Overzicht

innovaties en nieuwe kennis

voor en door het

HWBP

HWBP

voor sterke dijken

Innovaties en nieuwe kennis ontwikkelen én toepassen is noodzakelijk voor het HWBP. Want dankzij innovaties wordt de Nederlandse dijk steeds slimmer, goedkoper, duurzamer en past de dijk beter in de omgeving. Daarom investeren we jaarlijks gemiddeld 10 miljoen euro in het stimuleren van innovaties. De impact hiervan is groot als we de ontwikkelde innovaties ook toepassen en daardoor verder brengen en opschalen.

Innoveren verbindt én is niet vrijblijvend. We hebben afgesproken dat HWBP-projecten innovatiemogelijkheden in beeld brengen en onderbouwen welke innovaties en nieuwe kennis doorontwikkeld en toegepast worden. Om daarbij te inspireren geeft deze waaier een overzicht van innovaties die klaar zijn voor uitvoeren van pilots en toepassing in de praktijk.

In deze waaier staan de innovaties voor:

1. **sterkere dijken**
   - piping
   - macrostabiliteit
   - dijkerosie
2. **samenwerken aan innovaties**
3. **kunstwerken**
4. **duurzame dijken**

Niet elk idee kan direct worden toegepast.
Bij de ontwikkeling van een innovatie kunnen verschillende fasen worden onderscheiden. Deze waaier beoogt de toepassing van innovaties in projecten te stimuleren. Daarom staan in deze waaier alleen innovaties die zo ver zijn dat ze daadwerkelijk in een versterkingsproject kunnen worden toegepast. Daarbij maken we onderscheid tussen innovaties waarvoor een (laatste) pilot nodig is voor voldoende vertrouwen in de aanpak of techniek en innovaties die bijna als ‘normale’ aanpak of techniek in projecten kunnen worden toegepast. Benieuwd welke innovatie jij volgend naar een hoger niveau brengt!

Pilot

Toepassing

Versie 3, december 2023

Wil je meer weten?

Neem dan contact op met een collega van het HWBP begeleidingsteam, De Innovatieversneller, de collega’s van de innovatie projecten of met de innovatie coördinator van het HWBP.

De Innovatie versneller
HwBP voor sterke dijken

HWBP
voor sterke dijken

Contact
Han Knoeff
Han.Knoeff@deltares.nl

Piping

De Innovatie versneller
HWBP voor sterke dijken

HWBP
voor sterke dijken

Piping

Scherper bepalen opgave

Scherper bepalen opgave

Beslisondersteunend raamwerk piping en beslisboom piping

Met het beslisondersteunend raamwerk piping (BRP) kunnen projecten de impact van kennisontwikkelingen op de veiligheids- en versterkingsopgave bepalen. Waterschappen kunnen vervolgens beslissen om verantwoord maatregelen uit te stellen. Het BRP is een aanvulling op de besisboom piping. Het BRP en de beslisboom piping staan centraal in de publicatie Aanpak en Afweegkader pipingmaatregelen die in 2024 verschijnt.

Toepasbaarheid
alle gebieden

Trekker
Deltares, Rijkswaterstaat-WVL (Kennis voor Keringen), DIV

D-Geo Flow

In de huidige analyses wordt terugschrijdende erosie met de rekenregel van Sellmeijer bepaald. Voor toepassing van de rekenregel moet de werkelijkheid sterk worden geschematiseerd. Een zuiverdere analyse met het model van Sellmeijer kan worden uitgevoerd met D-Geo Flow. Door het kritiek verval aan de hand van D-Geo Flow te berekenen kan een betere inschatting gemaakt worden van het kritieke verval bij complexere ondergrondschematisaties. Met D-Geo Flow kan bijvoorbeeld de invloed van het voorland, anisotropie en meerlaagsheid worden bepaald. D-Geo Flow is een Eindige Elementen grondwaterstromingsmodel gekoppeld met het erosiemodel van Sellmeijer. D-Geo Flow is gratis software met een open source rekenhart. In het project Culemborg – Betrixsluizen is een koppeling met GEOLIB gemaakt waarmee eenvoudig en snel gevoeligheidsanalyses worden uitgevoerd. In 2022 is D-Geo Flow als onderdeel van de D-GEO suite gereleased.

Toepasbaarheid
Alle gebieden

Trekker
Deltares, HWBP en Rijkswaterstaat

Scherper bepalen opgave

Gebeidsdekkende analyses

De afgelopen jaren zijn verschillende lools ontwikkeld waarmee gebiedsdekkende analyses met de rekenregel van Sellmeijer kunnen worden uitgevoerd. Deze analyses geven inzicht in pipinggevoelige locaties. Alle tools maken een koppeling met 3D grondwatermodellen en digitale hoogtekaarten. De pipingtool die door HDSR is ontwikkeld geeft snel inzicht in de bodemopbouw omdat meerdere bronnen samen worden gevisualiseerd. De tool heeft koppelingen met een 3D lithografisch model en DGeoFlow. De pipingtool van Rivierenland volgt de veiligheidsbenadering uit het WBI 2017 en heeft een koppeling met de probabilistiche toolkit van Deltares voor de uitvoering van probabilistische analyses. Voor de Geohydrologische Aanpak is (ook) een GIS tool ontwikkeld waarmee pipinganalyses kunnen worden uitgevoerd.

Toepasbaarheid
Alle gebieden

Meerlaagsheid en anisotropie

In de huidige analyses wordt terugschrijdende erosie met de rekenregel van Sellmeijer bepaald. Het toepassingsgebied van de rekenregel is echter beperkt. Dijktrajecten waar anisotropie van de doorlatendheid en meerlaagsheid van het watervoerend pakket een rol spelen, geven met de regel een onderschatting van het kritiek verval en daardoor een overschatting van de faalkans. Anisotropie van de doorlatenheid houdt in dat de horizontale en verticale doorlatendheid niet gelijk zijn. De verticale doorlatendheid is doorgaans lager dan de horizontale doorlatendheid, door de manier waarop het zand is afgezet. Meerlaagsheid speelt een rol wanneer in het watervoerende pakket twee of meer verschillende type zandlagen aanwezig zijn. Met D-Geo Flow kan het effect van meerlaagsheid en anisotropie worden gekwantificeerd. Het meenemen van anisotropie en meerlaagsheid kan de overstromingskans door piping met een factor 10 reduceren.

Toepasbaarheid
Alle gebieden

Trekker
Waterschap Hollandse Delta

Scherper bepalen opgave

Voorlanden

De intredeweerstand van het voorland heeft veel invloed op terugschrijdende erosie. Hoe langer de fictieve voorlandlengte, hoe kleiner de kans op piping. Tot nu toe is het gangbaar om maximaal twee keer de dijkbasis aan kwelweglengte (fictieve voorland lengte + dijkbasis) mee te nemen in de analyse. In het Kennis voor Keringen Voorlanden onderzoek is een conceptueel model en een stappenplan ontwikkeld waarmee in veel gevallen het hele voorland wordt meegenomen in een piping berekening. Dit kan, voor gevallen met lange voorlanden, leiden tot een 1000 keer kleinere faalkans. Het model is gevalideerd met experimentele data en onderbouwd met berekeningen.

Toepasbaarheid
Alle gebieden met voorlanden

Trekker
Rijkswaterstaat, Kennis voor Keringen

Zandafzettingen in getijdegebieden

De huidige rekenregels die voor het beoordelen van dijken zijn gebaseerd op dijken op zand dat door rivieren is afgezet. In het getijdegebied bevat het zand echter relatief veel klei- en slibdeeltjes. Deze deeltjes zorgen voor een lagere doorlatendheid, waardoor minder debiet naar de pipe stroomt en doorgaande pipes moeilijker kunnen ontstaan. Daarnaast kan de aanwezigheid van klei- en slibdeeltjes zorgen voor een grotere weerstand tegen erosie.
Dit zorgt voor een hoger kritieke verval. In 2023 zijn handvatten gepubliceerd voor het meenemen van klei en slibdeeltjes in getijdezanden.

Toepasbaarheid
Getijdeafzettingen (kust en estuaria)

Trekker
Wetterskip Fryslân en het Waterschap Hollandse Delta

Sterke deklaag

Het opdrijven en opbarsten van de deklaag in het achterland zijn voorwaardelijk voor het optreden van piping. De sterkte van de deklaag wordt in de bestaande modellen niet meegenomen Het meenemen van deze sterkte leidt tot een signficante aanscherping van de kans op opbarsten. In 2023 is de sterkte van de deklaag onderzocht met labaratoriumonderzoek en een veldproef.
De resultaten worden in 2024 gebruikt voor het ontwikkelen van een rekenmodel en handvatten voor het bepalen van de overstromingskans .

Toepasbaarheid
Alle gebieden met deklagen

Trekker
Waterschap Drents Overijsselse Delta

De Innovatie versneller
HwBP voor sterke dijken

HWBP
voor sterke dijken

Piping

Heaveschermen

Heaveschermen

Om piping te voorkomen kan een heavescherm worden toegepast. Een heavescherm wordt vooral toegepast in situaties met weinig ruimte en dikke deklagen. Eventuele zand meevoerende wellen lopen dood tegen het scherm. De Innovatieversneller heeft in 2023 een publicatie heaveschermen opgesteld met concrete aanbevelingen voor het ontwerp. Traditioneel worden heaveschermen gerealiseerd door gebruik te maken van stalen damwandschermen. In 2024 start Waterschap Aa en Maas in samenwerking met DIV en Deltares met het uitvoeren van proeven waarmee de voorspelkracht van ontwerpregels wordt getoetst en waarmee - naar verwachting - aanscherping van het ontwerp mogelijk is.

Soil Mix heaveschermen

Een goedkoper alternatief voor een stalen damwand is een soilmix wand. Bij deze techniek wordt bestaande grond met een freestechniek gemengd met een toeslagmateriaal, waardoor een slecht waterdoorlatende wand wordt gecreëerd in de grond. In het versterkingsproject Gorinchem-Waardenburg, van Waterschap Rivierenland is een bureauonderzoek uitgevoerd. De ervaringen van Rivierenland worden door het Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden gebruikt voor de doorontwikkeling van Soil Mix Heaveschermen. Het betreft de soilmix-freestechniek, waarmee wordt beoogd om de grondkolom over de gehele hoogte homogeen te mixen. De resultaten worden opgenomen in een Ontwerp en een Boordelingsrichtlijn voor soilmix heaveschermen.

Toepasbaarheid
Generiek toepasbaar, met name voor lange strekkingen met voldoende ruimte voor de freesmachine.

Trekker
Hoogheemraadschap Stichtse Rijnlanden

Kunststof heaveschermen

Een ander aternatief voor een stalen damwand is een kunstsof scherm. Ook deze is goedkoper dan een stalen damwand. Bovendien reduceren de kunststof damwanden emissie op de bouwplaats doordat er met een andere heistelling en lichter materieel voor het transport kan worden gewerkt. De maakbaarheid van kunstofschermen is op verschillende plekken in Nederland getoetst. De ervaringen zijn in 2023 verwerkt in een ontwerp en beoordelingsrichtlijn voor deze techniek.

Toepasbaarheid
Generiek toepasbaar.

Trekker
Waterschap Rivierenland

De Innovatie versneller
HWBP voor sterke dijken

HWBP
voor sterke dijken

Piping

Filtertechnieken

Filtertechnieken

Bij een filtertechniek wordt een filter aangebracht dat water doorlaat maar voorkomt dat zandkorrels uitstromen en een doorgaande pipe onder de dijk ontstaat. De laatste jaren zijn enkele nieuwe technieken ontwikkeld. In 2023 is door DIV een publicatie filtertechnieken opgesteld waarin de algemene principes staan. Filtertechnieken worden vooral toegepast op locaties met dunne deklagen.

Grofzandbarrière

De Grofzandbarrière (GZB) is een sleuf onder de deklaag waarin grof zand wordt geplaatst. De GZB wordt aan de binnendijkse teen aangebracht om de groei van de pipe tegen te gaan. De innovatie is als versterkingsmaatregel toegepast bij Gameren en Tiel. De projecten WAM (Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden), TIWA (Rivierenland) en Ravenstein-Lith (Aa en Maas) Gameren en Tiel. In het project Sterke Lekdijk wordt binnen CUB de techniek doorontwikkeld. Daarbij ligt de focus op vergroten uitvoerbaarheid en beheersbaarheid. De projecten TWA (Rivierenland) en Ravenstein Lith (Aa en Maas) overwegen de GZB toe te passen en sluiten waar mogelijk aan bij CUB. De ervaringen gebruikt DIV om in 2024/2025 een update te maken van de ontwerp en beoordelingsrichtlijn.

Trekker
Waterschap Rivierenland en Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden

Verticaal Zanddicht Geotextiel

Een verticaal zanddicht geotextiel (VZG) wordt op de overgang tussen de kleilaag en de zandlaag, in de baan van de pipe aangebracht om de pipegroei te stoppen. Het VZG is duurzamer dan een traditioneel heavescherm. Verschillende pilot en maakbaarheidsproeven zijn met de techniek uitgevoerd. Het VZG is het voorkeursalternatief tegen piping in het versterkingsproject IJselwerken Zwolle- Olst (Het project heeft in samenwerking met DIV in 2023 een nieuwe versie van een ontwerp en beoordelingsrichtlijn opgesteld.

Trekker
Waterschap Drents Overijsselse Delta

Kunststof filterschermen

Het Prolock filterscherm is een verticaal kunststof scherm met kokers die geperforeerd zijn en gevuld met filtermateriaal. Deze kokers laten wel grondwater door maar geen zandkorrels. Het filterscherm kan ook bij dikkere deklagen worden toegepast. Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden heeft de innovatie succesvol afgerond in 2023 en past de maatregel toe op 800 m^1 in het deelproject Salmsteke.

Trekker
Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden

De Innovatie versneller
HWBP voor sterke dijken

HWBP
voor sterke dijken

Piping

Drainage

Drainage

Drainagetechnieken

De aanleg van een drainagesysteem zorgt voor een verlaging van de waterspanning in de dijk en de ondergrond, wat een positieve invloed heeft op zowel macrostabiliteit als piping. Hiermee zijn kosten van brede bermen, schermen of dikke bekledingen te beperken. In 2021 is in het HWBP project Meanderende Maas een ontwerp- en beoordelingsrichtlijn Drainagetechnieken opgesteld. Het ENW heeft geconcludeerd dat drainage goed toepasbaar is? Drainageconstructies zijn toegepast door het Waterschap Rivierenland, Waterschap Vallei en Veluwe, Waterschap Rijn en Ijssel en Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden.

Toepasbaarheid

Algemeen toepasbaar, met name bij piping door tussenzandlagen.

Trekker

Waterschap Aa en Maas

Verticale bronnen

Onttrekking van grondwater uit een verticale bron is een veelgebruikte methode om de waterdruk in een zandlaag te verlagen. Dit kan met zowel een passief systeem, waarbij water onder vrij verval uit de drain stroomt als een actief systeem waarbij een pomp grondwater uit het watervoerende laag onttrekt. Verticale bronnen zijn toegepast door Hoogheemraadschap Stichtse Rijnlanden en Waterschap Rivierenland.

Toepasbaarheid

De techniek wordt ook buiten waterkeringen toegepast

Horizontale drains

Horizontale drains vangen water op en voeren dat af door een horizontale filterbuis. Dit gebeurt onder vrij verval of geforceerd met behulp van een afvoerpomp. DMC betreft een innovatie waarbij een horizontale drain met een horizontaal gestuurde boring wordt aangebracht. Horizontale drains (DMC) zijn toegepast door Waterschap Zuiderzeeland, Waterschap Noorderzijlvest (o.a. DMC-systeem), Waterschap Drents Overijsselse Delta en Waterschap Vallei en Veluwe (o.a. DMC-systeem).

De Innovatie versneller
HwBP voor sterke dijken

HWBP
voor sterke dijken

Piping

Verhogen weerstand

Verhogen weerstand

De kwelweg verlengen of de doorlatendheid van het zandpakket verlagen vergroot de weerstand tegen piping. Een berm of een kleïngraving zijn traditionele voorbeelden van het verhogen van de weerstand tegen piping. DIV is voornemens in 2024 een publicatie “verhogen weerstand” op te stellen.

Geoclayliner

De Geoclayliner bestaat uit een dunne bentonietmat onder het maaiveld. Deze mat vormt een ondoordringbare laag die de kwelweg verlengt. De toepassing van bentonietmatten op dijken wordt door verschillende waterschappen onderzocht. Waterschap Limburg heeft op twee locaties een pilot uitgevoerd. Het Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden wil in 2024 samen met DIV een OBOR Bentonietmatten opstellen.

Toepasbaarheid
Toepasbaar bij voorlanden met dunne deklaag

Trekker
Trekker Hoogheemraadschap Stichtse Rijnlanden

SoSeal

Door injecteren van SoSEAL in pipinggevoelige zandlagen ontstaat een barièrre die de doorlatendheid van het watervoerende pakket verlaagt. Hierdoor neemt de stroomsnelheid af. Het idee komt van podzol vorming, een natuurlijk proces dat leidt tot slecht doorlatende lagen. Soseal kan trillingsarm met klein materieel worden aangebracht. De SoSEAL barièrre is eenvoudig uit te breiden door het uitvoeren van extra injecties. De techniek is op pilot schaal toegepast en heeft geen negatieve impact op het ecosysteem. Doorontwikkeling vindt bij De Stichtse Rijnlanden plaats.

Toepasbaarheid
pipinggevoelige zandlagen tot een dikte van circa 15 m

Trekker
Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden

Stoorlaagvermenging (Diepploegen)

Bij zandafzettingen met dunne cohesieve stoorlaagjes wordt met een frees een zand op zand situatie gecreeerd waardoor geen piping kan optreden. Zand- en kleilaaggjes worden vermengd waardoor er geen cohesieve laag meer is waaronder zich een pipe kan vormen. De maatregel is het voorkeursalternatief tegen piping van het project Veilige Vecht.

Toepasbaarheid
Zandafzettingen met dunne kleilaagjes

Trekker
Waterschap Drenst Overijsselse Delta

De Innovatie versneller
HWBP voor sterke dijken

HWBP
voor sterke dijken

Contact
Meindert Van
Meindert.Van@deltares.nl

Macrostabiliteit

De Innovatie versneller
HWBP voor sterke dijken

HWBP
voor sterke dijken

Macrostabiliteit

Scherper bepalen opgave

Scherper bepalen opgave

Actuele sterkte

Onder de noemer ‘Actuele Sterkte’ is een succesvolle aanpak ontwikkeld voor het scherper bepalen van de overstromingskans door een macroinstabiliteit. De aanpak bestaat uit 4 stappen. De eerste stap bestaat uit een kansenscan om de potentie van Actuele sterkte te verkennen. Daarna wordt een scherpere overstromingskans berekend via een verbetering van de schematisering eventueel gevolgd door een probabilistische analyse. Indien zinvol wordt in een laatste stap een faalkansupdating ofwel bewezen sterkte toegepast. De publicatie voor Actuele Sterkte beschrijft deze stapsgewijze aanpak, geeft inzicht in het effect voor projecten (winstkans versus projectinpassing) en illustreert de aanpak met praktijkvoorbeelden van uitgevoerde cases. De publicatie geeft ten slotte aanbevelingen voor doorontwikkeling. Het resultaat van Actuele sterkte is veelal dat de scope van projecten kleiner is geworden of zelfs helemaal is verdwenen.

Sinds 2017 hebben we gewerkt aan het verbeteren van de snelheid, kwaliteit, gebruikersvriendelijkheid en toepasbaarheid van de benodigde tools voor ontwerpopgaves. In 2023 is gewerkt aan 5 speerpunten:

1. Een robuuste berekeningsmethode MC-IS is ingebouwd in D-Stability.
2. Daarnaast maakten we tools om resultaten over waterstanden te integreren, waarbij ook rekening wordt gehouden met overslag en opdrijven.
3. Er zijn voorbeelden van Geo-Lib scripts gemaakt waarmee het maken van een versterking ontwerp wordt gefaciliteerd.
4. Ook het Pre-processen van de semi-probabilistische som hebben we aangepakt. Deze wordt gemakkelijker omgezet naar een probabilistische som met toevoeging van onder andere verschillende buitenwaterstanden en stochasten.
5. Uiteindelijk wordt alles samengevat in een handreiking met een uitgebreid berekeningsvoorbeeld.
6. Iedereen kan de tools kosteloos gebruiken.

Toepasbaarheid

Algemeen toepasbaar bij een dijk zonder constructies

Trekker

Waterschap Rivierenland

De Innovatie versneller
HWBP voor sterke dijken

HWBP
voor sterke dijken

Macrostabiliteit

Sterkte van grond

Sterkte van grond

Sterkte onverzadigde zone

De gemobiliseerde schuifsterkte van kleilagen verschilt afhankelijk van de aanwezige, of in verleden opgetreden, verzadigingsgraad doordat de (initieel) onverzadigde kleiige grondlagen een hogere schuifsterkte hebben dan de altijd verzadigde lagen. Onder relatief droge omstandigheden blijkt, tot enkele meters onder het maaiveld, een hogere schuifsterkte dan de ongedraineerde schuifsterkte te worden gemobiliseerd. Om onderscheid te maken in deze onverzadigde lagen is in 2021 een handelingsperspectief opgesteld op basis van twee meetlocaties: bij Aa en Maas (meetlocatie Oijen) en bij Rijn en IJssel (meetlocatie Westervoort). Het handelingsperspectief is toepasbaar voor de grijze en bruine klei bovenin de dijk en kan worden gebruikt voor het beoordelen en ontwerpen van macrostabiliteit van waterkeringen.

Uit een in 2022 uitgevoerde consequentie-analyse blijkt dat verschillen in modellering van de schuifsterkte van de (initieel) onverzadigde zone kunnen leiden tot een afname van de macrostabiliteit faalkans met een factor 10 tot 10.000. Vervolgonderzoek loopt tot medio 2025 met Waterschap Drents Overijselse Delta, om kennisleemtes in het huidige handelingsperspectief in te vullen.

Toepasbaarheid

Kleidijken of dijken met kleilagen

Trekker

Waterschap Drents Overijsselse Delta werkt aan een doorontwikkeling van het handelingsperspectief

Sterkte deklaag

Het opdrijven en opbarsten van de deklaag in het achterland is van invloed op de macrostabiliteit van een dijk. In de analyses houden we nu beperkt rekening met de weerstand van de deklaag tegen afschuiven bij opdrijven of opbartsen. Met de proeven kunnen we onderbouwen of er meer weerstand aanwezig is en de dijk stabieler is dan we nu aannemen. In 2023 is een literatuuronderzoek, analyse met numerieke modellen, centrifuge-schaalproeven en een full-scale praktijkproef uitgevoerd. De resultaten worden gebruikt om een rekenmodel te ontwikkelen dat vertaald wordt in handvatten en rekenregels voor de analyse van overstromingskansen van macrostabiliteit en piping. De handvatten zullen landen in handreikingen voor toepassing in de praktijk. De veldproef is in de zomer van 2023 succesvol uitgevoerd. Eerste resultaten worden begin 2024 verwacht.

Toepasbaarheid

Overal waar opdrijven speelt, maar vooral in Noord- en Oost-Nederland.

Trekker

Waterschap Drents Overijsselse Delta

De Innovatie versneller
HwBP voor sterke dijken

HWBP
voor sterke dijken

Macrostabiliteit

Grondverbeterings- en drainagetechnieken

Grondverbeterings- en drainagetechnieken

Grondverbeteringstechnieken

Grondverbeteringstechnieken verhogen de schuifsterkte binnen een grondvolume waardoor de macrostabiliteit toeneemt. Een publicatie Grondverbeteringen is beschikbaar om deze techniek in de praktijk toe te passen. Met de publicatie kunnen projecten verkennende analyses uitvoeren om de haalbaarheid en het effect in kaart te brengen of een ontwerp voor grondverbeteringstechnieken maken.

Toepasbaarheid
Algemeen toepasbaar

Trekker
Waterschap Amstel, Gooi en Vecht

Drainage technieken

Drainage-systemen zijn op een aantal plaatsen al toegepast om de waterdruk tijdens een hoogwater in het diepe zand of een tussenzandlaag te verlagen om zo de stabiliteit te verhogen. Bij draingesystemen moet een ontwerper ook rekening houden met de effecten van draingewater afvoer op het achterland bij gemiddelde hoogwaters. Een ontwerp en beoordelings richtlijn is opgesteld die aansluit op de publicatie Drainagetechnieken. Projecten kunnen met dit document verkennende analyses uitvoeren om de haalbaarheid van de toepassing van drainagetechnieken in kaart te brengen. Daarnaast kan dit document als richtlijn worden gebruikt voor het maken van een ontwerp voor drainagetechnieken en geeft het handvatten voor beheer. Het ENW beveelt aan ervaring op te doen met de ontwerp en beoordelings richtlijn.

Toepasbaarheid
Algemeen toepasbaar

Trekker
Waterschap Aa en Maas

De Innovatie versneller
HWBP voor sterke dijken

HWBP
voor sterke dijken

Macrostabiliteit

Langsconstructies

Langsconstructies

Publicatie langsconstructies

Langsconstructies zijn slanke verticale elementen, die vooral op buiging worden belast en de stabiliteit van een dijk verhogen. De POV Macrostabiliteit heeft in 2017 de publicatie langsconstructies opgesteld voor het ontwerpen en beoordelen van keringen. Tegelijkertijd is ook een publicatie Eindige-elementenmethode opgesteld om de benodigde analyses met eindige-elementen toe te passen bij innovatieve technieken. Daarnaast zijn aanvullende kennisdocumenten gemaakt over onder andere de invloed van zakkende grond op ankerkracht, schachtdraagvermogen van verankerde damwanden en snijden van grond bij damwandopeningen. Alle documenten zijn te vinden op de HWBP wiki van De Innovatieversneller.

Toepasbaarheid

Dijkversterkingen waar ruimtegebrek is of waar te grote vervorming wordt verwacht bij versterken in grond

Trekker

Waterschap Rivierenland

Dijkvernagelingstechnieken

Vernagelingstechnieken zijn stabiliteitsverhogende technieken waar het talud vernageld wordt met staafvormige elementen. Er zijn twee typen van vernagelingstechnieken: de dijkvernageling en de dijkstabilisator. Bij de laatste worden de staafvormige elementen ook verankerd en voorgespannen. Een publicatie Vernagelingstechnieken is beschikbaar om beide technieken in de praktijk toe te passen. In projecten kunnen op basis van deze publicatie verkennende analyses worden uitgevoerd om de haalbaarheid van de toepassing van vernagelingstechnieken en het effect op de opgave in kaart te brengen. Het ENW heeft voldoende vertrouwen in de beschreven technieken voor kleinschalige, toepassing in de praktijk. Doorgaans zijn voor de uitvoering van dijksvernagelingstechnieken kleinere machines nodig dan voor de andere langsconstructies.

Waterschap Amstel, Gooi en Vecht heeft de JLD-Dijkstabilisator toegepast in het binnentalud van de Ringdijk in de Watergraafsmeer, een regionale kering. De techniek is toegepast vanwege de beperkte ruimte en de aanwezigheid van bomen op de groene dijk. Het Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden (HDSR) overweegt om deze techniek ook bij knelpunten bij de Sterke Lekdijk toe te passen.

Toepasbaarheid

Toepasbaar bij beperkte stabiliteitsopgave en weinig ruimte

Trekker

Waterschap Amstel, Gooi en Vecht

De Innovatie versneller
HWBP voor sterke dijken

HWBP
voor sterke dijken

Contact
Jasper van de Hoef
J.vandehoef@waterschaplimburg.nl

Dijkerosie

De Innovatie versneller
HwBP voor sterke dijken

HWBP
voor sterke dijken

Dijkerosie

Scherper bepalen opgave

Scherper bepalen opgave

Intergrale analyse erosie grasbekleding

Door Waterschap Zuiderzeeland is voor de kust een aanpak ontwikkeld waarbij integraal naar erosie van het binnen- en buitentalud wordt gekeken. Hierbij zijn effectief de volgende aspecten aangescherpt:

- zuivere analyse met een cumulatieve overbelasting methode voor graserosie de kruin en binnentalud (GEKB)
- gecombineerde probabilistische analyse van graserosie in de oploop- en golfklapzone van het buitentalud (GEBU)
- analyse erosie kleilaag onder grasbekleding (in 2023 toegevoegd)
- scherpere bepaling van hydraulische belasting voor de beschouwing van de graserosie op het buitentalud en
- mogelijkheid om via een foutenboom de graserosie op het buitentalud in de golfoploop en golfklapzone in gezamenlijkheid te beschouwen met de graserosie op de kruin en het binnentalud.

Deze vijf aspecten zorgen voor een aanscherping van de benodigde kruinhoogte en benodigde hoogte van de harde bekleding.

Toepasbaarheid

Algemeen toepasbaar waar overloop niet dominant is

Trekker

Waterschap Zuiderzeeland

Waterschap Rivierenland heeft voor de rivieren een tool ontwikkeld, de GEBU faalkanstool, waarmee een integrale analyse van de erosie van de grasbekleding en onderliggende kleilaag kan worden uitgevoerd. Door te rekenen met de GEBU-faalkanstool volstaat op veel meer dijken een grasbekleding op een afdeklaag van klei. Het behoud van gras en klei op de dijk, in plaats van een harde bekleding, scheelt in de kosten en biedt grotere landschappelijke waarde.

Toepasbaarheid

De GEBU faalkanstool is momenteel geschikt voor rivierdijken met een grasbekleding op een onderlaag van klei van teen tot kruin.

Trekker

Waterschap Rivierenland (rivierdijken)

Scherper bepalen opgave

Erodeerbaarheid klei op het buitentalud

Een nieuwe classificatie methode voor de erosiesnelheid van een klei vergroot de mogelijkheden voor het gebruik van gebiedseigen grond. Met de erosiesnelheid van klei kan een slechtere (sneller eroderende) klei in een dikkere laag worden toegepast. Met de methode kan bovendien de bijdrage van een bestaande kleikern aan de sterkte van de kering worden bepaald. Het is de verwachting dat klei uit de kern van de dijk minder snel erodeert dan klei uit de deklaag, omdat de kern van een dijk meer gecompacteerd en minder gestructureerd is.

In het Onderzoeksproject Erodeerbaarheid Klei onderzoekt Waterschap Noorderzijlvest in samenwerking met Fugro en Deltares het volgende:

- Welke eenvoudige proeven zijn geschikt om klei in de golfklap- en golfoploopzone te classificeren en hoe kan op basis van deze proeven de erodeerbaarheid geschat worden?
- Wat is de erodeerbaarheid van klei uit de kern van een dijk en hoe verhoudt deze gestructureerde klei uit de deklaag?

De classificatie zal in eerste instantie geschikt zijn voor klei uit het Waddenzeegebied, omdat alle gebruikte kleisoorten in het onderzoek hier vandaan komen. Het voornemen is om een verificatie uit te voeren met klei van een dijk elders in Nederland om de geschiktheid van de classificatie voor klei buiten het Waddenzeegebied te testen en indien nodig de classificatie aan te passen.

Toepasbaarheid

Waddenzeedijken met mogelijkheid tot uitbreiding naar alle dijken met een kleibekleding en/of kleikern

Trekker

Waterschap Noorderzijlvest

Scherper bepalen opgave

Brede Groene dijk

Waterschap Hunze en Aa's verbetert de zeedijk. In plaats van een toepassing van een harde bekleding op het buitentalud, kiest het waterschap voor een meer natuurlijke dijk die mooi in het landschap past. De dijk wordt breder, met een flauw talud, voorzien van een dikke laag klei en een grasbekleding. Dat flauwe talud is van belang om de golfbelasting goed op te kunnen vangen. Voor de versterking van de totale dijk tussen Kerkhovenpolder en de Duitse grens is 1,7 miljoen m3 klei nodig. Deze klei wordt gemaakt van slib uit het Eems - Dollard gebied. Het slib wordt gerijpt tot klei in speciaal daarvoor aangelegde kleirijperijen. In 2022 is 750 meter van de Dollarddijk verbreed en verhoogd met deze gerijpte klei. Deze Brede Groene dijk wordt de komende drie jaar gemonitoord. Als de pilot een succes is, dan wordt de rest van de dijk op deze manier versterkt, "met klei van dichtbij".

Toepasbaarheid
Dijken in slib rijke gebieden

Trekker
Waterschap Hunze en Aa's

Geschiktheid deltaklei

Lokaal beschikbare grond, die (net) niet voldoet aan de strenge eisen voor klei, wordt in Nederland nauwelijks toegepast. Wat betekent bijvoorbeeld een hoger zout- of organisch stofgehalte voor de waterveiligheid? Hoe kunnen we de erosiebestendigheid afleiden uit meetbare parameters? Onze huidige rekenmodellen zijn ongeschikt voor afwijkende klei, een flauw talud en hoge golven. In dit project is lokaal gewonnen kweldermateriaal en de gerijpte baggerspecie onderzocht. Hiervoor is 2021 een deltagootproef uitgevoerd waarbij de Brede Groene Dijk is nagebouwd en onder superstorm omstandigheden is getest. De dijk heeft deze extreme omstandigheden uitstekend weerstaan. De uitkomsten zijn vertaald naar een nieuwe ontwerpmethode en gebruikt voor het definitief ontwerp van de eerste 750 meter Brede Groene Dijk.

Dit innovatieproject is onderdeel van het demonstratieproject Brede Groene Dijk.

Toepasbaarheid
Waddenzeegebied

Trekker
Waterschap Hunze en Aa's

Scherper bepalen opgave

Erosiebestendigheid van overgangen

Waterschap Zuiderzeeland onderzoekt samen met andere partijen of een vernieuwende overgang de erosiebestendigheid aan de binnenzijde van een dijk verbetert. Als de overgangen waar erosie voorkomt sterk zijn, kan de dijk lager worden met dezelfde benodigde veiligheid. Vijf innovatief versterkte overgangen zijn getest met een golfoverslagsimulator in 2023 op een IJsselmeerdijk. De beproefde overgangen zijn uitgerust met een blokkenmat, geotextiel/geogrid, sterk verdichte klei, een overgang gemaakt met bestaande grond en een toeslagmateriaal (mixed in place) en een vloeiende overgang. Het beoogde onderzoeksresultaat is een combinatie van (bewezen) ontwerpoplossingen en een ontwerpmethode, rekenmodel en/of toepassingskader voor het ontwerpen van overgangen op het binnentalud, zodanig dat er een lagere kruinhoogte nodig is.

Toepasbaarheid
IJsselmeerdijken en rivierdijken

Trekker
Waterschap Zuiderzeeland

Kweldervegetatie

Wetterskip Fryslan onderzoekt het effect van kweldervegetatie en voorland op kracht van golven die de dijk bereiken, waardoor de dijk mogelijk minder ruimte nodig heeft. Als uit het onderzoek blijkt dat de kweldervegetatie een dempende werking heeft op de golven, kunnen dijkontwerpen aangepast worden naar een duurzamere variant die mogelijk minder ruimte inneemt. In september 2023 zijn blokken grond uit een buitendijkse kwelder gehaald en naar de Deltagoot in Delft gebracht voor onderzoek. In 2024 zullen er Deltagootproeven worden uitgevoerd.

Toepasbaarheid
Dijken met kwelders

Trekker
Wetterskip Fryslan

De Innovatie versneller
HwBP voor sterke dijken

HWBP
voor sterke dijken

Dijkerosie

Asfaltbekledingen

Asfaltbekledingen

Nieuwe asfaltmengsels

Nieuwe asfaltmengsels kunnen resulteren in ontwerpen van asfaltbekledingen die sterker en/of slanker zijn, een langere levensduur hebben en goedkoper zijn in aanleg dan wel beheer en onderhoud. In de POV Wadden zijn de oorzaken van verval van asfalt, nieuwe asfaltmengsels en funderingen onderzocht. Dit heeft geleid tot een pakket functionele eisen en testmethoden voor een beter ontwerp van een asfaltbekleding. In 2019 zijn zes proefvakken aangelegd met innovatieve asfaltmengsels en overlagingen van huidige asfaltbekledingen. Deze proefvakken worden de komende jaren gemonitord.

Toepasbaarheid
Dijken met asfaltbekledingen

Trekker
Wetterskip Fryslân

Klimaatneutraal en circulair waterbouwasfaltbeton

Door Wetterskip Fryslan wordt samen met Deltares, Rijkswaterstaat, TU Delft, KIWA en Infram Hydren de gevolgen onderzocht voor waterbouwasfaltbeton als in 2025 de productietemperatuur omlaag gaat. Daarbij wordt onderzocht of en hoe een hoger percentage hergebruik mogelijk is. Klimaatneutraal en circulair Waterbouwasfalt" (KCW) heeft als doel om de toepassing van duurzame asfaltmengsels in dijkversterkingsprojecten mogelijk te maken en beheerders voldoende vertrouwen te geven in de toepassing hiervan. Het onderzoek is gericht op het oplossen van de kennishiaten met betrekking tot de sterkte-eigenschappen en de levensduur van nieuwe, duurzame waterbouwasfaltmengsels.

Toepasbaarheid
Alle dijken met een asfaltbekleding

Trekker
Wetterskip Fryslân samen met RWS en STOWA

Granulaire onderlaag waterbouwasfalt

De geotechnische instabiliteit van waterbouwasfaltbeton kan beter worden bepaald met meer inzicht in de waterspanningen in de granulaire lagen. In het laboratorium zijn experimenten uitgevoerd met een geavanceerde meetopstelling voor een waterbouwasfaltbeton bekleding met een onderlaag van asfaltgranulaat vermengd met zand, wat regelmatig voorkomt langs de Waddenzeekust.

Toepasbaarheid
Alle dijken met een asfaltbekleding

Trekker
Wetterskip Fryslan

De Innovatie versneller
HWBP voor sterke dijken

HWBP
voor sterke dijken

Dijkerosie

Erosiebestendigheid zachte bekleding

Erosiebestendigheid zachte bekleding

Erosiebestendigheid gras op zand

Langs de Overijsselse Vecht en op delen langs de IJssel ontbreken modellen en rekenregels om grasbekledingen te beschouwen. De huidige rekenregels voor grasbekledingen zijn niet toepasbaar bij de zandige dijken langs de IJssel en Vecht. Op basis van onderzoek naar de erosiebestendigheid van gras op zandbekledingen zijn voor deze dijken rekenregels afgeleid. Bij dit onderzoek zijn veldproeven uitgevoerd met de golfklapgenerator en de golfoverslagsimulator.

Toepasbaarheid
Vecht- en IJsseldijken

Trekker
Waterschap Drents Overijsselse Delta

Soortenrijke begroeiing - Future Dikes

Een soortenrijke dijkvegetatie draagt bij aan biodiversiteitsherstel en de reductie van uitstoot van CO_2- en stikstof. Nieuwe zaadmengsels met meer en andere soorten grassen en kruiden leiden tot een duurzamere grasbekleding die minder kwetsbaar is voor weer- en klimaatinvloeden (droogte) en mogelijk ingezet kan worden als natuurcompensatie. In het innovatieproject Future Dikes wordt grasbekleding van de toekomst onderzocht met golfoverslagproeven en grastrekproeven.

Toepasbaarheid
Rivierengebied

Trekker
Waterschap Rivierenland

Gras en kleibekleding

Het vermoeden is dat aan huidige grasbekleding op de Waddenzeedijken meer sterkte toegekend kan worden. Doel van dit onderzoek is inzicht in de erosiebestendigheid van de huidige grasmat en een vegetatie te ontwikkelen die erosiebestendiger is dan de standaard grasmengsels. De erosiebestendigheid van de huidige grasbekleding is reeds onderzocht door golfoploopproeven uit te voeren. In 2019 zijn op 4 proefvakken nieuwe grasmengsels ingezaaid.

Toepasbaarheid
Locatie met weinig ruimte voor dijkversterking

Trekker
Waterschap Hunze en Aa

De Innovatie versneller
HwBP voor sterke dijken

HWBP
voor sterke dijken

Dijkerosie

Versterken van bekleding

Versterken van bekleding

Innovatieve steenzetting

Bij grote golfbelastingen wordt het buitentalud van dijken voorzien van zetsteen van beton. Door nieuwe normen en de stijging van de zeespiegel wordt de zetsteen van veel dijken de komende jaren vernieuwd of verder doorgetrokken naar boven. De milieu-impact en de kosten van deze bekledingen zijn relatief hoog. . In het project Dijkversterking Hansweert heeft Waterschap Scheldestromen een onderzoek uitgevoerd naar het produceren van zetsteen van bagger. Zetsteen voor dijken is een uitdagende toepassing vanwege de grote krachten waaraan de blokken worden blootgesteld. Als het mogelijk is om met bagger zetsteen te

Toepasbaarheid

Buitenbekleiding van de meeste dijken

Trekker

Waterschap Scheldestromen

Geo clay lining

Bij de toepassing van Geo Clay Liners ofwel bentonietmatten op dijken wordt een relatief dunne bentonietmat op enige diepte onder het maaiveld aangelegd. Deze mat werkt als een ondoordringbare laag en als erosiebestendige bekleding onder een deklaag. Hierdoor kunnen minder hoge eisen gesteld worden aan het materiaal van de bekleding en sneller gebiedseigen grond worden toegepast.

Toepasbaarheid

Grasbekledingen

Trekker

Waterschap Limburg

Kalk-in-klei

Door aan de klei van de bekledingslaag een kleine hoeveelheid kalk toe te voegen wordt de klei op het binnentalud erosiebestendiger gemaakt. Hierdoor kan meer overslag worden toegelaten waardoor kan worden volstaan met een lagere kruinhoogte. Ook kan hiermee de ersoiebestendigheid van kwetsbare locaties rondom bebouwing, trappen of overgangen worden verbeterd. Door het toevoegen van kalk kan minder goede (lokale) klei worden opgewaardeerd voor toepassing in dijken. Dit zorgt voor lagere kosten en minder CO^2 uitstoot.

Toepasbaarheid

Rondom objecten en overgangen en bij gebruik van lokale klei

Trekker

Waterschap Limburg

HWBP
voor sterke dijken

Samenwerken aan innovaties

HWBP
voor sterke dijken

Samenwerken aan innovaties

Samenwerken aan innovaties

De Innovatieversneller

Toepassing en opschaling van innovaties gaat niet vanzelf. De Innovatieversneller (DIV) stimuleert en versnelt daarom de toepassing en doorwerking van slimme en innovatieve oplossingen in HWBP-projecten. Dat doet DIV onder andere door overzicht te geven van beschikbare en benodigde kennis en door innovaties en projecten met elkaar te verbinden. Ook ondersteunt DIV projecten bij vragen over toepassing of doorontwikkeling van innovaties en nieuw ontwikkelde kennis. DIV is doorlopend in gesprek met teams die werken aan versterkingsprojecten en aanbieders van kennis en innovaties.

De vijf thema's van DIV zijn

- Macrostabiliteit
- Piping
- Niet Waterkerende Objecten
- Dijkerosie/bekledingen
- DijkDNA

De online kennisbank geeft overzicht van inhoudelijke innovaties en nieuwe kennis

Toepasbaarheid
Alle dijkversterkingsprojecten

Trekker
Waterschap Rivierenland

Contact
Dirk van Schie
d.van.schie@wsrl.nl

Samenwerken aan innovaties

Innovatiepartnerschap

Binnen het programma Sterke Lekdijk worden een zestal HWBP projecten langs de noordelijke Lekdijk tussen Schoonhoven en Amerongen versterkt. Al snel na de start van het programma werd duidelijk dat innovatie noodzakelijk was om evenwichtig aandacht te kunnen geven aan alle zeven bestuurlijk doelstellingen van Sterke Lekdijk. Hierbij gaat het om een mix van productinnovaties (voornamelijk opschaling), procesinnovatie (hoe passen we onze werkwijze aan om productinnovaties een plaats te kunnen geven in HWBP projecten) en sociale innovatie (hoe moeten we onze wijze van samenwerken met de verschillende stakeholders aanpassen om product- en procesinnovaties te laten slagen). Binnen het Innovatiepartnerschap Sterke Lekdijk werken partijen vanuit de gehele keten samen. Een zestal opeenvolgende projecten, van de planvorming tot en met realisatie, vormen de basis voor het stapsgewijze leren en ontwikkelen van innovaties over de projecten heen. Het innovatiepartnerschap is door Waterschap Rivierenland ook toegepast bij de dijkversterking Gameren.

Toepasbaarheid

Innovatiepartnerschap is een generieke Europese aanbestedingsvorm (zie www.Pianoo.nl)

Trekker

Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden

Contact

Waldo Molendijk
waldo.molendijk@hdsr.nl

Samenwerken aan innovaties

Systems Engineering HEEL

Met HEEL werken we aan het versterken en uniformeren van de werkwijze op HWBP-projecten met hulp van SE (Systems Engineering). We werken aan eenheid van taal op het vlak van processen, tooling en terminologie. We delen de kennis die we daarbij ontwikkelen continu. Door samen op te trekken ontstaat eenheid, versnelling en gezamenlijke kwaliteit. HEEL staat voor Herleidbaar, Eenduidig en Expliciet werken over de hele Levenscyclus. HEEL creëert producten die alliantiebreed en waterschapsbreed toepasbaar zijn.

De producten van HEEL zijn alliantiebreed toepasbaar. De kennisbasis op de HEEL-website bevat expliciete kennis zoals templates en standaarden, maar geeft ook toegang tot mensen met ervaring op onderwerpen. Bijvoorbeeld in de vorm van good practices en de mogelijkheid tot collegiaal meedenken. Voorbeelden zijn onder andere een basis Work Breakdown Structure (WBS) en Basisspecificatie Dijk en de bijbehorende handreiking. Alle waterschappen en Rijkswaterstaat zijn aangehaakt bij het actieteam.

Toepasbaarheid

Toepasbaar voor de gehele levenscyclus van een waterkering

Trekker

Waterschap Vallei en Veluwe

Contact

Miranda van Ark
mail@heel-nl.nu

Versterkingsaanpak vanuit Veiligheidsrendement

Uit de eerste Landelijke Beoordeling volgt een grote waterveiligheidsopgave. Omdat niet alles tegelijk versterkt kan worden, moeten zowel keringbeheerders als de alliantie als geheel prioriteren welke dijkversterkingen als eerste worden opgepakt in het HWBP. In het innovatieproject Versterkingsaanpak vanuit Veiligheidsrendement ontwikkelen we een methodiek, waarmee een doelmatige en kostenefficiënte aanpak van de dijkversterkingsopgave bepaald kan worden. In 2023 is met een vijftal pilots de werking van de methode aangetoond. In 2024 wordt de aanpak doorontwikkeld en een handleiding opgesteld.

Toepasbaarheid

Dijktrajecten en programmering HWBP

Trekker

Waterschap Drents Overijsselse Delta

Samenwerken aan innovaties

Waterveiligheidslandschappen

Hoe minimaliseer je het risico dat je in de toekomst spijt krijgt van beslissingen over de inrichting van een gebied en investeringen in waterveiligheid? Hoe zorg je ervoor dat kansrijke koppelingen met andere sectoren in beeld zijn? Hoe vergroot je de kans dat beslissingen over de inrichting van een gebied ook waterveiligheid voor de langere termijn garandeert en dat er maatschappelijke meerwaarde wordt gegenereerd? Dat is waar het innovatieproject Waterveiligheidslandschappen over gaat. Een waterveiligheidslandschap is een manier van denken die leidt tot ruimtelijke oplossingen voor een gebied die bijdragen aan waterveiligheid. We redeneren daarbij vanuit toekomstige maatschappelijke waarden, omdat klimaat en omgeving zullen veranderen.

In een concrete case gericht op Zwolle wordt de aanpak in 2023 en 2024 toegepast, verbeterd en toepasbaar gemaakt voor het HWBP.

Toepasbaarheid

Waterschappen, gemeenten en provincies, Deltaprogramma en Rijkwaterstaat

Trekker

Waterschap Drents Overijsselse Delta en Deltares

Embankmentsuite

De huidige software voor het analyseren van keringen is op onderdelen verouderd en sluit niet goed op elkaar aan. Beoogde eindresultaat De Embankment Suite is een tool om de beoordeling en het ontwerp van een waterkering te optimaliseren. De tool omvat beoordelings- en ontwerpsoftware voor stabiliteit, piping, grondwaterstroming, zettingen door ophogingen, grondconstructies en dijklichamen. Om in de analyse ruimte te houden voor onzekerheid in belasting en sterkte van dijken, integreert de software probabilistische rekenmethoden. De tool is eind 2023 gereed. Projecten kunnen onder begeleiding al aan de slag met producten die tussentijds uitgeleverd worden.

Toepasbaarheid

Alle dijkversterkingen zonder constructies

Trekker

Rijkswaterstaat - WVL en Deltares

Samenwerken aan innovaties

Veiligheidsraamwerk Kabels en Leidingen

Het doel van de POV Kabels & Leidingen was om ‘gedoe’ met kabels en leidingen bij dijkprojecten te minimaliseren. Dit kan met nieuw ontwikkelde nieuwe kennis en een inhoudelijke systematiek om te kunnen rekenen aan de veiligheid van dijken, kabels en leidingen. En door elkaar vroegtijdig op te zoeken om samen de stappen (inhoudelijk en procesmatig) te doorlopen. Deze innovatie werd getrokken door het Hoogheemraadschap van Delfland, in samenwerking met netbeheerders, en heeft gezorgd voor aanzienlijke besparingen in de praktijk. Toepassingen van de inhoudelijke systematiek voor de interactie tussen leidingfalen en dijkfalen door middel van integrale faalkansanalyses zijn vastgelegd in het Veiligheidsraamwerk Kabels & Leidingen. Deze systematiek wordt al benut door partijen die aan de POV K&L deelnamen. Voorbeelden zijn kruisende leidingen bij Waterschap Rivierenland, Waterschap Vallei en Veluwe en Waterschap Zuiderzeeland. Kennis wordt doorontwikkeld in De Innovatieversneller en de samenwerking en opbrengst van de POV K&L wordt voortgezet in de Strategische Samenwerking Water- en Netbeheerders (SSWN). Vanuit de SSWN stimuleren we de verbinding tussen water- en netbeheerders en zoeken we gezamenlijk naar een oplossing voor praktijksituaties. Zo zijn recent tonnen bespaard bij de kruising van een gastransportleiding en een regionale kering. Wil je meer informatie hierover? Stuur een bericht naar sswn@wsrl.nl

Toepasbaarheid

Waar leidingen en dijken samenkomen

Trekker

Hoogheemraadschap van Delfland

Contact

Dirk van Schie
d.van.schie@wsrl.nl

Samenwerken aan Kunstwerken
HWBP voor sterke dijken

HWBP
voor sterke dijken

Kunstwerken

Samenwerken aan Kunstwerken
HWBP voor sterke dijken

HWBP
voor sterke dijken

Kunstwerken

Kunstwerken

Samenwerken aan kunstwerken

Voor kustwerkbeheerders ligt er naast het versterken van dijken ook de uitnodiging om honderden kunstwerken in 2050 veilig verklaard te hebben. De uitdaging elke 3 weken een kunstwerk veilig te hebben vraagt om innovatie.

De innovatie is te vinden in het over je grenzen kijken om samen met andere beheerders en de markt die uitdaging aan te gaan. In samenwerken

- leer je van elkaar,
- kun je de innovatiekracht van de markt benutten,
- deel en borg je kennis,
- bespaar je menskracht,
- optimaliseer je het productieproces,
- creëer je de basis voor een uniforme aanpak en stabiel programma én
- help je als alliantiepartners elkaar.

Fase 1

Uit de 1e fase van Samenwerken aan Kunstwerken zijn de volgende middelen beschikbaar om te gebruiken:

- een **Kunstwerkroute** met stappenplan dat helpt bij een uniforme aanpak, risico's beheersbaar te maken en kosten te beperken wat de stabiliteit van het HWBP-programma vergroot,
- een **interactieve landelijke kunstwerkenkaart** waarop alle kunstwerken met statusinformatie op staan en waarmee kansen in beeld zijn om als beheerders samenwerkingsverbanden aan te gaan om kunstwerken op orde te brengen,
- een **kennisbank** waar je expertise, kennis en links naar relevante informatie vindt,
- een **vliegende brigade** die zowel digitaal als fysiek ondersteuning biedt bij vraagstukken op het gebied van het versterken van kunstwerken,
- rode draden waterkerende kunstwerken met daarin inzichtelijk welke kennis beschikbaar is voor de faalpaden en welke kennis ontwikkeld moet gaan worden.

Kunstwerken

Ontwikkelingen

Wat is nog in ontwikkeling en waar werken we nog aan:

- het aanvullen, verbeteren, uitbreiden en actualiseren van bovengenoemde producten/tools,
- het opstellen van concreet toepasbare businesscases om de voordelen van samenwerking te laten ervaren en zien,
- voor de roadmap duurzame waterkeringen het deel kunstwerken opstellen,
- een advies voor een HWBP-programma kunstwerken.

Door slimmer samen te werken, innovaties toe te passen en lef te tonen is het mogelijk kunstwerken effectief, efficient én met oog voor andere functies te verbeteren.

Toepasbaarheid

Waterkerende kunstwerken in het primaire systeem

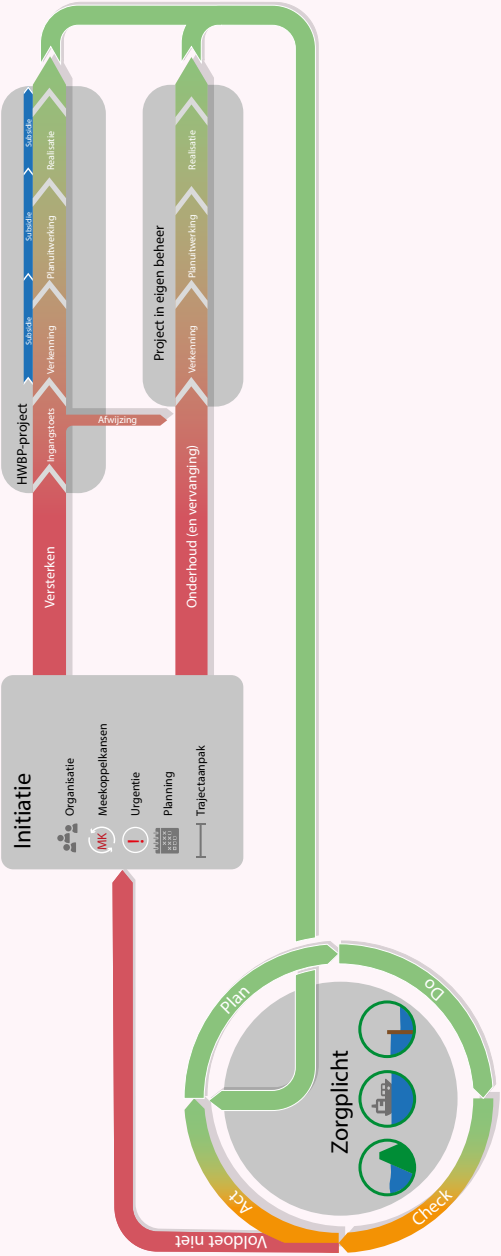
Trekker

Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier

Contact

Anet Lablans
sk@hhnk.nl

Kunstwerken



HWBP
voor sterke dijken

Duurzaamheid

HWBP
voor sterke dijken

Duurzaamheid

Duurzaamheid

Dijken en Natuur

Het HWBP innovatieproject Dijken en Natuur – een Symbiose is opgestart om kansen te benutten en knelpunten op te lossen die ervaren worden door dijkversterkingsprojecten in en nabij natuurgebieden. Het project bestaat uit twee fasen.

De 1e fase is afgerond, die bestond uit inventariseren van relevante ervaringen uit praktijkvoorbeelden. De conclusies hieruit zijn:

- **Er kan meer dan op voorhand wordt aangenomen:** dus durf anders te kijken, te denken en samen te werken.
- **Begin op tijd:** Investeer in elkaar kennen voordat er zelfs sprake is van een project. Werk in het kader van zorgplicht aan duurzame relaties met natuurbeheerders, vergunningverleners en andere stakeholders.
- **Verken de ruimte en doe dat vroeg, al in de trajectaanpak.** Laat de natuur niet links liggen maar zorg dat oplossingen voor versterking in Natura2000 gebied verkend worden.
- **Benut elkaar:** Schakel hulp in en zoek elkaar op. Dit kan in de Community of Practice, die haar nut heeft bewezen in de eerste fase van het project.
- **Benut beschikbare kennis:** er is al veel kennis beschikbaar over natuurlijke oplossingen die gebruikt kan worden, maar er ligt ook een duidelijke behoefte aan het verder uitbreiden van de kennis.
- **Agendeer op diverse tafels** (per gebied) de klem van natuur voor natuurwaarden en duurzaamheid: kunnen we de A van ADC (Alternatieven, Dwingende redenen, Compenserende maatregelen) toets uitdagen?

De resultaten uit de eerste fase van het project worden uitgediept in de tweede fase. Hierin wordt gefocust op vier ontwikkelsporen:

1. Het juridisch spoor, met als doel kennis te delen over de mogelijkheden die bestaan in de Natura2000 wetgeving en hoe omgegaan kan worden met de belemmeringen die de wet- en regelgeving biedt.
2. Het opstellen van een roadmap voor projecten.
3. Het derde thema richt zich op het opzetten en beschikbaar maken van een systematiek van verwijzingen naar verbeteringsprojecten met Nature-based Solutions in waterveiligheidsprojecten.
4. Thema overschrijdende activiteiten gericht op sociale innovatie, bestaande uit het verder ontwikkelen van de CoP en een transitiespoor.

Toepasbaarheid

Voor dijkversterkingen in en naast Natura 2000 gebieden

Trekker

Waterschap Drents Overijsselse Delta

Contact

Marjolein de Groot
marjoleindegroot@wdodelta.nl

Duurzaamheid

Duurzame projectaanpak

Waterschap Rivierenland nam het voortouw om innovatief aan de slag te gaan met duurzaamheid en emissie beperking.
De ontwikkelde Bouwstenen Duurzame Dijkversterking vormen de bibliotheek waarin projectmedewerkers kunnen zoeken naar geschikte informatie om duurzaamheid en ruimtelijke kwaliteit op te nemen in hun werkprocessen. DuboCalc is een rekentool om de milieu impact, uitgedrukt in de Milieu Kosten Indicator (MKI), van een bouwproject in alle projectfases te berekenen. Een handreiking is beschikbaar voor het gebruik van de MKI in de aanbesteding en de realisatiefase. Het terugbrengen van emissies in dijkversterkingsprojecten is uitgewerkt door Waterschap Rivierenland in het project Wolferen-Sprok.

Toepasbaarheid

Alle projecten en alle projectfases

Trekker

Waterschap Rivierenland

Contact

Peter Willems
p.willems@wsrl.nl

Circulair ontwerp

Circulaire Peiler is een beoordelingsinstrument om een aantal scores op te leveren over de circulariteit van een dijkversterkingsproject. Deze Excel-tool is toegepast bij de gebiedsontwikkeling van de Grebbedijk. In een latere fase van het project gaan de metingen meer uit naar hergebruik van materiaal. Bij een circulair schaduwontwerp worden twee ontwerpen tegelijk gemaakt. Een ‘gewoon’ circulair ontwerp en een super-circulair ontwerp. Alles wat in het super-circulaire ontwerp goed haalbaar blijkt te zijn, kan uitgevoerd worden.
Het materialenpaspoort geeft een lijst van al het materiaal van de dijk en het omliggende gebied. Zo is het duidelijk welk materiaal beschikbaar is om opnieuw te gebruiken. Hiermee kan zo zuinig mogelijk worden omgaan met materiaal.

Toepasbaarheid

Bij alle dijkversterkingsprojecten en in elke fase van het project

Trekker

Waterschap Vallei en Veluwe

Duurzaamheid

Dijken van gebiedseigen grond

Vroeger was bouwen met lokaal beschikbare grond normaal, maar om de kwaliteit van dijken te borgen zijn er strenge regels opgesteld. Lokale grond voldoet vaak niet aan de strenge regels. De POV-DGG stimuleert en faciliteert met een technisch kader en een kansenscan het bundelen van kennis om het gebruik van gebiedseigen grond bij dijkversterkingen te stimuleren.

Het gebruik van gebiedseigen grond betekent milieuwinst door minder transportbewegingen en zorgt ook voor minder overlast in het gebied. Belangrijke randvoorwaarden zijn voldoende tijd en ruimte voor een ‘grondgestuurd ontwerp’ als volwaardig alternatief. Dit vraagt afstemming van grondstromen om de leverende locatie aan de dijkversterking te koppelen.

De beheerders kunnen met de resultaten van de POV-DGG hun duurzaamheidsbeleid in de versterkingsprojecten vormgeven. Daarvoor kan gebruik worden gemaakt van beschikbare kennis over het gebruik van ‘afwijkende’ grond of kan binnen het project nieuwe grondkennis worden ontwikkeld. Met de kansenscan kunnen de mogelijkheden om projecten te combineren in beeld worden gebracht. Het Technisch Kader helpt vervolgens om met afwijkende grondparameters een veilige dijk te ontwerpen. Tenslotte zijn er praktijkervaringen opgetekend in een aantal storylines.

Toepasbaarheid

Alle dijken waar grond in de buurt voorhanden is

Trekker

Waterschap Limburg

Contact

Jasper van de Hoef
j.vandehoef@waterschaplimburg.nl

Duurzaamheid

Integrale scope bepaling

De methode 'Integrale Scopebepaling Waterveiligheidsopgaven' helpt ruimtelijke en duurzaamheidsaspecten mee te nemen in de waterveiligheidsopgave en laat zien hoe die waterveiligheidsopgave zich tot de gebiedscontext verhoudt. Deze methode biedt handvatten om ruimtelijke- en duurzaamheidsopgaven in een gebied mee te nemen in de scope van een waterveiligheidsopgave. Het doel is om te komen tot doelmatiger projecten met maatschappelijke meerwaarde, die op draagvlak in de omgeving kunnen rekenen

Toepasbaarheid

Alle trajecten en projecten die hun scope willen bepalen

Trekker

HWBP en Rijkswaterstaat

Contact

Regina Havinga
regina.havinga@rws.nl

Duurzaamheidsdashboard

Om duurzaamheid en ruimtelijke kwaliteit te borgen is het nodig dat projecten de voortgang van duurzaamheid en ruimtelijk kwaliteit in de ontwerpfase van een project in beeld brengen en analyseren en te sturen op verbetering. Door data over duurzaamheidprestaties van het dijkversterkingsproject systematisch te verzamelen en op te slaan is het eenvoudig om de duurzaamheid van een project te rapporten en gegevens aan te leveren voor monitoring op landelijkniveau, zoals voor de Klimaatmonitor van de Unie van Waterschappen.

Resultaat is een gebruiksvriendelijke online tool die ondersteuning biedt aan het projectteam om duurzaamheid en ruimtelijke kwaliteit mee te nemen in het ontwerpproces en inzicht geeft in de voortgang op de doelen voor duurzaamheid en ruimtelijke kwaliteit. In de eerste helft van 2024 wordt het duurzaamheids dashboard gepresenteerd

Trekker

Waterschap Zuiderzeeland

Contact

Smeenge, David-Jan
d.smeenge@zuiderzeeland.nl

Duurzaamheid

Duurzame laadinfrastructuur

Op dit moment zijn de kosten voor het laden van elektrisch materieel relatief hoog. Zo zien we dat deze kosten dit moment bij meerdere dijkversterkingsprojecten bijna de helft zijn van de totale kosten van emissieloos bouwen. Het is de verwachting dat richting 2030 alle dijkversterkingsprojecten in meer of mindere mate uitvoering gaan geven aan emissieloos bouwen. Elk project zal dus ook een laadinfrastructuur moeten ontwerpen. En als de huidige ontwikkelingen van laadkosten wordt doorgetrokken dan kan worden verwacht dat in 2030 de totale kosten over deze periode zijn. Dit kan goedkoper als projecten niet allemaal zelf het wiel gaan uitvinden maar dat gezamenlijk binnen de alliantie kennis en inzicht ontstaat hoe de energievoorziening doelmatig en efficiënter kan. Doel van dit project is om handvatten te ontwikkelen die waterschappen en aannemers in staat stellen om de laadinfrastructuur voor een emissie loze bouwplaats kosten efficiënt in te richten.

Het resultaat is:

- Overzicht van mogelijke vormen van laadinfrastructuur als voorbeeld voor dijkversterkingsprojecten
- Overzicht van kritische factoren die de kosten van laden bepalen;
- Overzicht van ontwikkelingen en mogelijkheden om kosten te beperken voor een project en voor beleid op landelijke niveau.
- Overzicht van rollen en verantwoordelijkheden.

Fase ontwikkeling

Afronding onderzoek en presentatie resultaat 1e helft 2024

Trekker

Waterschap Noorderzijlvest.

Contact

Bert de Wolff
B.deWolff@noorderzijlvest.nl

HWBP
voor sterke dijken

Postadres
Hoogwaterbeschermingsprogramma
Locatie B4
Postbus 2232
3500 GE Utrecht

Bezoekadres
Griffioenlaan 2
3526 LA Utrecht

December 2023

Overzicht van alle innovaties is ook te vinden op

www.hwbp.nl/innoveren