

# Kennis & Innovatieagenda



# Kennis & Innovatieagenda

Voorwoord	5
1. Inleiding	7
2. Afbakening van het HWBP	11
3. Kennisontwikkeling en toepassing van innovaties	13
4. Naar een veerkrachtig waterveiligheidssysteem	17
5. Thema's HWBP Kennis- & Innovatieagenda 2020-2026	21
6. Proces en organisatie rondom programmeren Innovatieportfolio	31
7. Totstandkoming	45
BIJLAGE A - Redeneerlijn Innovatie en Monitoring	49
BIJLAGE B - Format aanmeldformulier Kennisontwikkeling en Innovaties	53
BIJLAGE C - Vragenlijst voor kritische succesfactoren	57
BIJLAGE D - Aangedragen inhoudelijke onderwerpen	61



# Voorwoord

Voor u ligt de HWBP Kennis & Innovatieagenda. Met deze agenda geven we richting aan de innovaties voor de komende jaren. De afgelopen jaren lag de focus van de projectoverstijgende verkenningen (POV's) vooral op het omgaan met overstromingsdreiging, met een doorkijk naar het beheersen van overstromingsrisico's. De komende periode willen we deze kennis toepassen in de praktijk. Tegelijkertijd zullen we ook nieuwe kennis en innovaties oppakken. Concreet betekent dit dat de inhoudelijke focus voor innovaties de komende vijf jaar zal komen te liggen op de volgende drie thema's:

- 1. Integrale ontwerp en uitvoeringstechnieken;**
- 2. Strategie en aanpak projecten;**
- 3. Benutten ruimte overstromingskansnormen.**

Er wordt een vast proces ingericht waarbij ieder jaar geld voor innovaties beschikbaar is. Innoveren is hiermee een vast onderdeel van het HWBP. En dat is pure noodzaak. Het HWBP heeft een enorme opgave: tot 2050 zullen we minimaal 1.100 kilometer primaire waterkeringen en 500 kunstwerken versterken. Juist binnen ons programma ontstaat schaalvoordeel, waardoor innovaties, ontwikkeld in een project, toegepast kunnen en moeten worden in volgende projecten. Nieuwe innovaties kunnen vaker worden herhaald en worden zo snel de "nieuwe standaard".

Wij merken dat de waterbeheerders een grote drive en ambitie hebben om van de HWBP-projecten iets moois te maken. Dankzij de innovaties in het HWBP wordt de Nederlandse dijk steeds slimmer, goedkoper, en beter passend in de omgeving. Met deze Kennis & Innovatieagenda nodigen we iedereen uit hier de komende jaren nadrukkelijk een bijdrage aan te leveren!

Eric Withaar & Erik Wagener

# 1. Inleiding

Vanaf de start van het programma HWBP spelen innovaties een grote rol. De eerste jaren van het programma is veel aandacht besteed aan het initiëren van innovaties. Onze aanpak (gestart in 2013) blijkt te werken. Succesvolle elementen (ook voor het vervolg) zijn bijvoorbeeld:

- een doelhartige financieringsregeling, zonder plafonds en met laagdrempelige criteria;
- koppeling van innovaties aan de HWBP-opgave;
- koppeling van innovaties aan de projecten.

Innovaties zijn vraaggestuurd, komen tot stand vanuit én in de praktijk. Als we over innovaties spreken, hanteren we de definitie uit de Handreiking Innovaties Waterkeringen (2016). Volgens die definitie worden ook optimalisaties van rekentechnieken en nieuwe inzichten uit de fysica (zoals Actuele sterkte) meegenomen. In bijlage A staat de redeneerlijn voor innovaties en monitoring opgenomen die de Programmadirectie hanteert om inzichtelijk te maken of er sprake is van een innovatie. Belangrijk aandachtspunt hierbij is dat nieuwe waarde wordt gecreëerd. Innovatie gaat niet alleen over nieuwe dingen maar over creëren van nieuwe/toegevoegde waarde. Wanneer toegevoegde waarde project- of organisatieoverstijgend is en bijdraagt aan de HWBP-doelstelling (K&I-agenda) beschouwt de Programmadirectie het als innovatie.

## Programmadoelstelling

In 2050 zijn alle primaire keringen die bij de periodieke beoordeling niet aan de normen bleken te voldoen op een sobere en doelmatige wijze versterkt. Deze keringen voldoen dan aan de wettelijke normen zoals die zijn vastgelegd in de Waterwet. Daarmee wordt de waterveiligheid van Nederland gewaarborgd. In lijn met de bepalingen in de Waterwet en subsidieregeling voor het HWBP wordt onder sober en doelmatig verstaan:

- sober: alleen de kosten van maatregelen waardoor de kering weer aan de veiligheidsnorm gaat voldoen, komen voor subsidie vanuit de dijkrekening in aanmerking;
- doelmatig: de totale kosten van een primaire waterkering gedurende de gehele (resterende) levensduur worden geminimaliseerd (*life cycle* benadering).

Bron: Programmaplan 2019-2023

Toepassing van kennis en innovatie is onontbeerlijk om de programmadoelen in 2050 te kunnen bereiken. Zowel in de doorlooptijd van de projecten als in de kosten of kwaliteit. We zitten midden in een grote veranderopgave, waarin de hele sector moet leren werken met een nieuwe aanpak (veranderingen in wetgeving, Bestuursakkoord Water, nieuwe normen) en met steeds doorontwikkeldende instrumenten.



Damwandproef Eemdijk



Tegelijkertijd komen er steeds weer nieuwe technieken beschikbaar om de dijkversterkingen beter en goedkoper of sneller uit te voeren. Daarnaast zijn innovaties nodig om het effect van ingrijpende dijkverzwaringen voor bewoners te beperken en om het cultureel erfgoed langs dijken te beschermen. Het HWBP is een uniek programma omdat het een scope heeft die ver in de toekomst ligt en er voortrollend per jaar wordt geprogrammeerd. Dit betekent dat er binnen het programma ruimte is om ook over de doorlooptijd van projecten heen te innoveren en nieuwe technieken te onderzoeken om in de volgende projecten te gaan toepassen. Daarmee is het HWBP een lerend programma dat zo steeds efficiëntere dijkversterkingen mogelijk maakt.

De Programmadirectie (PD) heeft een regisserende rol bij het ontwikkelen van kennis en het delen en toepassen van kennis en innovaties, voor zover dat bijdraagt aan het programmasucces van het HWBP. Met het nieuwe HWBP Kennis- & Innovatieproces willen we werken en prioriteren aan de hand van de HWBP Kennis & Innovatieagenda. Deze, eveneens voortrollende, agenda geeft richting voor de komende 5 jaar. De agenda bepaalt op welke thema's ingezet gaat worden om de programmadoelen te kunnen halen. We voorzien dat de agenda elke 5 jaar een update krijgt. Voor een deel zal dit betekenen dat op de korte termijn ingezet wordt op het verder brengen van reeds geïdentificeerde kennisontwikkeling en innovaties. Maar we werken ook aan het ontwikkelen van kennis en innovaties op het gebied van nieuwe thema's.



## 2. Afbakening van het HWBP

De opgave van de alliantie HWBP is om in 2050 alle primaire keringen op een sobere en doelmatige wijze te hebben versterkt (indien nodig), zodat ze voldoen aan de wettelijke normen zoals die zijn vastgelegd in de Waterwet. Het HWBP is een uitvoeringsprogramma van het Deltaplan Waterveiligheid. Onze missie is om Nederland te beschermen tegen hoogwater door als alliantie gezamenlijk de waterkeringen op een sobere en doelmatige wijze te versterken. Dit vraagt om een slimme en innovatieve aanpak. De alliantie spant zich maximaal in om deze opgave sneller en goedkoper te realiseren en te komen tot een stabiel programma.

De scope van de alliantie voor het HWBP omvat het gezamenlijk programmeren, voorbereiden en realiseren van maatregelen om primaire waterkeringen te versterken. Kennisdeling en –ontwikkeling en innovatie vallen binnen de scope van het HWBP voor zover deze wezenlijk zijn voor het realiseren van een succesvol HWBP. Buiten de scope van de alliantie vallen:

- het ontwikkelen en actualiseren van beleid en kaderstellende wet- en regelgeving;
- de beoordeling van keringen;
- de zorgplicht, het beheer en onderhoud van waterkeringen;
- de regionale keringen.

Het beleidsdirectoraat Water en Bodem (DGWB) van het ministerie van IenW ontwikkelt de beleidskaders voor het HWBP.

In het Programmaplan 2019-2023 staan de volgende ambities:

- vanaf 2020 jaarlijks gemiddeld 50 kilometer primaire keringen versterken;
- de gemiddelde kosten van versterkingsmaatregelen beperken tot gemiddeld 7 miljoen euro per kilometer.

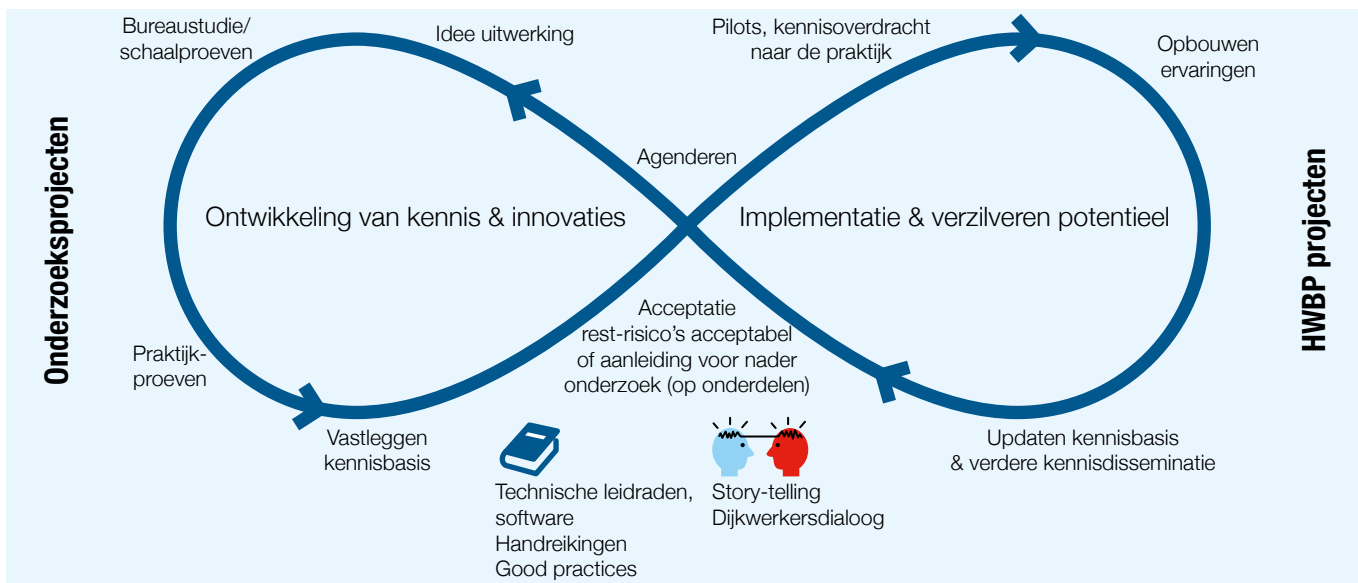
Sinds de start van het HWBP is de scope veranderd. Een hoger veiligheidsniveau en deels vernieuwde inzichten in de faalmechanismen van waterkeringen hebben de opgave vergroot. Tegelijkertijd hebben nieuwe inzichten de opgave verkleind. De resultaten vanuit de eerste landelijke beoordelingsronde zijn daarbij nog niet bekend. Met de nieuwe normering proberen we in Nederland te anticiperen op de toekomst, rekening houdend met alle daarmee gepaard gaande onzekerheden. In eerste instantie was de opgave 749 kilometer en 264 kunstwerken, inmiddels is dat 1100 kilometer en ca. 500 kunstwerken en de verwachting is dat dat gaat stijgen naar 1900 kilometer en ruim 900 kunstwerken. Al met al ligt er een flinke opgave.

### 3. Kennisontwikkeling en toepassing van innovaties

In de afgelopen jaren heeft de alliantie HWBP 100 miljoen euro geïnvesteerd in de doorontwikkeling van kennis en innovaties, in zogenoemde projectoverstijgende verkenningen (POV's). De resultaten van de POV's zijn divers. Zo heeft de Eemdijkproef forse optimalisaties (30%) opgeleverd rondom de benodigde sterkte en diepte van damwanden, en de bandbreedte in vervormingen. De proeven met ingegoten Noorse Steen voor de dijkversterking Eemshaven-Delfzijl hebben 25 miljoen op dit project bespaard. Tegelijkertijd leveren de langjarige metingen voor hetzelfde traject hoogstwaarschijnlijk op dat de ontwerphorizon van 25 jaar voldoende is voor de komende 50 jaar. Een methodiek als 'actuele sterkte' zorgt ervoor dat delen van de scope uit het programma vallen, omdat door een intensief onderzoekstraject blijkt dat ze sterker zijn dan eerst berekend. Productinnovaties als DijkMonitoring- en Conditioneringssysteem (DMC) en Verticaal Zanddicht Geotextiel (VZG) zijn binnen de POV/Piping tot geaccepteerde techniek gebracht door ze te koppelen aan referentieprojecten. Hetzelfde geldt voor technieken als vacuümconsolidatie, JLD-dijkstabilisator en dijkvernageling vanuit de POV/Macrostabiliteit. Belangrijke stappen voorwaarts zijn gezet met Grof Zand Barrière (GZB). Deze innovaties zullen op programmaniveau helpen om de opgave sneller en goedkoper uit te voeren.

Tegelijkertijd is geconstateerd dat we als alliantie nog flink wat innovaties en optimalisaties nodig hebben om de forse groei van het HWBP de komende jaren op een beheerste wijze te realiseren. Het programma is omvangrijk en de projecten zijn vaak complex. De omgeving vraagt om een integrale aanpak van projecten met oog voor ruimtelijke inpassing, duurzaamheid en koppelkansen. Het financiële aandeel van het HWBP zal groeien naar bijna de helft van het budget van het Deltafonds. Dit betekent dat het belang van een efficiënt, stabiel, voorspelbaar en beheersbaar programma voor zowel het Rijk als de waterschappen toeneemt. Kennis en innovaties zijn van belang om de ambities (en in het bijzonder de ambitie om de kosten per kilometer te reduceren) te kunnen realiseren, maar dragen niet per se bij aan stabiliteit van het programma. Innovaties en optimalisaties zijn geen luxe voor het HWBP, maar pure noodzaak. Besloten is om als alliantiepartners samen te onderzoeken hoe we de aanpak kunnen verbeteren om te komen tot een programma dat de opgave slimmer, sneller en goedkoper weet te realiseren.

Gedurende de looptijd van het HWBP (zeker tot 2050) worden tientallen projecten opgepakt en uitgevoerd. Het doel, in ieder geval voor de komende 5 jaar, is om ervoor te zorgen dat innovaties zo veel mogelijk daadwerkelijk worden toegepast in de reguliere



Figuur 1  
HWBP als lerend programma, en de verschillende fasen  
van kennis- & innovatieontwikkeling

projecten. Daarvoor is het van belang dat we reeds ontwikkelde kennis en resultaten uit innovatieprojecten borgen en verder brengen. Het is ook van belang om ervaringen met kennis en innovaties te delen en voort te bouwen op eerdere ervaringen. Kennisontwikkeling en -toepassing vindt in een dubbele *loop* plaats. Het begint met agenderen van een specifieke kennisvraag. Deze kennisvraag wordt binnen onderzoeksprojecten opgepakt en verder gebracht. De resultaten worden –

waar mogelijk – vastgelegd in technische leidraden, software en handreikingen. Het beschrijven van toepassingsvoorbeelden is daarvan een belangrijk onderdeel. Als de kennis ver genoeg is ontwikkeld, kan die toegepast worden bij uitvoeringsprojecten. Daar wordt meer ervaring opgedaan, ontstaat vertrouwen in de kennis, en ontstaan nieuwe kennisvragen die weer worden geagendeerd. Hiervoor is het ook van belang kennisvragen goed af te stemmen binnen het waterveiligheidsdomein. Daarom is voor deze Kennis & Innovatieagenda aansluiting en afstemming gezocht bij de andere kennisagenda's op het gebied van waterveiligheid.

Om de HWBP-opgave sneller, slimmer en goedkoper uit te kunnen voeren is er alle reden om continu te verbeteren door te leren van en over de projecten heen. Dit om ervoor te zorgen dat de dijkversterkingen zichtbaar beter worden en de kosten per kilometer aanzienlijk dalen. Maar er is een aanvullende uitdaging voor de langere termijn.

Omdat het HWBP een uitvoeringsprogramma is, we met de nieuwe normering anticiperen op de toekomst én rekening moeten houden met alle daarmee gepaard gaande onzekerheden, is het van belang om vanuit een flexibel en veerkrachtig waterveiligheidssysteem naar de (innovatie) opgave te kijken. De opgave van

### **Kader 1: Kennis- en innovatieontwikkeling kent verschillende fasen**

Kennisontwikkeling kent verschillende stadia, waarbij de laatste fase van de ontwikkeling de implementatie is. Door voortschrijdende inzichten wordt geaccepteerde kennis verder geoptimaliseerd. Kennisontwikkeling is een iteratief proces, net als de ontwikkeling van innovaties. In principe gelden de stadia voor innovatie-ontwikkeling ook voor kennisontwikkeling.

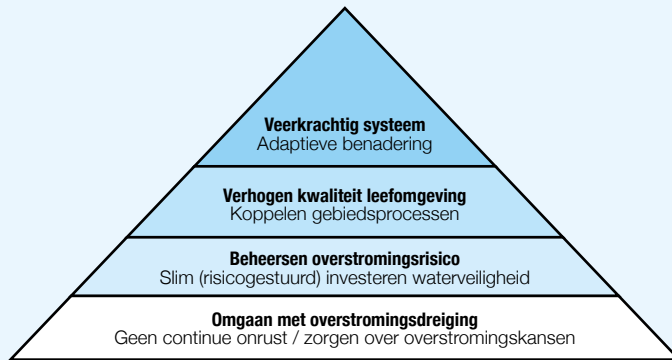
De ontwikkeling van een innovatief idee tot een geaccepteerd instrument kent verschillende fasen. Na een eerste verkenning van de innovatie (1) wordt onderzocht of het idee inhoudelijk correct is (2) en past in het Nederlandse waterveiligheidsbeleid (3). In de vierde fase worden praktijkkaders ontwikkeld (4) waarna de innovatie wordt getest in de praktijk (5). Op verschillende momenten kunnen zogenaamde stop & go momenten worden overwogen. Hierbij wordt dan ook de businesscase in ogenschouw genomen.

het HWBP moeten we ook integraler gaan bekijken, en we moeten er – meer dan nu al gebeurt – andere disciplines in meenemen. Dit is dan ook het vertrekpunt voor deze HWBP Kennis & Innovatieagenda.

## 4. Naar een veerkrachtig waterveiligheidssysteem

De HWBP Kennis & Innovatieagenda werkt vanuit de filosofie dat we in wat we oppakken toewerken naar een adaptief systeem om Nederland nu en in de toekomst te beschermen tegen overstromingen. Sinds enkele decennia worden bij waterveiligheidsprojecten veel belangen tegen elkaar afgewogen om te komen tot het meest passende alternatief voor een specifieke locatie. Dit vraagt om een samenwerking met mede-overheden, belangenorganisaties en burgers. Ook worden kennisinstellingen, adviesbureaus en aannemers in de verschillende stadia betrokken om de benodigde kwaliteit te leveren om de plannen te ontwikkelen en uit te voeren.

In analogie met de piramide van Maslow, is er een piramide voor Waterveiligheid ontwikkeld. De verschillende, benodigde volwassenheidsfasen staan in de navolgende figuur weergegeven. Kenmerk van deze piramide is dat een hoger niveau pas mogelijk is als het niveau eronder voldoende wordt beheerst. Hoe hoger we ons in de piramide bevinden, hoe integraler de aanpak en slimmer/doelmatiger de oplossingen. Een toenemende integraliteit impliceert ook een toenemend aantal betrokken actoren. Hoger in de piramide zal steeds meer sprake zijn van co-creatie, actoren die gezamenlijk doelen realiseren. De verschillende benaderingswijzen leiden wel tot andere functies van, eisen aan, en afbakening van (onderdelen van) de technische onderliggende systemen.



Figuur 2  
Piramide voor Waterveiligheid  
(bron: Deltares)



### **1. Omgaan met overstromingsdreiging: veiligheid boven alles**

Bij een reële overstromingsdreiging wordt waar mogelijk het zekere voor het onzekere genomen. Relevante schade moet worden voorkomen. Alle onderdelen van de kering worden afzonderlijk beschouwd. Bij onzekerheden wordt veilig gekozen. Nadruk bij kennisontwikkeling ligt op beter begrijpen van fysica en materiaaleigenschappen. Productinnovaties zijn erop gericht om de kans op een (initieel) bezwijkmechanisme te verkleinen.

### **2. Beheersen overstromingsrisico: veiligheid is onder controle**

Op het tweede niveau staat het werkelijke gedrag van de kering centraal. Schade aan de kering wordt geaccepteerd mits de kans op overstroming voldoende klein is. Om een goede overstromingskans te kunnen bepalen, worden alle mechanismen in samenhang beschouwd. Nadruk bij kennisontwikkeling ligt op het analyseren van werkelijke belastingen en sterkte en omgaan met onzekerheden. Productinnovaties zijn gericht op nieuwe keringconcepten.

### **3. Verhogen kwaliteit leefomgeving: veiligheid draagt bij aan leefomgeving**

Waterveiligheid is op het derde niveau één van de aspecten die de kwaliteit van de leefomgeving bepalen. Versterkingsmaatregelen worden afgewogen tegen andere maatregelen om (gevoel van) veiligheid, kwaliteit en leefbaarheid van het gebied te vergroten. Daarbij speelt duurzaamheid een leidende rol. Nadruk bij kennisontwikkeling ligt op interacties met het watersysteem, gevolgen bij overstromingen en andere gebiedsfuncties. Innovaties zijn gericht op het ontwikkelen van nieuwe veiligheidsconcepten.

### **4. Veerkrachtig systeem: veiligheid als onderdeel van adaptieve leefomgeving**

Wanneer het mogelijk is om het gedrag van een kering voldoende te voorspellen en waterveiligheid evenwichtig in relatie tot andere aspecten van de leefomgeving te beschouwen, is het mogelijk adaptieve strategieën te ontwikkelen die rekening houden met onzekerheden vanuit klimaatverandering en met economische en maatschappelijke ontwikkelingen. Kennisontwikkeling is erop gericht om strategieën te ontwikkelen waarmee toekomstige spijt van investeringen in waterveiligheid wordt gereduceerd.

Voor het ontwikkelen van kennis en innovatie kunnen de 4 niveaus als volgt worden omschreven:

- *Niveau 1*: vergroten basiskennis en beter inzicht in belasting en sterkte van waterkeringen ;
- *Niveau 2*: omgaan met onzekerheden en optimaliseren doelmatigheid investeringen;
- *Niveau 3*: afwegen omgevingswaarden en vergroten maatschappelijk meerwaarde;
- *Niveau 4*: ontwikkelen adaptieve strategieën en reduceren toekomstige spijt.

De overstap naar de overstromingskansnormen betreft het tweede niveau. Immers, bij de overstromingskans gaat het om de kans dat de belasting op de waterkering groter is dan de sterkte van de waterkering. Daarbij wordt gekeken naar kansen op falen door alle mogelijke faalmechanismen en naar het traject als geheel. Bij de beoordeling wordt het traject als geheel beoordeeld samengevat in 1 getal: de overstromingskans van het traject. Op het tweede niveau van de waterveiligheidspiramide staat de waterkering centraal en worden alle onderdelen in samenhang geanalyseerd. De onzekerheden waar het HWBP in haar looptijd mee te maken heeft, vragen om flexibiliteit. Denk alleen maar aan de mogelijke zeespiegelstijging en bodemdaling en het effect daarvan op de waterkeringen. Ook de overgang van de Waterwet naar de Omgevingswet (per 1-1-2021) vraagt om een andere

aanpak, waarbij de afstemming en samenhang met lokale gebiedsprocessen en andere maatschappelijke opgaven om meer aandacht vraagt. Dit betreft meer het derde niveau. We zien tegelijkertijd dat op het derde niveau meer recht wordt gedaan aan integrale doelmatigheid en kwaliteit. Niveau 4 richt zich meer op de lange termijn; deels betreft dit beleid en deels op gebiedsstrategieën. Het HWBP is een uitvoeringsprogramma, en is toeleverend hieraan of uitvoerend.

In de afgelopen periode hebben we vooral gekeken op het eerste niveau. De volgende stap die we moeten zetten, is kijken vanuit het systeem vanuit het tweede niveau, met als doel nieuwe kennis in het systeem te implementeren. Voor de periode 2020-2026 ligt de focus op het laten doorwerken en waar nodig verder toepassingsgereed maken van de reeds ontwikkelde kennis vanuit de POV's. Uiteraard kijken we ook al vooruit naar wat de toekomst ons mogelijk gaat brengen. De huidige projecten kunnen profiteren van de ontwikkelde kennis in de POV's op niveau 1 en 2. Ook kunnen de huidige projecten als springplank dienen om voor niveau 3 handelingsperspectieven te ontwikkelen. Een dergelijke ontwikkeling bevoordeelt de projecten die nog niet van start zijn gegaan tot en met einde looptijd van het hoogwaterbeschermingsprogramma.

# 5. Thema's HWBP Kennis- & Innovatieagenda 2020-2026

## 5.1 Algemeen

Vanuit de sector en in het bijzonder vanuit de POV's zijn kennisvragen geïnventariseerd. Deze staan in bijlage D. Door deze kennisvragen te combineren met de doelstelling van de kennis- en innovatiestrategie (steeds slimmer realiseren HWBP opgave » naar een veerkrachtig waterveiligheidssysteem) en met de 3 speerpunten kunnen we een aantal thema's onderscheiden. Waarbij de focus in eerste instantie ligt op het toepassingsgereed krijgen van de al ingezette kennis- en innovatie ontwikkeling in niveau 1 en 2 van de waterveiligheidspiramide.

De verschillende thema's zijn fundamenteel anders van aard. Het betreft daarbij niet alleen de inhoud maar ook de omgeving waarin en stakeholders waarmee moet worden samengewerkt. Door kennis en innovatie in verschillende thema's op te pakken, kan beter worden ingespeeld op de specifieke eigenschappen van de thema's en beter gebruik worden gemaakt van de *lessons learned* van de verschillende POV's en kennis- en innovatieprogramma's (de innovatieprojecten en POV's kenden ook verschillende organisaties, gericht op het specifieke doel van de POV).

De volgende thema's worden onderscheiden:

1. Ontwerp en uitvoeringstechnieken  
(niveau 1 en 2, implementeren & meters maken, optimaliseren)
  - Piping
  - Macrostabieliteit
  - Dijkerosie
  - Kunstwerken
2. Strategie en aanpak projecten  
(niveau 2 en 3, optimaliseren, anticiperen)
  - LCC
  - Duurzaamheid
  - Natura 2000 en natuurlijk bouwen
  - Integrale processen en omgevingswet
  - (Innovatieve) Contractvorming
3. Benutten ruimte overstromingskansnormen  
(niveau 3 en 4, anticiperen)
  - Nieuwe concepten
  - Gevolgbeperking
  - Systeemmaatregelen

In onderstaande paragrafen wordt het doel van de verschillende thema's beschreven. Daarbij wordt de relatie met de HWBP-doelstellingen en speerpunten aangegeven. In hoofdstuk 6 wordt beschreven hoe de activiteiten die binnen de thema's plaatsvinden, kunnen worden geprioriteerd. Onderdeel van dit proces is een jaarlijkse evaluatie (en indien nodig aanpassing) van thema's. Voor besluitvorming over de kennis en

innovatie die wordt ontwikkeld, speelt de organisatie van de thema's een belangrijke rol. Hiervoor worden per thema enkele suggesties gedaan.

## **5.2. Thema 1 Ontwerp en uitvoeringstechnieken**

Random piping en macrostabiliteit is en wordt in verschillende kennisprogramma's veel nieuwe kennis ontwikkeld en energie gestoken in ontwikkelen van nieuwe versterkingstechnieken. De ontwikkelde kennis en technieken kunnen verder gebracht worden tot volle benutting. Hiervoor zijn verschillende stappen te zetten. Soms ontbreekt nog kennis (witte vlekken). Vaak zijn er ook weinig ervaringen waardoor er onvoldoende vertrouwen is om kennis en ontwikkelingen toe te passen. Vanuit de POV|Piping, POV|Macrostabiliteit en POV|Voorlanden is een groot aantal aanbevelingen gedaan voor doorontwikkeling/implementatie van ontwikkelde kennis en technieken, zie bijlage D. Kennis voor verschillende onderdelen is veelal los van elkaar ontwikkeld waardoor deze niet goed aansluit op de praktijk en niet overal of niet optimaal kan worden benut (niveau 1 en 2, implementeren & meters maken, optimaliseren). Daarom is een integrale aanpak op de onderwerpen nodig. Vanuit de 'lessons learned' in de POV's blijkt het werken vanuit een visie met een integrale strategie op de doelen van de uit te werken witte vlekken en kennisontwikkelingsonderwerpen een sleutel voor een sterke inbedding in de praktijk. Dit

### **Kader 2: Implementeren van de reeds ontwikkelde kennis en innovaties**

De huidige en afgeronde POV's hebben veel kennis en innovatie voortgebracht. In sommige gevallen is de toepassing klaar voor implementatie. Vanuit het projectbegeleidingsteam zal de nieuw ontwikkelde kennis bij de projecten naar voren worden gebracht en op de nog te ontwikkelen 'comply or explain' lijst gezet worden. In de meerderheid van de gevallen dient de komende periode het 'laatste zetje' gezet te worden om de kennis naar grootschalige toepassing te brengen. Hierdoor kan de ontwikkelde kennis daadwerkelijk gaan renderen op programmaniveau.

In het Innovatieportfolio voor de komende jaren zal vanuit het rendementsgedachte worden geprogrammeerd, rekening houdend met de programmadoelstellingen en de middellange en lange doorlooptijd van het HWBP als programma.

geldt specifiek voor de onderwerpen piping, macrostabiliteit en kunstwerken. Het zwaartepunt van benodigde kennisontwikkeling ligt bij piping en macrostabiliteit, omdat deze twee mechanismen met name de opgave bepalen. De hoogte van de dijk is gekoppeld aan erosie van de grasbekleding op het binnentalud. Op dit moment is onvoldoende kennis beschikbaar van de sterkte die nog aanwezig is na falen van de grasbekleding, maar ook van de mogelijke risico's van overgangen (bv bij een weg op de dijk), aansluitconstructies en NWO's (Niet-waterkerende objecten) onvoldoende bij ontwerpers in beeld. Het toestaan van extra overslag kent, zo zagen we ook in de POV|Waddenzeedijken, nog veel vragen bij stakeholders. Van de reststerkte van de bekledingen (asfalt, gras en steen) aan de buitenwaartse zijde is meer bekend, maar er liggen nog mogelijkheden om scherper te beoordelen en daarmee de opgave te beperken. Op dit moment loopt nog een aantal monitoringsprojecten vanuit de POV|Waddenzeedijken die meer inzicht opleveren van de gebruikte materialen. Kunstwerken is een nieuw onderwerp, omdat voor de opgave van kunstwerken nog niet heel scherp gekeken is naar de kennisvelden maar er een overlap lijkt te zijn met de mechanismen en met constructies die voor macrostabiliteit en piping in de dijk worden aangebracht. Daarom is een integrale aanpak ervan samen met piping en macrostabiliteit wenselijk.

De mechanismen die spelen in dijken en constructies hebben dus een samenhang. Een integrale aanpak is wenselijk om te zorgen dat de resultaten efficiënt en goed worden ingebed in de praktijk en aansluiten op onderzoeksporen vanuit andere gremia, zoals WBI voor de beoordeling of STOWA voor de beheeraspecten.

Ook aansluiting naar bijvoorbeeld ENW voor afstemming, klankborden en advies is vanuit een integrale aanpak en aansturing goed te organiseren. Vanuit de Programmadirectie wordt al regelmatig afgestemd met ENW. Vooral de afstemming met de praktijkprojecten is belangrijk om de kennis efficiënt te laten doorwerken, net als de prioritering van de juiste vragen met de tijdspaden voor oplevermomenten van resultaten van onderzoek voor die projecten. Ook de projecten hebben behoefte aan zo min mogelijk versnippering in nieuwe kennis die aangeboden wordt. Dit thema leent zich om integraal op te pakken, om zo ook de faalmechanismen meer in samenhang op te pakken. Daarbij ligt de focus op het ontwerp en de uitvoering in de praktijk. Afstemming met de gremia die verantwoordelijk zijn voor het beoordelen en beheer is wenselijk.

Een integrale aanpak en prioritering voor piping en macrostabiliteit kan met gebruikmaking van de lijst in bijlage D. In een eerste prioriteringsronde zijn 9 onderwerpen aangereikt voor piping, geclusterd in

3 thema's en 8 onderwerpen voor macrostabiliteit, waarbij 6 toepassingen met 2 dwarsverbanden.

Voor piping zijn dit:

1) *Voorlanden/intredeweerstand*

- a) D-Geoflow doorontwikkelen (incl. tijdsafhankelijkheid etc.)
- b) Veiligheidsfilosofie sterkte terugschrijdende erosie – geohydrologische belasting
- c) Stijghoogtes meten bij hoogwaterpassage

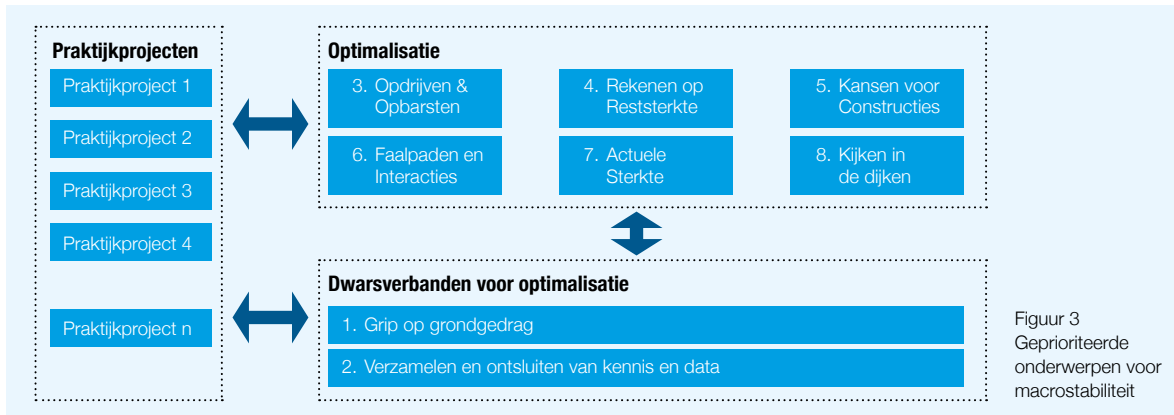
2) *Geotechnische parameters*

- a) Anisotropie meten en rekenen
- b) Verduidelijking werkwijze rekenwaardes
- c) Grovere zandfracties

3) *Geohydrologische randvoorwaarden*

- a) Werkwijzer randvoorwaarden modellering (incl. regionale modellen)
- b) Stijghoogte uittredepunt / heave

Voor Macrostabiliteit zijn de geprioriteerde onderwerpen weergegeven in de volgende figuur, waarbij detaillering in bijlage D is opgenomen:



Voor kunstwerken zal samen met de referentieprojecten worden bekeken wat de prioriteiten zijn. Hiervoor is al eerder een PvA Kunstwerken opgesteld, genaamd projectoverstijgende samenwerking Kunstwerken.

### **Kader 3: veelvormigheid qua aansturing voor thema 1**

Dit thema is uitermate geschikt om de kennisontwikkeling projectoverstijgend op te pakken, zeker omdat de ontwikkelde kennis voor meerdere HWBP-projecten, en bij verschillende keringbeheerders, relevant zou moeten zijn. De betrokkenen kunnen de kennis efficiënt laten doorwerken mits in voldoende mate afstemming plaats vindt met de praktijkprojecten. Ook is prioritering van de juiste vragen met bijbehorende tijdspaden voor oplevermomenten van resultaten van onderzoek belangrijk. Een voorbeeld hiervan is de aansturing van de POV|Macrostabiliteit. Ook kan een clustering van projecten worden voorgesteld die sequentieel van elkaar worden opgepakt, dusdanig dat de ontwikkelde kennis in de later geprogrammeerde projecten kan worden opgepakt. Een voorbeeld hiervan is het programma Sterke Lekdijken bij HDSR.

## **5.3 Thema 2: Strategie en aanpak projecten**

Het doel van het tweede thema is de aanpak van de veiligheidsopgave op zowel het trajectniveau als op het niveau van de uitvoering van projecten te optimaliseren. We zien dat optimalisatie op verschillende manieren mogelijk is.

### *1. Benutten ruimte en tijd*

Een studie door (Klerk & Van Veen, 2019) toont aan dat door het faseren van projecten op basis van urgentie tot 50% kostenreductie kan worden gerealiseerd.

Wanneer rekening wordt gehouden met toekomstige / verwachte (kennis)ontwikkeling kan toekomstige spijt van investeringen worden voorkomen.

Door meten en monitoring kunnen onzekerheden worden gereduceerd waardoor veiligheids- en versterkingsopgave significant kleiner kan worden. In sommige gevallen kan (een deel van) de scope zelfs verdwijnen. In dit thema gaat het niet om ontwikkeling van meet- en monitoringstechnieken maar om het toepassen en benutten van deze technieken.





Dijkversterking Eemshaven-Delfzijl

Een LCC-benadering biedt veel mogelijkheden om bovenstaande aspecten mee te nemen in de aanpak van de veiligheidsopgave. Op dit moment wordt de LCC-benadering nog niet op deze manier benut.

## 2. Duurzaamheid en ruimtelijke kwaliteit

Beheerders (waterschappen en Rijkswaterstaat) zijn verantwoordelijk voor het realiseren van de duurzaamheidsdoelstellingen zoals verwoord in de Green Deal Duurzaam GWW. Hiervoor lopen bij de waterschappen en Rijkswaterstaat in meer of mindere mate initiatieven. De ambitie van de Green Deal is dat in 2020 duurzaamheid een integraal onderdeel is van alle projecten van beheerders. Het HWBP volgt deze ambitie: in 2020 is duurzaamheid een onderdeel van alle HWBP-projecten.

De memo *Duurzaamheid in het HWBP* geeft drie focusgebieden weer:

- 1) ruimtelijke inpassing en meekoppelkansen (ruimtegebruik, ruimtelijke kwaliteit, sociale relevantie, ecologie);
- 2) klimaat(adaptatie) en energie (energiebesparing en duurzame energiebronnen);
- 3) circulaire economie (materialen, bodem, toepassen van gebiedseigen grond).

De dijkversterkingen krijgen ook in toenemende mate te maken met Natura 2000-gebieden. Enkele projecten hebben al enige ervaring opgedaan met Natura 2000-projecten: Brede Groene Dijk bij Waterschap Hunze en Aa's en enkele projecten langs de rivier Waal (WSRL). Tot op heden ontbreekt het aan handvatten om met dergelijke gebieden om te gaan.

## 3. Integrale processen en omgevingswet

Een waterkering kan al lang niet meer alleen als lijnelement worden gezien; je moet het veel meer zien als onderdeel van het landschap. Dit vraagt om een zorgvuldige afstemming met de omgeving als de dijk wordt aangepakt. Veel waterkeringen worden multifunctioneel gebruikt. Denk bijvoorbeeld aan agrarisch medegebruik door middel van pacht; dan is biodiversiteit bij het maaien van de kering een belangrijk aandachtspunt. Bij het wegen van initiatieven op, in en bij de waterkering gaan waterschappen veelal oplossingsgericht te werk. Ze stimuleren initiatieven en denken mee over hoe ze mogelijk gemaakt kunnen worden, zonder dat de waterkerende functie nadelig wordt beïnvloed.

**Integrale processen** worden steeds belangrijker. Dat vraagt om een eenduidige manier van werken. Het betreft het verbinden van initiatieven met de omgeving, maar ook het bezien van de dijkversterking in het licht

van de gehele waterveiligheidsketen. In andere domeinen al veel toegepaste methodieken als *systems engineering* kunnen daarbij van belangrijke waarde zijn voor de projecten aan de ene kant en de aansturing vanuit de Programmadirectie aan de andere kant.

De **Omgevingswet** die op 1 januari 2021 van kracht wordt, vraagt een nieuwe manier van werken voor alle projecten die impact hebben op de leefomgeving, en daarmee dus alle HWBP-projecten. Deze impact kan inhoudelijk zijn, maar bijvoorbeeld ook procedureel, participatief, financieel of juridisch. Het is daarom belangrijk dat HWBP-projecten goed en tijdig anti-

peren op deze nieuwe wetgeving. Dit vraagt ook op programmaniveau nog de nodige aandacht. In toenemende mate wordt de omgeving vanaf het begin bij dijkversterkingen betrokken. Hierdoor laat het waterschap geïnteresseerde bewoners meedenken over de dijkversterking in hun leefomgeving. Voor initiatieven die de dijk 'mooier' maken maar geen waterveiligheidsfunctie hebben, dient zo nodig (mede) financiering te worden gevonden. Voor recreatieve voorzieningen en dergelijke dient vooraf het beheer geregeld te zijn. De uiteindelijke besluitvorming ligt bij de waterschappen – vanuit hun bestuurlijke verantwoordelijkheid voor waterveiligheid.

#### **Kader 4: veelvormigheid qua aansturing voor thema 2**

In het verleden is het benutten van ruimte en tijd opgepakt in de POV|Centraal-Holland. Momenteel worden duurzaamheid en integrale processen opgepakt in de POV|Dijkversterking met Gebied Eigen Grond en POV| Kabels en Leidingen. Kenmerk van de projecten in deze POV's zijn de afgebakende verkenningen voor concrete projecten/trajecten. De opgedane kennis van de losse verkenningen wordt verspreid via handreikingen en masterclasses, toegespitst op de variërende doelgroepen. Deze verkenningen zouden voortaan ook als aparte innovatieprojecten veelal gekoppeld aan concrete projecten en trajecten uitgevoerd worden. De PD HWBP kan dan via de begeleidingsteams de ontwikkelde kennis verder brengen.

**(Innovatieve) Contractvorming** zou voldoende mogelijkheden en ruimte moeten bieden om technische innovaties toe te laten binnen een project. In de laatste jaren zijn mede in het kader van de POV's diverse onderzoeken uitgevoerd om voldoende handelingsperspectieven te hebben rondom verdergaande vormen van geïntegreerde contracten. Het delen van goede voorbeelden vanuit projecten is hierbij belangrijk (do's en don'ts). Dit kan een optimalisatie in de aanpak en uitvoering van projecten bewerkstelligen.

In toenemende mate wordt door betrokkenen binnen het waterveiligheidsdomein het belang gezien van het intensief verzamelen en delen van data in elke fase van

de waterveiligheidsketen (beleid - beoordelen/ versterken - beheren/ onderhouden). Ontwerp/ versterken is daarin ook een fase. Via monitoring kunnen, meer dan nu wordt gedaan, waardevolle data verzameld worden, waarmee andere afwegingen gemaakt kunnen worden op trajectniveau.

### 5.4 Thema 3 benutten ruimte overstromingskansnormen

Het derde thema betreft onderzoek en ontwikkeling van een ander type maatregelen dan reguliere dijkversterkingen waarmee de veiligheidsopgave kan worden gereduceerd. Dit betreffen veelal innovatieve verkenningen op trajectniveau waarmee doelmatige projecten kunnen worden gedefinieerd maar waarbij vaak wet en regelgeving moeten worden aangepast. Enkele voorbeelden:

Op sommige trajecten kan het doelmatig zijn om **gevolgen bij overstromingen te beperken** waardoor veiligheidseisen kunnen worden verlaagd. In sommige gevallen is het doelmatig om het individueel risico te verlagen met maatregelen waarmee de evacuatiefractie wordt verhoogd. In andere gevallen is het effectief om maatregelen te nemen om schade bij doorbraak te reduceren waardoor kan worden volstaan met een lagere norm.

Wanneer veel economische groei wordt verwacht of kwetsbare infrastructuur (bijvoorbeeld datacenters in de polder) is het wellicht in sommige gevallen juist handig om de veiligheidseisen te verhogen. Dit is in het huidige systeem niet financierbaar.

Voor andere trajecten kan het zinvol zijn om met (bovenstroomse) **stelselmaatregelen** de opgave te verkleinen. Deze studies worden nu veelal in het deltaprogramma uitgevoerd. De vertaling van globaal beleid naar concrete financierbare projecten is echter vaak moeilijk.

Tenslotte past in dit thema ook de ontwikkeling van nieuwe concepten zoals taaie dijken of waterveiligheidszones waarbij niet alleen de kering (lijnelement) maar ook de verschillende elementen in een zone voldoende veiligheid tegen overstromingen geven.

#### Kader 5: veelvormigheid qua aansturing voor thema 3

In het verleden zijn soortgelijke onderwerpen opgepakt in de POV|Voorlanden, POV|Waddenzeedijken en POV|Systeemwerking Vecht. Kenmerkend voor de projecten zijn de afgebakende verkenningen voor concrete projecten/trajecten. De opgedane kennis van de losse verkenningen wordt verspreid via handreikingen en begeleidingsteams van het HWBP.

## 6. Proces en organisatie rondom programmeren Innovatieportfolio

In de vorige paragraaf zijn de thema's voor de HWBP Kennis & Innovatieagenda benoemd. We onderscheiden twee nieuwe processen, te weten het jaarlijkse programmeerproces van het HWBP Innovatieportfolio (intern Programmadirectie) en het proces van aanmelden en uitvoeren van innovatieprojecten door initiatiefnemers en keringbeheerders.

## Algemeen

Vanuit de PD willen we toewerken naar een voortrollend Innovatieportfolio (vastgesteld door het Programma-bestuur). In sommige gevallen betreft het nieuwe projecten die in een jaar afgerond worden. In andere gevallen betreft het meerjarige projecten, waarbij in het Innovatieportfolio ook alvast vooruit wordt geblikt. Jaarlijks heeft het HWBP een innovatiebudget beschikbaar voor zowel innovaties die gerelateerd zijn aan HWBP-projecten als projectoverstijgende innovaties. Op dit moment bedraagt het innovatieplafond 10 miljoen euro per jaar (een gemiddelde over de looptijd van het programma).

We ondersteunen alleen die initiatieven die een belangrijke bijdrage leveren aan het realiseren van de programmadoelstellingen en de opgave sober en doelmatig versterken. Het centrale doel wordt gestuurd door drie bekende hoofdcriteria:

- tijd (sneller);
- geld (goedkoper);
- kwaliteit (slimmer; binnen dit abstracte begrip past o.a. uniformiteit in aanpak, omgeving, ruimte, LNC, overlast, duurzaamheid)

(bron: HWBP Programmaplan 2019-2023).

Voor de korte termijn staat het terugdringen van de kosten per kilometer hoog op de agenda. Om duidelijkheid te scheppen in wat wanneer een innovatie is, heeft de Programmadirectie een redeneerlijn Innovaties en Monitoring opgesteld (zie bijlage A). Hiermee kan de PD handelen conform de afgesproken alliantiewaarden en normen (zie figuur 4).

We zijn een outputgestuurd programma met regie op kennis en innovatie, zowel in de projecten als programmabreed. Dit betekent dat keuzes moeten worden gemaakt. Waar wordt in geïnvesteerd? Wat levert het op? Maar ook: wat doen we niet?

**Kernwoorden van de aanpak zijn: doelgericht, uitlegbaar, doorpakken, borgen en afmaken.** De (inhoud van) de Kennis & Innovatieagenda moet uitnodigen om te innoveren en een kader bieden waarop samenwerkingen worden gestimuleerd. Het moet houvast en zekerheid bieden voor het ontwikkelen en implementeren van innovaties, zowel binnen concrete HWBP-projecten als projectoverstijgend.

# HWBP

voor sterke dijken

Een effectieve krachtenbundeling vergt dat de alliantiepartners samenwerken op basis van een gezamenlijke set van waarden en normen die richting geven aan de houding en gedrag van alle betrokkenen. Voor het HWBP zijn de volgende gezamenlijke waarden benoemd.



Figuur 4  
Alliantieprincipes van het HWBP  
(Bron: Programmaplan HWBP 2019-2023)

Voor de HWBP Kennis & Innovatieagenda hanteren we als PD de volgende hoofdkenmerken:

- centrale regie op inhoud en doorontwikkeling en doorwerking;
- decentrale uitvoering met ambassadeurschap op bestuurlijk én ambtelijk niveau;
- programmatische aanpak innovatieprojecten;
- flexibele uitvoeringsvorm van innovatieprojecten;
- 'Comply or explain' bij geaccepteerde innovaties;
- cgedragen risico's;
- plafondbedrag K&I per jaar (€10 mln/jr, gemiddeld over periode van 12 jaar, wat 2,5% is van jaarlijks productievolume);
- eenduidige kennisstrategie

## 6.1 Jaarlijkse programmeerproces Innovatieportfolio HWBP

Bij het jaarlijkse programmeerproces voor de Kennis & Innovatieagenda zijn verschillende partijen betrokken:

- programmabestuur HWBP;
- Programmadirectie;
- Landelijke Bestuurlijke Ambassadeursgroep;
- HWBP Kennis- en Innovatietafel;
- andere gremia met landelijke kennisagenda's op het gebied van waterveiligheid.

Het **Programmabestuur HWBP** is verantwoordelijk voor de sturing op de uitvoering van het HWBP binnen

de gestelde kaders. Het programmabestuur stelt onder meer het programmaplan, de begroting, de kadernota, jaarplannen, de jaarlijkse actualisatie van het programma en voortgangsrapportages vast. Verder neemt het programmabestuur rondom de Kennis & Innovatieagenda op twee momenten in het jaar een besluit; in Q2 over het al dan niet wijzigen van de thema's van de Kennis & Innovatieagenda en in Q4 over het Innovatieportfolio (op hoofdlijnen) voor het daaropvolgende jaar.

De **Programmادirectie**, bereidt de overleggen voor (voor de Landelijke Ambassadeursgroep BB en de HWBP K&I-tafel) en de documenten voor het Programmabestuur. Voor de voortrollende programmering moet de Kennis & Innovatieagenda worden opgenomen met een vast budget (10 miljoen per jaar) waarover het Programmabestuur in Q4 een besluit neemt. Ook heeft de Programmادirectie op regelmatige basis afstemming met de eigenaren van de landelijke kennisagenda's en neemt ze deel aan gezamenlijke overleggen. De Programmادirectie streeft een actieve rol na in het laten landen van de ontwikkelde kennis in de daarvoor bestemde gremia zoals handreikingen, leidraden en BOI. Daarnaast vervult ze de rol van verbindingsofficier met het ENW, wat betekent dat als de HWBP-projecten een advies willen van het ENW (Expertise Netwerk Waterkeren),



de afstemming en de adviesvragen samen met PD HWBP worden opgesteld. Ook stemt PD HWBP af met de ENW-coördinator. De begeleidingsteams zullen als competente verbinder optreden tussen de innovatieprojecten en (referentieprojecten binnen het) HWBP-programma.

Het **HWBP-team TK&I** bundelt alle kansrijke voorstellen maximaal 1 a 2 x per jaar. Het team brengt dit onder de HWBP Kennis & Innovatieagenda en brengt dit naar de HWBP K&I-tafel. Daarnaast monitort en analyseert het team TK&I de kennisstrategie van de ontwikkelde kennis en innovaties. Het team TK&I stelt hiervoor onder meer de Innovatiemonitor op, waarmee het inzichtelijk maakt wat de impact is van de innovaties. Ook overziet het team TK&I de ontwikkelingen via de landelijke kennisagenda's op het gebied van Waterveiligheid en probeert daar aan te haken waar het mogelijkheden ziet voor het snel laten doorwerken van ontwikkelde kennis naar de praktijk. Binnen het team TK&I is een innovatiecoördinator werkzaam die opereert als een kennismakelaar voor innovaties en wordt ondersteund door meerdere kennismakelaars, zowel binnen als buiten de Programmadirectie.

Het team TK&I adviseert de HWBP K&I-tafel over de thema's. Deze tafel formuleert op basis van de input en de aanwezige expertise van de leden van de HWBP

K&I-tafel, een advies aan het Programmabestuur over eventuele wijzigingen in de prioritaire thema's van de HWBP Kennis & Innovatieagenda. Na het besluit van het Programmabestuur past het team TK&I indien nodig de thema's aan.

Binnen het domein van Waterveiligheid hebben andere organisaties ook (landelijke) **kennisagenda's op het gebied van waterveiligheid**. Het Directoraat-generaal Water en Bodem (DGWB) van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat heeft zijn eigen kennisagenda, vanuit de verantwoordelijkheid om een actueel, degelijk, effectief en uitvoerbaar waterveiligheidsbeleid te maken. Daarnaast hebben Rijkswaterstaat (WVL) en STOWA ook hun eigen kennisagenda's. Sinds eind 2018 hebben de landelijke kennisagenda's een overleg om met elkaar af te stemmen waar overlap zit en op welke vlakken de organisaties elkaar kunnen versterken om de kennisontwikkeling binnen het waterveiligheidsdomein effectief en efficiënt uit te laten voeren. De HWBP Kennis & Innovatieagenda (en daaruit volgend de Innovatieportfolio) dient met hen afgestemd te worden om geen dubbelingen in programmering te krijgen.

Belangrijk om hierbij te vermelden, is dat de Programmadirectie gebruikmaakt van 3 criteria om elk voorstel op dezelfde manier te kunnen wegen. Zij zal onder meer op basis van deze criteria de verschillende

ingediende voorstellen wegen en prioriteren. Criteria:

- **Rendement in termen van geld, tijd en kwaliteit** bijdrage aan *programmadoelstellingen* (kosten per kilometer, versnelling uitvoering, hogere ruimtelijke kwaliteit en duurzaamheid)
- **Urgentie**
  - a. Maatschappelijke opgave
  - b. Procesinnovaties
  - c. Meekoppelopgaven, duurzaamheid
  - d. Koppeling referentieproject
  - e. Uitlegbaarheid, vertaalbaarheid, uitbreidbaarheid
- **Impact:**
  - a. Kans dat het iets oplevert
  - b. Snel rendement ('laatste zetje')
  - c. Kennisstrategie: doorwerking naar andere projecten

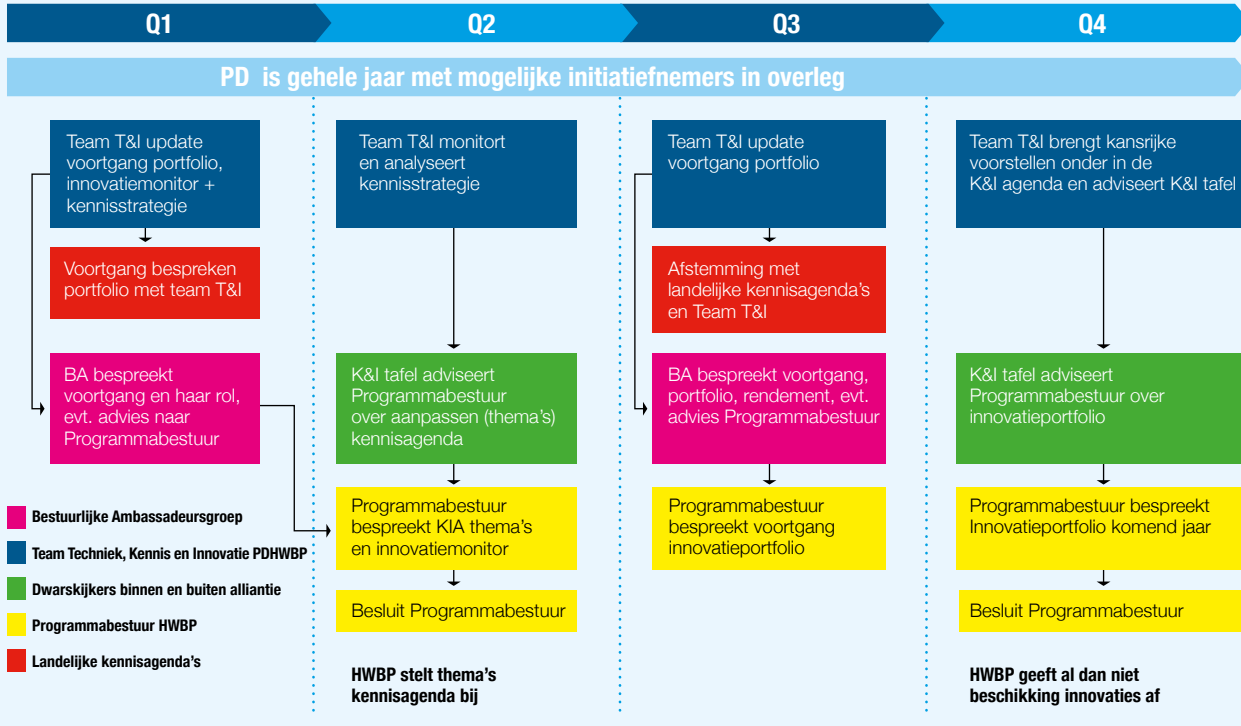
**Bestuurlijke Ambassadeursgroep:** De HWBP Bestuurlijke Ambassadeursgroep (BA) geeft gevraagd en ongevraagd advies aan het Programmabestuur HWBP over de voortgang en ontwikkelingen bij het HWBP Kennis- en Innovatieprogramma. De BA wordt tijdens elke vergadering bijgepraat door de PD HWBP en de projecten over de voortgang.

In de BA zitten bestuurlijke ambassadeurs van het HWBP Kennis- en Innovatieprogramma. Eén van de

leden van het Programmabestuur neemt ook deel aan dit overleg. Alle andere leden zijn op persoonlijke titel gevraagd om ambassadeurschap in de regio vorm te geven op zowel bestuurlijk als ambtelijk niveau. De ambassadeurs gaan ook langs bij collega-waterschappen om de innovaties voor het voetlicht te brengen.

**HWBP K&I-tafel:** De HWBP Kennis- en Innovatietafel heeft leden die vanuit de verschillende belangen de innovatievoorstellen kunnen beoordelen. Waar mogelijk nemen vertegenwoordigers van overheden, kennisinstellingen en eventuele marktpartijen zitting. De HWBP K&I-tafel wordt voorgezeten door directeur van het HWBP. De beoordelingscommissie geeft een advies aan de PD HWBP en SG HWBP. De programmering voor het Kennis- & Innovatiespoor volgt dezelfde cyclus als die voor Programmeren. Daarvoor controleert de PD de programmering op basis van het kennis- & Innovatieportfolio gericht op huidige projecten voor korte en middellange termijn en toekomstige projecten. Daarnaast adviseert zij het Programmabestuur over de inhoudelijke thema's van de HWBP Kennis & Innovatieagenda. De HWBP K&I-tafel komt 1 á 2 keer per jaar bijeen. Tijdens de vergadering bespreken ze het Innovatieportfolio en formuleren ze een advies voor het HWBP Programmabestuur. Hierna neemt het Programmabestuur een besluit over het Innovatieportfolio voor het komende jaar.

# Jaarlijks Programmeringsproces Innovatieportfolio



Figuur 5  
Jaarlijks programmeringsproces  
HWBP Innovatieportfolio

In een processchema ziet dit er als volgt uit:

Per kwartaal worden de volgende stappen gezet:

---

#### Q1

- Voortgang bespreken rondom Innovatieportfolio, innovatiemonitor met landelijke kennisagenda's en LBB

---

#### Q2

- Advies van K&I-tafel over al dan niet aanpassen thema's kennisagenda
- Desgewenst besluit Programmabestuur over deze aanpassing

---

#### Q3

- Voortgang Innovatieportfolio
- Afstemming met landelijke kennisagenda's over portfolio voor daaropvolgend jaar
- Voortgang portfolio, rendement wordt besproken in BA, mogelijk accentwijzigingen op inhoud
- Voortgang bespreken met Programmabestuur

---

#### Q4

- Eindconcept Innovatieportfolio voor jaar +1
  - Advies van K&I-tafel over Innovatieportfolio
  - Besluit Programmabestuur over Innovatieportfolio (op hoofdlijnen)
- 

## 6.2 Proces voor initiatiefnemer voor aanmelden innovatieproject

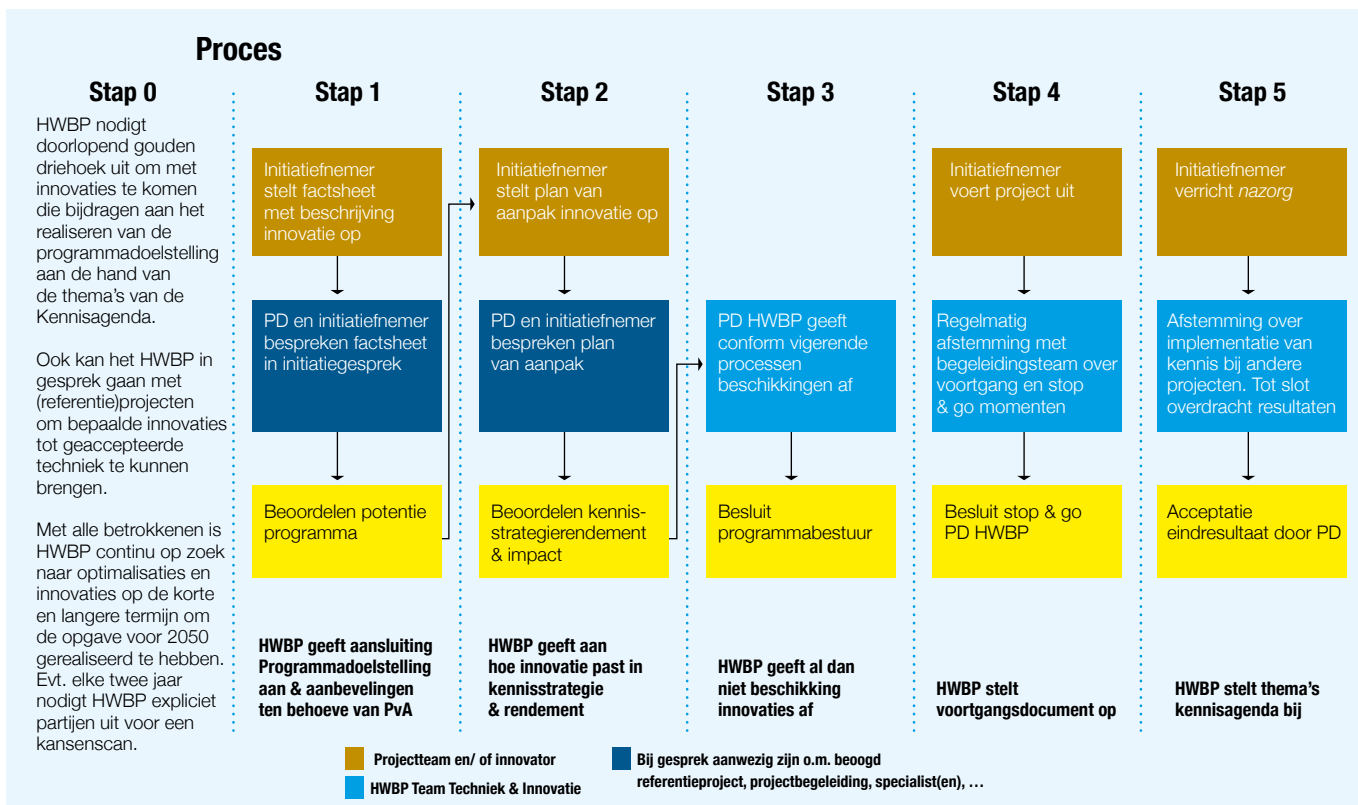
Een initiatiefnemer doorloopt in totaal 5 stappen om een innovatieproject succesvol te starten en te eindigen, zie figuur 6. Deze stappen zullen 1 voor 1 worden toegelicht. Dit processchema geldt zowel voor HWBP-projecten als projectoverstijgende innovaties. De ervaring leert ons dat het doorlopen van stap 0-3 binnen enkele weken tot maanden gereed is, mede afhankelijk van het kwaliteit van het voorstel.

### Stap 0: uitnodigen van initiatiefnemers

HWBP nodigt doorlopend vertegenwoordigers uit de gouden driehoek uit (waterschappen, Rijkswaterstaat, kennisinstellingen en ingenieursbureaus en aannemers) om met innovaties te komen die bijdragen aan het realiseren van de programmadoelstelling aan de hand van de thema's van de Kennis & Innovatieagenda. In deze fase probeert de PD HWBP ook al partijen, indien gewenst, aan elkaar te koppelen om de voorstellen verder te brengen.

Ook kan de PD in gesprek gaan met (referentie) projecten om bepaalde innovaties tot geaccepteerde techniek te kunnen brengen.

Met alle betrokkenen is HWBP continu op zoek naar optimalisaties en innovaties op de korte en langere



Figuur 6  
Proces voor initiatiefnemer voor  
aankmelden en uitvoeren innovatieproject

termijn om de opgave voor 2050 gerealiseerd te hebben. Elke 2 jaar kan het HWBP expliciet partijen uitnodigen voor een kansenscan, om een overzicht te krijgen van de *state-of-the-art* kennisontwikkeling en innovaties.

### **Stap 1: initiatiefnemer stelt aanmeldformulier op**

Een initiatiefnemer vult een door het HWBP verstrekt *aanmeldformulier* in (bijlage B), en stuurt dit naar de Programmadirectie. De PD HWBP nodigt de initiatiefnemer uit voor een zogenaamd *Initiatiegesprek* over het ingevulde formulier. De PD nodigt hierbij het beoogde referentieproject(en) en het HWBP projectbegeleidingsteam uit, maar ook specialisten bijvoorbeeld rondom BOI (beoordelings- en ontwerpinstrumentarium voor waterkeringen), experts op het gebied van fysica, techniek etc.

Het doel van het initiatiegesprek is dat de PD de potentie van het voorstel op programmaniveau kan beoordelen. Na afloop van het gesprek geeft de PD schriftelijk een terugkoppeling op de volgende onderdelen:

- aansluiting op programmadoelstellingen;
- aandachtspunten en aanbevelingen voor evt. vervolg;
- bouwstenen van het plan van aanpak;
- transparante terugkoppeling voor evt. afwijzen van initiatief voor HWBP.

Vervolgens kan de initiatiefnemer zijn idee verder aanscherpen, stoppen of doorgaan naar volgende stap.

NB. Met initiatiefnemer bedoelen we iemand uit de zogenaamde gouden driehoek, dus niet alleen maar vertegenwoordigers van Rijkswaterstaat of waterschappen.

### **Stap 2: initiatiefnemer stelt plan van aanpak op**

Met behulp van de ontvangen feedback en handvatten van de PD is de initiatiefnemer (nu samen met een projectteamlid van het beoogde referentieproject) in staat om een plan van aanpak op te stellen voor de bouwstenen van zo'n PvA). Indien gewenst kan de initiatiefnemer tussentijds overleg hebben met het HWBP Begeleidingsteam en één of meerdere specialisten. Wanneer het plan van aanpak gereed is, biedt de initiatiefnemer dit aan aan zijn contactpersoon van de PD HWBP. In een *vervolggesprek* wordt het PvA verder besproken. Bij dit overleg nodigt de PD HWBP desgewenst vertegenwoordigers van andere mogelijke referentieprojecten uit, maar ook specialisten en partijen/gremia waar de kennis moet landen (o.a. Beoordelings- en Ontwerpinstrumentarium (BOI)). Het plan van aanpak moet inzicht geven in de *kennisstrategie*, het *rendement* en de *beoogde aanpak*. Belangrijk is om inzicht te hebben in de gekozen aanpak

om een innovatie richting acceptatie te brengen. Maar ook inzicht in het verwachte rendement is belangrijk. Dit helpt om een correcte afweging te maken tussen de verschillende voorstellen. De kennisstrategie levert belangrijke informatie over waar de kennis gaat landen en of aan alle relevante stakeholders is gedacht om te zorgen dat de ontwikkelde kennis daadwerkelijk wordt gebruikt en meerwaarde/ winst oplevert.

De *kennisstrategie* heeft ten minste de volgende onderdelen:

- relevante stakeholders / doelgroep;
- boodschap;
- borging van resultaten: waar?
  - Resultaten project delen via welke middelen (rapporten/ mondelinge kennisoverdracht)
  - Toekomstige relevante projecten
  - Landing binnen BOI e.d.
  - 'Comply or explain lijst';
- ambassadeurschap bij de kennisontwikkelaars / bestuurders;
- maatschappelijke communicatie;
- toegankelijkheid kennis.

In de kennisstrategie wordt onder meer gebruikgemaakt van de BA. Maar ook de ambtelijke opdrachtgevers (verenigd in het Beraad Ambtelijk Opdrachtgevers oftewel BAO) spelen een belangrijke rol om de

ontwikkelde kennis verder te brengen in hun eigen organisaties aangezien zij ook de randvoorwaarden kunnen meegeven aan de diverse projectteams. Op voorhand worden al eenduidige afspraken gemaakt op welke manier de kennis doorwerkt tijdens en na het innovatieproject.

In het onderdeel *rendement* van het voorstel moet duidelijk worden wat het innovatievoorstel oplevert, de zogenaamde businesscase. Hierbij is het belangrijk:

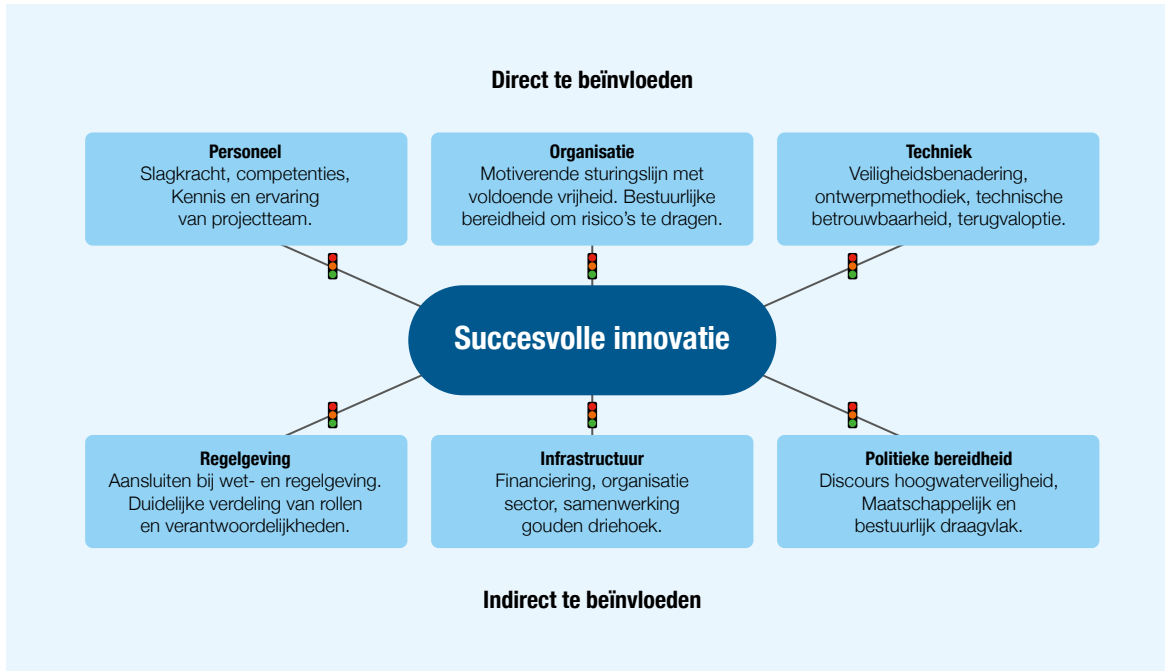
- aan te tonen voor welk faalmechanisme het voorstel een oplossing biedt, hoeveel kilometers dat betreft en wat het aan rendement (slimmer, sneller en/of goedkoper) in potentie oplevert;
- inzicht te geven in de visie die zicht geeft op optimalisatie. Bij optimaliseren van kennis en innovaties is het concreet maken van het rendement lastiger (het gaat om het gedrag van de dijk).
- een eerste, beschouwende uitwerking te geven van de mogelijkheden en kansen die worden gezien in toekomstige ontwikkelingen en trends voor het hele programma.

De *aanpak* moet vooral duidelijk maken hoe invulling wordt gegeven aan de 6 kritische succesfactoren (zie figuur 7) voor een succesvolle doorontwikkeling en implementatie van een innovatie. De kritische succesfactoren zijn in bijlage C nader toegelicht.

Na de beoordeling van het Plan van Aanpak op de genoemde onderdelen, geeft de PD schriftelijk feedback op welke manier de innovatie past in de kennisstrategie van het HWBP en hoe HWBP het rendement inschat.

### Stap 3: PD HWBP geeft conform Innovatieportfolio beschikkingen af

Conform het jaarlijkse programmeringsproces voor innovatie neemt het Programmabestuur in Q4 van elk jaar een besluit over het Innovatieportfolio van het



Figuur 7  
De zes kritische succesfactoren voor een succesvolle doorontwikkeling en implementatie van een innovatie  
(Bron: Handreiking Innovaties Waterkeringen, 2016)



volgende jaar (met daarin op hoofdlijnen de geprogrammeerde projecten). Op basis hiervan kan de PD HWBP conform de afgesproken processen de beschikking afgeven.

### **HWBP Begeleidingsteams**

Op basis van de ervaringen in de afgelopen jaren wordt de samenwerking tussen projecten en programma (in dit programmaplan het hoofdproces genoemd) geïntensiveerd. De vernieuwde werkwijze is erop gericht om te komen tot een actieve en continue afstemming tussen beheerders en programmadirectie.

Het begeleidingsteam coördineert en geeft invulling aan de rollen van de Programmadirectie bij een project (regisseren, faciliteren, toetsen). De rol van de Programmadirectie is daarmee ook om de beheerder te faciliteren door bijvoorbeeld door als kennismakelaar op te treden naar de rest van de alliantie of door te reflecteren op belangrijke thema's binnen de projecten. Een begeleidingsteam bestaat uit een vaste kern: een projectbegeleider, een projectbeheerser en een medewerker kennis. Daaromheen kunnen specialisten (van onder meer beheerders, de zogenaamde flexibele schil) benaderd worden voor specifieke vragen en issues. Ook kunnen specialisten van beheerders een rol spelen bij (tussentijdse) reviews in het kader van de interne kwaliteitsborging wanneer de beheerder daar om vraagt. De Programmadirectie faciliteert beheerders bij reviews en betreft daar andere beheerders bij.

Bron: HWBP Programmaplan 2019-2023

### **Stap 4: uitvoering innovatieproject**

Na het verstrekken van de beschikking aan het verantwoordelijke waterschap, kan het team beginnen aan de uitvoering van de werkzaamheden conform plan van aanpak. Afhankelijk van de gekozen werkvorm, de afstemming met de PD HWBP en de kennisstrategie, voert het team regelmatig afstemming met het HWBP Begeleidingsteam. De PD HWBP is voornemens om voor de grotere innovatieprojecten een apart Innovatiebegeleidingsteam in te richten. In het project zijn ook diverse stop&go-momenten ingebouwd om met elkaar scherp te blijven over het verwachte eindresultaat en op gezette momenten bij te kunnen sturen.

Tijdens de uitvoering wordt de kennisstrategie op diverse momenten herijkt. Ook stemmen de PD en het team af over de manier waarop kennis wordt overgedragen en faciliteert de PD HWBP het team daar waar mogelijk.

Met een nog nader te bepalen frequentie stellen de PD HWBP en het team een voortgangsdokument op dat inzicht geeft in de kennisstrategie, het verwachte resultaat en de mogelijke kansen. Dit document wordt gedeeld met de Bestuurlijke Ambassadeursgroep.

### **Stap 5: acceptatie en nazorg innovatieproject**

Gedurende het project wordt gekeken of de vooraf bedachte informatiedragers te realiseren zijn en bijdragen aan het borgen en gebruiken van de ontwikkelde kennis. Expliciete kennis kan in rapporten, proeven, protocollen, leidraden, technische rapporten, etc. worden vastgelegd. Maar vooraf moet nagedacht worden welke doelstellingen deze informatie- en kennisdragers moeten dienen. Als het aankomt op het borgen van kennis uit innovatieprojecten in reguliere praktijken en projecten binnen HWBP (of breder binnen Rijkswaterstaat) dan lijken andere aanpakken en kennisdragers gewenst, zoals het instellen van een leergemeenschap, het aanbieden van kennisworkshops of andere manieren die van actief overdragen van kennis op anderen. Ook de timing is daarbij van belang: kennisoverdracht en -borging gebeuren vaak niet aan het eind van een innovatieproject, maar juist op bepaalde momenten tijdens de uitvoering ervan. Dan wordt het pas echt mogelijk om te leren van de innovatieprojecten voor een bredere gemeenschap en doelgroep.

Aan het eind van het innovatieproject levert het team de resultaten op. Niet alleen aan de vooraf afgesproken doelgroep (zie *kennisstrategie*), maar ook aan de PD HWBP. Daarbij maakt het projectteam inzichtelijk tot hoever de innovatie is gebracht (bijvoorbeeld via

TRL-duiding (Technology Readiness Level), welke vervolgstappen nog nodig zijn en door wie deze gezet kunnen worden.

De PD HWBP kijkt vervolgens waar de ontwikkelde kennis (anders dan al voorzien in de kennisstrategie) moet landen en neemt hiervoor de benodigde initiatieven, al dan niet nog ondersteund door leden van het team.

Bij toepassing van *state-of-the-art* kennis en innovaties is het ook van belangrijk om *nazorg* te plegen. De initiatiefnemer neemt hierbij de lead voor de nazorg. In een door de PD HWBP geïnitieerd overleg vindt afstemming plaats over de implementatie van kennis bij andere projecten. Ook zal de initiatiefnemer worden gevraagd om actief bij andere HWBP-projecten langs te gaan om de opgedane kennis te delen en te kijken waar verdere implementatie mogelijk is. Tot slot vindt overdracht van resultaten plaats.

De PD HWBP stemt vervolgens af met de landelijke kennisagenda's over de resultaten van het project, maar draagt ook de aanbevelingen over die horen bij deze kennisagenda's, met het verzoek om deze mee te nemen in het vaststellen van hun jaarlijkse agenda.

# 7. Totstandkoming

De implementatie van de nieuwe werkwijze van het Kennis- en Innovatieproces HWBP gebeurt in belangrijke mate met én in de gouden driehoek. Een schrijfteam heeft de eerste HWBP Kennis- en innovatieagenda ontwikkeld. Het team werd getrokken door Dirk van Schie, namens de POV's. Het schrijfteam heeft een inventarisatie gedaan bij de POV's en een opzet gemaakt voor keuzecriteria om onderwerpen al dan niet op te pakken. Het schrijfteam werkte nauw samen met de Programmadirectie HWBP om ook het proces rondom de Kennis & Innovatieagenda vorm te geven.

Op verschillende momenten heeft afstemming plaatsgevonden met en in de driehoek. De klankbordgroep voor de Kennis & Innovatieagenda is diverse malen bijeengekomen. In die klankbordgroep zitten vertegenwoordigers van KPR, DGWB, RWS, waterschappen, marktpartijen en kennisinstellingen. De Kennis & Innovatieagenda is afgestemd met en maakt onderdeel uit van de brede landelijke kennisagenda's waterveiligheid.

### **Auteurs:**

Dirk van Schie  
Ellen Tromp  
Goaitske de Vries  
Han Knoeff  
Meindert Van

### **Bevindingen Reviewcommissie**

De Kennis & Innovatieagenda is extern gereviewd, met name op het proces en de governance. De volgende personen zaten in de externe reviewcommissie: Jurian Edelenbos (Erasmus Universiteit), Matthijs van Dijk (TU Delft, Reframing Studio), en Paul Iske (Universiteit Maastricht, CFO Brilljante Mislukkingen).

### **Sterke punten**

- Onder de indruk van het programma en de aanpak in de Kennis & Innovatieagenda. Met plezier gelezen. Waardering voor het document. Lovenswaardig dat de Kennis & Innovatieagenda voor aanvang van het innovatieprogramma op papier wordt gezet.
- Wat bovendien in positieve zin opvalt, is de duidelijke en werkbare governance-structuur van het kennis- en innovatieprogramma, waarin iedere relevante partij een heldere rol, taak en verantwoordelijkheid krijgt. De opzet, criteria, en organisatie van indienen en beoordelen van

innovatieprojecten zien er degelijk, betrouwbaar en uitvoerbaar uit.

- In het document wordt terecht de aandacht gevestigd op het belang van het opschalen en *mainstreamen* van innovaties in reguliere praktijken, projecten en beleidstrajecten. Overdracht, borging en doorwerking van kennis uit innovaties zijn van groot belang. Ook is er expliciete melding van het vastleggen van innovatietrajecten, in diverse tussen- en eindresultaten.

### Aandachtspunten

- **Definitie en toepassing innovatie.** Vanuit een toekomstvisie zie je innovatie binnen het HWBP niet alleen als verdedigingsstrategie maar ook als strategie voor het realiseren van nieuwe mogelijkheden (en dus ook sociale en economische kansen), voor een samenleving die we ons voor ogen zien. De Kennis & Innovatieagenda kan de indruk wekken alleen te innoveren wanneer er een probleem moet worden opgelost, vanuit “probleem-eigenaarschap”. Ook denkend vanuit kansen en mogelijkheden kan/moet innovatie ingezet worden. Hoe zie je dit project/programma als een kans om waarde toe te voegen aan de Nederlandse samenleving? Of kleinschaliger, waarde aan een ontwerp van een dijkversterking?

- **Definitie en toepassing innovatie.** Het valt op dat de innovatie altijd ten dienste van het programma moet staan in specifieke termen van doelmatigheid en soberheid. Kwaliteit van de projecten wordt zelden als expliciet criterium genoemd. Wanneer innovaties vooral in het teken komen te staan van doelmatigheid en soberheid, kan ter discussie worden gebracht of er daadwerkelijk van innovaties kan worden gesproken. Innovaties lijken op die manier onterecht samen te vallen met optimalisaties. Bij deze laatste categorie wordt vooral gezocht naar verbeteringen in de efficiëntie, doelmatigheid en versnelling. Maar innovaties brengen in de kern van de definitie een bepaalde mate van onzekerheid en onvoorspelbaarheid met zich mee; dat is de essentie van een innovatie. De resultaten van innovaties zijn op voorhand niet (volledig) te kennen.
- **Definitie en toepassing innovatie.** Maak verschil tussen verschillende soorten innovatie en pas portfoliomanagement toe. Verschillende soorten innovatie vragen om verschillende aanpakken/processen/vormen van governance. Laat dit nadrukkelijk naar voren komen in de Kennis & Innovatieagenda.
- **Kennisdoorwerking en borging.** Terecht wordt gemeld dat de samenwerking tussen projecten en programma, wat ook wel het hoofdproces wordt

genoemd, van groot belang is. De rol van kennis-makelaars komt dan ook meteen ter sprake. Deze rol wordt eigenlijk niet in de governance van het innovatieprogramma genoemd. Wat ontbreekt, is het expliciet aanstellen van competente verbinders (*linking pins*) tussen de innovatieprojecten en (referentieprojecten binnen het) HWBP-programma. Er wordt gedacht aan het aanstellen van innovatie-coördinatoren. Dat lijkt een goede zaak.

- **Kennisdoorwerking en borging.** Als het aankomt op het borgen van kennis uit innovatieprojecten in reguliere praktijken en projecten binnen HWBP dan lijken andere aanpakken en kennisdragers gewenst, zoals het instellen van een leergemeenschap, het aanbieden van kennisworkshops of andere vormen die meer uitgaan van actief overdragen van kennis op anderen. Ook de timing is daarbij van belang: kennisoverdracht en –borging gebeuren vaak niet aan het eind van een innovatieproject, maar juist op bepaalde momenten tijdens de uitvoering.
- **Continu leren.** De innovatiestrategie is veel meer uitgewerkt dan de kennisstrategie. Hoe wordt het leerproces georganiseerd, gefaciliteerd en geïnstrumenteerd? Dat is nog niet erg concreet gemaakt in het document, bijvoorbeeld bij de procedure en het stappenplan voor innovatieprojecten. In stap 5 worden acceptatie en nazorg

benoemd. Dat is belangrijk, maar tegelijk blijven deze punten van nazorg, verankering en borging achter in hun uitwerking. Acceptatie, nazorg en borging van kennis uit innovatieprojecten zijn cruciaal, want innovaties kunnen heel snel vervluchtigen. Er bestaat een reële kans dat ze zijn uitgevoerd, zonder echt impact te hebben gehad. Leren betekent ook waardecreatie op basis van zaken die anders zijn gelopen dan gepland. Maak mogelijk dat mensen voor, tijdens en na een project kunnen reflecteren op risico's, ervaringen en geleerde lessen. Voor regie op het leerproces.

De aandachtspunten van de reviewcommissie zijn ter harte genomen en waar nu al mogelijk verwerkt in de aanpak van de Kennis & Innovatieagenda. De kennisstrategie zal begin 2020 verder uitgekristalliseerd worden, samen met de leden van de reviewcommissie.

## Referenties

HWBP (2019)

Programmaplan Hoogwaterbeschermingsprogramma 2019-2023, april 2019

Deltares (2016)

Handreiking Innovaties Waterkeringen, Definitief - Versie 1 november 2016.

# BIJLAGE A

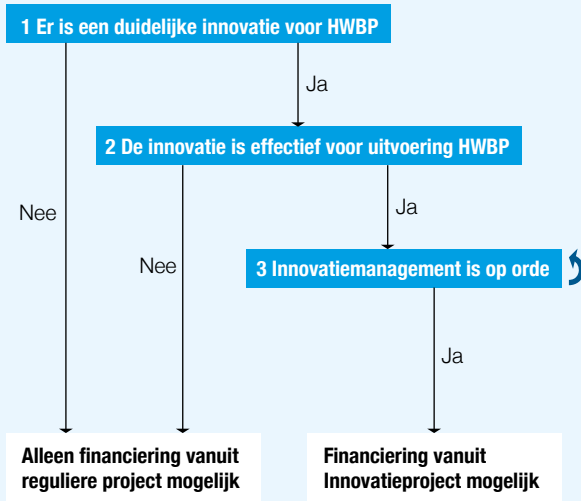
## Redeneerlijn Innovatie en Monitoring

Versie 1.0, Juli 2019

- Wanneer zijn activiteiten innovatief en wanneer vallen ze onder het reguliere werk van een project?
- Wanneer is monitoring onderdeel van een innovatieontwikkeling en wanneer is het onderdeel van de reguliere zorgplicht?

Deze vragen worden hieronder nader toegelicht en beantwoord. Per innovatie zal deze redeneerlijn worden gevolgd om na te gaan of er sprake is van een innovatie.

## Redeneerlijn



## 1 Duidelijke innovatie

Wat is de innovatiewaarde? Wordt nieuwe waarde gecreeerd? Innovatie gaat niet alleen over nieuwe dingen maar over creëren van nieuwe/toegevoegde waarden.

Wanneer toegevoegde waarde project- of organisatie overstijgend is en bijdraagt aan HWBP doelstelling (K&I agenda) wordt het beschouwd als innovatie.

Onderstaand figuur is een globale schets van de elementen in een waarde-creërend systeem: input, bedrijfsproces, product, interactie, klant. De verschillende typen innovatie hebben betrekking op verschillende elementen uit het waardecreërend systeem. Bijvoorbeeld productinnovatie, proces-innovatie, marktinnovatie. Deze termen zeggen iets over waar de primaire focus van de verandering ligt.



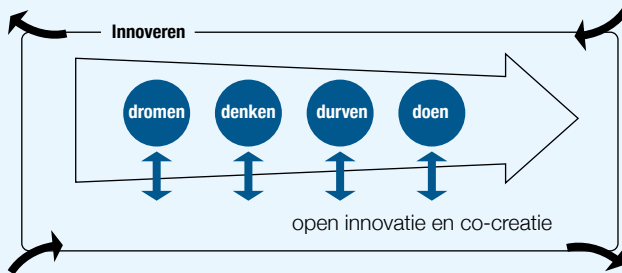
Voort & Ormond (2011) hebben het gehele gebied van innovatie in een model samengevat, het WIM-model. Het WIM-model bestaat uit drie lagen: Waardecreatie (W), Innovatieproces (I) en Management van innovatie (M).



## 2 Effectief voor HWBP

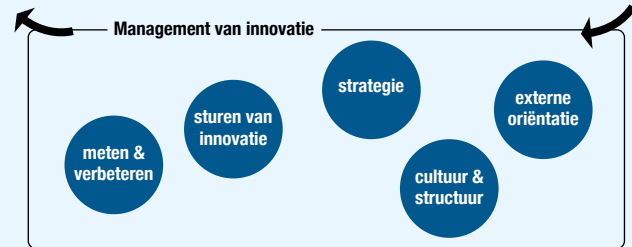
Lost de innovatie een probleem op voor HWBP?

- Probleem wordt niet veroorzaakt door onvolledige toepassing bestaande kennis.
- Er zijn geen andere problemen dominant.
- Er zijn geen andere aspecten die er voor zorgen dat de innovatie niet toepasbaar is of niet rendeert.
- Er ontbreekt geen 'fundamentele' kennis (geen dromen).



## 3 Innovatiemanagement is op orde

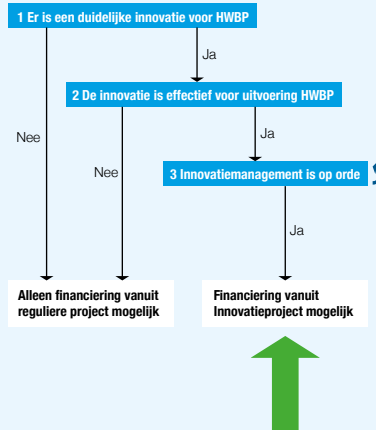
- Activiteiten zijn een meetbare stap in de ontwikkeling van de innovatie.
- Duidelijke criteria voor go, no-go, of bijsturings momenten.
- Landen van innovatie wordt geborgd.
- Er is een duidelijke toets met praktijk voorzien (bijvoorbeeld referentieprojecten).



## Financiering vanuit innovatieproject mogelijk

Voorwaarden:

- De activiteiten worden niet uitgevoerd in het kader van andere vragen.
- Er is zoveel mogelijk aansluiting gezocht met reguliere activiteiten (efficiënt).
- Alleen de risico's over de extra activiteiten horen bij de innovatie, niet de risico's van de reguliere activiteiten.



## Redeneerlijn Monitoring

- Meten om de huidige situatie (inclusief veiligheidsopgave) beter in kaart te brengen is onderdeel van beoordeling/zorgplicht
- Meten en monitoring is onderdeel van een regulier project:
  - als benodigd voor schematisatie van de kering (voor dimensionering ontwerp).
  - als het onderdeel uitmaakt van versterkingsmaatregel (doelmatig in kader van LCC).
- Meten en monitoring (onderdeel van) innovatief project:
  - bij kennisontwikkeling, product- (verhogen betrouwbaarheid) of procesinnovatie (aantonen, bijvoorbeeld bij ontwikkeling afweegkader).
  - Als het nieuwe meettechnieken betreft die passen in redeneerlijn innovatie.

# BIJLAGE B

Format aanmeldformulier  
Kennisonwikkeling  
en Innovaties

# HWBP Aanmeldformulier Kennis en Innovatie

[Naam innovatie]

Indiener

Thema (HWBP K&I-agenda)

Doel van het project

Aanpak & Resultaat

Kennisstrategie

Rendement



## Thema (HWBP K&I-agenda)

*[nu nog in te vullen samen met PD HWBP, gekoppeld aan thema's van HWBP K&I-agenda]*

### Omschrijving van het doel

1. Wat is het doel van dit voorstel? Kun je het doel illustreren met een voorbeeld?
2. Waar (in Nederland) is het toepasbaar?
3. Op welke manier sluit het doel van dit voorstel aan op de HWBP Programmadoelstellingen?
4. Wat is de potentie van het doel? (zo SMART mogelijk)
5. Wat is de exacte kennisvraag?
6. Welke kennis is nodig om het doel te bereiken?

### Aanpak en resultaat

7. Wat is nodig om de benodigde kennis te ontwikkelen? Als er onderzoek nodig is, hoe ziet zo'n onderzoek eruit? Wat zijn de onderzoeksvragen?
8. Wat zijn de beoogde tussen- en eindproduct(en)?
9. Hoe groot is de kans dat dit onderzoek de gewenste kennis oplevert? Wat zijn de grootste onderzoek- en kennisrisico's?
10. Hoe lang duurt het onderzoek? (doorlooptijd)
11. Wie zou het onderzoek kunnen uitvoeren? Welke partijen zouden betrokken moeten worden?

## Kennisstrategie

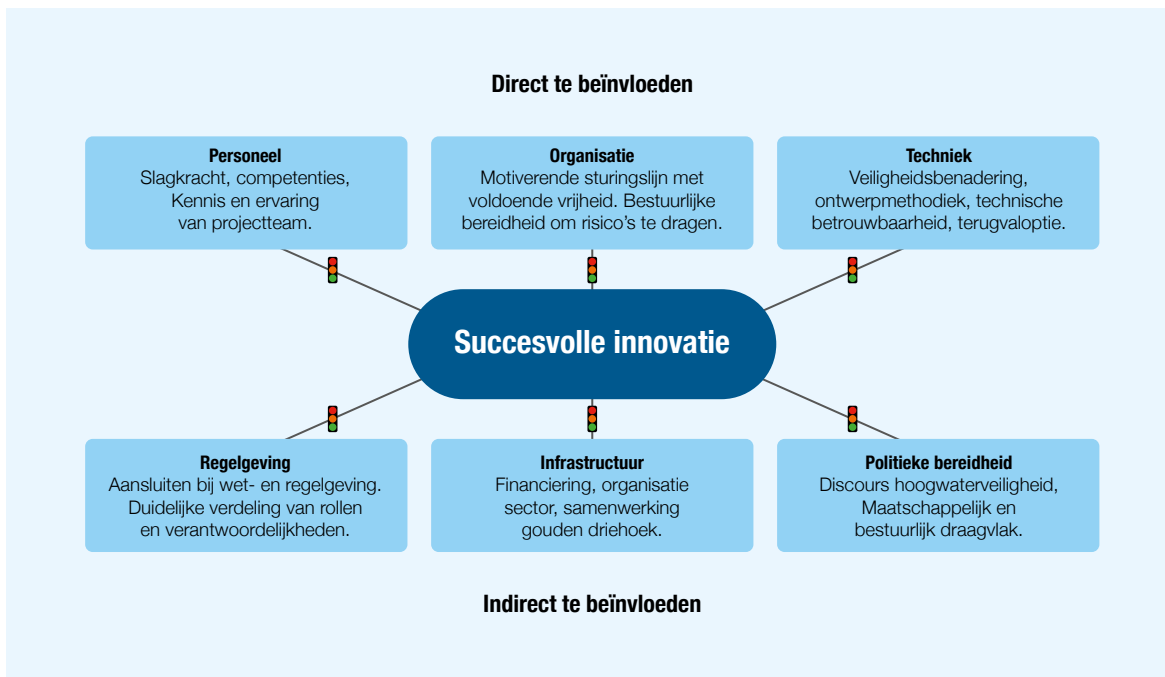
12. Waar landt de kennis? Hoe is het verankerd?
13. Is de nieuwe kennis direct toepasbaar? Zo niet, wat is er voor nodig om deze nieuwe kennis toepasbaar te maken? Hoe lang duurt het voordat de nieuwe kennis kan worden toegepast?
14. Beïnvloeden andere ontwikkelingen of onderzoeken de toepasbaarheid van het product?
15. Zijn er nog relaties met andere ontwikkelingen?
16. Kan de betrokkenheid van de probleemeigenaren (de doelgroep) bij het onderzoek zorgen voor snellere implementatie van de kennis? Op welke manier worden de probleemeigenaren betrokken bij het onderzoek?

## Rendement van de nieuwe kennis & innovatie

17. Wat zijn de kosten van de (kennis)ontwikkeling? Wat voor soort kosten zijn dit?
18. Wat zijn de baten van de (kennis)ontwikkeling (kostenbesparing, werklast of scherper maken opgave of imago)? Wie profiteren hiervan? Zijn deze baten te kwantificeren?

# BIJLAGE C

Vragenlijst voor kritische  
succesfactoren




Figuur C-1

De zes kritische succesfactoren voor een succesvolle doorontwikkeling en implementatie van een innovatie (Bron: Handreiking Innovaties Waterkeringen, 2016)





Plaatsen verticale Geotextiel



De belangrijkste vragen voor de *kritische succesfactoren* zijn:

### **Personeel:**

- Voldoende kennis en ervaring aanwezig binnen het team?

### **Organisatie**

- Is er binnen de organisatie voldoende ambtelijke en bestuurlijke wilskracht om de innovatie toe te passen en verder te ontwikkelen?
- Wie beslist of de innovatie verder ontwikkeld gaat worden en wanneer?

### **Techniek**

- Wat is de veiligheidsbenadering?
- Is de ontwerpmethodiek duidelijk en vastgelegd?
- Is de beoordelingsmethodiek duidelijk en vastgelegd?
- Zijn de technische eisen en randvoorwaarden op het juiste niveau gedefinieerd en kan aan de technische eisen worden voldaan?
- Is een terugvalscenario nodig en beschikbaar?

### **Regelgeving**

- Wat zijn de eisen met betrekking tot vergunningen, voor zowel uitvoering als beheer?

- Zijn de rollen en verantwoordelijkheden van de betrokken partijen vastgelegd?
- Met wie willen we samenwerken, wat is daarbij de gewenste aanbestedings- en contractvorm, en welke vrijheid biedt deze contractvorm voor oplossingsrichtingen?

### **Infrastructuur**

- Wat is de waarde van de innovatie en voor wie? (Zijn er naast economische- en/of uitvoeringsvoordelen ook maatschappelijke voordelen aan de innovatie? Biedt het project voldoende terugverdienskans voor de deelnemende partijen?)
- Is er afgesproken hoe we de opgedane ervaring met de innovatie doorgeven aan andere projectteams en vastleggen voor toekomstige projecten?
- Welke mogelijkheden zijn er op het gebied van subsidies en wat zijn de eisen waaraan voldaan moet worden voor subsidieverstrekking?

### **Politieke bereidheid**

- Wat zijn de verantwoordelijkheden, belangen, motivaties en weerstanden van de betrokken partijen? Wordt dit beeld gedeeld door alle partijen?
- Hoe gaan we om met kosten, opbrengsten, risico's en aansprakelijkheid?
- Wat zijn beperkingen en kansen vanuit en voor de omgeving?

# BIJLAGE D

Aangedragen inhoudelijke  
onderwerpen

In de komende tijd loopt een aantal POV's af. Deze POV's hebben behalve een waardevol eindresultaat ook ideeën voor nieuwe technieken, optimalisaties en kennisvragen waar binnen de individuele POV's geen tijd meer voor is. Deze suggesties zijn belangrijk voor verdere kennisontwikkeling en innovatie en daarmee voor het goedkoper, sneller en beter kunnen uitvoeren van het dijkversterkingsprogramma van het HWBP. Daarnaast is in een recent gestart proces rond de afstemming van de nationale kennisagenda's op het gebied van waterveiligheid ook aan andere betrokken partijen, waaronder het Rijk, gevraagd welke kansen en kennisvragen urgent zijn. Zo willen we zien of er onderwerpen zijn die gezamenlijk kunnen worden opgepakt en die tot synergie kunnen leiden.

In deze bijlage zijn de door de POV's en anderen aangeleverde onderwerpen bij elkaar gebracht om vervolgens op basis van onder andere urgentie, impact en rendement te kunnen worden geprioriteerd en uiteindelijk geprogrammeerd.

De inventarisatie van onderwerpen, die hierna nader worden toegelicht die zijn aangeleverd door:

- 1 POV | Macrostabieleit**
- 2 POV | Piping**
- 3 POV | Voorlanden**
- 4 POV | Waddenzeedijken**
- 5 RWS/WVL**
- 6 Overige kennisvragen**

# 1. POV | Macrostablieiteit

Er is in de kennisvragen en suggesties een hoofdindeling aangehouden die is gebaseerd op het tot volwassenheid brengen van innovaties: Innovatie, Optimalisatie, Implementatie en tenslotte Evaluatie.

## Innovatie

Nieuwe technieken en combinaties hiervan, waarvan wordt verwacht dat deze kansrijk zijn als ze eenmaal kunnen worden toegepast.

- V-scherm damwand;
- Damwand verder naar buitenkruin en reststerkte optimaliseren (a la luchtballon een zwakke plek maken);
- Soseal en geoclayliners (afdichtende lagen in of op de grond);
- Hybride technieken, combinaties van of met innovatieve technieken;
- Schuine damwanden;
- Damwand ontspannen na aanleg (reset-optie);
- Buitenwaartse stabiliteit (oplossen ondiepere glijvlakken met bijvoorbeeld geogrids of stabilisatie of gewoon accepteren);
- Artificial Intelligence in monitoring o.a. voor trillingsvoorspelling.

## Optimalisatie

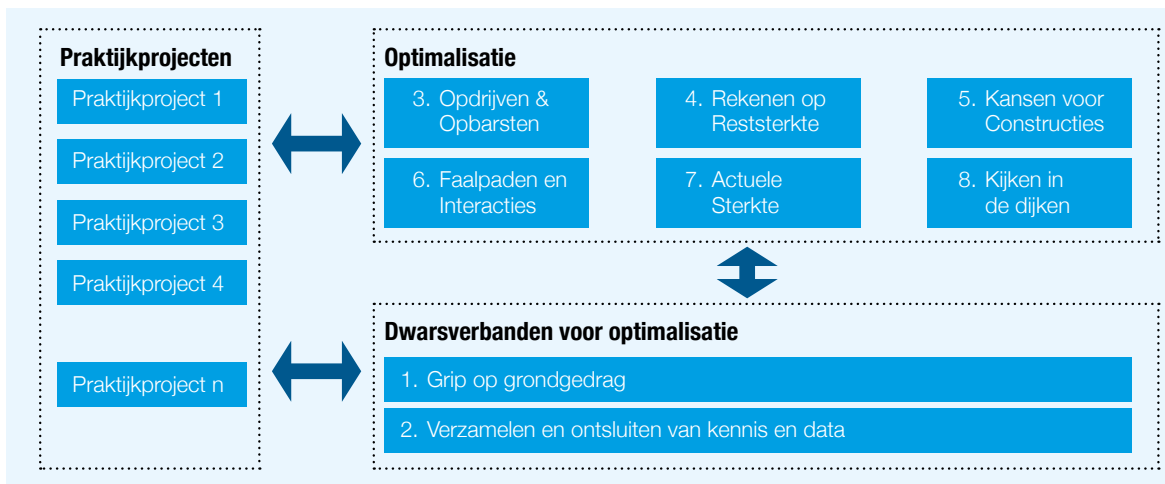
Vanuit aanbevelingen in het POVM-onderzoek en de vragen vanuit de praktijkprojecten die verbonden zijn met de POVM zijn onderwerpen voor (vervolg) optimalisaties geïnventariseerd.

De hoofdonderwerpen voor optimalisatie zijn samengevat in figuur 1 en worden toegelicht in de daaropvolgende tekst. In de figuur is onderscheid gemaakt tussen 6 hoofdonderwerpen voor optimalisatie en innovatie en 2 hoofdonderwerpen die als dwarsverband fungeren, dat wil zeggen dat ze voor alle hoofdonderwerpen van belang zijn.

### 1. Grip op grondgedrag (1e dwarsverband)

Begrijpen en modelleren van het grondgedrag is een wezenlijk onderdeel in de waterveiligheidsbeoordeling en ontwerp. Correcte schematisering van het grondgedrag die past bij de werkelijkheid heeft grote invloed op de uitkomsten voor macrostablieiteit. Uit praktijkprojecten volgt dat op de volgende aspecten verbetering mogelijk is:

- Bij het volgens het WBI bepalen van de sterkteparameters uit laboratoriumproeven zijn in de recente versterkingsprojecten praktische vragen naar voren



Figuur 1  
Optimalisatie onderwerpen Macrostablieit

gekomen waarop nog een antwoord ontbreekt. Deze vragen hebben betrekking op de eenduidige bepaling van de *critical state* sterkte uit labtesten, de mogelijkheden om gebruik te maken van andere reggrenzen in combinatie met *strain compatibility* (ook in relatie tot grondverbetering), de bruikbaarheid van correlaties tussen de SHANSEP parameters en andere parameters,

de toepasbaarheid van DSS-proeven voor klei etc. Ook is het nog onvoldoende duidelijk hoe de (al dan niet ongedraineerde *critical state*) schuifsterkte van zware zandige/siltige cohesieve lagen moet worden bepaald. En hoe de sterkte moet worden gekarakteriseerd van dijksmateriaal en deklagen in Oost-Nederland (cohesieve grond die niet blijvend door water is verzadigd). Voor de vragen rond de

karakterisering van de reststerkte van afgeschoven grond zie het onderwerp “Rekenen op reststerkte”. Voor antwoorden op dergelijke vragen moet een overkoepelend programma worden opgezet dat gebruik maakt van labonderzoek uit verschillende praktijkprojecten. Uit de analyse en uit het verdere onderzoek moeten onderbouwde aanwijzingen voor praktijktoepassing resulteren. Deze aanwijzingen leiden naar verwachting tot een aangescherpte parameterbepaling, met minder spreiding. Aangescherpte parameters en vooral minder spreiding leidt tot een kleinere scope en optimalisatie in ontwerp.

- De ongedraineerde sterkte van cohesieve grond in en onder de dijk is afhankelijk van de grensspanning, die toeneemt door blijvende samen-drukking als gevolg van (voor)belasten en kruip.
  - In de praktijk blijkt het nog erg lastig om uit regulier grondonderzoek (veld en lab) op eenduidige wijze het ruimtelijke grensspanningsveld te bepalen dat in de rekendoorsnede moet worden toegepast voor de ontwerp- en beoordelingssituatie. Betere handvatten zijn daarvoor nodig. Ook zijn onder andere onderbouwde aanwijzingen nodig voor het kiezen van de sondeerlocaties en voor het in rekening brengen van de invloed van de sondeerafstand en het aantal sonderingen op de onzekerheid

in de schematisering van de sterkte/grensspanning.

- Het is nog onduidelijk wat na bermaanleg de werkelijke sterktewinst in de tijd is, onder invloed van de toepassing van drains. Volgens de isotachentheorie is de winst van enkele jaren wachten vergelijkbaar met de winst door voorbelasten via overhoogte of via vacuümconsolidatie. In praktijk wordt deze theoretische winst (nog) niet meegenomen. Enerzijds komt dat omdat er vermoedens bestaan dat de werkelijke winst minder groot is dan de theoretische. Anderzijds komt dat omdat de beoordelingssystematiek op dit moment alleen rekening houdt met verzwakking in de tijd (door hogere waterstand, dijkzakking en bodemdaling) en nog niet met gelijktijdige sterkte-toename. Meer zekerheid over de werkelijke ontwikkeling in de tijd kan eenvoudig worden verkregen op locaties van al eerdere uitgevoerde versterkingen en praktijkproeven. De waarden die volgen uit het toenmalige grondonderzoek kunnen worden vergeleken met de waarden uit het opnieuw uit te voeren grondonderzoek. Meer zekerheid over de voorspelbaarheid van de ontwikkeling van de samendrukking en van de daaraan gerelateerde sterkte-ontwikkeling kan aanvullend worden verkregen door vergelijking van metingen met

de resultaten van verschillende constitutieve eindige-elementenmodellen, waar onder het binnen de POVM ontwikkelde Creep-SClay1 model. Als de sterkte moeilijk voorspelbaar blijkt kan de meerwaarde worden onderzocht van het na oplevering toepassen van sonderingen en/of labonderzoek, om de behaalde sterkte winst aan te tonen. Als een veilige prognose voor de sterkte-toename in de tijd mogelijk blijkt kan deze prognose ten slotte onderdeel gaan vormen van de beoordelingssystematiek.

- De ontwikkeling van de schuifsterkte van grond als functie van schuifrek is onder andere van belang bij de analyse van grondverbetering, omdat de bezwijksterkte in verbeterde grond al bij beperkte schuifrek wordt bereikt. De *critical state* grondsterkte in de omringende niet-verbeterde grond wordt echter pas bij grote schuifrek bereikt. In de huidige POVM-publicatie Grondverbeteringen is het probleem wel onderkend, maar wordt nog geen bevredigende oplossing geboden. Door middel van eindige-elementen-analyses is het mogelijk om deze effecten nader te onderzoeken. Doel daarvan is om tot een geoptimaliseerde aanpak te komen door toepassing van eindige-elementenberekeningen en/of glijvlakberekeningen, waarbij de veiligheid voldoende kan worden aangetoond.

- Een voorspelling van de vervorming van cohesieve grond is met veel onzekerheid omgeven. Deze voorspelling is niet alleen nodig om de directe en tijdsafhankelijke effecten van ophoging te voorspellen (zowel de zetting van de dijk als de horizontale omgevingsbeïnvloeding), maar ook voor de aan eisen gebonden vervorming van slanke (constructief versterkte) dijken door hoogwaterbelasting vanwege interactie met andere faalmechanismen. Daarom is meer inzicht nodig in de voorspellende kwaliteit van de huidige *state-of-the-art* modellen (waaronder het Creep-SClay1 model) en van de meer eenvoudige modellen, al dan niet in combinatie met kalibratie op veldmetingen. Dit inzicht kan worden verkregen door experimenteel modelonderzoek en veldmetingen uit meerdere praktijkprojecten te vergelijken met verschillende voorspellingsmodellen, al dan niet gecombineerd met kalibratiemodellen. Daarbij kan worden gestart met bestaande gegevens uit al uitgevoerde projecten. Hieruit kunnen aanbeveling voor praktijktoepassing resulteren.
- Sterkte van grond is sterk spanningsafhankelijk. In het algemeen geldt: hoe hoger de spanning, hoe hoger de sterkte. In werkelijkheid zijn spanningen driedimensionaal met verschillende spanningen in de verticale richting en de beide horizontale richtingen. Om praktische redenen wordt in







laboratoriumonderzoek uitgegaan van cilindrische monsters waarbij in beide horizontale richtingen dezelfde spanning wordt opgelegd. In de berekening wordt echter, per definitie, uitgegaan van andere spanningscondities, waarbij in de richting loodrecht op de beschouwde dwarsdoorsnede andere spanning heerst dan evenwijdig aan de beschouwde dwarsdoorsnede. Dit heeft consequenties voor de vertaling van sterkteparameters uit laboratoriumproeven naar de sterkteparameters die nodig zijn als invoergegevens voor een stabiliteitsberekening. Globale berekeningen laten zien dat het in rekening brengen van deze verschillen een mogelijke sterktewinst in de orde van 10% op zou kunnen leveren. Met inzicht in de bijdrage van de horizontale spanning op de sterkte en daarmee op de stabiliteit van waterkeringen kan ook meer inzicht worden verkregen in de stabiliteit bij bochten in het dijklichaam en de invloed van lokale constructies zoals op- en afritten of lokale onderbreking van bermen. Kennis van de bijdrage van de horizontale spanning op de (ongedraineerde) sterkte van grond kan zowel worden gebruikt bij het bepalen van de sterkteparameters voor glijvlakmodellen, als voor het valideren en toepassen van eindige elementen methoden, EEM. Voor EEM-toepassingen is in het kader van POVM het Creep-SCLay1 model geïmplementeerd, waarmee

de bijdrage van de horizontale spanning op de sterkteontwikkeling kan worden gesimuleerd.

## **2. Verzamelen en ontsluiten van kennis en data (2e dwarsverband)**

- Om data van grondonderzoek, van metingen (waaronder *lifecycle monitoring*) en van berekeningen over de HWBP-projecten heen optimaal te kunnen (her)gebruiken is het van belang om zorg te dragen voor een goede verzameling, opslag en ontsluiting, waar mogelijk via bestaande kanalen als BRO en het Dijk Data Service Centre.
- Om de binnen de POV's verzamelde kennis en richtlijnen in praktijkprojecten te kunnen (her)gebruiken is daarnaast ook de beschikbaarheid nodig van een actueel, consistent en goed gedocumenteerd ontwerpinstrumentarium, bestaande uit een verzameling van richtlijnen, voorbeelden en rekentools. Voor wat betreft de documenten is hierbij al op korte termijn een inhaalslag nodig, waarbij de recente POVM-resultaten moeten worden geïntegreerd met de bestaande voorschriften, richtlijnen en leidraden.

## **3. Opdrijven en opbarsten: onderbouwd optimaliseren**

Het WBI schrijft voor dat de sterkte van deklagen dunner dan 4m in glijvlakberekeningen niet meer mag

worden meegenomen zodra de oprijfveiligheid kleiner dan 1,2 is. Dit vanwege vervormingseffecten, die in de glijvlakberekening niet kunnen worden meegenomen. Uit een vanuit de POVM opgestelde business case blijkt dat vele miljoenen kunnen worden bespaard wanneer de sterkte nog wel (in zekere mate) zou mogen worden meegenomen.

Een eerste verkennende POVM studie op basis van eindige-elementen suggereert dat afschuiven bij opdrijven zowel kan optreden in combinatie met samendrukken van de deklaag (als een veer) als in combinatie met uitknikken en scheuren. In beide gevallen ligt de equivalente reststerkte van de deklaag tussen de bovengrens (volledige sterktebijdrage) en de ondergrens (nul).

Vervolgonderzoek is nodig (zowel numeriek als experimenteel) om de mechanismen beter te begrijpen en om uiteindelijk te kunnen onderbouwen welke aanpassing van de beslisregel eventueel mogelijk/noodzakelijk is. De modellering van onzekerheden is hierbij ook van belang.

#### **4. Rekenen op reststerkte voor de reële overstromingskans**

- Bij een groene dijk wordt momenteel aangenomen dat de kans op overstroming gelijk is aan de kans

dat een glijvlak intreedt in de kruin. In praktijk worden bij steile taluds en bij rekenwaarden voor de grondsterkte echter regelmatig ondiepe glijvlakken berekend die niet of nauwelijks worden beïnvloed door hoogwateromstandigheden. De huidige aanpak is dan te conservatief. Daarom moet worden onderzocht welke optimalisatie verantwoord mogelijk is. Bijvoorbeeld door te rekenen met een verhoogde maximaal toelaatbare kans van optreden op niet-kritische instabiliteit, net zoals bij buitenwaartse instabiliteit.

- Doorgaande langsconstructies moeten worden ontworpen op een “restprofiel”, wanneer aan landzijde een niet-kritische instabiliteit ontstaat bij hoogwater en rekenwaarden voor de grondsterkte. De kans op het optreden van het restprofiel wordt echter nog niet in de beschouwing meegenomen, wat conservatief is. Er moet daarom worden onderzocht welke optimalisatie verantwoord mogelijk is.
- Bij het rekenen met een restprofiel is het onduidelijk met welke ligging van het restprofiel moet worden gerekend en met welke resterende sterkte in de verstoorde zone. Dat laatste is zeker de vraag wanneer met ongedraineerde sterkte wordt gerekend. Hiervoor moet een praktische aanpak worden ontwikkeld, met een balans tussen de gewenste eenvoud en de vereiste betrouwbaarheid.

Deze aanpak moet worden onderbouwd met resultaten van experimenteel onderzoek in lab, centrifuge, goot en veld, gekoppeld aan een adequate numerieke modellering, met ook een probabilistische component.

## 5. Kansen voor constructies.

- Uit het POVM Actuele Sterkte-spoor is gebleken dat faalkansanalyses “op maat” voor groene dijken vaak leiden tot scherpere beoordelingen dan de toepassing van de standaard partiele factoren volgens het WBI. Deze standaardfactoren zijn afgeleid uit resultaten van faalkansanalyses voor een reeks van representatieve gevallen. De factoren zijn daarbij zo gekozen dat ze voor 80 % van die gevallen conservatief zijn. Voor dijken met constructies zijn faalkansanalyses echter nog vrijwel niet toegepast. De tot op heden toegepaste partiele factoren voor constructief versterkte waterkeringen zijn daarmee dus ook nog niet onderbouwd. Toepassing van faalkansanalyses is dus enerzijds nodig voor onderbouwing van partiele factoren en biedt anderzijds de mogelijkheid voor een doorgaans scherpere beoordeling “op maat”.
- Om de extra onzekerheden bij toepassing van constructies te kunnen karakteriseren en te beheersen is daarnaast kennis nodig over het werkelijk gedrag van de constructie (op te bouwen door *lifecycle monitoring* bij meerdere praktijk-projecten) en van de via uitvoeringscontroles vast te stellen initiële kwaliteit. Deze gegevens bieden ook de kans voor verdere optimalisatie van uitvoeringstechnieken.
- Binnen de POVM zijn 2D rekenvoorbeelden opgesteld voor een aantal constructieve versterkingstechnieken op binnenwaartse stabiliteit. Voor de vernagelingstechnieken is uitbreiding naar 3D nodig. Daarnaast zijn extra voorbeelden wenselijk voor de resterende technieken die in de POVM-publicatie Langsconstructies worden genoemd. Uit toepassing van de POVM-publicaties voor langsconstructies en vernageling en uit de analyse van de damwandproef volgen ook wensen voor aanpassing, aanscherping of aanvulling.
- Er zijn een aantal vragen voor wat betreft de sterkte-stijfheid interactie tussen nagel en grond. Voor dit soort constructies is de interactie tussen grond en constructie erg belangrijk en dus zijn ook de rekniveau's waarbij de verschillende onderdelen hun sterkte mobiliseren erg belangrijk. We vertrouwen hier sterk op Plaxis 2D en 3D om deze interactie goed te bepalen en hebben maatregelen genomen om te voorkomen dat we hier te onveilig mee omgaan. Bij de JLD dijkstabilisator reduceren we het nageleffect door van veilige uittrekwaarde

uit te gaan en hoge schematiseringsfactoren. Omdat beide constructietypes relatief geringe stabiliteitstekorten kunnen opvullen, zou onterechte reductie van sterkte mogelijk ertoe kunnen leiden dat dit type constructies niet kan worden toegepast omdat ze de opgave als gevolg van alle toegepaste reducties vanwege kennisleemte niet kunnen opvullen. Dit zou zonde zijn, anderzijds zou het volledig negeren hiervan en het niet compenseren van afwijkende sterkte-rekrelaties kunnen leiden tot onveilige constructies. Meer kennis hieromtrent is dus gewenst. In het verleden is een proef uitgevoerd bij Purmerend met de JLD dijkstabilisator. Bij DOV zijn centrifugeproeven uitgevoerd om te kijken naar sterkte-stijfheidsverschillen tussen grondlagen onderling (kleidijk op veenondergrond). Nadere analyse van de resultaten van deze onderzoeken waarbij de focus nader op *strain compatibility* wordt gelegd zou een eerste stap kunnen zijn om hier meer inzicht in te krijgen. Op basis hiervan zouden centrifugeproeven met verschillende configuraties van 3-D constructies kunnen worden uitgevoerd. Afhankelijk van deze stap zou eventueel nog een *full-scale* test kunnen worden uitgevoerd om dit onderzoek te valideren. Onderzoek hiernaar zou ook voor het toepassen van geogrids een aanvulling kunnen zijn.

## 6. Faalpaden en interacties tussen mechanismen.

- Voor het integraal beoordelen van de overstromingskans als gevolg van meerdere mogelijke faalmechanismen is het nodig om ook de volgorde en de interacties tussen de afzonderlijke mechanismen te beschouwen en om daarvoor voldoende onderbouwde aanwijzingen en voorbeelden te bieden. Hieronder volgt een (niet-uitputtende) lijst met deelonderwerpen waarover vanuit het POVM rekencluster vragen zijn opgekomen.
- Het rekenen met reststerkte na afschuiving vereist dat naast stabiliteit ook het effect van afschuiving moet worden beschouwd op buitenbekleding, binnenbekleding en hoogte.
- Meer overslag leidt tot verhoogde kans op infiltratie en daarmee ook op verhoogde kans op macro-instabiliteit. De binnen POVM uitgevoerde infiltratieproeven laten zien dat verzadiging snel kan optreden.
- Hoogwatergedreven vervorming van slanke dijken met stabiliteitsconstructies kan leiden tot beschadiging van bekleding aan buiten- en binnenzijde of tot beschadiging van overgangsconstructies, die ook falen kunnen initiëren. De POVM-publicaties geven de mogelijkheid om daarvoor projectafhankelijke “eisen op maat” te formuleren. Dit is vooral van belang om niet-verankerde stabiliteitswanden te kunnen toepassen. Er moet aan de hand van

praktijkprojecten echter nog meer ervaring worden opgedaan met de praktische invulling, inclusief hoe de eisen rekenkundig getoetst moeten worden.

- Buitenwaartse macro-instabiliteit leidt tot beschadigingen die de overstromingskans tijdens de reparatieperiode verhogen vanwege de verhoogde kwetsbaarheid voor verschillende faalmechanismen. Het beoordelen en ontwerpen op buitenwaartse stabiliteit is echter nog onvoldoende (semi) probabilistisch onderbouwd, zowel voor groene dijken als voor dijken met constructieve versterking.

## 7. Actuele Sterkte

Toepassing van de Actuele-Sterktemethodiek is binnen de POVM succesvol gebleken om bij 2D glijvlakberekeningen eerst meer zekerheid te krijgen over de toe te passen schematisering op basis van grondonderzoek (inclusief waterspanningsmetingen) en om de veiligheid vervolgens scherper te beoordelen met hulp van faalkansanalyses. De aanpak voor faalkansanalyses voor buitenwaartse stabiliteit is door POVM en DGRW vastgelegd in handreikingen en voor de schematisering van onzekere parameters is vanuit de POVM een eerste voorbeeld opgesteld.

- Voor het op basis van grondonderzoek en geometrische gegevens voldoende precies schematiseren zijn 2D glijvlakbenaderingen niet altijd toereikend. Daarom zijn praktische handvatten nodig voor het

vertalen van belangrijke 3D effecten naar een aangepaste 2D schematisering en/of voor het uitvoeren van 3D analyses, waar nodig.

- Uit de eerste praktijktoepassingen van faalkansanalyses voor glijvlakberekeningen komen vragen naar voren waarop een antwoord nodig is. Bijvoorbeeld met betrekking tot het via parameters of scenario's gelijktijdig kunnen modelleren van alle belangrijke onzekerheidsbronnen en met betrekking tot de onderlinge correlaties tussen deze onzekerheidsbronnen. En ook met betrekking tot de benodigde aanpak voor faalkansanalyse voor buitenwaartse stabiliteit, die op dit moment nog onbepaald is. Beantwoording vraagt vermoedelijk niet alleen om uitwerking en/of uitbreiding van de methodiek, maar ook om aanpassing/uitbreiding van de ondersteunende rekentools.
- “Bewezen Sterkte” is binnen de Actuele-Sterktemethodiek aangeduid als een mogelijke vervolgstap op de faalkansanalyses. Via “Bewezen Sterkte” kan de ondergrens voor de werkelijke dijksterkte worden bijgesteld, op grond van een overleefde belastingsituatie. Voor die belastingsituatie moeten wel voldoende meetgegevens beschikbaar zijn.
- Evaluatie van de meerwaarde heeft tot nu toe vooral plaatsgevonden voor de overleefde belasting tijdens hoogwateromstandigheden.

Gegevens over extreme hoogwateromstandigheden zijn voor primaire keringen echter zeldzaam. Bij regionale keringen is de aantoonbare meerwaarde daarom naar verwachting groter.

- De potentiële meerwaarde voor primaire keringen is naar verwachting groter bij toepassing voor de stabiliteit bij overleefde extreme neerslagcondities (belangrijk voor ondiepe glijvlakken) en voor de uitvoeringsstabiliteit met de daarbij gemeten wateroverspanningen.
- Om naast de onzekerheid in de sterkte (inclusief grensspanning) ook de onzekerheden in waterspanningen en stijfheid te kunnen verkleinen liggen er reële kansen voor gebruik van gecombineerde (*lifecycle*) monitoringsdata (zettingbakens, peilbuizen, sensoren, *remote sensing* etc).
- Indien de optimalisatiemogelijkheden van de “Bewezen-Sterkte-aanpak” kunnen worden aangetoond, is voor de praktische toepasbaarheid ook ondersteuning door de rekentools nodig.

### 8. Kijken in de dijken

De (vaak heterogene) samenstelling en eigenschappen van de dijk en van de dijkbekleding, in combinatie met de wisselende omstandigheden door regenval, hoogwater en rivierbedding, zijn van grote invloed op de macrostabiliteit. Vooral wanneer ondiepe glijcirkels worden berekend, bij steile taluds. Het klassieke

grondonderzoek en de klassieke waterspanningsmetingen leveren vaak onvoldoende specifieke informatie over de dijk zelf. In die gevallen moet de dijk conservatief worden geschematiseerd, waardoor vaker dan nodig de conclusie wordt getrokken dat versterking nodig is. Daarom is er meer aandacht nodig voor het betrouwbaar karakteriseren van de lokale samenstelling en van de lokale eigenschappen van de dijk en het dijkmateriaal, onder invloed van de wisselende geohydrologische omstandigheden. Uitdaging is daarbij om resultaten van lokaal grondonderzoek (sonderingen, vinproeven, labonderzoek, kleisamenstelling en -verdichting), praktijkproeven (waaronder infiltratieproeven), ruimtelijke continue metingen (geofysica, *remote sensing*) en lokale metingen in de tijd (*lifecycle monitoring*) met elkaar in verband te brengen. Daarbij moet ook worden onderzocht wat de toepasbaarheid van ruimtelijke continue metingen is om het lokale onderzoek te richten op locaties met anomalieën.

Beoogd eindresultaat is een praktische richtlijn voor de definitie van het minimaal benodigde en aanvullend wenselijke grondonderzoek en monitoringsprogramma voor de dijk zelf, voor het op basis daarvan per vak schematiseren van de representatieve dijkdoorsnede met waterspanningsverloop en voor het karakteriseren van de sterkte en stijfheid van het dijkmateriaal (zowel

verzadigd als onverzadigd). Evaluatie en illustratie van de toepasbaarheid vindt daarbij plaats door koppeling aan praktijkprojecten.

## Implementatie

Implementatie zit vooral op het proces dat erop is gericht dat dijkbeheerders vroeg bekend worden met nieuwe technieken en deze ook met voldoende vertrouwen kunnen toepassen als daar eenmaal groen licht voor is. Een positief advies van ENW helpt om dit te bereiken.

Verder is het van belang dat er voldoende pilots worden uitgevoerd met nieuwe technieken, dat het voor dijkbeheerders ook aantrekkelijk wordt gemaakt hiervoor beschikbaar te zijn. Er moet tijdig en transparant over worden gecommuniceerd en de resultaten moeten ook breed onder de aandacht worden gebracht.

Ditzelfde geldt voor optimalisaties in bijvoorbeeld geo- en rekentechnieken. Het is van belang dat de ontwerpers/adviseurs van de dijkbeheerders voldoende bekend zijn met nieuwe inzichten, hierin vroegtijdig worden meegenomen en zo mogelijk mede worden ingezet bij de ontwikkeling hiervan. Dit geldt ook voor *softwaretools*. Dit vergemakkelijkt de toepassing in de praktijk en stimuleert het vertrouwen in de resultaten.

Conclusies uit proeven en pilots, zoals de Eemdijkproef de infiltratieproeven en de JLD-pilot moeten om deze reden eveneens breed worden gecommuniceerd.

In opdracht van de POVM zijn in 2018 twee onderwerpen gerapporteerd (Maximaal toelaatbare golf-overslagdebieten en Ontwerpkader voor secundaire functies) waarbij de aanbevelingen door meerdere dijkversterkingsprojecten werden gezien als waardevol vervolgonderzoek.

- A Consequentieanalyse verhogen toelaatbaar golfoverslagdebiet (inclusief overgangen)
  - Wat zijn de consequenties wanneer we ontwerpen met een hoger toegestaan golfoverslagdebiet: baten en lasten.
- B Secundaire functies waterkeringen (i.r.t. golf-overslagdebiet).
  - Wat zijn consequenties voor secundaire functies van waterkeringen (verkeer, recreatie, leidingen, waterveiligheidsbeleving etc) wanneer een hoger golfoverslagdebiet wordt toegestaan: een probabilistisch raamwerk dat eenvoudig kan worden gecommuniceerd en waarmee inzicht kan worden verkregen in de consequenties van de secundaire functies van waterkeringen bij specifieke ontwerpkeuzes.



De volgende twee onderwerpen zijn hierbij aan te bevelen voor een vervolg:

- **daadwerkelijke sterkte van (versterkte) overgangen** door middel van veldtesten. Er is hier een grote kennisleemte. Dat leidt tot overdimensionering en dat heeft significante consequenties voor ontwerp, beheer en beoordeling van overgangen. Dit punt werd sterk onderschreven vanuit ENW-techniek.
- **Secundaire functies waterkeringen**. Het voorstel is om deze werkwijze verder uit te werken en ook toe te passen op andere faalmechanismen dan alleen golfoverslag.

## Evaluatie

### Dijkvernageling

Ten aanzien van dijkvernageling zijn er vragen geformuleerd. De evaluatie van de pilots kunnen dienen voor de beantwoording van de vragen.

1. Wat is de houdkracht van nagels in veen?
    - NEN9997 geeft een schachtwrijvingsfactor van 0 voor veen (er mag dus geen houdkracht aan veen worden ontleend volgens deze norm).
    - Reviewconclusies Deltares na Vianen (opmerkingen over toepasbaarheid in veen), schatting houdkracht in veen op basis van grondonderzoek,
- vergelijking tussen veen en andere grondsoorten qua bepaling houdkracht, vaststellen methode voor beproeving houdkracht in veen.
  - Voorstel om trekproef in situ uit te voeren vóór ontwerpfase, zodat resultaten in ontwerp meegenomen kunnen worden.
2. Wat is het mobilisatie- en bezwijkgedrag van nagels in de dijk bij hoge rekken / afschuiving?
    - Bij het ontwikkelen van de techniek van dijkvernageling is de focus gelegd op het vaststellen van veilige waarden van de bijdrage van vernageling in een gedraineerde berekening (sterkte bij lage rek), dit is een veilige benadering.
    - Ongedraineerd rekenen op basis van sterkte bij hoge rekken zoekt meer de grens op van wat er aan sterkte in de dijk zit bij toenemende rek. Het gedrag van de nagels (en constructies in het algemeen) in de zone van hogere rek is niet eerder onderzocht.
    - Te onderzoeken aspecten zijn: verloop van schuifkracht langs de nagel bij hoge rekken, mobilisatie van vernagelingskrachten in de stabiliteit van de dijk, verloop van vervormingen van de nagel en de dijk bij toenemende rek, *strain compatibility*, integriteit van de nagel in de zone met grote vervormingen, krachtenverloop in de nagel (normaalkracht, dwarskracht, moment) bij

hoge rek, gedrag van de *facing* bij toenemende vervorming.

- Aanpak:
  - (i) Uitvoeren langeduurproef op een nagel bij Vianen om het verloop van de schuifkracht langs de nagel bij hoge rekken te meten
  - (ii) Uitvoeren langeduurproef op een nagel bij Uitdam (Versterking Markermeerdijken) tot in een veenlaag om extra de houdkracht en het verloop van de schuifkracht in veen te meten
  - (iii) Uitvoeren bezwijkproef van vernagelde dijk om de mobilisatie van krachten en het verloop van de vervormingen en krachten in de nagel te meten bij toenemende rek richting afschuiven
3. Hoe kan de beproeving worden verbeterd om de houdkracht en bijdrage van de nagels nauwkeuriger te bepalen?
- Uitgevoerde trekproeven zijn gedaan met meting aan kopzijde nagels, hierdoor moet de houdkracht verdeeld worden in drie zones (buiten glijcirkel, binnen glijcirkel, in de invloedszone van het afschuifvlak)
  - Trekproef uitvoeren met rekstrookjes langs de hele schacht om de schuifkracht per meter te bepalen leidt tot een meer nauwkeurige schatting van de houdkracht in verschillende zones en met wisselende grondlagen

### Onderzoeksvragen NWO schematisering bij fundering op palen

Deze onderzoeksvraag komt naar voren bij het uitwerken van dijkvernageling voor Versterking Markermeerdijken in het dorp Uitdam.

Karakteristiek voor dijkvernageling is:

- Dijk met weinig ruimte voor versterking, meestal met bebouwing dicht aan de dijk (NWO's dus)
- Dijkvernageling is effectief bij een kleine versterkingsopgave (10 a 20%)
- De stabiliteit van de dijk is sterk afhankelijk van de schematisering van NWO's

Voor het ontwerp van de dijkvernageling is het bepalen van de versterkingsopgave dus essentieel voor ten eerste de kansrijkheid van de oplossing en ten tweede de uitwerking van de oplossing. Voor het bepalen van de opgave is de invloed van de NWO's (panden) op het mechanisme STBI essentieel. Bij damwandconstructies wordt er vaak voor gekozen om de invloed van de panden robuust mee te nemen door diepe ontgrondingskuilen te schematiseren ter plaatse van het pand. Voor nagels is dit geen oplossing omdat dan de opgave te groot wordt. Er moet dus meer maatwerk worden gezocht, waarbij de invloed van het pand zo reëel mogelijk wordt meegenomen in de analyses. Onderzoeksvraag: wat is de minimaal gegarandeerde bijdrage aan de stabiliteit van de dijk

van bebouwing die gefundeerd is op palen, onafhankelijk van de constructieve staat van bebouwing en paalfundering.

Beantwoorden van de onderzoeksvraag zal naar verwachting leiden tot het meenemen van gunstige effecten van bebouwing en (paal)fundering in de stabiliteit van de waterkering, en daarmee in een sterke reductie van de versterkingsopgave en de kosten van dijkversterking ter plaatse van bebouwing. Secundair effect is het vergroten van het toepassingsgebied voor vernagelingstechnieken bij dijken met bebouwing dicht langs de dijk.

### **Evaluatie door Monitoring**

1. Taai bezwijken (i.p.v. bros bezwijken) – hoe bereiken we dat?
2. Versterking van grondonderzoek met geofysische karteringsmethoden
3. Benutten van metingen over de gehele levenscyclus voor actuele sterkte
4. Benutten van de fase na afkeuren
5. Toepasbaarheid van proefbelastingen
6. Continuering monitoring Jachthaven Streefkerk (Klimaatdijk)
7. Leren van de dammenwereld
8. Dijkmonitoring 2050: hoe ziet dat er uit?

### **1. Taai bezwijken (i.p.v. bros bezwijken) – hoe bereiken we dat?**

Nastreven van duidelijk te onderscheiden stappen in het preferente faalpad bij verschillende belastingniveaus en belastingcombinaties. Daarbij robuuste marges tegen alternatieve, minder wenselijke want lastiger te detecteren faalpaden.

### **2. Versterking van grondonderzoek met geofysische karteringsmethoden**

Een 'Handreiking Geofysische Karteringsmethoden voor Waterkeringen', gericht op dijkbeheerders, kan dienen om deze technieken gericht en nuttig in te zetten ('wanneer is welke methode bruikbaar?'). Doel is verkleining van de onzekerheid in de ruimtes tussen boringen en sonderingen, die alleen puntinformatie bieden. Deze onzekerheid komt keihard naar voren in WBI-beoordelingen.

### **3. Benutten van metingen over de gehele levenscyclus om het werkelijke gedrag vast te stellen**

Bijvoorbeeld: de ophoging van de vorige dijkversterking benutten als grootschalige in-situ samendrukkingsproef – vergelijk oude en nieuwe boringen en sonderingen, analyseer en de resulterende parameters zijn véél betrouwbaarder dan wat er volgt uit nieuwe samendrukkingsproeven op 2 cm dikke monstertjes. Aanscherping is te bereiken met aanvullende meetdata, bijvoorbeeld zakking in de tijd.

### **4. Benutten van de fase na afkeuren**

Vaak is er na een afkeuring van een dijk(traject) een langere periode nodig voordat met uitvoering wordt begonnen. Benut deze tijd door monitoring in te zetten gericht op de grootste onzekerheden t.a.v. de parameters die tot afkeuren hebben geleid (direct na afkeuren is die kennis het beste bekend)

### **5. Toepasbaarheid van proefbelastingen**

Dit ter aanscherping van de beoordeling. Hier zou ook de belasting uit de uitvoering van dijkversterkingen bij gerekend kunnen worden; in principe is die beschikbaar inclusief relevante metingen.

### **6. Leren van de dammenwereld**

- Integraal ontwerp met robuustheid op de minder controleerbare faalpaden.

- Vervangbare, permanente instrumentatie in combinatie met lange meetreeksen.

### **7. Continuering monitoring Jachthaven Streefkerk (Klimaatdijk)**

Het primaire zettingsproces vindt nog steeds plaats. De ankerkrachten zijn inmiddels afgenomen, de oorzaak is onduidelijk (doel was o.a. de toename van ankerkrachten als gevolg van zettingen te onderzoeken). De vervorming van de damwand is bovendien veel groter dan verwacht, deze is nu al bijna gelijk aan de BGT-waarde – maar zonder al te veel belasting, anders dan de aanleg. Ook rijst de vraag of- en in hoeverre deze situatie uitzonderlijk is. Komt dit gedrag, sterk afwijkend van onze sommetjes, meer voor bij damwanden in dijken?

### **8. Dijkmonitoring 2050: hoe ziet dat er uit en hoe bereiken we dat, zo mogelijk al eerder?**

- Beheer en onderhoud rationaliseren vanuit zorgplicht;
- Evaluatie van toegepaste innovaties; wat is het werkelijke gedrag;
- Monitoring bij calamiteiten en extreem hoog water;
- Datamanagement, onderzoek naar data-uitwisseling;

## 2. POV | Piping

Vanuit de POV | Piping zijn de volgende onderwerpen voor de K&I-agenda ingebracht, waarbij op voorhand, zoals overigens ook uitgevraagd, een 'top-3' is samengesteld.

### 1. Voorlanden/intredeweerstand

- a. D-Geoflow doorontwikkelen (incl. tijdsafhankelijkheid, etc.)
- b. Veiligheidsfilosofie sterkte terugschrijdende erosie – geohydrologische belasting
- c. Stijghoogtes meten bij hoogwaterpassage

### 2. Geotechnische parameters

- a. Anisotropie, meten en rekenen
- b. Verduidelijking werkwijze rekenwaardes
- c. Grovere zandfracties

### 3. Geohydrologische randvoorwaarden

- a. Werkwijzer randvoorwaarden modellering (incl. regionale modellen)
- b. Stijghoogte uittredepunt / heave

Afbakening: dus niet (in komend jaar/jaren):

- heterogeniteit (geen oplossing voor meting/grondonderzoek in beeld)
- nieuwe pipingformules (Shields/Darcy, etc.)

Vanuit het KvK-programma loopt een veelbelovend onderzoek naar sterkte van getijdezanden; hieruit lijken wel goede resultaten te halen. Labonderzoek, *medium scale* (veldproef Waddenzee) en *full scale* (Hedwige-polder) onderzoek lijkt haalbaar en effectief.

Daarnaast moeten de nieuwe verbetermaatregelen beter toepasbaar worden gemaakt met monitoring en OBR's:

- OBR filterschermen (VZG/GZB)
- OBR drainagetechnieken.
- OBR linings

Naast de hierboven genoemde 'prioritaire' onderwerpen zijn de volgende onderwerpen, c.q. kennisvragen aangedragen.

### VZG/GZB

Als je een betrouwbare oplossing wil en faalmechanismen in beeld hebt gebracht, kijken of je VZG en GZB gezamenlijk kunt inbrengen.

## Geohydrologie en opbarsten

### Grondverbetering/kwelwegverlengende verbetermaatregelen.

#### Soseal, geoclay-liners

Aanvulling op/invulling van OBR grondverbetering en POVM-publicatie grondverbeteringen. Meer ontwerpgericht.

#### DGeoFlow

#### OBR drainage

De volgende voorstellen zijn bij de POV|piping binnengekomen:

- bezwijkproef Willemspolder. Voorstel is om in combinatie met een ontzanding een dijk te laten bezwijken. Met de meetapparatuur die nog aanwezig is kan hier dan informatie worden verzameld;
- *fullscaleproef* VZG, op advies van ENW naar aanleiding van de toets- en beoordelingsrichtlijn is het plan opgevat om een bezwijkproef te doen voor VZG;
- glasvezeltechnologie, verschillende aanbieders hebben zich gemeld;

- vervolg verkenning heterogeniteit (EM2). Er worden vanuit de huidige verkenning al vervolgvragen geformuleerd;
- STW-onderzoeken van Utrecht (Piping in practice) en Delft (Allrisk) en Soseal moeten gevolgd blijven worden;
- fundamentele vraagstukken die resteren: heave en primaire erosie (loslaten van het korreltje uit het pakket). Raakt discussie over zettingsvloeiing, verweking en aardbevingsgevoeligheid;
- verbeter technieken voor meerdere faalmechanismen/combinatie van faalmechanismen;
- geohydrologische schematisering, natuurlijke ontlastmechanismen;
- koude-warmteopslag in piping-gevoelige gebieden.

#### Restpunten vanuit de POVP-verkenningen

Drainageconstructies, CUR/SBR/CROW lijkt hiervoor geschikt. Veel kennisvragen die door het doen van metingen geborgd moeten gaan worden. Hierbij is het belangrijk om de link te leggen naar de beslisboom Piping, waar als voorwaarde aan verbonden is dat kennisontwikkeling doorgaat.

### 3. POV | Voorlanden

De POV | Voorlanden heeft belangrijke inzichten opgeleverd die zijn samengebracht in de Handreiking Voorland die in het voorjaar van 2019 is uitgebracht. Voorlanden kunnen de overstromingskans aanzienlijk verlagen, kostbare dijkversterkingen voorkomen, uitstellen of verkleinen. Bovendien kunnen ze meekoppelkansen opleveren. De 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. Tenslotte is in de Handreiking een groot aantal voorbeelden opgenomen.

De belangrijkste conclusie: “Neem voorlanden mee als integraal onderdeel van de waterkering”.

Met de huidige technische instrumenten zijn er mogelijkheden om integraal naar de waterkering te kijken en ook voorlanden daarin goed in mee te nemen. Maar de beoordelingspraktijk is op zo'n manier ingericht dat het niet altijd uitnodigt om ook echt integraal te kijken, zodat verwarring kan ontstaan. Hieronder volgt een aantal suggesties om voorlanden meer integraal onderdeel te maken van de waterkering

en integraliteit te stimuleren en daarmee zijn dit ook aandachtspunten voor de K&I-agenda:

#### **Integreer de indirecte faalmechanismen in de directe faalmechanismen**

De afzonderlijke beoordeling van de ‘standzekerheid’ van voorland is gebaseerd op geometrische toetsen op basis van restprofielen; een werkwijze die nauwelijks is veranderd ten opzichte van de VTV2007. Deze werkwijze bevat nog behoorlijk veel conservatisme. Daarnaast vindt de beoordeling ‘losgeknipt’ plaats in de vorm van ‘indirecte mechanismen’. Pas bij een toets op maat wordt de uitkomst van de gedetailleerde toets van het indirecte mechanisme als invoerparameter in de toets van het directe mechanisme gebruikt. Daarbij wordt echter het gehele indirecte mechanisme gereduceerd tot één parameter. Daardoor is het integraal simuleren van de samenhang tussen indirecte en directe mechanismen niet mogelijk. Dit vormt met name een probleem bij mechanismen waar sprake is van een bepaalde correlatie tussen direct en indirect mechanisme. Denk aan golfafslag van het voorland versus golfoverslag over de dijk: beide worden gedreven door de golfparameters. Hiernaast wordt er geen rekening gehouden met de voorwaardelijkheid

van indirecte mechanismen. De Handreiking Voorland doet suggesties hoe je dit wel kan doen, bijv. door de bij de gedetailleerde toets afgeleide kans of de kans op een ander initiërend mechanisme (bijv. van bezwijken van een kademuur, zie het voorbeeld van Tropicana) mee te nemen in een scenarioanalyse.

### **Macrostabiliteit binnenwaarts**

In de huidige werkpraktijk wordt voor macrostabiliteit binnenwaarts veel gebruik gemaakt van de semi-probabilistische rekenregels. In veel gevallen zal deze aanpak waarschijnlijk wel volstaan. Maar in het geval van een waterkering met een voorland wordt daarmee het positieve effect van het voorland significant onderschat.

De huidige rekenprogramma's houden er namelijk geen rekening mee dat het optreden van een afschuiving niet altijd tot een overstroming hoeft te leiden. Zo heeft een afschuiving bij waterstanden lager dan het voorland geen overstroming tot gevolg. Het niet meenemen van deze voorwaardelijkheid leidt tot forse onderschatting van de veiligheid (soms tot een factor 1.000).

Voor het faalmechanisme macrostabiliteit binnenwaarts biedt de Handreiking Voorland een werkwijze om het effect van deze voorwaardelijkheid toch mee te nemen door probabilistisch te reken in de vorm van *'fragility*

*curves'*. Deze werkwijze vraagt een extra inspanning en kennis van probabilistisch rekenen maar kan potentieel veel onnodige afkeuringen voorkomen. Omdat deze voorwaardelijkheid feitelijk bij alle voorlanden in een zekere mate voorkomt, verdient het de aanbeveling om dit beter te faciliteren.

Het maken van deze probabilistische berekeningen wordt vaak gezien als complex en tijdrovend, maar een probabilistische analyse is niet per definitie meer complex en hoeft niet (veel) meer tijd te kosten dan een semi-probabilistische analyse. Verder is de benodigde software daarvoor beschikbaar en is het detailniveau van de benodigde parameters niet anders. Een probabilistische analyse zou daarom veel meer gestimuleerd kunnen worden.


### **Piping**

Voor het faalmechanisme piping zijn er binnen de POV Voorlanden twee aandachtspunten verder uitgewerkt om de potentie aan te tonen. Hierbij gaat het om:

- 1) de weerstand van relatief dunne deklagen in het voorland;
- 2) het verder laten doorgroeien van de pipe onder het voorland.







Ad 1) In de huidige werkpraktijk wordt in het geval van dunne deklagen vaak aangenomen dat er geen weerstand in het voorland aanwezig is en wordt het intredepunt dicht bij de buitenteen gekozen. In de door de POV|Voorlanden uitgevoerde analyses is de potentie aangetoond van het wel meenemen van deze dunnere deklagen. Hieruit blijkt dat bij een geringe weerstand in het voorland de kans op piping significant kan afnemen.

Ad 2) Voor het groeien van de pipe onder de waterkering wordt in de schematiserings-handleidingen nog het afkapcriterium gehanteerd dat een pipe niet verder mag groeien dan de buitenteen. In het geval van een voorland met een relatief dikke deklaag is in de POV|Voorlanden-analyse aangetoond dat wanneer deze pipe wel verder mag doorgroeien dit ook winst kan opleveren. Met name bij waterkeringen met een smalle dijkbasis kan dit kansen bieden.

Beide punten zijn ook door de POV|Piping opgepakt en zijn in de proeftoetsing verder uitgewerkt. De inzichten uit deze proeftoetsingen laten zien dat de keuzes rondom het voorland het verschil kunnen zijn tussen het wel of niet voldoen aan de norm. Het heeft concrete meerwaarde om deze aspecten verder te onderzoeken en als handelingsperspectief voor de verschillende waterkeringbeheerders aan te bieden om binnen een toets op maat scherper te kunnen beoordelen (ook in het kader van urgentiebepaling).

## 4. POV | Waddenzeedijken

Binnen de POV | Waddenzeedijken worden 12 onderzoeken uitgevoerd. De volgende onderzoeken worden afgerond:

- steenbekleding;
- overslagbestendige dijk;
- geulmanagement;
- multifunctionele dijk;
- risicoanalyse HR-modellen;
- effectiviteit voorlanden (HR).

Voor de dubbele dijk en de brede groene dijk is de monitoring meegenomen bij de beschikkingaanvraag voor de pilots. Voor het onderzoek naar de rijke dijk wordt de monitoring uitgevoerd door de provincie Groningen.

Voor 3 onderzoeken wordt vanuit de POV|Waddenzeedijken voorgesteld om de monitoring van de pilots als onderwerp op te nemen in de K&I-agenda.

Dit betreft de volgende onderzoeken:

### **1. Gras- en kleibekleding**

De pilot met grasmengsels wordt in 2019 aangelegd, monitoring van de dijkvakken met nieuwe grasmengsels vindt plaats in de periode 2020-2025

### **2. Asfaltbekleding**

Er worden in 2019 enkele proefvakken aangelegd, monitoring van de proefvakken vindt plaats in de periode 2020-2025

### **3. Dijk met voorland**

Er wordt een pilot aangelegd in 2019. Momenteel worden de proeven en pilots met enkele stakeholders nader uitgewerkt. De monitoring van deze pilots vindt plaats in de periode 2020-2025

Voor de overige onderzoeken is monitoring binnen een separate beschikking geregeld of niet noodzakelijk.

Verder wordt voorgesteld om de volgende project-overstijgende onderzoeken op te nemen:

### **• Grondonderzoek**

Betrouwbare kennis van de ondergrond leidt tot minder conservatieve aannames/extrapolaties zowel bij beoordeling als ontwerpen. De nadruk ligt nu vaak op modellen in plaats van op de inputparameters. Innovatieve technieken voor beter en goedkoper grondonderzoek en/of gebruik van sensoren etc. bieden daarom kansen om de opgave zowel qua km

als prijs per km te verkleinen. Bijzondere aandacht is nodig voor parameters waarvoor langjarige metingen nodig zijn tbv situaties die dichterbij maatgevende omstandigheden liggen.

- **Datamanagement**

Er zijn al veel data beschikbaar die onvoldoende worden benut voor de dijkversterkingen. Hoe kunnen we de data beter ontsluiten en combineren? Denk ook aan de mogelijkheden van big data en artificial intelligence om trends, verbanden en patronen te herkennen. Hier ligt wellicht ook een link met onderwerp onder 1.

- **Effecten Natura 2000 en combineren natuur-opgave zoals Ecologie Grote Wateren.**

De Natura 2000 heeft grote effecten op dijkversterking en tegelijkertijd liggen er ambities op het gebied van natuur. Bredere en landsdekkende bandering biedt wellicht kansen.

## 5. RWS/WVL

In 2018 is in het kader van het Beoordelings- en ontwerpinstrumentarium een Roadmap Bekledingen opgesteld (1). De Roadmap beschrijft een eindbeeld voor een BOI in ca. 2035 en de weg die nog te bewandelen is. Op basis van de Roadmap zijn er kennisvragen nader uitgewerkt en ingediend die relevant zijn voor het BOI2023. Deze vragen zijn ingediend bij het BOA-Kennisprogramma “*Kennis voor Keringen*” (KvK) van DGWB (2). Helaas is het budget van dit kennisprogramma beperkt. Daardoor kon alleen financiering gevonden worden voor 1 vraag (het asfaltonderzoek). Andere belangrijke onderzoeksvragen dreigen nu te blijven liggen of worden slechts met kleine incrementele stappen opgepakt onder het BOI of andere lopende programma's (KPP VOW onderzoek van RWS, HWBP innovaties onder projecten).

Tegelijkertijd is er de notie dat de onderwerpen relevant zijn voor dijkversterkingsprojecten en daarmee voor het HWBP. Om deze reden wordt voorgesteld de navolgende onderwerpen op te nemen in de K&I-agenda.

Van de lijst van kennisvragen uit KvK (2) zijn er 3 gekenmerkt<sup>1</sup> door onafhankelijke experts als zijnde van categorie A (“must have”).

Aan het nieuwe Kennis en Innovatieprogramma van het HWBP (2020) wordt nu gevraagd om een serieuze financiële bijdrage aan deze top-3 te leveren. Het betreft:

1. Overgangen in de dijkbekleding, NWO's en aansluitconstructies;
2. Reststerkte van de dijk als de bekleding is bezweken;
3. Hoek van golfval bij golfklap;

Het nieuwe Kennis- en Innovatieprogramma, KvK en het BOI kunnen elkaar versterken op deze gebieden.

Voor vraag 1 is relatief veel budget nodig omdat er dure veldexperimenten moeten gebeuren. Voor de onderwerpen 2 en 3 wordt getracht dit te voorkomen en wordt nu geen geld gevraagd voor veld- of lab-experimenten.

1) 1 van deze 3 vragen komt uit de Roadmap Belastingen (hoek van golfval) en is door een expert toegevoegd aan de 2 vragen uit de Roadmap bekledingen

Daarnaast worden nog 2 kennisvragen onder de aandacht van het HWBP gebracht die wellicht voor HWBP-projecten belangrijk kunnen zijn maar waarbij het probleem lokaal speelt en het wellicht maar 1 of enkele beheerders betreft. Hierbij gaat het om de volgende 2 onderwerpen:

4. Graserosie Buitentalud op zanddijken;
5. Belangrijke materialen die niet kunnen worden beoordeeld (Breuksteen en OSA).

Hieronder worden deze vragen kort besproken. Het probleem wordt besproken en ook hoe het dijkbeheerders nu raakt bij HWBP-projecten (relevantie en urgentie). Verder wordt nader aangegeven wat het kennisonderzoek inhoudt en welke financiering aan HWBP wordt gevraagd.

In Hoofdstuk 1 volgt de top-3, in hoofdstuk 2 de overige 2 vragen.

## 1. Top-3 kennisvragen

Probleem, relevantie, onderzoeksvraag en gevraagde financiering voor:

1. Overgangen in de dijkbekleding, NWO's en aansluitconstructies;
2. Reststerkte van de dijk als de bekleding is bezweken;
3. Hoek van golfval bij golfklap;

### 1. Overgangen en aansluitconstructies

*Probleem:* overgangen en aansluitconstructies zitten niet in de beoordeling waardoor dijken onterecht goedgekeurd worden met het WBI2017. Riskeer is met de parameterinstellingen van het WBI2017 niet geschikt voor het ontwerpen van dijkbekledingen en de hoogte van de dijk indien er overgangen of aansluitconstructies aanwezig zijn. Dit heeft een grote invloed op de hoogteopgave omdat bij het gebruik van het OI2014\_v4 semi-probabilistisch gerekend wordt en conservatief wordt omgegaan met overgangen.

*Relevantie en urgentie:* raakt op dit moment WSRL bij de HWBP-projecten TiWa en GoWa: de hoogteopgave zou volgens recente indicatieve berekeningen met Riskeer voor 90% kunnen worden opgelost als nieuwe kennis over overgangen uit 2016 in Riskeer wordt gebruikt. Deze nieuwe kennis zit niet in het OI2014\_v4

en het WBI2017. Het lijkt voor het waterschap echter een grote stap te zijn om nieuwe kennis te implementeren in het project. Ten eerste kan men niet goed overzien hoe goed de nieuwe kennis is onderbouwd (en dat is wel nodig omdat de impact hoog is). Ten tweede is aanleg, beheer en onderhoud van “goede overgangen” nog niet goed gedefinieerd en is onduidelijk welke eisen er vanuit zorgplicht en crisismangement volgen (handelingsperspectief). Overgangen spelen op vrijwel alle dijken in Nederland en in het bijzonder op rivierdijken met verkeerswegen. Het gaat hier om een zeer groot aantal kilometers.

#### *Onderzoeksvraag en raming.*

Het probleem kent 2 aspecten:

1. Onbekend is hoe overgangen echt sterk en mogelijk zelfs onverwoestbaar kunnen worden gemaakt en verkeersbelasting zouden kunnen weerstaan. Onderzoek bij RWS is nog in een beginstadium: er is door RWS een proefopstelling met nieuwe materialen op de Waddenzeedijk gebouwd maar deze zouden in 2020 moeten worden getest met de golfploopsimulator en de golfklapsimulator van RWS. Kosten orde 500 k€.
2. Over bestaande overgangen is al veel bekend maar de meest recente metingen moeten nog worden uitgewerkt en ook is er een duidelijke vertaling naar het BOI-2023 nodig. Dit samen met

het handelingsperspectief wat bij een bepaalde overgang hoort, een gegarandeerd goede overgang vraagt ook iets van de beheersorganisatie (zorgplicht). Deze kennisvraag wordt opgepakt onder de bestaande BOI2023 en onder het RWS onderzoek KPP-VOW.

## **2. Reststerkte**

*Probleem:* indien de grasmat of steenbekleding bezwijkt, is er in het algemeen nog een redelijk dikke kleilaag aanwezig. Er is dan nog veel sterkte aanwezig maar deze wordt in het huidige BOI niet meegenomen, men noemt dit “*niet gemodelleerde sterkte*”. Deltares heeft een reststerktemodel ontwikkeld (op basis van lab-experimenten uit SBW). Dit is al enige malen is toegepast en leidde tot een soberder ontwerp. Het is nu zaak dit model operationeel te maken in het BOI voor beoordelen en ontwerpen.

*Relevantie en urgentie:* het reststerktemodel is recent toegepast in het innovatieprogramma van het HWBP project Grebbedijk voor een grasbekleding. Door inzet van het model was WS Vallei en Veluwe in staat de gewenste voorkeursvariant te onderbouwen. Zonder het meenemen van reststerkte zou dit niet mogelijk zijn geweest. In dergelijk belangrijke projecten is het van belang dit ook met kwantitatieve berekeningen (die gebaseerd zijn op lab-experimenten) te kunnen staven.

De inschatting is dat voor veel gras-op-klei-dijken het meenemen van reststerkte leidt tot een soberder ontwerp.

*Onderzoeksvraag en raming:*

1. Het is zaak de nieuwe kennis geschikt te maken voor het BOI.
2. De vraag is in welke gevallen het meenemen van reststerkte zinnig is, en hoever hiermee moet worden gegaan? Hoe scherp aan de wind moet je zeilen? Hiertoe zou een groot aantal praktijk-cases moeten worden doorgerekend. Mogelijk kan op basis hiervan een aantal vuistregels worden afgeleid voor gebruik. Voor dit onderwerp is 75 k€ cofinanciering nodig.

### **3. Hoek van golfval bij golfklap**

*Probleem:* in het BOI wordt bij golfklap geen hoek van golfval in rekening gebracht, dat wil zeggen er wordt uitgegaan van loodrechte golfval. De hydraulische belastingen die worden bepaald zijn daardoor meestal voor grote hoeken van golfval (zgn. strijkgolven) waarbij strijklengtes veel langer zijn dan bij loodrechte golfval en de golfbelasting dus ook veel hoger. Dit leidt naar verwachting tot afkeuren van de grasmat op een groot deel van de rivierdijken en voor meerdijken die op het oosten zijn georiënteerd (bv Drontermeerdijk maar ook andere meerdijken). Het is evident dat deze

golfbelastingen veel te conservatief zijn en dat vele kilometers met grasbekledingen onnodig gaan worden afgekeurd. Bij de Drontermeerdijken is een ad-hoc methode toegepast om dit te verhelpen, de methode is echter nog niet onderbouwd. Onderbouwing is nodig.

*Relevantie en urgentie:* het gaat potentieel om honderden kilometers dijk met grasbekleding bij alle rivierdijken en de meeste meerdijken.

*Onderzoeksvraag en raming:*

1. Er zijn metingen voor niet loodrechte golfval (golfklap) beschikbaar voor steenbekledingen. De vraag is wat uit deze metingen kan worden geconcludeerd bij de aanname dat deze ook geldig zijn voor grasbekledingen.
2. Hoe kan een aanpassing worden gedaan aan het model voor steen onder 1 zodanig dat een goed model voor gras beschikbaar komt zonder daarbij nieuwe extra dure metingen te hoeven doen? Hierbij kunnen nog conservatieve aannames worden gemaakt die al veel minder conservatief zijn dan in het WBI2017;
3. Het doen van nieuwe metingen in het laboratorium voor golfklap op gras met een scheve hoek van golfval. Eerst moeten stappen 1 en 2 worden doorlopen voordat duidelijk is of dit moet gebeuren. Dus voorlopig PM.



Een grove schatting is dat voor stap 1 en 2 samen 100 k€ nodig is waarvan 50 k€ als cofinanciering vanuit het Kennis- en innovatieprogramma van het HWBP.

## 2. Overige kennisvragen

### Graserosie Buitentalud op zanddijken

*Probleem:* WDOD keurt alle gras-op-zanddijken af op het faalmechanisme GEBU. Men denkt dat dit niet terecht is maar kan dit niet goed onderbouwen. Ook ziet men grote consequenties en is het aanbrengen van klei op sommige locaties lastig omdat er zich een belangrijke provinciale weg op de dijk bevindt. De consequenties zijn dan groot.

*Relevantie en urgentie:* het gaat potentieel om 50 kilometer primaire waterkering van WDOD op het traject Zwolle-Olst en voor de primaire waterkeringen langs de Vecht. Verder is er ook nog een groot aantal kilometers aan regionale kering bij WS Aa en Maas. Voor het HWBP gaat het derhalve om 1 waterschap; het lijkt een lokaal probleem wat oplosbaar is door een kleilaag op de dijk aan te brengen. Dit zou ook te prefereren moeten zijn als een technisch hoogwaardige voorkeursoplossing maar is in sommige gevallen lastig uitvoerbaar en kost ook extra geld. Indien het toch met zand kan; kan dit veel geld besparen.

### Onderzoeksvraag:

1. Er zijn veldmetingen nodig voor zowel golfklap als golfoploop op een bestaande gras-op-zanddijk. WDOD is bezig een plan te ontwikkelen om deze metingen te gaan doen. Het zou goed zijn met WDOD hierover contact op te nemen.
2. Veldmetingen moeten worden uitgewerkt tot een rekenregel voor het BOI.

Stap 2 zou uit het BOI kunnen worden bekostigd. Voor stap 1 is WDOD aan zet om financiering aan te vragen bij HWBP.

### Materialenkennis

*Probleem:* Breuksteen en Open Steen Asphalt (OSA) komen veel voor in Nederland, maar er zijn geen toets- en ontwerpregels voor afgeleid. Het is dus lastig om tot een beoordeling te komen of deze materialen in het ontwerp te kunnen toepassen.

*Relevantie en urgentie:* het gaat potentieel om honderd of meer kilometer primaire waterkering met breuksteen op de dijk of in de teen van de dijk. Het aantal kilometers OSA is op dit moment onbekend. WS Zuiderzeeland heeft veel kilometers OSA. Dit is echter zo slecht volgens het waterschap dat men dit materiaal sowieso wil verwijderen van de dijken.

*Onderzoeksvraag:*

1. Voor breuksteen dienen veiligheidsfactoren te worden afgeleid voor Steentoets. Er ligt een studie uit 2013 (3) maar deze is niet geïmplementeerd. Voor implementatie dienen er op basis van de nieuwe WBO-uitgangspunten probabilistische sommen te worden gemaakt waarmee eerdere resultaten kunnen worden gevalideerd of bijgesteld. Er is hiervoor een onderzoeksvoorstel gemaakt door Deltares voor niet ingegoten breuksteen (orde 80 k€). Voor ingegoten breuksteen zijn de kosten onduidelijk.
2. Voor OSA moet eerst worden nagegaan of dit überhaupt nog wel moeten worden toegepast.

## **Referenties**

1. Deltares. Roadmap Bekledingen. Juni 2018.
2. RWS-WVL. Kennisvragen bekledingen tbv KvK programma 2019. Juli 2018.
3. Deltares. Veiligheidsfactoren voor breuksteen en kreukelbermen. 2013.

## 6. Overige kennisvragen

### **Niet-gesprongen explosieven**

Niet-gesprongen explosieven (NGE): in de verkenningsfase (historisch onderzoek) en planuitwerkingsfase (detectieonderzoek) is toegewerkt naar een verklaring “vrij van explosieven” door een gecertificeerd bureau. Daarin waren al tegenvallers vanwege de omvang van het detectieonderzoek, detecteren bij kruisende kabels en leidingen, etc. De verklaring was mede gebaseerd op een door een (ander) gecertificeerd bureau opgestelde gemeentelijke “kansenkaart”, waarin o.a. de kruin van de dijk als “onverdacht” was aangemerkt. In de realisatiefase ontstond echter toch nog een uitgebreide discussie over de juistheid van de kansenkaart omdat een derde gecertificeerd bureau werd betrokken door

de opdrachtnemer. Op enig moment was sprake van een aanzienlijk issue: meerkosten van €1,3 miljoen en 6 maanden vertraging. Door acute acties/aanvullend historisch onderzoek kon dit issue grotendeels worden beperkt.

*Leerpunt:* gecertificeerde NGE-onderzoeksbureaus spreken elkaar tegen en beschuldigen elkaar van ondeskundigheid. Er lijken meerdere manieren van certificering door elkaar te lopen.

Projectoverstijgend verkennen (analogie POV K+L) hoe hier mee om te gaan lijkt efficiënt.

# HWBP

voor sterke dijken

---

Dit is een uitgave van Programmabureau Hoogwaterbescherming

Hoogwaterbeschermingsprogramma  
Griffioenlaan 2, 3526 LA Utrecht  
Postbus 2232, H4.26, 3500 GE Utrecht.  
**[www.hoogwaterbescherming.nl](http://www.hoogwaterbescherming.nl)**

November 2019

