

Beheer- en onderhoudsplan

JLD-Dijkstabilisator Ringdijk Watergraafsmeer

projectnummer 413509
definitief revisie 0
21 november 2023

Inhoudsopgave

Blz.

1	Inleiding	1
1.1	Algemeen	1
1.2	Betrokken partijen	1
1.3	Leeswijzer	1
2	Algemene projectgegevens	2
2.1	Gebiedsbeschrijving	2
2.2	Beschrijving JLD-Dijkstabilisator	3
2.2.1	Conceptuele werking	5
2.2.2	Uitbreidbaarheid van het systeem	7
2.3	Gegevens monitoring voorspanning	7
2.4	Gegevens eigenaren en beheer	8
3	Uitgangspunten en beheersituatie	10
3.1	Uitgangspunten beheer en onderhoud	10
3.2	Kader voor het beheer van de JLD-Dijkstabilisator in de Ringdijk	10
3.3	Beheersituatie	11
3.3.1	Legger	11
3.3.2	Hydraulische randvoorwaarden / MHW	11
3.4	Overdracht van realisatie naar beheer	12
3.5	Aandachtspunten voor beheer	13
3.5.1	Legger en vergunningverlening	13
3.5.2	Kruinophogingen gedurende de planperiode	14
3.5.3	Obstakels in/op de kering	14
3.5.4	Erosiebestendigheid grasmat en seizoenen waarin herspannen plaatsvindt	14
3.5.5	Life Cycle Monitoring	15
3.5.6	Rijden over de kopplaten met materieel	15
3.5.7	Het toetsen van de JLD-Dijkstabilisator en de invloed op de verschillende faalmechanismen	16
4	Monitoring	18
4.1	Voorspanning JLD-Dijkstabilisator	18
4.2	Deformatie	19
4.2.1	Deformatie kade t.h.v. JLD-Dijkstabilisator	19
4.2.2	Deformatie JLD-Dijkstabilisator – SAAF	19
4.3	Deformatie kruin (maaiveld)	19
4.4	Waterspanningen	19
5	Beheer en onderhoud	20
5.1	Naspannen van de JLD-Dijkstabilisatoren	20
5.2	Signalen waterveiligheid	21
5.3	Kopplaat	24
5.4	Deksel	24

5.5	Batterij	24
5.6	LDE	25
5.7	Grasmat	25
5.8	Omgeving	26
5.8.1	Bomen	26
5.8.2	Peilbuizen	27
6	Beheeractiviteiten	28
7	Verwijzingen	29

Bijlage 1 Overzichtstabel Beheeractiviteiten JLD-Dijkstabilisator

Bijlage 2 Protocol naspannen

Bijlage 3 Toetsmethode

Bijlage 4 Handvatten voor vergunningverlening

Bijlage 5 Protocol jaarlijkse inspectie middels platform

Bijlage 6 Contract Facilityapps t.b.v. monitoringsplatform

Bijlage 7 Materiaallijst

1 Inleiding

1.1 Algemeen

De JLD-Dijkstabilisator is een innovatieve dijkversterkingsmethode. Voor de ontwerpbaarheid, bewijsbaarheid van deze methode is in de ringdijk te Watergraafsmeer in 2019 een pilotproject gerealiseerd. De resultaten hiervan hebben deels als doel de (door)ontwikkeling van deze innovatie en het leveren van afdoende onderbouwing voor een ENW-acceptatie.

In de pilot is een eerste toepassing van de JLD-Dijkstabilisator ontworpen, aangebracht in de Ringdijk en 4 jaar gemonitord. De opgedane kennis en ervaring is opgenomen in het voorliggende beheerplan.

1.2 Betrokken partijen

In samenwerking met Waterschap Amstel, Gooi en Vecht (AGV) is besloten een pilotproject uit te voeren ten behoeve van de doorontwikkeling van de JLD-Dijkstabilisator. Als pilotproject is gekozen de versterking van de Ringdijk te Watergraafsmeer in Amsterdam. Daarbij is een team van Waternet, JLD Contracting, Antea Group en Deltares betrokken.

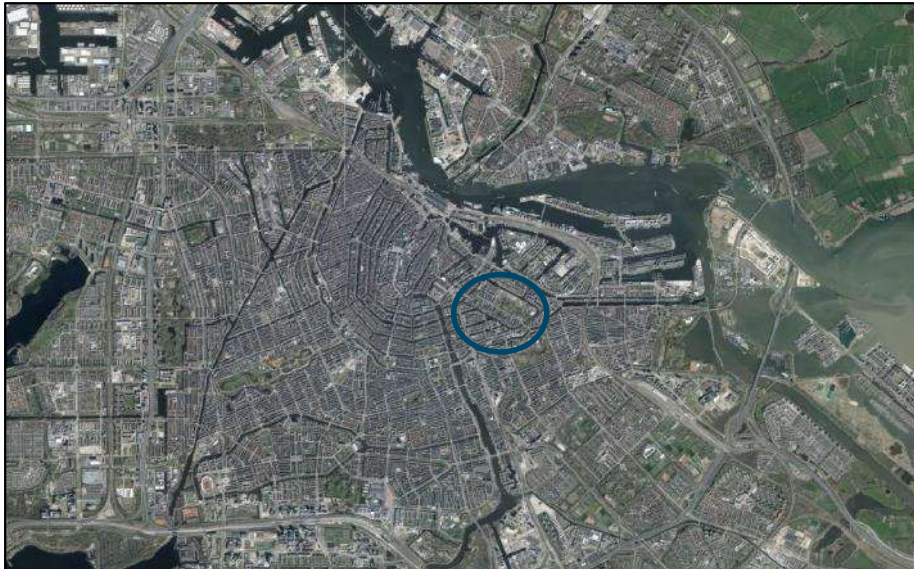
1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 zijn de projectgegevens opgenomen. In hoofdstuk 3 zijn de uitgangspunten en de beheersituatie weergegeven. In hoofdstuk 4 is de wijze van monitoring opgenomen. In hoofdstuk 5 zijn de beheer- en onderhoudsaspecten opgenomen. In hoofdstuk 6 worden de uitgangspunten voor onderhoud en inspectie benoemd en zijn de consequenties en mogelijke inspanningen voor beheer beschreven. In bijlage 1 is een totaal overzicht opgenomen van alle benodigde beheerwerkzaamheden.

2 Algemene projectgegevens

2.1 Gebiedsbeschrijving

De Ringdijk Watergraafsmeer ligt binnen het beheergebied van AGV, de Ringdijk is een onderdeel van de regionale boezemwaterkering (nr. AT-117X) langs de Ringvaart van Watergraafsmeer in Amsterdam. Het projectgebied bevindt zich tussen de Wibautstraat tot en met de Middenweg. Het te versterken traject heeft een lengte van circa 600 m. De ringdijk is een locatie waar het pilotproject voor de JLD-Dijkstabilisator als versterkingsmethode voor macrostabiliteit in een bestaande kering plaatsvindt. Tevens sluiten de onderzoeksvragen voor de verdere ontwikkeling van de JLD-Dijkstabilisator goed aan bij de locatiespecifieke eigenschappen zoals de slappe ondergrond (veen), de stedelijke omgeving en de overdruk vanuit de diepe ondergrond. In Figuur 2-1 en Figuur 2-2 is de ligging van de projectlocatie weergegeven.



Figuur 2-1 Ligging Ringdijk Watergraafsmeer in Amsterdam [1].

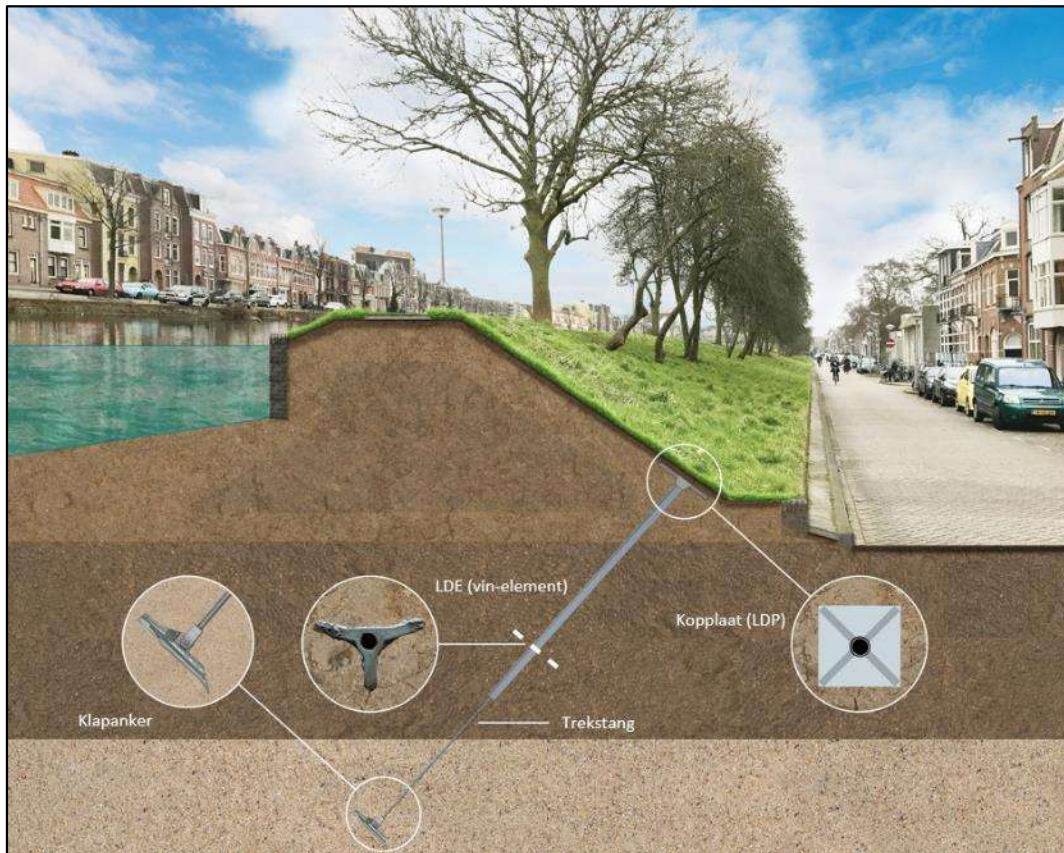


Figuur 2-2 Projectlocatie dijkversterking Watergraafsmeer met de JLD-Dijkstabilisator [1].

2.2 Beschrijving JLD-Dijkstabilisator

De JLD-Dijkstabilisator is een vernagelingssysteem dat de sterkte van de ondergrond vergroot en weerstand biedt tegen afschuiven (macrostabiliteit binnenwaarts). De *JLD-Dijkstabilisator* is opgebouwd uit 6 onderdelen. De productbladen van de verschillende onderdelen zijn opgenomen in het As-Built ontwerp [1].

1. Klapanker.
2. Trekstang (verbindt klapanker met kopplaat).
3. LDE (vin-element dat over de trekstang is geschoven).
4. LDP (kopplaat waaraan de trekstang nabij maaiveld is bevestigd).
5. Spanbout (verbindt de trekstang met de kopplaat).
6. Druksensor + zendkast (node).
7. Deksel met externe antenne.



Figuur 2-3: Overzicht elementen JLD-Dijkstabilisator.

Een klapanker is in het binnentalud onder een hoek in de bodem gebracht en met een drijfstang op diepte gebracht. Het anker is uitgeklat en daarmee verankerd in een diepere (zand)laag. Op deze wijze kan een trekkracht naar de ondergrond worden overgebracht.

Het klapanker is door middel van een schroefverbinding aan de trekstang verbonden. De trekstang is tijdens het aanbrengen van het klapanker door middel van de drijfstang mee op diepte getrokken. Over de trekstang heen is vervolgens het LDE-element de grond in gedrukt. De uitvoeringswijze is daarmee grondverdringend. Het LDE-element zal onder laterale belasting gaan aanliggen op de ankerstang.

Aan de bovenkant is de trekstang bevestigd aan de kopplaat door middel van een spanbout en een moer. De stalen spanbout is over de trekstang geschroefd en steekt door de kopplaat. De kopplaat sluit aan op het LDE maar is niet constructief verbonden. Door met een moer over de spanbout spanning op de kopplaat te zetten, is de trekstang aangespannen en kan voorspanning worden aangebracht. Hierna is kort de werking van de verschillende onderdelen van de JLD-Dijkstabilisator beschreven.

Trekstang en klapanker

De trekstang en het klapanker zorgen voor de verankering van het systeem in een vaste (zand)laag. Samen met de kopplaat kan hiermee ook voorspanning op het systeem worden gezet.

LDE (vin-element)

Het LDE steekt door het verwachte bezwijkvlak. Dit zorgt er voor dat een deel van de kracht van het afschuifvlak wordt overgebracht naar de trekstang en daarmee naar het klapanker en de kopplaat (LDP). Tevens zorgt het LDE voor een oppervlakte vergroting ten opzichte van de ankerstang, waardoor de grond minder makkelijk langs het element kan vloeien/snijden. Hierdoor kan het LDE krachten vanuit het afschuivende deel van het bezwijkvlak opnemen. Dit betreft dwarskrachten (deuvelwerking) en trekkrachten (nagelwerking).

LDP (kopplaat)

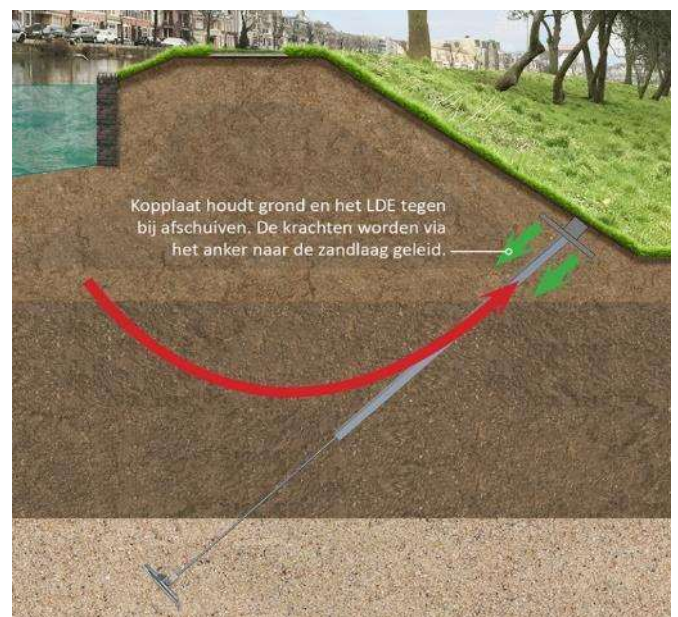
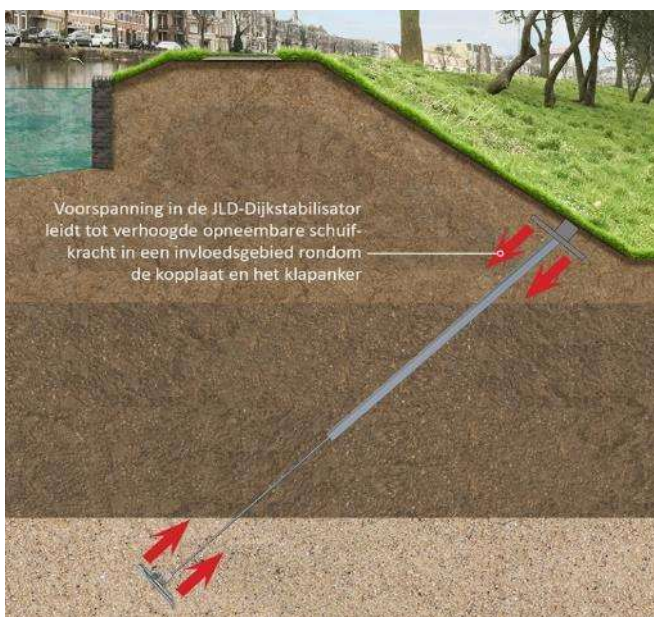
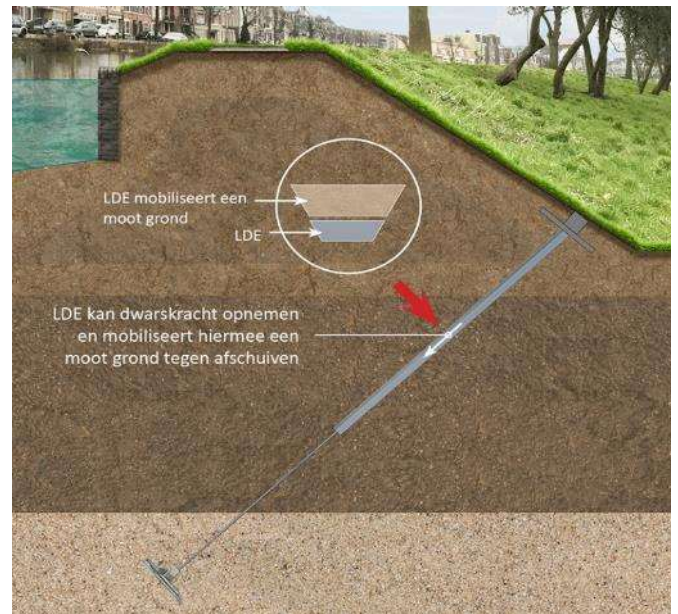
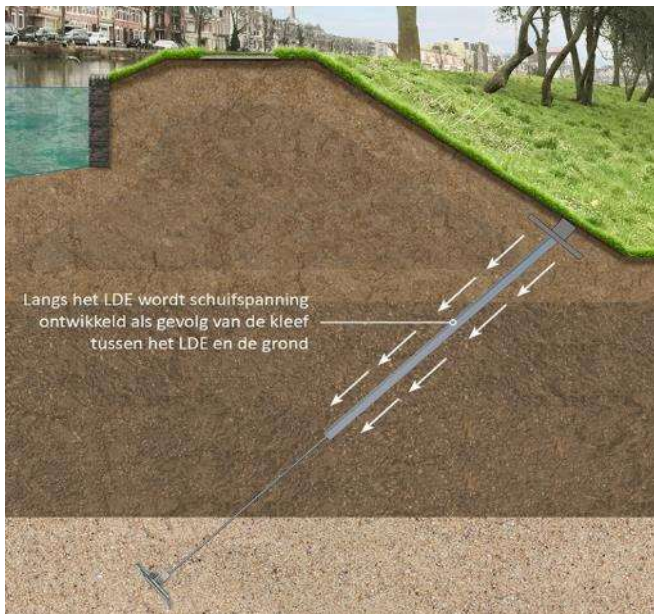
Nabij het maaiveld is de LDP kopplaat geplaatst. Deze verhindert dat het afschuivende deel van het bezwijkvlak langs de ankerstang (en/of LDE) kan afschuiven. De kopplaat zet de krachten vanuit de grond om in een normaalkracht op de trekstang en het klapanker. Daarnaast zorgt de kopplaat er samen met de trekstang en het klapanker voor dat er voorspanning op het systeem gezet kan worden. Hierdoor kan de *JLD-Dijkstabilisator* directer reageren op kleine vervormingen in de grond zonder dat de trekstang eerst veel moet rekken voordat deze weerstand gaat bieden. De kopplaat is voorzien van voldoende gaten om uitwisseling van water tussen de toplaag en de onderliggende lagen mogelijk te maken.

2.2.1 Conceptuele werking

De *JLD-Dijkstabilisator* bestaat uit een lang en smal element dat in de dijk is geplaatst. Door de *JLD-Dijkstabilisator* dwars op het potentiële glijvlak te plaatsen is een constructief element toegevoegd aan de dijk. Dit element zal krachten leveren die het bezwijken van de dijk tegengaan. Dit is weergegeven in de onderstaande opsomming en in Figuur 2-4. De gedetailleerde beschrijving is opgenomen in de POVM Publicatie Vernagelingstechnieken (te vinden op www.hwbp.nl).

De *JLD-Dijkstabilisator* verhoogt de weerstand tegen afschuiven op een aantal manieren:

- Bij verplaatsing van de afschuivende grondmoot moet de grond of langs de kopplaat vloeien of een grotere trekkracht uitoefenen dan (onderdelen van) de *JLD-Dijkstabilisator* kan opnemen. Bij verplaatsing van de afschuivende grondmoot ontwikkelen zich ook schuifspanningen langs het LDE welke als een trekkracht worden “afgevoerd” naar de ondergrond. Beide bijdragen berusten op “nagelwerking”.
- Het LDE fungeert in de grond als een element dat dwarskrachten op kan nemen. Het LDE zal vervorming van het afschuivende deel van het bezwijkvlak tegen willen gaan. Hierdoor ontwikkelt zich dwarskracht in het LDE. Deze bijdrage berust op “deuvelwerking”.
- De voorspanning zorgt ervoor dat het systeem directer reageert en er beperktere vervormingen van de ondergrond nodig zijn om de krachtswerking te mobiliseren. Door de grond tussen het klapanker en de kopplaat voor te spannen, wordt de effectieve korrelspanning (na consolidatie) vergroot. Door dit effect neemt de opneembare schuifkracht in de grond toe.



Figuur 2-4 De werking van de JLD-Dijkstabilisator.

De JLD-Dijkstabilisator is onderscheidend ten opzichte van andere dijkverbeteringsmethoden door:

- Het systeem brengt *actief* voorspanning in de ondergrond aan. Hierdoor worden de toelaatbare schuifspanningen in de ondergrond vergroot al voordat de maatgevende belasting optreedt. Het systeem levert dus *actief* extra sterkte. Het hoeft niet eerst gemobiliseerd te worden door vervorming van het talud.
- Door de aanwezigheid van het klapanker en de kopplaat is de *pull out kracht* van het systeem sterk vergroot. Deze is niet alleen meer afhankelijk van de kleefkracht langs het LDE. De dijk kan als het ware “aan het anker gaan hangen”.
- Door de kunststof onderdelen met relatief lage rekstijfheid bezit het systeem *voldoende rek* om voor te kunnen spannen én om tegelijkertijd het zwellen en krimpen van de dijk te kunnen volgen; het is een flexibel systeem.

2.2.2 Uitbreidbaarheid van het systeem

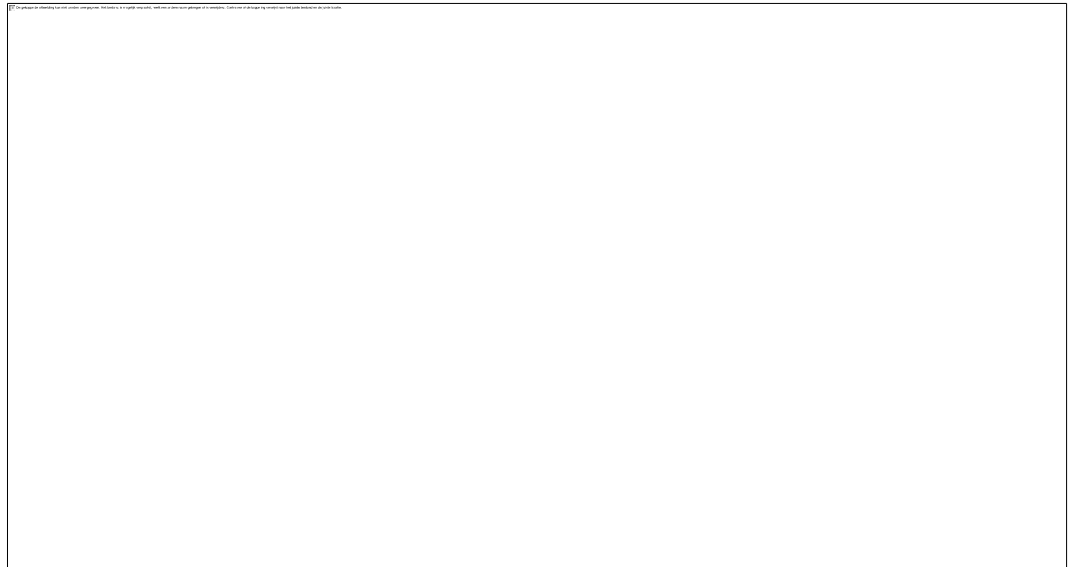
Een groot voordeel van het systeem is dat het aanpasbaar en uitbreidbaar is. Om de volgende redenen kan het nodig zijn het systeem van geplaatste stabilisatoren aan te passen of uit te breiden:

- Een verandering in hydraulische randvoorwaarden.
- Functieverandering van het dijklichaam, bijvoorbeeld door de aanleg van een weg.
- Aangescherpte eisen die volgen vanuit de Normering van de kade, de Provinciale verordening Waterkeringen of uit de Waterwet.

Aanpassing van het systeem kan in eerste instantie door een ander afspanregime (het anker met een andere kracht afspannen). Als dit onvoldoende is dan kan worden gekozen voor het bijplaatsen van stabilisatoren. Uitbreiden van het systeem dient te gebeuren volgens de ontwerpregels in de POV-M Publicatie Vernagelingstechnieken (afgekort PPV) [2].

2.3 Gegevens monitoring voorspanning

- De voorspanning wordt gemeten met een druksensor. De gemeten data wordt opengeslagen op de node. De node heeft een opslagcapaciteit van 3.840 metingen. Met 1 meting per dag komt dit neer op een opslagcapaciteit van ruim 10 jaar. Bij overschrijding vervalt de oudste meting.
- De gemeten data wordt verzonden via Vodafone.
- De meetdata wordt gevisualiseerd op het platform van facility apps: <https://avg-ringdijk.facilityapps.com>. De inloggegevens worden beheerd door de assetmanager waterveiligheid.
- Ten behoeve van onderhoud en duiding van meetgegevens kan contact opgenomen worden met één van onderstaande SysAdmin gebruikers:



- Handmatig uitlezen is mogelijk met de applicatie 'Nodeconnectr'. Om aan deze applicatie toegevoegd te worden dient met een van bovenstaande SysAdmin gebruikers contact te worden opgenomen.

2.4 Gegevens eigenaren en beheer

De kadastrale eigenaar van het perceel waarop de werkzaamheden zijn gerealiseerd en waarop het beheer dient te worden uitgevoerd is de Gemeente Amsterdam, zie Figuur 2-5. Het beheer van de kade valt onder de verantwoordelijkheid van Waternet in opdracht van Waterschap Amstel, Gooi en Vecht.



Figuur 2-5 Overzicht eigendomssituatie.

Voorbeeld

3 Uitgangspunten en beheersituatie

3.1 Uitgangspunten beheer en onderhoud

Door de het aanbrengen van de JLD-Dijkstabilisatoren verandert de beheersituatie van de Ringdijk. Ten aanzien van de uiteindelijke situatie gelden de volgende kaders:

- Het uiteindelijke ontwerp voorziet in een beheerbare en inspecteerbare situatie voor zowel het waterschap als de gemeente.
- Er dienen heldere afspraken te worden gemaakt over beheergrenzen, eigendomsverhoudingen en verantwoordelijkheden.
- In de nieuwe situatie zijn er voor het waterschap andere inspanningen ten aanzien van beheer en onderhoud ten op zichte van de huidige situatie, deze inspanningen zijn benoemd en afgebakend (zie bijlage 1).
- De constructie van JLD-Dijkstabilisatoren is voldoende toekomstvast, waardoor stabiliteit van de kade gegarandeerd is. Eventuele ophoging van de dijk ten gevolge van zettingen blijven mogelijk.
- De planperiode van de constructie bedraagt 100 jaar.

In de navolgende paragrafen zijn deze kaders nader uitgewerkt. In paragraaf 3.3 is de beheersituatie benoemd. In paragraaf 3.3.1. is de nieuwe legger benoemd. In paragraaf 3.3.2 is een doorkijk gegeven naar mogelijke wijzigingen van de hydraulische randvoorwaarden / MHW en welke invloed dat heeft op het systeem. In paragraaf 3.4. is de overdracht van realisatie naar beheer toegelicht en worden de te volgen stappen / procedures die hiervoor nodig zijn benoemd. In paragraaf 3.5 zijn de aandachtspunten voor beheer specifiek verwoord.

3.2 Kader voor het beheer van de JLD-Dijkstabilisator in de Ringdijk

De Oosterringdijk is van metrerung 275 tot 875 versterkt met de JLD-Dijkstabilisator. Van metrerung 700 tot 875 was de dijk echt afgekeurd en is de stabiliteit van de dijk zonder JLD-Dijkstabilisator onvoldoende. Dit is weergegeven met de blauwe lijn in Figuur 3-1. Het deel van metrerung 275 tot 700 is versterkt vanuit de onderzoeksdoelstellingen van de pilot. Dit is weergegeven met de rode lijn in Figuur 3-1. De groene delen zijn niet versterkt met de JLD-Dijkstabilisator.



Figuur 3-1 Overzicht versterking Ringdijk met JLD-Dijkstabilisator.

Het blauwe gedeelte

Voor het blauwe gedeelte, daar waar de dijkstabilisator noodzakelijk is voor voldoende binnenwaartse stabiliteit dient dit beheerplan gevolgd te worden.

Het rode gedeelte

Hier voldoet de dijk ook zonder de dijkstabilisator aan de gestelde eisen met betrekking tot de binnenwaartse stabiliteit. Er is hier vanuit Waternet geen beheerinspanning noodzakelijk om de dijkveiligheid te borgen. Waternet gaat het rode gedeelte niet actief beheren, de monitoringsdata zal in de lucht blijven zolang de batterij het volhoudt. Ook als de voorspanning niet gemonitord wordt, hebben de dijkstabilisatoren een positieve invloed op de stabiliteit en de waterveiligheid. Indien op termijn de voorspanning tot 0 reduceert, zal het systeem als een passief vernagelingsstelsel werken waarbij het systeem zichzelf “opspant” bij enige deformatie van de dijk.

Als er partijen zijn die de datareeks alsnog willen voorzetten, is dit in overleg met Waternet mogelijk. Middelen moeten dan door derden worden geregeld.

3.3 Beheersituatie

3.3.1 Legger

De Ringdijk was voorheen een groene kade die aan het buitentalud voorzien is van een kademuur. Na realisatie betreft het een groene kade met daarin opgenomen een stabiliteit verhogend constructief element. In de nieuwe legger is dit als zodanig benoemd. In de nieuwe legger is op de overzichtstekening de zone waarin de JLD-Dijkstabilisatoren zitten aangegeven. Deze zone omvat ook de delen van de dijk waar werkzaamheden invloed kunnen hebben op de werking van de kopplaat en het klapanker. In het dwarsprofiel is constructie aangegeven alsmede de hiervoor genoemde zonering. Het kadeprofiel zelf verandert niet.

3.3.2 Hydraulische randvoorwaarden / MHW

Tabel 3-1 geeft de hydraulische randvoorwaarden weer voor regionale boezemwaterkering Watergraafsmeer. Deze uitgangspunten zijn door Waternet gebruikt bij de toetsing op veiligheid uitgevoerd in 2012.

Kruindaling ten gevolge van het aanbrengen van de JLD-Dijkstabilisatoren wordt niet verwacht. Aangezien de kade in de huidige situatie al op hoogte voldoet, en inbrengen van de JLD-Dijkstabilisator geen kruinverlaging veroorzaakt, zal er ook na het inbrengen een positief oordeel voor de hoogtetoets volgen.

Tabel 3-1: Hydraulische randvoorwaarden uit meest recente veiligheidstoetsing Waternet.

Voorwaarde	Waarde
Maatgevend boezempeil (MBP)	NAP 0 m
Hoog boezempeil (HBP)	NAP -0,10 m
Streefpeil (BP)	NAP -0,40 m
Waakhoogte	0,10 m

Een wijziging van minder dan 0,15 m in de hydraulische randvoorwaarden heeft slechts minimale invloed op het aangebrachte systeem van JLD-Dijkstabilisatoren. Een herberekening is in dit geval niet noodzakelijk.

Indien de hydraulische randvoorwaarden meer dan 0,15 m wijzigen, wordt een herberekening conform de POV-M Publicatie Vernagelingstechnieken [2] geadviseerd. De verwachting is dat een groot gedeelte van de wijzigingen opgevangen kan worden door een ander afspanregime, met hogere afspankrachten. Grote wijzigingen in de hydraulische randvoorwaarden kunnen worden opgevangen door het bijplaatsen van dijkstabilisatoren.

3.4 Overdracht van realisatie naar beheer

De overdracht van ontwerp- en aanlegdocumentatie (corsanummer <nog toevoegen>) is essentieel om de toegepaste JLD-Dijkstabilisatoren goed te kunnen beheer en is noodzakelijk voor de beoordeling van de veiligheid gedurende de levensduur (zie paragraaf 3.5.7). Een belangrijk onderdeel van de overdracht is een opleverdossier. Hieronder is een niet-uitputtend overzicht gegeven van de belangrijkste onderdelen van het opleverdossier (opgeleverd in 2019).

- *Projectplan en ontwerprapportages*
Dit betreffen alle voorontwerpen, definitieve ontwerp en uitvoeringsontwerpen. Belangrijk is dat alle uitgangspunten van het uitvoeringsontwerp herleidbaar dienen te zijn. De bovenstaande algemene documenten dienen in ieder geval de volgende deelproducten te bevatten:
 - Geotechnisch onderzoek.
 - Geotechnisch lengteprofiel.
 - Geotechnische berekeningen en rekenfiles.
 - Conditionerende onderzoeken: deze onderzoeken zijn essentieel indien er in een latere fase een dijkversterking is voorzien door middel van het toevoegen van extra JLD-Dijkstabilisatoren. Onderzoek naar kabels & leidingen en eventuele niet-gesprongen explosieven zijn dan met name van belang.
- *As-built rapportage*
De as-built gegevens omvatten de as-built tekeningen, verslagen van bijzonderheden en redenen van afwijking tijdens de realisatie en eventuele ontwerpnota's indien tijdens de realisatie het ontwerp is aangepast of afwijkingen zijn herberekend. De As-built tekeningen geven nauwkeurig de locatie van de JLD-Dijkstabilisatoren weer. Dit omvat de hoogte ten opzichte van NAP van de bovenzijde met de kopplaat en van de onderzijde van de JLD-Dijkstabilisator. Daarnaast zijn de dimensies van de toegepaste constructieve elementen onderdeel van de tekeningen. Tenslotte zijn de plaatsingshoek en de einddiepte weergegeven. Hiervoor is gebruik gemaakt van alle gegevens die de ankermachine tijdens het plaatsen van de JLD-Dijkstabilisatoren opslaat. De as-built tekeningen kunnen ook als input voor de legger worden gebruikt.

De gegevens van de voorspanning en de stabilisatoren zijn gebundeld en beschikbaar via het dashboard van facility apps. Deze gegevens zijn beschikbaar zodat nieuwe toekomstige objecten zoals kabels en leidingen en bouwwerken ingepast kunnen worden rondom en eventueel in de dijk (met name bij uitvoering met HDD-boringen).

- *Productspecificaties*
Het is belangrijk dat de productspecificaties van alle elementen van de vernagelingstechniek inzichtelijk zijn. Een aandachtspunt hierbij is de uitvoering van de trekelementen. Ook de sterkte, stijfheid en productiewijze van de elementen is van belang. De JLD-Dijkstabilisator is opgebouwd uit kunststof elementen. De verouderingseigenschappen verschillen per type kunststof en per productiewijze. Het opleverdossier bevat de volgende documenten die inzicht geven in de producteigenschappen:
 - Resultaten van de geschiktheidsproeven.
 - Resultaten van de controleproeven.
 - Productcertificaten.
 - Producttoetsen.
- *Beheer- en monitoringsplan (voorliggend)*
Dit plan beschrijft hoe het beheer van de JLD-Dijkstabilisator gedurende de levensduur moet worden uitgevoerd. In het monitoringsplan zijn onder andere de marges en toleranties voor de gebruiksfase beschreven en de wijze en frequentie van meten.

3.5 Aandachtspunten voor beheer

Het toepassen van de JLD-Dijkstabilisator heeft een aantal consequenties voor het beheer. Deze consequenties zijn in onderstaande paragrafen verder uitgewerkt. Het betreft in ieder geval de volgende aspecten:

- Het opnemen van de aangebrachte JLD-Dijkstabilisatoren in de legger ten behoeve van de vergunningverlening (zie paragraaf 3.5.1) inclusief de benodigde handvatten (zie bijlage 4).
- Toekomstige ophogingen (zie paragraaf 3.5.2).
- Obstakels in en op de kering (zie paragraaf 3.5.3).
- De erosiebestendigheid van de grasmat en het seizoen waarin naspannen plaatsvindt (zie paragraaf 3.5.4).
- Life Cycle Monitoring (zie paragraaf 3.5.5).
- Beperking belasting op het talud (zie paragraaf 3.5.6).
- Het toetsen van de JLD-Dijkstabilisator en de invloed op de verschillende faalmechanismen (zie paragraaf 3.5.7).
- Het monitoren van de voorspanning van de JLD-Dijkstabilisator (zie Monitoring en nastelplan [3]).

3.5.1 Legger en vergunningverlening

In paragraaf 3.3.1 is reeds beschreven wat in de legger vastgelegd dient te worden. Belangrijk hierbij is dat inzichtelijk is waar de constructie zich bevindt en in welke zones werkzaamheden de werking van de JLD-Dijkstabilisator kunnen beïnvloeden. Dit dient zowel in de overzichtstekening als in het dwarsprofiel inzichtelijk te zijn gemaakt.

Aangezien de JLD-Dijkstabilisator een nieuw type constructie is, is het van belang om ook de vergunningverlener handvatten te geven voor de vergunningverlening. Bij werkzaamheden die de JLD-Dijkstabilisator kunnen raken of beïnvloeden dient ook een adviseur waterkeringen bij de vergunningverlening te worden betrokken. In bijlage 4 is een memo met handvatten voor de vergunningverlener opgenomen.

3.5.2 Kruirophogingen gedurende de planperiode

De dijk zal in de loop van de tijd gaan vervormen. Dit is voornamelijk het gevolg van autonome bodemdaling en zetting. De dijkvakken dienen over de planperiode van 100 jaar ophoogbaar te blijven. Voor de bodemdaling + zetting in het gebied is uitgegaan van circa 7 mm/jaar¹. Gedurende 100 jaar is de totale bodemdaling dan 0,70 m. In het ontwerp van de JLD-Dijkstabilisatoren is rekening gehouden met 2 ophoogslagen van 0,35 m. Dit zorgt ervoor dat de JLD-Dijkstabilisatoren eventuele verhogingen van het dijkvak om maaiveldzetting tegen te gaan ook kunnen opnemen, om zo aan de minimale kruinhoogte van NAP +0,10 m te kunnen blijven voldoen. Hierbij wordt uitdrukkelijk opgemerkt dat de ophoging alleen óp de kopplaten kan worden aangebracht.

Op basis van monitoring wordt de maaiveldzetting inzichtelijk gemaakt en vastgelegd. Door beheer en onderhoud dient op basis van de beschikbare informatie te worden bepaald op welk moment een ophoogslag van de kade vereist is. Mocht de totale ophoging meer dan 0,70 m bedragen, dan dient het volledige systeem opnieuw uitgerekend te worden.

3.5.3 Obstakels in/op de kering

De volgende Niet Waterkerende Objecten (NWO) maken onderdeel uit van de waterkering. Het betreft:

- Bomen.
- Traptreden.
- Peilbuizen.
- Keermuur.
- Kabels en leidingen.
- Wandelpad.

Deze objecten blijven voornamelijk (i.v.m. cultuurhistorisch belang en belang derden) gehandhaafd op en nabij de kade, ondanks dat het waterschap streeft naar een waterkering zonder bomen en zo min mogelijk overige objecten.

3.5.4 Erosiebestendigheid grasmat en seizoen waarin herspannen plaatsvindt

Naspanwerkzaamheden dienen bij voorkeur in de periode maart/april/mei uitgevoerd te worden zodat het gras daarna weer goed kan aanslaan. Bij overslag van de kade zorgt een goede grasmat voor de erosiebestendigheid van de kade. De erosiebestendigheid van de grasmat binnendijks dient in de beheerfase gewaarborgd te blijven.

Bij het bepalen van de periode van naspannen dient een aantal aspecten overwogen te worden:

- Rekening houden met beperkingen broedseizoen; wanneer relevant dient de dijk voor aanvang van het broedseizoen gemaaid te worden zodat er niet gebroed kan worden in periode van onderhoud.
- Rekening houden met stormseizoen; bij primaire (en sommige regionale) waterkeringen dient onderhoud uitgevoerd te worden buiten het stormseizoen.

¹ Uit een analyse van de AHN en ophogingen uit het verleden, volgt dat het uitgangspunt van beoogde zetting 0,70 m over een periode van 100 jaar conservatief is.

- Rekening houden met droogte; bij droogte is het lastiger de plaggen in 1 stuk uit te steken. Daarnaast is er in droge periodes het risico dat de grasmat langzamer herstelt.

Bij onderhouds- en of beheermaatregelen aan de dijkstabilisatoren wordt een plag van circa 0,30 m in diameter boven de kopplaat los gestoken om bij de kopplaat te komen. De vijzel voor het afspannen vindt zijn stempeldruk binnen de pot waarin ook de druksensor zit. Er wordt dus geen extra kracht op de grasmat gezet. Na het onderhoud wordt deze plag weer teruggeplaatst zodat deze weer aan de rest van de grasmat kan groeien. Na uitvoering van de werkzaamheden dient de mat weer te worden hersteld, zodanig dat er in het hoogwaterseizoen weer een gesloten erosiebestendige grasmat aanwezig is. Dit houdt in dat de onderhouds- en beheerwerkzaamheden zorgvuldig gepland dienen te worden opdat de mat gedurende het groeiseizoen herstelt.

3.5.5 Life Cycle Monitoring

Life Cycle Monitoring is gedefinieerd als het “opstellen en optimaliseren van de planning van monitoring als integraal geheel over de levensduur van de dijk of constructie”. Het monitoringsprogramma zoals opgesteld voor dit werk is gebaseerd op deze methodiek.

Kern van de aanpak van Life Cycle Monitoring is dat de juiste informatie met juiste kwaliteit op het juiste moment beschikbaar is. Enerzijds is het dus van belang dat de informatie om beslissingen te nemen er op tijd is. Anderzijds dient de monitoringsdata ook van voldoende kwaliteit te zijn om beslissingen op te kunnen baseren. Niet alle druksensoren zijn nodig om een goed beeld te houden van de status van het systeem. Ook bij uitval van 2 druksensoren naast elkaar is er geen actie benodigd. Het belangrijkste is dat er beeld blijft van de gemiddelde status binnen 1 glijvlak.

Life Cycle Monitoring heeft betrekking op alle keten onderdelen van de levensfase van een kade, te weten: Afkeuren, Ontwerp, Uitvoeren, Beheer. Door op deze wijze in “keten-denken” de levensfase van de kade te benaderen worden onnodige verspillingen en vertragingen voorkomen en kan er adequaat worden opgetreden in de verschillende fasen van de levensfase van de kade.

De voor de JLD-Dijkstabilisator benodigde monitoring betreft:

- Monitoring van de voorspanning.
- Monitoring van de deformatie van het kadeprofiel.

In hoofdstuk 4 is hier nader op ingegaan.

3.5.6 Rijden over de kopplaten met materieel

Het geniet de voorkeur om zo veel mogelijk te vermijden dat er over de kopplaten wordt gereden met zwaar (onderhouds)materieel. Speciaal aandachtspunt hierbij zijn de maaiwerkzaamheden die door de gemeente worden uitgevoerd. Met de gemeente dient afgestemd te worden dat tijdens het maaien (of andere onderhoudswerkzaamheden) niet over de kopplaten mag worden gereden met zwaar materieel. De achtergrond van dit aandachtspunt is dat het effect van zwaar materieel op de dijkstabilisatoren onbekend is.

3.5.7 Het toetsen van de JLD-Dijkstabilisator en de invloed op de verschillende faalmechanismen

Het toetsen van de JLD-Dijkstabilisator

Aangezien de JLD-Dijkstabilisator een nieuw type constructie betreft, is er een aanvullende toetsmethode opgesteld (zie bijlage 3).

Regionale waterkeringen worden beoordeeld conform de 'Leidraad Toetsen op Veiligheid Regionale Waterkeringen' [STOWA 2015]. Deze leidraad bevat geen expliciete handvatten voor het beoordelen van nieuwe technieken.

Primaire keringen dienen periodiek beoordeeld te worden zoals vastgelegd in de Waterwet. De wijze van beoordelen is vastgelegd in het Wettelijk Beoordelingsinstrumentarium (WBI) en Leidraad Toetsen op Veiligheid van Regionale Waterkeringen (LTVRW). Hierin is wel beschreven hoe de beoordeling van technische innovaties kan worden uitgevoerd.

De beoordeling van technische innovaties bestaat uit een Eenvoudige toets of een Toets op maat. Een Toets op maat dient te worden uitgevoerd in de volgende gevallen:

- Er zijn niet voldoende gegevens beschikbaar.
- Er zijn nieuwe inzichten met betrekking tot de technische innovatie.
- De hydraulische randvoorwaarden zijn ongunstiger dan bij het ontwerp.
- Het waargenomen gedrag valt niet binnen de verwachte kaders.

Een Toets op maat zal in veel gevallen neerkomen op een herberekening van het ontwerp. Indien de bovengenoemde gevallen niet van toepassing zijn kan een Eenvoudige toets worden uitgevoerd.

De toetsmethode voor de JLD-Dijkstabilisator is in de bijlage opgenomen. Hierin is ook aangegeven welke gegevens beschikbaar dienen te zijn en of gemonitord dienen te worden voor het uitvoeren van een toetsing. De metingen van het spanningsverloop die in de voorbijgaande periode hebben plaatsgevonden, dienen in de Toets op maat betrokken te worden.

Impact op de overige faalmechanismen

De JLD-Dijkstabilisator is gericht op de verbetering van de macrostabiliteit binnenwaarts. De dijkstabilisatoren zijn in de Ringdijk hoofdzakelijk van invloed op de beoordeling van het faalmechanisme macrostabiliteit binnenwaarts (STBI).

Voor de overige toetssporen gelden de volgende opmerkingen:

- Aangezien het dijken betreft kan de hoogte (HT) beoordeeld worden conform het WBI / LTVRW. De JLD-Dijkstabilisatoren hebben geen invloed op de beoordeling van dit toetsspoor.
- De JLD-Dijkstabilisator betreft geen waterdichte oplossingen en dus ook de toets op Piping en heave (STPH) en Microstabiliteit (STMI) kan uitgevoerd conform het WBI /LTVRW.
- Voor de Ringdijk is een toets op piping uitgevoerd. Er blijkt geen piping langs de JLD-Dijkstabilisator op te kunnen treden, omdat de wateroverdruk klein is. De toets op piping langs de elementen kan worden uitgevoerd conform de PPV.

- Verder hebben de JLD-Dijkstabilisatoren geen invloed op de buitenzijde van de dijk en kan dus ook niet de toets op macrostabiliteit buitenwaarts (STBU) en stabiliteit van het voorland (STVL) uitgevoerd worden conform het WBI/LTVRW.
- De JLD-Dijkstabilisator heeft geen invloed op de bekleding op het buitentalud en de kruin en dus kan ook de toets van de bekleding (STBK) uitgevoerd worden conform het WBI / LTVRW. Het onderhoud aan de voorspanning van de JLD-Dijkstabilisator kan impact hebben op de erosiebestendigheid van de grasmat op het binnentalud. Indien het onderhoud aan de voorspanning goed wordt uitgevoerd zal deze impact beperkt en tijdelijk zijn. Bij het onderhoud wordt een plag van circa 30 cm in diameter boven de naspanbout losgestoken en na het onderhoud weer teruggeplaatst, zodat deze alleen rondom weer hoeft vast te groeien. Geadviseerd wordt om voor de toetsing een visuele inspectie van de grasmat boven de kopplaten uit te voeren om dit te controleren.

Gedrag bij maatgevende omstandigheden

Onder maatgevende omstandigheden zal het dijklichaam iets deformeren². Als gevolg van deze deformatie zullen de krachten in het systeem toenemen en zal de voorspanning oplopen. De verwachting is dat dit in de orde van grootte van 10 kN zal zijn (dit komt overeen met een deformatie van circa 1 cm).

Onder maatgevende omstandigheden zal de kopplaat iets in het dijklichaam getrokken worden. De kopplaten blijven op hun plek terwijl de dijk mogelijk wil vervormen. Tijdens het lopen van de dijkwacht is waarschijnlijk geen deformatie te zien rondom de kopplaat (kuilvorming). De verwachte deformatie is waarschijnlijk dusdanig gering dat dit visueel niet zichtbaar is. Indien tijdens de dijkwacht wel grote deformaties rondom de kopplaat zichtbaar worden, is dit een teken dat de dijk flink aan het vervormen is en dienen maatregelen te worden genomen.

Tijdens de inspecties in 2019 t/m 2023 is geen vervorming rondom de kopplaten waargenomen.

² Dit betreft een deformatie van enkele centimeters, die ook bij een groene dijk onder maatgevende omstandigheden zal optreden.

4 Monitoring

De monitoring in het project was tweedelig, enerzijds is de monitoring noodzakelijk om de werking van de JLD-Dijkstabilisator, en daarmee de sterkte van de dijk te monitoren. Anderzijds was de JLD-Dijkstabilisator een pilotproject en werden er voor het onderzoek extra parameters gemeten om het gedrag van de dijkstabilisatoren te meten en de gemaakte voorspellingen te verifiëren. In het beheerschema is onderscheid tussen de normale monitoring tijdens de gehele levensduur en de monitoring die reeds is uitgevoerd i.v.m. de pilotfase (2019-2023).

Zoals benoemd in paragraaf 3.5.5 is het beheer van de kade één van de pijlers van het Life Cycle Monitoringsprogramma. Het monitoringsplan is essentieel onderdeel van het geheel.

In dit hoofdstuk is een korte samenvatting van de tijdens de beheerfase gemonitorde parameters gegeven:

- Voorspanning JLD-Dijkstabilisator.
- Deformatie ter hoogte van de JLD-Dijkstabilisator.
- Deformatie kruin (maaiveld).
- Waterspanning.

In dit hoofdstuk zijn parameters kort beschreven, hoe en met welke frequentie deze parameters worden gemonitord.

4.1 Voorspanning JLD-Dijkstabilisator

De voorspanning in de JLD-Dijkstabilisator is belangrijk voor de werking van het systeem. De voorspanning fluctueert in de tijd. Onder invloed van kruip neemt de voorspanning in de tijd af. Door zwel en krimp van het dijklichaam als gevolg van seizoensinvloeden neemt de voorspanning respectievelijk toe of af.

Elke JLD-Dijkstabilisator is voorzien van een pot waarin zich een druksensor en een zendkastje bevinden om de actuele voorspanning te meten. Deze sensoren geven elke dag een meting door en blijven zitten gedurende de levensduur van de JLD-Dijkstabilisator. Deze sensor voert 1 maal per dag een meting van de voorspanning uit. De sensor en het zendkastje werken op een batterij. Deze batterij heeft een levensduur van circa 10 jaar, met in achtneming van de voorgestelde meetintensiteit.

Het zendkastje stuurt de meting 1-maal daags naar een monitoringsplatform van het bedrijf Facility Apps. In dit monitoringsplatform wordt gecontroleerd of de gemeten voorspanning binnen de gewenste bandbreedte van de voorspanning ligt. Vervolgens wordt de meting van de voorspanning en een eventuele melding dat de voorspanning buiten de gewenste bandbreedte ligt doorgestuurd naar Waternet.

4.2 Deformatie

4.2.1 Deformatie kade t.h.v. JLD-Dijkstabilisator

In de eerste 5 jaar van monitoring is er slechts een zeer beperkte vervorming van de kade waargenomen t.p.v. de kopplaten (orde grootte 2 cm). Tijdens de jaarlijkse schouw is het wel zinvol om oog te houden voor (kosmetische) vervorming t.p.v. de kopplaat. Indien de zetting een voor de beheerder zekere ontoelaatbare maat heeft bereikt zal het talud moeten worden aangevuld en ingezaaid, zie hiervoor ook bijlage 1.

Bij het ophogen van het talud boven de kopplaat moet de diepte van de kopplaat worden beschouwd, als de bovenkant van de pot daarmee meer dan 50 cm onder maaiveld komt te liggen is het nodig om de pot middels een opzetstuk op te lengen.

4.2.2 Deformatie JLD-Dijkstabilisator – SAAF

Gedurende de levensduur is het niet noodzakelijk om de deformatie van de LDE's te meten. In de monitoringsfase (2019 – 2023) is dit wel gedaan bij 5 specifiek daarvoor aangemerkt LDE's. Deze LDE's zijn leeg aangebracht, dus zonder trekstang of kopplaat. De resultaten van de meting in de eerste 5 jaar laten vervormingen zien in de orde grootte van 5 mm tussen de jaarlijkse metingen.

In het kader van monitoring is het raadzaam om in 2030, 2045, 2070 en 2120 nogmaals een SAAF-meting (of een soortgelijke meting) uit te voeren om de vervorming van het systeem te volgen.

4.3 Deformatie kruin (maaiveld)

In de nazorgperiode (2019 - 2023) is jaarlijks de kruin ingemeten om inzicht te verkrijgen in de deformaties van de dijk. Tevens zijn jaarlijks 7 dwarsprofielen ingemeten. 5 dwarsprofielen ter plaatse van de versterkte kering en 1 referentie dwarsprofiel aan weerszijden van het traject. De metingen laten geen significant verschil zien tussen de versterkte en de onversterkte dijk. Ten aanzien van de JLD-Dijkstabilisator zijn er daarom ten opzichte van een reguliere inspectie geen aanvullende eisen m.b.t. het meten van vervorming van de dijk. Wel dient de kruin van de dijk bij elke toetsronde ingemeten te worden. Op basis van die metingen kan ook worden gevolgd in hoeverre de stabilisatoren het zettingsgedrag van de dijk beïnvloeden.

4.4 Waterspanningen

In de dijk staan verschillende waterspanningsmeters gepositioneerd. Deze meten zowel de freatische grondwaterstand als de stijghoogte in het zand. De waterspanningsmeters waren enkel voor onderzoeksdoeleinden noodzakelijk, ze zijn in de beheerfase niet noodzakelijk voor de werking of het beheer van de dijkstabilisatoren. Geadviseerd wordt om voor de toetsing 1 raai waterspanningsmeters te laten staan.

5 Beheer en onderhoud

Uit het te volgen monitoringsprogramma zoals omschreven in hoofdstuk 4 volgen werkstappen en aandachtspunten voor beheer. In dit hoofdstuk worden deze aandachtspunten, inspanningen en de daaruit volgende wijze van beheer besproken van de navolgende onderdelen:

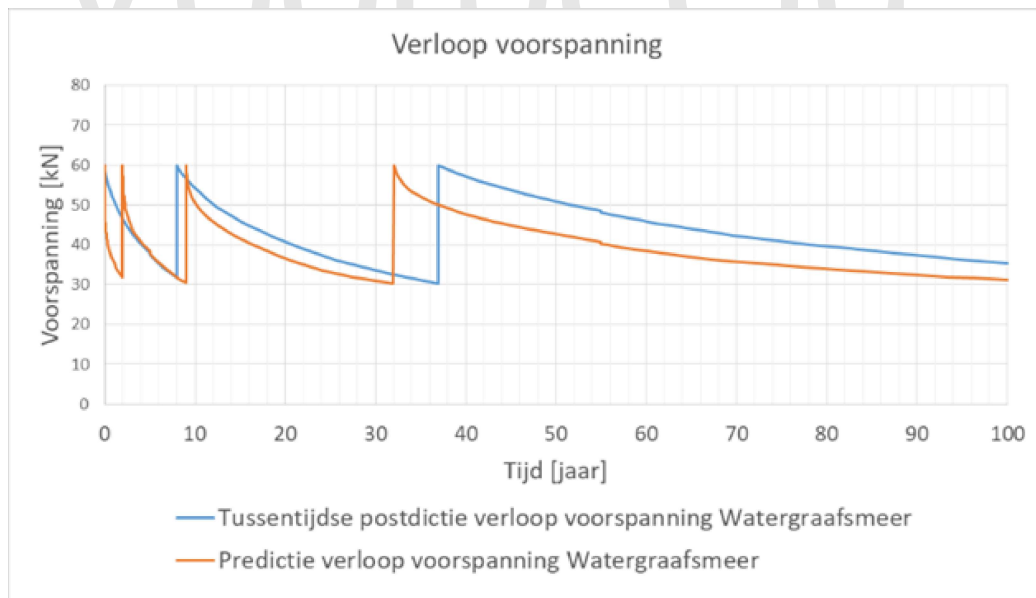
- Naspannen.
- Monitoren waterveiligheid.
- Kopplaat.
- Batterij.
- Grasmatt.
- Omgeving.

Het benodigde materiaal + materieel is opgenomen in bijlage 7.

5.1 Naspannen van de JLD-Dijkstabilisatoren

In de DO berekening, hoofdstuk 5, is een predictie uitgevoerd om het verwachte afspanregime te bepalen. Uit het DO en UO volgt dat er gedurende de levensduur van 100 jaar circa 2 tot 3 maal nagespannen dient te worden (zie Figuur 5-1). Er dient tot maximaal 60kN nagespannen te worden. Tijdens de uitvoering is opgemerkt dat de grond sterker is dan verwacht, dit heeft een positieve invloed op de beheerinspanning.

Omdat het een pilotproject betreft is er voor het beheer gekozen om uit te gaan van een veilige aanname van 8 maal naspannen gedurende 100 jaar.



Figuur 5-1 Verwachte afname van de voorspankracht over de tijd.

Ten behoeve van het naspannen wordt het eerste een deel van de grasmatt met de onderliggende teelaarde uitgestoken (maximale diameter 30 cm) zodat de pot waarin de voorspanbout zich bevindt zichtbaar wordt. De methodiek van uitsteken en herstel van de grasmatt is beschreven in paragraaf 5.7.

De vijzel wordt op het anker gezet, waarna het anker afgespannen wordt. In de vijzel zit een spanningsmeter, daarmee kan de druksensor geijkt worden. Vervolgens wordt de grasmatt teelaarde teruggeplaatst. Op basis van de ervaringen uit de nazorgperiode kunnen ongeveer 10 stabilisatoren per dag worden nagespannen inclusief verwijderen en terugplaatsen van de grasmatt bij inzet van een enkele ploeg. Voor de werkmethode is een werkprotocol opgesteld welke als bijlage is toegevoegd.

Het advies is om tijdens iedere keer naspannen de druksensoren te controleren en de batterijen te vervangen.

Het naspannen van ankers kan worden uitgevoerd door JLD-Contracting. JLD-Contracting heeft hier de beschikbare materialen en personeel voor beschikbaar. Veel ankerleveranciers hebben eveneens materieel en personeel beschikbaar die klapankers kunnen naspannen.

Ten behoeve van het naspannen is het volgende materieel/materiaal nodig:

- Testkit (standaard) bestaande uit hydraulische vijzel (binnendiameter ca. 25 mm), pomp, slangenset en manometer.
- Aggregaat.
- Oplengbus voor de vijzel.
- Verlengstaaf voor in en boven de oplengbus.
- GPS stok met daarin de juiste coördinaten.
- Kraan met opzetstuk om de gaten te prikken.
- Handlezer voor uitlezen loadcellen. TR-150.

Voor eventuele vervanging voor het geval de oude stuk is:

- Nodes.
- Loadcell.

5.2 Signalen waterveiligheid

Het systeem meet de voorspanning 1 maal per dag en wordt verzonden naar het digitale platform. Het systeem is ontworpen op een voorspanning tussen de 60 kN en 30 kN.

Als de gemiddelde voorspanning in een glijvlak te veel op- of afloopt dient actie ondernomen te worden. In Tabel 2 staan globaal de grenswaarden aangegeven. In

Tabel 3 is een gedetailleerd overzicht opgenomen. Er is onderscheid gemaakt tussen een enkele JLD-Dijkstabilisator die een grenswaarde overschrijdt en een groep JLD-Dijkstabilisatoren die een grens overschrijdt.

Tabel 2 Overzicht signaalwaarden.

Standaard signalen	Waarde gemiddelde voorspanning binnen 1 glijvlak van 30 m.	Actie
Ondergrens voorspanning	30 kN	Naspannen
Signaalwaarde ondergrens	35 kN	Inplannen naspannen
Normale range	35 – 65 kN	Geen

Signaalwaarde bovengrens	65 kN	Controle voorspanning op het online platform
Bovengrens voorspanning	70 kN	Onderzoek starten en verklaren van toename. Visuele inspectie uitvoeren om de status van de dijk te controleren. Op basis van onderzoek eventueel advies voor verlagen van de voorspanning tot 60kN of lager, afhankelijk van de initiële spanningstoename

Tabel 3 Acties bij overschrijding grenswaarden

Signaal	situatie	Actie	Kleur
Voorspanning lager dan <30 kN (ondergrens)	Waarde voorspanning van $\underline{1}$ JLD-Dijkstabilisator onder 30 kN.	Controle verloop voorspanning aangrenzende JLD-Dijkstabilisatoren om inzicht te verkrijgen. Verder geen actie.	Groen
	<u>Gemiddelde</u> waarde voorspanning over 30 m kleiner dan 30 kN.	De JLD-Dijkstabilisatoren binnen het traject waar het gemiddelde te laag is moet naspannen worden op 60 kN.	Rood
Voorspanning lager dan <35 kN (signaalwaarde ondergrens)	Waarde voorspanning van $\underline{1}$ JLD-Dijkstabilisator onder 35 kN .	Geen actie benodigd.	Groen
	<u>Gemiddelde</u> waarde voorspanning over 30 m kleiner dan 35 kN.	Onderzoek snelheid afname voorspanning. Voorspellen wanneer het gemiddelde onder de 30 kN komt. 30 kN is de minimaal benodigde voorspanning waarop het ontwerp is gebaseerd. Aan de hand van de voorspelling het beheer inplannen.	Oranje
Voorspanning tussen 35 kN en 65 kN	Waarde voorspanning van 1 of meerdere JLD-Dijkstabilisatoren tussen de 35 kN en de 65 kN.	Dit zijn de dagelijkse omstandigheden. Geen actie.	Groen
Voorspanning hoger dan >65 kN (signaalwaarde bovengrens)	Waarde voorspanning van $\underline{1}$ JLD-Dijkstabilisator boven 65 kN.	Controle verloop voorspanning aangrenzende JLD-Dijkstabilisatoren om inzicht te verkrijgen. Verder geen actie.	Groen
	Gemiddelde waarde voorspanning over 30 m groter dan 65 kN.	Onderzoek naar oorzaak van toename voorspanning	Oranje
Voorspanning hoger dan >70 kN (Bovengrens)	Waarde voorspanning van $\underline{1}$ JLD-Dijkstabilisator boven 70 kN.	Beschouwen spanningsverloop en beoordelen of meer actie benodigd is. Controleren van verloop voorspanning van de naastgelegen JLD-Dijkstabilisator: -Als deze een soortgelijke stijging laten zien is het een indicatie voor een hoge belasting. Onderzoek doen naar de toedracht. -Als de naastgelegen JLD-Dijkstabilisatoren geen sterke stijging laten zien dan blijven monitoren en zo nodig ontspannen tot een gelijk niveau als de naastgelegen stabilisatoren.	Oranje

	Gemiddelde waarde voorspanning over 30 m groter dan 70 kN.	Direct onderzoek uitvoeren naar toedracht. Dit is mogelijk een indicatie van een hoge belasting op de waterkering. Visuele inspectie uitvoeren en dagelijks monitoren van de voorspanning. Als dit langdurig aanhoudt dan spanning terugbrengen tot 60kN of minder (afhankelijk van de spanningstoename) om bezwijken te voorkomen. Als de spanning weer afneemt controle of het een rustige of snelle afname is: -Een rustige afname is normaal. -Een snelle afname kan duiden op bezwijken van het systeem. Bij bezwijken dient onderhoud/vervanging uitgevoerd te worden.	Rood
Snelle spanningsverandering	De gemiddelde spanning neemt binnen 24 uur met 5 kN <u>toe</u> .	Onderzoek doen naar de oorzaak. Duidt op een (plotselinge) verhoging van de belasting op de dijk. Controleren van verloop van de spanning van naastgelegen stabilisatoren, vergelijken van het verloop van de spanning: -Voorspanning naastgelegen stabilisatoren stijgen ook: mogelijk hoge belasting, verhogen van monitoringsfrequentie. Bij spanningstoename tot boven de 70 kN de stabilisatoren ontspannen tot 60kN. -Voorspanning naastgelegen ankers stijgt niet of nauwelijks: visuele inspectie uitvoeren, mogelijk technisch mankement.	Oranje
	De spanning van 1 of meerdere JLD-Dijkstabilisatoren neemt binnen 24 uur met 5 kN <u>af</u> .	Onderzoek doen naar de oorzaak. Controleren van de voorspanning van naastgelegen stabilisatoren, eventueel visuele inspectie uitvoeren Een snelle afname van voorspanning duidt mogelijk op falen. Visuele inspectie uitvoeren.	Rood
Geen signaal	Van 1 JLD-Dijkstabilisator valt het signaal weg.	Geen actie.	Oranje
	Van 2 naastgelegen JLD-Dijkstabilisatoren valt het signaal weg.	Onderzoek doen naar oorzaak. Herstel is nog niet noodzakelijk.	Oranje
	Binnen een vak van 30 m vallen er meer dan 5 signalen weg.	Onderzoek doen naar oorzaak. Herstel is noodzakelijk	Rood
Batterij leeg	Van 1 JLD-Dijkstabilisator is de batterij leeg.	Controle status batterijen alle JLD-Dijkstabilisatoren. Batterijen vervangen bij eerstvolgend onderhoudsmoment. Geen extra actie nodig.	Oranje
	Van een aantal JLD-Dijkstabilisatoren is de batterij leeg.	Controle status batterijen alle JLD-Dijkstabilisatoren. Onderhoudsmoment inplannen in de komende 6 maanden. Batterijen vervangen bij onderhoud.	Oranje
	Van meer dan 25% van de JLD-Dijkstabilisatoren is de batterij leeg.	Controle status batterijen alle JLD-Dijkstabilisatoren. Onderhoudsmoment inplannen in de komende 3 maanden. Batterijen vervangen.	Rood

5.3 Kopplaat

Het hart van de kopplaat ligt op circa 50 cm onder maaiveld. Er is na aanleg tenminste 0,20 m teelaarde op de pot aangebracht. Ten gevolge van de voorspanning zal deze kopplaat in de tijd verder zetten. Hierbij treedt de grootste zetting op in de periode na het voor de eerste maal afspannen van de JLD-Dijkstabilisator.

Indien de pot op meer dan 50 cm onder het maaiveld is komen te liggen dient deze opgelengd te worden. Dit zodat de node zijn data kan blijven verzenden; te veel dekking van aarde kan namelijk zorgen voor verlies van het bereik.

5.4 Deksel

Om het bereik van de zendkastjes te verbeteren is een externe antenne aangebracht op de deksel van de pot. Bij onderhoudswerkzaamheden moet derhalve voorzichtig worden gewerkt. Bij onderhoud dienen reservedeksels/oplengstukken te worden meegenomen om eventuele beschadigingen aan de externe antennes te repareren.



Figuur 5-2 Foto pot met externe antenne.

5.5 Batterij

De batterij van de druksensor en het zendkastje heeft een berekende minimale levensduur van 10 jaar, met in acht neming van de voorgestelde gebruikintensiteit. Het energieniveau van de batterij wordt gemonitord, de status van de batterij is zichtbaar op het online platform. Als de batterij leeg is dient deze te worden vervangen. Belangrijk hierbij is dat de gemiddelde voorspanning per glijvlak van 30 m inzichtelijk blijft. Als vuistregel kan worden gehanteerd dat minimaal 50% van de sensoren per glijvlak dienen te werken. Indien mogelijk wordt dit onderhoudsmoment gecombineerd met het naspannen. Dit is afhankelijk van het gemeten verloop van de voorspanning.

5.6 LDE

Het LDE verouderd in de loop van de tijd. Derhalve is in het ontwerp rekening gehouden met een forse verouderingsfactor van circa 2,0 op de sterkte van het LDE. Om in de toekomst de daadwerkelijke sterkteafname te testen zijn er meerdere 'loze' LDE elementen in de dijk aangebracht; deze kunnen wanneer gewenst uit de dijk worden gehaald zodat ze beproefd kunnen worden. Geadviseerd wordt om in ieder geval aan het einde van de levensduur een LDE uit de grond te halen om te beproeven.



Figuur 5-3 Overzicht meetraaien, de loze LDE's bevinden zich in raai 2 t/m 6.

Raai	X-coördinaat	y-coördinaat	Z [m t.o.v. NAP]
2	123157.307	484920.094	-1.762
3	123341.395	485052.776	-2.186
4	123420.818	485110.644	-2.407
5	123461.062	485139.358	-2.233
6	123540.523	485197.457	-2.274

5.7 Grasmatt

Tijdens het naspannen van de dijkstabilisatoren wordt een deel van de grasmatt ter plaatse van de kopplaat uitgestoken. De grasmatt wordt ter plaatse tijdelijk verwijderd door middel van een bus boring met een diameter van circa 300 mm. Tijdens de boring wordt gebruik gemaakt van een mantelbuis met snijring. Deze mantelbuis wordt over de pot (de buis waarin de naspanunit en meetunit zich bevindt) geplaatst waarna door middel van de grondboring de teelaarde laag tot aan de pot wordt verwijderd. Doordat gebruik gemaakt wordt van een busboring wordt de

vrijkomende zode in zijn geheel verwijderd en wordt voorkomen dat deze indroogt. De mantelbuis voorkomt dat het 'boorgat' invalt en dat er grond van het openstaande boorgat in de open beschermbuis valt.

Nadat de ankerstang is aangespannen en de overige onderhoudswerkzaamheden in de beschermbuis hebben plaatsgevonden kan de bus worden afgedicht met het deksel en kan de bovengrond weer worden herplaatst. Indien nodig wordt deze aangevuld met teelaarde. De zode wordt indien nodig aangewaterd en plaatselijk doorgezaaid voor een goed herstel en aansluiting met de bestaande grasmat. Indien veel overslag wordt verwacht dient de plag te worden gekramd. Bij een aanhoudende droge periode na herstel van de grasmat dient er (lokaal) te worden beregend.



Figuur 5-4 Met de grondbus wordt de plag boven de pot uitgestoken (links), de pot is bereikbaar en de plag blijft bij vochtige grond intact (rechts).

5.8 Omgeving

5.8.1 Bomen

De bomen die op de kade staan blijven gehandhaafd. Wel dienen de bomen regulier te worden gesnoeid. De frequentie van snoeien is afhankelijk van de boomsoort en is niet afhankelijk van de aanwezigheid van de dijkstabilisator.

5.8.2 Peilbuizen

Ten behoeve van de pilot zijn er meerder raaien met peilbuizen geplaatst. Ten behoeve van de reguliere beheerperiode (ca. 100 jaar) zijn de peilbuizen niet noodzakelijk. Bij de volgende toetsronde is het wel aan te raden een meting uit te voeren om te controleren of de ontwerprandvoorwaarden niet zijn veranderd.

Voorbeeld

6 Beheeractiviteiten

Hieronder is een beknopt overzicht gegeven van de benodigde beheeractiviteiten. Een gedetailleerd overzicht is opgenomen in het 'Monitoring- en Nastelplan Watergraafsmeer en Purmerend' en in bijlage 1.

Jaar 5 tot en met 100 jaar na aanleg:

- Monitoring kade:
 - Monitoring kade (jaarlijkse schouw).
 - Deformatie kade (1 maal per toetsronde).
 - Deformatie rondom kopplaten (visueel jaarlijks tijdens schouw).
 - Verzorgen rapportage monitoring (1 maal per jaar eenvoudige rapportage, betreft rapportage over voorspanning/ voortrollend gemiddelde en eventuele bijzonderheden die geconstateerd zijn tijdens de schouw).
 - Verzorgen rapportage beoordeling: 1 maal per toetsronde.
- Onderhoud kade:
 - Herstelwerkzaamheden deformaties rondom kopplaten (incidenteel).
 - Maaiwerkzaamheden (Gemeente Amsterdam).
- Onderhoud JLD-Dijkstabilisatoren:
 - Naspannen dijkstabilisatoren (verwacht 2 tot 3 maal).
 - Vervangen batterijen: verwachting is elke 10 jaar.
- Calamiteit:
 - Herstel/vervangen JLD-Dijkstabilisator (ad hoc).
- Toetsing (9 maal).
- Vergunningverlening (doorlopend).

7 Verwijzingen

- [1] Antea Group, Pilot JLD-Dijkstabilisator Watergraafsmeer – As-Built ontwerp, 2019.
- [2] POV-M, „POV-M Publicatie vernagelingstechnieken,” 2019.
- [3] Antea Group, „Monitoring en nastelplan beheerfase pilot Watergraafsmeer en Purmerend,” 2019.
- [4] STOWA, „Leidraad Toetsen op Veiligheid Regionale Waterkeringen-STOWA 2015-15,” Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer, Amersvoort, 2015.

Voorbeeld

**Bijlage 1 Overzichtstabel Beheeractiviteiten
JLD-Dijkstabilisator**

Bijlage 1 Overzichtstabel Beheeractiviteiten JLD-Dijkstabilisator

Voorbeeld

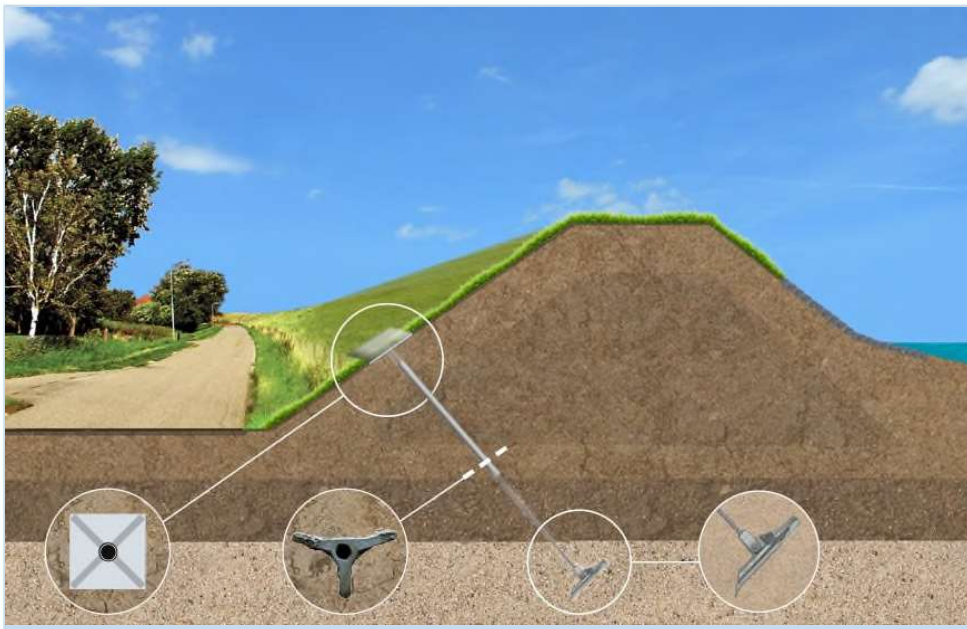
Beheeractiviteiten JLD Dijkstabilisator Ringdijk Watergraafsmeer

Beheeronderdeel	Parameter	Fase	Omschrijving	Aantal	Meetwijze / constatering	Eenheden	Aanvullingen en opmerkingen	Meetsperiode	Frequentie				Signaleringswaarde	Grenswaarde	Uit te voeren door		
									Week 0 (nul-meting)	Week 1 t/m 12 (installatie JLD)	0 - 5 jaar	6 - 100 jaar			0-5 jaar	6-100 jaar	
Monitoring deformatie	Deformatie JLD Dijkstabilisator - SAAF	Reeds uitgevoerd tijdens eerste 5 jaar	Er zijn 3 LDE's ingebrecht zonder stapanker en ankerstang. In het gat in de LDE kan niet een SAAF de vervorming van het LDE in de tijd worden gemeten.	3	SAAF (Shape Accel Array Field), x, y, z, coördinaten	NAP RD (m)		0 - 5 jaar	-	eenmalig inmeten na installatie	1x per jaar	nmb	mt	mt	JLD Contracting	Waternet	
	Deformatie JLD Dijkstabilisator - Referentiepunt SAAF	Reeds uitgevoerd tijdens eerste 5 jaar	Locatie gat LDE inmeten met GPS als referentiepunt (pass punt voor) voor de SAAF-meting	3	x, y, z, coördinaten	NAP RD (m)		0 - 5 jaar	-	eenmalig inmeten na installatie	1x per jaar	nmb	mt	mt	JLD Contracting	Waternet	
Deformatie kruin- en dwarsprofiel (maaiweld)	Reeds uitgevoerd tijdens eerste 5 jaar	Inmeten van het dijgprofiel elke 50 m (maaiweld, hele dwarsprofiel) waaronder ook de locaties waar de SAAF metingen uitgevoerd worden + 2 ralen buiten de versterking	12 + 2 (elke 50m)	NAP RD, DG-GPS	NAP RD (m)	5 + 2 ralen buiten de versterking een lengteprofiel over gehele dijkwijd (ex. 10 meter buiten)	gehele levensduur	eenmalig inmeten	eenmalig inmeten na installatie	1x per jaar	1 x per 12 jaar	mt	Afkeurhoogte = NAP +0,1 m	mt	JLD Contracting	Waternet	
Deformaties maaiweld t.p.v. kopplaat	Reeds uitgevoerd tijdens eerste 5 jaar	Inmeten, signaleren deformatie maaiweld ter plaatse van kopplaat. 7 ralen	7	NAP RD, DG-GPS	NAP RD (m)	laten samenvallen met inmetingen dwarsprofiel en metingen met fenoankers	gehele levensduur	-	-	1 x per jaar	na aanspannen ankers wellicht 5 jaar 1x per jaar meten	mt	mt	mt	JLD Contracting	Waternet	
Deformaties maaiweld t.p.v. kopplaat	Reeds uitgevoerd tijdens eerste 5 jaar	visuele inspectie deformatie maaiweld	667	visueel		eerste 5 jaar jaarlijks, daarna voor elke toetsronde. Bij deformatie > 0,2 m nagaan of uitvullen noodzakelijk.	gehele levensduur	-	-	1 x per jaar	1 x per 12 jaar	0,2 m	op basis van analyse	mt	JLD Contracting	Waternet	
Deformaties kopplaat	Reeds uitgevoerd tijdens eerste 5 jaar	Tijdens het inbrengen van de dijkstabilisator is het mogelijk dat het dijgprofiel verward. Hiervoor worden feno-ankers rondom de kopplaten aangebracht met draap meetprisma's. Meting met Total Station	5 JLD dijkstabilisatoren, 3 fenoankers boven 0,5, 1,0 en 1,5 m en 7 fenoankers beneden 0,5 en 1 m	Meetprisma + total station met een max afwijking van 1cm	NAP RD (m)	Alleen tijdens uitvoering. Totaal 25 feno-ankers met meetprisma's + 1 total station	Tijdens uitvoering dienen 5 kopplaten ingemeten te worden	-	-	-	-	mt	mt	mt	JLD Contracting	Waternet	
Monitoring beplanting - VTA keuring	Reeds uitgevoerd tijdens eerste 5 jaar	Uitvoeren van een virtueel tree assessment (VTA) op alle bomen/beplanting van de ringdijk, tijdens de uitvoering een visuele inspectie		VTA en visuele inspectie		Eenmalig uitvoeren voor aanvang van de werkzaamheden. Op deze manier wordt inzichtelijk gemaakt in hoeverre de bestaande beplanting beschadigd raakt door de JLD-Dijkstabilisator	eenmalige opname	visueel 1 jaar na uitvoering	-	-	-	-	-	-	Antea Group	Waternet	
Monitoring beplanting - Boom effectanalyse	Reeds uitgevoerd tijdens eerste 5 jaar	Indien uit de VTA keuring volgt dat de werkzaamheden effect hebben op de boom of vice versa wordt een boom-effectanalyse uitgevoerd		Boom-effectanalyse		Nader onderzoek naar de locatie en omvang van de werkbuilt	eenmalig uitvoeren	-	-	-	-	-	-	-	Antea Group	Waternet	
Monitoring beplanting - ETT	Reeds uitgevoerd tijdens eerste 5 jaar	Indien de JLD Dijkstabilisator geplaatst wordt binnen de kroonprojectie van een boom dan dient een European Tree Technician aanwezig te zijn (ETT)		ETT		Een ETT dient alleen aanwezig te zijn bij bomen groter dan de 1e orde (bomen groter dan 15 meter)	-	-	Tijdens plaatsen van JLD Dijkstabilisator binnen de kroonprojectie van de boom	-	-	-	-	-	Antea Group	Waternet	
Waterspanningen & piping	Waterspanning meten	Reeds uitgevoerd tijdens eerste 5 jaar	In de ringdijk zijn 3 ralen peilbuizen met divers aanwezig die dagelijks metingen verrichten. Deze dienen ook tijdens de werkzaamheden doorgeand uitgelopen te worden. Om eventuele waterspanningsverhogingen door werkzaamheden te kunnen monitoren.	3 ralen peilbuizen	Geautomatiseerde uurlijkse meting peilbuizen + resultaten via Wierteras en later via realtime monitoring als waterspanning direct in beheersysteem Watermet	(m t.o.v. NAP)	Doorgaande metingen	Doorgaande uurlijkse meting	Doorgaande uurlijkse meting	Doorgaande uurlijkse meting	Doorgaande meting, frequente nader te bepalen	mt	mt	mt	JLD Contracting	Waternet	
Piping - visuele inspectie	Reeds uitgevoerd tijdens eerste 5 jaar	Visuele inspectie op kwel indien de waterspanningsmeters een waterdruk meten die boven de waarde uitkomt van de maars in het DO.	667 (stroom waarin kopplaten liggen inspecteren)	Langs de ringdijk dient een visuele inspectie uitgevoerd te worden op kwel. Tevens moeten de locaties van de holle gasbuizen gecontroleerd worden op kwel		Op basis van overschrijding marge een inspectie uitvoeren	Op basis van overschrijding marge een inspectie uitvoeren	Op basis van overschrijding marge een inspectie uitvoeren	Op basis van overschrijding marge een inspectie uitvoeren	Op basis van overschrijding marge een inspectie uitvoeren	Stijghoogte in pleistoeken van NAP - 2,4 m	mt	mt	mt	JLD Contracting	Waternet	
Voorspanning	Voorspanning	gehele levensduur	Voorspanning meten in het anker met behulp van sensoren (drukmeters) die tussen de kopplaten en de moer geklemt wordt van de JLD-dijkstabilisator.	667 (elke JLD-dijkstabilisator)	Monitoring vindt plaats middels druksensoren en via extern web-based platform.	IN	gehele levensduur	-	per 6 uur	per 6 uur	Normaal 1 meting per 24 uur Bij maatgevende omstandigheden elk uur	35 kN (ondergrens) 75 kN (bovengrens)	30 kN (ondergrens) 80 kN (bovengrens)	mt	mt	JLD Contracting	Waternet
haspanning	haspanning	gehele levensduur	Het aanspannen van de dijkstabilisatoren indien de gemeten voorspanning over een traject van 30 m gemiddeld onder de signaleringswaarde van 35 kN zakt	afhankelijk van de gemeten voorspanning tot max. 667	Monitoring voorspanning middels druksensoren	IN	gehele levensduur	nvt	nvt	Op basis van gemeten waarden	Op basis van gemeten waarden	mt	mt	mt	JLD Contracting	Waternet	
druksensor en zendkastje	druksensor en zendkastje	gehele levensduur	De batterij van de druksensor heeft een levensduur van 10 jaar met in acht neming van de voorgestelde gebruiksintensiteit. Voordat de batterij alvast dient deze vervangen te worden. Revers wordt er wanneer relevant nagespannen tot ca. 55 kN (enkel wanneer de verwachting is dat de spanning in de komende 10 jaar onder de 30 kN zal zakken)	667	Tijdig vervangen		gehele levensduur	nvt	nvt	1 x per 5 jaar	1 x 10 jaar	mt	mt	mt	JLD Contracting	Waternet	
jaarlijkse rapportage metingen	jaarlijkse rapportage metingen	gehele levensduur	Jaarlijkse rapportage van de gemeten voorspanning. Rapportage omvat o.a.: - gemeten voorspanning - trend van de voorspanning - gemeten deformatie kaderprofiel (indien dat jaar uitgevoerd) - bijzonderheden uit schouw of visuele inspectie Een standaard opzet voor de uitvoering van de controle is opgenomen in het beheerplan	1			gehele levensduur	nvt	nvt	1 x per jaar	1 x per jaar	mt	mt	mt	JLD Contracting & Waternet	Waternet	
situvalen maaiweld boven kopplaat indien deze te diep zijn	situvalen maaiweld boven kopplaat indien deze te diep zijn	gehele levensduur	indien de zakking van het maaiweld boven de kopplaat > 0,2 m bedraagt nagaan of aanvullen noodzakelijk is. Dit is niet specifiek voor onderhoud van de dijkstabilisator.	aantal is afhankelijk van de inspectieresultaten	visueel	- Na aanvullen opnieuw insalen - Bij droogte grasmat ook bevoeren - Indien veel overslag verwacht wordt, dienen de teruggeplaatste pluggen bewaard te worden.	gehele levensduur	nvt	nvt	op basis van inspectie	op basis van inspectie	>0,2 m	>0,2 m	mt	JLD Contracting	Waternet	
Opgelopen pot en spanner en druksensor ophalen	Opgelopen pot en spanner en druksensor ophalen	gehele levensduur	wanneer spanner per vier maanden en druksensor als de kopplaat met pot dieper dan 0,70 m onder nvt komt te	aantal is afhankelijk van de inspectieresultaten	visueel		gehele levensduur	nvt	nvt	op basis van inspectie	op basis van inspectie	mt	0,7 m - nvt	mt	JLD Contracting	Waternet	
Grasmat	Grasmat 1	gehele levensduur	Na plaatsing en na onderhoudswerkzaamheden dient de grasmat voor aanvang van het hoogwater seizoen te zijn hersteld en erosiebestendig te zijn. Voor aanvang hoogwaterseizoen zijn grasmat monitoren. Bij droogte dienen de teruggeplaatste pluggen bewaard te worden.	667	visuele inspectie	- Onderhoudswerkzaamheden uitvoeren in 2e helft van jaar opdat grasmat tijdig kan herstellen - Bij droogte dienen de teruggeplaatste pluggen bewaard te worden - Indien veel overslag verwacht wordt, dienen de teruggeplaatste pluggen bewaard te worden.	gehele levensduur	nvt	nvt	1 x per jaar	na aanspannen ankers of vervangen batterij	mt	mt	mt	JLD Contracting	Waternet	
Grasmat	Grasmat 2	gehele levensduur	Betreft reguliere maaiwerkzaamheden	are	visuele inspectie	worden door gemeente verzorgd Met de gemeente afstemmen dat: - er mag niet over de kopplaten greden worden - locaties waar meetapparatuur staat (peilbuizen, eventuele	gehele levensduur	nvt	nvt	2 x per jaar	2 x per jaar	mt	mt	mt	gemeente A'dam	gemeente A'dam	
Objecten & beplanting	Deformaties objecten - trappen	Reeds uitgevoerd tijdens eerste 5 jaar	Er zijn verschillende trappen aanwezig in het binnenland van de dijk. Trappen met de dwarsprofielen inmeten in XYZ	4 trappen	markeringen aanbrengen, om de trapeziumen		Tijdens uitvoering	eenmalig inmeten	eenmalig inmeten na installatie, visueel controleren tijdens uitvoering	1x per jaar	1x per 12 jaar	mt	mt	mt	JLD Contracting	Waternet	
Bomen nabij kopplaten	Reeds uitgevoerd tijdens eerste 5 jaar	Controle of bomen nabij kopplaten geen wortels groeien onder de kopplaten	steekproef bij 10 bomen die het dichtst bij de kopplaten staan	visueel en middels handboei om wortelstelsel te checken	ter controle van de draagkracht van de kopplaat		gehele levensduur	nvt	visueel controleren tijdens uitvoering	1 maal	1x per 12 jaar	mt	mt	mt	JLD Contracting	Waternet	
Dijkstabilisator	Bijplaatsen dijkstabilisator	gehele levensduur	Op basis van mogelijke beschadigingen of wijzigingen in de randvoorwaarden en uitgewoende (her) berekeningen bijplaatsen van extra stabilisatoren nodig	nader te bepalen	Wijziging uitgangspunten en/of geotechnische (her)berekeningen		gehele levensduur	nvt	nvt	op afroep	op afroep	mt	mt	mt	JLD Contracting	Waternet	

Bijlage 2 Protocol naspannen

Bijlage 2 Protocol naspannen

Voorbeeld



Pilot JLD-Dijkstabilisator Watergraafsmeer

Werkprotocol naspannen

projectnummer 413509
definitief revisie 01
27 mei 2019

Pilot JLD-Dijkstabilisator Watergraafsmeer

Werkprotocol naspannen

projectnummer 413509

definitief revisie 01
27 mei 2019

Auteurs

A.H. Rochat

Opdrachtgever

Waternet
Postbus 94370
1090 GJ Amsterdam

voorbeeld

datum vrijgave	beschrijving revisie 01	goedkeuring	vrijgave
	definitief	J.G.F. ten Bokkel Huinink	V.R. Laracker

Pilot JLD-Dijkstabilisator Watergraafsmeer

Werkprotocol naspannen

projectnummer 413509

definitief revisie 01
27 mei 2019

Auteurs

A.H. Rochat

Opdrachtgever

Waternet
Postbus 94370
1090 GJ Amsterdam

Voorbeeld

Ingediend CM	Controle MPB	Vrijgegeven PM
Jan Koopman	René Dekker	Wim van Steeg
Datum:	Datum:	Datum:
Handtekening:	Handtekening:	Handtekening:

Inhoudsopgave

Blz.

1	Inleiding	1
1.1	Achtergrond	1
1.2	Doel	2
1.3	Leeswijzer	2
1.4	Contactpersonen	2
2	Randvoorwaarden	3
3	Projectlocatie en deelgebieden	4
4	Werkwijze	5
4.1	Vaststellen dat naspannen van de ankers is vereist	5
4.2	Vorbereiding naspannen JLD-Dijkstabilisator	6
4.2.1	Opstellen BLVC-plan inclusief calamiteitenplan	6
4.2.2	Uitvoeren acties voorvloeiend uit BLVC-plan	7
4.2.3	Vorbereidende werkzaamheden kade	7
4.3	Spanprotocol naspannen van de ankers	8
4.3.1	Regulier naspannen	8
4.3.2	Vervangen beschermingspot	9
4.3.3	Vervangen batterij	10
4.3.4	Vervangen druksensor / loadcel	10
4.4	Nazorg en herstel van de kade	11
4.4.1	Nazorg na regulier naspanwerkzaamheden	11
4.4.2	Nazorg na vervangen pot	11
5	Werkstappen	12
6	Referenties	13

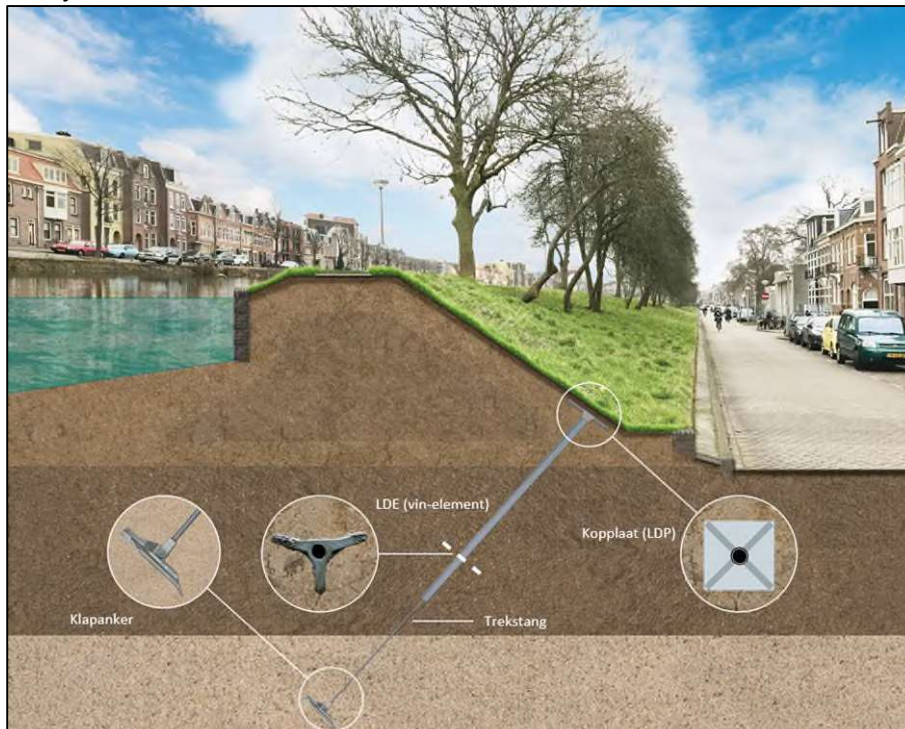
1 Inleiding

1.1 Achtergrond

In maart 2019 is de pilot van de JLD-Dijkstabilisator opgeleverd. De JLD-Dijkstabilisator is een innovatieve dijkversterkingsmethode. Voor de ontwerpbaarheid en bewijsbaarheid van deze methode is een pilotproject met praktijkproeven opgezet en uitgevoerd in samenwerking met Waterschap Amstel, Gooi en Vecht (AGV). De resultaten hiervan hebben als doel (door)ontwikkeling van deze innovatie en het leveren van afdoende onderbouwing voor een ENW-acceptatie.

De pilot die is gerealiseerd is het project de versterking van de Ringdijk te Watergraafsmeer in Amsterdam. Daarbij is een team van JLD Contracting, Antea Group en Deltares betrokken.

JLD Dijkstabilisator



De JLD-Dijkstabilisator bestaat uit een LDE (vin-element), klapanker, trekstang, kopplaatbout en kopplaat. Het klapanker kan tot in een diepe zandlaag geplaatst worden, waardoor de JLD-Dijkstabilisator kracht ontleent aan verschillende grondlagen. Door het aanbrengen van de voorspanning op de kopplaat wordt het maaiveld onder spanning gezet, terwijl de JLD-Dijkstabilisator via de trekstang en het klapanker kracht ontleent aan de diepe ondergrond. De kopplaat speelt een essentiële rol in de overbrenging van de krachten naar de ondergrond. Het voordeel van de JLD-Dijkstabilisator is dat dit een actief systeem betreft dat geen vervorming van de dijk nodig heeft voordat het in werking treedt.

Dit werkprotocol is opgesteld ten behoeve van de werkzaamheden voor het naspannen van de geplaatste Dijkstabilisatoren in de Ringdijk te Watergraafsmeer Amsterdam.

1.2 Doel

Het werkprotocol bevat de stappen die benodigd zijn om de JLD-Dijkstabilisatoren na te kunnen spannen. Dit omvat tevens de voorbereidende werkzaamheden als de afrondende werkzaamheden bij dit proces.

1.3 Leeswijzer

Ten eerste zijn de algemene randvoorwaarden opgenomen voor werken in de openbare ruimte van de gemeente Amsterdam en AGV. Vervolgens wordt de projectlocatie beschreven. Daarna is de werkmethode van het naspannen beschreven, hierbij is onderscheid gemaakt in voorbereiding, het naspannen en de nazorg. Naast de uitvoeringswijze wordt vervolgens specifiek nader ingegaan op onverwachte omstandigheden en risico's.

1.4 Contactpersonen

Opdrachtgever(s)

Naam : Waternet
Adres : Postbus 94370
Postcode/plaats : 1090 GJ Amsterdam
Contactpersoon : Wim van Steeg
Telefoon : 06 5196 5935
E-mail : Wim.van.steeg@waternet.nl

Uitvoerende partij(en)

Naam : JLD Contracting
Adres : Wieder 23
Postcode/plaats : 1648 GA De Goorn
Contactpersoon : J. Koopman
Telefoon : 06 3168 8892
E-mail : Jan@JLDcontracting.com

Ontwerpde partij

Naam : Antea Group
Adres : Rivium Westlaan 7
Postcode/plaats : 2909 LD Capelle aan den IJssel
Contactpersoon : K. Meijer
Telefoon : 06 53673249
E-mail : Koen.meijer@anteagroup.com

2 Randvoorwaarden

Bij het de uitvoering van het naspannen van de stabilisatoren dient rekening te worden gehouden met de algemene randvoorwaarden en andere kaders voor het uitvoeren van werken in de openbare ruimte van de Gemeente Amsterdam. Deze zijn:

- Handboek “Zo werken wij in Amsterdam”
(www.amsterdam.nl/gemeente/organisatiediensten/sites/coordinatiestelsel/kennisbank/dossier-zwia/)
- Richtlijn “Werken onder bomen”
- Verordening WIOR
(<https://www.amsterdam.nl/bestuurorganisatie/organisatie/overige/coordinatiestelsel/kennisbank/dossier-wior/>)
- CROW publicatierreeks 988 (96b) Werk in Uitvoering
- Voorschriften Arbeidsinspectie
- Uitvoeringsvoorschriften
(www.amsterdam.nl/bestuurorganisatie/organisatie/overige/coordinatiestelsel/artikel/)
- Beleidskader Hoofdnetten (Ringdijk is Hoofdnet Fiets)
(<https://www.amsterdam.nl/bestuurorganisatie/organisatie/overige/coordinatiestelsel/kennisbank/regelgeving/item-/>)
- Handboek “Zo Werken wij in Amsterdam – Projectcommunicatie”
- Handboek “Zo Werken Wij in Amsterdam - Op straat” in het kader van sociale veiligheid
- Keur AGV

Voorbeeld

3 Projectlocatie en deelgebieden

De projectlocatie is de dijk tussen de Ringdijk (weg) en de Ringvaart (vaart) in Watergraafsmeer te Amsterdam, gelegen in het beheergebied van AGV. Deze ringdijk is een onderdeel van de regionale boezemwaterkering (nr. AT2-117X). De Ringdijk loopt vanaf de Wibautstraat tot en met de Middenweg (zie Figuur 3-1).



Figuur 3-1: Metrerings dijk-traject Ringdijk Watergraafsmeer (groen = deeltraject)

De dijkversterking bestaat uit 2 deeltrajecten. Ter hoogte van deze dijksegmenten (groen weergegeven in figuur) is de kade in de periode van najaar 2018 tot maart 2019 verbeterd. Het eerste deeltraject loopt van metrerings 250 t/m 450 (tot aan de Kaap de Goede Hoopbrug bij de Nobelweg) en heeft een lengte van ca 200 meter (zie ook Figuur 3-1 voor de metrerings van het dijkversterkingstraject). Het tweede deeltraject loopt van 500 t/m 850 en heeft daarmee een lengte van ca 350 meter.

In totaal zijn er 647 JLD-Dijkstabilisatoren geplaatst, waarvan 621 met voorspanning. Tijdens de realisatiefase zijn alle stabilisatoren ingemeten en worden sindsdien permanent gemonitord.

Een overzicht van de locatie X, Y, Z van zowel de bovenzijde van de Stabilisatoren (bovenkant van de beschermput) is als revisietekening aangeleverd en is als bijlage 1 bij dit protocol toegevoegd. Bij het plaatsen van de JLD-Dijkstabilisatoren zijn na installatie alle stabilisator geregistreerd. De registratie heeft plaatsgevonden op het standaard registratieformulier JLD van (SRF-JLD). Hierin is onder andere weergegeven per stabilisator de inbrenghoek, lengte van de elementen, afmetingen van het klapanker en de lengte van het LDE worden hierop genoteerd alsmede de afspankracht. Dit formulier is in bijlage 2 opgenomen. Dit formulier dient als basis voor het logboek (analoog / digitaal) voor nu en in de toekomst.

4 Werkwijze

De werkzaamheden voor het naspannen worden onderverdeeld in de volgende werkstappen, te weten:

- Vaststelling dat naspannen van de ankers is;
- Voorbereiding;
- Naspannen van de ankers;
- Nazorg, herstel van de kade.

De werkzaamheden zijn stapsgewijs beschreven in de navolgende paragrafen.

4.1 Vaststellen dat naspannen van de ankers is vereist

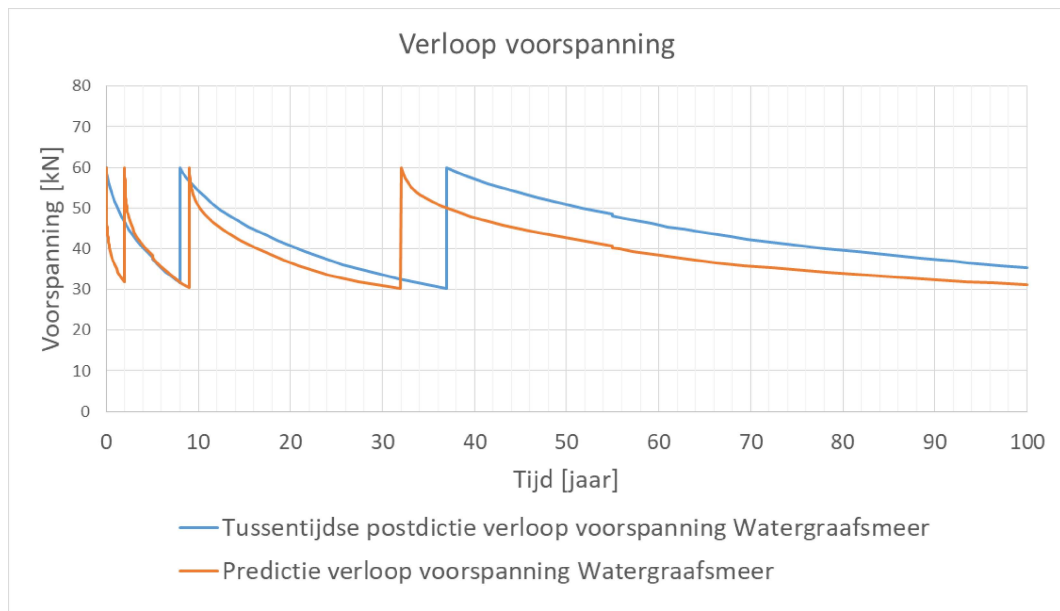
Tijdens de uitvoering zijn alle Stabilisatoren voorzien van een loadcell waarmee informatie wordt doorgestuurd en opgeslagen op basis waarvan de status van de kade met daarin opgenomen de JLD-Dijkstabilisatoren wordt gemonitord. Alle geïnventariseerde gegevens worden periodiek, en in geval van calamiteit permanent, geanalyseerd en getoetst aan de vooraf vastgestelde signalerings- en grenswaarden.

Bij het naspannen kan onderscheid gemaakt worden tussen periodiek naspannen en incidenteel naspannen.

Het periodiek naspannen geschied op basis van berekeningen en verificatie van deze berekeningen op basis van de monitoringsgegevens komende uit het Dashboard. Het incidenteel naspannen gebeurt in geval van een mogelijk gesignaleerde afwijking gedurende het monitoringsproces, zoals een onverwachte verandering van de voorspanning, overschrijding van de signaalwaardes, uitval van te veel sensoren ed. De signaleringswaarden zijn opgenomen in het beheerplan [1].

Tijdens de ontwerpfase is een predictie uitgevoerd om het verwachte afspanregime te bepalen (DO berekening, hoofdstuk 5 [2]). Uit deze predictie volgt dat er gedurende de levensduur van 100 jaar circa 3 maal nagespannen dient te worden (zie Figuur 4-1). Na het aanbrengen van de JLD-Dijkstabilisatoren is een tussentijdse postdictie uitgevoerd. Door de grote weerstand in de venige grondlagen is de verwachting dat er slechts 2 maal nagespannen zou moeten worden. Dit blijkt uit de analyse van de verzamelde gegevens bij de realisatie en geotechnische interpretatie hiervan. Deze analyse is opgenomen in het As-built ontwerp rapport [3].

Bij het opstellen van het voorliggende werkprotocol en beheerplan wordt vooralsnog uitgegaan van 3 keer naspannen waarbij de eerst keer naspannen staat gepland in de onderhoudsperiode (binnen eerste 5 jaar) na aanbrengen en opleveren van de Pilot kadeverbetering Ringdijk Watergraafsmeer.



Figuur 4-1 Verwachte afname van de voorspankracht over de tijd.

Het naspannen van ankers kan worden uitgevoerd door JLD-contracting. JLD-Contracting heeft hier de beschikbare materialen en personeel voor beschikbaar¹. Het advies is om tijdens iedere naspanslag de druksensoren te controleren en de batterijen te vervangen.

4.2 Voorbereiding naspannen JLD-Dijkstabilisator

Voordat gestart kan worden met het naspannen van de JLD-Dijkstabilisator dienen een aantal voorbereidende werkzaamheden in acht te worden genomen. Er dient hierbij onderscheid te worden gemaakt tussen periodiek naspannen (1) (waarbij alle Stabilisatoren worden benaderd en aangespannen) en incidenteel naspannen (2) waarbij op basis van analyse van de beschikbare informatie een aantal Stabilisatoren moeten worden nagespannen.

De volgende voorbereidende werkzaamheden dienen in acht te worden genomen.

1. Opstellen BLVC-plan met daarin opgenomen een calamiteitenplan (incl. aanvragen benodigde vergunningen en ontheffingen)
2. Uitvoeren voortvloeiende acties uit BLVC-plan
3. Voorbereidende werkzaamheden kade

4.2.1 Opstellen BLVC-plan inclusief calamiteitenplan

Voorafgaande aan de uitvoering van het naspannen dient de betrokken aannemer een BLVC-plan te worden opgesteld. In het BLVC-plan worden met name maatregelen, verantwoordelijkheden en afspraken rondom Bereikbaarheid, Leefbaarheid, Veiligheid en Communicatie tijdens deze "onderhoudswerkzaamheden" vastgelegd. Waarin met name in detail opgenomen een verkeersplan en ontsluitingsplan. Indien vereist dient hierbij ook een calamiteitenplan te worden

¹ Vrijwel iedere ankerleverancier heeft materieel en personeel beschikbaar die klapankers kunnen naspannen.

ogenomen. Deze voorbereidende werkzaamheden hebben met name betrekking op de periodieke inspanning.

Incidentele inspanning kan in overleg met het bevoegd gezag worden vastgesteld en ingepland. Deze werkzaamheden omvatten veel minder impact op de omgeving omdat het hier het naspannen van een aantal separate dijkstabilisatoren betreft.

4.2.2 Uitvoeren acties voorvloeiend uit BLVC-plan

Nadat het BLVC-plan is opgesteld en vastgesteld kunnen daar voor de periodieke onderhoudswerkzaamheden de volgende werkzaamheden/acties uit voortvloeien:

- Bereikbaarheidsplan met onder andere omleidingsroutes en voorzieningen t.b.v. calamiteiten;
- Veiligheid warborgen tijdens werkzaamheden;
- Communicatieplan om omgeving en direct betrokkenen te informeren.

4.2.3 Voorbereidende werkzaamheden kade

Voordat gestart kan worden met het naspannen van Stabilisatoren in de kade dienen de volgende voorbereidende werkzaamheden te worden verricht:

- Maaien;
- Snoeien bomen;
- Vrijmaken locaties van de grasmat.

Maaien

Afhankelijk van de periode van uitvoeringen dienen de maaiwerkzaamheden van de kade in de week voorafgaande aan de werkzaamheden te worden uitgevoerd. Het maaisel dient direct te worden afgevoerd.

Snoeien

Afhankelijk van de periode en het tijdpad kan het noodzakelijk zijn de bomen op te snoeien om de naspanwerkzaamheden mogelijk te maken.

Vrijmaken bussen kopplaat

Voorafgaande aan het naspannen van de dijkstabilisatoren wordt een deel van de grasmat ter plaatse van de kopplaat uitgestoken. De grasmat wordt ter plaatse tijdelijk verwijderd door middel van een bus boring met een diameter van circa 350 mm. Tijdens de boring wordt gebruik gemaakt van een mantelbuis met snijring. Deze mantelbuis wordt over de pot (de buis waarin de naspanunit en meetunit zich bevindt) geplaatst waarna door middel van de grondboring de teelaarde tot aan de pot wordt verwijderd. Doordat gebruik wordt gemaakt van een busboring wordt de vrijkomende zode in zijn geheel verwijderd en wordt voorkomen dat deze indroogt. De mantelbuis voorkomt dat het 'boorgat' invalt en dat er grond van het openstaande boorgat in de open beschermbuis valt. Nadat de "beschermput" is vrijgemaakt kan het anker volgens de procedure beschreven in par. 4.3 worden aangespannen.

4.3 Spanprotocol naspannen van de ankers

4.3.1 Naspannen

Naspannen is onderverdeeld in regulier naspannen en incidenteel naspannen. Bij reguliere naspanwerkzaamheden worden alle (of een groot deel) van de JLD-Dijkstabilisatoren op dezelfde spanning gebracht op een vooraf bepaald tijdstip. Incidentele naspanwerkzaamheden zijn nodig als bij 1 of enkele ankers de spanning te laag (of te hoog) is door toedoen van bijvoorbeeld schade of lokale vervorming.

Voor het uitvoeren van het naspannen is de volgende apparatuur nodig:

- Koppelmof en ankerstaaf van ca. 1,0 m (verlengde ankerstaaf);
- Holle vijzel;
- Een hulp-ankerstoel, zodat de vijzel parallel aan de ankerstaart staat;
- Hydraulisch systeem voor de vijzel, voorzien van geijkte manometers met nauwkeurige schaalverdeling en het verband tussen oliedruk en de door het apparaat gegenereerde vijzelkracht.
- Een digitale krachtopnemer om de gebruikte kracht(en) voor het naspannen af te lezen.
- Mobiele loadcell t.b.v. controle /verificatie van de krachten tijdens naspanfase (te plaatsen tussen vijzel en spanmoer)
- 8- tot maximaal 12 tons kraan waarmee span werkzaamheden kunnen worden verricht.

De koppelmof en ankerstaaf worden gemonteerd op het uiteinde van de ankerstaaf van het na te spannen anker. Daarna wordt de hulpankerstoel geplaatst, zodanig dat de hydraulische vijzel parallel aan de ankerstaart wordt gepositioneerd. Met de hydraulische vijzel wordt de kracht op het anker gemeten. Een belangrijke stap is het herijken van de loadcell doormiddel van de hydraulische vijzel. Vervolgens wordt het anker aangespannen.

De volgende stappen worden gevolgd om de ankers na te spannen:

1. Anker in een stap trekken tot 85% (60kN) van de UGT-waarde $F_s;A;d$;
2. Anker vastzetten op 85% (60kN) van de UGT-waarde;
3. (Her)ijken van de loadcell doormiddel van de hydraulische vijzel, noteren van nummer van JLD-Dijkstabilisator, noteren spanning op de loadcell, noteren spanning op geijkte vijzel.
 - Bij overeenkomstige waarde geen actie;
 - Bij afwijkende waarde onderzoek doen naar oorzaak en zo nodig loadcell opnieuw instellen/vervangen/output herijken.
4. Eventueel batterij wisselen van zend-unit en/of gehele unit.

Nadat de naspanactiviteiten zijn uitgevoerd dienen alle activiteiten en meetwaarden in het logboek te worden vastgelegd en overgedragen aan Waternet. Het logboek betreft een aanvulling van bijlage 2 waarbij dient te worden vermeld: datum naspannen, beginwaarde en afspankracht en gegevens herijking loadcell.



Figuur 2 Naspan unit



Figuur 3 Naspan unit

4.3.2 Vervangen beschermingspot

Indien ten gevolge van het naspannen de kopplaat dieper dan 0,70 m minus maaiveld komt te liggen komt er een extra schuifmof over de huidige pot die de hoogte zal vergroten. Dit voorkomt dat de druksensor / loadcell en de naspanbout met -moer te diep onder het maaiveld komen te liggen om te kunnen benaderen en na te spannen. Ter voorbereiding dient de kopplaat te worden vrijgegraven.

De nieuw te plaatsen pot dient waterdicht op de kopplaat te worden bevestigd. De ankerstang hoeft niet te worden verlengd omdat deze zijn oorspronkelijke lengte behoudt. Wel dient er een bus te worden geplaatst om de naspanbout hoger in de pot te kunnen plaatsen, opdat deze bereikbaar is om aan te kunnen draaien na het aanspannen. Deze werkmethode houdt in dat van het betreffende anker de gehele spanning af gaat. Na de werkzaamheden dient het anker opnieuw op spanning te worden gebracht. Het is van belang dat ook hier alle activiteiten en meetwaarden in het logboek (analoog/digitaal) worden vastgelegd en overgedragen aan Waternet.

4.3.3 Vervangen batterij

In deze paragraaf wordt beschreven wanneer en op welk moment de batterij inclusief zendunit dient te worden vervangen en wat de levensverwachting van deze onderdelen is.

De batterijen hebben een berekende levensduur van 10 jaar, uitgaande van 4 metingen per dag en 2 maal verzenden per dag. Het systeem voldoet aan de IP-classificatie IP 67 Stofdicht / Waterdicht.

De batterijstand wordt permanent gemeten en is af te lezen binnen het platform en de App. Het platform geeft een melding wanneer een batterij (bijna) leeg is. Het tijdstip van vervanging wordt bepaald aan de hand van voornoemde meldingen. Bij het vervangen is de keuze om te wachten en alle batterijen tegelijkertijd te vervangen of incidenteel een paar batterijen vervangen. Hiervoor gelden dezelfde aandachtspunten als bij het uitvallen van een sensor. Concrete richtlijnen zijn opgenomen in het beheer en onderhoudsplan [1].

Voor het vervangen van de batterij dient de pot open te worden gemaakt, vooraf dient de graszode te worden verwijderd (zie werkstap beschreven onder paragraaf 4.2.3). Na het vrijmaken van de pot kan de zendunit incl. batterij worden vervangen. Deze werkzaamheden bij voorkeur uitvoeren bij droog weer.

4.3.4 Vervangen druksensor / load cell

In deze paragraaf wordt beschreven wanneer de druksensor /loadcell dient te worden vervangen.

De levensverwachting van dit onderdeel van de JLD-Dijkstabilisator is niet exact te benoemen. Volgens de producent is er bij het huidige gebruik geen vervanging nodig. Bij incidentele uitval van een druksensor is het van belang dat deze vervangen wordt. Voorgesteld wordt om gelijktijdig met de vervanging van de batterij tevens de defecte druksensoren te vervangen.

Bij vervanging van de druksensor / loadcell dient eveneens de pot te worden open gemaakt, vooraf dient de graszode te worden verwijderd zie werkstap beschreven onder paragraaf 4.2.3.

Na het vrijmaken en openen van de pot wordt de spanning van de ankers gehaald door de voorspanbout los te draaien en kan de druksensor / loadcell worden vervangen en worden aangesloten op de nieuw te plaatsen zendunit incl. batterij volgens procedure omschreven in par 4.3.3. Deze werkzaamheden bij voorkeur uitvoeren bij droog weer.

Na de procedure dient de JLD-Dijkstabilisator weer op spanning te worden gebracht.

De volgende werkstappen in acht nemen bij het opnieuw aanspannen van de ankers:

1. Anker in een stap trekken tot 85% (60kN) van de UGT-waarde $F_{s;A;d}$;
2. Anker vastzetten naar 85% (60kN) van de UGT-waarde;
3. (Her)ijken van de loadcell doormiddel van de hydraulische vijzel, noteren van nummer van JLD-Dijkstabilisator, noteren spanning op de loadcell, noteren spanning op geijkte vijzel.
 - Bij overeenkomstige waarde geen actie;
 - Bij afwijkende waarde onderzoek doen naar oorzaak en zo nodig loadcell opnieuw instellen/vervangen/output herijken.

4.4 Nazorg en herstel van de kade

4.4.1 Nazorg na regulier naspanwerkzaamheden

Nadat de ankerstang is aangespannen en de overige onderhoudswerkzaamheden in de beschermput hebben plaats gevonden, kan de put worden afgedicht met het deksel. Dan kan de boven grond weer worden herplaatst. Indien nodig wordt deze aangevuld met teelaarde. De zode wordt indien nodig aangewaterd en plaatselijk doorgezaaid voor een goed herstel en aansluiting met de bestaande grasmat. Indien veel overslag wordt verwacht, dient de plag te worden gekramd. Bij een aanhoudende droge periode na herstel van de grasmat dient er (lokaal) te worden berekend.

4.4.2 Nazorg verlangen pot

Er bestaat een kans dat op deze locaties de grasmat voor het hoogwaterseizoen niet volledig is hersteld. Indien er een risico van overslag van de kade bestaat voordat de grasmat volledig is hersteld en daardoor onvoldoende erosiebestendig is wordt voorgesteld om plaatselijk erosiewerende maatregelen toe te passen. Dit kan zijn een geotextiel verankerd met grondharingen ter plaatse van de ingreep opdat het talud in het winterseizoen niet zal eroderen ten gevolge van overslag. Aan het begin van het daar op volgende groeiseizoen kunnen deze beschermende voorzieningen worden verwijderd waarna de grasmat volledig tot herstel komen.

5 Werkstappen

In onderstaande tabel is een samenvatting van de uit te voeren werkstappen weergegeven:

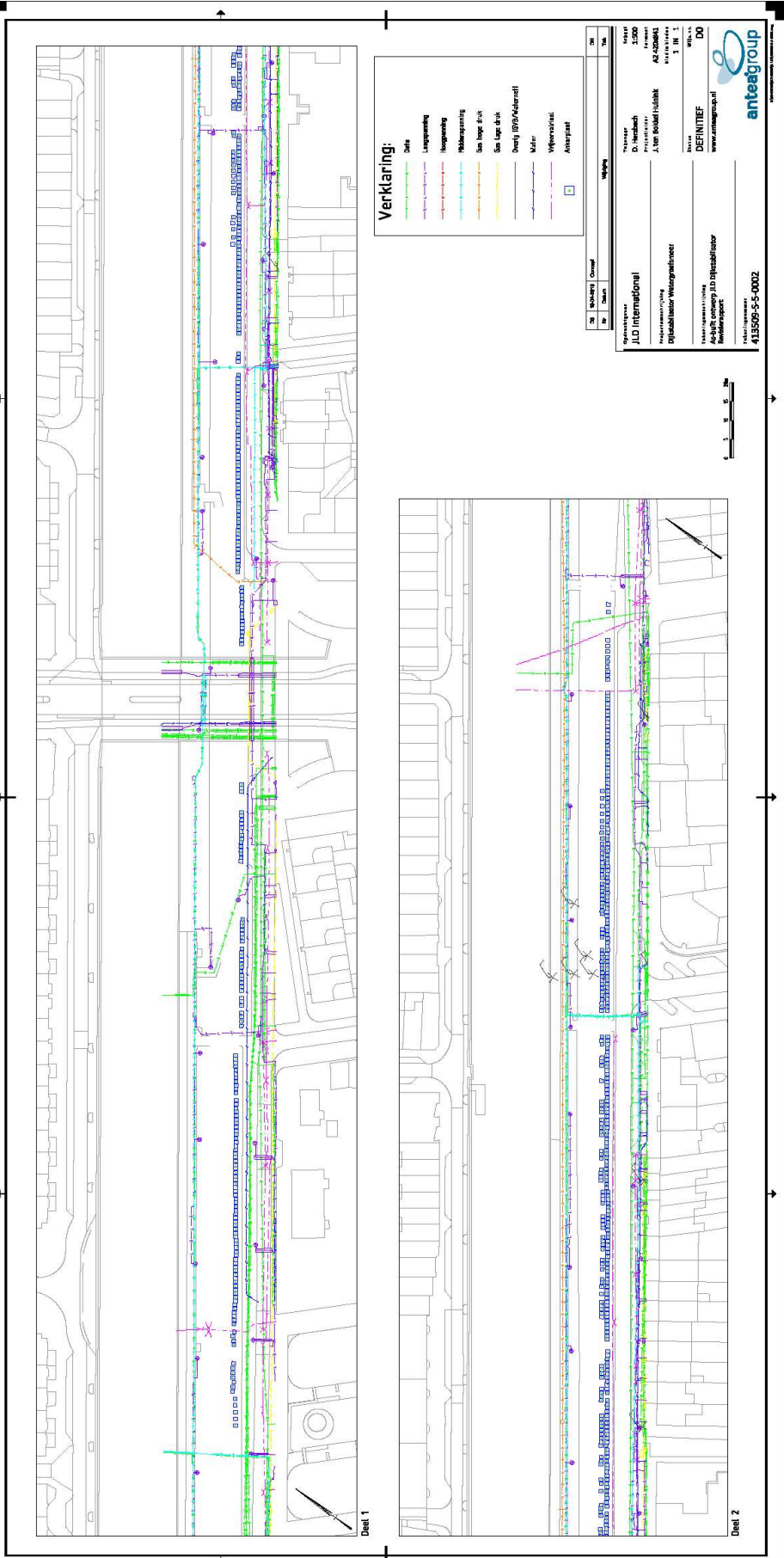
	Omschrijving	door	Periodiek	Incidenteel
1	Vaststellen naspannen ankers vereist	Monitoringsteam WN	Op basis van predictie en monitoring vast te stellen	Calamiteit op basis monitoring
2	Voorbereiding			
2.1	Opstellen BLVC-plan incl. te volgen vergunningprocedure(s)	WN en aannemer	Ja	Waarschijnlijk niet van toepassing
2.2	Uitvoeren acties voortvloeiend uit BLVC-plan	Aannemer	Ja	n.v.t.
2.3	Voorbereidende werkzaamheden: <ul style="list-style-type: none"> • Maaien • Snoeien • Vrijmaken potten kopplaat 	Aannemer	Ja	Ja, afstemmen per situatie
3	Naspannen			
3.1	Regulier naspannen	Aannemer	Ja, 667 st	Ja, afh. per situatie
	Logboek bijhouden	Aannemer – overdracht naar WN	667 st	Afh. per situatie
3.2	Vervangen pot t.g.v. zetting kopplaat	Aannemer	Ja, afh. per situatie	Ja, afh. per situatie
	Logboek bijhouden	Aannemer – overdracht naar WN	Afh. per situatie	Afh. per situatie
3.3	Vervangen batterij/zendunit	Aannemer	Ja, 1x 10 jaar	
3.4	Vervangen druksensor / loadcell	Aannemer	Ja, 1x 10 jaar	
4	Nazorg, herstel kade	Aannemer		
4.1	Terugplaatsen grasmat incl. evt. aanvulling en watergeven	Aannemer	667	Afh. per situatie
4.2	Nazorg na vervangen pot, indien nodig incl. erosie beperkende maatregelen	Aannemer	Afh. per situatie	Afh. per situatie

6 Referenties

- [1] Antea Group, „Beheer en onderhoudsplan JLD Dijkstabilisator,” 2019.
- [2] Antea Group, „Definitief ontwerp JLD-Dijkstabilisator Watergraafsmeer,” 2019.
- [3] Antea group, „As-built ontwerp Pilot JLD-Dijkstabilisator Watergraafsmeer,” 2019.
- [4] Antea Group, „BLVC-uitvoeringsplan Dijkstabilisator Watergraafsmeer,” Capelle aan den IJssel, juli 2018.
- [5] Antea Group, „Pilot dijkstabilisator Watergraafsmeer - Monitoringsplan pilot Watergraafsmeer - werkversie revisie V02,” Capelle aan den IJssel, 18-09-2018.

Voorbeeld

**Bijlage 1 Overzichtstekening locatie JLD-
Dijkstabilisatoren Ringdijk Watergraafsmeer**



Verklaring:

- Date
- Lay-out
- Hoogte
- Waterprofiel
- San. laag dik
- San. laag dun
- Overig (BPM/Ademal)
- Milieu
- Vloerprofiel
- Aanpak

№	Werkzaamheden	Overname	Werkzaamheden	№	Werkzaamheden
1	1	1	1	1	1

Opdrachtgever:
JLD Internationale
 Dijkstabilisator Watergraafmeer
 J. van Rooden 11111111
 42-202843
 1 IN 1
 00

Uitvoerder:
DEFINITIEF
 www.anteagroup.nl
 00

Tekeningnummer: 43369-5-002
 Revisie: 01



Bijlage 2 SRF-JLD

Voorbeeld



Over Antea Group

Van stad tot land, van water tot lucht; de adviseurs en ingenieurs van Antea Group dragen in Nederland sinds jaar en dag bij aan onze leefomgeving. We ontwerpen bruggen en wegen, realiseren woonwijken en waterwerken. Maar we zijn ook betrokken bij thema's zoals milieu, veiligheid, assetmanagement en energie. Onder de naam Oranjewoud groeiden we uit tot een allround en onafhankelijk partner voor bedrijfsleven en overheden. Als Antea Group zetten we deze expertise ook mondiaal in. Door hoogwaardige kennis te combineren met een pragmatische aanpak maken we oplossingen haalbaar én uitvoerbaar. Doelgericht, met oog voor duurzaamheid. Op deze manier anticiperen we op de vragen van vandaag en de oplossingen van de toekomst. Al meer dan 60 jaar.

Contactgegevens

Rivium Westlaan 72
2909 LD CAPELLE A/D IJSSEL
Postbus 8590
3009 AN ROTTERDAM

E. vincent.laracker@anteagroup.com

www.anteagroup.nl

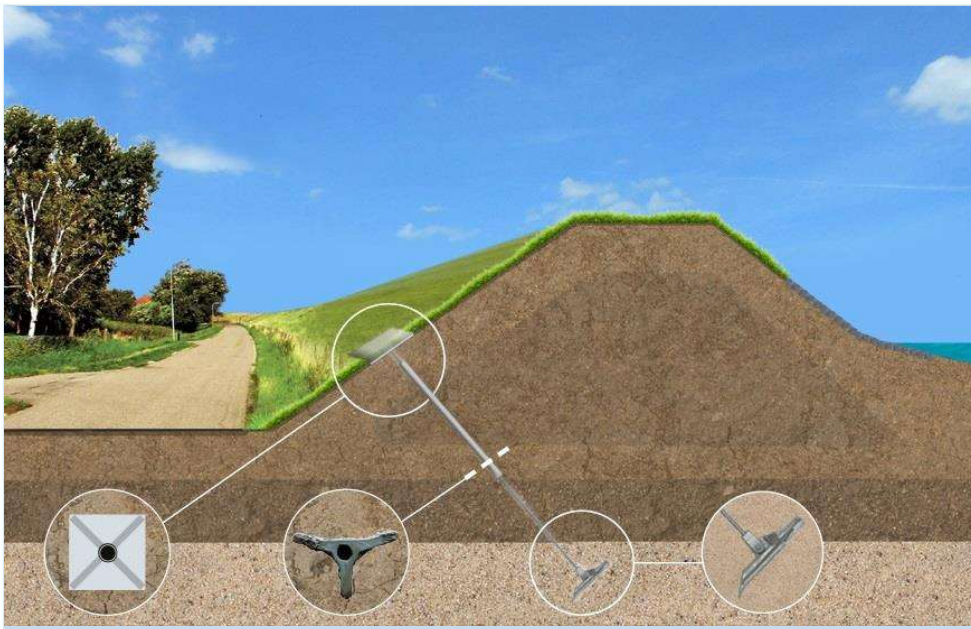
Copyright © 2018

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar worden gemaakt door middel van druk, fotokopie, elektronisch of op welke wijze dan ook, zonder schriftelijke toestemming van de auteurs.

Bijlage 3 Toetsmethode

Bijlage 3 Toetsmethode

Voorbeeld



Pilot JLD-Dijkstabilisator Watergraafsmeer

Onderzoeksvraag 12 - beoordelingsmethode

projectnummer 413509
definitief revisie 01
1 maart 2019

Pilot JLD-Dijkstabilisator Watergraafsmeer

Onderzoeksvraag 12 - beoordelingsmethode

Projectnummer JLD Contracting: 2016001
projectnummer 413509

definitief revisie 01
1 maart 2019

Auteurs

P.J.N.J. Bart
S.T.M. van den Broek

Opdrachtgever

Waternet
Postbus 94370
1090 GJ Amsterdam

datum vrijgave	beschrijving revisie
1-3-2019	Definitief

goedkeuring
P.J.N.J. Bart

vrijgave
V.B. Laracker

Pilot JLD-Dijkstabilisator Watergraafsmeer

Onderzoeksvraag 12 - beoordelingsmethode

Projectnummer JLD Contracting: 2016001
projectnummer Antea Group: 413509

Concept revisie 01
1 maart 2019

Auteurs

P.J.N.J. Bart
S.T.M. van den Broek

Opdrachtgever

Waternet
Postbus 94370
1090 GJ Amsterdam

Voorbeeld

Ingediend CM	Controle	Vrijgegeven PM
Jan Koopman		
Datum:	Datum:	Datum:
Handtekening:	Handtekening:	Handtekening:
ACCEPTATIE		
Datum	Door	Namens

Inhoudsopgave

		Blz.
1	Inleiding	1
1.1	Achtergrond	1
1.2	Voorliggende rapportage	2
1.3	Vraagstelling	3
1.4	Leeswijzer	3
2	Aanpak periodieke beoordelingsmethode	4
2.1	Wijze van beoordelen	4
2.1.1	Eenvoudige toets & benodigde informatie	5
2.1.2	Toets op maat	6
2.1.3	Te beoordelen faalmechanismen	7
3	Benodigde gegevens en monitoring	9
3.1	Benodigde gegevens uit het opleverdossier	9
3.2	Life Cycle Monitoring (LCM) voor de JLD-Dijkstabilisator	11
4	Conclusie	13
5	Bibliografie	14

Voorbeeld

1 Inleiding

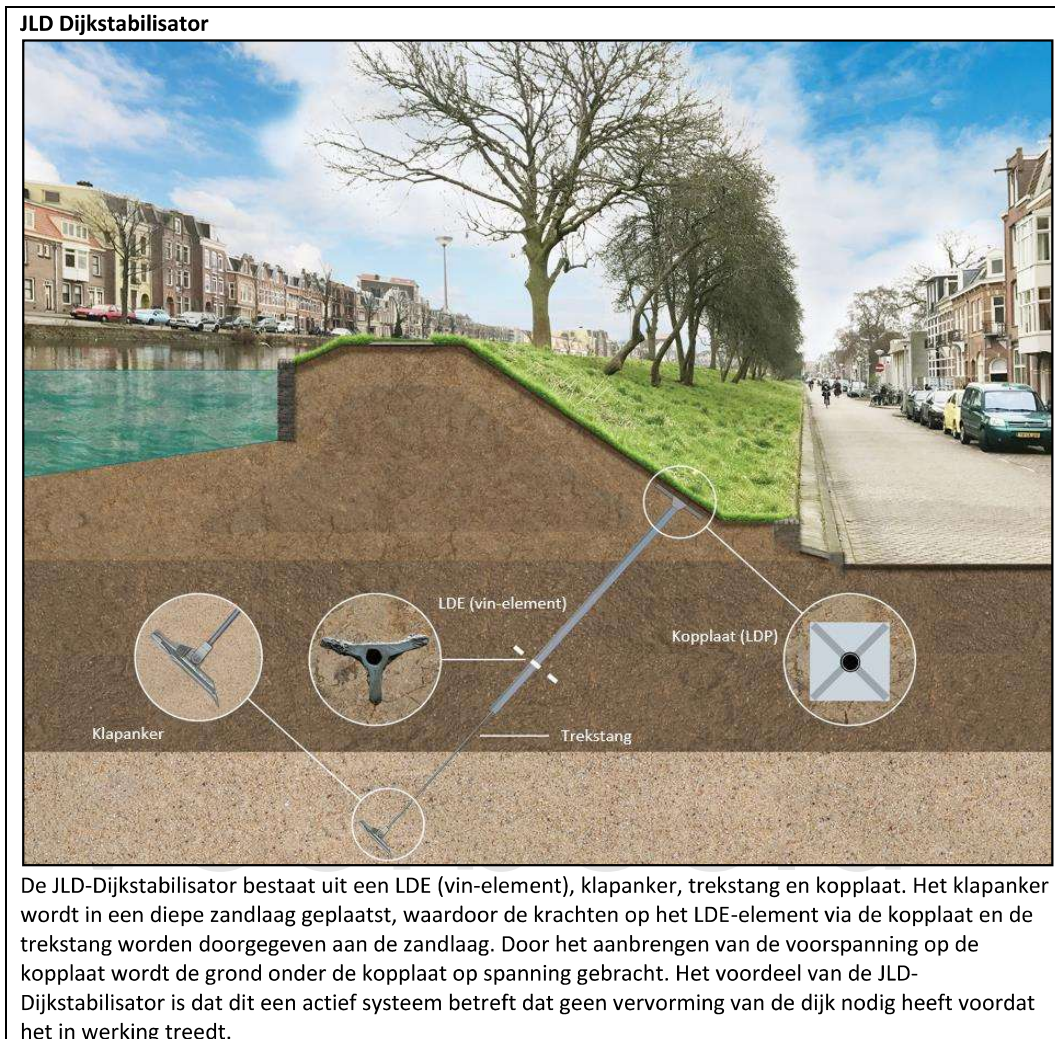
1.1 Achtergrond

De JLD-Dijkstabilisator is een nieuwe dijkversterkingsmethode. Voor de ontwerpbaarheid en aantoonbaarheid van deze methode is een pilotproject in combinatie met praktijkproeven opgezet. De resultaten van het pilotproject en de praktijkproeven hebben als doel de (door)ontwikkeling van deze innovatie en het leveren van afdoende onderbouwing voor een ENW-acceptatie mogelijk te maken.

In een voorgaande fase zijn reeds diverse veldproeven uitgevoerd ten behoeve van de ontwikkeling en onderbouwing van de techniek. Deze veldproeven hebben antwoord gegeven op de meeste vragen rond deze innovatieve techniek maar niet alle vragen zijn hiermee beantwoord. De resterende vragen kunnen worden beantwoord met de resultaten van de pilot en de aanvullende veldproeven. In samenwerking met Waterschap Amstel, Gooi en Vecht is besloten een pilotproject uit te voeren. Als pilotproject is gekozen de versterking van de Ringdijk te Watergraafsmeer in Amsterdam. Daarbij is een team van JLD Contracting, Antea Group en Deltares betrokken.

Na uitvoeren van de veldproeven is op basis van de postdictie een ontwerpmethode opgesteld voor de JLD-Dijkstabilisator. Het onderzoek uitgevoerd in de postdictie en de hierop gebaseerde ontwerpmethoden zijn voorgelegd aan de ENW. De ENW heeft aangegeven dat het onderzoek en de ontwerpmethoden voldoende basis bieden voor verdere ontwikkelingen. Het ENW heeft hierbij wel enkele kennisvragen opgesteld die in de verdere doorontwikkeling beantwoord moeten worden. De kennisvragen van de ENW zijn bij aanvang van het pilotproject in Watergraafsmeer gecombineerd met kennisvragen die specifiek gelden voor de pilotlocatie en de dijkversterking van de Ringdijk. In totaal betreft het negentien onderzoeksvragen die beantwoord moeten worden op basis van de pilot en de aanvullende veldproeven. Een aantal van deze vragen dienen voorafgaand aan het DO van het pilotproject te zijn beantwoord. Voor verder onderzoek en voor de beantwoording van deze onderzoeksvragen worden de volgende proeven en het eerder genoemde pilotproject uitgevoerd en gemonitord:

- Voorspanproeven te Purmerend;
- Interactieproef Veen te Broek in Waterland;
- Pilotproject Ringdijk Watergraafsmeer.



1.2 Voorliggende rapportage

Voorliggend rapport betreft het resultaat van onderzoeksvraag 12. Deze onderzoeksvraag betreft de beoordelingsmethode inclusief te monitoren parameters van een dijk uitgerust met de JLD-Dijkstabilisator.

Hoofddoel van de rapportage betreft het beantwoorden van onderzoeksvraag 12, welke is geformuleerd in de volgende paragraaf. Voor een gedetailleerde beschrijving van de aanpak van de onderzoeksvraag wordt verwezen naar het Plan van Aanpak van onderzoeksvraag 12 [1].

1.3 Vraagstelling

Onderzoeksvraag 12 bevat de volgende hoofdvraag: Hoe dient de JLD-Dijkstabilisator beoordeeld worden gedurende zijn levensduur en welke parameters dienen hiervoor te worden gemonitord?

Het doel van deze onderzoeksvraag is het opstellen van een beoordelingsmethode waarmee waterkeringen die zijn versterkt met de JLD-Dijkstabilisator periodiek te getoetst kunnen worden, zonder dat er een volledige eindige elementen berekening dient te worden gemaakt.

De onderzoeksvraag wordt beantwoord middels de onderstaande deelvragen:

Deelvragen

- Met welke methode kan een waterkering met toegepaste JLD-Dijkstabilisator worden beoordeeld?
- Welke parameters dienen te worden gemonitord om de waterkering met toegepaste JLD-Dijkstabilisator te kunnen beoordelen?

1.4 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 bevat de beoordelingsmethode voor het toetsen van een waterkering met JLD-Dijkstabilisator. Dit hoofdstuk geeft antwoord op de eerste deelvraag. In Hoofdstuk 3 zijn de parameters benoemd die benodigd zijn om de voorgestelde methode uit Hoofdstuk 2 uit te kunnen voeren, wat de tweede deelvraag beantwoordt. In Hoofdstuk 4 is een conclusie benoemd waarin de onderzoeksvraag is beantwoord.

voorbeeld

2 Aanpak periodieke beoordelingsmethode

De eerste deelvraag bevat de vraag hoe een beoordelingsmethode eruitziet waarmee de versterkte dijk met de JLD-Dijkstabilisator getoetst kan worden zonder dat er een volledige herberekening moet worden gemaakt.

Regionale waterkeringen worden beoordeeld conform de 'Leidraad Toetsen op Veiligheid Regionale Waterkeringen' [2]. Deze leidraad bevat geen expliciete handvatten voor het beoordelen van nieuwe technieken.

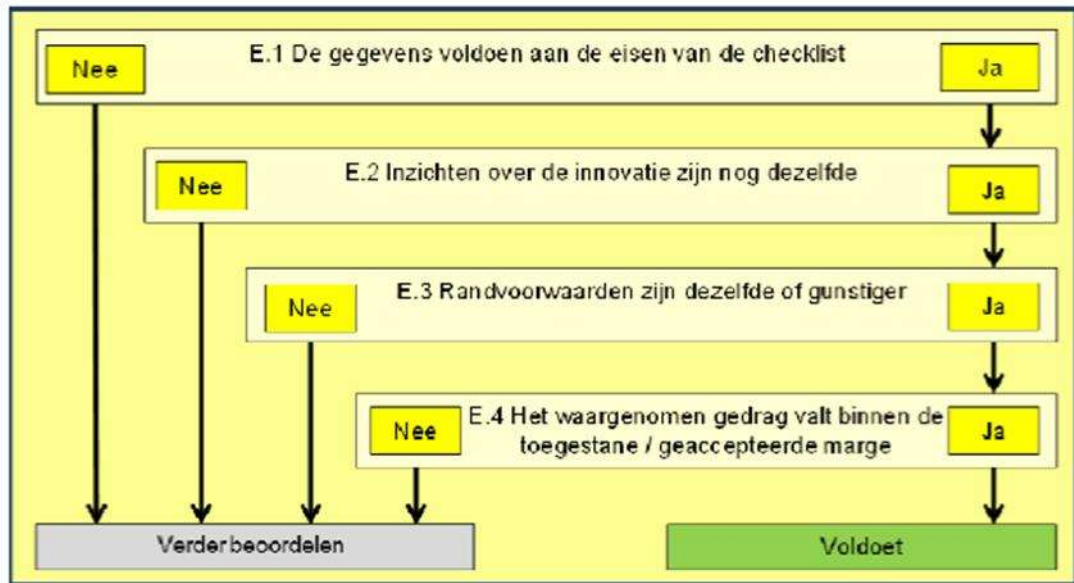
Primaire keringen dienen periodiek beoordeeld te worden zoals vastgelegd in de Waterwet. De wijze van beoordelen is vastgelegd in het Wettelijk Beoordelingsinstrumentarium (WBI). Hierin is wel beschreven hoe de beoordeling van technische innovaties kan worden uitgevoerd. Dit is beschreven in Bijlage III van de wettelijke regeling [3]. Bij de beoordeling van technische innovaties is er een sterke relatie met het ontwerp. Het is daarom belangrijk de ontwerpfase en uitvoeringsfase zodanig in te richten dat toekomstige beoordelingen op basis van de dan beschikbare ontwerp- en revisiegegevens kunnen worden uitgevoerd. In dit hoofdstuk zijn de aspecten beschreven die nodig zijn om een beoordeling conform het WBI uit te kunnen voeren. Deze aspecten zijn gebaseerd op de beoordelingsmethode van primaire waterkeringen, maar zijn evenzeer bruikbaar voor het uitvoeren van een toetsing van regionale waterkeringen waarbij de JLD-Dijkstabilisator is toegepast.

2.1 Wijze van beoordelen

Het WBI kent een specifieke beoordeling voor innovaties: het beoordelingsspoor Technische Innovatie [3]. De beoordeling van technische innovaties bestaat uit een eenvoudige toets of een toets op maat.

2.1.1 Eenvoudige toets & benodigde informatie

Onderstaand is het beoordelingsschema voor de eenvoudige toets voor Technische Innovaties weergegeven.



Figuur 2-1 Beoordelingsschema WBI Technische Innovaties

Stap E.1

Om de beoordeling uit te kunnen voeren met de Eenvoudige toets zijn voldoende gegevens benodigd. Deze zijn in hoofdstuk 3 uitgewerkt voor de JLD-Dijkstabilisator. Op hoofdlijnen betreft dit de volgende gegevens:

- Een volledig opleverdossier met revisiegegevens;
- Monitoring van de voorspanning;
- Monitoring van het vervormingsgedrag rondom de kopplaat van de JLD-Dijkstabilisator.

Deze gegevens dienen voorhanden te zijn bij de beheerder van de waterkering.

Stap E.2

In POV-M publicatie Vernagelingstechnieken staan alle inzichten over de innovatie beschreven. Indien de inzichten over de werking én de berekeningswijze gelijk gebleven zijn kan deze stap met ja beantwoord worden. Afhankelijk van de nieuwe inzichten kan de berekeningswijze eventueel worden aangepast. Deze aanpassing dient duidelijk te worden gerapporteerd en goed onderbouwd te worden (toets op maat).

Stap E.3

Het betreft hier een controle of de maatgevende waterstand, de stijghoogte in de zandlaag of zandlagen en de geometrie niet leiden tot zwaardere belasting op de waterkering en de JLD-Dijkstabilisator.

Stap E.4

Indien de gemeten voorspanning tussen aanleg en het beoordelingsmoment binnen de in het ontwerp bepaalde bandbreedte ligt én de vervorming van de grond rondom de kopplaat en de

waterkering in dezelfde orde grootte ligt als bepaald in het ontwerp kan deze stap met ja worden beantwoord.

Indien bovenstaande stappen met “ja” zijn beantwoord, kan op basis van de gemeten voorspanning geconcludeerd worden of de JLD-Dijkstabilisator voldoende veiligheid levert. Hiervoor dient de voorspanning tussen de in het ontwerp bepaalde onder- en bovengrens te liggen.

2.1.2 Toets op maat

Indien één van de beoordelingsstappen E.1 t/m E.4 met nee beantwoord worden, dan zal een (gedeeltelijke) herberekening noodzakelijk zijn. Welke herberekeningen noodzakelijk zijn, is afhankelijk van de antwoorden op de stappen E.1 t/m E.4:

E.1: gegevens niet op orde

In dit geval zullen de benodigde gegevens verzameld dienen te worden. Indien het (revisie)ontwerp niet te achterhalen is, zal een volledige herberekening noodzakelijk zijn. De overige gegevens zijn aan te vullen door monitoring en/of inspectie.

E.2 inzichten in de innovatie zijn veranderd

Indien de inzichten in de werking van de JLD-Dijkstabilisator veranderd zijn, zal nagegaan moeten worden wat impact hiervan op de veiligheid is. Welke herberekeningen noodzakelijk zijn, is afhankelijk van de veranderde inzichten. Naar alle waarschijnlijkheid is minimaal een herberekening van de gehaalde stabiliteitsfactor en een controle op de optredende snedekrachten noodzakelijk. Mogelijk dienen ook de constructieve onderdelen herberekend te worden of is een controle op de vervormingen over de levensduur noodzakelijk.

E.3: de randvoorwaarden zijn ongunstiger

Indien de maatgevende waterstand beperkt (<0,15 m) hoger wordt dan in het ontwerp én de daardoor optredende verandering in stijghoogte niet leidt tot een oprijfsituatie zal er doorgaans weinig veranderen en kan volstaan worden met een controle op de gehaalde stabiliteitsfactor en de optredende snedekrachten.

Indien de maatgevende waterstand meer dan 0,15 m hoger is dan in het ontwerp is waarschijnlijk een volledige herberekening noodzakelijk. Hetzelfde geldt voor sterkere stijgingen van de stijghoogte(n) of indien de verhoogde stijghoogte tot een oprijfsituatie leidt.

Bij een verandering in geometrie en/of verandering in de grondopbouw achter de dijk dient door een expert ingeschat te worden of en zo ja welke herberekeningen noodzakelijk zijn. Als eerste indicatie kan ook hier eerst de gehaalde stabiliteitsfactor en de optredende snedekrachten berekend worden.

E.4: het waargenomen gedrag valt buiten de toegestane/geaccepteerde marge

Indien het waargenomen gedrag buiten de toegestane marge ligt, dient achterhaald te worden waardoor dit komt en dient in de meeste gevallen een volledige herberekening plaats te vinden.

2.1.3 Te beoordelen faalmechanismen

De JLD-Dijkstabilisator is gericht op de verbetering van de macrostabiliteit binnenwaarts. De JLD-Dijkstabilisator is daarom alleen van invloed op de beoordeling van het faalmechanisme macrostabiliteit binnenwaarts (STBI).

Voor de overige toetssporen gelden de volgende aspecten:

Hoogte

De hoogte kan worden beoordeeld middels het WBI. De JLD-Dijkstabilisatoren hebben geen invloed op de beoordeling van dit toetsspoor.

Piping en heave

De JLD-Dijkstabilisator doorsnijdt het pakket met slecht doorlatende lagen. Daardoor bestaat de mogelijkheid dat tijdens de uitvoering een verbinding tussen de diepe watervoerende lagen en het maaiveld wordt gemaakt. De invloed van de JLD-Dijkstabilisator op de onderdelen opbarsten, piping en heave is echter beperkt ingeschat op grond van de onderstaande redenen:

- Praktijkproeven in een gebied met klei op zand in Purmerend met een continue stijghoogte van 0,5 m boven het maaiveld gaven gedurende een periode van 5 maanden geen opbarsten, geen kwel en geen zandmeevoerende wellen.
- Op de pilotlocatie te Watergraafsmeer is het voorkomen van kwel door het LDE op voorhand al uitgesloten (zie de rapportage van onderzoeksvraag 7 & 11).
- De uitvoering geeft een verstoring van de bodem, t.g.v. het grondverdringend inbrengen van het klapanker en de drijfstang, echter wordt deze verstoring ook weer opgevuld met natuurlijke zwel van de bodem en het grondverdringend inbrengen van het LDE-element. Hierdoor worden er dan ook geen holle ruimtes in een dijklichaam gecreëerd.

Desondanks dient tijdens de ontwerpfase wel een analyse op piping en heave te worden uitgevoerd. Voor het controleren op piping en heave kan het volgende toetscriterium worden toegepast. Achtergrondinformatie hierover is terug te vinden in de rapportage met betrekking tot onderzoeksvraag 7 & 11.

$$\Delta H - 0,3D < 0$$

Hierbij is:

- ΔH Kweldruk / wateroverdruk (= stijghoogte watervoerende laag – hoogte uittredepunt bovenkant LDE) [m]
- D Dikte deklaag [m]

Indien op basis van de analyse piping en heave niet zijn uit te sluiten, kan tijdens de uitvoering preventief een deel van het gat dat gemaakt wordt bij het plaatsten van het klapanker met bijvoorbeeld bentoniet worden gedicht. Bij een goed ontwerp is tijdens de beheerfase piping en heave ten gevolge van het inbrengen van de JLD-Dijkstabilisator niet aan de orde.

Micro-instabiliteit:

Micro-instabiliteit treedt op bij het verzadigen van het binnentalud. Daarbij treden zanddeeltjes uit of wordt een kleidek opgedrukt. Er zijn geen aanwijzingen dat de aanwezigheid van vernageling een ongunstige invloed heeft op dit onderdeel. Het is echter wel plausibel dat de aanwezigheid van een vernagelingstechniek een positieve invloed heeft op de weerstand tegen opdrukken, wanneer de kopplaat op of in de opdrukgevoelige laag zit. Het is conservatief om deze gunstige invloed niet mee te nemen. Wel dient gecontroleerd te worden of de positie van een nagel in het dijklichaam eventueel tot kwel kan leiden. Dit geldt met name indien de nagel dicht bij het buitentalud/de buitenteen ligt of indien een laag met overspannen water doorsneden wordt.

Macrostabieliteit buitentalud:

De JLD-Dijkstabilisator heeft geen effect op dit spoor, de beoordeling kan conform het WBI worden uitgevoerd.

Stabiliteit bekleding:

Omdat de kopplaat van de JLD-Dijkstabilisator onder het maaiveld wordt afgewerkt heeft deze geen invloed op de bekleding op het talud en de kruin. Hierdoor kan de beoordeling van de bekleding (STBK) uitgevoerd worden conform het WBI. Het onderhoud aan de voorspanning van de JLD-Dijkstabilisator kan impact hebben op de erosiebestendigheid van de grasmat op het binnentalud. Indien het onderhoud aan de voorspanning goed wordt uitgevoerd zal deze impact beperkt en tijdelijk zijn. Bij het onderhoud wordt een plag van circa 30 cm boven de naspanbout los gestoken en na het onderhoud weer teruggeplaatst zodat deze alleen rondom weer hoeft vast te groeien. Geadviseerd wordt om voor de beoordeling een visuele inspectie van de grasmat boven de kopplaten uit te voeren om dit te controleren.

Voorbeeld

3 Benodigde gegevens en monitoring

3.1 Benodigde gegevens uit het opleverdossier

1. Ontwerprandvoorwaarden en kwaliteitsborging

Voor het uitvoeren van de beoordeling dienen alle ontwerprandvoorwaarden volledig herleidbaar te zijn. Uit de documentatie moet ook blijken dat de ontwerpuitgangspunten zijn opgesteld conform POVM Publicatie Vernagelingstechnieken [4]. Ook de controle proeven zoals beschreven in deze POVM publicatie dienen te worden uitgevoerd (par. 7.4.3).

2. Uiterste grenstoestand (UGT) waterkeringsveiligheid

De ontwerpberoeeningen zijn gebaseerd op de uiterste grenstoestand van de waterkering. Concreet betekent dit dat het ontwerp gebaseerd is op de UGT voor de wrijving van het LDE-element, de voorspanning, de funderingsberekening kopplaat, de houdkracht van het klapanker en de berekening constructieve onderdelen. Voor vervormingen is de bruikbaarheidsgrenstoestand (BGT) aangehouden.

In het ontwerprapport dient duidelijk te zijn beschreven hoe de UGT is bepaald. De uitgewerkte faalkansenboom met bijbehorende toelichting kan als onderbouwing dienen. Van belang is dat ook de (hydraulische) randvoorwaarden behorend bij de UGT goed zijn vastgelegd.

3. Marges en toleranties aanleg- en inregelphase, vastleggen as-built

Per project worden in de ontwerpfasen de aanlegtoleranties bepaald en gespecificeerd, zie hoofdstuk 5 en hoofdstuk 6 van de POVM Publicatie Vernagelingstechnieken. Voor vernagelingstechnieken dient bij de aanleg per nagel de afwijking te zijn geverifieerd. Dit betreft per locatie de volgende afwijking:

- Plaatsingshoek;
- Lengte JLD-Dijkstabilisator;
- Locatie kopplaat (x,y,z).

Standaard gelden de volgende toleranties voor de aanleg, per project kunnen de toleranties worden geoptimaliseerd.

- Plaatsingshoek: tolerantie maximaal 1,0°;
- lengte JLD-Dijkstabilisator: tolerantie maximaal 100 mm;
- locatie kopplaat: tolerantie maximaal 50 à 100 mm.

Vastgelegd dient te zijn of de uitvoering binnen de gestelde marges en toleranties is uitgevoerd. Dit kan het beste weergegeven worden, op een as-built of controletekening met per nagel de gemeten afwijkingen.

Indien er een deel van de dijkvernageling buiten toleranties is aangelegd, dient herleidbaar te zijn wat het effect hiervan is op de veiligheid en levensduur van de dijkverbetering.

Als de procedure conform hoofdstuk 7.4 van de POVM Publicatie Vernagelingstechnieken [5] is gevolgd dan zijn in dat geval herberekeningen uitgevoerd en beschikbaar in het opleverdossier.

Direct na aanleg is er een periode waarin de kering mogelijk tijdelijk niet voldoet aan de vereiste sterkte. Dit kan bijvoorbeeld veroorzaakt worden doordat wateroverspanningen nog niet volledig gedissipeerd zijn. Aandachtspunten voor deze fase zijn:

- a. De inregelperiode bedraagt maximaal 4 jaar (conform hoofdstuk 6.2 Grondslagen voor hoogwaterbescherming [6]). De overstromingskans mag tijdens deze periode niet lager zijn dan de overstromingskans direct voorgaand aan de versterking.
- b. De voorspanning dient na maximaal 4 jaar tussen de in het ontwerp bepaalde boven en ondergrens te liggen.
- c. Restzettingseisen zijn niet maatgevend voor het ontwerp van de JLD-Dijkstabilisator. Aan de JLD-Dijkstabilisator worden daarom geen separate restzettingseisen gesteld. Hoe in het ontwerp omgegaan wordt met zettingen is beschreven in de hoofdstukken 5 en 6 van de POVM Publicatie Vernagelingstechnieken [5].

4. Marges en tolerantie gebruiksfase

In het ontwerp dienen de marges en toleranties voor de gebruiksfase gedefinieerd te zijn. Dit betreft de volgende marges en toleranties.

- a. Minimaal en maximaal toelaatbare voorspanning.
- b. Vervorming:
 - i. Geen eisen voor maximale vervorming;
 - ii. Bij grote vervorming van dijklichaam of rondom kopplaat dient er een analyse te worden uitgevoerd naar de oorzaak hiervan. Dit is identiek aan beheer van groene dijken.
- c. Veroudering:

Aanbevolen wordt om per beoordelingsronde minimaal twee JLD-Dijkstabilisatoren te verwijderen. Hiervoor kunnen één of meerdere proefvelden langs dijktraject worden ingericht. De locatie van deze extra JLD-Dijkstabilisatoren moet per project worden opgenomen in het beheerplan. Extra JLD-Dijkstabilisatoren kunnen voor dit doel ook in de dijk zelf worden geplaatst. Bij verwijderen kunnen er echter beschadigingen ontstaan of kunnen er holle ruimtes achterblijven. Dit wordt daarom afgeraden.

Getrokken JLD-Dijkstabilisatoren kunnen visueel gecontroleerd worden. De actuele sterkte kan bepaald worden door het uitvoeren van sterkteproeven op de kopplaat, het LDE en de trekstang in een laboratorium. Tijdens het verwijderen kunnen een aantal eigenschappen worden gemeten, zoals

- benodigde trekkracht tot bezwijken;
- vervorming (positie ankerstang);
- deformatiemeting dijklichaam.

3.2 Life Cycle Monitoring (LCM) voor de JLD-Dijkstabilisator

In de onderstaande tabel is de monitoringsbehoefte voor de JLD-Dijkstabilisator weergegeven.

Tabel 3-1 Overzicht monitoringsbehoefte per fase

Fase	Type monitoring	
Beheerfase & Afkeurfase	Waterspanningen	Ter controle ontwerpcondities. Specifiek belangrijk voor: <ul style="list-style-type: none">• Houdkracht nagel en klapanker• Fundering kopplaat
	Vervormingen	Ter controle vervormingspredicties ontwerp
	Voorspanning	Ter controle minimaal benodigde voorspanning en interventiewaarden voor opnieuw aanspannen

Bij deze monitoring dient een beheerplan met monitoringsplan beschikbaar te zijn. Hierin dienen in ieder geval de volgende aspecten aan bod te komen:

Gegevens over de monitoring:

- Locaties van de monitoring;
- Type, nauwkeurigheid en vervangbaarheid van de monitoring;
- Robuustheid tegen schade (bv. water, vorst, veenzuren);
- Benodigd onderhoud aan de monitoring.

Gegevens over de verkregen informatie voor het beheer:

- Interventiewaarden, beheermaatregel en beheermaterieel;
- Extreme hoge waarden, waarbij risico's bestaan om constructief falen en beheer onverantwoord is.

Gegevens over het data- en informatiebeheer:

- Huidig databeheer van de waterkeringsbeheerder, format, locatie, e.d.;
- Hoe wordt de data omgezet in informatie?;
- Toekomstige dataopslag. Het is reëel om te denken dat in een periode van 100-jaar er diverse technologische ontwikkelingen plaatsvinden. Aandacht dient te zijn voor de omgang daarmee.

De werking van de JLD-Dijkstabilisator kan real-time worden gevolgd aan de hand van de voorspanning. De voorspanning zal derhalve ook gemonitord moeten worden. Hierbij spelen twee aspecten een rol. Het eerste is het inplannen van het eerst volgende beheermoment van de voorspanning voor de JLD-Dijkstabilisator. Het tweede is het meten van het gedrag van de JLD-Dijkstabilisator en van de dijk tijdens hoogwater situaties. Het eerste kan met een relatief lage meetintensiteit en een grote reactie tijd. Het tweede behoeft een hogere meetintensiteit en een korte reactie tijd. Om echt inzicht te krijgen in het gedrag van de dijk bij hoogwater, is het noodzakelijk om ook andere zaken te meten, zoals waterspanningen en grondwaterstanden.

Hier onder is de LCM met betrekking tot de voorspanning van de JLD-Dijkstabilisator langs de vijf hoofdcriteria van de Handreiking LCM gelegd. Er kan op alle criteria het hoogst haalbare monitoringsniveau behaald worden.

Tabel 3-2 Beschrijving monitoring voorspanning op basis van de 5 hoofdcriteria LCM

Criteria	benodigdheden ten behoeve van: Beheermoment voorspanning bepalen	Benodigdheden ten behoeve van: Gedrag dijk en JLD-Dijkstabilisator tijdens hoogwater
Informatie behoefte dijkveiligheid	Minimaal 20% van de dijkstabilisatoren	Minimaal 10 per 500 m, inclusief redundantie minimaal 20 per 500 m. Geeft vervormingen van de dijk als nuttige bijvangst.
	Bij een ontwerp wordt ook rekening gehouden met toekomstige ontwikkelingen/versterkingen. Het verdient aanbeveling om daar bij de opzet van de LCM rekening mee te houden (bijvoorbeeld uitbreidbaarheid van de monitoring).	
Parameters en faalindicatoren	Afname van de voorspanning tot een kritische waarde.	Verandering van de spanning tijdens een hoogwaterperiode. Controle op eventuele overschrijding van de maximaal toelaatbare voorspanning. Duidt op gevoelige plekken. Kansen om monitoring te combineren met andere informatie (waterspanningen, peilbuizen, buitenwaterstanden, neerslag, temperatuur, dag-nacht cyclus)
	Interventiewaarden van de voorspanning vastleggen in monitoringsplan. Sensor kiezen die het meetbereik tussen minimaal benodigde en maximaal toelaatbare voorspanning aan kan. Met het bepalen van de interventiewaarden rekening houden met de nauwkeurigheid van de sensor.	
Tijdsaspecten	Lage meetfrequentie (bijvoorbeeld 1x per week of maand) en lange responstijd (circa 1 maand)	Hoge meetfrequentie (Bijvoorbeeld 1x per uur) en beperkte responstijd (uren)
	De meetfrequentie van de sensor is op afstand aanpasbaar, daardoor kan bij een hoogwatersituatie met minimale inspanning een hogere meetfrequentie worden aangehouden dan bij een dagelijkse situatie. De meetperiode is in principe de gehele levensduur van de dijk(stabilisator).	
Betrouwbaarheid sensordata	Rondom aanleg sensoren verifiëren. Sensoren geleverd onder certificaat. Bij aanleg redundantie qua sensoren aanbrengen. In principe bij onderhoud voorspanning defecte sensoren vervangen. Bij onderhoud voorspanning ook overige sensoren verifiëren met de nieuw aangebrachte voorspanning.	
Gebruikswaarde dijk informatie	Informatie geeft inzicht in: <ul style="list-style-type: none"> de beheermomenten van de voorspanning informatie ten behoeve van de beoordeling en de zorgplicht handelingsperspectieven tijdens hoogwater en levert input aan calamiteitenplan Opstellen monitoringsplan, beheerplan en dataplatform in samenspraak met beheerder en specialist op het gebied van waterkeringen.	

Er kan geoptimaliseerd worden in de beheerkosten door meer JLD-Dijkstabilisatoren te monitoren op voorspanning. Indien elke JLD-Dijkstabilisator wordt gemonitord, is exact aan te geven waar bijzonder onderhoud nodig is. Indien 1 op de 5 stabilisatoren wordt gemonitord, dienen er in het bijzonder onderhoud bij geconstateerde afwijking van de voorspanning 10 stabilisatoren te worden gecontroleerd.

4 Conclusie

Met behulp van de resultaten van de behandelde deelvragen in hoofdstuk 3 en 4 kan Onderzoeksvraag 12: *'Opstellen beoordelingsmethode inclusief te monitoren parameters gedurende levensduur'* beantwoord worden.

De beoordelingsmethode van de JLD-Dijkstabilisator is gemaakt op basis van de beoordelingsmethode van technische innovaties conform het WBI 2018. Deze methode uit het WBI is ontwikkeld voor primaire waterkeringen, maar de behandelde stappen en parameters zijn evenzeer relevant voor het uitvoeren van een toetsing van regionale waterkeringen waarbij een de JLD-Dijkstabilisator is toegepast.

De beoordeling van de JLD-Dijkstabilisator bestaat uit een eenvoudige toets en eventueel een toets op maat. In eerste instantie wordt een eenvoudige toets uitgevoerd. Er komt er geen positief oordeel uit de eenvoudige toets als er niet voldoende gegevens beschikbaar zijn om de eenvoudige beoordeling uit te voeren, en/of er zijn nieuwe inzichten met betrekking tot de technische innovatie en/of de hydraulische randvoorwaarden zijn ongunstiger geworden. Er kan een toets op maat uitgevoerd te worden bij een onvoldoende beoordeling op basis van de eenvoudige beoordeling. Deze toets op maat zal in veel gevallen neerkomen op een gedeeltelijke of volledige herberekening van het ontwerp. Hiervoor zijn handvatten gegeven in de toets op maat, zie paragraaf 2.1.2.

Om deze beoordelingen succesvol uit te kunnen voeren dienen verschillende parameters gemonitord te worden, zowel tijdens de aanlegfase als tijdens de beheerfase. Tijdens alle fases dienen (incidenteel) de waterspanningen in de dijk en de vervormingen van zowel de kopplaat als het maaiveld van de dijk worden gemeten. Daarnaast dienen vanaf de uitvoering ('continu') de voorspanning van de JLD-Dijkstabilisator te worden gemeten. In hoofdstuk 4 zijn handvatten voor de monitoring gegeven. Tevens dient een beheerplan met een monitoringsplan voor de beheerfase aanwezig te zijn.

5 Bibliografie

- [1] Antea Group, „181107-04313509-PvA_ onderzoeksvraag_12_DEF_V03,” 2018.
- [2] STOWA, „Leidraad toetsen op veiligheid regionale waterkeringen,” Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer, Amersfoort, 2015.
- [3] Rijkswaterstaat, Ministerie van Verkeer en Milieu, „Regeling veiligheid primaire waterkeringen 2017. Bijlage III Sterkte en veiligheid,” december 2016.
- [4] POV Macro-Stabiliteit, „Publicatie Vernagelingstechnieken,” 2018.
- [5] Antea Group, „POV-M Publicatie Vernagelingstechnieken,” 2019.
- [6] Expertisenetwerk Waterveiligheid (ENW), „Grondslagen voor hoogwaterbescherming,” november 2017.
- [7] POV Macrostabiliteit, „POVM Rekentechnieken, EEM toepassing binnen het ontwerp,” 2018.

Voorbeeld

Over Antea Group

Van stad tot land, van water tot lucht; de adviseurs en ingenieurs van Antea Group dragen in Nederland sinds jaar en dag bij aan onze leefomgeving. We ontwerpen bruggen en wegen, realiseren woonwijken en waterwerken. Maar we zijn ook betrokken bij thema's zoals milieu, veiligheid, assetmanagement en energie. Onder de naam Oranjewoud groeiden we uit tot een allround en onafhankelijk partner voor bedrijfsleven en overheden. Als Antea Group zetten we deze expertise ook mondiaal in. Door hoogwaardige kennis te combineren met een pragmatische aanpak maken we oplossingen haalbaar én uitvoerbaar. Doelgericht, met oog voor duurzaamheid. Op deze manier anticiperen we op de vragen van vandaag en de oplossingen van de toekomst. Al meer dan 60 jaar.

Contactgegevens

Antea Group
Rivium Westlaan 72
2909 LD CAPELLE A/D IJSSEL
Postbus 8590
3009 AN ROTTERDAM

E. www.anteagroup.nl

JLD Contracting BV
Wieder 23
1648 GA DE GOORN
Postbus 144
1135 ZK EDAM

E. www.JLDcontracting.com

Copyright © 2018

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar worden gemaakt door middel van druk, fotokopie, elektronisch of op welke wijze dan ook, zonder schriftelijke toestemming van de auteurs.

Bijlage 4 Handvatten voor vergunningverlening

Bijlage 4 Handvatten voor vergunningverlening

Voorbeeld

Memo

memonummer
datum 27 mei 2019
aan Waternet
van Antea Group
kopie
project Pilot dijkstabilisator Watergraafsmeer
projectnr. 0413509.00
betreft handleiding vergunningverlening rondom toegepaste JLD-Dijkstabilisatoren in de Ringdijk

Deze handleiding is geschreven ten behoeve van de vergunningverlening rondom de Ringdijk waar JLD-Dijkstabilisatoren toegepast zijn. De JLD-Dijkstabilisator wordt gekenmerkt als een bijzondere constructie in de dijk. Indien men werkzaamheden gaat verrichten in de beschermingszone van de Ringdijk zijn bepaalde eisen van toepassing die getoetst worden bij de vergunningverlening. Bij een vergunningaanvraag dient altijd een specialist waterkeringen geraadpleegd te worden. In de handleiding is beschreven hoe om te gaan met de volgende aspecten:

1. Ontgraven en ophogen nabij de dijk
2. Gestuurd boren
3. Heien van palen
4. Kabels en leidingen
5. Grond onderzoek zoals sonderen
6. Beplanting

Ten eerste wordt de JLD-Dijkstabilisator toegelicht, waarna de bovenstaande gesommeerde punten aan bod komen.

JLD-Dijkstabilisator

De JLD-Dijkstabilisator bestaat uit een LDE (vinelement), klapanker, trekstang, kopplaatbout en kopplaat. Het klapanker is tot in een diepe zandlaag geplaatst, waardoor de JLD-Dijkstabilisator kracht ontleent aan verschillende grondlagen. Door het aanbrengen van de voorspanning op de kopplaat wordt het maaiveld onder spanning gezet, terwijl de JLD-Dijkstabilisator via de trekstang en het klapanker kracht ontleent aan de diepe ondergrond. De kopplaat speelt een essentiële rol in de overbrenging van de krachten naar de ondergrond. Het voordeel van de JLD-Dijkstabilisator is dat dit een actief systeem betreft dat geen vervorming van de dijk nodig heeft voordat het in werking treedt. Een visualisatie van de JLD-Dijkstabilisator is opgenomen in Figuur 1.

Ontgraven en ophogen nabij de dijk

Indien een ontgraving of ophoging plaats gaat vinden dient men rekening te houden met de locatie van de JLD-Dijkstabilisatoren. Hierbij is het van belang dat er geen ontgraving plaatsvindt onder de kopplaat van de JLD-Dijkstabilisator, anders neem de voorspanning af. Indien een ophoging (kadeverbetering) uitgevoerd wordt aan de Ringdijk, dient de voorspanning gecontroleerd te worden van de JLD-Dijkstabilisator. Indien nodig moet de voorspanning aangepast worden, wat eenvoudig uitvoerbaar is.

Indien een ophoging wordt uitgevoerd moet rekening gehouden worden met de bereikbaarheid van de kopplaten. Deze dienen tijdens de gehele levensduur van de JLD-Dijkstabilisator bereikbaar te zijn voor het aanspannen van de JLD-Dijkstabilisator. Daarnaast moest de sensor bij de kopplaatbout, de load sensor, ook bereikbaar blijven. Daartoe mag er geen ophoging nabij de kopplaten plaatsvinden. Het herstellen van het talud is toegestaan op basis van de handvatten in het beheer- en onderhoudsplan.



Figuur 1: visualisatie JLD-Dijkstabilisator in de Ringdijk

Gestuurd boren

Effecten (beschadigingen, zakkings) ten gevolge van gestuurde boringen dienen voorkomen te worden bij de JLD-Dijkstabilisator. Extra zakkings hebben invloed op de voorspanning van de JLD-Dijkstabilisator. Indien een gestuurde boring plaatsvindt, dient een minimale afstand tot de JLD-Dijkstabilisator aangehouden te worden. De boorkop van een gestuurde boring mag de JLD-Dijkstabilisator niet nadelig beïnvloeden en daarom mag deze niet door de invloedzone van de JLD-Dijkstabilisator heen gaan. Voor de minimale afstand wordt verwezen naar het volgende aspect: heien van palen.

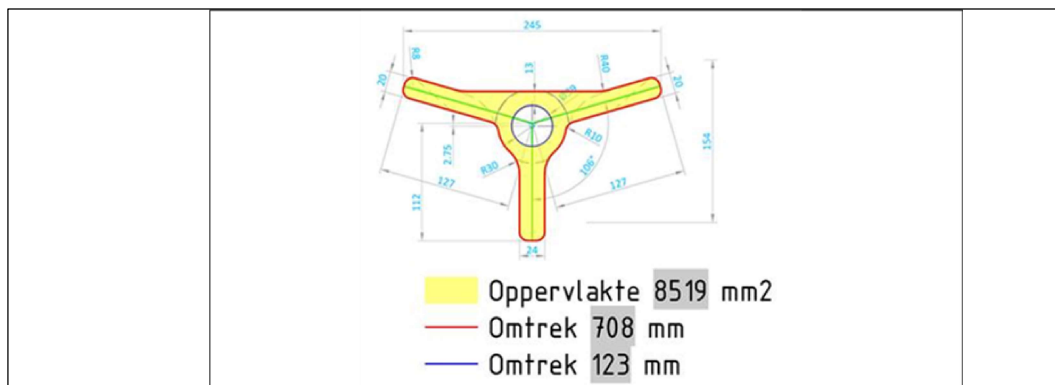
Heien van palen

Langs de trekstang van de JLD-Dijkstabilisator is een invloedzone aanwezig. De zone strekt zich uit van de kopplaat tot voorbij het klapanker. Rondom een funderingspaal is eveneens een invloedzone aanwezig. De invloedzones van beide systemen mogen elkaar niet raken. De minimale afstand dient te worden bepaald volgens de regels in de CUR166.

Voor trekpalen reikt de invloed van verdringing op het poriënvolume niet verder dan circa 6 maal de equivalente diameter van de paal (CUR, juni 2001). De JLD-Dijkstabilisator bevat een trekstang. Over de trekstang is een LDE-element bevestigd. De dimensies van het LDE element zijn 24,5 centimeter breed en 15,4 centimeter hoog. De equivalente diameter is 25 cm; De invloedzone van een LDE is daarmee 1,5 meter. De afmetingen van het LDE-element zijn weergegeven in Figuur 2.

memonummer:

betreft: handleiding vergunningverlening rondom toegepaste JLD-Dijkstabilisatoren in de Ringdijk



Figuur 2: Doorsnede LDE met dimensies

De JLD-Dijkstabilisator is om de meter geplaatst. Dit betekent dat het niet toegestaan is om tussen de JLD-Dijkstabilisatoren palen te heien.

Kabels en leidingen

De kopplaten van de JLD-Dijkstabilisator dienen goed bereikbaar te blijven om de voorspanning te controleren en aan te passen. Tijdens het aanpassen van de voorspanning wordt het maaiveld weggegraven ter plaatse van de kopplaatbout. Nieuwe kabels en leidingen kunnen om deze reden niet nabij de kopplaten aangebracht worden. Er dient een afstand van minimaal 4 meter aangehouden te worden.

Indien waterleidingen of gasleidingen onder druk aangelegd worden bij de JLD-Dijkstabilisator dient de verstoringzone van de leiding meegenomen te worden in de toetsing of de leidingen invloed hebben op de JLD-Dijkstabilisator. Indien een leidingbreuk optreedt, dan mag de verstoringzone de werking van de JLD-Dijkstabilisator niet negatief beïnvloeden. Dit kan voorkomen worden door de leiding op voldoende afstand van de JLD-Dijkstabilisator aan te leggen. De afstand wordt bepaald door de verstoringzone. De afmetingen van de verstoringzone wordt onder meer beschreven in het VTV2006 en in bijlage A van NEN3651 (Nederlandse Normcommissie 310 004 'Transportleidingen', juni 2012).

Grondonderzoek

Voor het ontwerp van de JLD-Dijkstabilisatoren is uitgebreid grondonderzoek uitgevoerd in de Ringdijk. Dit betreft, sonderingen, boringen en laboratoriumonderzoek. Aan de hand hiervan is voldoende informatie bekend van de Ringdijk en is meer grondonderzoek niet benodigd.

Indien blijkt dat toch grondonderzoek benodigd is naast de gegevens die al bekend zijn, dan dienen de locaties van het grondonderzoek buiten de zone waarin de JLD-Dijkstabilisator aanwezig is te liggen. Het risico is namelijk aanwezig dat de sondeerconus op een JLD-Dijkstabilisator stuit. Hetzelfde geldt voor het uitvoeren van boringen.

Beplanting

Het is niet toegestaan om beplanting rondom de kopplaten van de JLD-Dijkstabilisator aan te brengen. De reden hiervoor is dat de kopplaten te allen tijde bereikbaar moeten zijn voor het aanpassen van de voorspanning van de JLD-Dijkstabilisator. Het is mogelijk om beplanting aan te brengen hoger op het talud van de dijk, echter wortelvorming mag de JLD-Dijkstabilisator niet nadelig beïnvloeden. Vanuit geotechnisch oogpunt dienen geen bomen en beplanting geplaatst te worden op de Ringdijk. Dit voorkomt in de toekomst stabiliteitsproblemen. Tevens blijven de kopplaten van de JLD-Dijkstabilisator op deze manier goed toegankelijk.

Wanneer een dijkstabilisator buiten de kroonprojectie (10 maal de diameter van de stam) wordt geplaatst zal de wortelschade minimaal zijn. Hiervoor dient wel de te verwachte diameter van de stam gehanteerd te worden indien nieuwe beplanting wordt aangebracht.

**Bijlage 5 Protocol jaarlijkse inspectie middels
platform**

Bijlage 5 Protocol jaarlijkse inspectie middels platform

1. Controleer gemiddelde voorspanning d.m.v. overzichtskaart in het platform.
2. Controleer of er stabilisatoren zijn uitgevallen en of per glijvlak minimaal 50 % van de stabilisatoren de voorspanning doorgeeft (een waarde in het platform geeft).
3. Controleer of er conform tabel 3 uit paragraaf 5.2 acties nodig zijn.

Voorbeeld

**Bijlage 6 Contract Facilityapps t.b.v.
monitoringsplatform**

Bijlage 6 Contract Facilityapps t.b.v. monitoringsplatform

Voorbeeld

Bijlage 7 materiaallijst

Bijlage 7 Materiaallijst

Onderwerp	Materiaal
Naspannen	Testkit (standaard) bestaande uit hydraulische vijzel (binnendiameter ca. 25mm), pomp, slangenset en manometer
	Aggregaat
	Oplengbus voor de vijzel
	Verlengstaaf voor in en boven de oplengbus
	GPS stok met daarin de juiste coördinaten
	Kraan met opzetstuk om de gaten te prikken
	Nodes voor het geval de oude stuk zijn
	Loadcellen voor het geval de oude stuk is
	Handlezer voor uitlezen loadcellen. TR-150

Voorbeeld

Over Antea Group

Antea Group is het thuis van 1500 trotse ingenieurs en adviseurs. Samen bouwen wij elke dag aan een veilige, gezonde en toekomstbestendige leefomgeving. Je vindt bij ons de allerbeste vakspecialisten van Nederland, maar ook innovatieve oplossingen op het gebied van data, sensing en IT. Hiermee dragen wij bij aan de ontwikkeling van infra, woonwijken of waterwerken. Maar ook aan vraagstukken rondom klimaatadaptatie, energietransitie en de vervangingsopgave. Van onderzoek tot ontwerp, van realisatie tot beheer: voor elke opgave brengen wij de juiste kennis aan tafel. Wij denken kritisch mee en altijd vanuit de mindset om samen voor het beste resultaat te gaan. Op deze manier anticiperen wij op de vragen van vandaag en de oplossingen voor morgen. Al 70 jaar.

Contactgegevens

Antea Group

Rivium Westlaan 72
2909 LD CAPELLE A/D IJSSEL
Postbus 8590
3009 AN ROTTERDAM

E. www.anteagroup.nl

JLD Contracting BV

Wieder 23
1648 GA DE GOORN
Postbus 144
1135 ZK EDAM

E. www.JLDcontracting.com

Copyright © 2018

Niets uit deze uitgave mag worden
verveelvoudigd en/of openbaar worden
gemaakt door middel van druk, fotokopie,
elektronisch of op welke wijze dan ook,
zonder schriftelijke toestemming van de
auteurs.