterstanden door hoge rivierafvoeren, stormvloed op zee of het IJsselmeer of een combinatie van beide. Lokale opwaaiing in het gebied zelf kan ook een belangrijke oorzaak van hoogwater zijn. Wind speelt hier dus een belangrijke rol. In het benedenrivierengebied is ook de sluitingsstrategie van de Maeslant- en Hartelkering van invloed op de hoogwaterstanden omdat hiermee hoge zeewaterstanden worden tegengehouden. In de IJssel- en Vechtdelta zijn de sluitingsstrategie van de Ramspolkering en voor de Vecht ook de toevoer van zijrivieren en beken van belang voor de waterstand.

Golven

De vereiste kruinhoogte van een waterkering wordt niet alleen bepaald door de waterstand die de kering moet kunnen keren maar ook door de hoeveelheid water die door golven over de dijk mag slaan (het maximaal toegestane overslagdebiet). Hierbij moet rekening gehouden worden met bodemdaling, kruindaling door restzetting en kruip en aanpassingen van het polderpeil.

2.2.2 Veranderingen in de afvoer

Het ontwerp van waterkeringen en rivierverruimende maatregelen in het bovenrivierengebied wordt gebaseerd op een zeer hoge afvoer die een kans van maximaal 1/1.250 per jaar heeft om overschreden te worden: de zogenaamde maatgevende afvoer. De maatgevende afvoer wordt op statistische wijze afgeleid uit afvoeren die in het verleden zijn opgetreden. Door het optreden van zeer hoge afvoeren in 1993 en 1995 zijn de statistieken veranderd. Hierdoor is de maatgevende afvoer van de Rijn toegenomen van 15.000 m³/s tot 16.000 m³/s en de maatgevende afvoer van de Maas van 3.650 m³/s tot 3.800 m³/s (Ministerie van V&W, 2001). In de toekomst kan de maatgevende afvoer mogelijk verder toenemen door het optreden van zeer hoge afvoeren, klimaatveranderingen of andere veranderingen in het stroomgebied, zoals verandering van grondgebruik of maatregelen bovenstrooms in het stroomgebied van Rijn en Maas. Tabel 2.1 geeft aan in welke mate afvoerveranderingen doorwerken in hoogwaterstanden.

Tabel 2.1 Effect van afvoeranderingen op waterstanden

Trajectgemiddelde toename waterstand (in centimeters) bij toename maatgevende afvoer met 100 m ³ /s bij Lobith of Borgharen	
Lobith	+ 1,5 à 3
Waal tot Gorinchem	+ 5
Neder-Rijn en Lek tot Schoonhoven	+ 6
IJssel tot Kampen	+ 10
Bedijkte Maas tot Hedel	+ 10
Haringvliet	+ 0 à 0,5
Nieuwe Waterweg	0

Toename afvoer door klimaatveranderingen

Deskundigen verwachten dat door klimaatveranderingen de kans op extreme neerslag zal toenemen. Tabel 2.2 geeft de klimaatscenario's afkomstig uit KNMI (2001) die voor het project Waterbeheer 21e eeuw (WB21) zijn gehanteerd.

Tabel 2.2 Klimaatscenario's KNMI (2001)

Scenario	Temperatuurstijging 2050	Temperatuurstijging 2100
minimum	+1°	+1°
midden	+1°	+2°
maximum	+2° - +3°	+4° - +6°

In KNMI (2006) wordt uitgegaan van twee in plaats van drie scenario's voor temperatuurstijging. Het gematigde scenario gaat uit van 1 °C en 2 °C stijging ten opzichte van 1990 in 2050 respectievelijk 2100 (vergelijkbaar met het midden scenario WB21). Het warme scenario gaat uit van dubbele temperatuurstijgingen (vergelijkbaar met het maximum scenario WB21). Door de bijbehorende toename in winterneerslagen zal ook de kans op extreem hoge afvoeren in de Rijn en de Maas toenemen. De Rijn krijgt minder het karakter van een gecombineerde smeltwater- en neerslagrivier, omdat de neerslag sterker zal gaan overheersen. In Tabel 2.3 zijn de maatgevende afvoeren in 2100 behorend bij de drie WB21 scenario's gegeven. In het TROB wordt onderbouwd waarom voor toekomstig waterbeheer gebruik van het WB21 midden scenario verantwoord is.

Tabel 2.3 Maatgevende afvoeren 2100 volgens WB21

Scenario	Rijn bij Lobith (m ³ /s)	Maas bij Borgharen (m ³ /s)
minimum	16.800	4.180
midden	17.600	4.560
maximum	19.200	5.320

Bij bovenstaande afvoeren is nog geen rekening gehouden met een eventueel fysisch maximum (zie hieronder).

Maatgevende afvoer

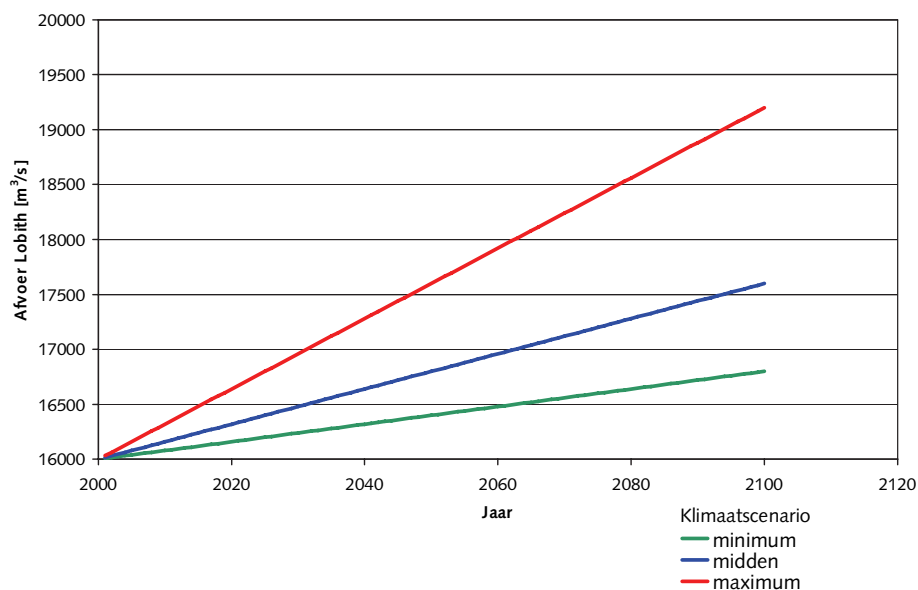
De maatgevende afvoer wordt berekend op basis van statistische analyses van opgetreden hoogwaters. Maar ook het zogenaamde fysisch maximum speelt een rol. Dit is de maximale afvoer die Nederland via de Rijn of de Maas kan bereiken. Dit maximum hangt af van de inrichting van het rivierengebied in de bovenstrooms gelegen landen, met name in Duitsland en België. Hoe meer water daar geborgen wordt of hoe sneller daar overstromingen optreden, des te kleiner is de afvoer die Nederland kan bereiken.

In enkele studies is het fysisch maximum van de Rijn en de Maas verkend. Voor de Rijn onder meer in Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen et al. (2004) en de Spankrachtstudie (Ministerie van V&W et al., 2002). Uit Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen et al. (2004) is gebleken dat in het Rijnstroomgebied genoeg neerslag kan vallen om bij Lobith een piekafvoer van bijna 19.000 m³/s te veroorzaken. In deze extreme situatie zullen in de huidige situatie echter grootschalige overstromingen optreden langs de Ober- en Niederrhein. De afvoergolf bij Lobith zal daardoor afnemen tot ongeveer 15.500 m³/s (plus of min 500 m³/s).

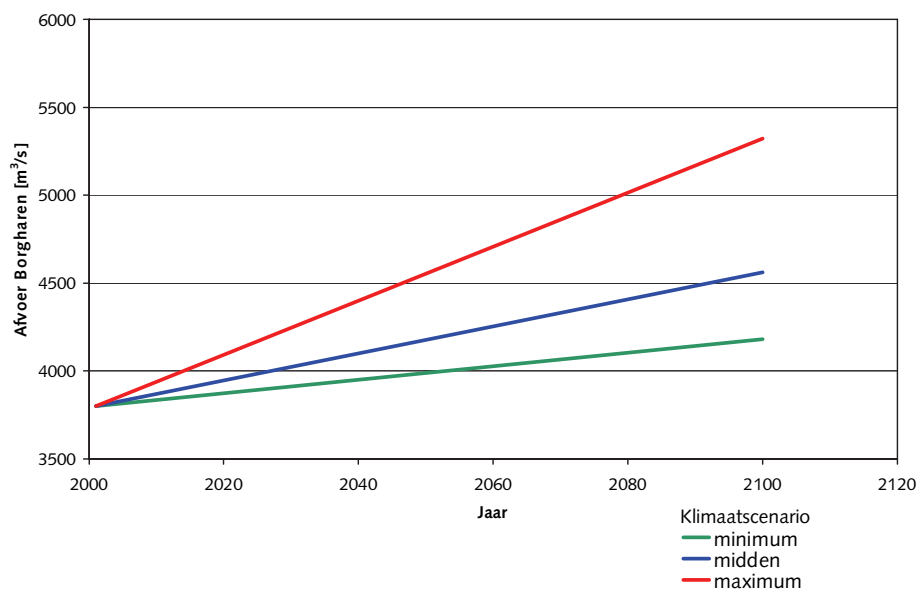
In de huidige situatie treden langs de Niederrhein overstromingen op bij afvoeren hoger dan 11.000 m³/s. Bij afvoeren groter dan 14.000 m³/s gaat het om grootschalige overstromingen. Alleen als Duitsland nieuwe maatregelen tegen de overstromingen treft, kan het water via de rivier doorstromen naar Nederland en neemt het fysisch maximum toe. In de PKB Ruimte voor de Rivier wordt rekening gehouden met een maximum van 18.000 m³/s (zie ook het Technisch Rapport Ontwerpbelastingen voor het rivierengebied (TROB; ENW, 2007-a)), gebaseerd op het middenscenario voor klimaatontwikkeling in 2100. Voor de Maas is in een verkennende studie het maximum voorlopig vastgesteld op 4.600 m³/s (de Wit, 2004).

De verwachte ontwikkeling voor de afvoer van de Rijn op basis van WB21 is gegeven in Figuur 2.5 en van de Maas in Figuur 2.6. In deze verwachtingen is in het geheel geen rekening gehouden met een (fysisch) maximum. Het TROB geeft de actuele maatgevende afvoer waarmee rekening moet worden gehouden.

Figuur 2.5 Verwachte ontwikkeling maatgevende afvoer Lobith als gevolg van klimaatverandering



Figuur 2.6 Verwachte ontwikkeling maatgevende afvoer Borgharen als gevolg van klimaatverandering

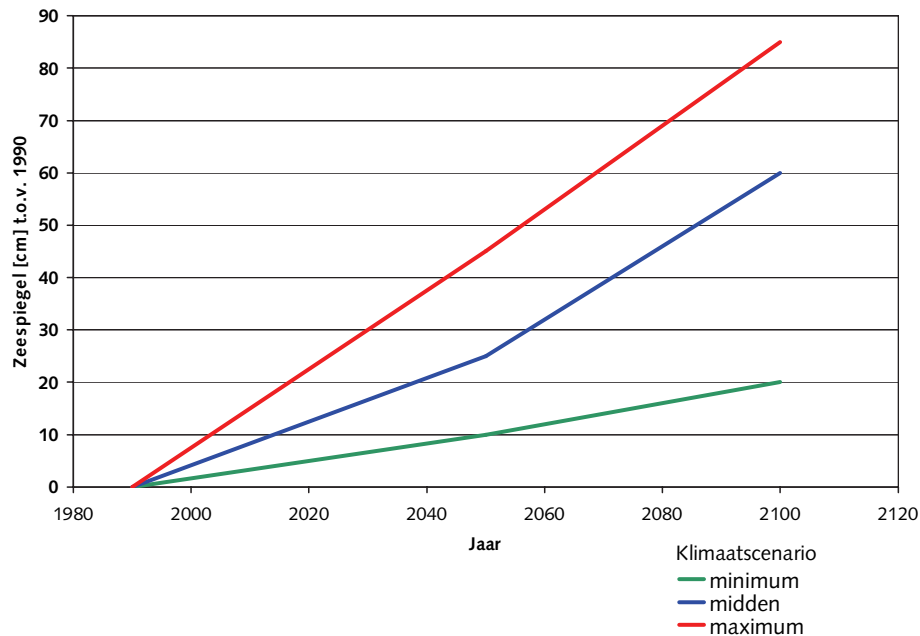


2.2.3 Relatieve zeespiegelstijging

Door klimaatverandering zal het gemiddelde zeeniveau stijgen. Bovendien zal de getijslag (het verschil tussen hoogwater en laagwater) toenemen. Daardoor zullen de hoogwaterstanden in het benedenrivierengebied toenemen. De relatieve zeespiegelstijging (inclusief de geologische bodemdaling van het Noordzebekken) bedroeg de afgelopen eeuw 20 cm. Figuur 2.7 geeft de verwachte zeespiegelstijging tot 2100 ten opzichte van het jaar 1990, voor de klimaatscenario's uit KNMI (2001). De zeespiegelstijging werkt gemiddeld voor ongeveer tweederde door in de hoogwaterstanden in het benedenrivierengebied, omdat ook de rivierafvoer invloed op de hoogwaterstanden heeft.

Door de zeespiegelstijging zal het steeds moeilijker worden water uit het IJsselmeer naar de Waddenzee te spuien. De waterstanden op het IJsselmeer zullen daardoor toenemen. Hierdoor stuwen ook de waterstanden in de IJssel- en Vechtdelta hoger op. In de komende jaren wordt de spuicapaciteit van de Afsluitdijk verdubbeld om het bestaande streefpeil beter te kunnen handhaven. Door de zeespiegelstijging kan handhaving van het streefpeil in de toekomst weer moeilijker worden.

Figuur 2.7 Scenario's voor de relatieve zeespiegelstijging



2.2.4 Morfologische veranderingen

De hoogwaterstanden zijn ook afhankelijk van de morfologie van het zomer- en winterbed. De morfologie van de Nederlandse rivieren reageert traag op veranderende omstandigheden. Het duurt tientallen tot honderden jaren voordat de bodemligging van de rivier zich geheel heeft aangepast aan een nieuwe situatie. De geologische opbouw van het rivierengebied speelt daarbij een belangrijke rol. De huidige en toekomstige morfologische ontwikkelingen zijn voor een belangrijk deel een reactie op ingrepen uit het verleden (Tabel 2.4). In het benedenrivierengebied treedt in aanvulling daarop ook van nature sedimentatie op.

Tabel 2.4 Ingrepen uit het verleden die de huidige en toekomstige bodemontwikkeling in de Nederlandse rivieren bepalen

(Historische) ingrepen in rivierengebied	Periode
normalisatiewerken en kanalisatie in Nederland en Duitsland	1850-1970
afsluiting van het Volkerak en het Haringvliet waardoor de invloed van getij op het sedimenttransport is afgenomen	1969-1970
intensieve zandwinning in het zomerbed	tot 1990
het aanbrengen van vaste lagen in de Waal om de bodemligging bovenstrooms te stabiliseren	1985-1999
de toenemende effecten van scheepvaart op de bodemligging	doorgaand
project Maaswerken	2005-2018
PKB Ruimte voor de Rivier	vanaf 2006

Zomerbed

Sinds 1930, en misschien al langer, daalt het zomerbed in het oostelijke deel van het bovenrivierengebied van de Rijntakken. Dit is gedeeltelijk een natuurlijk effect en gedeeltelijk het gevolg van menselijke ingrepen. De bodemdaling zal naar verwachting nog enige tijd doorzetten. Een bodemdaling van 10 centimeter leidt tot een ongeveer 5 centimeter lager toetspeil.

Bij Lobith is de bodem in de afgelopen decennia 2 tot 3 cm per jaar gedaald. De erosiesnelheid neemt in stroomafwaartse richting af. In het oostelijke deel van de Rijntakken neemt het tempo van de bodemerosie af doordat rond 1990 de zandwinning in het zomerbed is gestaakt. Door de bodemdaling dalen de toetspeilen iets. Omdat het Pannerdensch Kanaal iets sneller erodeert dan de Waal, is de afvoerverdeling over de Rijntakken licht aan het veranderen. Het effect daarvan op de toetspeilen is echter niet meer dan 1 tot 2 mm per jaar. Omdat de bodemdaling tot ongewenste neveneffecten leidt (zoals het ondergraven van kunstwerken en verdroging) worden maatregelen getroffen om verdere bodemdaling tegen te gaan.

In het grootste deel van het benedenrivierengebied en de IJsseldelta komt de bodem door sedimentatie hoger te liggen. Naar verwachting zal de stijging van de bodem in de toekomst gelijke tred houden met de stijging van de zeespiegel. Door baggerwerk ten behoeve van de scheepvaart treedt in de Boven, Beneden en Nieuwe Merwede en in de Lek juist verdieping op. Ook de bodem van de Oude Maas, het Spui en de Noord verdiept omdat door deze waterlopen sinds de afsluiting van het Haringvliet meer water stroomt. Als het huidige (bagger)beleid wordt voortgezet, zullen deze trends zich de komende decennia voortzetten.⁴ De veranderingen zullen invloed hebben op de toetspeilen.

Het zomerbed van de Maas is in de eerste helft van de 20e eeuw aanzienlijk gedaald, onder meer door normalisatie, bochtafsnijdingen (met als gevolg hogere stroomsnelheden), mijnzakkingen en de winning van zand en grind. De bodem van de Grensmaas is in die periode in een aantal trajecten met 5 m gezakt en in een groot deel van de Zandmaas met 1 tot 2 m. Vanaf het midden van de 20e eeuw is de bodemdaling in het zomerbed van de Maas sterk afgenomen. In de Grensmaas bedraagt de huidige autonome bodemdaling 1,5 à 2 cm per jaar (Maaswerken, 2003-c). Deze bodemdaling wordt veroorzaakt door onvoldoende aanvoer van sediment vanuit België en zal naar verwachting de komende tientallen jaren doorgaan. Verder is de bodem van de Zandmaas in een aantal trajecten verdiept ten behoeve van de veiligheid en de scheepvaart. Het is de verwachting dat de zomerbedbo-

⁴ Bij deze prognose is geen rekening gehouden met morfologische effecten van maatregelen die in het kader van het project Ruimte voor de Rivier worden uitgevoerd.

⁵ Bij deze prognose is geen rekening gehouden met morfologische effecten van maatregelen die in het kader van de Maaswerken worden uitgevoerd.

dem van de Zandmaas in de toekomst vrijwel stabiel blijft.⁵ De toetspeilen op de Maas worden dus niet beïnvloed door een doorgaande bodemontwikkeling van het zomerbed.

Winterbed

Na ieder hoogwater blijft in de uiterwaarden een laagje slib achter. Op veel plaatsen zijn hierdoor dikke kleipakketten ontstaan. Als gevolg van normalisatiewerken treedt meandering van de hoofdgeul nauwelijks meer op en worden kleipakketten niet meer periodiek opgeruimd. Het tempo van aanslibbing bedraagt langs de Rijn en de Maas enkele millimeters per jaar, maar verschilt sterk van locatie tot locatie. De aanslibbing van de uiterwaarden leidt tot hogere toetspeilen. Omdat het tempo van dit proces heel laag is, heeft aanslibbing van het winterbed op korte termijn geen significante effecten op de toetspeilen. De aanslibbingsnelheid zal bovendien afnemen naarmate de uiterwaarden hoger worden en minder vaak overstroomd worden.

In rivierverruimingsprojecten wordt vaak de uiterwaard verlaagd. Dit kan leiden tot versnelling van de aanslibbing op de uiterwaard, waardoor het effect van de uiterwaardverlaging op termijn vermindert.

2.3 Kenmerken van het rivierengebied: hydrologie

Het Nederlandse rivierengebied is in te delen in het bovenrivierengebied, het benedenrivierengebied (ook wel Rijn-Maasmonding genoemd) en de IJssel- en Vechtdelta. De grens tussen deze gebieden komt overeen met de overgang naar een andere veiligheidsnorm. Langs de bovenrivieren wordt een norm van 1/1.250 per jaar gehanteerd, in het benedenrivierengebied een norm van 1/2.000, 1/4.000 en 1/10.000 per jaar en in de IJssel- Vechtdelta een norm van 1/2.000 per jaar. Voor de Noordoostpolder, die grenst aan het Zwarte Meer, geldt een norm van 1/4.000 per jaar. De toetsrandvoorwaarden voor de veiligheid zijn per deelgebied vastgelegd in de Hydraulische Randvoorwaarden (Ministerie van V&W, 2007-a). Sinds 2005 behoren de kaden langs de Limburgse Maas ook tot de primaire waterkeringen. Dit is vastgelegd in een wetswijziging van de *Wet op de waterkering*. Vanwege de geringere waterdiepte en de kleinere gevolgen bij overstromen geldt voor deze kades een lager beschermingsniveau (1/250 per jaar) dan voor de primaire waterkeringen in de rest van het bovenrivierengebied (1/1.250 per jaar).

2.3.1 Bovenrivierengebied

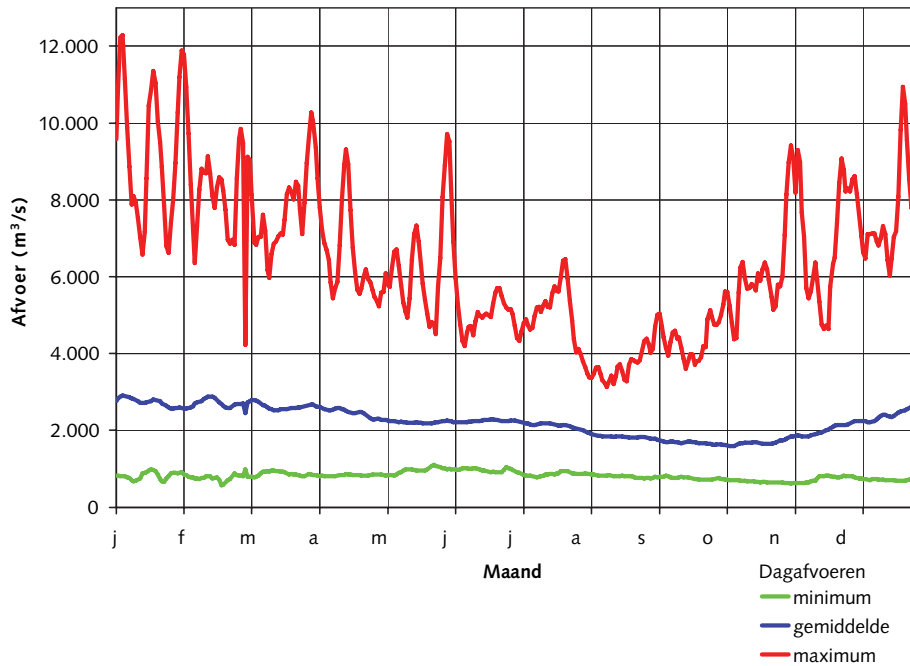
In het bovenrivierengebied bepalen vooral extreme afvoeren de hoge waterstanden. Windgolven veroorzaken een extra belasting op de waterkering, vooral waar de strijklengte groot is.

Rijn

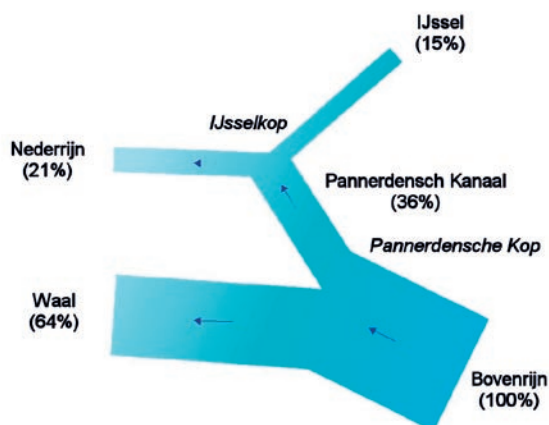
De gemiddelde afvoer van de Rijn bij Lobith bedraagt ongeveer 2.200 m³/s (Figuur 2.8). In de afgelopen 100 jaar varieerde de afvoer van 600 tot 12.600 m³/s. In Nederland splitst de Rijn zich in drie takken. Het eerste splitsingspunt ligt bij Panterden, 5 km vanaf de grens. Hier vertakt de Boven-Rijn zich in de Waal en het Panterdensch Kanaal. Na 10 km splitst het Panterdensch Kanaal⁶ zich bij Arnhem in de Neder-Rijn en de IJssel. Als bij lage afvoeren de vaardiepte op de IJssel te klein dreigt te worden, zorgt de eerste stuw in de Neder-Rijn (Driel) ervoor dat meer water door de IJssel en de Waal gaat stromen en minder door de Neder-Rijn. Stuwen bij Amerongen en Hagestein zorgen ervoor dat de waterstand in de Neder-Rijn en Lek voldoende hoog blijft voor de scheepvaart en de grondwaterstand. Bij hoge afvoeren stroomt 64% van het Rijnwater via de Waal, 21% via de Neder-Rijn en 15% via de IJssel (Figuur 2.9). Figuur 2.10 toont het splitsingspunt van de Waal en het Panterdensch Kanaal.

⁶ *Strikt genomen omvat het Panterdensch Kanaal alleen de eerste kilometers stroomafwaarts van de Panterdensch Kop. Daarna begint de Neder-Rijn. In deze leidraad wordt met Panterdensch Kanaal het gehele traject van Panterdensch Kop tot IJsselkop bedoeld.*

Figuur 2.8 Dagafvoeren van de Boven-Rijn bij Lobith voor periode 1900-2000



Figuur 2.9 De afvoerverdeling over de Rijntakken bij maatgevende afvoer



Bij hoogwater staan alle stuwen in de Neder-Rijn en Lek open. De afvoerverdeling wordt dan niet beïnvloed door kunstwerken. De rivierbeheerder kan de afvoerverdeling wel beïnvloeden met inrichtingsmaatregelen in de rivier. De afvoerverdeling is sterk afhankelijk van de riviergeometrie en de inrichting rond het splitsingspunt. Tijdens extreem hoogwater kunnen de beddingvormen (ribbels en duinen op de rivierbodem) snel veranderen en invloed hebben op de afvoerverdeling. Als de bodem in één van de Rijntakken ruwer wordt, bijvoorbeeld omdat hoge duinen op de bodem ontstaan, gaat meer water door de andere Rijntakken stromen. Met name de waterstanden op de IJssel en de Neder-Rijn zijn heel gevoelig voor afwijkingen in de afvoerverdeling. Als bij een hoge afvoer $100 \text{ m}^3/\text{s}$ meer water door de IJssel gaat stromen (ongeveer 4% van de maatgevende afvoer van de IJssel) neemt de waterstand op het bovenstroomse deel van de IJssel met ongeveer 10 cm toe.

Figuur 2.10 Splitsing van de Waal en het Pannerdensch Kanaal



Maas

De gemiddelde afvoer van de Maas in Nederland is $230 \text{ m}^3/\text{s}$ (bij Borgharen). Bij lage rivierafvoeren, in combinatie met wateronttrekkingen in België en Nederland, kan de afvoer in de Grensmaas in de zomer dalen tot er niet veel meer dan een klein stroompje overblijft (minder dan $10 \text{ m}^3/\text{s}$). In de wintermaanden bedraagt de gemiddelde afvoer ongeveer $500 \text{ m}^3/\text{s}$, maar bij extreme hoogwaters zoals in 1993 en 1995 kan de afvoer tot meer dan $3.000 \text{ m}^3/\text{s}$ toenemen. Omdat de Maas een klein stroomgebied heeft is de kans groot dat in het gehele stroomgebied tegelijk neerslag valt. Daardoor kan de waterstand zeer snel stijgen. Een hoogwaterpiek kan bovendien snel in Nederland aankomen. De hoogste afvoeren ontstaan als het eerst langdurige regent in het zuidelijk deel van het stroomgebied en vervolgens in de Ardennen.

Bij lage afvoeren wordt de bevaarbaarheid van de Maas in het traject buiten de Grensmaas zeker gesteld met behulp van stuwen. Deze stuwen worden bij hoogwater (boven $600\text{-}1.000 \text{ m}^3/\text{s}$) gestreken. Parallel aan de onbevaarbare Grensmaas loopt het Juliana-kanaal voor de scheepvaart.

2.3.2 Benedenrivierengebied

De waterbeweging in het benedenrivierengebied is afhankelijk van de afvoeren van de Rijn en de Maas, de zeewaterstand en de wind boven het gebied. De zeewaterstand is onderhevig aan getijbeweging en kan sterk toenemen tijdens een stormvloed, die ontstaat door een storm boven de Noordzee. De waterstanden in het gebied worden tevens beïnvloed door een aantal kunstwerken: de Maeslantkering in de Nieuwe Waterweg, de Hartelkering in het Hartelkanaal, de Haringvlietsluizen, de stormstuw in de Hollandsche IJssel en de keersluis in het Heusdensch Kanaal. Ook lokaal opgewekte windgolven kunnen hier tot hogere belasting van de waterkering leiden.

In het benedenrivierengebied kunnen de gevolgen van het bezwijken van een waterkering erg groot zijn. De polders liggen vaak diep, het gebied is dicht bevolkt en er zijn veel kapitaalgoederen aanwezig. Na een overstroming kan het vaak zoute water lang blijven staan. Dijkversterkingen zijn in het benedenrivierengebied vaak lastig uitvoerbaar omdat het gebied intensief gebruikt wordt door overslagbedrijven, industrie, wonen, natuur en recre-

atie. Vooral langs de Oude Maas en de Hollandsche IJssel liggen depots met zwaar verontreinigde bagger in het rivierbed, meestal dicht tegen de dijken aan. Ook die maken het moeilijk om aan de dijken te werken.

Figuur 2.11 Benedenrivieren onderverdeeld in zeegebied (Z), overgangsgebied (O) en rivierengebied (R)



Het benedenrivierengebied is in drie gebieden in te delen: het zeegebied (Z) waar de invloed van zee groot is, het overgangsgebied (O) waar de invloed van zowel de rivier als de zee groot is en het rivierengebied (R) waar de invloed van de rivier groot is. De grens tussen het zeegebied en het overgangsgebied ligt op de Nieuwe Maas bij km 998, op de Oude Maas bij km 1006 en bij de Hartelkering. De grens tussen het overgangsgebied en het rivierengebied ligt op de Lek bij km 968, op de Boven-Merwede bij km 959 en op de Bergsche Maas bij km 240. Deze gebieden zijn weergegeven in Figuur 2.11 en zijn gebaseerd op criteria die beschreven zijn in Lodder (2003). In deze figuur is ook weergegeven waar de grens ligt tussen het bovenrivierengebied (BOR) en het rivierengebied (R) in het benedenrivierengebied. Let op: de grens tussen het overgangsgebied en het rivierengebied valt dus niet samen met de grens tussen bovenrivierengebied en benedenrivierengebied. De grens tussen laatstgenoemde gebieden is immers gebaseerd op de overgang naar een andere veiligheidsnorm (zie Figuur 2.1).

De gebieden zijn als volgt te karakteriseren:

- *Het zeegebied binnen de stormvloed keringen*

De Leidraad Rivieren is van toepassing in het zeegebied voor zover dat binnen de Maeslant- en Hartelkering ligt. Buiten de keringen is de Leidraad Zee- en Meerdijken van toepassing. De dijken in het zeegebied binnen de keringen worden voornamelijk bedreigd door stormvloeden. De stormvloedkeringen in de Nieuwe Waterweg en het Hartelkanaal moeten de hoogste stormvloeden tegenhouden, maar deze keringen kunnen falen of te laat worden gesloten. De dijken in het zeegebied moeten voldoen aan toetspeilen die ook rekening houden met het falen van de keringen. De kans dat het toetspeil overschreden wordt is 1/10.000 per jaar. Als dat gebeurt, hangt dat in negen van de tien gevallen samen met het falen van de kering. In die situatie kunnen de dijken door hoge windgolven belast worden die deels in het zeegebied buiten de keringen zijn opgewekt. Ook kan de deining in dat geval doordringen tot het gebied binnen de keringen.

- *Het overgangsgebied*

In dit gebied worden de dijken voornamelijk bedreigd door de combinatie van stormvloeden op zee en hoge, maar niet buitengewoon extreme, rivierafvoeren. Hoge windsnelheden kunnen de waterstanden in het overgangsgebied nog verder laten oplopen.

De toetspeilen kunnen optreden als de keringen open staan, maar ook als ze dicht zijn omdat de rivierafvoer in dat geval niet weg kan stromen. Tot het overgangsgebied behoren ook het Haringvliet en het Hollandsch Diep. Op de brede wateren zijn de strijklengtes groot, waardoor ook windgolven bedreigend zijn voor de dijken. Ook hier kunnen de toetspeilen zowel bij open als gesloten keringen optreden.

In het Haringvliet en het benedenstroomse deel van het Hollandsch Diep treedt overschrijding van het toetspeil in 95% van de gevallen op als de keringen dicht zijn. Op de grens tussen het overgangsgebied en het rivierengebied is dat maar in 2 à 3% van de gevallen.

- Het rivierengebied

In dit deel van het benedenrivierengebied heeft de zee weinig invloed meer op de waterstanden. Het rivierengebied is gedefinieerd als het gebied waar stormvloed en wind niet meer dan 10 centimeter bijdragen aan de toetspeilen. De hoogwaterstanden worden voornamelijk bepaald door extreme rivierafvoeren, waarbij geen al te hoge windsnelheden optreden. De windgolven op de rivieren hebben dan ook weinig invloed op de waterstand, ook omdat de strijklengtes over het algemeen kort zijn. In dit gebied is het effect van de stormvloedkeringen verwaarloosbaar: overschrijding van de toetspeilen vindt hier in minstens 97% van de gevallen plaats terwijl de keringen open staan.

2.3.3 IJssel- en Vechtdelta

Figuur 2.12 De IJssel- en Vechtdelta



IJsseldelta

De IJsseldelta is het overgangsgebied tussen het bovenrivierengebied en het IJsselmeer. De IJsseldelta bestaat uit het benedenstroomse gedeelte van de IJssel, van kilometer 974 (Hattem) tot kilometer 1002 (Keteldiep). Hoge waterstanden kunnen hier ontstaan door hoge afvoeren van de IJssel, hoge waterstanden op het Ketelmeer of een combinatie van beide. Hoge waterstanden op het Ketelmeer ontstaan door hoge waterstanden in het IJsselmeer, opwaaiing door harde wind of een combinatie daarvan. Ook opwaaiing in de IJsseldelta zelf kan van invloed zijn op de waterstanden.

Vechtdelta

De Vechtdelta bestaat uit het benedenstroomse deel van de Overijsselse Vecht en het Zwarte Water (inclusief het Zwolle-IJsselkanaal) en het Zwarte Meer (inclusief het Ganzen-diep en de Goot). De Vechtdelta begint bij Dalfsen en eindigt bij de Ramspolkering. In het Zwarte Water ontstaan hoge waterstanden door hoge afvoeren van de Vecht, de Sallandse Weteringen en het Meppelerdiep, hoge waterstanden op het Ketelmeer of een combinatie daarvan. Ook opwaaiing op het Zwarte Meer kan een rol spelen. Door de Ramspolkering heeft opwaaiing vanuit het IJsselmeer en het Ketelmeer minder effect op de hoogwaterstanden in het Zwarte Meer en Zwarte Water. In de Vechtdelta kan dijkkring 53 in Zwolle gesloten worden door middel van een keersluis.

2.4 Landschappelijke kenmerken van het rivierengebied

Boven-Rijn en Waal

De Boven-Rijn en Waal zijn de diepste en breedste rivieren van Nederland. De Waal is sterk gekanaliseerd en er komen nog maar weinig scherpe bochten in voor. In het heuvellandschap ten oosten van Nijmegen komt de Boven-Rijn sterk slingerend ons land binnen. Bij de Pannerdensche Kop splitst de waterstroom zich. Ongeveer tweederde van het Rijnwater gaat verder door de Waal, eenderde naar het Pannerdensch Kanaal. Vanaf de Pannerdensche Kop stroomt de Waal met grote bochten richting Nijmegen. Langs de rivier liggen uiterwaarden met weiden, akkers, natuurgebieden en zandwinplassen. Na de stadskade van Nijmegen en het industrieterrein ligt de aansluiting met het Maas-Waalkanaal. Vervolgens stroomt de Waal zwak slingerend het oeverwallen-kommenland-schap in. Binnendijs liggen dorpen op brede oeverwallen in een overwegend agrarisch landschap. Het gebied heeft een landelijk karakter maar er zijn ook stedelijke uitbreidingen en grote industriecomplexen. De verkeersbruggen bij Beneden-Leeuwen en Ewijk zijn opvallende oriëntatie- en uitzichtspunten in het landschap. Tiel is een van de bastidesteden aan de Waal met een historisch rivierfront. Hier staat ook veel industrie aan de rivier. Aan de overzijde liggen karakteristieke uiterwaarden van Wamel en Dreumel met wielen en strangen. Bij Rossum maakt de Waal een scherpe bocht naar het zuiden en is hier door een kort kanaal met de Maas verbonden. In dit gebied is natuur in ontwikkeling in het kader van de Ontwikkelingsvisie Fort St. Andries. Tussen Rossum en Zaltbommel leveren de oude rivierlopen en bochtige dijken een bijzonder landschap op. Na Zaltbommel wordt het getij steeds duidelijker merkbaar op de Waal: steeds vaker komen hier rietruigten, grienden en gorzen in de uiterwaarden voor. De oeverwallen langs de rivier worden smaller en het omringende landschap opener. Er liggen enkele opvallende steenfabrieken, grote zandwinplassen, stroken langgerekte natuur en het Slot Loevestein.

Neder-Rijn en Lek

Vanaf de Pannerdensche Kop stroomt een deel van het Rijnwater met flauwe bochten door het Pannerdensch Kanaal langs polders en uiterwaarden richting de IJsselkop. De uiterwaarden zijn hier groot en open, vooral aan de westzijde van de rivier: de Huissensche waarden, de Roswaard, de Angerensche en Doornenburgsche buitenpolder. De fabrieken bij het Looweer vormen een dominant element in de weidse ruimte. Binnendijs bepaalt de lage bebouwing van Huissen, Angeren en Malburgen het beeld. Bij Arnhem gaat tweederde van de afvoer via de Neder-Rijn en Lek naar het westen en eenderde via de IJssel naar het noorden. De Neder-Rijn en Lek stroomt niet altijd vrij af omdat bij lage waterstanden de drie stuwen bij Driel, Amerongen en Hagestein het water opstuwen. De Neder-Rijn stroomt eerst door het sterk verstedelijkte gebied rond Arnhem. Na de spoorbrug bij Oosterbeek komt de rivier in een open landschap terecht langs de voet van de stuwwal. Vanaf de hellingen is er een fraai uitzicht op de uiterwaarden; andersom zijn vanuit de uiterwaarden de steile, beboste hellingen duidelijk zichtbaar. Daarna komt een traject met een afwisselend landschap. Het fabrieksterrein in de uiterwaard bij Renkum is een opvallend element. Tussen

Wageningen en Rhenen onderbreekt de Gelderse Vallei de noordelijke begrenzing van de uiterwaarden. De Neder-Rijn stroomt licht slingerend verder langs de Utrechtse Heuvelrug, langs Rhenen met de hoge Cuneratoren richting de grote Bovenpolder bij Amerongen. Na Amerongen stroomt de rivier door een open landschap met aan weerszijden smalle oeverwallen en uitgestrekte kommen. Tussen Amerongen en Maurik liggen twee afgesneden rivierbochten met zandwinplassen. Na de aftakking van de Kromme Rijn gaat de Neder-Rijn over in de Lek. De Lek stroomt sterk slingerend door een steeds opener landschap langs Culemborg. De uiterwaarden worden hier steeds smaller.

Na Hagestein is de Lek vrijstromend en onderhevig aan getijdewerking. Dit is zichtbaar in het landschap: hier komen rietruigten, grienden en gorzen in de uiterwaarden voor. In een sterk verstedelijkt gebied bij Nieuwegein takken het Lek- en Merwedekanaal aan. De bruggen van de snelwegen A27 en A2 begrenzen dit gebied. De Lek slingert vervolgens door een zeer open veenweidelandschap richting Schoonhoven. Aan de dijken liggen enkele dorpen en kilometers lange lintbebouwing. Binnendijs staan smalle percelen haaks op de rivier. Op sommige plekken lopen deze percelen door in de uiterwaarden: een gevolg van vroegere dijkverleggingen. Daarna verandert het karakter in een levendige en bedrijvige rivier met veel water- en oeverrecreatie. Opvallend is de afwezigheid van bruggen, er zijn alleen veren. De rivier vormt hierdoor een natuurlijke barrière in het landschap. De zeer smalle uiterwaarden hebben weinig waarde voor de landbouw en staan onder grote invloed van het getij. De kronkelende Lekdijken met veel historische bebouwing geven wisselende uitzichten op het water. De bebouwing is sterk op de rivier gericht met bijzondere accenten zoals Schoonhoven en Ammerstol.

IJssel

Tussen Arnhem en Deventer ligt langs de IJssel een fraai en kleinschalig landschap. Vanaf beide oevers is goed zicht op het overwegend beboste IJsseldal. Terpen, weiden met knotwilgen, heggen en houtwallen, historische stadjes, parken en landgoederen wisselen elkaar af. In het eerste deel van de IJssel is de samenhang in het landschap in de laatste decennia verzwakt door kanalisatie, aanleg van wegen, grootschalige zandwinning en de aanleg van complexen met recreatiewoningen. Hierdoor is het landschap rommelig geworden en de rivier is het beeld minder sterk gaan bepalen. Daarna volgt een traject dat aantrekkelijk is door de rijke afwisseling en schaalverschillen. Het is een 'mooi en oud' landschap. De samenhang en identiteit van de uiterwaarden op dit traject zijn overwegend zeer goed vanwege meerdere gave complexen. Na Deventer verandert het karakter van de rivier en het landschap. De rivier is zwak slingerend met een opvallende bocht rond de zandopduiking Fortmond. Er liggen drie aantrekkelijke landgoederen langs de IJssel: Terwolde, Rande en De Haere. De uiterwaarden zijn op dit traject erg smal, op de Duursche waarden na. Aan de oostkant tot Olst vormen beboste hogere zandgronden een duidelijke begrenzing, daarna is de structuur van het landschap meer open. Aan de westkant zijn er boerderijstroken langs de dijk en grotere bewoningskernen tegen de Veluwerand. Bij Hattem komt de rivier tot aan de Veluwe. De samenhang en identiteit van de uiterwaarden zijn overwegend goed tot zeer goed. In het traject van Zwolle tot het Ketelmeer maakt de IJssel na de drie bruggen bij Zwolle twee grote bochten en stroomt vervolgens door een steeds rechttere loop het zeer open deltagebied in. De uiterwaarden tussen Zwolle en Kampen hebben een kleinschalig en soms besloten karakter. De hoge kerk en het grote industriecomplex van Kampen hebben een sterke uitstraling over het weidse landschap. Daarna stroomt de IJssel via een kaarsrecht kanaal in het Ketelmeer. Het oorspronkelijke karakter van het deltagebied is door ontginningen en ruilverkavelingen grotendeels verloren gegaan.

Maas

Tussen de Belgische grens en Cuijk stroomt de Maas door een dal dat is ingesneden in hoger gelegen pleistocene afzettingen. De rivier heeft zich in de loop van de tijd steeds dieper ingesneden in het omringende landschap, waarbij steeds opnieuw de dalbodem door erosie

is verlaagd. Zo is een trapvormig terrassenlandschap ontstaan, waarbij de hoogste terrassen de oudste dalbodems zijn. Vanuit de hoger gelegen gronden rond de Maas stroomt grondwater naar de rivier en het winterbed.

De grote hoogteverschillen maken het dal van de onbedijkte Maas voor Nederlandse begrippen tot een uniek landschapspatroon. Omdat het landschap rond de rivier van nature hoog ligt, liggen langs dit deel van de Maas geen dijken. Na 1995 zijn om een aantal bebouwingskernen in het winterbed kaden aangelegd om de overlast door overstromingen te beperken.

De oude dorpen liggen op de overgang van het laag terras naar het middenteras. Door gaande wegen uit de Napoleontische tijd zijn parallel aan de rivier aangelegd. De Maas heeft in de loop van de tijd steeds meer van haar oorspronkelijk grillige karakter verloren. De rivier is vooral aan banden gelegd door oeververdedigingen die met name in de twintigste eeuw zijn aangelegd. Daarnaast zijn kwetsbare gebieden door de aanleg van kades beschermd tegen overstromingen en is de rivier gestuwd ten behoeve van de scheepvaart. Stroomafwaarts van Cuijk gaat het Maasdal over in een holocene vlakte, waar zowel Maas, Waal als Rijn hun sedimenten hebben afgezet. In de binnendijkse vlakte is voor de bedijking van de Maas een patroon van hoge oeverwallen en lage kommen ontstaan. De eerste nederzettingen zijn op de oeverwallen tot ontwikkeling gekomen. Op de overgang van het rivierengebied naar het zandgebied is de Brabantse stedenband ontstaan: Oss, 's-Hertogenbosch, Waalwijk, Oosterhout, Breda, Roosendaal en Bergen op Zoom. Door bedijking van de Maas is de overstromingsvlakte die op sommige plaatsen van oorsprong tientallen kilometers breed was teruggedrongen tot een winterbed van circa één tot twee kilometer breed. Voor tijden met extreme hoge waterstanden zijn in het verleden lokale verlagingen in de dijken aangebracht in de vorm van overlaten om het water bewust via een bepaalde route af te laten stromen. In de vijftiger jaren van de 20e eeuw is de laatste overlaat buitenwerking gesteld. Door de bedijking is de sedimentatie in het winterbed versneld. De uiterwaarden van de Maas liggen daardoor beduidend hoger dan de omgeving.

Benedenrivierengebied

De benedenrivieren in het mondingsgebied van de Maas en de Rijn vormen een ingewikkeld stelsel van riviertakken. Een aantal van deze riviertakken is gegraven: de Nieuwe Waterweg, de Nieuwe Maas, de Nieuwe Merwede en de Bergsche Maas. Het gebied is onderdeel van de zuidflank van de Randstad. Het landschap ligt laag, op het niveau van NAP tot ver daaronder. In het oostelijk deel van de benedenrivieren overheerst de rivierinvloed, in het westelijk deel de zee-invloed. Het landschap van de Merwedekant kent twee werelden: aan de noordkant is er sterke verstedelijking en bedrijvigheid en aan de zuidkant overheerst de landelijkheid. Het oorspronkelijke gebied met landbouwpolders op eilanden is sinds 1971 omgevormd tot één groot gebied, de Noordwaard. De ruimtelijke opbouw van dit deltagebied is gebaseerd op het patroon van kreken en platen. In combinatie met polders en dijken maken die de strijd tussen veilig land en dynamische natuur leesbaar. De Bergsche Maas is een kanaal dat contrasteert met het omliggende rivierenlandschap waaraan het historische vestingstadje Heusden en polders zoals de Overdiepsche polder met het Oude Maasje verbonden zijn. Het rivierenlandschap heeft hier voornamelijk een landelijke sfeer. De Amer is een breed water als scheiding tussen de natuur van de Biesbosch en het open grootschalige polderlandschap van West-Brabant. De Amer-centrale is een opvallend element op de overgang naar het deltalandschap.

Overijsselse Vecht

De Overijsselse Vecht stroomt vanuit Duitsland ten oosten van Gramsbergen Nederland in. Van oudsher is het een sterk meanderende regenrivier. De vele verlaten meanders duiden daar op. Aan het eind van de 19e eeuw zijn zowel in Duitsland als in Nederland op grote schaal de meanderbochten verwijderd en is de rivier aanzienlijk verkort. Als gevolg hiervan is de rivierbodem sterk gaan dalen. Om dit proces tegen te gaan zijn in het Nederlandse deel van de Vecht zes stuwen gebouwd.

De Vecht stroomt langs Hardenberg, Ommen en Dalfsen en stroomt ten noorden van Zwolle in het Zwarte Water uit. Het Zwarte Water komt uiteindelijk in het Zwarte Meer uit dat tijdens storm kan worden afgesloten van het Ketelmeer met de Ramspolkering. De Vecht is tot aan Ommen langs beide oevers voorzien van kades. Verder bovenstrooms kan het brede dal onderlopen tijdens hoogwatersituaties. Primaire keringen zijn aanwezig tot aan de stuw bij Vechterweerd. De Vecht stroomt door een relatief dun bevolkt gebied waarin de oude buitenverblijven een beeld oproepen van vervlogen tijden. Sinds de jaren zeventig van de vorige eeuw zijn langs de Vecht op veel plaatsen recreatieparken en campings ontstaan die het gehele jaar door vele toeristen trekken.

03 / VEILIGHEID



Hoogwater 1993 Ooijpolder

03 / VEILIGHEID

De aanleiding voor de versterking van een waterkering of de uitvoering van een rivierverruimingsproject is over het algemeen een veiligheidsprobleem: de bescherming tegen overstromingen voldoet niet meer aan de wettelijke normen. Wetgeving en beleid over het omgaan met hoogwater vormen de kaders voor de oplossing van een veiligheidsprobleem. De voorkeur gaat uit naar oplossingen die berekend zijn op veranderingen in het klimaat en rekening houden met onzekerheden en uitbreidbaarheid in de toekomst. Oplossingen die hieraan voldoen, worden 'robuust' genoemd.

3.1 Wetgeving en beleid

Hieronder zijn de belangrijkste wetten en beleidsdoelen op het gebied van veiligheid beschreven. De wetten en beleidsdoelen over ruimtelijke kwaliteit staan in hoofdstuk 4. Daar zijn ook de wetten en beleidsdoelen voor natuur, milieu en ruimtelijke ordening opgenomen. Een deel daarvan kan ook van toepassing zijn bij veiligheidsmaatregelen waarbij ruimtelijke kwaliteit geen expliciete doelstelling is. Bijlage 1 van deze leidraad en Grondslagen voor waterkeren geven een compleet overzicht van de wet- en regelgeving en de benodigde vergunningen.

Wet op de waterkering

De *Wet op de waterkering* (Staatscourant, 1996; gewijzigd in 2005) geeft voor elk dijkkringgebied de veiligheidsnorm als 'gemiddelde overschrijdingskans – per jaar – van de hoogste hoogwaterstand waarop de tot directe kering van het buitenwater bestemde primaire waterkering moet zijn berekend, mede gelet op overige het waterkerend vermogen bepalende factoren'. Met langjarige meetreeksen en modellen is af te leiden welke waterstand bij die overschrijdingskans hoort. Die waterstand wordt het toetspeil genoemd. In het rivierengebied zijn zes verschillende overschrijdingskansen van toepassing (kader 3.1).

De *Wet op de waterkering* vereist dat de minister iedere vijf jaar vaststelt welke Hydraulische Randvoorwaarden gelden voor het vertalen van overschrijdingskansen in toetspeilen. Deze randvoorwaarden kunnen veranderen door bijvoorbeeld klimaatveranderingen, veranderingen in de langjarige meetreeksen of veranderingen in het riviersysteem.

De beheerders van waterkeringen toetsen vervolgens of de waterkeringen de toetspeilen die bij de nieuwe randvoorwaarden horen kunnen keren en rapporteren daarover via de provincies aan de minister.

In de *Wet op de Waterkering* staat over de formele rol van de provincies onder meer: 'Gedeputeerde staten hebben het toezicht op alle primaire waterkeringen in hun provincie.' Dit betekent dat de provincies ook toezicht uitoefenen op de toetsing van de primaire waterkeringen.

Kader 3.1 Beschermingsniveaus in het rivierengebied

In het 'zoete' bovenrivierengebied is het beschermingsniveau het laagst omdat hoge waterstanden daar over het algemeen enkele dagen van tevoren te voorzien zijn. Dat biedt de mogelijkheid om inwoners en vee te evacueren. Het beschermingsniveau bedraagt hier 1/1.250 per jaar en voor de bekade gebieden langs de onbedijkte Maas 1/250 (te realiseren na uitvoering van de Maaswerken). De status van de Maaskaden is in een aanpassing op de *Wet op de waterkering* in 2005 gewijzigd (zie paragraaf 3.3). Voor één dijkkring die zowel de Waal als de Maas keert geldt een beschermingsniveau van 1/500 per jaar.

Waar het water in het benedenrivierengebied zouter wordt, geldt een hoger beschermingsniveau van 1/2.000 per jaar, omdat een overstroming met zout water meer schade veroorzaakt. Waterkeringen die ook beschermen tegen stormvloed op zee hebben een beschermingsniveau van 1/4.000 of 1/10.000 per jaar, afhankelijk van de bevolkingsomvang en de economische waarde in het achterliggende gebied. Deze normen zijn zo hoog omdat een stormvloed op zee slechts kort van tevoren te voorspellen is en evacuatie in noodgevallen niet of nauwelijks mogelijk zal zijn.

Overige wetten

De *Wet beheer Rijkswaterstaatswerken* geeft de rivierbeheerder de mogelijkheid om via vergunningen een veilig gebruik van het rivierbed te waarborgen. Voor alle dijkversterkingen en rivierverruimingsprojecten zal zo'n vergunning noodzakelijk zijn.

De *Wet verontreiniging oppervlaktewater* heeft als doel het waarborgen van een goede kwaliteit van het oppervlaktewater, waaronder het rivierwater. Voor maatregelen in het rivierengebied is het vaak nodig om grond te vergraven en te verplaatsen. Als deze grond verontreinigd is en in contact met water kan komen, kan de *Wet verontreiniging oppervlaktewater* daar beperkingen aan stellen.

In het rivierengebied zijn nu nog meerdere waterwetten van toepassing. Naast de *Wet op de waterkering*, de *Wet beheer Rijkswaterstaatswerken* en de *Wet verontreiniging oppervlaktewater* zijn dat onder meer ook de *Waterstaatswet* (1900), de *Wet op de waterhuishouding* (1989), de *Grondwaterwet* en de *Wet Droogmakerijen en Indijkingen*. Al deze wetten zullen worden vervangen door één waterwet. Het wetsvoorstel is in 2006 door de Minister van Verkeer en Waterstaat aan de Staten Generaal aangeboden en de wet zal naar verwachting in 2008 van kracht worden.

De Keur

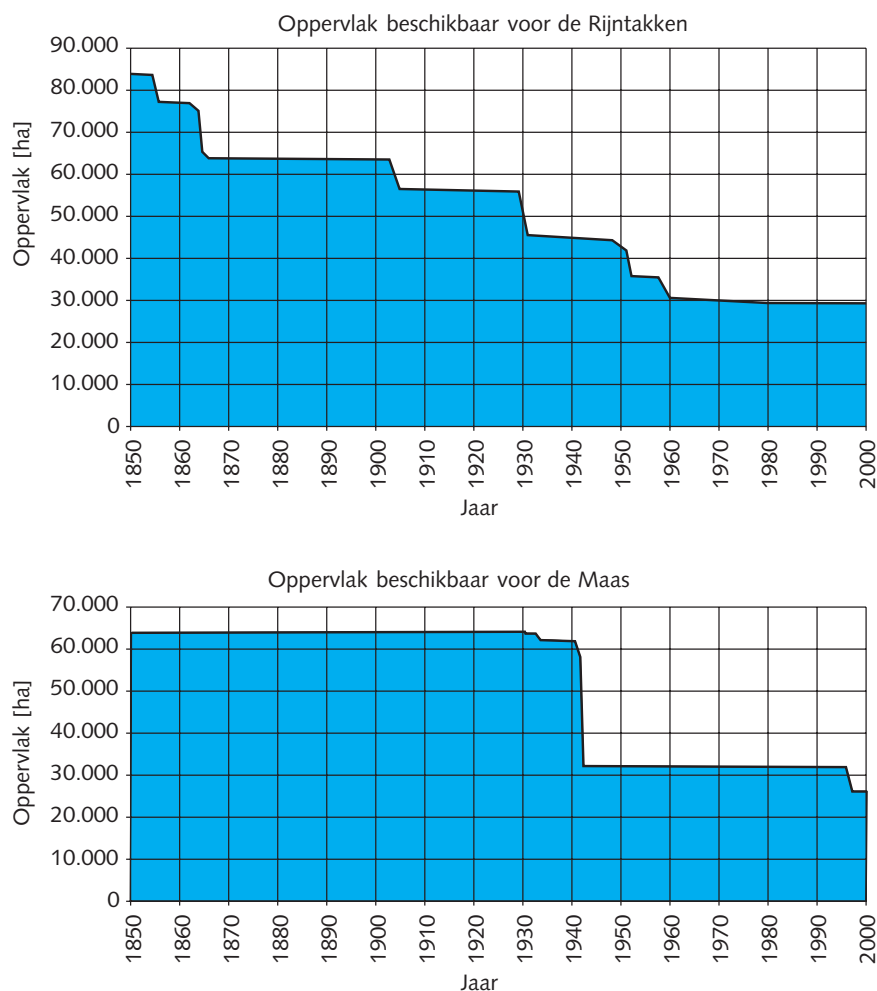
De Keur is een verordening van het waterschap waarin regels staan voor activiteiten op of nabij dijken. De naleving van de gebods- en verbodsbepalingen kan door sancties worden afgedwongen.

Beleidslijn grote rivieren

De Beleidslijn grote rivieren (voorheen Beleidslijn ruimte voor de rivier) legt activiteiten in het winterbed aan banden om de bestaande ruimte voor de rivier te behouden.

In de afgelopen eeuwen hebben de rivieren steeds minder ruimte gekregen (Figuur 3.1) door de aanleg van dijken en kades. De dijken zijn dicht bij de rivier gelegd en de rivierloop is op veel plaatsen rechtgetrokken. Afvoergolven verplaatsen zich daardoor sneller door de rivier, waardoor waterstanden hoger worden opgestuwd. Zand en slib kunnen bezinken in kleinere uiterwaarden die daardoor sneller ophogen. Door deze ontwikkelingen biedt het rivierbed minder ruimte om hoge rivierafvoeren op te vangen. Binnendijks klinken de klei- en veengebieden in en deze komen daardoor juist lager te liggen. Ook wordt het bedijkt land steeds intensiever bebouwd. Hierdoor nemen de gevolgen van een overstroming toe. Hoewel handhaven van de veiligheid door verdere dijkversterking technisch haalbaar is, is het besef ontstaan dat andere maatregelen nodig zijn. In de jaren negentig is daarom een trendbreuk in het beleid ingezet, met als motto 'ruimte voor de rivier'. Door de rivier meer ruimte te geven is te voorkomen dat hoogwaterstanden steeds verder toenemen. Bovendien biedt rivierverruiming kansen voor verbetering van de ruimtelijke kwaliteit. De beleidslijn grote rivieren onderscheidt twee regimes: het 'bergend' regime en het 'stroomvoerend' regime. In de beleidslijn is omschreven welke activiteiten in de beide regimes toelaatbaar zijn en onder welke voorwaarden. Bij de beleidslijn horen kaarten waarop is aangegeven waar de twee regimes van toepassing zijn.

Figuur 3.1 Afname ruimte voor de Rijn en de Maas



PKB Ruimte voor de Rivier, Maaswerken en Integrale Verkenning Maas

Door de hoge afvoeren in 1993 en 1995 zijn de Hydraulische Randvoorwaarden voor waterkeringen langs de Rijn en de Maas gewijzigd. De projecten Ruimte voor de Rivier en Maaswerken ontwikkelen maatregelen om de waterstand te verlagen om te voldoen aan de wettelijk vastgestelde normen. Tot de maatregelen behoren niet alleen dijk- en kadeverhogingen maar vooral ook rivierverruimende maatregelen, die ook bijdragen aan de ruimtelijke kwaliteit. De PKB Ruimte voor de Rivier omvat maatregelen voor de Rijntakken, het benedenrivierengebied en het bedijkte deel van de Maas benedenstrooms van Hedikhuizen. De PKB heeft als neven doelstelling het verbeteren van de ruimtelijke kwaliteit. De PKB bevat maatregelen voor de korte termijn (tot 2015) en de ruimtelijke reservering voor de lange termijn. De Maaswerken bevat kortetermijnmaatregelen voor het onbedijkte deel van de Maas en het bedijkte deel tot de brug bij Ravenstein. Langetermijnmaatregelen voor de Maas zijn onderzocht in de studie Integrale Verkenning Maas (Stuurgroep IVM, 2006).

Beleidsmatige ontwikkelingen

Het is de vraag of het huidige veiligheidsbeleid toereikend is en blijft als de groei van de bevolking en de economische waarden doorgaat en de verwachte klimaatveranderingen zich daadwerkelijk voltrekken. Nederland en Europa bereiden zich voor op nieuwe omstandigheden door nieuw beleid te ontwikkelen. Hieronder zijn enkele belangrijke ontwikkelingen genoemd.

- Rampenbeheersingsstrategie Overstromingen Rijn en Maas (RBSO): In 2015 kunnen de Rijn en de Maas de huidige maatgevende afvoeren weer veilig naar zee afvoeren. Maar er blijft altijd een kans op een overstroming bestaan. RBSO heeft de vijf mogelijkheden voor rampenbeheersing verkend: noodmaatregelen, noodoverloopgebieden, verhogen van de veiligheidsnormen, compartimentering en internationale afstemming. Het onderzoek richtte zich vooral op het veiligheids-effect van de maatregelen en op het economisch rendement (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2006-b). In 2007 heeft dit project een vervolg gekregen door de instelling van de Taskforce Management Overstromingen (TMO) en het project Omgaan met Overstromingsrisico's (OmO). De TMO voert een verbeterprogramma uit om de verschillende overheden organisatorisch beter voor te bereiden op een overstroming. OmO richt zich op een betere communicatie met burgers over overstromingsrisico's en brengt ook de niet technisch-economische aspecten in beeld.
- Het project Waterveiligheid 21e eeuw (WV21) is gericht op actualisatie van het beschermingsbeleid tegen grootschalige overstromingen. Een beleid waarin nieuwe kennis en inzichten met betrekking tot overstromingsrisico's (kansen en gevolgen) en een kosteneffectieve inzet van middelen centraal staan. De resultaten zullen worden vastgelegd in een beleidsnota en indien nodig zullen wet- en regelgeving worden aangevuld en aangepast. De beleidsnota zal ingaan op drie aandachtsvelden: actualisatie van het preventiebeleid (beperken van de kans op overstroming), het vergroten van de aandacht voor het beperken van de gevolgen van overstromingen en het vergroten van het bewustzijn bij burgers, bedrijven, bestuurders en beleidsmakers.
- Europese hoogwaterrichtlijn: In navolging van de Kaderrichtlijn Water (KRW) treedt er een Hoogwaterrichtlijn in werking eind 2007. De richtlijn geeft aanwijzingen voor het in beeld brengen van overstromingsrisico's en de mogelijkheden om die te verkleinen. Zo bepaalt de richtlijn dat lidstaten geen maatregelen mogen nemen die de overstromingskansen in andere lidstaten verhogen. De lidstaten moeten daarom goed met elkaar communiceren over hun plannen. Net als de KRW gaat de Hoogwaterrichtlijn uit van (overstromingsrisico-)beheerplannen voor het hele stroomgebied van een rivier. Kaarten die gevolgen van overstromingen in beeld brengen zijn daarvoor essentieel. Afstemming met de KRW is daarbij van belang. Uiterlijk in 2015 moeten de lidstaten hoogwaterplannen klaar hebben. De plannen moeten robuust zijn en worden iedere zes jaar herzien.

- Integratie van overstromingsrisicobeheersing en rampenbeheersing (incidentmanagement):
 - structurele oorzaken van overstromingen wegnemen (b.v. Ruimte voor de Rivier);
 - vooraf maatregelen nemen om incidenten te voorkomen en gevolgen te beperken;
 - paraatheid om in een geval van een overstroming adequaat actie te kunnen nemen;
 - zorgen voor een optimaal herstelproces na een overstroming (nazorg).

3.2 Veiligheidsnormering

De normen voor de veiligheid in het rivierengebied zijn vastgelegd in de *Wet op de waterkering*. In de komende jaren zal een discussie op gang komen over de normering. De *Wet op de waterkering* geeft daar ook openingen voor. Deze leidraad neemt de huidige wettelijke normen als basis, maar houdt ook rekening met de toekomstige ontwikkeling.

Huidige veiligheidsnorm

De Deltacommissie heeft na de overstromingsramp van 1953 normen voor waterkeringen opgesteld. De commissie heeft ingeschat hoe groot de economische schade bij een overstroming vanuit zee in de Randstad kon zijn (dijkring Centraal Holland). Ook heeft zij ingeschat in welke mate de kans op een overstroming afneemt bij investeringen in de waterkeringen en wat het effect daarvan is op de overstromingsschade. Vervolgens is een optimum gezocht tussen de overstromingsschade en de investeringen in waterkeringen.

De commissie kwam tot de conclusie dat dit optimum te bereiken was door de waterkeringen langs de Hollandse kust te berekenen op een overstromingskans van 1/125.000 per jaar. Het was echter niet mogelijk om lokale ontwerpnormen te berekenen op basis van die overstromingskans voor het lange traject van waterkeringen. Daarom is ervoor gekozen dat de waterkeringen een waterstand moet kunnen keren die een kans van 1/10.000 per jaar heeft om overschreden te worden. Van deze norm zijn op verschillende momenten normen voor de overige kustgebieden, het benedenrivierengebied, het bovenrivierengebied en de onbedijkte Maas afgeleid.

Kader 3.2 Norm voor rivierverruiming

Voor verruiming van het winterbed geeft de *Wet op de waterkering* geen norm. Maar uit de norm voor de waterkering is wel af te leiden hoe groot het effect van de rivierverruiming moet zijn: door de rivierverruiming moet de waterstand zo ver dalen dat de bestaande waterkering weer voldoet aan de wettelijke norm. Een eventuele nieuwe waterkering (bijvoorbeeld bij dijkverlegging) moet uiteraard ook aan de wettelijke norm voldoen.

Beperkingen van de huidige normen

De huidige wettelijke normen zijn in de praktijk goed bruikbaar. Maar er kleven ook nadelen aan:

- De norm geeft de kans weer op het overschrijden van een zeer hoge waterstand, maar dat is niet hetzelfde als de kans op het bezwijken van een waterkering. Een waterkering kan ook door andere oorzaken dan hoge waterstanden falen, bijvoorbeeld door het optreden van piping (kwelstroom onder de dijk door) of menselijke fouten. Deze andere faalmechanismen worden overigens wel in beschouwing genomen bij het ontwerpen en het toetsen van de waterkering.

- De wettelijk norm geldt voor een dijkvak (dijktraject met uniforme eigenschappen en omstandigheden van enkele honderden tot duizenden meters) en niet voor een gehele dijkkring. Voor inwoners van een dijkkringgebied is het van belang te weten hoe groot de kans op een overstroming is. De locatie van de dijkdoorbraak is daarbij van minder groot belang.
- Bij het vaststellen van de huidige normen is rekening gehouden met de gevolgen, voor de meeste gebieden op kwalitatieve wijze. Sinds de vaststelling van de normen zijn de bevolkingsomvang en de economische waarde in heel Nederland sterk toegenomen. Het is daarom de vraag of de normen nu nog steeds in goede verhouding staan tot de mogelijke gevolgen.

Nieuwe ontwikkelingen

De Leidraad Grondslagen voor waterkeren onderscheidt vier benaderingen voor het afleiden van de veiligheidsnorm:

- 1 *Overschrijdingskansbenadering per dijkvak*
De norm is gegeven als een kans dat in een bepaald dijkvak een bepaalde waterstand overschreden wordt. In de *Wet op de waterkering* (artikel 3, lid 1) is deze benadering het uitgangspunt.
- 2 *Overschrijdingskansbenadering per dijkkringgebied*
De norm is gegeven als een kans dat op één of ander punt in de dijkkring een bepaalde waterstand overschreden wordt.
- 3 *Overstromingskansbenadering*
De norm is gegeven als een kans dat een dijkkringgebied getroffen wordt door een overstroming doordat de dijkkring op één of meerdere plaatsen faalt. De *Wet op de waterkering* (artikel 3, lid 2) biedt ruimte om deze benadering na een algemene maatregel van bestuur toe te passen.
- 4 *Overstromingsrisicobenadering*
De norm is uitgedrukt in een maat voor de combinatie van overstromingskans én de gevolgen van een overstroming.

Benadering 1 is tot nu toe in een groot deel van het rivierengebied toegepast (vooral in het bovenrivierengebied). Benadering 2, de overschrijdingskans van dijkringen, werd al aanbevolen in de oude leidraad voor het ontwerpen van rivierdijken in het benedenrivierengebied en in mindere mate ook in de leidraad voor het bovenrivierengebied. Hierbij wordt de wettelijk norm voor de overschrijdingskans per dijkvak gebruikt voor de gehele dijkkring. Zonder overige aanpassingen in de berekeningswijze resulteert dit in waterkeringen die iets zwaarder gedimensioneerd zijn dan volgens benadering 1. In het benedenrivierengebied zijn bij de toepassing van benadering 2 echter lagere sterkte-eisen gehanteerd voor het schade-mechanisme golfploop en golfoverslag. Dit is gedaan door te rekenen met een toelaatbaar golfoverslagdebiet in plaats van een maximaal toelaatbare golfploophoogte.

In de *Wet op de waterkering* is opgenomen dat de Minister iedere tien jaar rapporteert over de doeltreffendheid van de veiligheidsnorm. Hiermee biedt de wet ruimte om op den duur over te gaan op benadering 4.

Het project Veiligheid Nederland in Kaart heeft een verkenning uitgevoerd naar overstromingskansen van zestien dijkringen. In de komende jaren wordt de methode aangescherpt en ook op de andere dijkringen toegepast. Als de resultaten daarvan bekend zijn, wordt het mogelijk te besluiten of een norm afgeleid uit een overstromingskans wenselijk is. Een toekomstige versie van de Leidraad Rivieren zal mogelijk benadering 3 als basis hebben.

Deze Leidraad Rivieren neemt dezelfde benadering als uitgangspunt als de oude leidraden voor het boven- en benedenrivierengebied. Dit leidt tot de volgende aanpak voor ontwerp:

- eerst wordt de planperiode vastgesteld voor het ontwerp. Dit is in feite de optimale ontwerplevensduur. Hiervoor kan een (maatschappelijke) kosten-batenanalyse (M)KBA worden uitgevoerd, maar deze leidraad biedt daarvoor ook eenvoudig te hanteren planperiodes (zie Hoofdstuk 5). Uit het zichtjaar voor het ontwerp volgen de toe te passen randvoorwaarden (belastingen) en beheersmaatregelen;
- voor het ontwerp wordt minimaal benadering 1 (overschrijdingskansbenadering per dijkvak) gevolgd;
- meenemen van dijkringeffecten (benadering 2) is toegestaan voor dijkringen in Zuid-Holland waar in het verleden al op die wijze de keringen zijn gedimensioneerd of op grond van andere overwegingen is overgedimensioneerd (geen zwakkere schakels in een ketting aanbrengen).

Hoewel de Leidraad Rivieren alleen van toepassing is voor de primaire waterkeringen, geeft Kader 3.3 enige informatie over niet-primaire waterkeringen.

Kader 3.3 Niet-primaire waterkeringen

Tot de niet-primaire waterkeringen of regionale waterkeringen behoren onder meer de zogenaamde 'tweede waterkeringen', compartimenteringsdijken en boezemkaden. Deze waterkeringen kunnen in de toekomst mogelijk een functie krijgen voor het beperken van de risico's bij een overstrooming door buitenwater. Die functie kan bijvoorbeeld bestaan uit het beperken van het overstroomde gebied, aanvoer- en vluchtweg of beperking van de komberging bij dijkherstel. Voor niet-primaire waterkeringen bestaan nog geen wettelijke veiligheidsnormen. Het vaststellen van het veiligheidsniveau is de verantwoordelijkheid van de provincie. Als een compartimenteringsdijk een functie krijgt in de bescherming van een dijkkring tegen overstrooming, zal deze opgenomen moeten worden in het beheerplan, de legger en het beheerregister.

3.3 Toetsen en ontwerpen

In de *Wet op de waterkering* is opgenomen dat de waterkeringbeheerder iedere vijf jaar de waterkering moet toetsen. Het Voorschrift Toetsen op Veiligheid (VTV) (Ministerie van V&W, 2007-b) geeft in combinatie met de Hydraulische Randvoorwaarden de rekenregels voor de vijfjaarlijkse toetsing van de primaire waterkeringen. Deze rekenregels komen niet op alle punten overeen met de methoden voor het ontwerpen van waterkeringen zoals weergegeven in deze leidraad. Toetsen dient namelijk een ander doel dan ontwerpen. De belangrijkste verschillen tussen toetsen en ontwerpen zijn:

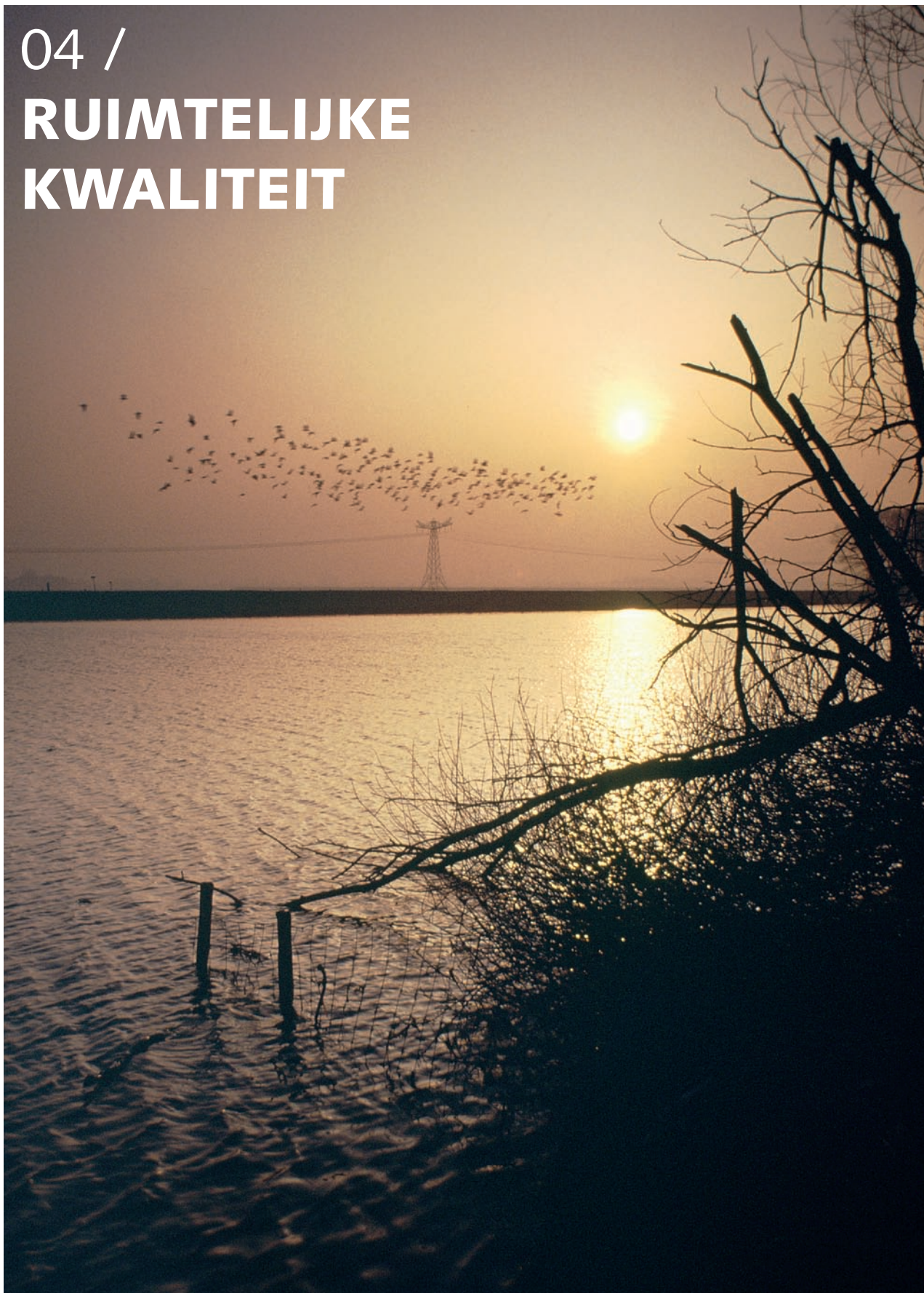
- Bij het ontwerpen wordt uitgegaan van een bepaalde levensduur, afgeleid uit de planperiode. Deze is in principe 50 jaar voor dijken en dammen en 100 jaar voor kunstwerken en beschermingsconstructies. Bij toetsen wordt beoordeeld of de bescherming tegen overstrooming tot de eerst volgende vijfjaarlijkse peildatum voldoende gewaarborgd is.
- Bij het ontwerp is nog niet precies bekend hoe sterk de waterkering in de praktijk zal zijn. Daarom wordt in het ontwerp gerekend met een onzekerheidsmarge voor de sterkte. Het ontwerp moet onder andere berekend zijn op zetting en klink gedurende de planperiode. Bij toetsen wordt de bescherming tegen overstromen beoordeeld aan de hand van de gegeven situatie.
- Bij toetsen wordt voor de belastingen uitgegaan van de randvoorwaarden uit het Randvoorwaardenboek. Voor ontwerpen dient rekening gehouden te worden met klimaatverandering gedurende de planperiode en de invloed daarvan op de belastingen. Voor

ontwerpen zijn dus randvoorwaarden nodig waarin de klimaatsverandering is verrekend; de toetsrandvoorwaarden zijn niet direct toepasbaar.

- Het ontwerp moeten rekening houden met veranderingen in de gebiedsinrichting gedurende de planperiode. Bij toetsen speelt dit geen rol.
- Een ontwerper gaat meestal uit van een blanco situatie en zoekt, rekening houdend met alle eisen en wensen, naar een financieel optimum over een langere periode voor de combinatie van aanleg en beheer en onderhoud. Bij toetsen wordt bepaald of de waterkering nog aan de eisen van het moment voldoet.
- Bij ontwerpen worden, naast de waterkerende functie, ook andere functies van de waterkering beschouwd. Toetsen richt zich uitsluitend op de waterkerende functie van de waterkering.

Omdat voor het waarborgen van de veiligheid niet alleen waterkeringen maar ook rivierversuiming ingezet wordt, zou het Voorschrift Toetsen op Veiligheid in de toekomst aangepast kunnen worden.

04 / RUIMTELIJKE KWALITEIT



Sfeerfoto van het Oude Maasje nabij Waspik, gezien naar de zuidelijke oever

04 /

RUIMTELIJKE KWALITEIT

In het rivierengebied spelen, naast de veilige afvoer van het rivierwater, ook andere maatschappelijke belangen. De samenleving vindt het van belang dat het rivierengebied mogelijkheden biedt voor gebruik én dat het landschap aantrekkelijk is, nu en in de toekomst. De kwaliteiten daarvoor worden samengevat met de term ruimtelijke kwaliteit. Behoud en verbetering van de ruimtelijke kwaliteit is vaak een tweede doelstelling bij het oplossen van een veiligheidsprobleem. De inzet op ruimtelijke kwaliteit heeft als doel het tot stand brengen van een aantrekkelijke en functionele leefomgeving, die ook in de toekomst zijn waarde behoudt.

4.1 Wetgeving en beleid

Hieronder zijn de belangrijkste wetten en beleidsdoelen op het gebied van ruimtelijke kwaliteit beschreven. Een deel van deze wetten en beleidsdoelen kan ook van toepassing zijn bij veiligheidsmaatregelen waarbij ruimtelijke kwaliteit geen expliciete doelstelling is. Bijlage 1 van deze leidraad en Grondslagen voor waterkeren geven een compleet overzicht van de wet- en regelgeving en de benodigde vergunningen.

Vogel- en Habitatrichtlijn

Grote delen van het rivierengebied zijn aangewezen als Speciale Beschermingszone in het kader van de Europese Vogel- en Habitatrichtlijn. Voor deze gebieden, die ook worden aangeduid als het Natura 2000-netwerk, zijn doelen vastgesteld voor de instandhouding van bepaalde vogelsoorten en habitattypen. Voor maatregelen die effect kunnen hebben op de instandhoudingsdoelen kunnen beperkingen gelden. Meestal is in ieder geval een toetsing noodzakelijk. De essentie van de richtlijnen is overgenomen in de *Natuurbeschermingswet* en de *Flora- en Faunawet*.

Europese Kaderrichtlijn Water

Het doel van de Kaderrichtlijn Water is om alle wateren in de EU in een goede toestand te brengen en te houden, zodat ook volgende generaties ervan kunnen profiteren. Het water moet daarvoor voldoen aan normen voor chemische stoffen en kenmerkende waterplanten en -dieren. De inrichting van de wateren moet daar goede voorwaarden voor bieden.

EU-Hoogwaterrichtlijn

Deze richtlijn schrijft voor dat de lidstaten elke zes jaar overstromingsrisicobeheersplannen moeten opstellen (zie ook paragraaf 3.1). De plannen moeten rekening houden met onder meer ruimtelijke ordening, natuurwaarden en toeristisch potentieel. De lidstaten mogen hier zelf een invulling aangeven, maar zij moeten in de rapportage aan Brussel wel duidelijk maken hoe deze elementen doorwerken in het hoogwaterbeleid. De overstromingsrisicobeheersplannen moeten afgestemd worden met de stroomgebiedbeheersplannen voor de Europese Kaderrichtlijn Water.

Wet op de Ruimtelijke Ordening

De *Wet op de Ruimtelijke Ordening* (WRO, 1962) vormt de basis voor de gemeentelijke bestemmingsplannen en de provinciale structuurschema's en streekplannen. Deze plannen en schema's geven aan welke functies of vormen van gebruik op een bepaalde plaats mogelijk zijn. Als andere functies of gebruiksvormen gewenst zijn, kan het noodzakelijk zijn om het bestemmingsplan of het streekplan aan te passen. Voor de bouw van constructies of inrichting van uiterwaarden kan een aanlegvergunning in het kader van het bestemmingsplan noodzakelijk zijn. Voor projecten langs de rivier waarvoor een bestemmingsplan moet worden gewijzigd, is in het kader van de *Wet op de Ruimtelijke Ordening* een Watertoetsprocedure vereist. In RIZA (2004) is de rol van de Regionale Diensten van Rijkswaterstaat in de Watertoets toegelicht. In 2006 hebben de Staten Generaal een nieuwe *Wet op de Ruimtelijke Ordening* aangenomen, die in 2008 in werking treedt.

Wet Milieubeheer

De *Wet milieubeheer* (1993) heeft als doel het waarborgen van een schoon milieu. Belangrijk instrument is de Milieueffectrapportage (MER) die de effecten van een ingreep of activiteit op het milieu in beeld brengt. Een MER is vrijwel altijd vereist bij planvorming van maatregelen voor de veiligheid in het rivierengebied. Paragraaf 6.1.2 gaat nader in op de m.e.r.-procedure.

Overige wetten

De *Wet bodembescherming* heeft onder meer als doel het voorkomen van verontreiniging van de bodem en het grondwater. De bodem van veel uiterwaarden is verontreinigd. Dat stelt beperkingen aan het verplaatsen van grond.

De *Monumentenwet* heeft als doel het behoud van de Nederlandse monumenten. In het rivierengebied vallen veel dijkhuizen en sommige steenfabrieken en voormalige verdedigingswerken onder de *Monumentenwet*. Ook archeologische waarden in de bodem en cultuurhistorische terreinen zoals terpen kunnen onder deze wet vallen. De *Monumentenwet* stamt uit 1988 en zal naar verwachting in 2007 worden gewijzigd als de *Wet op de archeologische monumentenzorg* (Wamz) van kracht wordt.

Nota Ruimte

De *Nota Ruimte, ruimte voor ontwikkeling* (Ministeries van VROM, LNV, VenW en EZ, 2004) geeft voor de periode tot 2030 richtlijnen voor de inrichting en het gebruik van de ruimte. Voor het rivierengebied geeft de Nota Ruimte de volgende doelstellingen:

- handhaving van de beschermingsniveaus uit de *Wet op de waterkering*;
- vergroting van de ruimtelijke diversiteit tussen de riviertakken;
- handhaving en versterking van het open karakter met de karakteristieke waterfronten;
- behoud en ontwikkeling van landschappelijke, ecologische, aardkundige en cultuurhistorische waarden en verbetering van de milieukwaliteit;
- versterking van de mogelijkheden van het gebruik van hoofdvaarwegen voor beroeps- en pleziervaart.

Natuurbeleidsplan

Het Natuurbeleidsplan (Ministerie LNV, 1990) geeft het beleid voor het behouden en versterken van natuurwaarden in Nederland. Het doel is om een samenhangend netwerk van natuurgebieden en verbindingzones te ontwikkelen, de zogenaamde Ecologische Hoofdstructuur (EHS). De rivieren, uiterwaarden en rivieroeveren vormen een belangrijk onderdeel van de EHS. Het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit kan op vrijwillige basis landbouwgebieden aankopen en inrichten als natuurgebieden. De inrichting is vaak te combineren met rivierverruiming.

Investeringsbudget Landelijk Gebied (ILG)

De verschillende subsidieregelingen die het Rijk nu nog heeft voor het landelijk gebied worden bij elkaar gevoegd tot één budget: ILG. Het Rijk sluit met iedere provincie een convenant af over de te bereiken doelen en de daarvoor benodigde hoeveelheid geld. De provincies realiseren die doelen samen met gemeenten, waterschappen en maatschappelijke organisaties. Het ILG leidt daarmee tot een nieuwe werkwijze en andere bestuurlijke verhoudingen.

4.2 Invulling begrip ruimtelijke kwaliteit

4.2.1 Ruimtelijke kwaliteit in het ontwerpproces

In een goed (integraal) ontwerpproces wordt ruimtelijke kwaliteit net als veiligheid in iedere fase meegenomen, op een evenwichtige manier. Kwaliteit is een subjectief begrip en is niet objectief meetbaar. De waardering van de ruimtelijke kwaliteit in de huidige toestand en de gewenste kwaliteit in de toekomst berust op het oordeel van personen. Het vaststellen van de ruimtelijke kwaliteit is voor ieder ontwerp maatwerk. Een gebiedseigen plan dat recht doet aan de regionale en lokale karakteristieken vormt daarvoor de basis. Dit plan moet een gemeenschappelijk plan zijn van de ontwerpers en de bestuurders en de bewoners uit de regio.

Het begrip ruimtelijke kwaliteit moet in een project vertaald worden in specifieke kwaliteiten van het gebied. Voor de planvorming worden de specifieke gebiedskwaliteiten benoemd en gewaardeerd. Vervolgens worden gemotiveerde keuzes gemaakt die in de ontwerpvoorwaarden worden vastgelegd. Vaak is dit een cyclische werkwijze, waarbij technische randvoorwaarden en ruimtelijke mogelijkheden met elkaar geïntegreerd worden.

Belangrijk is dat de initiatiefnemers en de streek overeenstemming bereiken over de waardering van de huidige en potentiële kwaliteiten van een gebied en het gewenste ontwerp van een maatregel. Integrale planvorming en openplanprocessen bieden de mogelijkheid om belangen, randvoorwaarden en wensen van verschillende partijen kenbaar te maken. Het projectteam en de vakdeskundigen hebben de rol om in dit proces te sturen en te adviseren.

4.2.2 Aspecten van ruimtelijke kwaliteit

Deze leidraad hanteert de volgende definitie van het verbeteren van de ruimtelijke kwaliteit:

'Het verbeteren van ruimtelijke kwaliteit is het streven naar een aantrekkelijke en functionele leefomgeving, die ook in de toekomst van waarde is.'

Ruimtelijke kwaliteit heeft dus te maken met functioneel, aantrekkelijk en duurzaam.

Vaak worden hiervoor de termen gebruikskwaliteit, belevingskwaliteit en toekomstwaarde gebruikt:

- De gebruikskwaliteit is hoog als de ruimte op een veilige en doelmatige wijze gebruikt kan worden voor verschillende functies en deze functies elkaar niet hinderen en elkaar zo mogelijk versterken;
- De belevingskwaliteit is hoog als in de leefomgeving sprake is van herkenbaarheid, diversiteit, ruimtelijke variatie, menselijke maat, aanwezigheid van karakteristieke kenmerken (identiteit) en afleesbaarheid van (cultuur)historie en schoonheid;
- De toekomstkwaliteit is hoog als het gebied geschikt is voor nieuwe gebruiksvormen en nieuwe culturele en economische betekenissen. Duurzaamheid, biodiversiteit, robuustheid, aanpasbaarheid en flexibiliteit in de tijd zijn belangrijke kenmerken van een hoge toekomstkwaliteit.

Per project moeten de onderdelen van de ruimtelijke kwaliteit worden geïnventariseerd en ingevuld. Tabel 4.1 geeft voorbeelden van een invulling van de begrippen ruimtelijke kwaliteit.

Tabel 4.1 Aspecten ruimtelijke kwaliteit (voorbeelden)

Aspecten	Ruimtelijke kwaliteit		
	gebruikskwaliteit	belevingskwaliteit	toekomstkwaliteit
wonen	wonen in winterbed	aanblik bebouwing	blijvend veilig
werken	landbouw, industrie	...	...
recreatie	waterrecreatie	...	...
verkeer & vervoer	transportas	...	...
natuur	Ecologische Hoofdstructuur	unieke natuur	...
landschap	...	oeverlanden, dijken, samenhang met binnendijks gebied	...
cultuurhistorie	...	kenmerken van menselijke activiteit uit verleden	...

In overleg met de belanghebbenden wordt vastgesteld welke aspecten van ruimtelijke kwaliteit worden meegenomen in het ontwerp. Het kan bijvoorbeeld gaan om:

- *Wonen*
Wonen in het winterbed van de rivier is beperkt tot enkele locaties. Naast de dorpen en steden aan de rivieren staan verspreid langs de dijken van de Rijntakken woonhuizen. Langs de onbedijkte Maas zijn woningen tegen overstromingen beschermd door kaden.
- *Werken*
Beroepsvaart en visserij zijn de belangrijkste vormen van bedrijvigheid op de rivier zelf. In de uiterwaarden langs de rivier zijn landbouw, delfstoffenwinning, steen- en betonproductie en scheepsbouw de belangrijkste bedrijfstakken.
- *Recreatie*
Het rivierengebied is een belangrijk recreatiegebied. Zowel watergebonden als landgebonden vormen van recreatie zijn van belang.

- *Verkeer en vervoer*

De rivier is een hoofdtransportas binnen het Nederlandse vervoerstelsel. De Rijn is zelfs één van de drukst bevaren rivieren ter wereld. Op en langs de dijken liggen veelal lokale verbindingswegen. In de uiterwaarden liggen uitsluitend lokale ontsluitingswegen. Rond de grotere kernen is er veelal sprake van een concentratie van wegen, bruggen en spoorverbindingen.

- *Natuur*

Voor de ontwikkeling van de Ecologische Hoofdstructuur worden veel natuurontwikkelingsprojecten in het rivierengebied uitgevoerd. In veel gevallen worden oude geomorfologische patronen in het winterbed gevolgd, zoals strangen.

- *Landschap*

Dijken zijn sterk bepalend in het rivierenlandschap. Het geheel van dijken, water, oeverlanden, uiterwaarden en bebouwing vormt een uniek landschap met een hoge beleevingswaarde dat overigens van plaats tot plaats een verschillend beeld oplevert. Ook de samenhang met het binnendijkse gebied is hierbij van belang.

- *Cultureel erfgoed*

Het rivierengebied is rijk aan cultuurhistorie. Hieronder vallen alle sporen uit het verleden die verwijzen naar menselijke activiteit. Onderverdeling vindt meestal plaats in vier categorieën:

- aardkundige structuren;
- archeologische sporen (bijvoorbeeld potscherven en resten van nederzettingen aanwezig in de grond).;
- historisch geografische structuren (bijvoorbeeld oude wegen, historische steden en dorpen);
- historisch bouwkundige elementen (bijvoorbeeld karakteristieke woonhuizen en boerderijen, molens, kastelen en forten, gebouwen met monumentale status).

Het Technisch Rapport Ruimtelijke Kwaliteit (TRRK; ENW, 2007-c) geeft een nadere uitwerking van de manier waarop ruimtelijke kwaliteit invulling kan krijgen in projecten.

05 / ROBUUST ONTWERPEN



De stuw in de Neder-Rijn bij Driel

05 / ROBUUST ONTWERPEN

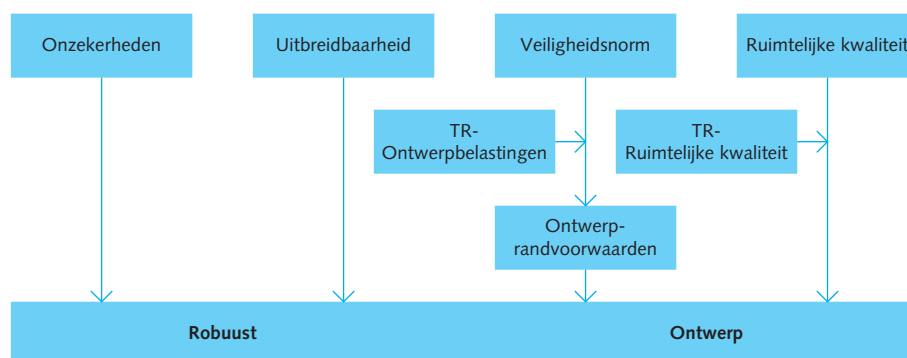
De Nederlandse samenleving en het landschap veranderen voortdurend en het tempo van die veranderingen lijkt steeds hoger te worden. Ook fysische omstandigheden veranderen, zoals de mogelijke toename van rivierafvoeren bij extreem hoogwater. Inschattingen van het verloop van deze veranderingen zijn omgeven met onzekerheden. Een goed ontwerp van een dijkversterking of een rivierverruimende maatregel is voldoende 'robuust' om dit soort veranderingen op te vangen.

5.1 Definitie

In deze leidraad wordt de volgende definitie van goed (robuust) ontwerpen gebruikt:

'Goed (robuust) ontwerpen betekent: in het ontwerp rekening houden met toekomstige ontwikkelingen en onzekerheden, zodat het uitgevoerde ontwerp tijdens de planperiode blijft functioneren zonder dat ingrijpende en kostbare aanpassingen noodzakelijk zijn, en dat het ontwerp uitbreidbaar is indien dat economisch verantwoord is.'

Figuur 5.1 Robuust ontwerpen



Figuur 5.1 geeft aan met welke aspecten rekening moet worden gehouden om te komen tot een robuust ontwerp. De term 'robuust' is vooral verbonden aan de aspecten onzekerheden en uitbreidbaarheid. De veiligheidsnormen zijn wettelijk bepaald en in het aspect ruimtelijke kwaliteit zijn vooral regionale en lokale omstandigheden bepalend.

5.2 Aspecten van robuust ontwerpen

5.2.1 Optimale veiligheid per dijkkring (maatschappelijk kader)

Een ontwerp moet passen binnen het algemeen geldende maatschappelijke kader. Het huidige kader is het veiligheidsniveau (de norm) dat is vastgelegd in de *Wet op de waterkering*. In de wet is opgenomen dat de norm periodiek geëvalueerd moet worden: *'Onze Minister zendt elke tien jaar aan de beide Kamers der Staten-Generaal een verslag over de doeltreffendheid en de effecten van de [in de wet] aangegeven veiligheidsnorm'*. Deze evaluatie biedt de mogelijkheid om over te gaan van een optimaal veiligheidsniveau per dijkvak (de huidige aanpak) naar een optimaal veiligheidsniveau per dijkkring. De afweging daarover vindt op een hoger aggregatieniveau plaats dan het ontwerp van een individuele dijk(versterking) of een individueel rivierverruimingsproject, waarvoor deze leidraad bedoeld is. Daarom wordt de wettelijke norm als uitgangspunt voor het ontwerp gehanteerd.

5.2.2 Planperiode

Met de wettelijke veiligheidsnorm als basis is de volgende stap het bepalen van de planperiode voor het uit te voeren ontwerp. Tabel 5.1 geeft een overzicht van de gebruikelijke planperiodes voor enkele veel voorkomende maatregelen.

Tabel 5.1 Gebruikelijke planperiodes voor verschillende maatregelen

Situatie (beoogd project)	Gebruikelijke planperiode
rivierverruiming	50 jaar
aanpassing / aanleg groene dijk	50 jaar
aanpassing / aanleg dijk in stedelijk gebied	100 jaar
aanpassing / aanleg kunstwerk	100 jaar

De lange planperiodes voor kunstwerken en dijken in een stedelijke omgeving hangen samen met de lastige uitbreidbaarheid van deze maatregelen. In feite worden dijken en kunstwerken in dergelijke gebieden voor twee perioden uitgevoerd. De planperiodes in deze tabel vormen het uitgangspunt voor het ontwerp. Afwijken van deze waarden is alleen te overwegen als daar goede argumenten voor zijn, bijvoorbeeld:

- De vaste kosten van het project zijn betrekkelijk laag en de variabele kosten nemen onevenredig toe wanneer voor de gehele planperiode voorzieningen worden getroffen. In dat geval kan een kortere planperiode wenselijk zijn.
- De vaste kosten van verdere verbetering na de planperiode zullen onevenredig veel hoger zijn dan de extra kosten die nu gemaakt moeten worden om alvast in deze verdere verbetering te voorzien. In dat geval kan een langere planperiode wenselijk zijn.
- Het treffen van voorzieningen voor de gehele planperiode leidt tot onevenredig grote maatschappelijke weerstand. In dat geval kan een kortere planperiode wenselijk zijn (voor het beperken van de weerstand op korte termijn) of juist een langere (voor het beperken van de weerstand op lange termijn).

De optimale planperiode kan in dergelijke gevallen tot stand komen door op kleine schaal een lokale of regionale kosteneffectiviteitanalyse uit te voeren voor verschillende alternatieven.

5.2.3 Ontwerpbelastingen

Voor de primaire waterkeringen in Nederland worden elke vijf jaar de Hydraulische Randvoorwaarden vastgesteld voor de wettelijke vijfjaarlijkse toetsing van de waterkeringen. Deze randvoorwaarden worden per locatie vertaald in toetsbelastingen. De toetsbelastingen kunnen iedere vijf jaar veranderen en zijn daarom niet geschikt voor het ontwerp van een maatregel. Het ontwerp moet tenslotte gedurende de gehele planperiode aan de norm blijven voldoen.

Om er zeker van te zijn dat het ontwerp aan het eind van de planperiode nog (net) aan de norm voldoet, wordt het ontwerp op de ontwerpbelasting gebaseerd. De ontwerpbelasting is: *de verwachte toetsbelasting aan het eind van de planperiode plus een toeslag voor onzekerheden*⁷. Deze toeslag kan tijdens de planperiode nodig zijn als onzekere ontwikkelingen nadeliger uitvallen dan verwacht. In het TROB is gedetailleerd beschreven hoe de ontwerpbelastingen berekend moeten worden. Voor de toeslag wordt verwezen naar paragraaf 2.2.2 van Deel 3.

De toeslag is niet opgenomen in het Voorschrift Toetsen op Veiligheid. Zo ontstaat een verschil tussen ontwerpisen en toetseisen. Hiermee is te voorkomen dat een nieuw ontwerp al snel na realisatie wordt afgekeurd bij de toetsing omdat de belasting zich anders heeft ontwikkeld dan verwacht.

5.2.4 Ruimtelijke kwaliteit

Een dijkversterkingsproject of een rivierverruimingsproject heeft in het algemeen als belangrijke nevendoelstelling de verbetering van de ruimtelijke kwaliteit. Een goed (robuust) ontwerp houdt rekening met optimalisatie van de ruimtelijke kwaliteit gedurende de gehele planperiode en met de mogelijkheden voor verdere verbetering in de planperiode daarna. Hoe ruimtelijke kwaliteit een plaats kan krijgen in het totale ontwerpproces is beschreven in het TRRK.

5.2.5 Verschil tussen waterkeringen en ruimtelijke maatregelen

Robuust ontwerpen is van belang bij zowel dijkversterkingen als rivierverruimingsprojecten. Voor dijkversterkingen kunnen robuuste ontwerpbelastingen worden vastgesteld per deelproject. Bij rivierverruiming ligt dat anders omdat dergelijke maatregelen de hydraulische omstandigheden in een groot traject kunnen beïnvloeden en daarom op een hoger aggregatieniveau moeten worden vastgesteld. Een toeslag op de maatgevende hoogwaterstand, zoals bij waterkeringen moet worden toegepast, zou bij rivierverruiming resulteren in het vergroten van de taakstelling en dat is bij individuele projecten niet mogelijk. De basisprincipes van robuust ontwerpen zijn bij individuele rivierverruimingsprojecten echter wel toepasbaar. Zo is het ook bij een rivierverruimingsproject noodzakelijk rekening te houden met onzekerheden die te maken hebben met het project, zoals de onzekerheid in de benodigde diepte van een nevengeul of de onzekerheid van de hydraulische ruwheid in de verruimde uiterwaarden.

De verdere uitwerking van robuust ontwerpen is hieronder toegespitst op dijkversterkingsprojecten.

⁷ Dit betekent dat een ontwerp niet gedimensioneerd wordt met de verwachtingswaarde (μ) als randvoorwaarde, maar met de verwachtingswaarde plus een toeslag voor de standaard afwijking ($\mu + x \cdot \sigma$). In andere woorden: rekenen met de 'ontwerpwaarde' of 'karakteristieke waarde' i.p.v. met de verwachtingswaarde.

5.3 Beschrijving van onzekerheden

Een robuust ontwerp moet in voldoende mate rekening houden met onzekerheden in toekomstige ontwikkelingen, zonder de onzekerheden op elkaar te stapelen en daarmee 'veiligheid op veiligheid' te creëren.

In de huidige ontwerppraktijk (2007) worden onzekerheden vaak impliciet meegenomen door een extra marge te hanteren, via een veiligheidsfactor of een toeslag. Ook wordt vaak een probabilistische aanpak gevolgd, waarin de relevante onzekerheden via onzekerheidsverdelingen worden gekwantificeerd en met elkaar gecombineerd. Centraal idee achter beide benaderingen is dat het gerealiseerde ontwerp niet direct hoeft te worden afgekeurd als één van de onzekerheden 'werkelijkheid' wordt.

Twee categorieën van onzekerheden zijn van belang bij het ontwerp: onzekerheden in de hydraulische belastingen en onzekerheden in de sterkte van waterkeringen.

5.3.1 Onzekerheden in de hydraulische belastingen

Onzekerheden in de hydraulische belastingen zitten in de volgende parameters:

- rivierafvoer;
- zee- of meerwaterstand;
- wind (richting en snelheid);
- stormvloedkering.

In het TROB is de schematisatie van deze parameters opgenomen voor de deelgebieden bovenrivieren, benedenrivieren en IJssel- en Vechtdelta.

5.3.2 Onzekerheden in de sterkte van waterkeringen

Ook de geologische laagopbouw en de daarmee samenhangende geohydrologische en geotechnische eigenschappen (sterkte, stijfheid en erosiebestendigheid) zijn omgeven met onzekerheden. In het Technisch Rapport Waterkerende Grondconstructies en het Addendum daarbij (ENW, 2007-b) is beschreven hoe in het ontwerp moet worden omgegaan met onzekerheden in de sterkteparameters. Voor het mechanisme 'macro-instabiliteit buitentalud' representeren bijvoorbeeld de schematiseringfactoren, de modelfactoren en de materiaalfactoren samen de onzekerheden in de stabiliteit.

5.3.3 Nadere detaillering van onzekerheden

Een goed ontwerp is voldoende berekend op tegenvallers in de planperiode. Deze tegenvallers zijn vooraf niet bekend, maar vaak is het wel mogelijk de kans in te schatten dat ze optreden. Tegenvallers kunnen optreden in:

- 1 kennisonzekerheid in onder andere:
 - de afvoeren;
 - lokale waterstanden, vanwege onzekerheid in:
 - de ruwheid;
 - de geometrie van het verruimde bed;
 - de afvoerverdeling op de splitsingspunten.
 - duur van extreme zeewaterstanden;
 - (rest)sterkte, stijfheids- en erosiegedrag;
 - laagopbouw, geohydrologische en geotechnische eigenschappen.

- 2 modelonzekerheid in onder andere:
 - extreme waarden kansverdelingen voor afvoeren en windsnelheden;
 - bepaling van waterstanden (gegeven de rivierafvoer);
 - bepaling van golfhoogten;
 - bepaling van statistische grondeigenschappen.
- 3 onzekerheid in de effecten van klimaatverandering.

Deze onzekerheden moeten worden meegenomen bij het bepalen van de faalkans van de kering. Onzekerheden die betrekking hebben op de waterstand worden omgerekend naar waterstandonzekerheden. De afzonderlijke waterstandonzekerheden worden gesommeerd volgens de foutenvoortplantingswet. De totale onzekerheid in de waterstand die daaruit volgt, moet voor een deel aan de standzekerheid (hoogte, sterkte, stijfheid) van de kering worden toegevoegd.

5.4 Uitbreidbaarheid

Er moet altijd rekening mee worden gehouden dat in de toekomst een 'zwaarder' ontwerp voor de waterkering nodig is. Redenen voor een zwaarder ontwerp kunnen bijvoorbeeld versnelde klimaatsverandering, scherpere normen of nieuwe inzichten zijn. Het is maatschappelijk ongewenst dat het oorspronkelijke ontwerp deze verzwarende onmogelijk of onevenredig duur maakt. Voor een goed (robuust) ontwerp is het nodig te onderzoeken of het economisch en maatschappelijk aantrekkelijk is het ontwerp zo uit te voeren dat het in de toekomst gemakkelijk uit te breiden is om aan de zwaardere eisen te voldoen. De ontwerper mag alleen afwijken van een uitbreidbaar ontwerp als daar zwaarwegende argumenten voor zijn, bijvoorbeeld als de kosten van een uitbreidbaar ontwerp onevenredig hoog zijn in vergelijking met een niet uitbreidbaar ontwerp. Het doel van een uitbreidbaar ontwerp is immers om met een relatief geringe investering een grote maatschappelijke besparing in de toekomst te bereiken. Een redelijke maat voor de uitbreidbaarheid is, dat de toekomstige uitbreiding dezelfde orde van grootte heeft als de huidige dijkversterking. Uiteraard moet deze maat per project goed worden onderbouwd ten behoeve van de motivatie van het uitbreidbare ontwerp. Daarbij moeten kosten en maatschappelijke aspecten (zoals belangen van derden) aan de orde komen.

Rekening houden met uitbreidbaarheid heeft gevolgen voor het dijkversterkingsproces:

- Naast het dijkversterkingsplan moet ook het mogelijke toekomstige dijkversterkingsproject tijdens de inspraak over het dijkversterkingsproject afzonderlijk aan de orde komen. De omvang van de mogelijke toekomstige dijkversterking hangt af van de grootte van de onzekerheden, waarbij ook rekening wordt gehouden met een aanscherping van de veiligheidsnorm.
- Aan het eind van de inspraak moet een besluit worden genomen over de realisatie van de dijkversterking én over doorwerking van de mogelijk toekomstige dijkversterking in het vergunningenbeleid van de beheerder (keur) en de gemeente (bestemmingsplan).
- Als de mogelijk toekomstige dijkversterking niet uitvoerbaar of aanvaardbaar is, dan is het voorgestelde ontwerp niet voldoende robuust. In dat geval is aanpassing van het ontwerp nodig, tenzij dat op economische gronden onverantwoord is.

5.5 Eisen voor robuust ontwerpen

Voor dijkversterkingen in het rivierengebied gelden samenvattend de volgende eisen aan een robuust ontwerp:

- 1 Bij het berekenen van de maatgevende hoogwaterstand en de duur ervan wordt rekening gehouden met de verwachte toename van de rivierafvoer en de verwachte toename van de zeewaterstanden als gevolg van klimaatverandering gedurende de planperiode. Standaard wordt hiervoor het middenscenario gehanteerd. Is het ontwerp niet uitbreidbaar, dan wordt het extreme scenario gehanteerd. Zie voor de invulling hiervan het TROB.
- 2 De dijk wordt ontworpen op de ontwerpwaterstand (zie ook Deel 3): de maatgevende hoogwaterstand aan het einde van de planperiode plus een toeslag van 0,3 m. Als maat voor de toeslag is de spreiding rond de ontwerpwaterstand genomen (orde van grootte 0,3 m). Deze toeslag is mede bedoeld om onzekerheden in de waterstanden op te vangen. De kering moet bij alle faalmechanismen berekend zijn op de maatgevende hoogwaterstand plus de toeslag van 0,3 m.
- 3 Een ontwerp moet in principe uitbreidbaar zijn. De ontwerper mag alleen afwijken van een uitbreidbaar ontwerp als daar zwaarwegende argumenten voor zijn, bijvoorbeeld als de kosten van een uitbreidbaar ontwerp onevenredig hoog zijn in vergelijking met een niet uitbreidbaar ontwerp. Een redelijke maat voor de uitbreidbaarheid is dat de toekomstige uitbreiding dezelfde orde van grootte heeft als de huidige dijkversterking.

Deze eisen zijn in Deel 3 van deze leidraad verder uitgewerkt.

06 / HET PROCES VAN IDEE TOT UITVOERING EN BEHEER



Een sportvisser op de linker oever van het Zwarte Water ten noorden van de brug bij Hasselt

06 /

HET PROCES VAN IDEE TOT UITVOERING EN BEHEER

Tijdens een project voor dijkversterking of rivierversuiming moeten meestal meerdere procedures doorlopen worden, bijvoorbeeld voor de financiering, de vergunningverlening of de m.e.r.-procedure. Deze procedures kunnen elkaar deels overlappen. Iedere procedure vereist bepaalde informatie of bepaalde handelingen. Het is van belang om het project zo te organiseren dat die informatie en handelingen op het juiste moment te leveren zijn. Dit hoofdstuk gaat in op enkele veel voorkomende procedures en de fasering en organisatie van een project. Ook komen aandachtspunten voor de aanbesteding aan bod.

6.1 Procedures

6.1.1 Coördinatie binnen het stroomgebied

De EU-Hoogwaterrichtlijn verplicht de lidstaten iedere zes jaar overstromingsrisicobeheersplannen te maken per stroomgebied en deze plannen te coördineren met landen die in hetzelfde internationale stroomgebied liggen. Maatregelen moeten passen in een overkoepelend plan voor het gehele stroomgebied. De lidstaten moeten in hun rapportages aan de Europese Commissie helder beschrijven hoe afstemming met relevante waterbeheerders plaatsvindt. Na de implementatie van de richtlijn zal Nederland besluiten of daarvoor aanvullende procedures nodig zijn.

6.1.2 M.e.r.-procedure

Voor veel voorgenomen ingrepen is het verplicht om een procedure voor milieueffectrapportage (m.e.r.) te doorlopen. De m.e.r.-procedure is bijvoorbeeld verplicht bij wijziging of uitbreiding van een rivierdijk van 5 km of langer, aanleg van primaire waterkeringen, inrichtingsprojecten in uiterwaarden waarbij een grote hoeveelheid grond wordt verzet (grondoppervlak meer dan 100 ha), grote (minstens 500 ha) landinrichtingen met functiewijziging, grote (minstens 500.000 m³) en alle klasse 3 of 4 baggerspeciedepots, of bij afwijking van het streek- of bestemmingsplan. In de gewijzigde *Wet milieubeheer* en het aangepaste Besluit MER staat precies omschreven in welke gevallen een m.e.r. verplicht is. De m.e.r.-

procedure mag ook vrijwillig worden gevolgd om bijvoorbeeld de kwaliteit van het besluit te borgen en het proces te stroomlijnen.

De m.e.r.-procedure is altijd gekoppeld aan een wettelijk besluit, zoals een vergunning of een bestemmingsplanwijziging. Welke instantie bevoegd gezag voor de procedure is, hangt af van het soort besluit. De procedure resulteert in een milieueffectrapport (MER), opgesteld door de initiatiefnemer van de ingreep. Het MER moet de besluitvormer voldoende inzicht geven in de milieueffecten van de ingreep. De m.e.r.-procedure moet doorlopen zijn voordat het definitieve besluit over de ingreep plaatsvindt. Deze procedure is ook van toepassing als de initiatiefnemer ook de besluitvormer is.

De m.e.r.-procedure bestaat uit de volgende stappen:

- 1 Startnotitie;
- 2 Inspraak en advies;
- 3 Richtlijnen van de Commissie m.e.r.;
- 4 Richtlijnen Bevoegd Gezag;
- 5 Milieueffectrapport (MER);
- 6 Aanvaarding;
- 7 Publicatie milieueffectrapport en aanvraag of ontwerpbesluit;
- 8 Inspraak, advisering en openbare zitting;
- 9 Toetsing en advies door de Commissie m.e.r.;
- 10 Besluit over de activiteit;
- 11 Evaluatie van de milieugevolgen.

De meeste stappen zijn verbonden aan wettelijke termijnen. De stappen zijn nader toegelicht in bijlage 3.

Als de EU-Hoogwaterrichtlijn van kracht wordt (zie paragraaf 3.1) moet consultatie van belanghebbenden plaatsvinden over de zesjaarlijkse overstromingsrisicobeheersplannen, waarin ook maatregelen staan voor het overstromingsrisicobeheer. Deze consultatie moet afgestemd worden met de inspraak over afzonderlijke maatregelen die plaatsvindt als onderdeel van m.e.r.-procedures.

6.1.3 Vergunningen

De aard en omvang van de ingreep bepalen welke vergunningen, ontheffingen en toestemmingen nodig zijn. Bijlage 1 geeft een overzicht van de wetten en vereiste vergunningen bij ingrepen in het rivierengebied. Zeker als meerdere vergunningen nodig zijn, is het opstellen van een vergunningsbeheerssysteem van groot belang om zicht te houden op de voortgang van de vergunningverlening. Door vergunningen zoveel mogelijk tegelijkertijd aan te vragen wordt het proces overzichtelijker en efficiënter.

Voor de vergunningaanvraag zijn ontwerptekeningen van de ingrepen nodig en resultaten van onderzoeken naar bijvoorbeeld veranderingen in waterstromen, belastingen op constructies, gevolgen voor scheepvaart, omvang van ontgroningen, kwaliteit van de afgegraven grond en effecten op de ruimtelijke kwaliteit. Als het om grotere ingrepen gaat, kan een m.e.r.-procedure vereist zijn voor de vergunningverlening (paragraaf 6.1.2).

Een volledig beeld van de benodigde vergunningen ontstaat pas als de exacte omvang van de ingreep en de uitvoeringswijze zijn vastgesteld. Maar al snel zal duidelijk zijn wat de belangrijkste vergunningen zijn. Dat geeft over het algemeen een goed beeld van de benodigde informatie voor de besluitvorming.

Kader 6.1 Stappenplan vergunningen

- Controleer of voor het project een m.e.r.-plicht of m.e.r.-beoordeling van toepassing is;
- Vraag indien nodig zo snel mogelijk ontheffing voor de *Flora- en faunawet* aan;
- Onderzoek of sprake is van verontreinigde grond;
- Organiseer een workshop waarin duidelijk wordt welke vergunningen, ontheffingen, toestemmingen en dergelijke nodig zijn en wie de bevoegde gezagen daarvoor zijn;
- Maak een overzicht van alle aan te vragen vergunningen en koppel zo mogelijk de procedures;
- Bewaak de voortgang en de doorlooptijden van de vergunningaanvragen.

6.1.4 SNIP

Projecten die (deels) door het Ministerie van Verkeer en Waterstaat gefinancierd worden, moeten een zogenaamde SNIP-procedure doorlopen. SNIP staat voor Spelregels voor Natte Infrastructuurprojecten (zie ook DWW, 2004). De spelregels gelden sinds 2002 voor alle projecten die gefinancierd worden door het Ministerie van Verkeer en Waterstaat. De procedure heeft als doel om heldere besluitvorming en kostenbewuste bedrijfsvoering te waarborgen, zodat de staatssecretaris op een transparante manier verantwoording kan afleggen aan de Tweede Kamer.

Ten behoeve van de besluitvorming is de methode Overzicht Effecten Infrastructuur (OEI) voor SNIP-projecten ontwikkeld, waarmee een consistent en integraal overzicht van (economische) effecten van SNIP-projecten kan worden opgesteld. De SNIP-effectentabel (Woening, 2007) kan worden ingevuld met behulp van de Werkwijzer OEI bij SNIP (RIZA, 2007). Een effectentabel is verplicht als de geraamde projectomvang van een SNIP-project groter is dan € 25 miljoen of wanneer de bewindspersoon daartoe besluit. Een effectentabel is niet verplicht voor de volgende projecten:

- Pilot-projecten, projecten die via subsidieregelingen gefinancierd worden (met uitzondering van het Hoogwaterbeschermingsprogramma of HWBP) en grote onderhoudsprojecten in het SNIP zijn uitgezonderd van de verplichting.
- Projecten die vallen onder het HWBP, de PKB Ruimte voor de Rivier of het Programma Waterbodemsanering zijn uitgesloten van de verplichting in de verkenningfase.
- Projecten die vallen onder de PKB Ruimte voor de Rivier zijn vooralsnog uitgesloten van de verplichting in de planstudiefase.⁸

De SNIP bestaat uit zeven beslismomenten (Figuur 6.1). In SNIP is ook beschreven wat de taken, verantwoordelijkheden en bevoegdheden van het Directoraat Generaal Rijkswaterstaat (DG-RWS) en het Directoraat Generaal Water (DG-W) zijn en op welke momenten de staatssecretaris betrokken moet worden.

Onderdeel van SNIP zijn de verplichte PRI-ramingen (PRI betekent Project Raming Infrastructuur). In een PRI-raming worden de projectrisico's vertaald in een bandbreedte. Voor de risicoanalyse en inventarisatie van risicobeperkende maatregelen wordt veelal de RISMAN-systematiek gevolgd. Informatie over RISMAN is te krijgen bij het Kennisnetwerk Risicomanagement RISNET (<http://www.risman.nl/>). De baten en kosten van het project komen via OEI samen en leveren beslisinformatie ten behoeve van de SNIP-beslismomenten 2, 2A en 3.

⁸ Dit houdt verband met de economische analyse die ten grondslag heeft gelegen aan het (samenhangende) maatregelenpakket van de PKB RvdR. Echter, in 2007 wordt voor twee PKB-projecten in de planstudiefase wel een OEI bij de SNIP-analyse uitgevoerd als pilot-studie.

Kader 6.2 Beslismomenten SNIP bij een dijkversterkingsproject

Voorbeeld voor de invulling van de beslismomenten van SNIP bij een dijkversterkingsproject:

- *SNIP 1 (Intakebeslissing):*
De staatssecretaris van V en W stuurt de Landelijke Rapportage Toetsing aan de Tweede Kamer;
- *SNIP 2 (Opdracht planstudie):*
De staatssecretaris van V en W neemt de versterkingsmaatregel op in het Hoogwaterbeschermingsprogramma, op basis van een voorlopige raming;
- *SNIP 2A (Variantkeuze):*
Gedeputeerde Staten aanvaarden het MER en leggen dit ter visie;
- *SNIP 3 (Projectbeslissing):*
Het Algemeen Bestuur van het waterschap stelt het dijkversterkingsplan vast en zendt dit ter goedkeuring aan Gedeputeerde Staten;
- *SNIP 4 (Vorbereidingsbeslissing uitvoering):*
De staatssecretaris van V en W neemt de versterkingsmaatregel op in het Hoogwaterbeschermingsprogramma, op basis van definitieve raming;
- *SNIP 5 (Uitvoeringsbeslissing):*
Het Dagelijks Bestuur van het waterschap start de aanbestedingsprocedure;
- *SNIP 6 (Opleveringsbeslissing):*
Het Dagelijks Bestuur van het waterschap ondertekent het proces verbaal van overdracht voor het uitgevoerde werk.

Figuur 6.1 SNIP-fasering

Fase	Verkenningenfase		Planstudie		Realisatiefase		
Beslismomenten	Intakebeslissing	Opdracht planstudie	Variantkeuze	Projectbeslissing	Vorbereidingsbeslissing uitvoering	Uitvoeringsbeslissing	Opleveringsbeslissing
No	SNIP 1	SNIP 2	SNIP 2A	SNIP 3	SNIP 4	SNIP 5	SNIP 6

6.1.5 Spelregelkader Hoogwaterbeschermingsprogramma

De staatssecretaris van Verkeer en Waterstaat stelt jaarlijks een Hoogwaterbeschermingsprogramma vast. In dit programma staan projecten die nodig zijn voor de verbetering van dijkvakken die bij de vijfjaarlijkse toetsing zijn afgekeurd. De projecten moeten ertoe leiden dat de afgekeurde dijkvakken weer aan de wettelijke norm voor de veiligheid voldoen. Het programma bevat projecten die voor rijksfinanciering in aanmerking komen. Maatregelen voor beheer en onderhoud staan niet in dit programma.

Voor de besluitvorming over de projecten uit het Hoogwaterbeschermingsprogramma hebben het Ministerie van Verkeer en Waterstaat, de Unie van Waterschappen en het Interprovinciaal Overleg (IPO) het Spelregelkader Hoogwaterbeschermingsprogramma opgesteld (Ministerie van V&W, 2006).

Het Spelregelkader Hoogwaterbeschermingsprogramma is van toepassing op alle projecten voor aanleg, versterking en verlegging van primaire waterkeringen zoals bedoeld in de *Wet op de waterkering*. Het Spelregelkader kent vijf fasen die aansluiten bij de fasen van SNIP. Per fase is aangegeven wat de beslismomenten zijn, welke informatie beschikbaar moet zijn en wie bevoegd is om de beslissing te nemen.

6.2 Projectfasering

Een project voor hoogwaterbescherming in het rivierengebied doorloopt de volgende fasen:

- probleemverkenning;
 - visievorming;
 - ontwerp;
 - realisatie;
 - beheer en onderhoud.
- } planvorming

De fasen probleemverkenning, visievorming en ontwerp vormen samen de planvormingsfase. Hieronder zijn de projectfasen kort toegelicht. Voor iedere projectfase is aangegeven welke fasen van de procedures voor de m.e.r., de vergunningen, SNIP en het Spelregelkader Hoogwaterbeschermingsprogramma van toepassing zijn. De samenhang tussen de projectfasen en de procedures is ook weergegeven in Figuur 6.2. Die figuur geeft ook een indicatie van de doorlooptijd van de verschillende fasen. De doorlooptijd kan vooral lang worden door:

- procedures met inspraak (zoals aanvullingen MER);
- onteigeningsprocedures en grondaankopen;
- reacties van financiers en bevoegd gezag op de plannen;
- de verandering van binnendijks gebied in buitendijks gebied;
- de benodigde tijd voor werkzaamheden aan kabels en leidingen;
- maken van het bestek (kan voor grote projecten wel een jaar vergen).

Deel 2 van deze leidraad gaat dieper in op de probleemverkenning, de visievorming en het ontwerpproces. De delen 3 en 4 gaan dieper in op het daadwerkelijke ontwerpen van maatregelen en op fasen van realisatie en beheer en onderhoud. Het TRRK geeft methoden en hulpmiddelen om de mogelijkheden voor het verbeteren van de ruimtelijke kwaliteit te integreren met de technische oplossingen. Op die manier kan een ontwerp tot stand komen dat voldoet aan opgaven voor zowel de veiligheid als de ruimtelijke kwaliteit.

Probleemverkenning

Het project start met de probleemverkenning. Het doel van deze fase is om het probleem en het hele speelveld van mogelijke oplossingen/oplossingsrichtingen in beeld te brengen. Deze analyses geven de eerste aanzet voor het programma van eisen en wensen. De projectfase van probleemverkenning komt overeen met de verkenningfase van SNIP. In de SNIP-verkenning wordt een bestuurlijk-juridische paragraaf opgenomen die onder meer ingaat op de m.e.r.-plicht.

Voor de projecten die in het Hoogwaterbeschermingsprogramma staan geldt de toetsing als probleemverkenning. Voor deze projecten kan de planstudie uit de SNIP-fasering starten. Voor de projecten die zijn opgenomen in de PKB Ruimte voor de Rivier is de verkenning al afgerond en planstudiefase begonnen.

Visievorming

De visie vormt de schakel tussen de probleemverkenning en het ontwerp. In de visie worden de resultaten uit de probleemverkenning vertaald in een gewenst resultaat voor veiligheid en ruimtelijke kwaliteit. De oplossingsrichtingen uit de probleemverkenning worden in deze fase omgezet in alternatieven die in de ontwerpfase verder worden uitgewerkt.

De visievorming kan van start gaan nadat de tweede SNIP-beslissing is genomen: de opdrachtverlening voor de planstudie. De visie bevat voor een groot deel dezelfde informatie als de startnotitie van de m.e.r.-procedure. De visie kan onderdeel van de startnotitie zijn of in een apart document uitgebracht worden.

Ontwerp

Als de visie is vastgesteld, gaat het ontwerpproces van start. Onderdelen van het ontwerpproces zijn het opstellen van het programma van eisen en wensen en het beoordelingskader, het verder ontwikkelen van alternatieven en de keuze van een definitief plan. Het is mogelijk om een aantal stappen over te laten aan de aannemer, bijvoorbeeld via een 'design & construct' contract.

Tijdens de ontwerpfase worden twee SNIP-beslissingen genomen: de variantkeuzebeslissing en de projectbeslissing. De minister geeft daarmee aan dat hij of zij het project in principe wil uitvoeren en reserveert daarvoor een taakstellend projectbudget. Na de projectbeslissing worden de benodigde vergunningen en het MER bij het bevoegd gezag ingediend.

Realisatie

In de realisatiefase wordt het definitieve plan uit de ontwerpfase gerealiseerd. Vaak is het nodig om grond te verwerven of procedures voor het afhandelen van schade aan derden te doorlopen voordat de uitvoering van start kan gaan.

De start van de realisatiefase valt samen met de vierde SNIP-beslissing, de voorbereidingsbeslissing. Met deze beslissing geeft de DG van Rijkswaterstaat toestemming om te beginnen met de voorbereiding van de uitvoering. Tijdens de voorbereiding vinden alle werkzaamheden plaats die nodig zijn voor de uitvoering. De vijfde SNIP-beslissing (uitvoeringsbeslissing) geeft het startsein voor de aanbesteding en de daadwerkelijke uitvoering. De oplevering van het project wordt formeel afgesloten met een opleveringsbesluit. Als de realisatiefase van start gaat, gaat de laatste fase van de m.e.r.-procedure in. In deze fase vindt evaluatie plaats van milieueffecten die optreden tijdens de uitvoering en in de periode daarna.

Beheer en onderhoud

Als het project is opgeleverd moet de beheerder ervoor zorgen dat de waterkering of het ingerichte gebied zijn functies kan blijven vervullen. In deze fase vinden het dagelijkse beheer plaats, de wettelijke toetsing van waterkeringen en monitoring van doelstellingen. De wettelijke toetsing heeft alleen betrekking op dijken, niet op rivierverruimingsprojecten. Als uit de toetsing blijkt dat een dijk niet voldoet, kan de oorzaak ook zijn dat een rivierverruimingsproject in de omgeving onvoldoende resultaat oplevert.

Figuur 6.2 Projectfasen en besismomenten MER, SNIP en Spelregelkader Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP)

	Rivierprojecten in het algemeen	M.e.r. procedure	SNIP momenten	HWBP-stappen	Gemiddelde doorlooptijd
Verkenning	Probleemverkenning	Beoordeling m.e.r.-plicht	SNIP 1: Intakebeslissing	stap 4: opname in HWBP	12 maanden
		Opstellen verkenningen-rapport	SNIP 2: Opdracht plan-studie		
Planstudie	Visievorming	Opstellen startnotitie m.e.r.			9 maanden
	Ontwerp - PvE&V - Gegevensverzameling - Alternatieven - Beoordeling alternatieven - Keuze voorkeurs-alternatief - Opstellen definitief plan - Overdracht realisatie en beheer	Inspraak, advies, richtlijnen m.e.r.			3 maanden
		Opstellen MER			12-36 maanden
			SNIP 2A: Variantkeuzebeslissing		
		Indienen MER en ontwerpbestemmingsplan advies, toetsing MER etc.	SNIP 3: Projectbeslissing	stap 6: projectbesluit	9 maanden
				stap 8: definitief subsidie-plafond	
			SNIP 4: Voorbereidingsbeslissing		
Realisatie	Realisatie		SNIP 5: Uitvoeringsbeslissing		24-60 maanden
			SNIP 6: Opleveringsbeslissing		
Beheer	Beheer en Onderhoud				Levensduur

6.3 Organisatie van het proces

In de fase van probleemverkenning ontstaat een beeld van de partijen die bij het project betrokken zijn. Daarbij wordt vastgesteld wat de aard van de betrokkenheid is (actief of passief, adviserend of besluitvormend) en op welke wijze communicatie plaatsvindt. Procedures of vergunningen kunnen de betrokkenheid van bepaalde partijen verplicht stellen. De projectorganisatie moet zo ingericht worden dat de rollen van de partijen helder zijn en dat de partijen hun bijdrage op efficiënte wijze kunnen inbrengen. Een voorbeeld van een projectorganisatie staat in kader 6.3.

Het is noodzakelijk om alle betrokken partijen vanaf de start van het project te betrekken. Ook de Europese Hoogwaterrichtlijn schrijft dit voor. Op die manier kan het project ook beter inspelen op wensen en ideeën uit de omgeving. Dat verbetert doorgaans de kwaliteit van het project en het draagvlak. Hieronder staat een overzicht van partijen die betrokken kunnen zijn (in volgorde van internationaal naar lokaal).

Kader 6.3 Voorbeeld van een projectorganisatie

De *stuurgroep* wordt geformeerd door de Initiatiefnemer (opdrachtgever) en bestaat uit bestuurlijke vertegenwoordigers van de opdrachtgever van het project en de meest betrokken partners. De stuurgroep adviseert de opdrachtgever over te nemen besluiten. Als het project onderdeel is van een landinrichtingsproject vervult de landinrichtingscommissie vaak de rol van de stuurgroep.

De *projectgroep* (of ambtelijke begeleidingsgroep) bestaat veelal uit ambtelijke vertegenwoordigers van de partijen die in de stuurgroep vertegenwoordigd zijn. De projectgroep adviseert over de projectaanpak en het overleg van de stuurgroep.

De *adviesgroep* of *klankbordgroep* bestaat uit belanghebbenden zoals bewoners, milieu-federatie of de historische vereniging. De adviesgroep wordt gedurende het project regelmatig geïnformeerd en om een mening gevraagd.

De *werkgroepen* voeren het inhoudelijke werk van het project uit.

Internationale organen

Europese Commissie

De Europese Commissie is verantwoordelijk voor het uitgeven en handhaven van de Europese wetgeving en richtlijnen (bijvoorbeeld de Vogel- en Habitatrichtlijn en Kaderrichtlijn Water). Daarnaast speelt de Europese commissie vaak de rol van subsidieverlener.

Internationale Rijncommissie en Internationale Maascommissie

Deze commissies hebben actieplannen opgesteld voor onder meer het verbeteren van de bescherming tegen hoogwater. De deelnemers zijn de Rijnsoeverstaten en de Maassoeverstaten. De commissies zorgen ook afstemming van de stroomgebiedbeheerplannen die de afzonderlijke landen opstellen voor de Kaderrichtlijn Water.

Rijksoverheid

Ministerie van Verkeer & Waterstaat (V&W)

De minister stelt op advies van Rijkswaterstaat de Hydraulische Randvoorwaarden vast. Uit de randvoorwaarden volgt het toetspeil dat de waterkeringen moeten kunnen keren. Binnen het ministerie is DG Water verantwoordelijk voor het waterbeleid. DG Rijkswaterstaat is het uitvoerende orgaan van het ministerie. DG Water of DG Rijkswaterstaat kunnen vergunningverlener of bevoegd gezag zijn voor onder meer de *Wet op de waterkering*, de *Wet beheer Rijkswaterstaatswerken* en de *Wet verontreiniging oppervlaktewater*. De diensten van Rijkswaterstaat zijn beheerder van de rivieren en in veel gevallen initiatiefnemer voor ingrepen zoals rivierverruiming. Rijkswaterstaat is namens het ministerie oppertoezicht-houder op de waterkeringen. Ook beheert Rijkswaterstaat een aantal waterkeringen. Het operationele beheer van de meeste waterkeringen wordt echter uitgevoerd door de waterschappen.

Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Voedselkwaliteit (LNV)

Dit ministerie is onder meer verantwoordelijk voor landbouwbeleid en de realisatie van de Ecologische Hoofdstructuur. Het ministerie is medefinancier van projecten in de uiterwaarden en vergunningverlener voor onder meer de *Flora- en Faunawet* en de *Natuur-beschermingswet*. Daarnaast is het ministerie verantwoordelijk voor de aanwijzing van Vogelrichtlijn- en de Habitatrichtlijngebieden. De Dienst Landelijk Gebied (DLG) treedt vaak op als initiatiefnemer bij natuurontwikkelingsprojecten. Staatsbosbeheer beheert veel natuurgebieden in uiterwaarden.

Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (VROM)

Het Ministerie van VROM is verantwoordelijk voor het landelijke beleid over ruimtelijke ordening, ruimtelijke kwaliteit en milieu. Het ministerie formuleert onder meer beleid voor het omgaan met verontreinigde grondstromen.

Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap (OCW)

Het Ministerie van OCW is verantwoordelijk voor het beleid over monumenten en vergunningverlening in het kader van de Monumentenwet. De Rijksdienst voor Archeologie, Cultuurlandschap en Monumenten is verantwoordelijk voor archeologische monumenten, voor bouwhistorische monumenten en stads- en dorpgezichten. Van belang is verder het Europese Verdrag van Valetta (Malta) van 1992 over bescherming van archeologisch erfgoed.

Regionale en lokale overheden*Provincies*

De provincie houdt onder meer toezicht op de waterkeringstaak van de waterschappen. De provincie moet conform de *Wet op de waterkering* goedkeuring verlenen aan verbeteringsplannen voor primaire waterkeringen. De provincie stuurt de ruimtelijke ordening door het opstellen van streekplannen, die het kader zijn voor gemeentelijke bestemmingsplannen. De provincie is vergunningverlener voor ontgrondingen, bodemsaneringen en grondwateronttrekkingen.

Waterschappen

Waterschappen zijn beheerder van veel regionale wateren en de meeste primaire waterkeringen in het rivierengebied. Waterschappen zullen bij dijkprojecten vaak als initiatiefnemer optreden. Bij rivierprojecten vormen waterschappen een belangrijke partij als belanghebbende in verband met effecten op toetspeilen en het waterkerend vermogen van de dijken en effecten op de binnendijkse waterhuishouding.

Gemeenten

Gemeenten treden in sommige gevallen op als initiatiefnemer en trekker van rivier- of dijkenprojecten. Gemeenten spelen ook een belangrijke rol bij vergunningverlening in het kader van bestemmingsplannen of wijziging van bestemmingsplannen. Rivierprojecten raken bovendien vaak aan andere belangen die gemeenten behartigen, zoals recreatie en verkeer.

Maatschappelijke organisaties

Veel maatschappelijke organisaties treden op als belangenbehartiger van bepaalde waarden, functies of gebruikers. Per project moeten de relevante organisaties geïnventariseerd worden. Agrarische bedrijven zijn georganiseerd in de Land en Tuinbouworganisatie (LTO). Ook natuurbeschermingsorganisaties vormen een belangrijke groep. In sommige gevallen nemen dergelijke organisaties ook het terreinbeheer voor hun rekening. Lokale groepen beschikken vaak over een schat aan gebiedskennis. Andere relevante belangengroepen kunnen bijvoorbeeld bewonersverenigingen, recreatieve verenigingen of cultuurhistorische verenigingen zijn.

Overige gebruikers

Tot de overige gebruikers van het gebied behoren bewoners en lokale bedrijven die niet in groter verband georganiseerd zijn. Lokale bedrijven zijn bijvoorbeeld landbouwbedrijven, scheepswerven, beton- en steenfabrikanten en zandwinningsbedrijven.

6.4 Marktbenadering

Tot voor kort werd de uitvoering van een project uitbesteed op basis van de gedetailleerde technische specificatie Rationalisatie en Automatisering in de Grond-, Water- en Wegenbouw (RAW). De marktbenadering verandert door wijzigingen van het inkoopbeleid bij onder meer Rijkswaterstaat en onder druk van Europese regelgeving. Geïntegreerde uitbestedingen zoals 'design & construct' of 'turnkey' en publiek-private samenwerking (PPS) stellen andere eisen aan de wijze waarop de markt ingeschakeld wordt. Ook de komst van de Uniforme Administratieve Voorwaarden voor Geïntegreerde Contracten (UAV-GC 2000/2004) en het Aanbestedingsreglement Werken (ARW 2004) stellen nieuwe eisen aan de marktbenadering.

Het Centrum voor Regelgeving en Onderzoek in de Grond-, Water- en Wegenbouw (CROW) heeft verschillende contractvormen in beeld gebracht (Tabel 6.1).

Tabel 6.1 Overzicht contractvormen door de CROW

Traditioneel samenwerkingsconcept				(meerjaren) Onderhouds- raamconcept	Geïntegreerd samenwerkingsconcept	
Bouwfases	Regie	UAV/RAW	Bouwteam	Raamcontract	Design & construct	Turnkey
Initiatief						
Onderzoek						
Definitie						
Programma van Eisen						OG/ON
Voorlopig plan					OG/ON	
Definitief plan				OG/ON		
Uitvoeringsplan						
Werkvoorbereiding						
Uitvoering						
Onderhoud				OG/ON	OG/ON	OG/ON
Administratief kader						
Aanbesteding	UAR ¹	UAR ¹	UARgc ³	UARgc ³	UARgc ³	UARgc ³
Uitvoering/realisatie	UAV ²	UAV ²	RVOI ⁵ /DNR ⁶ / UAV ²	Toepassingsgebied UAVgc ⁴		

(bron: Model Basisovereenkomst & UAV-GC (CROW, 2000).

■ Verantwoordelijkheid Opdrachtgever (OG)
■ Verantwoordelijkheid Opdrachtnemer (ON)

¹ UAR= Uniform Aanbestedings Reglement

² UAV= Uniforme Administratieve Voorwaarden

³ UARgc= Uniform Aanbestedings Reglement voor geïntegreerde contracten

⁴ UAVgc= Uniforme Administratieve Voorwaarden voor geïntegreerde contracten

⁵ RVOI= Regeling voor de Verhouding tussen Opdrachtgever en adviserend ingenieursbureau.

⁶ DNR= De Nieuwe Regeling. Op 17 januari 2005 hebben ONRI (Organisatie van Advies en Ingenieursbureaus) en BNA (Bond van Nederlandse Architecten) De Nieuwe Regeling 2005 geïntroduceerd: algemene branchevoorwaarden voor ingenieurs- en architectenbureaus. De DNR 2005 betekent een nieuwe fase in de contractvorming en verstandhouding met opdrachtgevers. De DNR is de 'opvolger' van de RVOI. De RVOI blijft echter ook nog bestaan.

Geïntegreerde uitbestedingen maken het noodzakelijk om in een zeer vroeg stadium van het project te besluiten welke werkzaamheden integraal worden uitbesteed en welke vorm deze uitbesteding krijgt. De afweging begint al in de planvormingfase en is bepalend voor de wijze waarop het project wordt uitgewerkt. Het risicoprofiel van de uitbesteding bepaalt in belangrijke mate de marktbenadering. Zijn de risico's onaanvaardbaar hoog dan is het raadzaam de markt in een latere fase van het project te benaderen.



DEEL 2 / VERKENNING EN ONTWERPPROCES



INHOUDSOPGAVE

1	Inleiding	87
1.1	Doel en doelgroep	88
1.2	Leeswijzer	89
2	Probleemverkenning	91
2.1	Doel van de probleemverkenning	92
2.2	Veiligheidsanalyse	93
2.2.1	Dijkaanleg of -versterking	93
2.2.2	Rivierverruiming	94
2.3	Ruimtelijke analyse	95
2.4	Procesanalyse	95
3	Visievorming	99
3.1	Doel van de visievorming	100
3.2	Inhoud van de visie	101
3.3	Stappenplan	101
4	Ontwerpproces	105
4.1	Programma van eisen	106
4.1.1	Veiligheid	107
4.1.2	Ruimtelijke kwaliteit	107
4.1.3	Materiaalgebruik	109
4.1.4	Uitvoering	109
4.1.5	Beheer en onderhoud	109
4.1.6	Kosten	110
4.2	Beoordelingskader	110
4.3	Gegevensverzameling en -analyse	110
4.4	Alternatieven afwegen	112
4.4.1	Ontwikkeling alternatieven	112
4.4.2	Beoordeling van de alternatieven	113
4.4.3	Voorkeursalternatief en voorontwerp	115
4.5	Definitief plan en vergunningaanvragen	115
4.6	Beheerplan	117
4.7	Overdracht naar realisatie	117

5	Beoordelingskader	119
5.1	Doel	120
5.2	Opzet van het beoordelingskader	121
5.3	Overzicht van veelgebruikte thema's	122
5.4	Omgaan met de resultaten	127

Figuren

Figuur 5.1	Het opstellen van een beoordelingskader	122
------------	---	-----

Tabellen

Tabel 4.1	Veiligheid: eisen ontwerp	107
Tabel 4.2	Ruimtelijke kwaliteit: eisen en wensen ontwerp	108
Tabel 4.3	Beheer en onderhoud: eisen en wensen	110
Tabel 4.4	Benodigde gegevens dijkversterkingen en rivierverruiming	111
Tabel 4.5	Voorbeeld van een effectentabel	114
Tabel 4.6	Voorbeeld procedurestappen bij dijkversterking	116
Tabel 5.1	Voorbeeld invulling beoordelingskader	123

Kaders

Kader 1.1	Opzet van de Leidraad Rivieren	89
Kader 2.1	Voorbeeld veiligheidsanalyse waterkering	94
Kader 5.1	Rivierkundige beoordeling van rivierverruimende projecten	124
Kader 5.2	Accentverschillen boven- en benedenrivieren	126

01 / INLEIDING



Een uiterwaard langs de Lek nabij Schoonhoven

01 / INLEIDING

De bescherming tegen overstromingen in het rivierengebied moet voldoen aan bepaalde wettelijke normen. De Leidraad Rivieren geeft richtlijnen voor het verkennen, ontwerpen, uitvoeren en beheren van beschermende maatregelen. De beschermende maatregelen kunnen bestaan uit de versterking of de aanleg van waterkeringen en uit maatregelen die het rivierbed verruimen.

1.1 Doel en doelgroep

Deel 2 van de Leidraad Rivieren geeft projectleiders en ontwerpers van dijkversterkings- of rivierverruimingsprojecten informatie over de benodigde activiteiten en producten in de fasen van probleemverkenning, visievorming en ontwerp. In deze fasen wordt stap voor stap toegewerkt naar een definitief ontwerp dat uitgevoerd kan worden. Ook bevat Deel 2 informatie over het opstellen van het beoordelingskader dat in verschillende projectfasen wordt gebruikt. In Deel 3 en 4 van de Leidraad Rivieren staan de technische details van het ontwerp van een rivierdijk en een rivierverruimingsproject.

Deel 1 Algemeen

- basiskennis over het rivierengebied
- wetgeving en beleid over veiligheid en ruimtelijke kwaliteit
- projectorganisatie

Deel 2 Verkenning en Ontwerpproces

- probleemverkenning
- visievorming
- ontwerpproces
- beoordelingskader

Deel 3 Rivierdijken – van vormgeving naar beheer

- vormgeving waterkeringen
- realisatie
- beheer en onderhoud

Deel 4 Rivierverruiming – van vormgeving naar beheer

- ontwerp- en beoordelingscriteria per thema
- ontwerpcriteria per maatregel
- realisatie
- beheer en onderhoud

1.2 Leeswijzer

In dit deel komen in drie afzonderlijk hoofdstukken de projectfasen probleemverkenning, visievorming en ontwerpproces aan bod. Deze fasen volgen elkaar in een project op. De activiteiten tot en met het opstellen van oplossingsrichting in de visievorming worden daarbij doorgaans cyclisch doorlopen. Per fase wordt ingegaan op aspecten die te maken hebben met veiligheid en de ruimtelijke kwaliteit en de processtappen tot en met het definitieve plan. Ruimtelijke kwaliteit wordt op hoofdlijnen behandeld. Een nadere uitwerking staat in het Technisch Rapport Ruimtelijke Kwaliteit (TRRK; ENW, 2007-c). Het laatste hoofdstuk gaat over het opstellen van een beoordelingskader.

02 / **PROBLEEM- VERKENNING**



Noodreparaties van de dijk bij Ochten tijdens extreem hoogwater op de Waal

02 /

PROBLEEM- VERKENNING

Uit de beoordeling van riviertrajecten en de bijbehorende dijkringen kan blijken dat de bescherming tegen overstromingen onvoldoende gewaarborgd is. Als maatregelen noodzakelijk zijn vanwege een veiligheidsprobleem, ontstaat vaak maatschappelijke meerwaarde als ook ruimtelijke verbeteringen tot stand komen. De probleemverkenning is de eerste fase van projecten waarin de maatregelen worden uitgewerkt.

2.1 Doel van de probleemverkenning

De probleemverkenning heeft als doel om het hele scala van problemen en kansen, wensen, oplossingen en betrokken partijen in beeld te brengen. De probleemverkenning geeft inzicht in de omvang en de reikwijdte van het project: de op te lossen veiligheidsproblemen, de gewenste verbetering van de ruimtelijke kwaliteit en de aard van het proces. De probleemverkenning bestaat uit:

- *Veiligheidsanalyse*
Hiermee wordt de grootte van het veiligheidsprobleem vastgesteld.
- *Ruimtelijke analyse*
Deze analyse levert een overzicht op van de opvattingen over de ruimtelijke kwaliteit van het betreffende gebied, uitgewerkt in gebruikskwaliteit, belevingskwaliteit en toekomstkwaliteit voor alle functies (landbouw, recreatie, wonen, natuur, werken, etc). Ook wordt de invloed van maatregelen op de ruimtelijke kwaliteit verkend.
- *Procesanalyse*
Deze analyse brengt de rol en invloed van betrokken partijen, procedures en benodigde vergunningen in beeld. Ook geeft de procesanalyse aan op welke wijze de markt benaderd kan worden voor de realisatie van het definitieve plan.

Deze analyses worden hieronder toegelicht. Na de probleemverkenning moet er voldoende inzicht zijn in wat ontworpen moet worden en hoe dit dient te gebeuren.

2.2 Veiligheidsanalyse

De veiligheidsanalyse geeft inzicht in de aard en de omvang van het veiligheidsprobleem. Onderdeel hiervan vormt een systeemanalyse van het gebied die inzicht geeft in de meest bedreigende situaties, inclusief de faalmechanismen en de bijbehorende belastingen voor de dijken. Dit vereist kennis over het gebied en de ondergrond. Ook moet in dit stadium al worden nagedacht over toekomstige ontwikkelingen in het gebied, klimaatverandering en onzekerheden.

2.2.1 Dijk aanleg of -versterking

In het geval van een dijkversterkings- of dijk aanlegproject worden de resultaten van de vijf-jaarlijkse toetsing, die verplicht is volgens de *Wet op de waterkering*, meestal als basis voor de veiligheidsanalyse gebruikt. Toetsing vindt plaats aan de hand van het Voorschrift Toetsen op Veiligheid (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2007-b). Veranderingen in de toestand van de rivier, de rivierdijken of de Hydraulische Randvoorwaarden kunnen ertoe leiden dat de veiligheid onvoldoende is. Uit de toetsing blijkt door welke faalmechanismen de waterkering niet voldoet. De maatregelen moeten ertoe leiden dat dit wordt opgelost. Het Technisch Rapport Ontwerpbelastingen voor het rivierengebied (TROB; ENW, 2007-a), geeft een korte toelichting op de faalmechanismen.

Aangeraden wordt om ook te analyseren hoe de belastingen zich in de toekomst zullen ontwikkelen onder invloed van bijvoorbeeld klimaatverandering (relatieve zeespiegelrijzing en hogere rivierafvoeren). Deze informatie is van belang om te komen tot een robuust ontwerp (zie Deel 1, hoofdstuk 5 Robuust Ontwerpen).

De veiligheidsanalyse moet inzicht geven in de zettingen die in de planperiode zullen optreden (zie TROB). Vaak is technisch onderzoek nodig naar onder meer de sterkte-eigenschappen van de waterkering, de ondergrond en de hydraulische belastingen. Als gekozen wordt voor een nieuwe dijk, besteedt de veiligheidsanalyse ook aandacht aan het globale tracé van de nieuwe waterkering. Een schets van het dwarsprofiel van de nieuwe dijk geeft, samen met het globale tracé, een indicatie van de ruimte die nodig is voor de dijk aanleg of -versterking. De afmetingen van de dijk moeten op basis van ervaring in dat specifieke gebied worden geschat. De veiligheidsanalyse geeft ook inzicht in de eventuele invloed van de dijk aanleg of -versterking op het doorstroomprofiel van de rivier.

Kader 2.1 Voorbeeld veiligheidsanalyse waterkering

Voor een project voor verbetering van de waterkering wordt in de veiligheidsanalyse vastgesteld welke trajecten niet voldoen aan de gestelde veiligheidsnormen. Dit is onderbouwd met technisch onderzoek. Met tabellen en figuren kan voor elk deel van het traject weergegeven worden op welke faalmechanismen de dijk onvoldoende scoort. In het onderstaande voorbeeld blijkt dat de dijk over de gehele dijktrajecten 1 en 2 verbeterd moet worden.

Faalmechanismen	Dijktraject 1			Dijktraject 2			Dijktraject 3	
	dp 1*	dp 2	dp 3	dp 4	dp 5	dp 6	dp 7	dp 8
overall	X	X	X	X	X	X	X	X
onvoldoende erosiebestendigheid binnentalud								X
onvoldoende erosiebestendigheid buitentalud		X		X		X		
bebouwing: vloer/kelder onvoldoende		X	X			X	X	
onvoldoende stabiliteit binnen	X	X	X	X	X	X	X	X
onvoldoende stabiliteit buiten		X	X		X	X	X	
onvoldoende score voor piping				X	X			X
onvoldoende hoogte			X	X				

* dp = dijkpaalnummer

☒ traject voldoet niet aan dit criterium

2.2.2 Rivierverruiming

In geval van rivierverruiming start de veiligheidsanalyse met de vaststelling van de taakstelling. De taakstelling wordt doorgaans beschreven als de waterstanddaling die op een bepaalde plaats of in een bepaald traject gerealiseerd moet worden om te voldoen aan het wettelijk vastgestelde beschermingsniveau. In de Planologische Kernbeslissing Ruimte voor de Rivier (PKB-MER) is deze taakstelling voor de korte (2015) en lange termijn vastgesteld. Voor iedere maatregel in het pakket voor de korte termijn is vastgesteld hoe groot de bijdrage aan de taakstelling minimaal moet zijn (Ministerie van V&W, Ministerie van VROM en Ministerie van LNV, 2006). Robuust ontwerpen is ook voor rivierverruimingsmaatregelen het uitgangspunt (zie Deel 1, hoofdstuk 5). Hiervoor moeten de meest recente inzichten worden geraadpleegd. Belangrijke keuzes zijn de te hanteren klimaatscenario's en de planperiode. Het TROB gaat in op het omgaan met klimaatscenario's. De keuze van de planperiode hangt onder meer af van het ruimtegebruik en maatschappelijke ontwikkelingen in de omgeving (zie Deel 1, hoofdstuk 5).

De veiligheidsanalyse geeft ook inzicht in mogelijke oplossingen voor rivierverruiming en de eventuele consequenties voor de belasting op de dijken. Naast reeds uitgevoerde verkennende studies kunnen vuistregels, analytische modellen of hydraulische modellen de basis voor de veiligheidsanalyse leveren. Mogelijke vuistregels komen aan bod in Deel 4 van de Leidraad Rivieren. De volgende vragen moeten in ieder geval beantwoord kunnen worden:

- 1 Welke waterstanddaling is ongeveer te realiseren in dit project en hoe verhoudt die zich tot de taakstelling?
- 2 Wat is de invloed van boven- of benedenstrooms gelegen verruimingsmaatregelen op het project en andersom?
- 3 Blijft de stabiliteit van bestaande dijken en kunstwerken gewaarborgd bij de verlaging van de uiterwaard?

Als een combinatie van maatregelen wordt beschouwd, kunnen de effecten van de maatregelen in deze fase als eerste schatting bij elkaar opgeteld worden. In een latere fase moet met modelberekeningen bepaald worden of de maatregelen elkaar beïnvloeden.

2.3 Ruimtelijke analyse

De ruimtelijke analyse moet informatie opleveren die nodig is voor het benoemen van de regionale en lokale kwaliteiten van het projectgebied en omgeving en voor het vaststellen van de positieve of negatieve invloed die mogelijke maatregelen daarop kunnen hebben. Deze informatie vormt ook de basis voor eventuele compenserende maatregelen. Bij verbetering van de ruimtelijke kwaliteit wordt gestreefd naar een aantrekkelijke en functionele leefomgeving, die ook in de toekomst van waarde is. Ruimtelijke kwaliteit wordt daarbij uitgedrukt in gebruikskwaliteit, belevingskwaliteit en toekomstkwaliteit van de aanwezige functies (zie Deel 1, hoofdstuk 4). Vaak is het wenselijk om de samenhang tussen functies te vergroten (bijvoorbeeld tussen natuur en recreatie), de verschijningsvorm te verbeteren (geen ontsierende bebouwing in landelijk gebied) en karakteristieke kenmerken van gebieden te versterken. In combinatie met de veiligheidsanalyse, brengt de ruimtelijke analyse het gehele speelveld voor de plannen in beeld. Het TRRK beschrijft de methode voor het waarborgen van ruimtelijke kwaliteit in het ontwerpproces en geeft hulpmiddelen voor het uitvoeren van de ruimtelijke analyse.

Schetsen van de mogelijke maatregelen en de omgeving kunnen de knelpunten en kansen voor ruimtelijke verbeteringen helder maken. Deze kansen en knelpunten bepalen mede welke partijen betrokken zijn bij het project (zie paragraaf 2.4). In geval van rivierverruiming is natuurontwikkeling vaak het grootste onderdeel van de gewenste verandering van de ruimtelijke kwaliteit. In geval van dijkversterkingen of nieuwe dijken hebben wensen op het gebied van ruimtelijke kwaliteit voornamelijk betrekking op de ligging, inpassing en beleving van landschap, infrastructuur, wonen en recreatie.

2.4 Procesanalyse

Het doel van de procesanalyse is om een beeld te krijgen van de actoren en belanghebbenden in een gebied, de maatschappelijke invloeden, de gewenste werkwijze en communicatie, de projectorganisatie en het tijdspad. Hiervoor is inzicht nodig in de noodzakelijke procedures en vergunningen, betrokken partijen, mogelijke alternatieven en de wijze van aanbesteding. Door al in de fase van de probleemverkenning een overzicht op te stellen van deze onderdelen, kan tijdig actie worden ondernomen om informatie en handelingen op het juiste moment te leveren. Deel 1 (hoofdstuk 6) bevat een beschrijving van veelvoorkomende procedures en vergunningen, fasering en organisatie van een project en aandachtspunten voor aanbesteding. Hieronder is beschreven welke activiteiten tijdens de probleemverkenning nodig zijn als onderdeel van de procesanalyse. De procesanalyse levert de eerste contouren van de projectorganisatie op.

Procedures en vergunningen

Tijdens de probleemverkenning worden de benodigde procedures en vergunningen via een quick scan geïnventariseerd. Bijlage 1 geeft een overzicht van de huidige wetten en vereiste vergunningen bij ingrepen in het rivierengebied. Het is aan te bevelen om te inventariseren welke partij (opdrachtgever of opdrachtnemer) welke vergunningen op welk moment moet aanvragen. Vaak zit veel tijd tussen aanvraag en verlening van vergunningen. Door dit te verwerken in een spoorboekje wordt duidelijk welke vergunningen op het kritieke pad liggen. Een spoorboekje maakt ook duidelijk of een gecoördineerde vergunningprocedure zinvol is. De *Wet op de waterkering* legt de bevoegdheid voor bevordering van een gecoördineerde voorbereiding van de benodigde besluiten bij Gedeputeerde Staten.

Tijdens de procesanalyse wordt ook vastgesteld of een m.e.r.-procedure nodig is. De noodzaak hangt onder meer af van de lengte van het dijktraject of de hoeveelheid te vergraven grond. Een m.e.r.-procedure is voor rivierverruimingsprojecten vrijwel altijd nodig.

Omgevingsanalyse

Bij een project in het rivierengebied spelen verschillende partijen (actoren) een rol. Tijdens de probleemverkenning wordt de rol van de betrokken partijen benoemd. Die rol kan bijvoorbeeld opdrachtgever, opdrachtnemer, omwonende, financier, adviseur, (mede)beslissers of vergunningverlener zijn. Het is raadzaam de betrokken partijen en hun rollen en invloed zo concreet mogelijk te benoemen. In Deel 1 (hoofdstuk 6) staat een overzicht van de partijen die betrokken kunnen zijn. Een projectomgevingskaart kan een goed hulpmiddel zijn bij deze actorenanalyse. Het TRRK beschrijft hoe een actorenanalyse kan worden uitgevoerd.

Als duidelijk is welke partijen betrokken zijn, wordt een communicatieplan opgesteld. Hierin staat op welke manier de verschillende partijen bij het project worden betrokken. Richtlijnen voor het opstellen van een communicatieplan staan in het TRRK. Tenslotte wordt in de procesanalyse aangegeven op welke wijze de besluitvorming zal plaatsvinden.

Marktbenadering

De procesanalyse gaat ook in op de wijze van aanbesteding. Dat is van belang omdat de wijze van aanbesteding sterk bepalend is voor het vervolgproces. Allerlei vormen tussen een traditionele wijze en een geïntegreerde uitbesteding zijn mogelijk (zie Deel 1, hoofdstuk 6). De keuze hangt vooral af van de mogelijkheden van partijen om risico's te dragen en te beheersen.

Als het proces zeer onzeker is, kan dat een reden zijn om voor de 'traditionele' aanbestedingsvorm te kiezen. Onzekerheden kunnen bijvoorbeeld ontstaan bij sterk verzet van omwonenden, een groot aantal betrokken partijen waardoor het proces zeer complex wordt of door omvangrijke financiële onzekerheden door onduidelijkheid over het omgaan met verontreinigde grond. Het is vaak niet mogelijk of zeer kostbaar om dergelijke risico's bij de aannemer te leggen.

Risicomanagement

Risicomanagement houdt in dat tijdens het ontwerp en de uitvoering gestuurd wordt op het beheersen van risico's. Het is van belang om in een vroeg stadium een risicoanalyse uit te voeren. De risicoanalyse brengt de technisch-inhoudelijke, politiek-bestuurlijke en financiële risico's en omgevingsrisico's in beeld. Als hier inzicht in bestaat, is het mogelijk maatregelen vast te stellen voor het verkleinen van de risico's en aan te geven wie daarvoor verantwoordelijk is. In Nederland wordt de RISMAN-methode (zie Well-Stam et al., 2003) vaak gebruikt voor het analyseren en beheersen van projectrisico's. De methode bestaat uit vier stappen:

- 1 doel vaststellen;
- 2 risico's in kaart brengen;
- 3 belangrijkste risico's vaststellen;
- 4 de beheersmaatregelen in kaart brengen.

Bij het uitvoeren van een RISMAN-analyse wordt gebruik gemaakt van een aantal hulpmiddelen zoals een risicomatrix, diagrammen en rekenprogramma's.

03 / VISIEVORMING



Het veer over de IJssel tussen Zalk en 's Heerenbroek

03 /

VISIEVORMING

De visie vormt de schakel tussen de probleemverkenning en het ontwerp, van 'wat speelt er?' naar 'welke mogelijkheden of alternatieven zijn er?', 'wat willen we?' en 'hoe pakken we dat aan?'. De visie geeft de aanzet voor het programma van eisen en het beoordelingskader voor het project en brengt mogelijke oplossingsrichtingen in beeld. Het proces om te komen tot de visie kan complex en langdurig zijn: er zijn vaak veel partijen bij betrokken en de visie kan politiek-bestuurlijke consequenties hebben. Daarom moeten de partijen vroegtijdig worden betrokken.

3.1 Doel van de visievorming

In de visie worden de resultaten uit de probleemverkenning vertaald in een gewenst resultaat. Het doel is om in een vroeg stadium duidelijkheid te krijgen over de precieze opgaven, de knelpunten en kansen (win-win), de prioriteiten, de alternatieven, het gewenste eindbeeld en de oplossingsrichtingen. De visie is vaak een zeer geschikt document voor communicatiedoeleinden en het creëren van draagvlak voor het project. Betrekken van de omgeving is van belang omdat daardoor:

- de denkracht van de regio wordt gemobiliseerd;
- een beter plan ontstaat door ideeën en opinies in beschouwing te nemen;
- het proces efficiënter verloopt;
- de maatschappelijke waarde van het project groter wordt;
- oorspronkelijke tegenstanders partners worden met commitment.

De visie wordt bij voorkeur bestuurlijk vastgesteld, het liefst op lokaal niveau.

De visie heeft overlap met de startnotitie MER. Als een m.e.r.-procedure doorlopen wordt, is de visie daarom vaak onderdeel van de startnotitie. De startnotitie geeft onder meer het doel van het project en de aard en de omvang van de ingreep weer. Vaak geeft de startnotitie ook aan in welke richting de oplossing wordt gezocht en soms ook de alternatieven die in het m.e.r. onderzocht zullen worden. Het is ook mogelijk om de visie in een apart document uit te brengen en de belangrijkste conclusies over te nemen in de startnotitie.

3.2 Inhoud van de visie

De inhoud en de mate van detail van de visie hangen af van het project en de lokale omstandigheden. Schaalniveau en complexiteit bepalen de opzet en diepgang van de visie. Met name voor de ruimtelijke kwaliteit is schakelen tussen lokale en regionale schaalniveaus belangrijk om tot een oplossing te komen die past in de omgeving. De visie vormt ook de aanzet voor het programma van eisen en wensen en het beoordelingskader, maar de gedetailleerde uitwerking vindt plaats in de ontwerpfase.

De visie geeft antwoord op een aantal hoofdvragen:

- Wat is de veiligheidsdoelstelling of taakstelling van het project en wat is de reikwijdte van het plan?
- Wat is de ruimtelijke opgave van het project? Welke kwaliteiten worden aan het gebied toegekend en welke kansen zijn er voor behoud of verbetering van de regionale en lokale ruimtelijke kwaliteit?
- Hoe robuust moeten de oplossingen voor veiligheid en ruimtelijke kwaliteit zijn (zie Deel 1, hoofdstuk 5)?
- Wat is het gewenste eindbeeld?
- Wie zijn betrokken en in welk stadium?
- Wanneer is overeenstemming nodig?
- Welke oplossingsrichtingen zijn mogelijk? Een oplossingsrichting geeft het type maatregel en de globale afmetingen aan.
- Welke doelen en belangen zijn te combineren in de oplossingsrichting(en) en waar ontstaan knelpunten door conflicterende belangen? Hieruit blijkt op welke onderdelen keuzes nodig zijn.
- Hoe zijn deze knelpunten op te lossen? Dan kan bijvoorbeeld door prioriteiten te stellen bij conflicterende belangen of meerdere alternatieven te onderzoeken.
- Wat zijn de financiële randvoorwaarden voor realisatie van de opgave?
- Hoe worden de alternatieven tegen elkaar afgewogen en wie maakt de afweging?
- Welk onderzoek is nog nodig?

3.3 Stappenplan

De totstandbrenging van een visie bestaat uit een aantal stappen die doorgaans cyclisch worden doorlopen:

- inventariseren;
- waarderen;
- analyseren kansen en knelpunten;
- opstellen oplossingsrichtingen;
- schrijven visienota.

Kaarten spelen een belangrijke rol in deze stappen. Ze maken de kansen en knelpunten en mogelijke oplossingsrichtingen inzichtelijk voor alle betrokkenen. Dit is voor creëren van draagvlak van groot belang. Kaarten brengen ook overzicht in de verzamelde gegevens. De EU-Hoogwaterrichtlijn schrijft voor dat vanaf 2013 voor alle gebieden met een overstroomingsrisico kaarten beschikbaar moeten zijn (zie Deel 1, paragraaf 3.1). Deze kaarten kunnen ook van belang zijn in het ontwerpproces.

Inventariseren

De inventarisatie vormt een vervolg op de veiligheidsanalyse en de ruimtelijke analyse uit de probleemverkenning (zie hoofdstuk 2). Hierbij worden de overeenkomsten en verschillen tussen de analyses helder. Indien nodig worden de inzichten uit de probleemverkenning meer in detail beschreven.

De inventarisatie bestaat uit:

Inventarisatie veiligheid

- karakteristieken van de waterkering inclusief bestaande infrastructuur (leidingen) en bebouwing;
- rivierkundige karakteristieken;
- beleid over veiligheid.

Inventarisatie ruimtelijke kwaliteit

- beleid voor ruimtelijke kwaliteit;
- bestaande en potentiële gebruikskwaliteiten en de ontwikkelingen in functies zoals wonen, werken, natuur, recreatie en vervoer;
- gebiedsgerichte beschrijvingen van belevingswaarden voor natuur, landschap en cultuurhistorie en kansen voor verbetering;
- bescherming van bestaande reeds toegekende waarden die eisen of beperkingen aan ingrepen stellen.

Inventarisatie omgeving

- wensen of randvoorwaarden belanghebbenden (gemeenten, provincies, recreanten, omwonenden) voor de inrichting.

Bovenstaande inventarisaties komen tot stand door literatuurstudie, gesprekken, veldbezoeken en -onderzoeken. Voor veiligheidsaspecten zijn waterschappen, provincies, regionale en specialistische diensten van Rijkswaterstaat belangrijk. Veel informatie over natuur en milieu is beschikbaar bij provincies, Ministerie van LNV en Dienst Landelijk Gebied (DLG), Natuurmonumenten, provinciale landschappen en de Vogelbescherming. Over het cultureel erfgoed is veel bekend bij de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek, de Rijksdienst Archeologie, Cultuurlandschap en Monumenten, de provincie en Rijkswaterstaat. De beleidsnota Belvédère (Nota Belvédère, 1999) geeft een strategie voor het betrekken van de cultuurhistorie bij ruimtelijke ontwikkelingen en ruimtelijke planvormingsprocessen. Het doel is tweeledig: verbetering van de kwaliteit van de leefomgeving en behoud van het cultureel erfgoed.

Waarderen

Kenmerken die bescherming genieten door wetgeving of beleid worden 'geautoriseerde waarden' genoemd. Deze waarden komen tijdens de inventarisatie naar voren. Geautoriseerde waarden zijn bijvoorbeeld de Indicatiekaart Archeologische Waarden, de Monumentenlijst, Kaart Beschermde stads- en dorpsgezichten en visies en kaarten in streek- en bestemmingsplannen.

Tijdens de stap van het waarderen krijgen ook overige objecten en kenmerken een waarde toegekend door belanghebbenden en vakdeskundigen. De visie moet daarvoor kunnen beschikken over voldoende gebiedskennis. Bijna altijd blijken bewoners in het gebied goed van de plaatselijke kenmerken op de hoogte te zijn. Zij kunnen daardoor op basis van goede argumenten kwaliteiten toekennen.

Analyseren kansen en knelpunten

De volgende vragen geven inzicht in de kansen en knelpunten:

- Welke kansen zijn er om (meerdere) doelstellingen te behalen? Is het bijvoorbeeld mogelijk om aan te sluiten bij andere plannen in het gebied? Uitgaan van ontwikkelingsplanologie ('wat kan?') levert meer mogelijkheden op dan uitgaan van toelatingsplanologie ('wat mag?').
- Welke knelpunten kunnen ontstaan door meerdere doelstellingen na te streven? Welke doelstellingen hebben prioriteit als knelpunten optreden?
- Wie maakt welke afwegingen en hoe verloopt de besluitvorming?

Opstellen oplossingsrichtingen

De volgende stap is het opstellen van een of meerdere oplossingsrichtingen voor het bereiken van de doelstellingen, het oplossen van knelpunten en het benutten van mogelijke kansen. Het verdient de voorkeur dat er draagvlak voor de opgestelde oplossingsrichtingen is bij de besluitvormers. De oplossingsrichtingen moeten in ieder geval voldoen aan de randvoorwaarden op het gebied van veiligheid en ruimtelijke kwaliteit, volgend uit de probleemverkenning (hoofdstuk 2) en bovenstaande stappen,

Schrijven visienota

De resultaten van bovenstaande stappen worden beschreven in een visienota die het uitgangspunt vormt voor het ontwerpproces. Uit de visie volgt waardevolle informatie voor het opstellen van een beoordelingskader. Soms bevat de visienota ook al een aanzet voor een beoordelingskader. Ook kan de noodzaak voor nader onderzoek in de ontwerpfase of een gewijzigde opdeling van het project in deelgebieden onderdeel van de visienota zijn.

04 / ONTWERPPROCES



Kampeerders langs de IJssel bij Den Nul

04 / ONTWERPPROCES

In het ontwerpproces worden alternatieven ontwikkeld en beoordeeld. Dit leidt uiteindelijk tot het definitieve plan dat uitgevoerd gaat worden. Dit hoofdstuk geeft de stappen die daar naartoe leiden. Het daadwerkelijk vormgeven van dijkversterkingen en rivierverruimende projecten komt in de delen 3 en 4 van deze leidraad aan de orde.

4.1 Programma van eisen

De probleemverkenning en de visievorming geven een eerste aanzet voor het programma van eisen en wensen. Voor het maken en beoordelen van het ontwerp moeten de definitieve eisen en wensen worden vastgesteld. Eisen en wensen hebben te maken met:

- veiligheid;
- ruimtelijke kwaliteit;
- materiaalgebruik;
- uitvoering;
- beheer en onderhoud;
- kosten.

De veiligheid stelt over het algemeen harde eisen aan het project. Daarnaast kunnen andere (wettelijke) eisen en harde financiële randvoorwaarden van toepassing zijn. De wensen hebben meestal betrekking op de ruimtelijke kwaliteit (afgezien van eventuele wettelijke eisen op dit gebied) en overige functies. Met uitzondering van de eisen aan de veiligheid zijn de hardheid of de onderhandelbaarheid van eisen en wensen niet altijd op voorhand te bepalen.

Hieronder zijn voor ieder onderwerp mogelijke punten voor het programma van eisen en wensen opgenomen voor de ontwerpfase. Dit overzicht is niet uitputtend. Het programma van eisen en wensen is voor rivierverruiming en dijkversterking grotendeels gelijk, maar op onderdelen kunnen verschillen optreden. De delen 3 en 4 gaan nader in op het Programma van Eisen voor de uitvoeringsfase (Deel 3, hoofdstuk 3; Deel 4, hoofdstuk 4).

4.1.1 Veiligheid

In alle gevallen moet het ontwerp voldoen aan de wettelijke veiligheidseisen voor de bescherming tegen overstroming. Dat betekent dat een waterkering de maatgevende belasting moet kunnen weerstaan en dat rivierverruiming moet leiden tot de vereiste waterstanddaling (hydraulische taakstelling). In Tabel 4.1 is aangegeven welke eisen en wensen van toepassing kunnen zijn.

Tabel 4.1 Veiligheid: eisen ontwerp

Dijkversterking	Rivierverruiming
aangepaste dijk moet maatgevende hydraulische belasting veilig keren	bestaande dijk moet maatgevende hydraulische belasting veilig keren
rekening houden met waterstand, stroming, getij, golven en kruiend ijs	mag afvoerverdeling op de splitsingspunten van de Rijntakken niet wijzigen
moet voldoende weerstand bieden tegen de faalmechanismen	kan leiden tot hogere belasting van de rivierdijk door golven en stroming, maar de dijk moet blijven voldoen aan de veiligheidseisen
rekening houden met zetting, klink, bodemdaling en polderpeilaanpassing in de planperiode	morfologische effecten in het zomerbed mogen geen negatieve gevolgen hebben voor de stabiliteit van bijvoorbeeld kribben en sluizen, de scheepvaart of hoogwaterstanden
mag bestaande rivierwaterstand niet verhogen (of compenserende maatregelen)	mag stabiliteit van de bestaande dijk niet verslechteren (of compenserende maatregelen)
rekening houden met beleidskeuzes voor de lange termijn uit Ruimte voor de Rivier en Integrale Verkenning Maas	
rekening houden met klimaatveranderingen in de planperiode	
geen verhoging van de waterstanden buiten het plangebied door stuwkromme-effecten of door effecten op de looptijd en vorm van de hoogwatergolf (of compenserende maatregelen)	
grondwatereffecten (geohydrologie)	
zorgen voor voldoende robuustheid van het ontwerp (zie delen 3 en 4)	

4.1.2 Ruimtelijke kwaliteit

Het programma van eisen en wensen moet ruimte bieden voor een gebiedsgerichte invulling van de gewenste ruimtelijke kwaliteit. Duidelijk moet zijn aan welke ruimtelijke ontwikkelingen de bewoners, bestuurders en overige belanghebbenden uit de regio behoefte hebben. Het risico van een enkelvoudige maatregelgerichte benadering is namelijk dat te snel overgegaan wordt tot inpassing van die maatregel, waardoor kansen voor andere oplossingen kunnen worden gemist. Ook wordt aanbevolen nadrukkelijk te kijken naar de rivierkundige en ruimtelijke samenhang van maatregelen en de betekenis hiervan voor de planfase. Tabel 4.2 geeft een aantal mogelijke eisen en wensen, ingedeeld in gebruikskwaliteit, belevingskwaliteit en toekomstkwaliteit.

Tabel 4.2 Ruimtelijke kwaliteit: eisen en wensen ontwerp

Dijkversterking		Rivierverruiming	
Gebruikskwaliteit			
vormgeving en materiaalgebruik (bijv. grasbekleding) bepalen mogelijkheid agrarische gebruik van dijk-taluds als beweidinggebied en voor ontwikkeling van stroomdalflora		rendement van het landgebruik bij de frequentie en periode van overstroming bij retentie, hoogwater-geulen of doorsteken zomerkades	
eisen/wensen t.o.v. (on-) gemotoriseerd recreatief of utilitair verkeer, aanwezigheid en het verloop van een weg op de kruin ontwerpen		invloed van kwel op het grondgebruik bijv. de kansen voor natuur of hinder bij landbouw	
rekening houden met bebouwing, tuinen en toegangen, privacy en veilig verkeer		veiligheid voor begrazers (hoogwatervluchtplaatsen, route naar hoger gelegen delen) bij hoogwater ontwerpen	
vormgeving toe- en afritten ontwerpen, passend in het landschap maken		benodigde hectares nieuwe natuur (b.v. Habitatrichtlijn of EHS) vormgeven	
ruimtegebruik aan weerszijden van de dijk (grootte en bereikbaarheid) mogelijk maken		mogelijkheden om recreatief gebruik samen te laten vallen met cultuurhistorische objecten onderzoeken	
evacuatiemogelijkheden voor mens en dier			
rekening houden met aanwezige bebouwing, meekoppeling nieuwbouw			
bereikbaarheid (parkeervoorzieningen, toegankelijkheid en informatievoorziening (borden))			
begaanbaarheid en toegankelijkheid voor recreanten en bewoners, scheiden van openbare en privé gebruiksfuncties			
inpassing van voet- en fietspaden t.b.v. recreatie			
beperking van de overlast voor omwonenden en scheepvaart tijdens de uitvoering van het project			
Kaderrichtlijn Water			
synergie zoeken met KRW-doelen (m.n. hydromorfologie), conflicten beperken, rekening houdend met kosten			
Belevingskwaliteit			
uitzicht voor bewoners en recreanten		rivierdynamiek nevengeul en uiterwaard	
hekwerken, afscheidingen voorkomen of inpassen		kiezen tussen dynamische natuurontwikkeling of natuurbewoud	
cultuurhistorische objecten of structuren verduidelijken en aangeven			
zichtlijnen en oriëntatiepunten versterken			
ontzien, inpassen, accentueren of versterken van waardevolle landschappelijke en cultuurhistorische elementen			
Toekomstkwaliteit			
ruimtelijke samenhang in het gebied realiseren; zowel visueel, functioneel als in beeld			
voorkomen dat er regelmatig grote werkzaamheden plaats moeten vinden (in één keer goed)			
duurzame functies met een duurzaam beheer stimuleren en afspraken over het beheer maken			

4.1.3 Materiaalgebruik

Met name bij het versterken of de aanleg van waterkeringen is aandacht nodig voor het materiaalgebruik. Daarbij zijn de volgende punten belangrijk:

- voorkomen van vervuiling van de omgeving;
- mogelijke wettelijke eisen voor het materiaalgebruik;
- technische eisen materiaalgebruik;
- integrale milieueffecten (inclusief ecologische effecten) gedurende de levensduur van het materiaal;
- beleving en gebruik.

4.1.4 Uitvoering

Voor rivierverruiming en dijkversterking geldt, dat tijdens de uitvoering van het werk eisen of wensen kunnen gelden voor:

- bereikbaarheid en begaanbaarheid voor het in te zetten materieel;
- veranderingen in waterstanden, stroming en golven;
- omgaan met vervuilde grond conform de beleidsregels voor actief bodembeheer;
- transport van grond en afvoer van materiaal;
- beheer tijdens de uitvoering;
- communicatie en beperking van overlast;
- maatschappelijke factoren.

De beleidsnotitie Actief Bodembeheer Rivierbed (Ministerie van V&W, 1998) stelt een gebiedsgerichte aanpak voor bij het omgaan met verontreinigd materiaal in het rivierbed. Het gaat hierbij om het terugbrengen van gebiedseigen sediment, berging in bestaande diepe putten, kleischermen en het gebruik als bouwstof in dijken. De gewenste bodemkwaliteit en de daarmee samenhangende aanvaardbare risico's voor een gebied moeten passen bij de functie van dat gebied (bijvoorbeeld natuur, recreatie, landbouw). De concrete invulling van deze beleidslijn is vertaald in visies voor de verschillende riviertakken. Voor de Maas geldt Actief Bodembeheer Maas (ABM, (Prov. Limburg et al., 2003) en voor de Rijn Actief Bodembeheer Rijntakken (ABR, Prov. Gelderland et al., 2003).

4.1.5 Beheer en onderhoud

Na de uitvoering volgt een lange periode van beheer en onderhoud. De waterkeringbeheerder inspecteert periodiek de toestand van de waterkering en de rivierbeheerder inspecteert periodiek de toestand van de rivier. Zo nodig wordt onderhoud uitgevoerd. Regelmatig beheer en onderhoud zijn noodzakelijk om te voorkomen dat voor het einde van de geplande levensduur al weer nieuwe maatregelen noodzakelijk zijn om aan de wettelijke veiligheidsnorm te blijven voldoen. Tabel 4.3 geeft aan welke eisen en wensen van belang kunnen zijn voor beheer en onderhoud. Betrekken van de toekomstige beheerder bij het opstellen van de eisen en wensen wordt aanbevolen.

Tabel 4.3 Beheer en onderhoud: eisen en wensen

Dijkversterking	Rivierverruiming
bereikbaarheid en begaanbaarheid voor onderhoudsmaterieel	mogelijkheden voor begrazing
mogelijkheden om schade aan de waterkering te herstellen	vluchtwegen voor dieren
mogelijkheden om schade waar te nemen en tijdens calamiteiten in te kunnen grijpen	toegankelijkheid
ruimte voor toekomstige uitbreidingen	gewenste omvang van het beheer, bijvoorbeeld om begroeiing te beperken
voorkeur voor grondconstructie	mogelijkheden voor medegebruik
leidingen en kabels in waterkering beperken	beperkingen ten aanzien van kwel in polder
wel of geen beplanting op de dijk	

4.1.6 Kosten

Het beschikbare budget stelt vrijwel altijd randvoorwaarden aan het ontwerp. Vaak zal in het ontwerp optimalisatie plaatsvinden waarbij kostenbesparing centraal staat. Elke fase van het project brengt kosten met zich mee, niet alleen de planvorming en aanleg maar ook het beheer en onderhoud. Ook kan sprake zijn van financiële en maatschappelijke baten. Het verdient aanbeveling om de totale kosten over de gehele levensduur te kapitaliseren. Paragraaf 5.3 gaat nader in op de manier waarop de kosten in het beoordelingskader worden opgenomen. De volgende punten zijn onder meer van belang voor de kostenraming:

- kosten van onderzoek en planstudie;
- kosten van aanbesteding en uitvoering;
- kosten beheer en onderhoud;
- opbrengsten bij uitvoering door zand- of kleiwinning;
- mogelijke opbrengsten in gebruiksfase.

4.2 Beoordelingskader

Het programma van eisen en wensen geeft richting aan de manier waarop alternatieven beoordeeld moeten worden. In hoofdstuk 5 is beschreven op welke wijze het beoordelingskader tot stand komt. Dit beoordelingskader is bedoeld voor het vergelijken van alternatieven en de optimalisatie van het voorkeursalternatief. Het is van belang om bij de keuze van de aspecten en parameters in het beoordelingskader rekening te houden met de meetbaarheid. Als het plan voor de dijkversterking of de rivierverruiming bij het bevoegd gezag wordt ingediend voor goedkeuring, toetst het bevoegde gezag of het gekozen ontwerp voldoet aan de wettelijke eisen. Daarom is het aan te bevelen om de beoordelingsmethoden zoveel mogelijk aan te laten sluiten bij de toetsingsinstrumenten van de bevoegde gezagen.

4.3 Gegevensverzameling en -analyse

Voor het ontwerp en de beoordeling van een rivierverruimend project of waterkering zijn veel gegevens nodig. De benodigde gegevens volgen uit het programma van eisen en wensen en het beoordelingskader. Tabel 4.4 biedt een (niet uitputtend) overzicht van de te verzamelen gegevens.

Tabel 4.4 Benodigde gegevens dijkversterkingen en rivierverruiming

Dijkversterking	Rivierverruiming
dwarsprofiel bestaande kering	hydraulische taakstelling
laagopbouw en materiaalgedrag van ondergrond bestaande kering of in nieuw tracé (grondonderzoek)	
eigendomssituatie	
Hydraulische Randvoorwaarden	
grondwaterstromingen en waterspanningen (geohydrologie)	
huidige ruimtelijke kwaliteit en geplande of voorziene ontwikkelingen	
geomorfologische kenmerken en bodemkenmerken	
archeologie	
grondgebruik (inclusief kabels en leidingen)	
topografische kaarten	
historische kaarten	
beleidskaarten	

De bestaande situatie van de waterkering is in de meeste gevallen bekend bij de beheerder en vastgelegd in het beheersregister. Let hierbij op of de gegevens recent genoeg zijn en of de gegevensdichtheid voldoende is. Voor het ontwerp zijn diverse hydraulische gegevens nodig, zoals de ontwerprandvoorwaarden. Deze hydraulische parameters zijn nader beschreven in het TROB.

De taakstelling van een rivierverruiming wordt in de probleemverkenning bepaald en vormt het uitgangspunt voor de rivierverruiming. Hydraulische Randvoorwaarden (afvoeren, waterstanden, wind) zijn nodig voor de toepassing van hydraulische modellen die gebruikt worden voor de hydraulische effectbepaling. Deze randvoorwaarden zijn beschikbaar bij de regionale diensten van Rijkswaterstaat.

Veel gegevens over natuur, landschap en cultuurhistorie en de daarvoor toegekende ruimtelijke kwaliteit zijn te vinden bij de betrokken overheden: ministeries van LNV en VROM, provincie, waterschap, gemeente en de regionale dienst van Rijkswaterstaat. Ook archieven en rapporten van andere professionele instanties, belangenorganisaties, lokale werkgroepen en bewoners, beheerders en gebruikers van het gebied kunnen als bronnen dienen. Bij de inventarisatie zijn ook gewenste en geplande ontwikkelingen van belang, omdat die mogelijk aanknopingspunten bieden voor het ontwerpproces. Informatie over ontwikkelingen is bijvoorbeeld te vinden in beleidsdocumenten, bij de bestuurders en beheerders van het gebied en op het internet.

De gevonden gegevens moeten worden geanalyseerd en bewerkt zodat zij bruikbare informatie opleveren voor het project. Voor het vaststellen van de conditie van de bestaande waterkering is het bijvoorbeeld nodig om op basis van de verzamelde gegevens een inschatting te maken van de sterkteparameters zoals de hoek van inwendige wrijving, de cohesie, de samendrukkingseigenschappen en de ongedraineerde schuifsterkte.

Methodes en technieken voor eventueel benodigde aanvullende gegevensverzameling (bijvoorbeeld door veldonderzoek) staan in de betreffende technisch rapporten (zie Algemene inleiding van deze leidraad, Tabel 1, voor een overzicht van de relevante technische rapporten).

Voor ruimtelijke analyses worden kaarten over elkaar gelegd om relaties tussen ondergrond en gebruik af te leiden, ontwikkelingen te voorspellen en nieuwe planvorming te beoordelen.

4.4 Alternatieven afwegen

Vaak zijn meerdere oplossingen voor een project mogelijk die verschillende voor- en nadelen opleveren. Door alternatieven in beeld te brengen en te beoordelen kunnen de besluitvormers een weloverwogen keuze maken. De visievorming geeft al een aanzet voor de alternatieven in de vorm van oplossingsrichtingen. Deze aanzet wordt in de ontwerpfase nader uitgewerkt in een cyclisch proces van het genereren van de eerste oplossingsrichtingen tot het vaststellen van het definitief plan. Naarmate de visie concreter is ingevuld, is het aantal vrijheidsgraden en het scala aan mogelijke oplossingen in de ontwerpfase kleiner.

4.4.1 Ontwikkeling alternatieven

Als eerste stap worden alle denkbare oplossingsrichtingen binnen de gestelde randvoorwaarden in beeld gebracht (divergeren). Het is belangrijk dit zo uitputtend mogelijk te doen. Dat verkleint de kans dat in een later stadium nieuwe oplossingen worden ingebracht. Een integraal team is noodzakelijk om alle oplossingen boven tafel te krijgen. Deelnemers zijn in ieder geval een rivierkundige, een dijkspecialist, een landschapsarchitect, een ecoloog, een cultuurhistoricus, een kostendeskundige en een beheerder. Brainstormtechnieken kunnen het proces ondersteunen. Het is aan te bevelen om de omgeving (burgers, bestuurders) hierbij actief te betrekken en ideeën en wensen in te laten brengen.

Als volgende stap wordt het totale spectrum van oplossingsrichtingen teruggebracht tot een beperkte set realistische én onderscheidende alternatieven die het hele speelveld afdekken (convergeren). Het is aan te raden om in dit stadium al rekening te houden met de meest sturende onderdelen van het beoordelingskader. Dit zijn bijvoorbeeld de doelen voor veiligheid en ruimtelijke kwaliteit, de hoeveelheid verontreinigde of vermarktbaar grond, de eigendomssituatie en de kosten voor aanleg en beheer. Om de landschappelijke inpassing te kunnen beoordelen, kunnen visualisaties behulpzaam zijn. De toekomstige beheerder kan bijdragen aan het inschatten van de benodigde beheerinspanning.

Als een milieueffectrapport wordt opgesteld, is het meest milieuvriendelijke alternatief (MMA) verplicht onderdeel van de alternatieven. Het MMA moet volgens de wet een realistisch alternatief zijn dat de veiligheid waarborgt en technisch en bestuurlijk uitvoerbaar is. Andere veelgebruikte alternatieven zijn:

- veiligheidsalternatief: optimale bijdrage aan veiligheid met een basisniveau ruimtelijke kwaliteit;
- ruimtelijk alternatief: optimale bijdrage aan ruimtelijke kwaliteit met veiligheid als basisdoelstelling;
- kosteneffectief alternatief: goedkoopste alternatief met het basisniveau voor zowel veiligheid als ruimtelijke kwaliteit.

Als referentiesituaties worden vaak de huidige situatie en de autonome ontwikkeling in beeld gebracht. De autonome ontwikkeling geeft de situatie weer die naar verwachting op termijn zal ontstaan zonder uitvoering van de ingrepen. In de autonome ontwikkeling zijn fysische ontwikkelingen, beleidsmatige ontwikkelingen en geplande ruimtelijke ontwikkelingen verwerkt. Het uitwerken van de autonome ontwikkeling kan veel discussie opleveren en wordt daarom bij voorkeur in gezamenlijkheid (bestuurlijk/ambtelijk) opgesteld.

De gekozen alternatieven worden vervolgens verder uitgewerkt. De delen 3 en 4 van deze leidraad geven daar richtlijnen voor. De alternatieven worden zo gedetailleerd uitgewerkt dat de betrokken partijen een weloverwogen afweging kunnen maken en een voorkeursalternatief kunnen kiezen. Het benodigde detailniveau kan verschillen per project. De mate van detail hangt ook van het type m.e.r. Een strategische m.e.r. gaat uit van principeontwerpen. In de daarop volgende m.e.r.-procedure per locatie is meer detail vereist.

Bij de uitwerking van de alternatieven moet ook al rekening worden gehouden met het beheer. Het heeft grote voordelen om de beheerder in alle fasen van het project te betrekken:

- De beheerder kan aangeven welke onderdelen van het ontwerp moeilijk beheerbaar zijn.
- Door de beheerder te betrekken bij het ontwerp wordt voor hem of haar duidelijk welke waarden nagestreefd worden. Dit maakt het gemakkelijker om samen met de beheerder de beheers- en onderhoudsmaatregelen vast te stellen.
- Voor een goede besluitvorming is het van belang om de totale kosten van een project in beeld te brengen, dat wil zeggen de kosten voor realisatie én beheer en onderhoud.
- De geplande ruimtelijke kwaliteitsdoelen worden duurzaam behouden.

4.4.2 Beoordeling van de alternatieven

De alternatieven worden beoordeeld aan de hand van het beoordelingskader (zie hoofdstuk 5). Studies moeten inzicht geven in de effecten van de opgestelde alternatieven. Per project wordt het vereiste detailniveau van de effecten vastgesteld. Naar aanleiding van de effecten kan verdere uitwerking en optimalisatie van de alternatieven plaatsvinden (cyclisch ontwerpen).

Voor de waardering van ruimtelijke kwaliteit is met name de motivatie van belang. Op basis van de feitelijke verandering (bijvoorbeeld landbouwgebied wordt natuurgebied) wordt een waardering aan het gebied gegeven, passend binnen de ecologische structuur of samenhang en op basis van de juiste doeltypen. Tot slot wordt een score gegeven.

De beoordeling resulteert in een effectentabel (Tabel 4.5). Op basis van de effectentabel worden de alternatieven vergeleken en afgewogen. Een aantal eisen, zoals eisen voor de veiligheid, vormt harde uitgangspunten. Alternatieven die daar niet aan voldoen, kunnen direct afvallen (zie ook hoofdstuk 5). In sommige gevallen is het wenselijk gewichten aan de verschillende thema's toe te kennen en een multicriteria-analyse toe te passen (zie hoofdstuk 5).

Tabel 4.5 Voorbeeld van een effectentabel

Thema's	Referentie-situatie	Veiligheids-alternatief	Ecologisch alternatief	Combinatie-alternatief
Rivierfuncties				
veiligheid	0	++	0	+
onderhoud en beheersinspanning	0	-	0/-	-
scheepvaart & externe veiligheid	0	0/-	0	0/-
kunstwerken	0	-	-	-
inundatie	0	-	-	0/-
Natuur				
ecotopen	0	0/+	+	+
ecotooppatronen	0	0/+	+	+
soortengroepen	0	+	++	++
Landschap en Cultuurhistorie				
landschap	0	0/+	+	+
cultuurhistorie en archeologie	0	0/-	0	0/-
geomorfologie	0	0	0	0
Milieuaspecten				
bodem	0	+	++	+
oppervlaktewater	0	0	0	0/+
grondwater	0	0	0/+	0
kwel in polder	0	0/-	0/-	0
hinder	0	--	--	-
toxische risico's	0	0/+	0/+	+
Gebruiksfuncties				
landbouw	0	0/-	--	-
wonen	0	0	0	0/+
recreatie	0	0/+	0	+
waterwinning	0	0	0	0
Realisatie				
grondstromen	0	-	-	0/-
kosten	0	--	-	-
procedures	0	-	-	-
tijdsduur uitvoering	0	-	0	-
schade bebouwing	0	-	-	0

4.4.3 Voorkeursalternatief en voorontwerp

Het is van groot belang om bij het opstellen en de keuze van het voorkeursalternatief tijdig alle relevante partijen te betrekken. De keuze komt tot stand op basis van de effectentabel en politieke, financiële en maatschappelijke overwegingen. Het voorkeursalternatief hoeft niet één van de ontwikkelde alternatieven te zijn. Ook een combinatie van verschillende alternatieven kan de voorkeur genieten. Het gekozen voorkeursalternatief wordt verder uitgewerkt in een voorontwerp, waarbij nadere optimalisatie van het ontwerp kan plaatsvinden. Het beoordelingskader kan hierbij van pas komen. Het voorkeursalternatief moet zover worden uitgewerkt, dat de bevoegde gezagen kunnen toetsen of het voldoet aan de wettelijke eisen voor verlening en handhaving van vergunningen op het gebied van ruimte, water en milieu.

Het vaststellen van het voorkeursalternatief kan een lang proces kan zijn. Alle partijen moeten zich in dit alternatief kunnen vinden, waarvoor interactief ontwerpen van belang is. Tijdens de uitwerking kunnen details naar voren komen met onvoorziene consequenties.

4.5 Definitief plan en vergunningaanvragen

De *Wet op de waterkering* vereist dat het voorkeursalternatief voor een primaire waterkering wordt uitgewerkt in een dijkversterkingsplan. Voor een rivierverruimingsproject volgt de verplichting voor het opstellen van een plan uit de *Wet op de Ruimtelijke ordening* (Rijksprojectenprocedure). Het plan beschrijft in ieder geval welke voorzieningen getroffen worden voor de uitvoering van het werk. Dit zijn voorzieningen die de uitvoering mogelijk maken of de nadelige gevolgen van de uitvoering tegengaan of beperken. Ook staan in het plan voorzieningen om de gevolgen van de uitvoering voor landschap, natuur en cultuurhistorie te beperken. De toelichting op het plan geeft aan welke gevolgen de uitvoering van het plan heeft en op welke wijze is rekening gehouden met de betrokken belangen en nadelige effecten (bijvoorbeeld met mitigerende en compenserende maatregelen). Voor het opstellen van ontvankelijke vergunningaanvragen kan een grondstromenplan noodzakelijk zijn.

Voor de planprocedure worden de volgende documenten ingediend bij het bevoegd gezag:

- vastgesteld plan;
- projectnota/MER;
- ontwerpvergunningen.

Ook bij de toetsing is het dijkversterkingsplan van belang. Op basis van het Voorschrift Toetsen op Veiligheid (VTV) kan de toetsing namelijk een gunstige score opleveren als het ontwerp aantoonbaar gebaseerd is op leidraden, ervan uitgaande dat de uitgangspunten niet ongunstiger zijn geworden. Dit is aantoonbaar met een goed dijkversterkingsplan. Volgens de *Wet op de waterkering* en de *Wet Milieubeheer* worden bij dijkversterking de stappen uit Tabel 4.6 onderscheiden:

Tabel 4.6 Voorbeeld procedurestappen bij dijkversterking

M.e.r.-procedure	Planprocedure	Vergunningenprocedure	Onteigeningsprocedure
De initiatiefnemer stelt een startnotitie m.e.r. op en legt deze voor aan GS			
GS legt de startnotitie ter visie en vraagt de Cie MER en een aantal wettelijke adviseurs om advies			
GS stelt de Richtlijnen m.e.r. vast			
De initiatiefnemer stelt de concept-projectnota/MER op en legt deze voor aan GS	De initiatiefnemer stelt het concept-ontwerp-dijkversterkingsplan op	De initiatiefnemer stelt de vergunningaanvragen op en dient deze in bij de vergunningverleners	
	De waterkeringbeheerder stelt het ontwerp-dijkversterkingsplan vast en legt dit plan ter visie	De vergunningverleners stellen hun ontwerp-vergunningen vast en leggen deze voor aan GS	
GS aanvaardt de projectnota/MER, legt deze ter visie en vraagt de Cie MER en een aantal wettelijke adviseurs om advies	De waterkeringbeheerder stelt het dijkversterkingsplan vast en legt dit plan voor aan GS	GS legt de ontwerp-vergunningen ter inzage	
	GS keurt het dijkversterkingsplan goed en legt het plan ter visie voor beroep	De vergunningverleners stellen hun vergunningen vast en zenden deze aan GS	
		GS legt de vergunningen ter visie voor beroep	De initiatiefnemer start eventuele onteigeningsprocedures

De tervisielegging van verschillende documenten vindt zo veel mogelijk gecombineerd plaats. In geval van dijkversterking is de waterkeringbeheerder vaak ook de initiatiefnemer. Zowel de *Wet op de waterkering* als de Rijksprojectenprocedure uit de *Wet op de Ruimtelijke Ordening* bieden mogelijkheden voor een gecoördineerde procedure voor het bespoedigen van een (rijks)projectbesluit. De gecoördineerde procedure heeft betrekking op de opstelling van het plan, de vergunningverlening en ruimtelijke ordeningsaspecten (bijvoorbeeld bestemmingsplanwijzigingen).

In september 2006 heeft de Minister van Verkeer en Waterstaat het ontwerp van de *Waterwet* aangeboden aan de Tweede Kamer. De *Waterwet* introduceert één watervergunning voor handelingen in het watersysteem. In beginsel is de beheerder van het watersysteem bevoegd gezag voor de watervergunning. Voor drie specifieke handelingen is dit niet het geval (bepaalde grondwateronttrekkingen, handelingen op volle zee en lozingen op een zuiveringstechnisch werk). Als bevoegdheden overlappen, bijvoorbeeld omdat het beheer overlap vertoont, geldt als hoofdregel dat het hoogste bestuursorgaan de watervergunning verleent.

In oktober 2006 hebben de ministers van VROM en OCW het ontwerp van de *Wet algemene bepalingen omgevingsrecht* (Wabo) aan de Tweede Kamer voorgelegd. In deze wet worden de vergunningen, ontheffingen en meldingen op het gebied van bouwen, ruimte, natuur, monumenten en milieu samengevoegd, voor zover deze vergunningen nodig zijn om iets te slopen, (ver)bouwen, oprichten of gebruiken. Er komt één omgevingsvergunning met één bevoegd gezag. De hoofdregel is dat Burgemeester en Wethouders van de gemeente waar het werk zal plaatsvinden bevoegd gezag zijn. Op deze hoofdregel zijn bij algemene maatregel van bestuur in een aantal gevallen uitzonderingen mogelijk.

4.6 Beheerplan

In het beheerplan worden onder meer de vergunningsvoorschriften voor beheer en onderhoud vastgelegd. Harde randvoorwaarden voor de veiligheid en wensen voor de ruimtelijke kwaliteit moeten daarbij vertaald worden in eenduidige beheertaken. Voorbeelden in geval van een rivierverruimingsproject zijn: geen vegetatieontwikkeling toelaten op of direct benedenstrooms van in- en uitlaatwerken om de beoogde afvoercapaciteit te behouden of vegetatiebeheer inzetten om de gewenste openheid van het landschap te behouden. In het beheerplan is bij voorkeur ook de monitoring van de beheerdoelstellingen beschreven. Beheer- en onderhoudsplannen kunnen nog worden bijgesteld in de monitoringfase, na gereedkomen van het project.

4.7 Overdracht naar realisatie

Aan de realisatie van het project werken vaak andere personen, afdelingen of zelfs organisaties dan aan het ontwerp. In het geval van een traditionele contractvorm wordt het definitief plan overgedragen aan bestekschrijvers, in andere gevallen bijvoorbeeld aan directie en toezichthouders. Het is aan te bevelen om aan het eind van de ontwerpfase een lijst met kritieke onderdelen en een lijst met kritieke elementen op te stellen (LKO en LKE). Deze lijsten geven aan welke aspecten tijdens de realisatie en het beheer bewaakt moeten worden om het functioneren van de nieuwe dijk of rivierverruiming te kunnen waarborgen.

Het is van belang dat de ontwerper betrokken blijft in de realisatiefase om te voorkomen dat het ontwerp verkeerd wordt geïnterpreteerd of dat ongewenste wijzigingen worden aangebracht. De ontwerper kan op de volgende manieren een rol spelen in de realisatiefase:

- controleren of het conceptbestek en de bijbehorende tekeningen het ontwerp goed weergeven;
- voor de start van de uitvoering een toelichting op het ontwerp geven aan directie en toezichthouders;
- adviseren bij afwijkingen van de bestaande situatie en aanpassingen van het ontwerp tijdens de uitvoering;
- bijdragen aan de (technische of ruimtelijke) beoordeling van alternatieven die bij de aanbesteding worden ingediend.

Met name in omvangrijke projecten kan verlies van kennis een groot risico vormen. Bij de Maaswerken is een apart bureau 'Kennis' opgericht om kennisoverdracht bij de overgang naar een nieuwe projectfase te versoepelen, om kennis te behouden en te ontsluiten en om de uitwerking van het ontwerp te kunnen beoordelen. Hierbij wordt gebruik gemaakt van documenten die aan het eind van de planfase zijn vastgesteld en informatie bevatten over:

- de basisgegevens voor de vastgestelde plannen beschrijven (zoals uitgangspunten voor natuurhectares en hydraulische effecten, geografische informatie, grondstromen);
- het doorlopen proces, de genomen besluiten met onderbouwing en de belangrijkste achtergronddocumenten.

05 / BEOORDELINGS- KADER



Hoogwater in de omgeving van Lobith

05 /

BEOORDELINGS- KADER

In het hele traject, van verkennen tot beheren, moeten keuzes gemaakt worden: tussen rivierverruiming en dijkversterking, tussen verschillende alternatieven en varianten en tussen verschillende vormen van beheer. Vaak spelen uiteenlopende overwegingen een rol bij de keuze. Een beoordelingskader ondersteunt het keuzeproces en waarborgt de kwaliteit en de onderbouwing van de gemaakte keuze.

5.1 Doel

Een beoordelingskader is een belangrijk hulpmiddel om de voor- en nadelen van plannen op transparante wijze te beoordelen. Het gebruik van een eenduidige beoordelingsmethode maakt het mogelijk om verschillende plannen met elkaar te vergelijken. Ook wordt duidelijk op welke punten een plan moet verbeteren om beter uit de beoordeling te komen. Het is aan te bevelen al in de beginfase van een project een beoordelingskader op te stellen. Dit kan dienen als hulpmiddel voor en onderbouwing van de keuze tussen rivierverruiming en dijkversterking, maar ook later bij de keuze tussen verschillende ontwerpen en vormen van beheer en onderhoud. Daarnaast bepaalt het beoordelingskader welke studies moeten worden uitgevoerd.

De opstelling en invulling van het beoordelingskader nemen veel tijd in beslag. Vaak zijn onderzoeken nodig om effecten te berekenen of in te schatten. Daarom wordt in een vroeg stadium van het project vastgesteld welke effecten het beoordelingskader in beeld moet brengen. Het is mogelijk om het beoordelingskader gedurende het project bij te stellen, maar dat kan wel tot meer onderzoek en vertraging leiden.

Als de opzet van het beoordelingskader is vastgesteld, kunnen de studies van start gaan. Vaak zal het beoordelingskader deels gevuld worden met de resultaten van het milieueffectrapport (MER) of van de maatschappelijke kosten-batenanalyse (MKBA). Een MKBA brengt de kosten en baten van een project zo objectief mogelijk in beeld. Daarbij wordt onderscheid gemaakt in kosten en baten die in geld zijn uit te drukken, zoals de realisatiekosten of sloopkosten, en kosten en baten die niet in geld zijn uit te drukken, zoals de gevolgen voor het landschap. Voor infrastructuurprojecten van nationaal belang is het sinds 2000 verplicht een integrale en consistente analyse van de effecten op te stellen conform

de leidraad OEI (Eijgenraam et al., 2000). Daarmee worden de (economische) effecten eenduidig bepaald. Voor SNIP-projecten met een geraamde projectomvang van meer dan € 25 miljoen is een OEI-effectentabel in principe verplicht (zie Deel 1, paragraaf 6.1.4 voor uitzonderingsgevallen). Als handvat bij het invullen van de tabel heeft RIZA de 'Werkwijzer OEI bij SNIP' ontwikkeld (RIZA, 2007). Ook voor projecten waarin de OEI-systematiek niet verplicht is, is het gebruik hiervan aan te bevelen.

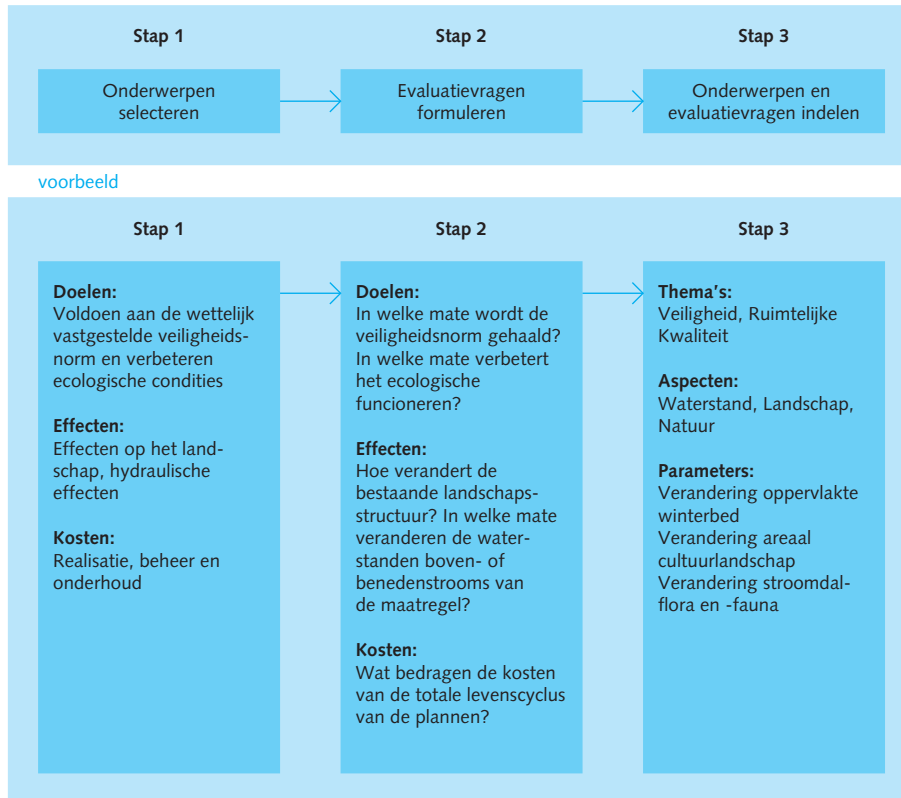
Als een MER of MKBA niet nodig zijn, zal toch een beoordelingskader nodig zijn en moeten vergelijkbare studies plaatsvinden.

5.2 Opzet van het beoordelingskader

De opzet van het beoordelingskader vindt plaats volgens de stappen in Figuur 5.1. Eerst worden de relevante onderwerpen gekozen waar het beoordelingskader inzicht in moet geven. Eventuele beoordelingskaders van het bevoegd gezag zijn daarbij uiteraard het uitgangspunt. Door de onderwerpen via verschillende invalshoeken te benoemen, ontstaat een compleet beeld:

- *Doelbereik*
Het moet aantoonbaar zijn dat het plan de vooraf gestelde doelen bereikt. Vaak zijn doelen voor veiligheid en ruimtelijke kwaliteit vastgesteld en in heldere criteria benoemd. Het beoordelingskader moet onderwerpen bevatten die de mate van doelbereik in beeld brengen.
- *Effecten*
Het beoordelingskader bevat ook onderwerpen die effecten van het plan weergeven: economische effecten, hydraulische en morfologische effecten, sociaal-culturele effecten, milieueffecten. Effecten worden gemeten ten opzichte van de zogenaamde autonome ontwikkeling die zou optreden zonder uitvoering van het plan.
- *Kosten*
Informatie over kosten is essentieel. De kosten moeten voor de beslissers voldoende helder zijn, zodat zij later niet voor verrassingen komen te staan. De kosten moeten nauwkeuriger inschat worden naarmate het project verder in de procedure (bijvoorbeeld SNIP) komt. Zo mogelijk moeten ook de baten in beeld worden gebracht.
- *Politiek*
Voor beslissers kunnen aanvullende onderwerpen van belang zijn die op de politieke agenda staan, bijvoorbeeld maatschappelijk draagvlak.

Figuur 5.1 Het opstellen van een beoordelingskader



Via de stappen in Figuur 5.1 worden de onderwerpen vertaald in doelen, aspecten en parameters. Voor alle aspecten wordt het schaalniveau benoemd en de meetmethode voor de bijbehorende parameters. Het schaalniveau, ook wel studiegebied genoemd, is het gebied waarin het effect merkbaar kan zijn en dat doorgaans groter is dan het projectgebied. Voor ruimtelijke kwaliteit is het wenselijk meerdere schaalniveaus te onderzoeken om de samenhang in het rivierengebied in beeld te brengen. Als voor het project een m.e.r.-procedure wordt doorlopen, adviseert de onafhankelijke Commissie voor de milieueffectrapportage over het schaalniveau van de milieuaspecten. De Commissie controleert achteraf of de goede schaalniveaus zijn gehanteerd. De meetmethode geeft aan op welke manier de parameter van een waarde voorzien wordt. Dat kan met modelberekeningen, maar ook met inschattingen van deskundigen op basis van kennis en ervaring. Belangrijk bij de keuze van de meetmethode is de mate van detail die vereist is voor de besluitvorming in de betreffende projectfase. Voor de gekozen meetmethoden moeten voldoende gegevens voorhanden zijn en het ontwerp moet voldoende uitgewerkt zijn om de methoden te kunnen toepassen.

5.3 Overzicht van veelgebruikte thema's

Elk project is uniek en heeft een op maat gesneden beoordelingskader nodig. Een aantal thema's komt echter in bijna alle beoordelingskaders van projecten voor rivierverschuiving of dijkversterking terug. Een overzicht van deze thema's staat in Tabel 5.1. De thema's zijn hieronder toegelicht. In de delen over Rivierdijken en Rivierverschuiving staat aanvullende informatie over de beoordelingskaders.

Tabel 5.1 Voorbeeld invulling beoordelingskader

Thema	Aspecten	Parameters
Veiligheid	waterkering	flexibiliteit in beheer en onderhoud
		toekomstwaarde
	rivierbeheer	veranderingen aan oppervlakte winterbed
Ruimtelijke Kwaliteit	wonen	verandering in uitzicht
		verandering in privacy
		aantasting van tuinen
		aantal te amoveren panden
		hinder bij uitvoering
	recreatie	hinder tijdens de uitvoering van de werkzaamheden
		recreatieve gebruikswaarde van de dijk
	verkeer en vervoer	verandering verkeersveiligheid
		bereikbaarheid huizen/bedrijven
	natuur	veranderingen vegetatie op en langs de dijk
		veranderingen voor leef- en voedselgebieden voor fauna
		veranderingen voor ecologische relaties
	landschap	verlies kenmerkende landschapselementen
		veranderingen in continuïteit lengte- en dwarsprofiel
		verandering in visuele relatie tussen dijk en omgeving
	cultuurhistorie	verlies of aantasting van waardevolle patronen en elementen
		afleesbaarheid van de ontwikkeling van het landschap
		verandering in samenhang tussen waardevolle elementen en omgeving
		aantasting van archeologische (verwachtings)waarden
		aantasting aardkundig waardevol gebied
Grond en waterbeheer	grond	hoeveelheid vergraven verontreinigde bodem
	grond- en oppervlaktewater	verandering in de waterhuishouding
Kosten	kosten	aanlegkosten
		verwervingskosten
		kosten voor beheer en onderhoud

Thema: Veiligheid

Het belangrijkste doel van rivierverruimingsprojecten en dijkversterkingen is meestal hoogwaterbescherming. Uit het beoordelingskader moet blijken in hoeverre een plan voldoet aan de vooraf gestelde veiligheidsdoelen. Het doel kan bijvoorbeeld zijn:

- op korte termijn voldoen aan de wettelijk vastgestelde veiligheidsnorm;
- blijven voldoen aan de veiligheidsnorm op langere termijn;
- de veiligheid waarborgen bij extremere omstandigheden dan voorzien met de wettelijke norm.

Het voldoen aan de wettelijke normen zal altijd een harde randvoorwaarde zijn waar alle plannen en varianten aan moeten voldoen. Maar toch kan het ene plan meer veiligheid bieden dan het andere plan.

De plannen moeten robuust genoeg zijn om lange tijd functioneel te blijven. Het beoordelingskader kan inzicht geven in de mate waarin de veiligheid op langere termijn wordt gewaarborgd en de mogelijkheden om het plan in de toekomst uit te breiden (Deel 1, hoofdstuk 5).

Ingrepen in de rivier werken vooral in bovenstroomse richting door. Door veranderingen in de looptijd van een hoogwatergolf of veranderingen van de afvoerverdeling op splitsingspunten, kunnen ook benedenstrooms de waterstanden veranderen. Het beoordelingskader moet de gevolgen voor de veiligheid boven- en benedenstrooms in kaart brengen.

De morfologische gevolgen van de verschillende plannen kunnen bij het onderwerp veiligheid worden ondergebracht, maar ook bij andere onderwerpen zoals scheepvaart. Het kan tientallen tot honderden jaren duren voordat de bodemligging van de rivier zich volledig heeft aangepast aan ingrepen.

Kader 5.1 Rivierkundige beoordeling van rivierverruimende projecten

Rijkswaterstaat Oost-Nederland heeft in samenwerking met de projectorganisatie Ruimte voor de Rivier een beoordelingskader opgesteld voor rivierkundige beoordeling van rivierverruimende ingrepen (Rijkswaterstaat Oost-Nederland, 2006). Het beoordelingskader biedt een methode om effecten op onder meer waterstanden, morfologie en waterbeweging van rivierverruimende ingrepen te bepalen en te beoordelen. Het rivierkundige beoordelingskader omvat de volgende aspecten:

- beoordeling of de ingreep aan de taakstelling voldoet;
- beoordeling van effecten op de afvoerverdeling over de Rijntakken;
- beoordeling van ingrepen in de overgangsgebieden waar de zee of het Ketelmeer invloed heeft op de veiligheid;
- beoordeling van effecten op de zomerbedmorfologie (denk aan scheepvaart);
- beoordeling van effecten op de waterbeweging bij niet extreme hoogwaters;
- beoordeling van hinder en schade voor gebruikers van het gebied en voor de rivier- en dijkbeheerder.

Voor deze aspecten is beschreven wat de grenswaarden zijn en op welke wijze en met welke modellen de effecten bepaald kunnen worden.

Thema: Ruimtelijke Kwaliteit

Ruimtelijke kwaliteit is vaak een belangrijke doelstelling naast veiligheid. Door te streven naar een aantrekkelijke en functionele lokale en regionale leefomgeving, die ook in de toekomst van waarde is, verbetert de ruimtelijke kwaliteit. De onderwerpen die bij ruimtelijke kwaliteit horen zijn opgenomen in Deel 1 van de leidraad (paragraaf 4.2) en zijn nader uitgewerkt in het TRRK. Het beoordelingskader zal aspecten bevatten om de effecten voor alle relevante onderwerpen in beeld te brengen. In aanvulling daarop kan het beoordelingskader overkoepelende parameters bevatten om de integrale belevings-, gebruiks- en toekomstkwaliteit te beoordelen. Hieronder staan voorbeelden van dergelijke overkoepelende aspecten.

Gebruikskwaliteit

Overkoepelende aspecten zijn:

- functionaliteit en functionele samenhang (bevinden de functies zich op de goede plek en hoe verhouden ze zich tot elkaar?);
- economische vitaliteit van het gebied;
- toegankelijkheid en bereikbaarheid, ontsluiting van en binnen het gebied;
- ecologisch functioneren, kansen voor instandhouding en ontwikkeling van vegetatie en fauna;
- verstedelijkingsaspecten, veranderingen van de functies wonen, werken en recreëren;
- beheerbaarheid van het gebied.

Belevingskwaliteit

Overkoepelende aspecten zijn:

- identiteit en herkenbaarheid van structuren;
- wijze waarop rekening wordt gehouden met kenmerken en kwaliteiten uit het verleden (cultuurhistorische waarden, aardkundige situatie);
- landschappelijke samenhang, ruimtelijk oriëntatie;
- landschapsbeeld, betekenis en inspiratie van het landschap;
- diversiteit en afwisseling in het gebied;
- veiligheidsbeleving;
- natuurlijke schoonheid en zuiverheid;
- imago en uitstraling van het gebied;
- natuurbeleving;
- aantasting van bestaande natuur.

Toekomstkwaliteit

Overkoepelende aspecten zijn:

- uniciteit en omkeerbaarheid (zijn er gevolgen voor onvervangbare kwaliteiten?);
- ontwikkelingsmogelijkheden (zijn er nieuwe mogelijkheden voor ruimtelijke kwaliteit?);
- meervoudig ruimtegebruik (zijn er mogelijkheden voor functiecombinaties?);
- robuustheid en stabiliteit van het alternatief;
- duurzaamheid (hoe verhoudt de behoefte van de huidige generatie zich tot de mogelijke behoefte van toekomstige generaties?);
- houdbaarheid van de ruimtelijke kwaliteiten;
- potenties voor het verder ontwikkelen van de ruimtelijke kwaliteiten;
- evenwichtigheid tussen gebruikskwaliteit, belevingskwaliteit en toekomstkwaliteit.

Kader 5.2 Accentverschillen boven- en benedenrivieren

Een beoordelingskader voor een project in het bovenrivierengebied heeft andere accenten dan een beoordelingskader voor een project in het benedenrivierengebied.

Aspecten die vooral in het benedenrivierengebied van belang zijn:

- effecten op de zee-inval en het zoutgehalte van grond- en oppervlaktewater;
- effecten op functies zoals wonen en werken;
- de stabiliteit van constructies in veengebieden.

Aspecten die vooral in het bovenrivierengebied van belang zijn:

- gevolgen voor bodemerosie (door het grotere verhang is de kans op bodemerosie groter dan in het benedenrivierengebied);
- effecten op de afvoerdeling over de verschillende Rijntakken;
- effecten op stromingspatronen in uiterwaarden waar andere functies schade van ondervinden.

Thema: Grond en Waterbeheer

Grond

Bij sommige plannen, zoals uiterwaardverlaging, komt afgegraven grond vrij. Bij andere plannen, zoals dijkversterking, is juist grond nodig. Voor het beoordelingskader zijn verschillende vragen over grondstromen van belang:

- Is de vrijkomende grond vervuild en zo ja, hoe ernstig?
- Is de vrijkomende grond verkoopbaar?
- Is de vrijkomende grond inzetbaar binnen het project (gesloten grondbalans)?
- Is het probleem van de resterende grond oplosbaar?
- Waar komt de benodigde grond vandaan?

Grond- en oppervlaktewater

Met name rivierverschuivingsprojecten zullen effecten op het grond- en oppervlaktewater hebben. Effecten kunnen tot ver in de omgeving merkbaar zijn. Het beoordelingskader brengt de kwantitatieve en kwalitatieve effecten in beeld.

Thema: Kosten

Kosten zijn een belangrijk onderdeel van het beoordelingskader. Het ideaal is om in het beoordelingskader de kosten van de totale levenscyclus van een plan in beeld te brengen: de kosten van realisatie, beheer en onderhoud en eventueel zelfs sloop. De kosten van beheer en onderhoud kunnen vooral bij uiterwaardprojecten hoog oplopen als intensief beheer noodzakelijk is om de vegetatieontwikkeling in bedwang te houden. Ook de kosten voor natuurcompensatie en schadeloosstellingen zijn onderdeel van de levenscycluskosten. Een project kan ook opbrengsten genereren. Het is daarom van belang om ook in beeld te brengen welke partijen willen meebetalen omdat zij belang bij het plan hebben (bijvoorbeeld zandwinning, ontwikkeling woningbouw).

Soms is het van belang om onderscheid te maken in kosten voor veiligheid en kosten voor verbetering van de ruimtelijke kwaliteit, omdat de financiën daarvoor van verschillende instanties komen. Hierbij gelden de volgende aandachtspunten:

- Als behoud of ontwikkeling van ruimtelijke kwaliteit een projectdoel is, moet reeds bij de projectdefinitie worden verkend welke instanties baat hebben bij of verantwoordelijk zijn voor de financiering van deze doelen.
- Wanneer behoud van ruimtelijke kwaliteit een wettelijke randvoorwaarde is (natuurcompensatie of bij archeologie Verdrag van Malta) is dit onderdeel van de reguliere projectkosten.

- Doelen voor ruimtelijke kwaliteit kunnen vaak zonder meerkosten worden opgenomen in een integraal ontwerp.
- Als keuzes noodzakelijk zijn tussen plannen met meer of minder ruimtelijke kwaliteit, moeten eventuele kosten voor meer ruimtelijke kwaliteit of baten daarvan (denk aan waardevermindering woningen) duidelijk in beeld worden gebracht.
- Bij de levenscycluskosten horen ook de kosten voor beheer en onderhoud van ruimtelijke kwaliteit.

De kostenramingen van projecten van Rijkswaterstaat moeten opgezet worden volgens de PRI-systematiek (Project Ramingen Infrastructuur). Deze systematiek (gedocumenteerd in de zogenaamde 'PRI-klapper') geeft aan welke werkwijze gevolgd moet worden bij ramingen en hoe groot de nauwkeurigheid moet zijn in de verschillende projectfasen.

Een PRI-raming moet voldoen aan een aantal eisen:

- koppeling aan duidelijke scope;
- uniforme ramingsstructuur;
- actualiteit en volledigheid;
- onderbouwing van belangrijkste aannamen;
- één duidelijk aangegeven prijspeil;
- inzicht in trefzekerheid en bijbehorende risico's;
- een toegankelijk en volledig dossier.

Naast deze eisen zijn er afspraken gemaakt over de communicatie over en presentatie van de ramingen (landelijk overeengekomen opbouw).

In CROW (2002) is een uniforme standaardsystematiek voor kostenramingen in de GWW-sector (Grond-, Weg- en Waterbouw) beschreven. Dit wordt de Standaard Systematiek Kostenramingen (SSK) genoemd. Op een paar kleine punten na zijn de spelregels binnen beide systematieken gelijk. PRI en SSK zijn daarom goed naast elkaar te gebruiken.

5.4 Omgaan met de resultaten

Het beoordelingskader brengt tientallen, sterk uiteenlopende effecten in beeld. Als de inrichtingsopgave eenvoudig is en slechts enkele plannen vergeleken worden, geeft een overzichtstabel met alle scores en een motivatie een goed totaalbeeld. Met name voor ruimtelijke kwaliteit is de motivatie van belang. Bij een groot aantal plannen wordt het lastig om een overzichtelijk totaalbeeld te krijgen van scores en motivatie. In dat geval kan een multicriteria-analyse (MCA) hulp bieden om tot een rangschikking te komen. De MCA is een methode voor het selecteren of vergelijken van plannen. Alle beoordelingsaspecten krijgen een gewicht toegekend. De rangschikking ontstaat door het toepassen van specifieke rekenregels. Er bestaan verschillende methoden voor MCA die tot verschillende uitkomsten kunnen leiden.

Belangrijke punten bij de toepassing van multicriteria-analyse zijn:

- transparantie: de uitgevoerde MCA moet helder en navolgbaar zijn;
- eenvoud: de MCA moet zo eenvoudig mogelijk zijn om een 'black-box'-gevoel bij de lezer te voorkomen;
- onderbouwing: de keuze, groepering en weging van aspecten moet goed onderbouwd zijn; een gevoeligheidsanalyse moet uitwijzen of juiste keuzes zijn gemaakt.

Meer informatie over MCA is te vinden in het rapport 'Geactualiseerde notitie over multicriteria-analyse in milieueffectrapportage' van de Commissie voor de milieueffectrapportage (Commissie m.e.r., 2002).



**DEEL 3 /
RIVIERDIJKEN
VAN VORMGEVING
NAAR BEHEER**



INHOUDSOPGAVE

1	Inleiding	133
1.1	Doel en doelgroep	134
1.2	Toepassing	135
1.3	Relatie met technische rapporten	135
1.4	Leeswijzer	135
2	Ontwerp van de waterkering	137
2.1	Ontwerp- en beoordelingscriteria	138
2.2	Ontwerpproces	139
2.2.1	Stap 1: uitgangspunten voor het ontwerp vaststellen	140
2.2.2	Robuust ontwerpen	141
2.2.3	Stap 2: (schets)ontwerp opstellen	143
2.2.4	Stap 3: check ruimtelijke inpasbaarheid	150
2.2.5	Stap 4: controle faalmechanismen	150
2.2.6	Stap 5: kosten inschatten	151
2.3	Bijzondere waterkerende constructies	152
2.4	Eisen aan het ontwerp vanuit beheer en onderhoud	152
2.5	Tijdelijke effecten en uitvoeringsaspecten	153
2.5.1	Schade aan panden en andere objecten	153
2.5.2	Tijdelijke effecten	155
2.6	Niet-waterkerende objecten	155
2.6.1	Pijpleidingen en kabels	155
2.6.2	Bebouwing en overige objecten	156
2.6.3	Begroeiing	156
3	Realisatie	157
3.1	Overgang van planstudie naar realisatiefase	158
3.2	Uitvoeringsplan	159
3.3	Grondverwerving en schade	159
3.3.1	Grondverwerving	159
3.3.2	Schade en overlast tijdens en na uitvoering	160
3.4	Vergunningen	161
3.5	Uitvoering	161
3.5.1	Programma van eisen	161

3.5.2	Fasering	163
3.5.3	Aanbesteding	163
3.5.4	Risico's tijdens uitvoering	164
3.6	Vastlegging van kennis en gegevens	164
4	Beheer en onderhoud	165
4.1	Juridisch kader en financiering	166
4.2	Dagelijks beheer en monitoring	167
4.3	Ontwerp en realisatie	170
4.4	Toetsing	170
Figuren		
Figuur 2.1	Stappen in het ontwerpproces	140
Figuur 2.2	Illustratie ontwerpwaarden dijken	141
Figuur 2.3	Eisen die van invloed zijn op de ruimtelijke vormgeving	144
Figuur 2.4	Schetsprofiel van een dijk	144
Figuur 2.5	Bepaling van de aanleghoogte van een dijk	145
Figuur 2.6	Bepaling van de aanleghoogte van een dijk	146
Figuur 2.7	Foutenboom met illustratie faalmechanismen	151
Figuur 2.8	Schade aan een gebouw door zettingen tijdens de uitvoering	154
Figuur 3.1	Aanleg dijk	162
Figuur 4.1	Voorbeeld van zones rond een waterkering	168
Figuur 4.2	Relatie tussen vijfjaarlijkse toetsing en jaarlijkse schouw	171
Figuur 4.3	Fasen van de toetsing	171
Kaders		
Kader 1.1	Opzet van de Leidraad Rivieren	134
Kader 2.1	Voorliggende dammen en voorland	146
Kader 2.2	Bomen op de dijk	149
Kader 2.3	Mitigatie en compensatie	150
Kader 4.1	Financiering beheer en onderhoud primaire waterkeringen	167

01 / INLEIDING



Hoogwater 1993 Ooijpolder

01 / INLEIDING

1.1 Doel en doelgroep

Deel 3 van de Leidraad Rivieren geeft richtlijnen voor het ontwerp, de uitvoering en het beheer en onderhoud van primaire waterkeringen in het rivierengebied. Tot de primaire waterkeringen behoren ook de kaden langs de Maas in Limburg. Ontwerpers, projectleiders en beheerders van rivierdijken vinden in dit deel informatie over de aandachtspunten en de benodigde activiteiten. De aanleiding voor dijkversterking of de aanleg van een nieuwe dijk zal vaak zijn dat bij de vijfjaarlijkse toetsing van waterkeringen tekortkomingen in een bepaald dijkvak zijn geconstateerd. Dit deel van de leidraad is van toepassing als de voorbereidende stappen uit Deel 2 (Verkenning en Ontwerpproces) zijn afgerond.

Kader 1.1 Opzet van de Leidraad Rivieren

Deel 1 Algemeen

- basiskennis over het rivierengebied
- wetgeving en beleid over veiligheid en ruimtelijke kwaliteit
- projectorganisatie

Deel 2 Verkenning en Ontwerpproces

- probleemverkenning
- visievorming
- ontwerpproces
- beoordelingskader

Deel 3 Rivierdijken – van vormgeving naar beheer

- vormgeving waterkeringen
- realisatie
- beheer en onderhoud

Deel 4 Rivierverruiming – van vormgeving naar beheer

- ontwerp- en beoordelingscriteria per thema
- ontwerpcriteria per maatregel
- realisatie
- beheer en onderhoud

Met de versterking en de aanleg van rivierdijken is eeuwenlang ervaring opgedaan. In vergelijking met rivierverruiming is de technische basiskennis over rivierdijken zeer grondig. Deze kennis is deels beschreven in technische rapporten, waar in dit deel regelmatig naar verwezen wordt. Informatie over kunstwerken is te vinden in de Leidraad Kunstwerken (TAW, 2003-b).

1.2 Toepassing

Dijkversterking kan verschillende vormen aannemen. De versterking kan bijvoorbeeld binnen- of buitendijks plaatsvinden en de as van de dijk kan daarbij al dan niet verschuiven. Ook een dijkverlegging, waarbij de oude dijk al dan niet intact blijft, is een vorm van dijkversterking. In speciale gevallen kunnen bijzondere waterkerende constructies of innovatieve toepassingen worden gebruikt. Voor al deze vormen van dijkversterking is Deel 3 van deze leidraad van toepassing.

De richtlijnen voor het ontwerp, de uitvoering en het beheer van dijken in dit deel van de leidraad zijn te gebruiken voor het opstellen van alternatieven die in Deel 2 worden bedoeld. Deel 3 is opnieuw van belang op het moment dat een voorkeursalternatief geselecteerd is. Het selecteren van een voorkeursalternatief is beschreven in Deel 2 van deze leidraad. Op dat moment is ook het tracé bekend en is een besluit genomen over binnen- of buitendijkse versterking. Met behulp van Deel 3 kan het ontwerp dan nader ingevuld worden.

1.3 Relatie met technische rapporten

Deze Leidraad geeft richtlijnen voor het ontwerp, de realisatie en het beheer van rivierdijken. Gedetailleerde informatie over bijvoorbeeld (grond)onderzoek, faalmechanismen en ontwerpregels is beschreven in diverse technische rapporten van de TAW en het ENW. Het Technisch Rapport Waterkerende Grondconstructies (TAW, 2001) is hiervoor de eerste ingang. Hierbij is tevens het daarbij behorende addendum Materiaal- en Schadefactoren (ENW, 2007-b) van belang. De belangrijkste andere technische rapporten zijn:

- Technisch Rapport Ontwerpbelastingen voor het rivierengebied (TROB; ENW, 2007-a);
- Technisch Rapport Zandmeevoerende Wellen (TAW, 1999-a);
- Technisch Rapport Waterspanningen (TAW, 2004);
- Technisch Rapport Golfoploop en golfoverslag bij dijken (TAW, 2002);
- Technisch Rapport Ruimtelijke Kwaliteit (TRRK; ENW, 2007-c).

Verschiedende technische rapporten geven informatie over dijkbekledingen. In de tekst wordt daarnaar verwezen. De richtlijnen voor het ontwerp van constructies, waaronder bijzondere waterkerende constructies, zijn uitgewerkt in de Leidraad Kunstwerken (TAW, 2003-b) en het Technisch Rapport Kistdammen en diepwanden in waterkeringen (TAW, 2004).

1.4 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 van dit deel gaat in op het ontwerpen van een dijk of een dijkversterking. In dit hoofdstuk komen de technische en ruimtelijke onderdelen uit het programma van eisen, zoals beschreven in Deel 2 (hoofdstuk 4), meer in detail aan de orde. Hoofdstuk 3 en 4 gaan in op de fasen van realisatie respectievelijk beheer en onderhoud.

02 / ONTWERP VAN DE WATERKERING



De Waaldijk nabij Vuren

02 /

ONTWERP VAN DE WATERKERING

Als uit de toetsing blijkt dat een waterkering niet aan de veiligheidsnormen voldoet, stelt de beheerder een dijkversterkingsplan op. De beheerder kan verschillende oplossingen overwegen, variërend van een 'gewone' gronddijk tot een sluisdeur of een kunstwerk dat kunstig verborgen is in een huis. De uiteindelijke vormgeving wordt bepaald door onder meer het vereiste veiligheidsniveau, eisen aan de ruimtelijke kwaliteit, uitvoeringsmogelijkheden, kosten en beheer.

De stappen die leiden tot de vormgeving van de waterkering worden in een project een aantal keren op verschillende niveaus doorlopen. Voor een eerste probleemverkenning volstaat een heel globale indruk van verschillende mogelijke ontwerpen. Vaak zijn dijkversterkingen m.e.r.-plichtig en worden de mogelijkheden zorgvuldig gewogen in een m.e.r.-procedure.

Het voorkeursalternatief wordt vervolgens uitgewerkt tot een definitief plan. In het definitief plan liggen de vormgeving en technische oplossing vast, terwijl in de besteksfase ook de kleinste details bekend moeten zijn.

2.1 Ontwerp- en beoordelingscriteria

In Deel 2 (hoofdstuk 5) van de leidraad is beschreven dat thema's voor de beoordeling van een ontwerp via evaluatievragen concreet uitgewerkt worden in aspecten en parameters. Het hoofdstuk geeft een overzicht van de meest voorkomende aspecten en parameters die van belang zijn bij dijkversterkingsprojecten. Per project moet altijd bekeken worden of aanvullende aspecten of parameters van belang zijn voor het ontwerp en de beoordeling. In theorie wordt tijdens het ontwerpproces eerst een ontwerp opgesteld en vindt vervolgens beoordeling van het ontwerp plaats. In de praktijk wordt bij het opstellen van het ontwerp al rekening gehouden met de beoordelingsaspecten of wordt een iteratief proces doorlopen. In dit hoofdstuk komen de aspecten en parameters die verband houden met het ontwerp aan de orde.

In veel gevallen zal het ontwerp ook rekening moeten houden met milieueisen, bodem- en grondwaterverontreinigen en compenserende en mitigerende maatregelen. Ook deze eisen moeten worden geïnventariseerd.

2.2 Ontwerpproces

De aanleiding voor een nieuwe of verbeterde waterkering is meestal dat tekortkomingen zijn geconstateerd bij de vijfjaarlijkse toetsing van de waterkeringen. Tijdens de probleemverkenning en de visievorming komt een pakket van eisen en wensen voor de nieuwe of verbeterde waterkering tot stand (Deel 2, hoofdstuk 4). Dit pakket bestaat onder meer uit veiligheidseisen, wensen voor ruimtelijke kwaliteit (bijvoorbeeld wonen, werken, landschap, natuur, cultuurhistorie) en ruimtelijke beperkingen.

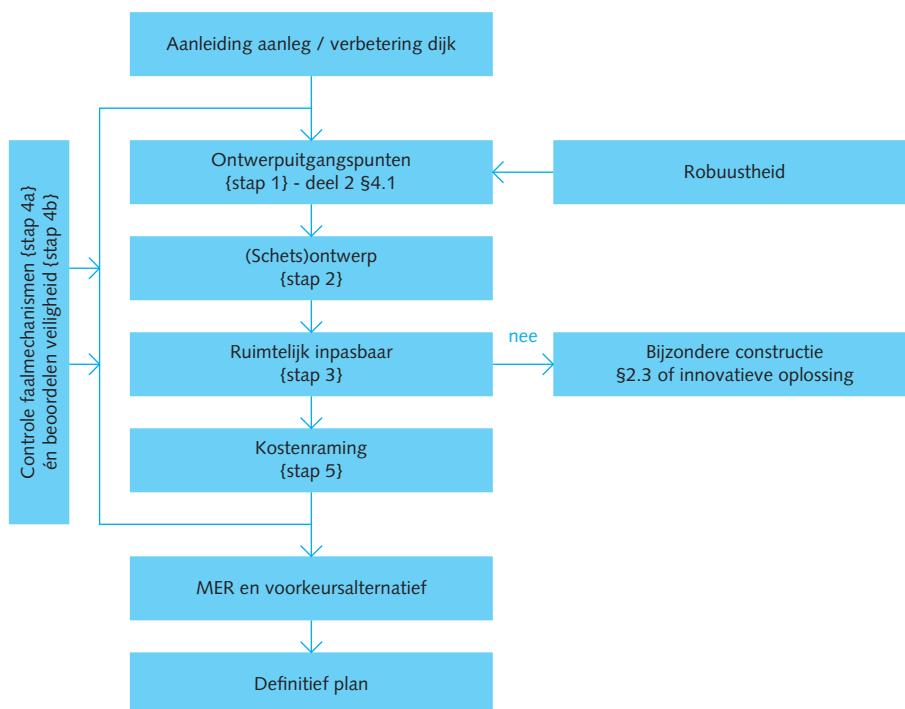
Het proces om tot een definitief plan te komen bestaat uit verschillende stappen (Figuur 2.1). Vaak is het nodig om de stappen meerdere keren te doorlopen om tot een optimaal ontwerp te komen (cyclisch proces). Ook is het mogelijk het ontwerp op verschillende kenmerken te optimaliseren, bijvoorbeeld op kosten, belevingswaarde of ruimtebeslag. Dit kan leiden tot meerdere varianten waar bestuurders uiteindelijk een keuze in maken in het kader van een m.e.r.-procedure of een andere besluitvormingsprocedure.

Stappen in het ontwerpproces zijn:

- stap 1: De ontwerper stelt de ontwerpuitgangspunten vast op basis van het programma van eisen;
- stap 2: Vervolgens maakt de ontwerper een eerste schetsontwerp van de dijk;
- stap 3: Dit schetsontwerp maakt het mogelijk om in te schatten of voldoende ruimte beschikbaar is voor de dijk of dat een andere oplossing gezocht moet worden;
- stap 4: De ontwerper controleert of het ontwerp voldoende bestand is tegen de verschillende faalmechanismen en beoordeelt of het ontwerp voldoende veiligheid biedt en uitvoerbaar is. Zonodig stelt hij of zij het ontwerp bij;
- stap 5: De kosten van de verschillende varianten worden ingeschat. Ook de kosten kunnen aanleiding geven tot bijstelling van het ontwerp.

Deze stappen worden verschillende malen en in samenspraak met belangenbehartigers en bestuurders doorlopen. Daarmee wordt tot een uitgebalanceerd ontwerp gekomen dat op draagvlak van de omgeving en bestuurders kan rekenen. Op deze manier kunnen verschillende varianten worden uitgewerkt. De ontwerper stelt het plan na besluitvorming over het voorkeursalternatief eventueel op onderdelen bij en maakt vervolgens een definitief plan. De vijf stappen zijn hieronder nader toegelicht.

Figuur 2.1 Stappen in het ontwerpproces



2.2.1 Stap 1: uitgangspunten voor het ontwerp vaststellen

De uitgangspunten voor het ontwerp volgen uit het programma van eisen (Deel 2, paragraaf 4.1). Deze eisen gaan over:

- veiligheid;
- duurzaamheid, robuustheid, uitbreidbaarheid;
- ruimtelijke kwaliteit;
- kosten;
- materiaalgebruik en beschikbaarheid;
- uitvoering, inclusief methoden en planning;
- beheer en onderhoud.

De ontwerper stelt ook de uitgangspunten vast voor de mate van robuustheid (Deel 1, hoofdstuk 5) en zorgt er voor dat deze samen met de andere uitgangspunten op het juiste ambtelijke niveau worden vastgesteld. Het TROB geeft informatie over onzekerheden en onzekere ontwikkelingen die verband houden met de hydraulische belasting van rivierdijken. Zo wordt in het TROB onder meer uitgegaan van een toename van de rivierafvoer tijdens de planperiode als gevolg van klimaatveranderingen. In paragraaf 2.2.2 is aangegeven hoe de ontwerper met deze onzekerheden kan omgaan.

Keuzes over uitbreidbaarheid en het inspelen op ruimtelijke ontwikkelingen hebben gevolgen voor de vormgeving en de kosten van de dijk. Over deze keuzes zal het bevoegd gezag over het algemeen expliciet een besluit nemen. Het waterschap doet hiervoor een voorstel dat de provincie (Gedeputeerde Staten) moet goedkeuren. Beroep is mogelijk bij de Raad van State.

2.2.2 Robuust ontwerpen

In Deel 1 van deze leidraad staat een beschrijving van het begrip robuust ontwerpen (hoofdstuk 5). Ribuust ontwerpen betekent dat rekening wordt gehouden met:

- onzekerheden;
- uitbreidbaarheid.

Rekening houden met onzekerheden

Een robuust ontwerp is een ontwerp waarin, voor alle faalmechanismen, rekening gehouden is met onzekerheden. Hierbij gaat het om onzekerheden met betrekking tot de belasting van de dijk en de sterkte van de dijk.

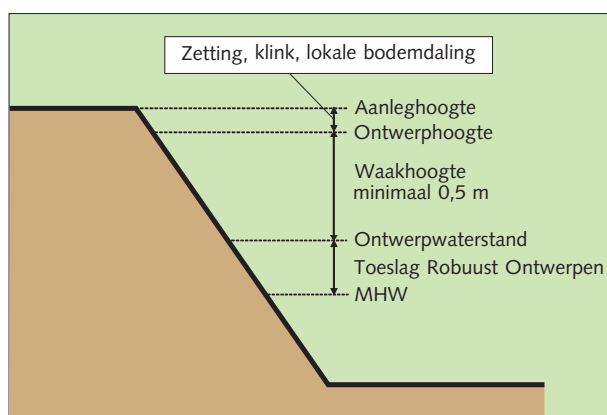
De waakhogte is bedoeld om onzekerheden in de hydraulische belastingen op te vangen, de bereikbaarheid van de dijk tijdens hoogwater te garanderen en de golfoverslag te beperken. De waakhogte is niet gedimensioneerd voor het keren van waterstanden. Daarom biedt de waakhogte geen oplossing voor onzekerheden in hoogwaterstanden, die wél gekeerd moeten worden. De onzekerheid in de hoogwaterstanden, ofwel de spreiding, is orde van grootte 0,2 à 0,3 m.

Robuust ontwerpen betekent dat de onzekerheid in de waterstand, in zowel het boven- als benedenrivierengebied, wordt opgenomen als een robuustheidstoeslag van 0,3 m. Deze toeslag kan natuurlijk ook andere onzekerheden opvangen, zoals onzekerheden in de golfoploop.

De beheerder kan van deze toeslag afwijken als uit een probabilistische analyse, waarin alle relevante onzekerheden zijn meegenomen, blijkt dat de toeslag niet passend is.

De marge van 0,3 m die hierdoor ontstaat kan tegenvallers in de planperiode opvangen. Deze tegenvallers kunnen ook op de waterstand betrekking hebben. De waterkering moet daarom de maatgevende hoogwaterstand (MHW) plus de marge van 0,3 m kunnen keren, rekening houden met alle faalmechanismen. MHW wordt daarbij gedefinieerd als de waterstand aan het einde van de planperiode met een gemiddelde overschrijdingskans per jaar waarop de waterkering moet zijn berekend. De waterstand MHW plus de toeslag van 0,3 m wordt de ontwerpwaterstand genoemd ofwel de stilwaterstand waarop de dijk wordt ontworpen. In Figuur 2.2 zijn MHW, ontwerpwaterstand en waakhogte nader toegelicht. De waakhogte is voor het rivierengebied minimaal 0,5 m, behalve voor de Limburgse Maas (zie ook paragraaf 2.2.3).

Figuur 2.2 Illustratie ontwerpwaarden dijken



Effectief betekent het bovenstaande dat een onzekerheidstoeslag aan de hoogte toegevoegd wordt. Hiermee wordt bereikt dat niet meteen een nieuwe dijkversterking of een rivierverruimingsproject nodig is als de belastingen op de dijk veranderen. Voorwaarde is dat de dijk voldoende stabiel is om het hogere verval over de dijk op te vangen. Deze stabiliteit is zo nodig te vergroten met innovatieve technieken die geen extra ruimte vereisen, zoals 'mixed-in-place' en 'dijkvernageling' (zie ook bijlage 6).

Onzekerheden in de sterkte van een dijk werden al langer in het ontwerp verwerkt, via veiligheidsfactoren of materiaalfactoren. Samen met de robuuste belasting is het ontwerp daarmee voldoende berekend op onzekerheden in bijvoorbeeld piping en is een extra toeslag op bijvoorbeeld de breedte van de berm daarom niet nodig.

Rekening houden met uitbreidbaarheid

In het algemeen is het wenselijk dat het ontwerp later uitbreidbaar is. Hiermee is te voorkomen dat een maatregel achteraf inefficiënt blijkt te zijn omdat zwaardere ontwerpeisen een geheel nieuwe ingreep vergen die de onderhavige ingreep overbodig maakt. Dat is maatschappelijk ongewenst. Zwaardere ontwerpeisen kunnen bijvoorbeeld het gevolg zijn van nieuwe veiligheidsnormen, nieuwe kennis of snellere klimaatverandering. De ontwerper mag alleen afzien van een uitbreidbaar ontwerp als daar zwaarwegende argumenten voor zijn, bijvoorbeeld als de kosten van een uitbreidbaar ontwerp disproportioneel hoger zijn dan van een niet-uitbreidbaar ontwerp. Het doel van een uitbreidbaar ontwerp is immers dat een relatief geringe extra investering een grote (maatschappelijke) besparing in de toekomst kan opleveren. Een redelijke maat voor de uitbreidbaarheid is dat de omvang van de toekomstige ingreep dezelfde orde van grootte heeft als het onderhavige ontwerp. Uiteraard moet deze maat per project goed worden onderbouwd ten behoeve van de motivatie van het uitbreidbare ontwerp. Daarbij moeten kosten en maatschappelijke aspecten (zoals het belang van derden) aan de orde komen.

Voorbeelden van een uitbreidbaar ontwerp zijn:

- planologische reservering van extra ruimte (aan de binnen- of buitenkant). Deze ruimte kan nodig zijn bij zwaardere belastingen of zwaardere veiligheidsnormen. In deze gereserveerde ruimte mogen geen ontwikkelingen plaatsvinden die een toekomstige uitbreiding onmogelijk maken. De toekomstige uitbreiding kan zowel de vorm van rivierverruiming als van dijkversterking hebben. In de Nota Ruimte is het instrument van de 'vrijwaringszone' opgenomen. Dit is een strook langs de primaire waterkering waar geen nieuwe permanente bebouwing mag komen. Het doel van de vrijwaringszones is toekomstige versterkingen van de primaire waterkeringen mogelijk te maken.
- voorzieningen die het mogelijk maken uitbreiding relatief goedkoop uit te voeren. Dit kan bijvoorbeeld een extra zware fundering zijn of voorzieningen waardoor de hoogte van een kering relatief gemakkelijk is aan te passen.

De eis aan uitbreidbaarheid betekent dat de ontwerper tijdens het ontwerpproces al rekening houdt met een volgende dijkversterking of rivierverruiming. Uitbreidbaarheid moet expliciet aan bod komen bij de besluitvorming over het ontwerp van de dijkversterking:

- Naast het dijkversterkingsplan moet ook het mogelijke toekomstige dijkversterkingsproject tijdens de inspraak op het dijkversterkingsproject afzonderlijk aan de orde komen. De omvang van de mogelijke toekomstige dijkversterking hangt af van de grootte van de onzekerheden, waarbij ook rekening wordt gehouden met een aanscherping van de veiligheidsnorm.
- Aan het eind van de inspraak moet een besluit worden genomen over de realisatie van de dijkversterking én over de doorwerking van de mogelijk toekomstige dijkversterking in het vergunningenbeleid van de beheerder (keur) en de gemeente (bestemmingsplan).

- Als de mogelijk toekomstige dijkversterking niet uitvoerbaar of niet aanvaardbaar is, dan is het voorgestelde ontwerp niet robuust. In dat geval is aanpassing van het ontwerp nodig, tenzij dat op economische gronden onverantwoord is.

2.2.3 Stap 2: (schets)ontwerp opstellen

Het ontwerp moet voldoen aan eisen op het gebied van veiligheid (bescherming tegen overstromingen) en ruimtelijke kwaliteit (Figuur 2.3). Een aantal van deze eisen is wettelijk of beleidsmatig vastgelegd en laat geen keuzevrijheid voor de ontwerper. Een harde eis is bijvoorbeeld dat de dijk voldoet aan de wettelijke veiligheidsnorm. De bijbehorende vastgestelde ontwerpwaterstand vormt de basis voor het dijkontwerp. Voor de Maaskaden geldt bovendien de harde eis dat de aanwezigheid van de kaden geen invloed mag hebben op de benedenstroomse maatgevende randvoorwaarden. Deze eis betekent dat de kaden in Limburg moeten overstromen bij waterstanden met een overschrijdingsfrequentie kleiner dan 1/250 per jaar en groter dan 1/1250 per jaar. Deze overstroombaarheid eist een integrale aanpak van het gehele riviertraject en is daardoor een taak van de rivierbeheerder. Andere eisen en wensen zijn minder hard. De ontwerper moet proberen om het ontwerp daar optimaal op af te stemmen, zonder dat dat ten koste gaat van de eisen die het bevoegd gezag heeft vastgesteld.

Waterkeringen langs rivieren zijn onder te verdelen in twee hoofdtypen:

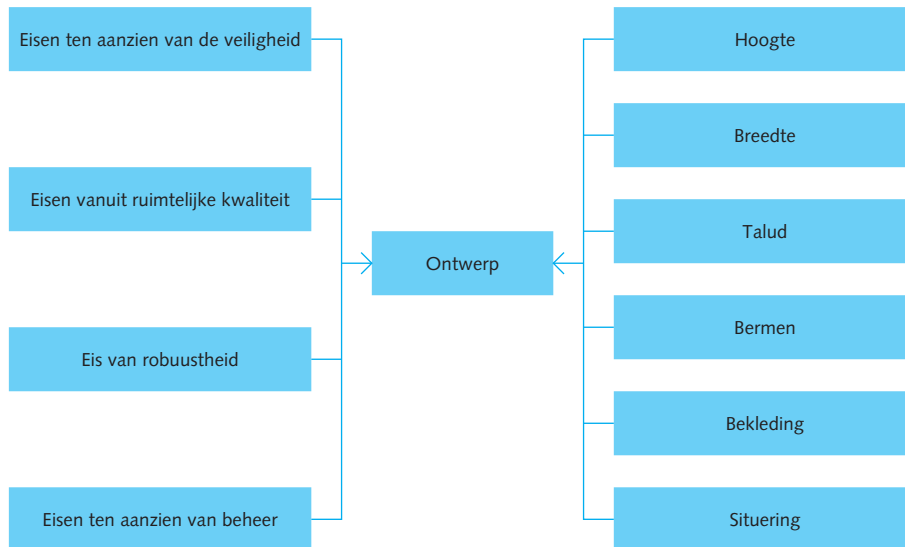
- dijken (grondconstructie);
- waterkerende kunstwerken.

Een combinatie van een grondconstructie en een kunstwerk is ook mogelijk. Er wordt dan gesproken van een bijzondere (waterkerende) constructie. Over het algemeen verdient een dijk (grondconstructie) de voorkeur. Een dijk is relatief goedkoop, duurzaam, gemakkelijk aan te passen aan nieuwe omstandigheden en milieuvriendelijk. In uitzonderlijke gevallen krijgt een bijzondere waterkerende constructie, zoals een damwand of kistdam, de voorkeur. Dit kan bijvoorbeeld het geval zijn als onvoldoende ruimte beschikbaar is voor een dijk of als een dijk te veel beperkingen of problemen veroorzaakt voor andere functies of belangen. De bijzondere waterkerende constructies nemen de waterkerende functie van de grondconstructie geheel of gedeeltelijk over. Bijzondere constructies zijn doorgaans moeilijk aan te passen aan nieuwe omstandigheden en minder duurzaam. Ook vereisen deze constructies meestal meer onderhoud dan een dijk en is het beheer intensiever en kostbaarder. Ook kunnen innovatieve technieken worden toegepast. De kwaliteit van een dergelijke oplossing moet vanzelfsprekend gewaarborgd zijn, bijvoorbeeld door ENW. Innovatieve technieken kunnen bijdragen aan een robuust ontwerp, waarbij uiteraard ook de uitbreidbaarheid een belangrijk aandachtspunt is.

Als algemeen uitgangspunt geldt dat voor een oplossing in grond wordt gekozen, tenzij op voorhand duidelijk is dat dit niet mogelijk is en een bijzondere constructie of een kunstwerk noodzakelijk is. Vaak wordt in dat geval als referentie ook een grondconstructie ontworpen. Als niet zeker is of een dijk mogelijk is, kan het ontwerpproces ook voor beide typen van start gaan, totdat duidelijk is welk type de voorkeur krijgt. In het uiterste geval worden beide typen in het MER beschreven.

De vormgeving van het gekozen type waterkering komt tot stand door het pakket van eisen en wensen steeds gedetailleerder invulling te geven in het plan en het ontwerp. Soms blijkt tijdens deze stappen dat het gekozen type kering toch niet mogelijk is. Dat kan bijvoorbeeld het geval zijn als er onvoldoende ruimte is voor een grondconstructie en aankoop van extra grond niet aan de orde is.

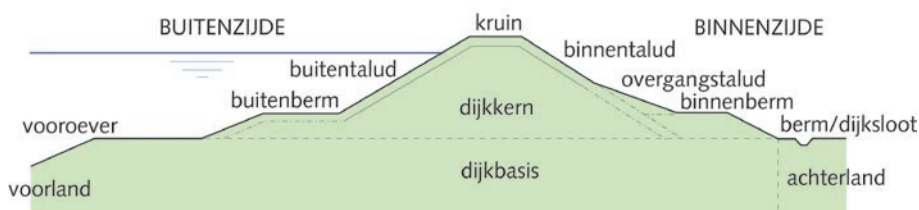
Figuur 2.3 Eisen die van invloed zijn op de ruimtelijke vormgeving



Ontwerp van een dijklichaam

Bij het ontwerp van een dijklichaam zijn de volgende elementen van belang: de vereiste kruinhoogte, de kruinbreedte, de taluds, de bekleding, de situering van het dijklichaam, de plaats en afmetingen van eventuele bermen en het voor- en achterland (Figuur 2.4). Ook het verloop van de dijk in langsrichting is van belang.

Figuur 2.4 Schetsprofiel van een dijk



Vereiste kruinhoogte

De vereiste kruinhoogte, ofwel de ontwerphoogte, moet berekend zijn op de belastingen die van toepassing zijn en de sterkte van de bekleding. De vereiste kruinhoogte is afhankelijk van de rivierafvoer, de wind (richting en snelheid), meer- of zeewaterstand (inclusief bui-oscillaties, buistoten en seiches), de geometrie van de dijk en de sterkte van de kruin en de taluds.

De ontwerphoogte van een dijk is de kruinhoogte die aan het einde van de planperiode vereist is. Een robuuste ontwerphoogte bestaat globaal uit de optelsom van:

- het maatgevende hydraulische belastingniveau (MHBN) aan het einde van de planperiode. Het MHBN is de hoogte waarop de kruin van de dijk zou moeten worden aangelegd om aan het einde van de planperiode te voldoen aan het criterium voor golf-overslag. In het TROB wordt beschreven hoe het MHBN in het bovenrivierengebied, het benedenrivierengebied en de IJssel- en Vechtdelta wordt bepaald;
- een robuustheidsmarge van 0,3 m;
- eventuele lokale toeslagen voor bijvoorbeeld seiches, buistoten, bui-oscillaties en slingeren.

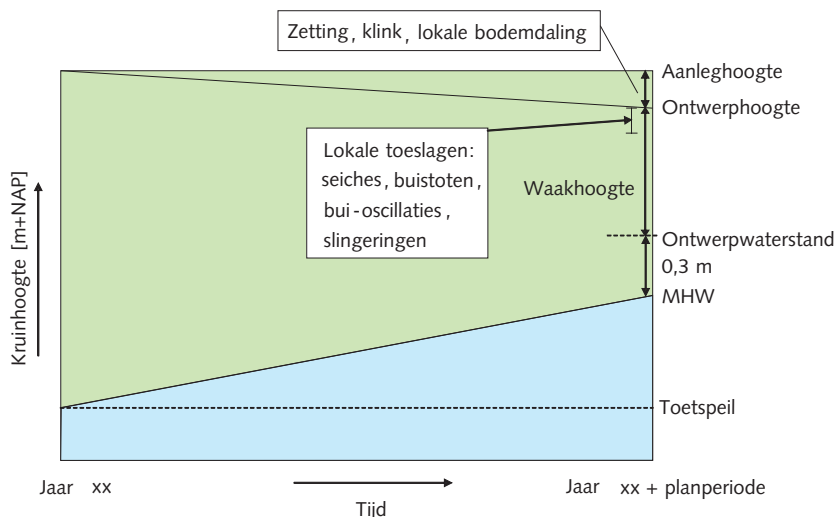
Als de optelsom van deze drie componenten kleiner is dan de maatgevende hoogwaterstand aan het einde van de planperiode plus 0,8 m (robuustheidstoeslag plus minimale waakhoogte), dan wordt als ontwerphoogte de maatgevende hoogwaterstand aan het einde van de planperiode plus 0,8 m (0,3+0,5) aangehouden (zie ook Figuur 2.6).

Richtlijnen voor de berekeningen zijn onder andere opgenomen in het TROB en het Technisch Rapport Golfoploop en golfoverslag bij dijken (TAW, 2002-a).

De ontwerphoogte wordt aangevuld met toeslagen voor de verwachte klink van het dijklichaam, zetting van de ondergrond en de verwachte autonome bodemdaling over de planperiode. Bij de vervaardiging van het ontwerp wordt deze kruinhoogte de aanleghoogte genoemd. Overigens zal de autonome bodemdaling in sommige gevallen op andere wijze worden verrekend, omdat bij bodemdaling ook de buitendijkse bermen lager komen te liggen ten opzichte van de ontwerpwaterstand en daarmee minder effectief worden.

In Figuur 2.5 is schematisch weergegeven hoe de aanleghoogte van de dijk is opgebouwd, rekening houdend met de ontwikkelingen in de planperiode.

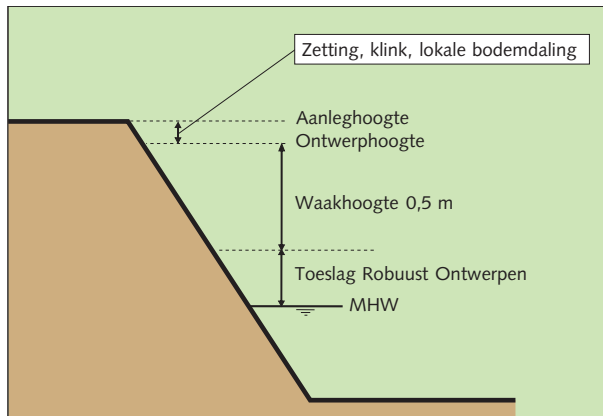
Figuur 2.5 Bepaling van de aanleghoogte van een dijk



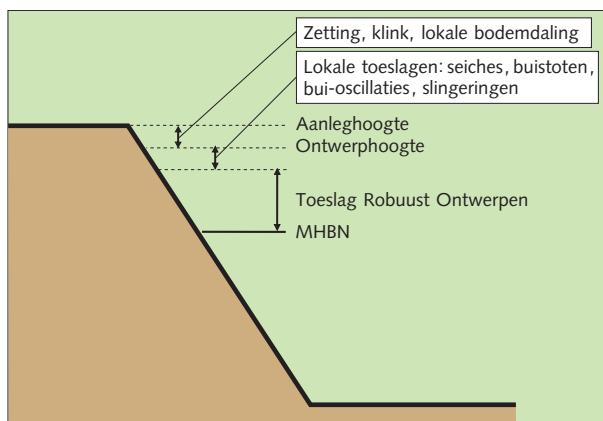
In Figuur 2.6 is geïllustreerd hoe de ontwerphoogte en aanleghoogte worden bepaald. Figuur 2.6-a geeft de minimale aanleghoogte uitgaande van de minimale waakhoogte. Figuur 2.6-b toont hoe de aanleghoogte wordt bepaald op basis van de golfbelasting (MHBN). De te realiseren aanleghoogte komt overeen met de hoogste waarde van de aanleghoogten uit de figuren -a en -b.

Figuur 2.6 Bepaling van de aanleghoogte van een dijk

a. Minimale aanleghoogte



b. De golfbelasting is bepalend



Voor de Maaskaden is van belang dat de kaden geen invloed mogen hebben op de maatgevende randvoorwaarden benedenstrooms. De minimale marge van 0,5 m voor de waakhoogte en de robuustheidstoeslag van 0,3 m gelden daarom niet voor de Maaskaden.

Kader 2.1 Voorliggende dammen en voorland

Soms wordt een dijk beschermd door een voorliggende dam, bijvoorbeeld een haven-dam of onderwaterdam. Dergelijke dammen hebben over het algemeen geen invloed op de ontwerpwaterstand en toeslagen op de waterstand, maar wel op de golfhoogte en de golfoverslag en soms op de stabiliteit van het buitentalud. Als een voorliggende dam onder ontwerpomstandigheden de golfhoogte beperkt, kan een lagere kruinhoogte volstaan. De dam vormt dan onderdeel van de waterkering. Het is noodzakelijk dat de dam onder de keur valt of dat de functie via andere regelgeving gewaarborgd wordt. Ook moet de dam worden meegenomen bij de vijfjaarlijkse toetsing van de waterkering. Hetzelfde geldt voor een voorland, als de invloed daarvan in het ontwerp in rekening is gebracht.

Kruinbreedte

De geadviseerde minimale kruinbreedte is 3 meter (zie ook TAW, 1994-d). Deze breedte is nodig voor normaal onderhoud vanaf de kruin en voor inspectie en bereikbaarheid bij hoge waterstanden. Indien een openbare weg op de dijk komt te liggen, bepaalt het gebruik daarvan de kruinbreedte. Het ontwerp moet berekend zijn op de verkeersbelasting volgens de TRWG (TAW, 2001).

Taluds

Uit de praktijk blijkt dat een helling van 1:3 een goede eerste aanname is voor binnen- en buitentaluds met een toplaag van klei met grasbegroeiing. Een flauwer talud is gunstiger voor de stabiliteit en beperking van de golfoploop. Bovendien is een dijk met een flauwer talud in de toekomst makkelijker te verbeteren als de veiligheidseisen daar aanleiding toe geven. Een flauw talud vraagt wel meer ruimte dan een steil talud. Een steil buitentalud leidt ten opzichte van een flauw talud tot meer golfoverslag en vereist daarom een hogere dijk. Meer informatie hierover is te vinden in Technisch Rapport Golfoploop en Golfoverslag bij Dijken (TAW, 2002-a). Een steiler talud kan de voorkeur krijgen als dat wenselijk is voor de ruimtelijke kwaliteit, maar vanwege stabiliteit en beheer zijn hier beperkingen aan.

Berm

In bepaalde gevallen is het wenselijk de dijk te verstevigen met een buitenberm of een binnenberm (Figuur 2.4). Als de berm noodzakelijk is voor de stabiliteit van de dijk of het beperken van de golfoploop, is de berm onderdeel van het ontwerp. De noodzaak daarvoor blijkt uit de ontwerpberekeningen. Uit de controleberekeningen volgt een eerste aanwijzing voor de hoogteligging en de breedte van de berm(en). Buitendijkse steunbermen zijn vaak wenselijk bij schaarndijken. Deze bermen liggen tussen het beklede buitentalud en de steenbestorting op de vooroever en verminderen schade aan de bekleding en het talud onder dagelijkse omstandigheden. Een berm kan ook om andere redenen wenselijk zijn, bijvoorbeeld voor inspectiedoeleinden of agrarisch gebruik.

Bekleding

De keuze van de bekleding is een apart proces dat beschreven is in bijlage 7.

Situering dijkversterking

Een dijkversterking kan aan de binnen- of buitendijkse zijde van de bestaande dijk plaatsvinden of aan weerszijden. Versterking aan de binnenzijde heeft over het algemeen de voorkeur omdat daarmee het doorstroomprofiel van de rivier behouden blijft. De beschikbare ruimte, waterkerende eisen, de overige functies en de kosten bepalen de keuze. Enkele aandachtspunten zijn:

- Buitendijkse versterking leidt tot verkleining van het dwarsprofiel van de rivier. In dat geval kan de waterstand stijgen. Dat moet in principe gecompenseerd worden door verruiming van de rivier elders. De ontwerper moet nagaan of compensatie mogelijk is en wat de kosten daarvan zijn.
- Binnendijkse versterking kan gevolgen hebben voor bebouwing of andere infrastructuur. Dit kan leiden tot extra kosten voor bijvoorbeeld een bijzondere constructie, compensatie van bewoners of reconstructie van wegen.
- Aanbrengen van een overhoogte maakt het soms mogelijk om nieuwe voorzieningen of functies toe te staan binnen de kernzone (zie paragraaf 4.2) van de waterkering. Overhoogte kan bijvoorbeeld een oplossing zijn om bomen op de dijk toe te staan.

Ontwerp in langsrichting

Bij het ontwerp van een dijk komt niet alleen de dwarsdoorsnede aan de orde, maar ook het ontwerp in de langsrichting. Voor de sterkte zijn driedimensionale aspecten van belang. Bij toepassing van verschillende versterkingswijzen vraagt de overgangszone extra aandacht. Een overgangszone ontstaat bijvoorbeeld als voor het verkleinen van de kwelweglengte in

een deel van de dijk een binnendijkse berm wordt aangebracht en in een aansluitend deel van de dijk een vertikaal kwelscherm.

Verder speelt de ruimtelijke kwaliteit een belangrijke rol: het verloop van de dijk moet logisch zijn en voldoen aan de visie die hiervoor is opgesteld.

Bij het ontwerp wordt ook aandacht besteed aan uitvoerbaarheid en robuustheid. Voor de uitvoerbaarheid is een continu verloop zonder al te veel wisselingen in het dwarsprofiel wenselijk, rekening houdend met de ruimtelijke kwaliteit.

Ruimtelijke kwaliteit

In Deel 2 van deze leidraad is beschreven op welke manier een visie voor het dijkversterkingsproject tot stand komt. Uit deze visie volgen voor de ruimtelijke kwaliteit eisen en wensen die worden ingedeeld in:

- gebruikskwaliteit;
- belevingskwaliteit;
- toekomstkwaliteit.

De ontwerper verwerkt deze eisen en wensen voor zo ver mogelijk in het ontwerp van de dijk. Het TRRK kan hiervoor van belang zijn.

Gebruikskwaliteit

De nieuwe dijk of dijkversterking zal in de meeste gevallen extra ruimte vereisen. Maar ook andere gebruiksvormen stellen eisen aan het ruimtegebruik. Als de dijk(versterking) niet te combineren is met het bestaande gebruik, kan dat tot extra kosten leiden. Vaak is het ontwerp zo aan te passen dat een combinatie van functies mogelijk is en dat het past binnen regionale en lokale landschapsstructuren. Hieronder zijn enkele voorbeelden beschreven van knelpunten en oplossingen.

- Landbouw

Voor de dijk(versterking) kan het nodig zijn landbouwareaal aan te kopen of boerderijen te verplaatsen. De kosten hiervan zijn onderdeel van de dijk(versterking). De grasbekleding van de dijk is in sommige gevallen op agrarische wijze te beheren door middel van begrazing. De mogelijkheden daarvoor zijn beschreven in het TRWG (TAW, 2001).

- Recreatie

Het kan wenselijk zijn recreatieve voorzieningen op te nemen in het plan. Dit kunnen bijvoorbeeld parkeerplaatsen, uitzichtpunten, kunstvoorwerpen, picknickplaatsen, bijzondere beplanting of fietspaden zijn. Recreatief gebruik van de dijk kan de kans op schade aan de dijk vergroten en extra onderhoud noodzakelijk maken. De ontwerper moet daar rekening mee houden, bijvoorbeeld bij de keuze van de dijkbekleding. Ook moet de dijkbekleding recreatie mogelijk maken.

- Industrie en wonen

Deze functies kunnen uiteenlopende gevolgen hebben voor het dijkontwerp. Kabels en leidingen in de dijk en bestaande bebouwing kunnen schade oplopen door de dijk-aanleg als zettingen en horizontale vervormingen optreden. Andersom kunnen gebouwen, kabels en leidingen de veiligheid van de dijk benadelen. In TRWG (TAW, 2001) is beschreven hoe de schade te bepalen is en welke constructieve maatregelen de schade kunnen beperken. Ook de bereikbaarheid van woningen en bedrijven tijdens de uitvoering van het project kan eisen stellen aan het ontwerp en de uitvoering.

- Verkeer

Als op de kruin of op de binnenberm ruimte nodig is voor verkeer, dan vereist dat specifieke ontwerpexpertise in het ontwerpteam.

- *Waterbeheer*

De binnendijkse waterhuishouding is afgestemd op verschillende gebruiksvormen. Als het dijkontwerp tot meer golfoverslag of kwelwater leidt, kunnen extra waterhuishoudkundige voorzieningen nodig zijn om schade te beperken. Ook het aanbrengen van kleilagen of kwelschermen kan de waterhuishouding verstoren. Voorzieningen zoals sloten kunnen weer effect hebben op de macrostabiliteit van de dijk en op piping.

- *Waterwinning*

Op enkele plaatsen vindt langs de rivieren waterwinning plaats door middel van oeverinfiltratie. Rivierwater infiltreert in geulen in de uiterwaard en wordt vervolgens achter de waterkering uit de zandondergrond weer opgepompt en naar een waterwingebied geleid. Zorgvuldig onderzoek vooraf en monitoring achteraf zijn noodzakelijk om te beoordelen of de dijk hiervan schade ondervindt. Soms is het graven van de geulen te combineren met natuurontwikkeling en is het vrijkomende sediment te gebruiken bij de dijkversterking. Rivierwater wordt ook direct uit de rivier gewonnen. Daar zijn installaties en transportleidingen voor nodig.

Kader 2.2 Bomen op de dijk

Op sommige plaatsen vindt op het binnentalud en de binnenberm fruitteelt plaats. In het dijkversterkingsplan voor de Alblasserwaard is opgenomen dat de fruitteelt karakteristiek is voor het landschap. Bomen in het dijkprofiel kunnen het waterkerend vermogen van de dijk aantasten door bijvoorbeeld windworp en erosie. In de Alblasserwaard is dit opgelost door de binnenberm met ruim 1 meter op te hogen en alleen lage fruitbomen van maximaal 4 meter toe te staan. Ook voor sierbeplanting is dit toegepast. Aandachtspunten bij bomen op de dijk staan in Bijlage 5.

Belevingskwaliteit

Een dijk of kade is een markant object in het landschap. In de Grondslagen voor Waterkeren (TAW, 1998-a) is aangegeven op welke wijze het dijkontwerp rekening kan houden met landschap, natuur en cultuurhistorie.

Belangrijke aandachtspunten zijn:

- Als de dijk in de Ecologische Hoofdstructuur (EHS) ligt is compensatie van verlies aan natuur vereist. Maar ook als de dijk buiten de EHS ligt kan compensatie wenselijk zijn.
- Het zichtbare deel van de dijkbekleding (boven water) bestaat over het algemeen bij voorkeur uit een grasmat, zie het TRWG (TAW, 2001).
- De bekleding van het buitentalud biedt bij voorkeur geschikt leefgebied voor planten en dieren. Uitgangspunt is wel dat in het ontwerp van de dijk rekening is gehouden met de hierdoor mogelijk optredende schade aan de dijk. Materialen met toxische stoffen, die schade opleveren voor planten of dieren moeten zo veel mogelijk vermeden worden (Handboek Natuurvriendelijke Oevers (CUR, 2000)).
- Het ontwerp houdt zo veel mogelijk de historie van het landschap en de dijk zichtbaar.
- Inpasbaarheid van het ontwerp in stedelijk gebied.

Kader 2.3 Mitigatie en compensatie

Het rivierengebied is een belangrijke habitat voor flora en fauna en vormt een karakteristiek landschap. Ook vormt het rivierengebied een waardevol bodemarchief. De Habitat- en de Vogelrichtlijn stellen eisen aan de bescherming van de flora en fauna en het Verdrag van Malta aan de archeologie en cultuurhistorie. Het ontwerp veroorzaakt bij voorkeur geen of alleen tijdelijke verstoring van deze waarden. Hiervoor is het onder meer nodig om versturende activiteiten in het broedseizoen te vermijden. Zo nodig voorziet het ontwerp in mitigerende maatregelen om de schade te beperken. In het geval van onontkoombare schade, is in sommige gevallen compensatie vereist. Dijkversterking kan overigens ook mogelijkheden bieden voor versterking van deze waarden.

Toekomstkwaliteit

De toekomstkwaliteit is hoog als het ontwerp duurzaam gebruik mogelijk maakt en gemakkelijk is aan te passen aan nieuwe omstandigheden. Streefbeelden voor de functies die een plaats krijgen in het ontwerp kunnen inzicht geven in de gewenste ontwikkelingen.

Aandachtspunten zijn:

- overstromingsrisico in de dijkkring;
- meervoudig ruimtegebruik;
- ecologische duurzaamheid;
- benutten van 'nu of nooit'-situaties en voorkomen van 'spijt'-situaties;
- behouden van onvervangbare kwaliteiten;
- beheer (onder meer bouwbeleid en profiel van vrije ruimte).

2.2.4 Stap 3: check ruimtelijke inpasbaarheid

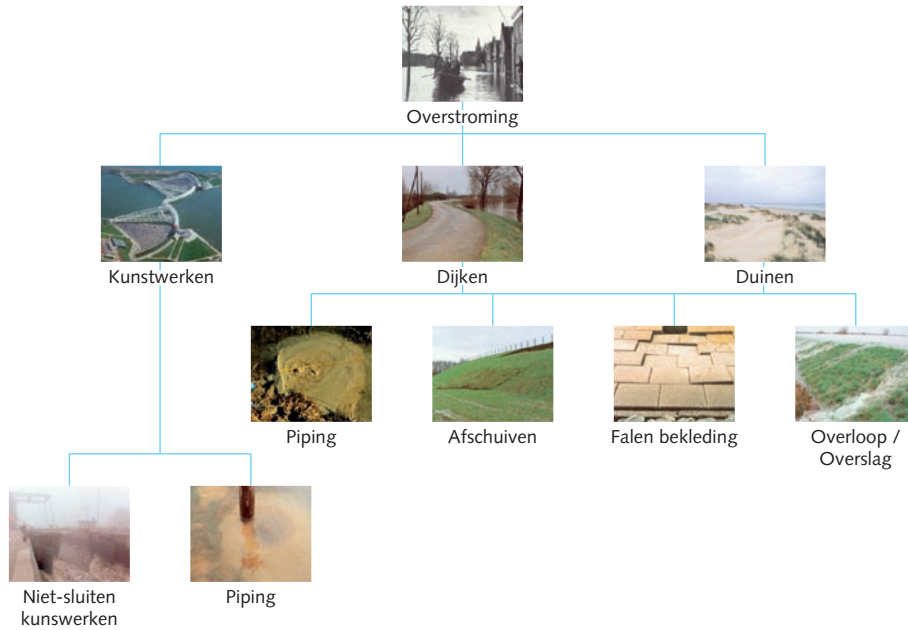
De waterkerende eisen en de eisen aan de ruimtelijke kwaliteit leiden tot een eerste ontwerp. Het is nu mogelijk in te schatten of voldoende ruimte beschikbaar is om het ontwerp te realiseren. De dijk kan ook buiten het dijkprofiel van invloed zijn. Er kunnen bijvoorbeeld vervormingen tot op enige afstand van het profiel optreden. Er moet ook voldoende ruimte zijn voor de uitvoering van de dijkversterking, zonder ontoelaatbare schade of overlast te veroorzaken.

Als de beschikbare ruimte net niet toereikend is, is het aan te raden om te verkennen of het schetsontwerp op onderdelen aan te passen is of dat de ruimte te vergroten is door grond-aankoop. Als een dijkversterking in de vorm van een grondconstructie geen optie blijkt te zijn, is een bijzondere constructie of waterkerend kunstwerk noodzakelijk om de veiligheid te garanderen (Figuur 2.1).

2.2.5 Stap 4: controle faalmechanismen

Een dijk kan door allerlei oorzaken bezwijken. Om de kans op bezwijken te beperken, moet het ontwerp voldoende bestendigheid tegen verschillende faalmechanismen bieden. Het TRWG (TAW, 2001) gaat hier uitgebreid op in. De volgende figuur illustreert de belangrijkste faalmechanismen.

Figuur 2.7 Foutenboom met illustratie faalmechanismen



Voor een correcte beoordeling van de faalmechanismen moeten voldoende gegevens over de dijk, de ondergrond en objecten in en nabij de dijk beschikbaar zijn en zijn berekeningen nodig. Het onderzoek moet zo gedetailleerd zijn dat alle belangrijke aspecten in beschouwing kunnen worden genomen.

2.2.6 Stap 5: kosten inschatten

De kosten van een dijkversterking zijn sterk afhankelijk van de omvang van de ingreep. Traditionele versterking in grond is over het algemeen goedkoper dan de toepassing van bijzondere (waterkerende) constructies. Dijkversterking in het bovenrivierengebied is meestal minder duur dan in het benedenrivierengebied, omdat de ondergrond in het bovenrivierengebied gunstiger is.

De volgende factoren hebben veel invloed op de kosten:

- omvang van grondaanvullingen;
- verwijderen en terugplaatsen van wegen op de kruin;
- vervangen en aanbrengen van buitendijkse bekleding;
- gebruik van constructies zoals damwandschermen;
- opslag en afvoer van verontreinigde materialen (grond, slib, funderingsmateriaal voor wegen);
- compensatie ruimte voor de rivier bij buitendijkse versterking;
- natuurcompensatie;
- voorzieningen voor aanvoer van materialen (losplaatsen, depots, rijplaten, herstel aanvoerwegen);
- kosten van beheer en onderhoud (als het ontwerp tot ingrijpende wijzigingen van het beheer leidt);
- grondaankopen, bedrijfs- en financiële schade;
- saneringen van verontreinigde grond;
- aanpassingen aan kabels en leidingen;
- overige financiële compensaties voor schade.

Voor de beoordeling van een project spelen naast de kosten ook de maatschappelijke wensen en eisen een rol. Als de kosten te hoog blijken te zijn, kan teruggegaan worden naar stap 2 (ontwerp) om het ontwerp te optimaliseren of om een ander alternatief uit te werken. Een alternatief kan bijvoorbeeld een smallere dijk met steilere taluds en minder ruimtebeslag zijn of toepassing van een bijzondere waterkerende constructie of een innovatieve oplossing.

2.3 Bijzondere waterkerende constructies

In sommige situaties is een dijk die uit een grondlichaam bestaat geen geschikte oplossing. Dat kan bijvoorbeeld het geval zijn als er onvoldoende ruimte voor een grondconstructie is of als voor het behoud van bebouwing, leidingen of bomen een andere oplossing vereist is. Ook de aansluiting van een dijklichaam op een kunstwerk vereist speciale oplossingen.

Deze leidraad gaat niet in op andere waterkerende kunstwerken (zoals sluizen en coupures) en niet-waterkerende objecten (zoals leidingen). Informatie over het ontwerp van waterkerende kunstwerken is te vinden in de Leidraad Kunstwerken (TAW, 2003-b) en in het TR Kistdammen en diepwanden in waterkeringen (TAW, 2004). Informatie over niet-waterkerende objecten is in TRWG (TAW, 2001) opgenomen. In paragraaf 2.6 is een aantal aandachtspunten opgenomen. Bijlage 5 geeft een overzicht van de effecten van beplanting op rivierdijken.

Het ontwerp en de uitvoering van bijzondere waterkerende constructies zijn afhankelijk van de plaatselijke omstandigheden. Als een bijzondere constructie onderdeel is van de primaire waterkering moet deze voldoen aan alle ontwerp-eisen die daarvoor gelden. Vaak worden bijzondere waterkerende constructies toegepast in combinatie met een grondconstructie. Grondslagen voor Waterkeren (TAW, 1998-a) geeft hoofdlijnen over de achtergronden, het afwegingsproces en het ontwerp. Ook de Leidraad Kunstwerken (TAW, 2003-b) en het TR Kistdammen en diepwanden in waterkeringen (TAW, 2004) geven handvatten voor het ontwerp van bijzondere constructies. Het TRWG (TAW, 2001) gaat in op de gevolgen van de keuze voor een constructie op de waterkering als geheel.

Als er bebouwing op de dijk staat, wordt vaak een bijzondere waterkerende constructie toegepast waarmee een functiescheiding tussen de waterkerende functie en de functie 'wonen' wordt gerealiseerd. Dat maakt beheer en inspectie gemakkelijker. In bijzondere gevallen is het denkbaar dat bebouwing onderdeel van de waterkering wordt. Deze onderdelen worden dan als een bijzondere waterkerende constructie beoordeeld of ontworpen. Ook in dat geval moeten er voldoende mogelijkheden zijn voor inspectie, onderhoud en andere werkzaamheden voor het beheer van de waterkering.

2.4 Eisen aan het ontwerp vanuit beheer en onderhoud

De vormgeving van een waterkering is sterk bepalend voor het gemak en de kosten van beheer en onderhoud. Bij het programma van eisen voor het ontwerp moet daarom al rekening gehouden worden met de beheerbaarheid en het onderhoud. Vooral de bereikbaarheid en de mogelijkheden voor onderhoud en inspectie zijn van belang.

De vormgeving kan beheer en onderhoud vergemakkelijken door rekening te houden met bijvoorbeeld de volgende punten:

- bereikbaarheid met voertuigen voor onderhoud of bij (dreigende) calamiteiten;
- de afstand tussen dijkovergangen die binnen- en buitendijs gelegen onderhouds- en inspectiewegen met elkaar verbinden;

- oeeververdedigingen langs kwelsloten, duikers en dammen;
- de eisen die het gebruik van de dijkovergangen stelt aan de breedte en de overgang tussen het wegdek en de grasbekleding;
- de plaats en de vorm van de dwars- en langsafrasteringen en veeroosters in de wegen;
- maatregelen tegen schade door golfaanval (erosie, opdrukken) bij afrasteringen in het gebied van de golfaanval;
- maatregelen langs de afrasteringen en rondom (dijk)palen tegen het vertrappen van de grasmat door vee;
- de veedrinkwatervoorzieningen, zoals veedrinkbakken en waterleidingen of drinkplaat-sen langs slootoevers;
- de vorm en de plaats van de hectometrerings (betonblokken of palen);
- voorzieningen tegen beschadiging van de grasmat op plaatsen die intensief betreden worden;
- het aantal dijkmagazijnen en materialendepots en de bereikbaarheid daarvan;
- aanvoermogelijkheden van noodmaterialen bij calamiteitenbestrijding;
- gebruik van de dijk als vluchtroute bij calamiteiten.

Taluds met een grasbekleding, die gebruikt worden voor beweiding, moeten ook met maaimachines gemaaid kunnen worden. In geval van beweiding zijn ook afrasteringen en veeroosters of klaphekken noodzakelijk.

Dijkovergangen bestaan uit opritten die schuin tegen de dijk op lopen. Deze opritten liggen tegen het dijkprofiel aan en liggen dus buiten het doorgaande profiel van de dijk. De helling van de opritten kan variëren van 1:15 tot 1:50, maar steilere opritten worden toegepast als de ruimte beperkt is.

Meer aandachtspunten voor het dagelijks beheer zijn te vinden in de Grondslagen voor Waterkeren (TAW, 1998-a).

2.5 Tijdelijke effecten en uitvoeringsaspecten

Tijdens de uitvoering van een dijkversterking kunnen tijdelijke effecten optreden en kan schade ontstaan. Bij het ontwikkelen van alternatieven moeten deze effecten meegewogen worden en zonodig moet het ontwerp of de uitvoeringswijze hierop worden aangepast of moeten compenserende maatregelen worden genomen. Het is daarom van belang om al in het ontwerpstadium aandacht te besteden aan de wijze van uitvoering.

2.5.1 Schade aan panden en andere objecten.

Schade kan worden veroorzaakt door:

- zettingsverschillen bij panden;
- horizontale grondverplaatsingen, met een toename van de grondbelasting op funde-ringen als gevolg;
- trillingen (door zwaar verkeer en hei- en trillingsmaterieel);
- toename van kwel;
- toegenomen gronddruk op ondergrondse infrastructuur.

Het TRWG (TAW, 2001) gaat nader in op schade door trillingen, zettingen en horizontale vervormingen. Hieronder zijn de aandachtspunten op hoofdlijnen toegelicht.

Schade door ongelijkmatige zettingen

Zettingen kunnen optreden onder nieuwe grondlichamen en in de zones die daaraan grenzen. De breedte van de zone is globaal 1 à 2 maal de dikte van het samendrukbare pakket in de ondergrond. Alle objecten in deze zone, zoals bebouwing en leidingen, kunnen schade ondervinden van zettingen. Gelijkmatische zetting geeft over het algemeen geen schade. Bij bebouwing zal schade met name ontstaan door verschillen in zettingen. Als de bebouwing op palen staat, kan door zettingsprocessen negatieve kleeft op palen ontstaan. Door de negatieve kleeft ontstaat een extra verticale belasting op de palen waardoor het draagvermogen afneemt. Daarnaast kunnen ophogingen een horizontale belasting geven op funderingspalen in de nabijheid. Deze processen kunnen zelfs bij goed gefundeerde bebouwing schade veroorzaken.

Bij zettingen onder andersoortige objecten moet onderzocht worden of de objecten schade zullen ondervinden. Speciale aandacht is nodig voor leidingen omdat eventuele schade daaraan niet direct zichtbaar is.

In welke mate zettingen toelaatbaar zijn, hangt af van de omstandigheden. Dit moet per situatie van tevoren worden vastgesteld en in het programma van eisen worden opgenomen. De grenzen dienen tijdens de uitvoering te worden bewaakt.

Om zettingschade te voorkomen zijn diverse oplossingen mogelijk:

- maatregelen aan de objecten zelf (bijvoorbeeld afbraak en herbouw van bebouwing of constructieve aanpassingen);
- maatregelen om de zetting te beperken (bijvoorbeeld tracé-aanpassingen, toepassing van lichte ophoogmaterialen of het beperken van het effect door middel van een ontlastconstructie of damwand in de ondergrond);
- het verbeteren binnen het bestaande ruimtegebruik bijvoorbeeld door toepassing van nieuwe technieken, zoals onderzocht door het projectbureau INSIDE (Bijlage 6).

Figuur 2.8 Schade aan een gebouw door zettingen tijdens de uitvoering



Langs de Lek zijn in een periode van 20 tot 30 jaar na de uitvoering van dijkversterkingen nog zettingsproblemen opgetreden. Het blijkt dat de gemeten zettingen beduidend groter zijn dan destijds berekend. Dit onderstreept de onzekerheid in de zettingsbepaling met name in relatie tot de eigen stijfheid van het schadegevoelige object. Voldoende grondonderzoek is nodig om de onzekerheden zoveel mogelijk te beperken.

Schade door trillingen

- *Trillingsschade door uitvoering*

Trillingsschade is vaak moeilijk te voorspellen. Er bestaan wel voorschriften voor toelaatbare trillingsniveaus voor verschillende typen bebouwing. Meer informatie is te vinden in de Richtlijnen Trillingsschade (Stichting Bouwresearch, 2002-a). Ook de registratiewijze van de trillingen is hierin beschreven. Het verdient aanbeveling hier nauwkeurige uitvoeringsvoorwaarden voor vast te leggen in het uitvoeringsplan. Ook is het aan te bevelen om de beoogde uitvoeringsmethode uit te proberen op de locatie. Om trillingsschade te verminderen kunnen soms andere uitvoeringstechnieken worden toegepast, die ook weer andere eisen aan de oplossing kunnen geven.

- *Trillingsschade door transport*

Als grond over de weg wordt aangevoerd zal de wegbeheerder eisen stellen aan het gebruik van de wegen. De wegbeheerder wijst aan over welke wegen transport is toegestaan en met welke belasting en welke wegen gesloten zijn voor transport. De toestand van de wegen moet vlak voor de uitvoering nauwgezet worden vastgelegd. Rapportage hierover wordt aan de wegbeheerder en aan de opdrachtgever verstrekt en zonodig gedeponereerd bij de notaris. Trillingsschade door transport is zelden een reden om een ontwerp aan te passen, wel wordt er bij het aanwijzen van transportroutes rekening mee gehouden.

Meer informatie over trillingshinder en trillingsschade is te vinden in het Prognosemodel Trillingshinder (CUR, 1995) respectievelijk de Richtlijnen Trillingsschade (Stichting Bouwresearch, 2002-a).

2.5.2 Tijdelijke effecten

Tijdelijke effecten betreffen onder andere:

- overlast door geluid en stof;
- tijdelijk verlies van waarden op de plaats van de werkstrook;
- bedrijfsschade door verminderde bereikbaarheid;
- tijdelijke bemalingen met mogelijke effecten voor de omgeving;
- tijdelijk verlies van vegetatie op dijktafsluiters.

Tijdelijke effecten zijn in sommige gevallen te voorkomen of te verkleinen door het toepassen van een andere uitvoeringsmethode of -fasering.

2.6 Niet-waterkerende objecten

Niet-waterkerende objecten kunnen bestaande objecten zijn die gehandhaafd moeten blijven of nieuwe objecten. Bij het ontwerp van een dijkversterking spelen vooral de bestaande objecten vaak een rol.

2.6.1 Pijpleidingen en kabels

Voor het inpassen van kabels en leidingen in een waterkering wordt verwezen naar de NEN 3650-3651 serie (Nederlands Normalisatie Instituut, 2003-2004). Deze normbladen gelden overigens voor nieuw aan te leggen leidingen en voor het toetsen van leidingen in het kader van de vijf-jaarlijkse toets op veiligheid. De aan te houden uitgangspunten bij een dijkversterking zijn niet expliciet beschreven. Per project zullen daar keuzes voor gemaakt moeten worden. Voor de Maaskaden zijn aparte richtlijnen opgesteld.

2.6.2 Bebouwing en overige objecten

Voor niet-waterkerende objecten anders dan kabels en leidingen zijn geen specifieke normen opgesteld. Per geval moet worden nagegaan wat de invloed op de veiligheid is. Zonodig wordt het ontwerp bijgesteld, of worden compenserende maatregelen toegepast (vaak in de vorm van een bijzondere waterkerende constructie). Aandachtspunten zijn onder andere te vinden in het TRWG (TAW, 2001). Veel waterschappen hebben bouwbeleid vastgesteld. Soms is dit in het Beheerplan waterkeringen opgenomen.

2.6.3 Begroeiing

In bijlage 5 staan richtlijnen voor het omgaan met begroeiing in het ontwerp van een dijk. Kleinere begroeiing heeft in het algemeen geen directe negatieve invloed op de erosiebestendigheid of de infiltratie van water. Wel kan een struik of heg een nadelige invloed hebben op de grasbekleding in de nabijheid. Beoordelen van overige begroeiing is vooral van belang voor beheer en onderhoud.

03 / REALISATIE



Verbetering van de Sasdijk bij Werkendam

03 /

REALISATIE

Als een definitief ontwerp is vastgesteld, gaat de realisatiefase van start. Het gekozen ontwerp wordt in deze fase verder uitgewerkt in een uitvoeringsontwerp. Voordat de schop echt in de grond gaat moeten allerlei zaken geregeld worden, zoals grondverwerving, schadevergoedingen, nutsvoorzieningen en vergunningen. Het opstellen van een programma van eisen voor de uitvoering maakt een goede planning mogelijk.

3.1 Overgang van planstudie naar realisatiefase

In de realisatiefase wordt het definitieve plan gerealiseerd (zie ook Deel 2, hoofdstuk 4). Dijkversterkingen kunnen in aanmerking komen voor (mede)financiering door het Ministerie van Verkeer en Waterstaat. Dit is het geval als het project is opgenomen in het Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP). De realisatiefase start dan op het moment dat financiën beschikbaar komen op basis van een definitieve raming. Dit gebeurt via de voorbereidingsbeslissing uitvoering (SNIP 4, zie paragraaf 3.5). Met deze beslissing geeft de DG van Rijkswaterstaat toestemming om te beginnen met de voorbereiding van de uitvoering. Ook projecten die niet in het HWBP staan kunnen soms door het Rijk gefinancierd worden, bijvoorbeeld met bijdragen van derden zoals provincie en bedrijfsleven. Tijdens de voorbereiding vinden alle werkzaamheden plaats die nodig zijn voor de planvorming voor uiteindelijke uitvoering.

De kernvragen in de realisatiefase zijn:

- Wat moet precies gerealiseerd worden?
- Aan welke eisen moet de werkwijze voldoen?
- Wanneer moet de uitvoering gereed zijn?
- Hoe wordt het plan gerealiseerd?
- Hoe wordt het gesloten seizoen in de planning ingepast?
- Hoe wordt het broedseizoen in de planning ingepast?
- Welke risico's zijn bij de uitvoering te verwachten?

Daarbij moeten tal van activiteiten worden geregeld. Denk hierbij aan de grondverwerving, schadeafhandeling, detaillering van het ontwerp en het opstellen van contractstukken.

Het TRWG (TAW, 2001) gaat nader in op uitvoeringsaspecten.

3.2 Uitvoeringsplan

Het definitieve plan van de planstudiefase wordt verder uitgewerkt in een uitvoeringsplan. Wanneer het definitieve plan is vastgesteld, is er geen ruimte meer voor essentiële wijzigingen in het dijkprofiel, bijbehorende constructieve voorzieningen en plannen voor landschap, werk en wonen, natuur en rivierbedcompensatie. Het uitvoeringsplan voegt aan het definitieve plan alleen detailleringen, materiaaleisen en uitvoeringsaspecten zoals opslagdepots en losplaatsen toe. Een belangrijk aspect is ook de stabiliteit tijdens de uitvoering. Bij het opstellen van het uitvoeringsplan is terugkoppeling met de ontwerper, de beheerder en vergunningverleners noodzakelijk.

In Deel 1 van deze leidraad (hoofdstuk 6) zijn verschillende contractvormen voor de uitvoering toegelicht. In de traditionele contractvorm voor de realisatie (UAV/RAW) wordt een 'bestek' opgesteld. Het bestek bevat voldoende informatie voor een aannemer om een goede inschatting te maken van de werkzaamheden en de aanneemsom. Het bestek geeft de opdrachtgever bovendien voldoende zekerheid dat de dijkversterking of dijkaanleg aan de juiste functionele en kwalitatieve eisen zal voldoen. Het bestek vormt in deze contractvorm een belangrijk contractdocument voor aannemer en opdrachtgever. Bij andere contractvormen, zoals Design & Build of Turnkey, is het opstellen van het uitvoeringsplan onderdeel van een geïntegreerde uitbesteding.

Het benodigde detailniveau van de aanbestedingsstukken hangt af van de gekozen marktbenadering. Bij een traditioneel RAW-bestek is het detailniveau hoog. Bij een Design & Build of Turnkey contract is het detailniveau lager. Het definitief plan inclusief het ontwerp, de compensatieplannen en het programma van eisen voor het uitvoeringsplan en de uitvoering zullen altijd onderdeel vormen van de aanbestedingsstukken.

3.3 Grondverwerving en schade

3.3.1 Grondverwerving

Meestal heeft de dijkbeheerder de grond voor dijkversterking of dijkaanleg niet in bezit. In dat geval zijn onderhandelingen nodig met de grondeigenaren. Veel beheerders van rivierdijken geven er de voorkeur aan de grond in eigendom te verwerven. Het beheer van de verworven grond kan eventueel uitbesteed worden via gebruiksovereenkomsten, onderhoudscontracten of pachtovereenkomsten.

In de planvormingsfase zijn de uitgangspunten voor de grondverwerving vastgesteld om de haalbaarheid en de kosten vast te kunnen stellen. De daadwerkelijke grondverwerving vindt bij voorkeur plaats voor de realisatiefase, om stagnatie van het werk en daaruit volgende schadeclaims te voorkomen. Er zijn verschillende vormen van grondverwerving te onderscheiden:

- Minnelijke grondverwerving; de grondeigenaren verkopen de terreinen vrijwillig aan de waterkeringbeheerder, via normale onroerendgoedtransacties;
- Onteigening; wanneer minnelijke verwerving niet slaagt, is onteigening mogelijk als sprake is van een gemeenschapsbelang, bijvoorbeeld een veiligheidsbelang. De percelen die voor onteigening in aanmerking komen worden aangewezen bij Koninklijk Besluit

(KB). Een civiele procedure leidt vervolgens tot de feitelijke onteigening. De totale onteigeningsprocedure, van poging tot minnelijke verwerving tot een onherroepelijk onteigeningsvonnis, kan meer dan drie jaar duren. Om stagnatie te voorkomen worden alle percelen, inclusief werkstroken in het KB opgenomen. Voor werkstroken geldt na afloop het recht op terugkoop.

Voor bouwketen, opslag, transportstroken en dergelijke kan tijdelijk gebruik van terreinen of grondstroken noodzakelijk zijn. Voor het gebruik van dergelijke terreinen wordt vooraf een vergoeding overeengekomen.

Omdat de doorlooptijd van de grondverwerving vaak lang is, is het belangrijk hier tijdig mee te beginnen.

3.3.2 Schade en overlast tijdens en na uitvoering

De aanleg van een waterkering veroorzaakt in veel gevallen overlast voor de omgeving en kan zelfs schade veroorzaken, ook na de uitvoering. In vrijwel alle gevallen is voorzienbare schade te vermijden door de keuze van het ontwerp, detaillering of de uitvoeringsmethode. Een uitzondering hierop is schade die ontstaat door tijdelijke ingebruikname van terreinen of aankoop van gronden. Dergelijke schade wordt voorafgaand aan de werkzaamheden geraamd en in overleg met de belanghebbenden afgehandeld.

In paragraaf 2.5 zijn mogelijke bronnen van schade genoemd. Maatregelen voor het voorkomen van schade kunnen de kans op schade meestal niet helemaal wegnemen. Daar moet rekening mee gehouden worden.

Schadeafhandeling

Schade die ontstaat door de uitvoering van het project moet worden vergoed.

In alle gevallen is het van belang om procedures vast te stellen voor het afhandelen van schadegevallen en daarover goed te communiceren met de direct betrokkenen. Het is aan te bevelen om de volgende stappen te doorlopen voordat de uitvoering van start gaat:

- In het uitvoeringsplan de mogelijke schade benoemen en aangeven hoe hiermee wordt omgegaan.
- In het uitvoeringsplan/bestek het uitvoeren van proeven opnemen waarmee de aannemer kan aantonen dat hij voldoet aan de eisen aan trillingen en zettingen.
- De bouwkundige staat van bebouwing vlak voor de uitvoering nauwgezet vastleggen (nulsituatie). Rapportage hierover aan de eigenaar van het pand en aan de opdrachtgever verstrekken en zonodig bij de notaris deponeren.
- Een goede schaderegeling hanteren. Eventueel een onafhankelijke schadecommissie laten instellen door het bevoegd gezag die alle schademeldingen afhandelt.
- Een goede schaderegeling hanteren voor tijdelijke ingebruikname van terreinen.
- Als de schade moeilijk te voorspellen is, kan de opdrachtgever of de uitvoerder een Construction All Risk (CAR) verzekering afsluiten. Een CAR-verzekering dekt schade-risico's tijdens en na de uitvoering af. De verzekering kan worden afgesloten voor een project, maar er bestaan ook doorlopende CAR-verzekeringen. Het verdient aanbeveling voor een groot werk een CAR-verzekering af te sluiten.

Tijdelijke situaties

Bij het opstellen van het uitvoeringsplan of het detailleren van het dijkversterkingsplan moeten tijdelijke effecten zoveel mogelijk beperkt worden, ook tijdelijke effecten op natuurwaarden. Deze effecten zijn al grotendeels meegewogen bij het opstellen van alternatieven, maar bij de definitieve inrichting van werkterreinen, werkstroken, aan- en afvoerroutes en dergelijke blijft dit een aandachtspunt.

3.4 Vergunningen

In de planstudiefase zijn de benodigde vergunningen geïnventariseerd en aangevraagd. In de realisatiefase kunnen in aanvulling daarop specifieke vergunningen en ontheffingen nodig zijn die specifiek met de methode van realisatie te maken hebben.

Verleende vergunningen kunnen ook informatie bevatten die van belang zijn voor de realisatie of voor het toekomstige beheer. Daarom is het belangrijk de informatie vast te leggen voor het uitvoeringsplan en het beheer- en onderhoudsplan (zie hoofdstuk 4).

3.5 Uitvoering

Als een project is opgenomen in het Hoogwaterbeschermingsprogramma (SNIP 4) geeft de vijfde SNIP-beslissing (uitvoeringsbeslissing) het startsein voor de aanbesteding en de daadwerkelijke uitvoering. Met de SNIP 4-beslissing committeert het Rijk zich aan het beschikbaar stellen van de subsidie in de afgesproken jaren en met de SNIP 5-beslissing verbindt de dijkbeheerder zich aan de realisatie binnen afgesproken tijd en voor het geraamde bedrag. De realisatiefase wordt formeel beëindigd met het opleveringsbesluit (SNIP 6). Tussen SNIP 5 en SNIP 6 zijn de volgende onderwerpen en activiteiten relevant. Als het project op andere wijze gefinancierd wordt, kunnen andere beslismomenten van toepassing zijn.

3.5.1 Programma van eisen

Net als voor het ontwerp wordt ook voor de uitvoering vaak een programma van eisen opgesteld. Hierin staan heldere randvoorwaarden voor het budget, de uitvoeringstermijn en de fasering. Ook vergunningsvoorschriften stellen vaak eisen aan de uitvoering. Het programma van eisen kan consequenties hebben voor het uitvoeringsplan en moet daarom zo vroeg mogelijk opgesteld worden (TRWG, hoofdstuk 10 (TAW, 2001)). Belangrijke onderdelen van het programma van eisen zijn:

1 Budget

- het maximaal beschikbare budget is taakstellend.

2 Uitvoeringstermijn en fasering (zie ook Deel 1, paragraaf 6.2)

- datum van de eindoplevering;
- data van tussenopleveringen en beschrijving van wat wordt opgeleverd;
- planning, rekening houdend met het gesloten seizoen en het broedseizoen.

3 Veiligheid

- gedurende de uitvoering moet altijd een primaire kering aanwezig zijn;
- de tijdelijke opstuwing van waterstanden door de uitvoering is minimaal;
- tijdens de uitvoering treden geen onbeheersbare situaties op zoals erosie van oevers.

4 Hinder

Tijdens de uitvoering worden grenzen gesteld aan de hinder. Deze grenzen worden gedefinieerd aan de hand van:

- (maximale) geluidscontouren;
- duur van de uitvoering;
- dagen en uren waarop sprake is van hinder;
- bereikbaarheid van percelen;
- overige hinder zoals laagfrequent geluid, transportstof en trillingen;
- tijdelijke veranderingen in de grondwaterstand.

5 Schade en schaderegeling

Over schade door trilling, (ongelijkmatige) zetting en grondwaterstanden wordt vastgelegd:

- de nulsituatie die kan dienen als referentie;
- de wijze van schadebepaling;
- de maatregelen om de schade te beperken;
- de maatregelen om schade te herstellen;
- het monitoringprogramma;
- de procedure van schadeafhandeling.

6 Overige uitvoeringseisen

- het beheer tijdens de uitvoering;
- eisen over het ontzien en compenseren van bestaande natuur;
- opgelegde normen voor de uitvoering.

7 Eisen aan kwaliteitsborging

- gebruikte materialen;
- toegepaste technieken;
- eisen aan de uitvoeringsnauwkeurigheid;
- monitoring.

Figuur 3.1 Aanleg dijk



3.5.2 Fasering

Fasering van de werkzaamheden moet goed doordacht en beschreven worden. Het programma van eisen geeft hier doorgaans de uitgangspunten voor. Aandachtspunten zijn:

1 Vergunningen en voorschriften

- Er moet altijd een gesloten primaire waterkering aanwezig zijn.
- Werk aan de waterkering vindt in principe alleen plaats buiten het gesloten seizoen.
- Onder voorwaarden (laagwater) is doorgraven van de primaire kering toegestaan. Ook de aanwezigheid van voorzieningen in geval van calamiteiten is van belang.
- Uit vergunningsvoorwaarden kunnen perioden volgen waarin uitvoering niet is toegestaan, bijvoorbeeld het storm- en hoogwaterseizoen dat ongeveer van november tot april loopt. Waterstandverhogingen als gevolg van uitvoering zijn niet acceptabel in dit seizoen.
- De voorkeur gaat uit naar een fasering waarin tijdelijke waterstandverhogingen minimaal zijn.
- Afstemmen van werken tijdens het open seizoen op bijvoorbeeld broedseizoenen en recreatie.

2 Technische randvoorwaarden

- Bij grotere ophogingen op dikke samendrukbare pakketten kunnen tijdens de uitvoering stabiliteitsproblemen optreden. Een grote ophoging ineens leidt tot grote waterspanningen in de ondergrond, wat aanleiding kan geven tot instabiliteit. Ophoging in fasen en monitoring van waterspanningen en zettingen van de ondergrond kunnen nodig zijn om instabiliteit te voorkomen. Dat kan invloed hebben op de planning.
- Het verwerken van grote hoeveelheden grond binnen het project kan aanleiding geven voor fasering.
- Gefaseerd verleggen van kabels en leidingen, voorafgaand aan de versterking of aanleg, bepaalt mede de fasering van de aanleg.

3 Gebruiksfuncties

- In de meeste gevallen moeten verkeersstromen mogelijk blijven. Daarvoor kan het noodzakelijk zijn de uitvoering te faseren, waarbij per fase verschillende omleidingroutes gebruikt worden. De bereikbaarheid van percelen, ook voor nooddiensten, is voortdurend een punt van aandacht.

3.5.3 Aanbesteding

In het Deel 1 (paragraaf 6.4) zijn de mogelijke contractvormen in beeld gebracht. De gedachtevorming over de contractvorm begint al in de planvormingsfase. Iedere contractvorm stelt specifieke eisen aan de voorbereiding en het detailniveau van de aanbestedingsdocumenten. De methode van uitvoering kan in het bestek worden voorgeschreven of worden overgelaten aan de uitvoerder van het werk. In het laatste geval is een gedetailleerd programma van eisen gewenst om ongewenste consequenties van de uitvoering te voorkomen. In de gunningcriteria voor de uitvoering spelen naast de prijs en het plan van aanpak, doorgaans ook de kwaliteitsborging en het risicomanagement door de uitvoerder een belangrijke rol. Het TRWG (TAW, 2001) gaat in op het beperken van risico's in de uitvoering.

Een nieuwe dijk heeft zijn nieuwe waterkerende functie bereikt als de dijk voldoet aan de wettelijke veiligheidseisen.

3.5.4 Risico's tijdens uitvoering

De verantwoordelijkheid voor de risicobeheersing gaat in de realisatiefase over van de ontwerpende partij naar de uitvoerende partij. Afhankelijk van de aanbestedingsvorm kan de verantwoordelijkheid voor de risicobeheersing bij de opdrachtgever of de uitvoerder gelegd worden (zie ook Deel 1, paragraaf 6.4).

Voor de beheersing van het uitvoeringsproces bestaan verschillende hulpmiddelen, waaronder een risicoanalyse. In een risicoanalyse wordt onderscheid gemaakt naar procesrisico's ('de uitvoering') en objectrisico's ('het werk'). De beide soorten risico's zijn onder te verdelen in zeven categorieën die de aard van het risico beschrijven:

- juridisch (vergunningen en procedures);
- organisatorisch (in- en externe communicatie);
- technisch (kennis en ervaring, kennis ondergrond);
- ruimtelijk (kabels en leidingen, aantreffen archeologische of natuurwaarden);
- financieel (budget, aanneemsom);
- maatschappelijk (overlast);
- politiek (tegengestelde belangen, verschuiving prioriteiten).

In Risicobeheersing in de uitvoering (CUR, 2003) zijn bovengenoemde risico's nader uitgewerkt en wordt het proces van het beheersen van deze risico's beschreven.

3.6 Vastlegging van kennis en gegevens

Tijdens de uitvoering vinden vaak aanpassingen plaats aan het ontwerp. Het is van belang deze aanpassingen systematisch te verzamelen en te rapporteren. Dat geldt ook voor waarnemingen en metingen die tijdens de uitvoering plaatsvinden, zoals:

- onderzoeksgegevens, inclusief gegevens over grondonderzoek en nader onderzoek;
- berekeningen, inclusief alle tussenresultaten, aannamen en uitgangspunten; dit betreft zowel berekeningen die door de directie worden gedaan als berekeningen die door de aannemer worden gedaan;
- keuringsrapporten over aangeleverde materialen;
- onderhoudsvoorschriften van constructies en waterkerende kunstwerken;
- waarnemingen tijdens de bouw, bijvoorbeeld met betrekking tot de grondopbouw, kwelstromen;
- metingen van bijvoorbeeld waterspanningen, zettingen;
- waarnemingen van vervormingen.

Het is aan te bevelen na afloop van de dijkversterkingen zogenaamde 'as-built-tekeningen' of revisietekeningen te maken.

Deze informatie is, samen met de onderzoeken en berekeningen die voor het opstellen van het ontwerp zijn uitgevoerd, van belang voor de onderbouwing van de veiligheid van de dijk.

04 / BEHEER EN ONDERHOUD



Een picknickplaats langs de oever van de Overijsselse Vecht nabij Gramsbergen

04 /

BEHEER EN ONDERHOUD

De beheerder van de waterkering moet ervoor zorgen dat de waterkering voldoende bescherming tegen overstroming blijft bieden en ook zijn andere functies kan blijven vervullen. Daarvoor is goed beheer en onderhoud noodzakelijk. Wettelijke voorschriften en regels en de financiering vormen daarvoor de kaders. Het beheer- en onderhoudplan geeft aan op welke wijze beheer en onderhoud invulling krijgen binnen deze kaders. Het beheer tijdens hoogwatersituaties is complex en vereist specifieke aandacht. In dit hoofdstuk zijn deze onderwerpen op hoofdlijnen beschreven. De technische uitwerking is onder andere te vinden in het Technisch Rapport Waterkerende Grondconstructies (TAW, 2001).

4.1 Juridisch kader en financiering

De Wet op de waterkering geeft 'algemene regels ter verzekering van de beveiliging door waterkeringen tegen overstromingen door het buitenwater' (artikel 12). Een belangrijk onderdeel daarvan is de taakverdeling tussen de partijen. Voor het beheer zijn vooral de volgende artikelen van belang (stand van zaken na de wetswijziging van 28 april 2005, Staatsblad 275):

- Artikel 4: De Minister van Verkeer en Waterstaat stelt hoogwaterstanden vast voor een periode van 5 jaar.
- Artikel 5a: De Minister van Verkeer en Waterstaat stelt de regels vast voor de beoordeling van de veiligheid van de waterkering.
- Artikel 6: Gedeputeerde staten zijn toezichthouder op alle primaire waterkeringen.
- Artikel 9: De beheerder moet elke vijf jaar de veiligheid toetsen.
- Artikel 13: De beheerder moet een overzichtskaart, een legger en een beheersregister vaststellen.
- Artikel 14: Provinciale staten stellen een verordening vast met betrekking tot de primaire waterkeringen. Het opstellen van een beheerplan (B.P.W.) wordt op basis van een provinciale verordening voorgeschreven.
- Artikel 15: De Minister van Verkeer en Waterstaat zorgt voor operationele informatie over hoogwaterstanden en stelt alarmeringspeilen vast.

Kader 4.1 Financiering beheer en onderhoud primaire waterkeringen

Rijk, provincies en waterschappen hebben de volgende financieringsstructuur afgesproken:

- de waterkeringbeheerders (veelal de waterschappen) nemen de kosten voor beheer en onderhoud van primaire waterkeringen geheel voor hun rekening;
- het Rijk vergoedt de kosten voor versterkingen van primaire waterkeringen, als deze maatregelen nodig zijn vanwege:
 - wijziging van de veiligheidsnorm;
 - wijziging van de Hydraulische Randvoorwaarden voor het toetsen op veiligheid;
 - wijziging van het Voorschrift Toetsing op Veiligheid.

Voorheen werden versterkingen door het Rijk vergoed indien de versterking nodig was om de dijk voor de eerste maal aan de wettelijke norm te laten voldoen. Momenteel zijn nog niet alle dijken versterkt. Voor deze dijken geldt een overgangsfase tussen de oude en de nieuwe regeling.

De provinciale verordeningen waar artikel 14 op doelt geven uitwerking aan een aantal artikelen uit de *Wet op de waterkering*. In deze artikelen staan:

- richtlijnen voor de legger en het beheersregister;
- verplichtingen om een beheerplan en een calamiteitenplan op te stellen;
- verplichtingen om hoogwateroefeningen te houden (dit is een wettelijke verplichting volgens de *Waterstaatswet 1900*).

4.2 Dagelijks beheer en monitoring

Het dagelijks beheer wordt beschreven in een beheer- en onderhoudsplan. Het plan beschrijft welke onderhoudsmaatregelen nodig zijn en hoe de monitoring van de waterkering plaatsvindt. Rijkswaterstaat duidt dit beheerplan aan als het Instandhoudingsplan in het kader van Beheerplan Nat (BPN). De Blauwdruk Beheerplan Waterkeringen (STOWA, 1999) kan een hulpmiddel bieden voor het opstellen van het beheerplan.

Het beheer- en onderhoudsplan dient ertoe om tegen minimale kosten de functies van de waterkering in stand te houden. Hiervoor zijn vaste periodieke onderhoudsactiviteiten noodzakelijk, maar ook incidentele maatregelen. Incidentele maatregelen zijn bijvoorbeeld nodig om schade na een hoogwater te herstellen.

De toestand waarin een waterkering zich bevindt moet goed bekend zijn om het beheer en onderhoud optimaal te kunnen uitvoeren. Daarvoor is inspectie en monitoring nodig. De uitgevoerde waarnemingen en metingen kunnen aanleiding geven voor bijstelling van het beheerplan en de uitvoering van aanvullende maatregelen.

Er zijn verschillende soorten monitoring:

- *Inspectie en monitoring voor toetsing*
Voor de wettelijk verplichte vijfjaarlijkse toetsing wordt de waterkering uitgebreid geïnspecteerd en onderzocht. De toetsing is nader toegelicht in paragraaf 4.4.
- *De jaarlijkse dijkschouw*
Bij deze schouw wordt de hele waterkering visueel geïnspecteerd en wordt op hoofdlijnen vastgesteld of de waterkering voldoet aan de gestelde eisen.
- *Inspectie bij hoogwater*
Tijdens hoogwater zal de beheerder de dijk intensief inspecteren en letten op signalen die duiden op het optreden van faalmechanismen.

- *Tussentijdse inspectie*
Doorgaans zal de beheerder de waterkering regelmatig visueel inspecteren.
- *Metingen*
 - hoogten;
 - stijghoogten en waterspanningen;
 - zettingen en andere vervormingen.

De data uit de inspecties kunnen worden verwerkt in een monitoringsysteem. Dat maakt het mogelijk om veranderingen in de dijk te koppelen aan faalmechanismen. Zwakke plekken in de dijk kunnen daardoor extra aandacht krijgen. De beheerder kan bij de inspecties gebruik maken van de Schadecatalogus van STOWA, CUR en Rijkswaterstaat voor het toepassen van eenduidige meetmethoden (STOWA et al., 2003). Binnen het Programma Verbetering Inspectie Waterkeringen bereiden STOWA en Rijkswaterstaat DWW verder een Handreiking Inspectie Waterkeringen voor. De eerste versie daarvan wordt eind 2007 verwacht.

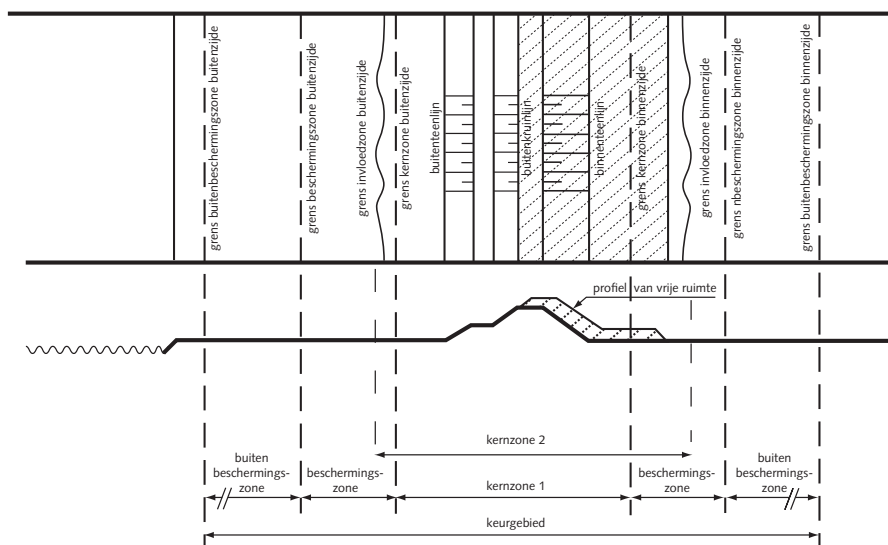
In het dagelijks beheer van de waterkering maakt de beheerder gebruik van een aantal instrumenten dat hieronder kort wordt toegelicht.

De Keur

De Keur is een verordening van het waterschap die regelt welke activiteiten wel en niet toegestaan zijn in of nabij regionaal oppervlaktewater en dijken die het waterschap in beheer heeft. Het bestuur van het waterschap stelt de Keur vast. De Unie van Waterschappen heeft een model-Keur en model-Legger opgesteld. Conform deze modellen wordt in de Keur onderscheid gemaakt tussen de kernzone en de (buiten)beschermingszones. De kernzone omvat de waterkering zelf en een strook grond die daar direct aan grenst. De beschermingszone, waarbinnen faalmechanismen een rol kunnen spelen (invloedszone), is een beheerzone aan weerszijden van de kernzone. Aansluitend aan de beschermingszones bevinden zich de buitenbeschermingszones. De buitenbeschermingszones zijn bedoeld om aantasting van de waterkering door extreme belastingsituaties (ontgravingen, seismisch onderzoek, leidingbreuk) te voorkomen.

Werkzaamheden en ingrepen in de (buiten)beschermingszone en de kernzone zijn alleen mogelijk als het waterschap daarvoor ontheffing verleent. In het kader van toekomstgericht ontwerp wordt in de Keur ook een reserveringsstrook benoemd (het profiel van vrije ruimte).

Figuur 4.1 Voorbeeld van zones rond een waterkering



Overzichtskaart, legger en beheersregister

Conform artikel 13 van de *Wet op de waterkering* moet de beheerder een overzichtskaart, een legger en een beheersregister van de waterkering vaststellen. In de legger staat welk profiel is vereist voor de waterkering en de bijbehorende constructies. Het beheersregister geeft de feitelijke toestand van de waterkering weer. Uitvoering van versterkingsmaatregelen vereist over het algemeen aanpassing van de legger.

Beheervisie

In de beheervisie (het Beheersplan Waterkeringen) kan de beheerder aangeven op welke wijze beheer en onderhoud invulling krijgen om de functies van de waterkering in stand te houden. De visie besteedt naast veiligheid ook aandacht aan specifieke aspecten van ruimtelijke kwaliteit, zoals gebruik voor recreatie, natuur, en maatschappelijke wensen. De beheervisie vormt het kader voor concrete plannen en maatregelen.

Beheer tijdens hoogwater

Tijdens hoogwater is de zorg voor de waterkering technisch, organisatorisch en bestuurlijk zeer complex. Om onder die omstandigheden de beheertaken goed te kunnen uitvoeren is een calamiteitenplan nodig met als onderdeel daarvan een draaiboek hoogwater.

Deze documenten bevatten de volgende informatie:

- welke acties op welke momenten (of bij welke waterstand) moeten plaatsvinden;
- welke actoren en instanties in welke fase van opschaling een rol spelen;
- op welke momenten wordt opgeschaald van lokale behandeling naar regionaal en landelijk en terug;
- hoe de taken binnen de organisatie van de beheerder zijn verdeeld (bestuur en uitvoerend apparaat).

De Provinciale Verordeningen verplichten de beheerder om een calamiteitenplan op te stellen en daarmee te oefenen. Dit is een wettelijke verplichting volgens de *Waterstaatswet 1900*. De beheerder beoordeelt tijdens een bedreigende situatie voortdurend of hij de standzekerheid van de waterkering nog kan garanderen. Als dat niet meer het geval is, meldt de beheerder dat aan de autoriteiten die met de openbare veiligheid belast zijn (gemeente, provincie of Ministerie van Binnenlandse Zaken). De beheerder bespreekt de situatie met de toezichthouder (provincie). Rijkswaterstaat levert tijdens hoogwater operationele informatie over de verwachte belastingen (artikel 15 van de *Wet op de waterkering*). Als er een serieuze dreiging ontstaat, vindt verdere opschaling plaats. Zowel de functionele kolom als de algemene kolom spelen dan een rol. Bij een dreigende ramp neemt de algemene kolom de bevoegdheden vrijwel geheel over, terwijl de functionele kolom haar taken zo goed mogelijk blijft uitvoeren. De functionele kolom adviseert de algemene kolom op basis van haar deskundigheid, maar moet uiteindelijk de opdrachten van de algemene kolom uitvoeren.

De calamiteitenorganisatie in het rivierengebied heeft zich sterk ontwikkeld sinds de hoogwaters in het rivierengebied in 1993 en 1995. Er wordt steeds meer gewerkt met geautomatiseerde hulpmiddelen zoals het Hoogwater Informatie Systeem HIS (met name waterstandinformatie) en het Geautomatiseerd Draaiboek Hoogwater GDH (met name acties en communicatie). Daarnaast zijn hulpmiddelen ontwikkeld zoals een schadecatalogus om eenduidige vastlegging en diagnose van schadebeelden te bevorderen. Dijkwachten krijgen steeds intensievere trainingen waarbij gebruik gemaakt kan worden van simulaties.

4.3 Ontwerp en realisatie

Tijdens de ontwerpfase en de realisatie speelt het beheer een aparte en belangrijke rol.

Beheer en ontwerp

In de ontwerpfase moeten eisen en randvoorwaarden voor beheer en onderhoud duidelijk worden. Beheer en onderhoud moeten met een normale beheerinspanning en met beschikbare instrumenten uitvoerbaar zijn. Als een alternatief hier niet aan voldoet, is aanpassing van het ontwerp nodig, of de negatieve effecten op het beheer moeten worden meegewogen bij de definitieve keuze. Aandachtspunten zijn:

- onderhoud met 'normale' inspanning en materieel;
- inspectie- en onderhoudspaden;
- mogelijkheden tot inspectie;
- sluitingsprotocollen voor niet permanente keringen moeten uitvoerbaar zijn;
- voldoende ruimte voor toekomstige dijkversterkingen;
- voldoende mogelijkheden om in te grijpen of invloed uit te oefenen op activiteiten die in of nabij de dijken binnen de invloedssfeer kunnen plaatsvinden.

Gegevens

Tijdens het opstellen van het ontwerp én tijdens de uitvoering wordt een grote hoeveelheid gegevens verzameld die nodig is bij het beheer, het onderhoud en de toekomstige toetsingen. In de praktijk blijkt vaak na de realisatie van de dijkversterking dat deze gegevens niet of onvolledig zijn gearchiveerd of niet aan de beheerder van de waterkering ter beschikking zijn gesteld. De beheerder moet erop toezien dat hij alle gegevens ontvangt, zoals:

- onderzoeksgegevens, inclusief gegevens over grondonderzoek;
- berekeningsresultaten, invoerparameters, aannamen en uitgangspunten;
- keuringsrapporten over aangeleverde materialen;
- onderhoudsvoorschriften van constructies en waterkerende kunstwerken.

Het is aan te bevelen om revisietekeningen of 'as-built-tekeningen' en ontwerpdocumenten te laten opstellen, waarin alle aanpassingen en detailleringen van het ontwerp zijn opgenomen.

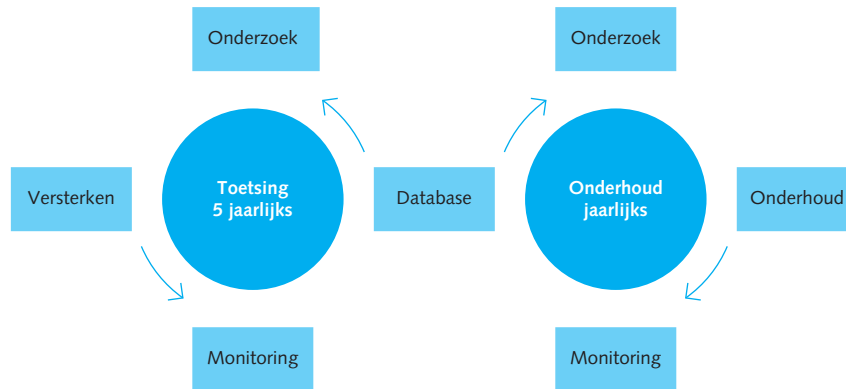
Het gedrag van de (nieuwe) kering wordt pas na realisatie duidelijk. De eerste jaren na realisatie en de eerste hoogwaters die gekeerd worden zijn dan ook van belang om het gedrag van de kering te leren kennen. Ook de gegevens die hierbij worden verkregen, moeten worden verzameld en opgeslagen.

4.4 Toetsing

Volgens Artikel 9 van de *Wet op de waterkering* moet de beheerder elke vijf jaar toetsen of de primaire waterkeringen nog voldoende veiligheid tegen overstroming bieden. Het Rijk stelt daarvoor de Hydraulische Randvoorwaarden vast (Ministerie van V&W, 2007-a), en het Voorschrift Toetsen op Veiligheid (VTV) (Ministerie van V&W, 2007-b). In de voorschriften staat welke methode de beheerder moet hanteren bij de toetsing. De beheerder brengt verslag uit aan Gedeputeerde Staten, die vervolgens rapporteren aan de Minister van Verkeer en Waterstaat. Het Rijk voegt de toetsingsresultaten samen tot de Landelijke Rapportage Toetsing die de Minister toezendt aan de Tweede Kamer.

Figuur 4.2 geeft de relatie weer tussen de jaarlijkse schouw en de vijfjaarlijkse toetsing. Het cyclische karakter van de beoordeling op veiligheid en de dataverwerking komt daarin duidelijk tot uiting.

Figuur 4.2 Relatie tussen vijfjaarlijkse toetsing en jaarlijkse schouw

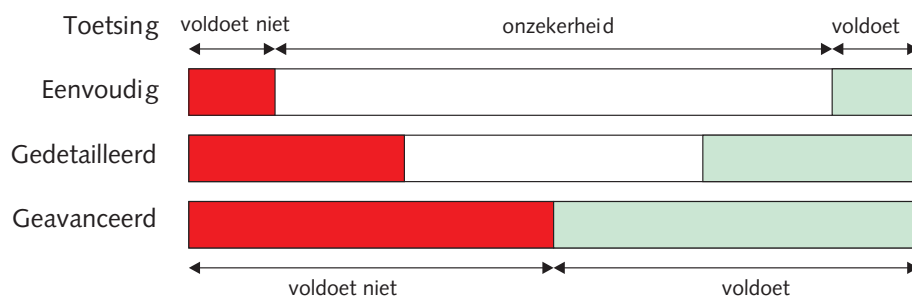


Voor toetsing volgens het VTV zijn veel gegevens en soms uitgebreid onderzoek nodig. Een sterk vereenvoudigde toetsing is vaak mogelijk als via een ontwerpnota kan worden aangetoond dat het ontwerp gebaseerd is op actuele rekenregels en dat de uitgangspunten niet ongunstiger zijn geworden.

Uit de toetsing volgt voor elke sectie van de waterkering de beoordeling of deze wel of niet voldoet aan de norm. Voor secties die niet voldoen aan de gestelde eisen moet de beheerder aangeven welke maatregelen mogelijk zijn.

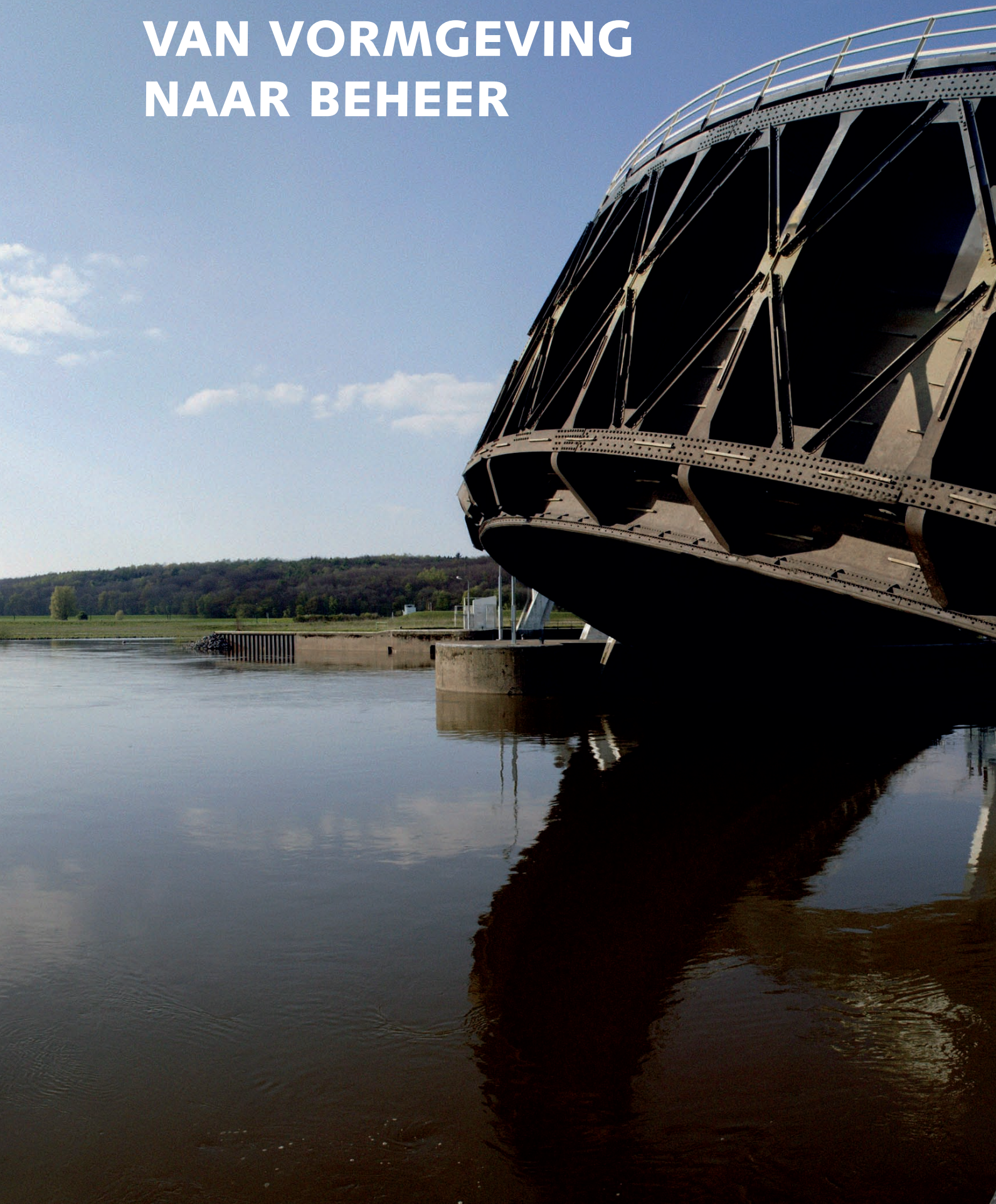
De toetsing van een dijkvak vindt plaats in fasen waarbij van grof naar fijn wordt gewerkt (Figuur 4.3). In de eerste fase wordt door een globale of eenvoudige toetsing vastgesteld welke trajecten zeker voldoen of zeker niet voldoen en het traject waarover nog geen zekerheid over de veiligheid bestaat. In de tweede fase vindt een uitgebreide (gedetailleerde) toetsing plaats van het traject waarover onzekerheid bestond. Door een geavanceerde toetsing wordt tenslotte vastgesteld welke trajecten wel en welke niet voldoen aan de gestelde veiligheidseisen.

Figuur 4.3 Fasen van de toetsing





**DEEL 4 /
RIVIERVERRUIMING
VAN VORMGEVING
NAAR BEHEER**



INHOUDSOPGAVE

1	Inleiding	177
1.1	Achtergrond	178
1.2	Doel en doelgroep	178
1.3	Rivierverruimende maatregelen	179
1.4	Ruimte voor de rivier	180
1.5	Leeswijzer	182
2	Ontwerp- en beoordelingsaspecten per thema	183
2.1	Ontwerp- en beoordelingsaspecten	184
2.2	Veiligheid en rivierbeheer	185
2.2.1	Hydraulica	185
2.2.2	Riviermorphologie	192
2.3	Ruimtelijke kwaliteit	194
2.3.1	Gebruikswaarde	195
2.3.2	Belevingswaarde	196
2.3.3	Toekomstwaarde	201
2.4	Grond	201
2.5	Grond- en oppervlaktewater	205
2.6	Beheer en onderhoud	206
2.7	Kosten en baten	206
2.7.1	Realisatie- en beheerskosten	206
2.7.2	Kosteneffectiviteit	207
3	Ontwerpaspecten per maatregel	210
3.1	Zomerbedmaatregelen	210
3.1.1	Beschrijving	210
3.1.2	Toepassingsgebied	212
3.1.3	Ontwerp- en beoordelingsaspecten	213
3.2	Uiterwaardmaatregelen	216
3.2.1	Beschrijving	216
3.2.2	Toepassingsgebied	219
3.2.3	Ontwerp- en beoordelingsaspecten	219
3.3	Dijkverlegging	228
3.3.1	Beschrijving	228

3.3.2	Toepassingsgebied	229
3.3.3	Ontwerp- en beoordelingsaspecten	230
3.4	Retentie	232
3.4.1	Beschrijving	232
3.4.2	Toepassingsgebied	234
3.4.3	Ontwerp- en beoordelingsaspecten	234
3.5	Hoogwatergeul	238
3.5.1	Beschrijving	238
3.5.2	Toepassingsgebied	239
3.5.3	Ontwerp- en beoordelingsaspecten	240
4	Realisatie	243
4.1	Overgang van planstudie naar realisatiefase	244
4.2	Uitvoeringsplan	244
4.3	Grondverwerving en schade	245
4.3.1	Grondverwerving	245
4.3.2	Schade en overlast tijdens en na uitvoering	245
4.4	Vergunningen	247
4.5	Uitvoering	247
4.5.1	Programma van eisen	247
4.5.2	Fasering	248
4.5.3	Aanbesteding	249
4.5.4	Risico's tijdens uitvoering	249
5	Beheer en onderhoud	251
5.1	Juridisch kader en financiering	252
5.2	Uitvoering beheer en onderhoud	254
5.3	Toetsing	257
5.4	Ontwikkelingen beheer en onderhoud	257
	Literatuur	258
	Lijst met begrippen	268
	Figuren	
Figuur 1.1	Overzicht rivierverruimingsmaatregelen voor bedijkte rivieren (rechter deel dwarsprofiel) en onbedijkte rivieren (linker deel dwarsprofiel)	180
Figuur 2.1	Invloed zomerbedmaatregel op de afvoerdeling en waterstanden	190
Figuur 2.2	Ontwikkeling van bodem en waterstand na inzet van een waterstandverlagende maatregel	193
Figuur 2.3	Schema grondverwerking bij uiterwaardverlaging	202
Figuur 3.1	Illustratie zomerbedverdieping	210
Figuur 3.2	Illustratie kribaanpassing	211
Figuur 3.3	Opbouw van een krib	212
Figuur 3.4	Morfologische effecten zomerbedverdieping	214
Figuur 3.5	Het landschapsbeeld van rivieren met kribben	215
Figuur 3.6	Uiterwaardverlaging	216
Figuur 3.7	Verwijderen hydraulische knelpunten	217
Figuur 3.8	Twee manieren van uiterwaardverlaging: (1) integraal afgraven en (2) gedeeltelijk afgraven	217
Figuur 3.9	Principes van knelpuntverwijdering: (1) deels afgraven/ stroomlijnen, (2) geheel verwijderen en (3) doorlatend maken	218
Figuur 3.10	Effect van de vorm van een plas op de hydraulische effectiviteit	223

Figuur 3.11 Vrijkomende soorten grond bij uiterwaardverlaging	227
Figuur 3.12 Illustratie dijkverlegging	228
Figuur 3.13 Voorbeeld ontwerp dijkverlegging	228
Figuur 3.14 Illustratie kleinschalige dijkverlegging (oude en nieuwe situatie)	230
Figuur 3.15 Morfologisch effect van een dijkverlegging	231
Figuur 3.16 Illustratie retentie	232
Figuur 3.17 Impressie van de werking van een retentiegebied	233
Figuur 3.18 Effect van retentiegebied	236
Figuur 3.19 Illustratie hoogwatergeul	238
Figuur 3.20 Drie typen hoogwatergeulen: (1) kreken en killen, (2) by-pass en (3) meestromende vlakte	239
Figuur 5.1 Aanzanding uiterwaard langs de Waal	255

Tabellen

Tabel 2.1 Overzicht aspecten en parameters voor de thema's veiligheid en rivierbeheer	185
Tabel 2.2 Principe verruimingsmaatregelen en effecten	188
Tabel 2.3 Overzicht aspecten en ambities voor het thema ruimtelijke kwaliteit	194
Tabel 2.4 Kaarten cultuurhistorie	200
Tabel 3.1 Kentallen voor de relatie tussen uiterwaardvergraving en waterstanddaling	220
Tabel 3.2 Conflicterende ontwerpprincipes bij nevengeulen	222
Tabel 3.3 Morfodynamiek in nevengeulen, afhankelijk van de Shields-parameter	226
Tabel 3.4 Indicatie effect dijkverlegging	230

Kaders

Kader 1.1 Opzet van de Leidraad Rivieren	179
Kader 2.1 Stuwkromme-effect en halveringslengte	187
Kader 2.2 Topvervlakking	188
Kader 2.3 Voorbeeld Hondsbroeksche Pleij	192
Kader 2.4 Aantasting huidige bodemleven door vergravingen	197
Kader 2.5 Omputten	203
Kader 3.1 Nieuwe ontwikkelingen in het zomerbed	213
Kader 3.2 Toepassing vuistregels uiterwaardmaatregelen	220
Kader 3.3 Onderzoek grootschalige dijkverlegging in Nederland	229
Kader 3.4 Keuze verwijdering bestaande dijk	231
Kader 3.5 Vuistregels voor de hydraulische effectiviteit van retentie	235
Kader 3.6 Ruimtelijke kwaliteit in retentiegebieden	238
Kader 4.1 Uitvoeringsmethoden rivierverruiming	249
Kader 5.1 NURG en IRMA	253
Kader 5.2 Cyclisch beheer in uiterwaarden	255

01 / INLEIDING



Een uiterwaard langs de Waal nabij Neerijnen

01 / INLEIDING

1.1 Achtergrond

De Leidraad Rivieren geeft richtlijnen voor het toepassen van maatregelen voor de bescherming tegen overstromingen in het rivierengebied. Sinds de hoogwaters in de jaren negentig is het maken van meer ruimte voor de rivier een volwaardig alternatief voor dijkverhoging geworden. In tegenstelling tot de oude leidraden voor het ontwerpen van rivierdijken in het bovenrivierengebied en het benedenrivierengebied, geeft de Leidraad Rivieren daarom niet alleen richtlijnen voor waterkeringen maar ook voor verschillende rivierverruimende maatregelen.

1.2 Doel en doelgroep

Deel 4 van de Leidraad Rivieren geeft ontwerpers, projectleiders en beheerders van rivierverruimende maatregelen informatie over de aandachtspunten en de benodigde activiteiten in de fasen van ontwerp, uitvoering en beheer. Deel 1 en 2 van de leidraad geven algemene informatie over projecten in het rivierengebied en informatie voor de fasen die voorafgaan aan het ontwerp (zie Kader 1.1). Sommige rivierverruimende maatregelen vereisen ook de aanleg of de versterking van een rivierdijk. Dit is bijvoorbeeld het geval bij dijkverleggingen en bij retentiegebieden wanneer een omringende dijk nodig is. De richtlijnen voor het ontwerp van een rivierdijk zijn te vinden in Deel 3 van de leidraad. Deel 3 en Deel 4 van de leidraad zijn van toepassing als de voorbereidende stappen uit Deel 2 (Verkenning en Ontwerpproces) zijn afgerond.

Kader 1.1 Opzet van de Leidraad Rivieren

Deel 1 Algemeen

- basiskennis over het rivierengebied
- wetgeving en beleid over veiligheid en ruimtelijke kwaliteit
- projectorganisatie

Deel 2 Verkenning en Ontwerpproces

- probleemverkenning
- visievorming
- ontwerpproces
- beoordelingskader

Deel 3 Rivierdijken – van vormgeving naar beheer

- vormgeving waterkeringen
- realisatie
- beheer en onderhoud

Deel 4 Rivierverruiming – van vormgeving naar beheer

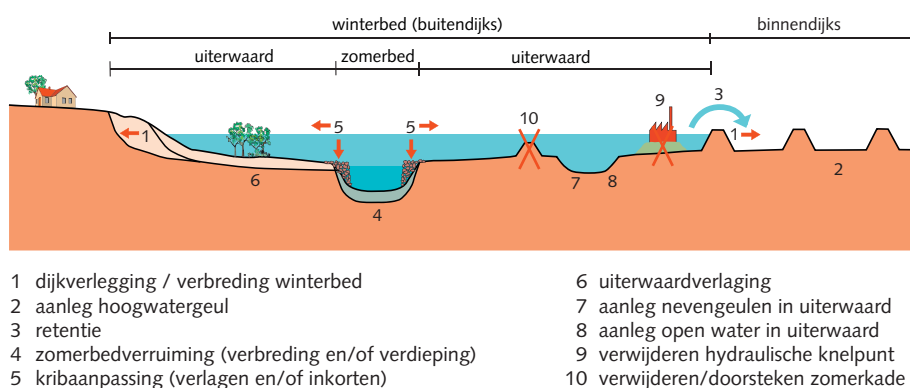
- ontwerp- en beoordelingscriteria per thema
- ontwerpcriteria per maatregel
- realisatie
- beheer en onderhoud

In het verleden is rivierverruiming veelvuldig toegepast. In het landschap en op oude kaarten zijn bijvoorbeeld overlaten zichtbaar. Maar in de twintigste eeuw is rivierverruiming tijdelijk uit beeld verdwenen. Veiligheidsproblemen werden hoofdzakelijk opgelost door aanleg en versterking van waterkeringen. Aan het einde van de twintigste eeuw heeft rivierverruiming weer meer aandacht gekregen. De kennis over ontwerp, aanleg en beheer en onderhoud van rivierverruimingsprojecten is echter niet zo grondig als de kennis over waterkeringen. Voor dit deel van de leidraad zijn daardoor minder naslagwerken beschikbaar dan voor Deel 3. Omdat ook eenduidige richtlijnen voor rivierverruimingsprojecten nog ontbreken is de informatie over rivierverruiming in de leidraad vooral beschrijvend van aard.

1.3 Rivierverruimende maatregelen

Rivierverruiming kan op heel verschillende manieren tot stand komen. In Figuur 1.1 zijn de typen maatregelen geschetst die in deze leidraad aan bod komen. Voor de eerste drie maatregelen is binnendijs gebied nodig. De overige maatregelen worden toegepast in het bestaande winterbed van de rivier.

Figuur 1.1 Overzicht rivierverruimingsmaatregelen voor bedijkte rivieren (rechter deel dwarsprofiel) en onbedijkte rivieren (linker deel dwarsprofiel)



Rivierverruiming is met name effectief in het bovenrivierengebied. De effectiviteit van rivierverruimende maatregelen is beperkt in het benedenrivierengebied en de IJssel-Vechtdelta, waar de hoogwaterstanden worden gedomineerd door de zee- of meerwaterstanden.

1.4 Ruimte voor de rivier

Om Nederland te beschermen tegen overstromingen is 'Ruimte voor de Rivier' het nieuwe uitgangspunt. In 2000 is dit verwoord in een kabinetsstandpunt. Eind december 2006 is de Planologische Kernbeslissing (PKB) Ruimte voor de Rivier gepubliceerd. In het basispakket van de PKB staan 39 maatregelen die meer ruimte moeten geven langs de Rijntakken en in het benedenrivierengebied. Met de maatregelen worden de twee samenhangende doelstellingen van Ruimte voor de Rivier gerealiseerd:

- 1 de bescherming tegen overstromingen in het rivierengebied op het vereiste niveau brengen (hoofddoelstelling);
- 2 een bijdrage leveren aan het verbeteren van de ruimtelijke kwaliteit van het rivierengebied (tweede doelstelling).

Veiligheid

Uiterlijk in 2015 moet het vereiste veiligheidsniveau langs de Rijntakken in overeenstemming zijn met de maatgevende Rijnafvoer die sinds 2001 van toepassing is (16.000 m³/s bij Lobith). Langs de Maas benedenstrooms van Hedikhuizen moet het vereiste veiligheidsniveau uiterlijk in 2015 in overeenstemming zijn met de maatgevende Maasafvoer van 3.800 m³/s bij Borgharen. De PKB bevat een maatregelenpakket voor de korte termijn dat aan deze eisen tegemoetkomt.

Naar verwachting zullen de rivierafvoeren en de zeespiegel in de toekomst verder stijgen. Hiervoor is een maatregelenpakket voor de lange termijn opgesteld dat rekening houdt met klimaatveranderingen volgens het midden-scenario.

Het uitgangspunt voor de planfase (maatregelen voor de korte termijn) is dat de huidige afvoerverdeling van het Rijnwater over de Waal, Neder-Rijn en IJssel (zie Hydraulische Randvoorwaardenboek 2006; Ministerie van V&W, 2007-a) in stand blijft. De PKB-maatregelen voor de korte termijn mogen geen belemmering vormen voor de bescherming tegen toekomstige hogere Rijnafvoeren (tot 18.000 m³/s). De overschrijdingskansen uit de *Wet op de waterkering* vormen het uitgangspunt voor het vereiste veiligheidsniveau.

Ruimtelijke Kwaliteit

De maatregelen uit de PKB moeten niet alleen het vereiste veiligheidsniveau opleveren, maar ook bijdragen aan de verbetering van de ruimtelijke kwaliteit van het rivierengebied. De economie, de ecologie en het landschap van het rivierengebied moeten er zo op vooruitgaan, het rivierengebied moet aantrekkelijker en leefbaarder worden. Behoud en ontwikkeling van beschermde natuurwaarden heeft daarbij bijzondere aandacht. Het streven is water en andere ruimtelijke functies te combineren. Bij het opstellen van de PKB is de Nota Ruimte als uitgangspunt genomen. Hierin is de verbetering van de ruimtelijke kwaliteit als volgt uitgewerkt voor het rivierengebied:

- vergroting van de ruimtelijke diversiteit tussen de riviertakken;
- handhaving en versterking van het open karakter van het rivierengebied met de karakteristieke waterfronten;
- behoud en ontwikkeling van de landschappelijke, ecologische, aardkundige en cultuurhistorische waarden en de verbetering van de milieukwaliteit;
- versterking van de mogelijkheden van het gebruik van hoofdvaarwegen door beroeps- en pleziervaart.

Het borgen van kernkwaliteiten van de riviertakken is mogelijk door behoud en verdere ontwikkeling van bijzondere bestaande kenmerken, bijvoorbeeld ecologische, cultuurhistorische, economische of visueel-ruimtelijke kenmerken. Dit kan onder meer door ecologische processen en waarden te herstellen, aantrekkelijke woon-, werk- en recreatiemilieus te scheppen en belevings- en oriëntatiemogelijkheden te creëren.

De PKB volgt vier principes voor de ruimtelijke ordening op het gebied van water:

- stroomgebiedbenadering;
- ruimte voor water;
- niet-afwentelen van ruimtelijke waterproblemen;
- water als sturend principe.

Programma Ruimte voor de Rivier

De PKB geeft voor de meeste maatregelen en effecten een beschrijving op strategisch niveau. Voor verdere uitwerking van de maatregelen ligt het initiatief vaak bij de betrokken gemeenten, provincies en waterschappen. Dat geeft de mogelijkheid de plannen voor ruimte voor de rivier te combineren met regionale inrichtingswensen. Voor sommige maatregelen is Rijkswaterstaat de initiatiefnemer voor de nadere uitwerking van de plannen. De programmadirectie Ruimte voor de Rivier voert de regie over het gehele pakket van plannen en bewaakt de inhoud en planning.

Het kabinet heeft besloten een programmatische aanpak te volgen om flexibiliteit te houden bij de uitvoering van de PKB. De programmatische aanpak betekent dat het kabinet van mening is dat er ruimte moet zijn voor andere maatregelen dan opgenomen in het Basispakket en voor het verwerken van nieuwe inzichten en technieken als die een maatschappelijk meer gewenst resultaat opleveren. Belangrijke criteria hiervoor zijn betere veiligheid, betere ruimtelijke kwaliteit of betere kosteneffectiviteit. Deze aanpak sluit aan bij de wensen van de regio.

De gewenste flexibiliteit in de planuitwerking wordt bereikt door de globale wijze waarop de maatregelen in de PKB op de kaarten zijn aangegeven, en door ruimte te bieden voor alternatieven, aanvullende maatregelen en nieuwe initiatieven. Deze flexibiliteit mag het bereiken van de doelstellingen uiterlijk in 2015 niet in gevaar brengen.

1.5 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 van dit deel gaat in op de ontwerpcriteria die specifiek voor rivierverruimende maatregelen gelden. Dit hoofdstuk is te zien als een nadere uitwerking van het programma van eisen zoals beschreven in Deel 2 (hoofdstuk 4). Hoofdstuk 3 geeft een beschrijving van de verschillende typen rivierverruimende maatregelen en de aandachtspunten voor het ontwerp, toegespitst op veiligheid en ruimtelijke kwaliteit. Hoofdstuk 4 gaat over de realisatie van rivierverruiming. Hoofdstuk 5 geeft aandachtspunten voor beheer en onderhoud, met onder meer aandacht voor de monitoring van het effect van de maatregel.

02 / ONTWERP- EN BEOORDELINGS- ASPECTEN PER THEMA



Luchtfoto Wijk bij Duurstede: waterrecreatie langs de Neder-Rijn

02 / ONTWERP- EN BEOORDELINGS- ASPECTEN PER THEMA

Centraal in het ontwerpproces staan de ontwerp- en beoordelingsaspecten waar de maatregel aan moet voldoen. De ontwerp- en beoordelingsaspecten vormen een nadere uitwerking van het programma van eisen en wensen. In dit hoofdstuk zijn de ontwerp- en beoordelingsaspecten die specifiek van belang zijn voor het ontwerp van rivierverruimingsmaatregelen nader toegelicht per thema. Hoofdstuk 3 geeft in aanvulling hierop een aantal specifieke ontwerp- en beoordelingsaspecten per type maatregel.

2.1 Ontwerp- en beoordelingsaspecten

In Deel 2 van de leidraad (hoofdstuk 5) is beschreven dat thema's voor de beoordeling van een ontwerp via evaluatievragen concreet uitgewerkt worden in aspecten en parameters. Dit hoofdstuk geeft een overzicht van de meest voorkomende thema's, aspecten en parameters die van belang zijn bij rivierverruimingsprojecten. Ook is aangegeven welke methoden en instrumenten beschikbaar zijn voor het kwantificeren van de parameters. Vaak worden de instrumenten voorgeschreven door het bevoegd gezag of de rivierbeheerder. Als dat niet het geval is, moet de instrumentenkeuze in nauw overleg met die instanties worden gemaakt.

Per project moet altijd bekeken worden of aanvullende thema's of aspecten van belang zijn voor het ontwerp en de beoordeling. De hier beschreven aspecten gelden voor rivierverruimingsprojecten in algemene zin. Specifiek voor de verschillende maatregelen komen deze aan bod in hoofdstuk 3.

In theorie wordt tijdens het ontwerpproces eerst een ontwerp opgesteld en vindt vervolgens beoordeling van het ontwerp plaats aan de hand van beoordelingsaspecten. In de praktijk wordt bij het opstellen van het ontwerp al rekening gehouden met de beoordelingsaspecten. Hiervoor is het nodig de effecten van het ontwerp in te schatten of te berekenen. Vuist- en rekenregels die bijvoorbeeld uit voorgaande projecten bekend zijn, kunnen daarvoor behulpzaam zijn. Deze geven een eerste indicatie van de te verwachten effecten. Voorbeeld hiervan zijn de vuistregels voor de relatie tussen uiterwaardhoogte, ecotooptypen en waterstanddaling die voor de Rijntakken zijn opgesteld (zie bijlage 8).

De beoordeling levert een totaaloverzicht van effecten op dat de basis vormt voor verdere optimalisatie van het ontwerp. Het ontwerpen van een rivierverruimingsproject is een iteratief proces waarbij beoordelingscriteria ook worden ingezet als ontwerpcriteria. Ontwerpers kiezen over het algemeen eerst de gewenste ecotootypen en bepalen vervolgens met de vuistregels de eisen aan de inrichting, waaronder het benodigde graafwerk. Een omgekeerde ontwerpaanpak is ook mogelijk door eerst de gewenste mate van vergraving vast te stellen en vervolgens de ecotootypen die daarbij mogelijk zijn.

In dit hoofdstuk komen ontwerp- en beoordelingsaspecten aan de orde voor de volgende thema's:

- veiligheid en rivierbeheer;
- ruimtelijke kwaliteit;
- grond;
- grond- en oppervlaktewater;
- beheer en onderhoud;
- kosten en baten.

Innovatieve technieken kunnen bijdragen aan een robuust ontwerp en mogen worden toegepast als de kwaliteit ervan gewaarborgd is, bijvoorbeeld door het ENW.

2.2 Veiligheid en rivierbeheer

In Tabel 2.1 zijn de belangrijkste beoordelingsaspecten en -parameters voor het thema veiligheid en rivierbeheer samengevat.

Tabel 2.1 Overzicht aspecten en parameters voor de thema's veiligheid en rivierbeheer

Thema	Aspect	Parameters
Veiligheid en rivierbeheer	Hydraulica	Waterstandverandering langs de rivieras
		Lokale stroomeffecten
		Afvoerverdeling splitsingspunten
		Afvoer van ijs
		Toekomstvastheid
	Riviermorfologie	Morfodynamiek in relatie tot natuur
		Morfologische effecten zomer- en winterbed
	Waterkering	Invloed op de faalmechanismen

2.2.1 Hydraulica

Waterstandverandering langs de rivieras

Voor rivierverruimingsmaatregelen geldt doorgaans dat het bereiken van een bepaalde waterstanddaling een randvoorwaarde is. Waterstanddaling is te bereiken door:

- tijdelijke berging van water (maatregel retentie en soms dijkverlegging);
- vergroting van de afvoercapaciteit (maatregelen dijkverlegging, hoogwatergeulen, uiterwaardmaatregelen en zomerbedmaatregelen);
- gewijzigde sluitingsstrategie van de stormvloedkeringen in het benedenrivierengebied.

Voor tijdelijke berging geldt: hoe groter het bergingsvolume des te effectiever is de maatregel. Als de inzet van berging regelbaar is, moet het verloop van de hoogwatergolf voldoende ver vooruit te voorspellen zijn om de inlaat goed te kunnen sturen voor het bergen van de top van het hoogwater. Onzekerheden in de vorm van de afvoergolf verkleinen de effectiviteit, omdat het moment van inzetten van de maatregel van groot belang is. Als het retentiegebied al is volgestroomd op het moment dat de echte piek in de afvoergolf nog moet komen, is het effect van de maatregel op de topwaterstanden nihil. De effectiviteit van retentiegebieden wordt nog kleiner als er rekening mee gehouden wordt dat waterkeringen ook kunnen falen door andere oorzaken dan hoge waterstanden en als rekening gehouden wordt met onzekerheden in hoogwaterstanden en de reststerkte van dijken (Stijnen et al., 2002; Kok et al., 2003-a en -b; Silva et al., 2005).

Vergroting van de afvoercapaciteit lijkt meer zekerheid te geven dan retentie. Vergroting van de afvoercapaciteit is het meest effectief als:

- de maatregel op een locatie wordt getroffen waar in de uitgangssituatie al veel water stroomt (bijvoorbeeld het zomerbed of de uiterwaard);
- het water gemakkelijk naar het maatregelengebied kan stromen;
- een groot verhang ontstaat over het maatregelengebied (over de verlaagde uiterwaard, nevengeul, hoogwatergeul); vooral maatregelen in de binnenbocht of bochtafsnijdingen zijn zeer effectief;
- door het verwijderen van een knelpunt geen (nieuwe) knelpunten in de omgeving ontstaan of overblijven die het effect (deels) teniet doen.

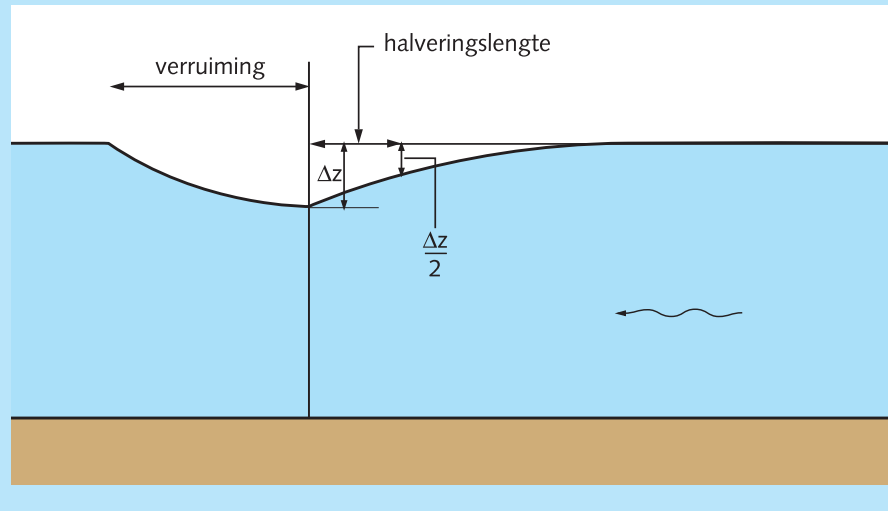
In Agtersloot et al. (1999) is een kwantitatieve uitwerking gegeven van de effectiviteit van maatregelen op verschillende locaties in de uiterwaard. Een maatregel voor vergroting van de afvoercapaciteit mag de veiligheid natuurlijk niet negatief beïnvloeden. Aandachtspunten hierbij zijn:

- stabiliteit van de waterkering (denk aan handhaven voorland en invloed op faalmechanismen);
- stabiliteit van waterbouwkundige constructies;
- veiligheid voor de scheepvaart (bijvoorbeeld dwarsstromen).

Het doel van alle rivierverruimende maatregelen is dat ter plaatse van de maatregel de waterstand daalt. Deze waterstanddaling werkt in bovenstroomse richting door als gevolg van het zogenaamde stuwkromme-effect (zie Kader 2.1).

Kader 2.1 Stuwkromme-effect en halveringslengte

Het waterstanddalende effect van rivierverruiming werkt door in bovenstroomse richting. Het effect neemt af met de afstand vanaf de maatregel. De halveringslengte is de afstand waarop de waterstanddaling de helft bedraagt van de waterstanddaling ter plaatse van de maatregel. De halveringslengte is omgekeerd evenredig met het verhang en recht evenredig met de waterdiepte. Met andere woorden: hoe steiler het verhang en hoe ondieper het water, hoe sneller de waterstanddaling uitdempt en hoe korter de halveringslengte is. Voor de Rijn en de Maas heeft de halveringslengte bij maatgevend hoogwater de orde van grootte van 50 km. Een uitzondering vormt de Grensmaas waar de halveringslengte vanwege het grote verhang slechts enkele kilometers bedraagt. Daar staat tegenover dat de maximale waterstandverlaging groter is naarmate de halveringslengte kleiner is. In bijlage 9 worden formules gegeven voor de berekening van de halveringslengte.

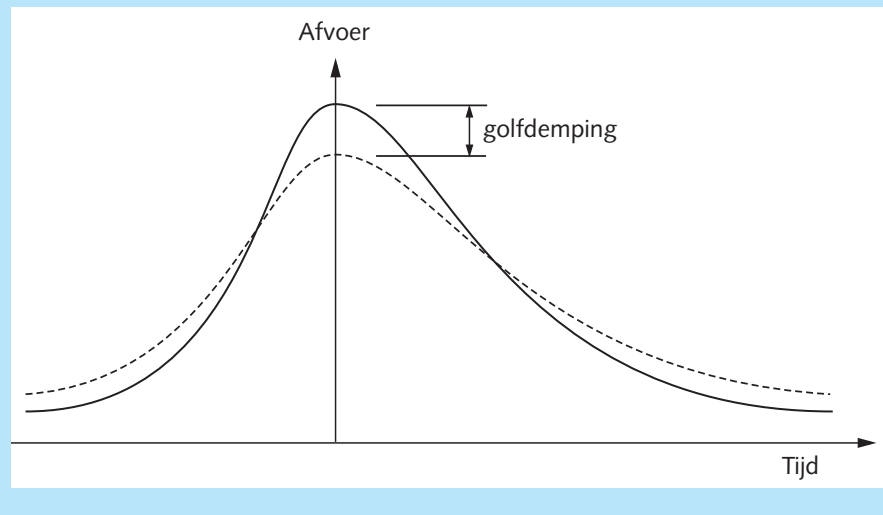


De maatregelen kunnen ook in benedenstroomse richting effect hebben als gevolg van:

- tijdelijke verlaging van de rivierafvoer door waterberging. Hierdoor zullen de waterstanden benedenstrooms van de maatregel zakken;
- effect van de maatregel op de topvervlakking van hoogwatergolven. Hierdoor veranderen de topafvoeren en topwaterstanden benedenstrooms van de ingreep (zie Kader 2.2);
- beïnvloeding van de afvoerverdeling op de splitsingspunten. De maatregel kan de afvoerverdeling direct beïnvloeden (bijvoorbeeld een by-pass) of de waterstand op het splitsingspunt verlagen, zodat de tak waarin de maatregel is gerealiseerd meer afvoer trekt. De waterstanden benedenstrooms van de maatregel kunnen hierdoor stijgen.

Kader 2.2 Topvervlakking

Topvervlakking is het verschijnsel dat een hoogwatergolf in benedenstroomse richting gaandeweg afvlakt. De mate van topvervlakking is afhankelijk van de golfvorm, de weerstand en de bergingscapaciteit van de rivier. Over het algemeen verminderen rivierverruimende maatregelen de weerstand, waardoor de afvoergolf zich sneller door de rivier verplaatst en minder topvervlakking optreedt. Hierdoor nemen de topafvoer en de topwaterstanden benedenstrooms toe. Uit studies is gebleken dat de topvervlakking in de Rijntakken verwaarloosbaar is, met uitzondering van de IJssel. Op de Maas is de topvervlakking wel aanzienlijk. Maatregelen kunnen daar dus een benedenstroomse effect hebben. Bij maatregelen op de Maas moet daarom getoetst worden of de waterstanden benedenstrooms van de maatregel stijgen.



In Tabel 2.2 is de rivierkundige werking van de verruimingsmaatregelen geschetst en zijn de mogelijke effecten benedenstrooms van de ingreep samengevat. Vuistregels voor de effectiviteit en een nadere toelichting op de werking van de maatregelen staan in hoofdstuk 3.

Tabel 2.2 Principe verruimingsmaatregelen en effecten

	Waterberging	Vergroting capaciteit
Schets		
Bovenstrooms effect	Ja, via stuwkromme	Ja, via stuwkromme
Benedenstrooms effect - Lagere afvoer - Topvervlakking - Beïnvloeding afvoer- verdeling	Ja Relevant op Maas Relevant op Rijntakken	Nee Relevant op Maas Relevant op Rijntakken

Het is ook van belang om in beeld te brengen wat de effecten van een maatregel op waterstanden en afvoeren zijn in normale situaties en tijdens laagwater. Op die manier is het mogelijk de gevolgen voor scheepvaart en waterbeheer tijdens droogte te beoordelen en voor het grondwater. Veranderingen in de grondwaterstand kunnen effect hebben op landbouw en natuur.

Methode en instrumenten

Rijkswaterstaat Dienst Oost-Nederland heeft samen met de Projectorganisatie Ruimte voor de Rivier een rivierkundig beoordelingskader voor ingrepen in de Rijntakken binnen het beheersgebied opgesteld (Rijkswaterstaat Oost-Nederland, 2006). Hierin zijn ook het modelleninstrumentarium en de randvoorwaarden voorgeschreven.

Modelberekeningen geven een indicatie van de waterstanddaling door een rivierverruimende maatregel. Per maatregel zijn op basis van de beschikbare gegevens vuistregels opgesteld (zie hoofdstuk 3). In de beginfase van het ontwerp kan ook gebruik gemaakt worden van stroombanenkaarten van de huidige situatie, die over het algemeen beschikbaar zijn bij Rijkswaterstaat of het waterschap. Een analyse van de huidige stroomsituatie geeft informatie over de meest effectieve locatie en vormgeving van een verruimingsmaatregel. Bij het opheffen van knelpunten door bijvoorbeeld dijkverlegging of de aanleg van een by-pass moet op basis van de stroombanenkaarten zo vroeg mogelijk in het proces bepaald worden of elders 'nieuwe' knelpunten kunnen ontstaan.

Voor een meer nauwkeurige bepaling is altijd een hydraulisch model van de maatregel noodzakelijk. Hiermee kan de invloed van de lokale situatie, zoals de instroming en uitstroming en de inrichting van het maatregelgebied (geometrie en aanwezigheid van obstakels en begroeiing), meegenomen worden. Rijkswaterstaat gebruikt bij het vaststellen van de toetspeilen en de beoordeling van vergunningaanvragen voor een rivierverruimingsproject 1D- en 2D-hydraulische modellen. Het is aan te raden (als al niet voorgeschreven) bij het ontwerp dezelfde modellen te gebruiken. Bijlage 10 geeft een beschrijving van de numerieke modellen die veel worden toegepast.

In een vroeg stadium van het ontwerpproces zijn ééndimensionale hydraulische modellen voldoende nauwkeurig. Toch wordt vaak al vanaf het begin van het ontwerpproces een tweedimensionaal hydraulisch model ingezet, als tenminste voldoende gegevens beschikbaar zijn.

Bij het bepalen van de hydraulische effectiviteit van een maatregel is ook aandacht nodig voor de onzekerheden in invoerparameters, ijkparameters en de modellering. Een gevoeligheids- of onzekerheidsanalyse geeft een indruk van de invloed van onzekerheden op het effect van een ingreep.

In een monitoringplan moet zijn opgenomen hoe het effect na uitvoering van de maatregel wordt gekwantificeerd. De inhoud van het monitoringplan is beschreven in paragraaf 5.1.

Lokale effecten

Lokale effecten op stroompatronen en -snelheden kunnen invloed hebben op scheepvaart, morfologie, waterkwaliteit, stabiliteit van waterkeringen, standzekerheid van constructies, natuurontwikkeling en de waterstand. Het kan gaan om de volgende effecten in zomer- en winterbed:

- Stroomeffecten in het winterbed, bijvoorbeeld in een uiterwaard. Stroomt de gehele geul of vlakte goed mee? Ontstaan er stroomluwtes? Zijn er knelpunten of obstakels voor de stroming die de effectiviteit verminderen? Verandert het stroombeeld en daarmee de belasting op de waterkering?

- Stroomeffecten rondom de in- en uitlaatwerken. Dit is vooral van belang als lokale vertraging en versnelling kan leiden tot erosie en aanzanding (zie paragraaf 2.2.2).
- Stroomeffecten in het zomerbed. Door vergroten van het doorstroomoppervlak in hoogwatersituaties nemen de stroomsnelheden in het zomerbed af ter plekke van de maatregel. Door dit effect en ook door verandering van het stroombeeld kunnen de waterstanden lokaal stijgen (lokaal benedenstrooms effect). De gewijzigde stroomsnelheden kunnen ook erosie en aanzanding in de hoofdgeul veroorzaken (zie paragraaf 2.2.2).

Methode en instrumenten

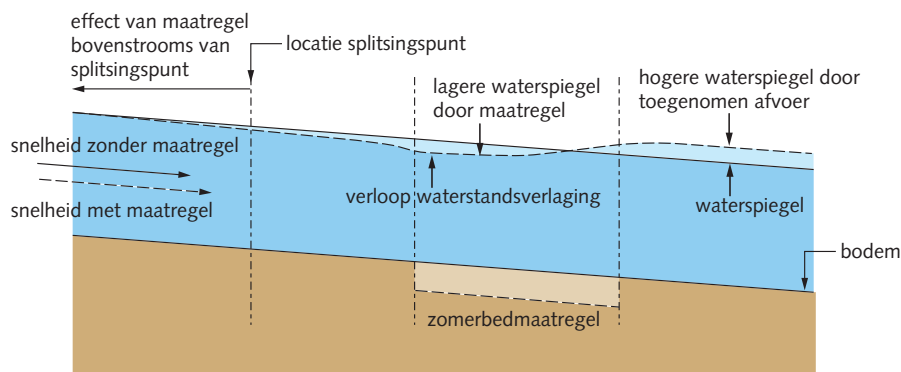
Voor gedetailleerd stromingsonderzoek rond in- en uitlaatconstructies en in meestromende gebieden worden tweedimensionale hydraulische modellen gebruikt. Voor zeer complexe stromingssituaties is een driedimensionaal hydraulisch model te overwegen, als voldoende gegevens beschikbaar zijn om het model te bouwen en af te regelen.

Afvoerverdeling splitsingspunten

Er geldt voor de Rijntakken een strenge eis dat de afvoerverdeling over de splitsingspunten onder geen enkele omstandigheid mag veranderen. In de Planologische Kernbeslissing Ruimte voor de Rivier (PKB RVR) is dit een belangrijk beleidsuitgangspunt voor de oplossing voor de korte termijn (tot 2015). Als de maatgevende afvoer daarna groter wordt dan de huidige 16.000 m³/s, gaat de PKB ervan uit dat de afvoer over de Neder-Rijn en de Lek niet verder toeneemt. Het extra water wordt dan verdeeld over de Waal en de IJssel (zie ook Technisch Rapport Ontwerpbelastingen voor het rivierengebied (TROB; ENW, 2007-a).

Alle verruimende maatregelen kunnen tijdens hoogwaterafvoeren verandering van de afvoerverdeling veroorzaken (Figuur 2.1). Zomerbedmaatregelen kunnen dit effect ook onder dagelijkse omstandigheden veroorzaken. Deze effecten moeten voorkomen worden door aanpassingen in het ontwerp of door compenserende maatregelen op andere plaatsen.

Figuur 2.1 Invloed zomerbedmaatregel op de afvoerverdeling en waterstanden



De invloed op de afvoerverdeling hangt af van het lokale effect van de maatregel en de afstand van de maatregel tot het splitsingspunt (stuwkromme-effect). Bij maatregelen langs beide takken benedenstrooms van een splitsingspunt kan het gezamenlijke effect op de afvoerverdeling neutraal zijn.

Methode en instrumenten

De invloed van rivierverruiming op de afvoerverdeling over de splitsingspunten dient met de voorgeschreven hydraulische modellen (zie bijlage 10) te worden getoetst aan het beoordelingskader van de rivierbeheerder. Als blijkt dat de maatregelen invloed hebben op de afvoerverdeling over de splitsingspunten, kunnen mitigerende maatregelen (bijvoorbeeld op het splitsingspunt, zie ook Kader 2.3) nodig zijn.

Rivierverruiming en ijs

Het Nederlandse riviersysteem heeft als primaire functie de veilige afvoer van water, sediment en ijs. De afvoer van ijs hoort daarbij omdat de vorming van ijsdammen in het verleden veel overstromingen heeft veroorzaakt. De winters zijn tegenwoordig minder streng dan enkele decennia geleden. Sinds het einde van de 19e eeuw zijn geen overstromingen meer opgetreden als gevolg van ijsvorming. Dit is te danken aan de normalisatiewerken, de toegenomen warmtelozingen op de rivieren en de hogere dijken. Door warmtelozingen en het intensievere scheepvaartverkeer ontstaat minder vaak een vast ijsdek en houden ijsdammen die wel ontstaan minder lang stand. Als het smeltwater uit het stroomgebied de Nederlandse rivieren bereikt, is het ijs bij ons al grotendeels verdwenen. De kans op gevaarlijke situaties door het samenvallen van een hoge rivierafvoer en ijsdammen is daardoor steeds kleiner geworden. De verwachting is dat deze kans in de toekomst verder afneemt als gevolg van een warmer klimaat en een grotere warmte-emissie door welvaartstoename en een hogere bevolkingsdruk.

Rivierverruimende maatregelen, maar ook natuurontwikkeling, hebben invloed op de stromingsomstandigheden in de rivier en daarmee op de ijsafvoercapaciteit. Ijsdammen ontstaan door onregelmatigheden in het rivierbed. Een algemeen aandachtspunt bij verruimingsmaatregelen is dan ook dat de onregelmatigheid van het rivierbed niet mag toenemen en bij voorkeur verkleind moet worden.

Toekomstvastheid en robuustheid

De toekomstvastheid van de hydraulische effectiviteit van een maatregel is mede afhankelijk van de toekomstvastheid van de taakstelling die de randvoorwaarde vormt voor het rivierverruimingsproject. In de PKB Ruimte voor de Rivier zijn toekomstige ontwikkelingen zoals zeespiegelrijzing en een hogere maatgevende afvoer (meer dan 16.000 m³/s) niet verwerkt in de taakstelling voor het maatregelenpakket voor de korte termijn. Het maatregelenpakket bevat voor enkele riviertrajecten, waar weinig mogelijkheden voor verruiming zijn, binnendijkse maatregelen die de veiligheid ook op de langere termijn waarborgen (zoals ontpoldering Noordwaard, dijkteruglegging Lent en hoogwatergeul Veessen-Wapenveld). Voor de langere termijn is bovendien al een aanvullend pakket van maatregelen samengesteld, dat te zijner tijd kan worden uitgevoerd. De ruimte voor deze maatregelen is in de PBK gereserveerd.

Een 'robuust' ontwerp houdt rekening met toekomstige ontwikkelingen en onzekerheden. Deel 1 van deze leidraad (hoofdstuk 5) gaat daar nader op in. Het doel van 'robuust' ontwerpen is dat het uitgevoerde ontwerp tijdens de planperiode blijft functioneren zonder dat ingrijpende en kostbare aanpassingen noodzakelijk zijn als omstandigheden veranderen. De PKB Ruimte voor de Rivier toont aan dat de afweging tussen verschillende rivierverruimende maatregelen niet op het niveau van een specifiek (deel)project wordt gemaakt, maar op een hoger aggregatieniveau (bijvoorbeeld op het niveau van een riviertak). Ook de uitgangspunten voor robuust ontwerpen moeten in dat geval op het hogere aggregatieniveau worden vastgesteld. Bij het ontwerp van een dijkversterkingsproject wordt rekening gehouden met de onzekerheid in de waterstand door een robuustheidstoeslag van 0,3 m toe te passen (zie Deel 3, paragraaf 2.2.2). Bij rivierverruiming wordt nog geen robuustheidstoeslag gehanteerd. De wenselijk daarvan zal in de toekomst worden onderzocht.

Robuustheid kan bij rivierverruiming voornamelijk op verschillende manieren tot uiting komen:

- Het ontwerp houdt rekening met ontwikkelingen in de hoogwaterstanden als gevolg van klimaatveranderingen (zie TROB).
- Het ontwerp levert meer waterstandverlaging op dan strikt noodzakelijk volgens de taakstelling, als de ruimte, de financiën en het maatschappelijk draagvlak dat toelaten.
- De afvoercapaciteit van constructies (inlaatwerken, doorstroomoppervlak bruggen) is eenvoudig te vergroten (uitbreidbaarheid).

- Er wordt ruimte gereserveerd voor mogelijke uitbreidingen voor het geval de belastingen in de toekomst toenemen of de veiligheidseisen zwaarder worden.

Kader 2.3 Voorbeeld Hondsbroeksche Pleij

De Hondsbroeksche Pleij bij Westervoort is een voormalige uiterwaard op de rechteroever van het Pannerdensch Kanaal en de IJssel. De Pleijdijk, op korte afstand van het zomerbed, keert het (hoog)water. Bij hoogwater moet het water door een nauw deel naar de IJssel stromen. Verruiming van deze flessenhals verlaagt de waterstanden bovenstrooms van de splitsing, maar zorgt er ook voor dat er meer water naar de IJssel stroomt waardoor benedenstrooms de maatgevende waterstanden toenemen. Het is daarom van belang dat de afvoerverdeling op het splitsingspunt wordt gehandhaafd, bijvoorbeeld met een regelwerk. Dit regelwerk maakt het tevens mogelijk de rivierverruiming in de Neder-Rijn en de IJssel, benedenstrooms van het splitsingspunt, gefaseerd uit te voeren en toch de afvoerverdeling in stand te houden. Het waterstandverlagend effect van de Hondsbroeksche Pleij wordt pas zichtbaar na uitvoering van rivierverruimende maatregelen op de Neder-Rijn, direct benedenstrooms van het splitsingspunt. In 2003 heeft de staatssecretaris besloten de plannen voor de Hondsbroeksche Pleij in procedure te brengen als voorbeeldproject.

Methode en instrumenten

Voor beoordeling van de toekomstvastheid van een ingreep is inzicht nodig in de hydraulische effectiviteit en de toekomstige taakstelling. Hiervoor zijn de eerder genoemde numerieke modellen en toekomstscenario's voor randvoorwaarden te gebruiken. De waardering van de uitbreidbaarheid is doorgaans te baseren op een deskundigenoordeel.

2.2.2 Riviermorfologie

Morfodynamiek in relatie tot natuurontwikkeling

De lokale morfodynamiek kan bepalend zijn voor de natuurontwikkeling in het ingrepengebied. Indien bepaalde natuurontwikkeling gewenst is, moet het ontwerp rekening houden met de bijbehorende hydro- en morfodynamische eisen. De eisen zijn meestal uit te drukken in bandbreedtes voor stromingscondities en gewenste erosie- en sedimentatiepatronen. Achtergrondinformatie over morfodynamiek in relatie tot natuurontwikkeling is opgenomen in van der Molen et al. (2000), Lorenz (2001) en Willems et al. (in voorbereiding). Over morfologische kansrijkdom is achtergrondinformatie opgenomen in Schoor en Sorber (1998), Wolfert (1998) en Middelkoop et al. (2003). Een samenvattend overzicht over deze aspecten is te vinden in Wolters et al. (2001).

Morfologische effecten zomer- en winterbed

Door rivierverruimende maatregelen kan de afvoerverdeling over zomerbed en uiterwaard wijzigen. In dat geval zullen ook de sedimentatie- en erosiepatronen in zomerbed en uiterwaard wijzigen. Bij in- en uitlaatwerken kan door stroomvertraging en/of stroomversnelling zeer lokaal aanzanding en erosie optreden. Naarmate de uiterwaarden vaker en langer meestroomt, zijn de morfologische veranderingen groter. Over het algemeen treedt op grotere afstand van het zomerbed sedimentatie van fijnere deeltjes op (slib).

Morfologische effecten kunnen verschillende consequenties hebben voor veiligheid en milieu. De effecten zijn groter naarmate hogere afvoeren vaker optreden:

- *Noodzaak onderhoudsbaggerwerk*

Door sedimentatie kan de effectiviteit van een maatregel afnemen waardoor het veiligheidsniveau lager wordt. Door sedimentatie in het zomerbed kan de beschikbare vaar diepte afnemen. Voor de instandhouding van de veiligheid en de vaarwegfunctie is

periodiek onderhoudsbaggerwerk nodig in het zomerbed, de uiterwaard of nevengeulen. De rivierbeheerder geeft de eisen aan waar de vaarweg aan moet voldoen. De noodzaak voor onderhoudsbaggerwerk dient zo veel mogelijk te worden beperkt door optimalisatie van het ontwerp.

- *Bedreiging stabiliteit constructies*

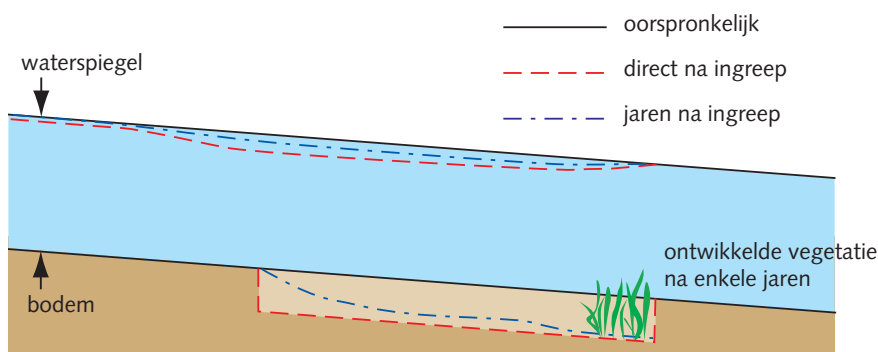
Lokale aanzanding en erosie bij de in- en uitlaatwerken maar ook bij dijken en andere rivierwerken (kribben, pijlers, zomerkades, keerwanden) kunnen consequenties hebben voor de stabiliteit van deze constructies. In het ontwerp moet de stabiliteit worden onderzocht en zonodig moeten maatregelen genomen worden om de stabiliteit te garanderen. Lokale erosie kan de stabiliteit van dijken ook indirect aantasten. Zo kan erosie de kwelstroom beïnvloeden, waardoor het gevaar op 'piping' en opdrijven toeneemt.

- *Verontreiniging*

Bij sedimentatie van slib in het winterbed of een retentiegebied speelt de kwaliteit van het slib een belangrijke rol, met name vanwege de hoge kosten van verwijdering van verontreinigd slib. Door erosie en sedimentatie kan verontreinigde grond verspreid worden over een groter oppervlak. Deze problematiek is vooral van belang in natuurgebieden.

In de Nederlandse rivieren verlopen morfologische veranderingen relatief traag (perioden van orde grootte 10 tot 100 jaar). Direct na het voltooiën van een ingreep kunnen morfologische veranderingen optreden die tegengesteld zijn aan de morfologische veranderingen op de lange termijn. Lokaal kan bijvoorbeeld bodmerosie optreden die na enkele jaren weer teniet wordt gedaan door aanzanding. Op de lange termijn kan door aanzanding of begroeiing het waterstandverlagend effect afnemen (zie Figuur 2.2).

Figuur 2.2 Ontwikkeling van bodem en waterstand na inzet van een waterstandverlagende maatregel



Rivierverruiming kan ook grootschalige morfologische veranderingen in het zomerbed teweegbrengen. Bij een lage frequentie van inzet zal dit effect verwaarloosbaar zijn. Als de maatregel vaker dan ongeveer éénmaal per jaar ingezet wordt, kunnen significante morfologische veranderingen optreden die zich uitstrekken tot ver buiten het ingrepengebied. Dit kan met name het geval zijn als een pakket van meerdere maatregelen wordt uitgevoerd. In zo'n geval zal een onderzoek plaats moeten vinden naar de gecombineerde morfologische effecten op lange termijn.

Methode en instrumenten

In het beginstadium van het ontwerp voldoet vaak een deskundigenoordeel of het gebruik van analytische modellen om een indicatie te krijgen van mogelijke morfologische effecten. In een later stadium van het ontwerpproces kunnen numerieke morfologische modellen worden toegepast, afhankelijk van de voorschriften van de rivierbeheerder (bijvoorbeeld het rivierkundig beoordelingskader van Rijkswaterstaat Dienst Oost-Nederland).

Voor grootschalige ontwikkelingen op langere termijn wordt het gebruik van een ééndimensionaal morfologisch model aangeraden. Op het beschouwde schaalniveau geeft dat voldoende nauwkeurigheid. Voor onderzoek van lokale ontwikkelingen in langsrichting en dwarsrichting is een tweedimensionaal morfologisch model nodig. Een belangrijke beperking voor het gebruik van morfologische modellen is het gebrek aan voldoende betrouwbare meetgegevens voor modelbouw en -afregeling. De benodigde morfologische gegevens zoals bodemligging, sedimenttransport en korrelafmetingen zijn moeilijk te meten. Ook zijn de fysische processen van sedimenttransport en erosie en sedimentatie minder goed bekend en te modelleren dan waterbeweging alleen. Hierdoor hebben resultaten van morfologische modellen over het algemeen een grotere onzekerheid dan de resultaten van hydraulische modellen. Een beschrijving van mogelijk toe te passen morfologische modellen is gegeven in bijlage 10. In de studie *Morfologie en herinrichting* (Mosselman et al., 2001), zijn mogelijke morfologische consequenties geïnventariseerd en worden geschikte instrumenten voor morfologisch onderzoek benoemd (van vuistregels tot modellen).

Speciale aandacht vraagt de verspreiding van verontreinigd zand en slib. Onderzocht moet worden hoe eventuele verontreinigingen worden verspreid na inzet van de maatregelen. De verspreiding van slib kan worden onderzocht met een eenvoudige stoffenbalans of met een geavanceerd tweedimensionaal hydraulisch model waaraan een stoffenbalans is gekoppeld. In bijlage 10 staat een toelichting op de te gebruiken modellen.

2.3 Ruimtelijke kwaliteit

De ruimtelijke kwaliteit wordt uitgedrukt in de aspecten gebruikswaarde, belevingswaarde en toekomstwaarde (zie Deel 2, hoofdstuk 5). De ambities voor deze drie aspecten staan in Tabel 2.3. In sommige gevallen treedt overlap op tussen de ambities. Behoud en ontwikkeling van natuur valt bijvoorbeeld enerzijds onder de gebruikswaarde, omdat een natuurgebied in gebruik is voor de functie natuur. Daarnaast valt behoud en de ontwikkeling van natuur onder de belevingswaarde omdat de aanwezige natuur van belang is voor de beleving van het riviereengebied. In het Technisch Rapport Ruimtelijke Kwaliteit of TRRK (ENW, 2007-c) wordt in meer detail ingegaan op het onderwerp ruimtelijke kwaliteit.

Tabel 2.3 Overzicht aspecten en ambities voor het thema ruimtelijke kwaliteit

Thema	Aspect	Ambities
Ruimtelijke kwaliteit	gebruikswaarde	Behoud van bestaande en ontwikkeling van nieuwe gebruiksfuncties
	belevingswaarde	Behoud van bestaande en ontwikkeling van nieuwe natuur
		Ontwikkeling van nieuwe natuurgebieden
		Behoud en ontwikkeling van cultuurhistorie
		Landschap
	toekomstwaarde	

2.3.1 Gebruikswaarde

De mogelijkheden voor wonen, werken, landbouw, recreatie en natuur bepalen de gebruikswaarde van een gebied. Bij rivierverruiming is over het algemeen een keuze noodzakelijk tussen behoud van de bestaande functies en ontwikkeling van nieuwe functies ten koste van de bestaande functies.

Bij behoud van de bestaande functies zal weinig tot geen aantasting van de gebruikswaarde plaatsvinden. Afhankelijk van de frequentie van inzet van de verruimingsmaatregel (overstromingsfrequentie) zullen aanvullende maatregelen nodig zijn om het bestaande gebruik mogelijk te houden:

- huizen op terpen plaatsen of kades om huizen bouwen, zodat bij overstroming de veiligheid gewaarborgd is en schade wordt voorkomen;
- schadevergoedingen en evacuatieplannen opstellen voor het geval van overstroming. Met name bij een lage frequentie van overstromen kan schadecompensatie aantrekkelijk zijn;
- bereikbaarheid en ontsluiting garanderen voor de aanwezige functies;
- waterbeheer in gebied aanpassen, bijvoorbeeld voor het handhaven van (duurzame) landbouw.

Bij ontwikkeling van nieuwe functies gaat het meestal om de ontwikkeling van natuur ten koste van functies zoals wonen en werken (met name landbouw). In dat geval moet in de plannen een kostenpost worden opgenomen voor het uitkopen of compenseren van de huidige functies. De functie recreatie kan in sommige gevallen behouden blijven of zelfs versterkt worden bij de keuze voor natuurontwikkeling. Beoordelingscriteria voor natuurontwikkeling zijn opgenomen bij het aspect belevingskwaliteit (zie paragraaf 2.3.2).

Methode en instrumenten

Om de wijziging van het gebruik te kunnen waarderen, moet eerst de huidige situatie in kaart worden gebracht. Dit wordt gedaan met behulp van kaarten en van kennis over de lokale omstandigheden. Vervolgens kan het effect van de rivierverruimingsmaatregel worden uitgedrukt in parameters, zoals:

- het aantal huizen dat moet verdwijnen;
- het aantal bedrijven dat moet verdwijnen;
- de soort en de grootte van de bedrijven die moeten verdwijnen;
- het oppervlak landbouwgebied dat wordt aangetast en het aantal betrokken boeren;
- het oppervlak natuur dat wordt ontwikkeld en de waarde van deze natuur binnen de Ecologische Hoofdstructuur (EHS) of volgens de *Vogel- en Habitatrichtlijn (VHR)*;
- de recreatievoorzieningen die moeten verdwijnen en worden toegevoegd;
- het aantal wegen dat wordt aangetast en de kosten van herstel van de bereikbaarheid en ontsluiting.

Bij het bepalen van de gebruikswaarde worden bovenstaande parameters kwantitatief ingevuld, in aantallen en hectares. Daarnaast worden de uitkomsten op kwalitatieve wijze in samenhang beoordeeld, op basis van de evaluatievragen die horen bij de ruimtelijke kwaliteitstoets (zie ook Deel 2, hoofdstuk 5).

2.3.2 Belevingswaarde

De belevingswaarde van een gebied wordt bepaald door de samenhang in en beleving van de aanwezige natuur, het landschap en cultuurhistorische objecten en elementen. De invloed van een ingreep op de belevingswaarde wordt daarom uitgedrukt in verschillende parameters voor natuur, landschap en cultuurhistorie. Deze parameters moeten onderscheid maken in 'blijf af' en 'let op' gebieden. De parameters worden in eerste instantie apart beschouwd. Vervolgens worden deze op kwalitatieve wijze in samenhang beschouwd, op basis van de evaluatievragen uit de ruimtelijke kwaliteitstoets (zie ook Deel 2, hoofdstuk 5). Hieronder zijn de parameters en de bijbehorende methode en instrumenten apart beschreven.

Behoud en ontwikkeling van bestaande natuur

Rivierverruiming kan de bestaande natuur aantasten of versterken. Bij aantasting van de huidige natuur is wet- en regelgeving van belang: de VHR, de EHS, de *Flora- en Faunawet* en de *Natuurbeschermingswet*. Bij aantasting van beschermde natuur moet aantoonbaar zijn dat de maatregel een zwaarwegend maatschappelijke belang (veiligheid) heeft. Bovendien moet worden aangetoond dat het doel van de maatregel niet op een andere manier te bereiken is zodat de natuur minder wordt aangetast. Als de maatregel toch noodzakelijk is, zijn compenserende maatregelen vereist. Deze compenserende maatregelen moeten gereed zijn vóórdat de belastende maatregel wordt uitgevoerd. De huidige natuur kan op verschillende wijzen worden beïnvloed door rivierverruiming:

- afgravingen kunnen het huidige bodemleven aantasten (zie Kader 2.4);
- ingrepen aan de dijk kunnen de (unieke) dijkvegetatie aantasten;
- ingrepen aan de dijk en het watersysteem kunnen door wijzigingen in grondwaterstanden verdroging van natuur in de uiterwaarden en in binnendijks gebied veroorzaken;
- een andere vorm van beheer, waardoor bijvoorbeeld het gebied natter of droger wordt.

Verandering van natuur wordt vaak onacceptabel geacht of is aan regels gebonden. Voor 'Blijf af' geldt het behoud en herstel van een aantal zeldzame en/of aan specifieke locaties gebonden habitats en soorten zoals onder meer stroomdalgrasland, hardhoutooibos, laag-dynamisch moeras, slaapplaatsen voor ganzen en zwanen. 'Let op' geldt voor de foerageerfunctie van grasetende watervogels. De totale foerageerfunctie van het rivierengebied moet gehandhaafd blijven. Dit betekent bij voorkeur geen maatregelen, die deze functie aantasten, tenzij strikte garanties geleverd kunnen worden dat de sleutelfactoren (rust, openheid en voldoende beschikbaarheid van kwalitatief goed voedsel (eiwitrijk gras door beweiding)) gehandhaafd blijven of verbeterd worden.

Rivierverruiming kan ook samengaan met versterking van de bestaande natuur, bijvoorbeeld door het vergroten van de dynamiek en de diversiteit in een bestaand natuurgebied. De diversiteit hangt samen met de geomorfologie. Per locatie moet worden beschouwd of het vergroten van dynamiek en diversiteit gewenst is. Mogelijkheden zijn bijvoorbeeld het aanbrengen van gradiënten in bodemhoogten en variatie in bodemtypen.

Kader 2.4 Aantasting huidige bodemleven door vergravingen

Bij beïnvloeden of verwijderen van het bestaande bodemleven ontstaat een nieuwe situatie. In de pioniersituatie zal een aantal oorspronkelijke organismen terugkeren maar ook nieuwe organismen komen. De snelheid waarmee organismen de nieuwe situatie koloniseren, hangt af van verschillende factoren. Eén van die factoren is de afstand tot de dichtstbijzijnde bron van organismen. De pioniersituatie kan enkele jaren duren, afhankelijk van de dynamiek in het gebied. In de dynamische zone vlak langs het zomerbed is een permanente pioniersituatie kenmerkend. Wanneer de successie niet wordt teruggezet, door bijvoorbeeld beheer of effecten van hoogwater, zal het gebied zich langzaam ontwikkelen in de richting van een eindstadium. Een eindstadium kan bijvoorbeeld een ooibos zijn. In de verschillende successiestadia kunnen verschillende soorten voorkomen die weer verdwijnen als het karakter van het gebied door successie langzaam verandert.

Sommige soorten zullen na herinrichting zonder hulp niet zonder meer terugkeren. Als het om belangrijke soorten gaat waarvoor een specifieke doelstelling geldt, zullen aanvullende maatregelen nodig zijn. Zo kan het wenselijk zijn om bepaalde delen die als bron kunnen fungeren intact te laten of om de verwijderde top laag gedeeltelijk weer terug te plaatsen.

Methode en instrumenten

Belangrijk is om de natuurdoelen vast te stellen voor de verschillende locaties langs de rivier, rekening houdend met de wet- en regelgeving. Bij het vaststellen van de natuurdoelen voor het gebied moet ook op een hoog schaalniveau gekeken worden om te voorkomen dat versnippering van natuur optreedt en dat de uitwisseling tussen verschillende gebieden moeilijker wordt. Aantasting of versterking van de natuur kan gewaardeerd worden door de resulterende natuur te vergelijken met de natuurdoelen. Een eerste inschatting is te maken door een deskundigenoordeel op basis van kaarten met de bestaande natuur. Aanvullend daarop is een meer kwantitatieve waardering mogelijk door gebruik te maken van ecologische modellen zoals LARCH (zie bijlage 10 voor nadere toelichting ecologische modellen).

Ontwikkeling van nieuwe natuurgebieden

Rivierverruimende maatregelen kunnen mogelijkheden bieden voor de ontwikkeling van nieuwe natuur, bijvoorbeeld in combinatie met maatregelen in de uiterwaarden of het creëren van nieuw buitendijks gebied. In dat geval wordt een inrichtingsschets voor het gebied gemaakt die aangeeft op welke wijze het gewenste hydraulische effect én de nieuwe natuur tot stand komen.

De overstromingsfrequentie van het gebied bepaalt de mogelijkheden voor natuurontwikkeling. Hoe vaker het gebied overstroomt, des te 'natter' is het type natuur dat zich ontwikkelt. Van nat naar droog bestaat een gradiënt aan natuurtypen die in elkaar overgaan. In de ecotopenbenadering wordt een overstromingsfrequentie van meer dan 50 dagen per jaar aangehouden voor natte ecotopen (Molen et al., 2000 en 2003; Lorenz, 2001 en Willems et al., in voorbereiding). Natte natuur is ook mogelijk als in het gebied van nature heel hoge grondwaterstanden voorkomen waardoor drassige plekken of plassen ontstaan. In het voorjaar heeft overstroming of inundatie het grootste effect. Dan groeit de vegetatie het hardst. Voor water- en moerasvogels zijn de nattere omstandigheden aantrekkelijk voor broeden en foerageren. Vissen maken in het voorjaar gebruik van volgelopen uiterwaarden om te paaien.

Een gebied dat minder vaak onder water staat, biedt goede kansen voor droge natuur. Droge ecotopen ontstaan als een gebied minder dan eens per honderd jaar overstroomt. Droge natuur die plotseling enkele dagen of weken onder water staat, kan daar schade van

ondervinden, vooral bij overstroming in het voorjaar en de zomer. Niet alle soorten hebben daar last van. Na de overstroming begint de successie weer opnieuw en dat kan een positief effect op de ecologie hebben. Het actief terugbrengen van de successie wordt ook wel cyclische verjonging genoemd (Duel, 2001). Sommige natuurtypen, zoals hardhoutoibossen, hebben een lange ontwikkeltijd van enkele decennia tot meer dan honderd jaar. Deze natuur vormt het slotstuk van een successiereeks.

Diversiteit en differentiatie kan bij de inrichting van een natuurgebied een belangrijke ontwerp-eis zijn. Hoeveel differentiatie gewenst is, is afhankelijk van de lokale en grootschalige natuurdoelen en de geomorfologische kenmerken van het gebied. Op lokale schaal kan differentiatie worden aangebracht in gradiënten in bodemhoogtes en variatie in bodemtypes. Grootschalige differentiatie komt tot uiting in de verscheidenheid aan ecotootypes in het gebied. De gewenste variatie moet aansluiten bij de natuurlijke mate van variatie in het gebied en zoveel mogelijk via natuurlijke processen tot stand komen. In sommige gebieden passen homogene natuurgebieden meer bij de omstandigheden. Het ontwerp moet er rekening mee houden dat de natuur zich in de loop van de tijd ontwikkelt en dat het hydraulische effect daardoor afneemt.

Methode en instrumenten

Aanvullend op methode en instrumenten die genoemd zijn bij behoud en ontwikkeling van bestaande natuur, zijn voor nieuwe natuur de volgende punten van belang:

- dimensies van nieuwe natuur;
- toekomstige beheer en onderhoud;
- omgang met bestaande functies;
- beïnvloeding van gewenste processen en patronen.

De volgende instrumenten kunnen hier inzicht in geven:

- Ecologische kennisregels in combinatie met hydraulische en morfologische kennis (zie als voorbeeld Wolters et al. (2001)). Zo kan het ontwerp worden afgestemd op de ecologische doelen. Bijlage 8 geeft zeer indicatieve ecologische vuistregels voor uiterwaarden die opgesteld zijn voor de PKB Ruimte voor de Rivier. Voor de inrichting van een uiterwaard zijn echter geen generieke regels beschikbaar omdat over het algemeen gestreefd wordt naar variatie en diversiteit van natuur.
- Ecologische modelinstrumenten kunnen van nut zijn bij het vaststellen van ecologische doelstellingen of het bepalen van effecten van voorgenomen maatregelen op de ecologie. Hierbij is het van belang om de inrichting van een uiterwaard eerst op een hoger schaalniveau te bekijken om de functie van de uiterwaard in de omgeving vast te stellen.
- Ecologische modellen die indicaties geven van de omvang en de samenstelling van ecotopen. Deze modellen zijn te gebruiken om effecten van maatregelen op de vegetatieontwikkeling te bepalen en om te toetsen of een ontwerp aansluit bij de *Vogel- en Habitatrichtlijn*. Nadere toelichting op deze ecologische modellen is gegeven in bijlage 10.

Behoud en ontwikkeling cultuurhistorie

Onder cultuurhistorie wordt verstaan de wordingsgeschiedenis van een gebied, element of patroon dat onder invloed van menselijk handelen is ontstaan. Cultuurhistorische elementen zijn de overblijfselen van dit handelen die aan of onder het oppervlak zichtbaar zijn. Cultuurhistorie omvat de disciplines archeologie, aardkunde, historische geografie en historische (steden)bouwkunde.

Het verdrag van Malta (1992) en de Nota Belvédère (Ministerie van OC&W, 1999) geven aanknopingspunten voor het omgaan met cultuurhistorische waarden.

Het verdrag van Malta regelt de bescherming van het archeologisch erfgoed in de bodem en de inpassing ervan in de ruimtelijke ontwikkeling. Nederland heeft dit verdrag ondertekend en goedgekeurd. De consequenties van het verdrag moeten worden verwerkt in de *Monumentenwet*. Nederland werkt, vooruitlopend op deze wetgeving (*Wet op de archeologische monumentenzorg, WAMZ*), 'in de geest' van Malta.

In de Nota Belvédère is het uitgangspunt 'behoud door ontwikkeling' uitgewerkt. Dit uitgangspunt stimuleert om cultuurhistorie een integraal onderdeel te laten zijn van het ruimtelijke ordeningsproces. Cultuurhistorische waarden kunnen worden gebruikt als bron van inspiratie voor ruimtelijke ontwikkelingen. Steden met beschermde stadsgezichten zijn benoemd als Belvédèresteden. In het rivierengebied komen naast beschermde stadsgezichten ook beschermde dorpsgezichten voor. Op provinciaal niveau zijn cultuurhistorische waardenkaarten ontwikkeld. De Nota Belvédère en cultuurhistorische waardenkaarten zijn verwerkt in het streekplan of omgevingsplan. Verder moet rekening gehouden worden met de Werelderfgoedlijst (UNESCO). In het rivierengebied komen drie UNESCO-sites voor: molencomplex Kinderdijk-Elshout, de Nieuwe Hollandse Waterlinie en de Alblasserwaard Oost.

Rivierverruiming kan kansen bieden voor het versterken van samenhang tussen cultuurhistorische structuren. Dit kan bijvoorbeeld wenselijk zijn in Belvédèregebieden, Belvédèresteden, overige beschermde stadsfronten, beschermde dorpsgezichten, de IJssellinie en op plaatsen waar de aardkundige processen worden hersteld.

Wetgeving biedt bescherming tegen aantasting van cultuurhistorische waarden:

- Aantasting van archeologische monumenten die beschermd zijn volgens de *Monumentenwet* is niet toegestaan.
- Overige terreinen die op de Archeologische Monumenten Kaart staan hebben geen wettelijke status. Hier gelden minder strenge beperkingen aan aantasting.
- Ook de archeologische verwachtingswaarde kan worden aangetast. De archeologische verwachtingswaarde is de statistische kans op het voorkomen van archeologische sporen.
- Beschermde stadsgezichten en dorpsgezichten zijn vaak zeer complex en de invloed strekt zich vaak verder uit dan gedacht. Zo kan het zijn dat verruiming door natuurontwikkeling niet acceptabel is als het gezicht op het dorp of de stad daardoor belemmerd wordt.
- Ook (steden)bouwkundige monumenten dienen te worden ontzien. Hierbij moet speciaal worden gelet op historische dijken, oude akkercomplexen en perceelvormen en overlaten. Deze zijn kenmerkend voor het cultuurhistorische beheer en gebruik van het rivierengebied.
- Beïnvloeding van zones met aardkundig hoge waarden kan zowel positief als negatief zijn. Als het gaat om relictten van aardkundige processen die in het verleden actief waren, is beïnvloeding vaak ongewenst. Versterking van actuele aardkundige processen kan juist wel gewenst zijn.
- Het lint van de dijken is als geheel waardevol omdat de geschiedenis van de rivier en leefomgeving hierin leesbaar en beleefbaar is. De dijk kan het binnendijkse gebied en rivierbed van oudsher samenbinden of juist scheiden.

Methode en instrumenten

Locaties en begrenzingen van de waardevolle cultuurhistorische eenheden zijn weergegeven op de archeologische, historisch-geografische en aardkundige waardenkaarten van het rivierengebied. Ook de cultuurhistorisch samenhangende structuren zijn weergegeven in een kaart. Op basis van deze kaarten kan de invloed van rivierverruiming op de verschillende cultuurhistorische objecten en elementen worden ingeschat. Tabel 2.4 geeft een overzicht van de belangrijkste beschikbare kaarten.

Tabel 2.4 Kaarten cultuurhistorie

GIS kaart	Gebaseerd op
archeologische monumenten	bestand ROB
archeologische waardering	bestand ROB
stedenbouwkundig historische monumenten	bestand RDMZ
beschermde stads- en dorpsgezichten	bestand RDMZ
historisch geografische waardering	inventarisatie in kader van Ruimte voor Rijntakken en PKB-MER
aardkundige waardering	inventarisatie in kader van Ruimte voor Rijntakken, PKB-MER en zanddieptekaart uiterwaarden

Bovenstaande kaarten zijn gebaseerd op diverse inventarisaties die in het verleden zijn uitgevoerd. De Rijksdienst voor Oudheidkundig Bodemonderzoek (ROB) inventariseert archeologische waarden, de Rijksdienst voor Monumentenzorg (RDMZ) inventariseert de (bouw)historische objecten. Deze twee diensten zijn in 2006 gefuseerd tot de Rijksdienst voor Archeologie, Cultuurlandschap en Monumenten. De aardkundige waardevolle elementen zijn op landelijk niveau geïnventariseerd door de Soet (1976) en Gonggrijp (1977, 1980, 1985, 1988). Rijkswaterstaat RIZA heeft onderzoek verricht naar de archeologisch, historisch-geografisch en aardkundig waardevolle elementen en structuren in de uiterwaarden van het bovenrivierengebied (Dirkx en Maas, 1998, Heunks & Odé, 1998, De Bont et al., 2000, Smit et al., 2004). Het overzicht van de beschikbare bestanden en bijbehorend beleid is beschreven door Hesselink (2003).

Daar waar het studiegebied groter is dan de beschikbare basisbestanden (bijvoorbeeld bij dijkverleggingen en hoogwatergeulen) wordt het gebruik van specialistische kennis van deskundigen aanbevolen.

Landschap

Landschap is de resultante van de wisselwerking tussen natuur en cultuur, tussen de mens en zijn leefomgeving. Het rivierenlandschap met de typische opbouw van zomerbed, uiterwaarden, dijken, oeverwallen en kommen is bijzonder karakteristiek voor de Nederlandse delta. Voor het aspect landschap worden bij het ontwerp verschillende aandachtspunten in beschouwing genomen (zie ook Nota Landschap 1992, p. 100-105).

Landschapsontwikkeling:

- Benutten van het dynamische milieu in de uiterwaarden voor de ontwikkeling van het landschap. Delfstofwinning kan bij zorgvuldige lokalisering en vormgeving de variatie in de uiterwaarden vergroten. De ontwikkeling van natuurlijke (ooi)bossen en andere vegetaties in de uiterwaarden wordt bij voorkeur door het natuurlijke systeem gereguleerd.
- Rekening houden met verschillen tussen de grote rivieren. Er zijn verschillen in dynamiek, in de opbouw van de uiterwaarden en in de overgang naar andere landschappen.
- Rekening houden met de verschillen tussen (het gebied van) de grote rivieren en de kleinere rivieren in het westen en in Overijssel.
- Aansluiten bij de zone naast de rivier en het onderscheid tussen het binnendijkse en het buitendijkse gebied benadrukken om de verscheidenheid te vergroten.
- Bij de situering en vormgeving van plattelandswegen, waterlopen en begroeiing streven naar contrasten tussen de besloten en meer gevarieerde stroomruggen en de open en eenvormige komgebieden.

Aandachtspunten bij behoud en versterking van landschapskenmerken zijn:

- aandacht voor de vormgeving van de rivierbanden;
- aandacht voor het behoud van richels, banken en geulen in niet-ontgronde delen van de uiterwaarden;
- behoud van de wielen en het natuurlijke microreliëf in de omgeving;
- behoud van de donken, voormalige stroombeddingen en markante oeverwalgedeelten in de binnendijkse gebieden;
- behoud van de verkavelingskarakteristieken met speciale aandacht voor fijnmazige onregelmatige percelen en krommakers;
- behoud en herstel van woerden, kasteelterreinen, buitens, forten en eendenkooien;
- behoud van enkele voorbeelden van steenbakkerijen in hun landschappelijke context.

Aandachtspunten bij natuurontwikkeling zijn:

- aandacht voor natuurontwikkeling, gekoppeld aan hoogwatersystemen, in de komgebieden;
- aandacht voor de ontwikkeling van binnendijkse kwelmilieus;
- aandacht voor begroeiing die kenmerkend is voor stroomruggen en komgebieden.

Methode en instrumenten

De waardering van de aandachtspunten zoals hierboven genoemd, wordt gebaseerd op beschikbare kaarten, gebiedskennis en het oordeel van deskundigen.

2.3.3 Toekomstwaarde

De toekomstwaarde is hoog als het ontwerp duurzaam gebruik mogelijk maakt en gemakkelijk is aan te passen aan nieuwe omstandigheden. Streefbeelden voor de functies die een plaats krijgen in het ontwerp kunnen inzicht geven in de gewenste ontwikkelingen.

Aandachtspunten zijn:

- overstromingsrisico in de dijkkring;
- meervoudig ruimtegebruik;
- ecologische duurzaamheid;
- benutten van 'nu of nooit'-situaties en voorkomen van 'spijt'-situaties;
- behouden van onvervangbare kwaliteiten.

Rekening houden met de toekomstwaarde heeft ook raakvlakken met robuust ontwerpen.

Aandachtspunten daarvoor staan in Deel 1 (hoofdstuk 5).

2.4 Grond

Bij rivierverruiming komt vaak veel grond vrij, maar is ook grond nodig. In het ontwerp moet worden gestreefd naar een gesloten grondbalans. Over het algemeen is echter sprake van een overschot. In het ontwerp moet reeds rekening worden gehouden met de verwerking van deze grond. De vrijkomende grond zal deels diffuus verontreinigd zijn omdat bij hoogwater verontreinigd slib in de uiterwaarden wordt afgezet. Grond wordt conform de 4e Nota Waterhuishouding ingedeeld in vijf klassen, waarbij klasse 0 schoon is en klasse 4 sterk verontreinigd. Een grondbalans en een grondstromenplan geven een overzicht van de verschillende grondstromen in een rivierverruimingsproject. Figuur 2.3 geeft een voorbeeldschema voor grondverwerking bij uiterwaardverlaging.

De grond kan worden verwerkt 1) binnen het inrichtingsproject, 2) buiten het inrichtingsproject maar binnen het beheersgebied volgens de *Wet verontreiniging oppervlaktewateren* (Wvo) of 3) buiten het inrichtingsproject en buiten het Wvo-beheersgebied.

De volgende zaken zijn daarbij van belang:

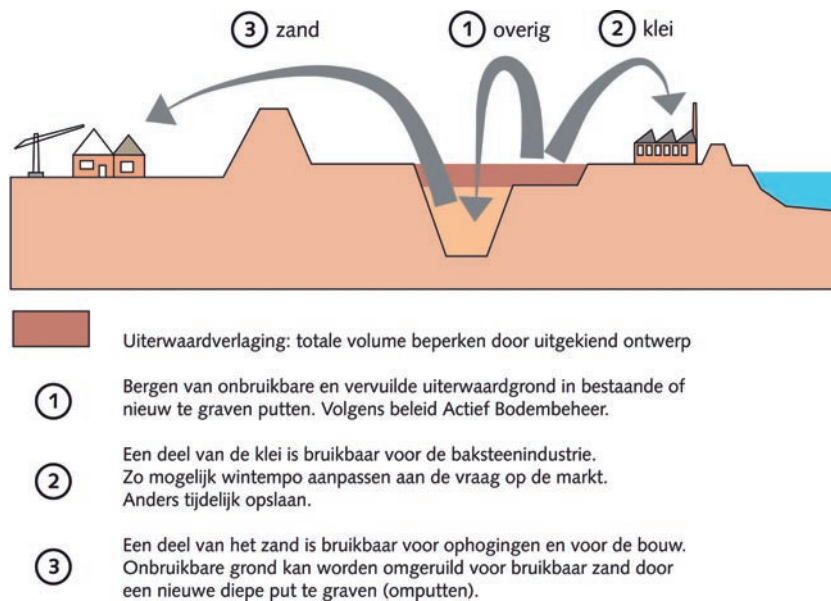
- de bodemkwaliteit;
- de aanwezigheid van puntbronnen;
- de mogelijkheden om grond binnen het projectgebied te gebruiken of op te slaan;
- de mogelijkheden tot vermarkten van de grond (oppervlaktedelfstoffen).

Bij grondverzet in de uiterwaarden zijn de volgende wetten van belang:

- *Wet bodembescherming* (Wbb);
- *Wet milieubeheer* (Wm);
- *Ontgrondingwet* (Ow).

Hieronder is de verwerking van grond binnen en buiten het inrichtingsgebied (de uiterwaarden) op hoofdlijnen beschreven.

Figuur 2.3 Schema grondverwerking bij uiterwaardverlaging (TAW, 1998-a)



Grondverzet

Grondverzet kan samengaan met sanering van puntbronnen of met verzet van diffuus verontreinigde grond. Bij saneringen is de Wbb van toepassing en is een risicobeoordeling en een saneringsplan vereist.

Bij verzet van schone en diffuus verontreinigde grond zijn de Wbb en het *Bouwstoffenbesluit* van toepassing. Voor het omgaan met dergelijke grond in de Rijntakken en de Maas (inclusief Julianakanaal) is bovendien het gebiedsspecifieke beleid uit de nota's Actief Bodembeheer Rijntakken (ABR, Provincie Gelderland et al., 2003) en Actief Bodembeheer Maas (ABM, Provincie Limburg et al., 2003) van toepassing.

De huidige wet- en regelgeving biedt vijf verwerkingsopties:

- bodem blijft bodem;
- bodem wordt bouwstof;
- bodem wordt bouwstof na bewerking;
- bergen van gebiedseigen materiaal in plassen, kleischermen en depots;
- bergen in publieke of private baggerspeciedepots.

Het *Besluit Bodemkwaliteit* is het juridische kader voor het toepassen van grond. Dit besluit is voorbereid en wordt eind 2007 aan de Tweede Kamer voorgelegd ter goedkeuring.

Vermarkten grond

Door de grond te vermarkten is het mogelijk de projectkosten deels terug te verdienen. Als een waardevolle grondstof aanwezig is, zoals grind, grof zand of keramische klei, kan bij het ontwerpen van de maatregelen rekening worden gehouden met de locatie van de delfstof. In de praktijk is het echter niet altijd makkelijk de grond te vermarkten.

De mogelijkheden voor hergebruik van grond, zowel binnen het projectgebied als daarbuiten, zijn afhankelijk van:

- *de fysische kwaliteit van de grond*
Grind, bouw- en metselzand en keramische klei zijn wel te vermarkten, maar ophoogzand en opvulgrond zijn veel minder waard en het aanbod is veel groter.
- *de verontreinigingsgraad*
Het *Bouwstoffenbesluit* geeft een indeling in schone grond, categorie 1-grond en categorie 2-grond. Voor categorie 2-grond is vrijwel geen markt. Uitzondering hierop vormt keramische klei, omdat verontreinigingen na het bakken van de klei immobiel worden.
- *de afstand tussen de ontgravingslocatie en de plaats waar de grond wordt toegepast*
Hoe verder van de projectlocatie, hoe hoger de transportkosten en des te lager de opbrengst.
- *de lokale markt*
Is er in de omgeving van het projectgebied vraag naar de betreffende bouwstof op het moment dat deze vrijkomt, bijvoorbeeld in nieuwbouwprojecten of een nabijgelegen steenfabriek of is er een overschot door andere aanbieders?
- *provinciaal beleid over zogenaamde secundaire delfstoffenwinning*
Het kan wenselijk zijn de grond in kleine partijen aan te bieden om de lokale markt niet te overspoelen.

Het kan economisch onvoordelig zijn grote partijen grond in één keer op de markt te brengen. Dat is te voorkomen door een goede afstemming tussen aanbod en marktvraag. Daarvoor kan het zinvol zijn het project in fasen uit te voeren of de vrijgekomen vermarkt-bare grond tijdelijk in depot te nemen. Een tijdelijk depot is economisch echter niet aantrekkelijk. Tijdelijke depots in uiterwaarden zullen al snel enkele hectares groot zijn, wat ook voor het rivierbeheer niet gewenst is. Rijkswaterstaat zal in dat geval compensatie eisen voor het verlies aan bergingscapaciteit. Een depot kan soms vele jaren blijven liggen, wat strijdig kan zijn met de gewenste (natuur)ontwikkeling van het gebied. Een oplossing kan zijn het project in de vorm van een 'prestatiecontract' uit te besteden. De uitvoerende partij krijgt de beschikking over de grond, moet zelf marktpartijen zoeken en kan bepalen of omputten economisch haalbaar is (zie kader 2.5). Op deze manier is de kans groot dat de lokale delfstoffenwinners, die de markt goed kennen, bij het project betrokken raken.

Kader 2.5 Omputten

De nota's ABR en ABM bieden de mogelijkheid om dieper te graven dan nodig is om de vereiste waterstanddaling te behalen. Dit kan wenselijk zijn om delfstoffen te winnen en het gat vervolgens op te vullen met (niet-vermarkt-bare) grond uit het projectgebied. De eisen die gelden voor het opvullen zijn gelijk aan de eisen voor storten in putten. Er moet wel rekening gehouden worden met de Europese wet- en regelgeving, zoals de *EU-afvalstoffenrichtlijn* en de *EU-grondwaterrichtlijn*.

Methode en instrumenten

Alle grond in de uiterwaarden wordt beschouwd als waterbodembodem. Het toetsingskader voor waterbodems is de 4e Nota Waterhuishouding (Ministerie van V&W, 1999). Dit kader wordt ook gehanteerd in de ABR en ABM, tenzij specifiek vermeld staat dat het *Bouwstoffenbesluit* van toepassing is. De kwaliteit van de grond kan zowel horizontaal als verticaal in beeld gebracht worden door middel van bodemzoneringskaarten (RIZA, 2002-a).

Voor toetsing van de bodem aan het milieuhygiënische toetsingskader is bodemonderzoek nodig conform de NVN 5720 (waterbodems), NEN 5740 (landbodembodem) of de Leidraad waterbodemonderzoek in het rivierbed (voor het toepassingsgebied van ABR/ABM). In de Leidraad waterbodemonderzoek staan schema's die de initiatiefnemer ondersteunen bij de keuze voor een bepaalde onderzoeksmethode. Ook staan hier richtlijnen in voor fysisch onderzoek, milieukundige begeleiding en beheer en nazorg.

Bij overschrijding van de interventiewaarden is conform de Handleiding sanering waterbodems (AKWA, 2006) onderzoek naar de relevante risicosporen vereist. De Handleiding maakt onderscheid tussen diffuus verontreinigde grond en puntverontreinigingen.

Voor grond die als bouwstof wordt gebruikt geldt het *Bouwstoffenbesluit* (Ministerie VROM, 1995). De voorgeschreven bemonsteringsprocedure en de toetsing zijn anders dan voor waterbodems. Het is raadzaam in een zo vroeg mogelijk stadium te bepalen of er veel grond buiten het gebied zal worden afgezet. Bij het keuren van grote partijen kan gebruik worden gemaakt van een Beoordelingsrichtlijn (voorbeeld: BRL 9335; SIKB, 2006).

In het toepassingsgebied van ABR/ABM is vrijwel altijd sprake van ernstige bodemverontreiniging. De initiatiefnemer moet in dat geval voorafgaand aan de werkzaamheden een grondstromenplan/saneringsplan opstellen. Hierin worden de resultaten van het bodemonderzoek gecombineerd met het ontwerp van de ingreep. Uit deze combinatie volgt de grondstromenbalans. Ook staat in het plan op welke wijze het grondverzet en de controle (milieukundige begeleiding) tijdens en na de uitvoering zullen plaatsvinden. Het bevoegd gezag stelt voor het grondstromen/saneringsplan een Wbb beschikking op.

Ontwikkelingen in beleid en wet- en regelgeving

Het (water)bodembeleid zal in 2007 wijzigen. In 2006 is de *Wet Bodembescherming (Wbb)* al op onderdelen herzien. Naar verwachting wordt in 2007 de *AMvB Besluit Bodemkwaliteit (Bbk)* gepubliceerd. Het Bbk maakt het mogelijk verontreinigde grond en baggerspecie op verantwoorde wijze te bestemmen. Met de invoering van het Bbk wordt het beleid van actief bodembeheer wettelijk verankerd. Ook geeft het Bbk de mogelijkheid voor maatwerk en gebiedsgerichte oplossingen. Na de inwerkingtreding van het Bbk is het *Bouwstoffenbesluit* voor grond en bagger niet meer van toepassing (wel voor andere bouwstoffen).

Gelijktijdig met de inwerkingtreding van het Bbk wordt ook de Circulaire Streef- en Interventiewaarden herzien.

Het ontwerp-Bbk volgt op hoofdlijnen de beleidsregels uit ABR/ABM. Een deel van de beleidsregels wordt overbodig door de wettelijke regeling. Het ontwerp-Besluit geeft een betere juridische basis en de afstemming tussen *Wet bodembescherming (Wbb)*, *Wet verontreiniging oppervlaktewater (Wvo)* en *Wet milieubeheer (Wm)* wordt hiermee wettelijk geregeld en eenvoudiger. Voor hergebruik van grond en tijdelijke opslag is geen Wvo- of Wm-vergunning meer nodig.

Het *Besluit bodemkwaliteit* regelt de toepassing van grond. Dit besluit is echter niet van toepassing bij saneren en storten van grond boven de interventiewaarde in publieke of private baggerspecie depots.

Het Bbk biedt de mogelijkheid een gebiedsspecifiek kader te ontwikkelen (bodembeheer-nota). Het beleid ABR/ABM is te beschouwen als een aanzet voor zo'n gebiedsspecifiek kader. In het ontwerp-Bbk is tot op heden nog geen overgangsregeling opgenomen voor het gebiedsgerichte beleid ABR/ABM. Dit betekent feitelijk dat ABR/ABM bij de inwerking-treding van het Bbk komt te vervallen.

Het bestaande normenstelsel verandert door het Bbk. Enkele aanpassingen zijn:

- De interventiewaarden voor een aantal metalen worden hoger. Hierdoor kan het wenselijk zijn opnieuw te overwegen of sprake is van een geval van ernstige verontreiniging (sanering) of van beheer van een grootschalige diffuse verontreiniging.
- Bij grootschalige toepassing onder het oppervlaktewater (anaeroob) of bij toepassing binnen hetzelfde beheersgebied, worden geen emissiegrenzen meer gehanteerd.
- Herziening van het toetsingskader voor landbodems heeft invloed op de afzet van uiterwaardengrond buiten het riviersysteem.

2.5 Grond- en oppervlaktewater

Maatregelen zoals vergravingen en het bergen van vrijkomende grond in bestaande of nieuwe zandwinputten hebben invloed op de doorlatendheid van zomer- en winterbed en daarmee op de grondwaterstroming en grondwaterstanden. Daarnaast hebben rivierverruimende maatregelen bij hoogwater effect op het rivierpeil, zomerbedmaatregelen soms ook onder dagelijkse omstandigheden. Dit heeft dan ook effect op de grondwaterstanden.

De veranderingen in de grondwaterstanden, grondwaterstroming en de verwijdering van een kleilaag uit de uiterwaard zijn belangrijke aandachtspunten in het ontwerp omdat ze effect kunnen hebben op:

- de stabiliteit van de dijken, bijvoorbeeld door het verwijderen van zwaardere kleilagen waardoor de kweldruk wijzigt; bij rivierverruiming is het daarom altijd noodzakelijk om de invloed op de faalmechanismen van de waterkering te controleren (zie Deel 3);
- gevaar van toenemende kwel naar het binnendijkse gebied;
- bebouwing door zetting bij grondwaterstandverlaging en grondwateroverlast bij grondwaterstandverhoging;
- de stabiliteit van archeologische monumenten en bouwhistorische monumenten door zetting bij grondwaterstandverlaging en de conservering van archeologisch erfgoed in de bodem bij grondwaterstandfluctuaties;
- de kwaliteit van drinkwater gewonnen langs de rivier;
- bestaande natuurgebieden door verandering van de grondwaterkwaliteit, verdroging of vernatting;
- landbouwgebieden door verdroging en vernatting;
- grondwateronttrekkingen in de omgeving omdat de wincapaciteit kan afnemen door grondwaterstandverlaging.

Veelal is er sprake van een combinatie van positieve effecten (vergroting veiligheid, nieuwe natuurgebieden) en negatieve effecten (lokale verdroging of vernatting). Het één kan niet altijd tegen het ander worden weggestreept. Maatregelen om negatieve effecten tegen te gaan kunnen zowel bij de bron (de ingrepen) als in het effectgebied worden getroffen:

- nevengeul minder diep maken zodat minder klei wordt weggehaald;
- nevengeul verder van de dijk af leggen;

- nevengeul dieper uitgraven dan noodzakelijk en slecht doorlatende grond terugstorten tot het functionele ontgravingsniveau, zodat het kleidek kunstmatig wordt hersteld;
- mate van uiterwaardverlaging verminderen als de grondwaterstandverlagingen ontoelaatbaar worden;
- drainage aanbrengen bij woningen waar kans op schade door vernatting bestaat;
- kwelschermen aanleggen, zoals gebeurt bij de Grensmaas (Maaswerken 2003-a, 2003-b);
- peilopzet in natuurgebieden die gevoelig zijn voor verdroging, zoals is gebeurd in de Zandmaas.

Methode en instrumenten

Met behulp van een grondwatermodel worden de effecten op het grondwatersysteem berekend. Zowel stationaire (gemiddelde situatie) als niet-stationaire modellen kunnen het effect van een hoogwatergolf of een natte winter doorrekenen. Het grondwatermodel moet aansluiten bij eerder gemaakte modelberekeningen en de gehanteerde uitgangspunten en randvoorwaarden moeten op elkaar aansluiten. Dit vraagt overleg met het waterschap dat de binnendijkse waterhuishouding beheert.

Vervolgens zal een nadere analyse, zoals ecologische toetsing of landbouwschadeberekeningen, moeten uitwijzen of de veranderingen in het grondwatersysteem ook daadwerkelijk zullen leiden tot schade of overlast.

2.6 Beheer en onderhoud

Bij het ontwerp van rivierverruiming is het belangrijk om al rekening te houden met het toekomstige beheer en onderhoud. Het beheer en onderhoud is immers van groot belang voor het behoud van de beoogde hydraulische effectiviteit én de beoogde andere functies zoals natuurontwikkeling. Hierin stellen hydraulica en natuurontwikkeling soms tegenstrijdige eisen. Voor de veiligheid zullen strikte eisen worden gesteld aan het vegetatiebeheer in stroomvoerende delen van het winterbed. In bergende delen kan het ontstaan van ruwe vegetatie en de groei van bossen wel worden toegestaan. Het verdient aanbeveling de toekomstige beheerders bij de ontwerpfase te betrekken om het vegetatiebeheer in een vroeg stadium vorm te geven.

Bij beheer en onderhoud van rivierverruiming kan onderhoudsbaggerwerk in het zomer- en winterbed nodig zijn om de vereiste hydraulische effectiviteit en de vaarwegdimensies te garanderen (zie hoofdstuk 5).

Methode en instrumenten

Om het ontwerp op het punt van beheer en onderhoud te kunnen beoordelen, is inzicht nodig in de beheersinspanning: de vereiste omvang en de frequentie van het beheer en het gemak waarmee dit kan worden uitgevoerd (denk aan bereikbaarheid en ontsluiting).

2.7 Kosten en baten

2.7.1 Realisatie- en beheerskosten

De kosten voor realisatie en beheer van een verruimingsproject zijn van groot belang voor de keuze voor het uiteindelijke ontwerp. De volgende aspecten kunnen effect hebben op de realisatiekosten en -baten van een verruimingsproject:

- eigendomssituatie (aankoop, onteigening van woningen, bedrijven, gronden);
- verplaatsing van vervuilde grond en overschotten en tekorten in de grondbalans;

- vrijkomen van vermarktbare grond (delfstoffenwinning);
- uitvoeringswijze;
- aanwezigheid munitie;
- verleggen van infrastructuur (bebouwing, wegen en waterlopen);
- archeologische vondsten;
- kabels en leidingen die eventueel verlegd moeten worden;
- hinder en schade tijdens uitvoering;
- onzekerheden.

Ook kosten voor schadevergoedingen zijn van belang. Dit is met name het geval indien functies zoals wonen, werken, landbouw en recreatie worden behouden in een gebied dat na uitvoering van de maatregel vaker zal overstromen. Hierbij kunnen aan de orde zijn: schadevergoedingen bij overstromingsschade, verplaatsingskosten, vestigen zakelijk recht, afkoop van schades en waardeverminderingen.

Bij het berekenen van de beheerskosten zijn vooral het beheer van de vegetatie en onderhoudsbaggerwerk van belang (zie paragraaf 2.6). Ook kunnen kosten voor beheer van voorheen primaire dijken die een vervolgfunctie als zomerkade of overloopkade krijgen belangrijk zijn. Met name de omvang en regelmaat van de beheersinspanning bepalen de kosten.

Methode en instrumenten

De ramingen worden opgezet conform de systematiek, Project Ramingen Infrastructuur (PRI). Rijkswaterstaat heeft het opzetten van ramingen gestandaardiseerd. Marktpartijen in de Grond- Water- en Wegenbouwsector hanteren de Standaard Systematiek Kostenramingen (SSK). De beide systemen lijken veel op elkaar. Een nadere toelichting staat in Deel 2, paragraaf 5.3.

De OEI-systematiek staat voor Overzicht Effecten Infrastructuur. Deze systematiek bestaat uit spelregels en kaders om voor een project de maatschappelijke kosten en baten (MKBA) te bepalen. Het doel van een Overzicht Effecten Infrastructuur is transparante beleidsinformatie aan te leveren voor de besluitvorming over het project. Een OEI is een document waarin alle maatschappelijk effecten van een infrastructuurproject overzichtelijk en bondig op een rij staan: niet alleen de kosten van aanleg en onderhoud staan erin maar ook de effecten van wegen, spoorwegen en vaarwegen op bereikbaarheid, economie, veiligheid, natuur en milieu. Een OEI is gebaseerd op een maatschappelijke kosten-batenanalyse. Ook kosten en baten die niet of lastig in geld zijn uit te drukken zijn erin verwerkt.

2.7.2 Kosteneffectiviteit

De kosteneffectiviteit van verschillende ontwerpen is te vergelijken door deze op verschillende manieren uit te drukken:

- de maximale waterstanddaling per euro, of de geïntegreerde waterstanddaling (m^2) in het invloedsgebied van de maatregel per euro;
- het totale bedrag;
- de verhouding tussen investeringen en beheer en onderhoud.

Het is meestal niet mogelijk vooraf aan te geven binnen welk bereik deze waarden moeten liggen. De waarden hangen sterk af van lokale omstandigheden. Kwalitatieve waarden zoals de ontwikkeling van natuur, de baten op het vlak van belevingswaarden of bijvoorbeeld recreatieve mogelijkheden zijn moeilijk te verwerken in de kosteneffectiviteit.

Methode en instrumenten

Op basis van de kosten per maatregel en de berekende waterstanddaling kan de kosteneffectiviteit worden bepaald. Zo kunnen de maatregelen onderling vergeleken worden en

kan de kosteneffectiviteit bovendien globaal getoetst worden aan de ervaringen uit de PKB Ruimte voor de Rivier projecten. Hierbij wordt benadrukt dat andere baten dan de waterstanddaling niet meegenomen worden en een relatief lage kosteneffectiviteit van een gekozen maatregel soms kunnen verklaren.

03 / ONTWERPASPECTEN PER MAATREGEL



Luchtfoto van de rivier de Maas en het Maas-Waalkanaal nabij Heumen

03 / ONTWERPASPECTEN PER MAATREGEL

Rivierverruiming kan op veel verschillende manieren invulling krijgen. Retentiegebieden, dijkverleggingen, hoogwatergeulen, verlaging van de uiterwaard en verbreding of verdieping van het zomerbed kunnen allemaal verruiming opleveren. Welke maatregel het meeste geschikt is, hangt onder meer af van de lokale situatie. Dit hoofdstuk bevat een beschrijving van de typen maatregelen, het toepassingsgebied en de ontwerpaspecten voor veiligheid en ruimtelijke kwaliteit. Met de meeste rivierverruimende maatregelen is nog weinig ervaring opgedaan. Het is de uitdaging voor de ontwerper om met de beschikbare kennis en in overleg met belanghebbenden tot een effectief en aantrekkelijk ontwerp te komen.

3.1 Zomerbedmaatregelen

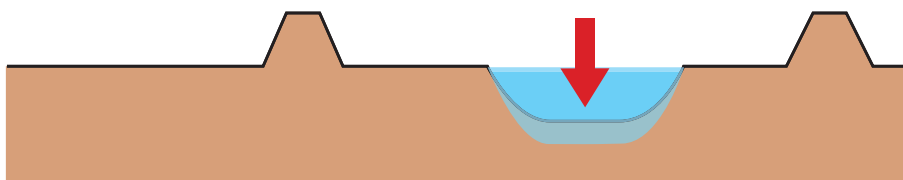
3.1.1 Beschrijving

Onder zomerbedmaatregelen vallen zomerbedverruiming en kribaanpassing (Figuur 3.1 en Figuur 3.2). Beide typen maatregelen zijn hieronder beschreven.

Zomerbedverruiming

Het zomerbed is de permanent watervoerende geul van een rivier. Over het algemeen wordt zomerbedverruiming uitgevoerd door verdieping van het zomerbed. Het zomerbed kan worden verdiept door het uitbaggeren van het zomerbed tot een bepaalde diepte. Hierdoor kan het zomerbed meer water afvoeren. Zomerbedverruiming is ook mogelijk door verbreding van het zomerbed, bijvoorbeeld door het afgraven van oevers of het verkorten of verlagen van kribben (zie hieronder).

Figuur 3.1 Illustratie zomerbedverdieping

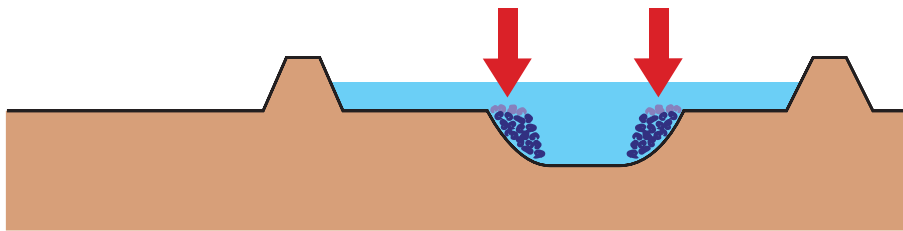


Kribaanpassing

Kribben zijn aangelegd om de stroming te concentreren in het midden van het zomerbed. De kribkoppen en de gestrekte oever leggen de zogenaamde normaallijnen vast. De breedte tussen de normaallijnen wordt in een riviervak zoveel mogelijk constant gehouden. Op die manier blijft de rivier voldoende diep voor de scheepvaart zonder dat voortdurend baggeren nodig is en zandbanken ontstaan. Tijdens een vorstperiode kan ijs met een vrijwel constante snelheid worden afgevoerd. Het systeem van kribben met strandjes in de kribvakken is ook aangelegd om de oever van de uiterwaard te beschermen tegen erosie.

Meestal zijn de kribben loodrecht op de oever gebouwd. De hoogte van de kruin van de kribben is in de loop van de tijd op basis van ervaring bepaald. Voor oeverbescherming over langere trajecten worden ook wel langsdammen of vooroeververdedigingen aangelegd, om de kribvakken smaller te kunnen maken of om te voorzien in een sterke stroomgeleiding.

Figuur 3.2 Illustratie kribaanpassing

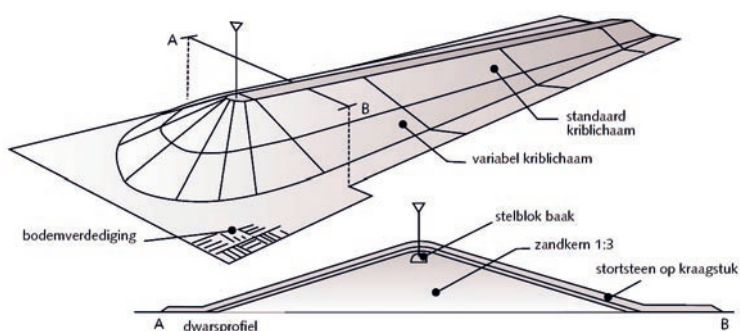


Kribaanpassing is het verlagen, inkorten of aanpassen van de vorm van kribben. Het doel van kribaanpassing is om het functioneren van kribben te verbeteren: een betere vaarweg of minder hydraulische weerstand van kribben als ze tijdens hoogwater onder water staan. Een kribaanpassing kan ook bijdragen aan het vergroten van de ecologische waarde van kribvakken. Het geheel verwijderen van de kribben is over het algemeen niet mogelijk, omdat het belangrijk is de functie van watergeleiding of oeverbescherming te behouden. Kribverlaging kan bijdragen aan het reduceren van de hydraulische weerstand van overstroomde kribben. Het gevolg daarvan is dat de kribben vaker overstroomd en dat kan aanzanding in het zomerbed veroorzaken. Dat kan gunstig zijn om de autonome bodemdaling tegen te gaan maar het onderhoudsbaggerwerk voor de bevaarbaarheid kan toenemen. Het verlengen en verkorten van kribben wordt vaak toegepast om de bevaarbaarheid te verbeteren. Het aanpassen van de vorm kan bestaan uit het verflauwen van de kribkop, het verflauwen van de taluds van het kriblichaam, variatie in de kruinhoogte over de lengte van een krib, het opvullen van ontgrondingskuilen bij de kribkop, de toplaag van een krib gladder maken en aanpassen zodat begroeiing op kribben afneemt.

In binnenbochten zijn kribben soms gedeeltelijk te vervangen door een lage langsdam.

Een standaard krib is opgebouwd uit een kern van zand met toplagen van breuksteen en zetsteen. Rond de krib is de rivierbodem tegen uitschuren beschermd met een bodemverdediging, vaak bestaande uit een kraagstuk (zie Figuur 3.3). Belangrijk is dat de wortel goed verankerd is in de oever om te voorkomen dat de krib op die plaats door stroming ondermijnd wordt (achterloopsheid). Bij de aanpassing van kribben moet hier rekening mee gehouden worden. De overgang van de breuksteen toplaag naar de begroeiing van de uiterwaard (vaak gras) moet geleidelijk verlopen om te voorkomen dat bij de wortel stroomconcentratie optreedt op het moment dat die juist overstroomt. Stroomconcentratie is vaak het begin van erosie en achterloopsheid.

Figuur 3.3 Opbouw van een krib



De onderhoudskosten van kribben zijn ongeveer als volgt opgebouwd:

- verwijderen van begroeiing (50 % van de onderhoudskosten van kribben langs de Waal en de Boven-Rijn);
- herstel van schade door verzakkingen en schade aan kribbakens (25 %);
- herstel van achterloopsheid (5 tot 10 %);
- herstel van schade door aanvaringen (25 %).

Bij het herstel van schade en bij het verlagen van kribben wordt gestreefd naar hergebruik van het vrijkomende materiaal in het gebied waar het vrijkomt.

3.1.2 Toepassingsgebied

Zomerbedverruiming

Het is aan te raden zomerbedverdieping alleen toe te passen in trajecten die sterk aan- zanden of waar de waterstanden onder normale omstandigheden door stuwen worden geregeld. In de bovenstroomse delen van de Rijn komt de bodem door natuurlijke erosie- processen steeds lager te liggen (zie Kader 3.1). Het zal nodig zijn bodemverdedigingen rondom kunstwerken uit te breiden om de veiligheid en de stabiliteit van die kunstwerken te handhaven. Ook heeft zomerbedverdieping in bovenstroomse riviertrajecten effecten op grondwaterstanden waardoor verdroging op kan treden. In het benedenrivierengebied vindt aanzanding plaats. Zomerbedverdieping is daarom met name toepasbaar in de benedenloop van de riviertakken. De effecten van zomerbedverdieping in de Merweden zijn nader onder- zocht door WLIDelft Hydraulics (2002). Als dicht onder het zomerbed (fijne) zandlagen lig- gen, kan door zomerbedverdieping sterke erosie optreden met ongewenste gevolgen voor de afvoerverdeling en de stabiliteit van kunstwerken. Ook kunnen kabels en leidingen onder de rivier zomerbedverdieping onmogelijk of kostbaar maken. De 'RIZA-rapporten Gennep- Grave' gaan hier nader op in (Wolters, 1998; Schropp, 1999 en 2000; Wolters et al., 2001). Op sommige plaatsen kan munitie in het zomerbed aanwezig zijn.

Zomerbedverbreding is een optie op locaties waar verdieping gewenst is maar om bepaalde redenen niet mogelijk is of grote risico's meebrengt.

Kribaanpassing

De kribben in de bovenstroomse Rijntakken zijn door erosie van het zomerbed steeds hoger komen te liggen ten opzichte van het rivierpeil (zie Kader 3.1). Bij hoogwater vormen de kribben nu een belangrijk obstakel. In deze trajecten is een aanzienlijke verlaging van de kribben mogelijk (tot 2 meter). Hierdoor neemt ook de uitschuring van het zomerbed af. Het maatregelenpakket van de PKB Ruimte voor de Rivier voor de korte termijn bevat kribverlaging (tot 1 meter) voor de Waal en als terugvaloptie voor het Pannerdensch

Kanaal. In het benedenrivierengebied en de Maas zijn weinig kribben aanwezig en heeft kribaanpassing weinig effect.

Kader 3.1 Nieuwe ontwikkelingen in het zomerbed

Om de autonome bodemdaling in de bovenlopen van de Rijntakken te stoppen en de scheepvaartgeul te verruimen is het baggerbeleid sinds de negentiger jaren van de vorige eeuw al aangepast. Het gebaggerde sediment wordt weer teruggebracht in de rivier om de bodemdaling af te remmen. Aanvullend hierop overweegt de rivierbeheerder om tussen Emmerich en Nijmegen, Driel en Doesburg vaste lagen aan te brengen en sediment te suppleren. Ook wordt overwogen om in dit gebied de huidige kribben te vervangen door verlaagde kribben, innovatieve kribben of langsdammen. Hiermee worden de hoogwaterstanden lager terwijl de laagwaterstanden gelijk blijven of hoger worden.

3.1.3 Ontwerp- en beoordelingsaspecten

Veiligheid en hydraulische aspecten

Zomerbedverruiming leidt tot lagere waterstanden bij alle afvoeren. De waterstanden dalen ter plaatse van de maatregel en bovenstrooms daarvan (stuwkromme-effect, zie Kader 2.1). Omdat over het algemeen het grootste deel van de hoogwaterafvoer door het zomerbed stroomt, zijn zomerbedmaatregelen zeer effectief voor het behalen van waterstandverlaging. Als door zomerbedverdieping ook de bodem van de kribvakken lager komt te liggen, zullen eventuele kribben meer uitsteken en meer weerstand veroorzaken. Bij het bepalen van de effectiviteit van de zomerbedverdieping moet daarmee rekening worden gehouden.

De hydraulische effectiviteit van zomerbedverruiming in het bovenrivierengebied is zeer globaal in te schatten met ervaringsgetallen uit de PKB Ruimte voor de Rivier: iedere meter zomerbedverdieping levert een waterstandverlaging van een halve meter op. De waterstanddaling door kribaanpassing is niet in een kental uit te drukken en moet met hydraulische modellen worden berekend. Ook voor de bepaling van de waterstanddaling door zomerbedverbreding zijn hydraulische modellen nodig.

In ongestuwde riviertrajecten leiden zomerbedmaatregelen ook tot lagere waterstanden bij lage afvoeren. De vaardiepte voor de scheepvaart kan daardoor afnemen. Bij zomerbedverruiming moet rekening worden gehouden met de stabiliteit van verdedigingen, oevers en geleidingswerken. In het benedenrivierengebied kan door zomerbedmaatregelen de zoutindringing toenemen. Dit kan nadelige gevolgen hebben voor de inname van zoetwater ten behoeve van doorspoeling van de tuinbouwgebieden of voor het waterbeheer (verziltiging).

Zomerbedmaatregelen en ijs

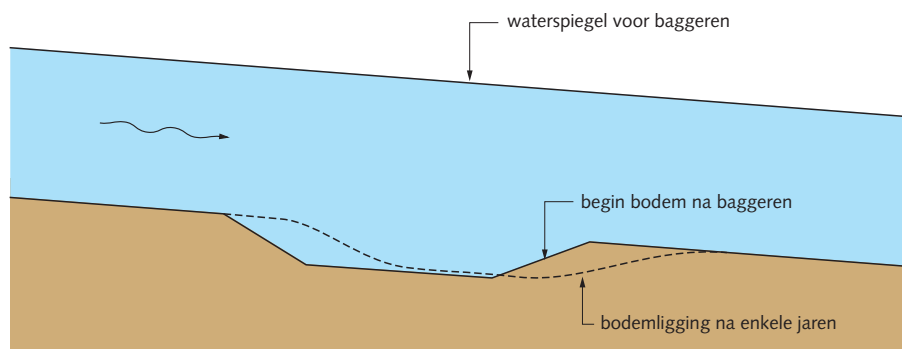
Door zomerbedverdieping nemen de stroomsnelheden af en wordt de kans op ijsdammen groter. Op locaties die gevoelig zijn voor ijsdamvorming, zoals in bochten, bij riviervverbredingen en -vernauwingen en bij brugpijlers, wordt zomerbedverdieping afgeraden. Ook aanpassingen aan kribben hebben invloed op de kans op ijsdammen. Het effect van een kribverkorting hangt af van de lokale omstandigheden. Als de kribverkorting tot een gelijkmatiger rivierprofiel leidt, wordt de kans op ijsdammen kleiner. Maar als door de kribverkorting een lokale verbreding ontstaat, wordt de kans op ijsdammen juist groter.

Morfologische aspecten

Door zomerbedverruiming en grootschalige kribaanpassing wordt het morfologische evenwicht in de rivier verstoord en zullen zowel op lange als korte termijn morfologische effecten optreden. Uitdaging is uiteraard om te komen tot duurzame oplossingen met minimale onderhoudsinspanning (bijvoorbeeld baggeren). Bij verstoring van het morfologisch

evenwicht zal de rivier proberen dit evenwicht te herstellen via sedimentatie en erosie in het zomerbed. Om de effectiviteit van zomerbedmaatregelen in stand te houden zal met zekere regelmaat onderhoudsbaggerwerk nodig zijn. Na zomerbedverdieping zal de bodemverlaging zich in de loop van de tijd geleidelijk stroomafwaarts verplaatsen (zie Figuur 3.4). Terugschrijdende erosie in bovenstroomse richting zal bodemdaling veroorzaken. De oorzaak hiervan is de dalende waterstand bovenstrooms die resulteert in een hogere stroomsnelheid en daarmee een grotere sedimenttransportcapaciteit. Nederland heeft met Duitsland afgesproken dat maatregelen in Nederland geen bodemdaling in Duitsland mogen veroorzaken. Terugschrijdende erosie moet daarom tijdig worden bestreden. Om te voorkomen dat de hogere stroomsnelheden aan het begin van het verdiepte zomerbed overlast veroorzaken voor scheepvaart, wordt aangeraden flauwe langshellingen toe te passen bij zomerbedverdieping. Na het verlagen van de kribben zal vooral na een hoogwater sedimentatie in het zomerbed optreden.

Figuur 3.4 Morfologische effecten zomerbedverdieping



De morfologische processen verlopen in de Rijn en Maas in Nederland relatief traag en er kunnen tijdig compenserende maatregelen getroffen worden. Tijdens een hoogwater kunnen de processen lokaal snel verlopen en is er kans op lokale sedimentatie en erosie. Eventuele nadelige effecten zijn te compenseren met actief sedimentmanagement. Dat kan bijvoorbeeld bestaan uit baggeren, bovenstrooms terugstorten, suppleties in kribvakken, suppleties van grof materiaal, het aanpassen van de vorm van splitsingspunten, uitbreiden van vaste lagen en het aanbrengen van lokale bodembescherming. Met deze maatregelen zijn bodemveranderingen op het splitsingspunt te voorkomen en blijft de bestaande sedimentverdeling in stand.

Morfologische inrichtingsprincipes

Bij zomerbedverbreding is na uitvoering van de maatregel herinrichting van de oever nodig. Dit kan met een rechte, harde verdediging, aangepaste kribben of door aanleg van een natuurvriendelijke oever. In dat laatste geval wordt een vorm gekozen die past bij de lokale morfodynamiek. Dat kan bijvoorbeeld een steilrand of kronkelwaard zijn. Deze vormen van oeverinrichting gaan vaak ten koste van de bevaarbaarheid van het zomerbed. Omdat de Grensmaas geen scheepvaartfunctie heeft, is aansluiten bij de morfodynamiek daar kansrijk.

Om de volgende redenen zullen kribben vrijwel nooit volledig verwijderd worden:

- aantasting van de oevers en eventueel de stabiliteit van daar aanwezige constructies;
- kans op vorming geulen in de uiterwaard en mogelijke vermindering van de stabiliteit van de hoofdgeul (kans op meandering);
- nadelige gevolgen voor de bevaarbaarheid van de rivier, met name in laagwatersituaties;
- aantasting van de toegankelijkheid voor recreanten, met als belangrijke groep de sportvissers;
- de grote waardering voor de strandjes in de kribvakken;

- aantasting van de cultuurhistorische waarde van kribben;
- vergroting van de kans op de vorming van ijsdammen aan het eind van een vorstperiode;
- verlengen en verkorten van kribben is een goedkope manier om de normaallijnen aan te passen of te verlengen.

Ruimtelijke kwaliteit

De belangrijkste gebruiksfunctie in het zomerbed is meestal de scheepvaart. Deze functie kan belangrijke eisen stellen aan maatregelen in het zomerbed. Voor scheepvaart is het van belang dat het zomerbed een goede belijning heeft en dat er geen geulen en ondiepten in voorkomen die zich verplaatsen. Tijdens laagwaterperioden bepaalt de minst gepeilde diepte de aflaaddiepte op een riviertraject. In de vaargeul moet ook bij laagwater een minimale vaardiepte in stand blijven. Omdat zomerbedmaatregelen ook bij laagwater tot lagere waterstanden leiden, kan deze voorwaarde belangrijke beperkingen opleveren.

Door zomerbedverruiming kunnen sedimentatie- en erosieprocessen veranderen. Dit kan gevolgen hebben voor het landschapsbeeld. De diepte van het zomerbed en het waterpeil zijn van betekenis voor het karakter van een riviertak. Zomerbedverdieping kan tot gevolg hebben dat kribben hoger boven water uitsteken en daardoor meer beeldbepalend worden. Ook kan zomerbedverdieping tot gevolg hebben dat de rivier minder zichtbaar is vanaf de dijken.

Kribben markeren de grens tussen hoofdstroom en uiterwaard (zie Figuur 3.5). Door kribaanpassingen kan deze markering minder duidelijk worden. Tussen kribben ontstaan vaak strandjes en ze bevorderen de instandhouding ervan. Het kan aantrekkelijk zijn om kribben zo aan te passen dat ze bijdragen aan natuurontwikkeling. Wanneer de krib alleen achter het kribhoofd wordt verlaagd, kan een oeversgeul ontstaan. Rondere vormen van de krib geven een rustig stroombeeld en bieden goede mogelijkheden voor natuurontwikkeling.

Figuur 3.5 Het landschapsbeeld van rivieren met kribben



De ecologische waarde van het zomerbed is over het algemeen niet groot. Zomerbedverbreding kan in combinatie met de aanleg van natuurvriendelijke oevers interessant zijn voor de ecologie. Zomerbedverdieping is voor de ecologie over het algemeen nadelig omdat door de lagere waterstanden verdroging van de uiterwaarden op kan treden. Ook dringt minder licht door tot op de bodem als het zomerbed dieper wordt.

Grond

In de Waal, de Merwede, de IJsseldelta en de benedenloop van de Maas bestaat de bovenlaag van het zomerbed uit zandig materiaal. Zomerbedverdieping kan in deze trajecten waardevolle delfstoffen opleveren. In de Lek sedimenteert een mengsel van zand en licht vervuild slib. Dit is minder geschikt als bouwstof. Aandachtspunt voor de IJsseldelta is dat het holocene materiaal doorgaans veel veen bevat. In de Maas bestaat de bodem niet alleen uit zand maar ook uit grind.

Grond- en oppervlaktewater

Zomerbedverdieping kan het grondwaterregime in de omgeving verstoren. Door kwel verlaagt de grondwaterstand in aangrenzende gebieden met mogelijk nadelige gevolgen voor het landbouwgebruik en natuur. In het benedenrivierengebied kan de zoutindringing toenemen door zomerbedverruiming en kribaanpassing. Hierdoor kan ook de binnendijkse kwel zouter worden, wat nadelig is voor de landbouw.

3.2 Uiterwaardmaatregelen

3.2.1 Beschrijving

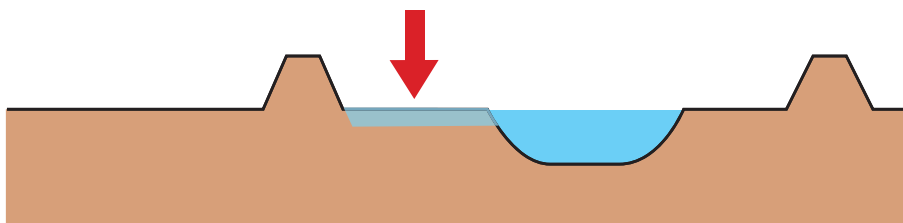
In de afgelopen jaren zijn veel uiterwaarden in het Nederlandse rivierengebied opnieuw ingericht, veelal met als doel om nieuwe natuur te ontwikkelen. Sinds de Beleidslijn ruimte voor de rivier (nu Beleidslijn grote rivieren) hebben natuurontwikkelingsprojecten ook een veiligheidsdoelstelling gekregen. Door uiterwaardmaatregelen verandert de structuur en de inrichting van een uiterwaard ingrijpend. Ook verandert de geohydrologie, wat de kans op instabiliteit van het dijklichaam vergroot.

In deze paragraaf wordt onderscheid gemaakt in vijf uiterwaardmaatregelen (Figuur 3.6):

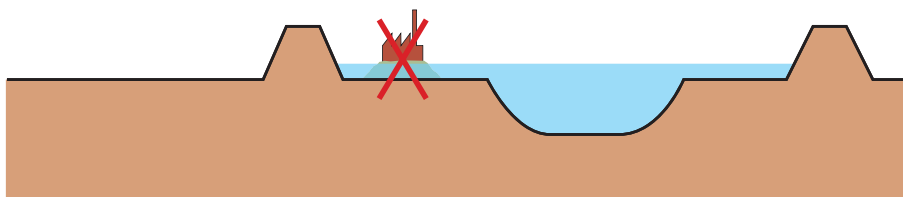
1. uiterwaardverlaging;
2. aanleg nevengeulen;
3. aanleg open water;
4. verwijderen hydraulische knelpunten;
5. verwijderen of doorsteken zomerkaides.

Deze leidraad gaat niet in op de keuze tussen de verschillende typen maatregelen. Over het algemeen zal een gebiedsvisie of een ruimtelijk kader leidend zijn voor de keuze.

Figuur 3.6 Uiterwaardverlaging



Figuur 3.7 Verwijderen hydraulische knelpunten



Uiterwaardverlaging, de aanleg (of het heropenen) van nevengeulen, het aanleggen van open water en het verwijderen van zomerkades geven meer ruimte aan de rivier. Het verwijderen of aanpassen van hydraulische knelpunten levert een betere doorstroming op.

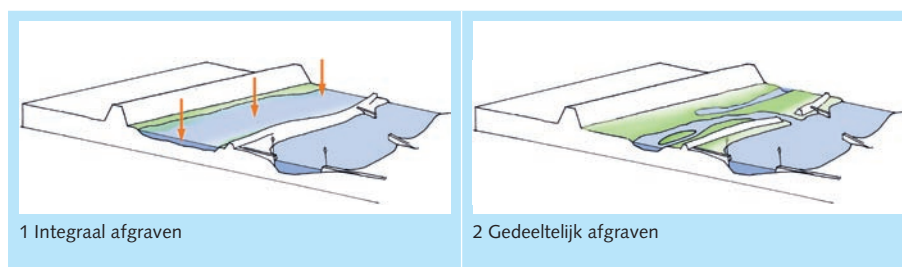
Het handboek 'Richtlijnen voor inrichting en beheer van uiterwaarden, ecologie en veiligheid gecombineerd' biedt aanvullende informatie over uiterwaardmaatregelen (Wolters et al., 2001).

Uiterwaardverlaging

Uiterwaardverlaging is het geheel of gedeeltelijk verlagen van een uiterwaard. Verlaging kan op twee manieren toegepast worden (Figuur 3.8):

- uiterwaard integraal over kilometers lange trajecten afgraven;
- uiterwaard gedeeltelijk afgraven over korte trajecten.

Figuur 3.8 Twee manier van uiterwaardverlaging: (1) integraal afgraven en (2) gedeeltelijk afgraven



Integrale afgraving kan plaatsvinden tot een bepaald niveau of met een bepaalde constante verlaging, waardoor het huidige natuurlijke reliëf wordt behouden. Een variant hierop is het afgraven tot bepaalde grondlagen. Daarmee komen bijvoorbeeld oude geulen weer aan het oppervlak te liggen. In de rivierverruimingsplannen voor de Grensmaas is dit principe veel toegepast. Het afgraven van het onbedijkte Maasdal om een groter stroomvoerend profiel te verkrijgen wordt weerdverlaging genoemd. In deze leidraad wordt verder geen onderscheid gemaakt tussen uiterwaard- en weerdverlaging.

Aanleg nevengeulen

Nevengeulen liggen in de uiterwaard min of meer parallel aan het zomerbed. Nevengeulen takken af van het zomerbed en monden daar stroomafwaarts weer in uit. Op beide aansluitpunten kan een drempel worden aangelegd om de instroming van water en sediment te regelen. Er kan onderscheid gemaakt worden in de volgende typen:

- Nevengeulen met ondiep water dat vrijwel altijd meestroomt. Hier wordt vaak voor gekozen als de hoofdfunctie natuur is.
- Nevengeulen die niet permanent watervoerend zijn. Hier wordt vaak voor gekozen als de hoofdfunctie rivierverruiming tijdens hoogwatersituaties is. De drempels op de aansluitpunten liggen in deze variant hoger, zodat het water alleen instroomt bij hoge waterstanden.

De geschiktheid van uiterwaarden voor de aanleg van nevengeulen is beschreven in Asselman en Klijn (2003). Een nevengeul kan tot stand komen door het graven van een nieuwe geul of door het heropenen van oude geulen. Ook combinaties zijn mogelijk.

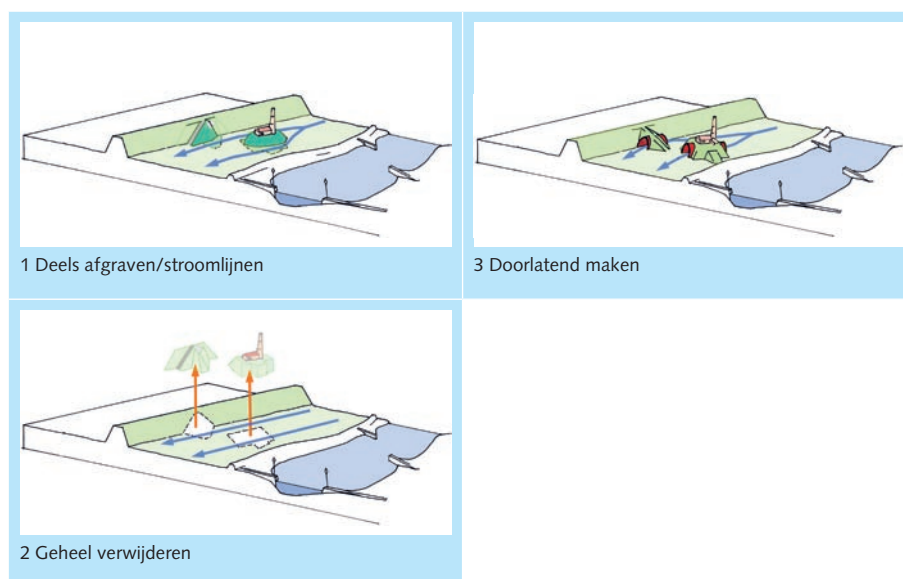
Aanleg open water

Door de aanleg van plassen in een uiterwaard vermindert de stromingsweerstand omdat een open wateroppervlak hydraulisch gezien 'glad' is. De bovenste waterlaag van 2 tot 5 meter stroomt bovendien mee, waardoor de afvoercapaciteit nog verder toeneemt. In diepe plassen kunnen ecologische problemen ontstaan als het licht niet tot de bodem komt. In de onderste laag van de plas krijgen anaerobe processen dan de overhand. Dit effect treedt op in verschillende bestaande klei-, zand- en grindwinplassen.

Verwijderen hydraulische knelpunten

Veerstoepen, wegen, kades en hooggelegen terreinen die dwars op de stroomrichting van de uiterwaard staan remmen de waterstroming af. Hierdoor stuwen de waterstanden lokaal op. Een rigoureuze methode om dit probleem op te lossen is het verwijderen van deze obstakels. Bij hoogwater is het veer of de woonlocatie dan niet meer via de weg te bereiken. Een andere oplossing is om deze obstakels gedeeltelijk af te graven of doorlatend te maken waardoor de opstuwing vermindert (zie Figuur 3.9). Bij het doorlatend maken kan het obstakel zijn functie (weg, veerstoep) behouden. Het verwijderen van een knelpunt heeft in het algemeen een beperkt en lokaal effect. Daarom is het verwijderen van een knelpunt meestal onderdeel van een pakket van maatregelen, zoals de aanleg van geulen, uiterwaardvergraving of natuurontwikkeling.

Figuur 3.9 Principes van knelpuntverwijdering: (1) deels afgraven/ stroomlijnen, (2) geheel verwijderen en (3) doorlatend maken



Verwijderen of doorsteken zomerkades

Zomerkades kunnen parallel aan de rivier of dwars op de rivier liggen. Dwars op de rivier liggende kades veroorzaken lokaal veel weerstand en veroorzaken daarom wateropstuwing. Het verwijderen of doorlatend maken van deze zomerkades kan bijdragen aan het verlagen van waterstanden. Duikers of overbrugde openingen maken de kade doorlatend. Kades die parallel aan de rivier liggen, veroorzaken meestal weinig weerstand. Deze kades hebben een belangrijke functie bij het geleiden van de stroming bij hoogwater. Het verwijderen van parallelle kades is daarom doorgaans niet aan te raden. De invloed van zomerkades op de

landbouwfunctie is nader uitgewerkt in de studie 'Verkenning van kansen en bedreigingen van rivierverruiming voor landbouw' (Rijkswaterstaat Directie Limburg, 2002).

3.2.2 Toepassingsgebied

Uiterwaardvergraving is toepasbaar in uiterwaarden die door aanslibbing zijn opgehoogd en die geen bijzondere landschappelijke, cultuurhistorische en natuurwaarden herbergen. Met name langs de IJssel en de Neder-Rijn en Lek liggen veel uiterwaarden die landschapelijk en cultuurhistorisch waardevol zijn en waar dus voorzichtig mee omgegaan moet worden. In het bovenrivierengebied bieden veel uiterwaarden ruimte voor uiterwaardvergraving. Nevengeulen zijn toepasbaar waar dit samen kan gaan met herstel van oude landschapsvormen. De aanleg van open water (plassen) biedt kansen aan de natte natuur. Het verwijderen van hydraulische knelpunten zoals veerstoeppen en lokale verhogingen in de uiterwaard geeft minder lokale opstuwing. Om de functie van bijvoorbeeld veerstoeppen of landhoofden te behouden kunnen waterdoorlatende constructies soms uitkomst bieden (palen). Het verwijderen van zomerkaden vergemakkelijkt de uitwisseling van water tussen het zomerbed en de uiterwaard. Verwijderde zomerkaden mogen er niet toe leiden dat waterstanden in het zomerbed te laag worden of dat de uiterwaarden te vaak onder water komen te staan.

3.2.3 Ontwerp- en beoordelingsaspecten

Veiligheid en hydraulische aspecten

Door uiterwaardmaatregelen kunnen de golfrandvoorwaarden bij de dijk wijzigen als de strijklengte of de waterdiepte toeneemt. Dit moet gecontroleerd worden en kan aanvullende maatregelen aan de dijk noodzakelijk maken. Ook kunnen uiterwaardmaatregelen invloed hebben op faalmechanismen, zoals piping en macrostabiliteit. Criteria voor het versterken van dijken zijn beschreven in Deel 3 van deze leidraad.

Het doel van uiterwaardmaatregelen is het vergroten van de afvoercapaciteit. Dit leidt tot lagere hoogwaterstanden. De waterstanden dalen ter hoogte van de maatregelen en bovenstrooms hiervan (stuwkromme-effect). Uiterwaardmaatregelen beïnvloeden de rivierafvoer niet of nauwelijks (tenzij de afvoerverdeling op splitsingspunten wordt beïnvloed, zie paragraaf 2.2.1). Het effect op waterstanden benedenstrooms is daarom nihil. Bijlage 9 geeft een nadere beschrijving van de hydraulische en morfologische werking van verschillende typen uiterwaardmaatregelen.

De veranderingen in de hoogwaterstanden als gevolg van uiterwaardmaatregelen zijn over het algemeen gering (enkele centimeters). De relatie tussen ingreep en effect is vrijwel lineair: twee keer zo veel ontgraven levert een twee keer zo grote waterstanddaling op. Bij zeer diepe ontgravingen (> 5 m) en ontgravingen over zeer grote afstanden (> 5 km) neemt het effect niet meer lineair toe. Verder kan verandering van de ruwheid leiden tot grote verschillen in de waterstandseffecten.

De 'Richtlijnen voor inrichting en beheer van uiterwaarden' (Wolters et al., 2001) geeft voor het bovenrivierengebied van de Rijn relaties tussen het ontgraven volume en de waterstanddaling bij hoogwater. Voor de Maas en het benedenrivierengebied zijn dergelijke gegevens nog niet beschikbaar. In het benedenrivierengebied worden de hoogwaterstanden ook bepaald door hoge waterstanden op zee. Uiterwaardmaatregelen hebben daar nauwelijks effect op de waterstand.

De volgende relaties gelden voor het bovenrivierengebied van de Rijn (Wolters et al., 2001):

- Het waterstandverlagende effect van een uiterwaardvergraving bedraagt 40 tot 100 mm per miljoen m³ ontgraving. In Wolters et al. (2001) zijn de effecten per riviertak opgeno-

men. Langs de Waal is het effect het kleinst en langs de IJssel het grootst. De trajecten IJsselkop - Driel en IJsselkop - Dieren vormen uitzondering. Hier bedraagt de waterstandverlaging 160 mm per miljoen m³ ontgraving. Dit komt door het grote verhang in deze trajecten. Dit grote effect neemt echter wel snel af in bovenstroomse richting.

- Toename van de ruwheid met 1 m^{1/2}/s (verlaging van de Chézy-waarde) over een oppervlakte van 1 vierkante kilometer leidt tot een verhoging van de waterstand met 3 tot 9 mm. Wolters et al. (2001) geeft de getallen per riviervak. Bovenstaande relaties zijn alleen van toepassing bij ontgravingen in de stroomvoerende delen van de uiterwaard.

Kader 3.2 Toepassing vuistregels uiterwaardmaatregelen

Het effect van een uiterwaardmaatregel op de waterstand is met vuistregels in te schatten. Daarbij is het van belang dat vegetatieontwikkeling het effect van ontgraven deels of geheel teniet kan doen. Dit is te voorkomen door dieper te ontgraven of door de ontwikkeling van (ruige) vegetatie tegen te houden. Stel dat een uiterwaard met 2 meter wordt verdiept over een oppervlak van 100 ha. Door verandering in vegetatie neemt de C-waarde af van 40 m^{1/2}/s (grasland) tot 25 m^{1/2}/s (ruigte). De maximale verandering in hoogwaterstand is dan:

- Afname door ontgraving:

$$100 \text{ ha} \times 10.000 \text{ m}^2/\text{ha} \times 2 \text{ m} / 1.000.000 \times -40 \text{ mm} = -80 \text{ mm}$$

- Toename door verruwing:

$$100 \text{ ha} \times 0,01 \text{ km}^2/\text{ha} \times (40 - 25) \text{ m}^{1/2}/\text{s} \times +3 \text{ mm} = +45 \text{ mm}$$

Netto effect:

$$= -35 \text{ mm}$$

Uit het voorbeeld blijkt dat het voor waterstandverlaging voordelig is om de helft van het oppervlak (50 ha) twee keer zo diep te ontgraven (4 m). De afname van de hoogwaterstand door de ontgraving is in dat geval gelijk, maar de toename door de verruwing is nog maar de helft.

In de planstudie Ruimte voor Rijntakken (RvR) is het effect op de waterstand bepaald voor circa 130 fictieve uiterwaardplannen (RIZA en WLIDelft Hydraulics, 2000-b). Hieruit zijn kentallen afgeleid voor de effectiviteit van uiterwaardverlaging per riviervak. De kentallen zijn weergegeven in Tabel 3.1. Daaruit blijkt dat uiterwaardverlaging het meest effectief is langs de IJssel en het minst langs de Boven-Rijn en Waal. De reden hiervoor is dat in de IJssel bij hoogwater een groter deel van de afvoer (40-70%) door de uiterwaarden stroomt dan in de Waal (20-50%). In de kentallen is ook de extra verruiming meegerekend die meestal nodig is om de toenemende ruwheid te compenseren. Het onderscheid tussen het verruimende effect en het verruwende effect is in Tabel 3.1 niet gemaakt.

Tabel 3.1 Kentallen voor de relatie tussen uiterwaardvergraving en waterstanddaling

Rijntak	Benodigde vergraving in miljoen m ³ voor 10 cm waterstanddaling
Boven-Rijn	3,5 - 4,0
Waal	3,5 - 4,0
Pannerdensch Kanaal	2,0 - 2,5
Neder-Rijn/Lek	2,5 - 3,0
IJssel	1,5 - 2,0

De hydraulische effectiviteit van uiterwaardmaatregelen is globaal in te schatten met bovenstaande vuistregels. Om lokale invloeden, ruwheden, geometrie en dergelijke in de berekening te kunnen verwerken zijn hydraulische modellen nodig. Begroeiingstypen en bebouwing in een uiterwaard moeten voor hydraulische modelberekeningen vertaald worden in ruwheid. Begroeiing en bebouwing wordt daarvoor ingedeeld in zogenaamde (vegetatie)structuurtypen die elk een bepaalde ruwheid hebben (van Velzen et al., 2003-a en -b). Deze werkwijze wordt ook gevolgd bij het maken van de ruwheidsschematisatie van hydraulische modellen. Verruwing door begroeiing is vooral in het stroomvoerende deel van de uiterwaard van belang.

Verruiming en verruwing hebben in bepaalde delen van het winterbed meer effect dan in andere delen. De effectiviteit binnen het winterbed is systematisch verkend met behulp van hydraulische modellen (Agtersloot et al., 1999). De conclusie is dat verruimende maatregelen vooral effectief zijn in de nabijheid van het zomerbed. Toename van hydraulische ruwheid nabij de bandijk veroorzaakt de minste opstuwing. Hierop bestaan talloze locatie-specifieke uitzonderingen. Zo heeft verruiming in de stroomschaduw van hoogwatervrije terreinen langs het zomerbed weinig effect. Ooibos dat aan de voet van een schaaldijk staat veroorzaakt relatief grote opstuwing. Door met een computermodel een kaart met stroomsnelheden te maken, wordt duidelijk waar de stroomvoerende delen van de uiterwaard liggen en wat de effectiviteit van verruiming en verruwing per locatie is.

Uiterwaardverlaging

Uiterwaardverlaging is het meest effectief als in de huidige situatie de stroomsnelheden in de uiterwaard relatief hoog zijn en als tijdens hoogwater tenminste 40% van de totale rivierafvoer door de uiterwaard stroomt. De vergunning in het kader van de *Wet beheer Rijkswaterstaatswerken (Wbr)* stelt als eis dat het talud stabiel blijft.

Aanleg nevengeulen

Het effect van nevengeulen hangt af van het tracé in de uiterwaard. Naarmate de geul verder van het zomerbed ligt is het effect kleiner. Een nevengeul in een binnenbocht van het zomerbed zorgt voor een grotere waterstanddaling dan een nevengeul in een buitenbocht omdat het verhang in de binnenbocht groter is. De grootste waterstanddaling wordt gerealiseerd als het tracé de stroomlijnen bij hoogwater volgt. De stroomlijnen zijn te berekenen met een twee-dimensionaal hydraulisch model. Over het algemeen is het effect van een nevengeul groter dan van andere vormen van uiterwaardverlaging omdat nevengeulen vaak parallel aan de stroomrichting liggen.

Voor de dimensionering van nevengeulen zijn geen algemene richtlijnen te geven. Voor de dimensionering zijn niet alleen rivierkundige effecten van belang maar ook ecologische effecten, delfstofwinning, mogelijkheden voor omputten, kosten, landschappelijke inpassing en kans op binnendijkse kwel. Voor de functies veiligheid, natuur en scheepvaart zijn ontwerpprincipes opgesteld (bijlage 11). In sommige gevallen kunnen de ontwerpprincipes voor de verschillende functies tegenstrijdig zijn. Tabel 3.2 geeft daar enkele voorbeelden van.

Tabel 3.2 Conflicterende ontwerpprincipes bij nevengeulen

Ontwerp	Veiligheid	Scheepvaart	Natuur
locatie inlaat	t.a.v. aanleg: binnenbocht, t.a.v. beheer: buitenbocht (minder sediment naar geul)	-	-
bodemhoogte geul	> 1 m waterdiepte bij mediane waterstand	-	< 1 m waterdiepte bij mediane waterstand
oevertalud	steiler dan 1:7 (beperking vertragsverliezen)	-	flauwer dan 1:10
shields-parameter	-	< 0,03	> 0,05

Vaak is het onttrekken van afvoer tijdens laagwater ongewenst omdat de waterdiepte in het zomerbed daardoor te gering kan worden voor de scheepvaart. Meestal is een kleine afvoer door de nevengeul van maximaal enkele procenten van de totale afvoer wel toegestaan. Dit kan van belang zijn als lokstroom voor vis en voor het behouden van stroming in de nevengeul. Ook bij hogere afvoeren moet de afvoer door de nevengeul begrensd worden om aanzanding in de hoofdgeul (en dus problemen voor de scheepvaart) te voorkomen. Om de afvoer door de nevengeul te beheersen wordt vaak een afvoerregelwerk in de geul ontworpen (bijvoorbeeld een overlaat of duiker). Naast de werking van dit regelwerk en de stromingsweerstand van de nevengeul is ook de vormgeving van de in- en uitstroombepaling bepalend voor de hydraulische effectiviteit van nevengeulen. Van belang zijn:

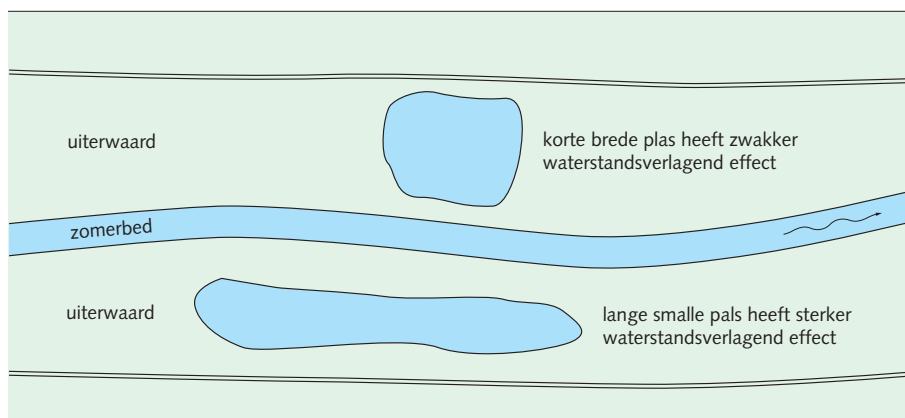
- de drempel (hoogte, vorm, constructie);
- regelbaar (schuiven, kleppen of schotbalken) of vast (duiker, overlaat of drempel);
- de hoek tussen geul en rivier op de aansluitlocatie.

Bij nevengeulen langs de Waal is onderzocht of de scheepvaart hinder ondervindt van de dwarsstroom die de nevengeulen veroorzaken. Ondanks de vrij hoge afvoer door de nevengeulen blijkt dit niet het geval te zijn, waarschijnlijk omdat de stroming uitwaaiert in de kribvakken waar de geulen op aansluiten.

Aanleg open water

Voor een significant waterstandverlagend effect moet een plas minimaal 2 m diep zijn en een voldoende groot oppervlak hebben. De bovenste laag van maximaal 5 m diep stroomt mee. Een grotere diepte dan 5 meter levert geen groter hydraulisch effect meer op. Het volstorten van diepe putten of plassen is daarom voor de hydraulische effectiviteit doorgaans niet bezwaarlijk. Een lange smalle plas die in de lengterichting van de rivier ligt heeft meer effect dan een korte brede plas (zie Figuur 3.10). Dit komt omdat bij een lange plas het waterstandeffect over een langer traject optreedt. Als gevolg van het stuwkromme-effect (zie Kader 2.1) kan de maximale waterstanddaling hierdoor toenemen. Flauwe taluds hebben de voorkeur omdat het water bij hoogwater dan geleidelijk in en uit de plas stroomt.

Figuur 3.10 Effect van de vorm van een plas op de hydraulische effectiviteit



Verwijderen hydraulische knelpunten

Het verwijderen van lokale hydraulische knelpunten, zoals hoogwatervrije terreinen, veerstoepen of landhoofden van bruggen, kan een groot hydraulisch effect hebben. Hierdoor kunnen over een grote afstand geen of minder maatregelen nodig zijn. Door hoogwatervrije terreinen te verwijderen verandert het stromingspatroon en neemt de afvoercapaciteit toe. Door het verwijderen van een hydraulisch knelpunt kunnen andere verruimende maatregelen effectiever worden.

Verwijderen / doorsteken zomerkades

Zomerkades stuwen het water op. Door het verwijderen van een zomerkade worden de waterstanden lager. Dit effect is het grootst bij het verwijderen van kaden die dwars op de stroomrichting liggen. Bij het doorsteken van zomerkades die dwars op de stroomrichting liggen moeten de openingen groot zijn om voldoende effect op de hoogwaterstanden te bereiken. De overblijvende kade veroorzaakt immers nog steeds weerstand en opstuwing. Door kades die parallel aan de rivier liggen op meerdere plaatsen door te steken stroomt meer water naar de uiterwaard. Ook voor de ecologie kan dit voordelig zijn omdat de natuurlijke dynamiek in de uiterwaarden toeneemt.

Morfologische aspecten

Bijlage 9 geeft een beschrijving van de hydraulische en morfologische werking van de verschillende typen uiterwaardmaatregelen. In de studie 'Morfologie en herinrichting' (Mosselman et al., 2001), zijn morfologische effecten van herinrichting van de uiterwaarden onderzocht en de mogelijkheden voor kwantificering van deze effecten in beeld gebracht. Hieronder zijn per maatregel de belangrijkste morfologische aspecten beschreven.

Uiterwaardverlaging

Het water dat bij hoogwater de uiterwaard instroomt neemt sediment mee. In de uiterwaarden nemen de stroomsnelheden af en vindt sedimentatie plaats. Hierdoor komen de uiterwaarden steeds hoger te liggen. Dit kan ten koste gaan van de hydraulische effectiviteit en op termijn kan onderhoudsbaggerwerk noodzakelijk zijn. Als het afgezette sediment vervuild is, kunnen de kosten hoog oplopen. Bij verstoring van de afvoerverdeling over zomerbed en uiterwaard kan ook aanzanding of aanslibbing in het zomerbed plaatsvinden. Dit is toegelicht in paragraaf 2.2.2.

Aanleg nevengeulen

De morfologische effecten zijn vergelijkbaar met de effecten die bij uiterwaardverlaging optreden. Daarom kan het nodig zijn om in de nevengeul een afvoerregelwerk op te nemen om de afvoer door de geul te beperken. Nabij de in- en uitlaat zijn de stroomsnelheden en de variaties daarin doorgaans het grootst. Bescherming kan noodzakelijk zijn om ongewenste morfologische veranderingen te voorkomen, zoals diepe ontgrondingen of verplaatsing van de in- of uitstroomblocatie. Ongewenste aanzanding, aanslibbing of erosie is te verminderen door het ontwerp te optimaliseren op de volgende onderdelen:

- afmetingen van de geul veranderen: hierdoor veranderen de stroomsnelheden;
- vorm en dimensie van het inlaatwerk veranderen: hierdoor veranderen de afvoer en stroomsnelheden in de nevengeul;
- de locatie van het inlaatwerk wijzigen: lokaliseer het inlaatwerk in de buitenbocht voor minder sedimentinstroom of bij een diep kribvak om dichtslibben van het inlaatwerk te voorkomen;
- de hoek tussen de geul en de rivier veranderen: hierdoor veranderen de afvoer en stroomsnelheden en de toevoer van sediment naar de nevengeul.

In bijlage 11 zijn ontwerpprincipes voor nevengeulen aangegeven. Voor de morfologie zijn van belang:

- *Sedimentatie in de nevengeul en vegetatieontwikkeling*
Sedimentatie in de nevengeul en toename van de hydraulische ruwheid door vegetatieontwikkeling zijn te compenseren door de nevengeulen ruimer te ontwerpen dan in eerste instantie noodzakelijk is. Een diepe geul remt tevens de groei van waterplanten door een combinatie van stroomsnelheid en beperkte lichtdoordringing. Een zandvang aan het begin van een nevengeul zal in de regel niet nodig zijn. Uit metingen in aangelegde nevengeulen is gebleken dat ook een slibvang niet nodig is omdat het slib bij hoogwater uit de geulen spoelt. Dit is beschreven in 'eindrapport Gamareren' (Jans, 2004).
- *Ondermijning van de bandijk*
Door de nevengeul op voldoende afstand van de bandijk aan te leggen is te voorkomen dat de hoogwaterkering ondermijnd wordt door oevererosie of meandering van de nevengeul. De precieze afstand van de geul tot de bandijk moet worden bepaald in overleg met de dijkbeheerder. Oevererosie en meandering in de nevengeul zijn te voorkomen door de geul zo recht mogelijk aan te leggen. De afstand tot de kribwortels (aansluiting krib op oever) is in de praktijk minimaal 100 m. Tot 50 m uit de dijk mag de kleibekleding niet worden geroerd en tussen 50 m en 100 m moet de bestaande kleibekleding tot minimaal dezelfde dikte worden teruggebracht. Waar dat niet mogelijk is, bijvoorbeeld bij het in- en uitstroompunt van de geul, is verdediging van de kribwortel noodzakelijk. Uitschuring in de richting van de dijk moet worden voorkomen.

Aanleg open water

Diepe plassen zullen gaan fungeren als zand- en slibvangen. Daarom is het aan te raden de plas dieper te maken dan in eerste instantie noodzakelijk is. Voor de ecologische ontwikkeling is een diepere plas echter ongunstig.

Verwijderen hydraulische knelpunten

De inrichting van de uiterwaard na het verwijderen van een hydraulisch knelpunt moet zodanig zijn dat weinig tot geen sedimentatie of erosie optreedt. Daarvoor is het van belang dat weinig veranderingen in stroomsnelheden optreden, in de uiterwaard en in het zomerbed.

Verwijderen of doorsteken zomerkades

Na het verwijderen of doorsteken van de zomerkade overstroomt de uiterwaard vaker. Hierdoor wordt meer sediment naar de uiterwaard getransporteerd. Bij grootschalige projecten kan het verwijderen van zomerkaden, zeker in combinatie met uiterwaardverlaging, een

forse toename van de sedimentatie in de uiterwaarden veroorzaken. Uit modelberekeningen voor de Rijntakken blijkt dat de sedimentatie bij handhaving van zomerkaden met slechts enkele procenten toeneemt en bij verwijdering van de zomerkaden met bijna 50% (zie Asselman, 1999). Bij verstoring van de afvoerverdeling over zomerbed en uiterwaard kan ook aanzanding of aanslibbing in het zomerbed plaatsvinden (zie ook paragraaf 2.2.2).

Ruimtelijke kwaliteit

Bij maatregelen in de uiterwaard is er de keuze tussen het behoud van huidige functies of het uitkopen en daarna ontwikkeling van nieuwe functies zoals natuur. Aandachtspunten bij deze twee mogelijkheden zijn hieronder beschreven.

Behoud van de huidige functies

Keuze voor behoud is mogelijk in een uiterwaard die na herinrichting minder dan 1 keer per jaar overstroomt. Aandachtspunten zijn:

- de noodzaak voor bescherming van woningen en bedrijven (bijvoorbeeld de aanleg van een dijk om een woonconcentratie);
- evacuatieplannen voor woningen en bedrijven;
- voorzieningen voor schadevergoeding en compensatie van schade die ontstaat bij overstrooming van de uiterwaard;
- bereikbaarheid en ontsluiting van de uiterwaard bij hoogwater (vluchtwegen);
- afname van de gebruikswaarde voor landbouw;
- de aanwezigheid van ondiep liggende gasleidingen bij aanwezigheid van bebouwing en steenfabrieken; graafwerkzaamheden moeten altijd gemeld worden bij het Kabels en Leidingen Informatiecentrum (KLIC-melding).

Natuurontwikkeling

Bij de keuze voor natuurontwikkeling kunnen de bestaande functies worden uitgekocht (paragraaf 2.3.2). Er kan gekozen worden voor ontwikkeling van natte of droge natuur, afhankelijk van de overstromingsfrequentie (paragraaf 2.3.2). Hoe lager de uiterwaard komt te liggen, des te hoger zal de overstromingsfrequentie zijn. Voor de PKB Ruimte voor de Rivier zijn vuistregels opgesteld die een eerste indicatie geven van het type ecotoop dat zich zal ontwikkelen bij een bepaalde bodemhoogte (bijlage 8). De vuistregels zijn gerelateerd aan de mediane waterstanden (vast te stellen door de rivierbeheerder). De ontwerper kiest eerst de gewenste ecotooptypen en bepaalt vervolgens met de vuistregels hoeveel vergraving noodzakelijk is. Een omgekeerde ontwerpaanpak is ook mogelijk door eerst de gewenste vergraving vast te stellen en daarna met de vuistregels te bepalen welke ecotooptypen mogelijk zijn.

Vaak wordt gestreefd naar gevarieerde natuur op verschillende schaalniveaus (paragraaf 2.3.2). Variatie in ecotopen ontstaat onder meer door variatie in de bodemsamenstelling, de bodemhoogte en de overstromingsfrequentie. Op zandgronden komen andere soorten tot ontwikkeling dan op kleigronden. Omdat zandgronden momenteel schaars zijn in de uiterwaarden is het voor de vergroting van de ecologische variatie wenselijk om de uiterwaard lokaal af te graven tot aan de zandlagen. Aandachtspunt is dat na afgraven van de (kleiige) toplagen verdroging of juist toename van kwel kan optreden (zie grondwater). Geleidelijke overgangen van oevers naar hoger gelegen delen van de uiterwaard bieden mogelijkheden voor gevarieerde ecotoopontwikkeling. Op een groter schaalniveau is het van belang dat variatie tussen uiterwaarden ontstaat en dat de natuur binnen het gehele riviereengebied samenhang vertoont.

Door in het ontwerp rekening te houden met bodemverontreinigingen zijn de effecten op organismen te beperken. Door de meest vervuilde locaties te laten vervuilen, treedt minder bio-accumulatie in wormetende organismen op. Rivierverruiming is ook te zien als een goede gelegenheid om verontreinigingen te verwijderen. Dit leidt weliswaar tot extra kosten

voor het project maar combinatie van deze ingrepen is goedkoper en minder verstorend dan de uitvoering van de maatregelen op twee verschillende momenten.

Aanleg nevengeulen

De ecologie stelt geen eisen aan de lengte van een nevengeul. Wel moet het verhang groot genoeg zijn om de gewenste stroomsnelheid op te laten treden. Ook voor de breedte van de nevengeul zijn geen grenswaarden aan te geven. Indirect wordt de breedte bepaald door de toelaatbare afvoeronttrekking, de vereiste stroomsnelheid en het gewenste talud. De waterdiepte is vooral van belang tijdens het paai- en opgroeiseizoen van vis (mei/juni). Het oevertalud moet flauwer zijn dan 1:10, maar kent geen minimumhelling. Doorgaans wordt het talud bepaald door de beschikbare ruimte. Voor de breedte, de waterdiepte, het oevertalud en de stroomsnelheid geldt dat variatie belangrijker is dan het realiseren van een streefwaarde. Bij voldoende morfodynamiek kunnen zandbanken en eilanden in de nevengeul ontstaan. Hiervoor moet de Shields-parameter groter zijn dan 0,05 bij geulvullend debiet. Tabel 3.3 geeft de vereiste breedte-diepteverhouding voor het ontstaan van zandbanken en eilanden.

Tabel 3.3 Morfodynamiek in nevengeulen, afhankelijk van de Shields-parameter

Shields-parameter	Vereiste verhouding breedte/diepte voor het ontstaan van zandbanken	Vereiste verhouding breedte/diepte voor het ontstaan van eilanden
0,05-0,1	60	120
0,1-0,3	50	n.b.
0,3-1,0	40	n.b.
>1,0	30	60

Het primaire doel van een nevengeul is het creëren van ondiep stromend water. Om dit doel te bereiken mag de geul periodiek droogvallen. Hierdoor ontstaat een waardevol habitat voor pioniersoorten. Als door sedimentatie sprake is van langdurige droogval, is onderhoudsbaggerwerk nodig om de geul weer stromend te krijgen. Dit baggerwerk zal maximaal eens in de vijf jaar nodig zijn.

Drijfsijs kan de afvoercapaciteit van een nevengeul bij vorst beperken. Het ontwerp van een nevengeul moet dit risico zoveel mogelijk uitsluiten.

Aanleg open water

Voor natuurdoeleinden is er geen behoefte aan extra plassen in de uiterwaard. Als plassen voor andere functies gewenst zijn, heeft het voor de natuur de voorkeur dat de plassen niet dieper zijn dan 2 meter. In diepere plassen dringt geen licht door tot de bodem en komt de natuur niet tot ontwikkeling. Voor de ecologische ontwikkeling is het essentieel dat de oevers van de plassen flauw verlopen zodat waterplanten tot ontwikkeling kunnen komen.

Verwijderen hydraulische knelpunten

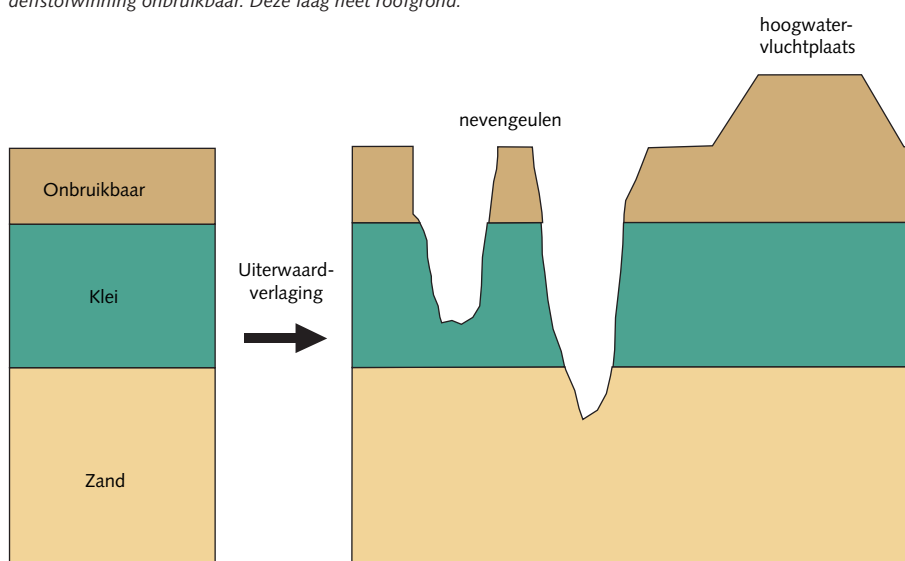
Sommige hydraulische knelpunten, zoals een veerstoep of een steenfabriek, kunnen grote cultuurhistorische waarde hebben. Verwijderen van zulke objecten kan op veel maatschappelijke bezwaren stuiten. Een veerstoep met bijbehorende historische bebouwing (veerhuis) heeft behalve een cultuurhistorisch waarde ook een economische waarde omdat het verkeer via de veerstoep gebruik maakt van het veer. Door verlaging van de veerstoep kan het veer (en daarmee de overkant van de rivier) tijdens hoogwater onbereikbaar worden. In sommige gevallen is het stroomlijnen of doorlatend maken (bijvoorbeeld landhoofd brug) van het knelpunt een mogelijkheid om de stromingsweerstand te reduceren.

Grond

Uiterwaardverlaging is goed te combineren met delfstoffenwinning. Delen van uiterwaarden langs de Rijn en de Maas zijn in het verleden afgegraven ten behoeve van de winning van zand, klei en grind (zie Figuur 3.11). Een neveneffect daarvan was verruiming van de uiterwaard. De klei werd gebruikt voor het vervaardigen van bakstenen en dakpannen en de aanleg van dijken. Zand en grind werden gebruikt in de betonindustrie en in de wegenbouw. In de loop van de tijd hoogde de uiterwaard weer op door sedimentafzetting tijdens hoogwaters. Het winnen van klei langs de Rijn en Maas is na 1980 sterk afgenomen. Zand en grind worden, met name langs de Maas, nog steeds in grote hoeveelheden gewonnen. Het winnen van materialen vindt vaak plaats in een beperkt gebied van een uiterwaard. De plassen die na de winning ontstaan, beslaan enkele tientallen tot honderden hectares en kunnen zeer diep zijn (30 tot 40 m).

Figuur 3.11 Vrijkomende soorten grond bij uiterwaardverlaging (TAW, 1998-a)

De toplaag bevat te veel organisch materiaal en is daarom voor de delfstofwinning onbruikbaar. Deze laag heet roofgrond.



Grond- en oppervlaktewater

Na uiterwaardverlaging staat het grondwater minder diep onder het maaiveld. Als verlaagd wordt tot onder het grondwaterniveau en de waterstand in de vergraving wordt beïnvloed door de rivierwaterstand, zal de grondwaterstand in de omgeving dalen. Dit effect kan zich uitstrekken tot het binnendijkse gebied. Ook kan een vergraving de binnendijkse kwel tijdens hoogwater vergroten. In paragraaf 2.5 zijn de mogelijke gevolgen van wijzigingen in grond- en oppervlaktewater beschreven.

Voor nevengeulen gelden bovendien de volgende aandachtspunten:

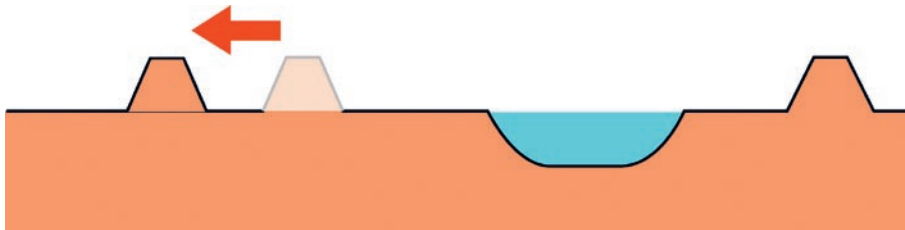
- Bij (extreem) hoogwater zal rivierwater infiltreren naar het grondwater: het peil in de rivier is hoger dan het omringende grondwaterpeil. Ook het peil in een nieuwe nevengeul zal hoger zijn dan het huidige grondwaterpeil. Rond de nevengeul kan dan sprake zijn van een grondwaterstandverhoging.
- Als bij de aanleg van een nevengeul een kleilaag wordt doorgraven of een zandbaan wordt aangesneden, zal de grondwaterstroming door verlaagde weerstand toenemen. Een hoog waterpeil in een nevengeul wordt daardoor sneller 'doorgegeven' naar de ondergrond. Sommige laaggelegen gebieden langs de rivier (zowel buitendijks als binnendijks) krijgen hierdoor eerder en vaker te maken met hoge grondwaterstanden en mogelijk met grondwateroverlast.

3.3 Dijkverlegging

3.3.1 Beschrijving

Dijkverlegging is de landinwaartse verplaatsing van de winterdijk met als doel verbreding van het winterbed, bijvoorbeeld om een zogenaamde flessenhals te verruimen (Figuur 3.12). Door deze maatregel neemt de doorstroom- en afvoercapaciteit van het winterbed toe. Een strook binnendijks gebied zal na de dijkverlegging tot de uiterwaard gaan behoren en zal daarbij vaak een andere inrichting krijgen (Figuur 3.13). Dijkverlegging is te combineren met uiterwaardverlaging en de aanleg van nevengeulen. Hierdoor neemt de afvoercapaciteit verder toe en bovendien kan de grond die vrijkomt verwerkt worden in de nieuwe dijk (werk met werk). Op plaatsen waar de ruimte beperkt is, zoals in een stad, kan deze combinatie aantrekkelijk zijn.

Figuur 3.12 Illustratie dijkverlegging



Figuur 3.13 Voorbeeld ontwerp dijkverlegging (Bron: TAW, 1998-a)



Oorspronkelijke situatie



Met dijkverlegging

Naast het probleemoplossend vermogen van de dijkverlegging zijn voor de keuze van het nieuwe dijktracé ook de volgende aspecten van belang:

- de hoogteligging van het binnendijkse gebied direct achter de dijk;
- de sterkte van de ondergrond;
- de wijziging van de golfbelasting op de nieuwe dijk door verandering van de effectieve strijklengte;
- de lokale inrichting achter de dijk (bebouwing);
- de aanwezigheid van cultureel erfgoed.

3.3.2 Toepassingsgebied

Dijkverlegging in stroomluwe delen heeft geen zin, maar de maatregel is met name effectief voor het opheffen van knelpunten of vernauwingen in de rivier die opstuwung veroorzaken. Het effect van een dijkverlegging werkt ver bovenstrooms door. Aandachtspunt is ook het traject benedenstrooms van de dijkverlegging. Er kan namelijk een nieuw hydraulisch knelpunt ontstaan als het rivierprofiel daar niet ruim genoeg is.

De mogelijkheden voor dijkverlegging zijn sterk afhankelijk van lokale omstandigheden. De ondergrond van het nieuwe dijktracé moet voldoende draagvermogen hebben. Er moet voldoende ruimte zijn om waterlopen en kwelsloten in het aansluitende binnendijkse gebied te verleggen. De mogelijkheden zijn ook afhankelijk van de bebouwing op de bestaande dijk, de aanwezigheid van cultureel erfgoed van en op de dijk en de ruimtelijke koppeling van de dijk met de directe omgeving. Dijkverlegging kan in sommige gevallen bijdragen aan stedelijke herontwikkeling of herinrichting van een rommelig gebied.

De mogelijke locaties voor dijkverlegging langs de Rijntakken, het benedenrivierengebied en de Maas zijn onderzocht in de studie Ruimte voor Rijntakken en in de studie Integrale Verkenning Maas (Bestuurlijke Begeleidingsgroep Ruimte voor Rijntakken, 2000; Stuurgroep IVM, 2006). Geschikte trajecten voor (grootschalige) dijkverlegging zijn vooral aanwezig langs de bovenloop van de Waal, de Neder-Rijn, de IJssel en het benedenstroomse deel van de Maas (inclusief Bergsche Maas en Amer). In de PKB Ruimte voor de Rivier zijn wel enkele dijkverleggingen opgenomen maar geen grootschalige dijkverleggingen over meer dan tien kilometer. Inpassing van dergelijke grootschalige dijkverlegging in het rivierenlandschap bleek te complex te zijn. Voor de langere termijn kunnen grootschalige dijkverleggingen wel noodzakelijk zijn.

Kader 3.3 Onderzoek grootschalige dijkverlegging in Nederland

In de studie Ruimte voor Rijntakken (RIZA en WLIdelft hydraulics, 2000-a) zijn 33 grootschalige dijkverleggingen langs de Rijntakken verkend. In deze onderzoeken is ervan uitgegaan dat dijktrajecten van 1 km tot 5 km verlegd worden over een afstand van enkele honderden meters. Uit de studie blijkt dat een dijkverlegging bij een riviervernauwing plaatselijk een waterstandverlaging van 10 tot 20 centimeter oplevert die over een grote afstand doorwerkt in bovenstroomse richting.

Langs de Waal en Neder-Rijn kunnen alle dijkverleggingen samen een waterstandverlaging van maximaal 60 cm opleveren. Langs de IJssel is dat maximaal 10 cm omdat de mogelijkheden voor dijkverlegging daar beperkt zijn.

Figuur 3.14 Illustratie kleinschalige dijkverlegging (oude en nieuwe situatie) (Bron: Studio Nuijten, Kekerdom)



Oorspronkelijke situatie

Met dijkverlegging

3.3.3 Ontwerp- en beoordelingsaspecten

Veiligheid en hydraulische aspecten

Dijkverlegging leidt tot lagere waterstanden bij afvoeren waarbij het water in de uiterwaard meestroomt met de rivier. De waterstanden dalen op de plaats van de maatregel en bovenstrooms daarvan (stuwkromme-effect, zie Kader 2.1). Tabel 3.4 geeft een indicatie van de waterstanddaling die een dijkverlegging kan opleveren in de verschillende riviertakken. Voor een meer nauwkeurige inschatting zijn hydraulische modellen noodzakelijk die ook rekening houden met lokale omstandigheden en de geometrie van de maatregel. Omdat dijkverlegging geen of weinig effect op de rivierafvoer heeft, is het effect benedenstrooms nihil.

Tabel 3.4 Indicatie effect dijkverlegging

	Waterstandverlagend effect	Opmerking
Waal	12 cm / 100 ha	Bron: Blokkendoos van de PKB Ruimte voor de Rivier, zie bijlage 10. Waterstanddaling van diverse dijkverleggingen genormeerd op een extra uiterwaardoppervlak van 100 ha.
Neder-Rijn	19 cm / 100 ha	
IJssel	9 cm / 100 ha	
Bedijkte Maas	12 cm / 100 ha	

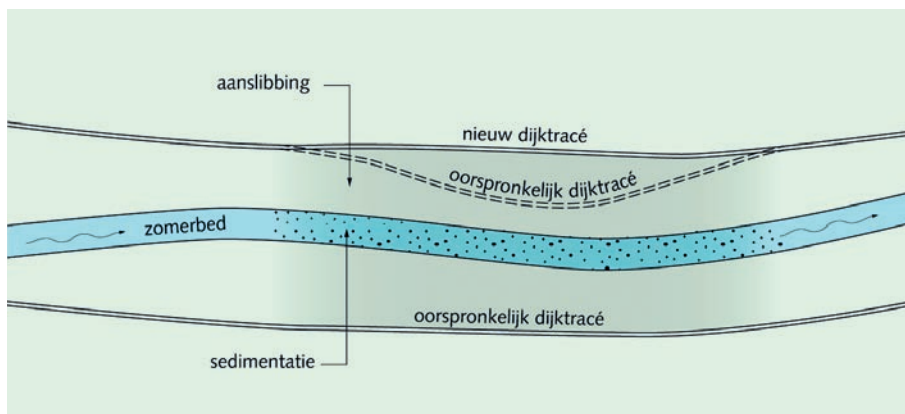
Dijkverlegging heeft het meeste effect als de bestaande dijk geheel verwijderd wordt. Op die manier zal het nieuwe deel van de uiterwaard een stroomvoerende functie krijgen. Dat levert waterstandverlaging op bij alle afvoeren waarbij de uiterwaard onder water staat. Bestaande bebouwing en cultuurhistorische waarden kunnen redenen zijn om de bestaande dijk geheel of gedeeltelijk in stand te houden (zie Kader 3.4). In dat geval draagt de ruimte tussen de oude en de nieuwe dijk vooral bij aan het bergende vermogen. Tijdens de top van het hoogwater is het effect van extra berging gering.

Ontwerpregels voor de aanleg van de nieuwe dijk zijn beschreven in Deel 3 van deze leidraad. Voor de nieuwe dijk gelden mogelijk andere golfrandvoorwaarden dan voor de bestaande dijk, bijvoorbeeld doordat de effectieve strijklengte of de waterdiepte voor de dijk toenemen. In een dergelijk geval zijn compenserende maatregelen nodig of een zwaarder ontwerp van de dijk.

Morfologische aspecten

Door dijkverlegging nemen de stroomsnelheden in het zomerbed in beperkte mate af. Hierdoor zal tijdens hoogwater sedimentatie in het zomerbed optreden in het traject van de dijkverlegging. Dat kan hinder opleveren voor de scheepvaart. In de uiterwaard kan meer (vervuild) slib bezinken. Door deze sedimentatie en aanslibbing kan op termijn het waterstandverlagende effect van de dijkverlegging verminderen. Om de ongewenste gevolgen van deze morfologische effecten te voorkomen, kan onderhoudsbaggerwerk noodzakelijk zijn.

Figuur 3.15 Morfologisch effect van een dijkverlegging



Ruimtelijke kwaliteit

De cultuurhistorische waarde en de bebouwing van de bestaande dijk en het nieuwe dijktracé zijn sterk bepalend voor de keuze tussen het verwijderen of behouden van de bestaande dijk (zie Kader 3.4).

Het nieuwe buitendijkse gebied zal regelmatig onder water staan. Landbouw kan in veel gevallen blijven bestaan maar wel in een andere vorm. De waarde van deze landbouwgronden zal kleiner zijn dan de waarde van de gronden als binnendijs gebied. Andere functies, zoals wonen en werken, moeten uitgekocht worden. Bij inundatie kan landbouwschade ontstaan en schade aan de bebouwing en natuur. Herinrichting biedt goede mogelijkheden voor natuurontwikkeling. Afhankelijk van de overstromingsfrequentie kan droge of natte natuur tot ontwikkeling komen (zie paragraaf 2.3.2). Voor de ecologische waarde is het van belang dat de natuur in het nieuwe en het bestaande natuurgebied samenhang vertonen. Ontwerpregels voor de herinrichting van een nieuwe uiterwaard zijn beschreven in paragraaf 3.2.3.

Kader 3.4 Keuze verwijdering bestaande dijk

Dijkverlegging betreft doorgaans de verwijdering van een bestaande dijk en aanleg van een nieuwe dijk. Als de bestaande dijk cultuurhistorisch waardevol is, kan overwogen worden om de dijk gedeeltelijk of geheel te laten liggen. Dit kan bijvoorbeeld op de volgende manieren:

- een deel van de dijk laten staan inclusief bebouwing en beplanting;
- de dijk verlagen tot een soort zomerkade;
- de dijk voorzien van een inlaat en uitlaat naar het nieuwe deel van de uiterwaard.

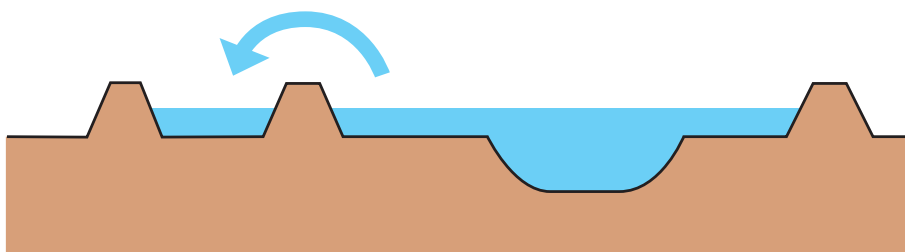
Achter de oude, gespaarde dijk kan eventueel een kade worden aangelegd. In dat geval ontstaat een kleine ringdijk waarbij de nieuwe kade en de nieuwe dijk een hoogwatergeul vormen die alleen bij hoogwater meestroomt.

3.4 Retentie

3.4.1 Beschrijving

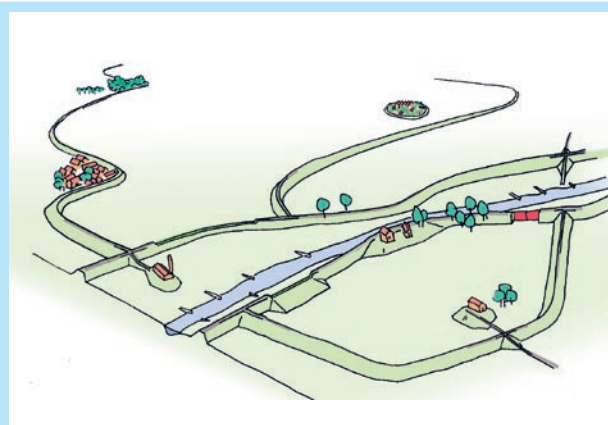
Retentie is de enige rivierverruimende maatregel die ook waterstanddaling benedenstrooms van de maatregel als gevolg heeft. Retentie is tijdelijke berging van rivierwater in een voormalig binnendijks gebied. Rond het retentiegebied komt een primaire waterkering. Daarmee wordt het retentiegebied buitendijks gebied. Het rivierwater wordt via een inlaatconstructie gecontroleerd ingelaten in het retentiegebied en vastgehouden tot de afvoertop gepasseerd is (Figuur 3.16). Als het rivierpeil voldoende gedaald is, wordt het water gecontroleerd weer uitgelaten via een uitlaatconstructie (Figuur 3.17).

Figuur 3.16 Illustratie retentie

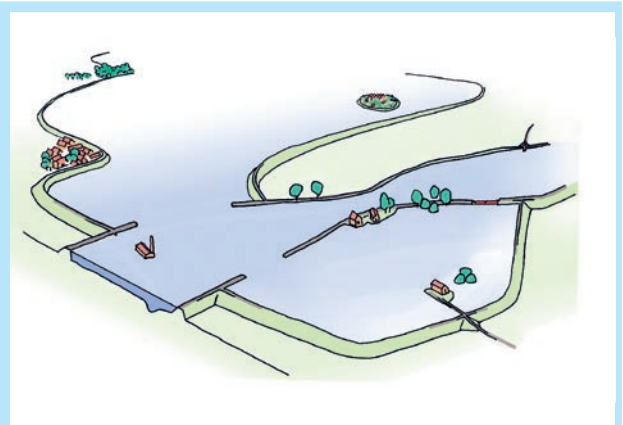


Een retentiegebied wordt ingezet om de top van een extreem hoge afvoergolf 'af te vangen'. Daardoor worden de waterstanden benedenstrooms minder hoog. Ook bovenstrooms van het retentiegebied worden de waterstanden lager. Het moment van inzetten van retentie is cruciaal voor het gewenste effect. De frequentie en duur van inundatie zijn bepalend voor de inrichting van het retentiegebied. Als ervoor gekozen wordt om het retentiegebied alleen bij extreem hoge waterstanden in te zetten, is de kans dat het gebied onder water komt te staan heel klein (ongeveer 1/500 per jaar).

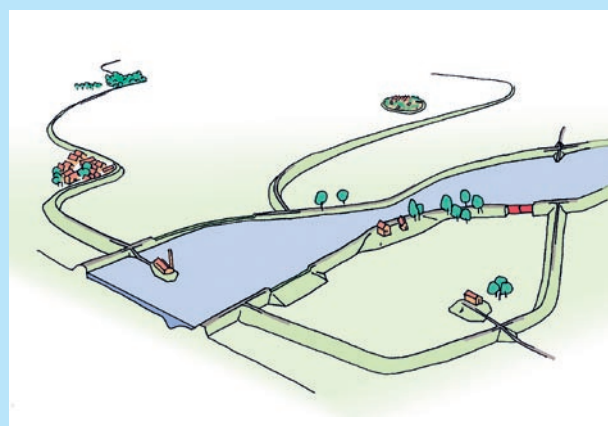
Figuur 3.17 Impressie van de werking van een retentiegebied



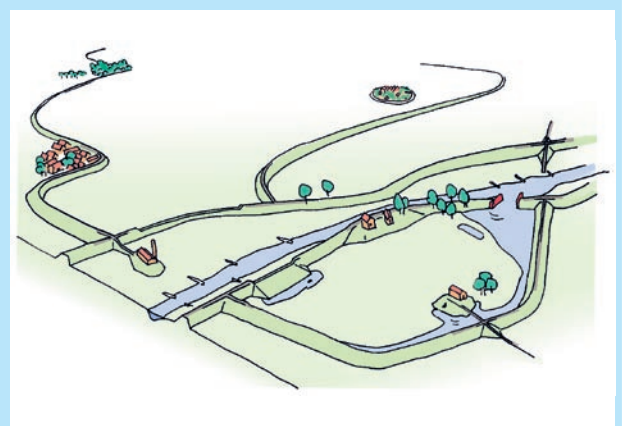
1 Droge situatie



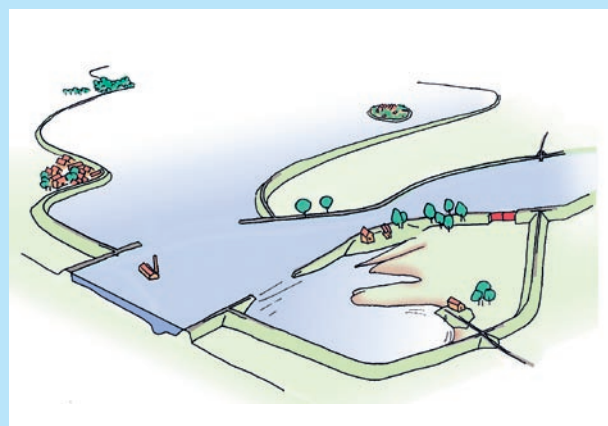
4 Vol retentiegebied



2 Hoogwatergolf



5 Leegstromen gebied



3 Volstromen gebied

3.4.2 Toepassingsgebied

De Nota Ruimte (Ministerie VROM, 2004) geeft criteria voor de keuze van retentiegebieden:

- mogelijkheden voor functiecombinaties met landbouw, recreatie, natuur en cultuurhistorie;
- voldoende ontlastend effect voor overige dijkkringen;
- bij voorkeur een gebied dat is begrensd door hoge gronden of dijken;
- mogelijkheden voor een goede en tijdige evacuatie en voor beperking van de schade aan bebouwing, industrie en milieu;
- mogelijkheid voor het toepassen van aangepaste bouwvormen in het gebied;
- het toepassen van de maatregel leidt niet tot problemen op een andere locatie.

Hoe verder bovenstrooms het retentiegebied zich bevindt, hoe groter het riviertraject is waarover een waterstandverlagend effect plaatsvindt. Het is daarom aan te raden retentie langs de Rijn zo dicht mogelijk bij Lobith en op de Maas zo dicht mogelijk bij Eijsden toe te passen. In het benedenrivierengebied is toepassing van retentie nauwelijks effectief vanwege de toenemende invloed van getij en storm op zee. In WLIDelft Hydraulics (2001), is de effectiviteit van retentie langs de Rijntakken beschreven.

Retentie kan politiek en maatschappelijk zeer gevoelig liggen. Goede schaderegelingen met bewoners, bescherming van bestaande bebouwing en mogelijkheden voor evacuatie zijn belangrijke aandachtspunten. In de Spankrachtstudie (Rijkswaterstaat RIZA, 2002), zijn deze aandachtspunten beschreven voor de fasen van identificeren, reserveren, in gebruik nemen en beheren. Nadere overwegingen over de inzet van retentiegebieden zijn beschreven in Diermanse (2002).

3.4.3 Ontwerp- en beoordelingsaspecten

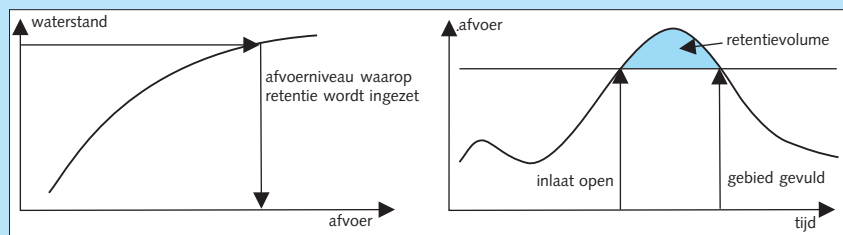
Veiligheid en hydraulische aspecten

De capaciteit van het retentiegebied wordt bepaald door de oppervlakte van het gebied, de maaiveldhoogte en het verschil tussen de (grond)waterstand in het gebied en de hoogwaterstand in de rivier. Afgraven van een retentiegebied is over het algemeen niet aan de orde omdat dit vanwege het grote oppervlak hoge kosten met zich meebrengt. De minimaal benodigde capaciteit van het retentiegebied is af te leiden uit de gewenste waterstanddaling en de vorm van de (maatgevende) afvoergolf die moet worden afgetopt (zie Kader 3.5). De waterstanddaling door retentie blijkt ook sterk afhankelijk te zijn van het bergend volume, de vorm en de dimensionering van het inlaatwerk, de bediening van het inlaatwerk en eventuele compartimentering van het gebied.

Retentie kan alleen aanzienlijke waterstanddaling (centimeters of meer) opleveren als het bergende volume voldoende groot is om een flink deel van de afvoertop te bergen. Omdat retentie de rivierafvoer benedenstrooms van de ingreep verlaagt, is het waterstandverlagende effect over een groot traject merkbaar. Dit is gunstig voor de kosteneffectiviteit (zie paragraaf 2.7.2) van deze maatregel. De toepassing van deze maatregel heeft echter veel onzekerheden.

Kader 3.5 Vuistregels voor de hydraulische effectiviteit van retentie

Een retentiegebied wordt ingezet als het water boven een bepaalde waterstand komt. De afvoer die bij die waterstand hoort, volgt uit de afvoer-waterstandrelatie op de betreffende locatie. Het bergingsvolume dat nodig is om de hele afvoertop af te vlakken is gelijk aan de oppervlakte van het gearceerde gebied in de figuur rechtsonder.



Op omgekeerde wijze is voor een bepaald bergingsvolume af te leiden hoe groot het waterstandverlagende effect bij een bepaalde afvoergolf is. Het effect kan sterk verschillen bij andere golfvormen. Voor een meer nauwkeurige benadering van het waterstandverlagende effect van retentie wordt het gebruik van hydraulische modellen aangeraden. Deze modellen kunnen ook de invloed van andere maatregelen in de omgeving, geometrie van de instroom- en de uitstroomopening en de inrichting van het gebied (ruwheid) in de berekening meenemen.

De afvoergolf kan verschillende vormen hebben. Analyse van eerder opgetreden afvoergolven moet inzicht geven in de variatie in de golfvorm en de consequenties daarvan voor de effectiviteit van het retentiegebied. Voorspellen van afvoergolven is van groot belang voor effectieve inzet van het gebied. Numerieke modellen kunnen inzicht geven in de golfvorm bij extreme afvoer. Voorspellingsmodellen voor de Rijn die circa vier dagen van tevoren een afvoergolf kunnen voorspellen zijn beschikbaar. De periode van vier dagen geeft ruim voldoende tijd voor evacuatie en het treffen van andere voorbereidingen voor de inzet van het retentiegebied. Voor de Maas wordt met een voorspelsysteem de afvoer bij Borgharen 24 uur vooruit voorspeld.

Voor het onderzoek van de commissie Noodoverloopgebieden (Commissie Luteijn) en het onderzoeksproject Rampenbeheersingsstrategie Rijn en Maas (RBSO) is de effectiviteit en kosten-batenverhouding van retentiegebieden langs de Rijntakken en de Maas geanalyseerd (Kok et al., 2003-a en -b, Stijnen et al., 2002 en Silva et al., 2005). Daaruit blijkt, dat de effectiviteit (uitgedrukt in vermindering van het overstromingsrisico) en de kosten-batenverhouding van retentiegebieden minder gunstig worden als rekening wordt gehouden met:

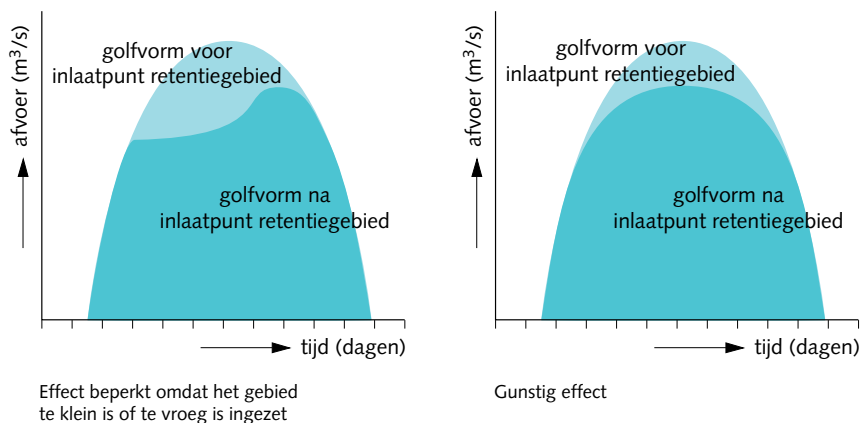
- andere oorzaken van bezwijken van dijken, zoals golfoverslag door wind;
- onzekerheid in de modelberekeningen van hoogwaterstanden;
- reststerkte van dijken.

Inlaatwerk

De vormgeving en afmetingen van het inlaatwerk bepalen hoe snel het retentiegebied volloopt. Er is een wezenlijk verschil tussen een vast inlaatwerk en een regelbaar inlaatwerk waarvan de drempelhoogte is in te stellen. Bij een vaste drempelhoogte is het moment van inzetten van het retentiegebied niet af te regelen op de afvoergolf (zie Figuur 3.18). Met een regelbare drempel (of inlaatwerk met schuiven) kan dit wel. Een vaste drempel vereist over het algemeen een veel grotere breedte om voldoende afvoercapaciteit te verkrijgen (honderden meters) dan een beweegbare drempel of inlaatwerk met schuiven (tientallen meters). Een regelbare drempel heeft echter een grotere kans op falen door bijvoorbeeld stroomstoring of blokkering door vuil en vereist onderhoud van de bewegende delen, aan-

drijving en energievoorziening. Om de regelbare inlaat op het goede moment in te kunnen zetten zijn betrouwbare voorspellingen van de afvoergolf noodzakelijk. De criteria voor inzet en de verantwoordelijkheden voor de besluitvorming daarover moeten helder zijn. Aandachtspunt is dat een regelbare inlaat de bevolking het gevoel kan geven dat de overheid beslist over het onder water zetten van hun gebied. De voor- en nadelen van verschillende typen inlaten zijn uitgebreid beschreven in WLIDelft Hydraulics (2001).

Figuur 3.18 Effect van retentiegebied



Uitlaatwerk

Het uitlaatwerk moet, voor zover mogelijk, op de laagste plaats in het retentiegebied staan. Een overlaat of uitwateringssluis is mogelijk als het water grotendeels onder vrij verval van het retentiegebied naar de rivier kan stromen. Als dat niet mogelijk is, omdat de bodem van het retentiegebied laag ligt ten opzichte van het rivierpeil, is een pomp of een gemaal nodig. In sommige gevallen kan het inlaatwerk tevens als uitlaatwerk dienst doen. Dit hangt af van de bodemligging, de vorm van het retentiegebied en de positie ten opzichte van de rivier.

Omringende dijk

De dijk rond het retentiegebied moet de status krijgen van een primaire waterkering. De ontwerpcriteria voor een nieuwe dijk zijn beschreven in Deel 3 van deze leidraad. Als het retentiegebied onder water staat kunnen grote strijklengten voor golven ontstaan. De golfbelasting kan daardoor groter zijn dan bij de oorspronkelijke primaire kering. Als het retentiegebied aan hoge gronden grenst, dan vormen de hoge gronden onderdeel van de dijkkring.

Morfologische aspecten

Een retentiegebied onttrekt water en sediment aan de rivier. Als een retentiegebied heel zelden wordt ingezet (orde grootte eens in de 500 jaar), is het effect hiervan gemiddeld over de jaren te verwaarlozen. Wel moet het ontwerp zorgen voor voldoende stabiliteit van de in- en uitlaatwerken. Deze mogen door lokale morfologische effecten op het moment van inzetten van het retentiegebied niet worden ondermijnd. Het kan noodzakelijk zijn om na inzet van het gebied afzettingen van zand en slib uit het retentiegebied te verwijderen.

Ruimtelijke kwaliteit

Als een gebied wordt aangemerkt als retentiegebied verandert het van een binnendijks gebied in een buitendijks gebied. Dit heeft consequenties voor de ruimtelijke ordening en de mogelijke functies. Bij het instellen van een retentiegebied kan gekozen worden voor behoud van de huidige functies of een functiewijziging. Als de huidige functie niet natuur is, kunnen bij het behoud van de functies maatregelen nodig zijn om de schade van een

inundatie te beperken. Voorbeelden van maatregelen zijn extra bescherming van woningen en bedrijven, evacuatieplannen en schadevergoedingen. De kosten van het omdijken van woningen, het plaatsen van woningen op terpen en de aanleg van hoogwatervluchtplaatsen zullen vaak niet opwegen tegen de schade in het zeldzame geval dat het gebied onder water zal staan.

Bij functiewijziging krijgt het gebied soms een natuurfunctie en zal het nodig zijn om gebruiksfuncties zoals wonen en werken uit te kopen. Bebouwing met cultuurhistorische waarden kan daar beperkingen aan opleggen. De natuur kan een nat of een droog karakter krijgen, afhankelijk van de inundatiefrequentie (zie paragraaf 2.3.2). Omdat een retentiegebied maar zelden wordt ingezet, ligt droge natuur voor de hand. Als natte natuur toch wenselijk is, kan het een optie zijn om ook onder niet-maatgevende omstandigheden water in te laten. Op deze manier ontstaat meer rivierdynamiek en kan kenmerkende riviernatuur tot ontwikkeling komen. Nadeel hiervan is dat de effectiviteit van de inzet bij een extreem hoogwater lager is als het bekken al gedeeltelijk onder water staat. Ook blijft mogelijk meer vervuild slib achter in het retentiegebied, wat schadelijke gevolgen voor de natuur kan hebben en op termijn de effectiviteit van de maatregel aantast omdat het retentievolume kleiner wordt. Omdat een retentiegebied geen stroomvoerende functie heeft, worden geen ruwheidseisen gesteld aan de begroeiing.

Het ontwerp van retentiegebieden moet ook rekening houden met milieuhygiënische gevolgen. De waterkwaliteit van het binnendijkse gebied, de rivierwaterkwaliteit en de kwaliteit van het aangevoerde sediment zijn daarbij aandachtspunten. De retentiefunctie legt beperkingen op aan chemische activiteiten en mestopslag in het gebied. Onderzoek moet in beeld brengen of er risico bestaat op mobilisatie van fosfaten door peildynamiek, wijzigingen in bodemprocessen en uit- en afspoeling van voedingsstoffen of verontreinigende stoffen (Raad voor het Landelijk Gebied: Ministerie van LNV, 2001)

Overige aandachtspunten zijn:

- Het is mogelijk een retentiegebied in te delen in compartimenten die na elkaar gevuld worden. Op deze manier kan bij minder extreme piekafvoeren een deel van het retentiegebied ingezet worden, waardoor de inundatieschade beperkt blijft.
- Als de primaire dijk om het retentiegebied tot stand komt door versterking van een bestaande secundaire kering is het nodig om de cultuurhistorische waarde van de bestaande dijk en de dijkbebouwing te onderzoeken.

Kader 3.6 Ruimtelijke kwaliteit in retentiegebieden

- Retentiegebieden bieden kansen voor bouwen aan de dijk voor woningbouw en recreatie. Bij regelmatige inundatie is waterfrontontwikkeling een mogelijkheid. Het gebied kan in waarde stijgen door aanleg van de nieuwe dijk.
- Retentiegebieden kunnen ook kansen bieden voor combinaties met regionale waterberging en afwatering. Het gebied krijgt dan meerdere functies voor de regio. Nadeel kan zijn dat de inzet bij extreem hoogwater minder effectief is als het gebied op dat moment ook voor regionale waterberging in gebruik is.
- In het rivierengebied liggen gebieden die in het verleden in gebruik waren als retentiegebied. Functieherstel kan cultuurhistorisch waardevol zijn.

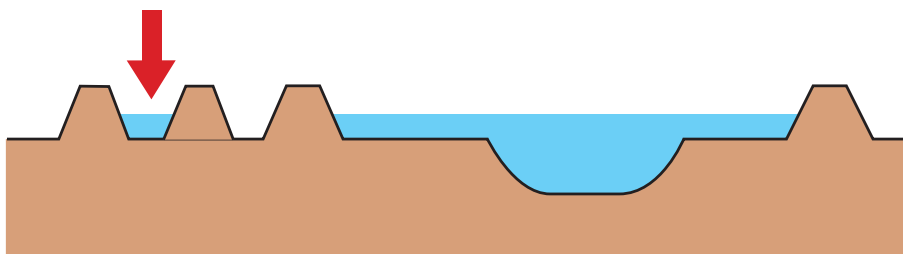
Retentiegebieden zijn onderdeel van het buitendijkse gebied. Dit heeft consequenties voor de ruimtelijke ordening en de functies in deze gebieden. Als retentiegebieden heel zelden nodig zijn, zal het moeilijk zijn om de functie te behouden, vooral als meer ruimte nodig is voor demografische en economische ontwikkelingen. Een strikt ruimtelijke ordening regime is noodzakelijk om de functie retentie in het bewustzijn te houden. Vaker inunderen om het hoogwaterbewustzijn in stand te houden kan mogelijk nodig zijn, bijvoorbeeld in combinatie met natuur of natte landbouw.

3.5 Hoogwatergeul

3.5.1 Beschrijving

In de PKB Ruimte voor de Rivier is een hoogwatergeul gedefinieerd als een nieuwe rivierloop die min of meer parallel aan de bestaande rivier loopt door het binnendijkse gebied (Figuur 3.19). Bij hoge afvoeren wordt een deel van het rivierwater afgeleid naar de hoogwatergeul. Langs de hoogwatergeul liggen primaire dijken of hogere gronden die dezelfde bescherming bieden als de dijken langs de rivier zelf. Het rivierwater stroomt via een inlaatconstructie in de uiterwaard naar de hoogwatergeul. In de hoogwatergeul zelf stroomt het water onder vrij verval. Via een uitlaatconstructie komt het rivierwater weer terug in de oorspronkelijke rivier of in een ander water. Langs de Maas wordt de term hoogwatergeul gehanteerd voor geulen die in het buitendijkse gebied worden aangelegd en alleen gedurende hoogwater meestromen. In deze leidraad wordt de definitie van een hoogwatergeul uit de PKB Ruimte voor de Rivier aangehouden. Voor een toelichting op de hoogwatergeulen volgens de definitie van de Maas wordt verwezen naar paragraaf 3.2 waar ook nevengeulen worden behandeld.

Figuur 3.19 Illustratie hoogwatergeul

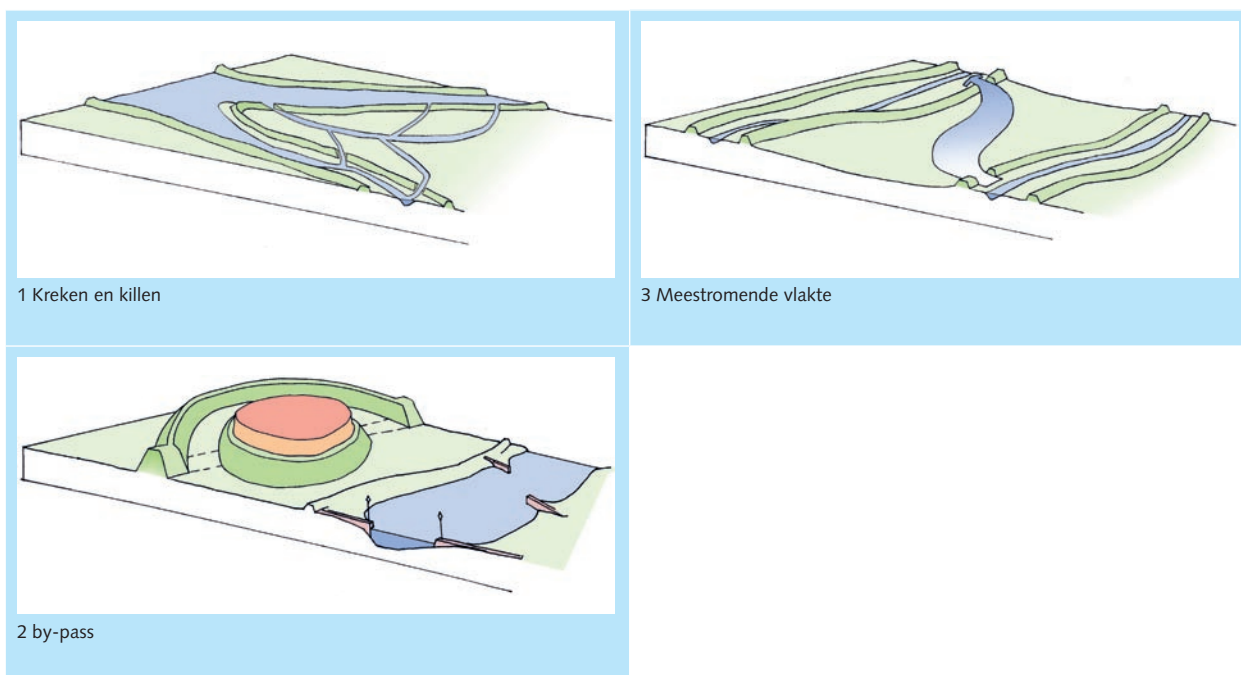


Er zijn drie typen hoogwatergeulen die vooral in omvang verschillen (Figuur 3.20):

- 1 smalle krek en killen, zeer dynamisch en vrijwel permanent meestromend;
- 2 by-pass rondom een stedelijk knelpunt, leidt tevens tot uiterwaarduitbreiding, relatief kleine lengte, kan alleen bij extreme hoogwatersituaties meestromen (ongeveer eens per 500 jaar) of vaker in combinatie met ontwikkeling van natte natuur;
- 3 brede, stromende vlakte die via drempels of kunstwerken in verbinding staat met de rivier, relatief grote lengte, inzet alleen bij extreem hoge hoogwaterstanden of vaker in combinatie met ontwikkeling van natte natuur.

In al deze gevallen zijn nieuwe primaire dijken rond de hoogwatergeulen nodig.

Figuur 3.20 Drie typen hoogwatergeulen: (1) krek en killen, (2) by-pass en (3) meestromende vlakte



3.5.2 Toepassingsgebied

Het toepassingsgebied hangt af van het type hoogwatergeul, de locatie in het rivierengebied en het landschap. Door eerder afgesloten krekken weer te verbinden met de rivier kan de oude landschapstructuur weer terugkomen. De rivierdynamiek en natuurlijke gradiënten worden zo hersteld in krekken en killen. In het benedenrivierengebied biedt dit type kansen voor herstel van de getijdynamiek. Met name in het noordelijk deel van de Biesbosch kan een netwerk van krekken en killen ontstaan.

Bij een knelpunt dat opstuwing veroorzaakt door vernauwing van de rivier kan de aanleg van een hoogwatergeul in de vorm van een by-pass een geschikte oplossing zijn. Dit is met name het geval als dijkverlegging niet mogelijk is door ruimtelijke beperkingen, bijvoorbeeld bij een stedelijk knelpunt. Op veel locaties langs de IJssel kunnen by-passes toegepast worden.

Het laatste type, de meestromende vlakte, is toepasbaar in de laagste delen van het rivierengebied. De schaal en maat van dit type hoogwatergeul komt overeen met retentie. Het verschil is dat retentie alleen berging biedt terwijl een hoogwatergeul ook meestroomt. De inrichtingsprincipes zijn hetzelfde als voor retentie.

3.5.3 Ontwerp- en beoordelingsaspecten

Veiligheid en hydraulische aspecten

Door de aanleg van een hoogwatergeul ontstaat een eiland tussen de rivier en de hoogwatergeul. Het eiland kan bij een overstroming snel vollopen en vluchtwegen zullen niet altijd beschikbaar zijn. In dergelijke gevallen zijn mogelijk aanvullende maatregelen voor een acceptabel veiligheidsniveau van het gebied noodzakelijk. Een evacuatieplan is noodzakelijk om in geval van nood de mensen tijdig te kunnen evacueren.

Een hoogwatergeul leidt tot een grotere afvoercapaciteit en daarmee tot lagere waterstanden. Dit effect treedt op bij afvoeren waarbij de hoogwatergeul wordt benut. De waterstanden dalen ter plaatse van de maatregel en bovenstrooms daarvan (stuwkromme-effect, zie Kader 2.1). Vanaf het punt waarop de hoogwatergeul zich weer bij de rivier voegt, is het effect op de rivierafvoer en de waterstanden nihil. Wordt de hoogwatergeul echter naar een ander watersysteem geleid, dan werkt de verlaagde afvoer en verlaagde waterstand ook benedenstrooms door. Op het andere watersysteem kan dan waterstandverhoging optreden.

De afvoercapaciteit van een hoogwatergeul, en daarmee het hydraulische effect, wordt bepaald door de hoogte van de drempel of het moment van openzetten van het inlaatwerk, de breedte van de hoogwatergeul, het verhang en de stromingsweerstand. Het water stroomt onder vrij verval door de hoogwatergeul. Bij bochtafsnijdingen of afvoer naar een andere rivier kan een groot verhang over de hoogwatergeul worden gecreëerd. Dit maakt de afvoercapaciteit van de hoogwatergeul groot, maar de stroomsnelheden mogelijk erg hoog. Een lage stromingsweerstand bevordert de afvoercapaciteit en daarmee de hydraulische effectiviteit van de hoogwatergeul.

Het is niet mogelijk om voor hoogwatergeulen kentallen op te stellen voor de waterstanddaling in relatie tot bijvoorbeeld de lengte van de hoogwatergeul. De relatie hangt sterk af van lokale omstandigheden en de dimensies en vormgeving van het inlaatwerk. De waterstanddaling van een hoogwatergeul moet worden berekend met een hydraulisch model dat rekening houdt met lokale invloeden, de geometrie van de rivier en het inlaatwerk en de inrichting van de hoogwatergeul.

Inlaatwerk

De dimensies en vormgeving van het inlaatwerk bepalen in hoge mate de hydraulische effectiviteit van een hoogwatergeul. Belangrijk is de keuze voor een vaste of regelbare drempel. Bij een vaste drempel bepaalt de drempelhoogte het moment van inzet en de frequentie van meestromen. Bij een regelbare inlaat kan de hoogwatergeul op elk gewenst moment worden ingezet. Verder gelden dezelfde overwegingen als bij de inlaat van een retentiegebied (zie paragraaf 3.4).

Bij het inlaatwerk kunnen lokale stroomversnellingen optreden. In de hoogwatergeul zelf zal de stroom weer vertragen. Voordat het inlaatwerk open gaat of het water over de drempel stroomt, wordt de hoogwatergeul vanaf de benedenstroomse zijde gevuld. Dat voorkomt krachtige, ongecontroleerde stroming door de inlaat.

Uitlaatwerk

De dimensies, vormgeving en sturing van het uitlaatwerk zijn net zo belangrijk voor de hydraulische effectiviteit van een hoogwatergeul als die van het inlaatwerk. De capaciteit van het inlaatwerk en het uitlaatwerk moet op elkaar afgestemd zijn. Ook bij de uitlaat kunnen beschermingswerken noodzakelijk zijn, afhankelijk van het lokale stroombeeld. De uitlaatconstructie moet stroming in twee richtingen mogelijk maken. Het vullen van de hoogwatergeul vindt plaats vanaf de benedenstroomse zijde, via de uitlaatconstructie.

Bij meestromen van de hoogwatergeul stroomt het water via de uitlaatconstructie vanuit de geul naar de rivier.

Morfologische aspecten

Door de inzet van een hoogwatergeul dalen de stroomsnelheden in het zomerbed. Hierdoor zal tijdens hoogwater naar verwachting sedimentatie optreden in het zomerbed tussen het in- en uitstroompunt van de hoogwatergeul. Het optreden van grootschalige morfologische effecten in de rivier is afhankelijk van de frequentie en duur van inzet van een hoogwatergeul. Bij inzet met een frequentie van ongeveer 1/500 per jaar treden grootschalige morfologische effecten naar verwachting niet op.

Rond de in- en uitlaatwerken van de hoogwatergeul kan lokaal sedimentatie en erosie optreden. De grootste morfologische veranderingen worden bij het inlaatwerk verwacht als gevolg van lokale stroomversnelling bij de instroom. Bij het ontwerp moet getoetst worden of hierdoor erosie optreedt die instabiliteit van dijken en kunstwerken kan veroorzaken. In de hoogwatergeul zelf neemt de stroomsnelheid weer af waardoor sedimentatie kan optreden. Dit kan de hydraulische effectiviteit van de hoogwatergeul verminderen. Bij inzet van de maatregel met een frequentie van ongeveer eens per 500 jaar is dit effect verwaarloosbaar. Als de hoogwatergeul vaker wordt ingezet, kan onderhoudsbaggerwerk noodzakelijk zijn om de effectiviteit te behouden. In de hoogwatergeul kan ook vervuild slib sedimenteren. Het verwijderen daarvan kan kostbaar zijn (paragraaf 2.2.2). Ook kan extra baggerwerk in de hoofdgeul nodig zijn ten behoeve van de scheepvaart.

Ruimtelijke kwaliteit

Bij de aanleg van een hoogwatergeul kan gekozen worden voor behoud van de huidige functies in de hoogwatergeul of voor functiewijziging. Het behoud van de huidige functies zoals wonen (bijvoorbeeld op terpen) en werken (bijvoorbeeld schaderegeling landbouw) is op beperkte schaal mogelijk als de hoogwatergeul slechts zelden meestroomt. Omdat het water in een hoogwatergeul vlot moet kunnen wegstromen, is het van belang de bebouwing beperkt te houden om de stromingsweerstand te minimaliseren. Voor de uitzonderlijke situatie dat de hoogwatergeul meestroomt, kunnen schadevergoedingen en evacuatieplannen nodig zijn. Ook landbouw kan behouden blijven als de hoogwatergeul niet vaak meestroomt. Landbouwgebieden hebben vaak een lage stromingsweerstand en hebben daarom weinig effect op de rivierkundige werking.

Voor natuurontwikkeling in de hoogwatergeul is vaak een functiewijziging nodig. Een hoogwatergeul biedt kansen voor droge en natte natuur (paragraaf 2.3.2). Het type natuur en het beheer moeten passen bij de doorstroomfunctie. Vooral voor droge natuur is dat een belangrijke voorwaarde omdat droge natuur zich snel kan uitbreiden. De mogelijkheden voor natte natuur hangen af van het beheer, de overstromingsfrequentie, de morfodynamiek en de stroomsnelheden in de hoogwatergeul. Omdat hoogwatergeulen niet vaak meestromen, moet gedacht worden aan laagdynamische riviergebonden natuur zoals plasdrassituaties en op beperkte schaal (hardhout)ooibos. Door de langgerekte, smalle vorm van de hoogwatergeul en het meestal beperkte oppervlak zal de ecologische betekenis over het algemeen beperkt zijn. Meerwaarde kan ontstaan als de natuur in de hoogwatergeul een verbinding vormt tussen verschillende natuurkernen en op die manier een zogenaamde corridorfunctie vervult.

In een by-pass is met name recreatief en (extensief) stedelijk medegebruik kansrijk vanwege de nabijheid van de stad. In meestromende vlaktes kan een afwisselend landschap ontstaan met mogelijkheden voor natuur, landbouw en recreatie (afhankelijk van de frequentie van meestromen). In smalle kreken en killen is meestal alleen natuurontwikkeling mogelijk.

De gevolgen van de doorsnijding van het landschap en de inpassing in de bestaande gebiedsinrichting zijn van groot belang voor het ontwerp. De hoogwatergeul kan een barrière in het gebied vormen en de samenhang in cultuurhistorische waarden aantasten. De bereikbaarheid van het gebied kan worden aangetast waardoor aanvullende infrastructurele maatregelen noodzakelijk zijn die ook onder hoogwateromstandigheden moeten functioneren. Ook met deze aspecten moet het ontwerp rekening houden.

Het ontwerp van hoogwatergeulen moet verder rekening houden met milieuhygiënische gevolgen. De overwegingen zijn beschreven in Paragraaf 3.4.3.

04 / REALISATIE



Luchtfoto Ochten: werken aan dijkversterking langs de Waal

04 / REALISATIE

Na afronding van de planstudie gaat de realisatiefase van start. Het vastgestelde plan wordt in deze fase verder uitgewerkt in een uitvoeringsplan. Voordat de schop echt in de grond gaat moeten allerlei zaken geregeld worden, zoals grondverwerving, het vaststellen van een programma van eisen voor de uitvoering en de aanvraag van vergunningen. De gedachtevorming daarover start overigens al tijdens de planvormingsfase (zie hoofdstukken 2, 3 en 4 van Deel 2).

4.1 Overgang van planstudie naar realisatiefase

In paragraaf 4.7 van Deel 2 zijn al enige aandachtspunten voor de overgang van het voorkeursalternatief naar de realisatiefase beschreven. De planstudiefase wordt afgerond met een projectbesluit van de beheerder. Dit komt overeen met beslismoment SNIP 3. Hierna wordt het plan voorgelegd aan het bevoegd gezag, dat bij een positief oordeel een goedkeuringsbesluit publiceert. De mogelijkheid bestaat om beroep aan te tekenen tegen dit besluit, bijvoorbeeld op grond van de *Wet op de Ruimtelijke Ordening* of *Wet op de waterkering*. De planstudiefase is afgerond wanneer de beroepstermijn is verlopen of wanneer het ingediende beroep niet gegrond wordt verklaard.

De realisatiefase kan starten na de voorbereidingsbeslissing uitvoering (beslismoment SNIP 4). De kernvragen in de realisatiefase zijn:

- Wat moet precies gerealiseerd worden?
- Aan welke eisen moet de werkwijze voldoen?
- Wanneer moet de uitvoering gereed zijn?
- Hoe wordt het plan gerealiseerd?

Daarbij moeten tal van activiteiten en procedures worden geregeld. Denk hierbij aan de planologische inpassing, grondverwerving, schadeafhandeling, vergunningenprocedures.

4.2 Uitvoeringsplan

Het definitieve plan van de planstudiefase wordt verder uitgewerkt in een uitvoeringsplan. Tijdens deze stap bestaat de mogelijkheid om beeldbepalende elementen aan het ontwerp

toe te voegen of te veranderen, als daarvoor geen nieuwe procedures nodig zijn. Het ruimteslag zal daarbij over het algemeen niet veranderen. Het is aan te raden om de ontwerpers van het plan en de toekomstige beheerders bij dit proces te betrekken.

In hoofdstuk 6 van Deel 1 zijn verschillende contractvormen voor de uitvoering toegelicht. In de traditionele contractvorm voor de realisatie (UAV/RAW) wordt het uitvoeringsplan 'bestek' genoemd. Het bestek bevat voldoende informatie voor een aannemer om een goede inschatting te maken van de werkzaamheden en de aanneemsom. Het bestek geeft de opdrachtgever bovendien voldoende zekerheid dat de rivierverruiming aan de juiste functionele en kwalitatieve eisen zal voldoen. Het bestek vormt in deze contractvorm een belangrijk contractdocument voor aannemer en opdrachtgever. Bij andere contractvormen, zoals design & construct of turnkey, is het opstellen van het uitvoeringsplan onderdeel van een geïntegreerde uitbesteding.

Het benodigde detailniveau van de aanbestedingsstukken hangt af van de gekozen marktbenadering. Bij een traditioneel RAW-bestek is het detailniveau hoog (schaal van de tekeningen circa 1:100). Bij een design & construct of turnkey contract is het detailniveau lager (schaal tekeningen circa 1:2500). Een programma van eisen voor het uitvoeringsplan en de uitvoering zal altijd onderdeel vormen van de aanbestedingsstukken.

4.3 Grondverwerving en schade

4.3.1 Grondverwerving

Vaak moet voor een rivierverruimingsproject grond worden aangekocht, omdat de gebruiksfunctie drastisch wijzigt. In dat geval zijn onderhandelingen nodig met de grondeigenaren. Als de huidige eigenaar instemt met de gewijzigde functie, is verwerving uiteraard niet noodzakelijk.

In de planvormingsfase zijn de uitgangspunten voor de grondverwerving vastgesteld om de haalbaarheid en de kosten vast te kunnen stellen. De daadwerkelijke grondverwerving vindt doorgaans tijdens de realisatiefase plaats. Er zijn verschillende vormen van grondverwerving te onderscheiden:

- verwerving voor tijdelijke ingebruikname; bijvoorbeeld voor rij- en werkstroken, terreinen voor opslag en ketenpark;
- minnelijke grondverwerving; de grondeigenaren verkopen de terreinen vrijwillig, via normale onroerendgoedtransacties;
- onteigening; wanneer minnelijke verwerving niet slaagt, is onteigening mogelijk als sprake is van een gemeenschapsbelang, bijvoorbeeld een veiligheidsbelang. De percelen die voor onteigening in aanmerking komen worden aangewezen bij Koninklijk Besluit (KB). Een civiele procedure leidt vervolgens tot de feitelijke onteigening. De totale onteigeningsprocedure, van poging tot minnelijke verwerving tot een onherroepelijk onteigeningsvonnis, kan meer dan drie jaar duren.

Omdat de doorlooptijd van de grondverwerving vaak lang is, is het belangrijk hier tijdig mee te beginnen, eventueel al tijdens de planvormingsfase.

4.3.2 Schade en overlast tijdens en na uitvoering

De aanleg van een waterkering veroorzaakt in veel gevallen overlast voor de omgeving (geluid, stank) en kan zelfs schade veroorzaken, ook na de uitvoering. Schade bij rivierverruimingsprojecten kan worden veroorzaakt door trillingen door zwaar verkeer of de uitvoering. Ook landbouwschade door veranderde grondwaterstanden is mogelijk.

Schade door trillingen

- *Trillingsschade door uitvoering*

Trillingsschade is vaak moeilijk te voorspellen. Er bestaan wel voorschriften voor toelaatbare trillingsniveaus voor verschillende typen bebouwing. Meer informatie is te vinden in de SBR Richtlijnen van Stichting Bouwresearch (2002). Ook de registratiewijze van de trillingen is hierin beschreven. Het verdient aanbeveling hier nauwkeurige uitvoeringsvoorwaarden voor vast te leggen in het uitvoeringsplan of bestek.

- *Trillingsschade door transport*

Als grond over de weg wordt aan- of afgevoerd zal de wegbeheerder eisen stellen aan het gebruik van de wegen. De wegbeheerder wijst aan over welke wegen transport is toegestaan en welke wegen gesloten zijn voor transport. De toestand van de wegen moet vlak voor de uitvoering nauwgezet worden vastgelegd. Rapportage hierover wordt aan de wegbeheerder en aan de opdrachtgever verstrekt en zonodig gedeponereerd bij de notaris. Ook hiervoor geldt dat het testen van de beoogde uitvoeringsmethode op de locatie raadzaam is.

Meer informatie over trillingshinder en trillingsschade is te vinden in CUR 95-2 (Prognosemodel Trillingshinder), van CUR (1995), Stichting Bouwresearch (2002-a), respectievelijk de Richtlijnen Trillingsschade van Stichting Bouwresearch (2002-b).

Landbouwschade

Landbouwschade kan worden bepaald op basis van grondwaterstandmetingen in combinatie met de standaard methoden van de Landinrichtingsdienst (programma BODEP, Berekening Opbrengst DEPressie). De gewasschade van een jaar (€) is gedefinieerd als het verschil tussen de berekende gewasopbrengst in een gemiddeld jaar (eens per 2 jaar) en de berekende gewasopbrengst in het jaar dat beschouwd wordt, vermenigvuldigd met de prijs van het gewas in normale omstandigheden. Als het verschil negatief is (opbrengst in beschouwde jaar hoger dan in gemiddeld jaar) dan is er geen schade. Meer informatie staat in het rapport Droogtestudie Nederland (RIZA et al., 2004).

Schadeafhandeling

Schade die ontstaat door de uitvoering van het project moet worden vergoed.

In alle gevallen is het van belang om procedures vast te stellen voor het afhandelen van schadegevallen en daarover goed te communiceren met de direct betrokkenen. Het is aan te bevelen om de volgende stappen te doorlopen voordat de uitvoering van start gaat:

- In het uitvoeringsplan de mogelijke schade benoemen en aangeven hoe hiermee wordt omgegaan.
- In het uitvoeringsplan/bestek het uitvoeren van proeven opnemen waarmee de aannemer kan aantonen dat hij voldoet aan de eisen aan trillingen.
- De bouwkundige staat van bebouwing vlak voor de uitvoering nauwgezet vastleggen (nulsituatie). Rapportage hierover aan de eigenaar van het pand en aan de opdrachtgever verstrekken en zonodig bij de notaris deponeren;
- Een goede schaderegeling hanteren. Eventueel een onafhankelijke schadecommissie laten instellen door het bevoegd gezag die alle schademeldingen afhandelt.
- Als de schade moeilijk te voorspellen is kan de opdrachtgever of de uitvoerder een Construction All Risk (CAR) verzekering afsluiten. Een CAR-verzekering dekt schaderisico's tijdens en na de uitvoering af. De verzekering kan worden afgesloten voor een project, maar er bestaan ook doorlopende CAR-verzekeringen.

4.4 Vergunningen

In de planstudiefase zijn de benodigde vergunningen geïnventariseerd en grotendeels aangevraagd. In de realisatiefase zijn in aanvulling daarop specifieke vergunningen en ontheffingen nodig. Een vergunningenplan geeft per vergunning of ontheffing informatie over het bevoegd gezag, de proceduretijd en de kosten. Bij de vergunningaanvragen kunnen berekeningsresultaten, tekeningen, ramingen en resultaten van aanvullende onderzoeken (geluid, bodemkwaliteit, etc.) vereist zijn. Ook kan het noodzakelijk of wenselijk zijn overleg te voeren met het bevoegd gezag voor de vergunning.

Verleende vergunningen kunnen informatie bevatten voor het toekomstige beheer. Daarom is het belangrijk de informatie vast te leggen voor het beheer- en onderhoudsplan (zie hoofdstuk 5).

4.5 Uitvoering

De uitvoering van het project kan starten zodra door de staatssecretaris financiering is opgenomen in een vastgesteld Hoogwaterbeschermingsprogramma (beslismoment SNIP 4). Met dit beslismoment committeert het Rijk zich aan het beschikbaar stellen van budgetten in de afgesproken jaren. Met het beslismoment SNIP 5 committeert de beheerder zich aan de realisatie binnen de afgesproken tijd en voor het geraamde bedrag. Het werk eindigt bij het opleveringsbesluit (beslismoment SNIP 6). Tussen de beslismomenten SNIP 5 en SNIP 6 zijn de volgende onderwerpen en activiteiten relevant.

4.5.1 Programma van eisen

Net als voor het ontwerp wordt ook voor de uitvoering vaak een programma van eisen opgesteld. Hierin staan heldere randvoorwaarden voor het budget, de uitvoeringstermijn en de fasering. Ook vergunningsvoorschriften stellen vaak eisen aan de uitvoering. Het programma van eisen kan consequenties hebben voor het uitvoeringsplan en moet daarom zo vroeg mogelijk opgesteld worden. Bij het opstellen van het programma van eisen voor de uitvoering kan de volgende checklist behulpzaam zijn:

1 Budget

- welk budget is maximaal beschikbaar?

2 Uitvoeringstermijn en fasering (zie ook paragraaf 4.5.2)

- wat is de eindoplevering?
- wat en wanneer zijn de tussenopleveringen?

3 Veiligheid

- er is gedurende de uitvoering altijd een primaire kering aanwezig;
- de tijdelijke opstuwing van waterstanden door de uitvoering is minimaal;
- tijdens de uitvoering treden geen onbeheersbare situaties op zoals erosie van oevers.

4 Hinder

Tijdens de uitvoering worden grenzen gesteld aan de hinder. Deze grenzen worden gedefinieerd aan de hand van:

- (maximale) geluidscontouren;
- duur van de uitvoering, alsmede op welke dagen en uren er sprake is van hinder;
- overige hinder zoals laagfrequent geluid, transportstof en trillingen;
- tijdelijke veranderingen in de grondwaterstand.

5 Schade en schaderegeling

Voor mogelijke schade (trilling, zetting, grondwaterstanden) wordt vastgelegd:

- de nulsituatie die kan dienen als referentie;
- de wijze van schadebepaling;
- de procedure van schadeafhandeling.

6 Overige uitvoeringseisen

- eisen ten aanzien van de uitvoeringsnauwkeurigheid;
- het beheer tijdens de uitvoering;
- eisen ten aanzien van ontzien van bestaande natuur;
- opgelegde (NEN) normen voor de uitvoering.

4.5.2 Fasering

Fasering van de werkzaamheden moet goed doordacht en beschreven worden. Het programma van eisen geeft hier doorgaans de uitgangspunten voor. Aandachtspunten zijn:

1 Vergunningen en voorschriften

- Er moet altijd een gesloten primaire waterkering aanwezig zijn. Bij dijkverlegging moet dus de nieuwe dijk gereed en aangesloten zijn, voordat de oude dijk wordt verwijderd. Voor een binnendijkse hoogwatergeul geldt dat eventuele dijken en de gebiedsinrichting gereed moeten zijn voordat de hoogwatergeul wordt aangesloten.
- Uit vergunningsvoorwaarden kunnen perioden volgen waarin uitvoering niet is toegestaan, bijvoorbeeld het storm- en hoogwaterseizoen dat ongeveer van november tot april loopt. Waterstandverhogingen als gevolg van uitvoering zijn niet acceptabel in dit seizoen. Ook het broedseizoen kan eisen stellen aan de fasering.
- De voorkeur gaat uit naar een fasering waarin tijdelijke waterstandverhogingen minimaal zijn.

2 Technische randvoorwaarden

- Omdat de uitvoering van uiterwaardmaatregelen één of meerdere jaren in beslag kunnen nemen, moeten de (negatieve) effecten tijdens de uitvoering goed in beeld gebracht worden. In de uitvoeringsfase kunnen waterstandverhogende effecten optreden door tijdelijke berging van grond. Ook tijdens laagwaterperioden kunnen ongewenste hydraulische effecten optreden door te lage waterstanden of te kleine waterdiepte. Hydraulische en morfologische effecten tijdens de uitvoering moeten worden bepaald met numerieke modellen (zie ook hoofdstuk 2).
- Eisen aan de veiligheid en ruimtelijke kwaliteit kunnen richting geven aan de uitvoeringsvolgorde. Een voordeel van uitvoering in bovenstroomse richting is bijvoorbeeld dat eventuele benedenstroomse effecten (lokale waterstandverhoging) van een verruimingstraject wordt gecompenseerd door benedenstroomse verruiming. Een nadelig effect van werken in stroomopwaartse richting kan zijn dat tijdens hoogwaterperioden opgewerveld materiaal van net verruimde trajecten kan sedimenteren in het benedenstrooms gelegen reeds eerder verruimde traject. Daar kan dat materiaal al tijdens de uitvoering van de totale rivierversuiming voor verondieping en eventueel vervuiling zorgen.
- Tijdens de uitvoering van de maatregelen langs de Rijntakken dient op verschillende momenten gecontroleerd te worden of de afvoerdeling op de splitsingspunten wordt verstoord. Indien dit het geval is moet de rivierbeheerder snel corrigerende maatregelen treffen.

3. Gebruiksfuncties

- In de meeste gevallen moeten verkeersstromen mogelijk blijven. Daarvoor kan het noodzakelijk zijn de uitvoering te faseren, waarbij per fase verschillende omleiding-

routes gebruikt worden. De bereikbaarheid van percelen, ook voor nooddiensten, is voortdurend een punt van aandacht.

- Als binnendijks gebied buitendijks gebied wordt, zullen mogelijk functies uit het gebied moeten verdwijnen. Bedrijfsverplaatsingen, nieuwbouw elders en sloop kunnen daarvoor noodzakelijk zijn. Hiervoor zijn procedures en vergunningen nodig. Een goede planning is noodzakelijk om overlast en hoge kosten te voorkomen. Het gehele proces vraagt veelal meerdere jaren.

4.5.3 Aanbesteding

In paragraaf 6.4 van Deel 1 zijn de mogelijke contractvormen in beeld gebracht. De gedachtevorming over de contractvorm begint al in de planvormingsfase. Iedere contractvorm stelt specifieke eisen aan de voorbereiding en het detailniveau van de aanbestedingsdocumenten. De methode van uitvoering kan in het bestek worden voorgeschreven (zie Kader 4.1) of worden overgelaten aan de uitvoerder van het werk. In het laatste geval is een goed functioneel programma van eisen gewenst om ongewenste consequenties van de uitvoering te voorkomen. In de gunningscriteria voor de uitvoering spelen naast de prijs en het plan van aanpak, doorgaans ook de kwaliteitsborging en het risicomanagement door de uitvoerder een belangrijke rol.

Kader 4.1 Uitvoeringsmethoden rivierverruiming

Voor de herinrichting van uiterwaarden geldt dat het werk 'droog' of 'nat' kan worden uitgevoerd. De wijze van uitvoering kan door de opdrachtgever worden opgelegd of over worden gelaten aan de aannemer. Vaak hangt de wijze van uitvoering af van de hoeveelheid af te voeren grond. Droge uitvoering gebeurt met voertuigen die in en uit de uiterwaard moeten kunnen rijden. Droge uitvoering leent zich meer voor het afgraven in dunne lagen. Natte uitvoering kan door middel van baggeren. Dit is een geschikte methode als diep wordt afgegraven, zoals in zand- en grindwinputten of voor de aanleg van nevengeulen.

Voor zomerbedmaatregelen is de droge uitvoering doorgaans geen optie. In geval van zomerbedverdieping zal worden gebaggerd. Voor zomerbedverbreding kan een combinatie van baggeren en droge uitvoering een optie zijn.

4.5.4 Risico's tijdens uitvoering

De verantwoordelijkheid voor de risicobeheersing gaat in de realisatiefase over van de ontwerpende partij naar de uitvoerende partij die immers het beste zicht heeft op de uitvoering van het werk. Afhankelijk van de aanbestedingsvorm is het de verantwoordelijkheid van de opdrachtgever of de uitvoerder. In het laatste geval kan de wijze van risicobeheersing onderdeel zijn van de gunningscriteria.

Voor de beheersing van het uitvoeringsproces bestaan verschillende hulpmiddelen, waaronder een risicoanalyse. In een risicoanalyse wordt onderscheid gemaakt naar procesrisico's ('de uitvoering') en objectrisico's ('het werk'). De beide soorten risico's zijn onder te verdelen in zeven categorieën die de aard van het risico beschrijven:

- juridisch (vergunningen en procedures);
- organisatorisch (in- en externe communicatie);
- technisch (kennis en ervaring, kennis bestaande grondslag, toepassing overtollige grond);
- ruimtelijk (kabels en leidingen, aantreffen cultuurhistorische waarden, aantreffen natuurwaarden);

- financieel (budget, aanneemsom);
- maatschappelijk (overlast);
- politiek (tegengestelde belangen, verschuiving prioriteiten).

In CUR (2003) zijn bovengenoemde risico's nader uitgewerkt en wordt het proces van risico-beheersing beschreven op basis van het model RISMAN.

05 / BEHEER EN ONDERHOUD



De zomerkade langs de Neder-Rijn in Arnhem

05 /

BEHEER EN ONDERHOUD

De rivierbeheerder heeft de taak ervoor te zorgen dat een rivierverruimende maatregel zijn functie(s) blijft vervullen. De vereiste waterstandverlaging moet gehandhaafd blijven en ook de ruimtelijke kwaliteit moet op voldoende niveau blijven. Dit hoofdstuk beschrijft op hoofdlijnen de wettelijke en beleidsmatige kaders en de uitwerking daarvan voor het beheer en onderhoud van rivierverruimende maatregelen. Ook bij rivierverruiming wordt de veiligheid tegen overstroming uiteindelijk gewaarborgd door een dijk. Het beheer en onderhoud van dijken is beschreven in Deel 3, hoofdstuk 4 van deze leidraad.

5.1 Juridisch kader en financiering

Een rivierverruimende maatregel heeft als doel het verlagen van de waterstand. Zonder ingrijpen zal na verloop van tijd zal de effectiviteit van de maatregel afnemen, bijvoorbeeld door vegetatieontwikkeling in natuurgebieden, sedimentatie in nevengeulen en het zomerbed en vastroesten van bewegende in- en uitlaatconstructies. Beheer en onderhoud is noodzakelijk om voldoende effectiviteit blijvend te waarborgen. De rivierbeheerder is te allen tijde verantwoordelijk voor deze beheerstaak. In sommige gevallen zal de rivierbeheerder zelf het onderhoud uitvoeren, bijvoorbeeld het op diepte houden van het zomerbed na verdieping of verbreding en het onderhoud van in- en uitlaatconstructies. In andere gevallen zal het gebied na oplevering van de maatregel ook voor andere functies gebruikt worden, bijvoorbeeld voor natuur, landbouw, wonen of recreatie. In dat geval zal de initiatiefnemer voor de gebruiksfunctie een vergunning aanvragen bij de rivierbeheerder in het kader van de *Wet beheer Rijkswaterstaatswerken (Wbr)*. In de vergunningvoorschriften zal de rivierbeheerder voorwaarden opnemen om te waarborgen dat de rivierverruimende functie gewaarborgd blijft. Zo zal de vergunning voor een natuurbeheerder voorwaarden bevatten voor de maximale ruwheid die het natuurgebied mag veroorzaken en daarmee beperkingen opleggen aan de vegetatieontwikkeling. De natuurbeheerder zal budget moeten krijgen voor specifiek beheer, bijvoorbeeld voor het beperken van de maximum ruwheid van de uiterwaard.

Kader 5.1 NURG en IRMA

Als uitwerking van de Vierde Nota Ruimtelijke Ordening Extra is in 1991 voor het rivierengebied de Nadere Uitwerking voor het RivierenGebied (NURG) vastgesteld. Sindsdien staat NURG symbool voor het realiseren van nieuwe natuur in de uiterwaarden van grote rivieren. Sinds 1993 werken het Ministerie van Verkeer en Waterstaat en het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Voedselkwaliteit samen aan de realisatie van het NURG-programma. De doelstelling van NURG is het realiseren van 7.000 ha nieuwe natuur in de uiterwaarden van de Rijnakken en het bedijkte deel van de Maas in 2015. Deze nieuwe natuur vormt een onderdeel van de Ecologische Hoofdstructuur in het rivierengebied. Tegelijk met het realiseren van de nieuwe natuur, wordt ook een bijdrage geleverd aan de veiligheid, door de rivier meer ruimte te geven. De ministeries dragen ieder 50% bij aan de kosten. NURG moet op het zelfde moment zijn afgerond als de Planologische kernbeslissing (PKB) Ruimte voor de Rivier (2015).

De onbedijkte riviertrajecten langs de Maas vallen onder een gelijksoortig IRMA-Programma (Interreg Rijn-Maasactiviteiten).

Het Ministerie van LNV is in het rivierengebied verantwoordelijk voor het landbouwbeleid en de Ecologische Hoofdstructuur. Landbouw en natuur zijn belangrijke functies in het rivierengebied. Daarom is het Ministerie van LNV op verschillende manieren betrokken bij rivierverruimingsprojecten:

- De Dienst Landelijk Gebied (DLG) van het Ministerie van LNV is initiatiefnemer van veel natuurontwikkelingsprojecten in de uiterwaarden.
- Het Ministerie van LNV is vaak medefinancier van natuurontwikkelingsprojecten die onder NURG en IRMA vallen (zie Kader 5.1).
- Het Ministerie verleent vergunningen in het kader van de *Natuurbeschermingswet* en de *Flora- en faunawet*.
- Staatsbosbeheer (onderdeel van het ministerie) kan beheerder van natuurgebieden in de uiterwaarden zijn.

Ook de provinciale Landschappen en Natuurmonumenten zijn vaak als beheerder van natuurgebieden in het rivierengebied betrokken.

Om ervoor te zorgen dat een rivierverruimende maatregel blijft voldoen aan de eisen, is beheer en monitoring nodig. Hiervoor stelt de rivierbeheerder een beheerplan en een monitoringplan op.

Beheerplan

In een vroeg stadium van een rivierverruimingsproject wordt bepaald wie de toekomstige terreinbeheerder (natuur en landschap) wordt. Deze beheerder wordt zo veel mogelijk bij alle fasen van het project betrokken. Als een van de eerste activiteiten stelt de terreinbeheerder een beheerplan op, dat ingaat op:

- beschrijving van de gewenste situatie;
- handhaving van de gebruiks- en belevingswaarde;
- handhaving van de hydraulische taakstelling (met name de situatie aan het begin van het hoogwaterseizoen is belangrijk);
- criteria voor ingrijpen;
- toe te passen methoden van onderhoud;
- financiering;
- afstemming met plannen in aansluitende riviertrajecten.

De rivierbeheerder toetst het beheerplan in de ontwerpfase aan de wetgeving en verordeningen zoals de *Wet beheer Rijkswaterstaatswerken (Wbr)*, de *Flora- en faunawet*, *Wet milieubeheer* en de *Wet op de waterkering*.

Monitoringplan

Monitoring is nodig om te controleren of de werkelijke situatie aan het programma van eisen voldoet. Na realisatie van het project wordt gemeten of de doelstellingen gehaald zijn. Vervolgens wordt periodiek gecontroleerd of nog aan de eisen wordt voldaan.

Een monitoringplan bevat omschrijvingen van:

- referentiesituatie;
- meetmethoden;
- meetfrequentie;
- meetlocaties;
- wijze van bewerking van de meetgegevens;
- wijze van rapportage.

In het plan kan bijvoorbeeld zijn opgenomen dat de beheerder eens in de vijf jaar de vegetatiestructuur in kaart brengt en een hoogtemeting uitvoert. Daarmee kan worden getoetst of nog wordt voldaan aan de taakstelling van het project. Meer informatie hierover en het Draaiboek Monitoren Hoogwaterveiligheid vindt u in paragraaf 5.3.

De vastlegging van de nulsituatie in het monitoringplan is belangrijk als referentie voor de ontwikkelingen. Als die ontwikkelingen anders blijken te zijn dan verwacht kan de beheerder onderhoudsmaatregelen of, indien noodzakelijk, aanvullende maatregelen nemen. Monitoring is niet alleen van belang voor het project zelf maar ook voor toekomstige rivierverruimende projecten. De monitoring levert kennis op over de effecten en de voorspelmingsmethoden van de verschillende effecten.

5.2 Uitvoering beheer en onderhoud

Elk type maatregel stelt specifieke eisen aan beheer en onderhoud. Voor de PKB Ruimte voor de Rivier is geanalyseerd welke consequenties verschillende typen maatregelen hebben voor het beheer. Op basis daarvan is bepaald welke maatregelen vanuit het oogpunt van beheer de voorkeur verdienen. De resultaten daarvan zijn beschreven in PKB RvdR (2005).

Zomerbedmaatregelen

Zomerbedverruiming vereist altijd onderhoudswerkzaamheden (baggeren) met een bepaalde frequentie om de hydraulische effectiviteit van de maatregel te behouden. Onderhoud aan kribben kan noodzakelijk zijn om te voorkomen dat de stromingsweerstand door begroeiing toeneemt en dat kribben achterloops raken. Regelmatig worden kribben door schepen aangevaren, waarbij behoorlijke schade aan het krib kan ontstaan. Ook schade door verzakkingen, ondermijning, recreanten en vervuiling (bijvoorbeeld door een olie-lozing) moet regelmatig worden hersteld.

Uiterwaarden

Het waterstandverlagende effect van een uiterwaardmaatregel neemt in de loop van de tijd af door sedimentatie en toename van de stromingsweerstand door vegetatiesuccessie. Vegetatiesuccessie en sedimentatie zijn te beperken door de inrichting en vormgeving van het gebied. Voldoende morfo- en hydrodynamiek in de uiterwaard zijn belangrijk voor vertraging of zelfs periodieke terugzetting van de vegetatiesuccessie. Voor iedere uiterwaardinrichting zullen echter aanvullende beheer- en onderhoudsactiviteiten nodig zijn om de sedimentatie en vegetatie in de hand te houden. Aandachtspunt hierbij is dat de sedimentatiepatronen en de vegetatiesuccessie interessant kunnen zijn voor de ecologie. Daarom moet het gewenste eindbeeld al tijdens het ontwerp van de maatregelen vastgelegd worden, zodat duidelijk is of het ontwerp daarvoor voldoende ruimte biedt.

Figuur 5.1 Aanzanding uiterwaard langs de Waal



Onderhoud van vegetatie en bodemligging kan op verschillende manieren (zie ook Kader 5.2):

- Mechanisch: maaien, snoeien, kappen, baggeren, afgraven. Deze wijze van onderhoud kan verkoopbaar materiaal opleveren zoals hooi, biezengrass, hout en zand.
- Natuurlijk: door begrazing, regelmatige overstroming of hoge stroomsnelheden. Natuurlijk onderhoud vindt plaats door inzet van dieren of door de maatregel zo te ontwerpen dat bijvoorbeeld een nevengeul zichzelf instandhoudt.

Het is van belang om een goed beeld te houden van de ontwikkeling van het verruimde gebied om tijdig te kunnen ingrijpen of bij te sturen. Ervaringen met beheer van heringerichte gebieden zijn onder andere beschreven in *Graven en grazen in de uiterwaarden* (Pelsma et al., 2003), *Richtlijnen voor inrichting en beheer van uiterwaarden* (Wolters et al., 2001) en *Cyclisch beheer in uiterwaarden - Natuur en veiligheid in de praktijk* (Peters et al., 2006). Deze documenten geven op basis van langjarig onderzoek een goed beeld van de invloed van rivierverruiming (met name uiterwaardmaatregelen) op de vegetatieontwikkeling en de invloed van begrazing. Op basis van deze documenten kan de beheerder keuzes maken in het soort beheer, de intensiteit, de compartimentering en de periode (jaarrond- of zomerbegrazing). In de loop van de tijd kan het beheer veranderen. Voor natuur is het gewenst om voldoende variatie te houden op het niveau van een riviertak. Daarom is afstemming met beheerplannen van andere uiterwaarden van belang.

Na herinrichting van een uiterwaard zal de dijkbeheerder in hoogwatersituaties voor de beoordeling van de standzekerheid van de waterkering ook eventuele erosie van geulen nabij de waterkering moeten monitoren.

Kader 5.2 Cyclisch beheer in uiterwaarden

In natuurlijke rivieren vindt zowel successie van natuur plaats als afbraak. In natuurontwikkelingsgebieden komt de successie weer op gang. Maar de natuurlijke afbraakprocessen, zoals erosie en regelmatige overstroming, worden belemmerd door onder meer kades, oeverbeschermingen en hoog opgeslibte uiterwaarden. Jonge pionierstadia zijn daarom heel zeldzaam. De voortgaande successie is ook voor de veiligheid ongewenst omdat ruigtes en bossen meer opstuwing veroorzaken dan pionierstadia. Cyclisch beheer is een vorm van beheer die de jonge pionierstadia terugbrengt door bijvoorbeeld begrazing, doorsteken van kades of regelmatige verlaging van oevers of uiterwaarden. Meer informatie is te vinden in Peters et al. (2006).

Dijkverlegging

Het beheer en onderhoud bestaan bij dijkverlegging uit het beheer van de nieuw gevormde uiterwaarden (zie hieronder), het beheer van de nieuwe waterkering (zie Deel 3, hoofdstuk 4 van deze leidraad) en het beheer van eventuele infrastructuur in het nieuwe buitendijkse gebied (bijvoorbeeld terpen). Als de oorspronkelijke dijk (deels) blijft bestaan, moet ook daarvoor het beheer en onderhoud worden geregeld.

Retentiegebieden

Duidelijk moet zijn welke partij besluit tot ingebruikname van een retentiegebied en welke partij het retentiegebied daadwerkelijk in werking stelt. Bij inzet van het retentiegebied moet helder zijn wie welke handelingen verricht en op welke wijze de besluitvorming plaatsvindt. Dit proces moet beschreven zijn in een protocol dat gedurende het ontwerp moet worden opgesteld. De ervaringen gedurende de beheer- en onderhoudsfase kunnen eventueel aanleiding geven tot aanpassingen aan het protocol. Om de hydraulische functie te kunnen blijven vervullen, moet het bergende vermogen van het retentiegebied behouden blijven en moeten de in- en uitlaatwerken goed blijven functioneren. Beweegbare delen zoals schuiven, kleppen en deuren zijn kwetsbaar en het functioneren daarvan moet regelmatig worden gecontroleerd en getest. Om de bergende functie te behouden en om grote schade bij inzet te voorkomen, is het ook van belang dat het gebied niet volgebouwd wordt (opnemen in het bestemmingsplan) en dat voldoende evacuatiemogelijkheden in stand blijven. Daarvoor is het van belang dat de politiek en de burgers zich bewust blijven van de functie van het retentiegebied. Ruimtelijke ontwikkelingen, of juist de beperking daarvan, moeten worden afgestemd op de functie van retentie (uitbreidingsverbod, bouwverbod, bouwen op terpen). De druk van andere functies moet worden weerstaan. Voor de bergende functie is de verandering van de ruwheid door bijvoorbeeld vegetatiesuccessie van minder belang. De ruimtelijke kwaliteit kan daar wel eisen aan stellen.

Hoogwatergeulen

Ook voor hoogwatergeulen is een protocol nodig waarin staat wie welke handelingen uitvoert en op welke wijze de besluitvorming plaatsvindt bij inzet van de geul. Dit protocol wordt gedurende het ontwerp opgesteld. De effectiviteit van de hoogwatergeul kan afnemen door sedimentatie en vegetatieontwikkeling in de geul. Sedimentatie kan worden opgelost met baggerwerk. De mate van sedimentatie en de noodzaak tot baggeren zijn afhankelijk van de lokale situatie. Bij het besluit over baggeren spelen veiligheidsargumenten en ecologische argumenten een rol.

Als door vegetatieontwikkeling in stromende delen de afvoercapaciteit wordt gereduceerd zodat de vereiste waterstanddaling in de rivier niet meer is gegarandeerd, zal het teveel aan vegetatie verwijderd moeten worden.

Vegetatie en de afzetting van zand en slib kunnen ook de afvoercapaciteit van de aan- en afvoerkanalen beperken. Ook de conditie van vaste drempels kan teruglopen door aanzanding, inklinking of begroeiing. Het onderhoud moet het goed functioneren waarborgen.

Net als bij retentiegebieden, moeten de in- en uitlaatwerken van hoogwatergeulen in het hoogwaterseizoen goed functioneren. Dat moet regelmatig worden gecontroleerd en getest. De beweegbare delen krijgen daarbij bijzondere aandacht. Met name bij de in- en uitlaatwerken kan controle en onderhoud vaak alleen bij een laag rivierpeil worden uitgevoerd.

5.3 Toetsing

De beheerder van de waterkering moet conform de *Wet op de waterkering* elke vijf jaar toetsen of de waterkering nog aan de wettelijke voorschriften voldoet (zie Deel 1, hoofdstuk 3). Hiervoor worden de Hydraulische Randvoorwaarden vastgesteld. De wet stelt geen eisen aan de inrichting van het rivierbed. Maar indirect kan de toetsing wel gevolgen hebben voor het beheer van de uiterwaarden en het zomerbed. Bij veranderende Hydraulische Randvoorwaarden moeten de oorzaken van de verandering worden aangegeven (bijvoorbeeld hogere afvoer, ontwikkeling vegetatie). Als uit de toetsing blijkt dat een waterkering niet aan de eisen voldoet, kan dit probleem ook worden opgelost door nieuwe rivierversuimende maatregelen uit te voeren of door het (natuur)beheer aan te passen.

Rijkswaterstaat heeft verder het Draaiboek Monitoren Hoogwaterveiligheid ontwikkeld. Hiermee kan de rivierbeheerder op een systematische manier inzicht krijgen in de actuele toestand van de rivier in de periode tussen twee toetsingen. Het Draaiboek Monitoren Hoogwaterveiligheid beschrijft de stappen die doorlopen moeten worden om te komen tot een uitspraak over het actuele veiligheidsniveau van de waterkeringen. Ook worden instrumenten ter beschikking gesteld om bij verwachte waterstandstijging de oorzaak en omvang daarvan te bepalen. Daarmee kunnen nieuwe maatregelen worden gedefinieerd.

5.4 Ontwikkelingen beheer en onderhoud

De Nederlandse rivieren zijn de afgelopen twee eeuwen veranderd van natuurlijke rivieren in sterk gereguleerde rivieren om ze zo goed mogelijk te laten voldoen aan de gebruikswensen en tegemoet te komen aan de eisen voor veiligheid. De normalisatiewerken hebben geleid tot bodemerrosie en waterspiegeldalingen tijdens lage afvoeren en verlaagde grondwaterspiegels. Door een smaller winterbed en toegenomen hoogwaterafvoeren zijn de hoogwaterstanden gestegen. Als gevolg van de dijk aanleg is de sedimentatie in de uiterwaarden versneld en zijn de hoogwaterstanden gestegen.

Aanvullend op de bovenstaande problematiek worden de eisen aan het riviersysteem steeds strenger:

- verbetering van de ruimtelijke kwaliteit, met name door daarop gericht natuurbeheer;
- toename van het belang van de scheepvaart: intensiever verkeer en grotere schepen met sterkere motoren (Project Duurzame Vaardiepte Rijndelta, Project Maasroute);
- nieuwe beleidsuitgangspunten voor het omgaan met hoogwater: de beleidslijn Grote rivieren, waarbij in principe gekozen wordt voor profielverruiming boven dijkversterking.

Monitoring van de onderhoudstoestand geeft inzicht in de risico's op schade en maakt het mogelijk tijdig onderhoudsmaatregelen te treffen. Ongeremde vegetatieontwikkeling leidt bijvoorbeeld tot opstuwing tijdens hoogwater en daarmee tot een grotere kans op overstroming. Het verhogen van de natuurlijke dynamiek van de rivier in een uiterwaard vereist een grotere beheers- en onderhoudsinspanning. Kernpunt van het cyclisch rivierbeheer is een intensievere afstemming tussen rivierbeheerder en terreinbeheerder waarbij gezocht wordt naar ingrepen 'op maat' (zie Kader 5.2). Prestatiecontracten voor het onderhoud moeten het onderhoud efficiënter maken. In zo'n contract wordt afgesproken aan welke criteria de onderhoudstoestand moet voldoen en hoe de monitoring daar inzicht in geeft.

LITERATUUR

- AKWA (2006)* Handleiding sanering waterbodems. Advies- en Kenniscentrum Waterbodems, rapport 05.006. Lelystad, mei 2006
- Agtersloot R.C., D. Dijkstra, L. Terwel en M. Zeeman (1999)* WAQUA-GIS analyse voor de herinrichting van uiterwaarden. WLIDelft Hydraulics, rapport Q2476
- Alterra (2000)* Ruimte voor de Rivier, Ruimte voor de Natuur? Fase 1 Verkenning. Alterra Wageningen. 2000. Alterra-rapport 190
- Asselman N. (1999)* Slibmodellering in RvR, Fase 2. WLIDelft Hydraulics, Rapport R337
- Asselman N. en F. Klijn (2003)* Geschiktheid van uiterwaarden voor aanleg van nevengeulen. WLIDelft Hydraulics, rapport Q3244.50, mei 2003
- BDA-INTRON (2001)* Nationale beoordelingsrichtlijn BRL 9330, Grond uitgrootschalige projecten. BDA-INTRON b.v., Geldermalsen, januari 2001
- Bestuurlijke Begeleidingsgroep Ruimte voor Rijntakken (2000)* Advies Ruimte voor Rijntakken. Advies van de Bestuurlijke Begeleidingsgroep Ruimte voor Rijntakken aan de voorzitter van de Stuurgroep Deltaplan Grote Rivieren, staatssecretaris van Verkeer en Waterstaat, Arnhem, februari 2000
- Bont de, C.H.M., G.H.P. Dirks, G.J. Maas, H.P. Wolfert, O. Odé en G.K.R. Polman (2000)* Aardkundige en cultuurhistorische landschappen van de Biesbosch. Beschrijving en waardering van bouwstenen voor het landschapontwikkelings-concepten de effectevaluatie voor rivierverruiming. Wageningen, Alterra, rapportnr. 121
- Breen L. van en H. Havinga (2003)* Rivierkundige aspecten van nevengeulen in de uiterwaard. Rijkswaterstaat Oost-Nederland
- Brinke W. ten (2001)* Sedimentbalans Rijntakken. RIZA
- Commissie Luteijn (2002)* Eindrapport Commissie Noodoverloopgebieden. Commissie Luteijn, mei 2002
- Commissie m.e.r. (2002)* Geactualiseerde notitie over multicriteria-analyse in milieueffectrapportage. 30 september 2002
- CROW (2000)* Model overeenkomst UAV/gc 2000/2004. CROW

- CROW (2002)* Wat kost dat ? Standaardsystematiek voor kostenramingen in de GWW. CROW publicatie 137, 2e verbeterde druk, Ede, 2002
- CUR (1993)* Filters in de waterbouw, CUR rapport 161
- CUR (1995)* Prognosemodel Trillingshinder, CUR rapport 95-2
- CUR (1999)* Leidraad duurzaam ontwerpen grond-, weg- en waterbouw, CUR rapport 99-6
- CUR (2000)* Handboek Natuurvriendelijke Oevers, zes delen, CUR rapporten 200-205
- CUR (2003)* Risicobeheersing in de uitvoering. CUR rapport 2003-5
- CUR (2007)* INSIDE Innovatieve dijkversterking, CUR rapport 219. Stichting CURNET, Gouda. ISBN 978-90-376-0507-5
- Diermanse F.L.M. (2002)* Overwegingen bij de inzet van retentiegebieden. WLIDelft Hydraulics, Rapportnr. Q2975.34, september 2002
- Dirkx, G.H.P. en G.J. Maas (1998)* Ruimte voor Rijntakken. Historisch-geografische waarden in de uiterwaarden. Wageningen, DLO-Staring Centrum
- Dreumel van (1995)* Slib en zandbeweging in het noordelijke Deltabekken.
- Duel H. (2001)* Cyclic Floodplain Rejuvenation. A new strategy based on floodplain measures for both flood risk management and enhancement of the biodiversity of the river Rhine. Main Report. NCR Delft, CFR Project, december 2001.
- DWW (2004)* Handleiding voor de m.e.r.-procedure voor 'natte' RWS-projecten. Rapport DWW-2004-014, september 2004.
- Eijgenraam C.J.J., C.C. Koopmans, P.J.G. Tang en A.C.P. Verster (2000)* Evaluatie van grote infrastructuurprojecten, Leidraad voor kosten-batenanalyse. Ministerie van Verkeer en Waterstaat en Ministerie van Economische Zaken, Den Haag, februari 2000
- ENW (2007-a)* Technisch Rapport Ontwerpbelastingen voor het rivierengebied. Rapport behorend bij de Leidraad Rivieren. Mei 2007
- ENW (2007-b)* Addendum bij het Technisch Rapport Waterkerende Grondconstructies met betrekking tot Materiaal- en Schadefactoren. Mei 2007.
- ENW (2007-c)* Technisch Rapport Ruimtelijke Kwaliteit - De Ruimtelijke Kwaliteit van rivierveiligheid. Rapport behorend bij de Leidraad Rivieren. Mei 2007
- ENW (2007-d)* Technisch Rapport Actuele Sterkte van Dijken. In voorbereiding. (Dit rapport vervangt Onderzoeksrapport voor de bepaling van de actuele sterkte van rivierdijken; zie TAW, 1996-a)
- Geerse C.P.M. (1999)* De interpretatie van het Rijkkoort Weibull model, Rijkswaterstaat, RIZA, rapportnr. 99.048, juli 1999
- Geilen N., B. Pedroli, K. van Looy, L. Krebs, H. Jochems, S. van Rooij en Th. van der Sluis (2001)* Intermeuse the Meuse reconnected. NCR-publication 15-2001
- Geodelft, Fugro en Arcadis (2002)* Korte damwanden, eindrapport. Rapport GeoDelft CO-400920/41, december 2002
- Gonggrijp, G.P. (1977)* Gea-objecten van Zuid-Holland. RIN-rapport.
- Gonggrijp, G.P. (1980)* Gea-objecten van Utrecht. RIN-rapport 80-8.
- Gonggrijp, G.P. (1985)* Gea-objecten van Noord-Brabant. RIN-rapport 85-6
- Gonggrijp, G.P. (redactie) (1988)* Gea- objecten van Gelderland. Leersum, Rijksinstituut voor natuurbeheer, RIN-rapport 88/64

- Hesselink A.W. (2003)* Cultuurhistorie en landschap in het rivierengebied. Inventarisaties beleid, studies en literatuur. Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling (RIZA), Lelystad
- Heunks, E. en O. Odé (1998)* Ruimte voor Rijntakken; archeologische verwachtingskaart met geomorfogenetische onderbouwing. Rijkswaterstaat, RIZA
- Heynert K. (1998)* Analyse overgangsgebieden Rijntakken. WLdelft hydraulics. Rapport R3294.83, november 1998
- H+N+S (1985)* Plan Ooievaar. H+N+S Landschapsarchitecten, Gelderland, 1985
- Internationale Maascommissie (2002)* Actieplan Hoogwater Maas, voortgangsrapportage. Internationale Maascommissie, december 2002
- Jans L. (2004)* Evaluatie nevengeulen Gamerensche Waard 1996-2002, RIZA-rapport 2004.024, ISBN 9036956811, oktober 2004.
- Klijn F. en F. de Vries, (1997)* Uiterwaardverlaging. Gevolgen voor landbouw en natuurontwikkeling. RVR-rapport 98.01
- KNAG (1997)* Floodplains in the Netherlands. Geomorphological evolution over various time scales. KNAG, Faculteit Ruimtelijke Wetenschappen Universiteit Utrecht
- KNMI (2001)* Weer en water in de 21e eeuw. Een samenvatting van het derde IPCC klimaatrapport voor het Nederlandse waterbeheer. KNMI, De Bilt
- KNMI (2006)* Klimaat in de 21e eeuw, vier scenario's voor Nederland. KNMI, De Bilt, mei 2006.
- Kok M., J.W. Stijnen, A. Barendrecht, K. Heynert, A. Hooijer en J. Dijkman (2003-a)* Beperking van overstromingsrisico's in het Bovenrivierengebied. Een verkennende beleidsanalyse van rampenbeheersing en structurele maatregelen langs de Rijntakken. HKV [LIJN IN WATER](#) en WLdelft hydraulics, augustus 2003
- Kok M., J.W. Stijnen, A. Barendrecht, K. Heynert, A. Hooijer en J. Dijkman (2003-b)* Beperking van overstromingsrisico's in het Bovenrivierengebied. Een verkennende beleidsanalyse van rampenbeheersing en structurele maatregelen langs de bedijkte Maas. HKV [LIJN IN WATER](#) en WLdelft hydraulics, augustus 2003
- Lorenz C.M. (2001)* Rijkswateren-Ecotopen-Stelsels Oevers. Witteveen en Bos. Rw993.1 in opdracht van RWS-RIZA, 2001
- Maas G.J., H.P. Wolfert, M.M. Schoor en H. Middelkoop (1997)* Classificatie van riviertrajecten en kansrijkdom voor ecotopen een voorbeeldstudie vanuit historisch-morfologisch en rivierkundig perspectief. SC-DLO rapport 620
- Maaswerken (2003-a)* MER Grensmaas 2003, Hoofdrapport. Projectorganisatie De Maaswerken, februari 2003
- Maaswerken (2003-b)* MER Grensmaas 2003, Achtergrondrapport Grondwater. Projectorganisatie De Maaswerken, februari 2003
- Maaswerken (2003-c)* MER Grensmaas 2003, Achtergrondrapport Morfologie. Projectorganisatie De Maaswerken, maart 2003
- Maaswerken (2003-d)* MER Grensmaas 2003, Achtergrondrapport Rivierkunde. Projectorganisatie De Maaswerken, maart 2003
- Mattheck C. en H. Breloer (1995)* Handboek boomveiligheid, de boombreuk in mechanica en rechtspraak. Pius Floris Producties, Almere-Haven
- Middelkoop H. (1997)* Embanked floodplains in the Netherlands

Middelkoop H. E. Stouthamer, M.M. Schoor, H.P. Wolfert en G.J. Maas (2003) Kansrijkdom voor rivierecotopen vanuit historisch-geomorfologisch perspectief. Rijntakken-Maas-Benedenrivieren. Universiteit Utrecht, Alterra, Rijkswaterstaat RIZA, NCR-publicatie 21-2003

Ministerie van LNV (1990) Natuurbeleidsplan. Ministerie van LNV, 1990

Ministerie van LNV (1992) Nota 'Landschap'. Den Haag.

Ministerie van LNV (2001) Bergen met beleid - signaaladvies over de implementatie van waterberging en waterbuffering in beleid en uitvoeringsplannen, Raad voor het Landelijk Gebied, Publicatie RLG 01/4, juni 2001

Ministerie van LNV (2003) Structuurschema Groene Ruimte 2, Samen werken aan groen Nederland. Ministerie van LNV, 's-Gravenhage, maart 2003

Ministerie van OC&W, LNV, VROM en V&W (1999) Nota Belvédère. Ministeries van OC&W, LNV, VROM en V&W, juli 1999

Ministerie van V&W (1990) 3e Nota Waterhuishouding. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 's-Gravenhage, 1990

Ministerie van V&W (1998) Actief bodembeheer rivierbed – omgaan met verontreinigd sediment in de grote rivieren. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, 1998

Ministerie van V&W (1999) 4e Nota Waterhuishouding. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 's-Gravenhage, februari 1999

Ministerie van V&W (2000) 3e Kustnota, Traditie, trends en toekomst. 's-Gravenhage, 2000

Ministerie van V&W (2000) Anders omgaan met Water, Waterbeleid 21e eeuw. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 's-Gravenhage, december 2000

Ministerie van V&W (2001) Hydraulische Randvoorwaarden 2001 voor het toetsen van primaire waterkeringen. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, Delft, december 2001

Ministerie van V&W (2002) De veiligheid van de primaire waterkeringen in Nederland. Achtergrondrapport. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, Delft, november 2002

Ministerie van V&W (2004) De veiligheid van de primaire waterkeringen in Nederland. Voor-schrift Toetsen op Veiligheid voor de tweede toetsronde 2001-2006. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 's-Gravenhage, januari 2004

Ministerie van V&W (2006) Spelregelkader Hoogwaterbeschermingsprogramma. Bijlage B bij DGW 2006/261, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directoraat Generaal Water, februari 2006

Ministerie van V&W (2006-b) Syntheserapport Onderzoeksprogramma Rampenbeheersings-strategie Overstromingen Rijn en Maas. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, april 2006

Ministerie van V&W (2007-a) Hydraulische Randvoorwaarden primaire waterkeringen voor de derde toetsronde 2006-2011 (HR 2006) - Bijlage bij de regeling Hydraulische Randvoorwaarden primaire waterkeringen, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2007

- Ministerie van V&W (2007-b)* Voorschrift Toetsen op Veiligheid Primaire Waterkeringen voor de derde toetsronde 2006-2011 - Bijlage met de in artikel 5a van de Wet op de waterkering bedoelde regels voor de door de beheerder te verrichten beoordeling van de veiligheid van primaire waterkeringen behorende bij de Regeling voorschrift toetsen op veiligheid primaire waterkeringen. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2007
- Ministerie van V&W, Ministerie van VROM en Ministerie van LNV (2002)* PKB Ruimte voor Rivier, Startnotitie. Ministerie van V&W, Ministerie van VROM en Ministerie van LNV, 's -Gravenhage, mei 2002
- Ministerie van V&W, Ministerie van VROM en Ministerie van LNV (2006)* Planologische Kernbeslissing Ruimte voor de Rivier deel 4, Vastgesteld besluit, Nota van Toelichting
- Ministerie van VROM (1988)* 4e Nota Ruimtelijke ordening. Ministerie van VROM, 's-Gravenhage
- Ministerie van VROM (1995)* Bouwstoffenbesluit bodem- en oppervlaktewaterenbescherming. Koninkrijk der Nederlanden, Staatsblad 567, november 1995
- Ministerie van VROM (2001)* 5e Nota Ruimtelijke ordening. Ministerie van VROM, 's-Gravenhage, januari 2001
- Ministerie van VROM (2004)* Nota Ruimte. Ministerie van VROM, 's-Gravenhage, april 2004
- Ministerie van VROM en Ministerie van LNV (1995)* Structuurschema Groene Ruimte 1 (SGR-1). Ministerie van VROM en Ministerie van LNV, 's-Gravenhage, 1 januari 2005
- Ministeries van V&W, VROM, LNV, Provincies Utrecht, Gelderland, Overijssel, Noord-Brabant, Zuid-Holland, waterschappen, Vereniging Nederlandse Riviergemeenten, project-groep spankrachtstudie (2002)* Spankrachtstudie. Eindrapport. Den Haag
- Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, Provincie Gelderland en Ministerie van Verkeer en Waterstaat (2004)* Grensoverschrijdende effecten van extreem hoogwater op de Niederrhein. Eindrapport. RIZA, ISBN 9036956390
- Molen D.T. van der, H.P.A. Aarts, J.J.G.M. Backx, E.F. Geilen en M. Platteeuw (2000)* Rijkswateren-Ecotopen-Stelsels. Aquatisch. Rijkswaterstaat - RIZA, rapport 2000.038
- Molen D.T. van der, N. Geilen, J.J.G.M. Backx, B.J.M. Jansen en H.P. Wolfert (2003)* Water Ecotope Classification for integrated water management in the Netherlands. European Water Management Online. Official Publication of the European Water Association (EWA), © EWA 2003
- Mosselman E., H.J. Barneveld en H.J. De Vriend (2001)* Morfologie en herinrichting. WLIDelft Hydraulics, HKV LIJN IN WATER, TU Delft, augustus 2001
- Mosselman E., H.R.A. Jagers, F.X. Suryadi en S.A.H. van Schijndel (2004)* Optimalisatie inlaat nevengeulen. WL Delft Hydraulics, Rapport Q3553
- NCR (2001)* Cyclic Floodplain Rejuvenation. A new strategy based on floodplain measures for both flood risk management and enhancement of the biodiversity of the river Rhine. Main Report. CFR Project, NCR Delft, december 2001
- Nederlands Normalisatie-instituut (2003-2004)* NEN-3650 en NEN-3651 Buisleidingen, diverse delen
- NWP (2003)* Climate adaptation in water management – how are the Netherlands dealing with it? NWP, 2003. Discussion report on the Dutch Dialogue on Climate and Water

- Ogink H.J.M. (2002)* Zomerbedverdieping Merweden. WLIDelft Hydraulics. September 2002, Project Q3304
- Pelsma T., M. Platteeuw en T. Vulink (2003)* Graven en Grazen in de uiterwaarden – Uiterwaardverlaging, de voor- en nadelen voor ecologie en veiligheid. De toepasbaarheid van begrazing voor uiterwaardbeheer. RIZA, RIZA rapport 2003.014
- Peters B.W.E., E. Kater en G.W. Geerling (2006)* Cyclisch beheer in uiterwaarden – Natuur en veiligheid in de praktijk
- PKB RvdR (2005)*. PKB Ruimte voor de Rivier. Deel 1. Projectorganisatie Ruimte voor de rivier
- Provincies Gelderland, Overijssel en Utrecht en Rijkswaterstaat-DON (2003)* Actief Bodembeheer Rijntakken, Beleidsnotitie en Nota van Toelichting. Mei 2003
- Provincies Limburg, Noord-Brabant en Gelderland en Rijkswaterstaat-DLB (2003)* Actief Bodembeheer Maas, Beleidsnotitie en Nota van Toelichting. Mei 2003
- Provincie Zuid-Holland (2003)* Achtergrondrapport niet-waterkerende objecten VTV 2002. Eenvoudige toetsmethode op basis van beoordelingsprofiel. 's-Gravenhage, november 2003
- Rijkoort P.J. (1983)* A compound Weibull model for the description of surface wind velocity distribution, KNMI, Wetenschappelijk rapport WR 83-13 (FM)
- Rijkswaterstaat, Directie Limburg (2002)* Verkenning van de kansen en bedreigingen van rivierverruiming voor landbouw. Rijkswaterstaat Directie Limburg. Maastricht, IVM-rapport 05
- Rijkswaterstaat, Directie Limburg (2002)* Vroegere ruimte voor de Maas. Rivierkunde. Rijkswaterstaat Directie Limburg, Rapportnr. IVM-R-02, juli 2002
- Rijkswaterstaat, Directie Limburg (2003)* Integrale Verkenning Maas, Advies. Rijkswaterstaat Directie Limburg, Maastricht, april 2003
- Rijkswaterstaat, Directie Oost Nederland (1998)* Ruimte voor de Rivier, maar niet oeverloos
- Rijkswaterstaat, Directie Waterhuishouding en Waterbeweging (1978)* Hoogwatermodel Maas. Rijkswaterstaat Directie Waterhuishouding en Waterbeweging, Notitie 78.J
- Rijkswaterstaat, Oost Nederland (2006)* Voorlopig rivierkundig beoordelingskader voor ingrepen in de Rijntakken. Versie 10 april 2006
- RIZA (2001)* Sedimenttransport en morfologische ontwikkeling. RIZA, Rapport nr. RIZA2001.021
- RIZA (2002-a)* Bodemzoneringskaart Rijntakken. RWS/RIZA, september 2002
- RIZA (2002-b)* Bouwstenen Nota – Een overzicht van beschikbare ruimtelijke en technische maatregelen voor veilige verwerking van toekomstige maatgevende Rijnwaterafvoeren. Deelrapport Spankrachtstudie. Lelystad
- RIZA (2003)* Hoeveel (hoog)water kan ons land binnenkomen via de Rijn bij Lobith, nu en in de toekomst. RIZA, Rapportnr. 2003.015
- RIZA (2004)* Toepassing van de Watertoets door de Regionale Diensten van Rijkswaterstaat. Rijkswaterstaat RIZA, november 2004
- RIZA (2007)* Werkwijzer OEI bij SNIP. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, RIZA, Lelystad

- RIZA, Arcadis, HKV, K&B en KIWA (2004)* Droogtestudie Nederland. Aard, ernst en omvang van de droogte in Nederland. Resultaten fase 2a Informatiespoor Droogtestudie Nederland. Rijkswaterstaat RIZA, Arcadis, HKV [LIJN IN WATER](#), Korbee & Hovelynck, KIWA. Rizarapport 2004.31, december 2004
- RIZA en WLIDelft Hydraulics (2000-a)* Ruimte voor Rijntakken. Wat het onderzoek ons heeft geleerd. RIZA nota 2000.026
- RIZA en WLIDelft Hydraulics (2000-b)* Maatregelen in het stroomgebied van de Rijn. Een verkenning van mogelijkheden en effecten op hoogwaterstanden in Nederland. Rijkswaterstaat/RIZA document 2000.052X en WLIDelft Hydraulics rapport T2331.51
- Schoor M.M. en A.M. Sorber (1998)* Morfologie natuurlijk. ISBN 903695231. RIZA, Arnhem
- Schropp M.H.I. (1999)* Waterstandseffecten van verdieping van de Maas tussen Gennep en Grave. Rijkswaterstaat-RIZA, rapport 99.029, april 1999
- Schropp M.H.I. (2000)* Evaluatie monitoring zomerbedverdieping Gennep - Grave. Rijkswaterstaat-RIZA, rapport 2000.017, april 2000
- Schropp M.H.I., P. Jesse en J.A.F. van Essen (2000)* Morfologie en zandtransport Maas zomerbedverdieping Gennep - Grave, Monitoringsresultaten 1996-1999. Rijkswaterstaat-RIZA, rapport 2000.001, september 2000
- SIKB (2006)* Nationale beoordelingsrichtlijn voor het KOMO® Attest-met-Productcertificaat en het NL-BSB®-certificaat voor Grond. Stichting Infrastructuur Kwaliteitsborging Bodembeheer, SIKB/stukken 06.13603. Gouda, februari 2006
- Silva W., R.M. Slomp, J.W. Stijnen en E. van Velzen (2005)* Rampenbeheersingsstrategie, Overstromingen Rijn en Maas. Achtergrondrapportage Veiligheid en rivierkunde. RIZA-rapport 2005.024, ISBN-nr. 90 36 95 69 78
- Smit, B., D. Bekius & A.W. Hesselink (2004)* Cultuurhistorie en aardkunde van het Benedenrivierengebied. Inventarisatie en waardering van het Oostelijk deel. RIZA-rapport 2003.025
- Soet de, F. (1976)* De waarden van de uiterwaarden; een milieukartering en -waardering van de uiterwaarden van de IJssel, Rijn, Waal en Maas. Pudoc, Wageningen
- Spijk van A. (2003)* Huidige situatie en autonome situatie noordelijke Deltabekken
- Staatscourant (1996)* Wet op de Waterkering. Staatsblad 20, 9 januari 1996
- Stichting Bouwresearch (2002)* Richtlijnen Trillingsschade, SBR Richtlijnen delen A, B en C, DIN 4150. Stichting Bouwresearch, SBR-richtlijn A 'Schade aan Gebouwen'; SBR-richtlijn B hinder voor personen in gebouwen; SBR richtlijn C hoe om te gaan met storingsgevoelige apparatuur
- Stichting Bouwresearch (2002a)* SBR-richtlijn Trillinghinder, deel B. Stichting Bouwresearch, Rotterdam, augustus 2002
- Stichting Bouwresearch (2002b)* SBR-richtlijn Schade aan bouwwerken, meet- en beoordelingsrichtlijnen, deel A. Stichting Bouwresearch, Rotterdam, augustus 2002
- Stijnen J., M. Kok en M.T. Duits (2002)* Onzekerheidsanalyse Hoogwaterbescherming Rijntakken. Onzekerheidsbronnen en gevolgen van maatregelen. HKV [LIJN IN WATER](#), Rapportnr. PR464, november 2002
- STOWA (1999)* Blauwdruk Beheerplan Waterkeringen. STOWA
- STOWA (2000)* Handleiding voor beplanting op en nabij waterkeringen. STOWA-rapport 2000-06, ISBN 90.57773.086.3.

- STOWA, CUR, Rijkswaterstaat DWW (2003)* Beoordeling primaire rivierdijken bij Hoogwater. Beta-versie december 2003
- Stuurgroep IVM* Advies Integrale Verkenning Maas 2, april 2006
- TAW (1985)* Leidraad voor het ontwerpen van rivierdijken, Deel I – Bovenrivierengebied. Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen, 's-Gravenhage, september 1985
- TAW (1988)* Leidraad Keuzemethodiek Dijk- en oeverbekledingen. Deel I en II
- TAW (1989)* Leidraad voor het ontwerpen van rivierdijken, Deel II – Benedenrivierengebied. Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen, 's-Gravenhage, september 1989
- TAW (1994-a)* Handreiking Visie-ontwikkeling, keuzen en afbakening van het werkterrein van de dijkversterking. April 2004
- TAW (1994-b)* Handreiking Inventarisatie en waardering LNC-aspecten, een methode voor beschrijving en betekenisgeving van de LNC-aspecten in de planvorming van de dijkversterking. April 2004
- TAW (1994-c)* Handreiking Beleidsanalyse, een methode voor het ontwikkelen en beoordelen van alternatieven in de planvorming van de dijkversterking. April 2004
- TAW (1994-d)* Handreiking Constructief ontwerpen, onderzoek en berekening naar het constructief ontwerp van de dijkversterking. April 2004
- TAW (1994-e)* Handreiking Ruimtelijk ontwerpen, Dijkversterking als ontwerpogave. April 2004
- TAW (1996-a)* Technisch Rapport Klei voor Dijken. Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen, Delft, mei 1996
- TAW (1996-a)* Onderzoeksrapport voor de bepaling van de actuele sterkte van rivierdijken. Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen, Delft, juni 1996 (Dit rapport wordt vervangen door ENW, 2007-d.)
- TAW (1998-a)* Grondslagen voor Waterkeren. Technische adviescommissie voor de Waterkeringen, Delft, januari 1998
- TAW (1998-b)* Technisch rapport erosiebestendigheid van grasland als dijkbekleding; Technische adviescommissie voor de Waterkeringen, Delft
- TAW (1999-a)* Technisch Rapport Zandmeevoerende Wellen. Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen, Delft, maart 1999
- TAW (1999-b)* Leidraad Zee- en Meerdijken + basisrapport. Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen, Delft, december 1999
- TAW (2000)* Van overschrijdingskans naar overstromingskans. Technische Adviescommissie voor de Waterkering, Delft 2000
- TAW (2001)* Technisch Rapport Waterkerende Grondconstructies. Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen, Delft, juni 2001
- TAW (2002-a)* Technisch Rapport Golfploop en golfoverslag bij dijken. Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen, Delft, mei 2002
- TAW (2002-b)* Technisch Rapport Asphalt voor waterkeren. Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen, Delft, november 2002
- TAW (2002-c)* Leidraad Zandige Kust. Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen, Delft, december 2002

- TAW (2003-a)* Technisch Rapport Waterspanningen bij Dijken. Concept. Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen, Delft, februari 2003
- TAW (2003-b)* Leidraad Kunstwerken. Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen, Delft, mei 2003
- TAW (2003-c)* Technisch Rapport Steenzettingen. Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen, Delft, december 2003
- TAW (2004)* Technisch Rapport Kistdammen en Diepwanden in Waterkeringen, Technische adviescommissie voor de Waterkeringen, november 2004, Delft
- Termes A.P.P., K. Sloff en C. Stolker (2002)* Planstudie Boven-IJssel. Selecteren van maatregelen. WLIDelft Hydraulics en HKV [LJUN IN WATER](#), Rapportnr. Q3239/PR544, oktober 2002
- Velzen E.H. van, P. Jesse, P. Cornelisse en H. Coops (2003-a)* Stromingsweerstand vegetatie in uiterwaarden. Deel 1 Handboek versie 1.0. Rijkswaterstaat-RIZA rapport 2003.028
- Velzen E.H. van, P. Jesse, P. Cornelisse en H. Coops (2003-b)* Stromingsweerstand vegetatie in uiterwaarden. Deel 2 Achtergronddocument versie 1.0. Rijkswaterstaat-RIZA rapport 2003.029
- Ven G.P. van der (1976)* Aan de wieg van Rijkswaterstaat. Wordingsgeschiedenis van het Pannerdens Kanaal. Proefschrift, De Walburg Pers Zutphen
- Verdrag van Malta (1992)* Europese Verdrag van Valetta uit 1992, Raad van Europa
- Visser P.J. (2000)* Bodemontwikkeling Rijnsysteem. Een verkenning van omvang, oorzaken, toekomstige ontwikkelingen en mogelijke maatregelen. TU Delft
- VTA (2002)* Stadsbomen vademecum 3A. Boomcontrole en onderzoek. IPC -groene ruimte, 1^{ste} druk. November 2002
- Vuren S. van (2005)* Stochastic modelling of river morphodynamics. TU Delft, Proefschrift, ISBN 90 407 2604 3
- Wereld Natuur Fonds (1992)* Plan Levende Rivieren. Wereld Natuur Fonds, Zeist
- Well-Stam D. van, F. Lindenaar en S. van Kinderen (2003)* Risicomanagement voor projecten, de RISMAN-methode toegepast. ISBN 90 274 8040 0
- Wessolly L. (1998)* Handbuch der Baumstatistik und Baumkontrolle. Patzer Verlag – Berlin und Hannover
- Wieringa J., P.J. Rijkoort (1983)* Windklimaat van Nederland. KNMI, Staatsuitgeverij, Den Haag
- Willems D., J. Bergwerf en N. Geilen (in voorbereiding)* RWES Terrestrisch – Actualisatie ecotopen overstromingsvrije zone Rijkswateren. RWS-RIZA rapport in voorbereiding
- Wit M. de (2004)* Hoeveel (hoog)water kan ons land binnenkomen via de Maas bij Borgharen, nu en in de toekomst. RIZA werkdocument 2004
- WL (2000)* Vroegere ruimte voor Rijntakken. WLIDelft Hydraulics, Rapportnr. R3294.67, december 2000
- WL (2001)* Effectiviteit van retentie langs de Rijntakken. WLIDelft Hydraulics, Rapportnr. R3294.66, mei 2001
- WL (2001)* Morphological development of side channels. WLIDelft Hydraulics, Rapport T2401, december 2001

- WL en HKV (2002)* Spankrachtstudie deelrapport 6. Nadere analyses en verdiepingsslagen in het Benedenriviereengebied. WL/Delft Hydraulics, HKV LIJN IN WATER, Project Q3062, april 2002
- Wolfert H.P. (1998)* Geomorfologische geschiktheid voor nevengeulen, strangen en moerassen in de riviertrajecten van de Rijntakken. SC-DLO rapport 621
- Wolters A.F. (1998)* Morfologische ontwikkeling van de Maas tussen Gennep en Grave, ten gevolge van baggerwerkzaamheden. Rijkswaterstaat-RIZA, rapport 98.060, november 1998
- Wolters H.A., M. Platteeuw en M.M. Schoor (2001)* Richtlijnen voor inrichting en beheer van uiterwaarden – ecologie en veiligheid gecombineerd. RIZA, RIZA rapport 2001.059. 2001, december 2001
- Wooning A. (2007)* Integrale afweging van SNIP-projecten op basis van de Overzicht Effecten Infrastructuur. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, RIZA, Lelystad

LIJST MET BEGRIPPEN

<i>Aanleghoogte</i>	Uit de ontwerpberekeningen volgende kruinhoogte inclusief lokale toeslag voor zetting, klink en bodemdaling.
<i>Aansluitingsconstructie</i>	Gehele dwars- en lengteprofiel van een grondconstructie in zijn afwijkende vorm, bij de overgang naar een duin, hoge gronden of een kunstwerk.
<i>Achterland</i>	Het gebied aansluitend aan de landzijde van de waterkering.
<i>Achterloopsheid</i>	Lekstroom achter een constructie om.
<i>Actuele sterkte</i>	Huidige werkelijke sterkte.
<i>Adviesgroep</i>	Orgaan samengesteld uit alle betrokken overheden en belangengroepen dat de dijkbeheerder (initiatiefnemer in m.e.r.-procedure) adviseert over verbeteringsproject. De adviesgroep neemt geen besluiten.
<i>Afschuiving</i>	Verplaatsen van een deel van een grondlichaam door overschrijding van het evenwichtsdraagvermogen.
<i>Afslagpunt</i>	Snijpunt van het afgeslagen duinfront met het rekenpeil. Het kritieke afslagpunt geeft die mate van duinafslag aan waarbij nog juist geen doorbreken optreedt.
<i>Autonome bodemdaling</i>	Bodemdaling die nu nog gaande is als gevolg van natuurlijke processen en in het verleden aangebrachte wijzigingen in het riviersysteem (denk aan normalisatiewerken).
<i>Bandijk</i>	Rivierdijk die het winterbed omsluit.
<i>Beheer</i>	Geheel van activiteiten dat noodzakelijk is om te waarborgen dat de functies van de waterkering blijven voldoen aan de daarvoor vastgestelde eisen en normen.

<i>Beheersgebied</i>	In de legger gespecificeerd areaal, dat als waterkering wordt aangemerkt en door de waterkeringbeheerder wordt beheerd.
<i>Beheersregister</i>	Document met de beschrijving van de feitelijke toestand van de waterkering, met de voor het behoud van het waterkerend vermogen kenmerkende gegevens van de constructie.
<i>Bekleding</i>	Zie 'taludbekleding'.
<i>Belasting</i>	Op een constructie (een waterkering) uitgeoefende in- en uitwendige krachten, ofwel de mate waarin een constructie door in- en uitwendige krachten wordt aangesproken, uitgedrukt in een fysische grootheid.
<i>Beleid</i>	Het geheel van gemaakte bestuurlijke keuzen.
<i>Beleidsanalyse</i>	Methodiek waarmee systematisch alternatieve oplossingen worden ontwikkeld en afgewogen.
<i>Benedenrivierengebied</i>	Door de Rijn en de Maas gevoede rivierengebied, waarbij tijdens grote afvoergolven de waterstanden een significante invloed ondervinden van de waterstand op de Noordzee als gevolg van een zware storm. De getijhoogwaterstijging is hier van belang.
<i>Beoordelingsprofiel</i>	Denkbeeldig minimum profiel van gedefinieerde afmetingen dat binnen het werkelijk aanwezige profiel van een dijk moet passen. Dit profiel wordt gebruikt ten behoeve van het beoordelen van de veiligheid van bestaande dijken op de aanwezigheid van niet-waterkerende objecten. Het mag in het algemeen niet worden doorsneden door verstoringszones van niet-waterkerende objecten.
<i>Beschermingszone</i>	In de legger aangegeven beheerszone ter weerszijde van de waterkering.
<i>Betrekkinglijn</i>	Lijn die weergeeft welke waterstanden met gelijke overschrijdingsfrequentie aan twee peilstations met elkaar overeenkomen.
<i>Bezwijken</i>	Optreden van verlies van inwendig evenwicht (bv. afschuiven) en/of het optreden van verlies van samenhang in materiaal (bv. verweken) en/of het optreden van ontoelaatbaar grote vervormingen. Ook wel falen genoemd.
<i>Bezwijkmechanisme</i>	Wijze waarop een constructie bezwijkt (bv. afschuiven, piping, verweken). Ook wel falen genoemd.
<i>Binnenberm</i>	Extra verbreding aan de binnendijkse zijde van de dijk om het dijklichaam extra steun te bieden en/of om zandmeevoerende wellen te voorkomen.
<i>Binnendijks</i>	Aan de kant van het land of het binnenwater.
<i>Binnentalud</i>	Hellend vlak van het dijklichaam aan de binnendijkse zijde van de dijk.

<i>Binnenteen</i>	Onderrand van het dijklichaam aan de binnendijkse zijde van de dijk (de overgang van dijk naar maaiveld).
<i>BoertienCommissie</i>	Commissie Toetsing Uitgangspunten Rivierdijkversterkingen die de minister van Verkeer en Waterstaat adviseerde.
<i>Bovenrivierengebied</i>	Door de Rijn en de Maas gevoede rivierengebied (inclusief de IJssel), waarbij de waterstanden geen significante invloed ondervinden van de waterstand op de Noordzee en het IJsselmeer als gevolg van een zware storm. De getijhoogwaterstijging speelt hier geen rol.
<i>Bui-oscillaties</i>	Onregelmatige schommelingen van het wateroppervlak met een wisselende periode die vooral bij zware storm optreden.
<i>Buistoot</i>	Afzonderlijk optredende vrij kort durende waterspiegelverheffing als gevolg van een zware bui.
<i>Buitenberm</i>	Extra verbreding aan de buitendijkse zijde van de dijk om het dijklichaam extra steun te bieden, om zandmeevoerende wellen te voorkomen en/of om de golfoploop te reduceren.
<i>Buitendijks</i>	Aan de kant van het te keren (buiten)water.
<i>Buitenkruinlijn</i>	Lijn die de overgang markeert tussen de kruin en het buitentalud, waarlangs de toetsing op hoogte plaatsvindt.
<i>Buitentalud</i>	Hellend vlak van het dijklichaam aan de kerende zijde.
<i>Buitenteen</i>	Onderrand van het dijklichaam aan de buitendijkse zijde van de dijk (de overgang van dijk naar maaiveld en/of voorland).
<i>Buitenwater</i>	Oppervlaktewater waarvan de waterstand direct onder invloed staat van een hoge stormvloed, van hoog opperwater van een van de grote rivieren, van hoog water van het IJsselmeer of Markermeer of van een combinatie daarvan.
<i>Bijzondere waterkerende constructie</i>	Constructie om, in combinatie met een grondlichaam (dijk) of in plaats van een grondlichaam, water te keren, zoals mural- of dijkmuur, damwanden, kistdammen, keermuren en kwelschermen.
<i>Commissie m.e.r. (Cmer)</i>	Onafhankelijke commissie die het bevoegd gezag adviseert over de richtlijnen voor een op te stellen MER en die een opgesteld MER toetst op juistheid en volledigheid.
<i>Deining</i>	Windgeïnduceerde watergolven, die niet meer onder invloed zijn van het windveld dat hen opwekte.
<i>Delta</i>	Mondingsgebied van rivieren, gekenmerkt door splitsende zijarmen.

<i>Dijk</i>	Waterkerend grondlichaam.
<i>Dijkringgebied</i>	Gebied dat door een stelsel van waterkeringen of hoge gronden moet zijn beveiligd tegen overstrooming, in het bijzonder bij hoge stormvloed, bij hoog opperwater van een van de grote rivieren, bij hoogwater van het IJsselmeer of Markermeer of bij een combinatie daarvan.
<i>Dijksectie of dijkvak</i>	Deel van een waterkering met min of meer gelijke sterkte-eigenschappen en belasting.
<i>Dijktafelhoogte</i>	Minimaal vereiste kruinhoogte, zoals aangegeven in de legger.
<i>Freatisch vlak</i>	Vrije grondwaterspiegel.
<i>Frequentiemethode</i>	Berekeningsmethode voor dijktafelhoogten langs een dijkringgebied waarbij de kans op overstromen bij een vastgestelde overschrijdingsfrequentie van de waterstand is gewaarborgd (ontwikkeld door de provincie Zuid-Holland).
<i>Golfhoogte</i>	De verticale afstand tussen dal en top van een golf.
<i>Golfoploop</i>	Hoogte boven Toetspeil met lokale toeslagen voor opwaaiing en buistoten, bui-oscillaties, seiches of slingeren tot waar een tegen het talud oplopende golf reikt (de 2% golfoploop wordt door 2% van de golven overschreden).
<i>Golfoverslag</i>	Hoeveelheid water die door golven per strekkende meter gemiddeld per tijdseenheid over de waterkering slaat.
<i>Golfperiode</i>	Tijdsduur tussen twee opeenvolgende neergaande passages van de middenstand van een golf.
<i>Golfsteilheid</i>	Verhouding tussen de hoogte en de lengte van een golf.
<i>Havenslingering</i>	Resonantieverschijnsel in bekkens (o.a. havens) als gevolg van laagfrequente variaties van de buitenwaterstand (seiche).
<i>Heave</i>	Situatie waarbij verticale korrelspanningen in een zandlaag wegvallen onder invloed van een verticale grondwaterstroming; ook fluïdisatie of de vorming van drijfzand genoemd.

Hoge gronden

- 1 Natuurlijk aanwezige hooggelegen delen in het landschap die niet worden bedreigd door een hoge waterstand op zee, meren of rivieren;
- 2 De lijn van hoge gronden is op Bijlage I van de Wet op de Waterkering aangegeven als de NAP + 1 m lijn bij bedreiging vanaf het IJsselmeer of Markermeer, de NAP + 2 m lijn bij bedreiging vanaf zee of, indien hoger langs de rivieren, als de lijn van de kruinhoogte van de primaire waterkering ter plaatse van de aansluiting van de hoge grond aan de primaire waterkering aan de bovenstroomse zijde tot de laagste kruinhoogte van de primaire waterkering aan de benedenstroomse zijde van het dijkkringgebied. Bij meerdere bedreigingen ligt de begrenzingslijn op het hoogste van de genoemde niveaus.

Hoofdgeul

Is de diepe geul van de rivier waarin ook tijdens laag-watersituaties water wordt afgevoerd.

Hoogwaterbescherming

Technische maatregelen met als doel te voldoen aan de gestelde veiligheidsnorm.

Hoogwatergeul (Rijntakken en benedenrivierengebied)

By-passes en hoogwatergeulen zijn binnendijkse geulen die gedurende een gedeelte van het jaar meestromen. Ze creëren extra afvoercapaciteit en veroorzaken daarmee een waterstandverlaging. In principe wordt het binnendijkse gebied niet afgegraven en bepaalt de huidige maaiveldhoogte de bodemhoogte van de geul. Bij by-passes of lokale 'hobbels' in het terrein kan vergraving nodig zijn.

Enkele definities in deze categorie zijn:

- by-pass rondom een stedelijk knelpunt: relatief korte geul rond een intensief bebouwd gebied, die niet ieder jaar meestroomt hetgeen invloed heeft op de inrichting.
- hoogwatergeulen: stromen met een bepaalde frequentie mee en maken deel uit van het bergende en watervoerende gedeelte van een rivier en zijn begrensd door twee geleidedijken of door hoge gronden.
- blauwe rivieren: zijn zoals hoogwatergeulen alleen is de frequentie van meestromen (veel) hoger.
- kreken en killen: liggen in het benedenrivierengebied, sluiten aan op het watervoerend deel van een rivier en stromen geregeld mee ook bij lagere afvoerniveaus.
- stromende vlakte: staat via drempels of kunstwerken in verbinding met de rivier, wordt ingezet tijdens maatgevende waterstanden. Afhankelijk van de inrichting kan worden gekozen voor een meer frequente inzet.

Hoogwatergeul (Maas)

Langs de Maas is een hoogwatergeul een geul in het winterbed van de Maas die bij hoogwater meestroomt.

<i>Hydraulica</i>	Hydraulica of stromingsleer is de verzamelnaam voor de fysische beschrijving van de stroming (stroomsnelheid en waterstanden).
<i>Infiltratie</i>	Indringen van water in de bodem of het grondlichaam van bovenaf.
<i>Invloedszone</i>	Tot de waterkering behorende gronden, die daadwerkelijk bijdragen aan het waarborgen van de stabiliteit, zowel aan de binnen- als aan de buitenzijde van de waterkering.
<i>Kade</i>	Een kleine dijk.
<i>Kadesectie of kadevak</i>	Zie 'dijksectie'.
<i>Kernzone</i>	Waterkering plus het gebied dat zich uitstrekt tot waar bezwijkmechanismen van de waterkering reiken. Denk hierbij aan het uitreepunt in het maaiveld van een glijcirkel.
<i>Keur</i>	Verordening van het waterschap, waarin gebods- en verbodsbepalingen zijn opgenomen en waarvan de naleving door sancties kan worden afgedwongen.
<i>Keurgebied</i>	Gebied waarop de keur van toepassing is.
<i>Keurzone</i>	Zie 'keurgebied'.
<i>Komberging</i>	Komberging vindt plaats in de uiterwaard van de rivier. Water wordt in een niet meestromend deel van de uiterwaard geborgen. Deze vorm van berging is met name in getijgebieden effectief. De grootte van de berging wordt bepaald door het horizontale oppervlak dat op de uiterwaard beschikbaar is voor het bergen van water.
<i>Kruin</i>	1 Strook tussen buitenkruinlijn en binnenkruinlijn; 2 Hoogste punt in het dwarsprofiel van het dijklichaam; 3 Buitenkruinlijn.
<i>Kruinhoogte</i>	Hoogte van de waterkering.
<i>Kruinhoogtemarge</i>	Het verschil tussen de kruinhoogte op de peildatum en Toetspeil met lokale toeslagen voor opwaaiing en buistoten, bui-oscillaties, seiches of slingeren.
<i>Kwel</i>	Uittreden van grondwater onder invloed van grotere stijghoogte buiten het beschouwde gebied.
<i>Kwelkade</i>	In het direct aan de dijk grenzende achterland aan-gebrachte kade om afstromen van kwelwater te verminderen waarmee wordt getracht het optreden van pipingverschijnselen te voorkomen alsmede wateroverlast binnendijs tijdens hoge rivierafvoeren te beperken.
<i>Kwelscherm</i>	Ondoorlatende, in de regel verticale, constructie voor verlenging van de kwelweg.

<i>Kwelsloot</i>	Sloot aan de binnenzijde van de dijk die tot doel heeft kwelwater op te vangen en af te voeren.
<i>Kwelweg</i>	Mogelijk pad in de grond dat het kwelwater aflegt, van het intreepunt naar het uitreepunt.
<i>Kwelweglengte</i>	Lengte van de kwelweg.
<i>Legger</i>	Document, waarin de beschrijving is opgenomen van de minimale eisen waaraan de (primaire) waterkering moet voldoen naar richting, vorm, afmeting en constructie en waarin de keurbegrenzings worden aangegeven.
<i>Lokale opwaaiing</i>	Opwaaiing tussen de locatie waarvoor de hydraulische randvoorwaarde wordt gegeven en de waterkering.
<i>Maatgevende Hoogwaterstand (MHW)</i>	Berekende hoogste waterstand aan het einde van de planperiode met een gemiddelde overschrijdingskans per jaar waarop de waterkering moet zijn berekend. Voor dijken wordt de maatgevende waterstand berekend aan de teen van de dijk, voor rivierverruiming in de as van de rivier. Voor primaire waterkeringen is de gemiddelde overschrijdingskans per jaar gegeven in bijlage II en IIA bij de Wet op de waterkering.
<i>Maatgevend Hydraulisch Belastingniveau (MHBN)</i>	Hoogte waarop de kruin van de dijk zou moeten worden aangelegd om aan het einde van de planperiode te voldoen aan het criterium voor golfoverslag. In het bovenrivierengebied wordt het MHBN anders bepaald dan in het benedenrivierengebied en de IJssel- en Vechtdelta.
<i>Macrostabiliteit</i>	Weerstand tegen het optreden van een glijvlak in het talud en de ondergrond.
<i>Materiaalfactoren</i>	Partiële factoren, die op de karakteristieke materiaalparameters worden toegepast om onzekerheden in de grondeigenschappen te verdisconteren.
<i>Meerdijk</i>	Primaire waterkering, gelegen langs in het algemeen grote wateren, anders dan rivieren, zonder getijdewerking.
<i>MER</i>	Milieueffectrapport (document).
<i>m.e.r.</i>	Milieueffectrapportage (procedure).
<i>Microstabiliteit</i>	Weerstand tegen erosie van het talud als gevolg van uittredend water.
<i>Modelfactor</i>	Partiële factor waarin onzekerheden in de berekeningsmethodes zijn verdisconteerd.
<i>Multicriteria evaluatie</i>	Methode om alternatieven en varianten met elkaar te vergelijken op grond van verschillende beoordelingscriteria.
<i>Morfologie</i>	Leer en beschrijving van de bodemligging van zee, zee-armen, meren en rivieren.

<i>NAP-daling</i>	Daling van het NAP-vlak als gevolg van onderlinge bewegingen in de aardkorst. Wegens het ontbreken van een meetbaar referentiepunt kan deze daling niet zelfstandig, maar alleen in combinatie met de getij-hoogwaterstijging worden gekwantificeerd.
<i>Niet-primaire (water)kering</i>	Waterkering die niet is aangegeven in Bijlage I of Bijlage IA van de Wet op de waterkering.
<i>Niet-waterkerend object</i>	Object op of in de dijk dat geen waterkerende functie heeft, zoals leidingen, woningen en bomen.
<i>Normaal onderhoud</i>	Vast en variabel onderhoud dat tijdig wordt uitgevoerd door de beheerder, waardoor het kwaliteitsniveau van de onderdelen van de kering boven het vastgestelde minimum blijft.
<i>Normfrequentie</i>	Gemiddelde overschrijdingskans – per jaar – van de hoogste hoogwaterstand waarop de tot directe kering van het buitenwater bestemde primaire waterkering moet zijn berekend, zoals bedoeld in het eerste lid van Artikel 3 van de Wet op de waterkering en zoals per dijkkringgebied weergegeven in Bijlage II en Bijlage IIA bij de Wet op de waterkering.
<i>Onderloopsheid</i>	Lekstroom onder een constructie door.
<i>Ontgronding</i>	Erosie van de waterbodem als gevolg van stroming en golfbeweging.
<i>Ontwerphoogte</i>	Uit de ontwerpberekeningen volgende kruinhoogte aan einde van de planperiode, exclusief de lokale toeslag voor zetting, klink en bodemdaling.
<i>Ontwerplevensduur</i>	Zie 'planperiode'.
<i>Ontwerpwaarde</i>	In het ontwerp te hanteren waarde van een belasting- of sterkteparameter (rekenwaarde).
<i>Ontwerpwaterstand</i>	Stilwaterstand waarop de dijk wordt ontworpen, waarbij de stilwaterstand gelijk is aan MHW vermeerderd met een robuustheidstoeslag van 0,3 meter.
<i>Opbarsten</i>	Bezwijken van de grond, door het ontbreken van verticaal evenwicht in de grond, onder invloed van wateroverdrukken.
<i>Opdrijfzone</i>	Zone achter de dijk waar de grenspotential wordt bereikt bij maatgevende omstandigheden.
<i>Opdrijven</i>	Opdrukken van het afdekkend pakket door het bereiken van de grenspotential.
<i>Opdrukveiligheid</i>	Verhouding tussen het gewicht van het afdekkend pakket slecht doorlatende lagen (klei/veen) en de opwaartse waterdruk direct er onder, uitgedrukt in de parameter 'n'.
<i>Overbelasting</i>	Overschrijden van het vastgestelde overslagcriterium.

<i>Overhoogte</i>	Extra hoeveelheid grond die wordt aangebracht met het doel om na zetting van de ondergrond en klink van de aangebrachte grond het gewenste profiel te bereiken.
<i>Overlopen</i>	Verschijsel waarbij water over de kruin van de dijk het achterland inloopt omdat de te keren waterstand hoger is dan de kruin.
<i>Overschrijdingsfrequentie</i>	Gemiddeld aantal keren dat in een bepaalde tijd een verschijsel een zekere waarde bereikt of overschrijdt.
<i>Overschrijdingskans</i>	Kans dat in een bepaalde tijd een verschijsel een zekere waarde bereikt of overschrijdt.
<i>Partiële factor</i>	Factor waarmee een representatieve waarde vermenigvuldigd (of gedeeld) wordt ter verkrijging van de rekenwaarde. De partiële factoren dienen om onzekerheden in belastingen, materiaaleigenschappen, rekenmethodes, gevolgen van falen en de overschrijdingskans van grenstoestanden in rekening te brengen.
<i>Peildatum</i>	Datum, vastgesteld door de Minister van Verkeer en Waterstaat, waarop de toetsing van de primaire waterkering betrekking heeft. De (verwachte) toestand op de peildatum wordt getoetst.
<i>Piping</i>	Verschijsel dat onder een waterkering een holle pijp-vormige ruimte ontstaat doordat het erosieproces van een zandmeevoerende wel niet stopt.
<i>Planperiode</i>	Periode waarvoor de voorziene wijzigingen in omstandigheden worden meegenomen in het ontwerp van een waterkering.
<i>Polder</i>	Op de boezem uitslaand of lozend gebied met regelde waterstand.
<i>Polderpeil</i>	Peil van het oppervlaktewater binnen een beheersgebied.
<i>Potentiaal</i>	Stijghoogte in een aquifer.
<i>Primaire waterkering</i>	Waterkering, zoals aangegeven op Bijlagen I en IA bij de Wet op de waterkering, die beveiliging biedt tegen overstroming doordat deze ofwel behoort tot het stelsel dat een dijkkringgebied – al dan niet met hoge gronden – omsluit, ofwel vóór een dijkkringgebied is gelegen.
<i>Regionale (water)kering</i>	Niet-primaire waterkering. Door Gedeputeerde Staten wordt vastgesteld welke niet-primaire waterkeringen worden aangemerkt als regionale kering en aan welke criteria de regionale keringen dienen te voldoen.

<i>Retentie</i>	Een retentiegebied of retentiebekken is een gebied dat tot het rivierensysteem wordt gerekend. In dat gebied wordt tijdelijk water geborgen tijdens extreem hoogwatersituaties met als doel het verlagen van de waterstand in het benedenstrooms gelegen riviertraject. Het water wordt via een inlaatconstructie, al dan niet regelbaar, naar het retentiegebied geleid. De grootte van de berging wordt bepaald door het volume van het retentiegebied of -bekken dat beschikbaar is voor het bergen van water.
<i>Risicoanalyse</i>	Het nagaan van de kans op een ongewenste gebeurtenis en de gevolgen daarvan.
<i>Rivierdijk</i>	Dijk langs een rivier.
<i>Ruimte voor de Rivier</i>	Pakket van maatregelen dat de rivieren meer ruimte moet geven en de ruimtelijke kwaliteit van het rivierengebied moet verbeteren. Het versterken van dijken vindt alleen nog plaats op plaatsen waar rivierverruiming niet mogelijk is. De maatregelen moeten uiterlijk in 2015 zijn uitgevoerd. In 2007 is de PKB-fase afgerond en is de planstudie-fase gestart waarin de maatregelen verder worden uitgewerkt.
<i>Schaardijk</i>	Rivierdijk die onmiddellijk aan het zomerbed grenst.
<i>Schadefactor</i>	Partiële factor waarin de gevolgen van bezwijken zijn betrokken.
<i>Seiche</i>	Zie 'havenslingering'.
<i>Significante golfhoogte</i>	Gemiddelde golfhoogte van het hoogste 1/3 deel van de golven.
<i>Stabiliteitsfactor</i>	Factor waarin het verschil tussen sterkte en belasting wordt uitgedrukt.
<i>Stijghoogte</i>	Niveau tot waar het water zou stijgen in een peilbuis met filter ter plaatse van het punt; wordt uitgedrukt in meters waterkolom ten opzichte van een referentievlak.
<i>Stilwaterstand</i>	Waterstand zonder golfbeweging.
<i>Stormopzet</i>	Zie 'windopzet'.
<i>Stormvloed</i>	Hoogwaterperiode waarbij te Hoek van Holland het grenspeil (met een gemiddelde overschrijdingsfrequentie van 0,5 per jaar) wordt bereikt of overschreden (voor het grenspeil: zie getijtafels opgesteld door RIKZ: www.getij.nl).
<i>Strijklengte</i>	Lengte waarover de wind over het wateroppervlak strijkt.
<i>Talud</i>	Gedeelte van een dijkprofiel met een helling tussen 1:1 en 1:10.

<i>Taludbekleding</i>	Afdekking van de kern van een dijk ter bescherming tegen golfaanvallen en langsstromend water. De taludbekleding bestaat uit een erosiebestendige top laag, inclusief de onderliggende vlij laag, filter laag, klei laag en/of geotextiel.
<i>Toeslagen voor seiches, buistoten, buioscillaties en slingeren</i>	Toeslag op het maatgevend hydraulisch belasting-niveau voor speciale lange golfverschijnselen in het benedenrivierengebied, specifiek in het zeegebied.
<i>Toetspeil</i>	Waterstand, die wordt gebruikt voor het beoordelen van de toestand van de waterkeringen, met een overschrijdingsfrequentie conform Bijlage II bij de Wet op de Waterkering. In het Toetspeil is de verwachte waterstandsstijging (inclusief NAP-daling) tot en met de peildatum verwerkt. De Toetspeilen voor rivieren zijn gegeven op de as van de rivier; voor meren op enige afstand uit de teen van de waterkering (meestal 200 m), voor duinen op de NAP -20 m dieptelijn en voor de overige waterkeringen langs de kust en estuaria meestal nabij de teen van de waterkering.
<i>Uiterwaard</i>	Zie 'winterbed'.
<i>Uitgekiend ontwerp</i>	Afwijkende dijkprofielen en technische constructies in de dijk waardoor het ontwerp afwijkt van het gewone ruime dijkprofiel bestaande uit zand en klei.
<i>Uittreepunt</i>	Locatie aan de landzijde waar kwelwater het eerst aan het oppervlak treedt.
<i>Uittreeverhang</i>	Verhang in het grondwater ter plaatse van het uittreepunt.
<i>Veiligheid</i>	Mate van vrijwaring tegen schade of verlies door hoogwater.
<i>Veiligheidsbeleid</i>	Nationaal beleid met betrekking tot de bescherming tegen overstroming.
<i>Veiligheidsbenadering</i>	Overwegingen waarop het veiligheidsbeleid gebaseerd is, en op basis waarvan gekwantificeerde eisen aan de hoogwaterbescherming worden gesteld.
<i>Veiligheidsniveau</i>	De veiligheid uitgedrukt in een overschrijdingskans van het toetspeil.
<i>Veiligheidsnorm</i>	Eis waaraan een primaire waterkering moet voldoen, aangegeven als de gemiddelde overschrijdingskans – per jaar – van de hoogste hoogwaterstand waarop de tot directe kering van het buitenwater bestemde primaire waterkering moet zijn berekend, mede gelet op overige het waterkerend vermogen bepalende factoren.
<i>Veiligheidszone</i>	Tot de waterkering behorende gronden, die daadwerkelijk bijdragen aan het waarborgen van de stabiliteit, zowel aan de binnen- als aan de buitenzijde van de waterkering.

<i>Verhang</i>	Verhouding tussen het verschil in stijghoogte tussen twee punten en de afstand tussen die punten; wordt ook gradiënt genoemd.
<i>Verweking</i>	Verlies aan samenhang van het korrelskelet als gevolg van toename van de waterspanning (in de poriën).
<i>Voorland</i>	Het gebied aansluitend aan de buitenzijde van de waterkering. Dit gebied wordt ook wel vooroever genoemd. Ook een diepe steile stroomgeul bij een schaadijk valt onder de definitie van voorland. Het voorland kan zowel onder als boven water liggen, en zelfs boven Toetspeil.
<i>Vooroever</i>	Waterbodem in de zone vlak voor de teen van een dijk.
<i>Waakhoogte</i>	Marge tussen ontwerpwaterstand en ontwerphoogte. De waakhoogte bedraagt voor de waterkeringen in het rivierengebied minimaal 0,5 m. Voor de Maaskades geldt dit minimum niet.
<i>Waterkerend kunstwerk</i>	Constructie die onderdeel uitmaakt van een waterkering of de waterkering vervangt, maar is aangelegd ten behoeve van een andere functie, die de waterkering kruist (bv. schutten, spuien).
<i>Waterkering</i>	Kunstmatige hoogten en die (gedeelten van) natuurlijke hoogten of hooggelegen gronden, met inbegrip van daarin of daaraan aangebrachte werken, die een waterkerende of mede een waterkerende functie hebben, en die als zodanig in de legger zijn aangegeven.
<i>Waterkeringbeheerder</i>	Overheid die de (primaire) waterkering in beheer heeft.
<i>Waterkeringszone</i>	Zie 'keurgebied'.
<i>Waterover-/onderspanning</i>	Verskil tussen de aanwezige waterspanning en de hydrostatische waterspanning.
<i>Waterspanning</i>	Druk in het grondwater.
<i>Waterstandsnorm</i>	Zie 'veiligheidsnorm'.
<i>Weerd</i>	De uiterwaard langs onbedijkte riviertrajecten zoals die onder meer in het zuidelijke Maasdal en het dal van de Overijsselse Vecht voorkomen.
<i>Wel</i>	Geconcentreerde uitstroming van kwelwater.
<i>Werklijn</i>	Relatie tussen het jaarmaximum van de afvoer en de overschrijdingskans daarvan per jaar.
<i>Windgolven</i>	Golven, ontstaan door de wrijving van de lucht over het water.
<i>Windopzet</i>	Lokale waterstandverhoging als gevolg van de door de wind op een watermassa uitgeoefende kracht.

<i>Winterbed</i>	Deel van de rivierbedding tussen zomerbed en bandijk.
<i>Zandmeevoerende wel</i>	Wel die zand meevoert uit de ondergrond.
<i>Zeedijk</i>	Primaire waterkering van de categorie a, die zout water keert.
<i>Zeespiegelstijging</i>	De stijging van de gemiddelde zeestand ten opzichte van NAP.
<i>Zetting</i>	Verticale vervorming van grondlagen, hoofdzakelijk als gevolg van een bovenbelasting, de eigen massa en/of het uittreden van water.
<i>Zettingsvloeiing</i>	Versijpsing dat een verzadigde zandmassa zich gedraagt als een vloeistof als gevolg van het wegval- len van de korrelspanning.
<i>Zomerbed</i>	Deel van de rivier waar bij normale en lagere water- standen de rivierafvoer plaatsvindt.
<i>Zomerdijk</i>	Zie 'zomerkade'.
<i>Zomerkade</i>	Begrenzing van zomer- en winterbed van de rivier.



BIJLAGEN



INHOUDSOPGAVE

Bijlage 1	Relevante wetten en vergunningen	286
Bijlage 2	Processchema	290
Bijlage 3	Milieueffectrapportage	292
Bijlage 4	Plan en toelichting volgens de Wet op de waterkering	296
Bijlage 5	Beplanting op of langs rivierdijken	298
Bijlage 6	Nieuwe ontwikkelingen bij dijkontwerp	302
Bijlage 7	Dijkbekleding	306
Bijlage 8	Uiterwaardverlaging en ecotoopontwikkeling	310
Bijlage 9	Hydraulische en morfologische effecten uiterwaardmaatregelen	316
Bijlage 10	Modellen voor effectbepaling rivierverruiming	322
Bijlage 11	Ontwerpprincipes nevengeulen	326
Bijlage 12	Totstandkoming Leidraad Rivieren	328

Figuren

Figuur B2.1 Processchema	290
Figuur B3.1 m.e.r.-procedure	294
Figuur B6.1 Droge uitvoeringsmethode MIP: principe en materieel	303
Figuur B6.2 Principe dijkvernageling	304
Figuur B6.3 Principe dijkdeuvels (ook wel expanding columns genoemd)	304
Figuur B6.4 Een korte damwand kan worden toegepast bij dijken die niet voldoen aan de normen vanwege instabiliteit bij opdrijven	305
Figuur B8.1 Aantal afvoerpieken bij Lobith groter dan 6.000 m ³ /s in de periode 1901-1975	314
Figuur B9.1 Illustratie stuwkromme-effect en halveringslengte	317
Figuur B9.2 Waterstandverlaging bij aanleg nevengeul	318
Figuur B9.3 Waterstandverlaging bij verwijderen hydraulische knelpunten	318
Figuur B9.4 Principe van waterstandverlaging bij verwijderen parallelle kade	319
Figuur B9.5 Relatie tussen sedimenttransportcapaciteit S en stroomsnelheid u	319
Figuur B9.6 Principe van sedimentatie- en erosieproces	320
Figuur B9.7 Sedimentatie uiterwaard in relatie tot waterstandverlagend effect uiterwaardmaatregel	321
Figuur B9.8 Effect van de morfologie op waterstandverlaging bij verwijderen parallelle kades	321

Tabellen

Tabel B1.1 Overzicht van bevoegd gezag, procedures en doorlooptijden per wet	288
Tabel B8.1 Trajectindeling riviertakken Ruimte voor de Rivier	311
Tabel B8.2 Overzicht mogelijke ecotopen in de uiterwaard	311
Tabel B8.3 Minimale hoogte boven mediaan peil (in m) per ecotooptype in de riviertrajecten van Boven-Rijn en Waal	312
Tabel B8.4 Minimale hoogte boven mediaan peil (in m) per ecotooptype in de riviertrajecten van Neder-Rijn en Lek	312
Tabel B8.5 Minimale hoogte boven mediaan peil (in m) per ecotooptype in de riviertrajecten van de IJssel	313
Tabel B8.6 Minimale maaiveldhoogte in centimeters (+/- 20 cm) boven mediaan peil voor behoud 60% landbouwfunctie bij behoud zomerkaden	313
Tabel B11.1 Functie veiligheid	326
Tabel B11.2 Functie scheepvaart	327
Tabel B11.3 Functie natuur	327
Tabel B12.1 Deelnemers projectteam Leidraad Rivieren	329
Tabel B12.2 Samenstelling Klankbordgroep Leidraad Rivieren	330
Tabel B12.3 Samenstelling Reviewteam ENW	331

Kaders

Kader B4.1 Artikel 7 van de Wet op de waterkering	297
---	-----

BIJLAGE 01 /

RELEVANTE WETTEN EN VERGUNNINGEN

Hieronder zijn in alfabetische volgorde de wetten beschreven die van belang kunnen zijn bij maatregelen in het rivierengebied. De wetgeving is aan verandering onderhevig en de spelregels kunnen in de komende jaren veranderen. Het bevoegd gezag kan uitsluitsel geven over de actuele stand van zaken. Tabel B1.1 geeft een overzicht van bevoegde gezagen, procedures en de doorlooptijden.

Belemmeringenwet privaatrecht Het privaatrecht kan de uitvoering van projecten met een algemeen belang belemmeren. De Belemmeringenwet privaatrecht kan deze belemmeringen opheffen. Een voorwaarde voor het toepassen van deze wet is dat het openbare belang van het uit te voeren project groter is dan het belang van het individu dat aanspraak kan maken op de privaatrechtelijke bescherming. Er is een duidelijk verschil tussen de Onteigeningswet en de Belemmeringenwet privaatrecht: als de belangen van de rechthebbende redelijkerwijs onteigening niet vorderen en die onteigening voor de aanleg c.q. instandhouding van het project ook niet nodig is, zal niet naar het instrumentarium van de Onteigeningswet worden gegrepen maar naar de Belemmeringenwet privaatrecht.

Boswet Het doel van deze wet is om bossen en andere houtopstanden in Nederland te behouden. De wet biedt kaders voor het planten en kappen van bomen. In veel gevallen is voor het kappen van bomen een vergunning nodig.

Bouwstoffenbesluit Deze Algemene Maatregel van Bestuur stelt beperkingen aan het gebruik van primaire en secundaire bouwstoffen op of in de bodem, de waterbodem en het oppervlaktewater. Het doel hiervan is de bescherming van de (water)bodem en het oppervlaktewater en het bevorderen van hergebruik van materialen.

Flora- en faunawet Deze wet biedt bescherming aan planten- en diersoorten die in Nederland in het wild leven. De Flora- en faunawet geeft invulling aan de soortenbescherming die de Vogel- en Habitatrichtlijn vereisen. Uitgangspunt van de wet is dat geen schade aan beschermde dieren of planten mag worden toegebracht, tenzij een ontheffing of vrijstelling is verkregen. Provincies kunnen daarnaast gebieden beschermen die van belang zijn als leefomgeving voor een beschermde inheemse soort.

Monumentenwet Doel van de Monumentenwet is het behoud van monumenten in Nederland. Onder monumenten vallen niet alleen historisch waardevolle gebouwen maar ook archeologische kenmerken in de bodem en waardevolle cultuurhistorische terrei-

nen zoals terpen. De Monumentenwet uit 1988 zal worden gewijzigd als de Wet op de archeologische monumentenzorg (Wamz) van kracht wordt (naar verwachting in 2007). Met de Wamz wordt tevens het Verdrag van Valletta (Malta) uit 1992 in de Nederlandse wetgeving geïmplementeerd.

Natuurbeschermingswet 1998 De Natuurbeschermingswet is in 2005 gewijzigd. Hiermee is de bescherming van Natura 2000-gebieden, zoals vereist door de Europese Vogel- en Habitatrichtlijn, verankerd in nationale wetgeving. Een vergunningstelsel waarborgt dat een zorgvuldige afweging plaatsvindt over projecten die gevolgen kunnen hebben voor Natura 2000-gebieden. Deze vergunningen worden verleend door de provincies of door de minister van Landbouw, Natuurbeheer en Voedselkwaliteit.

Onteigeningswet Op grond van deze wet kan de overheid onder bepaalde voorwaarden (als vrijwillige verkrijging of minnelijke verwerving van de benodigde gronden niet mogelijk is) gronden onteigenen die nodig zijn voor de uitvoering van maatregelen.

Ontgrondingenwet Deze wet geeft regels voor het verlagen van een terrein of de waterbodem ten behoeve van delfstoffenwinning of de realisering van projecten.

Pachtwet De Pachtwet is van toepassing op de exploitatie van landbouwgronden door eigenaren of pachters. Deze wet is van belang als in het projectgebied dergelijke gronden aanwezig zijn.

Waterschapskeur De waterschappen stellen in de waterschapskeur vast welke activiteiten toelaatbaar zijn op of nabij objecten die het waterschap beheert. Voor activiteiten op of nabij de waterkering zal vaak een ontheffing of vergunning nodig zijn.

Wegenverkeerswet In deze wet staan regels over onder meer verkeersgedrag, verkeers-tekens en gebruik van voertuigen. Bij de uitvoering van dijkversterkings- of rivierverruimingsprojecten kan een beperkt aantal bepalingen uit deze wet van belang zijn.

Wet beheer Rijkswaterstaatswerken Deze wet garandeert behoud van de afvoercapaciteit van de rivier. Het bevoegd gezag kan met het oog hierop voorwaarden verbinden aan ingrepen in uiterwaard, oevers en het zomerbed. Daarnaast heeft deze wet tot doel het beschermen en het verzekeren van doelmatig en veilig gebruik van waterstaatswerken die in beheer zijn bij het Rijk.

Wet bodembescherming Deze wet geeft regels voor het omgaan met verontreinigde bodems. Het doel is verontreiniging van de bodem en het grondwater te voorkomen. De wet is van toepassing op landbodems en waterbodems. Omdat de meeste uiterwaardbodems verontreinigd zijn, is deze wet meestal van belang als grond ontgraven wordt.

Wet milieubeheer De Wet milieubeheer (Wm) is een raamwet met algemene regels voor de bescherming van het milieu. De Wm geeft onder meer regels voor het opstellen van de milieueffectrapportage. De wet bevat geen concrete maatregelen voor de bescherming van het milieu. Die staan in uitvoeringsbesluiten (AMvB's) of in de voorschriften van de milieubeheervergunning.

Wet op de waterkering Het doel van deze wet is het waarborgen van de veiligheid bij hoge waterstanden op zee, de grote rivieren en de grote meren. De wet geeft normen voor de veiligheid en regels voor bestuurlijke, technische en financiële verantwoordelijkheden.

Wet op telecommunicatievoorzieningen In deze wet staan regels voor het aanleggen en verleggen van kabels en leidingen. Uit jurisprudentie is gebleken dat de aannemer die werkzaamheden uitvoert een onderzoek moet uitvoeren naar de ligging van kabels en leidingen.

Wet ruimtelijke ordening Het doel van deze wet is om een doelmatige indeling en een doelmatig gebruik van het grondgebied te bewerkstelligen. De wet biedt een algemeen kader voor het afwegen van alle belangen die bij het gebruik van de ruimte een rol kunnen spelen. De Wet ruimtelijke ordening wordt uitgewerkt in planologische kernbeslissingen van het Rijk, streekplannen en omgevingsplannen van de provincies en bestemmingsplannen van de gemeenten. Het bestemmingsplan geeft aan welke functies en maatregelen op een bepaalde locatie toelaatbaar zijn en of een aanlegvergunning noodzakelijk is.

Wet verontreiniging oppervlaktewateren Doel van deze wet is het bestrijden en voorkomen van verontreiniging van oppervlaktewateren. De wet kan beperkingen stellen aan activiteiten in het water die de waterkwaliteit kunnen aantasten, zoals ontgrondingen in het water, handelingen met verontreinigd slib en het gebruik van bouwstoffen op of in de waterbodem. Voor activiteiten zoals het lozen van bemalingswater en de opslag van verontreinigde grond in uiterwaarden kan een vergunning nodig zijn.

Woningwet Hierin staan de belangrijkste voorschriften die gelden voor het bouwen of verbouwen van bouwwerken.

Tabel B1.1 Overzicht van bevoegd gezag, procedures en doorlooptijden per wet

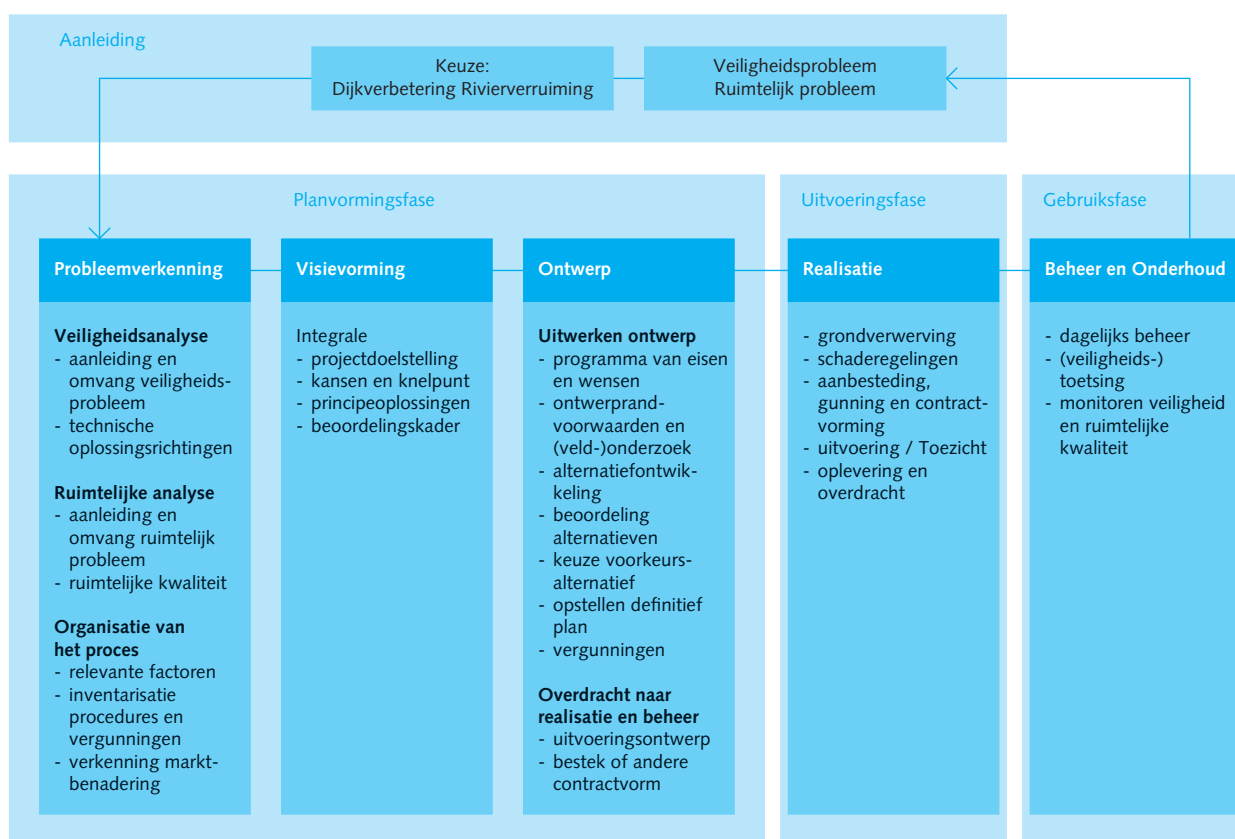
Wetgeving	Bevoegd gezag	Procedure	Globale doorlooptijd	Relevante activiteit
Belemmeringenwet privaatrecht	Minister van V&W	Opleggen gedoogplicht	Geen termijn genoemd; in praktijk ca. 1 jaar	- Indien personen die aanspraak maken op privaatrechtelijke bescherming (eigenaar, erfpachter) werkzaamheden moeten gedogen voor de aanleg, instandhouding of verandering van projecten
Bouwstoffenbesluit	Minister van V&W (igv oppervlaktewater/waterbodem) of Gedeputeerde Staten	Melding (na onderzoek naar mate van verontreiniging van grond)		- Toepassen van verontreinigde grond of baggerspecie in een werk
Flora- en faunawet	Minister van LNV	Ontheffing	8 weken (in praktijk ca. 6 maanden)	- Handelingen die een ernstige bedreiging kunnen vormen voor in het gebied voorkomende beschermde planten- en diersoorten of verslechtering van de omstandigheden die voor het voortbestaan van die soorten noodzakelijk zijn
Gemeentelijke verordening en gemeentelijke kap- of bomenverordening	College van B&W	Ontheffing van de gemeentelijke verordening resp. aanvraag kapvergunning	8 weken	- Geluidproductie tijdens uitvoering - Kappen van bomen
Monumentenwet	Minister van OCW, Gedeputeerde Staten of College van B&W	Aanvraag vergunning	6 maanden	- Sloop of verandering van historische en archeologische monumenten, waaronder archeologische vindplaatsen
Onteigeningswet, Titel III (over de onteigening voor aanleg, herstel, versterking of onderhoud van waterkeringen etc.)	De Kroon bij Koninklijk besluit (Hoofdkantoor van Rijkswaterstaat, bekrachtiging door Koningin en ondertekening door de minister van V&W), de Raad van State gehoord	Gerechtelijke procedure (voorbereidings-traject loopt parallel aan de bestemmingsplanprocedure)	1,5 jaar	- Niet-minnelijke verwerving van onroerende zaken of rechten t.b.v. aanleg, herstel, versterking of onderhoud van waterkeringen of bouw van militaire verdedigingswerken
Ontgrondingenwet	Minister van V&W of Gedeputeerde Staten	Aanvraag vergunning	6 maanden	- Ontgrondingsactiviteiten tbv natuurontwikkeling - Ontgroning in het zomerbed - Verplaatsen van verontreinigde grond of baggerspecie

Wetgeving	Bevoegd gezag	Procedure	Globale doorlooptijd	Relevante activiteit
Pachtwet	Grondkamer resp. Pachtkamer bij kanton-gerecht, indien partijen niet tot overeenstemming kunnen komen	Goedkeuring grondkamer resp. vonnis of beschikking van de pachtkamer	Pachtkamer 1 tot 1,5 jaar	Minnelijke ontbinding pachtovereenkomst (grondkamer) Gerechtelijke ontbinding pachtovereenkomst (pachtkamer)
Waterschapskeur	Bestuur van waterschap	Aanvraag om ontheffing	8 weken	- Ontgrondingsactiviteiten - Tijdelijke opslag afval/vrijkomend materiaal - Veranderingen aan A-watgangen - Kappen van bomen - Verlegging kabels/leidingen
Wegenverkeerswet	College van B&W	Aanvraag om ontheffing	8 weken	- Het nemen van maatregelen op of aan de weg - Verplaatsing van verkeerstekens langs de weg
Wet beheer Rijkswaterstaatswerken	Minister van V&W	Aanvraag vergunning	8 weken	- Ontgrondingsactiviteiten - Verplaatsen van verontreinigde grond of baggerspecie - Tijdelijke opslag vrijkomend materiaal in zomer- of winterbed - Verandering in winterbed
Wet bodembescherming	Minister van V&W	Melding van verontreiniging	13 weken	- Ontgrondingsactiviteiten - Verplaatsen verontreinigde grond - Toepassen verontreinigde grond/baggerspecie in een werk - Aanleg depot klasse 4-specie - Verleggen kabels/leidingen (indien waterbodembodem verontreinigd is)
Wet milieubeheer	College van B&W of Gedeputeerde Staten	Aanvraag vergunning	6 maanden	- Oprichten, veranderen, in werking hebben van een inrichting - Ontgrondingsactiviteiten - Verplaatsen verontreinigde grond - Tijdelijke opslag afval/vrijkomend materiaal (indien verontreinigd of schadelijk)
Wet milieubeheer, Besluit m.e.r.	Gekoppeld aan goedkeuring door Gedeputeerde Staten van het plan (als bedoeld in art. 7 lid 1 van de Wet op de waterkering)	Milieueffectrapportage	1 jaar	Onder andere: - Wijziging of uitbreiding van een rivierdijk van 5 km of meer - ontgrondingen op meer dan 100 ha - grote (minstens 500.000 m³) en alle klasse 3 of 4 baggerspeciedepots NB: Activiteiten checken met Europese richtlijnen, het Besluit m.e.r., de daar genoemde drempelwaarden, het m.e.r.-plichtige besluit en bevoegd gezag
Wet op de ruimtelijke ordening	College van B&W	Aanvraag aanlegvergunning (afhankelijk van bestemmingsplan)	4 weken	- Ontgrondingsactiviteiten - Verplaatsen van verontreinigde grond - Aanleg kunstwerken in spoordijk - Verlegging kabels en leidingen
	Gemeenteraad	Wijzigen bestemmingsplan	1,5 jaar	- Inrichtingsplan
Wet op de telecommunicatievoorzieningen	Minister van V&W	Aanvraag inzake gedoogplicht	2 maanden	- Verlegging kabels/leidingen telecommunicatie - Voor aanleg of wijziging van infrastructuur voor water, gas en elektriciteit gelden aparte juridische kaders: de Waterleidingwet, de
Wet verontreiniging oppervlaktewateren	Minister van V&W voor het hoofwatersysteem	Aanvraag vergunning	6 maanden	- Ontgrondingsactiviteiten - Verplaatsen verontreinigde grond - Tijdelijke opslag afval/vrijkomend materiaal (indien verontreinigd of schadelijk)
Woningwet	College van B&W	Aanvraag bouwvergunning	13 tot 26 weken	- Bouwen van bijv. een viaduct

BIJLAGE 02 /

PROCESSHEMA

Figuur B2.1 Processchema



BIJLAGE 03 /

MILIEUEFFECT- RAPPORTAGE

De procedure voor de milieueffectrapportage (m.e.r.) bestaat uit de volgende fasen:

- 1 startnotitie;
- 2 inspraak en advies;
- 3 richtlijnen;
- 4 milieueffectrapport (MER);
- 5 aanvaarding;
- 6 publicatie milieueffectrapport en aanvraag of ontwerpbesluit;
- 7 inspraak, advisering en openbare zitting;
- 8 toetsing en advies door de Commissie m.e.r.;
- 9 evaluatie van de milieugevolgen.

Deze fasen zijn hieronder toegelicht.

Fase 1: startnotitie

De initiatiefnemer beschrijft in een startnotitie de basisgegevens van de te ondernemen activiteit. In de Regeling startnotitie milieueffectrapportage (d.d. 4 november 1993) staat aan welke eisen de inhoud van de startnotitie moet voldoen. De startnotitie wordt toegezonden aan het bevoegd gezag. Welk bestuursorgaan in het concrete geval bevoegd gezag is, hangt af van het soort besluit. Voor de vaststelling van een streekplan zijn Provinciale Staten bijvoorbeeld het bevoegd gezag, voor de vaststelling van een bestemmingsplan is dat de gemeenteraad. Het bevoegd gezag stuurt een ontvangstbericht aan de initiatiefnemer en zendt een kopie van de startnotitie aan de Commissie voor de milieueffectrapportage (Commissie m.e.r.) en de wettelijke adviseurs. Het bevoegd gezag publiceert de mededeling/startnotitie zo snel mogelijk na ontvangst.

Fase 2: inspraak en advies

De startnotitie wordt aan verschillende groepen voorgelegd voor inspraak en advies. Het doel hiervan is het verkrijgen van aanwijzingen voor de inhoud van het milieueffectrapport, die het bevoegd gezag in de volgende fase verwerkt in de richtlijnen. De volgende groepen krijgen de gelegenheid om op de startnotitie te reageren:

- *Commissie voor de milieueffectrapportage*: De Commissie m.e.r. geeft binnen 9 weken advies over de op te stellen richtlijnen.
- *Adviseurs*: Dit zijn 'bestuursorganen die krachtens wettelijk voorschrift in de gelegenheid moeten worden gesteld advies uit te brengen met betrekking tot het geven van een beschikking of het nemen van een ander besluit'. Wie de adviseurs zijn en hoeveel advi-

seurs er zijn hangt dus af van het te nemen besluit. De *Wet op de ruimtelijke ordening* schrijft bijvoorbeeld andere adviseurs voor bij het vaststellen van een bestemmingsplan, dan de *Wet milieubeheer* bij het verlenen van een milieuvergunning. In de wetstekst staat niet binnen hoeveel tijd de overige wettelijke adviseurs moeten adviseren. Het is aan te bevelen om hiervoor de termijnen uit de *Algemene wet bestuursrecht (Awb)* te hanteren.

- *Een ieder*: Het bevoegd gezag stelt iedereen in de gelegenheid om opmerkingen te maken over het geven van richtlijnen over de inhoud van het milieueffectrapport. Ook hierbij kan het beste worden aangesloten bij de wettelijke termijnen uit de Awb.
- *De initiatiefnemer*: Het bevoegd gezag overlegt ook met de initiatiefnemer over de inhoud van de op te stellen richtlijnen, als het bevoegd gezag tenminste niet dezelfde partij is als de initiatiefnemer.

Fase 3: richtlijnen

Op basis van de startnotitie, de adviezen van de Commissie m.e.r., en de adviseurs, de inspraakreacties en het overleg met de initiatiefnemer stelt het bevoegd gezag de richtlijnen op. De richtlijnen moeten uiterlijk binnen 13 weken na de openbare kennisgeving van een mededeling of een voornemen plaatsvinden. Verlenging met 8 weken is mogelijk. In de richtlijnen staat welke alternatieven en welke milieugevolgen in het milieueffectrapport moeten worden behandeld. De richtlijnen worden bekend gemaakt aan de initiatiefnemer, de Commissie m.e.r., de adviseurs en aan degenen die opmerkingen hebben gemaakt.

Fase 4: het milieueffectrapport (MER)

De initiatiefnemer stelt het milieueffectrapport (MER) op. Het opstellen ervan is niet aan een termijn gebonden. Het MER dient te voldoen aan de wet en aan de opgestelde richtlijnen. Indien er sprake is van een aanvraag van een besluit, zendt de initiatiefnemer het milieueffectrapport in ieder geval tegelijkertijd met de aanvraag voor dat besluit.

Fase 5: aanvaarding

Het bevoegd gezag stuurt na ontvangst van het MER een ontvangstbevestiging aan de initiatiefnemer en beoordeelt of het MER voldoet aan de wettelijke vereisten en de richtlijnen. Als het MER naar het oordeel van het bevoegd gezag niet voldoet, dient de initiatiefnemer het aan te vullen. Als het MER wel voldoet en ook geen onjuistheden bevat, dan hoeft het bevoegd gezag dat niet formeel aan de initiatiefnemer te berichten, maar wordt de m.e.r.-procedure voortgezet met de volgende procedurefasen.

Fase 6: publicatie milieueffectrapport en aanvraag of ontwerpbesluit

Het bevoegd gezag publiceert het MER binnen 8 weken na indiening ervan, gelijktijdig met de aanvraag of het ontwerpbesluit. Van deze termijn kan worden afgeweken.

Fase 7: inspraak, advisering en openbare zitting

Een ieder kan schriftelijke opmerkingen maken gedurende ten minste 4 weken vanaf de dag van ter inzage legging van het MER. Ook kan iedereen opmerkingen over het MER mondeling inbrengen tijdens een openbare hoorzitting. Het bevoegd gezag stelt tijd en plaats van de hoorzitting vast. De adviseurs kunnen advies uitbrengen aan het bevoegd gezag.

Fase 8: toetsing door de Commissie voor de milieueffectrapportage

De Commissie m.e.r. brengt binnen 9 weken na bekendmaking van het MER advies uit over de volledigheid en de kwaliteit van het MER. Zij betreft daarbij de opmerkingen en adviezen die het bevoegd gezag heeft ontvangen.

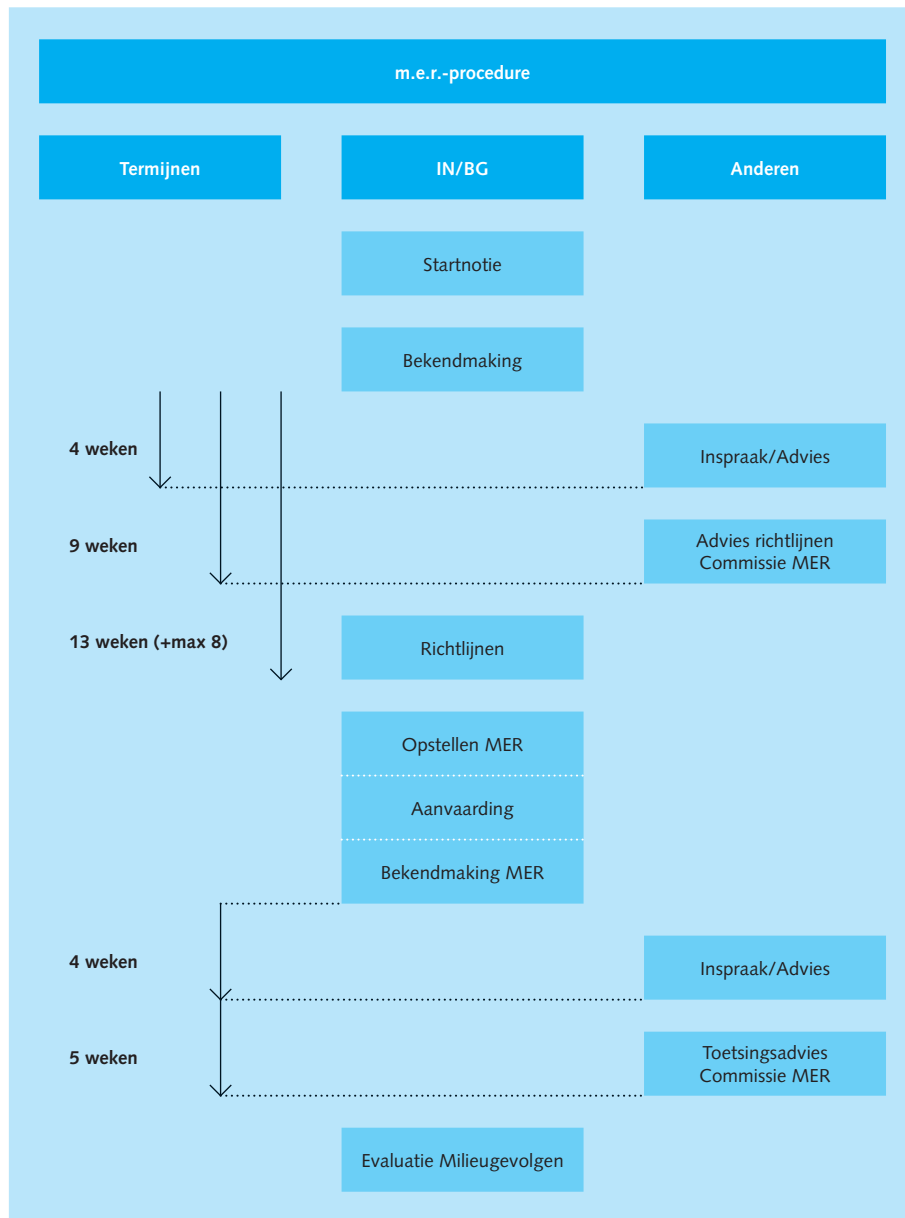
Het besluit: Het bevoegd gezag neemt een besluit over de te ondernemen activiteit. In het besluit wordt gemotiveerd wat met de resultaten van het MER is gedaan. Ook wordt vast-

gesteld wat en wanneer geëvalueerd moet worden. Het nemen van het besluit is formeel geen onderdeel van de m.e.r.-procedure.

Fase 9: evaluatie van de milieugevolgen

Het bevoegd gezag evalueert, met medewerking van de initiatiefnemer, de werkelijk opgetreden milieugevolgen van de activiteit, tijdens de uitvoering van de activiteit of daarna. Het bevoegd gezag neemt naar aanleiding daarvan zo nodig aanvullende maatregelen om de gevolgen voor het milieu te beperken. Er is geen termijn bepaald voor het evalueren.

Figuur B3.1 m.e.r.-procedure



BIJLAGE 04 / PLAN EN TOELICHTING VOLGENS DE WET OP DE WATERKERING

Bij de aanleg of de aanpassing van een primaire waterkering vereist de *Wet op de waterkering* het opstellen van een plan waarin de werkzaamheden zijn beschreven en een toelichting op het plan. In artikel 7 van de *Wet op de waterkering* staat welke informatie het plan en de toelichting moeten bevatten (zie Kader B4-1). Het ontwerp van de primaire waterkering vormt de basis van het plan. In de eerste plaats moet dit ontwerp voldoen aan de veiligheidsnorm, zoals beschreven in artikel 3 lid 1 van de *Wet op de waterkering*. Artikel 7 lid 3 vereist bovendien dat bij het tot stand brengen van het plan rekening wordt gehouden met alle betrokken belangen, overeenkomstig Boertien I. Nadelige gevolgen moeten ongedaan gemaakt worden of beperkt en de landschappelijke, natuur- en cultuurhistorische waarden moeten zo veel mogelijk worden bevorderd.

Volgens artikel 7 moeten het plan en de toelichting informatie bevatten over drie soorten voorzieningen: het werk aan de primaire waterkering, de mitigerende maatregelen om nadelige gevolgen te beperken en maatregelen om de LNC-waarden te bevorderen. Verder moeten volgens lid 4 de gevolgen van het plan worden aangegeven en moet worden beschreven op welke manier rekening is gehouden met alle belangen.

De waterkeringbeheerder stelt het plan vast. Gedeputeerde Staten moeten het plan goedkeuren. Bij het goedkeuringsbesluit wordt het resultaat van de m.e.r.-procedure betrokken. De aanleg van een primaire waterkering is in alle gevallen m.e.r.-plichtig (Besluit m.e.r., onderdelen C en D, artikel 12). Voor het wijzigen of uitbreiden van een zee- of deltadijk geldt altijd een m.e.r.-beoordelingsplicht maar het doorlopen van de m.e.r.-procedure is hiervoor alleen vereist als het om grote afmetingen gaat. In de wet is tevens geregeld, dat Gedeputeerde Staten een gecoördineerde voorbereiding van de besluiten bevorderen die nodig zijn ter uitvoering van het plan.

Kader B4.1 Artikel 7 van de *Wet op de waterkering*

- 1 De aanleg, versterking of verlegging van een primaire waterkering geschiedt overeenkomstig een door de beheerder vastgesteld plan.
- 2 Het plan bevat:
 - de te treffen voorzieningen, gericht op de uitvoering van het werk ten aanzien van een primaire waterkering;
 - de te treffen voorzieningen, gericht op het ongedaan maken of beperken van de nadelige gevolgen van de uitvoering van het werk, voor zover die voorzieningen rechtstreeks verband houden met de uitvoering van het werk;
 - de te treffen voorzieningen ter bevordering van het belang van landschap, natuur of cultuurhistorie, voor zover zij rechtstreeks verband houden met de uitvoering van het werk.
- 3 In geval het plan een verlegging van de primaire waterkering inhoudt, kan het de te treffen voorzieningen bevatten met betrekking tot de inpassing in de omgeving van het gebied tussen de plaats waar de oorspronkelijke primaire waterkering is gelegen en de plaats waar de nieuwe primaire waterkering komt te liggen.
- 4 In de toelichting op het plan wordt aangegeven welke gevolgen aan de uitvoering van het plan zijn verbonden en op welke wijze met de daarbij betrokken belangen rekening is gehouden.
- 5 Het eerste lid is niet van toepassing indien ten aanzien van een in dat lid bedoelde werkzaamheid toepassing wordt gegeven aan hoofdstuk Va, afdeling 1a, van de *Wet op de Ruimtelijke Ordening*.

BIJLAGE 05 /

BEPLANTING OP OF LANGS RIVIERDIJKEN

Inleiding

Bomen en andere beplantingen op of langs dijken spelen een bijzondere rol voor de identiteit van een plaats, het landschap en de natuur. Bomen en beplantingen zijn dan ook vaak onderdeel van de landschapsvisie en de bij die visie horende schetsen. Die visie komt tot stand in overleg tussen autoriteiten, belanghebbenden en deskundigen.

Voor de veiligheid zijn bomen en planten hoger dan circa 5 meter niet gewenst, tenzij de stabiliteit van de dijk aantoonbaar niet in gevaar komt tijdens de levensduur van de dijk. Bij het ontwerpen van een dijk is daarom altijd een afweging nodig of bestaande bomen kunnen blijven staan en/of nieuwe bomen kunnen worden geplaatst. Bij de toetsronde of in het dagelijks beheer kan de beheerder besluiten om een bestaande boom weg te halen. De uitkomst van beide afwegingen hangt af van de veiligheidssituatie, de rol die de bomen vervullen en van de mogelijkheden die het dijkontwerp biedt.

Bomen kunnen effect hebben op zowel de sterkte van de dijk als de belasting op de dijk. Beide aspecten zijn hieronder beschreven, maar veel effecten zijn nog onbekend. Daarom worden de effecten van en mogelijkheden voor beplanting op of langs rivierdijken meestal conservatief ingeschat.

Effect op de sterkte

Beplanting is toelaatbaar als de waterkerende functie van de dijk niet wordt verlaagd. Bij het toetsen van waterkeringen wordt gebruik gemaakt van een 'beoordelingsprofiel'¹. Bij het ontwerpen kan dit beoordelingsprofiel ook worden gebruikt als rekening wordt gehouden met de criteria voor 'robuust ontwerpen' zoals gegeven in Deel 1 (hoofdstuk 5) en Deel 3 (paragraaf 2.2). Dit kan op twee manieren: door de waterkering meteen een 'robuust' profiel te geven of door voorlopig een vrijwaringszone te reserveren voor toekomstige aanpassing. In dat laatste geval worden binnen het 'profiel van vrije ruimte' 'niet-waterkerende elementen' bij voorkeur niet toegestaan. Meer informatie over het beoordelingsprofiel is te vinden in het "Achtergrondrapport niet-waterkerende objecten VTV", 2002 (Provincie Zuid-Holland, 2003) en de "Handleiding voor beplanting op en nabij primaire waterkeringen" (STOWA, 2000).

Als bomen op een dijk wenselijk zijn voor de ruimtelijke kwaliteit, gaat de ontwerper samen met een technisch specialist na of de bomen in te passen zijn in het ontwerp, rekening houdend met de gewenste robuustheid van de dijk. In sommige gevallen kan het nodig zijn het dijkprofiel aan te passen (bijvoorbeeld overhoogte) of bepaalde voorzieningen aan te bren-

¹ Het beoordelingsprofiel is een contourlijn van de verzameling van alle kritieke lijnen van hoogte, afslag voorland, macrostabiliteit binnenwaarts, macrostabiliteit buitenwaarts, piping & heave en microstabiliteit. In hoofdstuk 3 van het VTV staan handreikingen voor het bepalen van het beoordelingsprofiel.

gen (bijvoorbeeld wortelverankering). Dergelijke aanpassingen zullen extra kosten vergen. De opdrachtgever, subsidieverstrekker en de klankbordgroep zullen hierover tot een besluit moeten komen.

De locatie van bomen en beplantingen op de dijk is van belang bij de beoordeling: staat de beplanting op de vooroever, het buitentalud, de kruin, het binnentalud, de binnenberm (steunberm) of aan de voet van de dijk (binnen)?

Voorwaarden en aandachtspunten zijn:

- De boom mag bij windworp (omvallen) geen schade aan de dijk veroorzaken. Een stevige boom kan omwaaien bij een storm met kracht van 8 à 9 Beaufort. Als een boom omwaait kan de stam knakken ('stambreuk') of kan de boom ontwortelen. Bij ontwortelen is sprake van schade aan de dijk. De kans op ontworteling is gering als de begroeiing niet hoger is dan 5 m en bij jonge bomen, kleinere boomsoorten, cultuurvormen zoals knotbomen en leilinden en struiken.
- Door windworp kan een ontgrondingskuil (Mattheck en Breloer, 1995) ontstaan, waardoor de stabiliteit van de dijk afneemt of waardoor onverhoopt stromend water tot een bresgroei kan leiden. De ontgrondingskuil van oudere bomen is te bepalen met een vuistregel van Wessolly (1998): de diameter van de ontgrondingskuil is drie maal de stamdiameter; de diepte van de ontgrondingskuil is anderhalf maal de stamdiameter. Dit gaat op voor gezonde bomen waarbij de wortels afbreken (voor bomen waarvan de wortels zijn aangetast door rot is de diameter als regel kleiner). Bij windbelasting mogen de momentkrachten het evenwicht van het dijklichaam niet verstoren (invloed op de macrostabiliteit).
- Onder het bladerdek van de boom kunnen kale plekken in het gras ontstaan. Kale plekken zijn gevoeliger voor erosie en geulvorming dan een gesloten grasbedekking. Op de kruin van de dijk en aan de binnenzijde van de dijk kan golfoverslag erosie en geulen veroorzaken. Aan de buitenzijde van de dijk zijn kale plekken gevoelig voor golven en stromingen.
- De schuifsterkte van de dijk kan op plaatsen met goed doorwortelde bomen toenemen.
- Er kunnen effecten optreden door het eigen gewicht van de boom, het afsterven van de wortels (bijvoorbeeld door houtrot) waardoor gangen in de ondergrond kunnen ontstaan die water doorlaten en door ongelijkmatige zettingen.

Deze effecten zullen toenemen naarmate de boom ouder en groter wordt. De effecten verschillen ook per boomsoort: de ene soort knakt bijvoorbeeld eerder dan de andere, en de ene soort groeit langzamer dan andere.

Effect op de belasting

Om het effect van wind- en golfbelasting te bepalen, is de combinatie van belasting door (1) waterstand, (2) golfoploop/golfoverslag en (3) wind van belang. Het statistisch integreren van kansen op een waterstand, golfeffect en windeffect is lastig omdat sprake is van bedreigingen die op verschillende momenten optreden met verschillende karakteristieke intensiteiten en verschillende tijdsduren. Juist omdat de belasting moeilijk te bepalen is, is voorzichtigheid geboden.

Aandachtspunten zijn:

- Bomen in het voorland kunnen golven aftoppen en de golfoploop beperken.
 - Omdat bomen lange tijd blijven staan en doorgroeien moet rekening worden gehouden met kansen dat de ontwerphoogte van de waterkering al dan niet gaat veranderen. In het benedenrivierengebied zullen dan over het algemeen dijkverhogingen nodig zijn en in het bovenrivierengebied bij voorkeur rivierverruiming.
- In het bovenrivierengebied worden de dijken belast gedurende een hoogwatergolf. Dit is een lange golf die dagen duurt. De waterkering – die normaal droog is – neemt dan veel

vocht op en kan verweken. Dit kan gevaarlijk zijn omdat bomen gemakkelijk ontwortelen in een doorweekte dijk. Er moet ook rekening worden gehouden met korte windgolven (eventueel ook scheepsgolven²). De kans op het gelijktijdig voorkomen van hoogwater én heel sterke wind is in het bovenrivierengebied klein. Mocht voor deze dijken een precarie situatie ontstaan, dan is het vaak mogelijk tot extra versterking over te gaan, zoals in Ochten in februari 1995 is gebeurd.

In het benedenrivierengebied is er wel een sterk verband tussen het voorkomen van hoog water, eventueel hoge golven én windworp. Risicobeheersing tijdens een incident zal daar vaak ondoenlijk zijn, want de dijken zullen moeilijk toegankelijk zijn bij sterke wind.

- Door windbelasting op bomen kunnen de aandrijvende momenten toenemen. Dit kan gevolgen hebben voor de macrostabiliteit van het dijklichaam.

Beheer

Bij het ontwerpen trekt de beheerder samen op met de ontwerpers. De beheerder van de waterkering let bij de aanleg op de eisen van de waterkering en op andere belangen, zoals de inrichting en de verkeersveiligheid (takken die een gevaar kunnen opleveren).

Het beheer van bomen omvat een zorgplicht met een bijbehorend gedegen toezicht, een goede boomcontrole (visual tree assessment, zie daarvoor VTA, 2002) en de onderhoudsplicht. Bij reëel gevaar kan de beheerder op een aantal manieren ingrijpen. Het terugnemen van de kroon bijvoorbeeld – vooral aan de top – levert op dat de standzekerheid sterk verbetert. Vergunningen voor bomenkap worden – naar verwacht vanaf 2008 – geregeld in de nieuwe 'omgevingswet'.

Conclusie

Het is aan te raden om geen bomen toe te laten op de vooroever binnen een zekere afstand van de waterkering, buitentalud en op bepaalde plaatsen op de kruin omdat de situatie er in een crisis niet steeds controleerbaar en beheersbaar is.

Voor bomen op waterkeringen bestaat ontwortelingsgevaar. Een deskundige moet beoordelen of bomen passen bij een robuust ontwerp en het beoordelingsprofiel.

Per boomsoort kan de ontgrondingskuil worden berekend voor volwassen bomen volgens de methode van Wessolly.

Bij het beoordelen van de macrostabiliteit van het dijklichaam moet rekening gehouden worden met de extra aandrijvende momenten door windbelasting op de bomen.

Met voorzieningen zoals het aanbrengen van overhoogte of een verankeringsconstructie zijn bomen vaak zonder gevaar te plaatsen. Bomen zijn een belangrijk onderdeel van ruimtelijke kwaliteit.

² Voor wat de scheepvaart betreft kan worden gesteld dat in maatgevende omstandigheden beperkingen gelden (voor zover vaart al mogelijk is dan).

BIJLAGE 06 / NIEUWE ONTWIKKELINGEN BIJ DIJKONTWERP

In deze bijlage zijn de belangrijkste nieuwe technieken voor het versterken van dijken beschreven. Deze technieken zijn getest in praktijkproeven en in het laboratorium.

INSIDE

De afgelopen jaren heeft Rijkswaterstaat in het project INSIDE nieuwe technieken voor dijkversterking ontwikkeld. Deze technieken zijn bedoeld om problemen met beperkte ruimte het hoofd te bieden. Drie technieken moeten zich in de praktijk nog bewijzen maar lijken op papier financieel en maatschappelijk goede alternatieven te zijn:

- mixed in place;
- dijkvernageling;
- dijkdeuvels.

De drie technieken maken het mogelijk om de dijk van binnenuit te versterken zonder extra ruimte in beslag te nemen. De oplossingen hebben tot doel de dijk stabiel te maken door de weerstand tegen afschuiving te verhogen.

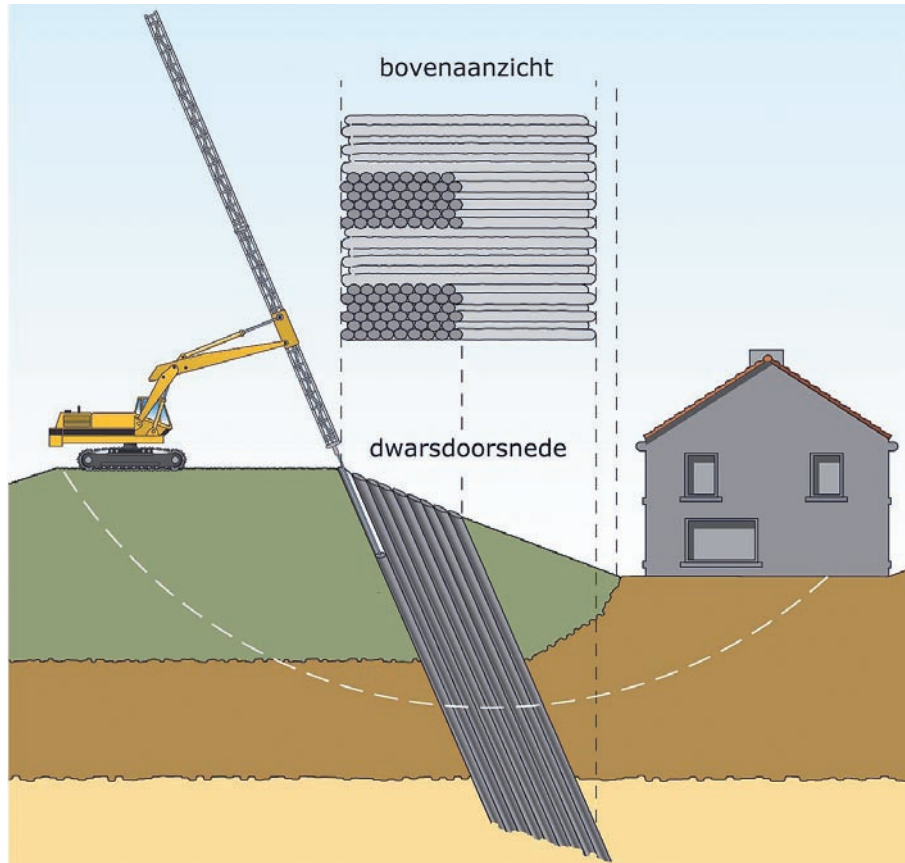
Het zijn alledrie duurzame oplossingen die ontworpen kunnen worden voor een planperiode van 100 jaar. Aangezien de technieken latere uitbreiding mogelijk maken, is het niet nodig direct voor zo'n lange periode te ontwerpen, maar kan flexibel (en daarmee optimaal) op gewijzigde omstandigheden worden gereageerd. De oplossingen zijn flexibel en in elke dijk toepasbaar, ook bij dijkwoningen. Onderzoek heeft aangetoond dat deze technieken effectieve dijkversterkingmethoden kunnen zijn. De resultaten van het INSIDE-onderzoek zijn gepubliceerd in CUR (2007). Het rapport zal richtlijnen voor de opdrachtgever bevatten voor de toepassing van de innovatieve dijkversterkingstechnieken. Recente informatie is op te vragen bij Rijkswaterstaat, projectbureau INSIDE.

Hieronder zijn de drie technieken kort toegelicht.

- *Mixed in place (MIP)*

Mixed-in-place is een methode van grondverbetering die al vele jaren in onder meer Scandinavië en in Japan is toegepast. Een kraan met een mengkop vermengt droog bindmiddel met vochtige grond. Het bindmiddel wordt onder druk ingeblazen vanuit tanks die op een aparte rupswagen staan. Door het toepassen van deze techniek kan de slappe grond onder de binnenteen van de dijk grotere krachten weerstaan. De techniek is onderzocht in een laboratorium en voor drie dijkvaksecties nader uitgewerkt in het kader van de MER Dijkversterking Krimpenerwaard. Uit de MER is gebleken dat de techniek veelbelovend is.

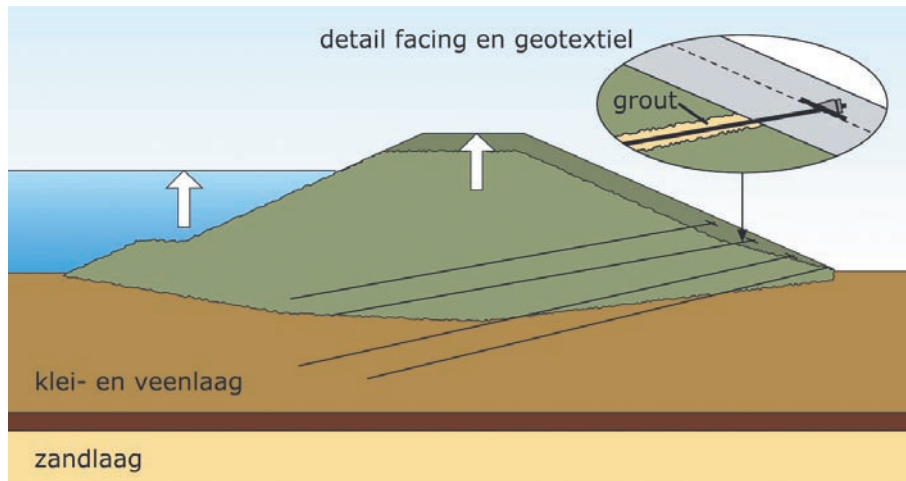
Figuur B6.1 Droge uitvoeringsmethode MIP: principe en materieel



- *Dijkvernageling*

Dijkvernageling is het verankeren van het binnendijkse grondlichaam door toepassing van trekelementen. Trekelementen zijn nagels met een groutomhulling die volgens een bepaald stramien en onder een geschikte hoek in het binnendijkse talud worden aangebracht. Het basisconcept gaat uit van stalen buisnagels met een lengte van circa 14 meter en een onderlinge afstand van circa 2 meter. Deze versterkingstechniek resulteert in een grotere weerstand tegen afschuiving tijdens maatgevend hoogwater. De nagels worden bij het bezwijkmechanisme afschuiving vooral op dwarskracht belast.

Figuur B6.2 Principe dijkvernageling

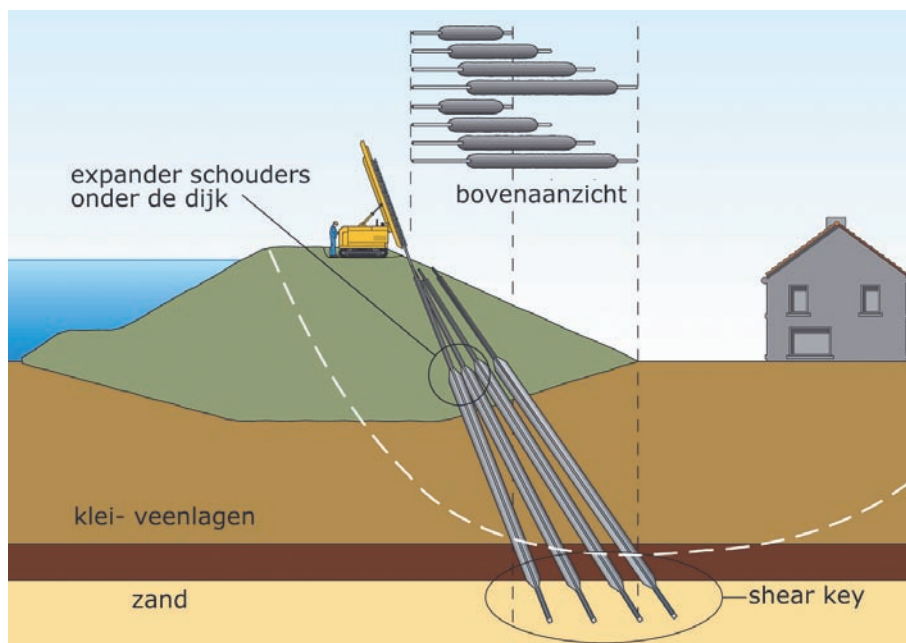


- Dijkdeuvels

Bij deze techniek wordt een buis voorzien van een omhullende kous schuin in de slappe ondergrond geplaatst tot in de draagkrachtige pleistocene zandlaag. De kous wordt volgeperst met cement-betoniet.

De dijkdeuvels staan met hun voeten in de draagkrachtige Pleistocene zandlaag en met hun schouders juist in de onderste lagen van het dijkmateriaal. Het onderste deel van de dijkdeuvels, de 'shear key', zorgt voor een goede verankering in de draagkrachtige zandlaag. Bovendien werken ze als 'deuvels' in het glijvlak om de afschuivende moot vast te pinnen. Deze methode is minder ver ontwikkeld en beproefd dan mixed in place en dijkvernageling.

Figuur B6.3 Principe dijkdeuvels (ook wel expanding columns genoemd)



Korte damwanden in dijkversterking

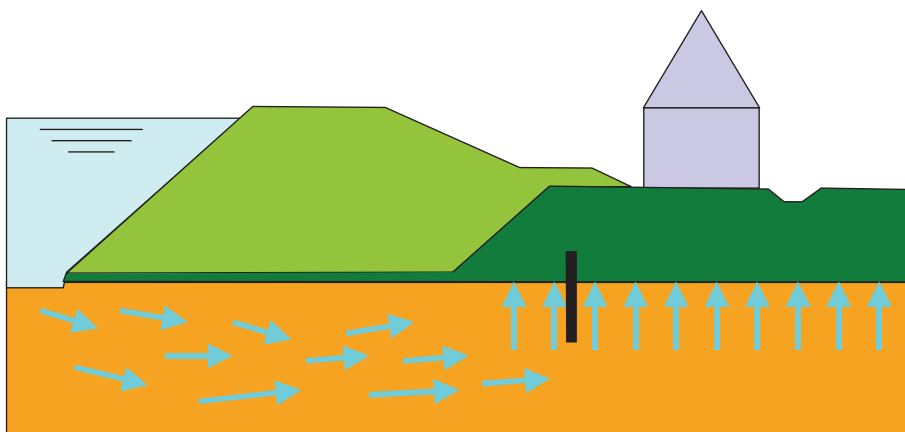
Dijken met een grote kans op opdrijven, krijgen meestal aan de polderzijde een binnenberm. Daarvoor is niet altijd ruimte, bijvoorbeeld als er huizen staan of als er een waardevol natuurgebied ligt.

Geodelft heeft een nieuwe manier onderzocht om dijken bij een opdrijvend achterland stabiel te houden. Korte damwanden blijken een kansrijke oplossing te zijn. De damwand wordt enkele meters in het pleistocene zand geheid maar hoeft niet tot aan het maaiveld te reiken. Ook is het niet nodig om de korte damwand te verankeren. Met plaxisberekeningen en centrifugeproeven is inzicht verkregen in de werking van de korte damwanden en het gedrag van de dijk.

In opdracht van Rijkswaterstaat heeft Geodelft, samen met onder andere Fugro en Arcadis, in 2002 nader onderzoek gedaan naar korte damwanden (Geodelft et al., 2002). Hierbij is gebleken dat met het toepassen van korte damwanden dijkversterking te combineren is met het behoud van cultuurhistorische en landschappelijke waarden zonder extreem hoge kosten.

Voor een dijkversterkingproject in de Krimpenerwaard is een ontwerp gemaakt dat als een van de alternatieven in het MER is opgenomen.

Figuur B6.4 Een korte damwand kan worden toegepast bij dijken die niet voldoen aan de normen vanwege instabiliteit bij opdrijven



BIJLAGE 07 /

DIJKBEKLEDING

Doel van de dijkbekleding

De bekleding van een dijk dient verschillende doelen:

- verhogen erosiebestendigheid (bescherming van het grondlichaam);
- beperking van het onderhoud;
- bijdragen aan de waterdichtheid van de kering;
- reductie van de golfoverslag;
- bijdragen aan het gewenste uiterlijk en gebruik;
- mogelijk maken van gebruiksfuncties.

Informatie over bekledingen is onder meer te vinden in:

- Technisch Rapport Steenzettingen (TAW, 2003-c);
- Technisch Rapport Asphalt voor waterkeringen (TAW, 2002-b);
- Technisch Rapport Erosiebestendigheid van grasbekleding (TAW, 1998-b);
- CUR Natuurvriendelijke Oevers (CUR, 2000);
- CUR Filters in de Waterbouw (CUR, 1993);
- CUR Leidraad Duurzaam Ontwerpen (CUR, 1999).

Keuze van de bekleding

Er zijn veel verschillende bekledingstypen beschikbaar. Voor rivierdijken wordt in principe een grasbekleding op klei toegepast. Alleen als een grasbekleding onvoldoende sterk is, wordt naar een alternatief gezocht. Dit is bijvoorbeeld het geval bij een hoge of zeer frequente hydraulische belasting (stroming of golven) of als de dijk in een bebouwde omgeving ligt en veel betreding plaatsvindt.

De materiaalkeuze hangt onder meer af van de civieltechnische eigenschappen, de effecten op de ruimtelijke kwaliteit en de gebruiksfuncties, de Ausgangssituatie, de mogelijkheid voor hergebruik van materialen en de kosten. Bij het kiezen van de optimale dijkbekleding worden de volgende stappen doorlopen:

- 1 voorselectie van mogelijke oplossingen op basis van de beschikbaarheid en de toepasbaarheid van de materialen, een globale schatting van de effectiviteit en de effecten en de gekapitaliseerde kosten van aanleg, onderhoud en periodieke vervanging;
- 2 onderzoek naar de voor- en nadelen van de verschillende alternatieven;
- 3 evaluatie van alternatieven en definitieve keuze.

ad (1) Voorselectie

Bij de voorselectie kan een keuze worden gemaakt uit de volgende soorten dijkbekledingsmaterialen voor de bovenlaag:

- gras op klei;
- losgestorte materialen;
- verpakte bekledingen (gabions);
- gezette bekledingen en blokkenmatten;
- plaatbekledingen;
- asfaltbekledingen;
- hybride bekledingen (bijvoorbeeld doorgroeistenen).

De aard en de omvang van de belastingen bepalen welke soorten materialen op de verschillende plaatsen in het dwarsprofiel bruikbaar zijn. TRWG (TAW, 2001) behandelt niet de keuze tussen de verschillende soorten bekledingen maar geeft wel veel informatie over de bekledingsoorten en de wijze van toepassing. Hier zijn enkele aandachtspunten opgenomen:

- *Bekleding:*
 - bestand zijn tegen de belastingen door wind, golven en stroming;
 - uitspoeling van onderliggende gronddeeltjes voorkomen;
 - bestand zijn tegen erosie door overspoelend materiaal;
 - vormveranderingen van de ondergrond (talud) kunnen volgen;
 - stabiel zijn tegen afschuiven.
- *Uitvoering:*
 - de bereikbaarheid en begaanbaarheid voor het in te zetten materieel;
 - de plaats van verwerking, bijvoorbeeld helling van taluds;
 - de wijze van verwerking (machinaal of handmatig);
 - de sterkte tijdens de bouwfase (een tijdelijk bovenlaag van zwaarder filtermateriaal kan bijvoorbeeld noodzakelijk zijn);
 - de overgang tussen verschillende typen bekledingen.
- *Beheer- en onderhoud:*
 - bereikbaarheid;
 - tijdige waarneembaarheid van gebreken;
 - de mogelijkheid om gebreken snel, eenvoudig en goedkoop te herstellen;
 - de levensduur en de (milieu)kosten voor de afvoer van de bekleding aan het eind van de levensduur.
- *Kwaliteit van het leefmilieu en de gebruiksfuncties:*
 - beperking van schadelijke stoffen;
 - bevordering van hergebruik van materialen;
 - schoonheid van het landschap;
 - aansluiting bij de landschappelijke waarden;
 - de mogelijkheid om flora en fauna te handhaven of te ontwikkelen;
 - de mogelijkheid voor medegebruik door bijvoorbeeld recreatie.

ad (2) Voor- en nadelen van alternatieven

Om tot een keuze tussen de alternatieven te komen, is onderlinge vergelijking noodzakelijk. Alle alternatieven die door de voorselectie komen, voldoen aan de eisen voor sterkte en stabiliteit van de waterkering. Vergelijking vindt plaats op basis van andere kenmerken:

- integrale kosten;
- levensloopcyclus;
- ruimtelijke kwaliteit;
- mogelijkheden voor overige gebruiksfuncties.

Een beoordelingskader kan behulpzaam zijn bij het vergelijken van de alternatieven. Ook ervaringen spelen vaak een rol bij de keuze.

ad (3) Evaluatie en keuze

De optimale keuze voor de dijkbekleding komt voort uit het overzicht van voor- en nadelen van de verschillende alternatieven.

Overgangsconstructies

De overgang tussen twee typen dijkbekledingen is extra kwetsbaar voor beschadigingen. Daarom moet de toepassing van verschillende bekledingen zo mogelijk vermeden worden. Waar toch twee soorten bekledingen bij elkaar komen, is een overgangsconstructie noodzakelijk die ervoor zorgt dat de overgang voldoende sterk en erosiebestendig is.

Verschiedende typen bekledingen kunnen wenselijk zijn, omdat niet alle delen van een waterkering op dezelfde manier belast worden. De belasting in de zone onder water is bijvoorbeeld anders dan de belasting in de zone waar de golven breken. Elke zone stelt daarom specifieke eisen aan de bekleding. Ook in de lengterichting kunnen belastingen variëren, onder andere door variaties in de ligging ten opzichte van de golfaanval, bochten, medegebruik en voorland.

Een overgangsconstructie tussen verschillende bekledingen kan in vier gevallen noodzakelijk zijn:

- 1 Aansluiting tussen verschillende bekledingsmaterialen of onderlagen.
- 2 Aansluiting tussen taludbekleding en voorland. Deze zogenoemde teenconstructies begrenzen de onderzijde van de taludbekleding en vormen de overgang naar het voorland of de buitenberm. De overgangsconstructie bestaat bijvoorbeeld uit een geotextiel met steenbestorting of, in geval van een hooggelegen en begroeid voorland, uit grasbetontegels.
- 3 Aansluiting tussen de taludbekleding en kunstwerken, bouwwerken of begroeiing. Dijken worden soms onderbroken door bebouwing, sluizen, kokers van schuifconstructies of inspectieschachten, fundering van lichtopstanden of aanleginrichtingen van schepen. Bij verticale wanden van kunstwerken treedt op bepaalde punten versterkte golfaanval op. Dit stelt speciale eisen aan de overgangsconstructies (TRWG; TAW, 2001). Ook rondom bomen zijn vaak speciale voorzieningen gewenst.
- 4 Aansluiting tussen de dijkbekleding en een wegdek op de kruin of de berm. Deze aansluiting is sterk erosiegevoelig, met name als de dijkbekleding uit een grasmat bestaat. Als de wegfundering onder de hoogwaterlijn ligt, zijn voorzieningen nodig om te voorkomen dat een kwelstroom ontstaat.

Overgangsconstructies bestaan vaak uit meerdere materialen, zoals betonbanden, teen-schot, geotextiel en voegvullingen. Het is van belang dat de materialen ervoor zorgen dat de aansluitende bekledingen hun functie goed en duurzaam kunnen vervullen. Meer informatie over overgangsconstructies staat in het TRWG (TAW, 2001), het TR Steenzettingen (TAW, 2003-c) en het TR Asfalt voor waterkeringen (TAW, 2002-b).

BIJLAGE 08 /

UITERWAARD- VERLAGING EN ECOTOOP- ONTWIKKELING

Deze bijlage biedt een handvat voor het schatten van de uiterwaardverlaging die nodig is voor het ontwikkelen van verschillende ecotooptypen uit de PKB Ruimte voor de Rivier.

Inleiding

Voor de PKB Ruimte voor de Rivier zijn globale ontwerpregels opgesteld voor onder meer verlaging van uiterwaarden. Deze bijlage geeft vuistregels die gebaseerd zijn op de PKB Ruimte voor de Rivier en te gebruiken zijn voor een eerste ontwerp. De PKB Ruimte voor de Rivier ging uit van maximale verruiming. Een optimaal rivierkundig en ecologisch ontwerp moet echter rekening houden met lokale omstandigheden. Daarvoor bieden Wolters et al. (2001) en Peters et al. (2006) aanknopingspunten. Voor verdere uitwerking van een maatregel wordt verwezen naar het gegevensprotocol in Rijkswaterstaat (2006).

De ontwerpregels uit de PKB zijn opgesteld voor de riviertrajecten zoals opgenomen in tabel B8.1, maar kunnen ook voor andere riviertrajecten behulpzaam zijn. De regels zijn opgesteld voor afvoer-gedomineerde trajecten, maar kunnen voor een eerste schatting ook voor andere trajecten worden toegepast. In het Benedenrivierengebied komen trajecten voor die getij-gedomineerd zijn en waarvoor andere rekenregels gelden. Aandachtspunt is dat in het benedenrivierengebied een andere methode wordt gehanteerd voor het bepalen van de hoogwaterstandseffecten dan in het bovenrivierengebied. In Heynert (1998) zijn de effecten berekend met beide methoden vergeleken. Voor de Maas kan tevens gebruik worden gemaakt van ervaringen van De Maaswerken (Maaswerken, 2003-a) en IVM (Stuurgroep IVM, 2006).

Tabel B8.1 Trajectindeling riviertakken Ruimte voor de Rivier

Traject	Naam	km-raai begin	km-raai eind (1)	km-raai eind (2)
B1	Boven-Rijn	(BR) 857,69	(W) 867,26	(PK) 868,23
W1	Waalbochten	(W) 867,26	(W) 886,78	-
W2	Middenwaal	(W) 886,78	(W) 914,77	-
W3	Waal omgeving St. Andries	(W) 914,77	(W) 934,22	-
W4	Benedenwaal	(W) 934,22	(W) 953,00	-
R1	omgeving splitsingspunt Pannerdensch Kop	(PK) 868,23	(PK) 876,81	-
R2	omgeving splitsingspunt IJsselkop	(PK) 876,81	(NL) 887,69	(IJ) 883,24
R3	Doorwerthse Neder-Rijn	(NL) 887,69	(NL) 900,22	-
R4	Gestuwde Neder-Rijn en Lek	(NL) 900,22	(NL) 946,74	-
R5	Boven-Lek	(NL) 946,74	(NL) 969,58	-
Y1	Boven-IJssel	(IJ) 883,24	(IJ) 911,18	-
Y2	Midden-IJssel	(IJ) 911,18	(IJ) 943,28	-
Y3	Sallandse IJssel, zuidelijk deel	(IJ) 943,28	(IJ) 964,33	-
Y4	Sallandse IJssel, noordelijk deel	(IJ) 964,33	(IJ) 979,78	-
Y5	Beneden-IJssel	(IJ) 979,78	(IJ) 1006,00	-

Uiterwaardverlaging

Tabel B8.2 geeft een overzicht van mogelijke ecotopen in de uiterwaard. Per ecotoop is aangegeven of vergraving van de uiterwaard noodzakelijk is voor het realiseren van het ecotoop.

Tabel B8.2 Overzicht mogelijke ecotopen in de uiterwaard

Ecotoop	Opmerking
Water	vergraven afhankelijk van vorm
Hardhoutooibos	niet vergraven tenzij specifiek aangegeven
Zachthoutooibos	niet vergraven tenzij specifiek aangegeven
Stroomdalgrasland	wel vergraven
Rivierduin	niet vergraven
Dynamische Ruigte	wel vergraven
Natuurlijk Grasland	wel vergraven
Moeras	wel vergraven
Landbouw	wel vergraven, kades verlagen tot niveau 6.000 m ³ /s bij Lobith
Landbouw	niet vergraven, kades verlagen tot niveau 6.000 m ³ /s bij Lobith

De indeling in hardhoutooibos en zachthoutooibos is niet altijd even logisch. Daarom is afgesproken dat alleen verlaagd wordt als dat specifiek staat aangegeven in de schetsen. In

alle overige gevallen wordt niet verlaagd op plaatsen waar hardhoutooibos tot ontwikkeling moet komen.

Bij vergravingen in de uiterwaardplannen moet een bepaalde afstand worden gehouden tot de bandijk, kribben, de oeverlijn en constructies om de stabiliteit te waarborgen.

De diepte van de vergravingen is globaal te bepalen met de rekenregels in tabel B8.3 t/m tabel B8.5. Deze geven per ecotoop en per riviertak aan hoe hoog het maaiveld ten opzichte van de mediane waterstand moet liggen om de ecotoop tot ontwikkeling te laten komen en te laten voortbestaan (overschrijdingsfrequentie van 50%, vast te stellen door de rivierbeheerder). Maximale vergraving is hierbij als uitgangspunt genomen.

Tabel B8.3 Minimale hoogte boven mediaan peil (in m) per ecotooptype in de riviertrajecten van Boven-Rijn en Waal

IVR-natuurecotooptypen	B1	W1	W2	W3	W4
hardhoutooibos	2,50	2,50	2,50	2,00	1,50
stroomdalgrasland	2,50	2,50	2,50	2,00	1,50
rivierduin	1,25	1,25	1,25	1,00	0,75
dynamische ruigte	1,00	1,00	1,00	0,75	0,50
natuurlijk uiterwaardgrasland	1,00	1,00	1,00	0,75	0,50
zachthoutooibos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
moerasruigte	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
nevengeul	-2,00	-2,00	-2,00	-2,00	-2,00
strang	-2,00	-2,00	-2,00	-2,00	-2,00
plas	-4,00	-4,00	-4,00	-4,00	-4,00

Tabel B8.4 Minimale hoogte boven mediaan peil (in m) per ecotooptype in de riviertrajecten van Neder-Rijn en Lek

IVR-natuurecotooptypen	R1	R2	R3	R4	R5
hardhoutooibos	2,00	1,50	1,50	1,50	1,50
stroomdalgrasland	2,00	1,50	1,50	1,50	1,50
rivierduin	1,00	0,75	0,75	0,75	0,75
dynamische ruigte	0,75	0,50	0,50	0,50	0,50
natuurlijk uiterwaardgrasland	0,75	0,50	0,50	0,50	0,50
zachthoutooibos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
moerasruigte	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
nevengeul	-2,00	-2,00	-2,00	-2,00	-2,00
strang	-2,00	-2,00	-2,00	-2,00	-2,00
plas	-4,00	-4,00	-4,00	-4,00	-4,00

Tabel B8.5 Minimale hoogte boven mediaan peil (in m) per ecotootype in de riviertrajecten van de IJssel

IVR-natuurecotootypen	Y1	Y2	Y3	Y4
hardhoutoibos	2,00	2,00	1,50	1,50
stroomdalgrasland	2,00	2,00	1,50	1,50
rivierduin	1,00	1,00	0,75	0,75
dynamische ruigte	0,75	0,75	0,50	0,50
natuurlijk uiterwaardgrasland	0,75	0,75	0,50	0,50
zachthoutoibos	0,00	0,00	0,00	0,00
moerasruigte	0,00	0,00	0,00	0,00
nevengeul	-2,00	-2,00	-2,00	-2,00
strang	-2,00	-2,00	-2,00	-2,00
plas	-4,00	-4,00	-4,00	-4,00

Bij het aanleggen van open water wordt langs de rand rekening gehouden met de aanwezigheid van een talud. Er wordt echter geen extra ruwheid op dat talud ontworpen.

Voor landbouwgebieden gelden andere criteria voor verlaging als wordt uitgegaan van functiebehoud. Aangeraden wordt af te graven tot een hoogte die 60% van de theoretisch maximale landbouwgebruikswaarde garandeert bij behoud van zomerkades. Tabel B8.6 geeft voor de trajecten van Rijn, Waal en IJssel de minimale hoogte boven mediaan peil die met deze eis overeenkomt.

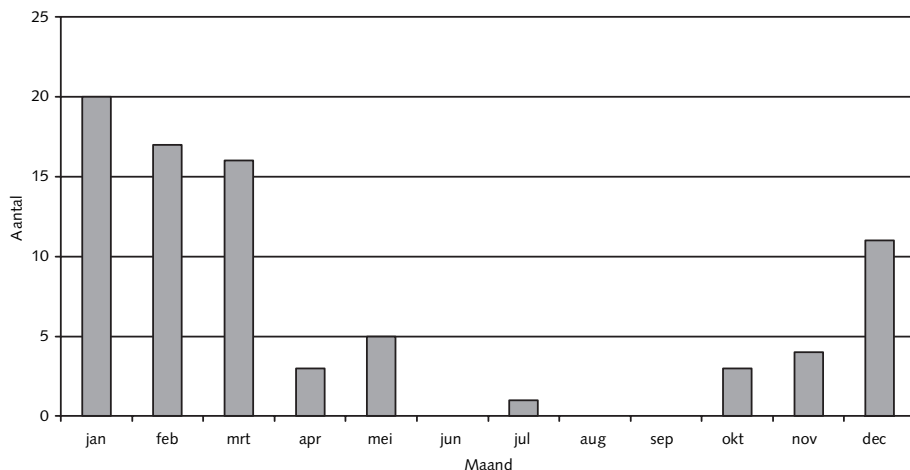
De landbouwgebruikswaarde wordt gedefinieerd met de HELP-methode (Herziening Evaluatie Landinrichtingsplannen), zie o.a. Klijn en De Vries (1997). De HELP-methode drukt de opbrengstderving door vochttekorten en wateroverlast uit in procentuele opbrengstdepressies die in mindering worden gebracht op de theoretisch maximale productie van 100%.

Tabel B8.6 Minimale maaiveldhoogte in centimeters (+/- 20 cm) boven mediaan peil voor behoud 60% landbouwfunctie bij behoud zomerkades

Gebruikswaarde	B1	W1	W2	W3	W4	R1	R2	R3	R4	R5	Y1	Y2	Y3	Y4
60%	90	90	90	60	40	70	20	20	20	20	60	60	20	20

Verwijderen/doorsteken zomerkades

Bij het schematiseren van de uiterwaardplannen wordt geen onderscheid gemaakt tussen het doorlatend maken van een kade en het afgraven van een kade. In beide gevallen wordt de kade in zijn geheel verwijderd. Als gesproken wordt over het verlagen van kades wordt bedoeld dat deze verlaagd worden tot op het niveau dat behoort bij een afvoer van 6.000 m³/s bij Lobith (waterstanden uit betrekingslijnen 2001). Bij deze verlaging komen in de zomer nauwelijks overstromingen voor (zie tabel B8.7 ter onderbouwing van deze aanname) en is functiebehoud van landbouw nog mogelijk (zie tabel B8.6). In de zeldzame gevallen dat toch een zomerhoogwater optreedt, zal dit zeer waarschijnlijk plaatsvinden in een natte zomer. Dan treedt ook binnendijs schade door wateroverlast op.

Figuur B8.1 Aantal afvoerpieken bij Lobith groter dan 6.000 m³/s in de periode 1901-1975

Ook kades in de uiterwaard anders dan zomerkades kunnen verwijderd worden. Als geen duidelijke zomerkade aanwezig is, worden alle kades verlaagd tot een niveau behorend bij 6.000 m³/s bij Lobith. In het uitzonderlijke geval dat een zomerkade is verwijderd als gevolg van uiterwaardverlaging, terwijl aan de zijde van de bandijk functiebehoud van landbouw is gedefinieerd, wordt een nieuwe zomerkade aangelegd op het niveau van de oude zomerkade met als maximum niveau het niveau behorend bij een afvoer van 6.000 m³/s bij Lobith. In het geval geen functiebehoud aan de orde is, zoals bijvoorbeeld bij vergraven tot natuurlijk grasland of dynamische ruigte, worden alle kades verwijderd in het te vergraven gebied.

BIJLAGE 09 /

HYDRAULISCHE EN MORFOLOGISCHE EFFECTEN

UITERWAARD-MAATREGELLEN

Deze bijlage gaat in op de hydraulische en morfologische effecten van uiterwaardmaatregelen. De beschreven hydraulische en morfologische principes zijn met name geldig in de bovenstroomse Rijntakken en de Maas. In het benedenrivierengebied spelen in aanvulling op de hieronder beschreven effecten ook de zeewaterstand en windsnelheid en -richting een belangrijke rol.

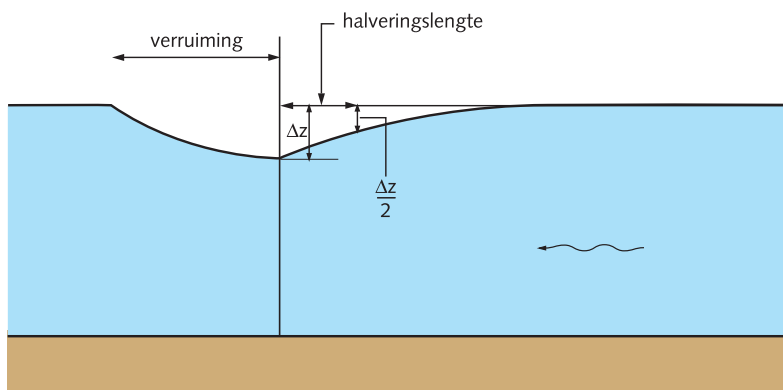
Principe hydraulische effecten

Het effect van een ingreep op de rivierwaterstand werkt in bovenstroomse of benedenstroomse richting door. Dit wordt het stuwkromme-effect genoemd. Een maat voor de lengte waarover in een vrij afstromende rivier de stuwkromme merkbaar is, is de halveringslengte. Dit is de afstand waarop de maximale waterstanddaling met de helft is afgenomen. De halveringslengte ($L_{0,5}$) in [m] wordt als volgt berekend:

$$L_{0,5} = \frac{\sqrt[3]{\frac{Q^2}{B^2 C^2 i}}}{3 \cdot i}$$

waarin Q het debiet is [m^3/s], B de rivierbreedte [m], C de Chézy-coëfficiënt [$m^{1/2}/s$] en i het waterspiegelverhang [-]. Al deze parameters zijn gemiddelden over het beschouwde riviertraject.

Figuur B9.1 Illustratie stuwkromme-effect en halveringslengte



Na een afstand $L_{0,05}$ resteert van de maximale waterstandverlaging nog slechts 5%. Deze afstand is te berekenen als:

$$L_{0,05} \approx 4 \cdot L_{0,5}$$

Bij de bepaling van het waterstandverlagende effect van een maatregel is de begroeiing in de uiterwaard van belang omdat die de stromingsweerstand sterk beïnvloedt. De verschillende ecotopen en de bebouwing in een uiterwaard zijn te vertalen in een ruwheidswaarde (k). Hiervoor zijn tabellen opgenomen in van Velzen (2003). Met de Chézy-formule wordt vervolgens de hydraulische ruwheidswaarde berekend:

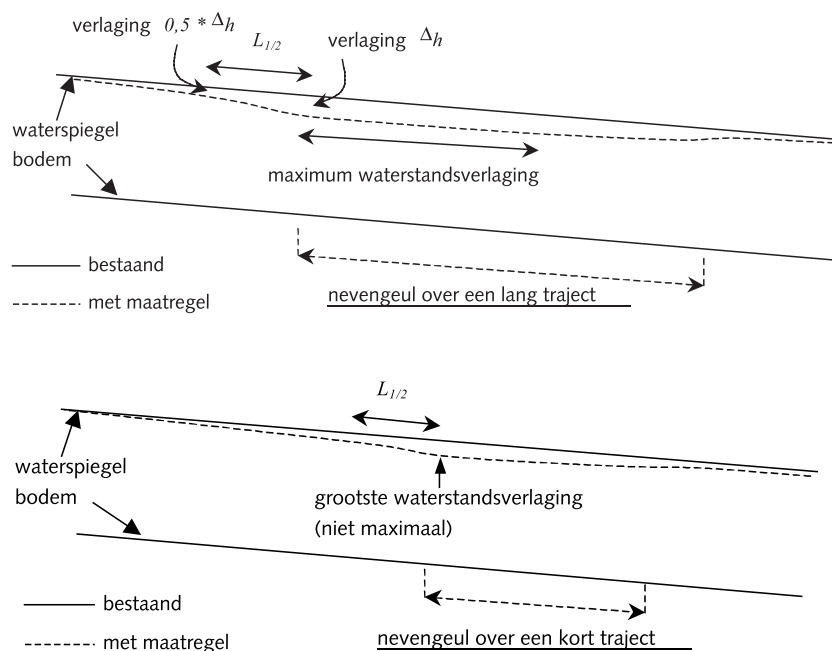
$$C = 18 \log \frac{12h}{k} \quad \text{gebruikt in} \quad U = C \sqrt{h i}$$

waarin C de Chézy-coëfficiënt [$\text{m}^{1/2}/\text{s}$], h de waterdiepte is [m], k de ruwheidswaarde van het ecotoop [m], U de stroomsnelheid [m/s] en i het verhang [-].

Uiterwaardverlaging

De waterstanddaling als gevolg van uiterwaardverlaging neemt in het verruimingstraject in stroomopwaartse richting toe (zie bijvoorbeeld Figuur B9.1). Vindt de ingreep over lange trajecten plaats dan zal het waterstandverlagende effect zich binnen het verruimingstraject volledig kunnen ontwikkelen. Is de ingreep over een kort traject uitgevoerd dan zal de waterstandverlaging zich niet volledig kunnen ontwikkelen. In beide gevallen werkt de waterstandverlaging – volledig ontwikkeld of niet – over enige afstand bovenstrooms van de maatregel door.

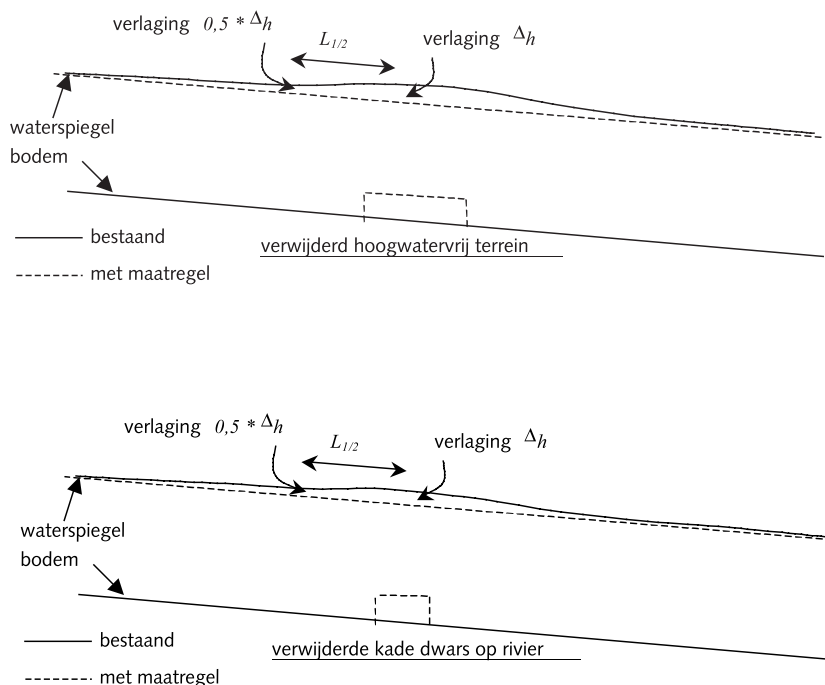
Figuur B9.2 Waterstandverlaging bij aanleg nevengeul



Verwijderen hydraulische knelpunten

Na het verwijderen van een hoogwatervrij terrein dat in de uiterwaard ligt of van een kade die min of meer dwars op de rivier ligt, neemt de weerstand af en zal de waterstand dalen (zie Figuur B9.3). Het effect werkt weer in bovenstroomse richting door.

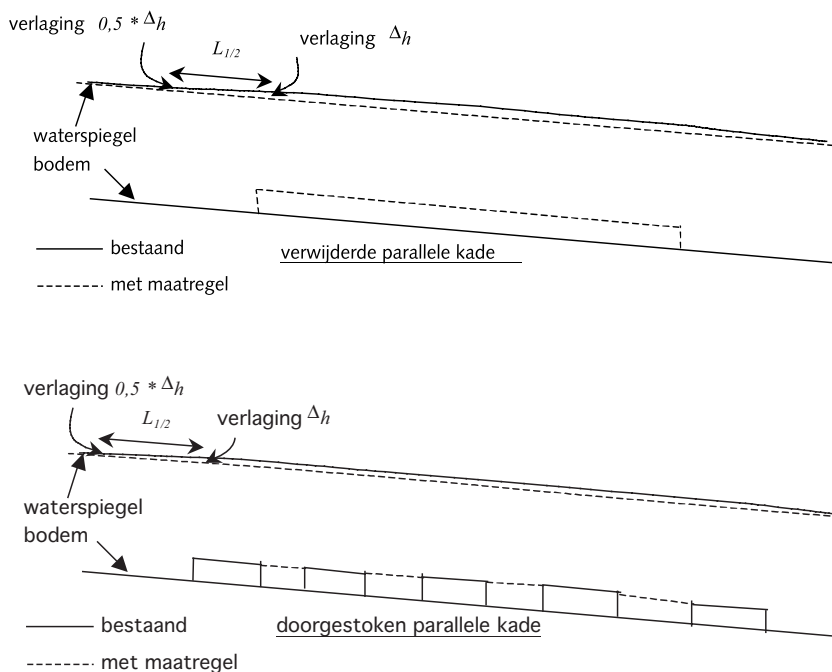
Figuur B9.3 Waterstandverlaging bij verwijderen hydraulische knelpunten



Verwijderen kades parallel aan de rivier

Na het verwijderen van een kade die min of meer parallel aan de rivier ligt neemt de afvoercapaciteit van de uiterwaard toe en zal de waterstand dalen (zie Figuur B9.4). Het effect werkt in bovenstroomse richting door. Door een kade die parallel aan de rivier ligt op regelmatige afstanden door te steken, blijft de kade de stroming geleiden. De afvoercapaciteit van de uiterwaard neemt in dat geval wel toe maar minder dan na volledige verwijdering van de kade.

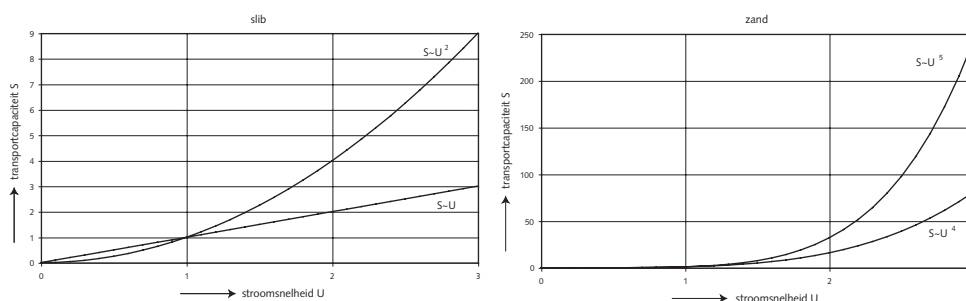
Figuur B9.4 Principe van waterstandverlaging bij verwijderen parallelle kade



Principe morfologische effecten

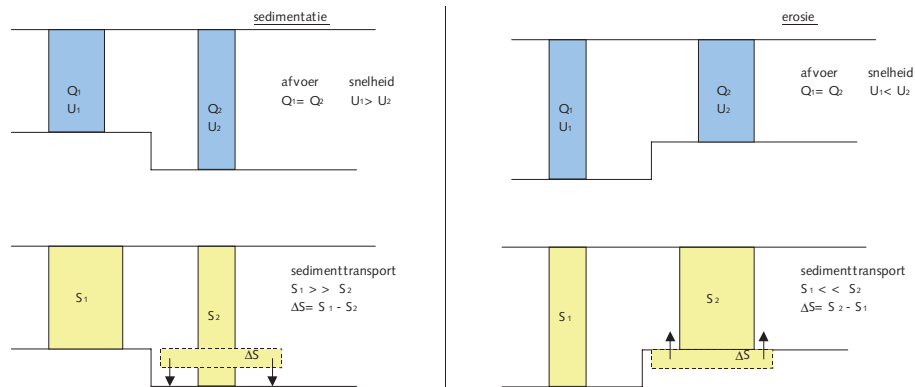
De grootte van het sedimenttransport is niet bepalend voor het optreden van aanzanding of erosie. De veranderingen in stroomrichting van het sedimenttransport bepalen of er aanzanding of sedimentatie optreedt. De grootte van het sedimenttransport S is sterk afhankelijk van de stroomsnelheid tot een bepaalde macht (U^b , waarin de macht b voor slib 1 à 2 bedraagt en voor zand 4 à 5 (zie Figuur B9.5)).

Figuur B9.5 Relatie tussen sedimenttransportcapaciteit S en stroomsnelheid u



Figuur B9.6 geeft inzicht in het sedimentatie- en erosieproces. Hieruit blijkt dat verandering in stroomsnelheid als gevolg van verruiming of verkleining van het profiel bij constant debiet tot sedimentatie of erosie leidt. Bij afnemende stroomsnelheid treedt sedimentatie op, bij toenemende snelheid treedt erosie op.

Figuur B9.6 Principe van sedimentatie- en erosieproces

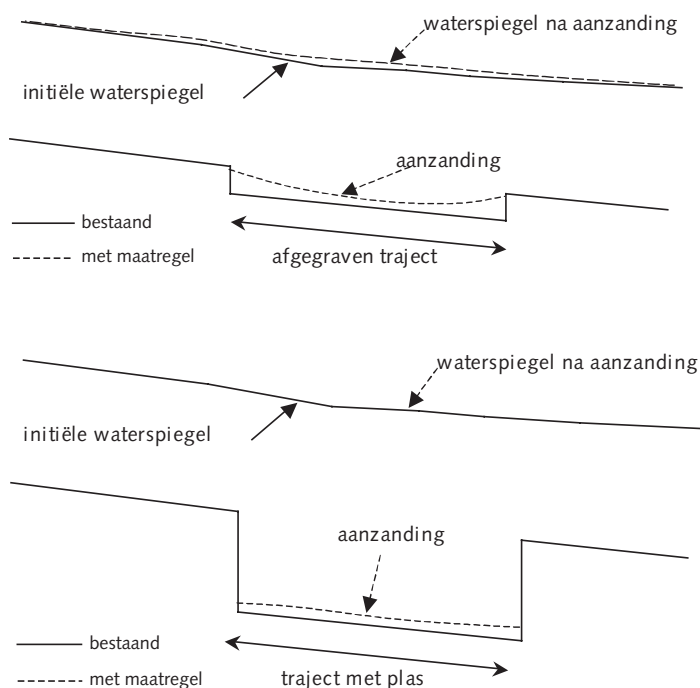


Uiterwaardverlaging

Na verlaging van de uiterwaard (door afgraving, aanleg nevengeul of aanleg plassen) treedt tijdens hoogwatersituaties waterstandverlaging op langs het verlaagde traject. In de loop van de tijd wordt zand en slib afgezet in de uiterwaard en kan ook in nevengeulen en plassen sedimentatie optreden afhankelijk van de lokale situatie. Door deze sedimentatie neemt het waterstandverlagende effect van de uiterwaardmaatregelen af (zie Figuur B9.7). Het reducerende effect van aanzanding in plassen zal pas merkbaar worden als de plassen minder dan 2 à 5 meter diep worden. Al het materiaal dat in het diepe gedeelte van een plas neerslaat tot dit niveau heeft nauwelijks effect op de waterbeweging.

De snelheid van de sedimentatie hangt sterk af van de lokale omstandigheden, zoals de grootte van het sedimenttransport, het aantal malen per jaar dat de uiterwaard onder water staat of meestroomt en het stroomveld in de uiterwaard. Het kan tientallen tot enkele honderden jaren duren voordat een uiterwaard, nevengeul of plas tot het oorspronkelijke niveau is opgevuld.

Figuur B9.7 Sedimentatie uiterwaard in relatie tot waterstandverlagend effect uiterwaardmaatregel



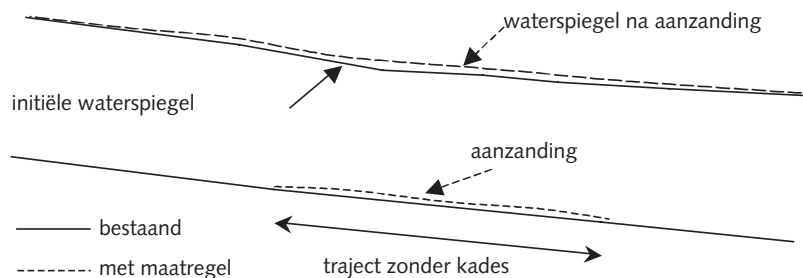
Verwijderen hydraulische knelpunten

Hydraulische knelpunten zoals hoogwatervrije terreinen en kades dwars op de rivier veroorzaken lokaal waterstandverhoging. Als dit type hydraulische knelpunten is verwijderd zonder dat daarbij stroomvertraging of stroomversnelling in de hoofdgeul optreedt, dan zal geen sedimentatie of erosie optreden. Lokaal en tijdelijk kan wel sedimentatie of erosie optreden, maar op de lange termijn is bij een goed ontwerp geen morfologisch effect van belang te verwachten.

Verwijderen kades parallel aan de rivier

Verwijderen van kades die min of meer parallel aan de rivier liggen, zoals zomerkades, heeft tot gevolg dat bij hoogwater de afvoer door de uiterwaard toeneemt. Met het water wordt sediment meegevoerd dat na het hoogwater achterblijft in de uiterwaard. Het waterstandverlagend effect van de toegenomen afvoercapaciteit van de uiterwaard neemt langzaam af als de uiterwaard in de loop van de tijd ophooft (zie Figuur B9.8). De snelheid van de sedimentatie hangt sterk af van de lokale omstandigheden, de grootte van het transport, het aantal malen per jaar dat de uiterwaard meestroomt, het stroomveld in de uiterwaard en het zomerbed, enzovoorts.

Figuur B9.8 Effect van de morfologie op waterstandverlaging bij verwijderen parallelle kades



BIJLAGE 10 /

MODELLEN VOOR

EFFECTBEPALING

RIVIERVERRUIMING

Inleiding

Bij het invullen van het beoordelingskader moeten de effecten van rivierverruiming bepaald worden. In de meeste gevallen wordt een eerste inschatting van de effecten met vuistregels en rekenregels gemaakt. Omdat de lokale omstandigheden en situatie sterk bepalend zijn bij rivierverruiming, is het aan te raden snel over te gaan naar locatiespecifieke bepalingen met behulp van rekenmodellen. Voorwaarde daarbij is dat voldoende gegevens beschikbaar zijn. Deze bijlage geeft een overzicht van bruikbare modellen.

De beschrijving van de modellen in deze bijlage is niet volledig. Het beoordelingskader bepaalt vaak voor welke onderdelen modellen gebruikt moeten worden en voor welke onderdelen een deskundigenoordeel kan volstaan. Het wordt aangeraden de instrumenten te gebruiken die het bevoegd gezag als toetsingsinstrument hanteert. Rijkswaterstaat Dienst Oost-Nederland heeft bijvoorbeeld samen met de Projectorganisatie Ruimte voor de Rivier een rivierkundig beoordelingskader voor ingrepen in de Rijntakken binnen het beheersgebied opgesteld (Rijkswaterstaat Oost-Nederland, 2006). Daarin zijn voorgeschreven:

- het te gebruiken hydraulische model;
- het te gebruiken morfologische model of methodiek;
- de referentie en de methode van modelleren (Baseline);
- de bepaling van de stromingsweerstand van onder andere vegetatie (van Velzen et al., 2003-a en -b).

De modellen die hieronder beschreven zijn, kunnen door technische ontwikkelingen veranderen. Bij de keuze van de modellen moet gecontroleerd worden wat de actuele stand van zaken is.

Geografische basisinformatie

Wellicht het belangrijkste instrument voor de invulling van het beoordelingskader is de geografische basisinformatie. Hiermee wordt al het kaartmateriaal bedoeld dat op een of andere manier behulpzaam kan zijn, zoals kaartinformatie over wegen, kabels en leidingen, natuur, vervuiling en archeologische vindplaatsen. De mate van detaillering moet passen bij de schaal waarop de studie uitspraken moet doen.

Algemene aandachtspunten rekenmodellen

Tot nu toe worden veel deterministische modellen gebruikt. Er is echter een tendens naar een meer stochastische benadering, zeker bij het bepalen van hydraulische en morfologische effecten. Met een stochastische benadering is het mogelijk om onzekerheden in bijvoorbeeld golfoploop, afvoerdeling op splitsingspunten en windopzet in beeld te brengen.

De basis voor de hydraulische en morfologische modellen is de fysische beschrijving van de hydraulica in het veld. Dit leidt tot een wiskundige beschrijving in de drie ruimtelijke dimensies. In de regel is een dergelijk model echter niet sluitend te maken en zijn vereenvoudigingen noodzakelijk. Vereenvoudigingen zijn bijvoorbeeld mogelijk door processen te verwaarlozen waarvan op voorhand aantoonbaar is dat zij niet relevant zijn voor het te berekenen effect. Een aanzienlijke vereenvoudiging is te bereiken door dieptegegevens uit te middelen, zodat in plaats van een driedimensionaal (3D) een tweedimensionaal (2D) model ontstaat. Op vergelijkbare wijze is door middeling van gegevens dwars op de hoofdstroom een vereenvoudiging naar een een-dimensioneel (1D) model mogelijk.

Vaak worden modellen gebruikt om verschillen tussen twee of meer scenario's te bepalen. Tekortkomingen van de modellen werken op die manier in alle berekeningen op ongeveer gelijke wijze door en vallen in de verschilberekening doorgaans weg.

Hydraulische modellen

Hydraulische modellen zijn vaak van groot belang voor de effectbepaling. Voor het beoordelingskader is het van belang de effecten op stroomsnelheden en afvoeren te vertalen in effecten op waterstanden en gevolgen voor natuurontwikkeling. Uit de modellen is af te leiden hoeveel dagen per jaar de uiterwaarden onder water staan en daaruit is weer af te leiden welke ecotopen zich kunnen ontwikkelen. Ook de effecten op grondwaterstanden en -stroming en de economische schade worden afgeleid uit de resultaten van de hydraulische modellen.

Ogenschoonlijk zijn berekeningen met eendimensionale hydraulische modellen zoals het model SOBEK het eenvoudigst. Daarbij wordt voor een 2D-profiel (een dwarsdoorsnede van de rivier) één waarde gegeven voor de stroomsnelheden in de langsrichting. Het voordeel van deze werkwijze is dat de software relatief eenvoudig is door middeling over de diepte én over de dwarsdoorsnede. Ook zijn de rekentijden kort. Probleem is dat ingewikkelde stroompatronen zich niet lenen voor een 1D-benadering. Dat geldt bijvoorbeeld voor meanderbochten in de Maas die bij hoogwater worden afgesneden. De situatie die dan ontstaat kan niet zonder kunstgrepen worden doorgerekend met een 1D-model, terwijl een 2D-model daar minder moeite mee heeft. In deze gevallen is rekenen met 1D ingewikkelder dan rekenen met 2D.

Gangbaar en goed haalbaar op dit moment zijn 2D-berekeningen met het model WAQUA. Daarin zijn processen in de verticale richting uitgemiddeld en blijven alleen variaties in de langs- en dwarsrichting over. De modellen zijn goed gekalibreerd op gemeten waterstanden zodat voor de Maas en alle Rijntakken dynamische berekeningen mogelijk zijn met elke gewenste afvoergolf. Op dit moment zijn echter zelden nauwkeurige gegevens over de verdeling van stroomsnelheden en afvoeren over zomer- en winterbed beschikbaar. Bij het ontbreken van deze meetgegevens zijn de modellen niet goed te kalibreren en dit kan consequenties hebben voor de effectbepaling van bijvoorbeeld rivierverruimingsmaatregelen. WAQUA is ook in de PKB Ruimte voor de Rivier gebruikt, waarbij de bodemligging van de Rijntakken is gebaseerd op die gebruikt in de berekeningen voor het randvoorwaardenboek 2001.

3D-berekeningen met hydraulische modellen zijn op dit moment (status 2006) alleen mogelijk als sprake is van een zeer eenvoudige geometrie of bij complexe geometrie alleen voor zeer korte perioden en korte trajecten. In de praktijk wordt op dit moment in studies voor rivierversuiming of dijkverbetering vrijwel nooit volledig gerekend met 3D-modellen voor hydraulica. Wel is het mogelijk om een model op te knippen in een aantal laagjes en per laagje 2D-kennis toe te passen. Door die informatie aan elkaar te koppelen kan een quasi 3D-berekening ontstaan. Dit kan een nuttige tussenvorm zijn tussen 2D- en volledig 3D-rekenen.

De toe te passen hydraulische modellen hangen af van de aard van de studie en daarmee samenhangend de schaal van het probleem. De aard van de studie kan zijn:

- Beleidsanalyse: studies op het niveau van riviertrajecten of riviertakken. Tegenwoordig worden hierin vaak 2D-modellen gebruikt.
- Ontwerp en toetsing: bijvoorbeeld het bepalen van effecten van te verlenen vergunningen in uiterwaarden. De berekeningen daarvoor worden doorgaans uitgevoerd met 2D-modellen.
- Onderzoek: bijvoorbeeld onderzoek naar individuele fysische processen. Vaak behoeft aan 3D of quasi-3D modellering.

Morfologische modellen

De morfologische modellen die op dit moment gehanteerd worden verschillen sterk van de hydraulische modellen. De fysica van hydraulische processen is vaak goed bekend en de modellen kunnen deze principes goed beschrijven. De fysica van morfologische processen is vele malen moeilijker. De wetmatigheden waaraan de individuele sedimentdeeltjes zouden moeten voldoen hebben tot op heden niet geleid tot een afdoende beschrijving in wiskundige vergelijkingen. Er is nog veel onzekerheid en er moet nog steeds een toevlucht worden genomen tot empirische relaties (status 2007).

De resultaten van hydraulische modellen, zoals veranderingen in stroompatronen en -snelheden, maken een kwalitatieve inschatting mogelijk van de grootschalige morfologische effecten. Aanvullend daarop kunnen morfologische modellen worden toegepast. Het resultaat van morfologische modellen hangt af van de toegepaste sedimenttransportformule en is te gebruiken als trend-voorspelling. Er kan bijvoorbeeld uit afgeleid worden dat bepaalde trajecten gevoelig zijn voor sedimentatie en andere voor erosie.

In de praktijk wordt de morfologische procesbeschrijving gekoppeld aan eendimensionale modellen. Het hydraulische 1D-model SOBEK kan daarvoor worden uitgebreid met een morfologische module. Ook 2D-berekeningen zijn mogelijk, bijvoorbeeld met het model Delft2D. Hier wordt echter weinig gebruik van gemaakt omdat de onzekerheden nog groter zijn dan in 1D-berekeningen (status 2007). De nauwkeurigheid van 1D- en 2D-morfologische modellen wordt in sterke mate bepaald door de beschikbaarheid en kwaliteit van meetgegevens. Het afregelen van een model op betrouwbare gegevens levert betrouwbaardere voorspellingen op. Een manier om inzicht te verkrijgen in de modelnauwkeurigheid oftewel de variabiliteit van de morfologische veranderingen in de tijd, is beschreven in Van Vuren (2005). De variabiliteit in bijvoorbeeld de bodemligging als gevolg van variaties in de afvoer of onnauwkeurigheden in de bodempeilingen, heeft gevolgen voor onder andere de hoogwatervoorspelling, de bevaarbaarheid en de stabiliteit van constructies. Verder kan variabiliteit in de bodemligging de afvoercapaciteit beïnvloeden en daarmee de afvoerdeling op splitsingspunten. Dit kan op termijn (ongewenste) morfologische veranderingen in de bodemligging als gevolg hebben.

Ecologische modellen

De beschikbare ecologische modellen hebben veelal een hoog schaalniveau en kunnen van nut zijn bij het bepalen van de ecologische doelstellingen of de ecologische effecten. Op hoog schaalniveau kan bijvoorbeeld het model LARCH ingezet worden, dat de functie van het gebied in het ecologische netwerk beoordeelt. Dit model kan indicaties opleveren van de gewenste grootte en samenstelling van ecotopen. Met modellen zoals PREVIEW (PREdicting Vegetations In Excavated Winterbeds, van RIZA) of EMOE (als PREVIEW, maar dan voor benedenrivierengebied) zijn de effecten van maatregelen op de vegetatieontwikkeling te bepalen. Wanneer de ecologische doelen helder zijn en het ontwerp hierop afgestemd moet worden, zijn de resultaten van bovengenoemde modellen in combinatie met andere ecologische kennis te gebruiken om het gewenste ontwerp vast te stellen. Een model als MILIARIA (Model Implementatie Landinrichtings Activiteiten in het Rivierengebied in Interactie met Avifauna) is te gebruiken om te toetsen of het ontwerp aansluit bij de eisen vanuit de Vogel en Habitatrichtlijn.

Beslissingsondersteunende modellen

Naast de hierboven beschreven hydraulische, morfologische en ecologische modellen zijn de laatste jaren ook analyses uitgevoerd met beslissingsondersteunende systemen (BOS-modellen). Dit zijn software-instrumenten waarin hydraulische en andere modellen na elkaar worden toegepast. Maatregelen kunnen in de regel eenvoudig worden geschematiseerd doordat de BOS-modellen gebruik maken van een GIS-schil.

Het instrument heeft als doel de samenwerking tussen de verschillende partijen die betrokken zijn bij een rivierproject te stimuleren. Het idee is dat landschapsarchitecten op een topografische kaart een maatregel schetsen, rivierkundigen hydraulische tips geven en het BOS vervolgens de maatregel direct doorrekent om in te schatten wat het hydraulische effect is. Een globaal idee voor een project, bijvoorbeeld het ontwikkelen van een meer natuurlijk rivier, kan met behulp van een BOS worden toegepast op een hele riviertak. Ook kan beoordeeld worden of de afzonderlijke uiterwaardplannen voldoende bijdragen aan de centrale gedachte. Door een combinatie met ecologische modellen kunnen bovendien de gevolgen voor natuur in kaart worden gebracht.

De huidige BOS-modellen voldoen op dit moment nog niet aan het hierboven beschreven idee. De modellentrein functioneert nog onvoldoende. Met name de koppeling tussen het ontwerp en de hydraulische berekening vergt nog te veel tijd waardoor de resultaten niet snel genoeg gegenereerd kunnen worden. Bovendien is vaak specialistische kennis vereist. Daarom is een BOS in zijn huidige vorm als instrument voor beleidsmakers nog niet geschikt (status 2007). Een tussenoplossing wordt gevonden door berekeningen en effectbepaling vóóraf te maken en deze gegevens op te nemen in een vereenvoudigd instrument dat alleen de effecten van deze vooraf gedefinieerde maatregelen kan laten zien. Zo'n instrument is de Blokkendoos die bij de PKB Ruimte voor de Rivier en Integrale Verkenning Maas (IVM) ook voor beleidsmakers zeer bruikbaar bleek te zijn.

Overige modellen

In aanvulling op de 1D- en 2D-modellen SOBEK en WAQUA/Delft2D worden ook andere modellen gebruikt die een duidelijke relatie hebben met hydraulica, zoals:

- de HYDRA-modellen;
- modellen voor berekenen golfoverslag (PC-overslag);
- modellen voor berekenen windgolven, ten behoeve van belasting op dijken;
- stochastische modellen voor de beschrijving van sterkte en belasting van dijkringen;
- grondwatermodellen;
- schademodelen.

BIJLAGE 11 /

ONTWERPPRINCIPES

NEVENGEULEN

Het doel van het aanleggen van nevengeulen kan zijn het verlagen van hoogwaterstanden en/of het realiseren van natuurwaarden. Daarnaast kunnen nevengeulen effect hebben op de scheepvaartfunctie van de rivier. In de Gamerensche Waard langs de Waal zijn in de periode 1995-1999 drie nevengeulen aangelegd. Tussen 1996 en 2002 zijn deze geulen door het RIZA in opdracht van de Directie Oost-Nederland uitgebreid gemonitord (Jans, 2004). Uit die studie zijn de onderstaande tabellen met ontwerpprincipes overgenomen, uitgesplitst in de rivierfuncties (1) veiligheid tegen overstromen, (2) scheepvaart en (3) natuur. De ontwerpregels zijn indicaties om te controleren of de effecten aan de rivierkundige voorwaarden voldoen. De uiteindelijke effecten zullen met de juiste hydraulische en of morfologische modellen bepaald en geanalyseerd moeten worden (bijvoorbeeld conform het rivierkundig beoordelingskader van de rivierbeheerder).

Tabel B11.1 Functie veiligheid

Fase	Aspect	Criterium	Indicatie / range
Aanleg	daling hoogwaterstanden	ontgraven volume	4-10 cm daling per miljoen m ³ ontgraving (Wolters et al., 2001)
		ligging tracé	in stroomvoerend deel van de uiterwaard, dichtbij het zomerbed, in een binnenbocht (Agtersloot et al., 1999)
		oriëntatie tracé	tracé volgt stroomlijnen bij hoogwater
Beheer	sedimentatie nevengeul	locatie inlaat	bij voorkeur in buitenbocht zomerbed, benedenstrooms in het kribvak (Mosselman et al., 2004)
		vormgeving inlaat	bij voorkeur met een bodemsprong
		zandvang	nee, tenzij locatie nu reeds aanzandingsgevoelig is (Jans, 2004)
	vegetatie-ontwikkeling	bodemhoogte geul	> 1 m waterdiepte bij mediane waterstand
		overtaluds geul	1:5 of steiler
	ondermijning bandijk	afstand tot bandijk	50-100 m
		kronkeligheid	zo recht mogelijk
		lokale versmallingen	oeververdediging na lokale versmallingen of voldoende ruimte voor oevererosie laten (Breen en Havinga, 2003; Jans, 2004)

Tabel B11.2 Functie scheepvaart

Fase	Aspect	Criterium	Indicatie / range
Aanleg	-	-	-
Beheer	aanzanding zomerbed	verandering hoogteligging bodem	maximaal 20 cm
	erosie nevengeul	shieldsparameter	< 0,03 bij geulvullende afvoer
	dwarsstroom	vormgeving uitlaat	is in de praktijk geen probleem (Jans, 2004)
	functiebehoud kribben	afstand tot kribwortel	minimaal 50 m

Tabel B11.3 Functie natuur

Fase	Aspect	Criterium	Indicatie / range
Aanleg	afmetingen	lengte	geen beperking, wel indirect gezien de vereiste stroomsnelheid
		breedte	niet te benoemen, wel indirect gezien de vereiste stroomsnelheid
		diepte	< 1 m waterdiepte bij mediane waterstand
		overtalud	1:10 of flauwer; plaatselijk een steilwand
	hydro-dynamiek	stroomsnelheid	0,05-0,3 m/s bij mediane waterstand
	morfo-dynamiek	shieldsparameter	> 0,05 bij geulvullend debiet
		breedte-diepteverhouding	> 50 voor zandbanken > 100 voor eilanden (Middelkoop et al., 2003)
		bodemsubstraat	geen voorkeur voor zand, klei of slib
Beheer	levensduur/ beheer-intensiteit	meestroom-frequentie nevengeul	> 9 maanden/jaar
		vegetatiebeheer oevers	afhankelijk van natuurdoelstelling: 1 maal per 5 jaar (pionier) tot 50 jaar (climaxvegetatie) ingrijpen

BIJLAGE 12 /

TOTSTANDKOMING

LEIDRAAD RIVIEREN

De Leidraad Rivieren bevat, in vergelijking met de twee voorgaande leidraden, nieuwe kennis en ideeën over veiligheidsmaatregelen in het rivierengebied. Het heeft ongeveer vijf jaar gekost om deze informatie te vergaren, te ordenen en toegankelijk op te schrijven. Bij dat proces is in de loop van de tijd een groot aantal vertegenwoordigers van overheden, kennisinstituten en adviesbureaus betrokken geweest.

Organisatie

De Leidraad Rivieren is tot stand gekomen onder verantwoordelijkheid van het projectteam bestaande uit schrijvers en projectleiders van RIZA en DWW. In het begin van het proces is de klankbordgroep regelmatig geraadpleegd over de structuur die de Leidraad Rivieren moest krijgen en de onderwerpen die aan bod moesten komen. Later zijn conceptteksten besproken, eerst in het projectteam en vervolgens in de klankbordgroep en met deskundigen op het gebied van aanleg, beheer en onderhoud van waterkeringen en rivierverruimingsprojecten. Het laatste concept van de Leidraad Rivieren is ook voorgelegd aan een reviewteam van deskundigen uit de ENW-werkgroepen Veiligheid, Techniek en Rivieren.

Totstandkoming

In 2002 is het proces gestart met het opstellen van een voorlopige inhoudsopgave. Op basis van deze inhoudsopgave heeft HKV [LIJN IN WATER](#) een enquête gehouden onder de (potentiële) gebruikers van de oude en nieuwe leidraad, om te toetsen of daarmee alle aspecten van de inhoud tot hun recht zouden komen. Vervolgens hebben HKV [LIJN IN WATER](#), Fugro en WL I delft hydraulics de paragrafen uitgewerkt tot steekwoorden op basis van bestaande leidraden, technische rapporten en overige literatuur. Deze geannoteerde inhoudsopgave heeft als basis gediend voor het eerste concept van de Leidraad Rivieren. Dit eerste concept is in de tweede helft van 2003 opgesteld door Royal Haskoning en HKV [LIJN IN WATER](#).

In 2004 en 2005 heeft DHV tweede en derde concepten van de Leidraad Rivieren opgeleverd, waarbij vooral aandacht is besteed aan de structuur, de afstemming tussen de afzonderlijke delen en de plaats van ruimtelijke kwaliteit in de leidraad. Ook is in 2005 een eerste discussie over de veiligheidsbenadering gevoerd. Dit heeft geleid tot een aantal tekstvoorstellen van Infram BV over de veiligheidsbenadering en robuust ontwerpen, die deels zijn overgenomen in de Leidraad Rivieren.

In 2006 is de laatste fase van het schrijven van de Leidraad Rivieren ingegaan. In deze fase heeft RIZA het Technische Rapport Ontwerpbelastingen voor het rivierengebied en het Technisch Rapport Ruimtelijke Kwaliteit opgesteld en DWW het Addendum bij het Technische Rapport Waterkerende Grondconstructies. Deze drie documenten vormen één geheel met de Leidraad Rivieren.

In de laatste fase heeft HKV LJUN IN WATER in nauwe samenwerking met tekstbureau Met Andere Woorden en Arcadis de leesbaarheid van de teksten in de Leidraad Rivieren verbeterd en de inhoud afgestemd op de twee nieuwe technische rapporten, het Addendum en de ideeën over de veiligheidsbenadering en het begrip robuust ontwerpen. In een workshop op 30 mei 2006 is een grote groep potentiële gebruikers geïnformeerd over de leidraad en kon men commentaar geven op het vierde concept ervan. HKV LJUN IN WATER, tekstbureau Met Andere Woorden en Arcadis hebben deze reacties verwerkt en tot slot het commentaar van het reviewteam van de ENW op het laatste concept.

Betrokken teams en groepen

Tabel B12.1 Deelnemers projectteam Leidraad Rivieren

Naam	Organisatie	Positie
Ir. A.A. Hooijer	RWS RIZA	Projectleider
Ir. H.J. Barneveld	HKV <u>LJUN IN WATER</u>	Lid
Ir. M.Q. Bos	RWS RIZA	Lid
Dr.ir. G.J.C.M. Hoffmans	RWS DWW	Lid
Ir. M.H.I. Schropp	RWS RIZA	Lid
R. A. Struijk	RWS RIZA	Secretaris
Dr. A. Hesselink	RWS RIZA	Oud projectleider
Ir. E. Snippen	RWS RIZA	Oud projectleider
Drs. D.F. Timmer	RWS DWW	Oud projectleider
Ir. H.A. Peeters	RWS RIZA	Oud lid
Drs. N. Slootjes	RWS RIZA	Oud secretaris

Tabel B12.2 Samenstelling Klankbordgroep Leidraad Rivieren

Naam	Organisatie	Positie
Ing. B.G. de Bruijn	Waterschap Rivierenland	Voorzitter
Ir. H.J. Barneveld	HKV <u>LJN IN WATER</u>	Lid
Drs. P. Beeldman	RWS DZH	Lid
J.A. Beijersbergen	Provincie Zuid-Holland	Lid
Ir. M.Q. Bos	RWS RIZA	Lid
Ir. H.C. Branderhorst	DG Water	Lid
Ir. J.P.M. Dijkman	WL Delft Hydraulics	Lid
Ir. E. van Hijum	INFRAM BV	Lid
Dr. Ir. G.J.C.M. Hoffmans	RWS DWW	Lid
Ir. A.A. Hooijer	RWS RIZA	Lid
Drs. O.G. Lagendijk	RWS RIZA	Lid
Ir. M.T. van der Meer	Fugro	Lid
Ing. R. Piek	Provincie Zuid-Holland	Lid
Ing. B.J.C. van den Reek	Provincie Noord-Brabant	Lid
Ing. G.P. Roetert Steenbruggen	DLG	Lid
Dr. J.Th. de Smidt	Zelfstandige	Lid
Ir. M. Schropp	RWS RIZA	Lid
Ir. T.A. Sprong	Projectbureau Ruimte voor de Rivier	Lid
Ir. E.H. van Velzen	RWS RIZA	Lid
R.A. Struijk	RWS RIZA	Secretaris
Drs. J.S.L.J. van Alphen	Namens RWS DON	Oud lid
Dr. Ir. H.H. ten Cate	Namens RWS DON	Oud lid
Drs. J.M.H. Demon	Namens DGW	Oud lid
Dr. A.W. Hesselink	Namens RWS RIZA	Oud lid
Ir. D.C. van Ooijen	Namens RWS ZH	Oud lid
Ir. E. Snippen	Namens RWS RIZA	Oud lid
Drs. D.F. Timmer	Namens RWS DWW	Oud lid
Ing. J. Westerhoven	Namens Provincie Zuid-Holland	Oud lid
Ir. B.J. Zandberg	Namens RWS DON	Oud lid
J.G.M. Rosier	Namens RWS RIZA	Oud secretaris
Drs. N. Sloopjes	Namens RWS RIZA	Oud secretaris

Tabel B12.3 Samenstelling Reviewteam ENW

Naam	ENW	Organisatie
Prof.dr.ir. H.J. de Vriend	Rivieren / Kerngroep	TU Delft, Faculteit Civiele Techniek
Ing. B.G. de Bruijn	Rivieren	Waterschap Rivierenland
Ir. W.G. Epema	Techniek / Kerngroep	Zelfstandig
Ir. S.E. van Manen	Veiligheid	RWS Bouwdienst Utrecht
Dr.ir. J.W. van der Meer	Techniek	INFRAM / Zelfstandig
Ir. M.W.C. Nieuwjaar	Techniek	Provincie Flevoland
Ir. W. Silva	Techniek	RWS RIZA
W.J.M. Snijders M.Sc.	Techniek / Rivieren	RWS DWW
Dr.ir. M.A. Van	Techniek	GeoDelft
Ir. U. Förster	Techniek	RWS DWW (secretaris reviewteam)

Colofon

Uitgegeven door

Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Expertise Netwerk Waterkeren

Leidraad teksten

Rijkswaterstaat, HKV [LIJN IN WATER](#), Arcadis, Met Andere Woorden

Foto's

Alle foto's zijn afkomstig uit het beeldarchief van V&W. Waar dit niet het geval is, is een bronvermelding toegevoegd. De foto's voor de A3 fotospreads zijn gemaakt door August Swietkowiak.

Ontwerp

2D3D

Druk

Drukkerij Ando bv, Den Haag

Datum

Den Haag, juli 2007

