



Aan Waterschap Rivierenland  
T.a.v. het Algemeen Bestuur  
Postbus 599  
4000 AN Tiel

**Onderwerp:** Adviesvraag Lekdijk Kinderdijk-Schoonhovenseveer  
**Datum:** 11-02-2022  
**Bijlagen:** -  
**Afschrift aan:** J. Slootmaker (DGWB)  
R.A. Kleijwegt (WSRL)  
W. de Bie (WSRL)

**Ons kenmerk:** ENW-22-04  
**Uw kenmerk:** 2021138344  
**Contactpersoon:** ir. M. Hazelhoff  
**Functie:** coördinator ENW  
**E-mail:** marieke.hazelhoff@rws.nl  
**Telefoon:** 06-55765782

Geacht bestuur,

In de periode 2013-2018 heeft Waterschap Rivierenland de Lekdijk tussen Kinderdijk en Schoonhovenseveer versterkt. Naar aanleiding van de problematiek rond deze dijkversterking is op 13 oktober 2021 door het waterschap advies gevraagd aan het ENW. Dit advies is achter deze brief opgenomen.

Het ENW merkt op dat het opstellen van dit advies veel inspanning heeft gekost. Dat komt door de complexiteit en ernst van de materie, maar ook door de wijze waarop de informatie over de problematiek beschikbaar is gesteld, zoals het ontbreken van uitgevoerde reviews.

Naast aanbevelingen ten aanzien van de veiligheidsbeschouwing van het project Kinderdijk-Schoonhovenseveer worden in het advies ook aanbevelingen gegeven voor dijkversterkingen in gebieden met slappe lagen. Het ENW ziet graag dat deze aanbevelingen voortvarend worden opgepakt en biedt daarbij zijn medewerking aan.

Ik heb vernomen dat de problematiek van het dijktraject Kinderdijk-Schoonhovenseveer in uw vergadering besproken wordt op 14 februari 2022. Het advies is opgesteld onder leiding van prof.dr.ir. Matthijs Kok en indien gewenst, is de heer Kok bereid in uw vergadering het advies toe te lichten en mogelijke vragen te beantwoorden. Ik hoor graag van u hoe het advies is ontvangen en op welke wijze invulling wordt gegeven aan de opvolging.

Hoogachtend,



Dr.ir. G.M. van den Top  
Voorzitter van het Expertise Netwerk Waterveiligheid



# **ENW-advies**

## Lekdijk Kinderdijk- Schoonhovenseveer

Vastgesteld op 12-02-2022

## Achtergrond

Waterschap Rivierenland heeft in de periode 2013-2018 de Lekdijk tussen Kinderdijk en Schoonhovenseveer (circa 17 km) versterkt over het afgekeurde deel van ruim 10 km. Een complexe opgave door de slappe veenachtige ondergrond en de vele woningen die langs de dijk staan. Van de 10 km is circa 7 km versterkt met steunbermen, maar door ruimtegebrek en/of het gevaar van schade aan nabijgelegen panden door vervorming van de ondergrond zijn over ruim 3 km diverse constructies toegepast, te weten een verankerde damwand, palenwand, barettenwand en een (betonnen) diepwand. Het aanbrengen van dergelijke constructies kan schade aan direct nabijgelegen panden veroorzaken. Juist daarom is op 17 secties (totale lengte circa 2,5 km) gekozen voor een verankerde open boorpalenwand (met in totaal circa 1350 boorpalen), omdat deze in theorie trillingsvrij kunnen worden aangebracht. Op deze secties zijn de boorpalen aangebracht ter plaatse van de binnenkruinlijn (11 secties) of in het binnentalud (6 secties). De boorpalen zijn aangebracht tot in de Pleistocene zandlaag op circa 20 m diepte. Op een deel van het traject is een 'tussenzandlaag' aanwezig tussen de diepe zandlaag en het maaiveld.

Bijna de helft van de circa 400 panden langs de versterkte dijk laat schade zien als gevolg van de dijkversterking. De schade varieert sterk per pand en betreft scheurvorming in de muren, vervorming en scheefstand van de panden en grondwateroverlast in kelders en kruipruimten. De schade doet zich zowel voor ter plaatse van secties met de boorpalenwand als in trajecten die alleen met grond versterkt zijn (steunbermen). Het is algemeen bekend dat het aanbrengen van steunbermen ook schade aan nabij gelegen huizen kan veroorzaken door vervorming van grond, constructies zouden de schade kunnen verkleinen. Voorts wordt meer algemeen vernatting waargenomen op minimaal 4 plekken langs de boorpalenwand, bestaande uit vernatting van de dijk, natte plekken op het maaiveld en kwel in de sloten.

## Vraag aan het ENW en aanpak

Het verzoek van het waterschap aan het ENW ziet er als volgt uit:

*'In de periode 2013-2018 heeft Waterschap Rivierenland de Lekdijk tussen Kinderdijk en Schoonhovenseveer versterkt. Op 14 april jl. heeft Waterschap Rivierenland het rapport 'De Lekdijk is lekgestoken' ontvangen van de heer Van Baars. In dit rapport plaatst de heer Van Baars kanttekeningen bij het dijkversterkingsproject. Het waterschap heeft aan kennisinstituut Deltares gevraagd een onafhankelijk onderzoek uit te voeren naar het rapport van de heer Van Baars. In fase 1 van dat onderzoek heeft Deltares op 2 juli jl. antwoord gegeven op twee vragen: 1) is er een urgent veiligheidsprobleem op de dijkstrekking tussen Kinderdijk en Schoonhovenseveer, én 2) voldoet de dijk aan de destijds geldende waterveiligheidsnormen. Belangrijke conclusies van fase 1 waren dat er geen urgent veiligheidsprobleem is en dat de dijk voldoet aan de destijds geldende normen. Als reactie hierop heeft de heer Van Baars een herziene versie van het rapport 'De Lekdijk is lekgestoken' uitgebracht. In fase 2 van het onderzoek gaat Deltares met meer diepgang in op de aspecten in het rapport van de heer Van Baars.*

*De vraag aan ENW is of het de conclusies van Deltares in rapport fase 2 onderschrijft. Daarnaast nodigen we ENW uit om - als daar aanleiding toe is - aanbevelingen te doen voor lopende en komende dijkversterkingsprojecten en om aanvullende inzichten en/of adviezen aan te reiken naar aanleiding van de bedoelde rapporten.*

De adviesvraag en de eerste aanlevering van de stukken zijn besproken op 25 oktober 2021 tijdens de vergadering van de ENW-werkgroep Veiligheid, aangevuld met leden uit de ENW-werkgroep Techniek.

De volgende stukken zijn op verschillende momenten aan het ENW beschikbaar gesteld:

- a. Adviesaanvraag waterschap aan ENW, 13 november 2021.
- b. S. van Baars, De Lekdijk is lekgestoken! Ernstige problemen bij de Lekdijk in Nieuw Lekkerland. Getuige Deskundige Rapport, Oorspronkelijke versie 14 april 2020, herziene versie 19 augustus 2021, 69 blz.
- c. Deltares, 11207207-002-GEO-0004\_v1.0 Analyse waterveiligheid Kinderdijk-Schoonhovenseveer (KIS), rapport fase 1, definitief, 1 juli 2021, 183 blz.
- d. Deltares, 11207207-002-GEO-0004-Analyse waterveiligheid Kinderdijk-Schoonhovenseveer (KIS), Rapport fase 2a, 12 november 2021, 306 blz. (definitief concept bedoeld voor het ENW).
- e. Deltares, 11207207-005-GEO-0002\_v0.1-PvA Monitoring KIS vraagspecificatie.
- f. Deltares, aanvullende informatie storten boorpalen WSRL, Tijdlijn KIS, email d.d. 06-01-2022.

Naast bovengenoemde documenten heeft het ENW gebruik gemaakt van informatie uit gesprekken met het waterschap, de heer Van Baars, Deltares, enkele experts en bewoners. Ook is aan het geotechnisch bureau CRUX gevraagd om, vanuit hun expertise, hun inzichten over KIS met ons te delen, zie hiervoor bijlage 1. De reviews van het Deltaresonderzoek en ook de bevindingen van het 'dwarskijkteam' zijn – ondanks herhaaldelijke verzoeken – niet aan het ENW beschikbaar gesteld.

Het ENW merkt op dat Deltares ook als adviseur van WSRL is opgetreden inzake geotechnische aspecten van het dijkversterkingsontwerp en heeft daarbij als inhoudelijk deskundige toetsers van producttoetsen bij de aannemer namens WSRL opgetreden. Deze dubbelrol is ook aangegeven in de rapportage van Deltares.

Het ENW geeft allereerst een analyse van het probleem, trekt op basis van deze analyse een conclusie en beantwoordt de vraag van het waterschap. Vervolgens worden aanbevelingen gedaan voor het waterschap over het traject Kinderdijk – Schoonhovenseveer, voor het versterken van dijken in gebieden met slappe lagen en ten slotte voor de kennisontwikkeling op dit gebied. Het ENW heeft bij het opstellen van dit advies een onderscheid gemaakt tussen waterveiligheid (de bescherming van achterland), de constructieve veiligheid van gebouwen nabij de kering en de schade van gebouwen als gevolg van een dijkversterking.

### **Analyse van het ENW**

#### *Vernatting*

Sinds de uitvoering van de dijkversterking is op een aantal plaatsen nabij boorpalen vernatting in de dijk en het direct erachter gelegen achterland opgetreden, bestaande uit natte plekken op het maaiveld, kwel in de sloten en grondwateroverlast in de kelders en kruipruimten van de woningen. Naar aanleiding van de vernatting is in een aantal peilbuizen gedurende een korte meetperiode de freatische grondwaterstand en

stijghoogte in de diepe zandondergrond en een tussenzandlaag gemeten. Metingen van de waterspanningen voorafgaand aan de dijkversterking waren niet beschikbaar.

Het ENW constateert in figuur 3.7 uit het onderzoek van Deltares (fase 1) dat de stijghoogte in de tussenzandlaag ongeveer gelijk is aan de stijghoogte in het Pleistocene zand en zich bevindt op een niveau gelijk aan waterstanden bij eb op de Lek. De stijghoogten bevinden zich boven het maaiveldniveau en circa 2 m boven de freatische grondwaterstand in de omgeving. De freatische lijn in het dijklichaam is iets hoger dan die stijghoogte, de freatische grondwaterstanden lijken op het eerste zicht alleen te reageren op neerslag. De stijghoogte in de (tussen)zandlaag reageert op de waterstand in de Lek. Deze reactie is nu gedempt, maar het is niet helder hoe deze demping zal zijn bij relatief langdurige hoge waterstanden op de Lek.

De waterhuishouding van een dijk en de directe omgeving wordt beïnvloed door vele factoren. Voor de waargenomen vernatting zijn volgens het ENW verschillende oorzaken denkbaar:

- Een toename van kwel uit de zandondergrond (lekkage langs de boorpalen en/of de ankerstangen), voor zover bekend hebben geen veranderingen in het voorland plaatsgevonden.
- Opstuwing van de grondwaterstand in het dijklichaam door de aanwezigheid van de (gedeeltelijk) ondoorlatende boorpalenwand (met name na neerslag).
- Een verhoging van de 'drainagebasis' door een toename van de stijghoogte in de tussenzandlaag (bij hydraulisch contact met het Pleistoceen zandpakket, bijvoorbeeld langs de boorpalen).
- Afname doorlatendheid door opgetreden verdichting (door zettingen / vervormingen).
- Uittredend grondwater door het consolidatieproces.
- Sluipend lek van water- of rioolleidingen (bijvoorbeeld door opgetreden vervormingen).

Het is niet uitgesloten dat de vernatting wordt veroorzaakt door lekkage langs of door de boorpalen. In dat opzicht is het van belang te noemen dat een 'oververbruik' van beton - er was bij de aanleg sprake van 20% oververbruik (bron: Deltares rapport fase 2) - geen garantie vormt voor een ondoorlatende aansluiting van de paal om de omringende grond.

#### *Vervorming*

Tijdens en na de dijkversterking zijn (ook) op locaties met de boorpalen forse zettingen en horizontale verplaatsingen opgetreden. Het is denkbaar dat deze vervormingen zijn veroorzaakt door het horizontaal wegdrukken van slappe grondlagen in de diepere ondergrond door de druk van het beton in de boorpaal, een niet onbekend fenomeen. In dergelijke situaties kan de diameter van de boorpaal lokaal kleiner zijn.

#### *Zorgpunt: kwaliteit boorpalen*

Zowel de waargenomen vernatting en vervormingen kunnen duiden op afwijkingen in de kwaliteit van boorpalen. Relevant daarbij is dat de omgeving enkele kenmerken heeft die om extra aandacht vragen bij het aanbrengen van boorpalen. Daarbij gaat het om een hoge en dagelijks fluctuerende grondwaterdruk in het diepe zand, grondwaterstroming in het zandpakket en de aanwezigheid van een doorlatende vaste zandlaag tussen slecht doorlatende slappe klei- en veenlagen. Hoewel boorpalen vaker worden toegepast, is de goede

kwaliteit niet bij elke bodemopbouw vanzelfsprekend<sup>1</sup>. Bij Kinderdijk-Schoonhovenseveer (KIS) betreft het een eerste toepassing bij een dijkversterking. De waargenomen vernatting en vervorming, in combinatie met de specifieke kenmerken van de omgeving, maken dat naar het oordeel van het ENW niet zonder meer op de goede kwaliteit van de boorpalen gerekend mag worden.

#### *Waterveiligheid*

De waargenomen vernatting kan consequenties hebben voor de veiligheid van de dijk. De grootte van deze consequentie is afhankelijk van de oorzaak, en de situatie (qua waterspanningen) die daardoor kan ontstaan tijdens een hoogwatersituatie. In de analyse van de waterveiligheid heeft Deltares al (conservatief) rekening gehouden met een stijghoogte in de tussenzandlaag gelijk aan die in de diepe zandlaag en het (daardoor) opdrijven van de bovenliggende grondlagen. Echter, in die analyse wordt vertrouwd op een goede kwaliteit van de boorpalen. Het is naar mening van het ENW onbevredigend dat in de analyse van Deltares op de kwaliteit van de boorpalen wordt vertrouwd zonder sluitende verklaring voor de vernatting en de vervormingen. Voor een definitief oordeel over de waterveiligheid wordt onderzoek naar de oorzaak van de vernatting en de gerealiseerde kwaliteit van de boorpalen aanbevolen.

#### *Schade*

In gesprekken hebben meerdere bewoners aan het ENW gemeld dat bij het aanbrengen van dijkhoogte of steunbermen met fors grotere ophoogslagen is gewerkt dan voorgeschreven in de contracteisen. Daarnaast hebben de boorstellingen volgens bewoners trillingen en inzakking van de dijk veroorzaakt.

Bij KIS zijn de interventiewaarden voor de horizontale vervormingen bij woningen opgerekt (fase 2 rapport van Deltares). Zo is bij een woning tijdens uitvoering een grenswaarde van de verplaatsing verruimd van 3,7 cm naar 25 cm. Het contract tussen de aannemer en het waterschap is daarop aangepast (fase 2 rapport van Deltares). De gehanteerde aanpak heeft voor veel wantrouwen bij de bewoners bezorgd. Het ENW vindt het discutabel dat eisen fors zijn aangepast aan waargenomen vervormingen en had graag gezien dat de risicogestuurde aanpak zijn effect had bewezen in dergelijke situaties.

#### *Conclusie*

De vraag van het waterschap aan het ENW is of het de conclusies van Deltares in rapport fase 2 onderschrijft. In het rapport fase 2 heeft Deltares alleen die aspecten onderzocht die in het rapport “De Lekdijk is lekgeprikt” genoemd zijn. Wellicht dat mede daardoor het algemene beeld van de oorzaken en vernatting en vervormingen in dit rapport van Deltares niet gegeven wordt. Algemeen gesteld kunnen we niet alle

---

<sup>1</sup> J.C. Beute, 2020. Problems with cast-in-situ concrete piles: A study on the possible causes of excessive bleeding. Master of Science thesis, Delft University of Technology, 13 januari 13, 2020.

Deltares, 2020. Geschiktheid van in de grond gevormde palen in Hoogeveen & De Wolden, 11204384-000-GEO-0003, 12 maart 2020.

conclusies onderschrijven, omdat op de kwaliteit van de boorpalen wordt vertrouwd zonder sluitende verklaring voor de vernatting en de vervormingen. Voor een definitief oordeel over de waterveiligheid wordt onderzoek naar de oorzaak van de vernatting en de gerealiseerde kwaliteit van de boorpalen aanbevolen. De vernatting en de vervormingen kunnen tevens consequenties hebben voor de constructieve veiligheid (het mogelijk instorten) van en schade aan de bebouwing nabij de dijk.

### **Aanbevelingen voor KIS**

Het ENW ziet het volgende handelingsperspectief voor het waterschap met betrekking tot het traject Kinderdijk – Schoonhovenseveer:

1. *Monitoring van stijghoogtes in en rond de waterkering*  
Om de oorzaken van de vernatting beter te begrijpen is het van belang om de stijghoogtes in en rond de waterkering te meten. Het waterschap heeft inmiddels ook een monitoringsplan opgesteld, en het ENW beveelt aan om dit voortvarend op te pakken.
2. *Controle kwaliteit (constructieve sterkte) boorpalen*  
Op ten minste vier verschillende locaties achter de boorpalen is sprake van aanzienlijke vernatting die voor de dijkversterking niet aanwezig was. Ook vindt op veel plekken drainage plaats. Een mogelijke oorzaak kan zijn dat de kwaliteit van de boorpalen op deze locaties onvoldoende is, waardoor er lek optreedt. De conclusies ten aanzien van de kwaliteit van de boorpalen in het rapport van Deltares acht het ENW nog niet bevredigend. Het gaat bijvoorbeeld niet om de gemiddelde kwaliteit van de 1350 aangebrachte boorpalen. Wat betreft de vernatting gaat het om elke boorpaal en kunnen lokale uitschieters veel invloed hebben. Maar de stabiliteit van de dijk is afhankelijk van de capaciteit voor buigende momenten over de gehele hoogte van een groepje palen (afhankelijk van het lengte-effect). In de (semi-)probabilistische berekening ter onderbouwing van de veiligheid is een onzekerheid met betrekking tot de werkelijk aanwezige kwaliteit van de boorpalen op zijn plaats, deze beschouwing ontbreekt in de analyse die door Deltares is uitgevoerd.
3. *Oorzaak van vernatting en vervormingen in relatie tot schade en constructieve veiligheid*  
Het ontbreken van een goede verklaring voor de vernatting en vervormingen is ook van belang voor het vinden van een definitieve oplossing voor het herstel van belendingen. De bewoners stellen terecht de vraag hoe de woning kan worden hersteld, zonder dat de oorzaak van de vernatting en vervormingen bekend is. De afhandeling van de schade aan belendingen wordt hierdoor extra moeilijk.
4. *Vervormingen en ontwerpverificaties*  
In het opstellen van het ontwerp is uitgegaan van aannames, bijvoorbeeld ten aanzien van de grondeigenschappen. Een verificatie van de aannames op basis van de opgetreden vervormingen heeft niet plaatsgevonden. Het ENW vraagt zich af wat het effect van deze zichtbare vervormingen is met betrekking tot waterveiligheid onder extreme omstandigheden en hoe deze vervormingen passen in de ontwerputgangspunten. Het ENW ziet graag dat deze analyse uitgevoerd wordt.

Het ENW raadt aan om eerst met een kleine groep experts de aanbevelingen zo concreet mogelijk nader uit te werken. Een langdurig onderzoeksprogramma wordt zeker niet beoogd.

### **Aanbeveling voor dijkversterking met constructies in het algemeen**

Het ENW beveelt de volgende aandachtspunten aan voor dijkversterking in gebieden met slappe lagen aan en wil hierbij ook verwijzen naar hoofdstuk 10 in het rapport van Deltares: “Generieke aandachtspunten voor constructies in dijken voor HWBP-projecten”, waar waardevolle aanbevelingen zijn opgenomen.

#### *1. Toepassing van boorpalen en andere grondverwijderende oplossingen*

Bij dijkversterkingen zijn boorpalen een betrekkelijk nieuwe toepassing. Bij het project KIS zijn deze toegepast in een situatie met een hoge en dagelijks fluctuerende (circa 0,5 m) stijghoogte in de zandondergrond en een bodemopbouw met (zeer) slappe lagen. Het ENW acht deze oplossing *bij een dijkversterking in een dergelijke omgeving* nog geen bewezen techniek en vraagt nadere aandacht voor de vraag hoe in een dergelijke situatie de kwaliteit van de boorpaal geborgd kan worden.

#### *2. Directere betrokkenheid beheerder en meer aandacht voor de uitvoering*

De uitvoering van de dijkversterking is sterk bepalend voor de schade die naderhand optreedt. Het ENW beveelt aan om in voorbereidingsfasen expliciet aandacht te geven aan de uitvoeringsfase bij het gebruik van constructieve versterkingsmethoden: een damwand is in de voorbereidende fase vaak alleen een streepje op de kaart, maar in de uitvoering heeft het verregaande implicaties. Ook is zowel in de voorbereidende fase als in de uitvoerende fase het systeem van ‘checks and balances’ van groot belang.

Passend toezicht over de toepassing van risicoprotocolen en de monitoring is cruciaal en het ENW beveelt dan ook verder aan dat de uitvoering uitgevoerd wordt onder directere betrokkenheid van de verantwoordelijke keringbeheerder.

Constructies in slappe grond met huizen vlak naast de dijk stellen zeer hoge eisen aan monitoring (voor, tijdens en na aanleg) en risicomanagement. Bij dit soort projecten is dus extra inspanning nodig door opdrachtgever, opdrachtnemer (aannemer) en betrokken adviseurs.

#### *3. Schade en constructieve veiligheid van woningen na de versterking*

Bij het versterken van waterkeringen in een omgeving met een slappe ondergrond bestaat vrijwel altijd de kans op (grote) hinder voor de omgeving, ofwel door vervormingen als gevolg van grondoplossingen (stabiliteitsbermen) dan wel als gevolg van vervormingen of trillingen tijdens de aanleg van constructieve elementen. De nabijheid van panden bij de waterkering en de sterkte van deze panden vormt dan een knelpunt. Een generieke aanbeveling van het ENW is om een bouwbeleid op te stellen voor nieuw te bouwen panden nabij de dijk, zodat deze ten minste aan strenge constructieve eisen voldoen, of - zo mogelijk - zelfs nieuwbouw te ontmoedigen. Vanwege de denkbare overlast en schade aan bebouwing nabij de dijk als gevolg van een



dijkversterking, wordt aanbevolen bewoners/eigenaren hier nadrukkelijk over te informeren. Zulks voor hun juiste persoonlijke overwegingen tot uit-/verkoop. In dat opzicht verdient een vaak toegepast uitgangspunt om helemaal geen woningen te amoveren in dergelijke situaties heroverweging, dan wel dient verplaatsing of nieuwbouw nadrukkelijker te worden beschouwd in het kader van een dijkversterking.

Bij grote dijkversterkingen lijkt het dat het risico dat, ter wille van de veiligheid van het achterland, de veiligheid van de aanliggende bebouwing wordt verlaagd, niet altijd wordt meegenomen in de besluitvorming. De vraag die daarvoor beantwoord moet worden is, of tijdens en na de uitvoering kan worden voldaan aan de minimale eisen vanuit het Bouwbesluit voor de aanliggende gebouwen. Dit generieke punt is mogelijk relevant bij dijkversterkingen in grote delen van het land.

Algemeen beveelt het ENW aan om in situaties waar bestaande panden nabij de dijk slechts met grote moeite gespaard kunnen worden, aandacht te besteden aan de kans dat de panden alsnog beschadigen door bijvoorbeeld vervormingen, opdrijven, opbarsten of overslag bij mindere extreme belastingen dan de belasting waarop de waterkering is gedimensioneerd. Het eerlijke verhaal is dan dat bij een langdurig hoge waterstand met een relatief grote jaarlijkse kans de bestaande bebouwing aan de dijk grote schade kan ondervinden, waarbij instorting niet is uitgesloten. Het ENW beveelt aan de veiligheid en de bruikbaarheid van de direct aan de dijk gelegen panden direct te beschouwen bij dijkversterkingsprojecten conform het Bouwbesluit.

#### 4. *Buitendijkse versterking (zoals asverschuiving) als ontwerpvariant*

In een situatie met binnendijkse bebouwing is een binnendijkse of zogenaamde vierkante versterking van het dijklichaam in grond vaak niet mogelijk vanwege ruimtegebrek. De tijdelijke (uitvoering) of permanente invloed van een constructieve oplossing veroorzaakt echter het risico voor schade aan bebouwing. Een buitendijkse asverschuiving lijkt in dat opzicht minder risicovol, maar wordt algemeen vaak verhinderd door de vereiste riviercompensatie of beschermd (natuur-)gebieden buitendijks. Het ENW beveelt aan om buitendijkse varianten volwaardig mee te nemen in de ontwerpfase, vooral ook omdat de opstuwing veelal verwaarloosbaar klein is (orde enkele millimeters).

### **Aanbevelingen voor kennisontwikkeling**

Het ENW ziet dat het nodig is om kennis te ontwikkelen voor het versterken van waterkeringen in gebieden met slappe lagen.

#### 1. *Schematisering opbarsten / opdrijven*

Op dit moment wordt het proces van het fysische verschijnsel van opbarsten en opdrijven in combinatie met invloed op bebouwing/constructies nog deels begrepen. Een praktisch criterium van 4 m laagdikte<sup>2</sup> voor het al dan niet kunnen opbarsten van een deklaag en het dienovereenkomstig

---

<sup>2</sup> RWS, Schematiseringshandleiding macrostabiliteit, v4 28 mei 2021.

toepassen van een sterkte-reductie is dan ook wel te begrijpen. Echter, de onderbouwing van dit punt verdient nadere aandacht, gezien de ongewisse toestand van de deklaag en de grote invloed op het ontwerp. Het ENW heeft vernomen dat hierover ook al onderzoek gaat lopen<sup>3</sup>, het is belangrijk dat dit uitgevoerd en geïmplementeerd wordt.

## 2. *Duurzaam veiligheidsconcept*

De vraag kan gesteld worden hoe duurzaam het keringconcept met harde elementen is op de lange duur. Zo zullen constructieve elementen langzaam degraderen en het is niet geheel duidelijk hoe over meerdere tientallen jaren een volgende dijkversterking door de generatie na ons kan plaatsvinden met niet te verwijderen gedegradeerde harde elementen in het dijklichaam. Het ENW acht bezinning op dit punt wenselijk. Omdat in Nederland op meer plekken constructieve oplossingen worden overwogen beveelt het ENW aan om best practices voor zulk soort projecten te ontwikkelen, waarin ook de benodigde aanpassing op de lange termijn zijn meegenomen.

## **Samenvatting**

Het dijkversterkingstraject KIS heeft zorgelijke tekortkomingen laten zien in de uitvoering van werkzaamheden, zoals het oprekken van contracteisen ten aanzien van vervormingen, het niet volgen van een risicogestuurde uitvoering en het niet uitvoeren van passend toezicht. Verder constateert het ENW dat er in het onderzoek van Deltares nog geen verklaring is gevonden voor de vernatting en vervorming van de Lekdijk tussen Kinderdijk-Schoonhovenseveer. Deze vernatting en vervormingen kunnen verschillende oorzaken hebben; zonder deze verklaring kan het ENW geen sluitend oordeel geven over de veiligheid of de onveiligheid van de kering. Daarbij is vooral onzekerheid over de kwaliteit van de boorpalen van belang.

Aanbevolen wordt dan ook om gerichte monitoring en onderzoek uit te voeren om een verklaring te vinden. Dit is ook van groot belang voor de bewoners nabij de dijk, want zonder de oorzaak van de vernatting is het niet goed mogelijk om de bebouwing duurzaam te herstellen. Omdat meer dijkversterkingen in gebieden met slappe lagen plaatsvinden acht het ENW het noodzakelijk om 'best practices' voor zulk soort projecten te ontwikkelen, waarbij ook de schade aan huizen nadrukkelijk aan de orde komt.

---

<sup>3</sup> WDOD, HWBP Innovatieproject Praktijkonderzoek Opbarsten bij dijken, Plan van Aanpak, 10 november 2021