VOOR LAND

April 2019

VOORLAND

EEN VOORWOORD IS ALS EEN VOORLAND: HET HOORT ER BIJ, MAAR JE KIJKT ER VAAK OVERHEEN. DAT IS JAMMER, WANT JE KUNT VAN BEIDE VOORDEEL HEBBEN.

VOORWOORD
EN SAMENVATTING

Een voorwoord is als een voorland: het hoort er bij, maar je kijkt er vaak overheen. Dat is jammer, want je kunt van beide voordeel hebben. Een goed voorland kan veel moeite besparen. En zo is dit voorwoord meteen ook een goede samenvatting van de verkenning van de mogelijkheden!

De Projectoverstijgende Verkenning Voorlanden (POV Voorlanden) is één van de innovaties binnen het Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP). De POV Voorlanden heeft in 2019 belangrijke inzichten opgeleverd. Voorlanden kunnen de overstromingskans aanzienlijk verlagen, kostbare dijkversterkingen voorkómen, uitstellen of verkleinen. Bovendien kunnen ze meekoppelkansen opleveren. De maatschappelijke baten kunnen oplopen tot meer dan een half miljard euro.

Twee jaar lang werden concrete praktijkvragen onderzocht bij projecten en beheerders binnen het HWBP. Deze handreiking geeft antwoord op de technische, juridische en financiële vragen die spelen bij het benutten van voorlanden. Ook wordt ingegaan op de spanning tussen de belangen van de waterkeringbeheerder en de externe partijen op en rond het voorland.

Kort samengevat luiden onze aanbevelingen aan de waterkeringbeheerders:

1. Neem voor een zo scherp mogelijk beeld van de waterveiligheid bij de beoordeling van de waterkering altijd het effect van het voorland mee. De technische instrumenten zijn beschikbaar. Dit is in het publiek belang, in het alliantiebelang én in het belang van de eigen zorgplicht. Daarnaast schrijft de Ministeriële Regeling bij de Waterwet (art. 6.6) dit expliciet voor. Deze handreiking schetst en bundelt de potentie die het voorland kan hebben.

2. Verwerk in de geest van de Omgevingswet de kansen van het voorland bij de trajectaanpak. Neem bij een versterking voorlandoplossingen mee als volwaardig alternatief. Benut de levensduurbenadering (LCC) om de doelmatigheid van oplossingen in beeld te brengen, zeker ook als meerdere doelen gecombineerd kunnen worden. Deze handreiking geeft concrete, uitgewerkte voorbeelden en schetst hun relatie tot de subsidieregeling HWBP en andere mogelijke financiers.

3. Organiseer waar nodig de juridische zeggenschap over het voorland en/of maak afspraken met externe belanghebbenden en collega-beheerders, zoals Rijkswaterstaat. De juridische instrumenten zijn beschikbaar. Stem de juridische borging af op de mate waarin het voorland bijdraagt aan de waterveiligheid. Deze handreiking geeft hiervoor keuzemogelijkheden, aandachtspunten en een kort stappenplan.

Om publieke investeringen te optimaliseren, vragen we ten slotte aan alle waterkering-beheerders om het effect van voorlanden altijd mee te nemen. Benut waar mogelijk het voorland in alle relevante werkprocessen. Wij danken het projectteam, de projectgroep en de meer dan honderdvijftig ‘dijkwerkers’ van de waterschappen, Rijkswaterstaat, marktpartijen en kennisinstellingen die allen aan deze handreiking hebben bijgedragen. Benut de kracht van het voorland!

Paul van den Eijnden,
Hoogheemraad van Schieland en de Krimpenerwaard
en voorzitter stuurgroep Voorlanden

Erik Wagener,
Directeur Hoogwaterbeschermingsprogramma

INHOUDSOPGAVE

VOORWOORD EN SAMENVATTING 2

HOOFDSTUK 1
INLEIDING 12

HOOFDSTUK 2
VOORLAND: EEN MULTIFUNCTIONEEL DOMEIN 14

HOOFDSTUK 3
HANDELINGSPERSPECTIEF
WATERKERINGBEHEERDER 26

HOOFDSTUK 4
TECHNIEK VAN BEOORDELEN EN ONTWERPEN 38

4.1 Bijdrage en bedreigingen 38
4.2 Rekening houden met onzekerheden 41
4.3 Invloed voorland op hydraulische randvoorwaarden 45
4.4 Voorlanden en macrostabiliteit binnenwaarts 46
4.5 Voorlanden en piping 52
4.6 Zandig voorland 58

HOOFDSTUK 5
BEHEER EN ONDERHOUD 68

5.1 Aanpak risicogestuurd beheer en onderhoud 68
5.2 Beheer en onderhoud voorlanden 70

HOOFDSTUK 6
JURIDISCHE BORGING 82

6.1 Mogelijke strategieën voor juridische borging 82
6.2 Stappenplan: hoe maak je een keuze? 88

HOOFDSTUK 7
FINANCIËLE ASPECTEN 96

7.1 LCC en de financiële impact per financier 96
7.2 Aandachtspunten met betrekking tot de HWBP-subsidieregeling 107
7.3 Casussen meenemen voorlanden 108

HOLLANDSCHE IJSSEL 6

WESTKAPELLE 20

RAVENSTEIN-LITH 32

FORT STEURGAT 62

GOUDA 76

WADDENZEEDIJKEN 90

HOOFDSTUK 8
VOORBEELDEN 116

- Kwelders in de Waddenzee 120
- Dijkversterking Prins Hendrikzanddijk Texel 122
- Dijkversterking Stadsdijken Zwolle 124
- Voorlanden aan de Nieuwe Waterweg 126
- Dijkversterking Krachtige IJsseldijken Krimpenerwaard 127
- Dijkversterking Grebbedijk 128
- Dijkversterking Lopikerweteringkade, regionale kering met voorland 129
- Dijkversterking Salmsteke 130
- Dijkversterking Tiel-Waardenburg: Landhoofden 132
- Dijkversterking Tiel-Waardenburg: Golfdempende begroeiing 134
- Golfremmend griend voor Fort Steurgat 135
- Dijkversterking Rivierdijk West Sliedrecht 136
- Zandsuppletie bij Westkapelle 138
- Beoordeling Calanddijk Rozenburg 139
- Dijkversterking Houtribdijk 140
- Beoordeling Maaskade Tropicana Rotterdam 142
- Dijkversterking Thorn-Wessem en de Koningssteendam 144
- Dijkversterking Markermeerdijken: de Oeverdijk 146
- Dijkversterking Zutphen: Rivier in de Stad 148
- Maritieme Servicehaven Noordelijk Flevoland bij Urk 150
- Feyenoord aan de Maasoever 151
- Zettingsvloeiing in de Rijn-Maasmonding 152
- Meanderende geulen in het voorland 153

REFERENTIES EN EINDNOTEN 154

BIJLAGE
Uitgangspunten van de subsidieregeling voor de bekostiging van maatregelen 156

COLOFON 160

Er ligt een grote opgave voor de dijken langs de Hollandsche IJssel, waarbij de kracht van voorland zal worden benut. Binnen versterkingsproject 'Krachtige IJsseldijken Krimpenerwaard' (KIJK) wordt het bestaande voorland meegenomen en is voor een deel van de opgave het voorland een doelmatige oplossingsvariant.

HOLLANDSCHE IJSSEL

‘WE WAREN POSITIEF VERRAST OVER DE HOEVEELHEID STERKTE DIE AAN HET VOORLAND KAN WORDEN ONTLEEND. DIT GAAN WE BENUTTEN IN HET VERVOLGONTWERP VAN DE KIJK-DIJK’

Marco Weijland,
Hoogheemraadschap Schieland en de Krimpenerwaard

TSG

H.1 INLEIDING
HET VOORLAND

Een groot deel van de Nederlandse waterkeringen wordt gekenmerkt door de aanwezigheid van voorland. Dit is buitendijks gelegen land, grenzend aan de buitenteen van de dijk. Voorland ligt dus aan de zijde van het buitenwater.[1] Voorland komt in vele vormen en afmetingen voor. Als zandbank, wad of kwelder. Of als natuurgebied, uiterwaard, woonwijk, landbouwgrond, industriegebied en als haventerrein. Op of bij het voorland zijn vaak objecten aanwezig, zoals bebouwing maar ook (haven)dammen of voorliggende keringen.

‘BIJ DE OMGANG MET VOORLANDEN CONSTATEERT DE POV VOORLANDEN BELEMMERINGEN IN DE SFEER VAN

1. SPANNING MET EXTERNE BELANGEN;
2. INTERNE AFSTEMMING;
3. BESTUURLIJK-FINANCIËLE AFWEGINGEN; EN
4. TECHNISCHE ONZEKERHEDEN,

VAAK IN INTERACTIE MET ELKAAR.’

ENW, 2018

Effect van het voorland

Voorland heeft vaak een positief effect op de waterkerende functie. Het reduceert belastingen en het vergroot de sterkte. Het meenemen van het effect van het voorland verkleint daardoor de overstromingskans. Dit kan kostbare dijkversterkingen voorkomen, uitstellen of de versterkingsopgave verkleinen. De Waterwet eist daarom dat de waterkeringbeheerders het effect van het voorland meenemen in de wettelijke beoordeling en ten behoeve van een sober en doelmatig ontwerp van versterkingsmaatregelen.

Het meenemen van het voorland leidt tot een betere weergave van de werkelijke faalkans en beter inzicht in de restlevensduur van de waterkering. Dat is van belang voor het beheer en onderhoud. Ook komt dit de rol als proactief gebiedspartner ten goede, in lijn met de Omgevingswet.

Aandachtspunten en belemmeringen

Toch wordt het effect van het voorland niet altijd meegenomen. Het meenemen van het voorland kent namelijk allerlei aandachtspunten en belemmeringen. Zo is er de onzekerheid over het effect van voorland nu en in de toekomst. Ook is er confrontatie met belangen van derden en speelt de zeggenschap over het voorland. En dan zijn er nog kosten van beheer en nadeelcompensatie die met het meenemen van voorland gemoeid kunnen zijn.

Afzien van het meenemen van het effect van voorland leidt echter tot onnodige dijkversterking. En kosten die vermeden kunnen worden als het effect wél wordt meegenomen.

Doelstelling en doelgroep

Het doel van deze Handreiking is daarom dat alle waterkeringbeheerders het effect van het voorland mee gaan nemen. Zowel bij de beoordeling, de versterking als bij het beheer van de waterkering. Als belangen van alle opgaven in het gebied worden gebundeld, kan 'werk met werk' gemaakt worden. Zo worden de publieke investeringen optimaler.

Deze Handreiking Voorland bevat een handelingsperspectief voor professionals bij waterschappen en Rijkswaterstaat. Professionals die werkzaam zijn in de beleidsmatige, technische en juridische werk- en beslisprocessen van het 'beoordelen, versterken en beheren' van waterkeringen in Nederland. Zij krijgen een antwoord op de vraag hoe zij kunnen omgaan met de geconstateerde belemmeringen en aandachtspunten. Deze doelgroep is door ons bewust breder gedefinieerd dan het speelveld van HWBP-projecten. Wij hebben daarbij gelet op de samenwerking binnen het afwegingsproces tussen de lijnorganisatie van de beheerder en de bredere omgeving.

De Handreiking is een 'doel-handreiking', die beschrijft wat het doel of wensbeeld is, welke mogelijkheden er zijn en doet suggesties voor het 'hoe'. De Handreiking geeft voorbeelden die laten zien hoe het meenemen van het voorland in de praktijk kan werken.

Status en positionering van deze Handreiking

Deze Handreiking Voorland is generiek. Zij helpt met afwegingen volgens bestaande wettelijke kaders, handreikingen, instrumenten en ambities.[2] Deze Handreiking omvat dus geen *nieuw* beleid. Zij strekt na vaststelling door de stuurgroep HWBP tot aanbeveling binnen de alliantie van het HWBP en de bredere wereld van waterprofessionals bij betrokken overheden.

Deze Handreiking is opgesteld binnen de POV Voorlanden. Haar opdracht-gevers zijn verenigd in de stuurgroep POV Voorlanden die onder auspiciën van de stuurgroep HWBP staat. Deze Handreiking is mede na advies van ENW tot stand gekomen. Daarnaast hebben meer dan honderdvijftig 'dijkwerkers' bijgedragen aan de totstandkoming van deze Handreiking.

Structuur en leeswijzer

Deze Handreiking bevat een generieke beschrijving op hoofdlijnen. Alle relevante aspecten van het 'meewegen' van het effect van het voorland op de waterkerende functie zijn meegenomen en worden ondersteund met voorbeelden.

Vanwege het multifunctionele karakter van het voorland gaat hoofdstuk 2 expliciet in op de functies, belangen en het spanningsveld dat hiertussen kan ontstaan. Hoofdstuk 3 beschrijft het handelingsperspectief op hoofdlijnen en gaat vooral in op het doel dat deze Handreiking voor de verschillende werkprocessen en aspecten wil bereiken. De daaropvolgende hoofdstukken beschrijven hoe dit doel kan worden bereikt en *hoe* met deze aspecten kan worden omgegaan. Hoofdstuk 8 geeft ten slotte voorbeelden die laten zien hoe de theorie uit deze Handreiking in de praktijk kan worden gebracht.

Met nummers tussen vierkante haakjes wordt verwezen naar de referenties. De referenties en eindnoten zijn te vinden aan het einde van de Handreiking.

H.2 VOORLAND: EEN MULTIFUNCTIONEEL DOMEIN

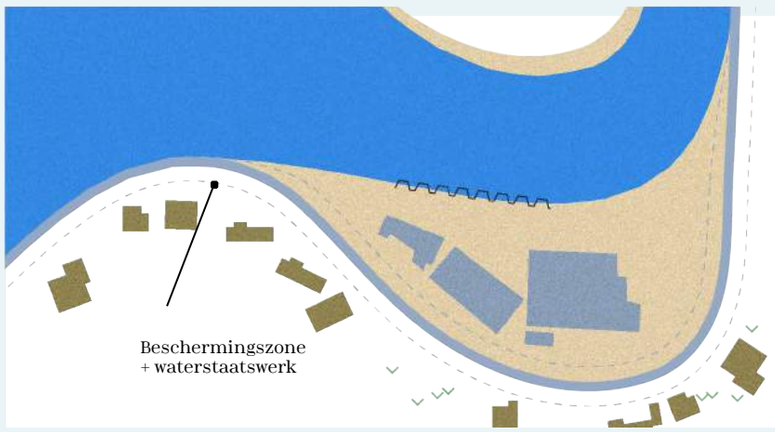
Dit hoofdstuk bevat een overzicht van de verschillende functies, belangen en ambities die een rol kunnen spelen in het voorland. Het multifunctionele karakter van het voorland leidt tot een spanningsveld tussen deze functies en belangen. Dit vormt belangrijke context voor het maken van afwegingen over het meenemen van het effect van het voorland.

Functies, belangen en ambities
Het voorland heeft niet alleen een waterkerings-functie. Het heeft vaak ook andere functies voor waterafvoer, bewoning, industrie, landbouw, natuur en recreatie. Het grondgebruik varieert per plek en is meer of minder intensief. Het voorland is eigendom van of wordt gebruikt door één of juist meerdere particulieren, bewoners en bedrijven. In andere gevallen zijn het semipublieke of publieke rechtspersonen. Denk aan gemeenten, provincies en Rijkswaterstaat als beheerder van het hoofdwatersysteem. En ten slotte zijn er nog terreinbeheerders zoals recreatieschappen, provinciale landschappen, Natuurmonumenten en Staatsbosbeheer. Naast de waterkeringbeheerder hebben dus tal van andere partijen belang bij het voorland.

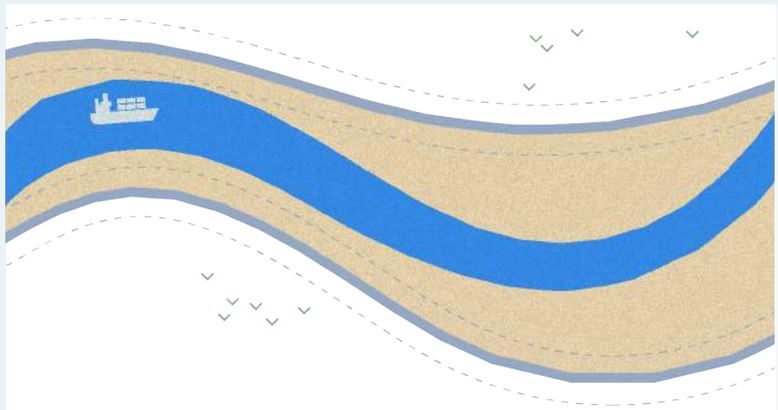
Voor de verschillende functies hebben de verschillende beheerders ambities geformuleerd. Die vormen een wensbeeld voor de toekomstige ontwikkeling van een voorland per desbetreffende functie. Zo zijn bijvoorbeeld op Europees niveau natuurdoelen geformuleerd (Natura 2000). Op nationaal niveau zijn doelen en ambities geformu-leerd vanuit het Deltaprogramma. Op regionaal niveau is er beleid ten aanzien van bijvoorbeeld recreatie en natuur. Verder bestaan er vaak overlappende juridische regimes, zoals Europese, nationale of provinciale regels, gemeentelijke bestemmingsplannen en/of verordeningen.

SITUATIE NU

VOORBEELD
1.



VOORBEELD
2.



VOORBEELD
3.

Spanningsveld: conflicten en kansen

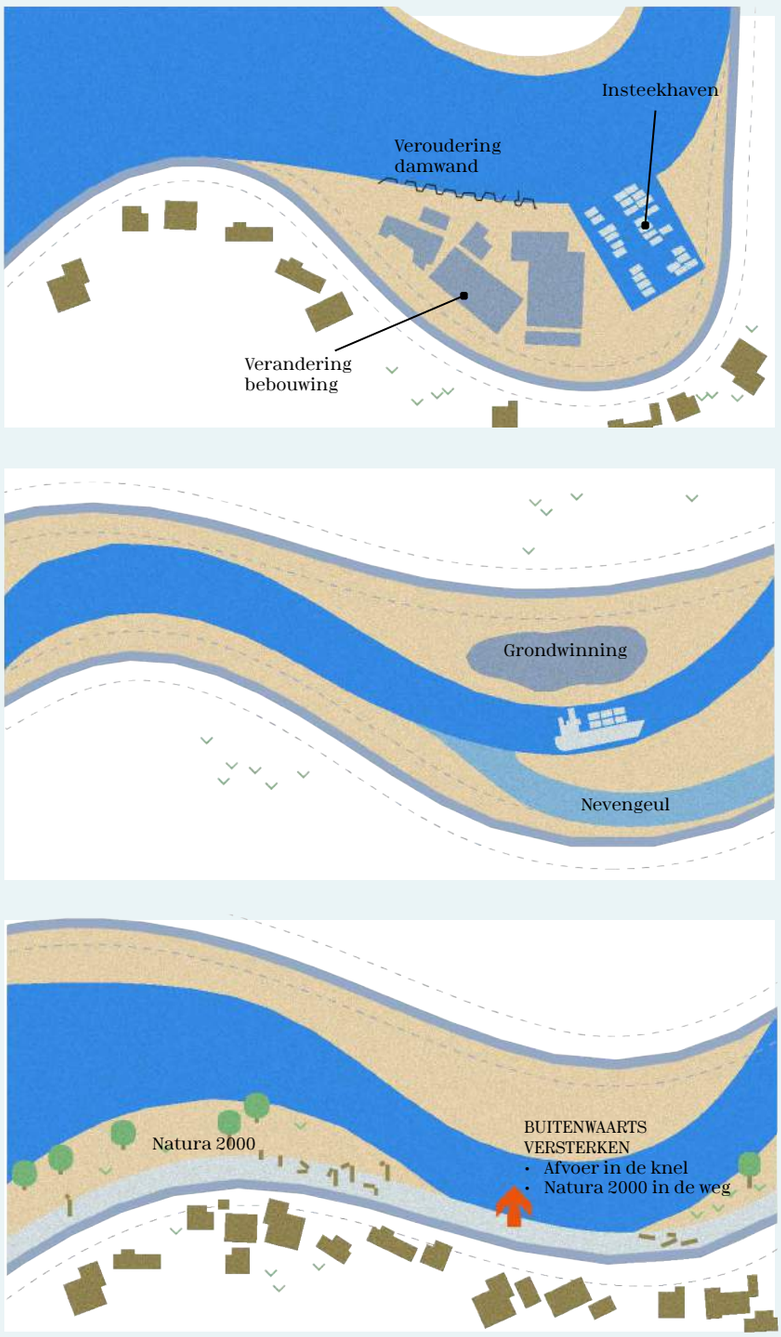
Tussen de verschillende belangen en uiteenlopende doelen en ambities kan een spanningsveld ontstaan. Dit hoofdstuk maakt dit spanningsveld voor een aantal hoofdfuncties beter zichtbaar. Hierdoor ontstaat een indruk van de mogelijke conflicten en kansen. Het voert voor deze Handreiking te ver om alle functies en belangen die in het voorland kunnen spelen tot in detail te beschrijven. Functies als wegen, begrazing, kabels en leidingen, windmolens, waterkwaliteit, cultuurhistorie, etc. vragen eveneens aandacht. Wij beperken ons tot enkele hoofdfuncties en belangen vanuit het perspectief van de waterkeringbeheerder op de externe omgeving. Ook schetsen we een beeld van het spanningsveld dat kan ontstaan.

Waterveiligheid

Waterveiligheid is het primaire belang van de waterkeringbeheerder. Er is brede consensus dat de beheerder 'van de waterveiligheid is en niet alleen van de waterkering'. Voorland verkleint vaak de overstromingskans en verlengt daarmee de levensduur van de waterkering. In hoofdstuk 4 worden de mogelijke waterveiligheidseffecten van het voorland in meer detail beschreven.

Het belang van de waterkering wordt geborgd in de legger en de Keur. De waterkeringbeheerder kan hierin een bewuste strategie kiezen (_Zie H.6) en regels opleggen aan andere partijen in het voorland. Deze regels kunnen die partijen in hun mogelijkheden beperken. Denk bijvoorbeeld aan een verbod op het (zonder aanvullende eisen) uitvoeren van ontgravingen. Dat kan het ontwikkelen van haven-infrastructuur belemmeren, of de aanleg van drainagevoorzieningen voor een betere ontwatering van landbouwgrond. Belanghebbenden kunnen dan ook bezwaar maken en nadeelcompensatie claimen.

TOEKOMSTIGE ONTWIKKELING



FIGUUR 1: Het voorland als multifunctioneel domein.

Waterafvoer

In het rivierengebied heeft voorland (de uiterwaarden) een belangrijke functie bij de afvoer van hoogwater. De uiterwaarden bepalen mede de afvoercapaciteit van de rivier. Hoewel de afvoercapaciteit primair onderdeel is van de functie 'waterveiligheid', wordt dit als een afgeleide functie op systeemniveau beheerd. Het wordt als afzonderlijk bovenregionaal belang gezien. Hierbij kan het voorland bijdragen aan het verlagen van de hydraulische belastingen op de waterkering en daardoor een versterkingsopgave beperken.

Dit gegeven heeft in het recente verleden geleid tot rivierverruiming, in het kader van het Programma Ruimte voor de Rivier. Dat resulteerde in dijkverleggingen, aanleg van nevengeulen en uiterwaardverlagingen. Dit programma had een dubbele doelstelling. Naast waterveiligheid was dat het vergroten van de ruimtelijke kwaliteit in het rivierengebied. Functies als natuur en recreatie kregen daarmee hetzelfde belang als het verbeteren van de rivierafvoer en daarmee het verlagen van de hydraulische belasting op de waterkering.

Er ontstaat een spanningsveld als maatregelen in het voorland ten behoeve van de afvoerfunctie de bredere doelstelling voor waterveiligheid juist tegenwerken. Denk hierbij aan ontgraving in het kleidek ten behoeve van nevengeulen, erosiekuilen, onvoorzien grondwatergedrag en het verlagen of verwijderen van zomerkades of andere voorlandkeringen. Omgekeerd geldt dat buitenwaarts versterken de waterafvoer- of bergingsfunctie kan aantasten, al leert de ervaring dat deze effecten, ook op systeemniveau, nauwelijks invloed hebben op de overstromingskans. Daarom dienen dergelijke maatregelen een volwaardige plaats te krijgen in de afweging van alternatieven[001].

Industrieel voorland
Gouda

Koningssteendam
Thorn

Voorland als zanddijk
Texel

Voorland met kwelders
Waddenzee

Voorland als haven
Lauwersmeerdijken

Bebouwd voorland
Zwolle

Voorland als zanddijk
Petten

Eroderend voorland
Lek bij IJsselstein

Voorland als schorrengebied
Saeftinghe

Bebouwd voorland
Lopikerweteringkade

Dijk in duin met parkeergarage
Katwijk aan Zee

Voorland als uiterwaard
Lek

Zandmotor
Kijkduin

Havenontwikkeling
Urk

Voorland en uiterwaardvergraving
Arnhem

Bebouwd voorland
Tropicana - Rotterdam

Voorland bij Grebbedijk
Wageningen

Voorland als stadsfront
Zutphen

Het belangrijkste is dat maatregelen in het voorland altijd in samenhang worden beschouwd. In dit kader zijn er op het niveau van riviertakken tussen Rijk en waterschappen afspraken gemaakt. Op basis van de redeneerlijn 'buitendijks versterken' is afgesproken dat bij de afweging van alternatieven wordt gestreefd naar het alternatief met de minste waterstandsopstuwing[008]. Daarbij wordt van de projecten een integrale afweging verwacht. Zij moeten onderbouwen op welke locaties een binnenwaartse versterking en/of constructies redelijkerwijs niet mogelijk is. Bijvoorbeeld vanwege aanwezige binnendijkse belangen en waarden en de daardoor onacceptabel hoge kosten.

Meestal laat de ontwikkeling van natuur zich goed met de afvoerfunctie verenigen, zoals bij stroomdalgraslanden. Maar soms kan borging van de afvoerfunctie de ontwikkeling van bepaalde natuur belemmeren, bijvoorbeeld bij hardhoutooibos. Zo is in het kader van het programma Stroomlijn bepaalde hoge begroeiing uit de stroombaan verwijderd om te voorkomen dat deze de afvoer belemmert waardoor hoogwaterstanden toenemen.

Desalniettemin laten rivierverruimingsprojecten zich doorgaans goed combineren met andere functies. Bijvoorbeeld bij het project Ruimte voor de Waal bij Nijmegen en Lent. Daar is rivierverruiming de basis geweest voor het ontwikkelen van een rivierpark met recreatiemogelijkheden, natuurontwikkeling en mogelijkheden voor toekomstige woningbouw.

Wonen

Veel voorlanden zijn bebouwd met woningen, met name in het benedenrivierengebied. Denk aan historische binnensteden zoals in Dordrecht of aan hooggelegen buitendijkse woonwijken zoals langs de Lek en Hollandsche IJssel. Deze buitendijkse voorlanden liggen vaak relatief hoog. Dat beperkt de frequentie van overstroming van dit voorland en de eventuele schade aan de woningen.

Aaneengesloten bebouwing op het voorland kan golfdempend werken. Daardoor kan een eventuele versterking worden beperkt of uitgesteld, zoals bij de Verkenning Sliedrecht (_Zie H.8). Ook kan de risicobeheersing van buitendijkse bebouwing bijdragen aan de waterkerende functie. Denk bijvoorbeeld aan de gemeentelijke uitgiftepeilen[058], die een minimale maaiveldhoogte voor buitendijkse terreinen voorschrijven.

Het belang van bewoners (maar ook andere gebruikers) van het behoud van een voorland is feitelijk niet anders dan het belang van de waterkeringbeheerder. Wellicht is het belang van bewoners zelfs groter. Aantasting van het voorland, door bijvoorbeeld een instabiele oever, bedreigt immers direct de grootte van hun kavel en in potentie zelfs hun woning. Verder zullen veel bewoners in zettingsgevoelig gebied hun kavel regelmatig ophogen zoals langs de Hollandsche IJssel gebeurt. Al blijkt uit de praktijk dat niet iedereen dit doet.

Ook kan er een spanningsveld ontstaan tussen bewoners op het voorland en de geboden en verboden van de Keur. Ook de overlast van beheeractiviteiten kan tot spanningen leiden. Tegelijkertijd kan de borging van het waterveiligheidsbelang van het voorland juist ook in het belang van de bewoners zijn. Deze kan immers een dijkversterking voorkomen en daarmee alle overlast en inpassingsproblemen die daarmee gepaard kunnen gaan. Voorbeelden hiervan zijn de Verkenning Sliedrecht en het project Krachtige IJsseldijken Krimpenerwaard (KIJK) (_Zie H.8).

Havens en scheepvaart

De Nederlandse rivieren, meren, estuaria, de Noordzee en delen van de Waddenzee vormen een belangrijk transportnetwerk voor de scheepvaart. Havens voorzien in de mogelijkheid tot overslag van goederen van en naar zee- en binnenvaartschepen. Sprekende voorbeelden vind je in de regio Rotterdam en langs het Noordzeekanaal.

Haventerreinen en havendammen kunnen een positief effect hebben op de waterkerende functie. Vaak liggen de dammen en haventerreinen relatief hoog om de kans op overlast bij hogere waterstanden te beperken. Hiermee reduceren ze ook inkomende golven voordat deze de dijk bereiken. De aanleg van een nieuwe haven kan dus tegelijk een waterveiligheidsopgave verkleinen of voorkomen. Dit is bijvoorbeeld het geval bij de Maritieme Servicehaven Noordelijk Flevoland bij Urk (_Zie H.8).

Anderzijds kan de scheepvaart ook negatieve effecten hebben op de waterveiligheid. Met name in het delta- en waddengebied kunnen diepe, al dan niet meanderende vaargeulen de kans op zettingsvloeiing of afschuivingen vergroten. Bovendien kunnen scheepsgolven leiden tot vooroevererosie. Vanuit het vaarwegbelang is het minder relevant of geulen te diep zijn, door meanderen te dicht tegen de kering komen te liggen of dat oevers worden aangetast. Daarom is het van belang dat de beheerder van de waterkering en de beheerder van de vaarweg afspraken maken over monitoring, signalering, interventie en financiering van maatregelen.

De soms beperkte toegankelijkheid van haven- en industrieterreinen kan de monitoring van de staat van het voorland bemoeilijken. Dit kan nadere afspraken tussen de waterkeringbeheerder en de gebruiker of eigenaar noodzakelijk maken.

Aan de andere kant is het belang van havenbedrijven hetzelfde als dat van de waterkeringbeheerder, namelijk dat het voorland behouden blijft. Immers, het bezwijken van een kademuur tast direct de bedrijfsprocessen in de haven aan. Hoewel voor een dergelijke constructie niet dezelfde (wettelijke) normen gelden, is de urgentie voor herstel groter. In die zin biedt de aanwezigheid van bedrijven in het voorland extra zekerheid voor de waterkeringbeheerder.

Grondstoffenwinning

In het voorland, met name in de uiterwaarden langs de rivieren, komt vaak klei-, zand- en grindwinning voor. Zand en grind worden gebruikt in de beton- en asfaltindustrie en klei voor bijvoorbeeld metselstenen en straatstenen. Uit het voorland gewonnen klei en zand kunnen ook gebruikt worden voor versterking van waterkeringen, wat bijdraagt aan een doelmatigere en duurzamere dijkversterking. Het toepassen van gebiedseigen grond wordt momenteel onderzocht in het kader van de POV Dijkverbetering met Gebiedseigen Grond.

Anderzijds kan de winning op de winlocaties leiden tot verslechtering van de waterveiligheid. Bijvoorbeeld doordat slechtdoorlatende lagen in het voorland worden doorsneden, waarmee een intredepunt voor piping ontstaat. Daarnaast kan het graven van diepe winputten het risico van zettingsvloeiingen en afschuivingen van het voorland en de dijk vergroten.

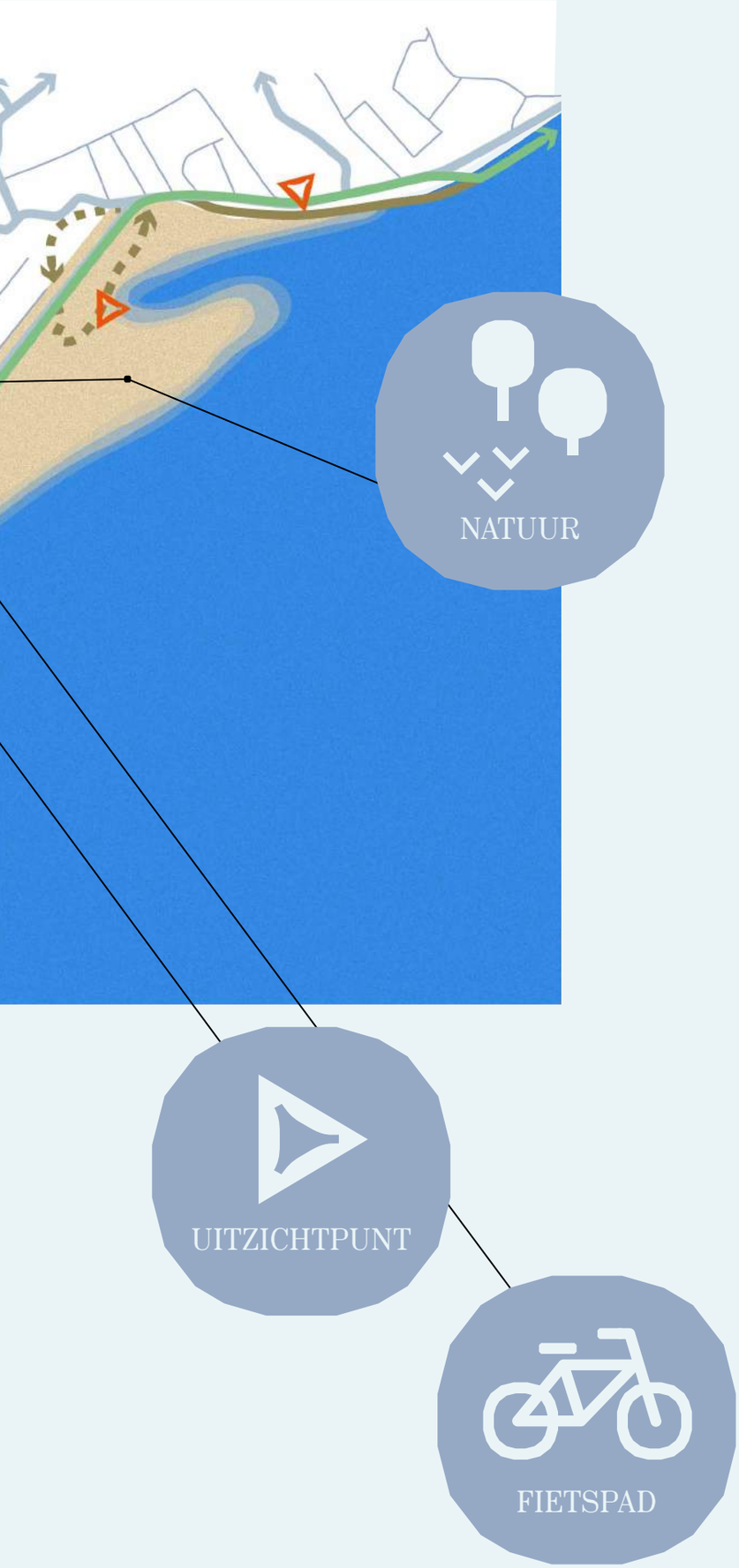
Ook ontstaan er spanningen als bedrijven of andere economische belangen geconfronteerd worden met de geboden en verboden van de Keur of met de overlast van beheer- en versterkingsactiviteiten van de waterkeringbeheerder. Langs de Maas zijn gevallen bekend waarbij het economisch belang van grondstoffenwinning (klei, grind, zand) de leggergrenzen van de waterkering aanzienlijk heeft beïnvloed.[059]

Anderzijds kan grondstoffenwinning juist een meekoppelkans bieden voor natuurontwikkeling en voor de waterafvoer (en zo indirect voor waterveiligheid). Door het afgraven van uiterwaarden te combineren met de aanleg van nevengeulen, kan de afvoerfunctie worden versterkt. Daarnaast biedt dit kansen voor natuurontwikkeling en recreatie. Een voorbeeld hiervan is de aanleg van de Maaswerken.

Landbouw

Voorland is vaak in gebruik als landbouwgrond, vooral de uiterwaarden in het rivierengebied. Deze gronden liggen meestal lager, zodat landbouwgronden relatief vaker onder water komen te staan. Daarom betreft het agrarisch gebruik van uiterwaarden vooral weiland of hooiland. Afgezien van de maïsakkers langs de Maas, is het voorland voor akkerbouw vaak te nat.

Het aanleggen van greppels voor de ontwatering van landbouwgronden en in mindere mate het grazen van vee, kunnen een risico vormen voor het functioneren van de waterkering. Hierdoor kan immers de soms dunne slechtdoorlatende toplaag worden aangetast en een nieuw intredepunt voor piping ontstaan. Aan de andere kant beperkt het gebruik van voorland als landbouwgrond de ruwheid in het rivierbed, wat weer gunstig is voor de afvoerfunctie (en indirect voor waterveiligheid).



FIGUUR 2: Recreatie bij Prins Hendrikzanddijk (Texel).[009] _Zie H.8

Natuur

Veel voorlanden hebben een natuurfunctie en zijn aangewezen als Natura 2000-gebied. Deze natuur kent allerlei verschijningsvormen. Bijvoorbeeld uiterwaarden met graslanden en akkers (combinatie met landbouw), meidoornhagen, knotwilgen, bosjes, moerasgebiedjes, ontgrondingsgaten en geïsoleerde oude riviertakken. Een ander voorbeeld zijn de kwelders in het Waddengebied en langs Ooster- en Westerschelde, met geulen, slenken, slikken en kreken.

In principe is het goed mogelijk om het natuurbelang van het voorland mee te koppelen met het waterkeringsbelang. Een voorbeeld hiervan zijn de dynamische gebieden langs de kust. Omdat onder invloed van hoogwater kunnen aanslibben, komen deze voorlanden hoger te liggen.[3]

Een ander voorbeeld zijn *Building with Nature*-achtige oplossingen. Daarbij wordt voorland aangelegd met zowel een waterkerende als een natuurfunctie. Te denken valt aan de Hondsbossche Zeewering, de Prins Hendrikzanddijk, de Houtribdijk en de aanleg van grienden met een golfdempende functie, zoals bij Fort Steurgat (_Zie H.8).

Als de Natura 2000-aanwijzing betrekking heeft op het handhaven van de huidige habitat, dan kunnen voor bestaande natuurlijke, hoge voorlanden de belangen met waterveiligheid parallel liggen. Echter, diezelfde regelgeving maakt veranderingen maar zeer beperkt mogelijk. Hiervoor geldt namelijk een streng regime (de zogeheten 'ADC-toets'), dat slechts onder uitzonderlijke omstandigheden veranderingen toestaat. Het aanleggen van een natuurlijk voorland om een waterveiligheidsopgave op te lossen, is in Habitatrichtlijngebied daarom doorgaans niet toegestaan omdat daarmee beschermd gebied wordt aangetast. Deze sectorale benadering vanuit de natuurfunctie zorgt voor spanning met een meer integrale afweging vanuit *Building with Nature*. In principe bestaat hiervoor alleen ruimte, als maatregelen de habitat niet ongunstig beïnvloeden. In de praktijk blijkt het, door het creëren van een breed draagvlak, toch mogelijk om maatregelen met (enig) negatief effect op habitatrichtlijngebied uit te voeren (_Zie project Prins Hendrikzanddijk in H.8). Waterkeringbeheerders nemen hiermee echter wel een juridisch risico.

Recreatie

Een voorland heeft vaak een recreatiefunctie. Bijvoorbeeld voor extensieve recreatie zoals wandelen, fietsen en zwemmen, maar ook voor intensievere vormen zoals watersport. Het aanleggen van nieuw voorland met een natuurfunctie, wordt vaak gecombineerd met recreatiemogelijkheden. Het gebruik van natuurgebieden voor recreatie zorgt echter voor druk op die natuur. Daarom is het soms nodig om beperkingen aan de recreatie op te leggen of om recreatie in een gebied te verbieden.

De Prins Hendrikzanddijk (Texel) is een voorbeeld van aanleg van recreatiemogelijkheden (_Zie Figuur 2). Hier worden verschillende wandel- en fietspaden en drie uitzichtpunten aangelegd. Buiten de paden is het gebied niet toegankelijk en neemt men maatregelen om betreding te voorkomen. Een ander voorbeeld is de Oeverdijk bij Hoorn. Daar wordt de aanleg van een zandig voorland gecombineerd met de aanleg van een stadsstrand met wandel- en fietspaden. Bij het project Salmsteke (_Zie H.8) wordt de aanleg van een nevengeul gecombineerd met waterrecreatie. Ook bij de Hondsbossche Zeewering is een zandige versterking gecombineerd met recreatie.

Zeedijken, stranden en duinwaterkeringen tussen Westkapelle en Domburg. Recreatie en medegebruik in het voorland van de waterkering is meer regel dan uitzondering langs de Zeeuwse kust. Ter plaatse van de foto werd in 2008 een gecombineerde vooroeversuppletie, strand-suppletie en duinaanvulling aangelegd waarmee verhoging van de waterkering werd voorkomen, zandverliezen werden gecompenseerd en recreatieve functies werden geborgd.

WESTKAPELLE

‘DE BEHEERDER ZIT NIET ALTIJD TE SPRINGEN OM MEDEGEBRUIK VAN DE WATERKERING, OMDAT DE GEMOEIDE KOSTEN VAAK HOGER ZIJN DAN VAN TEVOREN INGESCHAT EN AFSPRAKEN OP LANGERE TIJDSCHALEN LASTIG HANDHAAFBAAR ZIJN’

Ernst Jonker,
Waterschap Scheldestromen

WESTKAPELLE

WESTKAPELLE

HYMER

H.3 HANDELINGS-PERSPECTIEF WATERKERINGBEHEERDER

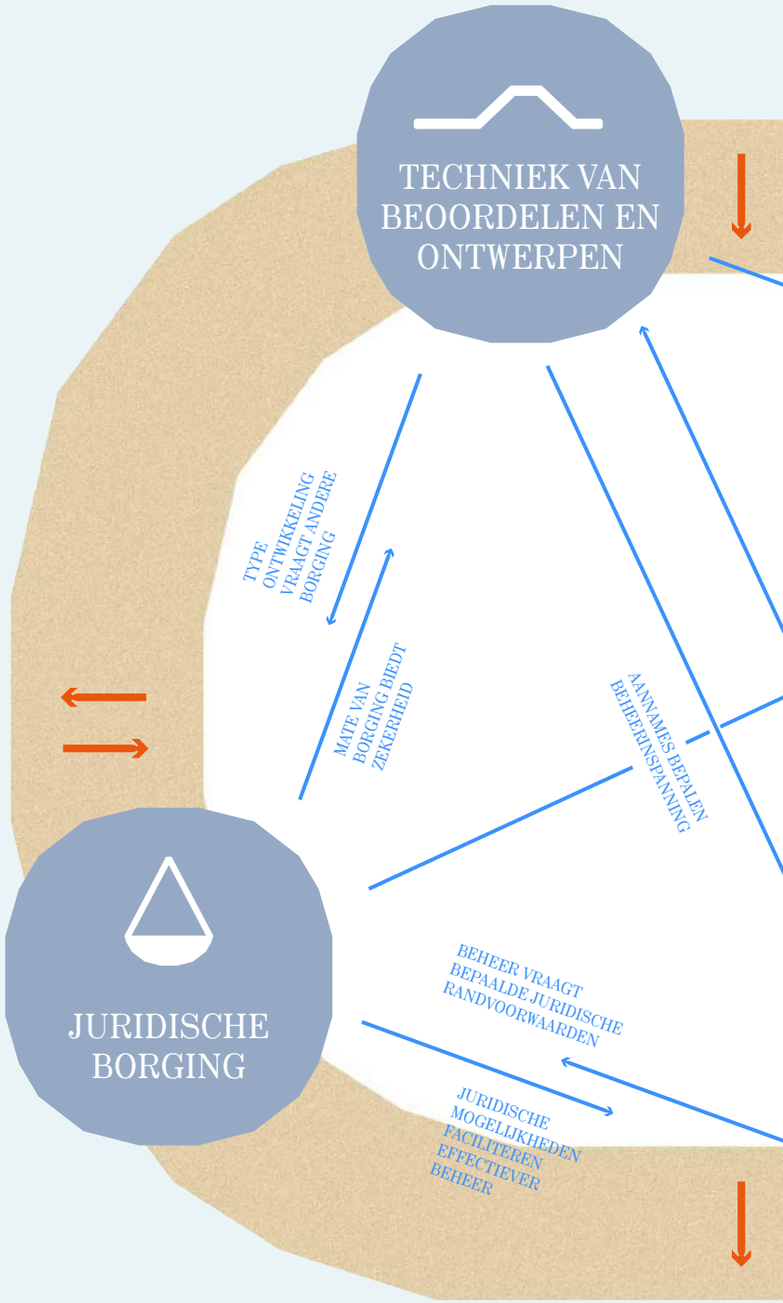
Dit hoofdstuk beschrijft het handelingsperspectief van de waterkeringbeheerder[4] op hoofdlijnen. In korte zinnen wordt het feitelijk te bereiken doel neergezet met daaronder een beknopte toelichting. De hoofdstukken hierna gaan in op de vraag wat waterkeringbeheerders kunnen doen om deze doelen te bereiken.

Het handelingsperspectief vertrekt vanuit de notie dat de waterkeringbeheerder verantwoordelijk is voor de waterveiligheid van het beschermde gebied en niet slechts voor de (juridisch ingekaderde) dijk. Omdat het voorland vaak bijdraagt aan de waterveiligheid moet het (wettelijk) als integraal onderdeel van de waterkering worden gezien. Dit in plaats van te worden losgeknipt of te worden gezien als een stukje extra veiligheidsbuffer.

Hiernaast gaat dit handelingsperspectief uit van een waterkeringbeheerdermet een rol als gebiedspartner. Dat betekent een proactieve houding richting andere partijen en is in lijn met de nieuwe Omgevingswet. Deze Wet streeft naar een integrale benadering van de leefomgeving, waarin de diverse belangen in onderlinge samenhang worden beschouwd, met als doel 'werk met werk maken'. Dit speelt bij uitstek bij het voorland als multifunctioneel domein.

Dit handelingsperspectief heeft betrekking op het meenemen van het effect van het voorland in de verschillende werkprocessen van de waterkeringbeheerder. Die strekken zicht uit van beoordeling, versterking en beheer tot hoe om te gaan met de afweging van belangen, de juridische borging en de financiële consequenties. Het handelingsperspectief helpt met het beantwoorden van vragen als: wat is het effect van het voorland? Welke onzekerheden bedreigen dit effect? Hoe kan daarmee worden omgegaan bij de beoordeling of versterking? Welke beheerinspanning is passend bij welke bedreiging? Welke juridische maatregelen zijn nodig om het waterveiligheidsbelang te borgen? Hoe stelt de waterkeringbeheerder zich proactief op richting andere belanghebbenden? Wat zijn de financiële gevolgen van het meenemen van voorland?

Figuur 3 bevat een schematische weergave van de verschillende aspecten en de relaties daartussen die een rol spelen bij het meenemen van het effect van het voorland.



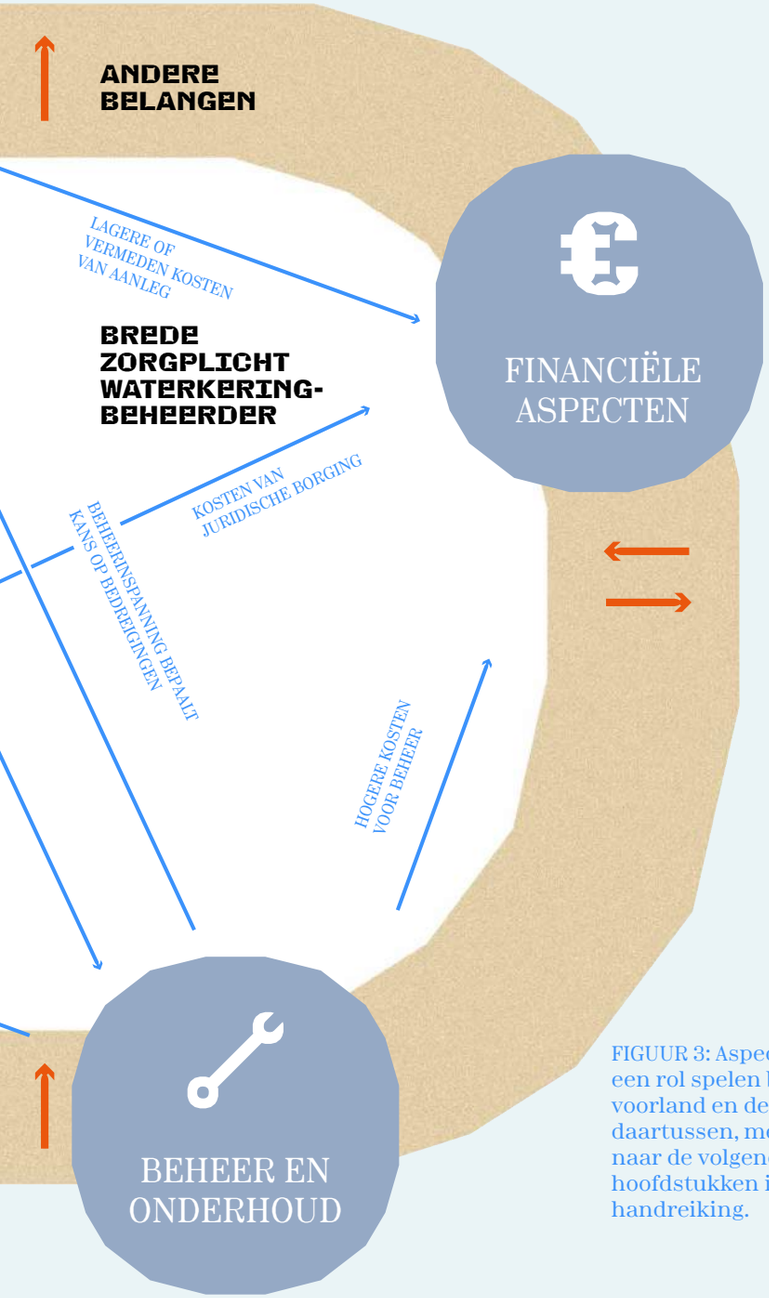
Neem het voorland mee in de bredere zorgplicht

Meenemen van het voorland hoort bij de brede zorgplicht. Het voorland is namelijk een integraal onderdeel van de waterkering. Het zorgt voor een toekomstbestendige beheerstrategie die inzicht geeft in de werkelijke aard en omvang van de overstromingskans. Dit biedt namelijk inzicht in de levensduur van de waterkering. Ook als de dijk nu zonder voorland zou voldoen, dan kan juist het voorland in de toekomst alsnog het verschil maken tussen wel of niet voldoen aan de norm. Inzicht in de bijdrage van voorland of objecten daarop is nodig voor het invullen van risicogestuurd beheer en onderhoud. Denk hierbij aan vergunningverlening, handhaving en het programmeren van beheermaatregelen. Dat geldt ook bij het maken van afspraken met collega-water-/terreinbeheerders. Kortom: voor alle activiteiten die horen bij de zorgplicht en nodig zijn om te borgen dat de waterkering aan de norm blijft voldoen.

Ook is inzicht in de overstromingskans nodig zodat de waterkeringbeheerder zich proactief kan opstellen naar de omgevingspartijen. In de geest van zorgplichtactiviteit 'denken op lange termijn en over de grenzen', stemt de waterkeringbeheerder af met andere partijen in het voorland. Hij kan dan reageren of anticiperen op ontwikkelingen in het voorland door deze partijen. Zo nodig kan hij zijn belang actief (juridisch) borgen.

Het inventariseren en betrekken van belangen van andere partijen rondom de dijk (waaronder het voorland) is een continu proces. Dit kan bijvoorbeeld door periodiek met omgevingspartners de verschillende belangen en (kansen op het meekoppelen van) opgaven te inventariseren, zodat daarop kan worden geanticipeerd (_Zie kader Werkatelier Zuiderzeeland).

Alle werkprocessen in het kader van de zorgplicht dragen bij én tappen af van een zo scherp mogelijk beeld van de overstromingskans in de (wettelijke) beoordeling.



FIGUUR 3: Aspecten die een rol spelen bij het voorland en de relaties daartussen, met een link naar de volgende hoofdstukken in deze handreiking.

WERKATELIER ZUIDERZEELAND

In 2017 heeft Waterschap Zuiderzeeland een werkatelier georganiseerd met alle gebiedspartners. Tijdens dit werkatelier hebben gebiedspartners informatie over projecten, initiatieven en ambities gedeeld. Resultaat van het werkatelier was een groslijst van alle lopende projecten en initiatieven voor de periode 2019 tot en met 2024. Op basis van deze lijst kunnen tijdig meekoppelkansen worden geïdentificeerd. Naar verwachting wordt het werkatelier in 2019 herhaald en wordt de groslijst geactualiseerd.

‘DE PERIODIEKE BEOORDELING VAN DE WATERKERINGEN GAAT UIT VAN HET WERKELIJKE PROFIEL VAN DE KERING EN TOESTAND OP DE PEILDATUM. DIT BETEKENT DAT OOK HET VOORLAND MOET WORDEN MEEGENOMEN IN DE SCHEMATISERING EN DE BEOORDELING ALS DIT AANWEZIG IS — OOK ALS HET VOORLAND NIET OPGENOMEN IS IN DE LEGGER.’

Regeling Veiligheid Primaire Waterkeringen, 2017

Neem het effect van het voorland mee in de beoordeling
De waterkeringbeheerder beoordeelt periodiek de primaire waterkering met behulp van het Wettelijk Beoordelingsinstrumentarium (WBI). Bij de beoordeling neemt de beoordelaar het effect van het voorland mee, conform de onder de Waterwet geldende Regeling Veiligheid Primaire Waterkeringen (Artikel 6.6), die stelt:

De periodieke beoordeling van de waterkeringen gaat uit van het werkelijke profiel van de kering en toestand op de peildatum. Dit betekent dat ook het voorland moet worden meegenomen in de schematisering en de beoordeling als dit aanwezig is – ook als het voorland niet opgenomen is in de legger.

In de huidige werkpraktijk wordt het voorland nog niet altijd (volledig) meegenomen. Zo wordt voorland op de leggergrens soms uit de schematisering geknipt omdat de waterkeringbeheerder geen zeggenschap heeft over het voorland buiten de legger. Het is echter niet wenselijk dat eventuele beleidsmatige aspecten zoals beleidsregels, leggergrenzen, regels voor medegebruik en eigendom de feitelijke beoordeling beïnvloeden. Beleid volgt immers op een zo realistisch mogelijk beeld van de veiligheid en niet andersom. De Regeling staat dit daarom ook niet toe.

Het WBI bevat de benodigde handvatten om het effect van het voorland mee te nemen. Deze Handreiking Voorland sluit aan bij het WBI en verwijst naar de relevante onderdelen daarvan. Daarnaast geeft het de potentie aan van meenemen van het effect van het voorland (_Zie H.4).

Als uit een beoordeling blijkt dat de betreffende waterkering, inclusief het voorland, niet aan de gestelde eisen uit de norm voldoet, dan dient de waterkeringbeheerder actie te ondernemen voor verbetering. Soms is het voldoende om het beheer aan te passen, in ander gevallen ontstaat er een versterkingsopgave.

Benut de kansen van het voorland in de trajectaanpak
Voordat er een versterkingsproject start of wordt aangemeld bij het HWBP, doorloopt de waterkeringbeheerder zo mogelijk een ‘trajectaanpak’. Dit is de fase na de beoordeling en voorafgaand aan de HWBP-programmering en staat beschreven in de Handreiking Trajectaanpak. De trajectaanpak beoogt een doelmatige aanpak van de veiligheidsopgave en draagt bij aan een stabiel HWBP-programma. Nog voor opstarten van een versterkingsproject wordt een uitvoeringsstrategie opgesteld en worden (globaal) de scope en kosten van maatregelen in beeld gebracht. Dit kunnen naast versterkingsmaatregelen ook beheermaatregelen zijn. Verder brengt de Trajectaanpak vroeg in het proces vanuit de omgeving de (ruimtelijke) kansen in beeld. Dat levert weer input op voor de omgevingsvisies en gebiedsprocessen.[004]

‘HET LOSKNIPPEN VAN HET VOORLAND IS NIET AAN TE BEVELEN VANWEGE HET FEIT DAT MEERDERE WERKPROCESSEN BAAT HEBBEN BIJ EEN ZO REALISTISCH MOGELIJKE INSCHATTING VAN DE VEILIGHEIDSSITUATIE IN DE BEOORDELING, ONDER ANDERE VANWEGE ZICHT OP DE RESTERENDE LEVENSDUUR, VERGUNNINGVERLENING EN MET HET OOG OP DE TOEKOMSTIGE OMGEVINGSWET’

ENW, 2018

RAVENSTEIN-LITH
_ZIE FOTOSERIE OP P. 32

De Maasdijk tussen Ravenstein en Lith wordt versterkt. Door niet alleen naar de dijk te kijken, maar ook combinaties te zoeken met rivierverruiming en gebiedsmaatregelen, ontstaan kansen voor omgevingsontwikkeling. Zo worden bewoners en bedrijven beschermd en wordt tegelijkertijd het gebied esthetisch aantrekkelijker en economisch sterker. Waterschap Aa en Maas verbetert in het project ook de waterkwaliteit conform Kaderrichtlijn Water en er wordt met nieuwe natuur een impuls voor recreatie gegeven. Deze aanpak gaat verder dan inpassing en meekoppelen van kansen die bij dijkversterkingen gebruikelijk is.

Het waterschap maakt de afweging 'dijkversterking-rivierverruiming' in één project met de status van integrale verkenning. Het is het eerste project dat zowel onder het Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP) als het MIRT valt. Door verschillende ingrepen in het voorland te combineren, wordt efficiënt omgegaan met de middelen van de betrokken partijen. Uit de eerste kostenramingen blijkt het financieel effectief te zijn om doelen te combineren. Zo kan grond die lokaal vrijkomt door de gebiedsontwikkeling in de uiterwaard, gebruikt worden om de dijk te versterken. Dat scheelt in kosten, is beter voor het milieu en beperkt omgevingshinder.

Omdat het voorland een multifunctioneel domein is (_Zie H.2) met verschillende belangen en opgaven, zijn er kansen om belangen te combineren. Daardoor kan 'werk met werk' gemaakt worden. Maatregelen die meerdere doelen dienen en daarmee de integrale ontwikkeling van een gebied bevorderen, vergroten het potentiële draagvlak. Ook kunnen daarmee publieke of zelfs private investeringen worden geoptimaliseerd. Deze aanpak rendeert dus méér dan maatregelen die slechts één doel dienen. Dit blijkt uit het voorbeeld van project Ravenstein-Lith (_Zie kader Ravenstein-Lith).

Voor het maken van een afweging tussen die belangen bestaat geen landelijk integraal afwegingskader of vastgelegde verdringingsreeks[6]. Echter, de Handreiking Trajectaanpak biedt wel een kader voor het betrekken van die belangen. De uiteindelijke afweging voor het aanleggen of beheren van voorland ten behoeve van waterveiligheid in combinatie met andere functies is een kwestie van maatwerk en regionale of lokale afspraken tussen beheerders, omgevingspartijen en (co)financiers. Voor meer informatie verwijzen we naar de Handreiking Trajectaanpak[004].

Neem bij een versterking voorlandoplossingen mee als volwaardig alternatief

Net als bij het beoordelen is het nodig om in ontwerpberekeningen het aanwezige voorland mee te nemen bij het bepalen van de overstromingskans. Hoofdstuk 4 schets de potentie van het voorland voor verschillende faalmechanismen. In de verkenning naar een doelmatig ontwerp wordt daarmee inzicht verkregen in de doelmatigheid van (aanvullende) maatregelen in het voorland.

Het betrekken van het voorland of de aanleg van nieuw voorland bij een versterkingsopgave kan — naast het waterveiligheidsdoel — ook helpen om andere maatschappelijke doelen te verwezenlijken. Daarom worden de belangen van andere partijen intensief betrokken. Het versterkingsproject is verantwoordelijk voor het ophalen van eisen en wensen bij alle belanghebbenden (inclusief bijbehorende financiering). Daarnaast maakt het versterkingsproject een integrale afweging. Het houdt rekening met overeenstemmende maar ook met conflicterende belangen en met kaders die het belang van individuele functies borgen. Denk hierbij aan kaders als 'redeneerlijn buitendijks versterken' (borging afvoerfunctie) en de ADC-toets (borging natuurfunctie) (_Zie H.2). Hiervoor heeft het HWBP de Handreikingen Verkenning, Planuitwerking en Landschappelijke inpassing en ruimtelijke kwaliteit in waterveiligheidsopgaven opgesteld[010, 011, 012]. Deze gaan onder meer in op het betrekken van belangen door het identificeren van stakeholders, het uitvoeren van participatietrajecten, het omgaan met conflicten en meekoppelkansen en integraal ontwerpen waarbij ook andere opgaven worden betrokken. Tabel 1 schetst in welke fase van de zorgplicht en op welk niveau van het systeem de belangen kunnen worden betrokken.

Betrek de interne beheerder bij het beoordelen en ontwerpen

Het beheer van de waterkering moet gericht zijn op de uitgangspunten van beoordeling en ontwerp. Daarom is het belangrijk om de interne beheerder te betrekken bij het beoordelen van de waterkering en binnen het proces om te komen tot een doelmatig en beheerbaar ontwerp. Als middels inspectie en monitoring negatieve afwijkingen worden geconstateerd (aan de waterkering inclusief het voorland), kan er actie worden ondernomen om (aantoonbaar) aan de norm te blijven

	BREDE ZORGPLICHT (DOORLOPEND)					
	BEOORDELING	TRAJECTAANPAK	VERSTERKING			BEHEER
			Verkenning	Plan-uitwerking	Realisatie	
Systeem						
Traject	Oordeel Veiligheids-effect	Trajectaanpak Projectscope				
Project			Alternatieven VKA			
Dijkvak				Projectplan		
Bouwdeel					Uitvoerings-plan	Beheerplan
	Fase voor afwegingen t.a.v. betrekken van voorlanden					

TABEL 1: Samenhang werkprocessen, ontwerpniveaus en fasering, vrij naar 'handreiking verkenning'[010].

voldoen. Er is dan een zekere mate van (dagelijks) beheer van het voorland noodzakelijk. Zo blijft de beoogde bijdrage van het voorland in de waterkerende functie van de betreffende waterkering (dat in de beoordeling of het ontwerp is meegenomen) ook in de toekomst gewaarborgd. De beoordeling of het ontwerp geeft de inzichten in effecten en onzekerheden die nodig zijn voor het inrichten van het (risicogestuurd) beheer en onderhoud van de waterkering, inclusief het voorland.

Als het voorland ook andere functies heeft, dan zal de beheerder moeten afstemmen met andere beheerders. Denk bijvoorbeeld aan afspraken over toegankelijkheid van het voorland voor inspecties en over het afstemmen van gezamenlijk beheer op de verschillende instandhoudingsdoelen, zoals natuur en scheepvaart. Hoofdstuk 5 gaat nader in op de inrichting van het beheer (en onderhoud) van het voorland.

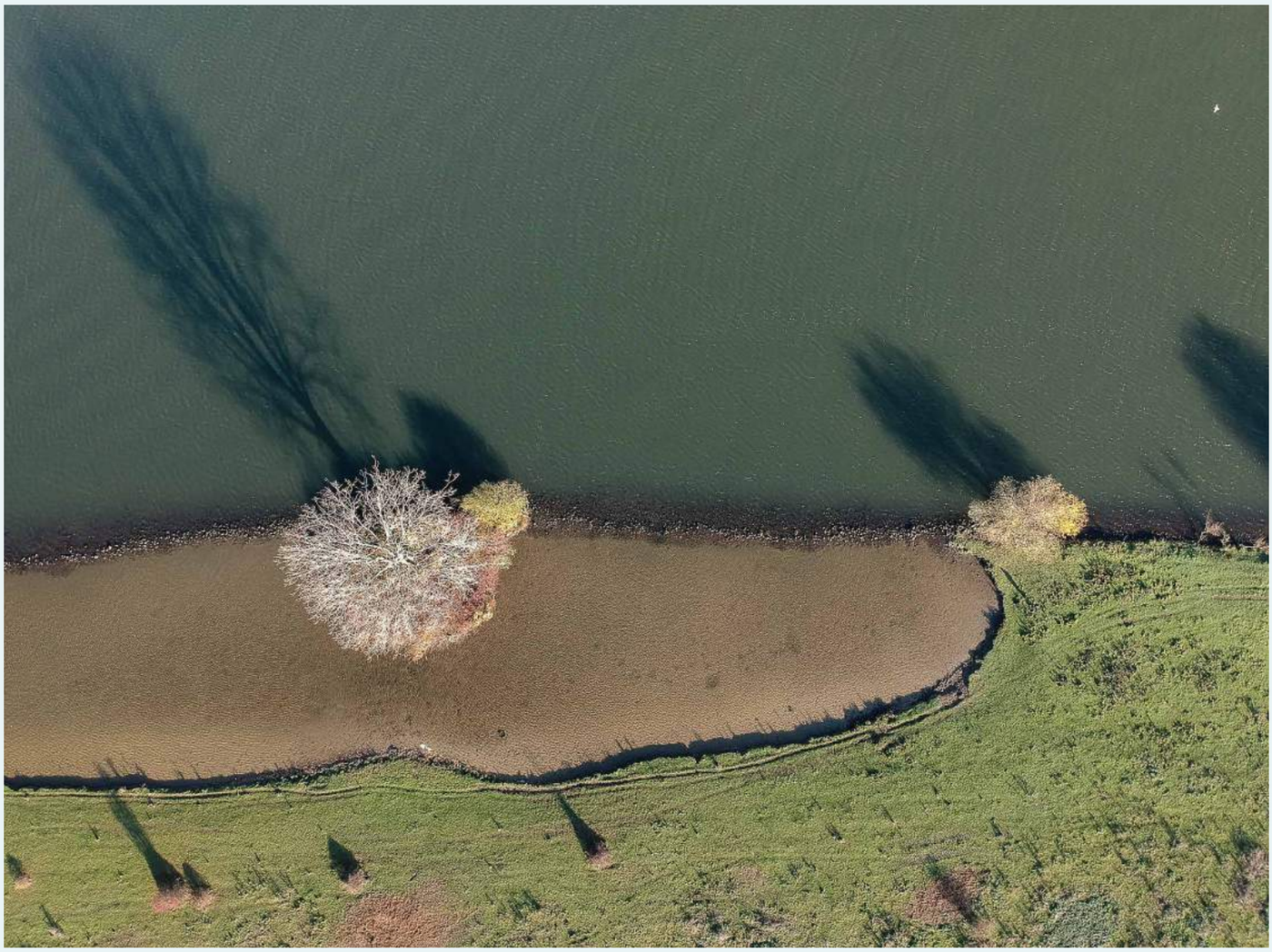
Organiseer uw belang bij het voorland

Om het beheer effectief te kunnen inrichten en onzekerheden te verkleinen, kan het nodig zijn het belang van de waterkeringbeheerder juridisch te borgen. Koppel daarbij de mate van zeggenschap aan de doelmatigheid van het veiligheidseffect van het voorland. Het is daarbij niet nodig om eigenaar te zijn van gronden om deze zeggenschap goed in te vullen.

Bij borging kan gedacht worden aan het treffen van de nodige inrichtingsmaatregelen in het voorland. Ook kunnen bepaalde activiteiten in het voorland worden onderworpen aan voorwaarden of vereiste toestemming vooraf. Dit kan via publiekrechtelijke instrumenten of via overeenkomsten. Binnen de zorgplicht is de juridische borging onderdeel van het spectrum aan beheeractiviteiten. Hoofdstuk 6 beschrijft meer in detail het juridische instrumentarium dat de waterkeringbeheerder tot zijn beschikking heeft en hoe hij hiermee tot keuzes kunt komen.

Streef naar optimalisatie van publieke investeringen

Het meenemen van het effect van een bestaand of aan te leggen voorland kan per saldo tot de laagste levensduurkosten leiden. Deze optimalisatie van publieke investeringen is in lijn met de subsidieregeling van het HWBP. Een aandachtspunt is dat de kosten voor versterking weliswaar afnemen, maar dat de kosten van het beheer van het voorland mogelijk toenemen. Hoewel de kosten voor beheer en onderhoud niet subsidiabel zijn onder de Waterwet, zijn deze (behoudens kortcyclische versterkingsvarianten) relatief klein ten opzichte van de subsidiabele versterkingskosten. In het voorland kunnen meerdere publieke doelen met elkaar verbonden worden waardoor ook breder draagvlak voor oplossingen ontstaat. Dit kan mogelijk ook leiden tot een andere financieringsmix. Hoofdstuk 7 gaat in op de bijzonderheden van het meenemen van het voorland in kostenanalyses over de levensduur (*Life Cycle Costing* of LCC), de relatie met de HWBP-subsidieregeling en het omgaan met meerdere financiers.



De Maasdijk tussen Ravenstein en Lith wordt versterkt. Door niet alleen naar de dijk te kijken, maar ook combinaties te zoeken met rivierverruiming en gebiedsmaatregelen, ontstaan kansen voor omgevingsontwikkeling.

RAVENSTEIN-LITH

‘HET IS NIET OP VOORHAND DUIDELIJK HOE IN HET VOORLAND EEN KLEIDEK TEGEN PIPING TE VERENIGEN VALT MET ONTGRAVINGEN VOOR RIVIERVERRUIMING’

Kees Jan Leuvenink,
Waterschap Aa en Maas

H.4 TECHNIEK VAN BEOORDELEN EN ONTWERPEN

Dit hoofdstuk bundelt en beschrijft de bijdrage van voorland op de waterkerende functie en de mogelijke bedreigingen van deze bijdrage. Dit hoofdstuk heeft een technische doelgroep, waarbij bewust op verschillend detailniveau is aangesloten bij vragen uit de praktijk. Voor verschillende faalmechanismen wordt aangegeven hoe met de beschikbare rekentechnieken de potentie van het voorland expliciet kan worden meegenomen, met aandacht voor de onzekerheden die hierbij spelen.

Effect	1. GOLFREDUCTIE	2. EXTRA KWELWEGLENGTE EN LAGERE GRONDWATERSTANDEN
Invloed op faalmechanisme: Bekleding/ erosie binnentalud	X	
Bekleding buitentalud	X	
Macro-stabiliteit binnenwaarts	X	X
Macro-stabiliteit buitenwaarts		
Micro-stabiliteit		X
Piping		X
Toelichting	Breking en demping van golven op een ondiep voorland of demping door begroeiing of door zandig voorland.	Hoog voorland of voorland met een slechtdoorlatende toplaag vormt extra kwelweglengte en extra intredeweerstand.

In technische analyses wordt het voorland in de praktijk nog vaak 'losgeknipt' van de waterkering en wordt onderscheid gemaakt tussen faalmechanismen die direct en indirect (middels scenario's) tot een overstroming kunnen leiden. De invalshoek van deze handreiking is dat het falen van de waterkering altijd centraal staat met het voorland als integraal onderdeel daarvan. Dit hoofdstuk sluit aan bij de overstromingskansbenadering en de vigerende instrumenten die daartoe zijn opgesteld, zoals de Grondslagen voor Hoogwaterbescherming, het Wettelijk Beoordelingsinstrumentarium (WBI) en de Handreiking ontwerpen met overstromingskansen (OI)[001, 002, 003].

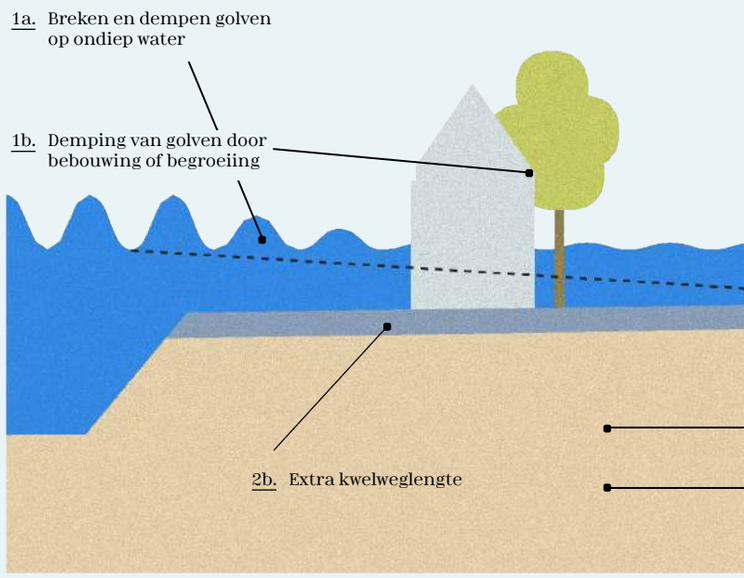
4.1 BIJDRAGE EN BEDREIGINGEN

4.1.1 Bijdrage van het voorland op de waterkerende functie

Voorland kan leiden tot een reductie van de hydraulische belastingen op de waterkeringen en/of een toename van de sterkte van de waterkering. Het meenemen van deze bijdrage bij de beoordeling of het ontwerp van een waterkering resulteert in een scherpere inschatting van de overstromingskans.[7] Tabel 2 geeft een overzicht van de bijdrage van het voorland op de sterkte van een waterkering en de invloed op de faalmechanismen, zie ook de visualisatie in Figuur 4.

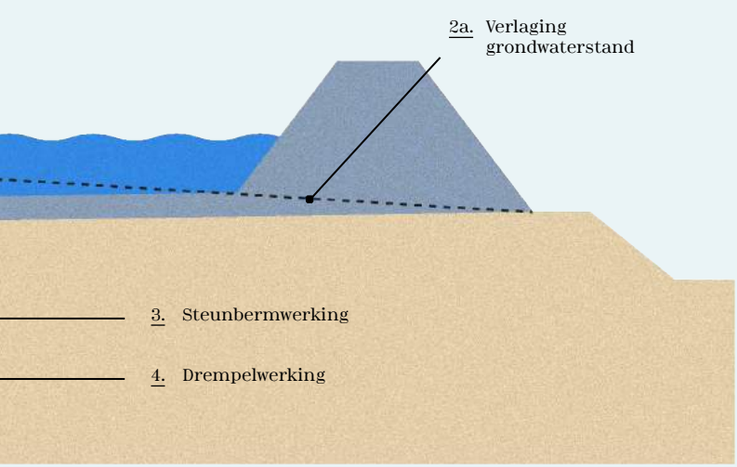
1. GOLFREDUCTIE

Door een hooggelegen voorland (of voorlandkering vóór een waterkering) worden golven gebroken voordat deze de waterkering bereiken.



3. STEUNBERM-WERKING	4. DREMPEL-WERKING
	X
X	
	X
Voorland (hard/zacht) vormt een steunberm aan de buitenzijde van de waterkering.	Hoog en breed voorland vormt een drempel tegen overstromingen. Bij lagere waterstanden dan het voorland is de faalkans verwaarloosbaar klein.

TABEL 2: Overzicht effect van het voorland op de faalmechanismen.



FIGUUR 4: Het voorland als integraal onderdeel van de waterkering.

Golven breken namelijk op ondiep water (1a). Vegetatie of bebouwing en andere objecten zoals voorlandkeringen op het voorland zorgen voor verdere golfreductie (1b). Dit verkleint de kans op de faalmechanismen instabiliteit en erosie van bekleding van kruin en binnentalud (door golfoverslag) en instabiliteit van de bekleding van het buitentalud (door golfaanval). Als golfoverslag afneemt, neemt ook de mate van verzadiging van de het dijklichaam af. Dat heeft een positief effect op de mechanismen binnenwaartse micro- en macrostabiliteit. Overigens kan een voorland ook de golfperiode veranderen. Er ontstaan lange golven of zelfs golven met een tweepiekig spectrum. Dit kan het effect van golfhoogtereductie deels teniet doen.[020]

2. EXTRA KWELWEGLENGTE EN LAGERE GRONDWATERSTANDEN

Door de aanwezigheid van voorland kan het intredepunt van de kwelstroom op grotere afstand van de dijk komen te liggen. De kwelweglengte neemt dan toe en dat betekent een grotere sterkte vanwege een kleinere kans op het faalmechanisme piping. Dit effect treedt op bij hooggelegen en laaggelegen voorlanden met een slechtdoorlatende toplaag. Die toplaag kan reeds aanwezig zijn, maar kan ook alsnog worden aangelegd in de vorm van een kleidekverbetering.[025]

Als het intredepunt voor de freatische lijn of de stijghoogtelijn op grotere afstand van de dijk komt te liggen, verlaagt een hooggelegen voorland de freatische lijn en/of de stijghoogtelijn. Bij voorlanden van doorlatend materiaal treedt dit effect ook op, mits het voorland niet onder water komt te staan. Bij voorlanden met een slechtdoorlatende toplaag treedt dit effect zelfs op als er water op het voorland staat, zeker in gebieden waar de duur van de belasting relatief kort is.
Door een lagere freatische lijn en/of stijghoogtelijn neemt de korrelspanning in het dijklichaam toe. Dat vergroot de sterkte en verkleint de kans op macrostabiliteit en microstabiliteit. Overigens kan de aanwezigheid van een voorland ook een zeker negatief effect hebben. Dat gebeurt als er sprake is van opbolling van de freatische lijn, als gevolg van neerslag.[023]

3. STEUNBERMWERKING

Een hooggelegen voorland heeft een stabiliserende werking tegen buitenwaarts gerichte glijvlakken. Het functioneert dan als een soort buitendijkse steunberm of -lichaam. Daarmee verkleint de kans op buitenwaartse instabiliteit.

4. DREMPELWERKING

Een hooggelegen voorland vormt een soort drempel tegen overstromingen. Met name bij het optreden van afschuivingen als gevolg van macro- en microstabiliteit. De afschuivingen leiden tot een glijcirkel aan de binnenzijde van de waterkering. Zolang het voorland niet onder water staat, ontstaat er na het optreden van deze glijcirkel geen overstroming. Zo kan het voorland dus een overstroming voorkomen. Maar ook bij voorlanden die in extreme omstandigheden wél onder water komen te staan, leidt de drempelwerking tot verlaging van de kans op een overstroming (_Zie ook paragraaf 4.4). Voorlandkeringen die een afgesloten polder voor de primaire waterkering vormen, kunnen voor eenzelfde drempelwerking zorgen. Zie ook de factsheet van het Kennisplatform Risicobenadering (KPR)[060] voor een aanpak naar wanneer er sprake is van waterbezwaar en wanneer van een overstroming.

4.1.2
Bedreigingen van het effect van het voorland

Er zijn ontwikkelingen die het positieve effect van het voorland op de waterkering gedurende de zichtperiode (van beoordeling of ontwerp) kunnen doen toenemen of afnemen. De mogelijke ontwikkelingen zijn zeer verschillend en kunnen zowel het gevolg zijn van natuurlijke omstandigheden (hoogwater, laagwater, stroming, bodemdaling, etc.) als van handelingen van de mens die gebruik maakt van het voorland (sloop, bouw, ontgraving, etc.).

Dergelijke ontwikkelingen zijn onzeker en die onzekerheid neemt toe naarmate de peildatum verder in de toekomst ligt. Figuur 5 geeft schematisch de invloed weer van ontwikkelingen in het voorland in relatie tot de beoordeling. Deze ontwikkelingen kunnen geleidelijk zijn (zoals bij erosie en zetting) of schoksgewijs/plotseling (zoals bij zettingsvloeiing of ontgraving door derden). De dynamiek van deze ontwikkelingen kan beheerst worden door het hanteren van verschillende soorten regimes van beheer (_Zie H.5) en juridische borging (_Zie H.6). Figuur 5 geeft mogelijke ontwikkelingen weer.

1. EROSIE EN AFSLAG

Erosie van het voorland kan optreden gedurende een periode van hoogwater, waarbij het voorland door golfbelasting of stroming erodeert. Verder kan er sprake zijn van erosieverschijnselen die over een veel langere tijdsschaal optreden. Dergelijke processen kunnen de overstromingskans beïnvloeden, doordat ze het voorland verkleinen. Ook kan een indirect effect optreden als het geleidelijk verplaatsen van een stroomgeul de kans op zettingsvloeiing of afschuiving van het voorland vergroot. Overigens kan ook sedimentatie optreden. Dat leidt tot een *afname* van de overstromingskans.[013]

2. AFSCHUIVING

Afschuiving betreft een verandering van de geometrie van het voorland als gevolg van macroinstabiliteit. Het mechanisme treedt op bij een lage buitenwaterstand die volgt op een periode van hoogwater. Het vormt om die reden doorgaans geen direct gevaar voor overstroming. Een afschuiving kan worden veroorzaakt door een snelle waterstandsdaling, maar ook door een toename van de belasting op het voorland of door ontgronding in de waterbodem (door erosie of menselijk handelen). Afschuiving leidt tot verkleining van het voorland en vergroot daarmee de overstromingskans.[014]

3. ZETTINGSVLOEIING

Zettingsvloeiing betreft een taludinstabiliteit waarbij zand wegvloeit. Zettingsvloeiing kan optreden als gevolg van een snelle waterstandsdaling en vormt in dat geval (net als een afschuiving) doorgaans geen direct gevaar voor overstroming. Zettingsvloeiingen kunnen echter ook worden veroorzaakt door ontgrondingen (door erosie of menselijk handelen, zoals baggerwerkzaamheden) of door trillingen (vaak door werkzaamheden), resulterend in wateroverspanning in losgepakte zandlagen. Zettingsvloeiing leidt tot verkleining van het voorland en vergroot daarmee de overstromingskans.[015]

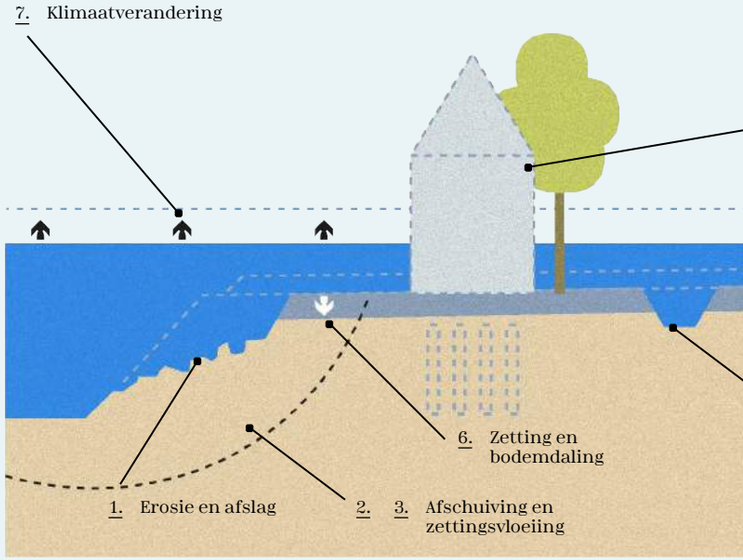
4. ONTGRAVING

Door ontgravingen in het voorland kunnen slechtdoorlatende lagen doorbroken worden, waardoor de kans op piping toeneemt (beperking kwelweglengte, vorming nieuw intredepunt). Ook kunnen ontgravingen de freatische lijn of stijghoogte doen toenemen, waardoor de kans op macro- en microinstabiliteit toeneemt. Ontgraving op grote schaal kan tevens tot beperking van de golfreductie leiden. De bekleding wordt dan zwaarder belast en de kans op golfoverslag neemt toe.

5. WIJZIGINGEN VAN DE BEBOUWING, BEGROEIING OF ANDERE NIET WATERKERENDE OBJECTEN

Veel voorkomende ontwikkelingen in en op het voorland zijn het planten/verwijderen van begroeiing, nieuwbouw, uitbouw en verbouw van woningen en/of het verwijderen of plaatsen van andere niet waterkerende objecten (bijvoorbeeld kabels en leidingen). Deze kunnen allerlei negatieve of positieve effecten hebben. Zo kan sloop van bebouwing een negatief effect hebben omdat de golfreductie wordt beperkt waardoor de kans op golfoverslag toeneemt. Sloop kan ook positief uitwerken. Dat is het geval als de bebouwing juist een negatief effect had op de waterkering, bijvoorbeeld als bovenbelasting of als oorzaak van erosie door stromingsconcentratie. Dergelijke gebeurtenissen zijn onafhankelijk van het optreden van hoogwater. Dat geldt niet voor het onder hoge belastingen bezwijken van bebouwing door bijvoorbeeld golven. Dit is sterk gecorreleerd met het optreden van hoogwater.

Bij begroeiing met een in potentie golfdempende werking moet er rekening mee worden gehouden dat deze niet altijd bestand is tegen de omstandigheden waartegen beoordeeld of ontworpen wordt. Zoals is gebleken uit studies in het kader van de POV Waddenzeedijken geldt dit bijvoorbeeld voor kwelderbegroeiing (_Zie H.8).



Verder kan het omwaaien van bomen op het voorland tot ontgronding leiden. In theorie vormt zo'n plek een intredepunt voor piping. Dit is echter alleen het geval als er sprake is van substantiële gaten over grotere oppervlakten. Die kunnen de stijghoogte en/of freatische lijn in de dijk beïnvloeden. Hetzelfde geldt voor het ontgraven voor de aanleg van kabels en leidingen in het voorland. Of het barsten van (water) leidingen, al dan niet gevolgd door het ontstaan van een erosiekrater. Verwijderen, aantasting of sterfte van begroeiing door menselijk handelen, ziekte, vraat of droogte zal golfreductie beperken. Omgekeerd zal verdere groei juist tot extra golfreductie leiden.

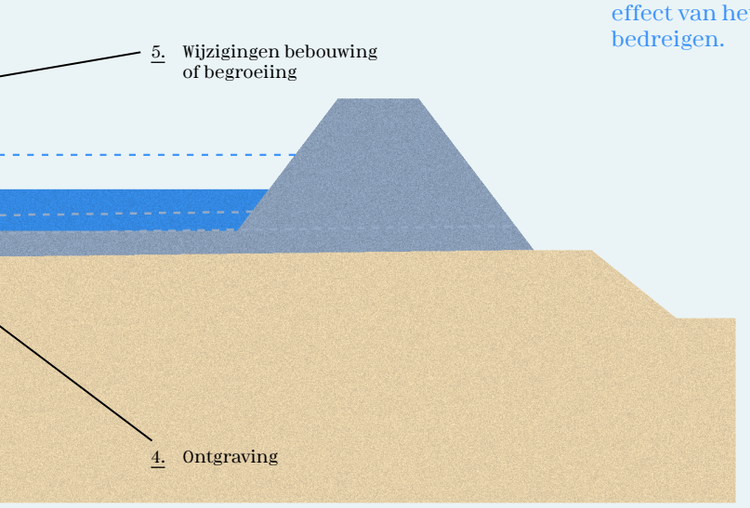
6. ZETTING EN BODEMDALING

Door zetting en bodemdaling neemt de hoogte van het voorland af. Dat beperkt de golfreductie door het voorland waardoor de kans op golfoverslag en bezwijken van de dijkbekleding toeneemt. Ook kan een substantiële daling van het voorland effect hebben op macrostabiliteit. De freatische lijn in de dijk stijgt en de drempelwerking neemt af. Daarnaast neemt bij het dalen van het voorland ook de steunbermwerking voor macrostabiliteit buitenwaarts af.

In de huidige praktijk is het gebruikelijk om het (reken)profiel van de waterkering te corrigeren (verlagen) voor zetting en bodemdaling als die binnen de planperiode te verwachten zijn. Daartegenover staat dat particuliere medegebruikers het voorland ook kunnen ophogen om te compenseren voor opgetreden zetting en bodemdaling.

7. KLIMAATVERANDERING

Klimaatverandering leidt tot zeespiegelstijging en grotere rivierafvoeren. Dit heeft in de eerste plaats effect op de waterstanden en mogelijk ook op de golfparameters. Hoewel dit niet specifiek geldt voor voorlanden, leidt dit er wel toe dat de veiligheidsbijdrage van de nu aanwezige voorlanden in de tijd vermindert. De binnen de planperiode verwachte effecten van klimaatverandering worden in de huidige praktijk verwerkt in de hydraulische randvoorwaarden.



FIGUUR 5: Ontwikkelingen die het effect van het voorland bedreigen.

4.2 REKENING HOUDEN MET ONZEKERHEDEN

Het meenemen van het effect van het voorland vraagt dat beoordelaars en ontwerpers expliciet rekening houden met de onzekerheden die dit introduceert. De mate waarin verschilt enigszins. Dat verschil is niet zozeer technisch. Bij het ontwerpen van een versterking spelen immers dezelfde technische uitdagingen als bij het beoordelen van waterkeringen. Het ontwerp volgt immers grotendeels dezelfde systematiek en kent dezelfde rekenregels als beoordelen.[8] Voor het rekenen met onzekerheden is het belangrijkste verschil tussen ontwerp en beoordeling dat de tijdshorizon anders is.

Bij de beoordeling wordt het effect van het voorland meegenomen. Daarbij wordt rekening gehouden met de onzekerheden die dit effect bedreigen en de ontwikkelingen die tot de peildatum worden verwacht. Hiertoe houdt de beoordelaar conform WBI rekening met de zogeheten 'indirecte mechanismen' zoals zettingsvloeiing. Andere ontwikkelingen, bijvoorbeeld de aanleg van een nevengeul of een haventerrein, worden alleen meegenomen als wordt verwacht dat deze op de peildatum zijn opgetreden. Als dergelijke ontwikkelingen niet worden verwacht, dan worden deze niet meegenomen. Ook niet als risico in een scenarioanalyse. Als er na de beoordeling toch substantiële wijzigingen optreden, dan wordt ad hoc beoordeeld of de waterveiligheid nog voldoende geborgd is. Bijvoorbeeld na een afschuiving of als een deel van het voorland is/wordt afgegraven om ruimte te bieden voor een haven.

Bij het ontwerp wordt verder in de toekomst gekeken. Er wordt rekening gehouden met onzekere aspecten als klimaatverandering, degradatie, veroudering, zetting en andere ontwikkelingen binnen de gekozen ontwerplevensduur. Ook bij het meenemen van het effect van het voorland zijn de onzekerheden groter dan bij de beoordeling. Hier moet rekening mee worden gehouden, zonder te vervallen in al te conservatieve uitgangspunten (zoals het volledig negeren van het effect van het voorland). Hoe hiermee wordt omgegaan, is situatie-afhankelijk. In de praktijk zullen risico's ten aanzien van het wel meenemen van het voorland worden afgewogen tegen de consequenties van het niet meenemen van het voorland. Hierbij spelen naast de doorgaans lagere kosten ook de inpasbaarheid in de omgeving een rol. Met name als een traditionele versterking moeilijk inpasbaar is, ligt het voor de hand om het effect van het voorland wel mee te nemen. Zo kan de omvang van de versterking worden beperkt. Het kan daarbij raadzaam zijn om het belang hiervan (juridisch) te borgen (_Zie H.6) om te voorkomen dat na wijzigingen binnen de planperiode een nieuwe versterking nodig is.

Voor het rekening houden met onzekerheden, volgt hieronder een stappenplan. De werkwijze is van grof naar fijn. Dit stappenplan gaat uit van het beschikbare instrumentarium voor ontwerpen en beoordelen. Hiermee zijn relatief snel en efficiënt het effect van het voorland en de bedreigingen van dit effect in beeld te brengen.

INDUSTRIE OP HET VOORLAND VAN SCHIELANDS HOGE ZEEDIJK

_ZIE FOTOSERIE OP P.76

Naast woonbebouwing en een begraafplaats bevindt zich op de voorlanden langs de Hollandsche IJssel ook industrie. Een goed voorbeeld hiervan is de Schielands Hoge Zeedijk bij Gouda, in beheer van Hoogheemraadschap van Rijnland. Kabels en leidingen op deze locatie kunnen lekken of exploderen en daarmee mogelijk de overstromingskans nadelig beïnvloeden. Bij verificatie van de overstromingskans was inzicht nodig in de invloed van kabels en leidingen op de faalkans van de waterkering (inclusief het voorland).

Op basis van de specifieke situatie van de Schielands Hoge Zeedijk kon beredeneerd worden dat de bijdrage aan de overstromingskans in geval van het falen van kabels en leidingen verwaarloosbaar klein is[055]. Hier ligt het voorland onder normatieve hoogwater condities nog boven water. Het voorland is ook veel breder (75-100m) dan conservatief aangenomen erosiekraters door exploderende of lekkende leidingen.

Bij waterkeringen zonder, of met veel smallere voorlanden of grotere leidingen kan er aanleiding zijn voor nadere faalkansanalyses. Deltares heeft in opdracht van Rijkswaterstaat hiertoe een veiligheidsraamwerk[056] opgesteld als vertrekpunt voor concrete uitwerkingen. Deltares heeft in opdracht van de POV Kabels en Leidingen een concrete uitwerking gemaakt voor het dijkontwerp Zeeburgereiland met een parallelle waterleiding[057]. Beide zijn te vinden op de website van het HWBP.

1.

Vertrekpunt is dijk met voorland

Het vertrekpunt voor de schematisering is de dijk met het aanwezige voorland, inclusief de tot aan de peildatum verwachte ontwikkelingen. Dit conform bijlage I van de Regeling Veiligheid Primaire Waterkeringen.

2.

Identificeer relevante bedreigingen

Vervolgens is het van belang om te identificeren welke bedreigingen het effect van het voorland kunnen verkleinen of tenietdoen. Dit is situatieafhankelijk. Paragraaf 5.1 geeft voorbeelden van mogelijke ontwikkelingen, zowel natuurlijke ontwikkelingen als menselijke activiteiten. Van bepaalde bedreigingen kan vaak betrekkelijk eenvoudig worden onderbouwd dat deze niet relevant zijn: doordat ze niet kunnen optreden of doordat optreden ervan geen effect van betekenis heeft.

De zogeheten ‘indirecte mechanismen’ (golfafslag, afschuiving, zettingsvloeiing en niet-waterkerende objecten) kunnen op basis van eenvoudige criteria uit het geldende instrumentarium worden uitgesloten. Zettingsvloeiing kan bijvoorbeeld worden uitgesloten als er geen sprake is zettingsvloeiingsgevoelige lagen van voldoende dikte. Of als er geen doorgaande geleidelijke verandering van de onderwatergeometrie plaatsvindt[015, 016]. Als deze mechanismen *niet* kunnen worden uitgesloten, volgt een beoordeling van het effect op de waterkering. In de eerste plaats door met een geometrische controle op basis van invloedzones en signaleringsprofielen (eenvoudige toets) te bepalen of het mechanisme effect heeft op de waterkering (_Zie kader Industrie op het voorland van Schielands Hoge Zeedijk). Of door te bepalen of de kans op dit effect voldoende klein is (met een gedetailleerde toets). Zoals gezegd: voor wat betreft menselijke handelingen dient de beoordelaar alleen de verwachte wijzigingen tot peildatum mee te nemen.

Omdat het ontwerp een langere planperiode kent, is de onzekerheid over dergelijke handelingen groter. Daarom kan het bij ontwerp raadzaam zijn om hiermee al wél rekening te houden. Zo kan men de waarschijnlijkheid van wijzigingen van en in het voorland inschatten op basis van een *hindcast* op bepaalde activiteiten in het beheergebied. Denk aan het verdwijnen van bebouwing (door sloop, brand, o.i.d.). Door over een bepaalde periode te bepalen in welke mate bebouwing is verdwenen en al dan niet is herbouwd, ontstaat inzicht in de onzekerheid. Om dergelijke risico’s te beheersen, kan het belang van het voorland juridisch worden geborgd (_Zie H.6) met een bijbehorende beheerstrategie (_Zie H.5).

Het kan helpen om een gebiedsanalyse te maken van generieke bedreigingen in het beheergebied. Die biedt bij elke toekomstige beoordeling of ontwerpstudie de benodigde informatie om de relevante en niet relevante bedreigingen snel te kunnen identificeren. Daarnaast kan ook de interne beheerder helpen om de plausibiliteit van uitgangspunten bij de beoordeling of het ontwerp te verifiëren. Denk bijvoorbeeld aan de dynamiek van geulen in het voorland die de overstromingskans kunnen beïnvloeden.

3.

Bepaal de faalkans bij een conservatieve schematisering

Als er geen relevante bedreigingen zijn, dan kan men het effect van het voorland geheel meenemen in de beoordeling of het ontwerp. Als die er wel zijn, dan kan men deze meenemen door in de schematisering van de waterkering uit te gaan van het optreden van de bedreiging (kans = 1) en uit te gaan van een restprofiel. Zo kan men in lijn met de Regeling het afslagprofiel meenemen als stochastische variabele in de beoordeling van directe mechanismen: als continu verdeelde variabele of als geometrie-scenario. Deze werkwijze is conservatief, maar is passend in een 'van-grof-naar-fijn-werkwijze'.

Het WBI en andere documentatie bieden voldoende handvatten (gedetailleerde toets) voor het bepalen van restprofielen na zettingsvloeiing, afschuiving, golfafslag of een erosiekrater na leidingbreuk. Zie Figuur 6 voor het restprofiel na zettingsvloeiing. Ook bij het meenemen van het gevolg van menselijke activiteiten kan men het dwarsprofiel daarop aanpassen. Bijvoorbeeld door bebouwing uit het dwarsprofiel te verwijderen, als sloop daarvan een reële bedreiging vormt.

Vervolgens kan de faalkans van dit restprofiel met de WBI-rekenmodellen worden bepaald. Een aandachtspunt bij het berekenen van de invloed van restprofielen op de hydraulische randvoorwaarden is de locatie van het uitvoerpunt. Als deze is gelegen op het voorland, dan is dit effect niet zonder meer eenvoudig te berekenen (_Zie ook paragraaf 4.3).

Als er meerdere bedreigingen spelen, dan bepaalt de afhankelijkheid tussen deze bedreigingen hoe hier mee wordt omgegaan. Vaak is het onwaarschijnlijk dat bedreigingen tegelijk optreden, bijvoorbeeld een afschuiving in combinatie met zettingsvloeiing. In dat geval ligt het voor de hand om uit te gaan van een schematisering op basis van de maatgevende bedreiging. Vaak kan een ervaren beoordelaar of ontwerper op basis van de optredende geometrie goed inschatten welke bedreiging maatgevend is. Dit, zonder in detail door te hoeven rekenen wat de resulterende faalkans van de waterkering in de verschillende gevallen is. Als verschillende bedreigingen wel simultaan kunnen optreden, is een conservatieve werkwijze het optellen van deze effecten in de schematisering. Bijvoorbeeld een profiel waarbij na een afschuiving nog golfafslag optreedt.[9]

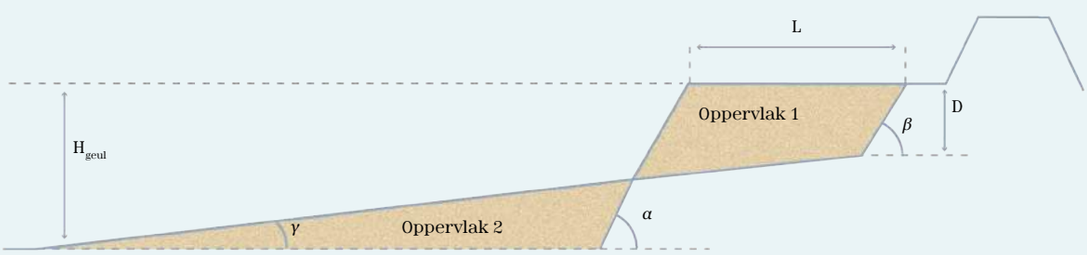
4.

Neem de kans van optreden van bedreigingen mee

Het meenemen van de kansen van optreden van verschillende bedreigingen leidt tot een scherper, minder conservatief beeld van de overstromingskans. Zo kan het minder waarschijnlijk zijn dat een bedreiging optreedt of is opgetreden ten tijde van een hoogwater. Feitelijk vraagt dit een scenarioanalyse, waarbij voor elk van de scenario's van de bedreigingen de scenariokans en het gevolg (faalkans van de waterkering) worden bepaald.

Het 'nul-scenario' gaat uit van het gehele voorland, minus bedreigingen waarvan de kans van optreden gelijk is aan 1, zoals zetting/bodemdaling. Maar ook bedreigingen die sterk gecorreleerd zijn met het optreden van hoogwater, denk bijvoorbeeld aan erosie door golfafslag. De kans op het nul-scenario is gelijk aan 1 minus de som van de andere scenariokansen. De Factsheet Indirecte Mechanismen[017] geeft hiervan een eenvoudig rekenvoorbeeld.

Voor het bepalen van de kansen van de verschillende scenario's van bedreigingen is geen lijst met kentallen beschikbaar. Dergelijke informatie is namelijk zeer locatie-specifiek. Het WBI bevat handvatten om dit te bepalen voor faalmechanismen als zettingsvloeiing (gedetailleerde toets zettingsvloeiing voorland[015]) en afschuiving van het voorland (gedetailleerde toets afschuiving voorland). Bij beschermingsconstructies, zoals damwanden of kademuren, is het vaak goed mogelijk een inschatting te maken van de kans op bezwijken. Bijvoorbeeld op basis van algemene ontwerpuitgangspunten zoals een inschatting van de betrouwbaarheidsklasse die correspondeert met een ontwerpfaalkans. De kans van optreden van ongewenste menselijke activiteiten in het voorland kan volgen uit een *hindcast* op historische ontwikkelingen. Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard heeft voor de Hollandse IJssel een dergelijke *hindcast* gemaakt.[071]



FIGUUR 6: Schematisch restprofiel bij zettingsvloeiing.[015]

#	SCENARIO	KANS OP SCENARIO [-]	CONDITIONELE FAALKANS WATERKERING [JR-1]	VERWACHTINGSWAARDE FAALKANS WATERKERING PER SCENARIO [JR-1]
0	Geen wijziging	$Ps_0 = 1 - \Sigma Ps_{1\ t/m\ n}$	$P(f\|s_0)$	$Pf_0 = Ps_0 \cdot P(f\|s_0)$
1	Bedreiging 1	Ps_1	$P(f\|s_1)$	$Pf_1 = Ps_1 \cdot P(f\|s_1)$
2	Bedreiging 2	Ps_2	$P(f\|s_2)$	$Pf_2 = Ps_2 \cdot P(f\|s_2)$
3	Bedreiging 3	Ps_3	$P(f\|s_3)$	$Pf_3 = Ps_3 \cdot P(f\|s_3)$
–	–	–	–	–
n	Bedreiging n	Ps_n	$P(f\|s_n)$	$Pf_n = Ps_n \cdot P(f\|s_n)$
		---------- +		---------- +
	Totaal	$\Sigma Ps_i = 1$		ΣPfi

TABEL 3: Voorbeeld scenario-analyse.

Vervolgens wordt de faalkans van de waterkering bepaald. Onder de aanname dat de scenario's onafhankelijk zijn, volgt de faalkans van de waterkering uit de som van producten van scenariokans en conditionele faalkans van dat scenario. Tabel 3 geeft hiervan een voorbeeld. De faalkans van het beschouwde mechanisme dient te worden vergeleken met de eis conform de Waterwet: de faalkanseis per waterkerings-traject. De faalkans dient kleiner te zijn dan deze eis.

Om werk te besparen, is het aan te bevelen om de aandacht te richten op de maatgevende scenario's. Werk andere scenario's niet meteen in detail uit, maar wees selectief.

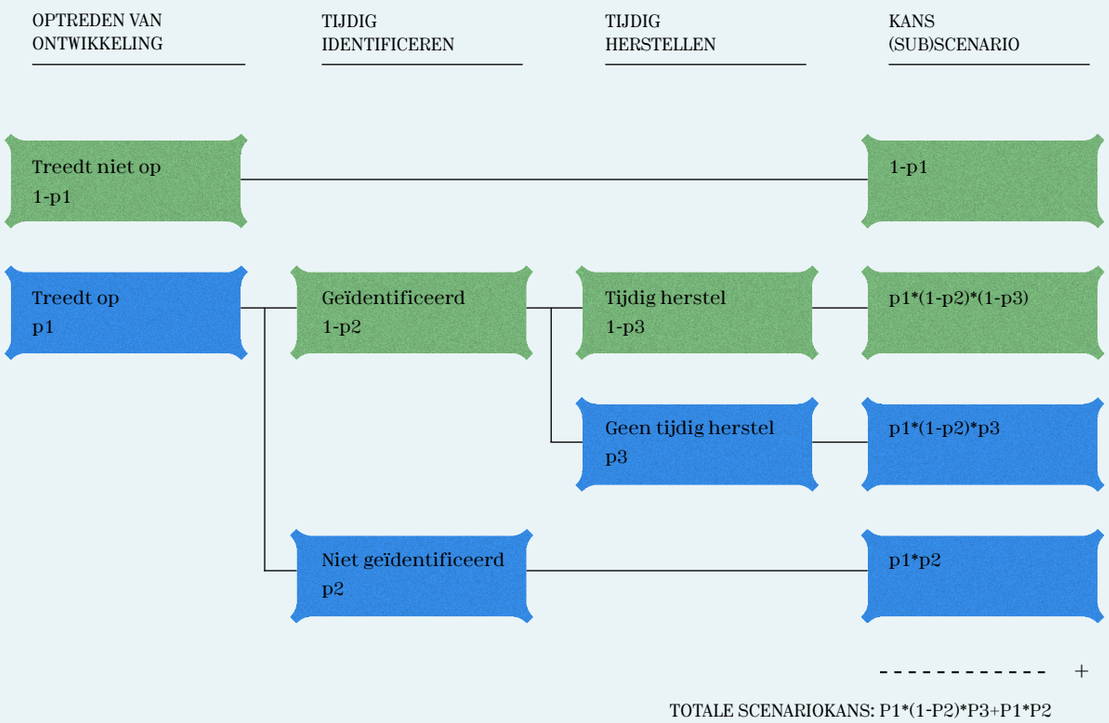
De scenarioanalyse kan ook worden gebruikt om, in plaats van de faalkans, de verwachtingswaarde van de kruinhoogte bepalen (_Zie 'Stadsdijken Zwolle' in H.8).

5.

Verdere optimalisatie

Als de faalkans niet aan de wettelijke eis voldoet, dan zijn er twee paden voor verbetering. In de eerste plaats kan worden gekozen voor het verkleinen van de scenariokansen. Bijvoorbeeld door de frequentie en reikwijdte van inspecties op te voeren. Dat voorkomt dat ontwikkelingen met een negatieve invloed ongemerkt optreden, maar tijdig worden hersteld of gemitigeerd met adequate (tijdelijke) maatregelen. Figuur 7 geeft met een gebeurtenissenboom weer wat het effect hiervan kan zijn.

Daarnaast kunnen ook de effectberekeningen worden aangescherpt door het verfijnen van de berekening van de faalkans van het bepalende scenario. Dit kan door invoerparameters (onderbouwd) te wijzigen. Hoe dit in zijn werk gaat, staat beschreven in het beoordelings- en ontwerp-richtlijnen en -handleidingen.



FIGUUR 7: Generieke gebeurtenissenboom waarbij tijdige identificatie en herstel zijn meegenomen in de scenariokans.

Als ook na enkele iteratieslagen de faalkans niet aan de eis voldoet, dan moeten we concluderen dat:

I. bij beoordeling het resultaat niet voldoet aan de norm,
II. bij ontwerp: de ontwerper moet terugkeren naar het ontwerp om daarin aanpassingen door te voeren (bijvoorbeeld een oever-verdediging of een kruinverhoging).

Ook als wordt voldaan aan de norm, kunnen beheermaatregelen wenselijk zijn. De invoerparameters van de scenarioanalyse (kansen en gevolgen van scenario's) zijn immers omgeven door onzekerheid. Als hierover twijfel bestaat, kan een gevoeligheidsanalyse meer inzicht bieden. Als uit de gevoeligheidsanalyse blijkt dat de onzekerheid van een bepaald scenario tot een andere uitkomst leidt, dan kan het alsnog wenselijk zijn om aanvullende maatregelen te treffen.

4.3 INVLOED VOORLAND OP HYDRAULISCHE RANDVOORWAARDEN

Zoals beschreven in paragraaf 4.1, kunnen voorlanden voor de waterkering de hydraulische randvoorwaarden beïnvloeden. Zo kan het voorland voorkomen dat de hydraulische belasting de dijk bereikt. Ook kan het voorland (of objecten daarop) de inkomende golven in hoogte reduceren, in extreme gevallen tot nul. In sommige gevallen echter, kan de aanwezigheid van voorland juist een ongunstig effect hebben op de hydraulische randvoorwaarden (HR), doordat golven toenemen.[10]

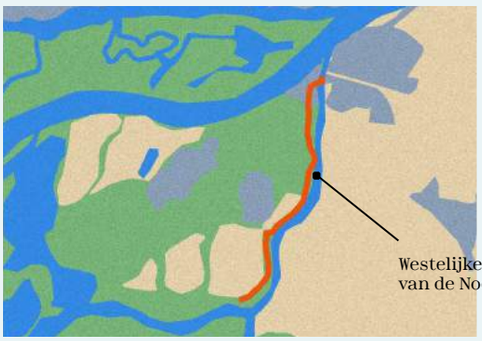
De hydraulische randvoorwaarden voor de primaire waterkeringen zijn aangeleverd door het Rijk. Dit in de vorm van een WBI-database (*Riskeer* of *Hydra-NL*). Om het effect van het voorland goed mee te nemen in beoordeling of ontwerp is een verificatie van de beheerder nodig, en kan een aanpassingsslag nodig zijn. Dit kan leiden tot een substantiële optimalisatie van de uitkomst (van beoordeling of ontwerp)[018]. Hieronder volgt een korte beschrijving van de voor voorland relevante punten, met verwijzing naar relevante bronnen.

A.

Actualiteit en representativiteit van offshore geometrie
De HR zijn gebaseerd op geometrische data die in enkele gevallen tot een tiental jaren oud zijn. Hierdoor kunnen er ontwikkelingen zijn geweest waardoor de situatie ten gunste of ten ongunste is gewijzigd. Denk bijvoorbeeld aan zettingen of aan menselijke ingrepen. Daarnaast maakt de wijze van schematisering van de offshore geometrie dat er in bepaalde gevallen elementen niet zijn meegenomen of dat strijklengtes en waterdieptes geen recht doen aan de werkelijkheid[11]. Ook het niet standzeker zijn van (objecten in het) voorland (door erosie, afschuiving, etc.) is een aandachtspunt (_Zie kader Voorlandkeringen langs de Noordwaard). Het is in alle gevallen raadzaam een controle uit te voeren op de uitgangspunten van de HR en zo nodig aanpassingen door te voeren. De factsheet Golfcondities bij ontwerpen en toetsen[018] beschrijft dit in meer detail.

VOORLANDKERINGEN LANGS DE NOORDWAARD

In het kader van het programma Ruimte voor de Rivier zijn grote delen van de Noordwaard ontpolderd. Als gevolg hiervan is de veiligheidssituatie voor het Land van Heusden en Altena, dat oostelijk van de Noordwaard ligt, ook veranderd. Bij de ontpoldering van de Noordwaard is ervoor gekozen om de westelijke waterkering van de Noordwaard te behouden (rode lijn). Onder de normatieve condities zorgt deze zogeheten voorlandkering voor een reductie van de golfhoogte in de orde van één tot anderhalve meter. Daarnaast zorgt zij voor een geringe reductie van de waterstand door een verval (van enkele decimeters) over de voorlandkering. Deze effecten zijn bij het beoordelen van de primaire waterkering meegenomen. Ondanks zettingen, bodemdaling en de invloed van zeespiegelstijging, is de verwachting dat er ook op de lange termijn nog sprake zijn van een golfdempende effect. Dit komt door de relatief hoge kruinhoogte van de voorlandkering.



B.

Golfreductie tussen uitvoerpunt en dijkteen

De HR-uitvoerlocaties liggen, afhankelijk van het watersysteem, doorgaans tussen de 50 en 200 meter vanaf de dijkteen en soms verder. Voor alle hydraulische randvoorwaarden geldt dat het voorland en de elementen daarop tussen het uitvoerpunt en de dijkteen niet zijn opgenomen. Er kan sprake zijn van significante golfreductie tussen het WBI-uitvoerpunt en de dijkteen als daartussen golfreducerende elementen aanwezig zijn, Figuur 8 is een voorbeeld hiervan. Dat kan een voorland zijn, al dan niet met bebouwing (_Zie kader de Verkenning Sliedrecht), of een havendam. De waterkeringbeheerder kijkt kritisch naar het al dan niet meenemen van deze elementen. De Schematiserings-handleiding Hydraulische Condities bij de Dijkteen[13] [020] en de tool Hydraulische Belastingen Havens beschrijven in detail hoe dit effect kan worden meegenomen. Zie Figuur 8 als voorbeeld van de vertaling van een hydraulisch uitvoerpunt naar de dijk.

FIGUUR 8: Marinehaven Den Helder, voorbeeld van vertaling uitvoer-punt naar de dijk[069].

C.

Verhouding golfhoogte/waterdiepte

Bij een hooggelegen voorland kan, door de beperkte waterdiepte, breking van golven optreden. In sommige gevallen kan de probabilistische berekening resulteren in een onrealistische ontwerppuntwaarde van de verhouding golfhoogte/waterdiepte. De Factsheet Golfcondities bij ontwerpen en toetsen beschrijft hoe hiermee kan worden omgegaan[018].

D.

Golfhoogteverdeling

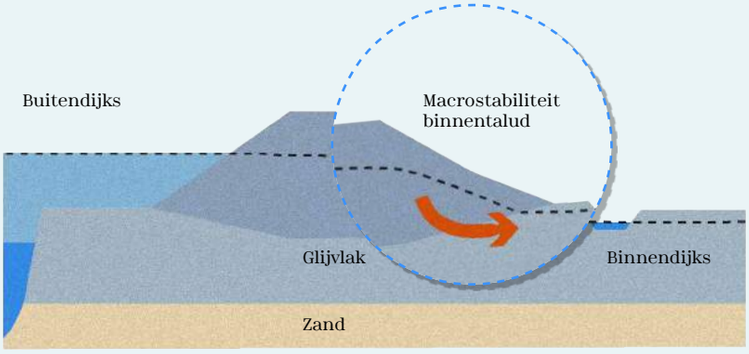
Verschillende WBI-beoordelingsmodellen voor bekledingen op het buitentalud, maar ook op de kruin en het binnentalud gaan standaard uit van een Rayleigh-verdeelde golfhoogte. Dit is reëel voor golven op diep water. Bij ondiep water zoals op voorlanden leidt dit tot een overschatting van de golfhoogte. De Factsheet Golfcondities bij ontwerpen en toetsen gaat in op de mogelijkheden voor optimalisering. Uit een bij de Helpdesk Water opvraagbare memo[021] kan relatief snel worden afgeleid of optimalisering kansrijk is.

4.4 VOORLANDEN EN MACROSTABILITEIT BINNENWAARTS

Macroinstabiliteit kan zowel binnen- als buitenwaarts optreden. In situaties met een hoog voorland treedt macroinstabiliteit buitenwaarts alleen op ter plaatse van het voorland. Dit effect is beschreven in de schematiseringshandleidingen van het WBI, namelijk Golfafslag voorland (VLGA), Afschuiving voorland (VLAF) en Zettingsvloeiing voorland (VLZV). Deze mechanismen dienen wel in samenhang met de gehele kering bekeken te worden.

Bij macrostabiliteit binnenwaarts schuiven grote delen van een grondmassief af langs rechte of gebogen schuifvlakken aan de binnenzijde van de waterkering. Onder de overstromingskansbenadering is het falen van de kering gedefinieerd als het moment dat de waterkerende functie niet meer kan worden vervuld op het moment dat er wel aanspraak op moet worden gemaakt. De aanwezigheid van een voorland kan daarbij een groot effect hebben op macrostabiliteit binnenwaarts. Een afschuiving leidt immers niet tot een overstroming als de buitenwaterstand onder het niveau van het voorland staat.

Voor het mechanisme macrostabiliteit binnenwaarts is in drie casussen uitgewerkt hoe het voorland kan bijdragen aan een kleinere overstromingskans. De drie casussen zijn, Hollandsche IJssel bij Hoogheemraadschap Schieland en Krimpenerwaard (HHSK)[046] (_Samenvatting is gegeven in paragraaf 4.4.4), Ridderdijk bij Waterschap Hollandse Delta (WSHD)[047] en Tiel-Waardenburg bij Rivierenland (WSRL)[048]. De drie beschouwde casussen betreffen een waterkering met een relatief hoog voorland, dat alleen bij verhoogde waterstanden onder water staat. Deze drie casussen dienen als onderbouwing voor de potentiële winst die een voorland kan bieden. Deze winst is in de volgende paragrafen beschreven.



FIGUUR 9: Illustratie macrostabiliteit binnenwaarts.

4.4.1
Onderschatting effect voorland

Bij een voorland dat lager ligt dan de normwaterstand, wordt het effect van een brede kering bij lagere waterstanden dan de normwaterstanden niet of nauwelijks meegenomen in de beoordeling van de veiligheid. Dit komt door de wijze waarop de stabiliteitsbeoordeling in de huidige praktijk wordt uitgevoerd. Dit is namelijk doorgaans via een semi-probabilistische glijvlakberekening voor een maatgevend dijkprofiel per dijkvak bij de normwaterstand. Dat gebeurt met programma's als *D-Geo Stability*, *BM Macrostabiliteit* en/of direct in *Riskeer*.[14] Bij deze berekening wordt beoordeeld of de stabiliteit voldoet bij een buitenwaterstand met een overschrijdingskans gelijk aan de norm van het traject.

De semi-probabilistische berekening neemt daardoor niet mee dat een afschuiving bij waterstanden lager dan het voorland niet tot falen kan leiden. Dit leidt tot forse onderschatting van het veiligheidseffect van het voorland. In sommige gevallen neemt de faalkans een factor 100 tot 1000 af als de voorlanden expliciet worden meegenomen. In de praktijk worden daardoor op basis van de conservatieve semi-probabilistische berekening waterkeringen afgekeurd, waardoor een onnodige versterkingsopgave ontstaat.

KWELDERS IN DE WADDENZEE

_ZIE P.120
_ZIE FOTOSERIE OP P.90

In het kader van de POV Waddenzeedijken is onderzoek gedaan naar het effect van de in de Waddenzee aanwezige kwelders op de hydraulische randvoorwaarden. De hooggelegen kwelderbodem en de ruwheid van de kweldervegetatie zorgen voor een aanzienlijk lagere golfaanval op de achterliggende dijk. Dit resulteert in een afname van de benodigde kruinhoogte met circa 0,3 meter en van de golfbelasting op de bekleding van circa 50%.

VERKENNING SLIEDRECHT

_ZIE P.136

Een aaneengesloten bebouwing voor de dijk, zoals die op veel plaatsen in het benedenrivierengebied aanwezig is, kan voorkomen dat golven de dijk bereiken. Waterschap Rivierenland onderzoekt momenteel het meenemen van het effect van bebouwing in het kader van de Verkenning Sliedrecht.

CASUS HHSK HOLLANDSCHE IJSSEL

_ZIE P.127
_ZIE FOTOSERIE OP P.6

Langs de Hollandsche IJssel ligt voorland in normatieve situaties ongeveer 1 meter onder water. Met een semi-probabilistische analyse voldoet deze kering niet aan de gestelde eisen vanuit de normering. Door middel van de probabilistische analyse blijkt dat de faalkans orde een factor 1000 kleiner is door expliciet rekening te houden met het voorland. In hoofdstuk 8 is dit voorbeeld verder toegelicht en de technische achtergrond is terug te vinden in de casus beschrijving[046].

4.4.2
Optimalisatie door probabilistische analyse

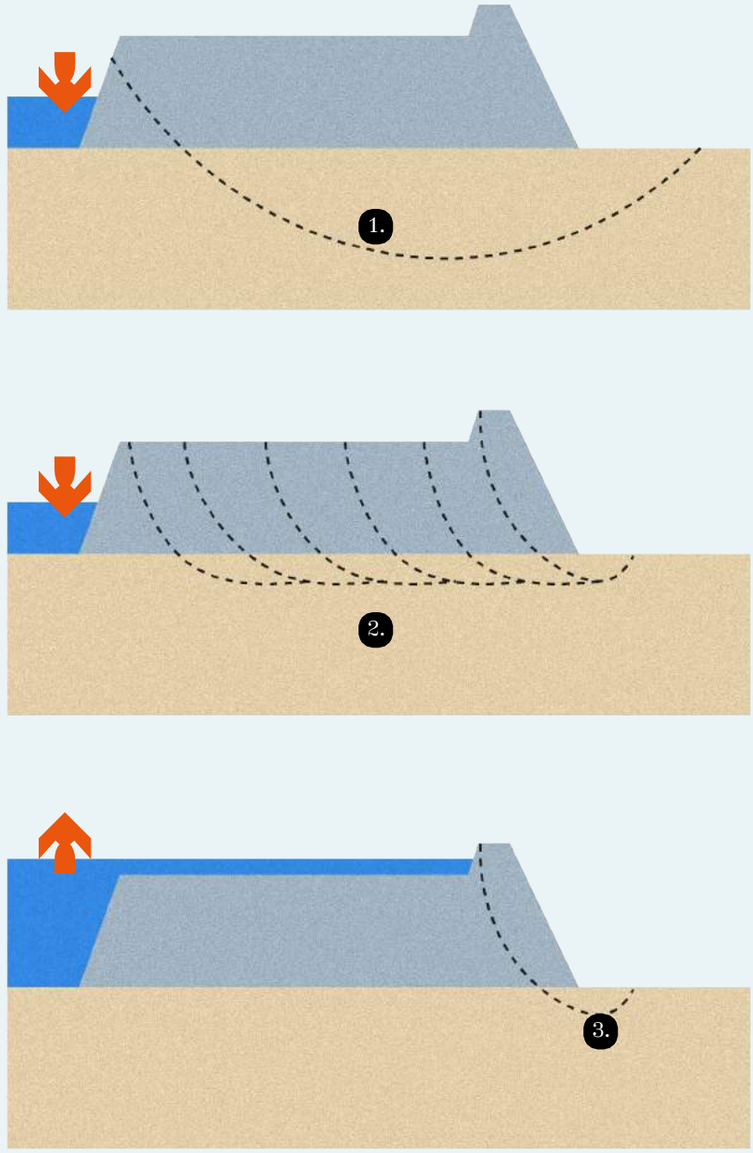
Voor situaties met voorlanden die relatief hoog liggen en bij normwaterstanden beperkt onder water staan, kan een semi-probabilistische analyse niet altijd uitkomst bieden. De waterkering kan dan onnodig afgekeurd worden. Met probabilistische stabiliteitsanalyses is in potentie aanzienlijke stabiliteitswinst te halen. Deze analyse kan worden uitgevoerd met bijvoorbeeld *D-Geo Stability 17.1* en hoger in combinatie met de *Probabilistic Tool Kit*. Hiermee kan relatief eenvoudig een probabilistische analyse worden uitgevoerd. Ook kan met de nieuwe projectsoftware, die in opdracht van de POV Macrostabiliteit is uitgebracht (*D-Geo Stability*), met of zonder de *Probabilistic Tool Kit* een faalkansanalyse worden uitgevoerd.

Door in de probabilistische analyse twee situaties (en ieder situatie daartussen) te combineren, wordt expliciet rekening gehouden met de voorwaardelijkheid van falen:

- Situatie met een lagere buitenwaterstand (met grotere kans van voorkomen), maar ook een kleinere kans op instabiliteit die leidt tot een overstroming vanwege de bredere dijkbasis (dijk en voorland);
- Situatie met een hoge buitenwaterstanden (met lagere kans van voorkomen) maar wellicht wel een grotere kans op instabiliteit.

Daarbij kan bij lagere buitenwaterstanden ook een andere faaldefinitie gelden dan bij de situatie met hoge buitenwaterstanden. Dit wordt duidelijk bij een hoog en breed voorland met daarachter een relatief smalle kruin met eventueel steil binnentalud. Bij waterstanden lager dan het niveau van het voorland zal pas een overstroming plaatsvinden als er naast de gehele kruin ook een groot gedeelte van het voorland is afgeschoven. Dit kan door een afschuiving van één glijvlak plaatsvinden, zoals weergegeven is door glijvlak 1 in Figuur 10 of als gevolg van progressief falen, zoals glijvlakken 2 in Figuur 10 illustreren. De kans dat bij een hoog en breed voorland een dergelijk groot glijvlak of progressief falen ontstaat is verwaarloosbaar klein. Echter bij smalle, hoge voorlanden met zeer strenge eisen kan dit toch van invloed zijn.

Daarentegen zal bij waterstanden hoger dan het voorland de smallere kruin van de waterkering wel direct belast worden. Er zal dan ook een andere faaldefinitie voor een bezwijkend glijvlak (moeten) gelden. In dat geval moet een glijvlak in de bestaande kruin treden om te leiden tot een overstroming, zoals glijvlak 3 in Figuur 10. Door het meenemen van de verschillende situaties en daarbij de faaldefinitie te betrekken, is het met probabilistische analyses op basis van getrapte *fragility curves* mogelijk om deze situatie te combineren. Het bouwen van deze *fragility curves* wordt in paragraaf 4.4.3 nader toegelicht.



FIGUUR 10: Mogelijk afschuifvlakken voor situatie met voorland bij waterstanden onder en boven het voorland.

4.4.3
Stapsgewijze aanpak

Met de onderstaande stapsgewijze aanpak krijgen beoordelaars met een probabilistische analyse inzicht in de invloed van een voorland op het faalmechanisme macrostabiliteit. Deze aanpak kan als Toets op Maat gebruikt worden, en geeft ook extra inzicht in de levensduur van de kering, rekening houdend met voorland.

Zoals in het begin van paragraaf 4.4 is genoemd, is dit stappenplan toegepast op de drie casussen van HHSK, WSHD en WSRL. De technische uitwerking van deze stappen is dan ook terug te vinden in de rapportages van deze casussen. Paragraaf 4.4.4 bevat een samenvatting van de casus van HHSK.

Stap 1:
Voer op basis van de schematisering uit de semi-probabilistische berekening een probabilistische analyse uit[15]. Bereken daarbij de faalkans voor verschillende situaties (buitenwaterstanden). De waterstanden zijn zodanig gekozen dat voor deze waterstanden faalkansen berekend kunnen worden om de *fragility curve* op te bouwen:

- Buitenwaterstand waarbij voorland net niet onder water komt te staan.
- Buitenwaterstand bij de norm (WBN).
- Buitenwaterstand waarbij een overslagdebiet van 1 l/m/s van toepassing is. Deze waterstand is aangenomen als het begin van infiltratie door overslaand water.
- Buitenwaterstand waarbij overslagdebiet van 10 l/m/s van toepassing is. Bij deze waterstand is ervan uit gegaan dat de waterkering volledig verzadigd[16] is door overslaand water.
- Buitenwaterstand waarbij opbarsten/opdrijven van de binnenwaartse deklaag optreedt (als dit aan de orde is).

Stap 2:
Door deze *fragility curve* te combineren met de geldende waterstandsverdeling kan de feitelijke faalkans worden berekend.

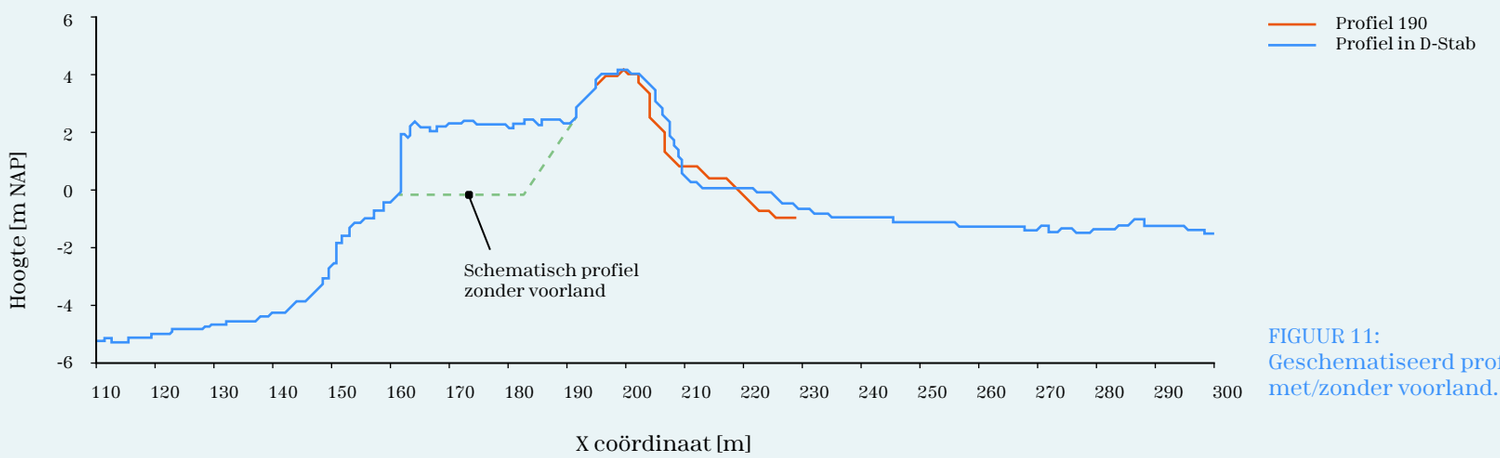
Stap 3:
Het effect van het voorland op de stabiliteit is inzichtelijk te maken door deze faalkans te berekenen voor de situatie met voorland en vervolgens met de hypothetische situatie dat er géén voorland zou zijn. Dit effect kan vervolgens worden uitgedrukt in een reductie van de faalkans van de kering. Dit geeft inzicht in het belang van het voorland en eventuele benodigde borging.

4.4.4
Casus Macrostabiliteit Hollandsche IJssel

De casus HHSK-KIJK (dijkvak I) wordt gekenmerkt door een hoogliggend voorland. Dat is op dit moment (nog) niet bebouwd; aan de binnenzijde is wel veel bebouwing aanwezig. Op de kruin van de kering ligt een weg. Het voorland ligt op een niveau van circa NAP +2,2 meter en heeft een breedte van circa 20 meter. In Figuur 11 is de lokale situatie en de dwarsdoorsnede weergegeven. In de dwarsdoorsnede is ook de schematisering zonder voorland weergeven, dit is puur ter illustratie om de bijdrage van het voorland te kwantificeren. In de praktijk zal alleen de situatie met voorland geschematiseerd moeten worden.

Bij de semi-probabilistische analyse zou de uitkomst zijn dat die net niet aan de vereiste veiligheidsfactor zou voldoen. Er is een stabiliteitsfactor van 1,32 berekend, waar 1,35 vereist is voor bijvoorbeeld de casus zoals uitgevoerd voor KIJK-HHSK.

Op basis van dezelfde casus is de probabilistische analyse uitgevoerd. In Figuur 11 is de *fragility curve* voor de situatie met en zonder verzadiging (doorgetrokken rode lijn versus gestreepte rode lijn) en ook de uiteindelijk toegepast *fragility curve* (blauwe doorgetrokken lijn) gepresenteerd. Ook is in deze figuur de waterstandstandsverdeling (zwarte doorgetrokken lijn) opgenomen.



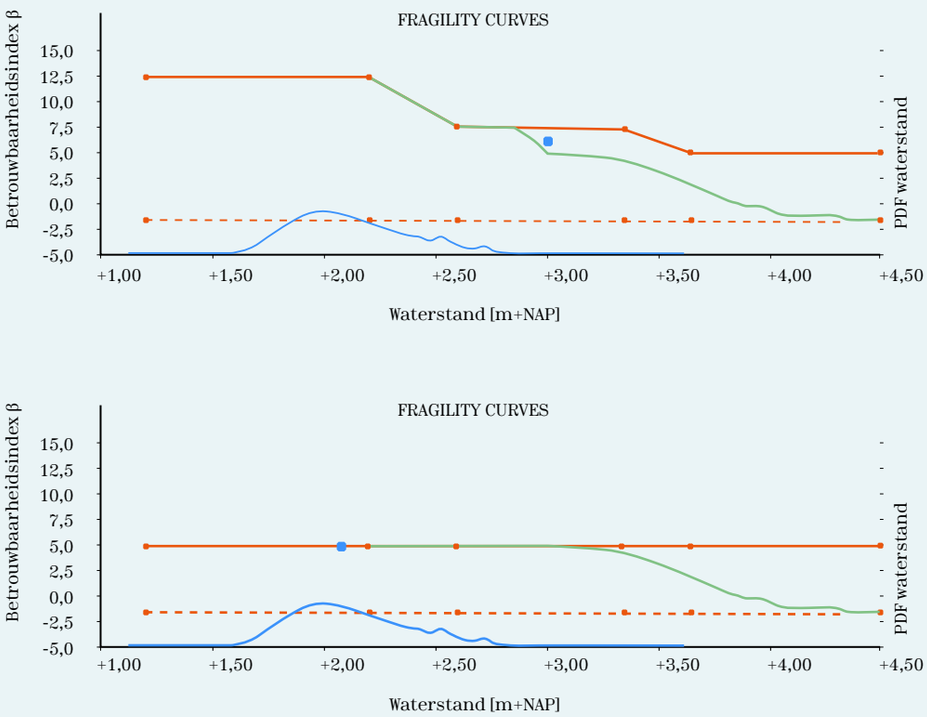
FIGUUR 11:
Geschematiseerd profiel met/zonder voorland.

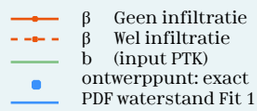
Opgemerkt wordt dat het voorland in deze casus op een niveau van NAP +2,20 meter aanwezig is. Uit de opgestelde waterstandsverdeling blijkt dat de waterstand van NAP +2,20 meter gemiddeld genomen eens in de 10 jaar optreedt.

Uit Figuur 12 blijkt een 'sprong' in de *fragility curve* te ontstaan tussen de waterstand van NAP +2,2 meter en NAP +2,6 meter voor de situatie met voorland. Deze sprong geeft aan de dat de faalkans significant groter wordt als het voorland onder water komt te staan (vanaf een niveau van NAP +2,2 meter loopt het voorland onder). Merk op dat er een grote kans op het optreden van deze waterstanden is, want de kansdichtheid is het grootste bij waterstanden van ongeveer NAP +2,0 m. Uit de geïntegreerde faalkans blijkt dat er een overall betrouwbaarheidsindex (andere representatie van de faalkans) is berekend van ongeveer 6,0. Hierdoor is het resultaat van de probabilistische analyse aanzienlijk veiliger dan volgt uit de semi-probabilistische analyse.

Voor de situatie zonder voorland (onderste figuur uit Figuur 12) is vanuit de daarvoor gebruikte faaldefinitie (dijk moet afschuiven met glijvlak dat intreedt in de buitenkruinlijn bij lage waterstanden) bij de lagere waterstanden ook een betrouwbaarheidsindex van 5,0 berekend. Doordat de freatische waterstand in de kering niet verandert bij hogere buitenwaterstanden is voor deze situatie bij iedere buitenwaterstand dezelfde faalkans berekend. De berekende *fragility curve* ligt daarmee horizontaal. Dit resulteert dan ook in een geïntegreerde faalkans met een betrouwbaarheidsindex van 5,0. Dit resultaat ligt meer in lijn met de aanpak en faaldefinitie, zoals vanuit het WBI2017 is voorgesteld. Daarbij wordt opgemerkt dat ook hier uit de probabilistische analyse winst ten opzichte van de semi-probabilistische berekening bereikt wordt.

Daarmee is voor de casus van HHSK het verschil in betrouwbaarheid van de faalkans orde grootte een factor 1.000 tussen de situatie *met* en *zonder* voorland. Dit verschil kan met een probabilistische analyse worden gekwantificeerd. Dat is met een semi-probabilistische methode niet mogelijk.





FIGUUR 12: Resultaat voor situatie met voorland (boven), Resultaat voor situatie zonder voorland (onder).

Belangrijke aandachtspunten en overwegingen bij probabilistisch rekenen aan macrostabiliteit zijn:

NAAST HET POSITIEVE EFFECT VAN VOORWAARDELIJKHEID VAN FALEN, LEVERT PROBABILISTISCH REKENEN BIJ VOORLANDSITUATIES EEN SCHERPER BEELD VAN DE OVERSTROMINGSKANS:

Probabilistische analyses leveren een scherper stabiliteitsbeeld op dan de semi-probabilistische analyses. Dit is in principe inherent aan de keuze die is gemaakt voor het afleiden van de veiligheidsfactoren van semi-probabilistische berekeningen.

PROBABILISTISCH REKENEN BIEDT MEER INZICHT:

Er is nog een voordeel van een probabilistische analyse ten opzichte van een semi-probabilistische analyse. Dat is dat inzicht verkregen wordt in de voor de macrostabiliteit dominante aspecten. Zo kan nagezocht worden welke buitenwaterstand de grootste bijdrage levert aan de uiteindelijke faalkans (ontwerppunt). Daarnaast is het inzichtelijk welke uitgangspunten of situaties (grondeigenschappen, buiten-waterstand) het grootste effect hebben op de uiteindelijk berekende faalkans. Beide zaken kunnen dan aanleiding zijn tot gericht en passend vervolgonderzoek om tot een nog betere schematisering en faalkansbepaling te komen.

EEN PROBABILISTISCHE ANALYSE HOEFT NIET (VEEL) MEER TIJD TE KOSTEN DAN EEN SEMI-PROBABILISTISCHE ANALYSE:

Vanuit de beschikbare en/of op te stellen semi-probabilistische schematisering (*D-Geo Stability 17.1* en hoger) in combinatie met de *Probabilistic Tool Kit* kan relatief eenvoudig een probabilistische analyse worden uitgevoerd. Beide zijn beschikbaar via Deltares. Met de nieuwe projectsoftware, die in opdracht van de POV Macrostabiliteit is uitgebracht (*D-Geo Stability*) kan met of zonder de *Probabilistic Tool Kit* ook een faalkansanalyse uitgevoerd worden. In plaats van karakteristieke grondparameters zijn voor een probabilistische analyse stochasten nodig (gemiddelde en spreiding) van dezelfde grondeigenschappen. Deze stochasten zijn veelal reeds bepaald als een proevenverzameling is opgesteld.

Als gebruik gemaakt wordt van default-sterkteparameters uit bijvoorbeeld de schematiseringshandleiding[023] dan kan ook voor de spreiding (sigma's) met default parameters gerekend worden. In tegenstelling tot wat vaak wordt beweerd bij probabilistische analyses, is er geen extra informatie nodig. Feitelijk is hetzelfde detailniveau aan gegevens voldoende. Dit wordt ook in de huidige praktijk zichtbaar door bijvoorbeeld grond- en laboratoriumonderzoeken die nu in de diverse verkenningsfasen van dijkversterkingsprojecten worden uitgevoerd.

ONZEKERHEDEN KUNNEN HET REKENKUNDIGE EFFECT VAN HET VOORLAND BEPERKEN:

Het kan voorkomen dat onzekerheden in sommige uitgangspunten en aannamen zo groot zijn, dat deze dominant zijn voor de uiteindelijke faalkans. Dit is zichtbaar in de casus van WSRL[024]. Daar zijn de aannamen over de volledige verzadiging van de waterkering bij een overslagdebiet van 10 l/m/s (en hoger) dominant voor de faalkans. Deze onzekerheid is voor de situatie met en zonder voorland even groot. Daardoor is er in de uiteindelijk faalkans voor de situatie mét en zónder voorland geen verschil berekend in de veiligheidsfactor voor macrostabiliteit binnenwaarts. Pas als deze onzekerheid significant verkleind kan worden, wordt de invloed van het voorland in deze casus zichtbaar in de faalkans.

In dit kader is de freatische grondwaterstand van belang. Een betere bepaling van de ligging van de freatische grondwaterstand in het voorland en ter hoogte van de waterkering kan tot een aanzienlijk veiligheidswinst en beter onderbouwd veiligheidsoordeel leiden. Daarnaast zal de infiltratie beperkt zijn en is de freatische grondwaterstand waarschijnlijk lager dan de rivierwaterstand. Met name in het benedenrivierengebied zal door de relatief korte duur van de hoogwaterperiode de conservatieve aanname voor de freatische lijn een significant effect hebben op de faalkans.

PROBABILISTISCHE ANALYSE BIEDT OOK MEERWAARDE VOOR ONTWERPSTUDIES:

Ook als het effect van het voorland niet direct zichtbaar wordt in een reductie van de faalkans, geven de probabilistische analyses inzicht in een aantal mogelijke oplossingsrichtingen voor de dijkverbetering. Zo is het denkbaar dat met een geringe ophoging van het voorland over een zekere breedte het voorland wel een (grotere en voldoende) invloed heeft op de stabiliteit. Dit is een van de mogelijke dijkversterkingsalternatieven geweest in dijkversterkingsproject KIJK van HHSK. Het is voor enkele dijkvakken uiteindelijk ook het voorkeursalternatief geworden.

DE DEFINITIE VAN FALEN IS EEN AANDACHTSPUNT:

Een ander zeer essentieel aandachtspunt is de definitie van falen van de waterkering. Dit geldt overigens niet alleen in situaties met voorlanden, maar ook bij de andere 'normale' grondlichamen van de waterkeringen. Met de overstap naar de overstromingskansbenadering zijn de oude zoneringsregels en reststerkte en restbreedte analyses en redernaties niet meer valide. Deze nieuwe benadering vraagt nadrukkelijk een integrale veiligheidsbeschouwing van de waterkeringen. In de veiligheidsbeoordeling zal dan ook telkens weer vastgesteld moeten worden, als er een zodanig glijvlak ontstaat dat ook daadwerkelijk falen optreedt.

Daarnaast is het wellicht ook mogelijk dat een initiële afschuiving vervolgmechanismen kunnen inleiden die alsnog tot falen van de waterkeringen zullen leiden. In de uitgevoerde veiligheidsanalyses zijn voor deze faaldefinitie wellicht nog enkele conservatieve keuzen gemaakt als het gaat om de ligging van het intredepunt van het glijvlak. Het geheel aan initieel afschuiven en alle vervolgmechanismen om tot falen te komen wordt verder onderzocht in het faalpadenonderzoek[030].

4.5 VOORLANDEN EN PIPING

Bij het beoordelen en ontwerpen van het faalmechanisme piping bij primaire waterkeringen speelt het voorland een belangrijke rol. Piping is een vorm van erosie waarbij zand vanaf de binnenzijde van de dijk uitspoelt door grondwaterstroming in een zandlaag onder de dijk. Daardoor vormt er zich onder de dijk een kanaal, een 'pipe', richting de buitenzijde van de dijk. Piping begint als kleinschalige erosie van zand en eindigt in grootschalig zandtransport met als gevolg bezwijken van de waterkering. Voor de technische uitwerking in dit hoofdstuk wordt aangesloten bij de schematiseringshandleiding Piping[025] en wordt de extra potentie van voorland geschetst.

Bijdrage van het voorland

Voorland en hydraulische weerstand in het voorland hebben een gunstig bijdrage op het drukverschil in het watervoerende zandpakket. Drukverschil ontstaat door een waterstandsverschil tussen binnen- en buitenwaterstand. Hoe meer voorland aanwezig is én hoe groter de hydraulische weerstand door aanwezigheid van klei in het voorland, des te gunstiger dit is voor het faalmechanisme 'piping'.

Onzekerheid

De bedoeling is om de kans op piping zo goed mogelijk in te schatten door de meest reële kwelweglengte te schematiseren. In de praktijk blijkt echter vaak onzekerheid te bestaan over de keuze van het intredepunt. Bijvoorbeeld als de kleilagen in het voorland dunner zijn of lokaal ontbreken. Dat kan vanwege doorsnijdingen door sloten, niet waterkerende objecten of anderszins. Naast de fysieke eigenschappen van het voorland die een rol spelen bij het vaststellen van het intredepunt, kunnen ook andere (beheer)aspecten een rol spelen. Zo was het niet meer gebruikelijk om het intredepunt binnen de Keurzone van de waterkering te kiezen omdat het beheer dan eenvoudiger te realiseren was, ook als de Keurzone veel kleiner was dan het daadwerkelijk aanwezige voorland.

Aandachtspunten voor schematiseren van piping bij voorland

De beoordelingsinstrumenten en schematiseringshandreikingen geven vuistregels en eisen. Bijvoorbeeld als het gaat om de keuze van het intredepunt en de aantoonbaarheid van kleilagen in het voorland. Toch kan dat leiden tot onnodig conservatieve schematiseringen, door onduidelijkheid over de eisen en vuistregels, doordat er (net) niet aan de vuistregels en eisen wordt voldaan of door beheeraspecten.

Daarom gaan de paragrafen 4.5.2 en 4.5.3 in op de aandachtspunten bij de schematisering van piping bij voorland. Paragrafen 4.5.4 en 4.5.5 beschrijven twee casussen.

‘HET ENW ONDERSCHRIJFT HET VOORSTEL VAN DE POV VOORLANDEN OM DE INDIRECTE MECHANISMEN ONDER TE BRENGEN BIJ DE DIRECTE MECHANISMEN (BIJVOORBEELD ALS APARTE SCENARIO’S) ZODAT ALTIJD HET FALEN VAN DE WATERKERING CENTRAAL STAAT, EN DIT IS CONSISTENT MET DE NIEUWE VEILIGHEIDSFILOSOFIE’

ENW, 2018

4.5.2
Voorlanden met een relatief dikke klei-deklaag

In de huidige werkwijze van piping wordt de toets aan de rekenregel van Sellmeijer gehanteerd. Er wordt uitgegaan van een pipe die doorgroeit. Het kritieke verval is het maximale verval, waarbij een aanwezige pipe niet meer in evenwicht kan komen. Dit treedt op bij de kritieke pipe-lengte. Binnen WBI wordt als kritieke lengte de helft van de totale kwelweglengte gehanteerd.

Bij dikke(re) deklagen in het voorland komt het voor dat het intredepunt wordt begrensd op een afstand van 2 x de dijkbasis[025]. De reden voor deze begrenzing is dat het Sellmeijer-model niet is gevalideerd voor situaties waarbij de zich ontwikkelende pipe doorgroeit onder het voorland voordat deze de kritieke lengte heeft bereikt. De kritieke pipe-lengte is de lengte van het zich ontwikkelende piping-kanaaltje net voordat het kritieke verval wordt bereikt. Als het verval iets toeneemt, schiet de pipe door naar het intredepunt en is de kans op falen door piping reëel. Dit is in Figuur 13 weergegeven.

Verondersteld wordt dat het doorgroeien van de pipe onder het voorland onwenselijk is, omdat:

1. Er dan mogelijk een kortsluiting kan ontstaan tussen het maaiveld en de pipe als gevolg van scheurvorming na instorten van de deklaag in het gat van de pipe;
2. De geohydrologische beschouwing die ten grondslag ligt aan de piping formule volgens Sellmeijer niet gevalideerd is voor de situatie waarbij de pipe wordt gevoed met water dat door de deklaag toestroomt.

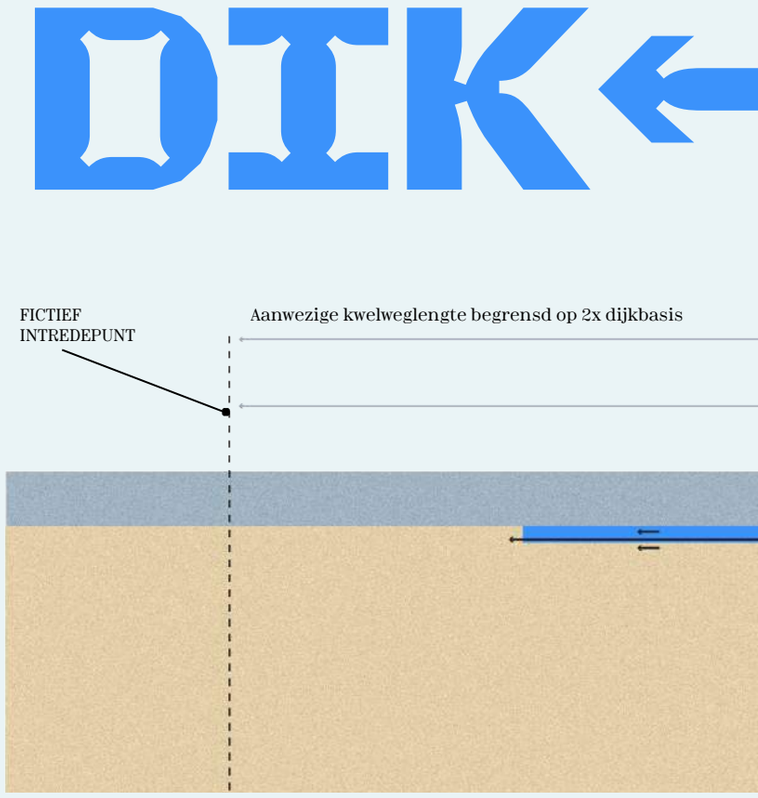
Dit impliceert dat het wel is toegestaan om de pipe onder het voorland te laten doorgroeien, mits er voldoende vertrouwen is dat:

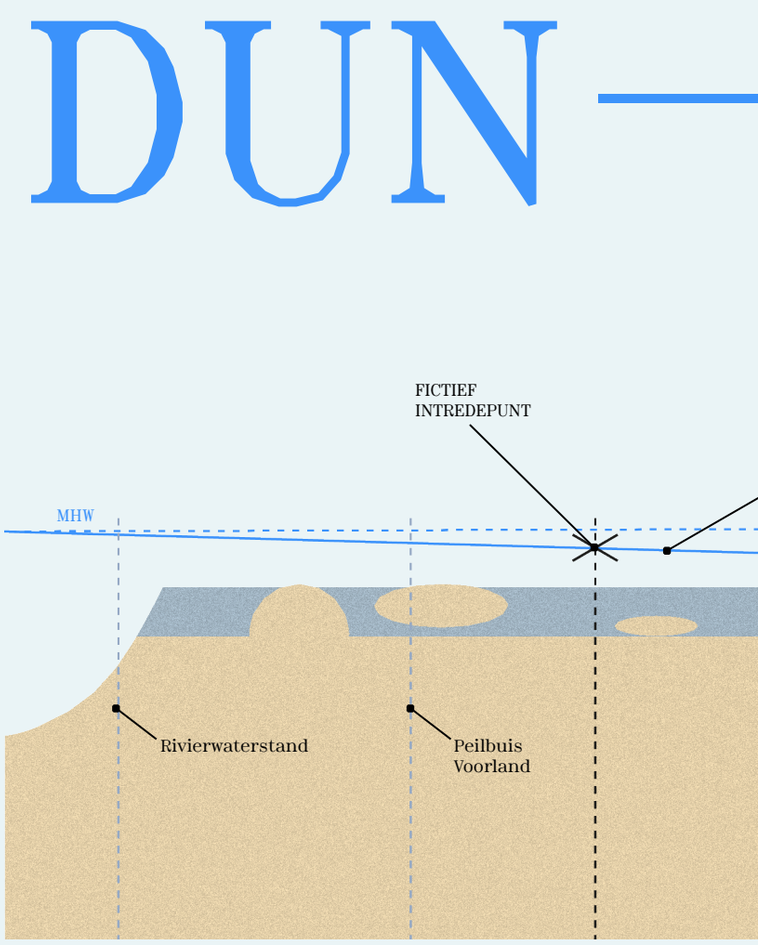
- Er geen een kortsluiting kan ontstaan tussen maaiveld en pipe én
- Er geen voeding van de pipe is door water vanuit de deklaag.

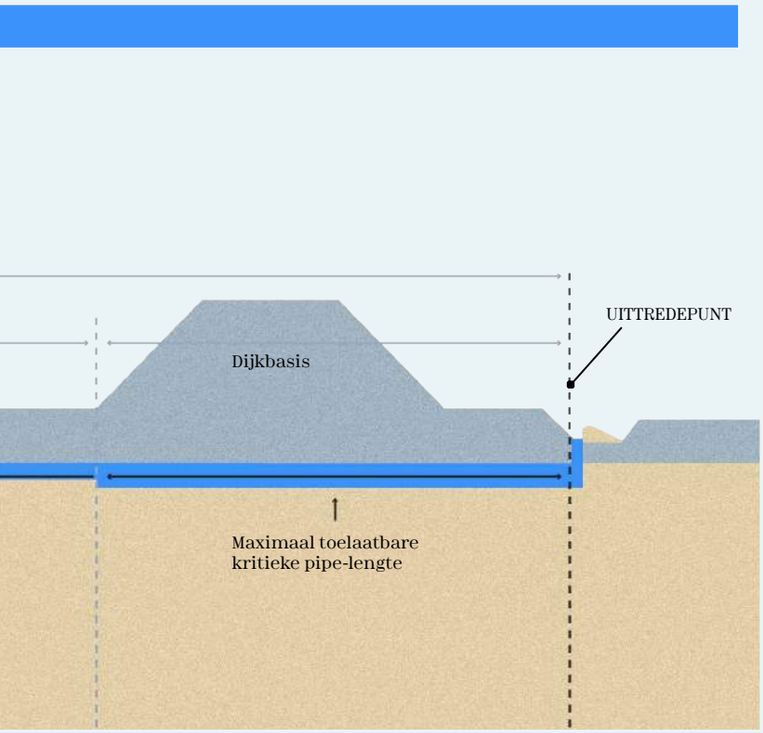
Op basis van *engineering judgement* wordt aangenomen dat deklaag-diktes groter dan 1,5 à 2 meter voldoende hydraulische weerstand bezitten om een kortsluiting tussen maaiveld en pipe te voorkomen. Ook is de verwachting dat de toestroom van water door een 1,5 à 2 meter dikke klei-deklaag dusdanig beperkt is, dat dit geen significante invloed heeft op de geohydrologische beschouwing. Een en ander is wel afhankelijk van de samenstelling en de vochthuishouding van de deklaag. Kleiige deklagen die onder normale omstandigheden boven de grondwaterspiegel liggen kunnen door structuurvorming of door scheurvorming doorlatend zijn.

De eerdergenoemde factor 2 (x dijkbasis) volgt uit analyses waaruit is gebleken dat de kritieke pipelengte maximaal ½ x de aanwezige kwelweglengte bedraagt. Echter, deze factor van ½ is een bovengrens. Deze waarde kan teruglopen tot ⅙ x de kwelweglengte. In dat geval kan het fictieve intredepunt op een afstand van 6 x de dijkbasis wordt aangehouden. Vaak kiezen beoordelaars en ontwerpers standaard voor de factor 2. De exacte waarde kan worden bepaald met bijvoorbeeld het programma *D-Geo Flow*.

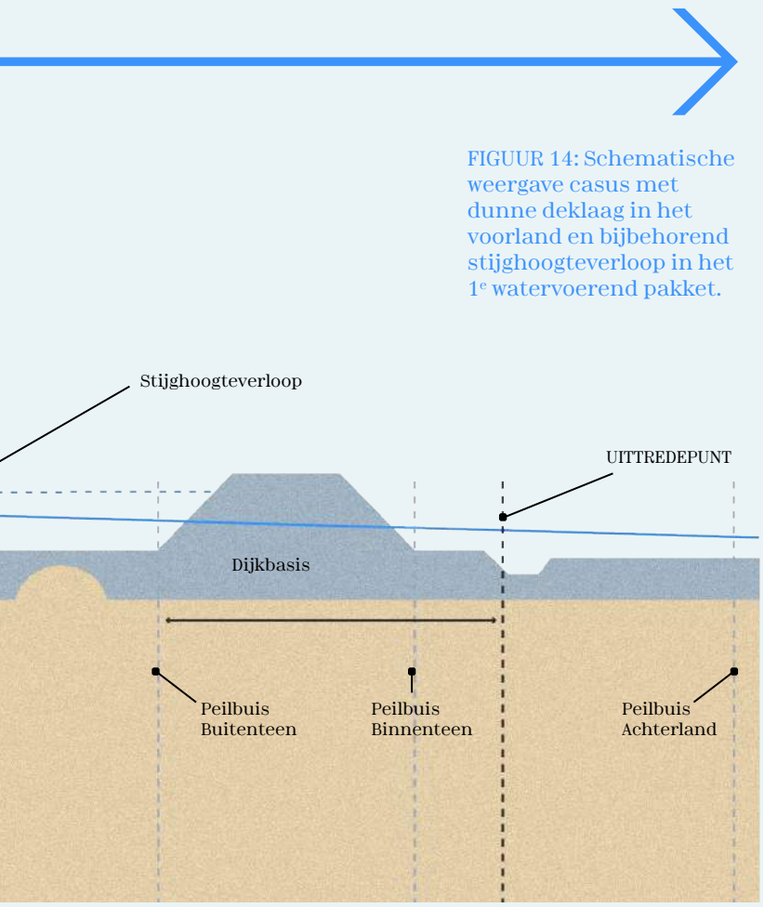
Met name voor situaties met een smalle dijkbasis met voorland kan de potentiële winst van deze aanpak significant zijn binnen zowel een Toets op Maat als een ontwerpsetting. Aan de hand van een casus (_Zie paragraaf 4.5.4) is de impact van het meenemen van een dikke deklaag in het voorland nader onderzocht.







FIGUUR 13: Schematische weergave casus met dikke deklaag en de begrenzingsregel uit het WBI (kwelweglengte < 2 x dijkbasis).



FIGUUR 14: Schematische weergave casus met dunne deklaag in het voorland en bijbehorend stijghoogteverloop in het 1e watervoerend pakket.

4.5.3
Voorlanden met een relatief dunne klei-deklaag

Er zijn ook situaties denkbaar met deklagen die relatief dun zijn. Peilbuismetingen laten zien dat dunne(re) deklagen een hydraulische (intree)weerstand bezitten. Dat gebeurt zelfs als die onderbroken worden door bijvoorbeeld sloten, NWO's of zandinsluitingen. Deze intreeweerstand in het voorland zorgt ervoor dat de stijghoogte in het watervoerende zandpakket lager is dan de buitenwaterstand (_Zie ook Figuur 14).

Het was gebruikelijk om bij voorlanden met dunne(re) deklagen het intredepunt dicht bij de buitenteen van de dijk te kiezen. Als er toch enige kleidikte aanwezig was, werd het intrede punt bij een sloot of andere lokale onderbreking in de deklaag gekozen. Het intredepunt wordt in de leidraden en handleidingen vaak gedefinieerd als het punt waar de buitenwaterstand en stijghoogte in het eerste watervoerende pakket aan elkaar gelijk zijn. Oftewel: de plek waar het water ongehinderd kan instromen in het watervoerende zandpakket.

Daarom geeft de schematiseringshandleiding van het WBI[025] bij dunnere deklagen of deklagen met een geringere hydraulische weerstand mogelijkheden om een fictief intredepunt te bepalen op basis van de spreidingslengte λ. De spreidingslengte is een maat die de verhouding weergeeft tussen de doorlatendheid van een watervoerend pakket en de weerstand in de slecht doorlatende laag.

Door het mechanisme piping ook vanuit een geohydrologisch oogpunt te beschouwen ontstaat een beter onderbouwd beeld van de kans op piping. Hierbij wordt naast de normatieve buitenwaterstand als belasting conform Technisch Rapport Waterspanningen[070] ook uitgegaan van het verwachte stijghoogte-verloop in het watervoerende zandpakket. Dit stijghoogteverloop bepaalt immers of de zandkorreltjes onder de deklaag wel of niet in beweging komen.

Aan de hand van een casus (_Zie paragraaf 4.5.5) is de impact van het meenemen van een geringe hydraulische weerstand in het voorland nader onderzocht. Hieruit volgt dat ook bij een geringe hydraulische weerstand in het voorland aanzienlijke winst te behalen valt. Tevens blijkt dat kleine onderbrekingen in de deklaag en plekken met een minimale hydraulische weerstand niet hoeven te leiden tot een intredepunt voor het faalmechanisme piping. In veel gevallen hebben deze plekken slechts een zeer beperkte invloed op het stijghoogteverloop in het eerste watervoerende pakket.

4.5.4

Casus Piping 1: voorland met dikke deklaag

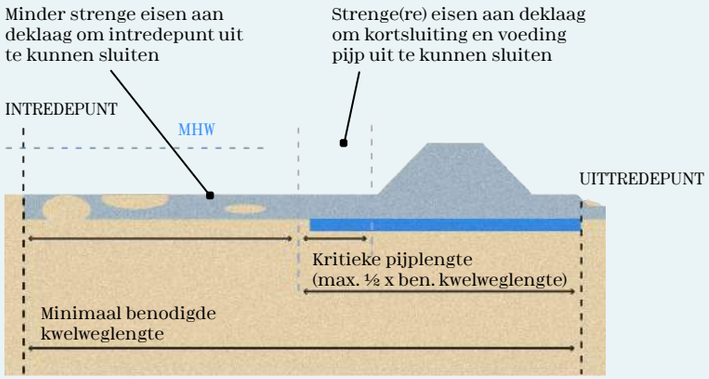
Deze casus is gebaseerd op een primaire waterkering in het bovenrivierengebied, met een breed voorland en een dikke deklaag in het voorland. De situatie is geschetst in Figuur 15. Het voorland is circa 100 meter breed, de dijkbasis bedraagt 23 meter. In het voorland is door middel van grondonderzoek en elektromagnetisch onderzoek aangetoond dat een deklaag met een dikte van circa 3,5 meter aanwezig is. Het aanwezige verval over de waterkering bedraagt circa 4 meter.

Met de formule van Sellmeijer is de benodigde kwelweglengte bepaald. Deze bedraagt 109 meter. Als de aanwezige kwelweglengte zou worden begrensd op 2 x dijkbasis (= 2 x 23 meter = 46 meter) voldoet de dijk niet aan de eisen voor piping. Bij een deklaagdikte van 3,5 meter is het zeker dat er geen kortsluiting zal ontstaan tussen het maaiveld en de pipe die zich onder de deklaag in het voorland doorontwikkelt. Tevens is de kans op voeding van de pipe door water dat door de deklaag stroomt hier beperkt gezien de relatief dikke deklaag.

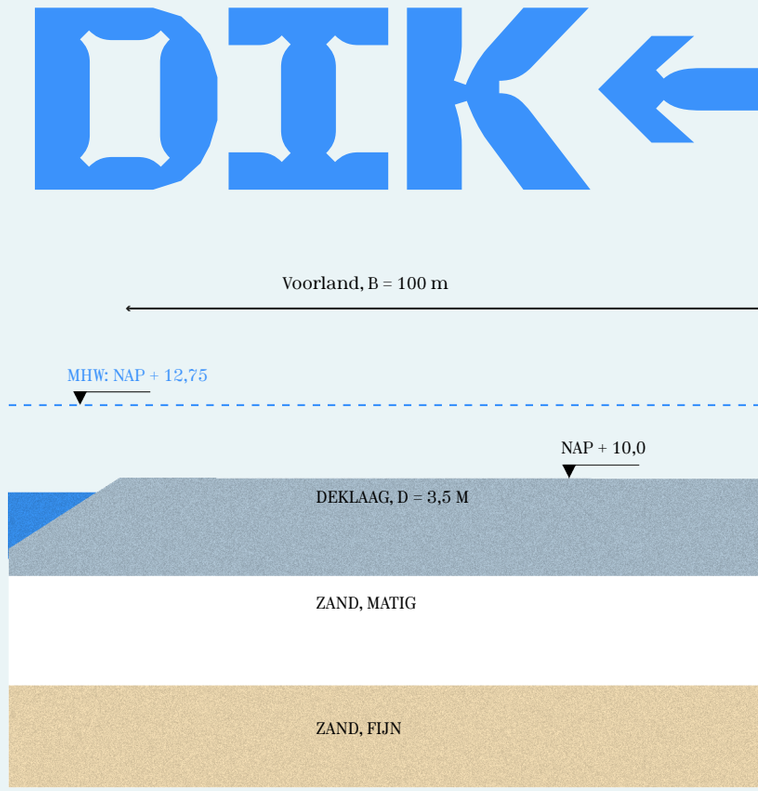
In deze casus is er daarom aanleiding om onderbouwd af te wijken van de regel die stelt dat de aanwezige kwelweglengte moet worden begrensd op 2 x de dijkbasis. De waterkering voldoet in dat geval wél aan het faalmechanisme piping. Immers, de aanwezige kwelweglengte (123 meter) is groter dan de benodigde kwelweglengte volgens Sellmeijer (109 meter).

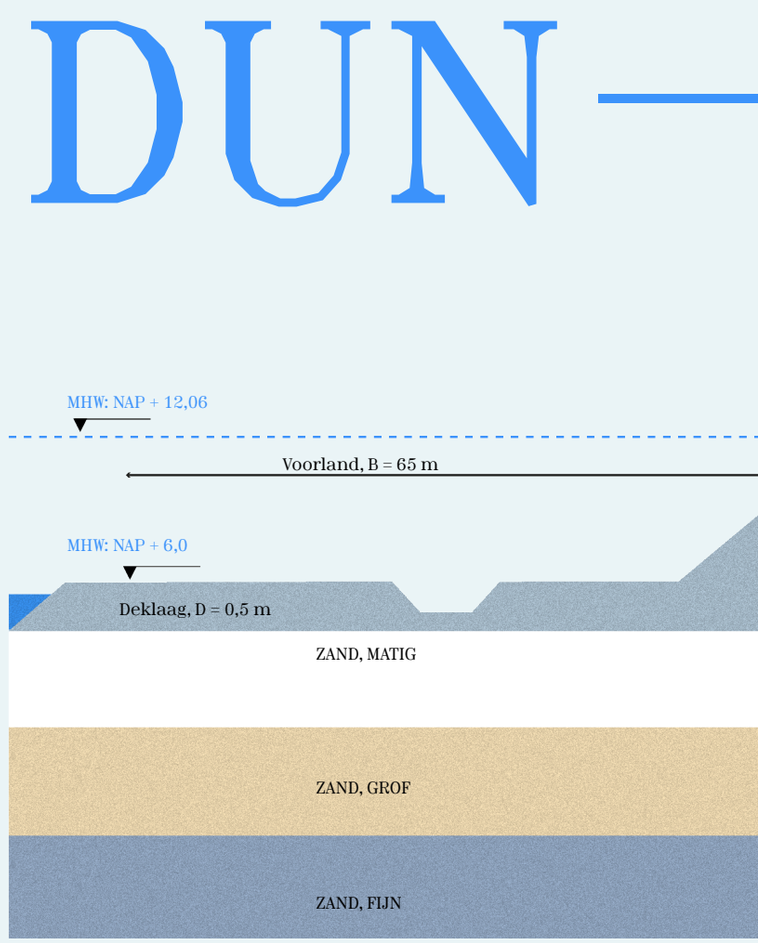
EISEN AAN DE DEKLAAG

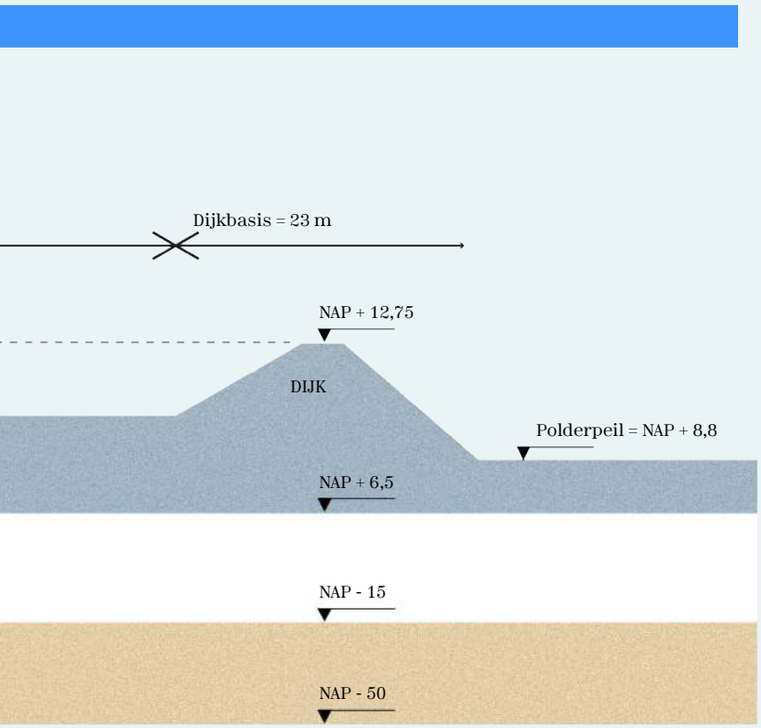
Eisen aan de deklaag in het voorland (voor wat betreft dikte en hydraulische weerstand) zullen verschillen over het traject. Plekken waar in potentie een kritieke pipe onder de deklaag kan ontstaan en plekken waar dit niet het geval is. Voor de casus met dikke deklaag betekent dit dat bij een benodigde kwelweglengte van 109 meter, de kritieke lengte maximaal 55 meter is, uitgaande van de conservatieve kritieke pipelengte van maximaal ½ x de benodigde kwelweglengte. Bij een dijkbasis van 23 meter is er nog 32 meter voorland nodig waar strengere eisen voor gelden. Het is dus niet nodig om over de volledige 109 meter strenge eisen te stellen.



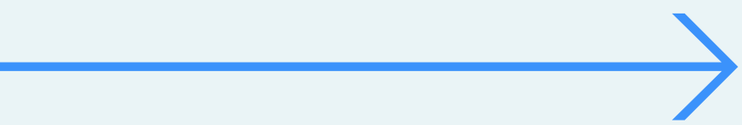
FIGUUR 17: Verschillende eisen aan deklaag in voorland.



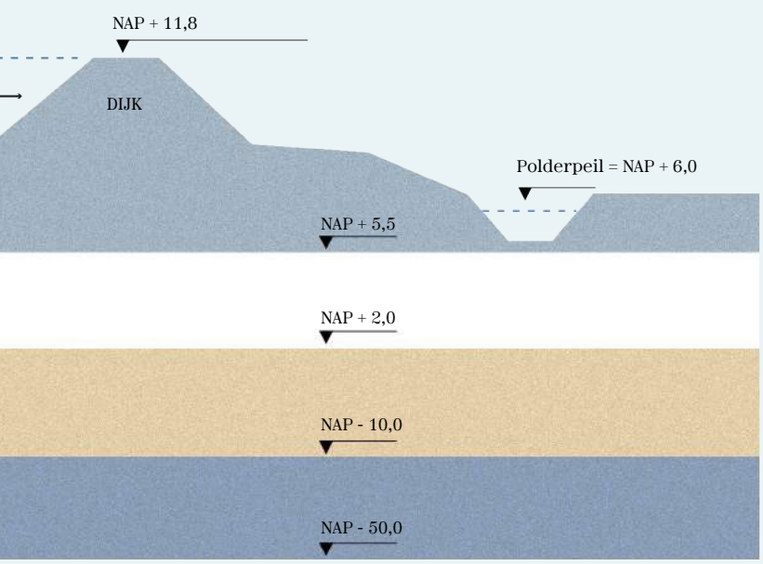




FIGUUR 15: Schematisatie casus 1, dijk met breed voorland en dikke deklaag (NB: de dijk is afgekeurd op hoogte).



FIGUUR 16: Schematisatie casus 2, dijk met breed voorland en dunne deklaag (NB: de dijk is afgekeurd op hoogte).



4.5.5
Casus Piping 2: voorland met dunne deklaag

Deze casus is gebaseerd op een primaire waterkering in het bovenrivierengebied, met een relatief breed voorland en een dunne deklaag in het voorland. De situatie is in Figuur 16 geschetst.

Het voorland heeft een breedte van circa 65 meter, de dijkbasis bedraagt circa 40 meter. In het voorland is een dunne deklaag met een dikte van circa 0,5 meter aanwezig. Op 10 meter uit de buitenteen van de dijk is een parallelle sloot aanwezig. Het aanwezige verval over de waterkering bedraagt circa 6 meter.

De aanwezige deklaag in het voorland voldoet niet aan de gangbare minimum eisen, zoals omschreven in het Onderzoeksrapport Zandmeevoerende Wellen[026], te weten minimaal 1 meter klei + 0,3 à 0,5 meter leeflaag. Het is daarom in vergelijkbare situaties gebruikelijk om aan te nemen dat het intredepunt voor piping bij de buitenteen ligt. Dit betekent dat er géén weerstand in het voorland wordt meegenomen.

Met *DGeoFlow* is het kritieke verval over de waterkering berekend als géén weerstand in het voorland wordt meegenomen. In dat geval bedraagt het kritieke verval ΔH_c = 2,1 meter. Omdat het aanwezige verval ruim 6 meter bedraagt, voldoet de waterkering niet op het faalmechanisme piping.

Als wel enige weerstand in het voorland wordt meegenomen blijkt een groter verval over de waterkering toelaatbaar. Bij een hydraulische weerstand C = 25 dagen (= dikte deklaag / doorlatendheid deklaag = 0,5 meter / 0,02 meter/dag) bedraagt het kritieke verval ΔH_c = 4,7 meter. Dit is meer dan een verdubbeling ten opzichte van de basisschematisatie waarbij géén weerstand werd meegenomen.

Zelfs als in het model rekening wordt gehouden met de sloot in het voorland is de te behalen winst substantieel. In geval van een minimale weerstand op de bodem van de sloot (C = 1 dag) bedraagt ΔH_c = 4,3 meter, nog steeds een verdubbeling.

Een minimale (intrede)weerstand van 1 dag is in de praktijk al heel snel aanwezig. Hieruit blijkt dat het meenemen van enige weerstand in het voorland al snel kan leiden tot een groter kritiek verval (meer dan 100%). Dat leidt dus tot een substantiële vermindering van de (rest)opgave.

4.6 ZANDIG VOORLAND

Bij een zandig voorland speelt natuurlijke dynamiek en de mogelijke combinatie met functies als natuur en recreatie een grote rol. De natuurlijke dynamiek kan enerzijds leiden tot relatief grote onzekerheden. Dat kan weer leiden tot relatief hoge faalkansen en onderhoudskosten. Anderzijds kan het medenemen van een zandig voorland leiden tot een natuurlijke ontwikkeling van de benodigde sterkte. Ook is er potentie voor bredere maatschappelijke baten bij een minimalisatie van binnendijks ruimtebeslag door de waterkering.

De overstromingskansbenadering en de wettelijke regelingen vragen om het meenemen van het voorland in de beoordeling. Ook als deze niet is opgenomen in de legger. Als een zandige waterkering wordt aangelegd, is het van belang dat de waterkeringbeheerder zowel de sterkte van het voorland als de sterkte van de dijk in rekening brengt. Zowel in het ontwerp als in de beoordeling.

Hoewel de technische instrumenten voor beoordeling en ontwerp beschikbaar zijn, zijn er aandachtspunten en technische uitdagingen. Deze paragraaf beschrijft deze.

Zandige kust

De kustveiligheid en duinwaterkeringen langs de zandige kust hebben veel baat bij de programmatische aanpak van de kustlijnzorg met zandsuppleties en maatregelen, zoals de zandmotor voor de Delflandse Kust. Dat zijn vormen van voorlandbeheer die mede tal van andere functies dienen, zoals buitendijkse risicobeheersing, recreatie en natuur. Door windtransport wordt dit zand toegevoegd aan de duinwaterkeringen. Sinds 1990 zijn overschrijdingskansen van de maatgevende afslagpunten in vrijwel alle kustraaien aanzienlijk kleiner (factor 10 tot 1.000) geworden.[027] Het is de vraag of dit beeld wordt bevestigd in de komende beoordelingsronde. Dat komt door de wijziging van de norm (hoogte, type en faalkansbegroting), het meenemen van onzekerheden in de hydraulische belasting en (vanzelfsprekend) onvoorziene wijzigingen in het duinprofiel zelf.[028] Echter, de verwachting is dat de sinds 1990 toegenomen veiligheid ook uit de komende beoordeling zal blijken.

Waterkeringen

Ten opzichte van traditionele oplossingen voor dijkversterkingen kunnen zandige ontwerpalternatieven in het voorland in de praktijk vroegtijdig afvallen. Dit komt door de relatief grote onzekerheden die tot relatief veel onderhoud leiden. Tegelijkertijd kunnen dergelijke oplossingen wel degelijk kosteneffectief over de levensduur zijn. Ze kunnen ook meer maatschappelijke baten hebben dan alleen waterveiligheid. Bijvoorbeeld flexibiliteit in de toekomst. Daarnaast kunnen baten ook via meekoppelkansen worden gecreëerd. Zandige oplossingen kunnen vaak meerwaarde bieden voor natuur en recreatie. Voorwaarde hierbij is wel dat oplossingen dusdanig ontwikkeld en geïmplementeerd worden dat de kans op een onverwachts kortere levensduur minimaal blijft. Hierbij is monitoring van cruciaal belang.

Zandige voorlanden zijn met name effectief onder de volgende omstandigheden:

- Als golven mede de dimensies van de waterkering bepalen;
- Als golven diepte-gelimiteerd zijn. Dat is het geval bij een grote strijklengte in combinatie met een beperkte diepte, zoals in het Markermeer, IJsselmeer of in de Waddenzee;
- Als sprake is van een kleine decimeringshoogte van de waterstand. Dat houdt in dat een beperkt hogere waterstand al een factor 10 lagere overschrijdingskans heeft. Een voorland zorgt ervoor dat hoge golven alleen bij hogere waterstanden de dijk kunnen bereiken. Als de overschrijdingskans van die hogere waterstand klein is, heeft een voorland een groot effect op de overstromingskans.

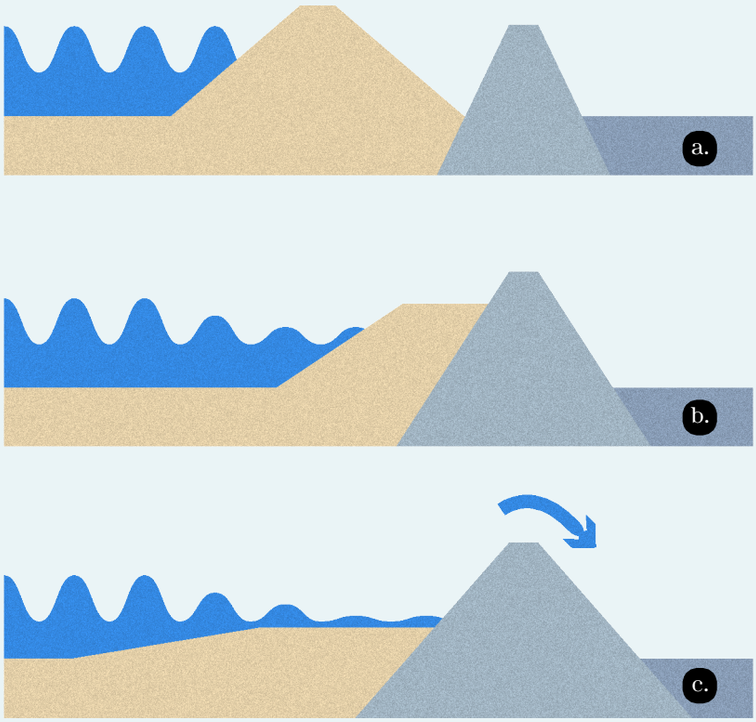
De beschrijvingen van zandige voorlanden en de rol binnen de waterveiligheid is grotendeels gebaseerd op de *guideline* Ontwerp en beoordeling van dijk-voorlandsystemen[029].

4.6.1 Verschijningsvormen van zandige voorlanden

Zandige voorlanden komen in verschillende verschijningsvormen voor. Hoe met deze voorlanden moet worden omgegaan, hangt nauw samen met de rol van de aanwezige 'harde' waterkering binnen het samengestelde systeem van de nieuwe waterkering (_Zie Figuur 18 en Tabel 4). In een beoordelingssetting dient het geheel aan sterkte vanuit het zandige voorland en de aanwezige harde kering meegenomen te worden. Bij een ontwerpvraagstuk kan het veiligheidstekort van een waterkering opgelost worden door een zandige versterking. De omvang van de benodigde zandige veiligheidsversterking is afhankelijk van de rol die de waterkering in het geheel speelt.

Bij de typen a en b vindt een beoordeling plaats op afslag, die in principe vergelijkbaar is met de beoordeling van de duinen langs de kust. Het verschil tussen de typen is de rol die de dijk heeft binnen (of buiten) het afslagprofiel. Dit wordt nader beschreven in paragraaf 4.6.2. Bij type c is sprake van een beoordeling zoals voor reguliere dijken, waarbij het voorland zorgt voor een reductie van de golfbelasting. Vanwege de rol van zowel het voorland als de achterliggende dijk wordt dit type waterkering ook aangeduid als een *hybride kering*. Dit wordt nader beschreven in paragraaf 4.6.3. Tussen deze verschijningsvormen zijn overgangsvormen mogelijk, zoals dijk-in-duin constructies.

Bij het ontwerpen en beoordelen is het uitgangspunt dat de volledige sterkte van alle waterkerende elementen wordt meegenomen. De variant waarbij alle sterkte uit het zandige voorland gehaald wordt (type a) komt dus alleen in beeld als de aanwezige 'harde' waterkering van zeer slechte kwaliteit is. Of als er grote onzekerheden bestaan over deze kwaliteit. Aan de harde waterkering wordt dan in zijn geheel geen sterkte toegekend.



FIGUUR 18: Schematische weergave mogelijke combinatieoplossingen met afnemende omvang van de benodigde zandige aanvulling[029].

	AANDUIDING	ROL ZANDIGE VERSTERKING	ROL DIJKLICHAAM	OPMERKING
a.	Zandige kering	Standalone kering (duin)	Geen	Grensprofiel vóór dijk
b.	Dijk als grensprofiel	Volledige sterkte	Grensprofiel	Grensprofiel voorin dijk
c.	Dijk met voorland	Belastingrem	Regulier	Belastingreductie op dijk

TABEL 4: Overzicht van mogelijke zandige versterkingen en relatie met rol van de huidige dijk.

4.6.2
Voorland als zandige kering

Als het zandvolume primair dient als sterkte, dan vindt de beoordeling van het voorland plaats op het faalmechanisme afslag. Dit is vergelijkbaar met de beoordeling van duinen langs de Noordzeekust. De manier waarop falen van de gehele waterkering is gedefinieerd, is afhankelijk van de rol die de dijk zelf krijgt toegekend (_Zie Figuur 18).

Bij type a speelt de dijk in de berekeningen geen enkele rol voor de waterveiligheid. Er is een zelfstandige zandige kering voor de dijk aangelegd. Deze oplossing is bijvoorbeeld gekozen bij de versterking van de Hondsbossche en Pettemer zeewering.

Bij type b fungeert de dijk als het grensprofiel, of tenminste als een deel daarvan. De oplossing met de dijk als grensprofiel is gekozen bij de versterking van de dijk ter hoogte van het Sophiastrand (Noord-Beveland). Zij zal volgens de huidige plannen ook worden toegepast voor de zandige versterking van de Houtribdijk.

Na afslag van het voorland is het de bedoeling dat het grensprofiel zo groot is, dat een volledige doorbraak van de waterkering wordt voorkomen. Hierbij wordt vaak geen rekening gehouden met reeds aanwezig waterkerend vermogen in de aanwezige bekleding en kleilagen van de dijk. De afslag van het voorland mag dan niet verder reiken dan de buitenzijde van de dijk. Vanuit de overstromingskansbenadering beredeneerd liggen oplossingen waarbij het geheel aan sterkte uit het zandige pakket komt echter minder voor de hand. Alleen als het versterken van de 'harde' waterkering dusdanig duur is waarbij verschillende faalmechanismen opgelost dienen te worden dan kan de zelfstandig kerende zandige kering een alternatief zijn.

4.6.3
Zandig voorland als belastingrem

Als het zandvolume primair dient om de golfaanval te reduceren, dan vindt een beoordeling plaats zoals bij reguliere primaire waterkeringen. De aanwezigheid van een voorland veroorzaakt een verlaging van de golfhoogte aan de dijkteen[029]. Dat komt door breking van golven op het ondiepe voorland en, indien relevant, door golfdemping door vegetatie. Als gevolg hiervan worden ook golfoploop en golfoverslag gereduceerd en is de golfaanval op de bekleding op het buitentalud van de dijk lager. Doordat korte golven relatief sterker breken dan lange golven, treedt veelal ook een verhoging van de gemiddelde golfperiode op. Beide effecten worden in ogenschouw genomen om het effect van een voorland op golfoploop en golfoverslag goed te kunnen bepalen. Verder kan er, afhankelijk van de lokale geometrie van het voorland, ook sprake zijn van een verhoging van de lokale waterstand.

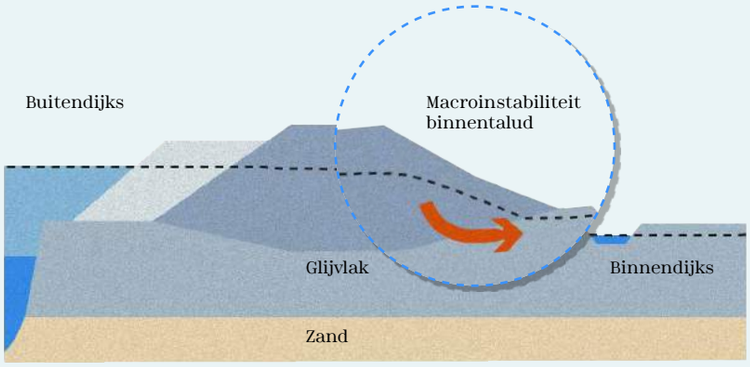
De aanwezigheid van het voorland leidt dus ten opzichte van de hydraulische belasting op de rand van het voorland tot wijzigingen in zowel de waterstand, de golfhoogte als de golfperiode. Ook de op het voorland aanwezige vegetatie kan hier nog een effect op hebben. Een dergelijk effect kan zich uiten in een reductie van de golfhoogte, maar natuurlijk ook in een mutatie van de waterstand en/of de golfperiode, zoals bij het kweldervoorland van de Waddenzeedijken[041].

4.6.4
Invloed van een zandig voorland op piping en macrostabiliteit

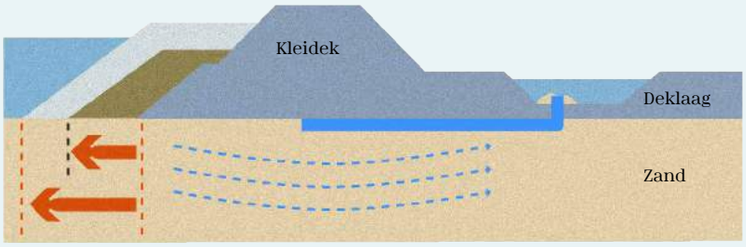
De aanwezigheid van een zandig voorland kan eventueel ook invloed hebben op de mechanismen piping en macrostabiliteit van de waterkering. Voor piping is dit het geval als er sprake is van een zandig voorland met bijvoorbeeld een kern van klei. De kwelweglengte tussen binnen- en buitenzijde van de dijk wordt daarmee vergroot (_Zie Figuur 20), en de faalkans voor het mechanisme piping wordt verkleind.

Op het faalmechanisme macrostabiliteit heeft een zandige voorland mogelijk ook een positief effect. Dit kan doordat:

1. De stabiliteit van het buitentalud wordt vergroot doordat de massa van het zandige voorland het afschuiven langs een glijcirkel bemoeilijkt. Daarmee reduceert een voorland de faalkans voor het faalmechanisme macrostabiliteit buitenwaarts.
2. Er geen rechtstreekse invloed is op de stabiliteit van het binnentalud, bij het faalmechanisme macrostabiliteit binnenwaarts. Echter, als dit faalmechanisme optreedt, is veelal sprake van een beperkte verlaging van de kruinhoogte van de dijk. Het resterende dijklichaam kan het zand van het voorland blijven opsluiten aan landwaartse zijde. Als het aanwezige zandlichaam ook na eventuele afslag hoger ligt dan de piekwaterstand tijdens de storm, zal het verhinderen dat water het gebied achter de afgeschoven dijk binnendringt (_Zie Figuur 19). Alle waterstanden lager dan het voorland krijgen dan een verwaarloosbare bijdrage aan de faalkans, waardoor de totale faalkans van de dijk aanzienlijk gereduceerd kan worden (_Zie hiervoor ook de beschreven aanpak in paragraaf 4.4.2).



FIGUUR 19: Faalmechanisme macroinstabiliteit binnenwaarts, bij een intredepunt van het schuifvlak in de kruin van de dijk, gebaseerd op [045]. Een eventueel aanwezig voorland boven de waterlijn voorkomt een doorbraak in het geval van een afschuiving en verzakking van de dijk.



FIGUUR 20: Verlenging kwelweglengte in het geval van aanwezigheid van een zandig voorland met afdekkende kleilaag (onderste pijl), of met een zandig voorland met kern van klei (bovenste pijl. Figuur op basis van[045].

4.6.5 Omgaan met onzekerheden

Zandige voorlanden worden in de huidige praktijk ontworpen om onzekerheden op te vangen. Ook kunnen onzekerheden die geaccepteerd worden in het ontwerp, in de beheerfase vaak voldoende worden beheerst door goede monitoring, inspectie en herstelmaatregelen.

Naast onzekerheden in het sociaal-normatieve systeem en de onzekerheden gemoeid met andere functies van zandig voorland, zijn de voornaamste onzekerheden voor waterveiligheid technisch van aard:

1. Onzekerheid door natuurlijke dynamiek

Over de planperiode van zandige oplossingen in het voorland is het onzeker hoe de hydraulische belasting, (structurele) erosie, stormschade, zettingen en de morfologie in brede zin zich *ruimtelijk zullen ontwikkelen in de tijd*. Zo is het de vraag, naast de beschikbaarheid van zand, in hoeverre het zandvolume zich naar dieper water verplaatst of zich herverdeelt in de lengterichting van de waterkering. Daarnaast is het de vraag in hoeverre ongewenste geulvorming of geulmeandering ontstaat dat het zandlichaam kan aantasten. Verder is de relatie met vegetatie een onzekerheid. Denk hierbij aan de invloed van vegetatie-eigenschappen (hoogte, stijfheid, dichtheid, ontwikkeling) op de stabiliteit en/of golfdempend effect van het voorland.

Het is de uitdaging deze onzekerheden te kwantificeren ten behoeve van zowel het ontwerp, de beoordeling en het beheer (monitoring en interventies). In de ontwerppraktijk worden hierbij scenario's beschouwd in de dimensionering van het minimaal benodigd profiel en het dimensioneren van een slijtlaag. Zo'n slijtlaag houdt rekening met de verwachte zandverliezen gedurende de levensduur, om zo de normatieve condities te kunnen weerstaan. De initiële omvang van deze slijtlaag is tevens bepalend voor de verwachte onderhoudsvolumes, –frequenties en daarmee de kosten over de levensduur (LCC).

2. Onzekerheid door hard/zacht overgangen

Bij hybride waterkeringen en bij zandige waterkeringen met overgangsconstructies van zacht naar hard, is er onzekerheid over de sterkte-eigenschappen van deze overgangen. Die geldt zowel in de lengterichting als in het dwarsprofiel. Door de afwijkende vorm van overgangen, aansluitingen en bochten kan concentratie van golven, stroming en aangrijpingspunten voor erosie ontstaan. In het dwarsprofiel is er grote onzekerheid over faalkans en bijdrage van harde elementen in een zandig profiel. De huidige instrumenten zijn veelal ongeschikt of zeer rekenintensief voor hard/zacht overgangen en voor niet-waterkerende objecten (NWO's).

In de ontwerppraktijk worden keuzes gemaakt om deze onzekerheden af te dekken. Voorbeeld hiervan is de Versterking Houtribdijk waar de zandige versterking op zichzelf in staat moet zijn om de normatieve belasting te keren. De huidige dijk dient als opsluiting van het zandpakket en heeft op dit traject straks geen waterkerende functie meer. Bij de versterking van de Markermeerdijken is met aanvullende systeemanalyses gekeken naar de interactie tussen dijk en oeverdijk. Door de onzekerheid over de bodemsamenstelling en twijfels over de onafhankelijkheid tussen beide elementen heeft dit niet geleid tot het meenemen van sterkte van de bestaande dijk bij de dimensionering van het ontwerp van de oeverdijk. Voor de beheersing van een tussenliggende waterpartij krijgt de bestaande dijk naar verwachting de status van regionale waterkering (IPO klasse 3).

4.6.6 Ontwikkeling van kennis en instrumenten

De overstromingskansbenadering geeft een basis om de technische instrumenten voor het beoordelen en ontwerpen van zandige- en hybride waterkeringen meer in de geest van de nieuwe veiligheidsbenadering te ontwikkelen. Hiermee kan de omgang met onzekerheden expliciet worden gemaakt. Voor de rechte delen van een waterkering (vaak het grootste deel) liggen alle instrumenten op de plank om een beoordeling uit te voeren of een ontwerp te maken. Denk hierbij aan *Duros* of *Xbeach* voor afslag, *Xbeach* en *1D SWAN* of een voorlandmodule voor golftransformatie en *PC-Overslag* of de EurOtop formules voor golfoverslag. Gekoppeld rekenen met al deze modellen is niet standaard en veelal intensief. De ervaring is ook dat het niet nodig is: vaak is de rol van afslag tijdens de 'normatieve situatie' beperkt en volstaat het om een afzonderlijke afslagberekening te maken.

In de huidige ontwerppraktijk is het vooral maatwerk om zandige voorlandoplossingen goed te wegen ten opzichte van andere (traditionele) oplossingen. Daarom voeren Rijkswaterstaat (ten behoeve van beoordelingsinstrumenten en kustlijnzorg) en het consortium Ecoshape (ten behoeve van '*Building with Nature*') onderzoek uit naar verdere verbetering en uniformering van instrumenten en werkwijzen voor onder andere ontwerp en realisatie.

Het is van groot belang om na aanleg de ontwikkeling van zandige voorlanden goed te monitoren. Dit moet sowieso om de levensduur van de waterkering te kunnen aantonen. Deze monitoring moet ook gebruikt worden om landelijk meer kennis over de erosieprocessen op te bouwen. Dit geldt met name in de watersystemen als de Waddenzee (Prins Hendrikzanddijk) en de Meren (Markermeerdijk, Houtribdijk). Zo kunnen voor volgende projecten met een kleinere onzekerheidsmarge uitspraken worden gedaan over de benodigde hoeveelheid onderhoud.

Om betere beoordelingen van waterkeringen met zandige voorlanden te kunnen uitvoeren, heeft Rijkswaterstaat de ambitie om het model *XBeach* verder te ontwikkelen en te valideren. De visie is dat waterkeringbeheerders hiermee de overstromingskans van duinwaterkeringen, hybride waterkeringen en aansluitingsconstructies beter kunnen bepalen.[032]

Door de ontpoldering van de Noordwaard was een versterkte waterkering rond Fort Steurgat (nabij Werkendam) nodig. Door een golfremmend griend in het voorland kon de hoogte van de dijk beperkt worden en worden afgezien van een steenbekleding.

FORT STEURGAT

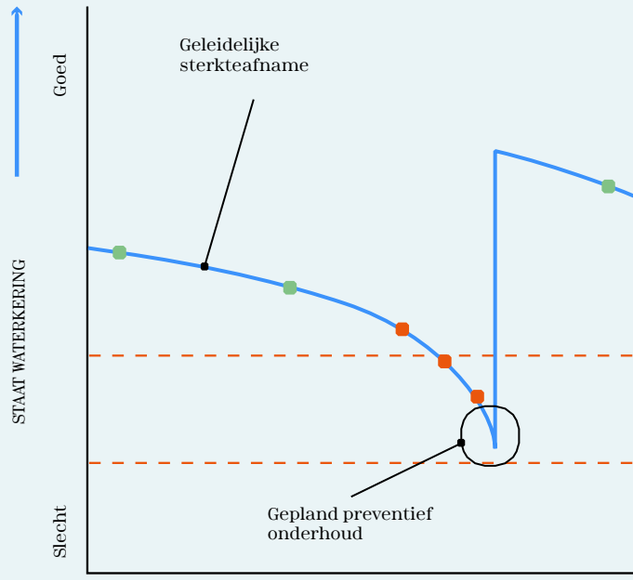
‘DE BENUTTING VAN HET VOORLAND TEN FAVEURE VAN DE DIJK IS VOORAL OOK EEN KANS OM OPGAVEN TE VERBINDEN’

Ronny Vergouwe,
Waterschap Rivierenland

FORT STEURGAT

H.5 BEHEER EN ONDERHOUD

Als het effect van het voorland wordt meegenomen, dan is een zekere mate van borging van dit effect in beheer nodig. Dit hoofdstuk geeft een abstracte beschrijving van het kader voor deze borging in de vorm van risicogestuurd beheer en onderhoud. Daarna volgen concrete suggesties voor de operationalisering daarvan.



5.1 AANPAK RISICOGESTUURD BEHEER EN ONDERHOUD

We beschrijven hieronder op hoofdlijnen hoe het voorland kan worden meegenomen in beheer. We gaan daarbij uit van de werkwijze van risicogestuurd beheer en onderhoud. Voor meer informatie verwijzen we naar de Handreiking Risicogestuurd Beheer en Onderhoud van STOWA.[006]

Areaaldecompositie: In de eerste plaats vormt het meenemen van het waterkerende effect van een voorland een uitbreiding van het te beheren areaal. De beheerder maakt daarbij een decompositie waarbij de waterkering wordt verdeeld in componenten. Dit worden ook wel 'bouwdelen' (in het dwarsprofiel) en dijkvakken (in lengterichting) genoemd. Dit vindt plaats op basis van algemene typering en de bijdrage aan de waterkerende functie. Het ligt voor de hand om het voorland als component in het dwarsprofiel te onderscheiden. Bij een vakindeling in langsrichting kan onderscheid worden gemaakt naar vakken: met of zonder voorland. En tussen verschillende typen voorland: bebouwd of onbebouwd, zandig of begroeid, hoog- of laaggelegen, etc.

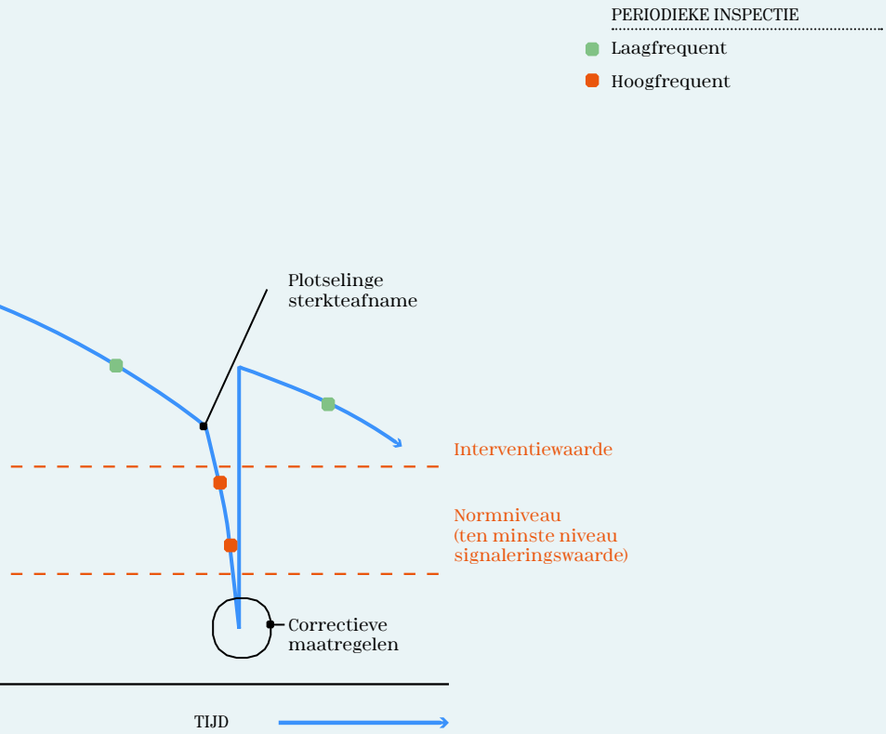
Inzicht in effect en onzekerheid: Vervolgens is er expliciet inzicht nodig in de bijdrage van het voorland aan de waterkering. En is het belangrijk om inzicht te hebben in ontwikkelingen (in de tijd) die dit effect bedreigen dan wel versterken. Deze informatie volgt uit de beoordeling of ontwerpberekeningen. Hoofdstuk 4 gaat in op hoe het effect kan worden bepaald en hoe onzekerheden kunnen worden geïdentificeerd en gekwantificeerd.

Beheerstrategie: Op basis van de voorgaande stappen, kan een beheerstrategie worden bepaald. Deze sluiten aan bij de verschillende mogelijkheden voor juridische borging (_Zie ook H.6).

- Periodieke onderhoudswerkzaamheden zijn nodig indien door natuurlijke processen (bijvoorbeeld erosie, afschuiving of zetting) het voorland nadelig verandert gedurende de planperiode.
- Het voorkomen van potentiële bedreigingen (bijvoorbeeld ontgravingen) is nodig als door menselijk handelen het effect van het voorland nadelig verandert gedurende de planperiode.
- Monitoring op potentiële bedreigingen is voldoende indien bedreigingen een kleine kans van optreden hebben en/of de gevolgen voor het effect van het voorland beperkt zijn.

Inrichting van het beheer: De beoordeling (volgens WBI) en/of het ontwerp (van een HWBP-project) geven richting aan het beheer. Het kader voor beoordeling van schades, de reikwijdte en de frequentie van het beheer worden gerelateerd aan de kans op (en gevolgen van) ontwikkelingen die in de beoordeling/het ontwerp in beeld zijn gebracht.[17]

Grenswaarden voor beheer: De beheerder dient op basis van de inzichten in onzekerheden een operationeel kader voor het beheer uit te werken in de vorm van concrete grenswaarden[18]. Het normniveau is een grenswaarde afgeleid van de norm ten aanzien van waterveiligheid, maar ook van normen/eisen van andere functies. Het normniveau ligt dus ten minste zo hoog als de signaleringswaarde conform Waterwet. Het kan ook hoger liggen vanwege instandhoudingseisen vanuit andere functies (_Zie kader landelijk programma kustlijnzorg). De interventiewaarde ligt daar weer boven, zodat tijdig kan worden ingegrepen om te voorkomen dat de waterkering degradeert tot onder het normniveau.



FIGUUR 21: Ontwikkeling van de waterkering in relatie tot inspectie en onderhoudsmaatregelen.

LANDELIJK PROGRAMMA KUSTLIJNZORG

In het kader van het Landelijke Programma Kustlijnzorg worden met afgesproken interventieniveau (de basiskustlijn) meerdere buitendijkse functies geborgd. Dat gebeurt vanuit de landelijke taak om kusterosie en structurele zandverliezen van de zandige kust tegen te gaan.

Er zijn verschillende manieren om dit te vertalen naar operationeel bruikbare grenzen. Zo kan het normniveau gerelateerd worden aan het in de beoordeling geschematiseerde dwarsprofiel. De Handreiking Risicogestuurd Beheer en Onderhoud van STOWA noemt hiernaast het gebruik van streefbeelden of het hanteren van prestatieniveaus. Voor detailinformatie verwijzen we naar de STOWA-handreiking. De volgende paragraaf gaat in op specifieke voorbeelden voor voorlanden.

Inspectiefrequenties: De inspectiefrequentie wordt bepaald door het (verwachte) degradatieverloop van bouwdelen. Dit is een iteratief proces, omdat deze informatie juist uit de inspectie volgt. Ook bij het voorland is in veel gevallen een jaarlijkse inspectie raadzaam, bij voorkeur voor aanvang van het stormseizoen. Inspectie hoeft niet altijd in het veld door een inspecteur uitgevoerd te worden. Dat kan ook via het analyseren van meetdata. Als de degradatie zodanig is dat het normniveau wordt bereikt, dan is het nodig om de inspectiefrequentie te verhogen. Figuur 21 laat schematisch zien hoe een inspectieregime en het nemen van maatregelen samenhangt met de degradatie van de waterkering.

Nemen van maatregelen: Als de interventiewaarde wordt overschreden, zal de beheerder preventieve maatregelen voorbereiden. Vaak is daarvoor voldoende tijd. Er is rekening mee gehouden bij het kiezen van de interventiewaarde en de deformatie is vaak voorspelbaar (bijvoorbeeld zettingen). Een sterkteafname kan echter ook plotseling en omvangrijk zijn. Zeker bij voorlanden waar ook menselijk handelen een onzekere factor vormt. In dat geval zijn ad hoc correctieve maatregelen nodig. Het is goed om vooraf dit soort beheer(s)maatregelen uit te werken om een plotselinge achteruitgang zo snel mogelijk te kunnen herstellen. Ad hoc maatregelen zullen vaak noodmaatregelen zijn. Die zijn dan van tijdelijke aard zoals het plaatsen van zandzakken op de kruin als de golfreducerende werking van het voorland is aangetast. Daarna zal nog een structurele maatregel nodig zijn: groot onderhoud of een HWBP-project.

VERKENNING SLIEDRECHT
_ZIE P.136

In het kader van verkenning Sliedrecht onderzoekt Waterschap Rivierenland met gemeente Sliedrecht of het mogelijk is de golfdempende werking van de bebouwing op het smalle voorland langs de rivier mee te nemen. Een belangrijke voorwaarde is de standzekerheid van het voorland, dat eigendom is van en wordt beheerd door de particuliere bewoners. Deze hebben net als het waterschap belang bij de instandhouding van het voorland. Mocht er onverhoopt toch sprake zijn van aantasting van het voorland, dan is er naar verwachting voldoende hersteltijd omdat eventuele aantasting niet is gerelateerd aan het optreden van hoogwater.

TROPICANA
_ZIE P.142

Hoogheemraadschap Schieland en Krimpenerwaard neemt bij de beoordeling van de waterkering langs de Nieuwe Maas ter hoogte van het voormalige zwembad Tropicana het effect van het aanwezige voorland met de bebouwing mee. Dit om een kostbare hoogteopgave te voorkomen. Een cruciale factor is de standzekerheid van het voorland en de rol die de kadeconstructie daarin speelt. Deze stalen damwand is in goede staat, maar dit dient ook in de toekomst gemonitord te worden. Hierbij kan de waterkeringbeheerder afstemmen met de eigenaar en beheerder van de damwand. Onderhoud van de constructie door het waterschap is in principe niet aan de orde: dit ligt bij de eigenaar/beheerder.

MEANDERENDE MAAS
_ZIE P.153

In Limburg is een overeenkomst tussen RWS en Waterschap Limburg voor de Meanderende Maas afgesloten. In de overeenkomst zijn onder andere een waarschuwingsprofiel en een ingreep-grens afgesproken. Als er een geul door het waarschuwingsprofiel snijdt en dichter bij de dijk komt, treden de partijen in overleg. Als daarna ook de ingreepgrens wordt bereikt, wordt een maatregel (bijvoorbeeld oeverfixatie met steenbestorting) uitgevoerd. Hierbij worden afspraken gemaakt over wie in dat geval welke kosten draagt.

5.2 BEHEER EN ONDERHOUD VOORLANDEN

De beheer- en onderhoudsactiviteiten van voorlanden zijn in de basis niet anders dan bij de andere activiteiten die bijdragen aan het functioneren van een waterkering. Dit zijn onder meer monitoring (inspectie), onderhoud, vergunningverlening, handhaving, calamiteitenzorg en het daarbij behorende kennis- en informatiemanagement. Het meenemen van het voorland kan wel een uitbreiding vormen van de beheer- en onderhoudsinspanning van de waterkeringbeheerder. Ook zijn er specifieke aandachtspunten, zoals het mogelijk dynamisch karakter van een voorland en/of de andere functies van het voorland. In dit hoofdstuk beschrijven we verschillende voorbeelden van hoe het beheer van het voorland kan worden ingericht en wat daarvoor nodig is.

Golfreductie door bebouwing

Als de bebouwing op het voorland bijdraagt aan de reductie van golven, dan dient de waterkeringbeheerder periodiek te verifiëren of er sloop van bebouwing of kap van begroeiing heeft plaatsgevonden. Dit kan door inspectie ter plaatse of door het vergelijken van luchtfoto's of drone-beelden of met gegevens uit laseraltimetrie (bijvoorbeeld AHN). Voor monitoring van bebouwing en andere harde objecten kan in de nabije toekomst wellicht gebruik worden gemaakt van de Landelijke BGT (Basisregistratie Grootschalige Topografie). Die bevat relatief actuele gegevens[19] over de verandering van harde elementen. Een andere mogelijkheid is het monitoren van (aangevraagde) sloopvergunningen in het gebied. Dat kan met behulp van de daarvoor beschikbare GIS-diensten, of door daarover afspraken te maken met de bevoegde vergunningverlener(s).

Het beheer focust zich op het waarnemen van de aanwezigheid van bebouwing. Het zal doorgaans niet noodzakelijk zijn om de staat ervan te beoordelen (of zelfs in te grijpen in geval van achterstallig onderhoud). Op plaatsen waar bebouwing in het voorland aanwezig is (vaak in het rivierengebied), is de golfbelasting vaak klein en zal de bebouwing enige golfbelasting kunnen weerstaan. Maar zelfs als deze door de golfbelasting zou bezwijken, dan is het denkbaar dat de gebouwresten de golven nog (in voldoende mate) dempen.

Het verwijderen of verdwijnen van bebouwing zal doorgaans zeldzaam of tijdelijk zijn. Het handhaven ervan is immers in de eerste plaats het belang van de eigenaars/bewoners. Zij zijn er zelfs wettelijk toe verplicht om hun bebouwing veilig en bewoonbaar te houden. Sloop is natuurlijk wel mogelijk, maar zal doorgaans snel worden gevolgd door nieuwbouw. Ook is er bij sloop doorgaans sprake van voldoende waarschuwingstijd (vanwege het aanvragen van een sloopvergunning), voor het nemen van maatregelen. Wel kan het raadzaam zijn om een plan voor (ad hoc) noodmaatregelen uit te werken, zoals het plaatsen van zandzakken.

Golfreductie door begroeid voorland

Als de golfdempende werking van een begroeid voorland bijdraagt aan het functioneren van de waterkering, is het nodig om periodiek te inspecteren. Gecontroleerd moet worden of de begroeiing nog in voldoende mate aanwezig is en niet is aangetast door vraat, droogte, etc. De beheerder kan een normniveau vaststellen op basis van de informatie uit de beoordeling of het ontwerp. Dit kan bijvoorbeeld een minimaal benodigd areaal zijn voor het halen van de signaleringsnorm uit de

Waterwet. Daarboven wordt een (veiliger) interventiewaarde bepaald. Die is zodanig gekozen dat er na overschrijding nog voldoende tijd is om maatregelen te treffen.

In niet alle gevallen ligt het voor de hand dat het waterschap zelf het beheer voert. Begroeiing heeft vaak primair een andere functie (natuur). De grond is niet altijd eigendom van het waterschap. In die gevallen is het van belang om met de natuurbeheerder goede afspraken te maken over dit beheer.

Zandig voorland

Om de normatieve hydraulische belastingen te kunnen weerstaan moet bij een zandig voorland er op elke plek langs de waterkering voldoende zand aanwezig zijn. Zandig voorland wordt echter gekenmerkt door natuurlijke processen. Die kunnen het waterkerende effect van het voorland en uiteindelijk van de gehele waterkering aantasten. Relevante aspecten zijn: zandverliezen door gradiënten in langstransport, verplaatsing van zand naar dieper water door afslag, verstuiving en zettingen. Deze aspecten zorgen ervoor dat een zandige kering of dijk met zandig voorland om een ander beheer vraagt dan een traditionele dijk. Dijken met zandig voorland vereisen daarom monitoring en eventueel onderhoud (periodieke zandsuppleties), vergelijkbaar met kustlijnzorg.

Voor effectief beheer van een zandig voorland dienen norm- en interventieprofielen te worden vastgesteld. Daarmee kan worden bepaald wanneer ingrijpen gewenst is. De beheerder kan deze bepalen op basis van het minimale volume in het dwarsprofiel waarbij de waterkering nog juist aan de norm voldoet. Een normprofiel volgt uit de beoordeling door het dwarsprofiel te hanteren bij de maatgevende afslagzone. Of uit het ontwerp op basis van het minimumprofiel. Dus *exclusief* het extra volume dat bij toepassing van zandige oplossingen doorgaans als buffer wordt aangelegd, ook wel de 'slijtlaag' (_Zie paragraaf 4.6). De interventiegrens volgt uit de verwachte snelheid waarmee het voorland erodeert en de tijd die nodig is om maatregelen te treffen. De monitoring hiervan is niet anders dan de werkwijze bij duinwaterkeringen. Daarbij worden JARKUS-metingen en AHN-gegevens gebruikt om de actuele hoeveelheid zand in het profiel te bepalen en om eventuele volumeverliezen te kunnen constateren.

Ook kan enige mate van natuurbeheer nodig zijn. Op de hoge en droge delen van zandige oevers kan immers vegetatie ontstaan. Denk aan helmgras en duindoorn langs zout water en aan schraal grasland langs zoet water. Ook kan, op plaatsen met een beperkte blootstelling aan golven (maximaal circa 0,2 meter gemiddelde golfhoogte) in de oeverzone vegetatie zoals riet aanslaan. Schraal grasland kan overgaan in hoger opgaande vegetatie, zoals struweel of wilgen. Dit is afhankelijk van de bodemsamenstelling en grondwaterstand ten opzichte van maaiveld. Zulke vegetatie kan nuttig zijn in het tegengaan van zandverstuiving bij harde wind. Als dit onwenselijk is, is er ook maaibeheer nodig. Zoals bij de zandige versterking van de Houtribdijk, waar zodevorming door begroeiing de herverdeling van zand onder normatieve omstandigheden zou kunnen beperken.[053, 059]

Vaak heeft een zandig voorland ook een andere functie, bijvoorbeeld een natuur- en/of recreatiefunctie. Het beheer heeft in dat geval ook betrekking op de instandhouding van deze functies. Het is doelmatig om het beheer met vertegenwoordigers van deze functies af te stemmen en raadzaam hier afspraken over te maken.

GOLFREMMEND GRIEND FORT STEURGAT

_ZIE P.135
_ZIE FOTOSERIE OP P.62

Vanwege de ontpoldering van de Noordwaard bij de Biesbosch heeft Waterschap Rivierenland bij Fort Steurgat een nieuwe primaire waterkering moeten aanleggen. Om het uitzicht van omwonenden zo min mogelijk te beperken, wilde het waterschap de kruin laag houden. Hiertoe is voor de dijk een golfremmend griend aangelegd. Het waterschap heeft verschillende bedreigingen voor de werking van het griend geïdentificeerd zoals schade door ziekte en vraat. Maar ook risico's op schade door ijsgang, droogte en erosie. Een van de beheersmaatregelen was het aanleggen van verschillende soorten wilgen. Het griend wordt beheerd door een commerciële wilgenkweker, die jaarlijks de helft van de wilgentenen knot voor de productie van wilgentenen. Het griend is daartoe 'dubbel' aangelegd en het waterschap heeft met de kweker afgesproken dat niet voor het hoogwaterseizoen wordt geknot. Naast het beheer door de kweker voert het waterschap visuele inspecties van het griend uit, waarbij wordt gecontroleerd op verkleuring of vraat. Vanwege het belangrijke waterkerende effect is het gehele griend als waterstaatswerk opgenomen in de legger en heeft het waterschap de grond aangekocht. Andere belangen zijn door de leggerwijziging niet geschaad.

STADSDIJKEN ZWOLLE

_ZIE P.124

Waterschap Drentse en Overijsselse Delta voert in het kader van Stadsdijken Zwolle een versterking uit van de dijken langs het Zwarte Water en het Zwolle-IJsselkanaal. Ter plaatse van het Balkengat is de ruimte voor een versterking beperkt. Binnendijks staan daar bedrijfsgebouwen, buitendijks ligt een monumentale trekvaart. Door de golfdempende werking van het daar aanwezige bebouwde voorland mee te nemen, kan de versterking worden voorkomen. Het waterschap heeft geen zeggenschap over deze bebouwing, maar het feit dat het behoud van de bebouwing in het belang is van de eigenaar en gebruiker biedt extra zekerheid. Daarbij heeft een deel van de bebouwing een monumentale status. Mocht de bebouwing in de toekomst toch verdwijnen, dan kan het waterschap daar snel op acteren door bijvoorbeeld het treffen van tijdelijke maatregelen.

VOORLANDKERINGEN LANGS DE NOORDWAARD

Bij de beoordeling van de waterkering van het Land van Heusden en Altena (traject 24-2) is het effect van de voorlandkeringen in de Noordwaard op de hydraulische randvoorwaarden meegenomen. De borging van dit effect is belangrijk. Waterschap Rivierenland heeft de voorlandkering in beheer die tevens een evacuatieroute vormt voor bewoners van de Noordwaard. Wel beraadt het waterschap zich momenteel over de toekomstige status van de voorlandkering. Door wijziging van de functie (van kerend naar golfdempend) kan een minder zwaar beheerregime aan de orde zijn. Hierbij kan het juridisch keuzemenu een hulpmiddel zijn. Ook wordt overwogen of herwaardering naar de status van regionale waterkering passend is.

AFSPRAKEN WATERSCHAPPEN EN RIJKSWATERSTAAT OVER ZETTINGSVLOEIING

_ZIE P.152

De waterschappen en Rijkswaterstaat werken aan een kader voor afspraken over het beheer met betrekking tot zettingsvloeiing[031]. Het afsprakenkader gaat onder meer in op het beschouwde gebied, de overlappende beheergrenzen en de potentiële risicolocaties. Dat zijn alle waterkeringen met minder dan 300 meter voorland én een geuldiepte van meer dan 9 meter. Daarnaast gaat het kader in op het uitwisselen van meetplannen, het uitvoeren van metingen en de uitwisseling van gegevens en analyse/rapportage. Verder gaat het kader in op de signaleringsniveaus en welke stappen worden genomen bij overschrijding hiervan. Ten slotte worden de mogelijke beheer-, onderhoud en versterkingsmaatregelen beschreven inclusief de kostenverdeling. Rijkswaterstaat en Waterschap Hollandse Delta zijn bezig met een uitwerking van dit kader. Ze gaan daarin concrete afspraken maken voor de locaties in de beider beheergebieden waar zettingsvloeiing een rol speelt, zie ook de voorbeeldbeschrijving in hoofdstuk 8.

Slechtdoorlatende toplaag

Als de bijdrage van een slechtdoorlatende toplaag in het voorland is meegenomen voor het faalmechanisme piping, dan is het van belang om de aanwezigheid daarvan periodiek te controleren. Bijvoorbeeld door het vergelijken van luchtfoto's of door inspectie ter plaatse. Doorgaans moet één inspectie per jaar voor het begin van het hoogwaterseizoen voldoende zijn.

Het normniveau voor inspectie is gelijk aan de kleilaagdikte en de kwelweglengte die minimaal nodig zijn om nog aan de wettelijke signaleringsnorm te voldoen. De interventiewaarde ligt daarboven. Waar het gaat om natuurlijke processen, kan de interventiewaarde worden bepaald op basis van de snelheid van deze processen en de voor eventueel herstel benodigde tijd.

Bij het monitoren van menselijke ingrepen ligt het meer voor de hand om te controleren op de naleving van een verbod op het (zonder vergunning) ontgraven, zoals dat ook nu vaak geldt in de beschermingszone.

Voorlandkeringen

Als er in het voorland voorlandkeringen of zomerkades voorkomen met een substantieel effect op de waterkering en als dit effect is meegenomen in de beoordeling of het ontwerp van de primaire waterkering, dan is het belangrijk om het functioneren van de voorlandkeringen te borgen in het beheer. Vaak is al sprake van actief beheer, omdat deze keringen zijn genormeerd als regionale waterkeringen (IPO-normering). Maar dit is niet altijd geval. In alle gevallen is het raadzaam om het beheer af te stemmen op de functie ten behoeve van de primaire waterkering (_Zie kader Voorlandkeringen langs de Noordwaard).

Zetting en bodemdaling

Als een hooggelegen voorland effect heeft op golfreductie, of op de kans op macrostabiliteit, dan dient de waterkeringbeheerder periodiek te verifiëren of deze hoogte niet afneemt door zetting of bodemdaling. Althans: niet meer dan is voorspeld. Verificatie kan bestaan uit periodieke hoogtemetingen, bijvoorbeeld door landmeten in het veld of laseraltimetrie. De frequentie van dergelijke metingen hangt af van de dynamiek van een gebied. Veengebied vraagt een hogere frequentie dan een minder zettingsgevoelig gebied. In alle gevallen lijkt het voldoende om uit te gaan van de frequentie waarmee AHN-data wordt geactualiseerd. Dat is circa eens per vijf à zes jaar.

Op basis van de beoordeling of het ontwerp kan een normniveau worden bepaald. In het geval van een ontwerp, kan dit bijvoorbeeld het geschematiseerde profiel aan het einde van de planperiode zijn. De interventiegrens wordt bepaald door de snelheid van de zetting/bodemdaling en de tijd die nodig is om maatregelen te nemen. Dit is doorgaans goed te doen, omdat zetting en bodemdaling goed te voorspellen zijn.

Als de hoogte van het voorland onder de interventiegrens daalt, dan kan men actie ondernemen. Vaak heeft de waterkeringbeheerder geen mogelijkheid om die maatregelen in het voorland te treffen of om anderen daartoe te verplichten. Daardoor kan een dijkverbetering alsnog nodig blijken. Afhankelijk van de situatie is dat ook doelmatiger dan het ophogen van het voorland.

Eigenaars en gebruikers van hooggelegen voorland hebben echter vaak zelf een belang om hun kavel op hoogte te houden, omdat dit voor hun gebruik wenselijk is. Denk bijvoorbeeld aan bebouwd voorland langs de Lek en de Hollandsche IJssel. Daarnaast is voor hen een dijkversterking vaak ongewenst, vanwege de overlast en inpassingsproblemen. Als zij zich hiervan bewust zijn, vormt dit een extra prikkel om hun voorland op hoogte te houden.

Een voorbeeld van het monitoren van de hoogte van het voorland is het project KIJK (_Zie kader Project KIJK: voorlandbeheer en interventiecriteria).

‘DOOR FREQUENT TE INSPECTEREN EN SNEL IN TE GRIJPEN IS DE KANS DAT EEN KERING TIJDENS EEN HOOGWATERBELASTING IN EEN SLECHTERE CONDITIE VERKEERT DAN VERWACHT TE VERKLEINEN. MOGELIJK IS DE FAALKANSBIJDRAGE VAN HET SCENARIO WAARIN DE KERING BESCHADIGD RAAKT, NIET TIJDIG WORDT HERSTELD EN VERVOLGENS FAALT VERWAARLOOSBAAR KLEIN TE MAKEN DOOR MAATREGELEN TE TREFFEN IN DE SFEER VAN BEHEER EN ONDERHOUD.

PROJECT KIJK: VOORLANDBEHEER EN INTERVENTIECRITERIA

Een deel van het huidige voorkeursalternatief van project KIJK (Krachtige IJsseldijken Krimpenerwaard) bestaat uit het benutten van bestaand voorland. Sommige van deze voorlanden moeten hiervoor worden opgehoogd om boven de ‘waterstand bij norm’ (WBN) te blijven in de komende 20 jaar.

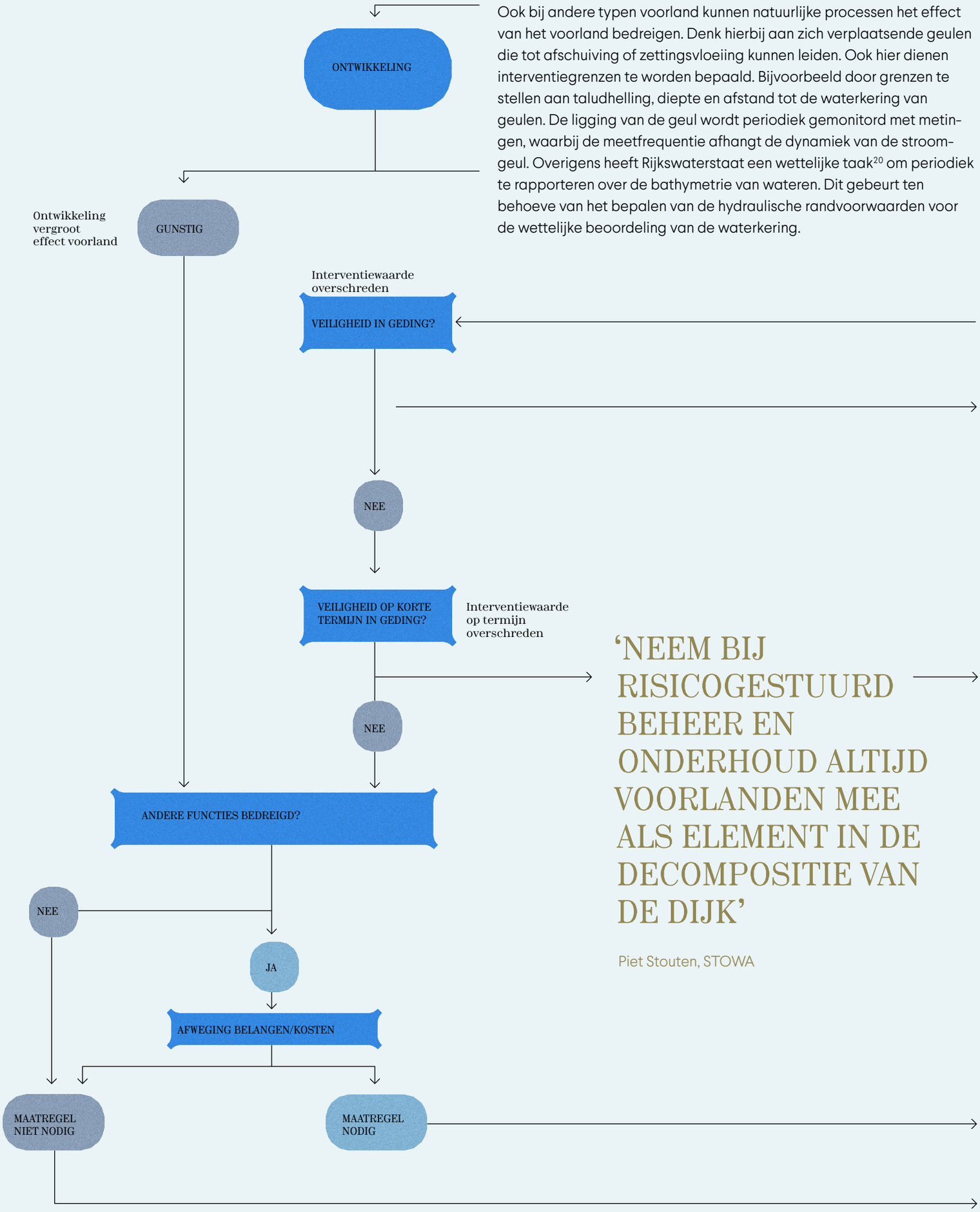
Het hoogheemraadschap gaat ervan uit dat er, bij zettingen van ruwweg 1 cm per jaar, na circa twintig jaar onderhoudsmaatregelen nodig zijn om boven de wettelijke ondergrens van de veiligheidsnorm te blijven. Als ‘trigger’ voor deze onderhoudsmaatregelen zijn interventiecriteria en interventiewaarden nodig waarop gemonitord kan worden. Hierbij wordt gedacht aan het om de vier jaar monitoren van de minimale voorlandhoogte (voor KIJK circa NAP +3,3 meter). Dat kan met bijvoorbeeld laser altimetrie. Een ander monitoringscriterium is de minimale voorlandbreedte (voor KIJK minimaal 25 meter uit buitenkruinlijn).

Het monitoren van de onderhoudstoestand van de oeverbescherming langs het voorland is niet nodig, omdat het ontwerp ervan uit gaat dat deze constructies kunnen bezwijken. Ook is er in het ontwerp rekening gehouden met het kunnen optreden van afschuivingen van het voorland. Daarom is het niet nodig om de maximale steilheid van het onderwatertalud en de geuldiepte te monitoren.

Enkele korte dijkvakken met minder hoge en brede voorlanden binnen KIJK worden in de planuitwerking nog nader beschouwd. Bekeken wordt hoe de laatst genoemde criteria ook een rol kunnen spelen in het detailontwerp van de waterkering. Hiervoor moet het ontwerp in meer detail worden uitgewerkt en de doelmatigheid aangetoond.

Geulen

Ook bij andere typen voorland kunnen natuurlijke processen het effect van het voorland bedreigen. Denk hierbij aan zich verplaatsende geulen die tot afschuiving of zettingsvloeiing kunnen leiden. Ook hier dienen interventiegrenzen te worden bepaald. Bijvoorbeeld door grenzen te stellen aan taludhelling, diepte en afstand tot de waterkering van geulen. De ligging van de geul wordt periodiek gemonitord met metingen, waarbij de meetfrequentie afhangt de dynamiek van de stroomgeul. Overigens heeft Rijkswaterstaat een wettelijke taak[20] om periodiek te rapporteren over de bathymetrie van wateren. Dit gebeurt ten behoeve van het bepalen van de hydraulische randvoorwaarden voor de wettelijke beoordeling van de waterkering.



‘NEEM BIJ RISICOGESTUURD BEHEER EN ONDERHOUD ALTIJD VOORLANDEN MEE ALS ELEMENT IN DE DECOMPOSITIE VAN DE DIJK’

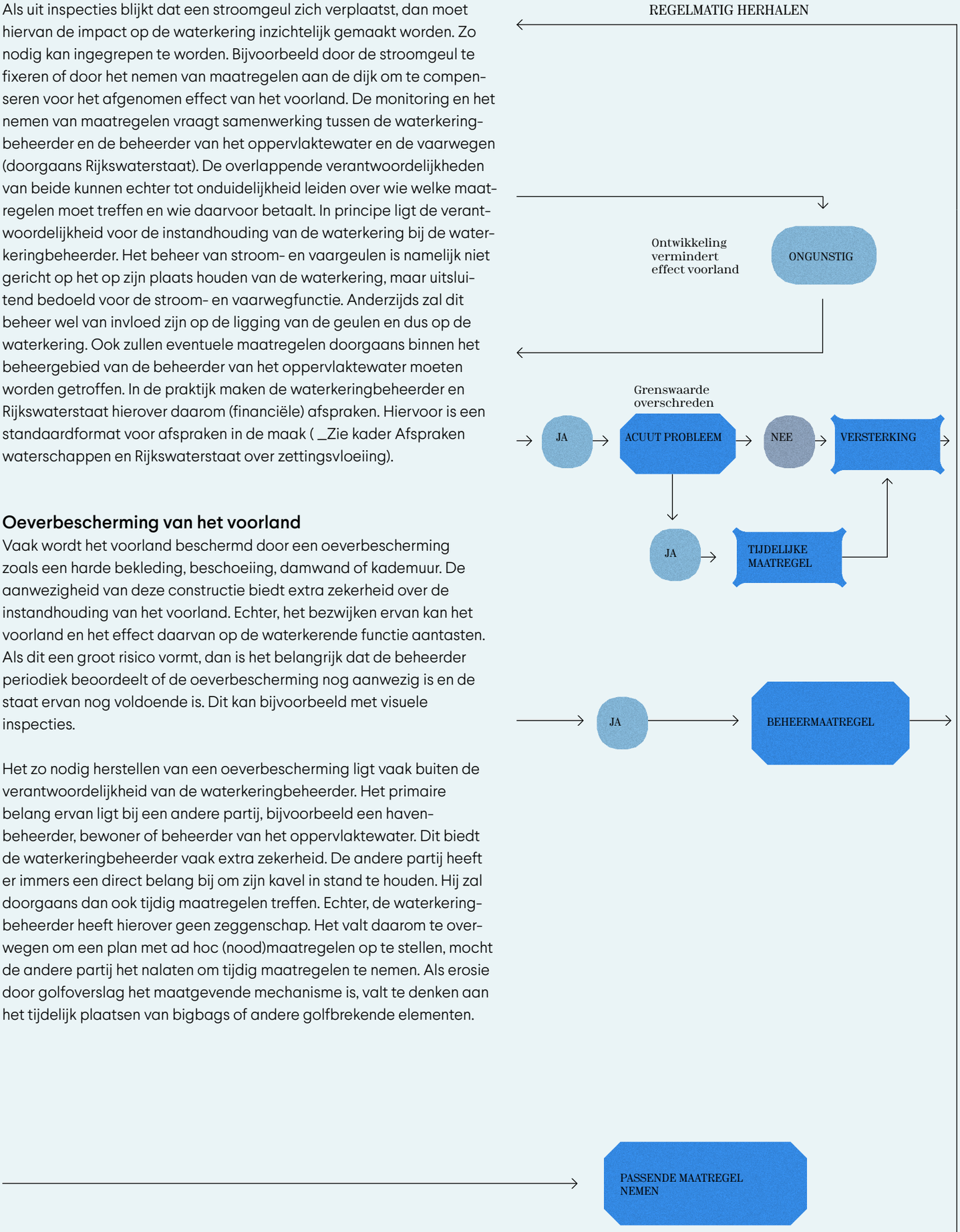
Piet Stouten, STOWA

Als uit inspecties blijkt dat een stroomgeul zich verplaatst, dan moet hiervan de impact op de waterkering inzichtelijk gemaakt worden. Zo nodig kan ingegrepen te worden. Bijvoorbeeld door de stroomgeul te fixeren of door het nemen van maatregelen aan de dijk om te compenseren voor het afgenomen effect van het voorland. De monitoring en het nemen van maatregelen vraagt samenwerking tussen de waterkeringbeheerder en de beheerder van het oppervlaktewater en de vaarwegen (doorgaans Rijkswaterstaat). De overlappende verantwoordelijkheden van beide kunnen echter tot onduidelijkheid leiden over wie welke maatregelen moet treffen en wie daarvoor betaalt. In principe ligt de verantwoordelijkheid voor de instandhouding van de waterkering bij de waterkeringbeheerder. Het beheer van stroom- en vaargeulen is namelijk niet gericht op het op zijn plaats houden van de waterkering, maar uitsluitend bedoeld voor de stroom- en vaarwegfunctie. Anderzijds zal dit beheer wel van invloed zijn op de ligging van de geulen en dus op de waterkering. Ook zullen eventuele maatregelen doorgaans binnen het beheergebied van de beheerder van het oppervlaktewater moeten worden getroffen. In de praktijk maken de waterkeringbeheerder en Rijkswaterstaat hierover daarom (financiële) afspraken. Hiervoor is een standaardformat voor afspraken in de maak (_Zie kader Afspraken waterschappen en Rijkswaterstaat over zettingsvloeiing).

Oeverbescherming van het voorland

Vaak wordt het voorland beschermd door een oeverbescherming zoals een harde bekleding, beschoeiing, damwand of kademuur. De aanwezigheid van deze constructie biedt extra zekerheid over de instandhouding van het voorland. Echter, het bezwijken ervan kan het voorland en het effect daarvan op de waterkerende functie aantasten. Als dit een groot risico vormt, dan is het belangrijk dat de beheerder periodiek beoordeelt of de oeverbescherming nog aanwezig is en de staat ervan nog voldoende is. Dit kan bijvoorbeeld met visuele inspecties.

Het zo nodig herstellen van een oeverbescherming ligt vaak buiten de verantwoordelijkheid van de waterkeringbeheerder. Het primaire belang ervan ligt bij een andere partij, bijvoorbeeld een havenbeheerder, bewoner of beheerder van het oppervlaktewater. Dit biedt de waterkeringbeheerder vaak extra zekerheid. De andere partij heeft er immers een direct belang bij om zijn kavel in stand te houden. Hij zal doorgaans dan ook tijdig maatregelen treffen. Echter, de waterkeringbeheerder heeft hierover geen zeggenschap. Het valt daarom te overwegen om een plan met ad hoc (nood)maatregelen op te stellen, mocht de andere partij het nalaten om tijdig maatregelen te nemen. Als erosie door golfoverslag het maatgevende mechanisme is, valt te denken aan het tijdelijk plaatsen van bigbags of andere golfbrekende elementen.



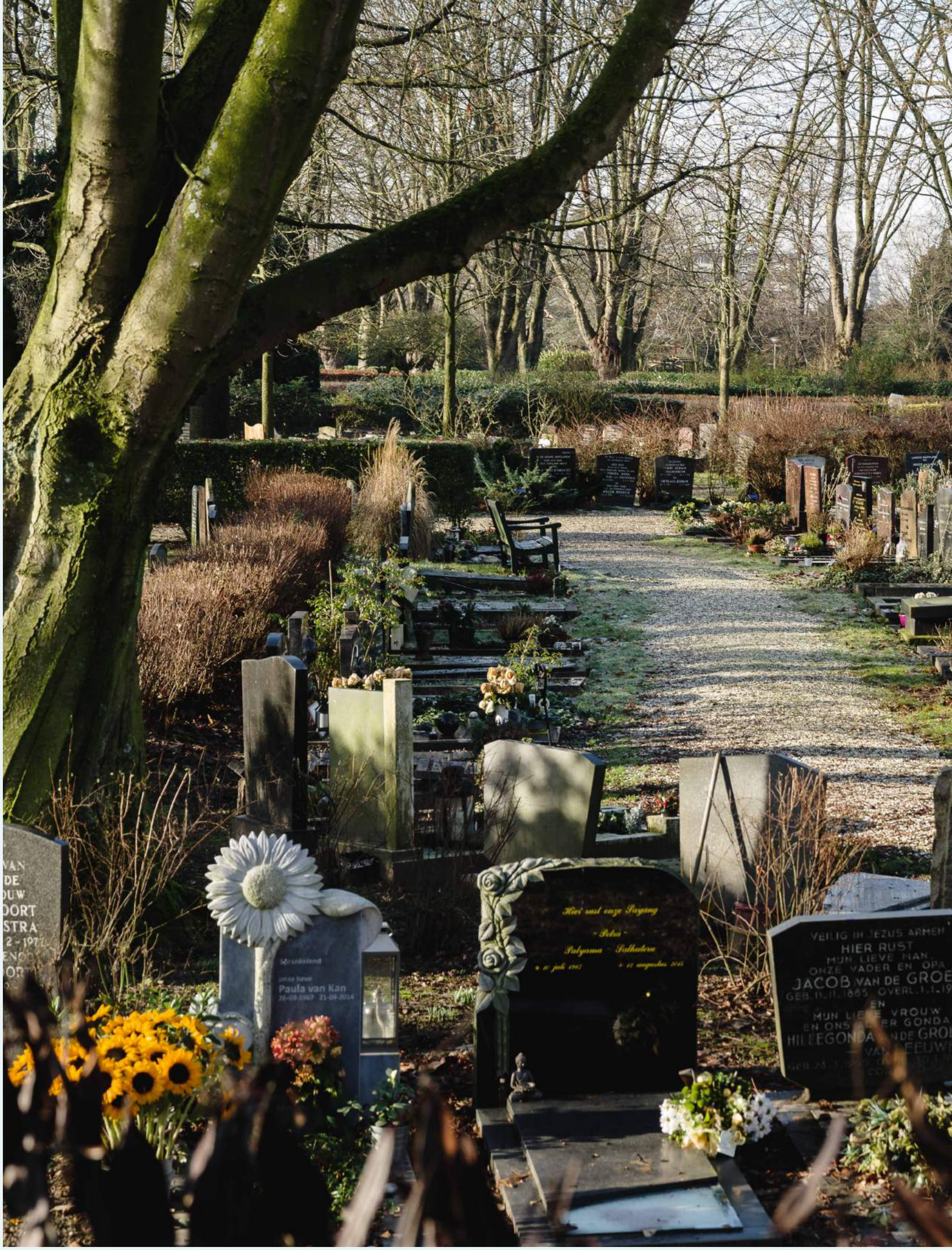
FIGUUR 22: Voorbeeld van een beslisschema bij een dynamisch voorland.

Gouda ligt achter de afgekeurde Schielands Hoge Zeedijk. Een deel van deze dijk heeft hoge, brede voorlanden met industrie en de begraafplaats IJsselhof. Door de kracht van het voorland beter te benutten kan dijkversterking mogelijk worden voorkomen of minder ingrijpend worden uitgevoerd.

GOUDA

‘BIJ GOUDA GAAN WE DE WATERVEILIGHEID MET DE BESTAANDE GEBRUIKSFUNCTIES VAN HET VOORLAND COMBINEREN’

Onno van Logchem,
Hoogheemraadschap van Rijnland


Paula van Kan
HIER RUST
JACOB VAN DE GROE

HIER RUST
MIJN LIEVE MAN
DIRK A VERBOOM
EN ZIJN GELIEFDE VROUW
ONZE LIEVE TANTE EN GRANTE
WILHELMINA VERBOOM
– LUGTHART
GEB. 10 AUG. 1913
OVERL. 17 JAN. 2004

H.6 JURIDISCHE BORGING

Om het effect van het voorland nu en in de toekomst te kunnen garanderen, kan een zekere mate van juridische borging nodig zijn. Met juridische borging wordt hier bedoeld het geheel van maatregelen waarmee een beheerder zijn belang in het voorland met voldoende zekerheid kan garanderen, zodat de bijdrage daarvan aan de waterveiligheid meegenomen kan worden. Juridische borging is een instrument om het beheer effectief te kunnen inrichten.

Aan voorlanden kunnen uiteenlopende functies verbonden zijn, zoals natuur, landbouw, recreatie en veiligheid. Het eigendom kan in handen zijn van één of meerdere particulieren of publieke rechtspersonen. Er kunnen overlappende juridische regimes gelden, zoals nationale-, provinciale, gemeentelijk en waterschapsregels. Deze kenmerken maken dat er juridisch gezien geen 'geëigende weg' bestaat voor borging van het belang van de beheerder.

Het opgestelde 'juridisch keuzemenu' bevat een beschrijving van de verschillende mogelijkheden van de waterkeringbeheerder voor de juridische borging van zijn belang. Dit hoofdstuk beschrijft dit keuzemenu en sluit af met een stappenplan om te komen tot de gewenste vorm van juridische borging. Het keuzemenu bouwt voort op het eerdergenoemde Beslisschema Voorlanden.

6.1 MOGELIJKE STRATEGIEËN VOOR JURIDISCHE BORGING

Beheerders hebben de keuzevrijheid om de voorlanden binnen hun beheersgebied naar eigen inzichten en met de instrumenten van hun voorkeur te beheren. De verschillende juridische instrumenten bereiken ieder een andere vorm van juridische borging. Globaal vallen in dit verband drie mogelijke 'strategieën' te onderscheiden:

1. EEN ACTIEVE STRATEGIE
De beheerder treft zelf de nodige inrichtingsmaatregelen of geeft opdracht deze te treffen. Dit om een potentieel effect van het voorland te operationaliseren.

2. EEN PASSIEVE STRATEGIE
De beheerder neemt een regulerende rol op zich en onderwerpt bepaalde activiteiten aan voorwaarden of een vooraf vereiste toestemming. Dit om ongewenste ontwikkelingen in het voorland te voorkomen.

3. GEEN REGULERING
De beheerder laat alle of bepaalde ontwikkelingen ongereguleerd, maar houdt deze wel in het oog. Bij deze strategie mengt de beheerder zich zo min mogelijk in ontwikkelingen in het voorland.

Voor het uitvoeren van één van deze strategieën kunnen beheerders publiekrechtelijke of privaatrechtelijke middelen inzetten. De publiekrechtelijke middelen die bij de actieve en passieve strategie behoren, hebben betrekking op de actieve en passieve beheertaak van de waterkeringbeheerder. De actieve beheertaak heeft betrekking op waterstaatswerken. Deze taak houdt onder meer in dat de beheerder zorgt dat waterstaatswerken onder zijn beheer voldoen aan de in de legger gestelde eisen. De passieve beheertaak heeft betrekking op de beschermingszone en eventuele andere zoneringen (bijvoorbeeld het profiel van vrije ruimte). In deze zones kan de beheerder bijzondere regels stellen om de aangrenzende waterstaatswerken te beschermen.

In het algemeen moet gebruik worden gemaakt van de beschikbare publiekrechtelijke middelen voor borging van het belang van een beheerder in en om een kering. Toch is het niet uitgesloten dat privaatrechtelijke middelen (bijvoorbeeld overeenkomsten) ingezet worden die eenzelfde doel bereiken. Tabel 5 bevat daarom naast de gebruikelijke publiekrechtelijke middelen ook een voorstel voor privaatrechtelijke middelen, waarmee eenzelfde doel bereikt kan worden.

6.1.1 Publiekrechtelijke middelen

Beheerders hanteren als uitgangspunt dat de activiteiten van gebruikers op, aan of nabij een primaire waterkering zijn gereguleerd via algemene voorschriften ofwel via een vergunning. De geëigende publiekrechtelijke juridische instrumenten van beheerders van primaire waterkeringen zijn de Keur (voor waterschappen), het Waterbesluit (voor Rijkswaterstaat) en de bijbehorende legger in het kader van de Waterwet (artikel 5.1). Bij het gebruik van deze instrumenten is het niet relevant wie eigenaar is van de betreffende gronden en/of opstallen. Het is ook mogelijk om hiermee het gebruik van eigendommen van derden te reguleren. De legger beschrijft onder meer de kenmerken en geografische afbakening van de waterkering. Met de Keur en het Waterbesluit geven beheerders aan welke handelingen binnen de verschillende zones van de legger zijn toegestaan en welke niet. Binnen de legger kunnen beheerders handhaven als in strijd met deze voorschriften wordt gehandeld. De leggerzonering bestaat uit (_Zie Figuur 23):

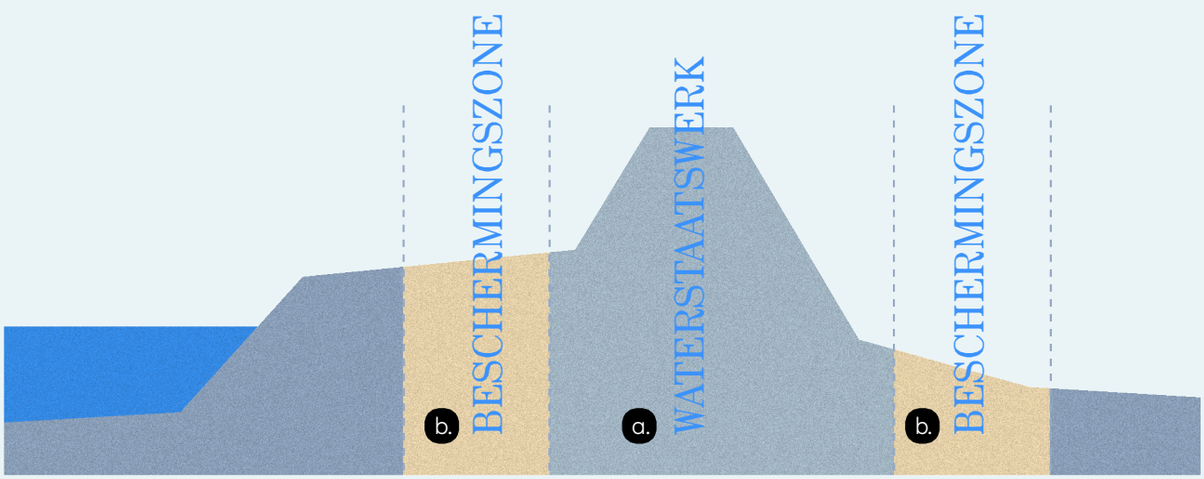
MIDDELEN	STRATEGIE		
	1. ACTIEVE STRATEGIE	2. PASSIEVE STRATEGIE	3. GEEN REGULERING
Publiekrechtelijk: via Keur[21]/Waterbesluit[22] en Legger	Opnemen als waterstaatswerk	Opnemen als beschermingszone	Monitoring
Privaatrechtelijk: via overeenkomsten	Afspraken over inrichting en instandhouding	Afspraken over instandhouding en meldingsplicht	

TABEL 5: Opsomming van mogelijke strategieën voor juridische borging en middelen die daarbij horen.

a. Het waterstaatswerk, waar de beheerder de mogelijkheid heeft om zowel actief als passief beheer uit te voeren. Actief beheer wil zeggen dat de beheerder er verantwoordelijk voor is dat de waterstaatswerken onder zijn beheer (onder meer) voldoen aan de in de legger gestelde eisen. Onder art. 5.23 van de Waterwet hebben rechthebbenden onderhouds- en herstelwerkzaamheden aan waterstaatswerken te gedogen voor zover die werkzaamheden geschieden door of onder toezicht van de beheerder. Daarnaast hebben rechthebbenden onder art. 5.24 van de Waterwet de aanleg of wijziging van een waterstaatswerk en de daarmee verband houdende werkzaamheden te gedogen, wanneer de belangen van die rechthebbenden onteigening niet vorderen. Deze verplichtingen hebben alleen betrekking op de zone waterstaatswerk. Voor de toepassing van de gedoogplicht onder art. 5.24 van de Waterwet is de vaststelling van een projectplan nodig. In de praktijk bestaat het actieve beheer uit periodieke inspecties en het uitvoeren van onderhoud. Denk aan het verwijderen van begroeiing, het periodiek ophogen en het herstellen van steenzettingen. Naast actief beheer voert de beheerder in de zone waterstaatswerk ook passief beheer (_Zie punt b).

b. De beschermingszone, waar de beheerder alleen de mogelijkheid heeft om passief beheer uit te voeren. Dat wil zeggen dat de beheerder een regulerende rol op zich neemt door bepaalde activiteiten te onderwerpen aan voorwaarden of een vooraf vereiste toestemming via een vergunning. Hiermee worden negatieve ontwikkelingen voorkomen of beperkt. Voor het gebruik van deze bevoegdheid is het niet relevant wie eigenaar is van de betreffende gronden en/of opstallen. Het is ook mogelijk hiermee het gebruik van eigendommen van derden te reguleren.

Binnen een beschermingszone geldt in beginsel geen wettelijke verplichting voor gebruikers om onderhouds- of herstelwerkzaamheden te gedogen. Wel moeten ze onderzoekswerkzaamheden gedogen (art. 5.21 van de Waterwet). Gedoogplichten voor onderzoekswerkzaamheden gelden overigens voor alle gronden (niet uitsluitend voor de beschermingszone) als dat voor de vervulling van de taak van de beheerder nodig is. In de praktijk bestaat het passieve beheer uit het reguleren, monitoren en handhaven op gereguleerde activiteiten zoals het ontgraven van voorland.



FIGUUR 23: Weergave mogelijke leggerzonering.

LEGGER HOUTRIBDIJK
_ZIE P.140

Bij het vaststellen van de oude leggerzonering van de Houtribdijk (voor de zandige versterking) hanteerde Rijkswaterstaat als uitgangspunt dat de zonering arbitrair vastgesteld kon worden op 175 meter buiten de kering. De argumentatie hiervoor was dat er weinig belangen van derden zijn ('het water aan beide zijde inclusief de dijk in beheer is bij één beheerder - RWS IJsselmeergebied'), waardoor het eenvoudig was deze zonering vast te stellen. Rijkswaterstaat nam een procedurevoorschrift op om een nieuwe afweging mogelijk te maken als zich nieuwe belangen voordoen.

LOPIKERWETERINGKADE
_ZIE P.129

De POV Voorlanden heeft het Hoogheemraadschap Stichtse Rijnlanden geadviseerd over het meewegen van voorland bij de Lopikerweteringkade. Door het meenemen van het voorland neemt de hoogteopgave af. Aangezien het voorland onderhevig is aan zetting gedurende de planperiode, is geadviseerd het voorland aan te wijzen als waterstaatswerk. Daarmee is het waterschap gerechtigd om periodiek onderhoud aan het voorland uit te voeren.

LEGGERWIJZIGING WATERSCHAP RIVIERENLAND

Waterschap Rivierenland heeft een vrij omvangrijke wijziging van de legger met een beschermingszone van 150 meter breed relatief eenvoudig kunnen doorvoeren, zonder veel bezwaar. Wat daarbij lijkt te hebben geholpen, is dat WSRL de noodzaak van de leggerwijziging goed aan omgevingspartijen heeft toegelicht. Dit door te benadrukken dat de juridische bescherming belangrijk is om forse dijkversterking (bijvoorbeeld lange pipingbermen) te voorkomen. Daarmee heeft het waterschap aan omgevingspartijen duidelijk gemaakt dat de leggerwijziging ook in hun belang is.

Binnen de beschermingszone is er het profiel van vrije ruimte. Dat bestaat uit een ruimtelijke reservering voor een toekomstige dijkverzwaring binnen een aan te geven planperiode (bijvoorbeeld 100 of 200 jaar). De beheerder kan met een profiel van vrije ruimte bijvoorbeeld voorkomen dat bouwwerken geplaatst worden op locaties waar in de toekomst een mogelijke versterking van de primaire waterkering nodig is. Het profiel van vrije ruimte is een toetsingskader van de beheerder bij het verlenen van vergunningen. Feitelijk is dit niet anders dan een alternatieve of speciale vorm van de beschermingszone.

Aandachtspunten bij leggerwijzigingen

Voor het aanleggen, aanwijzen of wijzigen van een waterstaatswerk moet op grond van artikel 5.4 van de Waterwet een projectplan worden vastgesteld. Voor het aanwijzen van een voorland als beschermingszone kan echter worden volstaan met de aanpassing van de legger. Een aanpassing van een waterstaatswerk vindt daarom doorgaans plaats in het kader van een dijkversterkingsproject (waar een projectplan voor wordt vastgesteld). Het aanpassen van een beschermingszone kan ook in het kader van een beoordeling plaatsvinden. Vraag is dan ook of, mede naar aanleiding van de nieuwe Waterwet, de leggers zoals nu vastgesteld door alle waterschappen actueel zijn. Mogelijk liggen er plannen om deze te actualiseren, maar wordt met de uitvoering daarvan gewacht op een dijkversterkingsproject.

Bij het aanpassen van de legger legt de waterkeringbeheerder beperkingen op aan gebruikers of eigenaars. Een aandachtspunt daarbij is dat de waterkeringbeheerder zijn belang moet afwegen tegen dat van de gebruikers of eigenaars van het voorland. Deze belangen liggen niet altijd in lijn met de belangen van de beheerder. De hoofdvraag is wat een redelijke argumentatie is om belangen van gebruikers of eigenaars te schaden, om het effect van het voorland met voldoende zekerheid te kunnen garanderen. Dit is een afweging die in redelijkheid moet worden gemaakt, rekening houdend met beleidskeuzes van de betreffende beheerder (_Zie ook kader legger Houtribdijk).

Het opnemen van het voorland in de beschermingszone, of het verheffen van een beschermingszone tot waterstaatswerk, kan tot weerstand leiden vanwege het daarmee opleggen van beperkingen aan gebruikers of eigenaars. Zij kunnen hiertegen beroep aantekenen bij de bestuursrechter. Ook is het mogelijk dat de schade die zij lijden door de beperkingen in aanmerking komt voor nadeelcompensatie (schadevergoeding). Voorbeelden van schade die mogelijk gecompenseerd moet worden, zijn de derving van inkomen vanwege een verbod op de verbouwing van een bepaald type gewas. Denk ook aan waardevermindering van onroerend goed door een beperking van gebruiksmogelijkheden, zoals het niet mogen uitbreiden van een woning. Het tekstkader Nadeelcompensatie beschrijft twee van de criteria waaraan voldaan moet zijn om in aanmerking te komen voor nadeelcompensatie.

De gewenste juridische borging is afhankelijk van de te verwachte wijzigingen in het voorland. In veel gevallen zal een leggerwijziging niet noodzakelijk zijn. Bijvoorbeeld als ontwikkelingen een kleine kans van optreden hebben of niet dusdanig van aard zijn dat deze de waterkerende functie substantieel aantasten. In dat geval is het opleggen van beperkingen onnodig en kan de beheerder volstaan met monitoring. Mocht zich onverhoopt toch een ongewenste ontwikkeling aandienen, dan zal het doorgaans mogelijk zijn om (tijdelijke) maatregelen te treffen om de waterveiligheid tijdig te borgen. Ook kan het nodig zijn de legger aan te passen, bijvoorbeeld als periodiek onderhoud nodig is om zetting

tegen te gaan. Daarvoor is een actieve strategie nodig en zal het voorland aangewezen moeten worden als waterstaatswerk (_Zie kader Lopikerweteringkade).

Een leggeraanpassing kan leiden tot beroep of nadeelcompensatie. Als het waterschap dit wil voorkomen, dan kan zij kiezen voor overname van gronden (via privaatrechtelijke weg of, indien nodig, via onteigening[24]). Echter, de verwachting is dat de kosten hiervan hoger uitvallen dan de eventueel uit te keren compensatie voor het ondervonden nadeel. Anderzijds blijkt uit de praktijk dat het aanpassen van de legger in veel gevallen relatief eenvoudig te realiseren is, zonder claims voor nadeelcompensatie (bijvoorbeeld bij Waterschap Rivierenland, zie kader Leggerwijziging). Als er veel gebruikers zijn, bijvoorbeeld bij woonbebouwing, is een leggerwijziging waarschijnlijk ook praktischer dan het maken van privaatrechtelijke afspraken (_Zie paragraaf 6.1.2). Bezwaren tegen het aanpassen van een legger zullen namelijk ook spelen bij het maken van afspraken, aangezien beide middelen leiden tot het opleggen van gebruiksbeperkingen.

Binnen de leggerzonering is het mogelijk maatwerk te bieden. Gebruikers worden zo niet onnodig beperkt en dat helpt weer bij de acceptatie van leggerwijzigingen. Zo kunnen verschillende voorschriften worden gehanteerd die recht doen aan de belangen van gebruikers in het voorland of aan de belangen van de waterkeringbeheerder. Het profiel van vrije ruimte is hier een voorbeeld van, dit is feitelijk niets anders dan een maatwerkoplossing om binnen de beschermingszones specifieke activiteiten vergunningplichtig te maken.

Tot slot dient de waterkeringbeheerder onder art. 78 van de Waterschapswet een onderhoudslegger op te stellen waarin onderhoudsplichtigen of onderhoudsverplichtingen worden aangewezen. Daarin is omschreven waaraan de waterkering moet voldoen wat betreft ligging, vorm, afmeting en constructie. Dit betreft een bundel beschikkingen waarmee aanwonende/gebruikers van waterstaatswerken (zowel waterkeringen als oppervlaktewateren) publiekrechtelijke onderhoudsverplichtingen kunnen worden opgelegd. Beide leggers kunnen in de praktijk worden gecombineerd, waarbij de regels in één Keur staan beschreven.

NADEELCOMPENSATIE – ENKELE CRITERIA

Nadat is vastgesteld dat er sprake is van schade en deze is toe te wijzen aan een handeling van de waterbeheerder wordt beoordeeld of sprake is van risicoaanvaarding of voorzienbaarheid. Er wordt dan getoetst of de opgelegde beperking (schadeoorzaak) voorzienbaar was. Met andere woorden: had de gebruiker de beperking kunnen verwachten? Hierbij speelt de het moment van investeren (aankoop, overeenkomst, etc.) een cruciale rol. Waren er op het moment van de investeringsbeslissing al concrete plannen openbaar en had de gebruiker de beperking derhalve kunnen verwachten, dan wordt hem 'voorzienbaarheid' tegengeworpen. Zijn schade zal naar alle waarschijnlijkheid niet voor vergoeding in aanmerking komen.

Een ander criterium is het 'normaal maatschappelijk risico'. Artikel 7.14 van de Waterwet vereist dat de schade een drempelwaarde voor het normaal maatschappelijk risico overstijgt, wil de gedupeerde voor compensatie in aanmerking komen. In veel gevallen wordt het normaal maatschappelijk risico gevat in een percentage (de drempel). Al het nadeel dat onder deze drempel blijft, is voor rekening van de gedupeerde en wordt dus niet vergoed. De waterbeheerder moet het normaal maatschappelijk risico van geval tot geval bepalen. De rechter oordeelt in geval van een beroepszaak of de waterkeringbeheerder die invulling goed gemotiveerd heeft. In sommige wetten is een minimumpercentage opgenomen ter invulling van het normaal maatschappelijk risico. Zo heeft de Wet ruimtelijke ordening een minimum van 2% van de waarde van de onroerende zaak of het inkomen. De Omgevingswet in wording kent onder andere een percentage van 5% van de waarde van de onroerende zaak. Omdat alle omstandigheden van het geval een rol spelen, kan in buitendijks gebied het percentage voor normaal maatschappelijk risico hoger liggen. Het risico wordt hier namelijk geacht groter te zijn. Hierbij is van belang dat de waterbeheerder goed motiveert hoe hij tot een bepaald percentage is gekomen.

6.1.2
Privaatrechtelijke middelen

Naast de publiekrechtelijke middelen is het mogelijk om privaatrechtelijke middelen (bijvoorbeeld afspraken met derde partijen) in te zetten die eenzelfde doel beogen te bereiken. Ook hierbij bestaat de mogelijkheid om een actieve of een passieve vorm van (beheer)-afspraken te maken:

a. Een actieve vorm: als met de derde partij afspraken gemaakt worden over de inrichting en instandhouding van (een bepaald deel van) het voorland, bijvoorbeeld een oever;
b. Een passieve vorm: als met de derde partij afspraken gemaakt worden over de instandhouding van (delen van) het voorland en/of meldingsplicht bij werkzaamheden die het voorland doen wijzigen.

Dergelijke afspraken kunnen betrekking hebben op onderhoud en/of instandhouding van een voorland. Denk aan een vooroever. Ze kunnen ook uitsluitend betrekking hebben op een melding van een activiteit of wijziging die de waterkerende functie negatief beïnvloedt. Het maken van dergelijke afspraken vergt instemming van alle betrokken partijen. Net als bij de publiekrechtelijke middelen, vragen dergelijke afspraken om periodieke controle op naleving en eventueel handhaving. De gemaakte afspraken dienen de waterkeringbeheerder deze mogelijkheden te bieden.

Aandachtspunten

Betrokkenen kunnen niet verplicht worden tot dergelijke afspraken en vragen mogelijk financiële compensatie. Daarnaast zijn afspraken lastiger te handhaven dan publiekrechtelijke middelen als een Keur, Waterbesluit en legger. Bij de gebruikmaking van publiekrechtelijke instrumenten beschikt de beheerder namelijk over ruimere toezicht- en handhavingsbevoegdheden, dan wanneer hij overeenkomsten aangaat.

HAVENDAMMEN DEN OEVER

Een voorbeeld van dergelijke afspraken heeft betrekking op de havendammen van Den Oever. Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (HHNK) heeft de waterkering bij Den Oever versterkt. Omdat de ruimte voor versterking beperkt is, heeft HHNK in het ontwerp rekening gehouden met de golfdempende werking van de voorliggende havendammen (golfbrekers). Deze havendammen worden echter beheerd door Rijkswaterstaat (RWS). In een samenwerkingsovereenkomst hebben HHNK en RWS afspraken gemaakt over de versterking en instandhouding van deze havendammen, inclusief een financiële bijdrage daarvoor van HHNK.[035]

Een ander belangrijk aandachtspunt is de zogeheten 'doorkruisingsleer'. Die stelt dat de inzet van privaatrecht alleen mogelijk is als het gebruik van publiekrechtrechtelijke instrumenten de publiekrechtelijke weg niet op onaanvaardbare wijze doorkruist. In de praktijk bestaan voorbeelden van beleidsregels die de inzet van privaatrechtelijke middelen alsnog mogelijk maken. Zo hanteert HHSK de beleidsregel dat 'de inzet van privaatrecht alleen dient te geschieden als de verwachting bestaat dat het gebruik van publiekrechtrechtelijke instrumenten blijvend, significant en ondoelmatig is en niet tot de voor het hoogheemraadschap beste oplossing leidt en de publiekrechtelijke weg niet op onaanvaardbare wijze wordt doorkruist.'

6.1.3
Geen regulering

De minst vergaande variant is het volledig afzien van elke vorm van regulering van gebruik in voorlanden. Een en ander betekent dat de beheerder geen grip heeft op ontwikkelingen in voorlanden, althans niet via de bestuursrechtelijke weg. Bepaalde vormen van invloed bestaan wel, bijvoorbeeld het indienen van zienswijzen tegen besluiten van andere bestuursorganen zoals de gemeente (o.a. bestemmingsplannen). Ook het voorkomen van activiteiten op grond van een onrechtmatige-daadsactie is mogelijk.

Het afzien van regulering en het zodoende vrij laten van ontwikkelingen kan echter een voldoende veilige optie zijn, zolang er geen of niet al te veel negatieve ontwikkelingen worden verwacht. Dit kan ook goed onderdeel uitmaken van een welbewuste strategie om zo veel mogelijk ontwikkelingen in voorlanden mogelijk te maken. Bovendien kan het opleggen van beperkingen en verplichtingen onnodig worden geacht als er naar redelijkheid geen ongewenste ontwikkelingen in een voorland te verwachten vallen. Zolang dat een expliciete beleidskeuze is van de beheerder, valt hier vanuit juridisch opzicht ook weinig tegen in te brengen.

Als de waterkeringbeheerder ervoor kiest zijn belang niet via de voor hem beschikbare instrumenten te borgen, dan kan hij dat ook niet via instrumenten van andere overheden doen (bijvoorbeeld bestemmingsplannen). Dit vanwege het 'specialiteitsbeginsel'. Zo kan een gemeente geen eisen stellen in een bestemmingsplan dat uitsluitend gericht is op het borgen van de veiligheid van de waterkering en dus enkel waterstaatkundige belangen dient. De bescherming van de waterkering is namelijk de verantwoordelijkheid van de waterkeringbeheerder.

Het afzien van regulering van het voorland introduceert mogelijk een financieel risico voor de beheerder. Als ontwikkelingen niet worden gereguleerd en daardoor niet kunnen worden voorkomen, kan door het optreden daarvan (alsnog) een versterking nodig blijken. In principe is dit een acceptabel risico omdat de initiële versterking is uitgesteld, waardoor de (contante waarde van) de kosten lager zijn. Echter: het deel van deze kosten dat voor rekening komt voor de beheerder (bijvoorbeeld het waterschap), valt mogelijk aanzienlijk hoger uit. Immers, het is in dat geval de vraag of er nog een grondslag bestaat voor subsidie van het HWBP. Een versterking als gevolg van wijziging van de geometrie lijkt volgens de wet namelijk niet (per definitie) subsidiabel. Maatregelen zijn immers uitsluitend subsidiabel als deze het gevolg zijn van een wijziging van de norm, de hydraulische randvoorwaarden en/of het beoordelingsinstrumentarium (de Waterwet, art. 7.23 lid 1.a). Het gevolg is dat de beheerder geen subsidie ontvangt en alle kosten voor dijkversterking moet dragen.

‘ER BESTAAT VOOR HET BEHEER VAN VOORLANDEN VANUIT JURIDISCHE OPTIEK GEEN ‘GEËIGENDE WEG’. BEHEERDERS HEBBEN VEEL DISCRETIONAIRE RUIMTE EN KEUZEVRIJHEID OM DE VOORLANDEN BINNEN HUN BEHEERSGEBIED NAAR EIGEN INZICHT TE BEHEREN, AFGESTEMD OP HUN EIGEN VISIE VOOR ONTWIKKELING’

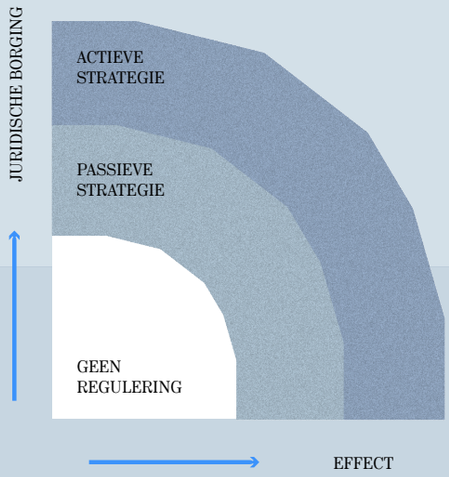
Utrecht Centre for Oceans, Water and Sustainability Law, 2018

6.2
STAPPENPLAN: HOE MAAK JE EEN KEUZE?

Met het stappenplan kan de gewenste juridische borging in het voorland, op basis van de beschikbare middelen uit het keuzemenu, bepaald worden. Het stappenplan beschrijft welke vorm van juridische borging nodig is om bepaalde bedreigingen van het effect van het voorland te voorkomen. Figuur 25 geeft het stappenplan weer in de vorm van een stroomschema.

Het stappenplan gaat bij voorkeur uit van juridische borging met de beschikbare publiekrechtelijke middelen waarover de beheerder beschikt (Keur, Waterbesluit en legger in het kader van de Waterwet). Echter, het staat de beheerder vrij om privaatrechtelijke afspraken te maken, rekening houdend met de eerdergenoemde aandachtspunten.

De keuze voor juridische borging kan kosten met zich meebrengen, bijvoorbeeld voor de leggeraanpassing en voor eventueel nadeelcompensatie. Deze kosten dienen onderdeel te zijn van de afweging of een versterking in het voorland doelmatiger is dan andere alternatieven. Naast doelmatigheid van bestedingen kunnen criteria als de opgelegde gebruiksbeperkingen en imagoschade onderdeel zijn van de keuze voor de gewenste juridische borging.



FIGUUR 24: Relatie tussen de mate van juridische borging en het effect van het voorland.

1.

Beschouw het veiligheidseffect van het voorland.
Stem de juridische borging af op het veiligheidseffect van het voorland. Wanneer dat effect klein is, kan een beheerder volstaan met een licht juridisch regime. Bijvoorbeeld door te volstaan met monitoring of bepaalde activiteiten (hooguit) te onderwerpen aan een vergunningsplicht. Aan de andere kant is een zwaar juridisch regime passend voor voorlanden waarvan het waterkerend effect groot is. Figuur 24 illustreert deze gedachte. Uiteindelijk is het aan de beleidsmaker om te kiezen voor de middelen die het beste passen binnen de geldende beleidskaders.

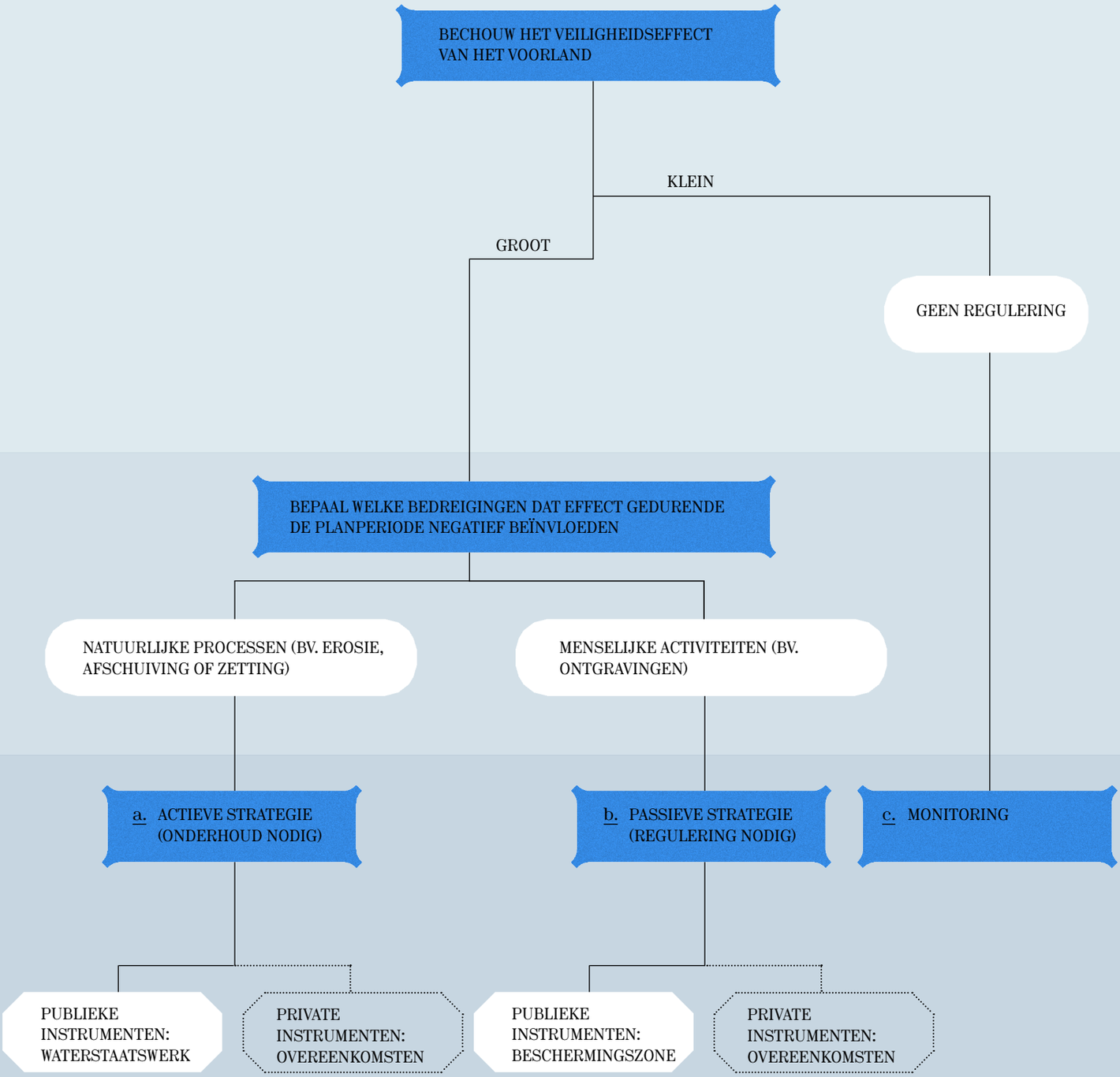
2.

Bepaal voor het beschouwde voorland welke bedreigingen/ wijzigingen het effect van het voorland gedurende de beschouwde planperiode negatief kunnen beïnvloeden.
Beschouw daarbij zowel natuurlijke (bijvoorbeeld erosie, afschuiving of zetting) als menselijke bedreigingen (bijvoorbeeld ontgravingen)

3.

Bepaal welke strategie nodig is om de beheeractiviteiten (_Zie ook H.5) mogelijk te maken.

a. Voor het uitvoeren van onderhoudswerkzaamheden ter voorkoming van natuurlijke bedreigingen (bv. erosie, afschuiving of zetting), waarbij de gebruikers in het voorland deze werkzaamheden hebben te gedogen, is een actieve strategie nodig.
b. Voor het voorkomen van potentiële bedreigingen als gevolg van menselijk handelen is een passieve strategie nodig.
c. Voor monitoring is over het algemeen geen regulering nodig.



FIGUUR 25: Stappenplan voor het kiezen van een strategie.

De waterschappen Hunze en Aa's, Noorderzijlvest en Wetterskip Fryslân voeren de Projectoverstijgende Verkenning voor de Waddenzeedijken uit. Een van de deel-onderzoeken kijkt naar het effect van de kwelders op de golfbelasting op de dijk.

WADDENZEEDIJKEN

‘VOORLAND DRAAGT BIJ AAN DE WATERVEILIGHEID, ZORGT VOOR MEER SAMENWERKING TUSSEN DE BEHEERDERS EN OPENT DEUREN NAAR INTEGRALE GEBIEDSGERICHTE DIJKVERSTERKINGEN’

Jan Hateboer,
Wetterskip Fryslân

H.7 FINANCIËLE ASPECTEN

Uitgangspunt bij het meenemen van het voorland is dat dit leidt tot een doelmatiger besteding van middelen en daarmee tot optimalisatie van publieke investeringen. Dit kan een versterking voorkomen, uitstellen of in omvang beperken, wat leidt tot lagere kosten.

Tegenover het optimaliseren van publieke investeringen staat het mogelijk toenemen van de inspanning van de beheerorganisatie. Denk aan extra kosten van inspectie en monitoring, vergunningverlening, onderhoud van begroeiingen (zoals maaien/snoeien) en herstellen van beschadigingen. Daarnaast zijn andere extra kosten mogelijk, bijvoorbeeld voor het aanpassen van de leggerzonering of voor nadeelcompensatie.

Echter, door meekoppelkansen in voorlanden te benutten, kan ook maatschappelijke meerwaarde worden gecreëerd. Daarvan profiteren bijvoorbeeld natuur, recreatie of andere vormen van ruimtelijke kwaliteit waardoor het draagvlak in de omgeving voor de te nemen versterkingsmaatregelen kan toenemen. Bestuurlijk bestaat daarom doorgaans de wens om meekoppelkansen tijdig te identificeren en waar mogelijk mee te nemen. Zo ontstaat een gebiedsgerichte aanpak.

Hoewel een waterschap in principe vrij is om een oplossing en aanpak voor een versterkingsmaatregel te bepalen, is de subsidie vanuit het HWBP beperkt tot de (geraamde) investeringskosten van een sober en doelmatig ontwerp[25]. De kosten van beheer en onderhoud (B&O) en eventuele meekoppelkansen zijn op basis van de huidige subsidieregeling van het HWBP niet subsidiabel. De kosten voor B&O komen ten laste van de beheerder die hiervoor de financiële middelen moet reserveren. Daartegenover staat dat lagere investeringskosten leiden tot een lager projectgebonden aandeel voor de beheerder. Dit, omdat de subsidie vanuit het HWBP beperkt is tot 90% van de versterkingskosten (van een sober en doelmatig ontwerp).

In de praktijk bestaan veel vragen over de subsidiabiliteit van maatregelen, de *Life Cycle Cost*-benadering (LCC) en over co-financiering van meekoppelkansen bij het ontwerpen en realiseren van dijkversterkingen. Het in kaart brengen van de financiële gevolgen van het meenemen van voorlanden vraagt om maatwerk. Het is daarbij van belang om inzichtelijk te maken wat de financiële impact is voor de betrokken partijen.

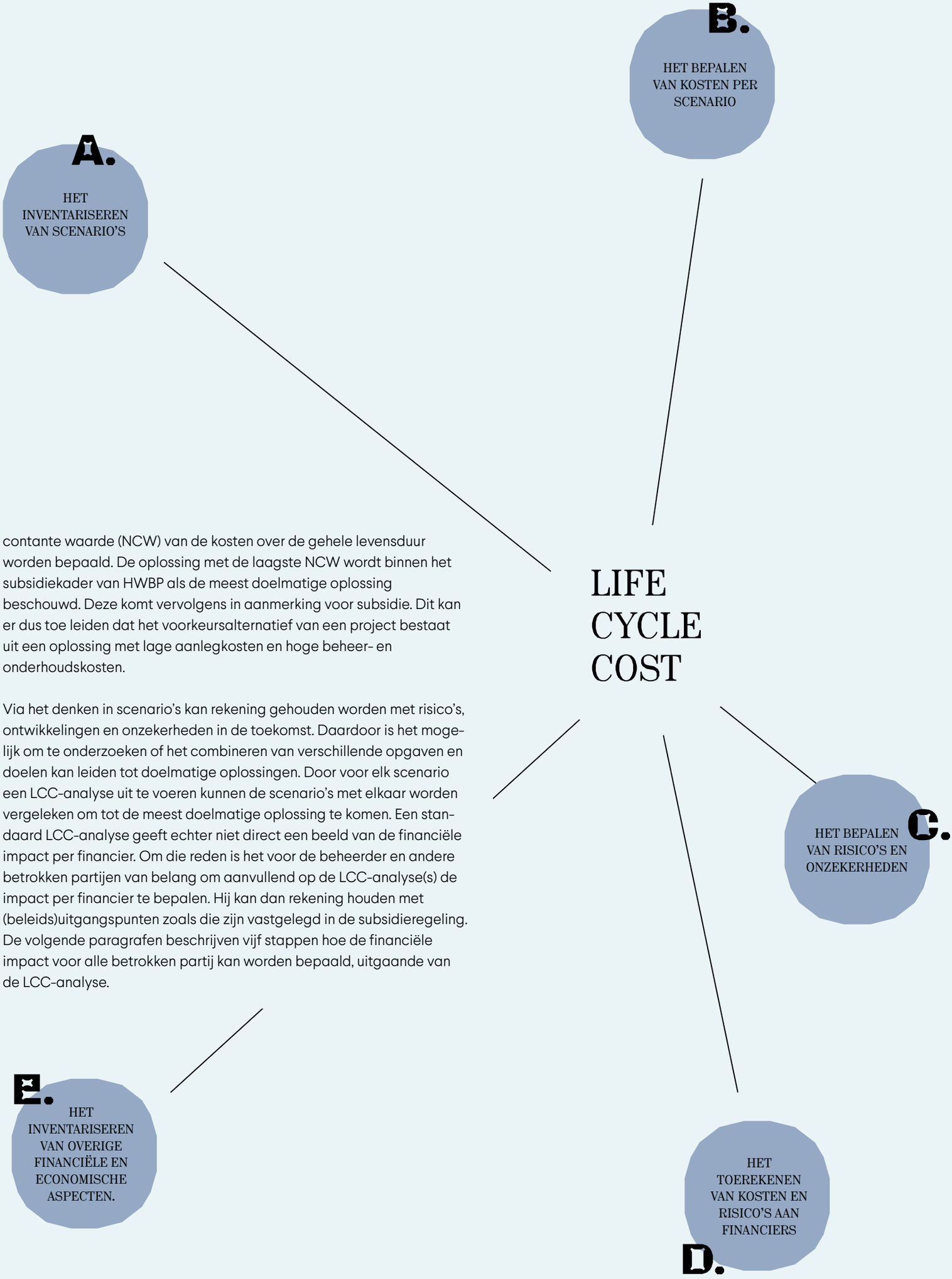
Door (vroeg)tijdig (proces)afspraken te maken over de verdeling van kosten en risico's, kunnen verwachtingen beter worden 'gemanaged'.

Deze Handreiking biedt handvatten voor het bepalen en afwegen van de financiële gevolgen van het meenemen van voorland. Paragraaf 7.1 beschrijft hoe de financiële impact per financier in kaart kan worden gebracht. Vertrekpunt voor de impactanalyse is de LCC-analyse en onderliggende ramingen. Deze is verplicht in het kader van de subsidieregeling voor het HWBP. Paragraaf 7.2 gaat vervolgens in op enkele aandachtspunten die spelen rond de interpretatie en toepassing van de subsidieregeling van het HWBP bij het meenemen van voorlanden. Paragraaf 7.3 bevat zes casussen die illustreren hoe de financiële impact van het meenemen van voorlanden kan worden bepaald en wat de impact is op de te dekken kosten door de verschillende betrokken partijen.

7.1 LCC EN DE FINANCIËLE IMPACT PER FINANCIER

Het vertrekpunt voor het bepalen van de financiële impact per financier is een LCC-analyse, die alle kosten van de levenscyclus van de waterkering beschouwt. LCC-analyses hebben tot doel om verschillende maatregelen voor de opgave met elkaar te vergelijken. Maatregelen met elk hun eigen levensduur worden financieel vergelijkbaar door investeringen en levensduurkosten (beheer- en onderhoudskosten) in de tijd uit te zetten. Vervolgens worden deze kosten teruggerekend naar een contante waarde in het beginjaar.

Voor alle HWBP-projecten is het verplicht om de doelmatigheid van de maatregel te onderbouwen. In de verkenningsfase levert LCC daarvoor de financiële onderbouwing. Bij het trechteren van kansrijke oplossingen naar een voorkeursalternatief (VKA) moet per scenario de netto



contante waarde (NCW) van de kosten over de gehele levensduur worden bepaald. De oplossing met de laagste NCW wordt binnen het subsidiekader van HWBP als de meest doelmatige oplossing beschouwd. Deze komt vervolgens in aanmerking voor subsidie. Dit kan er dus toe leiden dat het voorkeursalternatief van een project bestaat uit een oplossing met lage aanlegkosten en hoge beheer- en onderhoudskosten.

Via het denken in scenario's kan rekening gehouden worden met risico's, ontwikkelingen en onzekerheden in de toekomst. Daardoor is het mogelijk om te onderzoeken of het combineren van verschillende opgaven en doelen kan leiden tot doelmatige oplossingen. Door voor elk scenario een LCC-analyse uit te voeren kunnen de scenario's met elkaar worden vergeleken om tot de meest doelmatige oplossing te komen. Een standaard LCC-analyse geeft echter niet direct een beeld van de financiële impact per financier. Om die reden is het voor de beheerder en andere betrokken partijen van belang om aanvullend op de LCC-analyse(s) de impact per financier te bepalen. Hij kan dan rekening houden met (beleids)uitgangspunten zoals die zijn vastgelegd in de subsidieregeling. De volgende paragrafen beschrijven vijf stappen hoe de financiële impact voor alle betrokken partij kan worden bepaald, uitgaande van de LCC-analyse.

TYPE	MAATREGELEN	TOELICHTING/AANDACHTSPUNT
Integraal	Gebiedsgerichte maatregelen	Co-opdrachtgeverschap/co-financiering
	Maatregelen in voorland en/of watersysteem	Bijv. een hoog voorland, het voorkomen van oevererosie of het wegnemen van waterspanning in/achter de dijk kunnen in bepaalde gevallen doelmatige maatregelen zijn om de veiligheid te borgen.
Sectoraal	Klassieke dijkversterking	Reguliere versterking (belangrijk aandachtspunt is de te kiezen planperiode)
	Partiële dijkversterking	Versterken op één aspect rekening houdend met de resterende levensduur van de kering.
	Tijdelijke maatregelen tijdens hoogwater	Al dan niet in combinatie met monitoring kan de beheerder extra maatregelen treffen om tijdens hoogwater de veiligheid te borgen.
	Aanvullend onderzoek/toepassen nieuwe kennis	Met aanvullend onderzoek (met namen grond) en/of dor het toepassen van nieuwe kennis keurt de beheerder de waterkering alsnog goed.
	Beheer en onderhoud	Door verbetering van het reguliere beheer kan (eventueel na verloop van tijd) een afgekeurde waterkering weer aan de eisen voldoen. Dit doet zich vooral voor bij dijken met een grasbekleding.

TABEL 6: Overzicht van type maatregelen.[037]

A.

HET INVENTARISEREN VAN SCENARIO'S

Bij LCC-analyses gaat het om het vergelijken van scenario's in het licht van ontwikkelingen in de toekomst. Hiermee komt de doelmatigheid van verschillende typen maatregelen en/of combinaties in beeld. Denk bijvoorbeeld aan een adaptieve aanpak van gebiedsgerichte maatregelen. Bij de inrichting van een gebied wordt dan rekening gehouden met de waterveiligheidsopgave, maar versterkingsmaatregelen worden geheel of gedeeltelijk op een later moment gerealiseerd.[26] De HWBP-factsheet voor LCC-analyses bevat een overzicht van verschillende typen maatregelen. Het is van belang om ervoor te zorgen dat samen met stakeholders alle scenario's worden geïnventariseerd. Dit voorkomt dat kansrijke, meer doelmatige oplossingen buiten beeld blijven. Tabel 6 geeft een overzicht van soorten maatregelen.

B.

HET BEPALEN VAN KOSTEN PER SCENARIO

Na het inventariseren van kansrijke scenario's dienen de (meer/minder) kosten per scenario te worden geraamd. Daartoe dient volgens de subsidieregeling voor het HWBP gebruik te worden gemaakt van de Standaardsystematiek voor Kostenramingen (SSK) van de CROW. Die ondersteunt zowel het ramen van de investeringskosten als levensduurkosten (_Zie Tabel 7). De te hanteren uitgangspunten (o.a. de analyseperiode en discontovoet) voor het opstellen van de LCC-analyse staan beschreven in een separate factsheet van het HWBP[037]. Naast directe en indirecte kost voor onder meer de kosten van de bouw, vastgoed en engineering maakt ook een reservering voor risico's deel uit van de raming.

Voor het bepalen van de kosten per scenario kunnen twee benaderingen worden gehanteerd:

- Een integrale benadering: per scenario een integrale raming opstellen;
- Een differentiële benadering: per scenario de minder- of meerkosten bepalen ten opzichte van een nul-alternatief. Het nul-alternatief zal doorgaans een 'klassieke dijkversterking' zijn.

In eenvoudige gevallen is een differentiële benadering geschikt om de meerkosten van alternatieve oplossingen te bepalen. Een integrale benadering is doorgaans transparanter en heeft de voorkeur voor het bepalen van de financiële impact per financier. Dit is zeker zo als de scenario's qua oplossing of aanpak sterk verschillen. Als voorlanden onderdeel uitmaken van de oplossing, is het van belang om extra aandacht te besteden aan het ramen van de volgende kosten:

OBJECTRAMING; INVESTERINGSKOSTEN

KOSTENGROEP	VOORZIENE KOSTEN			RISICO RESERVERING	TOTAAL
KOSTENCATEGORIEËN	Directe kosten benoemd	Directe kosten nader te detailleren	Indirect kosten		
Bouwkosten	X	X	X	X	Σ
Vastgoedkosten	X	X	X	X	Σ
Engineeringskosten	X	X	X	X	Σ
Overige bijkomende kosten	X	X	X	X	Σ
Investeringskosten object	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ

OBJECTRAMING; LEVENSDUURKOSTEN

KOSTENGROEP	VOORZIENE KOSTEN			RISICO RESERVERING	TOTAAL
KOSTENCATEGORIEËN	Directe kosten benoemd	Directe kosten nader te detailleren	Indirect kosten		
Levensduurkosten object	X	X	X	X	Σ

TABEL 7: Opzet SSK-raming voor investeringskosten en levensduurkosten.

Initiële investeringskosten

Aanpassingen van voorlanden kunnen noodzakelijk zijn om aan de waterveiligheidsnorm te kunnen voldoen. Het kan daarbij bijvoorbeeld gaan om aanpassingen aan bestaande voorzieningen als kademuren, oeverbescherming of begroeiing. Als de waterkeringbeheerder het nodig acht kan de leggerzonering worden aangepast. De kosten van een leggerwijziging bestaan o.a. uit:

- Het inmeten en digitaal verwerken van gegevens;
- Juridische toetsen en proceskosten;
- Het informeren van belanghebbenden;
- (Nadeel)compensatie van derden aan wie gebruiksbeperkingen worden opgelegd;
- Grondverwerving of vestigen van erfpacht (niet altijd aan de orde).

Beheer- en onderhoudskosten

Het meenemen of aanpassen van voorlanden kan leiden tot extra beheer- en onderhoudskosten (B&O-kosten). In opdracht van het HWBP is onderzoek gedaan naar de B&O-kosten voor primaire keringen[039]. Daarin is onderscheid gemaakt tussen:

- Algemene beheerkosten: kosten van handhaving en inspectie, vergunningverlening etc.
- Regulier (gewoon) onderhoud: gericht op een goede toestand van de waterkeringen door het bestrijden van schadelijk wild, het herstellen van beschadigingen, het verwijderen van drijfvuil en het in stand houden van begroeiingen en materialen, dienstig aan de waterkering.
- Groot (buitengewoon) onderhoud: gericht op het in stand houden van de waterkering zoals aangegeven in de legger, voor wat betreft ligging, vorm, afmeting en constructie. Daarbij kan het gaan om het vervangen van een asfaltbekleding/steenbekleding, versterken van de vooroever door bestortingen of ophogen van de kering in verband met zetting of bodemdaling.

Herstelkosten

Van herstelkosten is meestal sprake na een hoogwatersituatie. Zij kunnen in beginsel ook het gevolg zijn van ongewenste activiteiten in het voorland zoals ontgravingen. Het meenemen van voorlanden kan leiden tot wijzigingen in de kansen en gevolgen van het risico op het moeten treffen van herstelmaatregelen.
Omdat het incidentele gebeurtenissen betreft, ligt het voor de hand om deze herstelkosten als risico's te beschouwen en deze als zodanig in de LCC-raming te verwerken. Aandachtspunten daarbij zijn het voorkomen van dubbeltellingen met regulier onderhoud en het opnemen van risico's van herstelkosten die niet voor rekening komen van het waterschap, maar van derden (bijvoorbeeld wanneer er in strijd is gehandeld met de keur/legger).

Vervangingsinvesteringen

De voorgeschreven periode voor LCC-analyses is 100 jaar. Er is altijd minimaal één keer een vervanging; namelijk aan het einde van de levensduur. Bij alternatieven met een kortere levensduur, wordt in de LCC-berekening uitgegaan van vervanging door dezelfde toepassing tot de 100 jaar bereikt is. Het is wenselijk om de invloed van voorlanden op toekomstige vervangingsinvesteringen, waar mogelijk, in te schatten.

‘ER IS BESTUURLIJKE CONSENSUS DAT GESTREEFD MOET WORDEN NAAR OPTIMALISERING VAN DE PUBLIEKE INVESTERING EN NIET NAAR MINIMALISERING VAN DE KOSTEN VOOR DE WATERKERINGBEHEERDER’

Stuurgroep POV Voorlanden, 2018

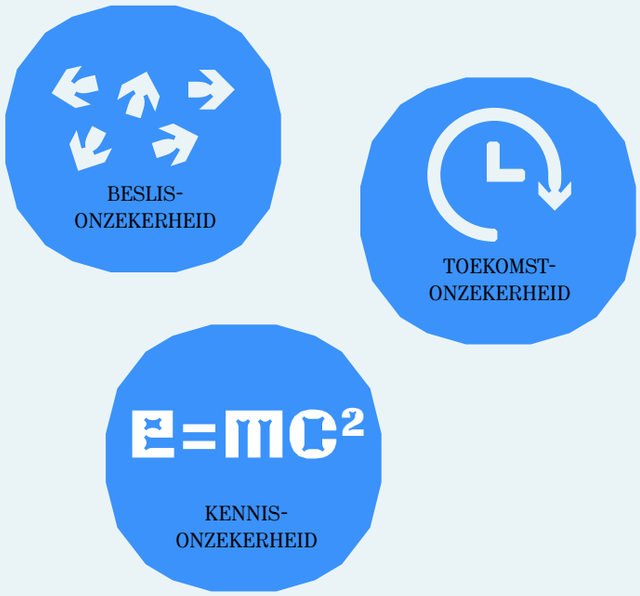
C.

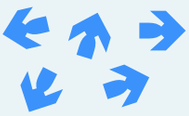
HET BEPALEN VAN RISICO'S EN ONZEKERHEDEN

Wanneer voor de kansrijke scenario's de kosten bekend zijn, is het nodig om de kosten die volgen uit risico's en onzekerheden te ramen. Deze maken namelijk onderdeel uit van de afweging over doelmatigheid van scenario's. We onderscheiden conform SSK drie typen onzekerheid in ramingen[077]:

1. Beslisonzekerheid: welke variant zal de opdrachtgever kiezen;
2. Toekomstonzekerheid: wat zijn de mogelijk ongewenste toekomstige gebeurtenissen;
3. Kennisonzekerheid: welke informatie is nodig om het project te omschrijven.

Kennisonzekerheid en toekomstonzekerheid vallen altijd binnen de scope van het project en moeten dus altijd worden meegerekend bij het project in kwestie.





1. BESLISONZEKERHEID (BUITEN DE SCOPE)

Beslisonzekerheid is op te vangen door per variant een eigen scope met bijbehorende raming op te stellen. Om te voorkomen dat er een doelredenering ontstaat, is het van belang dat alle mogelijkheden worden meegenomen bij de inventarisatie van maatregelen. Bij het benutten van meekoppelkansen bestaat het risico op 'regretkosten'. Die ontstaan als achteraf blijkt dat op basis van nieuwe/aanvullende inzichten niet de juiste maatregel is getroffen. Dit risico speelt met name als er sprake is van grote onzekerheid, vaste en onomkeerbare kosten en als nieuwe informatie in de loop van de tijd beschikbaar komt. Nieuwe informatie betreft bijvoorbeeld nieuwe inzichten in het belastingniveau, de sterkte van keringen of door technische ontwikkelingen. In de subsidieregeling is daarom aangegeven dat bij voorfinanciering wordt beoordeeld of een maatregel doelmatig is en geen vermijdbare (regret)kosten tot gevolg zal hebben. Men moet hier extra op bedacht zijn bij het versneld uitvoeren van maatregelen.

Als een project veel onzekerheid kent, kan het nuttig zijn om maatregelen waar mogelijk uit te stellen, te faseren of te kiezen voor een partiële of kort-cyclische aanpak. Hiermee wordt de flexibiliteit vergroot en worden regretkosten voorkomen. Idealiter zou men de financieel/economische waarde van flexibiliteit willen kunnen waarderen. Hier zijn in principe ook methoden voor (reële optie waarden), maar deze zijn in de praktijk doorgaans niet goed bruikbaar voor waterveiligheidsprojecten. Het heeft daarom de voorkeur om actief na te denken over mogelijkheden voor no regret of low regret maatregelen dan deze financieel te waarderen. Het meenemen van voorlanden kan in principe goed passen in een adaptieve aanpak om regretkosten te vermijden/beperken. Bijvoorbeeld door bij voorlanden die onderhevig zijn aan (onbekende mate van) zetting te kiezen voor kortcyclisch ophogen. Hierdoor kan de maatregel (de kortcylische ophogingen) worden aangepast aan de werkelijk optredende zetting.

2. TOEKOMSTONZEKERHEID (BINNEN DE SCOPE)

Een risicoanalyse, waarbij risico's worden geïnventariseerd en beheersmaatregelen toegepast, kan zorgen voor een kleinere toekomstonzekerheid. In de subsidieregeling is de verdeling van de risico's tussen het HWBP en waterschap geregeld (_Zie paragraaf 7.3). Wanneer nevendoelstellingen worden gekoppeld aan de hoogwateropgave, is het belangrijk om financieringsafspraken te maken over de allocatie van risico's onder de betrokken instanties. Daarbij gaat het allereerst om de vraag of men wil werken met een lump sum op basis van *geraamde* kosten (voorcalculatie), of voor de verrekening wil uitgaan van de *werkelijk* gemaakte kosten (nacalculatie). In het geval van verrekening op basis van nacalculatie is het van belang af te spreken welke financier welke risico's draagt. Doorgaans zal gelden dat de partij die het risico veroorzaakt en kan beheersen, het risico draagt. Soms is een risico niet direct aan een partij toe te wijzen (bijvoorbeeld het resultaat van een aanbesteding van een contract voor een integrale maatregel). In dat geval wordt vaak vooraf een verdeelsleutel afgesproken op basis van de geraamde kosten voor de verschillende maatregelen.

3. KENNISONZEKERHEID (BINNEN DE SCOPE)

Kennisonzekerheid kan worden gekwantificeerd door te werken met probabilistische ramingen en planningen. De bandbreedte van een kostenregel of risico wordt geschat met behulp van een LTU-verdeling (laagste, top en uiterste waarde). Met een Monte-Carlosimulatie wordt vervolgens de bandbreedte van de gehele raming bepaald. Binnen de SSK-systematiek wordt daarnaast vaak gewerkt met opslagpercentages voor bepaalde posten (bijvoorbeeld nader te detailleren) om te borgen dat alle kosten volledig in de raming worden meegenomen. Via nadere detaillering of aanvullend onderzoek kan men de onzekerheid verkleinen.

Zoals al is beschreven kan het meenemen van voorlanden leiden tot hogere B&O-kosten van de kering. Uit onderzoek van het HWBP[039] is

DV = 3%

ONDERHOUDSKOSTEN PER KM IN DUIZENDEN EURO'S PER JAAR

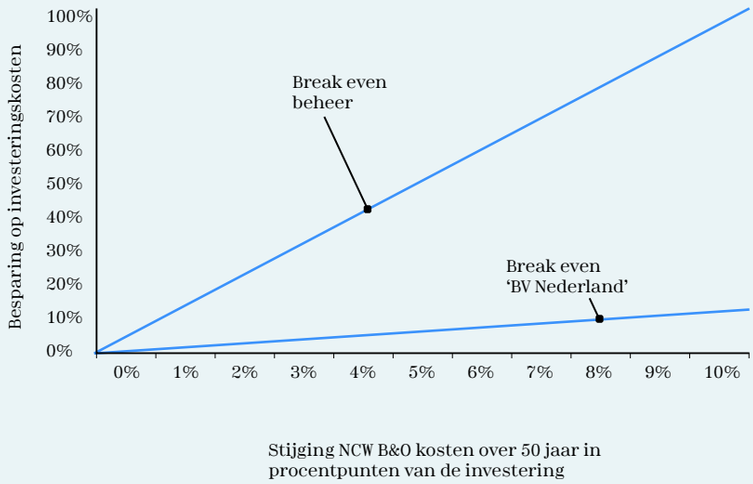
Aanlegkosten in miljoenen euro's per km	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
20	0,2%	0,3%	0,5%	0,6%	0,8%	0,9%	1,1%	1,3%	1,4%	1,6%	1,7%	1,9%	2,1%	2,2%	2,4%	2,5%	2,7%	2,8%
19	0,2%	0,3%	0,5%	0,7%	0,8%	1,0%	1,2%	1,3%	1,5%	1,7%	1,8%	2,0%	2,2%	2,3%	2,5%	2,7%	2,8%	3,0%
18	0,2%	0,4%	0,5%	0,7%	0,9%	1,1%	1,2%	1,4%	1,6%	1,8%	1,9%	2,1%	2,3%	2,5%	2,6%	2,8%	3,0%	3,2%
17	0,2%	0,4%	0,6%	0,7%	0,9%	1,1%	1,3%	1,5%	1,7%	1,9%	2,0%	2,2%	2,4%	2,6%	2,8%	3,0%	3,2%	3,3%
16	0,2%	0,4%	0,6%	0,8%	1,0%	1,2%	1,4%	1,6%	1,8%	2,0%	2,2%	2,4%	2,6%	2,8%	3,0%	3,2%	3,4%	3,6%
15	0,2%	0,4%	0,6%	0,8%	1,1%	1,3%	1,5%	1,7%	1,9%	2,1%	2,3%	2,5%	2,7%	2,9%	3,2%	3,4%	3,6%	3,8%
14	0,2%	0,5%	0,7%	0,9%	1,1%	1,4%	1,6%	1,8%	2,0%	2,3%	2,5%	2,7%	2,9%	3,2%	3,4%	3,6%	3,8%	4,1%
13	0,2%	0,5%	0,7%	1,0%	1,2%	1,5%	1,7%	1,9%	2,2%	2,4%	2,7%	2,9%	3,2%	3,4%	3,6%	3,9%	4,1%	4,4%
12	0,3%	0,5%	0,8%	1,1%	1,3%	1,6%	1,8%	2,1%	2,4%	2,6%	2,9%	3,2%	3,4%	3,7%	3,9%	4,2%	4,5%	4,7%
11	0,3%	0,6%	0,9%	1,1%	1,4%	1,7%	2,0%	2,3%	2,6%	2,9%	3,2%	3,4%	3,7%	4,0%	4,3%	4,6%	4,9%	5,2%
10	0,3%	0,6%	0,9%	1,3%	1,6%	1,9%	2,2%	2,5%	2,8%	3,2%	3,5%	3,8%	4,1%	4,4%	4,7%	5,1%	5,4%	5,7%
9	0,4%	0,7%	1,1%	1,4%	1,8%	2,1%	2,5%	2,8%	3,2%	3,5%	3,9%	4,2%	4,6%	4,9%	5,3%	5,6%	6,0%	6,3%
8	0,4%	0,8%	1,2%	1,6%	2,0%	2,4%	2,8%	3,2%	3,6%	3,9%	4,3%	4,7%	5,1%	5,5%	5,9%	6,3%	6,7%	7,1%
7	0,5%	0,9%	1,4%	1,8%	2,3%	2,7%	3,2%	3,6%	4,1%	4,5%	5,0%	5,4%	5,9%	6,3%	6,8%	7,2%	7,7%	8,1%
6	0,5%	1,1%	1,6%	2,1%	2,6%	3,2%	3,7%	4,2%	4,7%	5,3%	5,8%	6,3%	6,8%	7,4%	7,9%	8,4%	9,0%	9,5%
5	0,6%	1,3%	1,9%	2,5%	3,2%	3,8%	4,4%	5,1%	5,7%	6,3%	7,0%	7,6%	8,2%	8,8%	9,5%	10,1%	10,7%	11,4%
4	0,8%	1,6%	2,4%	3,2%	3,9%	4,7%	5,5%	6,3%	7,1%	7,9%	8,7%	9,5%	10,3%	11,1%	11,8%	12,6%	13,4%	14,2%
3	1,1%	2,1%	3,2%	4,2%	5,3%	6,3%	7,4%	8,4%	9,5%	10,5%	11,6%	12,6%	13,7%	14,7%	15,8%	16,9%	17,9%	19,0%
2	1,6%	3,2%	4,7%	6,3%	7,9%	9,5%	11,1%	12,6%	14,2%	15,8%	17,4%	19,0%	20,5%	22,1%	23,7%	25,3%	26,9%	28,4%
1	3,2%	6,3%	9,5%	12,6%	15,8%	19,0%	22,1%	25,3%	28,4%	31,6%	34,8%	37,9%	41,1%	44,2%	47,4%	50,6%	53,7%	56,9%

TABEL 8: Netto contante waarde levensduurkosten als percentage van de investeringskosten.

gebleken dat beheerders moeite hebben om relevante gegevens over bestedingen aan keringen te specificeren. Dit duidt erop dat de administraties van de beheerders doorgaans (nog) niet zijn ingericht op het toepassen van LCC. Dat brengt met zich mee dat de kennisonzekerheid over B&O-kosten groot zijn.

De beheer- en onderhoudskosten voor dijken zijn meestal laag in verhouding tot de aanlegkosten. In Tabel 8 is weergegeven wat de netto contante waarde van de B&O-kosten zijn. Ze zijn uitgedrukt als percentage van de aanlegkosten, uitgaande van een analyseperiode van 100 jaar en de voorgeschreven discontovoet van 3%. Als de aanlegkosten bijvoorbeeld € 10 miljoen per km bedragen dan is de NCW van een jaarlijkse onderhoudslast van € 8 duizend ongeveer 2,5% van de investeringskosten. Uit Tabel 8 blijkt ook dat een stijging van de onderhoudskosten een beperkt effect heeft op de som van de investerings- en levensduurkosten, tenzij de aanlegkosten laag zijn in verhouding tot de onderhoudskosten.

Uit onderzoek volgt[039] dat de B&O-kosten van verschillende oplossingen op basis van een LCC-analyse doorgaans niet tot andere afwegingen zal leiden. Dit omdat de B&O-kosten voor dijken doorgaans laag zijn in verhouding tot de aanlegkosten. Ondanks een eventuele toename in B&O-kosten, is het verlagen van de investeringskosten in de meeste gevallen effectiever. Het HWBP wil immers de maatschappelijke kosten van versterkingsmaatregelen optimaliseren.



FIGUUR 26: Break-evenlijn voor beheerder en de Nederlandse maatschappij als geheel.

NETTO EFFECT VAN BESPARING OP DE INVESTERINGSKOSTEN EN STIJGING VAN DE BEHEER EN ONDERHOUDSKOSTEN ALS % VAN HET PROJECTGEBONDEN AANDEEL

Besparing op investerkingskosten	0%	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
100%	100%	90%	80%	70%	60%	50%	40%	30%	20%	10%	0%
90%	90%	80%	70%	60%	50%	40%	30%	20%	10%	0%	-10%
80%	80%	70%	60%	50%	40%	30%	20%	10%	0%	-10%	-20%
70%	70%	60%	50%	40%	30%	20%	10%	0%	-10%	-20%	-30%
60%	60%	50%	40%	30%	20%	10%	0%	-10%	-20%	-30%	-40%
50%	50%	40%	30%	20%	10%	0%	-10%	-20%	-30%	-40%	-50%
40%	40%	30%	20%	10%	0%	-10%	-20%	-30%	-40%	-50%	-60%
30%	30%	20%	10%	0%	-10%	-20%	-30%	-40%	-50%	-60%	-70%
20%	20%	10%	0%	-10%	-20%	-30%	-40%	-50%	-60%	-70%	-80%
10%	10%	0%	-10%	-20%	-30%	-40%	-50%	-60%	-70%	-80%	-90%
0%	0%	-10%	-20%	-30%	-40%	-50%	-60%	-70%	-80%	-90%	-100%

Stijging NCW B&O-kosten over 50 jaar in procentpunten van de investering

TABEL 9: Netto-effect van besparing op de investeringskosten en stijging beheer en onderhoudskosten als % van het projectgebonden aandeel.

Het verlagen van investeringskosten kan door het meenemen van voorlanden. Het is voor beheerders vervolgens wenselijk om inzicht te verkrijgen in de financiële impact van het meenemen van voorlanden op de B&O-kosten van het waterschap. Zo kunnen zij daar bij het bepalen van de budgetten voor B&O rekening mee houden. Deze komen namelijk, in tegenstelling tot de aanlegkosten, volledig voor rekening van de beheerder. Een eerste inschatting van de B&O- kosten van een waterkering volgt uit een in opdracht van het HWBP uitgevoerde inventarisatie[039]. Tegenover hogere B&O-kosten staan vaak lagere investeringskosten. Dat komt doordat de subsidie van het HWBP beperkt is tot 90% van de aanlegkosten en het waterschap de overige 10% financiert.

Als betrouwbare kostenkengetallen voor beheer en onderhoud ontbreken, kan een gevoeligheidsanalyse inzicht geven in het (netto) effect van het meenemen van voorlanden, voor zowel de investerings- als levensduur kosten. Op basis hiervan kan ook het break-evenpunt worden bepaald. Dit is het punt waarop de hogere B&O-kosten gelijk zijn aan de lagere kosten van het waterschap van het projectgebonden aandeel (10% van de aanlegkosten).

Ter illustratie is in Tabel 9 weergegeven wat het netto-effect is van een besparing van investeringskosten en stijging van de B&O-kosten. Daarbij wordt uitgegaan van aanlegkosten van € 10 miljoen per km en een onderhoudslast in de nul-situatie van € 10 duizend per km. Op basis van de gegeven kostenkengetallen is af te leiden dat:

- Een toename van de netto contante waarde van de beheer en onderhoudskosten over 50 jaar met 1 procentpunt, als percentage van de investeringskosten, een besparing op die investeringskosten van 10% vergt om voor het waterschap kostenneutraal te zijn.
- Een verdubbeling van de gemiddelde netto contante onderhoudslast (van € 10 duizend naar € 20 duizend) vergt dat de aanlegkosten met circa 20% afnemen om voor het waterschap kostenneutraal te zijn.

Bezien vanuit de maatschappij als geheel wordt het break even punt al veel sneller (factor 10) bereikt. Dat komt doordat de hogere kosten voor beheer en onderhoud niet worden afgezet tegen het projectgebonden aandeel van 10% voor het waterschap, maar tegen de investeringskosten als geheel.

D.

HET TOEREKENEN VAN KOSTEN EN RISICO'S AAN FINANCIERS

Wanneer bekend is wat de kosten en risico's per kansrijk alternatief zijn, kunnen deze toegerekend worden aan de verschillende financiers. Wij maken daarbij onderscheid tussen een sectorale aanpak en een gebiedsgerichte aanpak. Bij een sectorale aanpak richten de maatregelen zich uitsluitend op het oplossen van de waterveiligheidsopgave. Bij een gebiedsgerichte aanpak worden verschillende opgaven integraal met de waterveiligheidsopgave aangepakt: samen met bijvoorbeeld natuur, recreatie en economie.

Sectorale aanpak

Bij een sectorale aanpak van de opgave is het bepalen van de financiele impact per financier in beginsel vrij eenvoudig. Voor het toerekenen van zowel investerings- als levensduurkosten aan financiers zijn allereerst de uitgangspunten van de subsidieregeling van belang (weergegeven in bijlage B). Conform de subsidieregeling zijn 90% van de investeringskosten subsidiabel en dient het waterschap 10% van de investeringskosten (het projectgebonden aandeel) en de B&O-kosten zelf te financieren. Als het meenemen van voorlanden de meest doelmatige oplossing is, zijn de kosten voor aanpassingen in het voorland en de kosten voor het aanpassen van de keur/legger (incl. nadeelcompensatie) subsidiabel als investeringskosten. In de praktijk zullen meerkosten voor beheer en onderhoud voor het waterschap geheel of gedeeltelijk gecompenseerd worden, door de lagere investeringskosten en daarmee een lager projectgebonden aandeel voor het waterschap.

Gebiedsgericht aanpak (koppelen nevendoelstellingen)

Bij een gebiedsgerichte aanpak is het toerekenen van kosten en risico's aan financiers doorgaans complexer. Het is dan allereerst van belang om de nevendoelstellingen en de dekkingsbronnen te inventariseren. Verder moet de volgorde worden bepaald waarin de kosten en risico's aan de verschillende deelopgaven worden toegerekend (de zgn. toerekeningsvolgorde). Bij het bepalen van de toerekeningsvolgorde is het uitgangspunt de directe aanleiding en urgentie van de maatregelen. Daarbij kunnen zich de volgende situaties voordoen:

1.

De waterveiligheidsopgave is de directe aanleiding voor maatregelen

Als in dit geval andere partijen nevendoelstellingen willen koppelen aan de waterveiligheidsopgave, dienen de marginale meerkosten van de nevendoelstellingen door de betreffende derde partij te worden gedekt. Ook eventueel financieel voordeel door het meekoppelen valt dan toe aan de derde partij. De marginale meerkosten zullen doorgaans lager zijn dan wanneer de nevendoelstelling via een afzonderlijke maatregel wordt gerealiseerd. Er kan immers 'werk met werk' gemaakt worden.

2.

De opgave van een andere doelstellingen is de directe aanleiding voor maatregelen

Als een versterkingsmaatregel later in de programmering van het HWBP is opgenomen, kan het doelmatig zijn om deze te koppelen aan het initiatief van een derde partij en dus versneld uit te voeren. Alleen de marginale meerkosten om de kering aan de norm te laten voldoen komen dan ten laste van de waterveiligheidsopgave. Het financiële voordeel van het koppelen van de waterveiligheidsopgave aan een of meer andere doelstellingen valt in dat geval toe aan het HWBP (90%) en het waterschap (10%).

3.

De waterveiligheidsopgave en de andere doelstellingen zijn even urgent

In dit geval kunnen de kosten van de integrale maatregel verdeeld worden naar rato van de kosten wanneer de opgaven zelfstandig zouden worden gerealiseerd. Het financiële voordeel van het koppelen van opgaven valt dan naar rato toe aan de deelopgaven.

Op basis van de vastgestelde toerekeningsvolgorde kunnen vervolgens de ramingen van de investerings- en levensduurkosten worden opgesteld. Daarbij wordt eerst het scenario geraamd voor de maatregelen die de directe aanleiding vormen. Vervolgens worden de kosten geraamd voor het scenario inclusief de aanvullende maatregelen voor de nevendoelstellingen. Het kostenverschil tussen het scenario met en zonder meekoppelkans vormen de marginale meerkosten. Tabel 10 en 11 beschrijven de toerekeningsvolgorde van de investerings- en levensduurkosten (B&O) rekening houdend met de subsidieregeling voor het HWBP.

Als de kosten van een integrale (gebiedsgerichte) aanpak naar rato worden toegerekend, dan dient een afzonderlijk ontwerp en raming te worden opgesteld voor de situatie waarin de opgaven zelfstandig zouden worden gerealiseerd.

KOSTENRAMING	STAP 1	STAP 2	STAP 3
	Maatregel t.b.v. directe aanleiding	Maatregel incl. meekoppelkans	Marginale meerkosten
Investering	A	B	B-A
Levensduurkosten B&O)	X	Y	Y-X
KOSTENTOEREKENING INDIEN HOOGWATEROPGAVE DIRECTE AANLEIDING IS			
HWBP	90% A		
Waterschap	10% A + X		
Derde		(B-A) + (Y-X)	
KOSTENTOEREKENING INDIEN HOOGWATEROPGAVE MEEKOPPELKANS IS			
HWBP		90% · (B-A)	
Waterschap		10% · (B-A) + (Y-X)	
Derde	A+X		

TABEL 10: Kostentoerekening investeringskosten en levensduurkosten (B&O) bij meekoppelen op basis van (marginale) meerkosten.

KOSTEN	RAMING HOOGWATEROPGAVE (ZELFSTANDIG)	RAMING MEEKOPPELKANS (ZELFSTANDIG)	KOSTEN INTEGRALE MAATREGEL
Investering	A	B	C
Levensduurkosten B&O)	X	Y	Z
KOSTENTOEREKENING NAAR RATO			
HWBP			90% · C · A/(A+B)
Waterschap			10% · C · A/(A+B) + Z · X/(X+Y)
Derde			C · B/(A+B) + Z · Y/(X+Y)

TABEL 11: Kostentoerekening investeringskosten en levensduurkosten (B&O) indien opgaven even urgent zijn (verdeling naar rato).

AANDACHTSPUNTEN

Bij het toerekenen van kosten aan de verschillende opgaven en financiers vergt een aantal zaken aandacht. Met name in het geval van een integrale, gebiedsgerichte aanpak of wanneer de waterveiligheidsopgave als meekoppelkans dient voor een andere opgave dient rekening te worden gehouden met de volgende aandachtspunten:

VASTLEGGEN AFSPRAKEN

Het is allereerst raadzaam om bij een gebiedsgerichte aanpak vooraf afspraken te maken met de betrokken financiers (waaronder het HWBP) over de te hanteren toerekeningsvolgorde. Zeker wanneer niet helder is welke opgave het meest urgent is. Om de verwachtingen op te lijnen is het verder van belang bestuurlijke afspraken te maken over de volgende onderwerpen:

- Het gewenste uitwerkingsniveau van ontwerpen en ramingen, bijvoorbeeld door af te spreken wat de bandbreedte of trefzekerheid van de raming dient te zijn;
- De omgang met tussentijds wijzigende inzichten;
- De planning en eventuele kosten van vertragingen in de voorbereiding;
- De vergoeding van voorbereidingskosten als de initiatiefnemer van een meekoppelkans besluit deze uiteindelijk toch niet te realiseren.

MEERDERE NEVENDOELSTELLINGEN

In bepaalde gevallen kan er sprake zijn van meerdere 'gestapelde' nevendoelstellingen. Dit is bijvoorbeeld het geval bij herinrichting van voorland door het waterschap in combinatie met de aanleg van natuur door de provincie en aanleg van recreatievoorziening door de gemeente. In zo'n geval is het van belang de toerekeningsvolgorde te bepalen. Immers, als de ontwerpen van de deelopgaven elkaar beïnvloeden, kan dat van invloed zijn op de hoogte van de aan de verschillende partijen toe te rekenen kosten.

HERIJKEN WATERVEILIGHEIDSOPGAVE

Bij het koppelen van de waterveiligheidsopgave aan opgaven van derden (bijvoorbeeld in het kader van een gebiedsontwikkeling) is het van belang om op basis van een nadere veiligheidsanalyse de aard en omvang van de waterveiligheidsopgave zo snel mogelijk (opnieuw) te bepalen. In de praktijk blijkt dat een nadere veiligheidsanalyse vaak tot andere inzichten leidt met betrekking tot de aard en omvang van de versterkingsopgave (al dan niet door nieuwe inzichten in het kader van het OI/WBI).

REIKWIJDTE OPGAVE GEBIEDSONTWIKKELING

Met name wanneer opgaven even urgent zijn en de kosten naar rato worden toegerekend, is het van belang om vooraf af te spreken op basis van welke scope de kostenverdeling zal worden bepaald. De maatregelen en werkzaamheden die nodig zijn om de waterveiligheidsopgave op te lossen zijn daarvoor het uitgangspunt.

BTW

In het geval er sprake is van een gebiedsgerichte opgave waarin publieke en private partijen meewerken moet worden afgesproken hoe btw verrekend wordt en of uitvoerende partijen dit in rekening brengen bij andere financiers. Zo hebben waterschappen (evenals het Rijk) geen mogelijkheid voor btw-aftrek. Gemeenten en provincies kunnen btw declareren via het btw-compensatiefonds (BCF), voor zover het een eigen overheidstaak betreft. Private partijen kunnen de in rekening gebrachte btw ook verrekenen via de vooraftrek. Er moet dus worden afgesproken of men uitgaat van inclusief of exclusief btw. Doorgaans wordt uitgegaan van bedragen inclusief btw.

BEHEER EN ONDERHOUDSKOSTEN VAN MEEKOPPELKANSEN

Het meenemen van meekoppelkansen van derden door het waterschap kan leiden tot hogere kosten van beheer en onderhoud. Het is wenselijk om met de betreffende initiatiefnemer afspraken te maken over de vraag of en op welke wijze de meerkosten worden verrekend. Dit kan via een jaarlijkse vaste of variabele vergoeding of door de (geraamde) meerkosten eenmalig af te kopen op basis van de netto contante waarde.

VOORFINANCIERING

De subsidieregeling voor het HWBP biedt de mogelijkheid om maatregelen eerder uit te voeren dan in de programmering van de maatregelen is voorzien. Bijvoorbeeld om kosten van (groot) onderhoud te besparen of om maatregelen te kunnen koppelen aan gebiedsontwikkeling. In voorkomende gevallen zal bij de subsidieverlening worden vastgesteld wanneer de kosten van de maatregel worden vergoed.

Het moment van betalen wordt gebaseerd op de prioritering en planning van de te nemen maatregelen die gelden op het moment waarop de subsidiebeschikking wordt vastgesteld. Om 'onderuitputting' van financiële middelen te voorkomen is in de subsidiebeschikking vastgelegd dat deze bevoegd is om versneld de bijdrage aan de versterkingsmaatregel uit te betalen op basis van de netto contante waarde van de vordering. Hoewel deze mogelijkheid bestaat is het Rijk hiertoe niet verplicht.

Als versterkingsmaatregelen 'vervroegd' worden gerealiseerd in het kader van bijvoorbeeld een (integrale) gebiedsontwikkeling kan dat er toe leiden dat versterkingsmaatregelen die een hoger veiligheidsrendement hebben later in de tijd (moeten) plaatsvinden. In dat geval kunnen de veiligheidsbaten/rendement per saldo afnemen.

De rentekosten van voorfinanciering komen voor rekening van de beheerder. Deze rentekosten kunnen afzonderlijk worden meegenomen in de levensduurkosten. Als het waterschap maatregelen versneld uitvoert om opgaven van derden te combineren dan kan het waterschap de rentekosten van de voorfinanciering mogelijk doorbelasten aan de betreffende initiatiefnemer.

E.

HET INVENTARISEREN VAN OVERIGE FINANCIËLE EN ECONOMISCHE ASPECTEN

Bij het bepalen van de financiële impact van en in de besluitvorming over het meenemen van voorlanden voor het waterschap moet op een aantal zaken worden gelet die in een LCC-analyse niet worden meegenomen. Een Multi Criteria Analyse (MCA) kan desgewenst ingezet worden om dergelijke zaken in de afweging van alternatieven mee te nemen.

Absolute financiële risico voor het waterschap

Doordat de subsidie wordt gebaseerd op de geraamde kosten, ligt het risico van zowel mee- als tegenvallers bij het waterschap. Versterkingsprojecten hebben doorgaans een grote financiële omvang ten opzichte van de begroting van het waterschap. Het verkleinen van de versterkingsopgave en daarmee de financiële opgave, verkleint het absolute financiële risico voor het waterschap. Een 10% overschrijding op een bedrag van bijvoorbeeld € 50 miljoen heeft immers meer impact op de financiële positie van het waterschap dan 10% overschrijding op een bedrag van bijvoorbeeld € 25 miljoen.

Verschillen in risicoprofiel alternatieven

Het meenemen van voorlanden kan leiden tot een ander of beter risicoprofiel. Technisch complexe (uitvoerings)methoden zoals constructies in dicht bebouwd gebied kunnen bijvoorbeeld leiden tot risico's. Weliswaar met een kleine kans, maar met grote gevolgen - zowel financieel als qua draagvlak en imago. In de SSK-raming wordt een risicoreservering opgenomen die is afgestemd op de complexiteit van de opgave. Desalniettemin kan een kleiner of beter beheersbaar risicoprofiel een argument zijn om voorlanden mee te nemen.

Schuldenplafond/last

Lagere investeringskosten leiden tot een lagere schuldenlast. In het kader van een gezond financieel beleid zijn zowel binnen waterschappen als met het Rijk afspraken gemaakt over de maximaal gewenste omvang van de schulden. Dit kan, zeker bij voorfinanciering, een aandachtspunt zijn voor het bepalen van de financiële impact van het meenemen van voorlanden. Het meenemen van voorlanden kan daarnaast leiden tot verschuivingen tussen investeringslasten. Dat gebeurt als die worden geactiveerd als vaste activa op de balans en vervolgens jaarlijks worden afgeschreven en bij B&O-kosten die direct ten laste van de exploitatie komen.

Financieringskosten

Het HWBP schrijft voor dat bij het opstellen van LCC-analyse moet worden uitgegaan van een discontovoet van 3%. Deze discontovoet is vanuit het Rijk voorgeschreven en wordt periodiek herzien. De (gemiddelde gewogen) vermogenskostenvoet van een waterschap (ook wel WACC genoemd) kan echter afwijken van de voorgeschreven discontovoet en daarmee de door het waterschap te dragen financieringskosten. Als de (meer)kosten van derden voor beheer en onderhoud worden afgekocht, is het van belang rekening te houden met het feit dat waterschappen verplicht zijn om overtollige middelen in de schatkist (van het Rijk) aan te houden tegen de daarvoor geldende rentevergoeding.

Niet-financiële aspecten

In een LCC-analyse wordt geen rekening gehouden met niet-maatschappelijke kosten en baten zoals ruimtelijke kwaliteit, cultuurhistorie, natuur, recreatie en overlast voor de omgeving. Een LCC-analyse wijkt hierin af van een maatschappelijke kosten baten analyse (MKBA). Dergelijke aspecten kunnen echter wel van belang zijn voor draagvlak van belanghebbenden en het imago van het waterschap.

7.2 AANDACHTSPUNTEN MET BETREKKING TOT DE HWBP-SUBSIDIEREGELING

Bijlage B bevat een samenvatting van de belangrijkste uitgangspunten van de subsidieregeling voor de bekostiging van maatregelen voor het versterken van primaire keringen. Voor wat betreft het meenemen van voorlanden gelden enkele aandachtspunten voor de interpretatie van de regeling. Eventuele problemen dienen zo vroeg mogelijk geadresseerd en besproken te worden met de programmadirectie van het HWBP. Dit om discussies rond de toetsing van subsidieaanvragen (en daarmee vertraging van projecten) te voorkomen.
Mogelijke problemen/aandachtspunten zijn:

Kosten van beheer en onderhoud

Conform de subsidieregeling zijn 90% van de investeringskosten subsidiabel en dient het waterschap 10% van de investeringskosten en B&O-kosten zelf te dragen. Als het meenemen van voorlanden de meest doelmatige oplossing is, zijn de kosten voor eventuele aanpassingen van de keur/legger en daaruit voortvloeiende te vergoeden nadeelcompensatie subsidiabel als investeringskosten. In de praktijk zullen eventuele meerkosten voor beheer en onderhoud voor het waterschap geheel of gedeeltelijk gecompenseerd worden. Dat komt door de lagere investeringskosten en het daarmee samenhangende lager projectgebonden aandeel voor het waterschap.

Het bepalen van de B&O-kosten blijkt in de praktijk niet eenvoudig. Zo wijst de in opdracht van HWBP uitgevoerde inventarisatie[039] erop dat het niet altijd duidelijk is hoe B&O-kosten precies zijn opgebouwd. Waterschappen gaan er verschillend mee om. Dit betreft bijvoorbeeld het wel of niet meerekenen van kapitaalkosten en kosten van het eigen apparaat. Daarnaast blijkt dat in de praktijk groot onderhoud vaak samenvalt met versterkingsmaatregelen, omdat deze nodig zijn bij wijzigingen in de normering en/of het beoordelingsinstrumentarium. De geraamde levensduurkosten in het kader van een LCC-analyse wijken daardoor vaak sterk af van de gegevens uit de financiële administraties van waterschappen.

Kosten bij kort-cyclisch versterken en erosie

In sommige gevallen is het doelmatiger om uit te gaan van een kortere levensduur van maatregelen. Dit kan bijvoorbeeld het geval zijn bij grote verwachte zettingen van de ondergrond. Of bij zandige oplossingen waarbij periodiek zandsuppleties nodig zijn om de vooroever in stand te houden. De initiële aanlegkosten komen in aanmerking voor subsidie vanuit het HWBP. De vervolgmaatregelen om de kering of vooroever in stand te houden vallen binnen de huidige subsidieregeling voor het HWBP echter onder beheer en onderhoud.

Subsidie vanuit het HWBP mag alleen worden besteed aan waterveiligheidsmaatregelen

Subsidies vanuit het HWBP mogen wettelijk gezien alleen worden aangewend voor waterveiligheidsmaatregelen die de primaire kering weer aan de norm laten voldoen. Eventuele besparingen op de aanlegkosten van waterveiligheidsmaatregelen door nevenmaatregelen in het voorland (bijvoorbeeld aanleggen van een haven) mogen niet worden aangewend om de begroting van een derde partij sluitend te krijgen. Ook niet als dit ertoe leidt dat de kosten van de waterveiligheidsmaatregelen toenemen omdat de maatregel van de betreffende derde niet wordt gerealiseerd. De meerkosten van aanpassingen in het ontwerp van een derde zijn wél subsidiabel wanneer dit de meest doelmatige oplossing is (bijvoorbeeld aanleggen van zwaardere havendammen).

Voorfinanciering

Uitgangspunt van het HWBP is dat als het waterschap eerder wil uitvoeren dan het moment waarop deze maatregel in de programmering staat, het waterschap hem (onder voorwaarden) kan voorfinancieren. Bij voorfinanciering geldt dat de gebruikelijke procedure van aanmelding, verkenning, planuitwerking en realisatie moeten worden doorlopen. Voor een subsidiebijdrage uit het HWBP geldt dat de maatregel op de programmering van het HWBP dient te staan. Dat betekent dat er dus een (door het ILT) gevalideerde toets is uitgevoerd waaruit blijkt dat er sprake is van een versterkingsopgave.

Toetsing door het HWBP van de meest sobere en doelmatige oplossing

Omdat de meerkosten niet door het HWBP worden vergoed, kan de neiging bestaan om scenario's die leiden tot hogere beheer en onderhoudskosten voor het waterschap buiten beschouwing te laten. Bij de toetsing van de subsidieaanvraag door het HWBP zal echter beoordeeld worden of alle relevante scenario's in ogenschouw zijn genomen. Als het waterschap relevante scenario's niet voldoende heeft onderzocht, kan dit dus leiden tot vertraging en/of korting(en) van de subsidieaanvraag. Het is daarmee van belang dat het waterschap transparant is over de mogelijke scenario's.

7.3 CASUSSEN MEENEMEN VOORLANDEN

In deze paragraaf worden zes casussen uitgewerkt. Deze illustreren hoe de financiële impact van het meenemen van voorlanden kan worden bepaald en wat de impact is op de te dekken kosten door de verschillende betrokken partijen. De voorbeelden zijn fictief maar wel gebaseerd op de in het kader van de POV-voorlanden geïnventariseerde praktijkvoorbeelden. Deze richten zich op een aantal verschillende situaties en scenario's die in de praktijk aan de orde (kunnen) zijn. Daarbij is onderscheid gemaakt in een sectorale, een gebiedsgerichte en een adaptieve aanpak[27].

Vertrekpunt voor de casussen zijn de totale (netto contante) investerings- en levensduurkosten zoals die op basis van de SSK-systematiek kunnen worden bepaald. Vervolgens wordt geïllustreerd hoe de kosten toe te rekenen zijn aan de betrokken partijen. Ten slotte wordt kort ingegaan op bijzondere aandachtspunten met betrekking tot de subsidieregeling voor het HWBP of andere financiële aspecten.

Voor de eenvoud gaan de casussen ervan uit dat groot onderhoud in de praktijk onderdeel is van (toekomstige) versterkingsmaatregelen, zoals ook uit het onderzoek naar beheer en onderhoudskosten naar voren komt[039]. Dit betekent dat de levensduurkosten niet uitgesplitst worden naar de kosten voor groot onderhoud of vervangingsinvesteringen. Omdat dit zowel voor het 'reguliere' scenario geldt als voor het scenario waarin voorlanden worden meegenomen, is het effect op de uitkomsten beperkt. De analyseperiode voor een dijkverbetering in grond is bovendien beperkt tot 50 jaar.

SECTORALE AANPAK

- BESTAAND (HOOG) VOORLAND
- BEGROEIING IN VOORLAND

GEBIEDSGERICHTE AANPAK

- ZANDIG VOORLAND
- GEBIEDSONTWIKKELING IN VOORLAND

ADAPTIEVE AANPAK

- KORT-CYCLISCH VERSTERKEN IN HET VOORLAND
- GEFASEERDE MAATREGELEN BIJ GEBIEDSONTWIKKELING IN VOORLAND

TABEL 12: Overzicht uitgewerkte casussen.

SECTORALE AANPAK

7.3.1
Sectorale aanpak: bestaand (hoog) voorland

De aanwezigheid van een (voldoende hoog en breed) voorland voor een dijk kan de hydraulische belasting op de achterliggende dijk verminderen en de sterkte vergroten. Deze casus beschouwt twee oplossingen:

1. Een traditionele dijkversterking door het aanbrengen van damwanden in de dijk.
2. Een oplossing waarbij het reeds aanwezige voorland voldoende hoog en breed wordt gemaakt om de opgave geheel op te lossen. Hiervoor kan een aanpassing van de legger noodzakelijk zijn, zodat het belang in dat voorland geborgd is.

Door het aanpassen van het voorland hoeft het waterstaatswerk niet te worden versterkt waardoor de aanlegkosten afnemen. Deze oplossing heeft daarmee ook juridische kosten als initiële kosten en beheer- en onderhoudskosten. Door de leggeraanpassing komen gebruikers in het voorland mogelijk in aanmerking voor nadeelcompensatie. De beheer en onderhoudskosten zijn bij het meenemen van voorlanden (iets) hoger vanwege aanvullende kosten van inspectie en monitoring. De kosten van herstel als gevolg van stormschade worden voor beide scenario's verwaarloosbaar verondersteld.

De lagere aanlegkosten komen voor 90% ten laste van het HWBP en voor 10% (het projectgebonden aandeel) ten laste van het waterschap. De hogere beheer en onderhoudskosten komen op basis van de subsidieregeling voor het HWBP volledig ten laste van het waterschap. Ondanks de hogere beheerkosten zijn de totale kosten voor het waterschap lager door het lagere projectgebonden aandeel voor het waterschap.

ALTERNATIEF	AANLEGKOSTEN	BEHEERKOSTEN PER JAAR
OPLOSSING 1: Traditionele versterking	Verhogen en versterken buiten en/of binnentalud.	Monitoring en inspectie van de damwand.
OPLOSSING 2: Benutten voorland	Opname voorland in legger, eventueel nadeelcompensatie.	Monitoring en inspectie voorland.

TABEL 13: Relevante kostenposten bij verschillende alternatieven.

ALTERNATIEF	AANLEGKOSTEN	CW BEHEER & ONDERHOUD (50 JAAR)	CW HERSTELKOSTEN (50 JAAR)	CW LCC (50 JAAR)
OPLOSSING 1: Traditionele versterking	15.000 €/m	200 €/m	– €/m	15.200 €/m
OPLOSSING 2: Benutten voorland	2.500 €/m	250 €/m	– €/m	2.750 €/m
Verschil	-12.500 €/m	+ 50 €/m	– €/m	-12.450 €/m

TABEL 14: LCC kosten per alternatief.

ALTERNATIEF	AANLEGKOSTEN		CW HERSTELKOSTEN (50 JAAR)		TOTAAL CW LCC	
	HWBP	WATERSCHAP EN/OF DERDE(N)	HWBP	WATERSCHAP EN/OF DERDE(N)	HWBP	WATERSCHAP EN/OF DERDE(N)
OPLOSSING 1: Traditionele versterking	13.500 €/m	1.500 €/m	–	200 €/m	13.500 €/m	1.700 €/m
OPLOSSING 2: Benutten voorland	2.250 €/m	250 €/m	–	250 €/m	2.250 €/m	500 €/m
Verschil	-11.250 €/m	- 1.250 €/m	–	+ 50 €/m	-11.250 €/m	-1.200 €/m

TABEL 15: Kosten per financier per alternatief.

7.3.2
Sectorale aanpak: begroeiing in voorland

In sommige gevallen kan het interessant zijn om golfremmende vegetatie zoals grienden aan te leggen. Het griend zorgt voor een verlaging van het overslagdebiet over de dijk bij storm en voorkomt daarmee dat de dijk verder verhoogd (en verbreed) moet worden. Deze casus beschouwt twee oplossingen:

1. Een traditionele dijkversterking, bestaande uit het verhogen en verbreden van de dijk, om het overslagdebiet bij storm te beperken. Daarnaast is een steenbekleding op sommige locaties nodig om erosie van het buitentalud te voorkomen.
2. De aanleg van het golfremmend griend, dat zorgt voor een afname van de golfhoogtes die de dijk bereiken en daarmee voor een afname van het overslagdebiet over de dijk bij storm.

De traditionele versterking heeft lage beheerkosten, maar hoge(re) aanlegkosten. De oplossing met een griendbos heeft naast de (lagere) aanlegkosten wel kosten voor het beheer daarvan. In dit geval worden geen kosten voor grondverwerving meegenomen. Daarnaast moet het bos mogelijk periodiek hersteld worden als het na een storm beschadigd is geraakt. De investeringskosten zijn daarmee lager dan bij een traditionele versterking, maar de levensduurkosten van het beheer en onderhoud zijn hoger.

Ondanks de hogere beheerkosten zijn ook hier de totale kosten voor het waterschap in beide scenario's gelijk door het lagere projectgebonden aandeel voor het waterschap. Bovendien is er sprake van een betere ruimtelijke inpassing en hogere natuurwaarde waarvoor er eventueel mogelijkheden kunnen worden onderzocht voor een bijdrage van derden.

ALTERNATIEF	AANLEGKOSTEN	BEHEERKOSTEN PER JAAR
OPLOSSING 1: Traditionele versterking	Verhogen en versterken buitentalud.	Monitoring en inspectie (evt. stormschade).
OPLOSSING 2: Griendbos in voorland	Aanleg griendbos, vergoeding gebruik grond, kosten vergunningen.	Monitoring, inspectie en onderhoud bos, herstel bos bij stormschade.

TABEL 16: Relevante kostenposten bij verschillende alternatieven.

ALTERNATIEF	AANLEGKOSTEN	CW BEHEER & ONDERHOUD (50 JAAR)	CW HERSTELKOSTEN (50 JAAR)	CW LCC (50 JAAR)
OPLOSSING 1: Traditionele versterking	10.000 €/m	300 €/m	– €/m	10.300 €/m
OPLOSSING 2: Griendbos in voorland	8.500 €/m	350 €/m	100 €/m	8.950 €/m
Verschil	-1.500 €/m	+50 €/m	+100 €/m	-1.350 €/m

TABEL 17: LCC kosten per alternatief.

ALTERNATIEF	AANLEGKOSTEN		CW HERSTELKOSTEN (50 JAAR)		TOTAAL CW LCC	
	HWBP	WATERSCHAP EN/OF DERDE(N)	HWBP	WATERSCHAP EN/OF DERDE(N)	HWBP	WATERSCHAP EN/OF DERDE(N)
OPLOSSING 1: Traditionele versterking	9.000 €/m	1.000 €/m	–	300 €/m	9.000 €/m	1.300 €/m
OPLOSSING 2: Griendbos in voorland	7.650 €/m	850 €/m	–	450 €/m	7.650 €/m	1.300 €/m
Verschil	- 1.350 €/m	- 150 €/m	–	+ 150 €/m	- 1.350 €/m	- - €/m

TABEL 18: Kosten per financier per alternatief.

GEBIEDSGERICHTE AANPAK

7.3.3 Gebiedsgerichte aanpak: zandig voorland

Zandige voorlanden zoals zandige kwelders, zandbanken of platen in het kustgebied en de estuaria kunnen een alternatief zijn voor een meer traditionele versterking van dijken. Deze casus beschouwt twee oplossingen:

1. Een traditionele dijkversterking, bestaande uit het verhogen en verbreden van de dijk. Op locaties waar onvoldoende ruimte is voor het versterken van de taluds worden damwanden aangebracht.
2. Een zandige versterking in het voorland, bestaande uit een grote zandsuppletie in de vooroever gecombineerd met een versterking van de dijk.

De traditionele versterking heeft lagere aanlegkosten die voortkomen uit het feit dat, ondanks het aanleggen van de vooroever bij de zandige versterking, ook de achterliggende dijk bij die oplossing aanzienlijk moet worden versterkt. De herstelkosten vloeien voort uit de extra kosten voor het periodiek suppleren van de vooroever.

De traditionele oplossing is over de gehele levensduur doelmatiger. De hogere aanlegkosten van een zandige oplossing ten opzichte van de traditionele (dijk)versterking zijn daarmee niet subsidiabel en dienen door het waterschap en/of derden te worden gedekt. Ook de (hogere) kosten van beheer en onderhoud dienen door het waterschap en/of derden te worden gedekt. Rechtvaardiging voor de hogere kosten kan de meerwaarde van een zandige oplossing zijn voor natuur, recreatie en ruimtelijke kwaliteit. Op basis van de LCC-analyses zal het waterschap dan ook in overleg (moeten/kunnen) treden met mogelijke co-financiers zoals gemeenten, provincies, Rijk (economische zaken) of fondsen (bijvoorbeeld Europa, waddenfonds, natuurmonumenten etc).

ALTERNATIEF	AANLEGKOSTEN	BEHEERKOSTEN PER JAAR
OPLOSSING 1: Traditionele versterking	Traditionele kruinverhoging en versterking dijktaluds.	Monitoring en inspectie (evt. stormschade).
OPLOSSING 2: Zandige versterking	Aanleg vooroever via zandsuppletie in combinatie met versterken van de dijk.	Monitoring, inspectie en onderhoud voorland, herstel vooroever bij (storm). schade en/of door erosie

TABEL 19: Relevante kostenposten bij verschillende alternatieven

ALTERNATIEF	AANLEGKOSTEN	CW BEHEER & ONDERHOUD (50 JAAR)	CW HERSTELKOSTEN (50 JAAR)	CW LCC (50 JAAR)
OPLOSSING 1: Traditionele versterking	10.000 €/m	300 €/m	– €/m	10.300 €/m
OPLOSSING 2: Zandige versterking	13.800 €/m	300 €/m	3.500 €/m	17.600 €/m
Verschil	+3.800 €/m	– €/m	+ 3.500 €/m	+7.300 €/m

TABEL 20: LCC kosten per alternatief

ALTERNATIEF	AANLEGKOSTEN		CW HERSTELKOSTEN (50 JAAR)		TOTAAL CW LCC	
	HWBP	WATERSCHAP EN/OF DERDE(N)	HWBP	WATERSCHAP EN/OF DERDE(N)	HWBP	WATERSCHAP EN/OF DERDE(N)
OPLOSSING 1: Traditionele versterking	9.000 €/m	1.000 €/m	–	300 €/m	9.000 €/m	1.300 €/m
OPLOSSING 2: Zandige versterking	9.000 €/m	4.800 €/m	–	3.800 €/m	9.000 €/m	8.600 €/m
Verschil	- €/m	+380 €/m	–	+ 3.500 €/m	+3.420 €/m	+3.880 €/m

TABEL 21: Kosten per financier per alternatief

7.3.4
Gebiedsgerichte aanpak: gebiedsontwikkeling in voorland

Bij ontwikkeling van gebieden zoals havens, (buitendijkse) industrieterreinen maar ook (snel)wegen kunnen voorlanden ontstaan. Die kunnen ertoe leiden dat de (bestaande) achterliggende kering mogelijk niet of minder zwaar hoeft te worden versterkt. Deze casus beschouwt twee oplossingen:

1. Een traditionele dijkversterking, bestaande uit het verhogen en verbreden van de dijk.
2. De ontwikkeling van een haventerrein waarbij de havendammen extra zwaar worden ontworpen om daarmee de dijkversterking te kunnen voorkomen/uitstellen.

Zonder aanleg van het haventerrein moet de dijk (op termijn) worden versterkt via een traditionele versterking. Als de haven wordt aangelegd en de havendammen zwaarder worden uitgevoerd, hoeft de dijk *niet* te worden versterkt. De (meer)kosten van het verzwaren van de havendammen (inclusief de voorbereidingskosten) zijn veel lager dan de kosten van een traditionele dijkversterking. De beheer en onderhoudskosten nemen iets toe door extra kosten voor monitoring en inspectie. De kosten van herstel als gevolg van stormschade worden verwaarloosbaar verondersteld.

De oplossing op basis van de zwaardere havendammen is over de gehele levensduur (aanzienlijk) doelmatiger. De toerekening van kosten en risico's aan de deelopgaven is afhankelijk van de (directe) aanleiding voor het nemen van maatregelen. Daarbij kunnen zich de volgende situaties voordoen:

1.

Waterveiligheidsopgave is directe aanleiding voor maatregelen

In dit geval en als het integraal/gecombineerd aanpakken van de opgaven niet leidt tot lagere kosten voor de waterveiligheidsopgave, dan komen de investeringskosten voor de traditionele dijkversterking voor 90% ten laste van het HWBP en voor 10% ten laste van het waterschap. Het waterschap dient ook zorg te dragen voor de bekostiging van de beheer en onderhoudskosten. Eventuele (meer)kosten van de havenontwikkeling komen ten laste van de betreffende initiatiefnemer.

2.

Havenontwikkeling is directe aanleiding voor maatregelen

Als in dit geval de betreffende kering niet in de programmering voor het HWBP staat voor de periode waarin de maatregelen zullen worden gerealiseerd, dan kan het waterschap gebruikmaken van de voorfinancieringsregeling. Omdat de havenontwikkeling de directe aanleiding is voor de maatregelen, koppelt de waterveiligheidsopgave mee. Dan komen in principe alleen de (marginale) meerkosten van de waterveiligheidsopgave ten laste van het HWBP en waterschap. Daarbij moet het

ALTERNATIEF	AANLEGKOSTEN	BEHEERKOSTEN PER JAAR
OPLOSSING 1: Traditionele dijkversterking	Verhogen en versterken buitentalud	Monitoring en inspectie (evt. stormschade).
OPLOSSING 2: Zwaardere havendammen	Aanleg zwaardere havendammen als onderdeel van de ontwikkeling van een nieuwe haven.	Monitoring, inspectie en onderhoud haventerrein/dammen, herstel havendammen bij stormschade.

TABEL 22: Relevante kostenposten bij verschillende alternatieven.

ALTERNATIEF	AANLEGKOSTEN	CW BEHEER & ONDERHOUD (50 JAAR)	CW HERSTELKOSTEN (50 JAAR)	CW LCC (50 JAAR)
OPLOSSING 1: Traditionele dijkversterking	7.000 €/m	150 €/m	– €/m	7.150 €/m
OPLOSSING 2: Zwaardere havendammen	1.000 €/m	200 €/m	– €/m	1.200 €/m
Verschil	-6.000 €/m	+50 €/m	– €/m	-5.950 €/m

TABEL 23: LCC kosten waterveiligheidsopgave per alternatief.

ALTERNATIEF	AANLEGKOSTEN	CW HERSTELKOSTEN (50 JAAR)	TOTAAL CW LCC
Afzonderlijk realiseren haventerrein	10.400 €/M	225 €/m	10.625 €/m
Geïntegreerde aanpak haventerrein en waterveiligheidsopgave (zwaardere havendammen)	11.400 €/M	250 €/m (exclusief B&O bestaande dijk)	11.650 €/m
Verschil	+1.000 €/M	+25 €/m	+1.025 €/m

TABEL 24: LCC kosten haventerrein en integrale/gecombineerde aanpak.

waterschap de betreffende maatregel mogelijk voorfinancieren en komen eventuele rentekosten voor rekening van het waterschap en/of derden. Wel zou de maatregel door de lagere investeringskosten qua veiligheidsrendement in principe (veel) beter scoren en daarmee hoger in de prioritering van het HWBP kunnen komen.

3.

Realisatie van de opgaven zijn even urgent

Als verschillende opgaven afzonderlijke te realiseren en even urgent zijn, en als een integrale aanpak een kostenvoordeel voor de waterveiligheidsopgave oplevert, dan ligt een verdeelsleutel voor de hand. Kosten worden toegerekenend naar rato van de kosten voor het afzonderlijke realiseren van de verschillende opgaven. Daartoe moeten (aanvullend) separate ramingen te worden opgesteld. Hieruit blijken de investerings- en levensduurkosten de scenario's:

- waarbij het haventerrein afzonderlijk wordt gerealiseerd (dus zonder het meenemen van de waterveiligheidsopgave)
- waarbij de aanleg van het haventerrein en de waterveiligheidsopgave geïntegreerd worden gerealiseerd.

Deze casus gaat uit van de kostengetallen uit Tabel 24.

Op basis van de ramingen voor de scenario's waarbij aanleg van de haven en de waterveiligheidsopgave (middels een dijkversterking) als afzonderlijke opgaven worden gerealiseerd kan vervolgens een verdeelsleutel worden bepaald. Verdeling gebeurt op basis van de kosten van een integrale maatregelen waarbij de waterveiligheidsopgave wordt gerealiseerd door het aanleggen van zwaardere havendammen. Uitgaande van Tabel 24 zouden de aanlegkosten van een integrale aanpak voor 60% (10.400/17.400 €/m) worden toegerekend aan de realisatie van de haven en voor 40% (7000/17.400 €/m) aan de waterveiligheidsopgave (percentages zijn afgerond).

4.

Geen oordeel en/of geen waterveiligheidsopgave

Voorwaarde voor subsidie vanuit het HWBP is dat er een (door de ILT gevalideerde) beoordeling heeft plaatsgevonden. Daaruit moet blijken dat de kering niet aan de wettelijke norm voldoet. Wanneer deze beoordeling ontbreekt of als blijkt dat de kering wel voldoet aan de wettelijke norm, dan is er geen subsidiering vanuit het HWBP mogelijk. Zou het waterschap toch willen anticiperen op een toekomstige opgave en nu al maatregelen treffen dan komen de meerkosten volledig voor rekening van het waterschap.

In onderstaande tabel is per scenario de verdeling van de kosten voor de aanleg en het beheer en onderhoud over de betrokken partijen weergegeven:

TABEL 25: Kosten per financier per alternatief.

ALTERNATIEF	AANLEGKOSTEN		CW HERSTELKOSTEN (50 JAAR)		TOTAAL CW LCC	
	HWBP	WATERSCHAP EN/OF DERDE(N)	HWBP	WATERSCHAP EN/OF DERDE(N)	HWBP	WATERSCHAP EN/OF DERDE(N)
1. 2. HAVENONTWIKKELING IS DIRECTE AANLEIDING VOOR MAATREGELEN						
OPLOSSING 1: traditioneel versterken	6.300 €/m	700 €/m	–	150 €/m	6.300 €/m	850 €/m
OPLOSSING 2: Zwaardere havendammen	900 €/m	100 €/m	–	200 €/m	900 €/m	300 €/m
Verschil	-5.400 €/m	-600 €/m	–	+50 €/m	-5.400 €/m	-550 €/m
3. DEELOPGAVEN ZIJN EVEN URGENT → NAAR RATO						
OPLOSSING 1: Traditioneel versterken	6.300 €/m	700 €/m	–	150 €/m	6.300 €/m	850 €/m
OPLOSSING 2: Integrale aanpak						
- Aandeel (voorliggend) haventerrein (60%)	– €/m	6.840 €/m	–	150 €/m	--€/m	6.960 €/m
- Aandeel waterveiligheid (40%)	4.100 €/m	460 €/m	–	100 €/m (haven) + 150 €/m (bestaande dijk)	4.130 €/m	710 €/m
Verschil (waterveiligheidsopgave)	-2.170 €/m	-240 €/m	–	+ 0 €/m	-2.170 €/m	-140 €/m
4. GEEN OORDEEL EN/OF WATERVEILIGHEIDSOPGAVE						
OPLOSSING 1: Traditioneel versterken	6.300 €/m	700 €/m	–	150 €/m	6.300 €/m	850 €/m
OPLOSSING 2: Zwaardere havendammen	– €/m	1.000 €/m	–	200 €/m	-- €/m	1.200 €/m
Verschil	-6.300 €/m	+300 €/m	–	+50 €/m	-6.300 €/m	+350 €/m

ADAPTIEVE AANPAK

7.3.5 Adaptieve aanpak: Kortcyclisch versterken in het voorland

Een andere vorm van een adaptieve benadering is het treffen van kortcyclische maatregelen waarbij de levensduur van versterkingsmaatregelen (veel) korter is dan de doorgaans gehanteerde (ontwerp)levensduur van 50 jaar voor grondoplossingen. In deze casus wordt een oplossing beschouwd waarbij het aanwezige voorland (net) niet hoog genoeg ligt om de opgave op te lossen. Het voorland dient hier met een drempel opgehoogd te worden om aan de veiligheidsnorm te kunnen voldoen. Hoogwater zal door de aanwezige drempel op het voorland gekeerd worden zodat de waterkering niet versterkt hoeft te worden. Bij de versterking van het voorland speelt dat er sprake is van een 'slappe' ondergrond en een grote verwachte zetting. Om die reden wordt gekozen voor een kortere levensduur (10 jaar in plaats van 50) als uitgangspunt voor het ontwerp van de hoogte van de drempel.
Met deze kortere levensduur voor hoogte wordt in de eerste plaats een grotere ophoging ten behoeve van zettingscompensatie voorkomen. De beperktere hoogte bij een kortere levensduur helpt ook om het grondlichaam in te passen in de omgeving. Bij een beperktere hoogte is het ruimtebeslag aan beide zijde van de dijk namelijk kleiner. Bij een kortere levensduur moet na 20 jaar het grondlichaam opnieuw worden opgehoogd. Deze casus beschouwt de volgende oplossingen:

1. Een traditionele dijkversterking, bestaande uit het aanbrengen van damwanden in de dijk.
2. Een versterking in het voorland, door het al aanwezige voorland te benutten en waar nodig te verhogen middels een drempel, om te voldoen aan de veiligheidsnorm.

De oplossing waarin de voorlanden worden meegenomen vergt het verwerven en ophogen van de betreffende gronden. Door het meenemen en ophogen van het voorland hoeft de bestaande kering niet te worden versterkt waardoor de aanlegkosten afnemen. De beheer en onderhoudskosten zijn bij het meenemen van voorlanden hoger vanwege aanvullende kosten van inspectie en monitoring en stormschade. Daarnaast dient iedere 10 jaar het profiel van de drempel te worden hersteld om deze weer op hoogte te brengen. De kosten bedragen per ophoogslag circa 10% van de initiële aanlegkosten (onder de huidige subsidieregeling zijn deze kosten niet subsidiabel). De meest doelmatige oplossing in deze casus is het ophogen van het voorland. Tegenover fors hogere kosten voor beheer en onderhoud staan fors lagere investeringskosten. De kosten van het periodiek ophogen van het voorland in verband met zetting valt volgens de subsidieregeling voor het HWBP onder beheer en onderhoud en komt daarmee volledig voor rekening van het waterschap. Ondanks de veel lagere investeringskosten leidt dit per saldo tot hogere kosten voor het waterschap.

ALTERNATIEF	AANLEGKOSTEN	BEHEERKOSTEN PER JAAR
OPLOSSING 1: Versterken dijk m.b.v. damwanden	Aanbrengen damwanden, risico op schade i.v.m. bebouwing op of zeer dicht bij de kering.	Monitoring en inspectie (evt. stormschade).
OPLOSSING 2: Ophogen voorland	Verwerven gronden en ophogen voorlanden.	Monitoring en inspectie (evt. stormschade). Periodiek extra ophogen voorland in verband met zetting.

TABEL 26: Relevante kostenposten bij verschillende alternatieven.

ALTERNATIEF	AANLEGKOSTEN	CW BEHEER & ONDERHOUD (50 JAAR)	CW HERSTELKOSTEN (50 JAAR)	CW LCC (50 JAAR)
OPLOSSING 1: Versterken dijk m.b.v. damwanden	15.000 €/m	200 €/m	– €/m	15.200 €/m
OPLOSSING 2: Ophogen voorland	5.000 €/m	500 €/m	1.100 €/m	6.600 €/m
Verschil	- 10.000 €/m	+ 300 €/m	+ 1.100 €/m	-8.600 €/m

TABEL 27: Kosten per alternatief.

ALTERNATIEF	AANLEGKOSTEN		CW HERSTELKOSTEN (50 JAAR)		TOTAAL CW LCC	
	HWBP	WATERSCHAP EN/OF DERDE(N)	HWBP	WATERSCHAP EN/OF DERDE(N)	HWBP	WATERSCHAP EN/OF DERDE(N)
OPLOSSING 1: Versterken dijk m.b.v. damwanden	13.500 €/m	1.500 €/m	–	200 €/m	13.500 €/m	1.700 €/m
OPLOSSING 2: Ophogen voorland	4.500 €/m	500 €/m	–	1.600 €/m	4.500 €/m	2.100 €/m
Verschil	- 9.000 €/m	- 1.000 €/m	–	+1.400 €/m	- 9.000 €/m	+ 400 €/m

TABEL 28: Kosten per financier per alternatief.

7.3.6
Adaptieve aanpak: gefaseerde maatregelen bij gebiedsontwikkeling in voorland

Door adaptieve maatregelen kunnen investeringskosten worden uitgesteld of gespreid. In sommige gevallen kunnen regretkosten worden voorkomen, omdat de gehele versterkingsopgave niet in een keer voor een lange levensduur (50/100 jaar) wordt aangepakt. Bij adaptieve maatregelen kan gedacht worden aan uitstellen of faseren en partieel versterken (waarbij alleen bepaalde – urgente – faalmechanismen worden aangepakt). Met name als de versterkingsmaatregelen niet zo urgent zijn en daarom in de programmering van het HWBP later gepland staan, kan de vraag aan de orde zijn of het uitstellen/faseren van maatregelen doelmatig(er) is.

Zo kan in casus 4 over de havenontwikkeling ook gekozen worden de havendammen pas op een later moment te versterken. In deze casus worden daarom de volgende scenario's beschouwd:

1. Het versterken van de havendammen als onderdeel van de aanleg van de haven
2. Het 25 jaar later verzwaren van de (bestaande) havendammen.

Als de havendammen later worden versterkt, zullen de kosten van de voorbereiding en uitvoering (aanzienlijk) hoger zijn omdat zij dan als afzonderlijk werk worden uitgevoerd. Anders dan het verzwaren van de havendammen als onderdeel van de aanleg van de haven kan er dus geen 'werk met werk' gemaakt worden.

Als de maatregelen 25 jaar kunnen worden uitgesteld, wegen de hogere investeringskosten over 25 jaar op tegen de lagere financieringslasten over een periode van 25 jaar. Daarnaast verkleint het gefaseerd uitvoeren van de maatregel het risico van regretkosten door nieuwe of wijzigende inzichten. Binnen de LCC-analyse wordt dit effect echter niet meegenomen.

Aandachtspunten bij adaptieve aanpak

- Uitgaande een ophoging van eens in de 10 jaar in verband met zetting dienen er tijdens de analyseperiode van 50 jaar vijfmaal (aanvullende) maatregelen te worden getroffen. In de praktijk is de kans echter groot dat er al (veel) eerder aanvullende en/of andersoortige maatregelen moeten worden getroffen. Door te kiezen voor een kort-cyclische aanpak wordt het risico op regretkosten beperkt.
- De oplossing waarbij de dijk versterkt wordt middels voorlanden is technisch (veel) complexer en (mede daardoor) duurder qua investeringskosten dan de oplossing die uitgaat van het verhogen van de voorlanden. De oplossing op basis van voorlanden leidt daarmee zowel absoluut als relatief tot een lager risicoprofiel en daarmee tot een beter beheersbaar en betaalbaar ontwerp.
- Of het faseren van maatregelen doelmatig(er) is hangt in sterke mate af van de periode waarmee de investering kan worden uitgesteld (hier 25 jaar). En van de meerkosten van het later uitvoeren van deze maatregelen, door bijvoorbeeld extra kosten van voorbereiding, aanbesteding en begeleiding (hier € 1.000 per meter duurder).

TABEL 29: Relevante kostenposten bij verschillende alternatieven.

ALTERNATIEF	AANLEGKOSTEN	BEHEERKOSTEN PER JAAR
OPLOSSING 1: Havendammen versterken tijdens aanleg haven	Aanleggen zwaardere havendam als onderdeel van de aanleg van de haven.	Monitoring en inspectie (evt. stormschade).
OPLOSSING 2: Havendammen later versterken	Verzwaren havendammen 25 jaar na de aanleg van de haven inclusief kosten voorbereidingskosten zoals vergunningen, aanbesteden etc.	Monitoring en inspectie (evt. stormschade).

TABEL 30: LCC kosten per alternatief.

ALTERNATIEF	AANLEGKOSTEN	CW BEHEER & ONDERHOUD (50 JAAR)	CW HERSTELKOSTEN (50 JAAR)	CW LCC (50 JAAR)
OPLOSSING 1: Havendammen versterken tijdens aanleg haven	1.000 €/m	200 €/m	– €/m	1.200 €/m
OPLOSSING 2: Havendammen later versterken	950 €/m (in jaar 0 o.b.v. 2.000 €/m in jaar 25)	200 €/m	– €/m	1.150 €/m
Verschil	-500 €/m	– €/m	– €/m	-50 €/m

TABEL 31: Kosten per financier per alternatief.

ALTERNATIEF	AANLEGKOSTEN		CW HERSTELKOSTEN (50 JAAR)		TOTAAL CW LCC	
	HWBP	WATERSCHAP EN/OF DERDE(N)	HWBP	WATERSCHAP EN/OF DERDE(N)	HWBP	WATERSCHAP EN/OF DERDE(N)
OPLOSSING 1: Havendammen versterken tijdens aanleg haven	900 €/m	100 €/m	–	200 €/m	900 €/m	300 €/m
OPLOSSING 2: Havendammen later versterken	855 €/m (jaar 0)	95 €/m (jaar 0)	–	200 €/m	855 €/m	295 €/m
Verschil	-45 €/m	+100 €/m	–	0 €/m	- 55 €/m	- 5 €/m

H.8 VOORBEELDEN

Bij veel waterkeringbeheerders worden voorlanden al meegenomen als onderdeel van de waterkering. Ook wordt al in lopende projecten en verkenningen onderzocht of voorlanden meegenomen kunnen worden. Het belangrijkste doel is dat hiermee soms een dijkversterkingsopgave kan worden voorkomen of verkleind. Dit hoofdstuk beschrijft voorbeelden die laten zien hoe de waterschappen hier in de praktijk mee omgaan. Welke belemmeringen komen ze daarbij tegen? Welke oplossingen hebben ze daarvoor gevonden? Uit de voorbeelden blijkt dat het goed mogelijk is om voorlanden mee te nemen in beoordelingen en dijkversterkingen. Doel van deze voorbeelden is om ideeën op te doen.

De voorbeelden gaan in op verschillende thema's, te weten:

BELANGEN

Welke belangen spelen in het voorland? Zijn deze opgelijnd of juist tegenstrijdig? Hoe worden meekoppelkansen benut of belangen tegen elkaar afgewogen? (_Zie H.2)

TECHNIEK

Wat is het concrete effect van het voorland? Aan welke faalmechanismen levert het een bijdrage door het vergroten van de sterkte of het reduceren van de belasting? (_Zie H.4)

BEHEER EN ONDERHOUD

Hoe zorgt het waterschap ervoor dat de waterkering met voorland ook in de toekomst aan de norm blijft voldoen? Welke operationele maatregelen treft ze daartoe? (_Zie H.5)

JURIDISCHE BORGING

Welke juridische opties heeft de beheerder om het belang van het voorland te borgen? (_Zie H.6)

FINANCIËLE ASPECTEN

Welke financiële consequenties heeft het meenemen van het voorland en hoe is de financiering geregeld? (_Zie H.7)

WADDENZEE

_Zie p. 120

PRINS HENDRIK-ZANDDIJK TEXEL

_Zie p. 122

€

DE NIEUWE WATERWEG

_Zie p. 126

STADSDIJKEN ZWOLLE

_Zie p. 124

IJSSELDIJKEN KRIMPENER-WAARD

_Zie p. 127

€

GREBBEDIJK

_Zie p. 128

LOPIKER-WETERINGKADE

_Zie p. 129

€

TIEL-WAARDENBURG: GOLFDEMPENDE BEGROEIING

_Zie p. 134

TIEL-WAARDENBURG: LANDHOOFDEN

_Zie p. 132

€

SALMSTEKE

_Zie p. 130

FORT STEURGAT

_Zie p. 135

€

RIVIERDIJK WEST SLIEDRECHT

_Zie p. 136

€

WESTKAPELLE

_Zie p. 138

CALANDDIJK ROZENBURG

_Zie p. 139

HOUTRIBDIJK

_Zie p. 140

MAASKADE TROPICANA ROTTERDAM

_Zie p. 142

THORN - WESSEM EN DE KONINGS-STEENDAM

_Zie p. 144

MARKERMEER-DIJKEN: DE OEVERDIJK

_Zie p. 146

MSNF BIJ URK

_Zie p. 150

ZUTPHEN: RIVIER IN DE STAD

_Zie p. 148

FEYENOORD AAN DE MAASOEVER

_Zie p. 151

DE RIJN-MAASMONDING

_Zie p. 152

MEANDERENDE GEULEN

_Zie p. 153

KWELDERS IN DE WADDENZEE

Tijdens de toetsing van de waterveiligheid is een aantal dijkvakken van Dijkring 6 afgekeurd. De secties zijn afgekeurd op de dijkbekleding en op piping. De POV Waddenzeedijken onderzoekt mogelijke nieuwe dijkconcepten langs de Waddenzee. Het doel hiervan is om de noodzakelijke dijkverbeteringen sneller en goedkoper te kunnen realiseren.

_ZIE FOTOSERIE
P.90 — P.95

Het voorland van de waddenzeedijken in Groningen en Friesland bestaat voor grote delen uit kwelders. Kwelders zijn buitendijks gelegen hoge gebieden die af en toe onder water komen te staan, bijvoorbeeld tijdens springtij of storm. Ze zijn vaak begroeid met vegetatie die gedijt in een brak watermilieu. De kwelders bevinden zich voor de Waddenzeedijken langs de Dollard en langs grote delen van de noordelijke kust van Friesland en Groningen. Deze kwelders zijn het resultaat van kwelderwerken, waarbij sediment wordt ingevangen en vastgehouden met hulp van rijshouten dammen. Consolidatie tot stevige klei wordt bevorderd door het graven van greppels voor de afwatering. De aangroei van kwelders werd eeuwenlang gestimuleerd door boeren en landeigenaren in Duitsland en Nederland, omdat het aangegroeide land in hun bezit kwam.

Uit onderzoek blijkt dat voorlanden meer invloed hebben op de golfreductie dan eerder werd gedacht. Gezien de bijdrage van kwelders aan de waterkering en de maatregelen die in potentie genomen kunnen worden op de kwelder is het van belang te onderzoeken waar en op welke wijze kwelders ingezet kunnen worden. Niet alleen naar hoe ze de waterveiligheid vergroten, maar ook naar welk beheer en onderhoud hierbij hoort. Het onderzoek door de POV Waddenzeedijken naar 'Dijk met Voorland' wordt eind 2019 afgerond.

	BENODIGDE KRUINHOOGTE	GOLFKLAPPEN OP BEKLEDING
Gemiddeld effect kwelderbodem	-0,3 m	-0,5 m
Correctie bij gelijke golfperiode	+0,1 m	n.v.t.
Effect kweldervegetatie	-0,2 m	-0,2 m
Totaal bij afnemende golfperiode	-0,5 m	-0,7 m (±50%)
Totaal bij gelijke golfperiode	-0,4 m	-0,7 m (±50%)

BELANGEN, BEHEER EN ONDERHOUD

Op dit moment worden de kwelders slechts nog in stand gehouden door Rijkswaterstaat met het oog op behoud van ecologisch waardevol areaal en vanwege de pachters die hun vee laten grazen op dit buitendijkse land. Rijkswaterstaat besteedt hieraan jaarlijks € 800.000, wat neerkomt op € 22 per meter dijk per jaar[044]. Zonder dit onderhoud zouden de rijshouten dammen vergaan en zouden de kwelders langs het vaste land van Friesland en Groningen op termijn eroderen. Ze veranderen dan in lager gelegen, onbegroeid wad[042]. Vanwege het effect op de golfbelasting hebben de beheerders van de waterkering dus groot belang bij de onderhoudswerkzaamheden van Rijkswaterstaat. De aanwezigheid van de kwelders maakt bijvoorbeeld grasbekledingen mogelijk aantrekkelijk, waar zonder kwelders asfalt noodzakelijk is.

Het doel van het onderzoek van de POV Waddenzeedijken is om in samenwerking met betrokken partijen in twee pilot-gebieden een gezamenlijke visie op te stellen voor inrichting en het beheer van kwelders als voorland bij een dijk. In de pilot-gebieden wordt met een speciaal op voorlanden ontwikkelde methode van Be Safe (een onderzoeksproject van o.a. TU Delft) gekeken welke meerwaarde samenwerken tussen betrokken partijen heeft. Er wordt ingezet op de maximale meerwaarde voor alle betrokken partijen, vertaald in de gezamenlijke beheervisie. Die visie bevat ook concrete beheerafspraken.

Natuurwaarde en golfdemping zouden verder kunnen worden vergroot door een deel van de hoge, oude kwelders te verlagen en daarmee te verjongen. Dat is ecologisch gezien aantrekkelijk. Het vrijkomende materiaal kan gebruikt worden voor een zone langs de dijk van circa 50 meter breed en aanzienlijk boven het natuurlijke bodemniveau van de kwelders[044]. Een dergelijk voorland reduceert golven nog veel sterker dan de huidige kwelders.

TECHNIEK

De aanwezigheid van de kwelders zorgt voor een aanzienlijk lagere golfaanval op de achterliggende dijk. Dit is in de eerste plaats het gevolg van de hoog gelegen kwelderbodem, tussen 1,5 en 2,0 m+NAP. Ook tijdens extreme stormen met een zeer hoge waterstand werkt deze bodem beperkend op de golfhoogte. De tweede oorzaak is de kwelder-vegetatie. Hoewel deze tijdens extreme stormen afbreekt, blijft toch nog een stoppelig bodemoppervlak over met een hogere bodemruwheid dan kaal slik.

Golfrandvoorwaarden voor de Waddenzee zijn binnen het WBI afgeleid met het SWAN-model (Simulating WAves Nearshore). Volgens SWAN zorgt de kwelderbodem voor een reductie van zowel de golfhoogte als de gemiddelde golfperiode. Gezamenlijk leidt dit tot een circa 0,3 meter lagere benodigde kruinhoogte[040]. Er zijn echter twijfels bij het effect van voorlanden op de golfperiode zoals SWAN dat berekent. Als de reductie van de golfperiode niet wordt meegenomen, wordt het effect op de kruinhoogte gemiddeld 0,1 meter kleiner. Daarbovenop komt nog een circa 0,2 meter groot effect van bodemruwheid op de kruinhoogte, wat niet in het WBI SWAN-model aanwezig is[041].

Kwelders hebben een sterker effect op de golfklappen op de asfalt- en grasbekledingen van de Waddenzeedijken[023]. Het effect van de kwelderbodem op de significante golfhoogte bedraagt ongeveer 0,5 meter. Daarbovenop komt nog een effect van ruwheid van ongeveer 0,2 meter, waardoor de golfbelasting op de bekleding ongeveer 50% lager komt te liggen[041].

De geplande HWBP-projecten langs de Waddenzeedijken kunnen het aanvullende effect van de kwelders via een aanpassing op de hydraulische ontwerpbelasting meenemen in de ontwerpberekeningen voor de kruinhoogte en de bekleding.

JURIDISCHE BORGING

Het onderzoek Dijk met Voorland van de POV Waddenzeedijken richt zich niet op de juridische kant van het beheer (legger, Keur). Het richt zich op procesafspraken en samenwerking. Behoud van huidig voorland en eventueel uitbreiding ervan zijn daarbij uitgangspunt.
Er is gekozen om niet per dijkvak een minimum voorlandprofiel te bepalen. Dit omdat de foutmarge in een dergelijke berekening relatief groot is. Deze berekeningen zijn bovendien kostbaar en tijdrovend.
Het primaire doel van het onderzoek van de POV Waddenzeedijken is om samen te werken. Pas bij een initiatief van een partij om in het voorland maatregelen te nemen, wordt een berekening uitgevoerd. Op dat moment kan alsnog bepaald worden wat minimaal in stand moet blijven. Uiteraard kan er ook sprake zijn van afslag van voorland. In beheerafspraken kan worden vastgelegd wie daar verantwoordelijke voor is, mocht dit optreden.

Kwelders in de Waddenzee.

DIJKVERSTERKING PRINS HENDRIKZANDDIJK TEXEL

De Prins Hendrikzanddijk ligt in het zuidoosten van Texel, tussen 't Horntje en Fort De Schans. De dijk voldoet niet meer aan de wettelijke eisen en moet daarom worden versterkt. Dit gebeurt met een buitendijkse zandsuppletie over drie kilometer. Daardoor is er een duin en een zandig voorland ontstaan. Hierdoor hoeft de dijk niet binnendijks versterkt te worden. Naast het waarborgen van de wettelijke eisen voor waterveiligheid, geeft de aanleg van dit zachte voorland een impuls aan de natuurwaarde van het Waddengebied.

BELANGEN

Naast het waterveiligheidsbelang speelt bij de Prins Hendrikzanddijk vooral het natuurbelang een rol. De Waddenzee is immers Natura 2000 habitatrichtlijngebied. Normaliter moet dit gebied habitatrichtlijngebied in stand gehouden worden. Een buitendijkse versterking is hier in principe alleen toegestaan als er geen alternatieven zijn en het natuurbiedgebied gecompenseerd wordt. Echter, zowel de betrokken natuurorganisaties als de opdrachtgevende overheden zijn van mening dat er in dit geval een hoogwaardiger natuurgebied voor in de plaats komt. Het hoogheemraadschap heeft draagvlak voor de aanleg van zandig voorland gecreëerd door te investeren in de relatie met deze belanghebbenden, waaronder natuurorganisaties. In dit kader wordt ook een extra 'zandhaak' aangelegd. Met het creëren van draagvlak heeft men vertraging door bezwaren voorkomen en is een Wet Natuurbeheer-vergunning afgegeven waartegen geen beroep is ingediend.

Met de aanleg van het zandige voorland ontstaat ook de mogelijkheid voor natuurrecreatie. Het op natuurlijke wijze ontstane strandje voor de Cerespolder, verdwijnt echter. Het wordt door omwonenden voor recreatie gebruikt. Het hoogheemraadschap wijst in dit kader echter op de andere mogelijke locaties voor strandrecreatie.

Verder is het risico op zoute kwel in het achterland iets om rekening mee te houden. Dit kan vooral optreden tijdens de realisatie van het project. Beheersing daarvan vindt plaats met een monitoringsplan en beheersmaatregelen. Er wordt horizontale drainage geplaatst en bronbemaling toegepast. Een ander punt van zorg voor omwonenden is mogelijk stuifzand. Dit wordt beheerst door de plaatsing van stuifschermen en het aanplanten van helmgras.

TECHNIEK

De Prins Hendrikzanddijk is afgekeurd op de faalmechanismen piping en macrostabilitieit. Het nieuw te realiseren duin wordt tegen de bestaande dijk aangelegd. Het zandduin met voorland neemt de functie van waterkering over van de huidige dijk. Dat betekent dat de sterktebijdrage van de huidige dijk wordt verwaarloosd. De conservatieve benadering werd noodzakelijk geacht, omdat de toenmalige gebruikte modellen nog niet in staat waren om dergelijke 'combinatiekeringen' door te rekenen.

Een aandachtspunt is dat het effect van het zandige voorland in de toekomst onzeker is. Door morfodynamische processen (de zanddynamiek) erodeert het voorland in de tijd. Omdat er nog geen vergelijkbare zandgebieden (in de Waddenzee) zijn, zijn de dynamiek, frequentie en tijdsschaal onbekend. De morfodynamische ontwikkeling wordt daarom de eerste vijf jaar na de aanleg gemonitord door de aannemer.

BEHEER EN ONDERHOUD

De huidige dijk wordt verpacht en beweid met schapen. Het nieuwe zandduin vraagt meer beheer en onderhoud dan de dijk omdat er op termijn periodieke zandsuppleties nodig zijn. De verwachting is dat in ieder geval de eerste tien jaar geen zandsuppleties worden uitgevoerd.

Na oplevering van het project gaat de waterkering over naar de beheerorganisatie van het hoogheemraadschap. De eerste vijf jaar is de aannemer contractueel verantwoordelijk voor het onderhoud. Dat geldt zowel voor het in stand houden van de ecologische habitat als voor het kustonderhoud ten behoeve van de veiligheid. Dit onder aansturing van de beheerorganisatie. Na de periode van vijf jaar zal HHNK een natuurbeheerder contracteren voor het beheer en onderhoud van het voorland.

Het zelf uitvoeren van beheer van het voorland heeft niet de voorkeur van het HHNK. Hoewel zowel het Rijk als HHNK eigenaar is van stukken van het gebied, is het eigenaarschap in principe niet van belang. Mits het voorland is opgenomen als waterstaatswerk in de legger behoudt het waterschap altijd het recht op het uitvoeren van onderhoud. Een mogelijkheid voor het beheer van het natuurgebied is dat HHNK optreedt als opdrachtgever en het beheer van het gebied openbaar aanbesteedt.

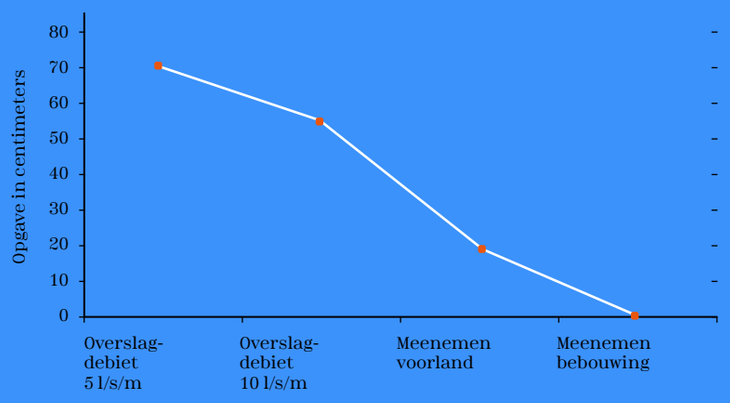
FINANCIËLE ASPECTEN

Aanleg en beheer van de zandige waterkering zijn duurder dan een traditionele dijkversterking. Tegenover de hogere aanleg- en beheerkosten staan hogere Landschappelijke, Natuur- en Culturele waarden (LNC-waarden). Het project koppelt dan ook natuurontwikkeling mee met versterking van de waterkering. Het HWBP financiert de kosten van de traditionele dijkversterking. De meerkosten worden gefinancierd door de gemeente, de Provincie Noord-Holland, HHNK, het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat en het Waddenfonds.

De Prins Hendrikzanddijk in aanbouw.

DIJKVERSTERKING STADSDIJKEN ZWOLLE

Delen van de primaire waterkering bij Zwolle voldoen niet aan de norm. Daarom wordt de waterkering versterkt in het project Stadsdijken Zwolle. Het te versterken traject loopt langs het Zwarte Water en het Zwolle-IJsselkanaal en loopt langs industriegebied, woonwijken en natuurgebied. Het project is opgedeeld in vijf deeltrajecten van in totaal 7,5 km waarbij op verschillende locaties zijn voorlanden aanwezig.



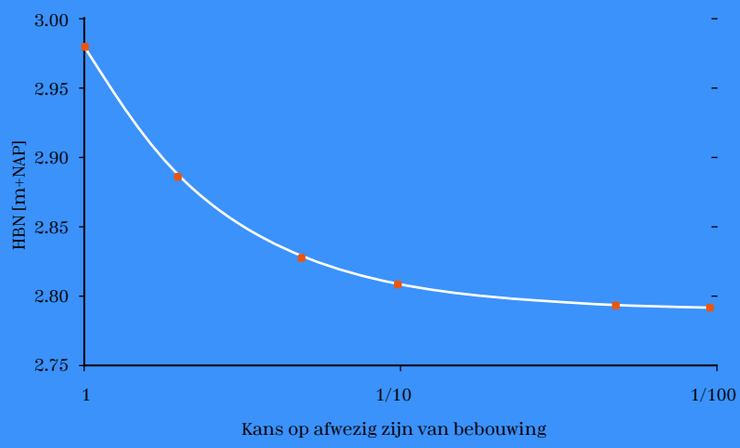
FIGUUR 27: Invloed overslagdebiet, voorland en bebouwing op de opgave.

TECHNIEK

De versterkingsopgave bestaat uit het plaatselijk verbeteren van de weerstand tegen piping en macrostabiliteit en het ophogen van de dijken met 0,7 à 0,8 m. Verder voldoet lokaal de bekleding van de dijk niet. De Stadsdijken hebben op verschillende plekken voorlanden, zowel bebouwd als onbebouwd. De versterkingsopgave neemt af als het voorland wordt meegenomen in de veiligheidsberekening.

Een voorbeeld is de dijk ter hoogte van Balkengat. Door de locatie en oriëntatie van de dijk kunnen zich hier, zonder rekening te houden met het voorland, relatief grote golven ontwikkelen, naar schatting circa 0,5 a 0,6 m. Er is onder andere daardoor een hoogteopgave van zo'n 0,7 meter (exclusief de extra benodigde hoogte voor zetting).

Er is echter weinig ruimte voor het nemen van versterkingsmaatregelen. Aan de buitenzijde van de dijk ligt een oude trekvaart die van cultuurhistorisch waarde is en daarom maar met enkele meters mag worden versmald. Aan de binnenzijde van de dijk is weinig ruimte vawege bedrijfsgebouwen op en achter de kruin.



FIGUUR 28: Invloed van de kans op afwezig zijn van de bebouwing op het Hydraulisch belastingniveau.

Het meenemen van het voorland kan hier uitkomst bieden. Aan de overzijde van de oude trekvaart ligt namelijk een schiereiland. Het voorland zelf en de op het voorland aanwezige bebouwing kunnen de inkomende golven significant reduceren. Het effect van het reduceren van de golven is in verschillende stappen inzichtelijk gemaakt.

De eerste stap was het hanteren van een groter overslagdebiet van 10 l/s/m. Er mag dan iets meer water over de dijk slaan, maar gegeven de lokale situatie worden geen grote problemen verwacht. Het effect is een reductie van orde 15 centimeter. Vervolgens is het effect van het voorland in rekening gebracht. Dit resulteert in een reductie van orde 35 centimeter. Als naast het voorland ook de aanwezige bebouwing wordt meegenomen, dan reduceert de opgave nogmaals met 20 centimeter. Daarbij is aangenomen dat de bebouwing de golven volledig dempen. De totale opgave voor het huidige zichtjaar is daarmee tot nul gereduceerd.

Een aandachtspunt is de onzekerheid over de aanwezigheid van de bebouwing. Met een scenarioanalyse kan men deze onzekerheid expliciet kwantificeren. Daarbij wordt de kans dat de nu aanwezige gebouwen worden gesloopt, ingeschat op basis van een hindcast op ontwikkeling van bebouwing in het gebied. In Figuur 27 is aangegeven hoe de kans op afwezig zijn van de bebouwing van invloed is op het hydraulisch belastingniveau. Bij een kans kleiner dan ⅕ a ⅒ verandert het HBN niet meer significant. Dit betekent dat wanneer er voldoende vertrouwen is dat de kans kleiner is dan ⅒ het HBN inclusief bebouwing gebruikt kan worden (_Zie Figuur 28).

Het waterschap gaat ook op andere locaties het effect van het voorland meenemen in de wettelijke beoordeling. Bijvoorbeeld bij het bedrijventerrein van Abbott Biologicals in Olst en een oude vuilstortplaats in het voorland van de Holtenbroekerdijk in het noorden van Zwolle. Ook hier beperkt het meenemen van het effect van deze objecten de versterkingsopgave.

BELANGEN

De bebouwing op het voorland bij Stadsdijken Zwolle bestaat uit opslaghallen. Deze werden gebruikt voor onder andere hout van Stiho. Het terrein is nu verkocht en toekomstig gebruik is nog onzeker. Een van de hallen heeft een monumentale status. De waterkering langs het Balkengat ligt op privéterrein van het daar aanwezige bedrijf (Sensus). Het waterschap heeft geen toegang tot dit terrein.

BEHEER EN ONDERHOUD

Aangezien het privaat terrein betreft geldt voor de dijk bij Balkengat dat er afspraken moeten worden gemaakt over het beheer van het voorland. Het waterschap heeft aangegeven periodiek visuele controles uit te voeren of het voorland nog aan de uitgangspunten voldoet, dat wil zeggen: of de bebouwing nog aanwezig is. Als de dagelijks beheerder constateert dat de bebouwing is 'verdwenen', dan zal er een ad hoc beoordeling moeten volgen en zo nodig tijdelijke maatregelen worden getroffen.

JURIDISCHE BORGING

Het voorland bij het Balkengat ligt voor een deel binnen de leggerzonering. Aan de buitenzijde van het waterstaatswerk ligt de beschermingszone B tot circa 100 meter uit het waterstaatswerk. De op het voorland aanwezige bebouwing ligt grotendeels binnen deze zone. In beschermingszone B is het verwijderen van bebouwing toegestaan. Het juridisch instrumentarium van het waterschap biedt in de huidige situatie geen middelen om het verwijderen van de bebouwing te voorkomen. Het waterschap moet nog bepalen hoe ze hier mee omgaat.

Bebouwd voorland als schiereiland tussen het Zwolle-IJsselkanaal en het Zwarte Water.

VOORLANDEN AAN DE NIEUWE WATERWEG

Het Hoogheemraadschap van Delfland beoordeelt momenteel de veiligheid van de primaire waterkeringen. Aan de Nieuwe Waterweg van Rotterdam tot en met Hoek van Holland liggen verschillende buitendijkse gebieden.

Op de noordelijke oever ligt over een lengte van 30,6 kilometer voorland met een variërende breedte van 50 tot 300 meter. De voorlanden zijn relatief hoog ten opzichte van de normatieve waterstanden, met waardes rond NAP +3,5 meter tot NAP +5 meter. Deze voorlanden vergroten de veiligheid van de achterliggende Delflandsedijk. Het hoge en brede voorland beperkt de hydraulische belastingen, waarbij o.a. golfoploop afneemt, de belastingduur verkort en de indringingslengte vermindert.

TECHNIEK

Bij het beoordelen van dijken worden verschillende faalmechanismen technisch geanalyseerd. De aanwezigheid van voorlanden kan daar op verschillende manieren invloed uitoefenen.

Invloed op faalmechanisme voorland

Op veel plekken langs de Nieuwe Waterweg en aangesloten binnenhavens bestaan kadeconstructies op de rand van het voorland en de rivier. Deze constructies zorgen ervoor dat optreden van zettingsvloeiing, golfafslag van het voorland en instabiliteit van het voorland niet voor kan komen. Voor kadeconstructies is de normwaterstand niet de meest dominante belastingvorm, dat is namelijk de waterstand bij eb, omdat de waterdruk aan de rivierzijde van de kadeconstructie dan deels wegvalt. Hoogheemraadschap van Delfland voert momenteel een scenarioanalyse uit om dergelijke kadeconstructies structureel mee te kunnen nemen binnen de beoordeling. Belangrijk onderdeel hiervan is de beheersituatie, waarbij het waterschap zelf niet actief het beheer en onderhoud uitvoert. Door afspraken te maken en gegevens uit te wisselen met verantwoordelijke gemeenten en bedrijven wordt voldoende aannemelijk gemaakt dat de constructies hun functies vervullen.

Invloed op faalmechanisme bekledingen

Locaties met brede en hoge voorlanden zorgen voor golfreductie door de geringe waterdiepte op het voorland. De Delflandsedijk is ontworpen als deltadijk en is daarmee robuust. Pas later is de Maeslantkering aangelegd wat heeft geleid tot een afname van de hydraulische belastingen. Door de gereduceerde golfhoogte wordt het faalmechanisme 'bekledingen' positief beïnvloed. Op het buitentalud vindt minder golfklap plaats en op het binnentalud is minder snel sprake van een (hoog) overslagdebiet. De hoogte is hiervoor dominanter dan de breedte. De breedte is vooral van belang voor robuustheid tegen golfafslag.

Invloed op grondmechanische faalmechanismen

Door hoge en brede voorlanden staat het water op locaties ver van de kering af of slechts voor korte duur tegen de kering aan. Waar het water ver van de kering afstaat, vindt geen directe belasting plaats en is het intredepunt van de freatische lijn lager. Waar gedurende korte tijd water tegen de kering aanstaat, is ook de invloed van het getij van belang. Er staat nooit lang water tegen de dijk waardoor verzadiging niet snel op zal treden. Hierdoor bestaat op locaties van hoge en brede voorlanden weinig risico op instabiliteit van de dijk.

BEHEER EN ONDERHOUD

De kadeconstructies en bestortingen langs de Nieuwe Waterweg zijn in beheer bij Rijkswaterstaat, het Havenbedrijf Rotterdam of omliggende gemeenten. Soms is door hen een vergunning verleend aan een commerciële partij. Het is complex om per organisatie te achterhalen hoe constructies zijn opgebouwd, wat de status is van de constructies en of deze actief worden beheerd. Dat is een risico, omdat deze gegevens van belang zijn voor een gedegen veiligheidsoordeel. Actieve samenwerking met uitwisseling van gegevensbeheer is hiervoor van belang.

JURIDISCHE BORGING

De beschermingszone is in het verleden zodanig aangepast dat het voorland daarbinnen viel. Deze beschermingszone reikt tot en met de kadeconstructies. Er was weinig weerstand tegen de leggerwijziging. Dat is mede te danken aan de bijeenkomsten die Delfland met de betreffende gemeenten heeft georganiseerd waarin ze het belang en de meerwaarde duidelijk heeft uitgelegd. Daarbij speelt mee dat het voorland veelal eigendom is van overheidspartijen. Voor zover commerciële partijen hier een belang hebben, is dit vanuit een samenwerking met een lokale overheid.

Ook speelt mee dat Delfland in de beschermingszone relatief weinig beperkingen oplegt. In de Keur staat bijvoorbeeld dat voor een ontgraving in de beschermingszone een vergunningsplicht geldt. De beleidsregels van het hoogheemraadschap beschrijven onder welke voorwaarden een vergunning wel of niet wordt verleend. Hiermee behoudt Delfland de controle over initiatieven die het voorland en dus de primaire waterkering mogelijk bedreigen. Eventueel kan ambtelijk besloten worden om van de beleidsregels af te wijken.

DIJKVERSTERKING KRACHTIGE IJSSELDIJKEN KRIMPENERWAARD

De Hollandsche IJsseldijken aan de zijde van de Krimpenerwaard (Oostelijke oever) voldoen niet aan de wettelijke normen. De (binnenwaartse) macro-stabiliteit is onvoldoende en er is een hoogteopgave.

Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard (HHSK) pakt onder de noemer 'Krachtige IJsseldijken Krimpenerwaard' (KIJK) ongeveer tien kilometer dijk aan tussen Gouderak, Ouderkerk aan den IJssel en Krimpen aan den IJssel. Dit deel van de dijk heeft de hoogste urgentie.

De dijk langs de Hollandsche IJssel wordt gekenmerkt door een smal en hoog profiel met veel bebouwing dicht op de dijk, zowel binnen- als buitendijks. Traditionele dijkversterking is daardoor vaak moeilijk in te passen. Langs het te versterken traject liggen hoge en brede voorlanden waarvan bij aanvang van het project KIJK onderzocht moest worden in hoeverre deze bijdragen aan de waterveiligheid. De bijdrage van de voorlanden bleek significant, maar niet overal voldoende om direct aan de nieuwe normen van waterveiligheid te voldoen. Het project heeft geconstateerd dat strekking die in eerste instantie niet voldoen, met beperkte maatregelen op het voorland alsnog voldoen aan de norm.

TECHNIEK

In project KIJK wordt in totaal 10,2 kilometer dijksectie versterkt, waarvan 2,8 km hoog en breed voorland heeft. De gemiddelde lengte van dijkvakken met voorland is 200 meter, de kortste is 80 meter en de langste bijna 500 meter. Het bestuur van HHSK heeft bij project KIJK inmiddels de verbetering van de totale 2,8 kilometer dijk met voorland vastgesteld als voorkeursalternatief. Van de beschouwde 2,8 kilometer is de verbetering van 1,9 kilometer urgent (o.b.v. zichtjaar 2050) en 0,9 kilometer niet-urgent:

- Bij de niet urgente voorlanden is vooralsnog geen versterkingsmaatregel nodig, maar is mogelijk wel een leggeraanpassing nodig voor de opname van het voorland als waterstaatswerk.
- Bij de urgente voorlanden is het ophogen van het voorland met een maximale drempel van 0,35 m en aanpassen van de legger voorgesteld (opname voorland als waterstaatswerk).

Extreem hoogwater vanuit de Hollandsche IJssel zal door de aan te leggen drempel of ophoging op het voorland gekeerd worden. De hoogteopgave van deze dijkvakken wordt mede veroorzaakt door de verwachte golfhoogte. Ophogen van het voorland zorgt tevens voor sterkere golfhoogtereductie. Tenslotte wordt het instabiliteitsprobleem geminimaliseerd: het water komt niet tegen de top van de dijk te staan en het intredepunt komt ver van de dijk te liggen.

Verdere optimalisatie is mogelijk als uit nadere technische analyses blijkt dat er korte tijd (weinig infiltratie) enkele decimeters water op het voorland mag staan met een voldoende kleine kans op binnenwaartse instabiliteit.

JURIDISCHE BORGING

Om het belang van het waterschap in het voorland te borgen is een bepaalde vorm van zeggenschap nodig. Ten eerste zijn regels nodig om ongunstige wijzigingen van het voorland (bijvoorbeeld ontgravingen) te voorkomen, daartoe beschikt het waterschap over de beschermingszones, waarbinnen het activiteiten kan onderwerpen aan vergunningverlening. Ten tweede kan het nodig zijn om onderhoudsactiviteiten uit te voeren in het voorland als dat tijdens de planperiode onderhevig is aan zettingen. Daartoe zou het betreffende voorland opgenomen moeten worden in het waterstaatswerk van de legger. Het waterschap heeft alleen binnen deze zone het recht om onderhoudswerkzaamheden uit te voeren en gedoogplichten aan gebruikers op te leggen.

Het opnemen van het voorland in de legger (zowel beschermingszone als waterstaatswerk) kan leiden tot weerstand bij gebruikers. Eventueel kan dit aanleiding geven voor nadeelcompensatie. Project KIJK beschouwt in de planuitwerkingsfase hoe het hier mee omgaat. Men verwacht op het grootste deel van voorlanden binnen KIJK echter geen weerstand van belanghebbenden. In het projectplan waterwet wordt naast de fysieke maatregel ook de juridische borging vastgesteld.

FINANCIËLE ASPECTEN

Voor de oplossingen in het voorland is een LCC-analyse gemaakt om de alternatieven te vergelijken. De LCC-analyse vergelijkt de levensduurkosten van meer traditionele oplossingen zoals damwanden met oplossingen waarin het voorland benut wordt. Onderdeel van de voorlandoplossingen zijn de benodigde ophogingen ter compensatie van de zetting. Dit bleek voor de genoemde 1,9 kilometer dijk een doelmatiger oplossing dan de traditionele oplossing.

Vanwege het subsidiekader HWBP, waarin beheerkosten niet subsidiabel zijn en realisatie-kosten wel, zijn de benodigde ophogingen van het voorland niet subsidiabel. Hoewel de totale LCC-kosten hoger kunnen zijn dan die van een constructieve dijkversterking, heeft HHSK gekozen voor de voorlandoplossingen. Dit reden is het beperken van de gevolgen voor de omgeving die bij een voorlandoplossing minder ingrijpend zijn dan bij een constructieve oplossing. KIJK is voornemens om met het HWBP in gesprek te gaan over de LCC-kosten van beide oplossingen en de bijbehorende bijdragen van het HWBP en het waterschap.

_ZIE FOTOSERIE
P.6 — P.11

DIJKVERSTERKING GREBBEDIJK

Tussen Wageningen en Rhenen ligt de Grebbedijk. Deze beschermt de Gelderse Vallei tegen hoogwater vanuit de Nederrijn. De dijk loopt van de hoge gronden van de Veluwe bij Wageningen naar de hoge gronden van de Utrechtse Heuvelrug bij Rhenen. De nieuw geldende norm vanaf januari 2017 is veel strenger dan de oude norm waardoor er een dijkversterking nodig is. Momenteel onderzoekt het waterschap Vallei en Veluwe welke alternatieven hiervoor beschikbaar zijn. Ook de aanwezige voorlanden voor de dijk worden daarbij in ogenschouw genomen. Het waterschap betrekt actief andere partijen om in een vroeg stadium meekoppelkansen te identificeren en te benutten: in het gebied zijn ook functies als natuur, recreatie en wonen van belang.

BELANGEN

Bij het onderzoek naar de versterking van de Grebbedijk wordt gekeken naar een herinrichting van het omliggende gebied. Dit gebeurt in samenspraak met provincies Gelderland en Utrecht, de gemeente Wageningen, Rijkswaterstaat en Staatsbosbeheer. Een ingreep aan de dijk biedt mogelijkheden voor het verbeteren van andere gebiedswaarden, zoals recreatie, natuurontwikkeling en ondernemerschap. Het tegelijk realiseren van aanpassingen in het gebied levert minder hinder op voor de omgeving en zorgt meestal ook voor lagere kosten.

TECHNIEK

Het waterschap onderzoekt welke faalmechanismen bij de dijk maatgevend zijn, met de nadruk op piping en macrostabiliteit. De verschillende ontwerpopties beïnvloeden elkaar. Zo wordt de hoogteopgave met name bepaald door het maximaal toelaatbare overslagdebiet. Een hoger overslagdebiet leidt wel tot strengere eisen aan het binnentalud van de dijk. Een flauwer buitentalud zorgt ervoor dat de verhoging van de kruinhoogte beperkt blijft. Afhankelijk van de keuze van het maximaal toelaatbare overslagdebiet en de geometrie van het buitentalud volgde uit berekeningen van het ingenieursbureau dat de hoogteopgave over de dijksectie varieert van 0 tot 2,0 meter. Ook voor piping en het de steilheid van het binnen- en buitentalud heeft het versterkingsproject berekeningen gemaakt om tot bestaande opgave en mogelijke oplossingen te komen.

Het waterschap heeft uitgebreid gekeken naar de effectiviteit van voorlanden bij de dijk, maar tot nu toe lijkt de bijdrage voor de waterveiligheid beperkt. Er is hier een technische afweging gemaakt of een voorland kan bijdragen aan het reduceren van de hoogteopgave. Dit blijkt alleen heel lokaal het geval bij het aanwezig buitendijks industrieterrein en mogelijk bij 'het hoornwerk', een van de verdedigingswerken van de Grebbelinie.

Luchtfoto van het voorland van de Grebbedijk (rechts op de foto).

DIJKVERSTERKING LOPIKERWETERINGKADE, REGIONALE KERING MET VOORLAND

De Lopikerweteringkade Zuid is een regionale waterkering gelegen tussen Schoonhoven en Lopikerkapel. Op bijna de gehele waterkering ligt een smalle weg of een fietspad.

De regionale kering voldoet op een aantal locaties niet aan de veiligheidseisen voor hoogte en stabiliteit. Echter, rond de bouwkernen (bijvoorbeeld Lopik en Cabauw) ligt de afgekeurde kering achter voorland dat soms hooggelegen (hoger dan de kering) of bebouwd is (_Zie ook Figuur 29). Dit voorland draagt bij aan de waterveiligheid van het achterland. Op een aantal plaatsen is het voorland de feitelijke waterkering.

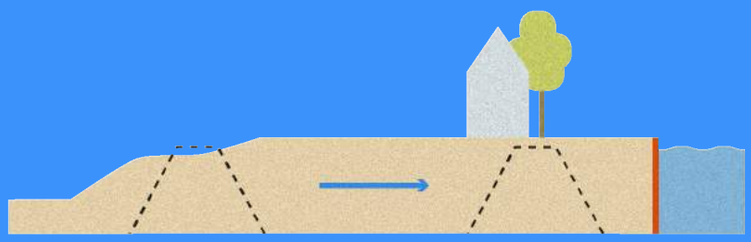
BELANGEN

Het waterschap heeft een ontwerp gemaakt voor de benodigde dijkversterking. De insteek van de gekozen oplossing is het minimaliseren van de benodigde ingrepen om overlast voor de omgeving te beperken. Een oplossing waarbij het effect van het voorland meegenomen wordt verdient daarbij de voorkeur, omdat dit minder overlast voor de omgeving veroorzaakt.

TECHNIEK

Het waterschap beschouwt meerdere oplossingsrichtingen om de kering te laten voldoen aan de veiligheidseisen. Naast het traditioneel versterken, het ophogen van de bestaande kering of een damwand om het voorland heen, onderzoekt het waterschap de mogelijkheid om het voorland mee te nemen als onderdeel van de waterkering. Omdat waterkering en voorland samen de overstromingskans voldoende klein houden, is op korte termijn geen 'traditionele' versterking nodig. De stukken met voldoende hoog en breed voorland krijgen een lage prioriteit in het versterkingsprogramma.

FIGUUR 29: Schematisatie Lopikerweteringkade Zuid, waarin het leggerprofiel (gearceerd) niet meer voldoet aan de veiligheidseisen voor hoogte, maar de kans op een overstroming voldoende klein is vanwege het aanwezige voorland.



FIGUUR 30: Verplaatsing van het juridische waterstaatwerk (leggerwijziging).

BEHEER EN ONDERHOUD

Voor een traditionele versterking zal de hoeveelheid benodigd beheer beperkt zijn en voornamelijk bestaan uit periodieke ophogingen om zettingen te compenseren. Ook bij een voorlandoplossing zal dit het geval zijn. Als de juridische ligging van de kering naar het voorland verplaatst wordt, wordt het beheer aanzienlijk lastiger. Het uitvoeren van werkzaamheden in particuliere tuinen, met vele actoren, zorgt voor complexiteit. Ook is het de vraag of een waterkering doorsneden door huizen met kelders wel te beoordelen is. Daarnaast wordt de mogelijkheid tot inspectie en schouw zeer beperkt.

JURIDISCHE BORGING

Het aanwezige voorland is volledig opgenomen in de zoneringen van de legger van Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden. Grotendeels als beschermingszone. Daarmee is het voorland via de keurverboden beschermd tegen (voor het hoogheemraadschap) onwenselijke wijzigingen zoals ontgravingen.

De aanwijzing van een gebied als waterstaatswerk (_Zie Figuur 30) legt beperkingen op aan de gebruikers van dat gebied. Vanwege de aan hen opgelegde gebruiksbeperkingen komen benadeelde gebruikers van dit voorland in aanmerking voor nadeelcompensatie. Als het waterschap kiest voor een traditionele oplossing in de vorm van een damwand langs de oever van de Lopikerwetering, is ook een leggerwijziging nodig.

FINANCIËLE ASPECTEN

Een traditionele versterking kent waarschijnlijk grote aanlegkosten, terwijl het verleggen van de juridische kering een groot risico op nadeelcompensatie kent. In de huidige situatie is de overstromingskans voldoende klein. Dit biedt de kans om versterking en onderhoud uit te stellen tot de gemeente werk aan de weg gaat uit voeren. Zo kan 'werk met werk' gemaakt worden.

DIJKVERSTERKING SALMSTEKE

Salmsteke is een voorland aan de Lek tussen Jaarsveld en Lopik. De dijksectie van twee kilometer valt binnen het programma Sterke Lekdijk van Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden. Daarin wordt een groot deel van de Lekdijk tussen Amerongen en Schoonhoven versterkt.

De dijksectie bij Salmsteke is afgekeurd op de faalmechanismen piping en macrostabiliteit binnenwaarts. Verder is de grasbekleding buitenwaarts van de dijk afgekeurd. Een van de oplossingen om aan de norm voor piping te voldoen is door het buitendijks gebied, het voorland, slim in te richten.

BELANGEN

Het waterschap is een verkenning begonnen naar mogelijke versterkingsmaatregelen. Het verkenningstraject is naar voren gehaald omdat er een gebiedsontwikkeling gepland staat in de uiterwaard. Rijkswaterstaat wil een nevengeul aanleggen omdat dit bijdraagt aan de KRW-doelen. Het recreatieschap wil de recreatiemogelijkheden van Salmsteke verbeteren, onder meer door de aanleg van een zwemvijver. Momenteel wordt er gezwommen in de Lek, wat gevaarlijk kan zijn in combinatie met scheepvaart. Daarnaast wil het recreatieschap graag permanente horecavoorzieningen mogelijk maken en de ontsluiting van het gebied verbeteren.

Als deze gebiedsontwikkelingen worden meegekoppeld met de waterveiligheidsopgave, worden er kosten bespaard. Het gebied hoeft bovendien maar één keer 'op de schop', wat hinder voor de omwonenden beperkt. Verder bestaat de mogelijkheid tot grondruil. Ten slotte kan er een integrale belangenafweging worden gemaakt. De participerende overheden (waterschap, provincie, recreatieschap en RWS) hebben een samenwerkingsovereenkomst voor verkenningsfase afgesloten en opereren als één overheidsorgaan.

TECHNIEK

In het midden van het gebied Salmsteke ligt een oude oeverafzetting, die bestaat uit een zandige ondergrond. Aan de oostelijke en westelijke grenzen van het gebied liggen dikke pakketten klei. Verder van de dijk ligt er vooral zand en minder klei. In het westen van het gebied is piping niet mogelijk, oostelijk bestaat een pipingopgave. In het westen en oosten is de macrostabiliteit onvoldoende.

Bij het waterschap was globaal bekend hoe groot het kwelweglengtetekort was. Er kon dus een eerste inschatting worden gemaakt voor de KRW (Kaderrichtlijn Water) hoe ver geul en de zwemplas minimaal van de teen van de dijk moesten komen te liggen. De POV Centraal Holland heeft onderzoek gedaan naar piping en macrostabiliteit langs de gehele Lekdijk en zo'n 60 sonderingen uitgevoerd. Uit dit onderzoek bleek een kwelweglengtetekort tot maximaal 114 meter.

Vanuit het waterschap was in eerste instantie aan de andere partijen meegeven dat de intredelijn 100 meter van de dijk lag. De andere partijen moesten hun eerste ontwerpen voor de gebiedsinrichting daarop aanpassen. Uit het aanvullende onderzoek blijkt de intredelijn dichter bij de dijk te liggen. Desalniettemin is er nog steeds een waterveiligheidsopgave. Het waterschap heeft een 'expertsessie' georganiseerd om de in te schatten of en hoe conservatief de gebruikte parameters waren. Daaruit bleek dat onder andere de gebruikte doorlatendheden conservatief waren en intredeweerstand in het voorland beter meegenomen kon worden.

Als onderdeel van de aanscherping van de ontwerpopgave zijn zes optimalisaties doorgevoerd. Deze zijn afgestemd en de resultaten zijn besproken met het Kennisplatform Risicobenadering (KPR). Ook is er een gevoeligheidsanalyse op de parameters uitgevoerd. Door optimalisatie kan de opgave worden verkleind. Er is grondig geofysisch onderzoek uitgevoerd (o.a. HTP-sonderingen) waardoor de daadwerkelijke doorlatendheidscoëfficiënt kan worden berekend en daarmee ook de intredeweerstand.

In de eerste beoordeling waren de berekende overstromingskansen met de conservatieve berekeningen onrealistisch hoog als gevolg van conservatieve aannames. Hierna is opnieuw een herziene rapportage bij het HWBP ingediend en deze is goedgekeurd.

Om de weerstand te kunnen verdisconteren in de intredeweerstand moet er volgens het WBI minimaal één meter dikke kleilaag liggen. In het gebied liggen verschillende kleilaagjes, maar bij elkaar opgeteld is dit beperkt tot 0,6 à 0,8 meter klei. Dat mag hier dus formeel niet worden meegenomen. Er is echter wel degelijk sprake van enige weerstand die een belangrijke bijdrage kan leveren aan het beperken van de pipingopgave. Het waterschap werkt nauw samen met KPR om te kijken hoe deze weerstand toch meegenomen kan worden.

BEHEER EN ONDERHOUD

De partijen hebben nog geen concrete afspraken gemaakt over het beheer van het gebied. Vanwege de rol die klei speelt bij bescherming tegen piping, is het van belang dat deze laag niet ontgraven wordt. Waarschijnlijk krijgt een groot deel van het gebied de bestemming natuur. Hierdoor is de kans op ongewenste ontgravingen in het gebied kleiner.

JURIDISCHE BORGING

De beschermingszone in de legger aan de rivierzijde is nog relatief smal, maar door de samenwerking kon HDSR al vroeg in het proces aangeven (met een globale intredelijn 100 meter uit de teen van de dijk) dat het realiseren van zwemplas en nevengeul beter verder van de dijk kan plaatsvinden om de pipingopgave te verkleinen. In toekomstige leggers zal de beschermingszone beter aansluiten bij het gebied dat nodig is, om de intredeweerstand voldoende groot te houden.

Multifunctioneel gebruik van het Voorland bij Salmsteke.

DIJKVERSTERKING TIEL-WAARDENBURG: LANDHOOFDEN

De dijk tussen Waardenburg en Tiel (de Waalbandijk) voldoet niet aan de waterveiligheidsnorm en moet over een lengte van 19,5 kilometer versterkt worden. Plaatselijk bemoeilijkt de aanwezigheid van bebouwing het inpassen van een dijkversterking. Dit geldt onder meer voor circa 300 meter van de primaire waterkering bij Waardenburg, gelegen tussen de landhoofden van de A2 en het spoor tussen Utrecht en Den Bosch. Een buitendijkse versterking is weliswaar realiseerbaar, maar het vermijden daarvan is wenselijk. De aanwezigheid van de landhoofden biedt daartoe mogelijkheden.

TECHNIEK

De versterkingsopgave van het stukje primaire waterkering tussen de landhoofden betreft de hoogte en de macrostabiliteit van het binnentalud. Het optreden van deze mechanismen hangt samen met het optreden van hoogwater aan de buitenzijde. De landhoofden vormen echter een soort voorliggende kering voor de primaire waterkering. De landhoofden liggen relatief hoog, met een hoogte boven de ontwerpwaterstand van de dijk en een relatief brede kruin (> 20 meter). Hierdoor staat er bij optreden van de ontwerpwaterstand geen water tegen de primaire waterkering, mits de landhoofden niet doorbreken als gevolg van macroinstabiliteit of piping.

Uit onderzoek en praktijkwaarnemingen blijkt helaas dat de twee landhoofden 'lek' zijn: tijdens hoogwater stroomt er grondwater doorheen. Hierdoor vult het kleine 'poldertje' tussen de landhoofden en de waterkering zich. Dit beperkt het effect van de landhoofden. Voor het mechanisme macrostabiliteit gaat het waterschap er daarom vanuit dat de landhoofden geen invloed hebben op de buitenwaterstand. Het golfreducerende effect neemt het waterschap wel mee, wat de hoogteopgave beperkt.

De kans dat het effect van de landhoofden wordt aangetast, lijkt vooralsnog klein. Door het grote belang van de landhoofden is de standzekerheid van de landhoofden al goed geborgd. De landhoofden vragen in principe een beschermingsniveau (gevolgklasse cc3 conform Eurocode) dat hetzelfde is als dat van primaire waterkeringen. De kans dat de landhoofden ten tijde van hoogwater niet aanwezig zijn, is waarschijnlijk klein. Maar zelfs als deze door bijvoorbeeld erosie of afschuiving worden aangetast, dan resteert nog een voldoende breed profiel.

Wel is het denkbaar dat weg- en spoorbeheerder wijzigingen aan de landhoofden doorvoeren die de bijdrage aan de waterkerende functie kunnen aantasten. Zo is er in het verleden gesproken over de aanleg van een onderdoorgang door het spoorlandhoofd. Dit zal echter geen effect hebben op golfreductie. Een andere mogelijke ontwikkeling is het aanpassen van de landhoofden vanuit een rivierkundige taakstelling zoals Ruimte voor de Rivier. Of met andere woorden: het verwijderen van de landhoofden om een groter doorstroomprofiel te creëren. Het tempo van dit soort ontwikkelingen is naar verwachting echter laag en het waterschap heeft mogelijkheden om in dat geval zijn belang tijdig te borgen. Dat bijvoorbeeld door het indienen van zienswijzen of het nemen van mitigerende maatregelen.

BEHEER EN ONDERHOUD

Het beheer van de landhoofden ligt primair bij Rijkswaterstaat en ProRail als weg- en spoorwegbeheerder. Dit beheer is in principe niet gericht op het functioneren van de landhoofden als onderdeel van de waterkering. De landhoofden zijn echter van dermate groot belang, dat deze ook tijdens hoogwater standzeker moeten zijn.

Aantasting van de landhoofden zullen de weg- en spoorbeheerder eerder aanzetten tot actie, dan het waterschap. Zo kan een aantasting van de taluds een groot risico vormen voor de veiligheid op de weg en het spoor. De weg- dan wel spoorbeheerder zal dit willen voorkomen. Voor zover nog aan de orde, zullen de weg- en spoorbeheerder ook periodiek compenseren voor zetting en klink van de landhoofden. Dit om te voorkomen dat er een te groot hoogteverschil ontstaat op de overgang naar de (op palen gefundeerde) bruggen.

BELANGEN

Het belang van de landhoofden is in de eerste plaats het functioneren ervan als onderdeel van de vitale nationale infrastructuur. Daardoor zijn de belangen van het waterschap sterk opgelijnd met die van de andere beheerder. Dit geldt ook voor de belangen van omwonenden. Als het meenemen van het effect van de landhoofden een versterking beperkt, dan voorkomt of beperkt dit ook overlast voor omwonenden.

Ten slotte kan de aanleg van een eventueel inspectiepad ook andere belangen meekoppelen. Dit kan bijvoorbeeld ook door RWS en ProRail worden gebruikt voor hun inspecties, of als fietspad voor recreatief gebruik en woon-werkverkeer.

JURIDISCHE BORGING

De belangen van het waterschap, RWS en ProRail liggen op één lijn. Het tempo van wijzigingen is naar verwachting laag. Bovendien heeft het waterschap hindermacht om eventuele wijzigingen tegen te houden of zijn belang tijdig te borgen. Daarom is het niet per se nodig om de legger te wijzigen zodat de beschermingszone ook de landhoofden omvat. Anderzijds zal een wijziging naar verwachting geen of weinig weerstand ontmoeten. Mogelijk wordt het belang van de landhoofden al geborgd door beperkingen die zijn opgelegd vanuit de weg- en spoorwegfunctie.

FINANCIËLE ASPECTEN

Of het meenemen van de landhoofden financieel interessant is, moet nog blijken. Er zal een afweging moeten worden gemaakt tussen een aantal zaken:de lagere kosten van versterking en de kosten van de aanleg van een fietspad, de mogelijk hogere beheerkosten en de kosten van een eventuele leggerwijziging. Ook het eventueel kunnen delen van dergelijke kosten met de andere beheerders of andere partijen, heeft invloed op deze afweging. De toename van beheer- en onderhoudskosten zullen waarschijnlijk beperkt zijn omdat de landhoofden al in beheer zijn bij weg- en spoorwegbeheerder.

Hoewel het risico bestaat dat in de toekomst ontwikkelingen optreden waardoor een versterking van de dijk alsnog nodig is, hoeft dat financieel gezien niet problematisch te zijn. Het waterschap kan nu immers een besparing realiseren door het effect van de landhoofden mee te nemen. Zelfs als toekomstige wijzigingen het effect van de landhoofden op de waterkerende functie volledig tenietdoen en het waterschap de primaire waterkering alsnog moet versterken, dan is de investering in ieder geval jaren uitgesteld. Dat leidt tot een lagere contante waarde. Anderzijds is een versterkingsopgave die ontstaat door een wijziging van de landhoofden mogelijk niet subsidiabel.

In alle gevallen vormt een LCC-analyse, met onderscheid van de kostentoedeling naar financiers, een bruikbaar instrument om een afweging te maken.

Luchtfoto van de aansluiting van de A2 en de spoorbrug op de waterkering.

DIJKVERSTERKING TIEL-WAARDENBURG: GOLFDEMPENDE BEGROEIING

Het dijktraject tussen Waardenburg en Tiel langs de Waal (de Waalbandijk) voldoet niet aan de waterveiligheidsnorm. De volledige dijk tussen Waardenburg en Tiel is namelijk afgekeurd op piping, binnen- en buitendijkse macrostabiliteit en er is op grote delen een hoogtetekort (van 0,1 tot 0,9 meter).

Er moet over een lengte van 19,5 kilometer versterkt worden. De versterkingsopgave is complex, onder meer door bebouwing dicht op de dijk. Daarom doet Waterschap Rivierenland onderzoek naar alternatieven voor de traditionele kruinverhoging of binnendijkse verzwaring. Naast het verhogen van de kruin en het nemen van maatregelen zodat meer overslag toegestaan kan worden, kijkt WSRL daarom naar mogelijkheden voor verkleining van de (golf)belasting op de dijk.

Dit biedt kansen voor het voorland; buitendijks ligt op verschillende locaties langs het traject een brede uiterwaard. Dit gebied is vooral in gebruik als landbouwgrond of natuur. Er is weinig bebouwing. Het waterschap onderzoekt de mogelijkheid om het effect van golfdempende vegetatie op het voorland mee te nemen om zo de hoogteopgave te beperken.

BELANGEN

Langs de dijk spelen verschillende andere belangen, zowel in het voorland als binnendijks. Binnendijks is er bebouwing, variërend van woonbebouwing tot bebouwing met cultuurhistorische waarde zoals een kasteel en een beschermde dorpskern. Een binnenwaartse dijkversterking zou deze waarden en belangen kunnen aantasten.

Buitendijkse versterking kan echter ook niet zonder meer. De uiterwaard is namelijk grotendeels Natura 2000-gebied met daarbinnen zowel vogelrichtlijn- als habitatrichtlijngebieden. Een buitenwaartse versterking in habitatrichtlijngebied is in principe niet toegestaan. Verder leidt buitendijks versterken tot (beperkte) vernauwing van het rivierbed. Het waterschap heeft een maatregel in de vorm van golfremmende begroeiing verkend omdat dat dit beter inpasbaar zou kunnen zijn. Een voorwaarde was dat natuurwaarden niet worden aangetast. Begroeiing zou mogelijk de natuurwaarden juist versterken. Ook is van belang dat begroeiing niet in de stroombaan wordt aangelegd. De ruwheid in de stroombaan wordt dan vergroot wat tot opstuwing en een toename van waterstanden kan leiden. Ten slotte onderzoekt het waterschap een meekoppelkans in de vorm van een fietsverbinding langs of op de dijk.

Uiteindelijk heeft het waterschap in het voorkeursalternatief niet gekozen voor het toepassen van golfdempende begroeiing. Dit vanwege de beperkte effectiviteit per vierkante meter, gegeven de uitgangspunten van een 1:3-talud en golfoverslagdebiet van 5 l/s/m. Verder bleek dat het Natura 2000-gebied te veel ruimtelijke beperkingen oplegt waardoor het aanplanten van begroeiing onhaalbaar is.

TECHNIEK

Uit een onderzoek op het effect van een begroeid voorland op de golfbelasting volgt[061] dat de hoogteopgave verlaagd kan worden met 0,1 tot 0,4 meter, afhankelijk van het type begroeiing en de locatie van de begroeiing. De bijdrage van de begroeiing is echter onzeker omdat deze afhankelijk is van de staat waarin deze verkeert en het gevoerde beheer. Toch zou het effect lokaal net voldoende kunnen zijn om een hoogteopgave te voorkomen. Zeker in combinatie met het effect van stroming op de golfhoogte; uit onderzoek blijkt dat dit plaatselijk voor 0,2 meter golfreductie zorgt.

BEHEER EN ONDERHOUD

Het beheer van begroeiing of natuurgebied is geen kerntaak van het waterschap. Het waterschap was daarom ook in gesprek met Staatsbosbeheer over beheer van de golfdempende vegetatie. Op basis van een minimum 'staat' van de begroeiing kunnen daarvoor interventiecriteria worden opgesteld. Het waterschap heeft hier eerder ervaring mee opgedaan, zie verderop het voorbeeld van 'Golfremmend griend voor Fort Steurgat'.

JURIDISCHE BORGING

Het waterschap heeft als beleid dat alle elementen met een bijdrage aan waterkerende functie in de leggerzonering zouden moeten worden opgenomen. Bij waterschap Rivierenland valt het voorland niet overal volledig binnen de leggerzonering. De buitenbeschermingszone is bij het traject Tiel-Waardenburg circa 150 meter breed. Dit zou voldoende zijn geweest voor een oplossingsrichting met begroeiing.

GOLFREMMEND GRIEND VOOR FORT STEURGAT

De ontpoldering en herinrichting van de Noordwaard in de Biesbosch had als hoofddoel een waterstandsverlaging in de Nieuwe Merwede te realiseren tijdens hoogwater in de rivier. De Noordwaard fungeert dan als doorstroom- en buffergebied zodat ter plaatse en bovenstrooms de rivierwaterstand verlaagd wordt.

Een van de onderdelen van deze herinrichting was het beschermen van Fort Steurgat. Dat is het zuidelijk sluitstuk van de Nieuwe Hollandse Waterlinie dat tegenwoordig een woonfunctie heeft. Omdat het fort aan het doorstroomgebied ligt, zou het zonder aanvullende maatregelen overstromen bij hoogwater in de Nieuwe-Merwede. Om het fort en woningen te beschermen, moest er een voorliggende dijk worden geconstrueerd. Vervolgens is er aanvullend onderzoek uitgevoerd om te bekijken hoe de kruinhoogte van deze dijk beperkt kon worden. Hieruit volgde dat een golfremmend griend met wilgen op het voorland van de dijk zorgt voor een kruinhoogtereductie van 0,7 meter.

_ZIE FOTOSERIE
P.62 — P.67

TECHNIEK

De wilgen zorgen voor golfhoogtereductie door dissipatie van golfenergie. Vooral de takken van de wilg leiden tot deze reductie. Het griend is ontworpen op basis van berekeningen met een numeriek model. Hierbij is uitgegaan van de meest conservatieve resultaten vanwege de beperkte validatie en verificatie van het model. Het griend heeft twee keer de minimaal benodigde breedte. Om het jaar wordt de helft van het griend gesnoeid. Daarnaast bestaat het griend uit twee typen wilgen, zodat ziekte hooguit de helft van het griend kan aantasten.

BEHEER EN ONDERHOUD

Omdat dit type hoogwaterbescherming nieuw is, heeft Deltares een toetsmethode uitgewerkt. De toetsing bestaat uit een toets op de golfhoogte reducerende werking van het griend én een toetsing van de kruinhoogte van dijk. Deze methode kan gebruikt worden bij de wettelijke beoordeling. Aan de hand van een vragenlijst wordt een inschatting gemaakt van het functioneren van het griend. Zo wordt er gekeken of meer dan 50% van het oppervlakte van het griend bedekt is met wilgen. Als dit zo is, kan de kruinhoogte worden getoetst op basis van de gereduceerde golfhoogte. Is dit niet het geval, dan moet de kruinhoogte worden getoetst met de niet-gereduceerde golfhoogte. Ook moet bijvoorbeeld worden gecontroleerd of de waarden van de invoervariabelen voor het numerieke model gelijk zijn gebleven.

Waterschap Rivierenland (WSRL) stelde, als beheerder van de kering, verschillende voorwaarden voor het overnemen van het griend als onderdeel van de waterkering:

- Dat WSRL naast beheerder ook eigenaar zou worden; daartoe is grond geruild met RWS;
- Dat het ontwerp en de manier van monitoren moet zijn goedgekeurd;
- Dat het beheer risicogestuurd is en afgestemd op het verwachte tempo en omvang van mogelijke degradatie (bijvoorbeeld ziekten, droogte of ijsgang).

Verder zijn er praktische maatregelen genomen met betrekking tot het onderhoud. Zo zijn er onderhoudspaden aangelegd parallel aan de kering. Ook wordt er twee keer per jaar een visuele inspectie uitgevoerd naar de conditie van het griend. Na een extreme omstandigheden kan een extra inspectie worden ingelast. Deltares stelt in zijn rapport ook noodmaatregelen voor die kunnen worden ingezet bij ongewenste gebeurtenissen.

FINANCIËLE ASPECTEN

De aanleg van een griend was goedkoper dan bijvoorbeeld een kruinverhoging met basalton dijkbekleding. Het onderhoud en het beheer van het griend is wel duurder dan het onderhoud van een klassieke dijkbekleding, maar per saldo resulteerde deze oplossing in de laagste kosten over de levensduur[054].

DIJKVERSTERKING RIVIERDIJK WEST SLIEDRECHT

Sliedrecht ligt in het benedenrivierengebied op de noordelijke oever van de Beneden-Merwede. Er zijn voorlanden aanwezig langs de dijk, wisselend van grootte. De dijk en het voorland langs de rivier zijn intensief bebouwd.

De verwachting is dat deze primaire waterkering niet meer voldoet aan de nieuwe waterveiligheidseisen. Hoewel de dijk nog niet formeel is afgekeurd (de wettelijke beoordeling volgt pas in 2019), blijkt uit berekeningen dat de dijk in Sliedrecht ongeveer een meter te laag is en niet voldoet op piping. Dit geldt zowel voor de Adriaan Volkersingel, Rivierdijk-West en Rivierdijk-Oost. Met name bij de Rivierdijk-West is een eventuele kruinverhoging problematisch. Traditionele dijkversterking is hier moeilijk inpasbaar vanwege het smalle straatprofiel en het tweezijdig bebouwde, karakteristieke dijklint.

Daarom voeren de gemeente Sliedrecht en Waterschap Rivierenland namens de Gebiedsraad A5H (Alblasserwaard en de Vijfheerenlanden) een onderzoek uit naar hoe de toekomstige hoogteopgave het beste ingepast of verkleind kan worden. Dit onderzoek heet de Nadere Verkenning Rivierdijk West Sliedrecht. Er worden verschillende mogelijkheden verkend, waaronder een waarbij het voorland voor de dijk wordt meegenomen in de dijkversterking.

TECHNIEK

De omvang van de hoogteopgave is bepaald op basis van de hydraulische belastingniveaus (HBN's) van de Beneden-Merwede en het reguliere ontwerpinstrumentarium (WBI). Deze hoogteopgave varieert tussen de 0,75 tot 0,95 meter bij een golfoverslagdebiet van 5 l/m/s. Dit betekent een lichte reductie ten opzichte van de eerdere cijfers uit de Gebiedsopgave Sliedrecht, die dateert uit oktober 2016 en nog uitging van een overslagdebiet van 0,1 l/s/m. Het meenemen van het voorland in de ontwerpbelasting zou zowel de ontwerpopgave als de benodigde inpassingsruimte verder kunnen reduceren.

De verwachting is dat het effect van de aanwezige voorlanden substantieel zal zijn. De hoogte varieert tussen de stilwaterlijn en een meter daaronder. Doordat het voorland hoog ligt, worden inkomende golven op het voorland gebroken. Daarnaast kan de aanwezige bebouwing de golfhoogte verder reduceren. De bebouwing vormt namelijk een nagenoeg aaneengesloten rij, met slechts kleine openingen van enkele meters tussen de huizen.

Bij het reguliere ontwerp is de benodigde kruinhoogte door inzet van hoog voorland met 0,75 meter gereduceerd. Daarvoor moeten mogelijk nog wel enkele achtertuinen aangepast worden. Wel is er nog een extra kruinverhoging van 0,30 meter nodig voor de autonome bodemdaling. Die staat los van het dijkontwerp en moet in dit gebied altijd in rekening gebracht worden bij grondconstructies.

Het aanwezige voorland vormt tevens extra kwelweglengte en draagt daarmee bij aan het voorkomen van piping. Het voorland heeft namelijk een breedte tot circa 50 meter. Dat is niet voldoende om het volledige pipingprobleem op te lossen: er is circa 150 meter kwelweglengte nodig. Daarom is er waarschijnlijk ook nog een kwelscherm nodig.

BEHEER EN ONDERHOUD

Belangrijke voorwaarde voor het kunnen meenemen van het effect van het voorland is de standzekerheid ervan. De oeverbescherming bestaat onder meer uit gemetselde (natuur)stenen kademuren. Het voorland en de oever bij de Rivierdijk-West zijn eigendom van en worden beheerd door de particuliere bewoners. Positief is dat hier de belangen van het waterschap in lijn liggen met die van de bewoners. Beide hebben belang bij behoud van het voorland en een daartoe goed functionerende kademuur.

Daarnaast is bezwijken van de oever niet gerelateerd aan het optreden van hoogwater. Als de oeverbescherming zal bezwijken, dan is dat waarschijnlijk bij een laagwatersituatie. Dit is immers de maatgevende belastingsituatie, omdat bij laagwater de kerende hoogte van de damwand het grootst is. Mocht de oeverbescherming bezwijken, dan is er waarschijnlijk voldoende tijd om deze te herstellen of andere maatregelen te treffen, voordat er een hoogwater optreedt.

JURIDISCHE BORGING

Het voorland tot aan de oever is volledig opgenomen in de legger, namelijk in de beschermingszone. Huizen staan met de voorgevel in de kernzone, verder in de beschermingszone. Het waterschap kan ervoor kiezen om de kernzone te verbreden tot de rivieroever. De huidige legger bevat al een onderhoudsplicht voor bewoners binnen de kernzone. Bij verbreding van de kernzone, gaat die onderhoudsplicht ook voor de kademuur gelden. Bewoners ondervinden hiervan in de praktijk geen nadeel: zij voeren nu ook onderhoud uit aan de oeverbescherming om hun kavel in stand te houden.

Juist doordat belangen sterk op één lijn liggen, kan het waterschap er ook voor kiezen om af te zien van extra regulering. Het lijkt niet reëel dat bewoners hun kavel niet in stand houden en bebouwing zodanig laten aantasten dat daarvan geen golfdemping meer uitgaat.

FINANCIËLE ASPECTEN

Het is financieel gunstig om het effect van voorlanden mee te nemen, omdat de opgave wordt gereduceerd. De nadeelcompensatie van het meenemen van het voorland is naar verwachting minimaal en het onderhoud zal in vergelijking met zandige voorlanden (waar erosie optreedt) beperkt zijn. De beheerkosten nemen iets toe door het introduceren van (extra) inspecties vanaf het water. Er zullen waarschijnlijk administratieve kosten gemaakt moeten worden voor het aanpassen van de legger.

Hoogteopgave bij de rivierdijken in Sliedrecht. Een versterking van Rivierdijk-West is moeilijk inpasbaar binnen het huidige dijkprofiel[068].

Aanzicht vanaf de Beneden-Merwede op de kade van de rivierdijk-west[068].

ZANDSUPPLETIE BIJ WESTKAPELLE

Het Ministerie van Verkeer en Waterstaat heeft destijds acht locaties in de kustlijn aangemerkt als 'Zwakke Schakel'. De dijken en duinen op deze locaties waren onvoldoende sterk om in de nabije toekomst aan de geldende waterveiligheidsnormen te voldoen. Eén van deze locaties was dijk van Zuidwest-Walcheren, nabij Westkapelle. In 2008 is hier een gecombineerde vooroeversuppletie, strandsuppletie en duinaanvulling aangelegd. Door een zandsuppletie aan te leggen vóór de dijk, hoefde de dijk zelf niet verhoogd te worden. De suppletie fungeert hier als een zandig voorland.

_ZIE FOTOSERIE
P.20 — P.25

BELANGEN

Zeewaarts van de dijk ligt een natuurgebied (Natura 2000, habitat- en vogelrichtlijn). In het projectplan van de kustversterking[062] wordt beschreven dat de gekozen oplossing de aantasting van het natuurgebied beperkt. In het gebied zijn wandel- en fietspaden aangelegd en de bestaande doorgaande weg is aangepast. De recreatiemogelijkheden aan de zeezijde worden door het zandstrand vergroot. De voorlanden (droog en nat strand) zijn toegankelijk voor recreanten. De mogelijkheid om natuur en recreatie mee te koppelen was een belangrijk argument om voor een zeewaartse zandige versterking te kiezen. De twee niet-gekozen alternatieven waren een dijkverhoging en landinwaarts versterken.

Het zeewaarts versterken van de dijk was niet de goedkoopste oplossing. Hier is toch voor gekozen omdat verbetering van de ruimtelijke kwaliteit ook een belangrijke opgave was. Met name voor de provincie en de gemeente was de kustversterking een aanleiding om de recreatiemogelijkheden in het gebied te verbeteren. Voor Provincie Zeeland is toerisme en recreatie een belangrijke economische structuur en met het opspuiten van het zand werd de aantrekkelijkheid van het gebied in dat opzicht verbeterd.

TECHNIEK

De zeewaartse versterking werd aangelegd ter plaatse van twee strandvakken. Bij één ging het om een vooroeversuppletie, bij de ander betrof het een strandsuppletie. In totaal werd 2,5 miljoen kubieke meter zand opgespoten tussen NAP -8 meter en het duin over een lengte van ongeveer 2,6 kilometer. De achterliggende dijk, bestaande uit zand en klei, zou in de nabije toekomst op kruinhoogte en dijkbedekking worden afgekeurd. Het gesuppleerde zand zorgt ervoor dat de golfbelasting op de dijk zelf afneemt en een binnendijkse dijkversterking voorkomen kon worden. Desondanks bleef een aanvullende versterking van de asfaltbekleding op kruin en binnentalud voor het grootste deel noodzakelijk. Verder is bij dit werk de volwaardige aansluiting tussen duin en dijk gerealiseerd en is in het aansluitende duintraject een zeewaartse duinverzwaring meegenomen.

BEHEER EN ONDERHOUD

Het beheer en onderhoud van de dijk en duinen is in handen van het Waterschap Scheldestromen. In 2014 leverde Deltares een studie op over de ontwikkeling van de kustsuppletie in de periode 2009-2013. Hieruit blijkt dat het vooraf ingeschatte onderhoudsinterval van vier jaar een realistische schatting lijkt om de kustlijn en waterveiligheid op niveau te houden. Er is in de periode 2009-2013 ongeveer 0,5 miljoen kubieke meter zand geërodeerd, dit komt overeen met de voorspelde hoeveelheid: er was een slijtlaag aangebracht als buffer voor erosie.

FINANCIËLE ASPECTEN

Voor het hoogwaterbeschermingsprogramma werd een raming opgesteld, die uitkwam op € 26,9 miljoen (prijspeil 2007). De kosten van de zandige dijkversterking en de dijkbekleding zijn voor rekening van het Rijk. De kosten voor het verbeteren van de recreatiemogelijkheden, zoals het aanleggen van extra wandelpaden, zijn voor rekening van de gemeente, het waterschap en de provincie.

BEOORDELING CALANDDIJK ROZENBURG

Rozenburg ligt in een polder die wordt beschermt door een dijkring. De Calanddijk is een sectie van deze dijkring en ligt ten zuidwesten van Rozenburg. De dijk beschermt de plaats tegen hoogwater in het Calandkanaal, dat in open verbinding staat met de Noordzee. De kruin van deze dijk is zo breed dat een deel van de dijk als voorland kan worden beschouwd. In de beoordeling van de waterkering en de maatgevende faalmechanismen is rekening gehouden met het golfreducerende vermogen van dit voorland.

Waterschap Hollandse Delta, dat de hele dijkring om Rozenburg beheert, heeft daarom de verschillende faalmechanismen van de Calanddijk in kaart gebracht. De POV Voorlanden heeft hierin meegedacht om zo optimaal mogelijk gebruik te kunnen maken van het voorland.

TECHNIEK

Er zijn verschillende (mogelijk) maatgevende mechanismen. Op het buitentalud van de dijk ligt een asfaltbekleding. Als deze faalt bij een maatgevende storm, zal het dijklichaam worden aangetast door erosie door golfbelasting. Die wordt dan niet meer opgevangen door de dijkbekleding. Instabiliteit en afschuiven van het buitentalud kan optreden door een snelle afname van de waterhoogte tegen de dijk aan (bijvoorbeeld ná een maatgevende storm). Als er snel daarna weer maatgevende stormcondities optreden, kan de dijk eroderen door golfafslag. Het derde mechanisme is overstroming door overloop. Als de waterhoogte in het Calandkanaal boven de kruinhoogte van de dijk uitkomt, zal de dijk overlopen.

In de berekening van de kans van optreden van de faalmechanismen is rekening gehouden met het aanwezige voorland, dit leidt namelijk tot golfreductie. Zo wordt er bij het faalmechanisme overlopen van de dijk gerekend met volledige golfreductie door het voorland.

Vervolgens is geanalyseerd hoeveel de maximale afslag kan zijn tijdens een maatgevende storm. Hieruit blijkt dat bij de eerste twee mechanismen er voldoende kruinbreedte aanwezig is. Geconcludeerd wordt dat de overstromingskans ten gevolge van afslag van het voorland tijdens maatgevende omstandigheden verwaarloosbaar is.

Voor wat betreft de overloop concluderen het waterschap en de POV Voorlanden dat de Calanddijk niet voldoet aan de signaleringswaarde. Een meer gedetailleerde berekening van de tijdsgebonden waterhoogte gedurende een maatgevende storm kan inzichtelijk maken of een overloopsituatie leidt tot schade en/of slachtoffers.

Luchtfoto van de Calanddijk.

DIJKVERSTERKING HOUTRIBDIJK

De Houtribdijk, die het Markermeer van het IJsselmeer scheidt, voldoet niet meer aan de normen voor waterveiligheid. Hij wordt over een lengte van 25 kilometer versterkt. Met name de stabiliteit van de taluds onder invloed van golfaanval moet worden versterkt.

Omdat het Markermeer zou worden ingepolderd, werd de dijk oorspronkelijk ontworpen met een éénzijdige waterkerende functie. Nu heeft hij een kerende functie in twee richtingen. De dijk zorgt er in geval van windopwaaiing voor dat in het Markermeer en in het IJsselmeer de waterstandsverhoging beperkt blijft en de strijklengte beperkt wordt.

In 2014 is een voorkeursontwerp gekozen: ongeveer de helft van het dijktraject wordt versterkt met breuksteen en gietasfalt. Het noordelijke traject wordt versterkt met brede zandoevers. Daarmee wordt de golfaanval zodanig geremd dat deze de bestaande dijk in de maatgevende storm niet bereikt zodat de taluds niet verder versterkt hoeven te worden. Voor de rekenwijzer van dit ontwerp is gebruik gemaakt van de meetgegevens van de Pilot Houtribdijk door EcoShape. De pilot betrof een driehoekige zandsuppletie aan de Markermeerzijde nabij de oude werkhaven 'Trintelhaven'. Bij de Pilot Houtribdijk van EcoShape hoort een meerjarig monitoringsprogramma met dataverzameling en -analyse en het ontwikkelen van hulpmiddelen voor toetsing en ontwerp van zandige voorlanden. De complete dijkversterking moet gereed zijn in 2020. De totale kosten van de dijkversterking worden geraamd op 88 miljoen euro, gefinancierd door het hoogwaterbeschermingsprogramma.

BELANGEN

Het grootste belang bij de versterking van de Houtribdijk is het borgen van de waterveiligheid. Een bijkomende en belangrijke functie van de dijk is de verbinding tussen Enkhuizen en Lelystad voor fietsers en autoverkeer. De autoweg blijft gedurende de dijkversterking open maar het fietspad is tijdelijk gesloten en in 2019 weer beschikbaar. Er ontstaat na oplevering een risico op stuifzand wat kan leiden tot hinderlijke en gevaarlijke situaties in het verkeer; momenteel wordt onderzocht met welke begroeiing dit risico verkleind kan worden.

Het hele versterkingsproject vindt plaats in Natura 2000 vogelrichtlijngebied. Na onderzoek is gebleken dat in de definitieve situatie sprake is van een positief effect op het Natura 2000 gebied. Dat komt onder andere door de realisatie van groter luwtegebied en meer geleidelijke land-waterovergangen.

De dijkversterking wordt aangegrepen voor het aanleggen van het nieuwe natuurgebied 'Trintelzand'. Door zandige voorlanden toe te passen worden de belangen van waterveiligheid en natuurwaarden gecombineerd. Nabij Lelystad wordt een nieuw strand aangelegd voor wind- en kitesurfers.

TECHNIEK

De Pilot Houtribdijk bij Trintelhaven liep tot voorjaar 2018 en had als doel het vergaren van kennis over zandige voorlanden als versterking voor dijken in milde golfcondities. Het idee hierachter is dat deze versterkingen bijdragen aan een goedkopere realisatie van een toetsbare en mogelijk 'onderhoudsarme' waterkering. Meer concreet waren de drie doelen van het pilotproject:

1. het optimaliseren van de uitvoeringsvormen van een zandig voorland als dijkversterking,
2. het creëren van mogelijkheden om de oplossing te toetsen,
3. het inzichtelijk maken van de (kosten van) onderhoud en beheer.

Het zandige voorland van het proefproject is 450 meter lang parallel aan de dijk en bestond uit een driehoekige zandsuppletie met tijdelijke beschermingsdam en vegetatievlakken. Het proefproject was ingedeeld in vijf vakken waarvan er vier fungeren als testzone. Deze hebben elk een ander talud en een ander type vegetatie. De vegetatie draagt bij aan de manier waarop het talud zich ontwikkelt. Het heeft samen met het talud zelf, invloed op de golfreductie over het voorland. De resultaten van het pilotproject worden waar mogelijk meegenomen in de realisatie van de brede zandoevers als dijkversterking. Naast morfologische monitoring vindt ook ecologische monitoring vanuit Rijkswaterstaat plaats.

Het samenspel tussen de zandige oplossing en de oude dijk is een kennisleemte. Het zandvolume is zodanig ontworpen dat deze de gehele bescherming biedt. In het monitoringsmodel wordt de oude dijk als restprofiel aangemerkt. Na twee opeenvolgende stormen moet het resterende zandvolume nog zodanig zijn dat de golven de dijk niet bereiken. Dit is een conservatief uitgangspunt, maar op dit moment biedt het beschikbare instrumentarium geen mogelijkheid om dit verder te optimaliseren.

BEHEER EN ONDERHOUD

De Houtribdijk is in beheer bij Rijkswaterstaat en die contracteert via de afdeling 'Grote Projecten en Onderhoud' de uitvoerende marktpartij met een Design & Construct-contract (D&C). Het beheer en onderhoud zijn gericht op het handhaven van het zandig profiel inclusief de vegetatie en de constructies. Na afronding van het project wordt de nieuwe dijk overgedragen aan de beheerorganisatie van Rijkswaterstaat.

Een zandige waterkering is in een zoet binnenwater een nieuwe maatregel. Om onzekerheden te minimaliseren is er gekozen voor een robuust

ontwerp en grondige monitoring. Dit monitoringsprogramma bestaat uit de onderdelen meteorologie en hydrodynamica, morfodynamica en vegetatieontwikkeling. Toetsing van de veiligheid van de dijk gebeurt op basis van het zandvolume in het dijkprofiel.

Het beheer bestaat in de eerste plaats uit controle en nog te definiëren onderhoudswerkzaamheden. De opdrachtnemer van het D&C-contract zal daarvoor een onderhoudsplan opstellen. Verder zijn er periodieke suppleties nodig. De frequentie daarvan is onzeker en varieert van 6 tot 15 jaar. Daarvoor is monitoring nodig. Hoewel de beheerder normaliter ook verantwoordelijk is voor monitoring, wordt het monitorings-programma na overdracht bij de afdeling Water, Verkeer en Leefomgeving van Rijkswaterstaat belegd en niet bij de beheerder. De beheerder heeft namelijk op dit moment niet de benodigde kennis voor de monitoring van een zandig voorland. Aan het project is ook een promovendus van de TU Delft verbonden. Die zal de komende 4 jaar via monitoring een proefschrift schrijven over de werking van de zanderige oever en het beheer en onderhoud daarvan. Dit onderzoeksprogramma van de TU Delft heeft de naam LakeSIDE.

Voor de beheerder wordt een instandhoudingsstrategie opgesteld. Of deze gebaseerd zal worden op een basis-oeverlijn en een interventielijn of op hoeveelheden in gedefinieerde plaatsen in het profiel moet nog worden bepaald.

JURIDISCHE BORGING

Bij het vaststellen van de oorspronkelijke leggerzonering van de Houtribdijk hanteerde Rijkswaterstaat als uitgangspunt dat deze arbitrair vastgesteld kon worden op 175 meter buiten de kering. De argumentatie hiervoor was dat er weinig belangen van derden zijn. Het water aan beide zijde inclusief de dijk zijn immers in beheer bij één beheerder: Rijkswaterstaat IJsselmeergebied. Daardoor was het eenvoudig deze zonering vast te stellen. Rijkswaterstaat nam een procedurevoorschrift op om een nieuwe afweging mogelijk te maken als zich nieuwe belangen voordoen. Naar aanleiding van de huidige versterking van de Houtribdijk zal de opdrachtnemer van de versterking een voorstel doen om de legger op onderdelen aan te passen, zowel tekstueel als op de tekeningen. Het district zal daarna de legger zo nodig actualiseren conform de dan geldende regelgeving.

Zandige versterking Houtribdijk in aanbouw.

HOUTRIBDIJK EN NATUURBELANG

Aan de Markermeerzijde van de Houtribdijk, richting Enkhuizen, liggen vooroeverdammen. Die werden ooit aangelegd om de dijk te beschermen tegen kruiend ijs. Achter deze dammen is een luw gebied ontstaan met veel waterplanten. Veel vogels maken gebruik van deze luwtegebieden. Door het aanleggen van de zandige vooroever van de Houtribdijk zou een deel van dit gebied verdwijnen. Daarom zijn de vooroeverdammen verder van de dam af geplaatst en de wortelknolletjes van de waterplanten te getransplanteerd. Hierdoor is er een groter luw gebied ontstaan dan er eerst was. De vraag is echter hoe snel de waterplanten weer aanslaan. Deze waterplanten vormen ook een belangrijke voedselbron voor de wilde eend.

Omdat het hier om Natura-2000 gebied gaat, zijn de regels omtrent wijzigingen in het gebied streng. Maatregelen kunnen enkel worden doorgevoerd op grond van mitigatie, compensatie of op basis van een ADC-toets (Alternatieven, Dwingende redenen van groot openbaar belang en Compenserende maatregelen). Na intern overleg besloot het projectteam in te zetten op de ADC-toets. Het is namelijk onzeker of het verleggen van de vooroeverdammen en het verplaatsen van waterplanten in een eventuele bezwaarprocedure door de Raad van State als mitigerende maatregel zal worden aangemerkt.

Bij bespreking van de ADC-toets met het bevoegd gezag is het projectteam Houtribdijk tot andere conclusies gekomen. Het areaal waterplantvelden neemt namelijk af aan de Markermeerzijde van de dijk en de wilde eend is een doelsoort voor het IJsselmeer. Vanuit die optiek bleek het niet nodig om een ADC-toets te doen. Het verleggen van de vooroeverdammen kon als mitigatie voor het afnemen van het luwtegebied worden gedefinieerd. Door optimaal te plannen is het luwe gebied zelfs gedurende het werk niet kleiner geweest. Het verplaatsen van de wortelknolletjes is opgenomen als een extra beheermaatregel maar was dus niet nodig voor de doelsoorten in het Markermeer.

BEOORDELING MAASKADE TROPICANA ROTTERDAM

Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard is momenteel bezig met de beoordeling van zijn primaire waterkeringen. Binnen waterkering-straject 14_2 is op verschillende locaties voorland aanwezig. Het voorland waarop voormalig zwembad Tropicana (tegen-woordig Blue City) staat, bleek bij de beoordeling op de drie voorlandsporen niet eenvoudig goed te keuren. Daarom is rekening gehouden met de aanwezigheid van het voorland, maar ook met de situatie dat het voorland tijdens hoog-water niet aanwezig zou zijn.

Het voorland wordt aan de waterzijde beschermd door een damwand die ook gebruikt wordt als afmeervoorziening. Deze damwand is in beheer bij de het havenbedrijf. Buiten de bebouwing is over het hele voorland verharding aanwezig (klinkers en asfalt). Het voorland bestaat onder andere uit zand en puin, hieronder is klei aanwezig.

BELANGEN

Het primaire belang voor behoud van de kade en de damwand-constructie ligt niet bij de waterkeringbeheerder, maar bij het havenbedrijf van Rotterdam. Bij schade aan de damwand wordt het belang van het havenbedrijf direct geschaad omdat er een onveilige situatie ontstaat. De urgentie voor het treffen van (herstel)maatregelen is daarom hoog. Voor HHSK is de urgentie minder groot, omdat de kans op een hoogwater klein is. Dit biedt het hoogheemraadschap extra zekerheid.

Daarnaast is de kans dat het gebouw van het voormalige zwembad verdwijnt niet groot. Ook na faillissement van het zwembad in 2011 heeft het gebouw uiteindelijk een nieuwe bestemming gekregen. En mocht in de toekomst toch tot sloop worden besloten, dan is de kans op nieuwbouw groot. Sowieso zal er in dat geval tijd zijn voor het nemen van (tijdelijke) maatregelen.

TECHNIEK

Het beschouwde voorland en de bebouwing reduceren de inkomende golven zodanig, dat de waterkering kan worden goedgekeurd. De aanwezigheid van het voorland is echter geen garantie, zo blijkt uit de eenvoudige beoordeling voor de voorlandsporen (golfafslag, afschui-ving en zettingsvloeiing). Als het effect van het voorland en het daarop gelegen voormalige zwembad niet wordt meegenomen, dan leidt dit tot afkeuren van de waterkering, op het mechanisme erosie van de kruin en het binnentalud. Waarna een hoogteopgave zou ontstaan.

De beoordeling bevat daarom een scenarioanalyse die rekening houdt met de kans dat het voorland niet aanwezig is. Deze analyse resulteert in een foutenboom (_Zie Figuur 31) die op hoofdlijnen twee scenario's beschouwt: het scenario dat het voorland (met het zwembad) aanwezig is en het scenario dat dit niet aanwezig is. Voor beide scenario's heeft HHSK de faalkans van de waterkering bepaald met Ringtoets. In het eerste scenario op basis van de huidige geometrie, in het tweede scena-rio op basis van een restprofiel zonder voorland en een deel van de kruin.

Cruciaal in de beoordeling is de aanwezigheid van de damwand die het voorland aan de waterzijde beschermt. De kans op het scenario dat het voorland niet aanwezig is, is hoofdzakelijk afhankelijk van de kans op het bezwijken van de damwand. Die kans is conservatief ingeschat op 1/1.000 per jaar. Dat is op basis van de normen die voor een dergelijke constructie gelden. Om het effect van het voorland ook daadwerkelijk teniet te doen, moet er na het bezwijken van de damwand een tweede mechanisme optreden, namelijk afslag, afschuiving of zettingsvloeiing. HHSK neemt conservatief aan dat die kans 1 is, maar houdt wel reke-ning met een kans op herstel. Bezwijken van de damwand is namelijk niet gecorreleerd aan het optreden van een hoogwater; waarschijnlijk is er dus tijd voor herstel of noodmaatregelen. Te denken valt aan tijdelijke oeverbescherming om het resterende voorland te fixeren en big bags om tijdelijk de optredende golfoverslag te verminderen.

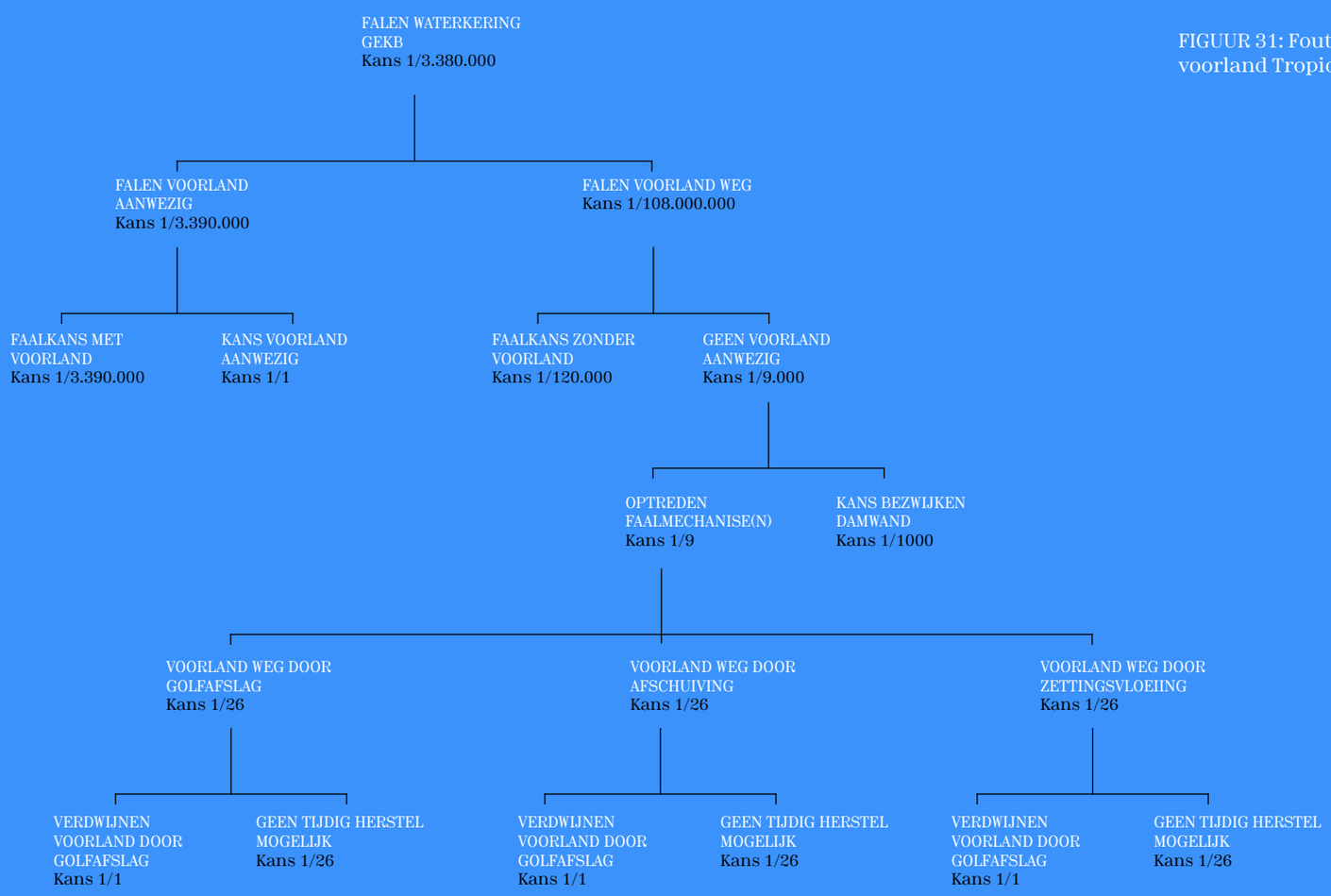
BEHEER EN ONDERHOUD

Het hoogheemraadschap kan volstaan met een licht beheerregime. Daarbij wordt de standzekerheid van het voorland periodiek visueel geïnspecteerd met focus op de damwand. Het voorland is goed toegankelijk. Als er afwijkingen worden geconstateerd, dan kan men het havenbedrijf verzoeken maatregelen te treffen. Hoewel HHSK geen afspraken heeft met het havenbedrijf, is het reëel om te veronderstellen dat deze laatste in zo'n geval adequate maatregelen zal treffen, gezien het belang van het havenbedrijf.

JURIDISCHE BORGING

Het voorland en de bebouwing ter plaatse vallen deels in de beschermingszone. Daarmee is geborgd dat er niet wordt gegraven of dat andere activiteiten worden ontplooid die de stabiliteit van de waterkering nadelig beïnvloeden. Dat er een deel van het voorland buiten de beschermingszone valt, vormt geen groot risico. Anderzijds zal het uitbreiden van de beschermingszone tot en met de damwandconstructie hier waarschijnlijk geen weerstand ontmoeten. De aansluitende damwandconstructie en het grootste deel van de bebouwing op het voorland vallen immers al binnen de beschermingszone.

Luchtfoto Maaskade Tropicana.



FIGUUR 31: Foutenboom voorland Tropicana.

DIJKVERSTERKING THORN-WESSEM EN DE KONINGSSTEENDAM

De Maasplassen zijn een recreatiegebied op de Belgisch-Nederlandse grens bij Thorn in Limburg. Door dit gebied stroomt de Maas. Zowel aan Nederlandse als aan de Vlaamse zijde is in het verleden veel grind gewonnen. Als gevolg hiervan zijn vele grindplassen ontstaan in het rivierbed van de Maas.

Door nieuwe normen voor waterveiligheid is er voor Waterschap Limburg tussen Thorn en Wessem een dijkversterkingsopgave ontstaan. In het gebied liggen rivierdijken die het achterliggende land beschermen tegen hoogwater in de Maas. Het dijktraject is afgekeurd op de faalmechanismen hoogte, macrostabiliteit, piping en bekleding. Het project is momenteel in de verkennende fase.

Het te versterken traject bestaat uit zeven secties. In de eerste sectie bij de Grote Hegge ligt de Koningssteendam, die van invloed is op de lokale waterstanden in de plassen aan dit gedeelte van de Maas. De Koningssteendam, een haakse dam in de Maas, is een overblijfsel van grootschalige ontgrondingen en vormt tevens de grens tussen Nederland en België. De ontstane 'dam' is hierdoor eigenlijk een overgebleven stuk maaiveld tussen twee plassen.

Het is momenteel onduidelijk wie eigenaar of beheerder is van de Koningssteendam. Zowel Waterschap Limburg (waterkeringbeheerder) als Rijkswaterstaat (rivierbeheerder) zien zichzelf niet direct als verantwoordelijke (of beherende) partij. Waterschap Limburg is beheerder van de primaire waterkeringen en omdat de Koningssteendam geen primaire waterkering is, wordt de dam niet gezien als onderdeel van de scope van het HWBP-dijkversterkingsprogramma waaronder het dijktraject Thorn-Wessem valt.

Echter, de dam speelt wel een rol in de uitgangspunten van de door het Rijk opgestelde hydraulische ontwerpbelasting voor de primaire waterkeringen.

TECHNIEK

Ten noorden van de dam, op Nederlands grondgebied, ligt de plas de Grote Hegge. Ten zuiden van de dam, in België, ligt ook een plas die bij hoogwater in de Maas volstroomt. Ook de Grote Hegge staat in open verbinding met de Maas, maar dan via een stroomafwaartse instroomopening. Hierdoor is de waterstand in de Grote Hegge lager dan in de plas aan de Belgische zijde. Dit resulteert bij hoogwater in relatief lagere waterstanden in de Grote Hegge en een behoorlijk verval over de Koningssteendam.

Het Rijk hanteert bij het bepalen van de hydraulische randvoorwaarden ten behoeve van het dijkontwerp de volgende uitgangspunten en aannames:

- De Koningssteendam is standzeker onder hoogwatercondities (faalkans ≈ 0)
- Het peilscheidende effect van de Koningssteendam is daarom meegenomen (orde 80 cm)
- Het golfdempend effect door het opbreken van de strijklengte door de dam is niet meegenomen (orde 20 cm).

Er is bij Waterschap Limburg echter onzekerheid ontstaan over de werkelijke betrouwbaarheid van de Koningssteendam onder hoogwater condities. De vraag is of de rivierbeheerder (Rijkswaterstaat) bepaalde eisen stelt aan de betrouwbaarheid en beschikbaarheid van de dam. En zo ja, of dat aanvullende maatregelen vraagt.

Daarom is er behoefte ontstaan aan handelingsperspectief in relatie tot de te kiezen uitgangspunten. Vooral in relatie tot dijkversterking, de langere planperiode en de uitlegbaarheid naar de omgeving. Als de (onzekere) betrouwbaarheid van de dam wordt meegenomen in de beoordeling van de waterveiligheid in de omliggende gebieden en in een eventuele dijkversterking, is het wenselijk dat deze ook inzichtelijk worden gemaakt.

Waterschap Limburg ziet momenteel verschillende opties voor wat betreft het meenemen van de Koningssteendam in het dijkversterkingstraject Thorn-Wessem.

1.

Waterschap Limburg neemt de hydraulische randvoorwaarden van het Rijk over en:

- Maakt een (formele) afspraak met Rijkswaterstaat over de aangenomen betrouwbaarheid van de Koningssteendam zodat Rijkswaterstaat dit kan programmeren in de risicogestuurde aanpak van beheer en onderhoud van rivieren; Rijkswaterstaat ziet zichzelf echter als rivierbeheerder en niet als beheerder van de dam.
- Maakt geen (formele) afspraak (de huidige status quo) met Rijkswaterstaat over de aangenomen standzekerheid van de Koningssteendam. In deze optie gaat het waterschap ervan uit dat RWS de betrouwbaarheid van de Koningssteendam uit eigen beweging voldoende monitort en mede in het belang van waterveiligheid acteert.

2.

Waterschap Limburg doet (al dan niet gezamenlijk met Rijkswaterstaat als rivierbeheerder) onderzoek naar de betrouwbaarheid van de Koningssteendam en:

- Past op basis van dit onderzoek de hydraulische ontwerprandvoorwaarden zelf aan.
- Neemt op basis van dit onderzoek een eventuele versterking van Koningssteendam op als alternatief om mogelijk extra verhoging van primaire waterkering te voorkomen (_ie ook juridisch keuzemenu).

3.

Waterschap Limburg maakt keuzes zonder verder onderzoek naar de betrouwbaarheid van de Koningssteendam en past op basis van deze keuzes de hydraulische ontwerprandvoorwaarden zelf aan en legt deze vast in ontwerpuitgangspunten. Hierbij valt te denken aan:

- De Koningssteendam als onbetrouwbaar aan te merken (faalkans ≈ 1); of
- Zelf een faalkans van de Koningssteendam in te schatten voor de planperiode van de dijkversterking (faalkans ≈ 1/x).

BEHEER EN ONDERHOUD

De beheerder heeft mogelijk een opgave om voor de levensduur van de dijkversterking de dam te beheren conform uitgangspunten van de dijkversterking. Het is momenteel echter onduidelijk wie de Koningssteendam in beheer en in eigendom heeft, vooral ook omdat de dam zowel op Nederlands als Belgisch grondgebied ligt. De verantwoordelijkheid voor beheer van de dam bepaalt mede de keuze tussen de genoemde opties.

Om dit in beeld te brengen lopen daarom gesprekken met de Vlaamse overheden. Waterschap Limburg en Rijkswaterstaat zijn in gesprek over hoe de betrouwbaarheid van de Koningssteendam in beeld kan worden gebracht. Dit om de opties te bespreken en gezamenlijk te bezien wie verantwoordelijkheid wil nemen en welke afspraken nodig zijn. Mogelijk wordt nog uitgezocht of hierover iets is opgenomen in de vergunnings-afspraken tussen provincie en ontgrinders van destijds.

De Koningssteendam.

DIJKVERSTERKING MARKERMEERDIJKEN: DE OEVERDIJK

Grote delen van de Markermeerdijken tussen Hoorn en Durgerdam ten noorden van het IJ voldoen niet aan de veiligheidseisen. Bij de landelijk waterveiligheidstoetsing in 2006 werden grote delen afgekeurd op macrostabiliteit. Op enkele plekken werd de dijk ook afgekeurd op dijkbekleding en kruinhoogte. De Alliantie Markermeerdijken versterkt 33,8 kilometer afgekeurde Markermeerdijken op basis van de nieuwe richtlijnen voor waterveiligheid (2017). Op verschillende plaatsen in het traject zijn in het projectplan oeverdijken opgenomen als dijkversterking. De oeverdijk bestaat uit een zandlichaam met een flauw talud aan de Markermeerzijde van de huidige dijk.

BELANGEN

Alternatieve oplossingen zijn om verschillende redenen afgevallen. Zo was binnendijks versterken geen optie vanwege onder andere de aanwezige bebouwing en het cultuurhistorische karakter van de dijk.

Het zandlichaam biedt kansen voor recreatie of natuur. Een deel van de benodigde natuurcompensatie van het gehele project wordt in dit gebied gerealiseerd. Het Hoornse Hop, dat buitendijks bij Hoorn ligt, is onderdeel van het Natura 2000 vogelrichtlijngebied Markermeer & IJ-meer. Dit wordt door de oeverdijk niet aangetast. De vogelpopulatie wordt niet nadelig beïnvloed. Echter, omdat publiek de brede dijk mag betreden, kan er wel sprake zijn van verstoring. De oeverdijk biedt een (potentieel) leefgebied voor beschermde soorten. Door de fiets- en wandelverbinding over de oeverdijk kan nadelig effect op het Natura 2000-gebied optreden. Op plekken waar drassig landschap wordt ontwikkeld en bij De Hulk, waar een visdiefkolonie aanwezig is, wordt daarom geen recreatie toegestaan. Dit beperkt de negatieve effecten van wandelen en fietsen.

Verder is de bestaande dijk deel van provinciaal monument de West-Friese Omringdijk. Door het aanleggen van een oeverdijk blijft de historische dijk als monument intact. Ook tast de oeverdijk geen bekende archeologische en cultuurhistorische waarden aan; de oorspronkelijke dijk wordt namelijk in stand gehouden.

TECHNIEK

De huidige Markermeerdijken staan op een ondergrond van slappe klei en veen. Hierdoor is een dijk met een steil talud (zowel binnen- als buitendijks) gevoelig voor instabiliteit. Een buitendijkse versterking zou betekenen dat een deel van het bestaande dijkprofiel zou moeten worden afgegraven om met grondverbetering de nieuwe dijk voldoende stabiliteit te geven.

In het noorden van het projectgebied bij de sectie Grote Waal-De Hulk is een oeverdijk de voorgenomen ontwerpoplossing. Deze oeverdijk neemt de waterkerende functie van de bestaande dijk over. De oeverdijk is van de bestaande dijk gescheiden door een stuk tussenwater en bestaat uit een zanddijk met een flauw talud, dat afloopt richting het Markermeer.

Vanaf de kruin van de oeverdijk tot aan de waterlijn is de breedte ongeveer 100 meter. Op het flauwe talud zullen onder hoogwater condities de golven breken. De kruin van de oeverdijk hoeft daardoor minder hoog te zijn met een opleverhoogte van NAP +2,3 meter (de hoogte van de bestaande dijk varieert in deze sectie van NAP 2,3 tot 2,7 meter). De oeverdijk krijgt op een aantal plaatsen strekdammen om langstransport van zand te beperken.

Bij de versterking van de Markermeerdijken is via een aanvullende systeemanalyse gekeken naar de interactie tussen de bestaande kering en de oeverdijk (nieuwe kering). De analyse heeft uiteindelijk niet geleid tot het toekennen van sterkte van de bestaande dijk bij de dimensionering van de oeverdijk. De reden is de onzekerheid over de bodemsamenstelling en twijfels over de onafhankelijkheid tussen beide elementen.

BEHEER EN ONDERHOUD

De oeverdijk wordt als waterstaatswerk in de legger opgenomen en wordt de nieuwe primaire waterkering. Voor de beheersing van een tussenliggende waterpartij krijgt de bestaande dijk naar verwachting de status van regionale kering (IPO klasse 3).

De Oeverdijk heeft het project de kans geboden om extra kwaliteit aan de natuurcompensatie toe te voegen. Hierdoor is in de sectie Grote Waal-De Hulk de natuurcompensatie van het gehele dijkversterkingsproject voorzien. Het beheer en onderhoud zal in dit gebied voornamelijk gericht zijn op het in stand houden van de aangebrachte natuurtypen. Dit geldt zowel voor het tussenwater als op de taluds van de oeverdijk. Het onderhoud hiervan zal bestaan uit het cyclisch maaien en afplaggen/uitkrabben.

Gedurende de instelperiode, een periode van vijf jaar na oplevering, zal de dijkversterking worden gemonitord en geëvalueerd. Hierdoor worden gegevens verzameld en kunnen ongewenste ontwikkelingen tijdig worden gesignaleerd. De oeverdijk bestaat uit een zandlichaam en zandsuppleties worden cyclisch uitgevoerd. Vooralsnog is het uitgangspunt dat eens in de 25 jaar een suppletie en een herverdeling van zand nodig is om het veiligheidsprofiel in stand te houden. De dammen worden correctief onderhouden. De vegetatie op de oeverdijk zorgt tevens voor erosiebestendigheid.

Twee keer per jaar wordt de kering grondig geïnspecteerd. Ook wordt er tijdens en na slechte weersomstandigheden geïnspecteerd. Wegen en fietspaden in beheer van Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier worden maandelijks geïnspecteerd op de veiligheid voor de gebruiker. Daarnaast is er jaarlijks een inspectieronde om het benodigde onderhoud te bepalen zodat de weg en fietspad blijven voldoen aan de eisen.

De huidige Markermeerdijk.

Impressie van de oeverdijk.

DIJKVERSTERKING ZUTPHEN: RIVIER IN DE STAD

Gemeente Zutphen is al meerdere jaren bezig met het programma Rivier In De Stad (RIDS). Belangrijk onderdeel van dit programma is de verbetering van de waterveiligheid en de ruimtelijke kwaliteit van de IJsselkade, het historische stadsfront van Zutphen. De IJsselkade vormt de primaire waterkering. Zij bestaat uit een lage kade in eigendom van de gemeente en een hoge kade in eigendom van Waterschap Rijn en IJssel. De gemeente gaat de waterkering vervangen met de herinrichting binnen RIDS.

Uit een gezamenlijk onderzoek komen mogelijkheden naar voren om de primaire waterkering binnen het RIDS-gebied met een ontwerphorizon van 100 jaar volledig op orde te brengen. Het gebied dat onder meer een verkeersader en een populair verblijfsgebied bevat, hoeft daardoor niet over een bijvoorbeeld 20 jaar weer volledig op de schop. Beide partijen hebben onderzocht of een gecombineerde aanpak voor een aantrekkelijk en veilige IJsselkade haalbaar is. Het resultaat hiervan is een aanpak die voor beide partijen voordelen biedt, omdat 'werk met werk' gemaakt wordt. Het project is inmiddels in uitvoering en wordt in 2020 opgeleverd.

BELANGEN

De herontwikkeling van de IJsselkade is één van negen projecten binnen het Programma '*Rivier in de Stad*'. Daarmee wordt de verbinding tussen de Zutphense binnenstad, de IJssel en De Hoven gelegd. Naast de gemeente is de Provincie een belangrijke partner voor het waterschap. Gemeente en Provincie hebben in 2012 het stadscontract getekend voor het uitvoeren van het programma. Waterschap en gemeente hebben in 2016 een samenwerkingsovereenkomst getekend. Het bestemmingsplan en het projectplan zijn in het voorjaar van 2017 onherroepelijk vastgesteld.

TECHNIEK

In de derde toetsronde uit 2012 is de waterkering binnen het IJsselkadegebied goedgekeurd. Bij hertoetsing volgens WBI 2017 bleek een deel van de lage kade toch niet te voldoen. Het faalmechanisme betreft hier macrostabiliteit buitenwaarts bij vallend water. In 2016 was nog onduidelijk of de onveilige dijk in aanmerking kwam voor financiering vanuit het HWBP. Inmiddels is bekend dat dit zo is. In 2016 werd een aantal ontwerpsessies georganiseerd door het waterschap, samen met een adviesbureau, KPR en HWBP. Hierin werden de uitgangspunten voor het ontwerp van de nieuwe waterkering vastgesteld, in lijn met het Ontwerpinstrumentarium 2014.

De hoogte van de kering was een belangrijke factor voor de ruimtelijke kwaliteit van de omgeving. Het bleek dat een toegestaan overslagdebiet van 10 l/s/m ten opzichte van 1 l/s/m tot 0,2 meter extra verlaging leidt. Met een 2D-model dat ontwikkeld is voor simulaties bij extreme neerslag in stedelijk gebied, heeft het waterschap de gevolgen voor het achterland bij verschillende overslagdebieten in beeld gebracht. Een debiet van 10 l/s/m lijkt vooralsnog acceptabel. Bij de ontwerphoogte van de waterkering is uiteindelijk toch uitgegaan van een overslagdebiet van 1 l/s/m. Dit omdat de hoogte dan ongeveer gelijk blijft aan de hoogte van de bestaande waterkering voor de verbetering. Als in de toekomst de hydraulische randvoorwaarden wijzigen en de kering hoger zou moeten worden, kan de mogelijkheid een hoger overslagdebiet toe te staan verder onderzocht worden.

In 2017 kwam de handreiking voor buitenwaartse macrostabiliteit bij vallend water gereed, opgesteld door KPR. De kering is hieraan getoetst. Het blijkt dat de rekenmethodes bij constructies met kort voorland en relatief hoog achterland niet toereikend zijn. Het beheerdersoordeel gaf aan dat een deel van de kering (gecombineerde lage en hoge damwandconstructie) met een kort voorland onveilig is.

BEHEER EN ONDERHOUD

De hoge kade die is uitgevoerd in een damwand met steenbekleding is in eigendom en beheer bij het waterschap. De lage kade die naast waterkering ook nog de oorspronkelijk aanmeerfunctie voor de scheepvaart heeft, is in eigendom en beheer bij de gemeente. Net zo als het verblijfgebied tussen beide kades.

JURIDISCHE BORGING

De lage aanmeerkade is in de jaren '50 aangelegd, de hoge waterkerende kade in de jaren '60. Bij het ontwerp daarvan is van de bestaande situatie uitgegaan. Zowel de lage als de hoge kade zijn opgenomen in de legger. Ook daar waar het voorland duidelijk verbreedt en beide kades waarschijnlijk onafhankelijk van elkaar kunnen functioneren. Het permanent verwijderen van de lage kade heeft erosie van het voorland tot gevolg waardoor zonder maatregelen de hoge kade zal bezwijken. Na de realisatie zal de nieuwe situatie verwerkt worden in de legger.

FINANCIËLE ASPECTEN

De Gemeente Zutphen financiert de herinrichting van de IJsselkade en de vervanging van de waterkering waar dat voor de herinrichting noodzakelijk is, evenals de maatregelen aan de lage kade. Het waterschap financiert de maatregelen aan het resterende deel van de hoge kade en neemt een deel van de voorbereidings- en uitvoeringskosten vaar zijn rekening. Bij de hertoets in 2016 van de hoge kade bleek deze te voldoen aan de overige veiligheidseisen (buiten macrostabiliteit buitenwaarts bij vallend water) zodat financiering vanuit het HWBP op basis van een afkeuring onzeker was. Dit vond plaats ten tijde van de besluitvorming in 2016. Met een *Life Cycle Cost* (LCC) benadering zijn de kosten van nu meekoppelen met de gemeente vergeleken met de kosten van het vervangen van de kering over 20 jaar (einde levensduur). De kosten voor nu meekoppelen bleken lager uit te vallen volgens de Contante Waarde Methode over een periode van de levensduur van de waterkering (100 jaar). Ondanks de onzekerheid over financiering vanuit het HWBP hebben gemeente en waterschap besloten de hoge kade volledig te vervangen.

Huidige IJsselkade van Zutphen.

Impressie van de herinrichting.

MARITIEME SERVICEHAVEN NOORDELIJK FLEVOLAND BIJ URK

De huidige haven van Urk in Flevoland zit aan zijn capaciteit voor wat betreft de uitbreidingsmogelijkheden voor bedrijven.

Groeimogelijkheden zijn beperkt door gebrek aan ruimte en de kleine afstand tot de stadskern van Urk. Bij zowel belanghebbende bedrijven als bij gemeenten Urk en Noordoostpolder bestaat de wens voor de ontwikkeling van een buitendijkse servicehaven: de Maritieme Servicehaven Noordelijk Flevoland (MSNF). De servicehaven zal zich richten op maritieme dienstverlening. Dat trekt bedrijven die zich richten op onderhoud (af)bouw en refit van schepen en waterbouw- en offshore activiteiten. Complementair aan de MSNF wordt bij Lelystad een haven voor laad- en losactiviteiten ontwikkeld (de Flevokust Haven).

BELANGEN

De ontwikkeling van de MSNF is geïnitieerd vanuit lokale bedrijven en de gemeente Urk. De locatie bevindt zich op grondgebied van de gemeenten Dronten en Noordoostpolder. Provincie Flevoland is van mening dat deze haven van groot belang is voor de economische ontwikkeling van de regio Noordelijk Flevoland. Daarom is deze ontwikkeling door Provinciale Staten van provinciaal belang verklaard. De drie gemeenten en de provincie hebben in september 2016 een samenwerkingsovereenkomst getekend. Provinciale Staten hebben in 2016 een Provinciaal inpassingsplan (PIP) met Milieueffectrapport (MER) opgesteld voor de servicehaven. Dit inpassingsplan is in zomer 2017 door de Provinciale Staten vastgesteld.

De IJsselmeervereniging heeft in oktober 2017 beroep aangetekend bij de Raad van State tegen de aanleg van de haven. Zij deed dit op grond van de aantasting van de natuur en het landschap en de grootte van het haventerrein. Ook heeft de vereniging bezwaar tegen de toegestane hoogte van de bebouwing (tot 35 m). Op het moment van schrijven van deze Handreiking is hierover nog geen uitspraak gedaan.

TECHNIEK

De nieuwe servicehaven wordt iets ten zuiden van Urk buitendijks aangelegd en bestaat uit drie belangrijke componenten: een kademuur met daarachter een haventerrein en een golfbreker. De golfbreker wordt aangelegd om bij harde wind de haven te beschermen en verlaagt ook de te verwachte golfoploop- en overslag op de achterliggende dijk. Daarnaast kan het haventerrein worden beschouwd als een hard voorland voor de bestaande dijk.

De huidige dijk voldoet niet aan de waterveiligheidseisen volgens de nieuwe normen. Het meenemen van het effect van de haven kan bijdragen aan het halen van de veiligheidsbeoordeling. Om de dijk te laten voldoen aan de nieuwe normen is de verwachting dat de beoogde golfbreker met nautische functie versterkt moet worden om daarmee ook een waterveiligheidsfunctie te kunnen vervullen. Dit voorkomt dat de dijk bij de formele peildatum in 2023 wordt afgekeurd.

Momenteel is alleen de golfreducerende werking van de golfbreker door waterschap Zuiderzeeland meegenomen in het oplossen van de veiligheidsopgave van de dijk. Het effect van het haventerrein en de kademuur op de golfoploop- en overslag is niet meegenomen. Deze keuze is het resultaat van een gezamenlijke afweging van het waterschap en de provincie. Criteria die hierbij een rol spelen zijn: de onzekerheid van het voorland in huidige vorm, toekomstige versterkbaarheid, inspecteerbaarheid en handelingsvrijheid voor ondernemers op het haventerrein.

BEHEER EN ONDERHOUD

Het beheer van de haven hangt af van de manier waarop deze wordt meegenomen in de veiligheidsopgave. Als er onderdelen van het voorland worden meegenomen in de veiligheidsopgave van de achterliggende dijk, zullen de onderdelen ook als zodanig moeten worden beheerd. Dit is vooralsnog niet aan de orde, omdat het waterschap ervoor kiest alleen de golfbreker mee te nemen. In dat geval moet alleen het functioneren van de golfbreker worden geborgd; dit kan in samenwerking met de eigenaar of exploitant van de haven.

JURIDISCHE BORGING

Het waterschap wil de mogelijkheid hebben voor sturing en handhaving. Als delen van de haven worden opgenomen in de veiligheidsopgave, moet dit ook worden vertaald naar formele juridische borging. Als de golfbreker bijvoorbeeld wordt meegenomen, kan hij worden opgenomen als waterstaatswerk in de legger van het waterschap.

FINANCIËLE ASPECTEN

Het waterschap draagt bij aan de extra kosten omdat het wil dat de golfbreker voldoet aan de waterveiligheidseisen. Op het moment van schrijven van deze Handreiking loopt er een discussie met het HWBP over de vraag of en hoe de subsidieregeling een bijdrage kan leveren aan de financiering van het project. Argument van het waterschap is dat de kosten van deze investering lager zijn, dan wanneer het waterschap eigenstandig later de dijkversterking had moeten realiseren. Conform de subisidieregeling (_Zie bijlage uitgangspunten van de subsidieregeling voor de bekostiging van maatregelen) zouden de marginale meerkosten van aanleg van een zwaardere golfbreker subsidiabel zijn, waarbij het HWBP voor 90% bijdraagt.

FEYENOORD AAN DE MAASOEVER

Gemeente Rotterdam werkt samen met voetbalclub Feyenoord aan een nieuw stadion voor Feyenoord, hieraan wordt een gebiedsontwikkeling en een sociaal-economisch programma gekoppeld ('Feyenoord City'). Op de zuidelijke Nieuwe Maasoever beoogt de gemeente, naast een nieuw stadion, een stadvernieuwing met onder andere een waterfront, een promenade, woningen en horeca.

BELANGEN

Het nieuwe stadion is ontworpen waar de kade overgaat naar de rivier en is daarmee van invloed op de primaire waterkering die daar ligt. Binnendijks, dicht bij de kering, ligt een spoorlijn van ProRail. Het inpassen van het stadion en de gebiedsontwikkeling is dus complex. Veel partijen moeten betrokken worden bij de afstemming over de gebiedsontwikkeling. Bijvoorbeeld het waterschap Hollandse Delta voor de waterkering en waterbedrijf Evides voor de transportleidingen.

TECHNIEK

Voor de dijk ligt momenteel een hoog en breed voorland dat bijdraagt aan de waterveiligheid. De hoogte van dit voorland is NAP +4,0 tot +4,6 meter. De hoogte van de kruin is NAP +5,6 meter. Afhankelijke van het ontwerp zou het nieuwe stadion kunnen bijdragen aan de waterveiligheid. Eventueel kan het een kerende functie vervullen. Momenteel voldoet de dijk aan de norm, maar de kering is door het waterschap nog niet beoordeeld conform het WBI2017. Verwacht wordt dat de dijk ruim aan de norm voldoet, mede door het aanwezige hoge en brede voorland. Per faalmechanisme moet dit te zijner tijd in detail worden geanalyseerd. Het project Feyenoord City hanteert als uitgangspunt de signaleringswaarde voor de dijk van 1/3.000 jaar.

Voor wat betreft de aanleg van het stadion zijn er ook risico's. Het is van belang dat de waterkering altijd zijn hoofdfunctie voor de waterveiligheid behoudt. Mogelijk worden in de waterkering kolommen voor de fundatie van het stadion geplaatst. Hier dient tijdens het ontwerpproces rekening mee gehouden te worden. Naar verwachting bevindt zich onder het dijklichaam een cohesief grondpakket van zo'n 20 meter dik. Heien in een slecht doorlatende grondlaag kan tot wateroverspanning en verminderde korrelspanning leiden. Het plaatsen van een paalfundering zou dus de stabiliteit van het dijktalud en de naastgelegen spoorlijn al dan niet tijdelijk kunnen beïnvloeden. Ook moet de benodigde fundering worden afgestemd op de aanwezige ondergrondse infrastructuur (hoofd gas- en waterleidingen).

BEHEER EN ONDERHOUD

Bij het ontwerp van het stadion moet verder rekening worden gehouden met het onderhoud dat het waterschap periodiek aan de dijk moet kunnen uitvoeren. De dijkbekleding moet goed bereikbaar blijven.

Impressie van Feyenoord City.

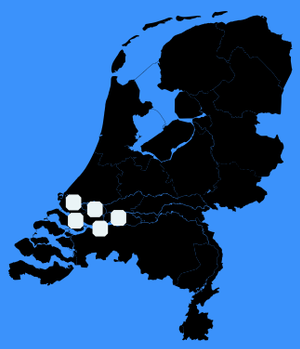
ZETTINGSVLOEIING IN DE RIJN-MAASMONDING

In de verlengde derde toetsronde in 2013 is een aantal dijkvakken in het beheergebied van Waterschap Hollandse Delta afgekeurd op het faalmechanisme zettingsvloeiing. Zettingsvloeiing is een mechanisme waarbij zand in een onderwatertalud schijnbaar spontaan vervloeit en waarbij een groot volume zand zich over grote afstand verplaatst. Een zettingsvloeiing kan het voorland aantasten maar ook de dijk daarachter. Het bleek in enkele gevallen noodzakelijk om een noodprocedure (conform artikel 5.30 Waterwet) te doorlopen.

BELANGEN

Zowel voor waterveiligheid als bevaarbaarheid is een stabiele rivierbodem van groot belang. De bodemdynamiek in dit getijdegebied wordt bepaald door veel factoren, waaronder de rivierafvoer, het getij, de heterogene ondergrond, het vaargeulonderhoud en andere menselijke ingrepen. Zowel voor RWS als het waterschap is het daarom van belang om de dynamiek van de rivierbodem in het RMM-gebied goed te volgen.

Rijkswaterstaat West-Nederland-zuid (RWS-WNZ) en Waterschap Hollandse Delta (WSHD) werken daarom aan een set afspraken om het fenomeen zettingsvloeiing zoveel mogelijk te beheersen. Basis voor de afspraken is het besef dat er een gezamenlijke verantwoordelijkheid is en een gezamenlijk belang.



BEHEER EN ONDERHOUD

De kern van de afspraken bestaat uit het samen optrekken bij het meten, analyseren en uitwisselen van gegevens. Door de ontwikkeling van de rivierbodems en onderwatertaluds goed te monitoren, kan een mogelijk risico op zettingsvloeiing tijdig gesignaleerd worden. Als zich dat voordoet komen beide partijen bij elkaar om in onderling overleg de vervolgstappen te bepalen.

De beheerafspraken gaan uit van een aanpak van grof naar fijn. Startpunt voor de uit te voeren metingen is de 'aandachtsgebiedenkaart'. Hierop zijn alle waterkeringen gemarkeerd waarbij de breedte van het voorland minder is dan 200 meter en waarbij de rivierbodem dieper is dan 9 meter. Alle locaties die aan beide criteria voldoen worden in het meetprogramma meegenomen. Op de locaties wordt minimaal één keer per jaar een meting uitgevoerd van het onderwaterprofiel. Dat gebeurt deels door RWS-WNZ en deels door WSHD. Door uitwisseling van de meetprogramma's worden geen locaties gemist of dubbel gemeten.

Voor alle gemeten locaties wordt jaarlijkse geanalyseerd in hoeverre de geometrie stabiel is. 'Stabiel' betekent dat er geen sprake is van doorgaande geleidelijke verandering van de onderwatergeometrie. In dat geval mag de kans op een zettingsvloeiing verwaarloosbaar worden geacht. De beslisregels hiervoor zijn:

1. Een horizontale verandering van de onderwatertalud oever,
2. Een verdieping van de rivierbodem,
3. Een versteiling van het steilste taluddeel over 5m.

Op basis van verschillen-analyse worden de veranderingen in drie categorieën ingedeeld:

1. Geen negatieve verandering,
2. Een kleine negatieve verandering,
3. Grote negatieve verandering.

Als op één of meer van de beslisregels een negatieve verandering waarneembaar is, zal dat een teken zijn voor extra monitoring, nader onderzoek en een gedetailleerde faalkansanalyse van de integrale waterkering op basis van het WBI2017. Op basis van de resultaten van de faalkansanalyse wordt de urgentie bepaald. Bij een laag urgentie blijft de monitoring plaatsvinden. Bij een hogere urgentie worden in overleg tussen RWS en WSHD beheer- en/of verbetermaatregelen getroffen.

MEANDERENDE GEULEN IN HET VOORLAND

In het kader van de Maaswerken is in Limburg een aantal projecten uitgevoerd waarin hoogwaterbescherming, ruimte voor de rivier, delfstoffenwinning, recreatie en natuurontwikkeling zijn gecombineerd. Belangrijke onderdeel hiervan is de aanleg van nevengeulen, zoals bij Ooijen-Wanssum. Ook het terugbrengen van 'natuurlijke dynamiek' was hiervan onderdeel, zoals bijvoorbeeld het opnieuw laten meanderen van de Grensmaas. Op een aantal locaties is het voorland onderhevig aan erosie- en sedimentatieprocessen in nevengeulen en het meanderen van de Maas.

BELANGEN

Vanuit ecologisch en recreatief oogpunt is de natuurlijke dynamiek in de nevengeulen en de Maas zeer gewenst. In een aantal situaties treedt uitschuring van het bodemprofiel op. De resulterende verlaging van waterstanden is gunstig voor de afvoerfunctie van de rivier bij hoogwater. Het stimuleren van natuurlijke dynamiek leidt echter ook tot een nadeel: op een aantal plekken erodeert het voorland dusdanig dat dit de betrouwbaarheid van de primaire waterkering zou kunnen bedreigen.

BEHEER EN ONDERHOUD

Wanneer hoofd- en/of nevengeulen van de Maas richting de waterkering meanderen is het een kwestie van goede afstemming tussen de rivierbeheerder (Rijkswaterstaat) en de waterkeringbeheerder (Waterschap Limburg). Zowel de waterkeringbeheerder als de rivierbeheerder hebben hier een belang en een verantwoordelijkheid. Het is belangrijk dat de alliantiepartners elkaar niet alleen tijdens de uitvoering van HWBP-projecten weten te vinden, maar tijdig goede afspraken maken over verantwoordelijkheden, monitoring, financiering en communicatie nodig. Zo kan een kostbare dijkversterking worden voorkomen.

Om te voorkomen dat bewegende geulen de door de Waterwet vereiste betrouwbaarheid van de waterkering in gevaar brengen als ze te dicht bij de kering komen, moeten tijdig maatregelen worden genomen. Bijvoorbeeld het vastleggen van de oever.

Voor een deel van de Maas hebben Rijkswaterstaat en Waterschap Limburg daarom een tweetal lijnen vastgesteld. Als door erosie de 'signaleringslijn' wordt overschreden, gaan RWS en het waterschap in overleg. De 'interventielijn' is het profiel dat niet mag worden aangetast om problemen met stabiliteit en een HWBP opgave te voorkomen. Momenteel zijn er nog geen afspraken over wie verantwoordelijk is voor de interventiemaatregel als een lijn wordt overschreden. Ook staat nog niet vast welke partij de noodzakelijke maatregel financiert en/of uitvoert. Tot die tijd wordt er jaarlijks een klein budget vrijgemaakt voor de locaties waar urgente maatregelen nodig zijn. De kosten worden tussen Rijkswaterstaat en Waterschap Limburg gedeeld.

De basis voor goede beheerafspraken is dat waterschap en RWS hun eigen systeem en de verschillende functies goed in beeld hebben. Op dit moment zijn de signalerings- en interventielijnen maar voor een klein deel van het riviertraject bepaald. Het waterschap gaat als bijproduct van de wettelijke beoordeling (2023) de signalerings- en interventieprofielen opstellen voor de andere dijktrajecten. Deze vormen samen met de maximale meandergrenzen van de rivierbeheerder de basis voor onderlinge beheerafspraken.

In het vergunningentraject voor gebiedsontwikkeling Ooijen-Wanssum zijn interventie- en signaleringslijnen vastgesteld. De vergunninghouder is verplicht de lijnen te handhaven. Vanwege het belang van de waterkering zal er ook een monitoringsinspanning van het waterschap nodig zijn. Op locaties *zonder* vergunning is de verantwoordelijkheid voor het beheer van (neven)geulen nog niet duidelijk belegd. Er speelt een vergelijkbare problematiek rond het risico op zettingsvloeiing van de vooroevers in de Zeeuwse en Zuid-Hollandse delta. Daarom wordt door een landelijke werkgroep een standaard beheerovereenkomst tussen de rivierbeheerder en de waterkering beheerder gemaakt. Daarin kunnen nadere afspraken worden vastgelegd (_Zie ook het voorbeeld Zettingsvloeiing in de Rijn-Maasmonding).

EINDNOTEN

[1] De Regeling Veiligheid Primaire Waterkeringen omschrijft voorland als 'buitendijks terrein tussen de dijk en de rivier, of ondiepe waterbodem voor de teen van de dijk'.

[2] Zoals: Grondslagen voor Hoogwaterbescherming[001], Het wettelijke beoordelingsinstrumentarium (WBI)[002], Handreiking Ontwerpen met Overstromingskansen (OI)[003], Technische rapporten en leidraden, Handreiking traject-aanpak[004], Kader Zorgplicht[005], Handreiking Risicogestuurd Beheer en Onderhoud[006], HWBP-programmakaders en Green Deal Duurzaam GWW[007].

[3] Een aandachtspunt is dat de natuurlijke dynamiek soms haaks staat op de instandhoudingsdoelen van Natura 2000 habitatrichtlijngebieden. Door aanslibbing van natuurlijke voorlanden (bijvoorbeeld kwelders in de Waddenzee) komt dit land namelijk hoger te liggen, wat in het licht van het instandhoudingsdoel onwenselijk kan zijn.

[4] Deze Handreiking gebruikt 'waterkeringbeheerder' voor alle organisaties in Nederland die verantwoordelijk zijn voor de waterkeringen, zoals Rijkswaterstaat en de waterschappen. Met 'beheerder' wordt bedoeld de medewerkers c.q. afdelingen die binnen de waterkeringbeheerders verantwoordelijk zijn voor het (dagelijks) beheer en onderhoud van de waterkeringen in de vorm van inspecties, handhaving, onderhoud, etc.

[5] Deze Wet treedt naar verwachting in 2021 in werking.[052]

[6] Er zijn wel kaders die het belang van individuele functies borgen, zoals de beleids- en keurregels van de waterkering-beheerder, regels voor bescherming van Natura 2000-gebieden (ADC-toets) en de redeneerlijn buitendijks versterken (_Zie ook H.2). Geen van deze kaders faciliteren echter een integrale afweging. Verschillende beleids- of ambitiedocumenten noemen het integrale belang van het combineren van functies in het voorland van de waterkering (zoals de Beleidslijn Grote Rivieren, Natuurambitie Grote Wateren, de regionale voorkeursstrategieën van het Deltaprogramma). Toch is een goede afweging bij conflicterende belangen vooralsnog vooral een procesvereiste[049; 050].

[7] Voorland heeft tevens invloed op de gevolgen van overstromingen. Na een dijkdoorbraak beperkt de aanwezigheid van voorland de toestroming tot en de groeisnelheid van een bres. Hierdoor zal het overstroomd gebied kleiner zijn en zal de waterstand minder snel en minder hoog stijgen. De gevolgen van overstroming zijn geen variabele bij beoordeling of ontwerp, maar liggen ten grondslag aan de norm. Dit aspect is in de voorliggende Handreiking daarom niet meegenomen.

[8] Strikt genomen geldt voor ontwerp een ander kader om te komen tot een maatregel die aan de wettelijke norm voldoet, namelijk de Handreiking Ontwerpen met Overstromingskansen (OI2014). Het OI2014 heeft in tegenstelling tot het WBI geen wettelijke status, want 'strekt tot aanbeveling'. Het gebruik ervan wordt echter door het HWBP voorgeschreven, dus vormt in die zin een harde voorwaarde. Het OI2014 sluit nauw aan op het WBI2017 en gebruikt waar mogelijk kennis uit het WBI2017. Ook gebruikt het in principe sterktemodellen en veiligheidsfactoren uit WBI2017 en zijn slechts incidenteel andere keuzes gemaakt.[003]

[9] In veel gevallen zal ook dit een onwaarschijnlijk combinatie zijn. Deze mechanismen treden in principe op bij een andere belastingsituatie: een afschuiving treedt op bij lage waterstanden, golfafslag bij hoge waterstanden.

[10] Voorland kan ook leiden tot een toename van de waterstand, als gevolg van windopzet. Een substantiële toename (meer dan enkele centimeters) valt alleen te verwachten bij zeer brede voorlanden (ordegrootte kilometer) waarop in een hoogwatersituatie slechts een dunne laag water staat (tot een halve meter). Dit komt in Nederland nauwelijks voor. Deze Handreiking gaat daarom niet verder in op dit effect.

[11] Het effect van het voorland en andere elementen (bijvoorbeeld voorlandkeringen, zomerkades of havendammen) aan de offshorezijde van de uitvoerpunten is in de hydraulische randvoorwaarden namelijk op verschillende manieren meegenomen, afhankelijk van het deelgebied. De factsheet 'Aanpassen golfcondities' in WBI2017 bevat meer achtergronden over de herkomst van de gehanteerde databases en modellen.[019]

[12] Dit is niet altijd het geval. Als er sprake is van een zeer breed voorland en geen substantiële verandering in de hoogteligging van het voorland over de laatste 50 m, dan is het effect hiervan ondergeschikt (_Zie ook POV Waddenzeedijken).

[13] Een aandachtspunt m.b.t. gebruik van de schematiseringshandleiding, is dat deze aangeeft dat het effect van het voorland niet hoeft te worden meegenomen als de waterkering zonder voorland al voldoet. Dit is echter niet in de geest van de Waterwet. Deze Handreiking Voorland adviseert om het voorland altijd mee te nemen.

[14] Hiernaast is de probabilistische analyse per dijktraject mogelijk, maar deze is minder gebruikelijk.

[15] Voor de analyse kan gebruik gemaakt worden van DGeostability 17.1 en hoger in combinatie met de Probabilic Tool Kit (beide beschikbaar via Deltares). Ook met de nieuwe projectsoftware, die in opdracht van de POV Macrostabiliteit is uitgebracht (DStability), kan met of zonder de Probabilitic Tool Kit een faalkansanalyse worden uitgevoerd.

[16] Uit de nieuwste proeven van de POV Macrostabiliteit is gebleken dat het mogelijk is dat de dijk eventueel eerder verzadigt. Dit is wel locatieafhankelijk en is een aandachtpunt bij het uitvoeren van deze analyse.

[17] De Grondslagen voor Hoogwaterbescherming zeggen hierover: 'Door frequent te inspecteren en snel in te grijpen is de kans dat een kering tijdens een hoogwaterbelasting in een slechtere conditie verkeert dan verwacht te verkleinen. Mogelijk is de faalkansbijdrage van het scenario waarin de kering beschadigd raakt, niet tijdig wordt hersteld en vervolgens faalt verwaarloosbaar klein te maken door maatregelen te treffen in de sfeer van beheer en onderhoud. Als deze faalkansbijdrage nooit voldoende klein te maken is, bijvoorbeeld omdat dit vrijwel continue inspecties zou vergen of ingrepen onder extreme omstandigheden, zijn structurele maatregelen zoals dijkversterking nodig.'

[18] De Handreiking Risicogestuurd Beheer en Onderhoud van STOWA, noemt in dit kader een normniveau en een interventiewaarde. Deze zijn niet direct gerelateerd aan de in de Waterwet genoemde normwaarden: de signaleringswaarde en ondergrens.

[19] Voor de BGT is de ambitie dat alle veranderingen van harde elementen binnen 4 maanden verwerkt zijn in het BGT.[033]

[20] Dit conform Waterwet, art. 2.12, lid 2.

[21] Vergunning- en meldplichten van het waterschap als beheerder van primaire waterkeringen worden vastgelegd in de Keur, onder de Omgevingswet is de Waterschapsverordening de opvolger van de Keur.

[22] Vergunning- en meldplichten van Rijkswaterstaat als beheerder van primaire waterkeringen worden vastgelegd in het Waterbesluit (hoofdstuk 6).

[23] Dit volgt uit de basiseisen voor uitvoering van de zorgplicht die door de gezamenlijke waterschappen zijn geformuleerd[034], zijn vastgesteld door de Unie van Waterschappen en door ILT worden gebruikt om de toezichtstrategie voor uitvoering van zorgplicht definitief vorm te geven. De relevante basiseis luidt: 'Activiteiten van derden of de eigen organisatie op, aan of nabij een primaire waterkering zijn gereguleerd via algemene keurvoorschriften, het projectplan Waterwet ofwel door middel van een vergunning.'

[24] Hiervoor geldt een bijzondere wettelijke procedure op grond van de Onteigeningswet.

[25] Sober wil zeggen dat alleen de kosten van maatregelen om de primaire waterkering weer aan de veiligheidsnorm te laten voldoen en de wettelijke inpassing daarvan in de omgeving, voor subsidie in aanmerking komen. Doelmatig houdt in dat de totale kosten van een primaire waterkering gedurende de gehele (resterende) levensduur worden geminimaliseerd.[036]

[26] In het kader van het deltaprogramma is bijvoorbeeld een adaptatiepadenmethode ontwikkeld om inzicht te krijgen in welke maatregelen effectief zijn en wanneer er overgestapt kan of moet worden naar alternatieve oplossingen.[038]

[27] Bij een adaptieve aanpak is sprake van oplossingen die (meer) flexibiliteit bieden voor toekomstige (vervolg) maatregelen om daarmee (regret)kosten te beperken.

[28] Bron: www.landscape-architects.nl/nl/projects/ruimtelijke_kwaliteit_dijkversterking/

REFERENTIES

001 Grondslagen voor hoogwaterbescherming, Expertisenetwerk Waterveiligheid, 1-12-2016
002 Wettelijk beoordelingsinstrumentarium (WBI)
003 Handreiking ontwerpen met overstromingskansen (OI2014v4), Rijkswaterstaat, feb 2017
004 Handreiking trajectaanpak, Unie van Waterschappen, 1-9-2018
005 Kader Zorgplicht Primaire Waterkeringen , Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 1-3-2015
006 Handreiking risicogestuurd beheer en onderhoud van waterkeringen, STOWA, 2018
007 Green Deal Duurzaam GWW 2.0, Rijksoverheid
008 Redeneerlijn buitendijks versterken, Ministerie van Infrastructuur en Milieu, DGRW, 25-8-2017
009 Projectplan Prins Hendrikzanddijk, HHNK, 17-03-2017
010 Handreiking verkenning, Programmadirectie HWBP, okt 2017
011 Handreiking planuitwerking, Programmadirectie HWBP, 25-10-2014
012 Handreiking landschappelijke inpassing en ruimtelijke kwaliteit in waterveiligheidsopgaven, Programmadirectie HWBP, 24-10-2014
013 Schematiseringshandleiding golfafslag voorland, Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 1-12-2016
014 Schematiseringshandleiding afschuiving voorland, Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 1-12-2016
015 Schematiseringshandleiding zettingsvloeiing, Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 1-12-2016
016 Vraag over optreden van zettingsvloeiing i.r.t. dikte zandlaag, Helpdesk Water
017 Memo factsheet indirecte mechanismen, Deltares, 18-09-2017
018 Factsheet golfcondities bij ontwerpen en toetsen, Kennisplatform Risicobenadering, 27-02-2018
019 Factsheet (aanpassen) golfcondities in WBI2017, Rijkswaterstaat, 29-11-2017
020 Schematiseringshandleiding hydraulische condities bij de dijkteen, Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 1-12-2016
021 Memo kansverdeling golfhoogte in GEBU-oploopzone, Deltares, 25-05-2018
022 Safety assessment method for macrostability of dikes with high foreshores, TU Delft, 1-01-2018
023 Schematiseringshandleiding macrostabiliteit, Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 1-12-2016
024 Rapport Effect Voorland op mechanismen macrostabiliteit binnenwaarts Case WSRL TIWA, Green Rivers, 2018
025 Schematiseringshandleiding piping, Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2-01-2017
026 Zandmeevoerende Wellen, RWS/Deltares, 1-03-2012
027 Faalkansendatabase duinen periode 1965-2017, HKV, 1-12-2017
028 WBI - belasting- en sterkteonzekerheden, Deltares, 5-08-2016
029 Ontwerp en beoordeling van dijk-voorlandsystemen, HKV, 2018
030 Faalpaden, Deltares, nov 2018
031 Beheerafspraken RWS-waterschap - kaderstelling, RWS/UvW, 1-08-2017
032 Visiedocument *Xbeach* 2023, Deltares, 2014
033 De stand van de BGT, monitorrapportage, Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 1-03-2016
034 Basiseisen uitvoering zorgplicht primaire waterkeringen, Unie van Waterschappen, 2016
035 Versterking havendammen is gedeelde verantwoordelijkheid, denieuwafsluitdijk.nl, 18-12-2018
036 De ontwerpeis 'sober en doelmatig', hwbp.nl
037 LCC in dijkversterking voor een doelmatige oplossing, HWBP, 1-09-2016
038 Adaptatiepadenmethode voor buitendijkse gebiedsontwikkeling, Rooilijn, 2013
039 Inventarisatie beheer- en onderhoudskosten primaire waterkeringen, Triple Bridge, 31-12-2014
040 Effectiviteit Voorlanden HR. Onderzoeksrapportage POV Waddenzeedijken, Fase B, Arcadis, Deltares, HKV, 31-03-2017
041 Effectiviteit Voorlanden HR. Onderzoeksrapportage POV Waddenzeedijken, Fase C, Arcadis, Deltares, HKV, 12-03-2018
042 Vijftig jaar monitoring en beheer van de Friese en Groninger kwelderwerken, Dijkema, K.S., Van Duin, W.E., Dijkman, E.M., Nicolai, E., Jongerius, H., Keegstra, H., Van Eg-mond, L., Venema, H.J., Jongsma, J.J., 2011
043 Assessing safety of Nature-based Flood Defenses dealing with extremes and uncertainties, Vuik, V., Van Vuren, S., Borsje, B.W., van Wesenbeeck, B.K., Jonkman, S.N., 2018
044 Salt Marshes for Flood Risk Reduction quantifying Long-Term Effectiveness and Life-Cycle Costs, Vuik, V., Willemsen, P.W.J.M., Borsje, B.W., & Jonkman, S.N., 2018
045 Fenomenologische beschrijving – Faalmechanismen WTI, Deltares, 2015
046 Effect voorland op mechanische macrostabiliteit binnenwaarts, case HHSK, projectkijk, dijkvak I, Greenrivers, 2018
047 Effect voorland op mechanische macrostabiliteit binnenwaarts, case WSHD, Ridderkerk, Ringdijk Slikkerveer, Greenrivers, 2018
048 Effect voorland op mechanische macrostabiliteit binnenwaarts, case WSRL – TIWA – Wienerberger, Greenrivers, 2018
049 Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte, Ministerie van I&M, 1-03-2012
050 Evaluatie structuurvisie infrastructuur en ruimte, RIGO, Berenschot, 24-02-2016
051 Discussiedocument SLA voor de kustlijnzorg, Jongejan RMC, 30-10-2012
052 Omgevingswet in het kort, Ministerie van I&M, 1-06-2014
053 BwN pilot Houtribdijk Guideline beheer en onderhoud voor aangelegde zandige voorlanden in grote wateren, Ecoshape, Juli 2018
054 Meerwaarde Levende Waterbouw - Een maatschappelijke kostprijsanalyse, Rijkswaterstaat, 2011
055 Quick scan voorlanden Hollandsche IJssel, POV Voorlanden, 2018
056 WBI veiligheidsraamwerk kabels en leidingen, Deltares, 2018
057 Faalkansanalyse bij dijkontwerp Zeeburgereiland met een parallelle waterleiding, Deltares, 2018
058 Herijking beleid uitgiftepeilen in buitendijks gebied - Beleid en onderbouwing, gemeente Rotterdam, jan 2018
059 Diverse interviews van POV Voorlanden met medewerkers van waterkeringbeheerders en andere deskundigen, POV Voorlanden, 2017-2018
060 KPR Factsheet, Hoe om te gaan met waterbezwaar als gevolg van hoge overslagdebieten, 2018
061 Vegetatie als maatregel voor reductie benodigde kruinhoogte voor het traject Tiel-Waardenburg, Deltares, 2016
062 Kustversterkingsplan Westkapelse Zeedijk, Waterschap Zeeuwse Eilanden, 2007
063 Voorlanden en Piping - Uitwerking van een tweetal casussen voor POV Voorlanden, RHDHV, 2018
064 Website www.ecoshape.org/nl/projecten/pilot-houtribdijk
065 Pilot voorlandoplossing Houtribdijk, mei 2014
066 Impressie van grienddijk bij Fort Steurgat, Robbert de Koning Landschapsarchitect BNT
067 Ontwikkeling Zwakke-Schakel suppletie Westkapelle, Deltares
068 Gebiedsopgave Sliedrecht – Deelrapportage MIRT-onderzoek Alblasserwaard-Vijfheerenlanden
069 Veiligheidsbeoordeling WBI2017 Nieuwe Diep, HKV, 2018
070 Technisch rapport waterspanningen bij dijken Waterkeringen, TAW, 2004
071 Historische Ontwikkelingen voorlanden Hollandsche IJssel, Infram, 2017
072 Advies aan POV Voorlanden inzake Handreiking Voorland, ENW-18-09, 2018
073 KPR Review 308; review KPR tussenversie Handreiking Voorland, KPR, 2018
074 Advies POV Voorlanden, Deltares 11201573-002, 2018
075 Pilot 'Ruimtelijk Instrumentarium Dijken', HHSK, 2016
076 Voorland en Veiligheid, Utrecht Centre for Water, Oceans and Sustainability Law Universiteit Utrecht, 2018
077 Standaard Systematiek voor kostenramingen - SSK-2010, CROW, 2010

BIJLAGE

UITGANGSPUNTEN VAN DE SUBSIDIEREGELING VOOR DE BEKOSTIGING VAN MAATREGELEN

Een belangrijk uitgangspunt voor het opstellen van een financiële businesscase per financier is de subsidieregeling voor het Hoogwaterbeschermingsprogramma. Deze subsidieregeling is per 1 april 2014 in werking is getreden en geeft uitvoering aan de op 1 januari 2014 in werking getreden Wet van 15 mei 2013 tot wijziging van de Waterwet (doelmatigheid en bekostiging hoogwaterbescherming). In deze wijziging van de Waterwet zijn de afspraken uit het Bestuursakkoord Water nader uitgewerkt en wettelijk verankerd. Deze afspraken hadden tot doel om te komen tot een structurele en doelmatig bekostiging van de hoogwaterbeschermingsmaatregelen voor de primaire keringen door als Rijk en waterschappen vanaf 2014 een gelijke financiële bijdrage (50/50 bekostiging) te leveren. In de subsidieregeling zijn de voorwaarden voor subsidiëring van de hoogwaterbeschermingsmaatregelen nader uitgewerkt.

De Waterwet is per 1 januari 2017 gewijzigd om de in het kader van het deltaprogramma ontwikkelde nieuwe normen voor de waterveiligheid te verankeren. De subsidieregeling is in verband met de wijziging van de Waterwet eveneens per 1 januari 2017 gewijzigd. Hieronder worden de belangrijkste bepalingen uit de waterwet en subsidieregeling die van belang zijn voor het opstellen van een financiële businesscase per financier (ver)kort weergegeven:

1. Programmering maatregelen

Als uit een (gevalideerde) toetsing blijkt dat een primaire kering niet meer voldoet aan de veiligheidsnorm, bijvoorbeeld door wijziging van het beoordelingsinstrumentarium, kan deze (nog in hetzelfde jaar) worden aangemeld voor het HWBP. Op basis van deze lijst bepaalt de Minister van Infrastructuur en Milieu na consultatie van de waterschappen ieder jaar de prioritering van de versterkingsmaatregelen en het jaarlijkse subsidieprogramma. Alleen de in een subsidieprogramma opgenomen maatregelen geven in dat jaar recht op subsidie. Zo worden de subsidieverstrekkingen afgestemd op de jaarlijks beschikbare middelen.

2. Aanlegkosten versterkingsmaatregelen versus beheer- en onderhoudskosten

De subsidieregeling vergoedt alleen de kosten van maatregelen die noodzakelijk zijn vanwege de wijziging van de veiligheidsnorm, de hydraulische randvoorwaarden of de toetsvoorschriften teneinde de primaire waterkeringen weer aan de wettelijke norm te laten voldoen. Niet subsidiabel is als een primaire kering aan het einde van zijn levensduur komt en daardoor vervangen moet worden zonder dat het ontwerp hoeft te worden aangepast. Er is dan immers sprake van (achterstallig) onderhoud.

3. Projectgebonden aandeel en risicoverdeling

Om de doelmatigheid van het HWBP te vergroten is de subsidie voor versterkingsmaatregelen beperkt tot 90% van de geraamde subsidiabele kosten van een sober en doelmatig ontwerp. Bij wijze van doelmatigheidsprikkel draagt een waterschap zelf rechtstreeks 10% bij aan de kosten van de maatregel. Dit is de zogenoemde projectgebonden bijdrage.

Behalve het risico op wijzigingen in wet en regelgeving door de Minister van Infrastructuur en Waterstaat en het risico van aanbestedingsresultaten als gevolg van marktomstandigheden, komen alle uitvoeringsrisico's in principe voor rekening van de subsidieontvanger. Denk aan bijvoorbeeld kosten van vertragingen/verstoringen rond het verleggen van kabels en leidingen, verwerving van gronden en vergunningen en claims van aannemers door onjuistheden in verstrekte gegevens over bijvoorbeeld de ondergrond.

4. Sober en doelmatig ontwerp

De subsidie heeft betrekking op de kosten van versterkingen van primaire waterkeringen die noodzakelijk zijn om de kering op een sobere en doelmatige wijze weer te laten voldoen aan de vigerende veiligheidsnormen. De beheerder mag in principe kiezen voor een minder sober en doelmatig ontwerp (ontwerpvrijheid) maar dient de meerkosten daarvan dan zelf te bekostigen. Sober wil zeggen dat alleen de kosten van maatregelen waardoor de kering weer aan de veiligheidsnorm gaat voldoen voor subsidie in aanmerking komen. Wettelijke inpassingskosten maken wel onderdeel uit van de te subsidiëren kosten.

Doelmatig houdt in dat de totale kosten van een primaire waterkering gedurende de gehele (resterende) levensduur worden geminimaliseerd. In een levenscyclusanalyse onderzoekt de beheerder de verschillende oplossingsmogelijkheden. De meest doelmatige oplossing kan een versterkingsmaatregel zijn die ten opzichte van een klassieke oplossing lagere aanlegkosten en hogere beheerkosten omvat.

5. Voorfinancieringsregeling

In voorkomende gevallen kan het voor de beheerder doelmatig zijn om maatregelen eerder uit te voeren dan in de programmering van het HWBP is voorzien. Bijvoorbeeld omdat daarmee kosten van (groot) onderhoud worden bespaard of omdat maatregelen kunnen worden gekoppeld aan gebiedsontwikkeling. De subsidieregeling voor het HWBP biedt via de voorfinancieringsregeling de mogelijkheid om maatregelen eerder uit te voeren dan in de programmering van de maatregelen van het Hoogwaterbeschermingsprogramma is voorzien. De rentekosten van voorfinanciering komen voor rekening van de beheerder. In voorkomende gevallen zal bij de subsidieverlening worden vastgesteld wanneer de kosten van de maatregel worden vergoed. Het moment van betalen wordt gebaseerd op de prioritering en planning van de te nemen maatregelen die geldt op het moment waarop de subsidiebeschikking wordt vastgesteld. Om ‘onderuitputting’ van financiële middelen te voorkomen is in de subsidiebeschikking vastgelegd dat als het Rijk in een bepaald jaar over (‘overtollige’) financiële middelen beschikt, zij bevoegd is om versneld de bijdrage aan de versterkingsmaatregel uit te betalen. Dit gebeurt op basis van de netto contante waarde van de vordering. Maatregelen die door de beheerder worden voorgefinancierd doorlopen dezelfde fasen en toetsmomenten als niet-voorgefinancierde projecten. Daarbij zal worden beoordeeld of de voor te financieren maatregel doelmatig is en geen vermijdbare (‘regret-’)kosten tot gevolg zal hebben.

6. Maatregelen in voor- of achterland

Oplossingen hoeven zich niet te beperken tot de kering zelf, maar kunnen ook gericht zijn op maatregelen die het waterschap als beheerder treft in het voor- of achterland. Denk aan het aanleggen van extra golfdempende begroeiing, ingraven van klei of voorzieningen voor het beheren van waterstandpeilen in het achterland. Als het de meest doelmatige oplossing is om aan de vigerende norm te voldoen, komen de (aanleg)kosten in aanmerking voor subsidie. De kosten van beheer en onderhoud na realisatie van de maatregel zijn voor rekening en risico van het waterschap.

7. Meekoppelkansen/nevendoelstellingen

Het kan maatschappelijk wenselijk zijn om bij het uitvoeren van een maatregel niet alleen te voldoen aan de veiligheidsdoelstelling, maar ook nevendoelstellingen te verwezenlijken. De additionele kosten van deze nevendoelstellingen komen niet in aanmerking voor subsidie vanuit het HWBP. De beheerder dient in een dergelijk geval inzichtelijk te maken wat de omvang is van de niet-subsidiabele meerkosten. Voor dat resterende deel zal de beheerder aanvullende financiële dekking moeten vinden in eigen middelen, bijdragen van derden of andere subsidieregelingen. Wanneer een beheerder voor bepaalde kosten op grond van een andere regeling al een subsidie of vergoeding kan aanvragen, worden deze niet (nogmaals) vergoed uit het budget van het HWBP.

8. Rivierverruiming en slimme combinatie

Als een kering van een waterschap niet meer voldoet aan de wettelijke eisen, omdat bijvoorbeeld de normatieve hoogwaterstanden voor de kering zijn gewijzigd, dient deze te worden versterkt. In bepaalde gevallen is het echter ook mogelijk om te kiezen de rivier meer ruimte te geven door bijvoorbeeld de uiterwaarden uit te diepen. Dit zorgt voor lagere waterstanden, waardoor de kering niet of minder hoeft te worden versterkt. In geval van een rivierverruimende maatregel hoeft aan het waterschap als beheerder van de kering geen of minder subsidie te worden verstrekt. Met de waterschappen is om die reden afgesproken en in de wet vastgelegd dat de middelen die aldus worden bespaard voor de dijkrekening mogen worden gebruikt. Dit ter bekostiging van de rivierverruimende maatregel van het Rijk.

Bij een slimme combinatie worden – al dan niet gedeeltelijk – in plaats van preventieve maatregelen, zoals dijkversterking of rivierverruiming, gevolgbeperkende maatregelen in de ruimtelijke inrichting of rampenbeheersingsmaatregelen getroffen. Dit om in combinatie met de primaire waterkering het beoogde beschermingsniveau te bereiken. Gevolgbeperkende maatregelen in de ruimtelijke inrichting kunnen waterbeheermaatregelen zijn. Denk aan de aanleg van een compartimenteringsdijk, maar ook andersoortige veiligheidsmaatregelen. Slimme combinaties kunnen, alleen in specifieke situaties waar dijkversterking zeer duur of maatschappelijk zeer ingrijpend is, worden ingezet. In dat geval is het in principe mogelijk om een zogenoemde slimme combinatie tot het bedrag dat daardoor wordt bespaard op dijkversterkende maatregelen te bekostigen uit de waterschapsbijdragen en de corresponderende rijksbijdrage.

Met dank aan de volgende dijkwerkers (op alfabetische volgorde):

ADRI VAN RUITEN, ALBERT WIGGERS,
ALESSANDRA BIZZARRI, ALEX ROOS,
ALFONS SMALE, ANDRE SMEETS,
ANITA WILLIG-KOS, ANNE KIRSTEN MEIJER,
ANNEMARGREET DE LEEUW, ANNETTE VAN VLIET,
ARIE DE GELDER, ARJEN MEEUWSEN,
ARNO DE KRUIF, ARNOLD VAN DER KRAAN,
ARNOUD SMIT, ART DE VOS, ATE WIJNSTRA,
ASTRID LABRUJERE, BARRY RO, BART PASTOR,
BART VONK, BAS KOLEN, BEN CASTRICUM,
BERND FETLAAR, BRAM DE GROOT,
BREGJE VAN DER STEEG, CARMEN VAN DER KORT,
CEES HENK OOSTINGA, CHRIS WOLTERING,
CLAUDIA BREMER, CLAUDIA VAN HOORN,
DAAN RIJKS, DAVID JAN SMEENGE, DEON SLAGTER,
DIANNE LAARMAN-HOOGENDOORN,
DINY VAN DE WIJNBOOM, DOLCE MULDERS,
DON DE BAKE, DOUWE YSKA, EDUARD GUSTIN,
EDWARD DE BOER, ELLEN VONK, ELLIS PENNING,
ERNST JONKER, ESTHER DIEKER,
ETIENNE FAASSEN, EVERT HAZENOOT,
EWOUT HEUW, ERIC GLOUDEMANS,
FARISHA KOERBAN, FLOOR VAN DER HEIJDEN,
FLORE BIJKER, FRANK JANSEN, GEORGE ROUHOF,
GERARD HARMSEN, GERDIE OLDE OLTHOF-DIJKEN,
GIJS WOLDRING, HAN KNOEFF, HANNI VERBEEK,
HANS BOESCHOTEN, HANS KNOTTER, HANS MERKS,
HANS VAN DER SANDE, HANS WAALS,
HARM RINKEL, HAROLD VAN WAVEREN,
HENK STEETZEL, HENK WEIJERS,
HENRI VAN DER MEIJDEN, HETTY KLAVERS,
HOITE DETMAR, INA KRAAK, INGRID VAN GROOTVELD,
JAAP BRONSVELD, JAN BLINDE,
JAN VAN OORSCHOT, JAN HATEBOER,
JAN VAN MINNEN, JAN-KEES BOSSENBROEK,
JANNEKE IJMKER- VAN GENT,
JAN-WILLEM NIEUWENHUIS, JAN-WILLEM VROLIJK,
JASPER SMULDERS, JASPER TAMBOER,
JEROEN OVERMAN, JOHAN ELSHOF,
JOHAN VAN DER MEULEN, JOHANNES VEENSTRA,
JOOP DE BIJL, JORG WILLEMS, JOSAN TIELEN,

JUDITH VAN DEN BOS - SCHOLTES,
KEES JAN LEUVENINK, KEES STAM,
KLAAS THOMAS JELLEMA, KOEN GARENFELD,
LEEN MEIJERS, LEO BECKER, LEONIE DE JONG,
LEONTIEN BARENDS, LOES VAN DER LAAN,
LOTJE DE HAES, LUDOLPH WENTHOLT,
MARCEL LINDERS, MARCEL VAN DER LEEMKULE,
MARCO TAAL, MARCO WEIJLAND,
MARIEKE DE LANGE, MARIEKE DE VISSER,
MARIEKE HAZELHOF, MARIEKE WIT,
MARIKE OLIEMAN, MARIUS PALSMA, MARJA PALS,
MARLEEN VAN RIJSWICK, MARTEN HOEKSEMA,
MARTIJN VAN DEN BERG, MARTIN NIEUWJAAR,
MATHIJS BOS, MATTHIJS KOK, MAURICE MARKSLAG,
MEINDERT VAN, MICHELLE HENDRIKS,
MICHELLE VAN DUIN, MINDERT DE VRIES,
MIRJAM BEEKMAN, MIRIAM SMIT,
MYRA KREMER, NANDA TABOR, NEELTJE ANNINK, NISA
NURMOHAMED, ONNO VAN LOGCHEM,
OTTO LEVELT, PATRIZIA BERNARDINI,
PAUL NEIJENHUIS, PETER BOONE,
PETER VAN DUIJVENDIJK, PETRA GOESSEN,
PETRA VAN KONIJNENBURG, PHILIPPE SCHOONEN,
PIET STOUTEN, PIETER BODE, PITER HIDDEMA,
QUIRIJN LODDER, RAYMOND BOER,
REGINA HAVINGA, REINDERT STELLINGWERF,
REMCO VOGELEZANG-HAVERS,
RENE VAN DEN BERG, RICHARD JORISSEN,
RICK KUGGELEIJN, RINSE WILMINK,
RINUS POTTER, ROB TAFFIJN, ROBERT DE KAT,
ROBERT SLOMP, RONALD HEIJNEN,
RONNY VERGOUWE, RUBEN JONGEJAN,
RUBEN JONKMAN, SANDER RETEL, SANDRA KOMEN,
SANDRA REYNAERS, SANDRA VAN DER VEGT,
SANNE HILLIGERS, SANNE VAN DEN HEUVEL,
SASKIA VAN WIJK, SJAAK HOEKSTRA,
STEEF SEVERIJN, STEVEN VAN TWIST,
SYLVIA VAN 'T LAAR, THEO BOUDEWIJN, TINO ABELS,
WIJNAND EVERS, WILLIAM VAN RUITEN,
WOUT DE VRIES, WOUTER ROZIER,
WOUTER TER HORST, YSBRAND GRAAFSMA,
YVO PROVOOST, YVO SNOEK

COLOFON

De Handreiking Voorland is opgesteld in het kader van de Projectoverstijgende Verkenning Voorlanden, een innovatieproject van het Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP).

Projectoverstijgende Verkenning Voorlanden
www.povvoorlanden.nl
april 2019

Auteurs Handreiking Voorland
Niels Roode, Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard
Bob Maaskant, HKV Lijn in Water
Matthijs Boon, Horvat & Partners

Met bijdragen van
Cor Bisschop, Greenrivers (H.4)
Sonja Ouwerkerk, HKV Lijn in Water (H.4)
Thomas Viehöfer, RHDHV (H.4)
Vincent Vuik, HKV Lijn in Water (H.4)
Erno de Graaf, Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden (H.5)
Herman Kasper Gilissen, Universiteit Utrecht (H.6)
Kasper Lendering, Horvat & Partners (H.6)
Willemijn van Doorn-Hoekveld, Universiteit Utrecht (H.6)
Walja Karten, Karten projectconsulting (H.7)
Maartje Godfroy, Horvat & Partners (H.8)

Projectteam POV Voorlanden
Niels Roode, Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard *(projectleider)*
Bob Maaskant, HKV Lijn in Water *(technisch manager)*
Wouter den Hengst, Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard *(omgevingsmanager)*
Laura Koedoot, Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard *(manager projectbeheersing)*
Erno de Graaf, Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden *(adviseur beheer)*
Miriam Smit, Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard *(ondersteuning)*

Projectgroep POV Voorlanden
Dirk van Schie, Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard *(secretaris)*
Don de Bake, Rijkswaterstaat Water Verkeer en Leefomgeving
Douwe Yska, Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard
Henri van der Meijden, Waterschap Hollandse Delta
Marco Taal, Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, Directoraat Generaal Water en Bodem
Martijn van den Berg, Waterschap Zuiderzeeland
Martin Schepers, Waterschap Rivierenland
Myra Kremer, Hoogwaterbeschermingsprogramma

Stuurgroep POV Voorlanden
Paul van den Eijnden, Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard *(bestuurlijk opdrachtgever, voorzitter)*
Goos den Hartog, Waterschap Rivierenland
Jan Nieuwenhuis, Waterschap Zuiderzeeland
Leo van Gelder, Waterschap Hollandse Delta
Anouk te Neijenhuis, Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, Directoraat Generaal Water en Bodem (tot 1 juli 2018)
Marloes Donkers, Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, Directoraat Generaal Water en Bodem
Richard Jorissen, Hoogwaterbeschermingsprogramma (tot 1 juli 2018)
Jorg Willems, Hoogwaterbeschermingsprogramma
Wilco Werumeus Buning, Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard (ambtelijk opdrachtgever)
Dirk van Schie, Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard (secretaris)

Teksteditor
Art de Vos, Zuid-West 3 Communicatie

Fotografie
Eric-Jan Pleijster

Fotoverantwoording:
p. 16 v.l.n.r: Eric-Jan Pleijster, Sandra Brennand, HHNK, Eric-Jan Pleijster, Beeldbank RWS, WDO Delta, HHNK, HDSR, Beeldbank RWS, CycloMedia Technology BV, Beeldbank RWS (3x), Provincie Flevoland, Beeldbank RWS (3x), HOSPER, p. 123: Flying Focus, p. 125: WDO Delta, p. 128: Beeldbank RWS, p. 131: HDSR, p. 133: Beeldbank RWS, p. 137: Cees van der Wal, p. 139: Beeldbank RWS, p. 141: Frank Janssens i.o.v. RWS, p. 143: Beeldbank RWS, p.145: Waterschap Limburg, p. 147: Alex Roos, p. 147: Buro Sant en Co, p. 149: Stedelijk museum Zutphen, p. 149: HOSPER, p. 151: OMA

Grafisch ontwerp
Karin ter Laak, www.karinterlaak.nl

Lettertypes: Minotaur Beef, Larsseit
Papier: Lessebo smooth white

Drukwerk
Efficiënta, Krimpen aan den IJssel

DIJK WERKERS

Leesletters in de krant zijn zo ontworpen dat inkt probleemloos over het poreuze papier kan uitlopen. Hoeken en gaten zijn daarom bewust uit de vorm van de letters weggelaten. Wanneer de letters dan gedrukt worden, verspreidt de inkt zich vanzelf over de weggelaten plekken. Zonder deze inktvallen (of '*ink traps*') loopt het overschot aan inkt uit en gaat de vorm van de letter verloren. Net als de letters waarin de inkt kan uitvloeien, reageert het voorland op het overschot aan water, of juist het gebrek daaraan.

Karin ter Laak — grafisch ontwerp