

Advies

Harde constructies bij dijkversterkingen

Advies nummer 26-06 van 24 juni 2026

Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat
Directeur-generaal Water en Bodem
De heer drs. J.H. Slootmaker
Postbus 20901
2500 EX Den Haag

Geachte heer Slootmaker,

In uw brief van 29 januari 2026 met kenmerk IENW/BSK-2026/17545 vraagt u het Expertise Netwerk Waterveiligheid (ENW) advies uit te brengen over hoe verstandig het is om harde constructies toe te passen bij dijkversterkingen. De aanleiding voor de vraag is, zoals beschreven in de adviesaanvraag, de lopende herijking van het Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP). Binnen het HWBP wordt gesignaleerd dat de laatste tijd steeds vaker wordt gekozen voor versterkingen met harde constructies, in plaats van andere beschikbare versterkingstechnieken zoals versterken in grond of (andere) Nature Based Solutions.

Dit advies bevat eerst een korte samenvatting. Daarna volgt de achtergrond van de vraag, gevolgd door een analyse van de rol en ontwikkeling van harde constructies bij dijkversterkingen. Vervolgens wordt de hoofdvraag beantwoord, waarbij de voor- en nadelen in samenhang worden beschouwd met nadruk op de lange termijn. Tot slot worden de deelvragen behandeld en aanbevelingen geformuleerd gericht op het versterken van een toekomstgerichte en transparante besluitvorming bij dijkversterkingen.

Samenvatting van het advies

Het ENW constateert dat harde constructies bij dijkversterkingen vaak worden toegepast vanwege ruimtegebrek, omgevingswensen en uitvoerbaarheid. Deze oplossingen bieden voordelen op korte termijn, maar brengen op lange termijn risico's met zich mee, zoals beperkte adaptiviteit, onzekerheden over degradatie en het ontstaan van lock-in situaties.

Het ENW vindt dat langetermijnwaterveiligheid en systeemadaptiviteit momenteel onvoldoende expliciet worden meegewogen in de afweging. Hierdoor bestaat het risico dat keuzes nu later tot knelpunten leiden.

Het ENW adviseert om grond- en natuurgebaseerde oplossingen als uitgangspunt te nemen en harde constructies alleen toe te passen na een transparante en toekomstgerichte afweging. Daarbij moeten langtermijnaspecten, ruimte voor toekomstige versterkingen en het risico op lock-in expliciet worden meegenomen.



Achtergrond van de vraag

Voorbeelden van harde constructies zijn damwanden, diepwanden en buispalen. Het HWBP heeft een globale verkenning uitgevoerd naar het gebruik van stalen of betonnen damwanden in dijkversterkingen (zie bijlage 2). Hieruit blijkt dat deze in ongeveer 30% van de dijkversterkingen worden toegepast. Bij zeedijken komen weinig harde constructies voor, maar bij de rivierdijken in de Rijn-Maasmonding loopt dit op tot circa 80% van de tracélengte. Deze inventarisatie is niet compleet. Vooral bij oudere dijkversterkingen zijn harde constructies niet volledig in beeld. Verder ontbreken in het overzicht harde constructies die zijn geplaatst buiten dijkversterkingen om, bijvoorbeeld bij autonome gebiedsontwikkeling of leidingaanleg. De meest voorkomende reden om voor een harde constructie te kiezen is ruimtegebrek.

De keuze voor harde constructies wordt op dit moment gemaakt op basis van een afweging van voor- en nadelen van damwanden met gebruik van verschillende criteria. Bijlage 3 geeft een overzicht van deze voor- en nadelen. Een harde constructie kent voordelen, met name ruimtebesparing, de beperking van de overstroming bij falen en het behoud van aanwezige waarden op de korte termijn. Maar harde oplossingen kennen ook nadelen: de adaptiviteit van de waterkering wordt beperkt en er zijn vragen over de integriteit van de bebouwing. Onder adaptiviteit van harde constructies wordt verstaan: de mate waarin een aangebrachte constructie kan meeveranderen, meegroeien of kan worden aangepast bij toekomstige dijkversterkingen, door bijvoorbeeld veranderende veiligheidsnormen, rekenregels, wijzigingen in waterstanden, klimaatscenario's of ruimtelijke ontwikkelingen.

Dit advies is (tevens) een vervolg op het ENW-advies over de versterking van de Lekdijk tussen Kinderdijk en Schoonhovenseveer (ENW-22-04, 11 februari 2022¹). In dat advies stelde het ENW de vraag hoe duurzaam een keringconcept met harde elementen op de lange termijn is. Dergelijke constructieve elementen kunnen immers geleidelijk degraderen. Tegelijk laat zich thans niet goed voorzien hoe een toekomstige dijkversterking, over enkele decennia, optimaal kan worden uitgevoerd wanneer gedegradeerde, moeilijk te toetsen en niet-verwijderbare harde elementen in het dijklichaam aanwezig zijn. Het ENW achtte verdere bezinning op dit vraagstuk daarom wenselijk.

Historische ontwikkeling toepassen harde constructies bij dijkversterkingen

Sinds de watersnoodramp van 1953 worden dijken systematisch versterkt. Geleidelijk is daarbij vanuit de maatschappij steeds meer de behoefte ontstaan om rekening te houden met natuur en landschap. In de jaren '70 was er bijvoorbeeld veel protest tegen de sloop van karakteristieke woningen in het historische Waaldorp Brakel. In 1986 verscheen het Plan Ooievaar, waarin werd gepleit voor meer aandacht voor natuurlijke systemen. In de jaren '90 volgde verzet tegen het kappen van bomen op de "Bomendijk" in Voorst. In 1993 adviseerde de Commissie Toetsing Rivierdijkversterkingen (Commissie Boertien) om meer rekening te houden met de inpassing van de waterkering in het landschap, en stelde 'uitgekiend ontwerpen' voor. Deze maatschappelijke druk versnelde sterk na de hoogwaters van 1993 en 1995 en de daaropvolgende dijkversterkingen. In die periode werd het Deltaplan Grote Rivieren opgesteld, waarin meer rekening werd gehouden met LNC-waarden (landschap, natuur en cultuur). Later zijn Natura 2000-gebieden aangewezen en is de Beleidslijn Grote Rivieren verschenen, die beide buitendijks versterken bij rivierdijken uitdagender (maar nog wel steeds mogelijk) maken. Door de groeiende bevolking komt er steeds meer druk op de ruimte in Nederland.

In 1994 verscheen de Handreiking Constructief Ontwerpen, waarin de mogelijkheden van harde constructieve oplossingen bij dijkversterkingen werden uitgewerkt. Deze werden destijds "bijzondere constructies" genoemd.

¹ [Advies Lekdijk Kinderdijk-Schoonhovenseveer | ENWinfo](#)



Daarna zijn rekenmethoden ontwikkeld om deze harde constructies beter te kunnen ontwerpen, zoals het Technisch Rapport Kistdammen en Diepwanden², het Kookboek Lange Damwanden³ en de Publicatie Langsconstructies⁴.

Door voortschrijdend inzicht in faalmechanismen is het construeren met grond minder aantrekkelijk geworden. Dit komt bijvoorbeeld door de regels voor piping (STPH), die zijn aangescherpt met de introductie van de vernieuwde formule van Sellmeijer, en de introductie van Critical State Soil Mechanics (CSSM) bij macro-instabiliteit. Hierdoor worden berekende bermen vaak erg groot. Dit leidt in de praktijk tot uitdagingen vanwege inpassing en uitvoerbaarheid, waardoor heaveschermen het enige beschikbare alternatief zijn.

Verder gaat het installeren van constructieve elementen steeds beter door technische ontwikkelingen. Een harde constructie is daardoor vrijwel altijd technisch haalbaar. Versterking in grond lijkt door regelgeving (ecologie, Natura 2000, cultuurhistorie, landschap, zero-emissie-eisen, bodemverontreiniging, etc.) moeilijker haalbaar te zijn. Zo'n alternatief vraagt bovendien vaak meer inspanning vanwege vergunningen, omgevingsprocessen, onteigeningen en mogelijke juridische procedures, waardoor ze in de praktijk complexer zijn. Dit kan ertoe leiden dat een versterking in grond op projectschaal uiteindelijk duurder uitpakt.

Door beleid van sommige waterschappen worden dijken langdurig versterkt met een harde constructie, doordat in het profiel van vrije ruimte vaak alleen een smalle strook rondom een harde constructie wordt gereserveerd (vaak het waterstaatswerk). Overigens speelt dit vooral in bebouwd gebied.

Waarom damwanden de voorkeur krijgen boven andere harde constructies

Voorgaande geeft al een indruk van de redenen waarom vaak wordt gekozen voor harde constructies. Daarnaast valt op dat bij dijkversterkingen waarbij een harde constructie wordt toegepast, de keuze in de praktijk veelal uitkomt op damwanden. Daar lijken meerdere redenen voor te zijn. Allereerst is er in Nederland veel ervaring opgebouwd met damwanden, zowel op het gebied van ontwerp en beoordeling als in de uitvoering. Die brede kennisbasis zorgt ervoor dat ontwerpers en dijkbeheerders op basis van hun ervaring vaak al zonder uitgebreide berekeningen een goede globale inschatting kunnen maken van de benodigde omvang van een damwand.

Ook praktisch gezien zijn damwanden aantrekkelijk: vrijwel elke grote aannemer kan ze installeren, zonder dat daarvoor een gespecialiseerde onderaannemer nodig is, zoals bij diepwandtechniek of Cutter Soilmix (CSM)-wanden vaak wel het geval is. Daarnaast kunnen damwanden een oplossing bieden voor meerdere belangrijke faalmechanismen tegelijk; ze zijn inzetbaar tegen zowel piping als macro-instabiliteit, wat de toepasbaarheid vergroot.

Hoewel alternatieven zoals diepwanden, CSM-wanden en palenwanden technisch gezien gangbare methoden zijn, geldt dat een aantal andere mogelijke alternatieven, zoals verticaal grond dicht geotextiel, een grofzandbarrière, grondvernageling of dijkdeuvels⁵, nog een innovatiestatus hebben. Voor deze technieken is de toepasbaarheid nog niet volledig aangetoond en is doorgaans meer monitoring, inspectie, engineering, projectspecifieke toetsing en een hogere faalkansmarge nodig. Dat maakt ze minder aantrekkelijk in grote HWBP-projecten, waar zekerheid, voorspelbaarheid en risicobeheersing centraal staan.

² [Technisch rapport kistdammen en diepwanden in waterkeringen](#)

³ [Analyse Macrostabieliteit Dijken met de Eindige Elementen Methode](#)

⁴ [POVM Langsconstructies](#)

⁵ Dijkdeuvels zijn in de grond gevormde groutankerpalen (groutkolommen met stalen kern).



Daarnaast zijn damwanden binnen het afwegingskader van een dijkversterking vaak de goedkoopste harde constructie. Ze hebben relatief lage materiaalkosten ten opzichte van diepwanden en de CSM-techniek, kunnen sneller worden uitgevoerd, vragen minder hulpconstructies en leiden meestal tot lagere engineeringkosten. Ook hun technische eigenschappen dragen bij aan deze voorkeur: damwanden kunnen tot grote diepte worden aangebracht en zijn logistiek eenvoudig en goed leverbaar.

Op lange termijn kunnen andere harde constructies echter robuuster en adaptiever zijn, bijvoorbeeld minder star, minder barrièrewerking of geen corrosie. De indruk van het ENW is dat dit bij de afweging tussen de verschillende typen harde constructies onderbelicht is.

Beantwoording van de hoofdvraag

De aan het ENW gestelde hoofdvraag is: *“Hoe verstandig is het om harde constructieve oplossingen toe te passen bij dijkversterkingen?”*

Het antwoord op deze vraag is sterk afhankelijk van de criteria die worden gehanteerd. Het ENW ziet dat in de huidige, complexe ontwerppraktijk bij dijkversterkingen diverse afwegingen worden gemaakt rondom het toepassen van harde constructies. In veel situaties wordt gekozen voor een harde oplossing, bijvoorbeeld om aanwezige bebouwing en de bestaande omgeving zoveel mogelijk te handhaven, of omdat regelgeving rond ecologie, landschap of gebruik van de omgeving niet eenvoudig lijkt te kunnen worden aangepast. Daarbij speelt ook dat een harde constructie op korte termijn als een snelle en overzichtelijke oplossing wordt gezien. Er zijn ook situaties waarbij harde constructies duidelijk de voorkeur hebben, omdat ze de dijk effectief versterken en nadelen goed met mitigerende maatregelen kunnen worden beperkt.

Tegelijk constateert het ENW dat externe wensen vanuit de omgeving een zeer grote invloed hebben op de uiteindelijke keuze voor een harde constructie, bijvoorbeeld om bomen, bebouwing of landschappelijke waarden te behouden. De ruimte die aan deze wensen kan worden gegeven, wordt echter niet duidelijk begrensd in de nu gehanteerde kaders, niet financieel, niet qua tijdshorizon en niet vanuit het perspectief van langetermijnwaterveiligheid. Daarnaast is er de druk om dijkversterkingen sneller en met minder kosten te realiseren. Hierdoor is er mogelijk minder aandacht voor de lange tijdshorizon die nodig is voor een robuuste dijkversterking.

Bovenstaande vergroot het risico dat keuzes worden gemaakt die wel aansluiten bij de wensen van de actuele omgeving, maar niet bij wat op de lange termijn nodig is voor waterveiligheid en de adaptiviteit van het systeem. Daarom moet duidelijk zijn welke speelruimte er bij dijkversterkingen bestaat, en moet de afweging van alternatieven op een objectieve en transparante manier plaatsvinden.

Het ENW vindt dat er meer aandacht moet zijn voor de langetermijneffecten binnen het dijkversterkingsontwerp en de gehanteerde randvoorwaarden, zodat naar verwachting minder vaak voor harde constructies zal worden gekozen. Harde constructies zijn in veel gevallen minder wenselijk, omdat:

1. toekomstige adaptiviteit onvoldoende wordt meegenomen in de keuze voor een harde constructie; de dijken moeten ook voor toekomstige generaties bescherming blijven bieden;
2. het gebruik van harde elementen problematisch kan zijn in vaak langzaam bewegende dijklichamen op een gelaagde, slappe ondergrond, waarbij ook risico's bestaan door onvoldoende aantoonbare waterdichtheid;
3. een harde constructie niet automatisch voorkomt dat schade bij hoge waterstanden optreedt aan bestaande bebouwing, ook lange tijd na het aanbrengen ervan, waardoor deze bebouwing mogelijk niet blijft voldoen aan de Bbl-eisen voor voldoende bouwveiligheid;



Ad 1: Beperkte adaptiviteit van harde constructies

De indruk bestaat bij het ENW dat de kortetermijnwens van de omgeving om de dijk visueel en ruimtelijk zo veel mogelijk gelijk te houden zwaar weegt in de afweging. Op de lange termijn, al na enkele decennia, kunnen investeringen in harde constructieve oplossingen niet effectief blijken. Dergelijke constructies degraderen en verliezen daarmee hun functie, terwijl grondconstructies doorgaans juist sterker worden. De consequenties van het grootschalig toepassen van harde constructies kunnen daarom groot zijn: de problemen worden feitelijk vooruitgeschoven in de tijd, waardoor we over 50 tot 100 jaar kwetsbaarder kunnen worden. Daarnaast worden een aantal nadelen van harde constructies niet altijd meegenomen in de alternatievenafweging. Zo is het in de praktijk lastig om de veiligheid van constructies zoals damwanden in de toekomst aan te tonen, en zijn de omstandigheden van degradatie op grote diepte moeilijk vast te stellen. Bovendien zijn harde constructies moeilijk of niet te amoveren; ze blijven als obstakels in de dijk aanwezig en kunnen toekomstige versterkingen bemoeilijken. Deze elementen zouden meegewogen moeten worden tijdens de afweging van de bepaling van het voorkeursalternatief.

Ad 2: Slechte aansluiting van harde constructies op slappe ondergrond en beperkte systeemwerking (t.o.v. grondoplossingen)

Veel rivierdijken liggen op een dikke laag slappe klei en veen, vaak met tussenzandlagen, en hebben een achterland waar horizontaal afschuiven, kwel en opbarsten een belangrijke rol spelen. Harde constructies bewegen niet mee met gronddeformaties, zowel autonoom als door menselijk handelen. Dit beperkt de toepasbaarheid en kan de beheerskosten verhogen. Bovendien zijn grond- en waterdichtheid na installatie nauwelijks te inspecteren of te monitoren. Een onvoldoende waterdichte constructie kan leiden tot verhoogde waterspanningen en daarmee tot een grotere kans op opbarsten bij langdurig hoogwater. Andersom kunnen te waterdichte harde elementen leiden tot barrièrewerking, ongewenste veranderingen van de freatische lijn en daarmee tot funderingsschade.

Daartegenover staan oplossingen in grond, zoals zijdelingse ophogingen, voorlanden etc. die juist wél meebewegen met het systeem. Deze oplossingen passen beter in langzaam vervormende ondergronden, versterken de ecologische kwaliteit, en zijn, mits goed ontworpen, beter aanpasbaar bij toekomstige dijkversterkingen. Ze sluiten bovendien beter aan bij de principes van water en bodem sturend. In veel gevallen blijken deze echter minder snel toepasbaar omdat regelgeving, vergunningprocedures, ecologische eisen of ruimteclaims complex zijn. Dat is een belangrijk punt, maar het mag de langetermijnvoordelen niet overschaduwen.

Ad 3: Risico op schade en verminderde bouwveiligheid van aanliggende bebouwing

Bij het versterken van waterkeringen met én zonder harde constructies, in een omgeving met een slappe ondergrond, bestaat vrijwel altijd de kans op hinder voor de omgeving, ofwel door vervormingen als gevolg van grondoplossingen (stabiliteitsbermen) dan wel als gevolg van trillingen tijdens de aanleg of vervormingen van constructieve elementen. In het algemeen beveelt het ENW aan om in situaties met bebouwing nabij de dijk aandacht te besteden aan de kans dat de bebouwing beschadigt door vervormingen, opdrijven, opbarsten of overslag. Het eerlijke verhaal is dat bij een langdurig hoge waterstand met een relatief grote jaarlijkse kans de bestaande bebouwing aan de dijk schade kan ondervinden. Het ENW beveelt aan de veiligheid en de bruikbaarheid van de direct aan de dijk gelegen bebouwing bij dijkversterkingsprojecten conform het Besluit bebouwing leefomgeving (Bbl) te beschouwen. Dit aspect is ook benoemd in het ENW-advies 22-04 van 11 februari 2022.



Aanbevelingen

Het ENW vindt dat het vanuit een toekomstgericht en systeemgericht perspectief een streven zou moeten zijn om minder harde constructies toe te passen als dijkversterking. Grond- en andere natuurgebaseerde oplossingen zouden het vertrekpunt moeten vormen, waarbij harde constructies alleen worden gekozen als ze de beste optie zijn in een afweging waarin toekomstbestendigheid een belangrijk aspect is.

Geadviseerd wordt om bij de alternatievenafweging alle generieke voor- en nadelen van harde constructies uit dit advies systematisch mee te nemen en dit te borgen in een vaste ontwerpstep of protocol. Daarbij moet vooraf worden onderbouwd hoe een harde constructie zich verhoudt tot mogelijke toekomstige veranderingen in belastingen, normen en waterstanden, en of de constructie later voldoende kan worden aangepast.

Daarnaast is het advies van het ENW om versterkingen in grond nadrukkelijk als volwaardige alternatieven mee te nemen. Deze sluiten beter aan op het principe van water en bodem sturend, en zijn meestal beter adaptief. In het profiel van vrije ruimte zou daarom niet alleen (beperkte) ruimte moeten worden gereserveerd voor harde constructies, maar primair voor grond- en systeemgerichte oplossingen. Dit is ook in lijn met de afspraken gemaakt tussen het Rijk, de Vereniging van Nederlandse Gemeenten (VNG), het Interprovinciaal Overleg (IPO) en de Unie van Waterschappen (UvW) in het eindadvies van de Beleidstafel wateroverlast en hoogwater⁶.

Aanvullend wordt aanbevolen om richtlijnen op te stellen voor het amoveren en (eventueel) herbouwen van woningen ten gunste van de benodigde ruimte bij een dijkversterking. Hierbij moet tenminste worden gekeken naar de financiële kaders - past dit bijvoorbeeld binnen de kaders van HWBP - én naar de relevante wet- en regelgeving.

Tenslotte constateert het ENW dat als invulling van harde constructies bij dijkversterkingen veelal voor damwanden wordt gekozen. Aanbevolen wordt om de adaptiviteit van de verschillende typen harde constructies te onderzoeken zodat ze op dit aspect onderling te vergelijken zijn.

Beantwoording van de deelvragen

Deelvraag 1

“Werken harde constructieve oplossingen beperkend in de toekomst (bijv. i.v.m. zeespiegelstijging, bodemdaling, degradatie constructiematerialen, duurzame/toekomstbestendige woningbouw)? Wanneer wel en niet en is daar bewijs/casuïstiek van? En in hoeverre creëren wij nu ‘lock-in’ situaties, waarin de oplossingsruimte voor een volgende versterking te beperkt is, waardoor wij ook in de toekomst vastzitten aan nieuwe constructieve oplossingen? En is dit concept houdbaar op lange termijn?”

Op deze deelvraag is ingegaan in de bovenstaande paragraaf over de nadelen van harde constructies bij dijkversterkingen (zie ook Bijlage A). Het ENW ziet de volgende technische aanbevelingen om te voorkomen dat harde constructies in de toekomst tot beperkingen leiden:

1. Weeg het risico op lock-in expliciet mee bij de keuze voor harde constructies

Harde oplossingen vereisen vaak dat in één keer een levensduur van circa 100 jaar wordt gerealiseerd. Dit leidt tot grote eenmalige investeringen en legt een constructieve keuze vast die toekomstige versterkingen opnieuw kan dwingen tot grote, ingrijpende maatregelen, terwijl grondoplossingen juist incrementeel kunnen worden versterkt.

⁶ [Eindadvies Beleidstafel wateroverlast en hoogwater](#)



2. Betrek in de afweging dat harde constructies meerdere faalmechanismen tegelijk afdekken, maar daarmee deze mechanismen ook koppelen

Damwanden pakken bijvoorbeeld piping, dierlijke graverijen en macro instabiliteit in één keer aan. Dit is effectief, maar dit koppelt meerdere faalmechanismen aan één constructie. Als door nieuwe inzichten of randvoorwaarden één van deze faalmechanismen strenger wordt beoordeeld, kan de damwand als geheel eerder niet meer voldoen. Aanpassing of vervanging wordt dan complexer, omdat de bestaande constructie ook andere functies vervult en fysiek in de weg kan staan. Dit beperkt de adaptiviteit van het systeem en moet expliciet worden meegewogen.

3. Maak een overzicht van bestaande detectie- en inspectiemethoden en stimuleer nieuwe ontwikkelingen

De staat van harde constructies zal steeds vaker moeten worden beoordeeld. Inventariseer daarom de beschikbare inspectiemethoden en stimuleer innovatie waar methoden ontbreken of onvoldoende nauwkeurig zijn.

4. Stimuleer alternatieven voor heaveschermen

Heaveschermen zijn beperkt adaptief en hun grond- en waterdichtheid is na installatie lastig te meten. Stimuleer daarom alternatieve technieken, bijvoorbeeld op basis van filterconstructies.

5. Onderzoek of de levensduur van bestaande harde constructies kan worden verlengd met probabilistisch rekenen

Deze benadering wordt bij primaire waterkeringen al toegepast voor grondconstructies, maar nog nauwelijks voor harde constructies. Er liggen nog veel kansen om hiermee de levensduur realistischer te bepalen.

6. Streef bij nieuwe harde constructies naar standaardisatie

Standaardisatie voorkomt onnodige complexiteit in dijkversterkingen en creëert enige overmaat voor toekomstige, moeilijk te voorspellen veranderingen.

7. Leer van internationale ervaringen met harde constructies bij extreem ruimtegebrek

Ga na hoe in het buitenland wordt omgegaan met harde constructies bij dijkversterkingen, bijvoorbeeld in New Orleans of Jakarta, waar de ruimte nog beperkter is dan in Nederland.

Deelvraag 2

“Kunnen er criteria worden benoemd die toe te passen zijn in een generiek afwegingskader dat ervoor zorgt dat we de beste (adaptieve) oplossingen in brede zin gaan gebruiken? Welke criteria moeten worden meegenomen als een afweging tussen doelmatigheid, omgevingsimpact en adaptiviteit aan de orde is? Welke methodes zijn volgens ENW geschikt om die criteria af te wegen? Bv. ook als het gaat om het (meer) gebruik maken van standaardafspraken bij de aanpak van een versterking en de doelmatigheid bij (de herijking) van het HWBP. Of voor strategisch/anticiperend grond opkopen/onteigenen voor dijkverbreding? Zijn er zaken die een generieke aanpak in de weg staan? En wat betekent dit voor de besluitvorming nú?”

Het ENW constateert dat deze vraag op meerdere niveaus speelt en dat zowel lokale overheden als de Rijksoverheid zoeken naar handvatten om adaptiviteit, doelmatigheid en omgevingsimpact in samenhang af te wegen. De keuzes die nu worden gemaakt zijn meer dan louter technische ontwerpkeuzes; ze raken aan ruimtelijke ordening, governance en langetermijnwaterveiligheid. Daarom adviseert het ENW om breder te kijken dan alleen de afwegingen die waterschappen binnen afzonderlijke projecten maken, en om tenminste de onderstaande punten mee te nemen:



- 1. Onderzoek waarom in veel gevallen harde oplossingen worden gekozen, terwijl ruimtegebrek slechts in ongeveer de helft van de situaties een rol speelt**
Maak de gebruikte criteria inzichtelijk en transparant. Een verbeterd generiek afwegingskader is nodig, waarin ook de grotere tijd- en ruimteschalen (lange termijn, systeemwerking, toekomstige versterkingsrondes) worden meegenomen.
- 2. Inventariseer hoe adaptiviteit nu wordt meegenomen in de alternatievenafweging**
Deze vraag wordt momenteel opgepakt binnen het KIA-onderzoek Aanpasbaarheid en uitbreidbaarheid, maar verdient nadrukkelijke inbedding in de praktijk.
- 3. Werk in casestudies uit hoe bestaande harde constructies aan het einde van hun levensduur kunnen worden aangepast**
Ook dit onderwerp wordt in het KIA-onderzoek onderzocht en is essentieel om toekomstige lock-ins te voorkomen.
- 4. Betrek het risico op schade aan bebouwing als gevolg van afschuiven, opdrijven, kwel of golfoverslag expliciet in de afweging**
Ook een dijkversterking met harde constructies, bedoeld om de waterveiligheid van het achterland te waarborgen, neemt een tekort aan bouwkundige veiligheid van de aanliggende bebouwing niet weg. In het ENW-advies 22-04 van 11 februari 2022 is dit aspect ook benoemd. Bij de inzet van langsconstructies wordt deze problematiek niet vanzelf opgelost. Het is raadzaam om deze risico's bij een variantenafweging te beschouwen. Maak duidelijk wat als aanvaardbaar wordt beschouwd, wie verantwoordelijk is en hoe hierover wordt gecommuniceerd.
- 5. Onderzoek hoe bestaande waarden (ecologie, landschap, bebouwing e.d.) kunnen worden behouden terwijl dijkversterkingskosten toenemen**
Creëer verbeterde kaders waarbinnen wensen uit de omgeving objectief kunnen worden afgewogen tegen de langetermijnwaterveiligheidsopgave. Voor waterveiligheid is juist een lange tijdshorizon noodzakelijk.
- 6. Borg langetermijnwaterveiligheid en adaptiviteit door binnen dijkversterkingsprojecten een persoon of instantie aan te wijzen die dit bewaakt**
Wanneer besluitvorming over het dijkversterkingsproject voornamelijk wordt gedreven door korte termijn doelen, bestaande regelgeving of kosten, bestaat de kans dat adaptiviteit onderbelicht raakt.
- 7. Onderzoek hoe de door harde constructies 'gekochte tijd' kan worden benut om structureel ruimte te creëren voor toekomstige dijkversterkingen**
Ruimtegebrek is moeilijk te definiëren en hangt vaak samen met beleidskeuzes. Voor nieuwbouw bestaan al profielen van vrije ruimte, maar voor bestaande bebouwing niet. Het opkopen of amoveren van bebouwing zou structureel moeten worden overwogen, niet alleen vlak voor een project.
- 8. Breng beter in beeld hoe omgevingseisen (bijvoorbeeld beperkingen op wegafsluitingen) de inzet van materieel, uitvoeringswijze, kosten en planning**
Maak duidelijk wie deze eisen stelt en hoe ze de keuze voor een versterkingsvariant beïnvloeden, zodat hier transparant over kan worden afgewogen.



Over het algemeen geldt dat hoe verder vooruit wordt gekeken, hoe minder aantrekkelijk harde constructies blijken te zijn als oplossing voor dijkversterkingen. Tegelijkertijd is de vraag hoe ver we willen vooruitkijken bij de afweging van alternatieven — zeker gezien de onzekerheden over maatschappelijke en technologische ontwikkelingen. In die afweging spelen zowel harde als zachtere criteria een rol, waaronder technische doelmatigheid, bereikbaarheid en omgevingswensen. Het gaat daarbij om meer dan techniek alleen: het vraagt ook om aandacht voor de belangen van toekomstige generaties.

Het ENW hoopt u met dit advies van dienst te zijn geweest en ziet uw reactie met veel belangstelling tegemoet.

Met vriendelijke groet,

ir. H.C. Klavers
voorzitter ENW



Bijlage 1: Verantwoording

Dit advies is opgesteld door een adviesgroep, samengesteld uit leden van drie ENW-werkgroepen: Veiligheid, Techniek en Kust. Een conceptversie van dit advies is besproken in ENW-T van maart 2026 en in de ENW-Kerngroepvergadering van april 2026. Dit proces heeft geleid tot voorliggend advies.



Bijlage 2: Resultaten

Inventarisatie langsconstructies in primaire waterkeringen

Toelichting bij de inventarisatie
Versie: 29 januari 2026



HWBP
voor sterke dijken

**KENNIS
VOOR
KERINGEN**

Inleiding

Alle waterschappen met een groot aantal km's primaire keringen in beheer zijn gevraagd om informatie aan te leveren over langsconstructies die zijn aangelegd voor het verbeteren van de binnenwaartse stabiliteit of voor het verhogen van de weerstand tegen piping of heave. Er is een goede respons gekomen. Voor recente en lopende HWBP-projecten is het overzicht redelijk compleet. Vooral voor wat oudere constructies is de informatie niet eenvoudig te achterhalen.

De inventarisatie geeft ook geen volledig beeld van erosieschermen, vervangende keringen bij leidingen, enzovoorts.

De informatie die is aangeleverd is opgenomen in het tabblad "Inventarisatie".

In het tabblad "Tabellen" is de informatie gebundeld in tabellen en in het tabblad "grafieken" is de informatie grafisch weergegeven.

Indeling in groepen

Er is onderscheid gemaakt in de volgende hoofdgroepen:

Type	Omschrijving	Toelichting
STBI	Constructies die uitsluitend zijn bedoeld voor het verbeteren van de binnenwaartse stabiliteit	
STPH	Constructies die uitsluitend zijn bedoeld voor het verbeteren van de weerstand tegen piping en/of heave, inclusief bijzondere constructies zoals MIP-wand, verticaal zanddicht geotextiel of grofzandbarriere (deze laatste vallen onder de categorie "overig").	Een fors deel van de categorie "overig" komt voor rekening van projecten waarbij de materiaalkeuze nog niet is gemaakt. VZG is toegepast bij 2 projecten over in totaal circa 2,5 km. GZB is toegepast bij 0,5 km.
Combinatie	Dit betreft constructies die zowel een functie voor STBI als voor STPH hebben.	
Overig	Dit betreft o.a. constructies die zelfstandig keren (keerwanden), havenwanden, constructies voor het verbeteren van STBU.	De inventarisatie had hier geen focus op. Informatie die wel is verstrekt door de waterschappen is meegenomen in de sheet, maar deze is verre van compleet.

Indeling op leeftijd

De leeftijd van de constructies is ingedeeld in 4 categorieën, dit is een arbitraire indeling maar geeft een beeld:

Groep	Omschrijving	Toelichting
<2000	Oudere constructies	
2000-2014	Constructies ontworpen volgens LR / CUR166 / Kookboek lange damwanden	
2015-2020	Constructies die zijn ontworpen volgens OSPW	
2020 t/m in verkenningsfase	Constructies die zijn ontworpen volgens de PPL	



Inventarisatie langsconstructies in primaire waterkeringen

Versie: 29 januari 2026



HWBP
voor sterke dijken

**KENNIS
VOOR
KERINGEN**

Langsconstructies per beheerder per type

Beheerder	km's t.b.v. binnenwaartse stabiliteit	km's t.b.v. piping en heave	km's combi	km's overig (hoogte, STBU, etc)*
HH Hollands Noorderkwartier (nog niet compleet)	4,7	0,0	0,0	0,0
WS Noorderzijlvest (geen t.b.v. STBI/STPH)	0,0	0,0	0,0	1,1
HH Delfland (geen t.b.v. STBI/STPH)	0,0	0,0	0,0	0,0
HH Rijnland	0,5	0,0	0,0	0,0
WS Fryslân (geen t.b.v. STBI/STPH)	0,0	0,0	0,0	0,0
WS Vallei en Veluwe	0,2	3,2	0,2	0,5
HH Stichtse Rijnlanden	0,7	15,1	2,0	0,0
WS Hollandse Delta	2,2	0,0	0,0	0,0
WS Scheldestromen	0,6	0,0	0,0	0,3
WS Limburg	0,3	2,3	0,9	7,4
WS Aa en Maas (nog niet compleet)	0,0	4,1	0,0	0,1
WS Rivierenland	22,2	19,3	18,9	1,4
HH Schieland en Krimpenerwaard	16,6	0,0	0,0	0,0
WS Brabantse Delta (niet bekend)				
WS Zuiderzeeland (niet bekend)				
WS Drents Overijsselse Delta (excl Zwolle Olst)	0,0	0,5	11,0	13,9
WS Rijn en IJssel	0,0	8,2	0,0	0,0
WS Hunze en Aa's (niet bekend)				
WS Amstel Gooi en Vecht (niet bekend)				
Totaal	47,9	52,5	33,0	24,6

Piping- / heaveschermen per materiaal (excl. combinatie met stabiliteitsscherm)

materiaal voor heavescherm:	km's
stalen damwand	29,4
kunststof damwand	7,9
mixed-in-place wand	4,9
overig, incl. nog geen materiaalkeuze	10,4

Stabiliteitsscherm per materiaal (inclusief combinatie met heavescherm):

materiaal:	km's
stalen damwand (incl. combiwand)	74,2
diepwand	1,1
barettenwand	1,0
kistdam	1,2
CSM-wand	0,6
boorpalenwand	2,6
overig, incl. nog geen materiaalkeuze	0,2

waarvan 41,4 km uitsluitend stabiliteitsscherm.

Reden voor aanleg langsconstructie

reden	aantal
ruimtegebrek	53
onbekend	36
pipingberm te breed (LCC)	3
LCC	1
innovatie	1
monumentale dijk	1
nwo's buitendijks	2
anders	1
n.v.t. (geen langsconstructies)	2

Aantal locaties en km's per programma

programma	aantal	km's STBI	km's STPH	km's combi	totaal km's
HWBP	47	34,4	46,5	25,6	106,5
anders	39	12,4	5,6	6,1	24,1
niet bekend	8	1,1	0,4	0,4	1,8

Onderverdeling op leeftijd

leeftijd	aantal
<2000	8
2000-2014	30
2015-2020	10
2020-2026	13
in uitvoering	13
in VO-fase / verkenning	9
in voorbereiding uitvoering	6
niet bekend	2



STBI leeftijd	km's
<2000	0,6
2000-2014	9,8
2015-2020	6,4
2020-2026	16,5
in uitvoering	8,8
in VO-fase / verkenning	0,0
in voorbereiding uitvoering	1,0
niet bekend	1,1

STBI leeftijd	km's
<2000	0,6
2000-2014	9,8
2015-2020	6,4
2020 t/m "in verkenningfase"	26,3

STPH leeftijd	km's
<2000	0,4
2000-2014	3,1
2015-2020	3,5
2020-2026	11,3
in uitvoering	13,1
in VO-fase / verkenning	6,8
in voorbereiding uitvoering	14,3

STPH leeftijd	km's
<2000	0,4
2000-2014	3,1
2015-2020	3,5
2020 t/m "in verkenningfase"	45,5

combi leeftijd	km's
<2000	0,0
2000-2014	2,3
2015-2020	5,1
2020-2026	16,0
in uitvoering	0,8
in VO-fase / verkenning	1,8
in voorbereiding uitvoering	7,0

combi leeftijd	km's
<2000	0,0
2000-2014	2,3
2015-2020	5,1
2020 t/m "in verkenningfase"	25,6



Bijlage 3: Voor- en nadelen harde constructies bij dijkversterkingen

Onderstaand een inventarisatie van ENW van voor- en nadelen van harde constructies bij dijkversterkingen.

Voordelen van harde constructies bij dijkversterkingen

Categorie	Pluspunt	Toelichting
Ruimte & Ruimtelijke kwaliteit	Minder ruimtebeslag	Minder grondaankoop, behoud van nevenfuncties, geen langdurige discussies over herinrichting van nieuwe dijkzones.
	Behoud van dijkprofiel en aanzicht	Harde constructies zijn vaak onzichtbaar → behoud van landschappelijke, monumentale en ruimtelijke waarden. Voorbeelden: Rozewerf (Marken), Markermeerdijk bij Uitdam, zelfsluitende kering Steyl.
	Voordeel bij beperkte uitvoeringsruimte	Veelal geschikt wanneer er weinig werkruimte is (bebouwing, infrastructuur, natuur).
	Multifunctioneel gebruik	Kan dienen als kademuur, funderingselement of integrale constructie.
Technische prestaties	Weerstand tegen dierlijke graverijen	Geen aanvullende voorzieningen zoals ingegraven gaas nodig wanneer de constructie hoog genoeg is.
	Taaie bezwijkgedrag	Dijken met damwand bezwijken doorgaans op een meer gecontroleerde en minder abrupte wijze.
	Voorspelbare materiaaleigenschappen	Materiaalgedrag van staal/beton/kunststof is beter voorspelbaar dan grondgedrag.
	Vermeden zettingsschade	Geen schade aan belendingen door zettingen of horizontale grondvervormingen.
	Eenvoudiger inspectieproces	Kan inspectie van hoog watereffecten vereenvoudigen, bijvoorbeeld bij piping tijdens hoge waterstanden.
	Beperking van gevolgen	De instroom van water in een binnendijks gebied wordt beperkt (Eemdijk proef)
Uitvoering & planning	Snellere uitvoering	Geen ophoogfasering, geen consolidatietijd → kortere doorlooptijd.
	Minder transportbewegingen	Geen of weinig aanvoer/afvoer van grote grondvolumes.
	Voordeel tijdens aanleg voor ecosysteem	Minder impact op lokale flora en fauna in de directe dijkzone.
	Tijds winst voor langetermijnoplossingen	Een harde constructie creëert ruimte in planning om later aanvullende maatregelen of gebiedsopgaven in te passen.

Door bovenstaande voordelen kunnen harde constructies, ondanks hogere materiaalkosten, toch economisch voordeliger zijn dan een grondoplossing.



Nadelen van harde constructies bij dijkversterkingen

Categorie	Nadeel	Toelichting
Duurzaamheid & levensduur	Materiaaldegradatie	Staal corrodeert; beton kan degraderen afhankelijk van mengsel en kwaliteit tijdens aanleg. Grond versterkt vaak juist na verloop van tijd. Degradatie vraagt om volledige vervanging op lange termijn, ondanks robuuste marges en bekende degradatieprocessen.
	Beperkte adaptiviteit	Door degradatie en restricties in sterkte/ligging zijn bestaande damwanden vaak moeilijk herbruikbaar. Ze vormen in volgende versterkingsronden regelmatig een obstakel.
	Ontwerp horizon van 100 jaar geeft extra onzekerheid	Damwanden worden veelal ontworpen met een levensduur van 100 jaar. In deze 100 jaar zijn er ook onzekerheden, en de ontwerper zou rekening moeten houden met al deze onzekerheden, waardoor het ontwerp voldoende robuust is. In de praktijk wordt dit nog niet in voldoende mate gezien.
Geotechnische effecten	Niet meebewegen met gronddeformaties	Starre constructies kunnen niet mee vervormen met de dijk → risico op schade, zichtbare profielaftekening in wegdekken, en sterkteverlies door verminderde aansluiting met grond.
	Barrièrewerking	Verandering van grondwaterstroming, risico op funderingsschade, en complexe doorvoeren voor kabels en leidingen. Vergt uitgebreide berekeningen en langdurige monitoring.
Uitvoering & techniek	Installatieschade	Trillingen, geluidsbelasting en horizontale grondvervormingen door inbrengen kunnen schade veroorzaken aan omgeving. Dit speelt bij elke dijkversterking, maar is bij harde constructies nadrukkelijk aanwezig.
	Moeilijke inspecteerbaarheid en onderhoudbaarheid	Na installatie zijn sterkte, waterdichtheid en continuïteit moeilijk te beoordelen (gaten, corrosie, slotproblemen). Niet alle typen constructies zijn goed te monitoren.
	Onvolledige gegevens van bestaande constructies	Positie, profiel, lengte, verankering en ontwerpdocumentatie zijn vaak slecht bewaard, vooral bij oudere dijkversterkingen. Staal is te traceren (magnetometer), maar beton niet.
	Complexe ontmanteling	Stalen damwanden zijn vaak lastig te trekken; betonnen en kunststof elementen nog meer. Daardoor blijven obstakels achter die toekomstige versterkingen bemoeilijken.
Kosten & milieu	Hogere directe kosten	Materiaalkosten, specialistische aannemers en zwaar materieel maken harde constructies duurder in aanleg—al kunnen ze projectbreed alsnog goedkoper uitvallen dan grondoplossingen.
	Hogere CO ₂ -voetafdruk	Productie van staal, beton en kunststof kent hogere emissies dan grondverzet.
Toekomstvastheid	Mogelijke incompatibiliteit met toekomstige innovaties	Nieuwe technieken of versterkingsconcepten sluiten soms slecht aan op bestaande harde constructies, waardoor latere aanpassingen moeilijker worden.