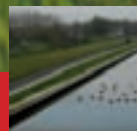
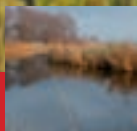




Handreiking  
Ontwerpen & Verbeteren  
Waterkeringen  
langs regionale rivieren



HANDREIKING ONTWERPEN & VERBETEREN WATERKERINGEN  
LANGS REGIONALE RIVIEREN

ORK

2009

07

ISBN 978.90.5773.426.7



Publicaties van de STOWA kunt u bestellen op [www.stowa.nl](http://www.stowa.nl)

# COLOFON

UITGAVE STOWA, Utrecht 2009

## AUTEURS

ir. L. Heuer (Royal Haskoning)  
ir. M.P.M. Sanders (Royal Haskoning)  
ir. C.J. de Leeuw (Royal Haskoning)  
ir. A.G. Wiggers (Royal Haskoning)

FOTO'S Beschikbaar gesteld door H.N. van Hemert  
Waterschap Rivierenland  
Waterschap Rijn & IJssel  
Royal Haskoning

DRUK Kruyt Grafisch Adviesbureau

STOWA rapportnummer 2009-07  
ISBN 978.90.5773.426.7

# TEN GELEIDE

De beveiliging tegen overstroming vormt een wezenlijke vereiste voor de bewoonbaarheid van grote delen van ons land. Die beveiliging wordt verzorgd door zowel de primaire waterkeringen, als de regionale waterkeringen. Ook regionale waterkeringen zijn belangrijk voor de bescherming tegen wateroverlast vanuit de haarvaten van het watersysteem, en daarom heeft het Rijk in de Vierde Nota waterhuishouding (1998) het actiepunt opgenomen dat provincies en waterschappen normen ontwikkelen voor de veiligheid van niet-primaire waterkeringen.

Het InterProvinciaal Overleg [IPO] en de Unie van Waterschappen [UvW] hebben gezamenlijk besloten om de aanpak van de regionale waterkeringen stapsgewijs uit te voeren. De eerste stap betreft het aanwijzen van de waterkeringen en vastleggen van het wenselijke veiligheidsniveau voor het gebied dat door de regionale waterkering wordt beschermd. De tweede stap betreft de toetsing of de veiligheid van de regionale waterkering voldoet aan de gestelde norm. Een derde stap betreft het zonodig verbeteren van de veiligheid van waterkeringen, indien deze niet voldoen aan de norm. Tot slot geldt dat de waterkeringen moeten worden beheerd teneinde de veiligheid van de waterkering te behouden.

Om dit proces landelijk zoveel mogelijk uniform uit te kunnen voeren, is besloten het proces te ondersteunen met een systematiek voor de uitvoering van de genoemde stappen voor de verschillende typen regionale waterkeringen. Dit geheel van activiteiten en producten is vastgelegd in het zogenaamde Ontwikkelingsprogramma Regionale Waterkeringen. Het programmamanagement van het Ontwikkelingsprogramma is in handen van de STOWA, en staat onder ambtelijk toezicht van het Kernteam Regionale Waterkeringen. De verschillende projecten van dit programma zijn inhoudelijk begeleid door Begeleidingscommissies.

Volgens een schatting van de STOWA bedraagt de totale lengte aan regionale waterkeringen in Nederland ca. 14.000 km, verspreid over nagenoeg alle provincies en waterschappen. Dit betreft verschillende typen regionale waterkeringen, te weten:

- boezemkaden en waterkeringen langs regionale rivieren en kanalen;
- compartimenteringskeringen of droge waterkeringen, die pas functioneren na het falen van een primaire waterkering;
- voorlandkeringen en zomerkaden, die buitenwater keren maar geen primaire waterkeringen zijn.

Een groot deel hiervan ondergaat de komende jaren het proces van normeren, toetsen, verbeteren en beheren.

Het document dat u thans voor u heeft liggen, betreft de Handreiking Ontwerpen & Verbeteren Keringen langs regionale rivieren. Deze Handreiking vormt een onderdeel van het Ontwikkelingsprogramma.

Drs. G.H.F. Timmermans  
Voorzitter Kernteam regionale waterkeringen

# VOORWOORD

## HET ONTWIKKELINGSPROGRAMMA REGIONALE WATERKERINGEN

Het InterProvinciaal Overleg en de Unie van Waterschappen hebben de wens uitgesproken dat het proces van normeren, toetsen, verbeteren en beheren van de verschillende typen regionale waterkeringen landelijk zoveel mogelijk uniform wordt uitgevoerd. Vanuit deze wens is de doelstelling geformuleerd het genoemde proces te ondersteunen met een landelijk toepasbare systematiek voor het uitvoeren van de verschillende stappen. Het Ontwikkelingsprogramma Regionale Waterkeringen beschrijft de verschillende technische rapporten die daartoe dienen te worden samengesteld.

Tabel 1 presenteert een overzicht van de verschillende rapporten. Tabel 2 beschrijft de overige producten van het Ontwikkelingsprogramma. Omdat tijdens de uitwerking van het programma aanvullende onderdelen kunnen worden gedefinieerd, is tabel 2 niet noodzakelijkerwijs volledig.

TABEL 1

### OVERZICHT TECHNISCHE RAPPORTEN ONTWIKKELINGSPROGRAMMA

---

#### Normeren

Richtlijn Normeren Keringen langs regionale rivieren

Richtlijn Normeren Compartimenteringskeringen

#### Toetsen

Leidraad Toets op veiligheid – katern Boezemkaden

Leidraad Toets op veiligheid – regionale waterkeringen

#### Ontwerp & Verbeteren

Handreiking Ontwerpen & Verbeteren – Boezemkaden

**Handreiking Ontwerpen & Verbeteren – Waterkeringen langs regionale rivieren**

#### Beheer & Onderhoud

*Handreiking Beheer & Onderhoud Regionale Waterkeringen*

*Leidraad Waterkerende Kunstwerken in regionale waterkeringen*

*Leidraad Niet-waterkerende objecten bij regionale waterkeringen*

---

TABEL 2

### OVERIGE RAPPORTEN ONTWIKKELINGSPROGRAMMA

---

#### Achtergrondrapporten

Kwaliteitsindicatoren Toets op veiligheid

Materiaalfactoren Boezemkaden

---

*De cursief weergegeven titels zijn nog in ontwikkeling*

## **HANDREIKING ONTWERPEN & VERBETEREN WATERKERINGEN LANGS REGIONALE RIVIEREN**

Het Ontwikkelingsprogramma Regionale Waterkeringen omvat onder andere de ontwikkeling van een richtlijn voor het ontwerpen en verbeteren van waterkeringen langs regionale rivieren. Doel van deze Handreiking is te komen tot een landelijk uniforme uitwerking voor het ontwerpen en verbeteren van de betreffende waterkeringen door de verschillende provincies. Voorliggende Handreiking presenteert een methodiek voor het ontwerpen en verbeteren van een waterkering langs een regionale rivier.

De ontwikkeling van deze Handreiking is begeleid door de Begeleidingscommissie Keringen langs regionale rivieren, samengesteld uit onderstaande leden.

ir. H. Tienstra (voorzitter) – provincie Overijssel  
ir. B. van den Reek / drs. W. Smid – provincie Noord – Brabant  
ing. F.J. Hendriks – provincie Gelderland  
P. Dobber – waterschap Aa & Maas  
ing. S.C. van Mispelaar – waterschap Groot Salland  
ir. S.G. van den Berg – waterschap Rivierenland  
ir. H. van Hemert (programmaleider) – STOWA

Deze Handreiking is opgesteld door Royal Haskoning.

### **STATUS VAN DEZE HANDREIKING: “GROENE VERSIE”**

Deze Handreiking is een zogenoemde “groene” versie. De Handreiking is gebaseerd op de vigerende veiligheidsbenadering voor waterkeringen (overschrijdingskans), alsmede de actuele stand van kennis over regionale waterkeringen. De methodiek is daarbij op enkele onderdelen op pragmatische wijze uitgewerkt. Hierbij is minder tijd genomen voor kwaliteitsborging dan bijvoorbeeld voor Leidraden zoals die door TAW / ENW worden uitgebracht.

In het kader van het Ontwikkelingsprogramma bestaat het voornemen om een definitieve versie van de Handreiking uit te brengen, wanneer meer ervaring met toepassing van de methodiek is opgedaan. Voorzien wordt dat over enkele jaren een definitieve versie van de Handreiking zal worden uitgebracht. Vooral nog is daarbij het streven om de definitieve versie voor validatie aan het ENW voor te leggen.

### **VRIJWARING**

Het InterProvinciaal Overleg, de Unie van Waterschappen en de STOWA hebben deze Handreiking samengesteld met grote zorgvuldigheid. De inhoud is gebaseerd op de vigerende veiligheidsbenadering voor waterkeringen (overschrijdingskans), alsmede de actuele stand van kennis met betrekking tot het ontwerpen en verbeteren van waterkeringen. Het is niet uitgesloten dat voortschrijdende inzichten in de veiligheidsbenadering of hoogwaterbescherming en voortgaande kennisontwikkeling in de toekomst mogelijk leiden tot afwijkende inzichten. Het InterProvinciaal Overleg, de Unie van Waterschappen en de STOWA sluiten, mede ten behoeve van de auteurs van de Handreiking en diegenen die aan de samenstelling hebben meegewerkt, iedere aansprakelijkheid uit voor schade die voortvloeit uit de toepassing van (kennis uit) deze Handreiking

# DE STOWA IN HET KORT

De Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer, kortweg STOWA, is het onderzoeksplatform van Nederlandse waterbeheerders. Deelnemers zijn alle beheerders van grondwater en oppervlaktewater in landelijk en stedelijk gebied, beheerders van installaties voor de zuivering van huishoudelijk afvalwater en beheerders van waterkeringen. Dat zijn alle waterschappen, hoogheemraadschappen en zuiveringsschappen en de provincies.

De waterbeheerders gebruiken de STOWA voor het realiseren van toegepast technisch, natuurwetenschappelijk, bestuurlijk juridisch en sociaal-wetenschappelijk onderzoek dat voor hen van gemeenschappelijk belang is. Onderzoeksprogramma's komen tot stand op basis van inventarisaties van de behoefte bij de deelnemers. Onderzoekssuggesties van derden, zoals kennisinstituten en adviesbureaus, zijn van harte welkom. Deze suggesties toetst de STOWA aan de behoeften van de deelnemers.

De STOWA verricht zelf geen onderzoek, maar laat dit uitvoeren door gespecialiseerde instanties. De onderzoeken worden begeleid door begeleidingscommissies. Deze zijn samengesteld uit medewerkers van de deelnemers, zonodig aangevuld met andere deskundigen.

Het geld voor onderzoek, ontwikkeling, informatie en diensten brengen de deelnemers samen bijeen. Momenteel bedraagt het jaarlijkse budget zo'n zes miljoen euro.

U kunt de STOWA bereiken op telefoonnummer: 030 -2321199.

Ons adres luidt: STOWA, Postbus 8090, 3503 RB Utrecht.

Email: [stowa@stowa.nl](mailto:stowa@stowa.nl).

Website: [www.stowa.nl](http://www.stowa.nl)

# HANDREIKING ONTWERPEN & VERBETEREN BOEZEMKADEN

## INHOUD

	TEN GELEIDE	
	VOORWOORD	
	STOWA IN HET KORT	
<b>1</b>	<b>INLEIDING</b>	<b>1</b>
	<b>1.1</b> Definities en afbakening	1
	<b>1.2</b> Verschil primaire waterkeringen en waterkeringen langs regionale rivieren	2
	<b>1.3</b> Leeswijzer	2
<b>2</b>	<b>VISIE OP ONTWERP EN VERBETERING</b>	<b>4</b>
	<b>2.1</b> Inleiding	4
	<b>2.2</b> Beheercyclus	4
	<b>2.3</b> Dijkverbetering versus overige ingrepen	5
	<b>2.4</b> Maatschappelijk kader	6
	2.4.1 Bestuurlijk en maatschappelijk kader	6
	2.4.2 Projectorganisatie en communicatie	8
	<b>2.5</b> Functies van waterkeringen	9
	2.5.1 Ontwerp van waterkeringen in relatie tot gebruiksfuncties	9
	2.5.2 Veiligheid	9
	2.5.3 Ruimtelijke kwaliteit	10
<b>3</b>	<b>JURIDISCHE ASPECTEN: PROCEDURES EN WETGEVING</b>	<b>14</b>
	<b>3.1</b> Inleiding	14
	<b>3.2</b> Vereiste publiekrechtelijke besluiten	14
	<b>3.3</b> M.E.R.-procedure	16
	<b>3.4</b> Gedoogplichten	19
	<b>3.5</b> Vestiging van zakelijke rechten en grondverwerving	20
	<b>3.6</b> Herstelwerkzaamheden bij schade	21



3.7	Omgang met natuurwetgeving	21
3.8	Keur, Legger en Beheerregister	23
<b>4</b>	<b>ONTWERPPROCES</b>	<b>26</b>
4.1	Fasering	26
4.2	Startpunt ontwerpproces	27
4.2.1	Aanleiding	27
4.2.2	Organisatie van het proces en marktbenadering	27
4.2.3	Omvang ontwerpproces	28
4.2.4	Projectplan	29
4.3	Ontwerputgangspunten en inventarisatie	29
4.3.1	Programma van Eisen	29
4.3.2	Inventarisatie terrein- en bodemgesteldheid	30
4.3.3	Vaststellen ondergrondmodel	31
4.4	Ontwikkeling van alternatieven	31
4.4.1	Oplossingsrichtingen	31
4.4.2	Ruimtelijke inpasbaarheid	32
4.4.3	Kostenraming	33
4.5	Keuzeproces	33
4.5.1	Alternatievenafweging	33
4.5.2	MCA of Trade-Off matrix	34
4.5.3	Kosten-baten analyse	34
4.6	Uitwerken voorkeursalternatief tot ontwerpplan	35
4.6.1	Detail ontwerp	35
4.6.2	Dijkverbeteringsplan	35
4.6.3	Technische inhoud van ontwerpplan	36
4.6.4	Besteksfase	36
4.6.5	Mitigatie- en compensatieplan	36
4.7	Aanbestedingsvormen	37
<b>5</b>	<b>PROGRAMMA VAN EISEN</b>	<b>38</b>
5.1	Inleiding	38
5.2	Veiligheid waterkeren	38
5.2.1	Veiligheidsniveau	38
5.2.2	Veiligheidsbenadering: dijkvakbenadering of dijkkringbenadering	39
5.2.3	Planperiode	39
5.2.4	Hydraulische randvoorwaarden	40
5.2.5	Waterstand open water binnendijks	41
5.2.6	Neerslag	41
5.2.7	Robuust ontwerpen	41
5.2.8	Maatregelen bij calamiteit	43
5.3	Milieu eisen	43
5.4	Eisen overige gebruiksfuncties	44
5.5	Eisen LNC-waarden	44
5.6	Juridische randvoorwaarden	45
5.7	Eisen materiaalgebruik	45
5.8	Beheer- en onderhoudseisen	46
5.9	Uitvoeringseisen	48
5.10	Proces eisen	48

<b>6</b>	<b>FAALMECHANISMEN EN OPLOSSINGEN</b>	<b>49</b>
<b>6.1</b>	Inleiding	49
<b>6.2</b>	Overlopen/golfoverslag	50
6.2.1	Beschrijving mechanisme	50
6.2.2	Controle en eis	50
6.2.3	Oplossingsrichtingen	52
<b>6.3</b>	Macro-instabiliteit	54
6.3.1	Beschrijving mechanisme	54
6.3.2	Controlemethoden en eis	55
6.3.3	Schematisatie van de ondergrond en waterspanningen	56
6.3.4	Oplossingsrichtingen	57
<b>6.4</b>	Piping	58
6.4.1	Beschrijving mechanisme	58
6.4.2	Controlemethoden en eis	59
6.4.3	Schematisatie van ondergrond	60
6.4.4	Stapsgewijze aanpak pipingcontrole	60
6.4.5	Oplossingsrichtingen	61
<b>6.5</b>	Micro-instabiliteit	63
6.5.1	Beschrijving mechanisme	63
6.5.2	Controlemethoden en eis	63
6.5.3	Oplossingsrichtingen	63
<b>6.6</b>	Erosie oever en falen bekleding	63
<b>7</b>	<b>ONTWERPEN EN VERBETEREN IN DE PRAKTIJK</b>	<b>64</b>
<b>7.1</b>	Waterkeringbeheer: een vakgebied in beweging	64
<b>7.2</b>	Visie op de regionale waterkeringen van de toekomst	64
<b>7.3</b>	Omgaan met onzekerheden en normoptimalisatie	64
<b>7.4</b>	Aanbevelingen samengevat	65
<b>8</b>	<b>LITERATUURLIJST</b>	<b>70</b>



# 1

## INLEIDING

### 1.1 DEFINITIES EN AFBAKENING

Deze handreiking is getiteld ‘Ontwerpen en Verbeteren van Keringen langs regionale rivieren’. In deze paragraaf wordt uiteengezet hoe deze definitie tot stand is gekomen en welke waterkeringen er precies onder vallen.

Deze handreiking gaat over waterkeringen langs regionale rivieren. Regionale rivieren zijn in de definitie van de ‘visie op regionale waterkeringen’ (UvW en IPO, 2004) zijrivieren die afwateren op één van de grote Nederlandse rivieren. De grote Nederlandse rivieren betreffen de rivieren die door primaire waterkeringen worden begrensd, zoals de Rijn, Maas, Waal, IJssel en Overijsselse Vecht<sup>1</sup>. Veel zijrivieren die afwateren op deze grote rivieren worden in hun loop begrensd door waterkeringen. Hoewel afvoeren en waterstandsfluctuaties van deze zijrivieren veel kleiner zijn dan die van grote rivieren, kunnen overstromingen ook hier grote gevolgen hebben.

De waterkeringen langs regionale rivieren hebben niet de status van primaire waterkering, maar wel dezelfde functie. Deze waterkeringen zijn door provincies doorgaans aangewezen als regionale waterkering en worden als zodanig opgenomen in de legger/keur van het waterschap. In de visie op regionale waterkeringen worden vanuit de mogelijke functies van waterkeringen de volgende groepen regionale waterkeringen onderscheiden:

- 1 Keringen, die buitenwater keren, maar geen primaire waterkering zijn. Hieronder vallen de zomerkades en voorlandkeringen.
- 2 Keringen, die ander water keren. Deze groep betreft boezem- en polderkaden, waterkeringen langs regionale rivieren, kanalen, meren en wateropslagbekkens.
- 3 Droge waterkeringen. Dit betreft secundaire dijken, slaperdijken, landscheidingen en compartimenteringskeringen.

Deze handreiking heeft betrekking op het ontwerpen en verbeteren van de waterkeringen langs regionale rivieren. Boezem- en kanaalkaden en waterkeringen langs meren en wateropslagbekkens zijn geen onderdeel van voorliggende handreiking. Keringen langs water met een vast peil worden behandeld in de handreiking “Ontwerpen & Verbeteren Boezemkaden”. In de handreiking is uitgegaan van een vastgestelde normering. Het normeren van regionale waterkeringen langs regionale rivieren is niet in voorliggende handreiking opgenomen. Hiervoor wordt verwezen naar de handreiking “Richtlijn Normeren Keringen langs regionale rivieren”.

<sup>1</sup> De Beleidslijn Grote Rivieren (Min. V&W, 2006) onderscheidt de volgende grote rivieren: Maas, Bovenrijn, Waal, Pannerdensch Kanaal, Nederrijn, Lek, Bovenmerwede, Benedenmerwede, de wateren stroomafwaarts van Werkendam, Spui, Dordtse Kil, Afgedamde Maas, Oude Maas, Noord, Nieuwe Merwede, Amer, Bergsche Maas, Hollandsch Diep, Nieuwe Maas/Nieuwe Waterweg, Hollandse IJssel, Haringvliet, IJssel, Zwarte Water, Zwolsche Diep en Zwarte Meer.

Deze handreiking is opgesteld in het kader van het Ontwikkelingsprogramma Regionale Waterkeringen, zoals in het voorwoord nader is toegelicht.

## 1.2 VERSCHIL PRIMAIRE WATERKERINGEN EN WATERKERINGEN LANGS REGIONALE RIVIEREN

Het belangrijkste verschil tussen primaire waterkeringen en waterkeringen langs regionale rivieren is het verschil in veiligheidsnormen en daarmee de schaalgrootte. Regionale waterkeringen zijn veel kleinschaliger dan primaire waterkeringen.

Een specifiek kenmerk van waterkeringen langs regionale rivieren is de verwevenheid met medegebruiksfuncties en daaraan gerelateerd een grote hoeveelheid niet-waterkerende objecten (nwo's) en kunstwerken. Deze twee onderwerpen worden in twee aparte nog te ontwikkelen leidraden (Leidraad Waterkerende Kunstwerken in regionale waterkeringen en Leidraad Niet-waterkerende objecten bij regionale waterkeringen) uitgewerkt en zijn daarom geen onderdeel van deze handreiking.

Een ander verschil tussen primaire en waterkeringen langs regionale rivieren is het verschil in belastingduur. Bij waterkeringen langs regionale rivieren is meestal sprake van een kortdurende belasting. Het kortdurende karakter van belasting (indien van toepassing) maakt dat optimalisatie van de uitgangspunten t.a.v. waterspanningen bij de beoordeling van microstabiliteit, macrostabiliteit binnenwaarts en piping mogelijk is. Hier is echter geen algemeen geaccepteerde methode voor vastgesteld. Eventuele denkrichtingen zijn te vinden in het Technisch Rapport Waterspanningen en het Technisch Rapport Zandmeevoerende welen en de wijze waarop voor meren (In HR2006) met kortdurende hoogwaterperioden wordt omgegaan.

## 1.3 LEESWIJZER

Hoofdstuk 2 Visie op ontwerp: Integrale visie op de aspecten die leiden tot en van belang zijn bij het ontwerpen van waterkeringen langs regionale rivieren. Voor degenen die geïnteresseerd zijn in het proces en algemene kennis hebben over waterkeringen en ontwerp/beheercycli.

Hoofdstuk 3 Juridische aspecten: Toelichting van juridische aspecten die een rol spelen bij het ontwerp van waterkeringen. Voor geïnteresseerden die algemene kennis hebben van de juridische processen.

Hoofdstuk 4 Ontwerpproces: Korte uitwerking van het ontwerpproces met aandacht voor de fasering van het ontwerpproces, verschillende organisatievormen en verantwoordelijkheden.

Hoofdstuk 5 Programma van Eisen: Beschrijving van mogelijke randvoorwaarden die van toepassing kunnen zijn op het ontwerp van een verbetering van een waterkering of de aanleg van een nieuwe waterkering. In dit hoofdstuk zijn voorbeelden gegeven van technische en niet-technische randvoorwaarden. Dit hoofdstuk kan gezien worden als checklist en hulpmiddel voor een willekeurig project maar zal nooit volledig zijn omdat een Programma van Eisen zeer situatieafhankelijk is.

Hoofdstuk 6 Faalmechanismen en oplossingen: Per faalmechanisme wordt in gegaan op: maatgevende belastingssituaties waarbij bijzondere aandacht wordt besteed aan de verschillen met belastingen bij boezemkaden en primaire waterkeringen en oplossingsrichtingen. Voor de rekenregels (en software) die nodig zijn voor het beoordelen van de veiligheid wordt per faalmechanisme verwezen naar de specifieke technische rapporten van de ENW.

Hoofdstuk 7 gaat in op ontwikkelingen op het vakgebied waterkeringbeheer, visie op toekomstige regionale waterkeringen en op omgaan met onzekerheden en normoptimalisatie. Het hoofdstuk eindigt met een overzicht van aanbevelingen.



# 2

## VISIE OP ONTWERP EN VERBETERING

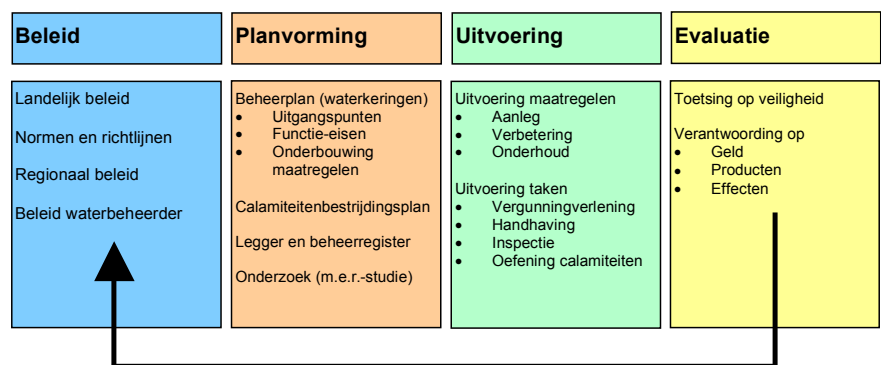
### 2.1 INLEIDING

Dit hoofdstuk bevat een integrale beschrijving van het waterkeringbeheer en de aspecten die van belang zijn bij het ontwerpen en verbeteren van waterkeringen. Ook wordt aandacht besteed aan het proces van komen tot ontwerp en verbetering.

### 2.2 BEHEERCYCLUS

Beheer omvat de totale zorg voor de waterkeringen en heeft betrekking op alle activiteiten die de beheerder uitvoert. Deze activiteiten bestaan onder andere uit het opstellen van beleid, vertalen van beleidsdoelstellingen naar functie-eisen, opzetten en bijhouden van legger, beheersregister en keur en toezicht houden op activiteiten van derden. Ook omvat beheer het inspecteren, toetsen, ontwerpen, aanleggen, onderhouden, verbeteren, etc. van waterkeringen. Beheer is een cyclisch proces. Evaluatie kan aanleiding geven om het beleid te handhaven, aan te passen of nieuw beleid te formuleren. Het effect van het beheer voor de functie waterkeren wordt geëvalueerd door de waterkeringen te toetsen op veiligheid. De beheercyclus is weergegeven in Figuur 2-1.

FIGUUR 2-1 BEHEERCYCLUS WATERKERINGZORG

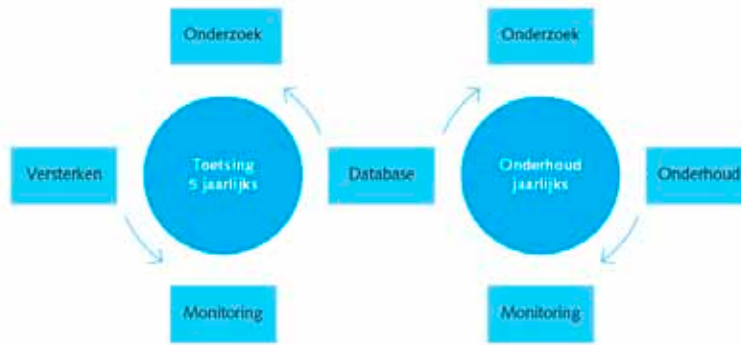


Binnen de beheercyclus worden verschillende tijdschalen doorlopen. Het dagelijkse onderhoud is een doorlopende activiteit. De veiligheidstoetsing wordt periodiek uitgevoerd, waarbij de provincie in overleg met de beheerder de periode of frequentie van de toetsing vaststelt en vastlegt in de provinciale verordening. Bij aanleg of verbetering van een waterkering langs een regionale rivier wordt doorgaans een planperiode aangehouden van 30 à 50 jaar (zie par. 5.2.3). Voor constructies wordt een langere planperiode aangehouden van bijvoorbeeld 100 jaar.

In Figuur 2-2 is een voorbeeld opgenomen van de verschillende tijdschalen voor toetsing en onderhoud van waterkeringen.

FIGUR 2-2

VERSCHILLENDE TIJDSCHALEN VOOR TOETSING EN ONDERHOUD WATERKERINGEN



Dit voorbeeld geldt primaire waterkeringen, voor regionale waterkeringen dient de frequentie van een eventueel cyclische uitvoering van de toetsing nog te worden vastgesteld.

### 2.3 DIJKVERBETERING VERSUS OVERIGE INGREPEN

Dijkverbetering is één van de maatregelen om een door waterkeringen beschermd gebied het gewenste niveau van beveiliging tegen overstroming te geven. Hiertoe kunnen ook hydraulische maatregelen genomen worden gericht op een verlaging van de waterstand, zoals het aanpassen van een kunstwerk of rivierverruimende maatregelen. In het verleden werd er vooral ingezet op dijkverbetering als maatregel voor het handhaven van de veiligheid. In de jaren negentig is er een trendbreuk ingezet in het beleid, met de beleidslijn Ruimte voor de Rivier en de opvolger daarvan, de beleidslijn Grote Rivieren. In deze beleidslijnen wordt vooral ingezet op rivierverruimende maatregelen, in plaats van dijkverbetering. Zie ook de tekst in het kader.

#### DIJKVERBETERING VERSUS RIVIERVERRUIMING

In de afgelopen eeuwen hebben de rivieren steeds minder ruimte gekregen. Dijken zijn dichterbij 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 bezinken in kleinere uiterwaarden, die daardoor sneller ophogen. Door deze ontwikkelingen biedt het rivierbed minder ruimte om hoge rivierafvoeren op te vangen. Binnendijs klinken de klei- en veengebieden in en deze komen daardoor juist lager te liggen. Ook wordt het bedijkte land steeds intensiever bebouwd. Hierdoor nemen de gevolgen van een overstroming toe. Hoewel handhaven van de veiligheid door verdere dijkverbetering 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. (Leidraad Rivieren, deel 1, paragraaf 3.1)

Voordelen van dijkverbetering ten opzichte van waterstandsverlagende maatregelen zijn dat dijkverbetering weinig ruimte vergt en daarnaast vaak goedkoper is dan andere oplossingen. Mogelijke nadelen van dijkverbetering zijn een afname van ruimtelijke kwaliteit en een toename van de gevolgen van een dijkdoorbraak.

Rivierverruimende maatregelen hebben als voordeel dat de waterstanden verlaagd worden (gevolgschade van een doorbraak neemt af) en dat deze oplossingen vaak goed te combineren zijn met de ontwikkeling van andere functies. Een nadeel is dat conflicten met bestaande functies kunnen ontstaan wanneer de huidige bestemming plaats moet maken voor water.



Deze handreiking bevat geen aanbevelingen voor of onderbouwing van de keuze voor één van de oplossingsrichtingen. Die keuze vindt namelijk plaats in politieke en maatschappelijke besluitvormingsprocessen. Deze handreiking richt zich alleen op dijkverbetering.

## 2.4 MAATSCHAPPELIJK KADER

### 2.4.1 BESTUURLIJK EN MAATSCHAPPELIJK KADER

#### MAATSCHAPPELIJK KADER

Bescherming van bewoonde gebieden tegen overstroming is een maatschappelijke taak. Het maatschappelijke kader speelt met name een rol bij het vaststellen van de gewenste mate van veiligheid en bij het inpassen van de waterkering in de omgeving.

Waterkeringen worden naast het keren van water van oudsher ook voor andere functies gebruikt (zoals bewoning, agrarisch gebruik, recreatie en transport). Een waterkering is vaak een beeldbepalend onderdeel van het landschap en bepaalt daarmee de beleving van de omgeving. Het is daarom begrijpelijk dat de maatschappij groot belang hecht aan aandacht voor ruimtelijke kwaliteit.



#### TAAKVERDELING BESTUURSORGANEN

De taakverdeling tussen de verschillende Nederlandse bestuursorganen op gebied van waterbeheer is als volgt:

- De rijksoverheid is verantwoordelijk voor het nationale beleidskader en de strategische doelen voor het waterbeheer in Nederland. Ook is het rijk verantwoordelijk voor de implementatie van Europese regelgeving en maatregelen die een nationaal karakter hebben.
- De provincie is verantwoordelijk voor de vertaling van het nationale beleidskader naar een regionaal beleidskader en voor strategische doelen op regionaal niveau. Tevens is de provincie toezichthouder op alle primaire waterkeringen en op het operationele waterbeheer van de waterschappen. De provincie waakt als normsteller en toezichthouder over de veiligheidsbelangen en zorgvuldige belangenafweging. Daarnaast is de provincie

bevoegd gezag voor een aantal benodigde vergunningen en goedkeuringen bij dijk aanleg of verbetering.

- De waterbeheerder (in principe de waterschappen voor de regionale watersystemen en het Rijk voor het hoofdwatersysteem) is verantwoordelijk voor het operationele waterbeheer. De waterbeheerder zorgt voor het dagelijks peilbeheer en legt de condities vast om de strategische doelstellingen van het waterbeheer te realiseren, bepaalt de concrete maatregelen en voert deze uit. De waterkeringbeheerder (de waterschappen of Rijkswaterstaat) is verantwoordelijk voor het op orde brengen en houden van de waterkeringen.
- De gemeente heeft enkele taken in het waterbeheer, met name in het stedelijk gebied. Daarnaast is de gemeente verantwoordelijk voor de lokale ruimtelijke ordening en heeft het gemeentelijke bestuur een regiefunctie in geval van een dreigende calamiteit. Bij een lokale calamiteit is de burgemeester verantwoordelijk voor handhaving van de openbare orde. Bij een gemeenteoverschrijdende calamiteit wordt een Regionaal Beleidsteam (RBT) ingesteld van betrokken burgemeesters. In dat geval neemt de voorzitter van dit RBT (gelijk aan de voorzitter van de veiligheidsregio (zijnde de korpsbeheerder)) de verantwoordelijkheid over van de betrokken burgemeesters.

### WETGEVING WATERKERINGZORG

Bovenstaande taakverdeling wordt voor het waterkeringbeheer uitgewerkt in verschillende wetten en regelingen en wordt daarnaast beïnvloed door internationale ontwikkelingen (met name via Europese regelgeving).

De meest relevante wetten op gebied van waterkeringbeheer zijn de volgende:

Wet (tot invoering waterwet medio 2009)	Relevante inhoud voor waterkeringzorg
Europese Hoogwaterrichtlijn	'niet-afwentelprincipe', waarin bepaald wordt dat lidstaten geen maatregelen mogen nemen die de overstromingskansen in andere lidstaten verhogen
Waterstaatswet	algemene regels van het waterstaatsbestuur toezichtfunctie van provincie en rijk op de waterkeringzorg
Waterschapswet	bevoegdheden van provincie tot instellen van waterschappen bevoegdheden en taken van de waterschappen
Wet op de waterkering	beheer en toetsing van de primaire waterkeringen
Wet (vanaf medio 2009)	Relevante inhoud voor waterkeringzorg
Waterwet	vervangt onder andere de Waterstaatswet, Wet beheer rijkswaterstaatwerken en Wet op de waterkering uitwerking van integraal waterbeheer: watersysteem staat centraal taken en bevoegdheden verschillende partijen duidelijker vastgelegd (rijk en provincies verantwoordelijk voor strategisch beleid en normstelling, waterschappen voor operationele regionale waterbeheer) bundeling van zes bestaande vergunningstelsels in één watervergunning

### WETGEVING REGIONALE WATERKERINGEN

De basis voor de rolverdeling tussen waterschappen en provincie is vastgelegd in de Waterschapswet en de Provinciewet. De provincie heeft als taak het beheer van regionale waterkeringen door reglementen bij een waterschap onder te brengen. Dit omdat de zorg voor (regionale) waterkeringen een kerntaak is van een waterschap (zie artikel 2 van de Waterschapswet). Via provinciale verordeningen wordt nadere regelgeving voor het beheer van deze waterkeringen opgesteld. De provincie heeft het toezicht op de waterschappen (zie artikel 133, lid 3 van de Grondwet). Het Ministerie van Verkeer en Waterstaat heeft de rol van oppertoezichthouder.

In feite zijn er twee soorten van toezicht:

- Preventief in de vorm van goedkeuring van bijvoorbeeld beheersplannen, peilbesluiten en kostentoedelingsverordening;
- Repressief in de vorm van vernietiging en schorsing (van bepaalde besluiten). Hieronder valt ook een meer positieve wijze van het uitoefenen van toezicht uitgevoerd door het geven van een aanwijzing.

#### **RELEVANTE ANDERE WETGEVING**

Voor het waterkeringbeheer is ook wetgeving op andere terreinen dan het waterstaatsrecht van belang. Zo is wetgeving op gebied van Planologie, Milieu en Natuur van belang bij het ontwerp van waterkeringen.

#### **2.4.2 PROJECTORGANISATIE EN COMMUNICATIE**

De grootte van de ingreep is bepalend voor de opzet van de projectorganisatie en het communicatietraject. In situaties dat de ingreep niet leidt tot significante effecten op de overige functies van de waterkering of wanneer er slechts een gering extra ruimtebeslag nodig is, kan de projectorganisatie en communicatie over de ingreep beperkt van omvang zijn.

Indien wel sprake is van een omvangrijke ingreep is een uitgebreidere projectorganisatie aan te bevelen. Voldoende draagvlak vanuit de bestuurlijke omgeving, en vooral van de directe belanghebbenden in het plangebied is dan van groot belang voor de uitvoerbaarheid maatregelen.

#### **OVERLEGSTRUCTUUR**

De voorbereiding van een ontwerp of verbetering moet zodanig zijn dat een doelmatige afstemming plaatsvindt tussen de verschillende partijen en procedures. Tevens moet de procedure een open karakter hebben zodat alle belanghebbenden tijdig kennis kunnen nemen van de plannen en mogelijkheden om invloed uit te oefenen.

Bij eenvoudige ontwerpen of verbeteringen volstaat over het algemeen bilateraal overleg tussen het waterschap, eventueel de gemeente en de particuliere eigenaar / pachter van de waterkering.

Bij complexere projecten wordt aanbevolen om conform de gebruikelijke overlegstructuur voor primaire waterkeringen een klankbordgroep en projectgroep te installeren. In de klankbordgroep hebben bewoners, belangengroeperingen, recreatieschap, landbouw (LTO), natuurorganisaties en dergelijke zitting. Deze klankbordgroep geeft inzicht in de belangen, geeft adviezen over de planvorming, de toekenning van waarden en speelt een rol in het verkrijgen van het vereiste maatschappelijk draagvlak.

In de projectgroep hebben de instanties zitting die een formeel besluitvormende functie in het proces hebben (provincie, waterschap, gemeenten).

Indien nodig wordt door het waterschap aanvullend bilateraal overleg gevoerd onder verantwoordelijkheid van het waterschap. Dit betreft o.a. overleg met nutsbedrijven, de vestiging van zakelijk recht, grondaankoop, beantwoording van zienswijzen en beroepsprocedures.

Bij zeer omvangrijke complexe trajecten wordt aanbevolen om de bestuurders van de formeel besluitvormende partijen in een bestuurlijk overleg kennis te laten nemen van de plannen en

indien nodig gezamenlijke bestuurlijke besluiten te laten nemen. Dit vanwege de politieke gevoeligheid van dergelijke trajecten en om de vaart in het proces te houden door de benodigde bestuurlijke besluitvorming bij verschillende partijen op elkaar af te stemmen.

### COMMUNICATIETRAJECT

De consequenties van het veiligheidsbelang en het keuzeproces dat leidt tot het uiteindelijke verbeteringsalternatief is voor buitenstaanders niet altijd eenvoudig te begrijpen. Het betrekken van lokale gebiedskennis is meestal zeer waardevol om inzicht te krijgen in de huidige gebruiksfuncties. Daarnaast dient een dijkverbetering uitgevoerd te worden conform de procedures uit de Algemene wet bestuursrecht, waarbij burgers en belangengroepen in de gelegenheid worden gesteld bezwaar en beroep aan te tekenen. Aanbevolen wordt om door een goede communicatiestructuur vroegtijdig op te hoogte te zijn van de gevoelens die leven bij verschillende belangengroepen, zodat in het keuzeproces al rekening gehouden kan worden met mogelijke bezwaren.

Dit zijn redenen om bij elk dijkontwerp of verbeteringsplan communicatie en inspraak goed te organiseren. Een communicatieplan is hiervoor een goed instrument. Dit plan geeft aan op welke wijze en wanneer overlegd wordt en welke middelen ingezet worden om verschillende betrokkenen te bereiken.

## 2.5 FUNCTIES VAN WATERKERINGEN

### 2.5.1 ONTWERP VAN WATERKERINGEN IN RELATIE TOT GEBRUIKSFUNCTIES

Een goed ontwerp houdt rekening met de verschillende functies en waarden van de waterkering, en probeert deze in de nieuwe situatie zo veel mogelijk te faciliteren of te ontzien. Indien noodzakelijk worden mitigerende en/of compenserende maatregelen genomen. Daarbij zal voor de gewenste functies het aspect beheer en onderhoud moeten worden uitgewerkt. Tabel 2-1 geeft de meest voorkomende functies van waterkeringen.

TABEL 2-1 FUNCTIES WATERKERINGEN

Functie	Omschrijving
Waterkeren	beveiliging tegen overstroming, hoogte en stabiliteit van de waterkering
LNC	behoud en/of ontwikkeling van de volgende aspecten op regionaal, lokaal en kadeniveau: Landschap (L): inrichting, bebouwing en beplanting, karakteristieke kadeprofiel Natuur (N): flora en fauna, natuurwetgeving Cultureel erfgoed (C): ontstaansgeschiedenis, archeologie
Integraal waterbeheer	reguleren waterstanden, beheer waterkwaliteit, duikers, sluizen en gemalen
Infrastructuur	wegverkeer, scheepvaart en nutsvoorzieningen
Bebouwing	Woningen, industrieterreinen, opslag en havens
Agricultuur	Land- en tuinbouw
Recreatie	Wandelen, fietsen, vissen
Calamiteiten	Evacuatie route, toegangsrouten voor redding en reconstructie en aanvoer route materiaal

### 2.5.2 VEILIGHEID

Waterkeringen worden aangelegd om het water te keren en wateroverlast tegen te gaan. Veiligheid is dan ook de primaire functie van een waterkering. Het toestaan van andere functies wordt afgewogen tegen de eisen die uit het oogpunt van de veiligheid worden gesteld. De overige functies van waterkeringen spelen wel een grote rol in de ruimtelijke kwaliteit, specifiek de gebruikers- en belevingskwaliteit.

### 2.5.3 RUIMTELIJKE KWALITEIT

Ruimtelijke kwaliteit heeft betrekking op de aspecten functioneel, aantrekkelijk en duurzaam en omvat de overige functies van de waterkering dan de veiligheid van het water keren, zoals genoemd in Tabel 2-1. Termen die vaak gebruikt worden voor de drie vermelde aspecten zijn gebruikskwaliteit, belevingskwaliteit en toekomstkwaliteit. In deze paragraaf zullen deze termen kort worden beschreven. Voor een uitvoerige beschrijving wordt verwezen naar Technisch Rapport Ruimtelijke Kwaliteit (onderdeel van de Leidraad Rivieren).

#### 2.5.3.1 Gebruikerskwaliteit

Gebruikerskwaliteit heeft betrekking op het veilig en doelmatig gebruik van de ruimte voor verschillende functies. Voor de genoemde functies in Tabel 2-1 met betrekking op ruimtelijke kwaliteit zijn hieronder korte beschrijvingen gegeven.

### INTEGRAAL WATERBEHEER

Een waterkering kan een functie hebben als waterscheiding en dient vaak ook als doorgang voor instromend water vanuit naastgelegen afvoergebieden. Peilbeherende kunstwerken zoals inlaten, (spui-)sluizen en gemalen in of rond de waterkering zorgen voor de aan- en afvoer van water. Deze kunstwerken kunnen ook een functie hebben op gebied van waterkwaliteit, bijvoorbeeld om water van slechte kwaliteit af te voeren naar het buitenwater. Het beheer van de waterkwaliteit en kwantiteit valt vaak onder verantwoordelijkheid van verschillende beheerders (en ook binnen een waterschap bestaat vaak een scheiding van vakgebieden).

### INFRASTRUCTUUR

In verband met de hoge, en dus droge, ligging van waterkeringen en de fysieke scheiding die gevormd wordt door de rivier of kanaal, hebben waterkeringen van oudsher vaak een verkeersfunctie. De verkeersbelasting op wegen kan de stabiliteit van de waterkering nadelig beïnvloeden. Waterkeringen worden ook veelvuldig gebruikt voor de situering van kabels en leidingen. Deze kunnen bij calamiteiten of aanleg (lekkage of graafwerkzaamheden) de stabiliteit van de waterkering benadelen.

### BEBOUWING

Bebouwing op, langs en nabij de waterkering vormt een specifiek aandachtspunt. Van oudsher is bebouwing aanwezig op de rand van land en water. Om te voldoen aan het vereiste waterkerend vermogen van de waterkering zijn vaak creatieve oplossingen bedacht, die aan de bebouwing speciale eisen stellen. In stedelijk gebied komt het principe van multifunctioneel ruimtegebruik steeds vaker voor. De integratie van de waterkering met de fundering kan worden toegepast voor bijvoorbeeld woningen in de waterkering.

### LANDBOUW

In landelijk gebied zijn waterkeringen vaak in agrarisch gebruik. Waterkeringen worden gemaaid, begraasd, of zijn onderdeel van grotere agrarische percelen. Dit stelt eisen aan de bekleding en vormgeving van de waterkeringen en kan van invloed zijn op de veiligheid (bijvoorbeeld door beschadiging van de grasmat als gevolg van beweiding door bepaalde diersoorten).

### RECREATIE

Recreatieve druk op waterkeringen zal tot gevolg hebben dat naast toegankelijkheid ook diverse voorzieningen worden aangelegd op en rond de waterkeringen, in de vorm van bijvoorbeeld aanlegvoorzieningen, visstoepen, picknickplaatsen en bebording.

FIGUUR 2-3

## NEVENFUNCTIES WATERKERING DEIL



### 2.5.3.2 Belevingskwaliteit / LNC waarden

Traditioneel werd bij de aanleg of versterking van waterkeringen hoofdzakelijk gekeken naar het veiligheidsaspect van de waterkering. Met de komst van de commissie-Becht, eind jaren zeventig, ging de aandacht meer uit naar cultuurgeschiedenis, landschap en ook ecologie. Vanaf de commissie-Boertien, ingesteld in 1992, zijn er nieuwe ideeën over dijkaanleg en dijkverbetering ontstaan. Dijkverbetering werd veel meer een onderhandelingsvraagstuk en vertegenwoordigers van belangengroepen werden vertrouwde gezichten in het planproces. De Commissie-Boertien gaf onder andere de aanbeveling dijkverbetering als ontwerpogave te zien.

Ten aanzien van regionale waterkeringen is weinig literatuur beschikbaar met betrekking tot landschap; de handreikingen voor de primaire waterkeringen kunnen hier echter goed dienen als inspiratiebron.

In hoeverre natuur tot ontwikkeling kan komen op een regionale waterkering is afhankelijk van verschillende factoren. De belangrijkste zijn: standplaatsfactoren, de toegekende functie(s) en het toegepaste beheer en onderhoud. Standplaatsfactoren zijn de kenmerken ter plaatse van de groeilocatie. Deze bestaan uit de bodemsamenstelling en ruimtelijke aspecten (zoals zoninval, schaduwwerking en taludhelling). Om vast te stellen welke vormen van natuur kans hebben om zich te ontwikkelen is kennis nodig van de standplaatsfactoren. Hiermee ontstaat bovendien inzicht in de kansen voor het combineren van aan elkaar verwante functies en welke afstemming hiervoor nodig is.

Naast waterkeringen in een landelijke omgeving, waar LNC waarden relevant zijn, ligt een groot aantal waterkeringen in een stedelijke omgeving. In dat geval is vaak sprake van medegebruiksfuncties zoals bebouwing, verkeer en beplanting in tuinen. In plaats van landschappelijke waarde ligt bij oude waterkeringen met bebouwing de nadruk vaak op cultuurhistorische waarden. Voor meer informatie wordt verwezen naar de nog te ontwikkelen leidraden Waterkerende kunstwerken in regionale waterkeringen en Leidraad Niet-waterkerende objecten bij regionale waterkeringen.

### Tips voor ontwerp en aanleg:

#### Landschap en cultuurhistorie

- Een brede kijk op de omgeving van de waterkering is nodig om lokaal een goede afweging te kunnen maken. De beste aanpak hierbij is om van groot (grof) naar fijn te werken.
- Door de plannen in een vroeg stadium aan te kaarten bij andere betrokken instanties (zoals provincie en gemeenten) kunnen de meerkosten hiervan in veel gevallen tijdig gedekt worden.
- Inventariseer de beleidsuitgangspunten van de eigen organisatie en van derden ten aanzien van landschap en cultuurhistorie in het beheersgebied.
- Ontwerp het dwarsprofiel en de ligging van de waterkering met aandacht voor landschappelijke inpassing.
- Ga de mogelijkheden na voor een afwerking met een schrale toplaag ten behoeve van de ontwikkelingskansen van de soortenrijke vegetatie.
- Bij de Rijksdienst voor Oudheidkundig Bodemonderzoek kan informatie verkregen worden over de ligging van gebieden met een verhoogde archeologische verwachtingswaarde.
- Traditioneel wordt vaak een strak talud van 1:3 ontworpen. Dit is voor de stabiliteit en het onderhoud van de waterkering meestal toereikend. Vaak werd, en wordt nog steeds, het talud wat bollend aangelegd, waardoor die voor het oog recht lijkt. Een holle dijk heeft echter veel meer schaduwwerking en heeft daarom veel meer detail en diepte dan een bol liggende dijk. Qua sterkte (stabiliteit) kan een waterkering bovenin meestal wel wat grond missen, maar zou er meer grond aan de teen geplaatst moeten worden.
- Waterkeringen vormen lijnvormige elementen in het landschap. Door aan- of afwezigheid van bijvoorbeeld beplanting kan dit al dan niet geaccentueerd worden. Wees er alert op dat ogenschijnlijk kleine ingrepen al invloed kunnen hebben op de samenhang tussen waterkering en landschap. Raadpleeg bij twijfels over de invloed van een ingreep een landschaps- of cultuurhistorische deskundige.

#### Standplaatsfactoren

- Vaststellen expositie (noord, zuid, oost, west) en eventuele begroeiing met bomen, bodemsamenstelling en huidige beschikbare ruimte (lengte en breedte) die de waterkering biedt voor natuur en karakterisering van deze ruimte (bijvoorbeeld moeraszone) en wat eventueel aan extra te benutten ruimte mogelijk is.
- Vaststellen huidige natuurwaarden.
- Op basis van standplaatsfactoren en beheermogelijkheden een afweging maken voor de invulling van natuurontwikkeling.

#### Afstemming met andere functies

- Vaststellen welke functies toegekend en gewenst zijn
- Indien de waterkering dienst doet als ecologische verbingszone, nagaan of en welke doelsoorten zijn benoemd en welke gebieden verbonden worden.
- Realisatie van ecologische verbingszone (indien deze is benoemd) door gericht inrichting en beheer en gebruikmaken van subsidiemogelijkheden. Indien alleen natuurfunctie geldt: op basis van mogelijkheden, doelsoorten en kostenafweging gewenst beheer en inrichting vaststellen.
- Maken van een overzicht van randvoorwaarden per functie. Zoek vervolgens een aanvaardbare combinatie. Bedenk dat er niet één optimale oplossing is, maar kijk ook naar alternatieven.

In de “Grondslagen voor Waterkeren (1998)” en de “Handreiking (regionale) keringen en gebruiksfuncties” is aangegeven hoe in het ontwerp rekening gehouden kan worden met de waarden van landschap, natuur en cultuurhistorie.

#### *2.5.3.3 Toekomstkwaliteit en duurzaamheid*

De toekomstkwaliteit heeft betrekking op de geschiktheid van het gebied voor nieuwe gebruiksvormen en nieuwe culturele en economische betekenissen. Duurzaamheid, schoon milieu, biodiversiteit, robuustheid, aanpasbaarheid en flexibiliteit in de tijd zijn belangrijke kenmerken van hoge toekomstkwaliteit. Aanbevolen wordt duurzaamheid een plek te geven in het dijkverbeteringsplan. Dit betreft duurzaamheid van zowel het ontwerp als de uitvoering zelf, bijvoorbeeld duurzaamheidsitems zoals energie, duurzaam materiaalgebruik, kwaliteit LNC, biodiversiteit, in stand houden natuurlijk (grond-) watersysteem en kwaliteit van bodem en water. Senternovem heeft in opdracht van het ministerie VROM criteria opgesteld voor duurzaam inkopen. Deze zijn te vinden op [www.senternovem.nl](http://www.senternovem.nl) onder het thema duurzaam inkopen.



# 3

## JURIDISCHE ASPECTEN: PROCEDURES EN WETGEVING

### 3.1 INLEIDING

In het proces van aanwijzing, aanleg, toetsing, beheer, onderhoud en verbetering van waterkeringen spelen juridische aspecten een belangrijke rol. Zo zijn er altijd publiekrechtelijke besluiten vereist en zijn juridische aspecten met betrekking tot het gedogen van maatregelen en vestigen van zakelijke rechten vaak van belang bij het aanleggen en verbeteren van regionale waterkeringen. Deze en andere juridische aspecten worden in dit hoofdstuk toegelicht. Hierbij is in de tekst ervan uitgegaan dat de Waterwet (uitgaande van de stand van zaken anno januari 2009) eind 2009 in werking treedt.

### 3.2 VEREISTE PUBLIEKRECHTELIJKE BESLUITEN

De aanleg of wijziging van regionale waterkeringen vindt plaats met een door de beheerder vastgesteld projectplan. Deze paragraaf beschrijft het rechtskarakter van het projectplan/besluit. Ook de legger moet aangepast worden bij aanleg of wijziging van een waterkering. Daarnaast zijn procedures voorgeschreven die in acht moeten worden genomen bij de vaststelling van plannen/besluiten tot aanleg of wijziging van een regionale waterkering. Naast besluiten van de beheerder van de regionale waterkering zijn veelal ook besluiten van andere overheidslichamen benodigd voordat het projectplan/besluit kan worden uitgevoerd. De meest voorkomende soorten van benodigde besluiten worden genoemd.

#### PROJECTPLAN VAN DE BEHEERDER

De aanleg of wijziging van een regionale waterkering vindt volgens de Waterwet plaats overeenkomstig met een door de beheerder vastgesteld projectplan. Het plan bevat tenminste een beschrijving van het werk en de wijze waarop het zal worden uitgevoerd, alsmede een beschrijving van de te treffen voorzieningen, gericht op het ongedaan maken of beperken van de nadelige gevolgen van de uitvoering van het werk. Behalve het project zelf, dient in het projectplan dus ook de wijze van uitvoering te worden beschreven. Daarbij dient niet alleen te worden gedacht aan de technische realisatie van het project, maar ook aan de inpassing in de omgeving. Beschreven moet worden, hoe het project zich verhoudt tot bestaande bestemmingsplannen en of deze gewijzigd moeten worden. Verder zal in het projectplan aandacht moeten worden geschonken aan het tenietdoen, en indien dat ter plaatse niet mogelijk is, het elders in de nabijheid van het werk compenseren van mogelijke nadelige gevolgen van de uitvoering van het project.

De aanleg of wijziging van regionale waterkeringen leidt tot een wijziging van het waterstaatswerk zoals weergegeven in de legger, zodat de legger hierop aangepast moet worden. Hierbij zullen, in tegenstelling tot bij onderhoud en herstelwerkzaamheden, meestal belan-

gen van derden betrokken zijn. Een Waterwetvergunningplicht geldt evenwel niet voor de uitvoering van werkzaamheden ten behoeve van de aanleg of wijziging van waterstaatswerken door of in opdracht van de beheerder indien dat in de keur is bepaald. De in het kader van de uitvoering van die werkzaamheden noodzakelijke belangenafweging en rechtsbescherming is reeds gewaarborgd door de verplichting op grond van de Waterwet om voorafgaand een projectplan vast te stellen. Daarbij zal de beheerder telkens, voor zover in provinciale Verordening niet anders is bepaald, zelf kunnen besluiten of bij de voorbereiding van het projectplan/besluit afdeling 3.4 (NB: een afdeling is een hoofdstuktitel) van de Algemene wet bestuursrecht wordt toegepast.

### **PROJECTPROCEDURE VOOR WATERSTAATSWERKEN**

De Waterwet bevat een projectprocedure voor waterstaatswerken die volgens de wet van toepassing is op projectplannen tot aanleg of verbetering van primaire waterkeringen. De projectprocedure is tevens van toepassing, indien dat bij of krachtens provinciale verordening is bepaald, op projectplannen van besturen van waterschappen tot aanleg of wijziging van andere waterstaatswerken dan primaire waterkeringen. De projectprocedure kan dus van toepassing worden verklaard op een projectplan tot aanleg of wijziging van regionale waterkeringen.

De projectprocedure voorziet met toepassing van de in afdeling 3.4 van de Algemene wet bestuursrecht geregelde procedure in een gecoördineerde voorbereiding van alle voor de uitvoering van het projectplan benodigde besluiten (gezamenlijke tervisielegging en gecoördineerde behandeling van bezwaar en beroep). Het projectplan behoeft daarvoor wel de goedkeuring van gedeputeerde staten.

Gedeputeerde staten kunnen van andere betrokken bestuursorganen de medewerking vorderen die voor het slagen van de coördinatie nodig is. Het projectplan heeft ruimtelijke doorwerking. Voor zover een bestemmingsplan voor de uitvoering van werken en werkzaamheden een aanlegvergunning als bedoeld in de Wet ruimtelijke ordening vereist, geldt die eis niet in het gebied dat is begrepen in een vastgesteld projectplan.

### **BENODIGDE BESLUITEN EN ONDERZOEKEN**

Naast besluiten van de beheerder van de regionale waterkering zijn vaak ook besluiten van andere overheidslichamen benodigd en moeten voorgeschreven onderzoeken worden gedaan voordat het projectplan/besluit kan worden uitgevoerd. Genoemd kunnen worden de volgende categorieën:

- besluiten ten behoeve van de ruimtelijke inpassing (aanpassing bestemmingsplan, uitmondend in een bouw- of aanlegvergunning ingevolge de Wet ruimtelijke ordening);
- besluiten ten behoeve van grondverzet (ingevolge de Ontgrondingenwet, Wet bodembescherming, Wet milieubeheer);
- besluiten ten behoeve van het afbreken van bouwsels of vellen van houtopstanden (ingevolge de Woningwet, Monumentenwet, Boswet);
- besluiten ten behoeve van het uitvoeren van werkzaamheden in Natuurgebieden of waarbij de habitat van flora of fauna ernstig wordt verstoord (ingevolge de Natuurbeschermingswet, Flora- en Faunawet);
- besluiten ten behoeve van het gebruik van inrichtingen, of installaties voor de uitvoering van het project (ingevolge de Wet milieubeheer);
- verkeersbesluiten ten behoeve van het transport van materialen en bouwstoffen van en naar het werk (ingevolge de Wegenverkeerswet);

- besluiten inzake te verrichten onderzoeken en activiteiten ter behoud van cultuurhistorisch erfgoed (ingevolge de Wet op de archeologische monumenten, de Monumentenwet en de Wet milieubeheer met betrekking tot milieueffectrapportage).

Deze besluiten zullen waar sprake is van activiteiten genoemd in de Wet algemene bepalingen omgevingsrecht deel uitmaken van een op grond van die wet aan te vragen ‘omgevingsvergunning’. Voor niet onder die wet vallende vergunningstelsel, zoals vergunningen op grond van de Ontgrondingenwet, blijft een aparte vergunningaanvraag vereist bij het betreffende bevoegd gezag.

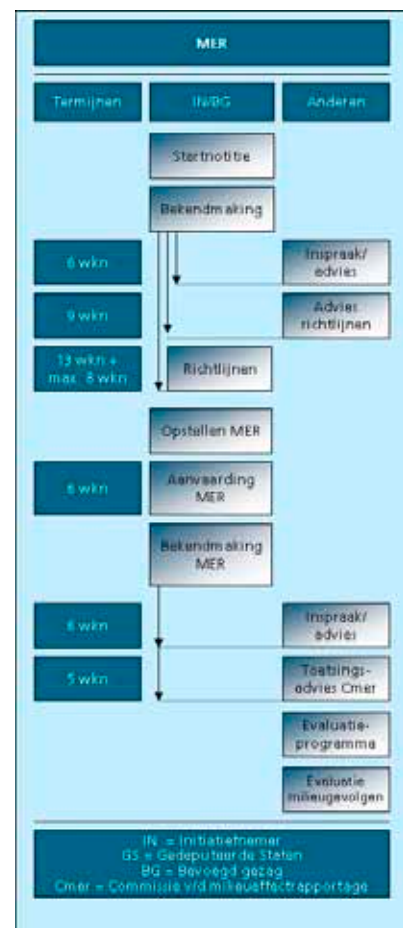
### 3.3 M.E.R.-PROCEDURE

Het Besluit op de milieueffectrapportage kent zowel een m.e.r.-plicht als een m.e.r.-beoordelingsplicht. Een m.e.r.-beoordelingsplicht geldt in het geval waarin de activiteit betrekking mogelijk een significant effect heeft op de omgeving, maar waarbij niet op voorhand duidelijk is dat het effect werkelijk zal optreden. De m.e.r.-plicht geldt voor activiteiten waarvan op voorhand wel duidelijk is dat significante effecten zullen optreden. Het Besluit op de milieueffectrapportage geeft in haar bijlagen C en D de grenzen waarboven activiteiten m.e.r.- (beoordelings)plichtig zijn.

Voor regionale waterkeringen geldt geen m.e.r.-plicht zoals deze bestaat voor de primaire waterkeringen. Echter er kan altijd een vrijwillige m.e.r.-procedure worden doorlopen, indien hier aanleiding voor is (bijvoorbeeld vanuit bestuurlijke gevoeligheid of de situering van de voorgenomen activiteit). Hiervoor dient goedkeuring door het bevoegd gezag, de provincie in deze, gegeven te worden en vindt afstemming plaats met een onafhankelijke adviescommissie, de commissie MER. Een m.e.r.-procedure geeft een aantal voordelen:

- Toetsing door onafhankelijke commissie m.e.r. en/of bevoegd gezag.
- Vastliggende procedure (is een ‘bekend fenomeen’ voor de burgers).

Een andere, in basis snellere en goedkopere, mogelijkheid is het volgen van de reeds genoemde m.e.r.-beoordelingsprocedure. Deze geeft minder inzicht in de effecten dan een volledige m.e.r.-procedure, maar duidelijk meer zekerheden dan het niet doorlopen van een van beide mogelijke procedures. In deze paragraaf worden de m.e.r.-procedure en de m.e.r.-beoordelingsprocedure kort toegelicht.



#### M.E.R.-PROCEDURE

Doel van de m.e.r.-procedure is het milieubelang een volwaardige plaats te geven in de besluitvorming over de activiteiten. Daarbij wordt aangegeven welke maatregelen mogelijk belangrijke nadelige gevolgen hebben voor het milieu. Het op te stellen milieueffectrapport (MER) dient ervoor om de meest geschikte inrichtingswijze/

uitvoeringswijze van de voorgenomen activiteit in beeld te brengen (bezien vanuit milieu), evenals de hiermee gepaard gaande gevolgen voor het milieu en het ruimtegebruik. Dit geldt voor zowel het effect ter plaatse als in de directe omgeving van de voorgenomen activiteit.

Daarnaast kan de m.e.r.-procedure een duidelijke meerwaarde opleveren voor het planproces. Omdat op een vroeg moment in de planvorming in grote lijnen duidelijk wordt wat de milieueffecten bij verschillende alternatieven zijn, wordt de keuze voor de meest geschikte inrichtings-/uitvoeringswijze ondersteund. Het MER-document dient formeel ter ondersteuning van de besluitvorming voor een plan zoals bedoeld in de wet ruimtelijke ordening. In het schema zijn globaal de stappen van een m.e.r.-procedure weergegeven.

De m.e.r.-procedure start formeel met het openbaar maken van een startnotitie. De startnotitie wordt opgesteld door de initiatiefnemer en bevat de basisgegevens van de te ondernemen activiteit. De startnotitie geeft informatie op hoofdlijnen over het voornemen aan het Bevoegde Gezag, de bevolking, de Commissie voor de milieueffectrapportage en de wettelijke adviseurs. Met behulp van de startnotitie zullen richtlijnen worden opgesteld voor de inhoud van het milieueffectrapport. Daarvoor vraagt het Bevoegde Gezag advies aan de Commissie voor de milieueffectrapportage en de wettelijke adviseurs. De startnotitie is bedoeld om belanghebbenden de gelegenheid te bieden opmerkingen te maken over de gewenste inhoud van het MER. Deze (inspraak)reacties worden meegenomen bij het formuleren van de richtlijnen. Deze richtlijnen bevatten inhoudelijke eisen waaraan het op te stellen MER moet voldoen.

De startnotitie dient minimaal ("tenminste") het volgende bevatten (bron: [www.infomil.nl](http://www.infomil.nl))

- a. naam en adres van de initiatiefnemer (natuurlijk persoon of rechtspersoon)
- b. een globale beschrijving van hetgeen met de activiteit wordt beoogd;
- c. een globale beschrijving van de aard en omvang van de voorgenomen activiteit;
- d. een globale beschrijving van de plaats of de plaatsen waar de voorgenomen activiteit wordt gedacht;
- e. een vermelding van het besluit, dan wel de besluiten ter voorbereiding waarvan het milieueffectrapport wordt gemaakt;
- f. een overzicht van eerder genomen besluiten van overheidsorganen, die betrekking hebben op de activiteit, bedoeld onder c, en die invloed kunnen hebben op het besluit dan wel de besluiten ter voorbereiding waarvan het MER wordt gemaakt, en
- g. een globale beschrijving van de te verwachten gevolgen voor het milieu binnen en, voor zover van toepassing, buiten Nederland.

Er mag dus ook meer informatie opgenomen worden. Leidraad hierbij zou kunnen zijn, dat de initiatiefnemer zo veel mogelijk informatie moet opnemen als nodig is om het bevoegd gezag en de wettelijke adviseurs te kunnen helpen bij het bepalen welke milieu-informatie en alternatieven nodig zijn ten behoeve van de besluitvorming.

**M.E.R.-BEOORDELINGSPROCEDURE**

Door middel van een m.e.r.-beoordeling kan op een relatief snelle en goedkope wijze inzicht verkregen worden in de effecten op de omgeving door realisatie van de voorgenomen activiteit. Centraal in het m.e.r.-beoordelingsproces staat de vraag of er sprake is van zodanige bijzondere omstandigheden dat er een MER moet worden opgesteld. Deze bijzondere omstandigheden kunnen betrekking hebben op:

- Kenmerken van de activiteit (omvang);
- Plaats van de activiteit (gevoelige gebieden). Indien de voorgenomen activiteit gepland is in of in de nabijheid van een gevoelig gebied en negatieve milieugevolgen heeft voor dit gebied, is sprake van bijzondere omstandigheden.
- Samenhang met andere activiteiten (cumulatie van effecten). Cumulatie van effecten kan optreden als gevolg van activiteiten die op de locatie of in de nabijheid van de locatie (gaan) plaatsvinden.
- Kenmerken van de belangrijke nadelige gevolgen die de activiteit kan hebben. Hierbij gaat het om de aard en omvang van de nadelige gevolgen voor natuur, landschap, geluid, veiligheid enzovoorts.

Het resultaat van het m.e.r.-beoordelingsproces is een aanmeldingsnotitie. Indien geen sprake is van bijzondere omstandigheden, kan naar aanleiding van de aanmeldingsnotitie door het bevoegd gezag besloten worden dat het opstellen van een milieueffectrapport overbodig is en geen meerwaarde voor het besluitvormingsproces heeft. In deze situatie kunnen de voordelen van lage kosten en korte doorlooptijd ten volle benut worden. Indien sprake is van bijzondere omstandigheden, zal in het vervolgproces een MER moeten worden opgesteld. Hiermee vervallen de voordelen van doorlooptijd en kosten van de m.e.r.-beoordeling. Tegen de beslissing om wel of geen milieueffectrapport op te stellen kunnen alleen personen die rechtstreeks in hun belang getroffen worden bezwaar aantekenen. Voor alle niet rechtstreeks belanghebbenden geldt dat bezwaren over het m.e.r.-beoordelingsbesluit pas kunnen worden ingebracht bij de inspraak over het uiteindelijk te nemen besluit, hier dus het dijk aanpassingsplan.

De inhoud van een m.e.r.-beoordeling is globaler dan dat van een MER. Dit komt met name tot uitdrukking bij de te beschouwen alternatieven. Bij een m.e.r.-beoordeling wordt één alternatief bekeken. De interactie met de omgeving (door inspraak en een informatieavond) bij een m.e.r.-beoordeling is zeer gering ten opzichte van een m.e.r.-procedure. Hierdoor is een m.e.r.-beoordeling minder geschikt voor het creëren van draagvlak in de omgeving.

Samengevat bestaan de volgende procedurele mogelijkheden voor het realiseren van een dijkverbetering:

- Via een MER (met een dijkverbeteringsplan)
- Via alleen een dijkverbeteringsplan (zonder MER)
- Via individuele ontheffingen (zonder MER)

Een mogelijkheid om de procedure voor uw eigen organisatie te bepalen is om gebruik te maken van een zogenaamd "spoorboekje" zoals Waternet dat opgesteld heeft. Meer informatie hierover is in paragraaf 4.1 te vinden.

### 3.4 GEDOOGPLICHTEN

Als de beheerder geen eigenaar is van de gronden is bij aanleg en verbetering van waterkeringen toestemming nodig van grondeigenaren. Bij regionale waterkeringen komt dit vaak voor, aangezien veel gronden (nog) niet in eigendom zijn van de beheerder van regionale waterkeringen. In deze paragraaf wordt beschreven welke soorten gedoogplichten de waterkeringbeheerder kan opleggen indien die toestemming wordt geweigerd.

#### GEDOOGPLICHTEN IN DE WATERWET

De Waterwet bevat een algemeen en uitputtende stelsel van gedoogplichten. Het betreft de verplichtingen voor rechthebbenden, vaak grondeigenaren, om bepaalde handelingen die in het publiek belang noodzakelijk zijn, te gedogen. Aan het opleggen van gedoogplichten zijn beperkingen verbonden. De handelingen moeten om te beginnen verband houden met doelstellingen van het beheer van watersystemen (waar ook de regionale waterkeringen deel van zijn). Verder bestaat er recht op vergoeding van veroorzaakte schade en kunnen betrokkenen bezwaar en beroep aantekenen tegen een (voorgenomen) gedoogplichtoplegging. Bij een te grote inbreuk op het eigendomsrecht – waardoor het normaal gebruik van de grond niet langer mogelijk is - kan geen gedoogplicht worden opgelegd en zal de beheerder de gronden zelf in eigendom moeten verwerven.

De algemene gedoogplichten in de Waterwet kunnen worden onderscheiden in drie soorten, zoals hieronder worden beschreven. Naast de meer algemene gedoogplichten bevat de wet een aantal bijzondere gedoogplichten. Dit betreft onder meer de verplichting om te gedogen dat op gronden of aan gebouwen permanente tekens of meetmiddelen worden aangebracht.

#### UITVOEREN VAN INSPECTIE EN ONDERZOEK EN VERKRIJGEN VAN INLICHTINGEN

De eerste soort van gedoogplichten die in de Waterwet is opgenomen, geeft de zekerheid dat beheerders van waterstaatswerken toegang kunnen krijgen tot gronden om onderzoek en daarmee verband houdende activiteiten te verrichten.

##### *Betreden van plaatsen*

De Waterwet regelt de bevoegdheid van om ten behoeve van de inspectie van watersystemen plaatsen te betreden, die zijn gelegen op gronden waarop de beheerder geen rechthebbende is. Ook kan het noodzakelijk zijn dat ten behoeve van de inspectie inlichtingen ten aanzien van gronden worden ingewonnen.

De bevoegdheid tot betreding geldt in principe voor elke plaats, met uitzondering van woningen, wanneer de bewoner geen toestemming verleent. Een voorafgaande beschikking of aanzegging is niet vereist. Soms kan het noodzakelijk zijn ook tegen de wil van de bewoner woningen worden betreden. Dat is het geval als een woning deel uit maakt van een waterstaatswerk of daarmee rechtstreeks in verbinding staat. De wet biedt ook hiervoor onder strikte voorwaarden de mogelijkheid.

##### *Onderzoeken en werkzaamheden*

De Waterwet regelt ook dat rechthebbenden verplicht zijn te dulden dat op die gronden onderzoeken en daarmee verband houdende werkzaamheden worden verricht. De beheerder kan hiervoor een gedoogplicht opleggen voor zijn eigen taken of voor het uitvoeren van onderzoek door derden. Het gaat hierbij zowel om onderzoeken in het kader van de voorbereiding van werkzaamheden, als ook onderzoek in het kader van monitoringsactiviteiten. De gedoogplicht met betrekking tot onderzoeken moet per individueel geval bij beschikking van

de beheerder worden opgelegd, spoedeisende gevallen daargelaten, minimaal twee weken voor aanvang van het onderzoek

#### **ONDERHOUD AAN WATERSTAATSWERKEN**

De tweede soort van gedoogplichten betreft de plicht om handelingen van de beheerder of wateroverlast en overstroming te gedogen. Het gaat daarbij met name om de plicht om handelingen ten behoeve van onderhoud van waterstaatswerken te gedogen.

#### **AANLEG OF WIJZIGING VAN WATERSTAATSWERKEN**

Verder verplicht de wet als derde soort gedoogplicht om de aanleg of wijziging van waterstaatswerken te gedogen. Wat betreft de aard van de werkzaamheden, kan naast de aanleg en verbreding van wateren en de aanleg, verandering of verwijdering van kunstwerken, ook worden gedacht aan de verbetering van regionale waterkeringen. De gedoogplicht kan namelijk worden toegepast in belang van de realisering van alle in de Waterwet genoemde doelstellingen.

De beheerder moet bij het opleggen van deze gedoogplicht het evenredigheidsbeginsel toepassen. De beheerder mag de gedoogplicht alleen opleggen als dat voor de vervulling van zijn taken redelijkerwijs nodig is en wanneer naar zijn oordeel de belangen van de rechthebbenden geen onteigening vorderen. Het evenredigheidsbeginsel brengt ook mee dat een gedoogplicht alleen wordt opgelegd, als de rechthebbenden geen toestemming verlenen voor de aanleg of wijziging van het waterstaatswerk.

De gedoogplicht met betrekking tot de aanleg of wijziging van een waterstaatswerk moet per individueel geval bij beschikking van de beheerder worden opgelegd. Spoedeisende gevallen daargelaten, dient de beschikking waarbij een gedoogplicht wordt opgelegd, tijdig – in elk geval twee weken voor aanvang van de werkzaamheden - aan de rechthebbenden te worden bekendgemaakt. Tegen een beschikking tot het opleggen van een gedoogplicht kunnen belanghebbenden bezwaar maken bij het bestuursorgaan dat de gedoogplicht oplegt en vervolgens in beroep gaan bij de bestuursrechter.

### **3.5 VESTIGING VAN ZAKELIJKE RECHTEN EN GRONDVERWERVING**

Als het gebruik maken van gronden van rechthebbenden leidt tot aantasting van die gronden moet, voordat een gedoogplicht wordt opgelegd, worden geprobeerd langs minnelijke weg tot overeenstemming te komen. Dit kan gebeuren door het sluiten van een overeenkomst met rechthebbenden waarbij de beheerder het recht verkrijgt de onroerende zaak aan te tasten en daarvoor een vergoeding betaalt. Indien normaal gebruik van de betrokken grond door rechthebbenden door aanleg of wijziging van een regionale waterkering onmogelijk wordt, dient de grond te worden verworven (minnelijk of door onteigening). Deze paragraaf beschrijft in het kort de juridisch relevante aandachtspunten van deze procedures.

#### **MINNELIJKE OVEREENSTEMMING**

De Waterwet maakt het mogelijk dat de beheerder aan rechthebbenden de verplichting oplegt om de aanleg of wijziging van een waterstaatswerk en de daarmee verband houdende werkzaamheden te gedogen. Het evenredigheidsbeginsel maakt dat de rechtspraak is dat, voordat er een gedoogbesluit wordt genomen, wordt geprobeerd met de rechthebbenden tot minnelijke overeenstemming te komen in een daartoe te sluiten overeenkomst. Dit kan een overeenkomst zijn tot vestiging van een opstalrecht of erfdienstbaarheid, of tot verkoop van de betrokken zaak, waarvoor de beheerder een overeen te komen vergoeding betaalt.

Op zijn minst zal toestemming van de rechthebbenden moeten worden verkregen, bij voorkeur in de vorm van een overeenkomst over aankoop van de grond door de beheerder. Als dat niet mogelijk blijkt te zijn kan worden bezien of door vestiging van een zakelijk recht over de benodigde grond kan worden beschikt. Vestiging van een persoonlijk recht (niet-zakelijke overeenkomst) biedt een minder sterke positie voor de beheerder, met name ten aanzien van eventuele rechtsopvolgers van de grondeigenaar.

### **ONTEIGENING**

Indien er geen beschikking over de benodigde grond kan worden verkregen langs de minnelijke weg, of door oplegging van een gedoogplicht, dan staat uiteindelijk de weg van onteigening in gevolge de Onteigeningswet (Ow) open. Titel IV van de Onteigeningswet regelt onder meer de onteigening in het belang van de ruimtelijke ontwikkeling. Ingevolge artikel 77 Ow kan onteigening ten name van publiekrechtelijke lichamen onder meer plaatsvinden ten behoeve van de uitvoering van of ter handhaving van de feitelijke toestand overeenkomstig een bestemmingsplan en ten behoeve van de uitvoering van een provinciaal, of rijksinpassingsplan, alsmede van voorzieningen die met de uitvoering van een zodanig projecten rechtstreeks verband houden. Voor zover de aanleg of wijziging van een regionale waterkering plaats heeft op grond van een gemeentelijk bestemmingsplan, dan wel op grond van een rijks- of provinciaal inpassingsplan kan zogenaamde planologische onteigening plaats hebben.

Voor andere gevallen regelt titel II van de Onteigeningswet de onteigening van onroerende zaken of rechten ten behoeve van aanleg, het herstel, versterking of onderhoud van waterkeringen of bouw van militaire verdedigingswerken.

### **3.6 HERSTELWERKZAAMHEDEN BIJ SCHADE**

Herstel van regionale waterkeringen brengt geen verandering in de normatieve staat (legger) van dat waterstaatswerk en vergt op zich dan ook geen daartoe strekkende besluiten van de beheerder. Wel kan het zo zijn dat besluiten van andere overheidslichamen benodigd zijn voordat herstelwerkzaamheden kunnen worden uitgevoerd, of dat, voor zover werkzaamheden moeten worden uitgevoerd op gronden van derden/rechthebbenden, daartoe toestemming moet worden verkregen of gebruik moet worden gemaakt van gedoogplichten.

### **3.7 ONGANG MET NATUURWETGEVING**

Een belangrijke nevenfunctie van veel regionale rivieren is de natuurfunctie. Een deel van de waterkeringen langs regionale rivieren ligt in een gebied dat beschermd wordt als natuurgebied of in een gebied waar beschermde soorten voorkomen.

De twee belangrijkste wetten op het gebied van bescherming van natuurwaarden zijn de Flora- en Faunawet en de Natuurbeschermingswet. Samen vormen de twee wetten de nationale implementatie van het Europese natuurbeschermingsbeleid. Voor uitvoeringswerken rondom dijken is het vooral van belang om rekening te houden met de bijbehorende vergunningprocedures en het feit dat op grond van deze wetgeving bepaalde werkzaamheden niet in bepaalde perioden uitgevoerd mogen worden, waardoor een de planning van uitvoeringswerken sterk beïnvloed ("vertraagd") kunnen worden.



## FLORA EN FAUNAWET

De Flora en Faunawet (2002) regelt de bescherming van dieren en planten. De doelstelling van de wet is de bescherming en het behoud van in het wild levende planten- en diersoorten. Het uitgangspunt van de wet is dat activiteiten met een schadelijk effect op beschermde soorten in principe verboden zijn. Als bij werkzaamheden in de openbare ruimte een schadelijk effect optreedt voor beschermde soorten is een ontheffing of vrijstelling nodig van artikel 75 van de Flora- en faunawet. De minister van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) kan deze ontheffing verlenen.

Er geldt een vrijstelling voor bepaalde werkzaamheden, die zonder ontheffing kunnen worden uitgevoerd. Dit geldt ook als er schadelijke effecten optreden voor beschermde diersoorten, echter alleen voor de meer algemene soorten van lijst 1. De vrijstelling geldt onder meer voor de uitvoering van ‘werkzaamheden in het kader van bestendig beheer en onderhoud en bestendig gebruik’, waaronder begrepen het herstel van waterstaatswerken.

De wet biedt ook een mogelijkheid om een gedragscode op te stellen. In de gedragscode wordt omschreven hoe te voldoen aan het vereiste van zorgvuldig handelen in gevolge de wet. Indien deze gedragscode goedgekeurd is door de Minister van LNV en er wordt aantoonbaar gewerkt conform de gedragscode, dan geldt voor deze activiteiten een vrijstelling voor soorten uit Tabel 2 en een vrijstelling voor soorten uit Tabel 3, met uitzondering van werkzaamheden in het kader van ruimtelijke inrichting en ontwikkeling. Deze gedragscode geeft sectoren meer mogelijkheden om de bescherming van soorten vanuit een eigen verantwoordelijkheid en op eigen wijze op te pakken. Voor de uitvoering van beheer- en onderhoudswerkzaamheden door waterschappen geldt de ‘Gedragscode Flora- en faunawet voor waterschappen’.

## NATUURBESCHERMINGSWET

De Natuurbeschermingswet (1998) is gericht op gebiedsbescherming. De volgende gebieden worden aangewezen en beschermd op grond van de Natuurbeschermingswet:

- Natura 2000-gebieden (Vogelrichtlijn- en Habitatrichtlijngebieden),
- Beschermde Natuurmonumenten en
- Wetlands.

Voor activiteiten of projecten die schadelijk zijn voor de beschermde natuur geldt een vergunningplicht. Het bevoegd gezag voor de verlening van een vergunning in het kader van de Natuurbeschermingswet is de provincie waarin het betreffende beschermde gebied ligt. Wanneer een vergunning betrekking heeft op verscheidene provincies, beslissen de betrokken provincies in overeenstemming met elkaar. Bij uitzondering kan de Minister van LNV het bevoegde bestuursorgaan zijn. De situaties waarin dat het geval is, zijn geregeld in het Besluit vergunningen Natuurbeschermingswet 1998. Het gaat dan onder andere om het treffen van maatregelen en voorzieningen die nodig zijn met het oog op de ontwikkeling, werking en bescherming van de waterhuishoudkundige hoofdsystemen in de zin van de Wet op de waterhuishouding en activiteiten ten aanzien van provinciegrensoverschrijdende infrastructurele werken.

## AANPAK IN HET KADER VAN EUROPESE HABITAT- EN VOGELRICHTLIJN

Controleer voor het opstellen van plannen of er sprake is van soorten of gebieden die speciale bescherming genieten op grond van de Europese Habitat- en Vogelrichtlijn. De Habitat- en Vogelrichtlijn hebben kracht van wet. Het is dus noodzaak de soorten- en gebiedsbescherming al in een vroeg stadium van de besluitvorming mee te nemen. Doorloop bij aanvang

van de planvorming onderstaande stappen; deze stappen maken ook onderdeel uit van het afwegingskader zoals dat in de Vogel- en Habitatrichtlijn staat vermeld:

- Check of de ingreep gaat plaatsvinden binnen een gebied aangewezen onder de Vogel- en/of Habitatrichtlijn.
- Check of het terrein waar het project gaat plaatsvinden, grenst aan of nabij gelegen is aan een dergelijke beschermingszone.
- Check of in het terrein waar de ingreep gaat plaatsvinden, soorten voorkomen die beschermd zijn volgens de Habitatrichtlijn (zowel flora als fauna).
- Als sprake is van één of meer van bovenstaande drie aspecten, ga dan na of de geplande ingreep mogelijk significante gevolgen heeft op het beschermde gebied of de beschermde soorten. Laat dit onderzoek uitvoeren door deskundigen, rekening houdend met de instandhouding van de natuurwaarden in het gebied.
- Bestaat het risico dat het gebied negatief wordt beïnvloed? Ga dan na of alternatieven mogelijk zijn waarbij geen schadelijke effecten optreden en of het project wel noodzakelijk is. Schadelijke activiteiten mogen volgens de Vogel- en Habitatrichtlijn slechts worden toegelaten als er geen alternatieve oplossing bestaat en 'dwingende redenen van groot openbaar belang' in het geding zijn.
- Als de ingreep voor nieuwe projecten noodzakelijk is of niet op een andere plaats kan worden uitgevoerd en er tegelijkertijd significante negatieve gevolgen zijn te bespeuren voor de te beschermen natuur, dan moet er compensatie plaatsvinden.

Compensatie onder de Habitat- en de Vogelrichtlijn houdt het volgende in:

- De compensatie moet ervoor zorgen dat de nationale ecologische hoofdstructuur en de samenhang van het internationale netwerk van natuurgebieden (Natura 2000) bewaard blijft.
- De realisatie moet plaatsvinden voordat de ingreep wordt gepleegd.
- De compensatie moet gericht zijn op die soorten of habitats die schade ondervinden van de ingreep.
- Compensatie vindt bij voorkeur in de directe omgeving plaats.
- Compensatie in de vorm van geld is niet toegestaan.

### 3.8 KEUR, LEGGER EN BEHEERREGISTER

#### KEUR

De keur is een verordening van het waterschap waarin geregeld wordt welke activiteiten en werken niet zijn toegestaan in en in de omgeving van wateren en waterkeringen. Ook wordt in de keur aangegeven hoe het waterschap omgaat met het verlenen van ontheffingen en welke strafmaat wordt gehanteerd bij overtredingen van de bepalingen. De keur gaat uit van het 'nee, tenzij' principe, waarin activiteiten niet zijn toegestaan, tenzij het waterschap hiervoor ontheffing verleent. Wat betreft de waterkeringen is in de keur ook geregeld welke verplichtingen de onderhoudsplichtige heeft. Om onderscheid in de stringentheid van de keurbepalingen te kunnen maken wordt bij waterkeringen doorgaans onderscheid gemaakt in de kernzone, de beschermingszone en de buitenbeschermingszone. De kernzone wordt gevormd door de waterkering zelf, waar ingrepen direct gevolgen hebben voor de veiligheid. De beschermingszone sluit aan op de kernzone, in deze zone is de bescherming iets minder stringent en worden alleen beperkingen opgelegd aan een ander hoofdgebruik dan waterkering. In de buitenbeschermingszone, die weer aansluit op de beschermingszone zijn de meeste

nevenactiviteiten doorgaans wel mogelijk, mits aangetoond wordt dat de veiligheid niet in geding is.

In het algemeen is uit veiligheidsoogpunt verboden om binnen de kernzone en de beschermingszones van de waterkeringen:

- De kruinhoogte te verlagen.
- Grondroering of (ont-) gravingen te verrichten.
- Werken / objecten aan te brengen, te vernieuwen, te wijzigen, te slopen of op te ruimen.
- De grasmat of andere begroeiing dienende tot verdediging van de waterkeringen te beschadigen.

Voor het ontwikkelen of realiseren van nevenfuncties op waterkeringen en de aanleg van nieuwe niet-waterkerende objecten op dijken is een keurontheffing nodig. Het waterschap is verantwoordelijk voor de waterkeringzorg en zal doorgaans aanvullend op de keur beleidsregels opstellen. In deze beleidsregels kan worden vastgelegd hoe het waterschap omgaat met ontheffingverlening voor specifieke en veelvoorkomende activiteiten.

### **LEgger**

Een legger, zoals bedoeld in de Wet op de Waterkering / Waterwet, is een openbaar register met een publiekrechtelijke functie. In de legger wordt aangegeven aan welke minimale eisen de waterkering moet voldoen qua richting, vorm, afmetingen en constructie. In de legger zijn tevens vlakbegrenzingsen en gegevens over de onderhoudsplichtigen aangegeven. De profielen zoals in de legger zijn opgenomen, zijn normprofielen, met afmetingen waaraan de waterkering minimaal moet voldoen. De vlakbegrenzingsen zijn een weergave van de situatie zoals deze in het veld aanwezig is.

Het leggerprofiel moet ten allen tijde gehandhaafd blijven. Op het leggerprofiel, bestaande uit kernzone, beschermingszone en buitenbeschermingszone is de keur van toepassing.

Waterschappen hebben de mogelijkheid om in de legger een profiel van vrije ruimte op te nemen. Hiermee wordt aangegeven welke ruimte in beslag wordt genomen door een mogelijke toekomstige dijkverbetering. Dit kan een extra ruimte binnendijks, buitendijks of aan beide kanten van de waterkering zijn. Het profiel van vrije ruimte dient als toetsingskader bij het verlenen van vergunningen.

### **BEHEERREGISTER**

Een beheerregister geeft informatie over de kenmerkende gegevens en feitelijke toestand van de waterkeringen. Het gaat hierbij onder meer over de vorm, afmeting en de aanwezigheid van constructies in of op de waterkering. Ook bevat het beheerregister informatie die nodig is voor het onderhoud van de waterkering en gegevens over verleende ontheffingen. Het doel van het beheersregister is het op handzame en overzichtelijke wijze vastleggen van de meest essentiële, actuele informatie omtrent de waterkering. Bij verbeteringen aan de kade wordt ook het register herzien. Aangezien het beheersregister een werkdocument is, bestaat hierop geen beroepsmogelijkheid. Het waterschap voert de toetsing op veiligheid uit op basis van de gegevens uit het technisch beheerregister. De toetsingsresultaten en eventuele tekortkomingen worden in het beheerregister opgenomen zodat hiermee, onder ander bij hoogwater, rekeningen kan worden gehouden.

### **HANDHAVING EN SCHOOW**

Het waterschap is verantwoordelijk voor de handhaving van de keur en de bijbehorende leggers. Het waterschap voert schouw over de waterstaatswerken volgens een vast schema. In principe schouwt het waterschap eens per jaar. Eventueel kan het waterschap besluiten een extra schouw te houden. Naast de schouw vindt permanent handhaving op basis van de keur plaats om ongewenste situaties (overtreden van een van de verboden van de keur zonder keurvergunning) te voorkomen.

# 4

## ONTWERPPROCES

### 4.1 FASERING

Bij het ontwerpen en/ of verbeteren van een waterkering is een benadering van grof naar fijn gewenst. Dit kan worden bereikt door een gefaseerde projectmatige opzet. Het ontwerp voor de waterkering komt tot stand door een steeds meer gedetailleerde invulling te geven aan het pakket van eisen en wensen. Uit de diverse versterkingsalternatieven wordt de uiteindelijke keuze gemaakt voor één voorkeursalternatief. Figuur 4-1 geeft het ontwerpproces schematisch weer.

*Het ontwerpproces voor een regionale waterkering is vergelijkbaar met de systematische aanpak voor een ontwerp van een primaire waterkering.*

FIGUUR 4-1

STAPPENPLAN ONTWERPPROCES



De aanleiding voor een nieuwe of verbeterde waterkering is meestal een direct gevolg van geconstateerde tekortkomingen bij de veiligheidsbeoordeling / toetsing. Tijdens de probleemverkenning en de visievorming komt een pakket van eisen en wensen voor de nieuwe of verbeterde waterkering tot stand zoals: veiligheidseisen, wensen vanuit het beheer, wensen en eisen vanuit andere gebruiksfuncties, wensen en eisen ten aanzien van LNC waarden. Vanuit deze wensen en eisen worden ontwerpuitsgangspunten geformuleerd. In een aantal stappen worden de ontwerpuitsgangspunten uitgewerkt tot een voorkeursalternatief. Dit voorkeursalternatief wordt uiteindelijk uitgewerkt tot een ontwerpplan. Het uiteindelijke detailniveau van het ontwerp dient voldoende te zijn om als basis te dienen voor de realisatie fase en is sterk afhankelijk van de te kiezen aanbestedingsvorm.

De verschillende stappen uit het ontwerpproces en de verschillende aanbestedingsvormen worden in de navolgende paragrafen toegelicht.

**HET ONTWERPPROCES ALS GEHEEL: VAN INITIATIEF TOT BEHEER**

Hoofdstuk 3 uit deze handreiking schetst de vereiste wettelijke stappen bij een dijkverbetering. In dit hoofdstuk 4 worden de te nemen stappen van het ontwerpproces geschetst. Waternet heeft voor het vaststellen van dijkverbeteringplannen een procedure Dijkverbetering (“spoorboekje”) opgesteld. In dit spoorboekje zijn fasen benoemd en zijn per fase de beslismomenten, activiteiten en producten aangegeven. Dit is een nuttig hulpmiddel bij het ontwerpproces gebleken. Algemeen wordt aanbevolen een dergelijk spoorboekje op te stellen voor het op- en vaststellen van de dijkverbeteringplannen in de eigen organisatie. Het spoorboekje van Waternet is te vinden als bijlage in de Handreiking Ontwerpen en Verbeteren Boezemkaden

**4.2 STARTPUNT ONTWERPPROCES****4.2.1 AANLEIDING**

De eerste stap van het ontwerpproces is het vastleggen van de aanleiding van de aanleg of verbetering van de waterkering. Voorbeelden van aanleg van nieuwe regionale waterkeringen zijn de aanleg van een retentiebekken langs een regionale rivier, dijkverbetering van de waterkering als gevolg van een nieuwbouwproject of als gevolg van verbreding van de regionale rivier, etc..

Bij het verbeteren van een regionale waterkering is de meest voorkomende aanleiding een geconstateerde onvolkomenheid bij de periodieke inspectie of bij de veiligheids toetsing van de waterkering. De Leidraad Toetsen op veiligheid regionale waterkeringen geeft hiervoor het kader. Ook kunnen bepaalde omstandigheden of een (bijna) calamiteit aanleiding zijn tot verbeteringsmaatregelen. Daarnaast kunnen plannen van derden, zoals een wegverbreding reden zijn om de waterkering te verbeteren.

**4.2.2 ORGANISATIE VAN HET PROCES EN MARKBENADERING**

Voor de beschrijving van het ontwerpproces is het van belang de rol van verschillende partijen aan te geven. In de beschrijving van het ontwerpproces worden in deze handreiking de volgende rollen onderscheiden:

- Initiatiefnemer (rijk, gemeente, waterschap of projectontwikkelaar)
- Ontwerper
- Bouwer
- Bevoegd gezag (rijk, provincie of waterschap)

Hoe deze rollen worden ingevuld is afhankelijk van het te kiezen samenwerkingsconcept. De initiatiefnemer is meestal het waterschap, maar bijvoorbeeld een projectontwikkelaar kan ook initiatiefnemer zijn. Afhankelijk van het type samenwerkingsconcept kan de ontwerper het waterschap, een ingenieursbureau of een aannemer zijn. Hetzelfde geldt voor de bouwer, echter meestal is dit een aannemer. Het bevoegd gezag bestaat uit het waterschap, de provincie of het rijk. Indien de waterkering door de provincie niet is aangewezen als regionale waterkering, zal het waterschap zelf het bevoegd gezag zijn bij een kadeverbetering en hoeft de provincie niet betrokken te worden in het project.

Aan de opdrachtgever en/of de ontwerper wordt aanbevolen om aan het begin van het proces stil te staan bij de volgende zaken:

- Aanleiding en urgentie van het veiligheidsprobleem (par. 4.2.1)
- Omvang van het uit te voeren werk (par. 4.2.3)
- Opstellen van projectplan voor ontwerp (par. 4.2.4)
- Visie ontwikkeling ten aanzien de waterkering en ruimtelijke kwaliteit (hoofdstuk 2)
- Inventarisatie van procedures en vergunningen die bepalend kunnen zijn voor het verloop van het ontwerpproces (hoofdstuk 3)
- Verkenning marktbenadering (par. 4.2.2)
- Contractuele zaken (par. 4.7)

#### 4.2.3 OMVANG ONTWERPPROCES

De wijze waarop het ontwerpproces verloopt is sterk afhankelijk van de omvang van de benodigde maatregelen. Het volgende onderscheid kan gemaakt worden:

- herstelmaatregel
- verbeteringsmaatregel
- aanleg nieuwe waterkering

#### HERSTELMAATREGELEN VERSUS VERBETERING

Indien een veiligheidstoetsing of periodieke inspectie de aanleiding zijn voor het verbeteren van de bestaande waterkering dan is het van belang om na te gaan of er een nieuw ontwerp voor dijkverbetering moet worden opgestart of dat de verbetering gezien kan worden als herstelmaatregel. Van onderhoud cq herstelmaatregelen is sprake wanneer de verandering binnen het oorspronkelijke leggerprofiel blijft, in geval van veranderingen buiten het leggerprofiel is sprake van verbetering. In geval van herstel vindt geen wezenlijke verandering plaats ten opzichte van het bestaande ontwerp van de waterkering. Een nieuw ontwerpproces is daarom niet nodig, omdat dat in feite al doorlopen is. De juridische implicaties van herstelwerkzaamheden zijn veelal aanzienlijk beperkter dan in geval van een dijkverbeteringsontwerp, zie hoofdstuk 3.

Voorbeelden van herstelmaatregelen:

- het herstel van een oeververdediging conform leggerprofiel;
- herstel metselwerk van dijkmuur conform oorspronkelijk leggerprofiel;
- herstel verstopte teendrainage conform legger;
- herstel grasbekleding conform legger.

In geval van herstelmaatregelen wordt dus geen verandering ten opzichte van de legger aangebracht. Het verhogen van een verzakte kruin tot aan de ontwerphoogte zoals vastgelegd in de legger zou derhalve ook gezien kunnen worden als herstelmaatregel. Indien de hydraulische randvoorwaarden (zie par. 5.2.4) niet zijn veranderd zou daar geen bezwaar tegen hoeven te bestaan. Toch zit hier een addertje onder het gras. Als de hydraulische randvoorwaarden niet veranderen en het nieuwe dijkprofiel valt na de aanpassing binnen het leggerprofiel dan is strikt genomen sprake van een herstelmaatregel. Echter omdat profielaanpassing de (macro-) stabiliteit van de waterkering kan beïnvloeden wordt in dit geval aanbevolen om te checken of het faalmechanisme macrostabiliteit op kan treden.

**DIJKVERBETERING: EENVOUDIG VERSUS GEkomplICEERD**

De ontwerpfasering en aanpak kunnen sterk variëren per situatie. Hier volgen twee voorbeelden waarbij de ontwerpaanpak sterk zal verschillen.

Een voorbeeld van een situatie waarbij zou kunnen worden afgezien van een uitvoerig ontwerpproces met alternatievenafweging:

- dijkverhoging tot 0,5 m waarbij geen verbreding of versterking van de waterkering nodig is;
- er zijn geen bijzondere knelpunten ten aanzien van inpasbaarheid (geen weg die opgebroken hoeft te worden);
- alle betrokken partijen hebben de voorkeur voor een oplossing in grond.

Een gecompliceerde en/of omvangrijke dijkverbetering vraagt doorgaans om een ontwerp waarbij een duidelijke fasering wordt aangebracht en waarbij een zorgvuldige afweging van alternatieven plaatsvindt, bijvoorbeeld in geval van:

- dijkverbetering met knelpunten ten aanzien van ruimtelijke inpasbaarheid;
- meerdere betrokken partijen met verschillende eisen en wensen;
- omvangrijke (en kostbare) dijkverbetering.

**NIEUWE WATERKERING**

Bij het ontwerp van een nieuwe waterkering heeft de ontwerper veelal meer vrijheidsgraden dan in geval van een ontwerp van een verbeteringsmaatregel, zoals tracékeuze en keuze voor de opbouw van het dijklichaam (in geval van een oplossing in grond). Ook de beschikbaarheid van gegevens van de waterkering en de ondergrond zal in de beginstadium van het project sterk verschillen (zie 4.3.2).

**4.2.4 PROJECTPLAN**

Het is gebruikelijk om aan het begin van het ontwerpproces de fasering vast te leggen in een projectplan (of plan van aanpak), met planning, overlegstructuur, vereiste goedkeuringsprocedures en, indien de ontwerpwerkzaamheden worden uitbesteed, een raming van kosten voor ontwerpwerkzaamheden. Aanbevolen wordt hier ook aandacht te schenken aan de succesfactoren en mogelijke risico's in het proces en deze te vertalen naar project- en risicomanagement.

Het projectplan voor het ontwerp van herstel- of verbeteringsmaatregelen of het ontwerp van een nieuwe waterkering komt meestal tot stand na nauw overleg tussen de opdrachtgever (in de meeste gevallen tevens de beheer van de waterkering) enerzijds en de ontwerper anderzijds.

**4.3 ONTWERPUITGANGSPUNTEN EN INVENTARISATIE****4.3.1 PROGRAMMA VAN EISEN**

Een belangrijke fase in het ontwerpproces is het vaststellen van het Programma van Eisen (PvE). Bij vrijwel iedere contractvorm (zie paragraaf 4.7) is het opstellen (of laten opstellen) van het PvE een verantwoordelijkheid van de opdrachtgever, meestal de beheerder van de waterkering ofwel het waterschap. Een andere mogelijkheid is dat het PvE tot stand komt na overleg tussen verschillende betrokken partijen, bijvoorbeeld een gemeente, een projectontwikkelaar en het betreffende waterschap.



De omvang en inhoud van een PvE verschilt per situatie. Met een zeer gedetailleerd PvE heeft de opdrachtgever vanaf het begin meer controle over het eindontwerp. Het opstellen van een gedetailleerd PvE vereist een zekere technisch inhoudelijke kennis omtrent faalmechanismen en belastingen. Het komt in de praktijk dan ook vaak voor dat het ontwerpend ingenieursbureau een ontwerpnota of uitgangspuntennotitie opstelt waarin wordt aangegeven op basis van welke randvoorwaarden het ontwerpproces wordt gestart. Dit document dient goedgekeurd te worden door de beheerder van de waterkering en eventuele andere betrokken partijen. Aanbevolen wordt om de provincie in de goedkeuringsprocedure van het PvE te betrekken.

In sommige gevallen zijn de randvoorwaarden waaraan het eindontwerp dient te voldoen nog niet precies duidelijk en wordt het ontwerpproces gestart op basis van een beknopt PvE en worden ontwerpeisen gedurende het ontwerpproces bijgesteld.

In hoofdstuk 5 is uitgebreid ingegaan op verschillende eisen die in een PvE kunnen worden opgenomen.

#### 4.3.2 INVENTARISATIE TERREIN- EN BODEMGESTELDHEID

Voor het beoordelen van de veiligheid van de waterkering ten aanzien van geotechnische faalmechanismen zijn gegevens omtrent de ondergrond benodigd, zoals:

- bodemopbouw: denk aan bodemlagen met objectieve classificatie van de grondsoort;
- geotechnische eigenschappen per bodemlaag: denk aan volumegewichten en schuifsterkte eigenschappen;
- eigenschappen van materiaal uit potentieel wingebied: milieutechnische eigenschappen, geotechnische classificatie en geotechnische eigenschappen;
- grondwaterstand en waterspanningen in de diepere ondergrond;
- geometrie van de bestaande situatie: maaiveldhoogtes en diepte van sloten en vooroever, geometrie van rivierbed.

Het inventariseren van bovengenoemde basisgegevens is een taak van de ontwerper. Een belangrijke vraag die direct van belang is voor de planning van het ontwerpproces is of er aanvullende informatie benodigd is. Bij een dijkverbetering is vaak al een set basisgegevens (grondonderzoek, dwarsprofielen, situatietekeningen) beschikbaar van een eerder uitgevoerde toetsing of een eerder ontwerp. Voor een volledig nieuwe waterkering dient meestal een grondonderzoek uitgevoerd te worden. Hiermee dient in de planning rekening gehouden te worden. Hiervoor is uiteraard afstemming en communicatie tussen ontwerper en opdrachtgever nodig.

In geval van een bestaande waterkering die verbeterd moet worden is er de mogelijkheid om de actuele sterkte van de waterkering zelf en de ondergrond te meten. Hierbij kan gedacht worden aan grondonderzoek om de opbouw van een dijklichaam (materiaal) te bepalen, uitvoeren van proeven om de sterkte van de grond onder de waterkering te bepalen en het meten van de waterspanningen in de waterkering en ondergrond. Omdat waterstanden en waterspanningen in de tijd sterk kunnen variëren is het raadzaam om deze metingen frequent uit te voeren. Het is raadzaam om hier in de planning mee rekening te houden. Het opstellen van een meetplan kan hierbij veel duidelijkheid verschaffen.

Bij een nieuw aan te leggen waterkering zijn deze eigenschappen nog niet meetbaar omdat de waterkering nog niet aanwezig is. Wanneer de bestaande waterkering in het verleden verschillende belastingssituaties heeft “overleefd” kan hieruit informatie worden verkregen over de actuele sterkte van de waterkering als geheel (“bewezen sterkte”).

#### 4.3.3 VASTSTELLEN ONDERGRONDMODEL

In deze stap interpreteert de ontwerper de geïnventariseerde basisgegevens. Voor het opstellen van een goed ondergrondmodel is zowel kennis van faalmechanismen als van het grondonderzoek en de grondonderzoeksmethoden van belang. De bodem heeft vele onzekerheden in zich, zoals: de onzekerheid in gelaagdheid tussen de onderzoekspunten (grilligheid van lagen), de onzekerheid in grondeigenschappen (proeven en veldmetingen geven vaak uiteenlopende resultaten), de variatie in waterstanden in het verloop van de tijd (neerslag, droogte). Een ervaren ontwerper is gewend om met deze onzekerheden om te gaan bij het schematiseren van een ondergrondmodel. Zo maakt de ontwerper keuzen zoals de keuze voor de locatie van het representatieve dwarsprofiel of de ligging van het freatisch vlak bij maatgevende belasting.

### 4.4 ONTWIKKELING VAN ALTERNATIEVEN

#### 4.4.1 OPLOSSINGSRICHTINGEN

De eerste alternatieven zijn uiteraard gericht op het versterken van de waterkering of het aanleggen van een nieuwe waterkering. Zeker bij waterkeringen langs regionale rivieren kan de ontwerper een ander type oplossingen overwegen: oplossingen gericht op het verlagen van de belasting op de waterkering. Vervolgens komt het behoud van functies en waarden tot uitdrukking in de ontwikkeling van verschillende uitvoeringsvarianten van het ontwerp.

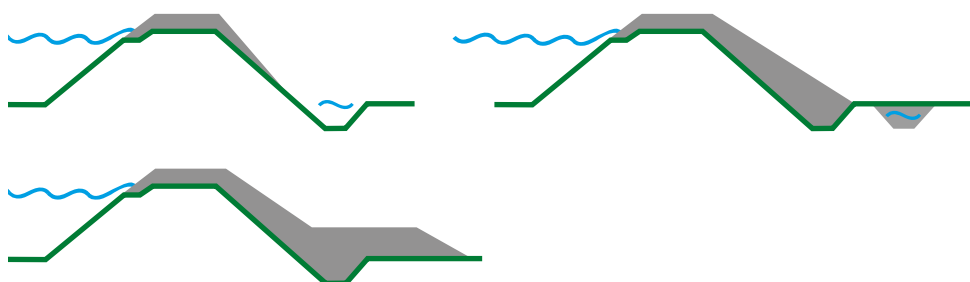
In deze handreiking wordt niet ingegaan op oplossingen die zijn gericht op het verlagen van de belasting op de waterkering. Op dit moment bestaat er echter ook geen specifieke handreiking voor dit type oplossing voor een waterkering langs een regionale rivier.

Alternatiefontwikkeling voor waterkeringen vindt vanuit het oogpunt van de waterkerende functie plaats. Daarnaast dient er in de alternatievenontwikkeling rekening te worden gehouden met eventuele nevenfuncties waarvan in paragraaf 2.5 enkele voorbeelden zijn gegeven. Aanbevolen wordt te zoeken naar situaties, waarin inrichtingsmaatregelen voor bijvoorbeeld realisatie van de doelen voor de Kader richtlijn water, waterbeheer 21e eeuw met dijkverbetering gecombineerd worden.

Een versterking in grond verdient daarbij doorgaans de voorkeur. Een dergelijke versterking is robuust, relatief goedkoop, duurzaam en flexibel aanpasbaar en milieuvriendelijk.

FIGUUR 4-2

BASISVERBETERING IN GROND: KRUIINVERHOOGING, TALUDVERFLAUWING, BERMAANLEG (DEMPEN SLOOT OPTIONEEL)



Indien onvoldoende ruimte beschikbaar is voor een versterking in grond en relatief grote schade wordt toegebracht aan andere functies of belangen krijgt een constructie (al dan niet in combinatie met grond) de voorkeur. De constructies nemen de waterkerende functie, of een deel daarvan, van de grondconstructie over. Dergelijke constructies worden aangeduid met de term bijzonder waterkerende constructies. Voorbeelden van bijzonder waterkerende constructies zijn een kwelscherm of een kademuur. Ook innovatieve oplossingen zoals dijkverbetering door middel van Mixed in Place, dijkvernageling of dijkdeuvels kunnen onder de noemer bijzonder waterkerende constructies worden geschaard. Een ander type constructies zijn de waterkerende kunstwerken zoals schutsluizen. Een constructie is over het algemeen niet flexibel en minder duurzaam, daarnaast vergt een constructie meestal meer onderhoud en is het operationeel beheer arbeidsintensiever.

Zelfs indien de keuze voor een oplossingsrichting vooraf vrij duidelijk lijkt te zijn, kan toch een selectie worden gemaakt waarbij verschillende alternatieven worden beoordeeld. Hiermee kan naar belanghebbenden worden gecommuniceerd welke problemen en knelpunten op welke wijze worden opgelost.

Vaak is het nodig om de stappen meerdere keren te doorlopen om tot een optimaal ontwerp te komen. Zo is het mogelijk het ontwerp op verschillende kenmerken te optimaliseren, bijvoorbeeld op basis van kosten, belevingswaarde of ruimtebeslag. Dit kan leiden tot meerdere alternatieven waaruit bestuurders uiteindelijk een keuze maken.

#### 4.4.2 RUIMTELIJKE INPASBAARHEID

De ontwerper gaat voor de verschillende alternatieven na wat het effect is op de omgeving, rekening houdend met de visie op van de waterkering (hoofdstuk 2). Nauwe afstemming met de beheerder van de waterkering is hierbij noodzakelijk. Het uiteindelijke resultaat van deze stap is een beschouwing van de ruimtelijke kwaliteit per alternatief.

Functies als integraal waterbeheer, verkeer/vervoer, woon-/werk-/leefmilieu en recreatie zijn veelal uit te drukken in een maatschappelijke aanvaarde marktwaarde. Soms kunnen dergelijke zaken zelfs al in een Programma van Eisen als harde ontwerprandvoorwaarden worden opgenomen (hoofdstuk 5).

Dit geldt niet voor LNC-waarden. Hiervoor ontbreken algemeen aanvaarde integrale beoordelingscriteria. Afwegen is niet een proces dat via vaste objectieve formules verloopt, maar berust op het stellen van doelen en het maken van keuzen. Door het formuleren van doelstellingen en het beargumenteerd maken van keuzen wordt de relatie tussen de waterkeringszorg (bij zowel aanleg, verbetering als dagelijks beheer) en de specifieke gebiedseigenschappen helder. Aangezien het kiezen van prioriteiten en doelen gebiedsspecifiek is, moet dit in elk dijktraject opnieuw gebeuren.

Naast een afweging op aspecten als gebruikerskwaliteit en belevingskwaliteit is het van belang om voor de verschillende alternatieven na te gaan of er mogelijkheden zijn om werk met werk te maken, bijvoorbeeld een dijkverbetering in combinatie met een ecologische verbindingzone, wandel- en fietspaden, milieuvriendelijke oevers en gebruikmakend van geschikte vrijkomende grond uit bijvoorbeeld waterbergingen.



#### 4.4.3 KOSTENRAMING

Het opstellen van een kostenraming van de uitvoering, voorbereiding of andere diensten geeft direct inzicht in het beheersaspect 'kosten'. Ten behoeve van een eenduidige (*regionale / landelijke*) aanpak is het gewenst een uniforme methode te hanteren. Hierdoor zijn verbeteringswerken beter vergelijkbaar met elkaar. Naast specifieke technische kennis is hiervoor inzicht nodig voor het maken van calculaties en de inschatting van onzekerheden en risico's. De te hanteren methode dient geschikt te zijn voor zowel een budgetreservering als een besteksraming. Onder begeleiding van de CUR is voor de GWW sector een Standaardsystematiek voor Kostenraming (SSK) ontwikkeld, waarin op een effectieve en eenduidige manier de kosten van de dijkverbetering gerapporteerd worden. Een beschrijving van de scope van het project, risicoanalyse en batenoverzicht maken het een compleet document.

### 4.5 KEUZEPROCES

#### 4.5.1 ALTERNATIEVENAFWEGING

In het ontwerpproces dient na een alternatievenontwikkeling een keuze gemaakt te worden voor een definitief ontwerpalternatief. In deze paragraaf is beschreven hoe zo'n keuzeproces kan worden aangepakt en met welke factoren rekening moet worden gehouden.

Het uitgangspunt bij het afwegen van alternatieven is dat ze sowieso voldoen aan het Programma van Eisen. In de alternatievenafweging dus worden beoordeeld op:

- ruimtelijke kwaliteit (lange termijn);
- overlast door werkzaamheden;
- tijd (bijv. vergunningentraject, bouwtijd);
- haalbaarheid / uitvoerbaarheid / complexiteit uitvoering
- kosten en baten.

Voor de eerste reeks van criteria wordt vaak een Multi-Criteria-Analyse (MCA) of een Trade-Off Matrix opgesteld. Beide methoden zijn een manier om belangrijke invloeden op het keuzeproces in een tabel overzichtelijk weer te geven. De kosten worden hierin over het algemeen niet meegenomen, maar worden apart bekeken in een kostenraming of een kosten-baten analyse.

Afhankelijk van de complexiteit van het afwegingsproces kan ervoor gekozen worden om een risicoanalyse uit te voeren. Hierin worden de mogelijke risico's geïnventariseerd.

#### 4.5.2 MCA OF TRADE-OFF MATRIX

In een Multi-Criteria-Analyse (MCA) of Trade-Off matrix staan de belangrijkste criteria die invloed hebben op de keuze voor het definitieve ontwerp. Voor ieder criterium zijn per alternatief de voor- en nadelen genoemd. Hierdoor ontstaat er een overzicht van voor- en nadelen per alternatief voor alle criteria. Deze kunnen eventueel met weegfactoren en scores een eindscore vormen, waaruit het beste alternatief naar voren komt, doormiddel van de hoogste of laagste score afhankelijk van de afspraak of een hoge score gunstig of ongunstig is.

#### 4.5.3 KOSTEN-BATEN ANALYSE

De maatschappelijke verantwoording van de besteding van gemeenschapsgeld wordt steeds belangrijker. Eén van de instrumenten die hiervoor worden ingezet is de Maatschappelijke Kosten Baten Analyse (MKBA).

Een MKBA is een integraal afwegingsinstrument dat de effecten van een project afzet tegen een nulalternatief. De effecten worden zoveel mogelijk in geld uitgedrukt. De MKBA levert transparante beleidsinformatie. Op basis van deze informatie kan een besluit worden genomen over de voortgang van het project. In een MKBA worden niet alleen directe effecten in kaart gebracht, maar ook externe effecten op bijvoorbeeld milieu, veiligheid en natuur. Door de effecten in kaart te brengen, en zo goed mogelijk te moneteriseren, wordt een breed afwegingskader geschetst. Voor infrastructuurprojecten in Nederland dienen MKBA's uit te worden gevoerd volgens de leidraad Overzicht Effecten Infrastructuur (OEI).

Een MKBA wordt vaak voor een belangrijk gedeelte gevoed met informatie uit de milieu-effectrapportage (MER). In een MKBA worden eerst de welvaart- en welzijnseffecten geïnventariseerd, vervolgens gekwantificeerd en in een geldwaarde uitgedrukt.

#### **INTERMEZZO: ALTERNATIEVE AFWEGINGSMETHODE**

Financiële aspecten zijn vaak de belangrijkste factor in het verloop van een project. Behalve als anders aangetoond kan worden door bijvoorbeeld innovatie, nieuw onderzoek of architectonische bijzonderheid voor de stad/ omgeving, kan gekozen worden de kosten niet het zwaarst te laten wegen in de besluitvorming. Echter, de gemeenten of andere overheden zijn bij waterbouwkundige projecten meestal beperkt door een opgegeven budget. Een voorbeeld van een project waar de keuze voor het projectverloop is bepaald door kosten is aangedragen

door waterschap Rivierenland, en betreft de verbetering van de Waaldijk te Nijmegen. In de planvorming is over sommige deeltrajecten van de Waaldijk de argumentatie om wel of niet een flexibele waterkering in het ontwerp zeer relevant geweest om de meerkosten hiervoor te verantwoorden. Indien de noodzaak onvoldoende door de bewoners of andere belanghebbenden was aangetoond, is uit kostenoverwegingen hier plaatselijk een traditionele vaste waterkering gebouwd of verbeterd.

## 4.6 UITWERKEN VOORKEURSALETERNATIEF TOT ONTWERPPLAN

### 4.6.1 DETAIL ONTWERP

Veelal is in de alternatievenontwikkeling uitgegaan van globale rekenmodellen en aannamen of conservatieve waarden voor rekenparameters. Door het uitvoeren van gedetailleerd onderzoek of geavanceerde rekenmethodes kan voor bepaalde knelpunten in het ontwerp (bijvoorbeeld ruimtegebrek) een aangescherpt ontwerp worden verkregen. Voorbeelden hiervan zijn het verkleinen van de bermbreedte, het steiler opzetten van de taludhellingen of het lokaal dempen van de sloot.

Het kan zinvol zijn om voor een Detail Ontwerp (DO) aanvullende gegevens te verzamelen, zoals aanvullend grondonderzoek, waterspanningsmeting en hoogtemeting. Vanwege de doorlooptijd is het van belang om deze werkzaamheden zo vroeg mogelijk in te plannen.

In verband met beheer en onderhoud wordt aanbevolen het ontwerp zo te maken, dat enig achterstallig onderhoud niet leidt tot een snelle toename van de kans dat een faalmechanisme optreedt (reststerkte). Ook het niet-kwetsbaar maken van 'storingsgevoelige' onderdelen en constructies is een opgave voor het ontwerp. Van belang hierbij is ook de mate van uitbreidbaarheid en flexibiliteit van de constructie.

### 4.6.2 DIJKVERBETERINGSPLAN

Het ontwerp en de aanpassing van de waterkering in richting, vorm, afmeting of constructie geschiedt veelal conform een door de beheerder opgesteld en, door het bestuur, vastgesteld dijkverbeteringsplan. Het definitief dijkverbeteringsplan resulteert in tekeningen en rapporten waaruit de aannemer de aanleg of verbetering kan uitvoeren. Afhankelijk van de contractvorming zal dit tot besteksniveau uitgewerkt dienen te worden.

Het dijkverbeteringsplan met tekeningen geeft een samenvatting van de probleemstelling en gaat vervolgens nader in op:

- de uitgangspunten, veiligheid en ruimtelijke kwaliteit;
- duurzaamheid, robuustheid en uitbreidbaarheid;
- de planvorming;
- een technische beschrijving van het gekozen ontwerp (vaak: het bestek);
- resultaten van uitgevoerde onderzoeken (geotechniek, milieu, archeologie, natuur);
- vergunningsaanvraag;
- grondverwerving en schadevergoeding;
- uitvoeringsaspecten, materiaalgebruik;
- kostenraming (meestal als vertrouwelijk onderdeel los toegevoegd);
- beheer en onderhoud.

Een stedenbouwkundig- of landschapsplan geven eventueel een visie op en uitwerking van de benodigde mitigerende en/of compensatie maatregelen.

Op de STOWA website ([www.stowa.nl](http://www.stowa.nl)) zal als praktijkvoorbeeld een blauwdruk van een integraal dijkverbeteringsplan verschijnen.

#### 4.6.3 TECHNISCHE INHOUD VAN ONTWERPPLAN

Voor het definitieve ontwerp zullen de berekeningen voor de faalmechanismen in detail uitgevoerd worden. De eerdere berekeningen die tijdens de alternatieven ontwikkeling zijn gemaakt, zijn meestal indicatieve berekeningen om gevoel te krijgen voor uitvoerbaarheid en te bereiken veiligheid per alternatief. Het uiteindelijke resultaat van deze berekeningen met invoer worden vaak aan het bestek toegevoegd. Dit hangt af van de gekozen aanbestedingsvorm (zie paragraaf 4.7). Voor de uitvoering is het belangrijk dat het definitieve ontwerp goed op tekening komt. Deze dient door de ontwerper gecontroleerd te worden op detailniveau. Vaak kunnen er knelpunten ontstaan bij overgangen van maatgevende dwarsprofielen met een verschillend faalmechanisme. Naast het eindresultaat dient bij het definitief ontwerp nagedacht te zijn over de moeilijkheidsgraad van uitvoerbaarheid. Meestal is dit in een MCA of Trade-Off matrix al aan bod gekomen.

#### 4.6.4 BESTEKSFASE

In het bestek van een bouwwerk staat een nauwkeurige beschrijving van een werk, met alle inlichtingen aangaande de gang en de uitvoering ervan, de te gebruiken materialen, de regeling der werkzaamheden enz.. Hoewel een bestek universeel is gelden ten aanzien van een bestek voor een dijkverbetering soms specifieke eisen, bijvoorbeeld kwaliteitseisen aan de toe te passen materialen, omgang met eigenaren en eventueel pachters, wat te doen bij calamiteiten, verwerking van materiaal, etc. Een concreet voorbeeld zijn eisen aan de opgeleverde structuur van teelaarde i.v.m. het aanslaan van de grasbekleding.

#### 4.6.5 MITIGATIE- EN COMPENSATIEPLAN

De oevers langs een regionale rivier vormen een belangrijke habitat voor specifieke flora en fauna. Maar ook het landschap en bodemarchief kunnen waardevolle aspecten vormen. Bij de planontwikkeling en ontwerp moet rekening worden gehouden met een zo beperkt mogelijke en bij voorkeur tijdelijke verstoring van deze waarden (mitigerende maatregelen). Mitigatie en compensatie van maatregelen is vaak vereist op grond van de Natuurbeschermingswet (NB wet) en de Vogel- en Habitatrichtlijn (VHR) en worden vaak via een Flora- en Faunatoets (FFT) geïnventariseerd (zie ook paragraaf 3.7).

In provinciale nota's wordt voorgeschreven dat natuur- en landschapswaarden die verloren gaan gecompenseerd moeten worden. Dit geldt niet alleen voor natuurgebieden, maar ook voor kwetsbare natuurwaarden in agrarische gebieden en kleine elementen met natuur- en landschapswaarden.

In eerste instantie is het van belang om bij de planvorming al rekening te houden met de aanwezigheid van natuurkwaliteiten en compenseerbaarheid hiervan. Is aantasting niet te voorkomen, dan wordt getracht de schade zoveel mogelijk te beperken door het toepassen van mitigerende maatregelen. Bij onontkoombare verstoring moet naar compensatie worden gezocht. Via een compensatieboekhouding (soms verplicht) wordt dit bijgehouden. Hierbij geldt het compensatiebeginsel: uitgangspunt hierin is dat geen netto verlies aan natuur, bos en recreatiewaarden mag plaatsvinden. Als echter aantoonbaar zwaarwegend maatschappelijk belang aanwezig is, waarvoor een ruimtelijke ingreep wordt toegestaan, moeten de verloren gaande waarden worden gecompenseerd.

Een dijkverbetering biedt ook vaak mogelijkheden voor ontwikkeling van specifieke natuur of inrichting van het landschap. Een voorbeeld betreft natuurvriendelijke oevers. Uiteraard zal bij het opstellen van de planning rekening moeten worden gehouden met aspecten als het “broedseizoen en het seizoen van bijvoorbeeld paddentrek”. De Gedragscode van de Waterschappen voor de Flora en Fauna wet en de Vogel- en Habitatrichtlijnen geven duidelijke voorschriften ten aanzien van flora en fauna toelaatbaar is. Voor de archeologie en cultuurhistorie geeft het verdrag van Malta handvatten voor onderzoek of maatregelen.

#### **4.7 AANBESTEDINGSVORMEN**

De uitvoeringsbestekken blijven net als vroeger vrijwel altijd openbaar. Wel dient opgemerkt te worden dat tegenwoordig steeds meer engineering werkzaamheden bij de aannemer komen te liggen als opdrachtnemer. Vaak neemt de aannemer als opdrachtnemer een adviesbureau in de hand om deze engineering werkzaamheden voor de aannemer te laten uitvoeren. Voorbeeld hiervan is de realisatie van de vierde bergboezem langs de Mark te Breda.



# 5

## PROGRAMMA VAN EISEN

### 5.1 INLEIDING

In deze handreiking is een beschrijving gegeven van een vrij gedetailleerd programma van eisen. Onderscheid is gemaakt in eisen ten aanzien van:

- veiligheid waterkeren;
- milieu;
- juridische randvoorwaarden;
- overige gebruikersfuncties;
- LNC-waarden;
- materiaalgebruik;
- beheer- en onderhoud;
- uitvoering;
- proces.

Om het zo zuiver mogelijk te houden wordt aangeraden om in het PvE uitsluitend het eisenpakket op te nemen en niet het wensenlijstje. De wensen komen later in het ontwerpproces bij de alternatievenafweging (paragraaf 4.5.1) aan bod.

In een groot aantal gevallen kan bij het opnemen van eisen terug worden gevallen op normen en richtlijnen.

Let wel: de omvang en inhoud van een PvE is per situatie en per opdrachtgever verschillend (zie 4.3.1).

### 5.2 VEILIGHEID WATERKEREN

#### 5.2.1 VEILIGHEIDSNIVEAU

In de “Richtlijn Normering keringen langs regionale rivieren” is vastgelegd op welke wijze het wenselijke veiligheidsniveau kan worden vastgesteld. De provincies zijn verantwoordelijk voor het aanwijzen en normeren.

De norm wordt uitgedrukt in een toelaatbare overschrijdingsfrequentie van de waterstand die nog net gekeerd moet kunnen worden. Conform bovenstaande Richtlijn worden vijf normklassen onderscheiden met overschrijdingsfrequenties variërend van 1:10 per jaar tot 1:1.000 per jaar. Het staat bestuurders vrij om af te wijken van de Richtlijn. Provincie Gelderland heeft bijvoorbeeld gekozen om ook regionale waterkeringen met een norm van 1/1250e per jaar aan te wijzen.

Het veiligheidsniveau van regionale waterkeringen ligt over het algemeen orden lager dan het veiligheidsniveau voor primaire waterkeringen (toelaatbare overschrijdingskansen van primaire waterkeringen variërend van 1:250 tot 1:10.000 per jaar). In het ontwerp komt dit verschil vooral tot uiting in de hydraulische randvoorwaarden en de te gebruiken schadefactor (in het geval van het faalmechanisme macrostabiliteit). Ook kan het veiligheidsniveau effect hebben op het schematiseren van bodem en waterspanningen (zie hoofdstuk 6).

### 5.2.2 VEILIGHEIDSBENADERING: DIJKVAKBENADERING OF DIJKRINGBENADERING

Voor het toetsen en ontwerpen van een boezemkade of constructie bestaan voor wat betreft de hoogte twee benaderingswijzen, te weten een overschrijdingskansbenadering per dijkvak of dijkring. Voor het ontwerpen van primaire waterkeringen is het vigerend beleid een overschrijdingskansbenadering per dijkvak, specifiek voor de waterkeringen in het benedenrivierengebied van de provincie Zuid-Holland wordt ruimte geboden voor een overschrijdingskansbenadering per dijkringgebied. Voor het ontwerpen van regionale keringen wordt eenzelfde lijn gehanteerd: in de provincie Zuid-Holland wordt ruimte geboden voor de overschrijdingskansbenadering per dijkring, in de andere provincies dient te worden uitgegaan van een overschrijdingskansbenadering per dijkvak. Voor achtergronden en verschillen tussen beide benaderingen wordt verwezen naar de Leidraad Rivieren, de Leidraad Kunstwerken en het Technisch Rapport Waterkerende Grondconstructies.

### 5.2.3 PLANPERIODE

Ten aanzien van de planperiode hebben waterkeringen langs regionale rivieren meer overeenkomst met primaire waterkeringen dan met boezemkaden. Voor waterkeringen langs regionale rivieren wordt in de praktijk vaak uitgegaan van een planperiode van 30 à 50 jaar. Belangrijke beperking voor het hanteren van langere planperiodes betreft de voorspelbaarheid van de ontwerpwaterstand op een regionale rivier. Uitsluitend wanneer een betrouwbare voorspelling gedaan kan worden kan een langere planperiode (kosten-) effectief zijn. Het beschouwen van een langere planperiode wordt daarbij alleen aanbevolen voor het ontwerp van waterkerende kunstwerken en bijzondere waterkerende constructies of voor situaties / locaties waar toekomstige dijkverbeteringen moeilijk of alleen tegen significant extra hoge kosten uitgevoerd kunnen worden (zie par.5.2.7). Een tussentijdse kruinverhoging van een damwand is bijvoorbeeld niet mogelijk. Ter vergelijking: voor het ontwerp van boezemkaden wordt veelal uitgegaan van planperiodes variërend van 10 tot 30 jaar (zie Handreiking Ontwerpen en Verbeteren Boezemkaden). Dit verschil wordt vooral veroorzaakt door de vaak zettingsgevoelige ondergrond van boezemkaden.

De planperiode is een randvoorwaarde die effect kan hebben op de volgende ontwerpuitgangspunten:

- hydraulische randvoorwaarden;
- zetting van de kruin;
- maaiveldniveau (daling);
- wijzigingen in het polderpeil.

#### 5.2.4 HYDRAULISCHE RANDVOORWAARDEN

Hydraulische randvoorwaarden hebben betrekking op de waterbelasting vanuit de rivier en worden uitgedrukt als overschrijdingskans (normfrequentie): de kans van voorkomen van de maatgevende hoogwaterstand (MHW). Voor het ontwerp van waterkeringen langs regionale rivieren zijn in ieder geval de volgende waterbelastingen van belang:

- de rivierwaterstand bepaald door de rivierafvoer in de maatgevende periode;
- het waterstandverloop gedurende een maatgevende periode;
- de lokale toeslagen zoals bui-oscillaties en windopzet;
- de rivierwaterstand in periode van droogte;
- de golfbelasting die kan worden veroorzaakt door wind of door scheepvaart;
- de stroomsnelheid.

Hieronder wordt een toelichting gegeven op de verschillende hydraulische belastingen. Gangbaar is dat de waterschappen de hiervoor benodigde berekeningen maken en de provincie de waarden vast stellen.

##### 5.2.4.1 Rivierwaterstand en waterstandverloop tijdens maatgevende periode

Het vaststellen van de ontwerp hoogwaterstand bij de corresponderende overschrijdingsfrequentie is een taak van de provincie. Aanbevolen wordt om de lokale toeslagen niet te verwerken in deze ontwerp hoogwaterstand. Voor het vaststellen van het waterstandverloop is gebiedskennis en inzicht in de rivierhydraulica van belang. De gebiedskennis kan bestaan uit metingen van de afvoer en waterstand op bepaalde locaties langs de rivier. Momenteel is niet vastgelegd welke instantie verantwoordelijk is voor het vaststellen van het verwachte waterstandverloop tijdens een maatgevende periode. Beheer van gegevens betreffende rivierwaterstanden is een taak van het waterschap dat verantwoordelijk is voor de kwantitatieve waterbeheersing van de betreffende rivier. Bij gebrek aan gegevens kan uitgegaan worden van een blok golf van een nader te bepalen duur, een waterstand gelijk aan de ontwerp hoogwaterstand en een basiswaterstand gelijk aan de gemiddelde waterstand in een natte periode.

##### 5.2.4.2 Lokale toeslagen (bui-oscillaties en windopzet)

Voor regionale rivieren wordt aanbevolen om de toeslag voor bui-oscillaties niet mee te nemen in de ontwerpberekeningen. Dit geldt ook voor de windopzet met uitzondering van situaties waarbij sprake is van grote wateroppervlaktes en brede rivieren zoals de meren die deel uitmaken van de regionale rivier of de Overijsselse Vecht als brede rivier. In dit geval dient de windopzet te worden afgeleid op basis van de geometrie, waterdiepte en oriëntatie ten opzichte van de maatgevende windrichtingen.

##### 5.2.4.3 Rivierwaterstand in perioden van droogte

In perioden van langdurige droogte kan de waterstand in de bovenloop van de regionale rivieren in het oosten en zuiden van Nederland nabij de grensstreek zo laag zijn dat de bedding op delen van de rivier droogvalt. Dit is o.a. afhankelijk van locatie van stuwen en overlaten, bodem, etc. Dit fenomeen (de maatgevende laagwaterstand) is van belang bij het beschouwen van de stabiliteit van het buitentalud. Voor het bepalen van de maatgevende laagwaterstand is gebiedskennis noodzakelijk. Deze kennis zal in de meeste gevallen aanwezig zijn bij het waterschap dat verantwoordelijk is voor de kwantitatieve waterbeheersing van betreffende rivier. Bij gebrek aan gegevens kan uitgegaan worden van een volledig droge rivierbedding.

#### 5.2.4.4 Golfbelasting

Golfbelasting kan worden veroorzaakt door wind of door scheepvaart. Deze golfbelasting hoeft niet noodzakelijkerwijs op te treden gedurende een maatgevende hoogwaterstand op de rivier. Het is zelfs meer waarschijnlijk dat dit niet het geval is, zeker in geval van golfbelasting door scheepvaart. De maatgevende golfhoogte kan worden bepaald op basis van de maatgevende windbelasting volgens de methodiek zoals beschreven in de Leidraad Toetsen op Veiligheid Regionale Waterkeringen. De golfbelasting als gevolg van scheepvaart is afhankelijk van het type schepen.

#### 5.2.4.5 Stroomsnelheid

In de bovenloop van de regionale rivieren in het Oosten en Zuiden van ons land kunnen relatief hoge stroomsnelheden voorkomen die voor erosie kunnen zorgen. De stroomsnelheid kan een belangrijke hydraulische randvoorwaarde zijn voor het ontwerp van oeververdediging in bochten van de rivier, bij brugfundaties, of direct benedenstrooms van stuwen en overlaten. De grootte van de stroomsnelheid is sterk afhankelijk van de lokale situatie. Een belangrijke randvoorwaarde hierbij is de maatgevende rivierafvoer ter plaatse van de betreffende doorsnede. Beheer van gegevens betreffende rivierwaterstanden is een taak van het waterschap dat verantwoordelijk is voor de kwantitatieve waterbeheersing van betreffende rivier.

### 5.2.5 WATERSTAND OPEN WATER BINNENDIJKS

Indien binnendijks van de waterkering op korte afstand waterlopen of -partijen aanwezig zijn, is de waterstand hiervan van belang voor de veiligheid van de waterkering. Van (beheerde) waterstanden in binnendijkse waterlopen is bijvoorbeeld sprake in geval van kwel sloten. Dergelijke waterlopen en (kwel-) sloten zijn vaak te vinden in poldergebieden, bijvoorbeeld om kwelwater uit de boezem naar de lagergelegen polders op te vangen. Bij waterkeringen langs regionale rivieren komen dergelijke waterlopen, al of niet met een beheerde waterstand, nauwelijks voor.

### 5.2.6 NEERSLAG

Neerslag heeft een effect op de rivierwaterstand (par. 5.2.4.1) maar ook op de freatische lijn ter plaatse van de waterkering. Als gevolg van zware neerslag neemt de freatische lijn toe. De mate waarin de freatische lijn toeneemt is afhankelijk van de opbouw van de waterkering en de bodem en van de mate waarin het water via de oppervlakte kan afstromen naar een lager gelegen punt. Het is ook mogelijk dat water zich op een bepaalde plek verzamelt. In het ontwerp dient hier rekening mee te worden gehouden.

Aanbevolen wordt om in het dijkontwerp uit te gaan van een maatgevende neerslag van 150 mm in een periode van enkele dagen.

### 5.2.7 ROBUUST ONTWERPEN

Een onderdeel van de ontwerpuitgangspunten betreft de keuze voor de "robuustheid" van de waterkering. Het principe 'Robuust Ontwerpen' is geïntroduceerd in de Leidraad Rivieren (blz. 62-68, Leidraad Rivieren deel 1):

*"Goed (robuust) ontwerpen betekent: in het ontwerp rekening houden 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."*

Vanuit het streven tot een robuust ontwerp kunnen bij het ontwerpen onzekerheidstoelagen worden meegenomen voor inherente onzekerheden in de ontwerpbelasting. Deze zgn. robuustheidstoelag is opgebouwd uit twee componenten:

- 1 technische onzekerheden: een toeslag op de verwachtingswaarde van de (belasting-) parameter om inherente (model-) onzekerheden in rekening te brengen;
- 2 beleidsmatige onzekerheden: toeslag teneinde eventuele veranderingen in het beleid (waterbeheer) in rekening te brengen.

Voorbeelden van technische onzekerheden zijn:

- 1 onzekerheid in rivierafvoeren, bijvoorbeeld door veranderingen in de ruimtelijke ordening (bijvoorbeeld verhard oppervlak bovenstrooms);
- 2 modelonzekerheid in de berekening van waterstanden en golven;
- 3 onzekerheid in klimaatverandering (toename neerslaghoeveelheid en wind).

Binnen een robuust ontwerp dient rekening te worden gehouden met de aspecten onzekerheid, uitbreidbaarheid, veiligheidsnormen en ruimtelijke kwaliteit, waarbij de term 'robuust' vooral is verbonden aan de aspecten onzekerheid en uitbreidbaarheid. De veiligheidsnormen zijn wettelijk bepaald en in het aspect ruimtelijke kwaliteit zijn vooral regionale en lokale omstandigheden bepalend, bijvoorbeeld recreatie of lokale infrastructuur. In deze handreiking is er voor gekozen om deze aspecten als afzonderlijke thema's in het Programma van Eisen te beschrijven.

Concrete voorbeelden van robuust ontwerpen zijn:

- grotere planperiode (bijvoorbeeld 100 jaar) voor (waterkerende) kunstwerken of dijken in stedelijk gebied of in situaties / op locaties waar toekomstige dijkverbeteringen moeilijk of alleen tegen significant extra hoge kosten uitgevoerd kunnen worden;
- bij het bepalen van de ontwerpwaterstand rekening houden met verwachte toename in waterbelasting gedurende de planperiode als gevolg van veranderingen in het stroomgebied van de regionale rivier;
- bij het bepalen van de ontwerpwaterstand rekening houden met het effect van klimaatverandering op de ontwerpwaterstanden van regionale rivieren. O.a. waterschap Rivierland besteedt aandacht aan de effecten van klimaatverandering bij normeringsstudies en de bepaling van (ontwerp-) waterstanden;
- toepassen van een robuustheidstoelag op de waterstand voor regionale waterkeringen in de hogere klassen (bijv. overschrijdingskans van 1:1.000 per jaar). Voor het ontwerpen van primaire waterkeringen is het gebruikelijk een toeslag van 0,3 m te hanteren boven op de wettelijk vastgestelde maatgevende waterstand aan het eind van de planperiode (zie Leidraad Rivieren deel 1). Aanbevolen wordt om voor zowel regionale waterkeringen in de hogere klassen als in de lagere klassen een toeslag toe te passen met name indien er onzekerheid bestaat over de berekende ontwerpwaterstand;
- ruimte reserveren voor toekomstige versterkingen, zoals een kruinverhoging en dijkverbreding.
- In geval van een nieuwe waterkering: het verwijderen van kabels en leidingen uit het tracé van de waterkering. Bij een dijkverbetering wordt vaak gekeken of het mogelijk is de bestaande te verwijderen. Hiertoe dient tijdig contact te worden opgenomen met de betreffende nutsbedrijven. De invloed van bebouwing en beplanting op het waterkerend vermogen van de waterkering dient ook in het ontwerpproces te worden bekeken.

- optimalisatie van beheer- en onderhoudsinspanningen. Een waterkering die slechts met veel onderhoud op sterkte blijft, is geen robuuste waterkering. Van belang hierbij is het onderkennen van het dagelijks gebruik en dagelijkse, of relatief vaak terugkerende belastingen op de waterkering, inclusief aankleding.
- Anticiperen op andere veiligheidsnormen binnen de planperiode wanneer er ontwikkelingen in een gebied gepland worden of concreet al plaatsvinden.

Vanzelfsprekend kunnen extra maatregelen of inspanningen om een robuust en duurzaam ontwerp te creëren strijdig zijn met andere belangen of kan een dergelijk ontwerp bij de aanleg duurder zijn. Het is van belang om deze zaken goed in kaart te brengen om tot een juiste afweging te komen en de uitgangspunten vast te kunnen stellen.

Bij veel regionale waterkeringen geldt dat de waterschappen geen eigenaar zijn van de ondergrond. De gronden zijn overgegaan naar bijvoorbeeld gemeenten. Bij robuust ontwerpen kan een behoorlijke claim worden gelegd op de belangen van grondeigenaren en is het daarom soms moeilijk om extra ruimte te reserveren voor een robuust ontwerp terwijl visueel die ruimte aanwezig is. Dit betekent dat bij een robuust ontwerp grond aangekocht moet worden en dit kan mogelijk opwegen tegen de kosten voor een minder robuust ontwerp.

Het optimale ontwerp, waarbij robuustheid en kosten tegen elkaar worden afgewogen, kan tot stand komen middels het opstellen van bijvoorbeeld een MKBA (paragraaf 4.5.3). In de Leidraad Rivieren wordt nader ingegaan op robuust ontwerpen.

#### 5.2.8 MAATREGELEN BIJ CALAMITEIT

Vaak worden er specifieke eisen gesteld aan de bereikbaarheid en berijdbaarheid van de waterkering tijdens een calamiteit. De beheerder van de waterkering geeft aan in hoeverre dit aspect voor de betreffende waterkering relevant is.

### 5.3 MILIEU EISEN

Binnen een ontwerp of een dijkverbetering dienen milieu eisen opgesteld te zijn met betrekking tot grondverzet. In de Leidraad Rivieren is hier nader op ingegaan en zijn de relevante wetten benoemd (Leidraad Rivieren, Deel 4, hoofdstuk 2).

Concrete voorbeelden met betrekking tot de grondkwaliteit zijn:

- De aanleg van een nieuwe regionale waterkering is vaak een onderdeel van een herinrichtingsplan van een gebied langs de regionale rivier. Indien binnen een dergelijk herinrichtingsplan grond vrijkomt, zal gestreefd worden naar een gesloten grondbalans en zal vrijkomende grond toegepast worden in de waterkering. Deze grond dient niet vervuild te zijn, echter kan wel vervuild zijn door landbouwactiviteiten of hoogwater verontreinigd slib indien de grond uit uiterwaarden komt.
- Bij het gebruik van gronddepots in het projectgebied of beheersgebied moeten adequate maatregelen getroffen worden om vervuiling van de ondergrond te voorkomen.

Naast de grondkwaliteit kunnen milieu eisen gesteld worden met betrekking tot de grondwaterkwaliteit in het projectgebied. Echter deze eisen zullen bij dijkverbeteringen niet snel van toepassing zijn. Het kan voorkomen dat in het projectgebied of tracé bebouwing aanwezig is, waarvoor sloopwerkzaamheden plaats dienen te vinden. De opdrachtnemer dient bij bebouwing rekening te houden met de eventuele aanwezigheid van asbest.

#### 5.4 EISEN OVERIGE GEBRUIKSFUNCTIES

Het ontwerp van de waterkering is primair gericht op de functie veilig waterkeren maar naast deze functie heeft de waterkering vaak ook andere gebruikersfuncties. Ruimtelijke kwaliteit in het algemeen en de gebruikerskwaliteit in het bijzonder is een belangrijk thema in het ontwerp van vrijwel iedere een waterkering. Dit heeft onder andere tot gevolg dat rekening moet worden gehouden met de belangen, wensen en eisen van overige gebruikers. In het hoofdstuk over visievorming (par. 2.5.3.1) zijn de verschillende gebruikersfuncties beschreven. Bij het streven naar een evenwichtig maar ook robuust ontwerp is voorzichtigheid geboden bij het formuleren van een zeer omvangrijk eisenpakket omdat dit kan leiden tot onevenredig dure en gecompliceerde ontwerpen. Het thema gebruikerskwaliteit komt immers automatisch aan de orde bij het afwegen van de verschillende alternatieven. Hieronder worden een aantal voorbeelden gegeven van concrete eisen die normaliter in een PvE van een waterkeringsontwerp kunnen worden opgenomen en dus niet meer bij de alternatievenafweging aan de orde komen.

Voorbeelden PvE ten aanzien van overige gebruikersfuncties:

- Wegen: eisen ten aanzien van wegbreedte en bermbreedte, verkeersbelasting (verkeersklasse of een verdeelde belasting), eisen ten aanzien van verhardingsconstructie, wegmeubilair;
- Bestaande spoorwegen: eisen ten aanzien van vervormingen;
- Eisen ten aanzien van bestaande transportleidingen: veiligheidseisen (gasleidingen), onderhoud, vervormingen, duur en procedures buitengebruikstelling;
- Hoogspanningsleidingen: stabiliteit, bereikbaarheid (onderhoud), profiel van vrije ruimte (niet te verwarren met profiel van vrije ruimte van waterkering);
- Aangrenzende bebouwing: aankoopgrens/ perceelgrenzen (essentieel bij ontwerpstap: tracé ontwerp en ruimtelijke inpassing), uitzicht (ook er in de alternatievenafweging op belevingskwaliteit worden beoordeeld in plaats van het formuleren van harde eisen), ontsluiting (locatie en eisen ten aanzien van dijkopritten), beplanting, tuinen;
- Bebouwing op de dijk: afwatering, kabels en leidingen, zettingseisen fundering;
- Agricultuur: Het behouden van de grondwaterstanden in gebieden welke grenzen aan het wekterrein. Eisen ten aanzien van bereikbaarheid aanliggende percelen.

#### 5.5 EISEN LNC-WAARDEN

Evenals bij de gebruikskwaliteit geldt voor de belevingskwaliteit dat er onderscheid gemaakt kan worden in eisen en wensen. Ook hier moeten de opdrachtgever of initiatiefnemer en ontwerper besluiten welke zaken als eisen worden opgelegd en welke zaken als wensen worden meegenomen bij het afwegen van de verschillende alternatieven. Hieronder worden een aantal voorbeelden gegeven van concrete eisen die men zou kunnen stellen ten aanzien van Landschap-, Natuur- en Cultuurwaarden:

- Eisen Ecologische Hoofdstructuur (EHS): compensatie van verlies aan natuurwaarden vereist, of saldobenadering;
- Instandhouden van muren van een historisch fort.
- Gemetselde kademuur
- Specifieke planten op oevers handhaven

In de “Grondslagen voor Waterkeren (1998)” en de “handreiking (regionale) keringen en gebruiksfuncties” is aangegeven hoe in het ontwerp rekening gehouden kan worden met de waarden van landschap, natuur en cultuurhistorie.

## 5.6 JURIDISCHE RANDVOORWAARDEN

Voor de juridische randvoorwaarden wordt verwezen naar hoofdstuk 3.

## 5.7 EISEN MATERIAALGEBRUIK

Aan het te gebruiken materiaal worden technische eisen (eisen ten aanzien van doorlatendheid, sterkte en geometrie), milieu eisen en eisen ten aanzien van gebruik van duurzame materialen gesteld. Daarnaast kunnen er eisen gesteld zijn met betrekking tot een grondbalans.

Technische eisen en milieu eisen zijn terug te vinden in de RAW, Leidraad Rivieren, Ontwerpkader Rivierdijken, Technisch Rapport Waterkerende Grondconstructies en Technisch Rapport Zandmeevoerende wellen.

Onderstaande eisen zijn voorbeelden welke men in een PvE zou kunnen stellen ten aanzien van eisen materiaalgebruik.

- Eisen t.a.v. het lutumgehalte van de toe te passen grond (zie RAW nadere uitwerking). Het lutumgehalte verschilt per onderdeel van de waterkering. Voor de verschillende onderdelen van de waterkering gelden specifieke eisen aan het materiaal en dus ook aan het lutumgehalte. Echter vaak wordt in het PvE alleen vermeldt dat voldaan moet worden aan de eisen welke gesteld zijn in het RAW.
- De erosiebestendige laag onder de grasbekleding dient minimaal te bestaan uit klei-categorie 2<sup>2</sup> (zie ook Ontwerpkader Rivierdijken). Ook hier geldt dat in het PvE vermeldt staat dat voldaan moet worden aan de eisen gesteld in de Leidraad Rivieren. De ontwerper dient zelf deze eisen te controleren.
- De grondverbetering in het voorland ten behoeve van het verlengen van de pipingberm dient minimaal 1 m dik te zijn. Net als bovenstaande eisen volgt deze uit het Technisch Rapport Zandmeevoerende wellen.
- De contractvorm voor de aanleg van de waterkering bestaat uit een Design, Construct & Maintenance. Hieruit volgt dat de ontwerper, welke is ingehuurd door de aannemer, het ontwerp dient te baseren op aan een grondbalans. De ontwerper dient hierdoor in zijn ontwerp de grond uit het betreffende gronddepot toe te passen in zijn ontwerpberekeningen. Hieruit volgt dat voor de ontwerper vooraf altijd duidelijk dient te zijn of voldaan moet worden aan een grondbalans.

2 STOWA is voornemens onderzoek te verrichten naar de geschiktheid van grondsoorten met een lager lutumgehalte als bekledingslaag, teneinde deze grondsoorten in de toekomst te kunnen toepassen als bekledingslaag van een regionale waterkering.



## 5.8 BEHEER- EN ONDERHOUDSEISEN

Voorbeelden van beheer- en onderhoudseisen, waar in het ontwerp rekening mee gehouden moet worden, zijn:

- eisen ten aanzien van maaifrequentie en/of begrazen van groene dijken;
- toegankelijkheid, begaanbaarheid en berijdbaarheid voor inspectie en onderhoud tijdens de bouw en in de eindsituatie;
- geen gebruik van onderhoudsintensieve hulp constructies (speelt bij bijv. drainage);

Hieronder staat een selectie van een aantal concrete beheerderseisen, onderhoudseisen en gebruikseisen van waterschap Vallei en Eem. Meer informatie komt te staan in de nog te ontwikkelen handreiking Beheer & Onderhoud.

### BEHEERDERSEISEN

- Bestaande en nieuwe objecten moeten buiten het beoordelingsprofiel vallen. Dit betekent dat in het profiel van vrije ruimte niet gebouwd mag worden. Dit kan een mogelijke verschuiving betekenen van de referentiekruinlijn.
- De veiligheidszonering die in de Keur is vastgelegd is uitgangspunt voor de ruimtelijke inpassing van het ontwerp.
- Niet waterkerende objecten (bomen, meubilair, wegen en weginrichting, kabels en leidingen) moeten buiten het beoordelingsprofiel liggen.
- Van objecten binnen het beoordelingsprofiel moet worden aangetoond dat het een optimalisering betekent tussen aanleg, onderhoudskosten en maatschappelijk eisen.
- Bij het dijkontwerp moet een beheerplan toegevoegd worden, andere waterkering-constructies moeten voorzien zijn van een bedieningsplan, objectnoodplan en een risicoanalyse voor de kunstwerken en aansluitconstructies.
- Aangegeven moet worden welke gronden van de waterkering bij het waterschap in beheer komen, welke verpacht of in bruikleen gegeven worden, welke onderhoudsafspraken zijn gemaakt.
- De inventarisaties, ontwerptekeningen en berekeningen moeten gedigitaliseerd op te nemen zijn in het beheerregister van de waterkeringbeheerder.
- Vanuit beheer en onderhoud gaat de voorkeur voor de bekleding uit naar een aaneengesloten en regelmatige, goed doorwortelde grasmat.
- Steilte van talud van 1:3 of flauwer
- De waterkering dient een gesloten ring te zijn, dit houdt in dat het een volledig systeem moet zijn dat veiligheid tegen overstromingen biedt. De waterkeringen moeten volledig zijn aangesloten op de hoge gronden. Wanneer de hoge gronden een onderdeel vormen van de dijkring, moet in de legger vastgelegd worden waar de waterkeringzone zich precies bevindt. Deze zone moet vastgesteld worden zodat voor de toekomst duidelijk is waar de waterkering zich precies bevindt. Hiermee wordt tevens voorkomen dat de hoge gronden afgegraven worden en zodoende de waterkering verdwijnt.
- De beheerder streeft naar zo min mogelijk kabels en leidingen, constructies, onderbrekingen, af te sluiten werken en nwo's in de waterkeringen.
- Buiten het dijkseizoen mogen er geen werkzaamheden aan de waterkering plaatsvinden.

### ONDERHOUDSEISEN

- De waterkeringen moet toegankelijk zijn voor klein onderhoud materieel, waarbij uitgegaan wordt van een inspectie pad van min. 3 meter, op de kruin.
- De ruimtelijke inrichting van de dijklichamen moet zodanig zijn dat onderhoud- en inspectiewerk kan voldoen aan eisen uit de arbowetgeving.

- In het ontwerp van constructies in de waterkering moet rekening gehouden worden met toekomstig onderhoud, inspecties en vervanging van onderdelen en het verwijderen van de constructie aan het eind van de levensduur.
- In het ontwerp moet rekening gehouden worden met de uitvoeringseisen, zodat de stabiliteit en de hoogte tijdens de uitvoering te allen tijde gewaarborgd zijn.
- Mogelijkheden voor begrazing
- Aanwezigheid van vluchtwegen voor dieren
- Waterkering moet goed bereikbaar zijn voor onderhoud
- In het ontwerp moet rekening gehouden worden met uitvoeringsfasering en onderhoud tijdens die fases



#### **EISEN TEN AANZIEN VAN GEBRUIKSFUNCTIE**

- In het ontwerp moeten alle gebruiksfuncties geïnventariseerd worden
- Voor gebruiksfuncties die conflicteren met de beheerbaarheid of veiligheid van de waterkering wordt een uitstervingsbeleid voorstaan.
- Alle gebruiksfuncties en hun eisen zijn ondergeschikt aan de functie waterkering en moeten daarom voldoen aan in dit stuk genoemde ontwerp eisen.
- De waterbeheersfunctie (spuicapaciteit) dient te allen tijde te worden gewaarborgd tijdens de uitvoering.
- Eventuele stremmingen of onderbrekingen van de vrije doorvoer dienen afgestemd te worden met de afdeling Watersystemen i.v.m. de zekerheid van de waterafvoer.

## 5.9 UITVOERINGSEISEN

Uitvoeringseisen zijn randvoorwaarden of uitgangspunten die tijdens de uitvoering van belang zijn. Onderstaande randvoorwaarden dienen binnen de uitvoeringseisen minimaal vastgelegd te zijn:

- De uitvoering moet gereed zijn voor een bepaalde periode
- Dit heeft vaak betrekking op de gereedheid van de waterkering voor het seizoen begint waarin de waterkering het water moet keren. De waterkering dient dan ook erosiebestendig te zijn. Hier moet rekening mee gehouden bij het vernieuwen van (gras)bekledingen.
- Veiligheidseisen tijdens uitvoering  
Tijdens de uitvoering mogen de gehanteerde veiligheidsfactoren lager zijn, mits de waterkering niet doorbreekt. Lagere veiligheidsfactoren mogen toegepast worden als het bezwijken van de waterkering geen invloed heeft op de primaire functie: het keren van het water. Tijdens de uitvoering is de overall veiligheidsfunctie niet nodig, maar kan worden volstaan met een uitvoeringsveiligheid.

Bij bouwen van een waterkering op een slappe slecht doorlatende ondergrond speelt de consolidatietijd een dominante rol. De consolidatietijd kan grote invloed hebben op de totale bouw-tijd (stapsgewijze ophoging en wachttijd om de ondergrond te laten consolideren). Omwille van restricties in bouw-tijd kan ervoor gekozen worden om de geometrie van de waterkering te wijzigen (aanbrengen van stabiliteitberm of taludverflauwing) of kunnen consolidatie-versnellende maatregelen, zoals verticale drainage, worden overwogen.

## 5.10 PROCES EISEN

Voor de eisen ten aanzien van het proces wordt verwezen naar paragraaf 4.2.

# 6

## FAALMECHANISMEN EN OPLOSSINGEN

### 6.1 INLEIDING

Het ontwerp van de waterkering wordt voor een deel direct afgeleid uit de eisen zoals verwoord in het PvE. Hierbij kan gedacht worden aan de vereiste kruinbreedte, eisen ten aanzien van ophoog- en aanvulmateriaal, vereiste breedte voor onderhoudspaden, minimale afstanden tot sloten etc. Andere afmetingen volgen uit de controle op de veiligheid ten aanzien van waterkeren waarbij verschillende faalmechanismen worden beschouwd. In dit hoofdstuk wordt ingegaan op:

- algemene beschrijving van faalmechanismen;
- veiligheidseis per faalmechanisme;
- schematisatie van belastingen en sterkte per faalmechanisme;
- verwijzing naar technische rapporten en achtergronddocumentatie voor het controleren van de veiligheid;
- oplossingsrichtingen per faalmechanisme.

Een kenmerkend verschil tussen een waterkering langs een regionale rivier enerzijds en een boezemkaden of een primaire waterkeringen anderzijds is de belasting. De hoogwaterstand op een regionale rivier is (over het algemeen) aanzienlijk korter dan de hoogwaterstand op de grote rivieren (met uitzondering van het getijde gebied) en de boezemwateren (permanent hoogwater). Bij een goede schematisatie van de grondwaterspanningen en grondwaterstroming komt dit verschil naar voren. Voor een aantal geotechnische faalmechanismen is een kortdurende hoge waterstand aanzienlijk minder belastend dan een langdurige hoogwaterstand. In navolgende paragrafen wordt aangegeven onder welke omstandigheden en bij welke bodemeigenschappen een kortdurend hoogwater effect kan hebben op het ontwerp.

In dit hoofdstuk worden al deze aspecten per faalmechanisme beschreven. De volgende faalmechanismen kunnen bij waterkeringen langs regionale rivieren een bepalende rol bij het ontwerp spelen:

- Overlopen en golfoverslag (hoogte)
- Macro-instabiliteit (binnen- en buitenwaarts)
- Piping
- Micro-instabiliteit
- Stabiliteit van het voorland, erosie van de oever en falen van de bekleding

Zetting wordt niet beschouwd als een apart faalmechanisme, omdat hier in het ontwerp rekening mee wordt gehouden in de faalmechanismen golfoverloop en golfoverslag. Kruiend ijs wordt als een belasting en niet als faalmechanisme beschouwd en is in deze handreiking daarom niet verder uitgewerkt. Bezijken van een waterkering door aanvaring van een schip wordt als incidenteel risico en niet als faalmechanisme beschouwd.

FIGUUR 6-1 FAALMECHANISMEN



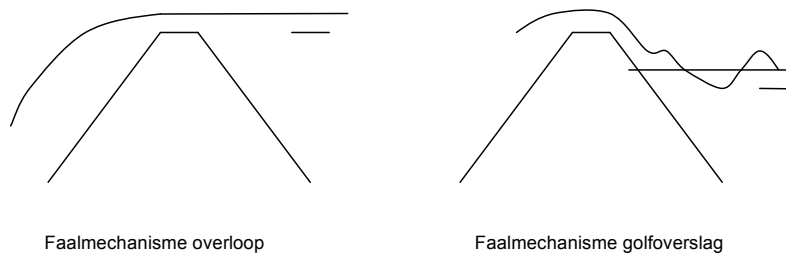
## 6.2 OVERLOPEN/ GOLFOVERSLAG

Overloop en golfoverslag zijn de faalmechanismen die bepalend zijn voor het ontwerp op hoogte. Naast de technische eis dat de waterkering tegen deze faalmechanismen bestand moet zijn, dient in ontwerp op kruinhoogte rekening te worden gehouden met andere eisen zoals vanuit beheer en onderhoud.

### 6.2.1 BESCHRIJVING MECHANISME

Overloop en golfoverslag zijn twee verwante faalmechanismen die bepalend zijn voor de hoogte van een waterkering. Bij overloop is de waterstand hoger dan de kruin en stroomt er water over de kruin en het binnentalud. Golfoverslag is het overslaan van water ten gevolge van een hoge waterstand in combinatie met hoge golven. De waterstand is lager dan de kruin, maar overslaande golven veroorzaken een debiet over de kruin.

FIGUUR 6.2 WEERGAVE FAALMECHANISME VOOR HOOGTE



Zowel golfoverslag als overloop leiden tot een waterdebiet over de kruin. Dit debiet leidt tot een waterbezwaar binnendijks en hoge stroomsnelheden op de kruin en het binnentalud. Hoge stroomsnelheden kunnen leiden tot kruinhoogteverlies en bresvorming indien de waterkering onvoldoende weerstand heeft tegen erosie of tegen lokale afschuiving.

Het belangrijke verschil tussen de faalmechanismen is dat overloop veel bedreigender is dan golfoverslag. Bij een geringe waterstandsverhoging of kruinverlaging is de toename van het debiet bij overloop veel groter dan bij golfoverslag. Golfoverslag is voor regionale rivieren minder belangrijk aangezien de golfopwekking op regionale rivieren beperkt is. De kritieke parameters en de oplossingsrichtingen zijn voor beide faalmechanismen overeenkomstig.

### 6.2.2 CONTROLE EN EIS

De twee mechanismen overloop en overslag delen een groot aantal parameters welke bepalend zijn voor het ontwerp. Hieronder zijn de parameters gegeven die voor beide mechanismen gelden, gevolgd door de parameters die voor golfoverslag daaraan worden toegevoegd. Voor beide mechanismen geldt:

- De ontwerp(stil)waterstand aan de teen van de dijk, gangbaar is dat de waterschappen de hiervoor benodigde berekeningen maken en de provincie de waterstanden vast stellen, zie par. 5.2.4. Deze waterstand bevat een toeslag op de waterstand voor de planperiode en eventuele (lokale) toeslagen voor bochtwerking, opwaaiing en lokale opstuwing;

- De *minimale kruinhoogtemarge* (verschil tussen ontwerpwaterstand en kruinhoogte) welke afhankelijk is van de modelnauwkeurigheid. In het bijzonder bij overloop is deze marge belangrijk aangezien een kleine verhoging van de waterstand (of verlaging van de kruin) leidt tot een grote toename in het overslagdebiet over de kruin. Tevens is een kruinhoogtemarge bij overloop ook van belang als de kruin begaanbaar dient te zijn, aangezien verweking optreedt bij hoge waterstanden. Bij primaire waterkeringen wordt als ondergrenswaarde bij het ontwerp een kruinhoogtemarge van 50 cm aangehouden. Bij primaire waterkeringen krijgt een kruinhoogtemarge van 30 cm conform de VTV 2006 een score “voldoende”. Algemeen wordt aanbevolen om bij het ontwerp van waterkeringen langs regionale rivieren minimaal een kruinhoogtemarge van 30 cm te hanteren, afhankelijk van de betrouwbaarheid van de ontwerpwaterstand kan hiervan worden afgeweken;
- Het *toelaatbaar debiet over de kruin en het binnentalud*. Het toelaatbaar debiet is afhankelijk van:
  - het toelaatbaar waterbezwaar binnendijks;
  - de weerstand tegen erosie en
  - lokale afschuiving van de kruin en het binnentalud;
- Het toelaatbare waterbezwaar is de totale hoeveelheid water die gedurende een extreme situatie moet worden geborgen. Het waterbezwaar is afhankelijk van de berging binnendijks in het watersysteem. Het waterbezwaar dient per regionale dijkkring beschouwd te worden. Lokale afschuivingen weerstand tegen erosie moeten per profiel worden bekeken. Het ontwerp op afschuiving en weerstand tegen erosie is uitgewerkt onder bekledingen, zie par. 6.6. Naast het technisch toelaatbare debiet kunnen eisen worden gesteld aan het debiet vanuit de begaanbaarheid bij hoogwater. De begaanbaarheid bij hoogwater is van belang voor ingrijpen onder extreme omstandigheden of evacuatie. Bij waterkeringen met bebouwing zijn in geval van hoge overslagdebieten aansluitingen en nwo's een belangrijk aandachtspunt.;
- De *lokale bodemdaling door zetting en klink gedurende de planperiode*. Deze dient opgeteld te worden bij de ontwerp kruinhoogte om de aanleghoogte te bepalen. Autonome bodemdaling of -rijzing dient meegenomen te zijn in het waterstandsmodel aangezien dit ook van invloed is op de waterstand.

Voor de controle van de kruinhoogte ten aanzien van golfoverslag is naast de bovenstaande parameters de golfoverslaghoogte nodig. De golfoverslaghoogte is de hoogte ten opzichte van de stilwaterlijn waarbij een bepaald gegeven debiet (in l/m/s of in m<sup>3</sup>/s) optreedt. Iets preciezer is de golfoverslaghoogte het verschil tussen het niveau van de buitenkruinlijn en de stilwaterlijn in de situatie dat de buitenkruinlijn zo hoog ligt dat het gegeven overslagdebiet optreedt. Het golfoverslagdebiet wordt bepaald met behulp van het Technisch Rapport Golfoploop en Golfoverslag bij Dijken voor grondlichamen of met behulp van de Leidraad Kunstwerken voor verticale wanden zoals damwanden of keermuren.

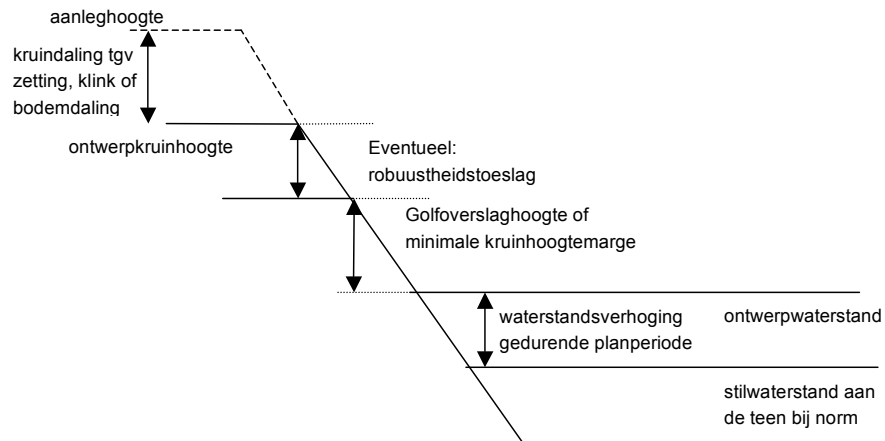
De benodigde kruinhoogte wordt bepaald door de hoogste van onderstaande sommen:

- a. ontwerpwaterstand + de golfoverslaghoogte of
- b. ontwerpwaterstand + de kruinhoogtemarge ten behoeve van onnauwkeurigheid in de waterstandsvoorspelling

De rekenregels ten aanzien van golfoverslag gaan uit van de buitenkruinlijn als bepalend voor de hoogte. In ontwerp kan ook uitgegaan worden van een ander punt op de kruin. De breedte van de kruin beïnvloedt niet het overloop- of golfoverslagdebiet. Aspecten zoals begaanbaarheid en berijdbaarheid zijn veelal bepalend voor de kruinbreedte.

FIGUUR 6.3

DEFINITIE BEGRIPPEN BIJ ONTWERPHOOGTE



### 6.2.3 OPLOSSINGSRICHTINGEN

De volgende principemaatregelen ten aanzien van de faalmechanismen overloop en golfoverslag kunnen worden overwogen:

- 1 verhogen van de kruin;
- 2 verlagen van de waterstand;
- 3 verminderen van golfoverslag;
- 4 verhogen van het toelaatbaar overslagdebiet.

#### Ad 1. Verhogen van de kruin

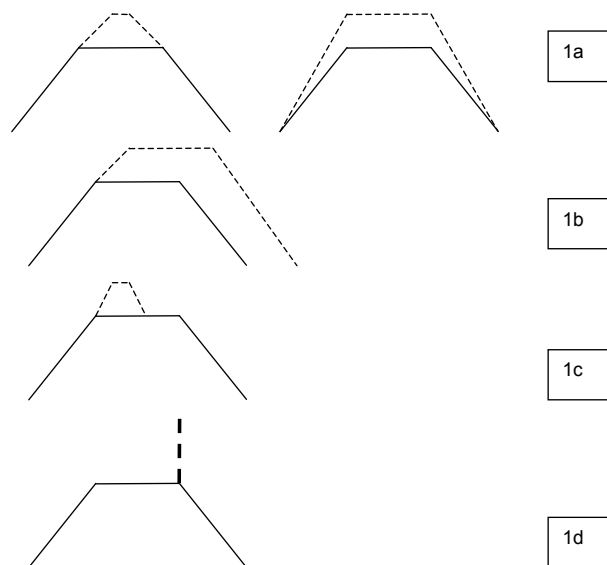
Verhogen van de kruin van de waterkering is de meest klassieke maatregel om de veiligheid te verhogen. Uitgaande van een bestaand profiel bestaan de volgende mogelijkheden:

- 1a: verhogen van de kruin binnen de bestaande dijkvoet door de kruin te versmallen of de taluds te versteilen
- 1b: vierkante verzwaring, binnenwaarts of buitenwaarts
- 1c: aanbrengen van een kanteldijk
- 1d: aanbrengen van een waterkerende muur

Deze vormen van kruinverhoging zijn weergegeven in figuur 6.4.

FIGUUR 6.4

OPLOSSINGSRICHTINGEN KRUIVERHOOGING



#### Ad 2: verlagen van de waterstand

Verlagen van de waterstand betekent dat de belasting op de waterkering wordt veranderd en niet de sterkte zoals bij de kruinverhoging. Vooral wanneer aanpassing van het bestaande dijkprofiel moeilijk is door bijvoorbeeld aanwezigheid van bebouwing, cultuurhistorie of landschap. De waterstand kan verlaagd worden door bovenstrooms reductiereservoirs of overloopgebieden aan te leggen. In deze handreiking wordt dit niet verder uitgewerkt, zie hiervoor Leidraad Rivieren, deel 4.

#### Ad 3. Verminderen van golfoverslag

Reductie van golfoverslag kan het overslagdebiet beperken tot een acceptabele hoeveelheid ten aanzien van het waterbezwaar binnendijks of de weerstand tegen erosie van kruin en binnentalud. Verminderen van golfoverslag is niet relevant voor overloop, maar alleen voor golfoverslag. Voor een waterkering langs een regionale rivier is dit veelal een minder gebruikelijke oplossing omdat de golfoverslag zelden maatgevend is voor het ontwerp.

Om de golfoverslag te reduceren zijn er drie mogelijkheden:

- 3a: Aanleg van een buitenberm op de ontwerpwaterstand waardoor de golfhoogte wordt gereduceerd;
- 3b: Ophogen van het voorland of toestaan van golfremmende begroeiing in het voorland waardoor de golfhoogte wordt gereduceerd. De begroeiing mag geen nadelige gevolgen hebben voor andere mechanismen zoals piping.
- 3c: Verflauwen of verruwen van het binnentalud waardoor de golfoverslaghoogte wordt beperkt.

Het effect van maatregel 3a en 3c kunnen worden bepaald met het rekenprogramma PC-Overslag. Het effect van maatregel 3b kan bepaald worden met een golfgroei-model of een gecombineerd golf-waterstandsmodel.

#### Ad 4. Verhogen van het toelaatbaar debiet

Verhoging van het toelaatbaar debiet is mogelijk als de sterkte van de dijk wordt verhoogd of wanneer het toelaatbaar waterbezwaar wordt vergroot. Vergroting van de sterkte van de waterkering houdt in dat de dijk wordt versterkt of dat wordt aangetoond dat de dijk voldoende sterk is ten aanzien van lokale afschuiving van het binnentalud en weerstand tegen erosie van kruin en binnentalud. De weerstand tegen erosie door overstromend of overslaand water kan worden verhoogd door het aanbrengen van een sterkere bekleding op de kruin en het binnentalud, zoals een sterkere grasmatt, een versterkte grasmatt, een harde bekleding in plaats van gras of verflauwing van het binnentalud

Vergroting van het toelaatbaar waterbezwaar kan vragen om zowel beheersmatige als technische oplossingen. Beheersmatig kan gekozen worden voor een hoger toelaatbaar waterbezwaar in overleg met de eigenaren van achterliggende percelen. Technisch kan het toelaatbaar waterbezwaar worden verhoogd door de opvangcapaciteit te vergroten (verbreding van een binnendijkse watergang of meer of eerder uitwateren).



FIGUUR: 6.5

IN 1984 HADDEN GROTE DELEN VAN DE ACHTERHOEK MET WATEROVERLAST TE KAMPEN. DE BOVEN SLINGE STROOMDE OVER DE OVERLAAT EN HET REDUCTIERESERVOIR BIJ BREDEVOORT LIEP ONDER WATER. [BRON: WATERSCHAP RIJN EN IJSSEL]



## 6.3 MACRO-INSTABILITEIT

### 6.3.1 BESCHRIJVING MECHANISME

Er is sprake van macro-instabiliteit indien een groot deel van het grondlichaam afschuift, of wanneer er sprake is van een evenwichtsverlies door het ontstaan van grote plastische zones in de (slappe) ondergrond. Een gevolg van macro-instabiliteit is het ontstaan van grote vervormingen en mogelijk scheurvorming. In geval van macro-instabiliteit kan de waterkering haar waterkerend vermogen verliezen doordat er overloop en/of overslag optreedt ter plaatse van de verzakking, of doordat er water via scheuren in de dijk infiltreert, of het buitentalud erodeert ter plaatse van de aangetaste taludbekleding door golfaanval of stroming.

Bij waterkeringen wordt onderscheid gemaakt in:

- binnenwaartse macro-instabiliteit;
- buitenwaartse macro-instabiliteit;
- macro-instabiliteit tijdens de uitvoering.

Verschillende belastingen kunnen macro-instabiliteit aan de binnenzijde van de waterkering veroorzaken:

- hoogwater op de rivier met als gevolg verhoging van waterspanningen in de waterkering en de ondergrond;
- neerslag kan zorgen voor een opzet van de freatische lijn in de waterkering waardoor schuifsterkte capaciteit van de dijk afneemt;
- zwaar verkeer.

Macro-instabiliteit van het buitentalud kan verschillende oorzaken hebben, die overwegend gerelateerd zijn aan een snelle daling van de waterstand. In het algemeen dient de waterkering bestand te zijn tegen (combinaties van) de volgende belastingen:

- laag water door natuurlijke variatie;
- snelle val van het waterpeil na hoog water;
- verdieping van de waterbodem (baggeren) of vooroever door erosie (stroming of scheepvaart/pleziervaart) en schade aan beschoeiing;
- neerslag kan zorgen voor een opzet van de freatische lijn in de waterkering waardoor schuifsterkte capaciteit van de dijk afneemt;
- zwaar verkeer.

### MACRO-INSTABILITEIT TIJDENS DE UITVOERING

- tijdens de bouw van de dijk wordt de ondergrond belast. De draagkracht van de ondergrond is sterk afhankelijk van de grondsoort. Bij het aanbrengen van de belasting zal er schuifspanningen worden gemobiliseerd in de ondergrond. De maximaal te ontwikkelen schuifspanningen tijdens de bouw is afhankelijk van de waterdoorlatendheid van de ondergrond. In slecht doorlatende klei- en veenlagen kan de schuifsterkte slechts langzaam in de tijd toenemen als gevolg van de lage consolidatiesnelheid van de ondergrond.
- neerslag kan zorgen voor een opzet van de freatische lijn in de dijk waardoor schuifsterkte capaciteit van de dijk afneemt. Tijdens de bouw kan water soms makkelijker in het grondlichaam infiltreren.

#### 6.3.2 CONTROLEMETHODEN EN EIS

Voor het ontwerp van waterkeringen wordt aanbevolen om geen grote vervormingen of scheurvorming als gevolg van macrostabiliteit toe te staan. In geval van het toetsen van waterkeringen volgens de 'Leidraad Toets op veiligheid - Regionale Keringen' is het wel toegestaan om afschuivingen toe te staan wanneer kan worden gegarandeerd dat het restprofiel na een afschuiving aan de veiligheidscriteria voldoet. In het kader van ontwerpen is deze restprofielbenadering niet aan te bevelen. Uitsluitend met instemming van de beheerder van de waterkering kan het ontwerp op basis van een restprofielbenadering worden toegepast. In dit geval dient het restprofiel gecontroleerd te worden op alle mogelijke faalmechanismen.

Berekening van de macrostabiliteit vindt plaats volgens de aanwijzingen uit het Technische Rapport Waterkerende Grondconstructies en het addendum op dit technisch rapport dat samen met de Leidraad Rivieren is verschenen. Sinds het uitkomen van de Leidraad Rivieren wordt er gebruik gemaakt van een nieuwe set partiële factoren voor de controle op het mechanisme macrostabiliteit bij het ontwerp van een primaire waterkering. De volgende partiële veiligheidsfactoren worden onderscheiden:

- schadefactor: partiële factor die verband houdt met differentiatie in veiligheidsniveau
- modelfactor: partiële factor die verband houdt met rekenmodel
- schematiseringsfactor: partiële factor die verband houdt met de schematisatie van bodemopbouw en waterspanningen
- materiaalfactor: partiële factor die verband houdt met de materiaalparameters

Voor het ontwerp van regionale waterkeringen wordt volledig aangesloten op deze set partiële factoren. Voor het bepalen van deze partiële factoren wordt verwezen naar het addendum op het Technisch Rapport Waterkerende Grondconstructies.

Opgemerkt wordt dat voor de stabiliteit tijdens de uitvoering lagere schadefactoren mogen worden toegepast indien er geen hoogwaterbelasting tijdens de uitvoering is te verwachten. Het antwoord op de vraag of en in welke mate de schadefactor voor de uitvoeringsstabiliteit mag worden verlaagd is afhankelijk van de verhouding tussen het acceptabele veiligheidsniveau tijdens de bouwfase ten opzichte van het beoogde veiligheidsniveau ten aanzien van waterkeren (eindsituatie). Bij de regionale waterkeringen met een hoog veiligheidsniveau ten aanzien van waterkeren (bijv. 1:1000) wordt een reductie van de schadefactor tot 0,9 redelijk geacht. Voor regionale waterkeringen met een laag veiligheidsniveau (1:10 à 1:30) wordt aanbevolen om voor de bouwfase uit te gaan van gelijke schadefactoren als voor de eindsituatie.

### 6.3.3 SCHEMATISATIE VAN DE ONDERGROND EN WATERSPANNINGEN

Het proces van schematiseren is sterk afhankelijk van de grilligheid van de ondergrond in het te beschouwen gebied, de gekozen opzet van het grondonderzoek, het beoogde detailniveau en de ontwerper zelf. Wat dit laatste punt betreft wordt hier volstaan met de opmerking dat aanbevelingen in ontwerpleidraden en handreikingen altijd uitgaan van een deskundig ontwerper die oog heeft voor de geotechnische risico's in het algemeen en op het gebied van waterkeren in het bijzonder.

Bij het schematiseren van de bodemopbouw is de ontwerper indirect bezig met het elimineren van onzekerheden door het kiezen van een dwarsprofiel met ongunstige eigenschappen voor het te beschouwen faalmechanisme. Men kan ervoor kiezen om bij de keuze van het representatieve dwarsprofiel de sterkte van de waterkering en ondergrond als geheel te beschouwen. Dat wil zeggen men kiest een representatief profiel waarbij de combinatie geometrie-bodemopbouw-waterspanningsregime het meest ongunstig is. Het maken van een dergelijke keuze vereist de nodige geotechnische ontwerpervaring. Een veilige alternatieve werkwijze kan zijn het combineren van ongunstige eigenschappen in één fictief dwarsprofiel. Deze grovere schematisatie kan dan ook vaak worden toegepast op grotere dijkstrekkingen. Eén en ander hangt sterk samen met de grilligheid van de ondergrond in het beschouwde gebied. In een geulengebied in een rivierdelta kan de variatie in de ondergrond aanzienlijk groter zijn dan in het geval van een dekzandgebied in het oosten van het land.

Het schematiseren van de bodem voor een ontwerp van een waterkering langs een regionale waterkeringen wijkt in principe niet af van de werkwijze bij een primaire waterkering.

Voor een aantal regionale rivieren geldt dat de hoogwatergolf van korte duur is. Voor de waterkeringen langs deze rivieren zal de toename van de waterspanning in de waterkering en ondergrond bij hoogwater aanzienlijk geringer zijn dan in een situatie van een stagnant hoogwater. Voor het beschouwen van de binnenwaartse stabiliteit bij kortdurend hoogwater hoeft het effect van hoogwater op de freatische lijn niet expliciet te worden meegenomen wanneer er sprake is van dijken met een kleidijk of zanddijken met een slecht waterdoorlatende kleibekleding op het buitentalud (kleidikte van meer dan 1 meter op volledige buitentalud aanwezig). In dit geval kan uitgegaan worden van de freatische lijn die bij een maatgevende neerslag wordt verwacht. De onzekerheid in het effect van het kortdurend hoogwater op de freatische lijn kan in dit geval in de schematiseringsfactor worden meegenomen. Voor de waterspanningen in de ondergrond geldt dit niet en moet wel degelijk expliciet rekening gehouden worden met hoogwater op de rivier. Er is geohydrologische kennis en ervaring nodig indien men het effect van een kortdurend hoogwater wil meenemen in de bepaling van de waterspanning in de ondergrond.

De keuze van de schematiseringsfactor is afhankelijk van:

- de uniformiteit van de ondergrond. Een oordeel hierover kan gevormd worden op basis van geologische en geohydrologische gebiedsinformatie samen met grondonderzoek op de projectlocatie;
- de mate waarin mogelijke afwijkingen in ondergrond of waterspanningen expliciet verwerkt meegenomen worden in de stabiliteitsberekening.

In het 'Ontwerpkader voor rivierdijken' worden aanwijzingen gegeven voor het vaststellen van de schematiseringsfactor. De daar voorgestelde aanpak is gebaseerd op het aftasten van de gevoeligheid van de berekende stabiliteit voor wijzigingen in ondergrondmodel en water-spanningen.

#### 6.3.4 OPLOSSINGSRICHTINGEN

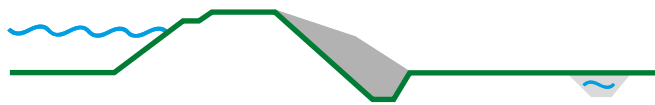
Mogelijke maatregelen voor het verbeteren van de macrostabiliteit zijn:

- talud verflauwen;
- stabiliteitsberm aanbrengen;
- verplaatsen van de teensloot;
- grondverbetering;
- drainage;
- ontlastconstructies;
- bovenbelasting verminderen.

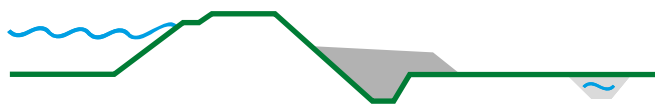
Ad 1. en 2. Talud verflauwen en stabiliteitsberm aanbrengen

Het verflauwen van het talud is effectief om relatief ondiepe glijcirkels door het talud te voorkomen. Voor het tegengaan van diepere glijcirkels is het aanleggen van een stabiliteitsberm vaak effectiever. Dit doet zich voor als opbarsten of opdrijven een rol speelt. Bij een stabiliteitsberm is het gewicht de belangrijkste eigenschap. De afmetingen volgen uit stabiliteitsberekeningen.

FIGUUR 6.6 BINNENTALUD VERFLAUWEN



FIGUUR 6.7 BINNENBERM AANLEGGEN



Ad 3. Verplaatsen teensloot

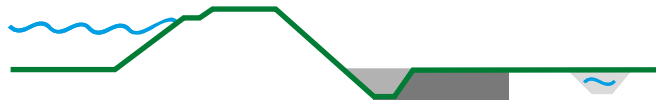
Een sloot binnendijks, binnen de invloedszone voor de macrostabiliteit, heeft een negatieve invloed op de stabiliteit. Verplaatsen van een dergelijke sloot kan op zich al een voldoende maatregel zijn om de stabiliteit te verbeteren. Wel kan door het verplaatsen van de sloot de freatische lijn in het stijgen, wat nadelig voor de microstabiliteit kan zijn.

Ad 4. Grondverbetering

Een grondverbetering kan worden toegepast om grond met slechte sterkte-eigenschappen te vervangen, of om lichte grond te vervangen door zwaardere grond. Bij deze maatregelen kan worden gedacht aan het (gedeeltelijk) afgraven van de waterkering of binnendijkse grond en vervangen door grond met betere eigenschappen.

FIGUUR 6.8

GRONDVERBETERING IN COMBINATIE MET VERPLAATSEN SLOOT



#### Ad 5. Drainage

Het verlagen van de freatische lijn in de waterkering kan een aanzienlijk positief effect op de stabiliteit hebben. Om dit te bereiken wordt kan een drainagesysteem bij de binnenteen aangelegd of een deel van het kadelichaam uit relatief doorlatend materiaal worden opgebouwd. De afvoer van water vraagt daarbij aandacht. Om de invloed te bepalen dient de ligging van de freatische lijn te worden bepaald, rekening houdend met de opbouw van de waterkering. In STOWA publicatie 2000-18 wordt ingegaan op het onderhoud van drainageconstructies in waterkeringen.

#### Ad 6. Ontlastconstructies

Via een ontlastconstructie wordt de stijghoogte in de watervoerende zandlagen vermindert. De eenvoudigste ontlastconstructie is een sloot, die door de afdeklagen in de zandlaag steekt. Bij dikkere afdekkende pakketten is een sloot niet meer mogelijk en moet een bronnering aangelegd worden.

Deze maatregel is redelijk complex en afhankelijk van de uitvoering is het onderhoud belangrijk voor het goed functioneren. Hierom en vanwege het waterbezwaar dat door een ontlastconstructie ontstaat, wordt deze optie zelden of nooit toegepast.

#### Ad 7. Verminderen bovenbelasting

Een verkeersbelasting op de kade kan een aanzienlijk negatief effect hebben op de stabiliteit. Hoe kleiner de kade, hoe groter dat effect. Een (beheer)maatregel voor het verbeteren van de stabiliteit kan daarom gevonden worden in het voorkomen dat onder maatgevende omstandigheden zware verkeersbelasting op de waterkering kan optreden. De bereikbaarheid van de waterkering moet bij deze maatregel beoordeeld worden en bijvoorbeeld via alternatieve wegen worden geregeld. Als alternatief voor een fysieke maatregel om zwaar verkeer te weren kan ook gekozen worden voor een verbodsbepaling. De handhaving daarvan, vooral tijdens hoge waterstanden, moet dan wel goed geregeld kunnen worden. In het calamiteitenplan moet hier rekening mee gehouden worden.

## 6.4 PIPING

### 6.4.1 BESCHRIJVING MECHANISME

Piping is een intern erosieproces dat op gang geholpen wordt door grondwaterstroming (belasting kant) in een watervoerende laag onder of in de waterkering. Wanneer deze grondwaterstroming zo sterk is dat zand uit de watervoerende laag kan worden meegevoerd (interne erosie) dan kunnen er holle ruimten in de ondergrond ontstaan. Voor dit begin van deze interne erosie dient aan verschillende voorwaarden te worden voldaan. Zo moet de grondwaterstroming dermate sterk zijn dat de zanddeeltjes aan het rollen worden gebracht. Per zandsoort verschilt de weerstand tegen dit erosieproces. Voor het ontstaan van een ondergronds erosiekanaal (de "pipe") is het van belang dat de bovenliggende grond niet inzakt wanneer de zandlaag eronder erodeert. Piping kan dus optreden in een bodem waarbij de watervoerende laag wordt afgedekt met een cohesieve laag (klei/veen) of een harde construc-

tie (bijv. een vloer van een waterkerende constructie). Een andere belangrijke voorwaarde voor interne erosie is dat het zand met het kwelwater naar de oppervlakte moet kunnen worden gebracht. Dit kan uitsluitend indien het kwelwater de oppervlakte bereikt en indien er geen zanddichte filterlaag aanwezig is die het uitspoelen van zand verhindert.

In een aantal gevallen zal de kans op piping bij een kortdurend hoogwater minder groot zijn dan in het geval van een langdurend hoogwater. Hiervoor zijn verschillende redenen te noemen:

- excessieve grondwaterstroming is vereist voor het opgang brengen van het interne erosieproces. Vanaf het begin van het hoogwater is enige tijd nodig voordat ter plaatse van het uitstroompunt een sterke uitstroomgradiënt is ontstaan die dermate groot is dat zand kan worden meegevoerd.
- bij een aanzienlijke freatische berging kan het enige tijd duren voordat het grondwater aan de teen van de dijk de oppervlakte bereikt.

Of bovenstaande redenen doorslaggevend zijn voor het uitsluiten van het mechanisme piping is niet op voorhand te zeggen. Het hoogwaterverloop en geohydrologische kenmerken ter plaatse van de waterkering en het achterland zijn hierbij van doorslaggevend belang.

Het meenemen van het effect van kortdurend hoogwater in het ontwerp van een waterkering langs een regionale rivier is aan te bevelen in die situaties waarbij een klassieke pipingmaatregel ontwerpbepalend is. In deze handreiking wordt een voorbeeld gegeven van een dergelijke situatie.

Bovenstaande wijkt af van de gebruikelijke ontwerppraktijk bij primaire waterkeringen in het bovenrivieren- en overgangsgebied en boezemkaden.

In het Technisch Rapport Zandmeevoerende Wellen is een uitvoerige beschrijving van dit mechanisme gegeven.

#### 6.4.2 CONTROLEMETHODEN EN EIS

Aanbevolen wordt om het mechanisme piping te controleren met empirische rekenregels waarbij de aanwezige kwelweglengte wordt vergeleken met de kritieke kwelweglengte. Voor het bepalen van de kritieke kwelweglengte zijn verschillende methoden ontwikkeld:

- empirische methoden gebaseerd op praktijksituaties van piping met directe relatie tussen aanwezige verval en kwelweglengte, zoals de methode Bligh en de methode Lane. Voor deze methoden is een vrij globale karakterisering van de ondergrond al voldoende (classificatie van zand);
- meer geavanceerde empirische methode van Sellmeijer gebaseerd op proeven in een stroomgoot. Voor deze methode is meer specifieke informatie omtrent de het zand van belang.

Bovenstaande methoden zijn gebaseerd op een stationaire grondwaterstroming uitgaande van een langdurend hoogwater (stagnant peil). Een uitgebreide beschrijving van de rekenregels is gegeven in het Technisch Rapport Zandmeevoerende Wellen.

Bij het gebruik van deze methoden vindt de differentiatie naar veiligheidsniveau plaats via de belastingkant, dit wil zeggen in het opgegeven verval over de waterkering. In dit geval wordt de meest kritieke doorsnede van de waterkering beschouwd met een relatief lage waterstand ter plaatse van het uittredepunt (laag maaiveldniveau of laag slootpeil). De waterstand op de rivier is gelijk aan het ontwerppeil. Er is dus geen aparte schadefactor nodig om op het vereiste veiligheidsniveau aan te sluiten. Aanbevolen wordt geen model- en schematiseringsfactoren toe te passen bij de controle op piping.

#### 6.4.3 SCHEMATISATIE VAN ONDERGROND

Een belangrijk onderdeel van de controle op piping is het vaststellen van de aanwezige kwelweglengte in de watervoerende laag. Belangrijke aandachtspunten voor het schematiseren van de ondergrond en het vaststellen van sterkteparameters zijn te vinden in het Technisch Rapport Zandmeevoerende Wellen. Ten aanzien van schematisatie van de ondergrond voor de pipingcontrole is er geen principieel verschil tussen waterkeringen langs regionale rivieren en primaire waterkeringen.

Met het oog op robuust ontwerpen dient de ontwerper zich er van te vergewissen dat het meenemen van kwelweglengte buiten het dijkprofiel niet leidt tot vergaande beperkingen ten aanzien van andere gebruiksfuncties in de toekomst. Denk hierbij bijvoorbeeld aan baggerwerkzaamheden in een regionale rivier ten behoeve van scheepvaart of het garanderen van het doorstroomprofiel.

#### 6.4.4 STAPSGEWIJZE AANPAK PIPINGCONTROLE

De controle op het mechanisme piping kan voor waterkeringen langs regionale rivieren vanwege de kortdurende belastingsituatie enigszins afwijken van andere typen waterkeringen. De volgende stappen worden aanbevolen:

- 1 klassieke pipingcontrole voor een stagnant hoogwater op de rivier gebruikmakend van empirische rekenregels volgens Bligh, Lane of Sellmeijer;
- 2 wanneer piping maatgevend is voor de geometrie ten opzichte van andere faalmechanismen (zoals macro-instabiliteit) dan wordt nagegaan of een niet-stationaire benadering zinvol is. Hierbij wordt een afweging gemaakt aan de hand van eenvoudige kenmerken van de bodem en de hoogwaterkarakteristiek;
- 3 vereenvoudigde controle op freatische berging en vergelijk met voeding tijdens hoogwater. Wanneer er op basis van freatische berging kan worden uitgesloten dat water direct achter de teen van de dijk kan uittreden dan hoeft niet verder op piping te worden ontworpen;
- 4 indien water kan uittreden ter plaatse van de binnenteen dan moet een afweging worden gemaakt of het zinvol en wenselijk is om een niet-stationaire grondwaterstromingsberekening uit te voeren. Het doel van deze berekening is het bepalen van de grondwaterstroomsnelheid.
- 5 Pipingcontrole op basis van een niet-stationaire grondwaterstromingsmodel. Naast de kennis van grondwaterstromingsmodellen is zeer gespecialiseerde kennis ten aanzien van het mechanisme piping vereist.

### 6.4.5 OPLOSSINGSRICHTINGEN

Mogelijke maatregelen om piping tegen te gaan zijn:

- 1 Verlengen van de kwelweglengte
  - 1.1 Pipingberm aanbrengen
  - 1.2 Grondverbetering in het voorland
  - 1.3 Verticaal kwelscherm
  - 1.4 Kortsluiting in kwelweg opheffen
- 2 Ontlastconstructie
- 3 Filterconstructie

Ad 1. Verlengen van de kwelweg

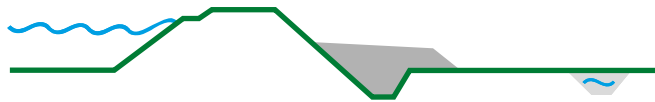
Verlengen van de kwelweg is een veelgebruikte methode om piping tegen te gaan. Zandmeevoerende wellen worden hiermee meestal niet geheel mee voorkomen, maar de kans op piping wordt in voldoende mate gereduceerd. Er zijn verschillende mogelijkheden om de kwelweg te verlengen.

Ad 1.1. Pipingberm

Met de aanleg van een pipingberm wordt de horizontale kwelweg vergroot. Indien een sloot aanwezig is, waarin opbarsten kan optreden, dan heeft het verleggen van die sloot een gelijk effect.

FIGUUR 6.9

PIPINGBERM AANBRENGEN



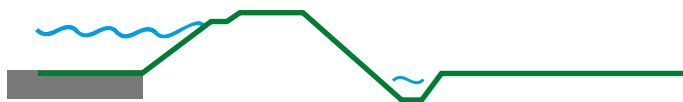
Ad 1.2. Grondverbetering in het voorland of buitenwater

Door het vervangen van zandige lagen in het voorland door klei wordt eveneens de horizontale kwelweg verlengd. Een variant hierop is het aanbrengen van klei in de bodem van het buitenwater, waarmee kortsluiting van de kwelstroom tussen het buitenwater en de watervoerende zandlaag wordt voorkomen.

Bij een grondverbetering moet in acht worden genomen dat de ondoorlatende grondlaag die ontstaat door de grondverbetering, dik genoeg is om rekentechnisch de kritieke kwelweglengte te kunnen verlengen ten opzichte van de originele situatie. In het Technisch Rapport Zandmeevoerende wellen wordt aanbevolen om voor zo'n slecht doorlatende laag een minimale dikte van van 1 m aan te houden.

FIGUUR 6.10

GRONDVERBETERING IN VOORLAND OF BUITENWATER



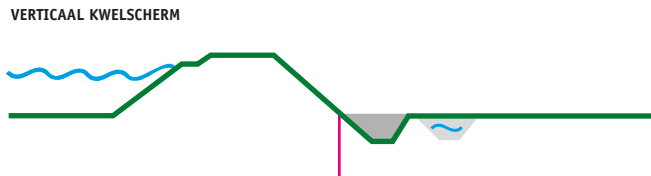
Ad 1.3: Verticaal kwelscherm

Een verticaal kwelscherm wordt toegepast als in horizontale richting de ruimte te beperkt is om de kwelweg te verlengen. Middels een verticaal kwelscherm wordt de verticale kwelweg verlengd, waardoor de kans op piping afneemt. De kwelwegen gaan altijd alleen door zandlagen, waardoor uitsluitend het deel van het kwelscherm dat in de zandlaag steekt effectief is.



In principe kan het kwelscherm overal geplaatst worden, maar het meest effectief is plaatsing aan de binnenzijde omdat in dat geval het zand vertikaal omhoog langs het kwelscherm getransporteerd moet worden. Het kwelscherm dient zijn functie gedurende de hele levensduur van de waterkering te vervullen, ongeacht vervormingen van de waterkering of kwelscherm zelf.

FIGUUR 6.11



#### Ad 1.4. Kortsluiting in de kwelweg opheffen

Piping kan alleen ontstaan als er een directe verbinding is tussen het buitenwater en een watervoerende zandlaag. Als het mogelijk is deze kortsluiting op te heffen, is dat een effectieve manier om piping te voorkomen. Een voorbeeld hiervan is het afsluiten van een watervoerende (tussen)zandlaag met een kleikist of verticaal scherm. Een ander voorbeeld is het aanbrengen van klei op de bodem van het buitenwater, zoals onder ad 1a. is beschreven.

#### Ad 2. Ontlastconstructie

Middels een ontlastconstructie wordt de stijghoogte in de watervoerende zandlaag verlaagd, zodat geen opbarsten meer optreedt. Het water wordt opgevangen en afgevoerd. Een ontlastconstructie ter voorkoming van piping dient altijd gecombineerd te worden met een filterconstructie, om te voorkomen dat met het water ook zand wordt afgevoerd. Ook een sloot, die zodanig breed en diep is dat daarin opbarsten optreedt, fungeert als ontlastconstructie.

#### Ad 3: Filterconstructie

Als de locatie van mogelijke wellen vastligt, bijvoorbeeld in een sloot, kan daar een filterconstructie worden aangelegd om de afvoer van zand tegen te gaan. Indien er een filterconstructie wordt toegepast, wordt kwel onder of door de waterkering toegestaan. Daarentegen wordt kanaalvorming voorkomen door aan het uittreepunt een filterconstructie aan te brengen. Een filterconstructie kan bestaan uit een grindkoffer (een filterlaag bestaande uit verschillende graderingen grind), geotextiel, een combinatie van beide oplossingen. De filterconstructie moet voldoende doorlatend blijven ten behoeve van het watertransport. Hiermee wordt voorkomen dat de gehele constructie gaat opbarsten.

#### Ad 8: Aansluitingen onderdelen

In lengterichting van de waterkering kunnen er knelpunten ontstaan door wijziging van dwarsprofiel van de waterkering of aanwezigheid van een kunstwerk. Over de gehele lengte van de waterkering dient de veiligheid ten opzichte van alle faalmechanismen gewaarborgd te blijven. In het ontwerp dient daarom ook aandacht besteedt te worden aan deze knelpunten of grensvlakken van type dwarsprofielen. Voorbeeld is een kleine watergang die middels een duiker een regionale waterkering kruist.

## 6.5 MICRO-INSTABILITEIT

### 6.5.1 BESCHRIJVING MECHANISME

Micro-instabiliteit betreft de het verlies aan stabiliteit van grondlagen met zeer beperkte dikte aan het oppervlak van het binnentalud onder invloed van door een grondlichaam stromend grondwater. Bij micro-instabiliteit komt de bedreiging voor de stabiliteit van binnen: eventuele problemen worden veroorzaakt door een hoge freatische lijn in het grondlichaam. Ook het afdrukken van een kleibekleding als gevolg van hoge waterdrukken in de dijk valt onder het faalmechanisme micro-instabiliteit.

In het Technisch Rapport Waterkerende Grondconstructies wordt een uitgebreide beschrijving gegeven van micro-instabiliteit en aanverwante mechanismen zoals instabiliteit van het binnentalud onder invloed van golfoverslag. Bij het ontwerp van waterkeringen langs regionale rivieren is het mechanisme stabiliteitsverlies als gevolg van golfoverslag niet erg waarschijnlijk en wordt daarom in deze handreiking niet verder behandeld.

### 6.5.2 CONTROLEMETHODEN EN EIS

De controle op microstabiliteit gebeurt volgens het Technisch Rapport Waterkerende Grondconstructies.

### 6.5.3 OPLOSSINGSRICHTINGEN

Mogelijke maatregelen ter voorkoming van micro-instabiliteit zijn:

- Verflauwen binnentalud
- Grondverbetering of aanbrengen klei op de kade
- Drainageconstructie

De microstabiliteit van de waterkering is meestal ondergeschikt aan de overige faalmechanismen, omdat noodzakelijke maatregelen van het vereiste dwarsprofiel voor de macrostabiliteit en piping vaak ook de microstabiliteit afdekken.

## 6.6 EROSIE OEVER EN FALLEN BEKLEDING

Voor het verkrijgen van een erosiebestendige grasbekleding is het substraat en het beheer [TAW 1998] van belang. Vervangen van de toplaag of het aanbrengen van een geschikte toplaag is daarom een maatregel om de erosiebestendigheid te verbeteren. Dat moet altijd samengaan met een gericht beheer.

Een harde bekleding wordt ontworpen met in achtneming van de hydraulische belasting en, bijvoorbeeld in een bebouwde omgeving, rekening houdend met de nevenfuncties. Aandacht voor goede filterconstructies en overgangsconstructies is daarbij van belang.

In onder andere [TAW1998, TAW2003-c] wordt ingegaan op de sterkte van gras- en steenzettingen. In het Voorschrift Toetsen op Veiligheid [ministerie van Verkeer en Waterstaat 2007-a] zijn rekenregels voor de beoordeling van gras gegeven. Deze zijn echter bedoeld voor toetsen, niet voor ontwerpen en dienen daarom verstandig gebruikt te worden.

# 7

## ONTWERPEN EN VERBETEREN IN DE PRAKTIJK

### 7.1 WATERKERINGBEHEER: EEN VAKGEBIED IN BEWEGING

Waterkeringbeheer is een dynamisch vakgebied met veel ontwikkelingen. De laatste jaren is er naast de al eeuwenoude focus op de veiligheid van de primaire waterkeringen meer aandacht gekomen voor de veiligheid van de regionale waterkeringen. Deze handreiking is hier een voorbeeld van. Daarnaast is een duidelijke trend waarneembaar van technische innovaties, zoals het gebruik van nieuwe inspectietechnieken en andere vormen van dijkontwerpen. Tot slot verandert ook de omgeving, zowel de maatschappij met veranderende wensen en eisen ten aanzien van veiligheid, risico's en kostenbaten-analyses als de fysieke omgeving (watersystemen) als gevolg van klimaatverandering. Dit speelveld maakt het vakgebied boeiend en afwisselend en vraagt van waterkeringbeheerders continue alertheid en bereidheid tot vernieuwing, kennisontwikkeling en toepassing van nieuwe en onbekende zaken.

### 7.2 VISIE OP DE REGIONALE WATERKERINGEN VAN DE TOEKOMST

De systematiek van normeren, toetsen en verbeteren is nieuw voor de regionale waterkeringen. Voor de primaire waterkeringen bestaat inmiddels zo'n 10 jaar ervaring met de toetsings-systematiek en al eeuwenlange ervaring met het verbeteren. Daarom bij deze een oproep aan iedereen om voor de regionale waterkeringen te leren van alle ervaringen bij de primaire waterkeringen. Het veiligheidsvraagstuk is bij de regionale waterkeringen van een andere orde dan bij de primaire waterkeringen. Voor de regionale waterkeringen hebben de auteurs van deze handreiking de visie dat in de toekomst de regionale waterkeringen naast veiliger vooral ook (nog) leuker en mooier worden. Het zou een teleurstelling zijn wanneer over 10 jaar blijkt dat als gevolg van strengere veiligheidsnormen mede op basis van deze Handreiking alle regionale waterkeringen strak getrokken dijken geworden zijn. De uitdaging voor ons vakgebied zit hem in uitgekend en duurzaam ontwerpen met ruimte voor medegebruik. Juist de regionale waterkeringen nodigen mensen uit om op de grens van water en land te wandelen en te fietsen en te genieten van het landschap, de natuur en de cultuurhistorische waarden, die de Nederlandse watersystemen en waterkeringen te bieden hebben.

### 7.3 OMGAAN MET ONZEKERHEDEN EN NORMOPTIMALISATIE

In het proces van normeren, toetsen en verbeteren zitten in verschillende onderdelen onzekerheden. Een voorbeeld van technische onzekerheden zijn onzekerheden als gevolg van aannames in de rekenmodellen, die gebruikt worden om de maatgevende waterstanden ten behoeve van de veiligheidsnormering te berekenen. Ook bestaan beleidsmatige onzekerheden, bijvoorbeeld welk klimaatscenario hanteer je bij het bepalen van toekomstige te verwachten waterstanden. Tot slot wordt in Nederland bij elk (dijk-) ontwerp rekening gehouden met

veiligheidstoelagen als veiligheidsmarge vanwege onzekerheden. Deze zorgvuldige aanpak kan als gevolg hebben dat veiligheidsmarges gestapeld waardoor onnodig zware eisen aan het (dijk-) ontwerp gesteld worden. Daarom wordt aanbevolen om in het algemeen bij dijkverbetering een kruinhoogtemarge van 30 cm aan te houden (zie par 6.2.2), maar de speelruimte te nemen hiervan gefundeerd van af te wijken indien geconstateerd wordt dat onnodige zekerheden gestapeld worden. Dit kan aan de orde zijn wanneer de waterkering de grens van al dan niet voldoende als toetsoordeel nadert.

De veiligheidsnorm van een waterkering is volgens de normeringstudie een zogenaamde afkeurgrens. Een aandachtspunt is het gegeven dat de norm een zgn. afkeurgrens betreft (als de waterkering niet aan de gestelde norm voldoet dan krijgt de waterkering het toetsoordeel “niet voldoende”) en dat bij het ontwerpen mag / kan worden gekozen om een economisch optimale norm af te leiden. Een economisch optimale norm kan worden bepaald via een maatschappelijke kostenbatenanalyse. Deze economische normoptimalisatie mag echter niet tot een lagere norm leiden. Een voorbeeld van een economische normoptimalisatie is de situatie dat door het aanbrengen van een kleine hoeveelheid grond misschien een 10x veiligere waterkering kan ontstaan.

#### 7.4 AANBEVELINGEN SAMENGEVAT

De concrete aanbevelingen uit deze handreiking zijn samengevat in deze paragraaf en onderverdeeld in proces, ontwerputgangspunten en ontwerpwaarden.

Proces:

- De allereerste stap in het proces bij de constatering dat de veiligheid van een waterkering niet voldoet aan de norm is een weldoordachte keus tussen waterstandverlagende maatregelen of een dijkverbetering. Aanbevolen wordt deze keuze zeer zorgvuldig af te wegen. Zie par 2.3.
- Aanbevolen wordt om bij de start van een dijkverbeteringsproject stil te staan bij een aantal in par 4.2.2 genoemde zaken.
- voor het realiseren van een dijkverbetering bestaan verschillende procedurele mogelijkheden: MER, dijkverbeteringsplan of individuele ontheffingen. Aanbevolen wordt deze keuze en de mer-beoordelingsplicht zorgvuldig af te wegen. Zie par 3.3.
- Bij complexere projecten wordt aanbevolen om conform de gebruikelijke overlegstructuur voor primaire waterkeringen een klankbordgroep en projectgroep te installeren. Aanbevolen wordt om de bestuurders van de formeel besluitvormende partijen een structureel bestuurlijk overleg te organiseren. Ook wordt aanbevolen een goed communicatieplan op te stellen en om je vroegtijdig op te hoogte te stellen van de gevoelens die leven bij verschillende belangengroepen, zodat in het keuzeproces al rekening gehouden kan worden met mogelijke bezwaren. Zie par 2.4.2.
- Aanbevolen wordt een overzicht (“spoorboekje”) van te doorlopen fasen met bijbehorende besluiten en besluitnemers op te stellen voor het op- en vaststellen van de dijkverbeteringsplannen in de eigen organisatie. Zie par 4.1.
- Aanbevolen wordt in een projectplan ook aandacht te schenken aan de succesfactoren en mogelijke risico's in het proces en deze te vertalen naar project- en risicomanagement. Zie par 4.2.4.
- Aanbevolen wordt om de provincie in de goedkeuringsprocedure van het PvE te betrekken. Zie par 4.3.

- De vergunningprocedures kunnen het dijkverbeteringsproces behoorlijk vertragen. Vooral de Natuurbeschermingswet, de Flora- en Faunawet en de Europese Vogel- en Habitatrichtlijn stellen specifieke eisen aan bijvoorbeeld de periode waarin gewerkt mag worden in geval er bepaalde soorten in het betreffende gebied voorkomen. Aanbevolen wordt direct bij de start van het dijkverbeteringstraject te starten met de inventarisaties welke natuurwetgeving relevant is en welke consequenties dit voor het te doorlopen proces heeft. Zie par 3.7.
- De alternatievenafweging is een belangrijke stap in het dijkverbeteringstraject. Aanbevolen wordt de alternatieven te beoordelen op ruimtelijke kwaliteit (lange termijn), overlast door werkzaamheden, doorlooptijd, haalbaarheid, uitvoerbaarheid en kosten en baten. Zie par 4.5. De volgende stap is het uitwerken van het voorkeursalternatief tot ontwerpplan en indien nodig het opstellen van een mitigatie- en compensatieplan. Dit laatste kan essentieel zijn voor goedkeuring van het dijkverbeteringsplan indien de natuurwetgeving daar eisen aan stelt. Zie par 4.6

#### Ontwerpuitgangspunten:

- Aanbevolen wordt om altijd een eenduidig programma van eisen voor het dijkverbeteringstraject op te stellen. Zie par 4.3.1.
- Kleinschaligheid en medegebruiksfuncties zijn specifieke kenmerken van waterkeringen langs regionale rivieren. Aanbevolen wordt dit karakter waar mogelijk te behouden en te versterken door hier in de ontwerppogave rekening mee te houden. Zie par 2.5.3.2 en 7.2.
- Voor waterkeringen langs regionale rivieren wordt in de praktijk geregeld uitgegaan van een planperiode van 30 à 50 jaar. Gewaarschuwd wordt alleen een langere planperiode te hanteren wanneer de ontwerpwaterstand voldoende betrouwbaar kan worden afgeleid. Uitsluitend wanneer een betrouwbare voorspelling gedaan kan worden kan een langere planperiode (kosten-) effectief zijn. Het beschouwen van een langere planperiode wordt daarbij alleen aanbevolen voor het ontwerp van waterkerende kunstwerken en bijzondere waterkerende constructies of voor situaties / locaties waar toekomstige dijkverbeteringen moeilijk of alleen tegen significant extra hoge kosten uitgevoerd kunnen worden. Zie par 5.2.3 en 5.2.7.
- Aanbevolen wordt duurzaamheid een plek te geven in het dijkverbeteringsplan. Dit betreft duurzaamheid van zowel het ontwerp als de uitvoering zelf, bijvoorbeeld duurzaamheiditens zoals energie, duurzaam materiaalgebruik, kwaliteit LNC, biodiversiteit, in stand houden natuurlijk (grond)watersysteem en kwaliteit van bodem en water. Zie par 2.5.3.3.
- In verband met beheer en onderhoud wordt aanbevolen het ontwerp zo te maken, dat enig achterstallig onderhoud niet leidt tot een snelle toename van de kans dat een faalmechanisme optreedt (reststerkte). Ook het niet-kwetsbaar maken van 'storingsgevoelige' onderdelen en constructies is een opgave voor het ontwerp. Zie par 5.8.
- Aanbevolen wordt te zoeken naar situaties, waarin inrichtingsmaatregelen voor bijvoorbeeld realisatie van de doelen voor de Kader richtlijn water, waterbeheer 21e eeuw met dijkverbetering gecombineerd worden. zie par 4.4.1.

#### Ontwerpwaarden:

- Voor regionale rivieren wordt aanbevolen om de toeslag voor bui-oscillaties niet mee te nemen in de ontwerpberoeeningen. Dit geldt ook voor de windopzet met uitzondering van situaties waarbij sprake is van grote wateroppervlaktes en brede rivieren zoals de meren die deel uitmaken van de regionale rivier of de Overijsselse Vecht als brede rivier. Zie par 5.2.4.2.

- Een van de mogelijke maatregelen tegen piping is grondverbetering in het voorland om de horizontale kwelweg te verlengen. In het Technisch Rapport Zandmeevoerende wellen wordt aanbevolen om voor een slecht doorlatende laag een minimale dikte van 1 m aan te houden. Zie par 6.4.5.
- Aanbevolen wordt om in het algemeen bij dijkverbetering een kruinhoogtemarge van 30 cm aan te houden (zie par 6.2.2.), maar de speelruimte te nemen hiervan gefundeerd van af te wijken indien geconstateerd wordt dat er onnodige zekerheden gestapeld worden. Dit kan aan de orde zijn wanneer de waterkering de grens van al dan niet voldoende als toetsoordeel nadert.
- Als de hydraulische randvoorwaarden niet veranderen en het nieuwe dijkprofiel valt na de aanpassing binnen het leggerprofiel dan is strikt genomen sprake van een herstelmaatregel. Echter omdat profielaanpassing de (macro-) stabiliteit van de waterkering kan beïnvloeden wordt in dit geval aanbevolen om te checken of het faalmechanisme macrostabiliteit op kan treden. Zie par 4.2.3.

# 8

## LITERATUURLIJST

[ENW 2007]

Leidraad Rivieren, ENW, juli 2007

[HCO 1994]

Handreiking Constructief Ontwerpen, TAW, april 1994

[IPO 1999]

Richtlijn ter bepaling van het veiligheidsniveau van boezemkaden, IPO, 1999

[IPO & UvW 2004]

Visie op regionale waterkeringen, IPO & Unie van Waterschappen, 2004

[IPO & UvW 2005]

Ontwikkelingsprogramma Regionale Waterkeringen, IPO & Unie van Waterschappen, 2005

[IPO & UvW 2007b]

Richtlijn Normeren Keringen langs Regionale Rivieren, STOWA, 2007

[LK 2003]

Leidraad Kunstwerken, TAW, 2003

[LOR2 1989]

Leidraad voor het Ontwerpen van Rivierdijken, deel 2, Benedenrivierengebied, TAW, september 1989

[TRAS 2007]

Technisch Rapport Actuele Sterkte van Dijken, ENW, 2007

[TRGG 2002]

Technisch rapport Golfploop en Golfoverslag bij Dijken, TAW, mei 2002

[TRTB 1993]

Technisch Rapport voor het toetsen van boezemkaden, TAW, juni 1993

[ORW, 2008)

Leidraad toetsen op veiligheid regionale waterkeringen, STOWA, 2008

[TRWG 2001]

Technisch Rapport Waterkerende Grondconstructies, TAW, juni 2001

[TRZW 1999]

Technisch Rapport Zandmeevoerende Wellen, TAW, 1999

[VTV 2004]

De veiligheid van de primaire waterkeringen in Nederland - Voorschrift Toetsen op Veiligheid voor de tweede toetsronde 2001 – 2006 (VTV), Ministerie van Verkeer en Waterstaat, januari 2004

[VTV 2006]

Voorschrift Toetsen op Veiligheid primaire waterkeringen voor de derde toetsronde 2006 – 2011 (VTV), Ministerie van Verkeer en Waterstaat, augustus 2007

Beleidslijn Grote Rivieren, Ministerie van Verkeer & Waterstaat, 2006

Grondslagen voor waterkeringen, TAW, 1998

Handreiking (regionale) keringen en gebruiksfuncties, STOWA, 2002

[ORW, 2008b)

Handreiking ontwerpen & verbeteren boezemkaden, STOWA, 2008

Leidraad kunstwerken, TAW, 2003

Ontwerpkader Rivierdijken

ENW (2007-c) Technisch Rapport Ruimtelijke Kwaliteit - De Ruimtelijke Kwaliteit van rivierveiligheid. Rapport behorend bij de Leidraad Rivieren. Mei 2007

Leidraad overzicht effecten infrastructuur (OEI) zie website

*Websites:*

[www.senternovem.nl](http://www.senternovem.nl)

[www.stowa.nl](http://www.stowa.nl)

[www.infomil.nl](http://www.infomil.nl)

[www.nederlandleeftmetwater.nl](http://www.nederlandleeftmetwater.nl)

<http://www.rijkswaterstaat.nl/dvs/themas/leefbaarheid/economie/see/handleidingen/leidraadoei.jsp>



