

Pilot JLD-Dijkstabilisator Watergraafsmeer

Onderzoeksvraag 10

Inpasbaarheid JLD-Dijkstabilisator in
waterkering

projectnummer 413509
definitief revisie 01
1 maart 2019

Inhoudsopgave

		Blz.
1	Inleiding	1
1.1	Achtergrond	1
1.2	Voorliggende rapportage	2
1.3	Probleemstelling	3
1.4	Leeswijzer	3
2	Aanpak	4
3	Randvoorwaarden en uitgangspunten	5
3.1	Karakteristieke dwarsprofielen	5
3.2	Uitgangspunten	6
4	Resultaat deelvragen	8
4.1	Deelvraag 1: risico onderlinge beïnvloeding	8
4.2	Deelvraag 2: maatregelen bij te groot risico	8
4.3	Deelvraag 3: minimaal benodigde afstand	8
5	Conclusie	13
6	Verwijzingen	14

Bijlage 1 Methode Koppejan

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

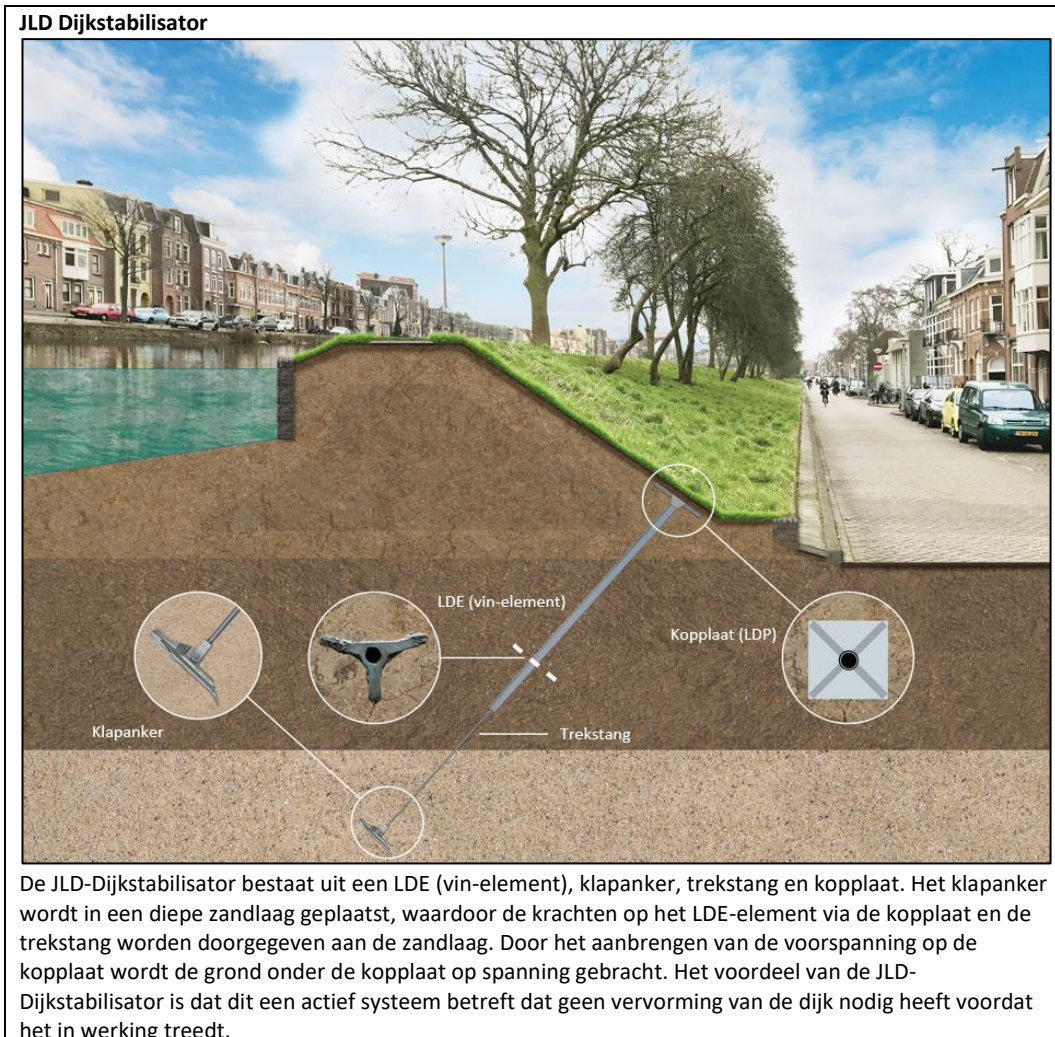
De JLD-Dijkstabilisator is een nieuwe dijkversterkingsmethode. Voor de ontwerpbaarheid en aantoonbaarheid van deze methode is een pilotproject in combinatie met praktijkproeven opgezet. De resultaten van het pilotproject en de praktijkproeven hebben als doel de (door)ontwikkeling van deze innovatie en 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.

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.

In samenwerking met Waterschap Amstel, Gooi en Vecht is besloten een pilotproject uit te voeren. Als pilotproject is gekozen voor de dijkversterking van de Ringdijk te Watergraafsmeer in Amsterdam. Daarbij is een team van JLD Contracting, Antea Group en Deltares betrokken. De kennisvragen van 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 het totaal betreft het negentien onderzoeksvragen die beantwoord worden op basis van het pilot project en aanvullende veldproeven. Voor verder onderzoek en voor de beantwoording van de 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 10. De onderzoeksvraag behandelt de inpasbaarheid van de keermuur en de beïnvloeding van de JLD-Dijkstabilisator op de palen van de keermuur.

Hoofddoel betreft het beantwoorden van onderzoeksvraag 10, welke is geformuleerd in de volgende paragraaf.

1.3 Probleemstelling

Onderzoeksvraag 10 bevat de volgende hoofdvraag:

- Hoe kan de JLD-Dijkstabilisator ingepast worden in de waterkering van de Ringdijk Watergraafsmeer waarbij er geen functieverlies optreedt voor de aanwezige palen van de keermuur, die aan de buitenzijde van de waterkering is gesitueerd?

De hoofdvraag is beantwoordt door middel van drie deelvragen:

1. Wat is het risico van onderlinge beïnvloeding tussen de JLD-Dijkstabilisatoren en de palen van de keermuur?
2. Welke maatregelen zijn mogelijk bij een te groot risico, op de plek van de palen van de keermuur? Hierbij wordt gedacht aan de aanpassing van de plaatsingshoek en/of de aanpassing van het stramien.
3. Wat is de minimaal benodigde afstand tussen de JLD-Dijkstabilisatoren en de aanwezige palen van de keermuur?

1.4 Leeswijzer

In hoofdstuk 3 zijn de randvoorwaarden en uitgangspunten beschreven. In hoofdstuk 4 zijn de deelvragen beantwoordt. In hoofdstuk 5 is de hoofdvraag beantwoord, dit vormt ook de conclusie van het voorliggende rapport. Ten slotte zijn er verschillende bijlagen toegevoegd.

2 Aanpak

In deze paragraaf is beschreven hoe de onderzoeksvraag is beantwoordt.

De volgende stappen zijn ondernomen om tot beantwoording van de onderzoeksvraag te komen. Allereerst zijn de risico's bepaald met betrekking tot de wederzijdse beïnvloeding van de JLD-Dijkstabilisator en de palen van de keermuur. Ten tweede zijn de maatregelen beschreven hoe deze risico's beheerst kunnen worden. Ten derde is de minimaal benodigde ruimte tussen beiden beschreven en is de beschikbare ruimte gevisualiseerd.

Het Definitief Ontwerp (DO) van de dijkversterking Watergraafsmeer met de JLD-Dijkstabilisator is samen met de aanwezige palen onder de keermuur gedetailleerd op tekening uitgewerkt. Hiermee is de afstand bepaald tussen de elementen van de JLD-Dijkstabilisator en de palen onder de keermuur.

De exacte diepteligging en locatie van de palen onder de keermuur zijn niet bekend. Om deze reden is een conservatieve aanname verricht dat de palen tot op dezelfde diepte reiken als de JLD-Dijkstabilisator onder de keermuur. De beschikbare vrije ruimte tussen palen en JLD-Dijkstabilisator is gevisualiseerd voor meerdere plaatsingshoeken. Wanneer het risico op onderlinge beïnvloeding te groot is dan is de plaatsingshoek van de JLD-Dijkstabilisator aangepast, mits dit mogelijk is binnen de beschikbare werkruimte. Daarmee is tevens het ontwerp van de JLD-Dijkstabilisator aangepast.

3 Randvoorwaarden en uitgangspunten

In dit hoofdstuk zijn de randvoorwaarden en uitgangspunten opgenomen om de deelvragen en de hoofdvraag te beantwoorden.

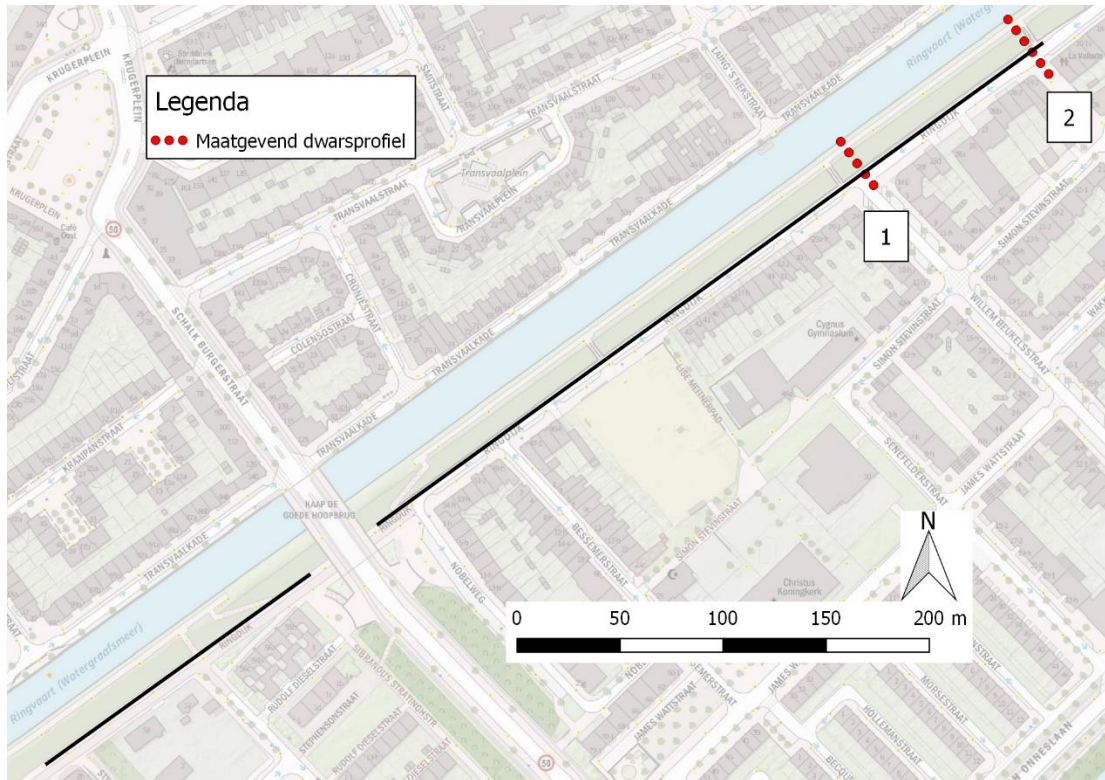
3.1 Karakteristieke dwarsprofielen

Het projectgebied is gelegen aan de Ringdijk te Amsterdam. In Figuur 3-1 is een overzicht gegeven van de projectlocatie. Voor een gedetailleerder overzicht wordt verwezen naar bijlage 7 van het DO. Daar is een tekening bijgevoegd met het plaatsingsstramien.

Voor onderzoeksvraag 10 zijn verschillende karakteristieke dwarsprofielen bepaald in het projectgebied. De profielen zijn gekozen op basis van de diepteligging van de zandlagen. Vervolgens zijn twee profielen geselecteerd waarin de diepte van de zandlaag het grootst is. De locatie van de karakteristieke maatgevende dwarsprofielen zijn weergegeven in Figuur 3-2.



Figuur 3-1: Overzichtssituatie projectlocatie



Figuur 3-2: Maatgevende dwarsprofielen ten behoeve van de uitvoerbaarheid met betrekking tot de ligging van de zandlaag en de lengte van de ankers

3.2 Uitgangspunten

Onderstaand volgen puntsgewijs een aantal uitgangspunten die toegepast zijn om de onderzoeksvragen te beantwoorden.

Maatgevende locatie

- Locatie 1 en 2 (figuur 2) zijn maatgevend met betrekking tot de diepte van de ankers. De locatie voor deze analyse is gekozen op basis van de maatgevende bodemopbouw (diepe zandlaag). Er zijn twee zandlagen aanwezig in de bodemopbouw waarin het klapanker van de JLD-Dijkstabilisator geplaatst kan worden, echter de tussenzandlaag ontbreekt op locatie 1. Daarom is locatie 1 maatgevend met betrekking tot ankers die in de diepe zandlaag geplaatst zijn. Op locatie 1 (sondering E07-1110) en 2 (sondering E07-1112) in Figuur 3-2 ligt het zandpakket op het laagste niveau. Voor de globale bodemopbouw zie Figuur 3-3.

Configuratie JLD-Dijkstabilisator

- De ankerstang gaat onder een hoek met het maaiveld de grond in. De JLD-machine kan de ankerstang aanbrengen in de range van 10 tot en met 55 graden conform POV-M Publicatie Vernagelingstechnieken.
- Voor de Watergraafsmeer zijn om pragmatische redenen aanbrenghoeken van 45° en 55° onderzocht. De aanbrenghoek heeft invloed op de maximaal toe te voegen stabiliteit waarin op grote lijnen geldt dat een kleinere hoek gunstiger is voor de stabiliteit.
- Het klapanker wordt maximaal twee meter diep in het tweede zandpakket gezet.

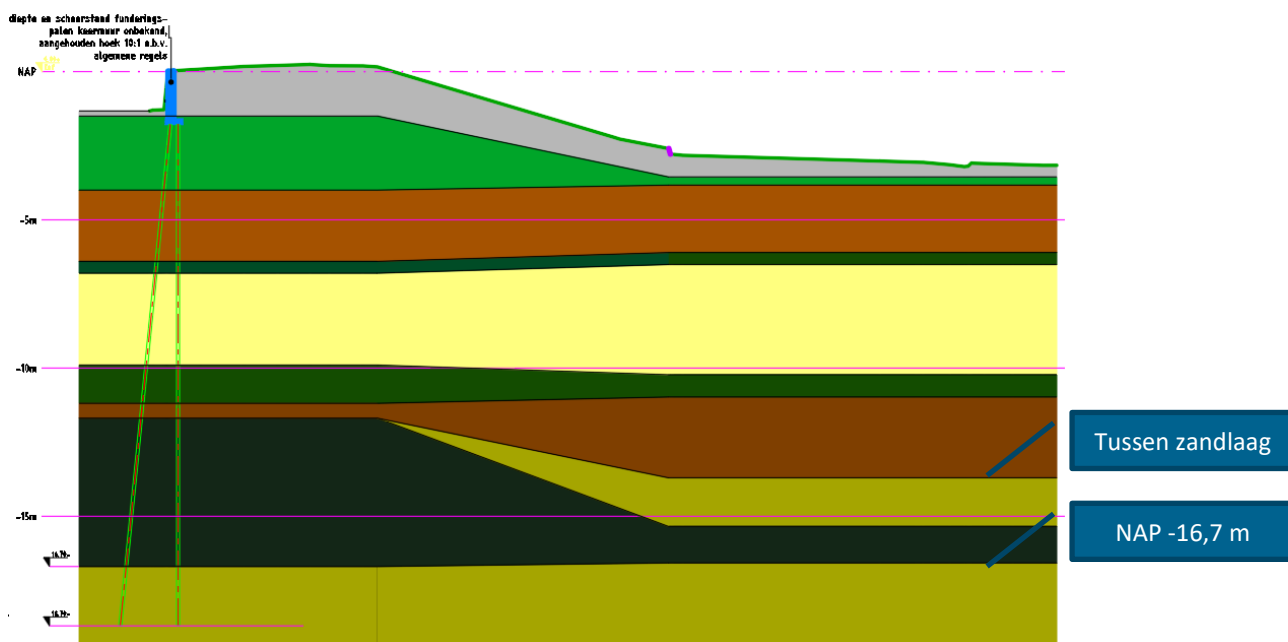
- In het ontwerp is de JLD-Dijkstabilisator toegepast in twee rijen. De tweede rij is gesitueerd boven de eerste rij. Dit is ook weergegeven in het plaatsingsstramien in het DO (bijlage 7). De ankers die op de 2^e rij geplaatst worden komen dicht bij de palen van de keermuur en zijn om die reden maatgevend voor onderzoeksvraag 10.
- De ankerstangen worden bij voorkeur ingebracht als één geheel. De werkruimte is hierin bepalend voor de maximale lengte. (Technisch is het mogelijk om ankerstangen te koppelen en zo te verlengen).
- Het niveau van het middelpunt van de ankerplaat is circa MV – 0,5 m.

Funderingspalen keermuur

- De afmeting van de palen van de keermuur is ingeschat op 400 x 400 mm.
- De diepte van de palen van de keermuur is conservatief ingeschat op circa NAP -19,5 m. (gelijk aan de maximale diepte van de ankers).
- De locatie van de palen onder de keermuur is ingeschat op basis van archieftekeningen.

Opbouw ondergrond

- De opbouw van de ondergrond is gebaseerd op het geotechnisch lengteprofiel. In de onderstaande afbeelding is ter illustratie een van de dwarsprofielen opgenomen. Dit betreft de locatie waar de tussen zandlaag afwezig is en waar de JLD-Dijkstabilisator het diepst geplaatst wordt.



Figuur 3-3: Globale opbouw ondergrond Ringdijk dwarsprofiel locatie 1, tussen zandlaag ontbreekt in de kruin, de diepte van de tweede zandlaag ligt op NAP – 16,7 m

4 Resultaat deelvragen

In dit hoofdstuk zijn de drie deelvragen beantwoordt. Elke paragraaf bevat een antwoord op de een deelvraag. Voor de duidelijkheid zijn de deelvragen herhaald per paragraaf.

4.1 Deelvraag 1: risico onderlinge beïnvloeding

Deelvraag 1 is als volgt geformuleerd: wat is het risico op onderlinge beïnvloeding tussen de JLD-Dijkstabilisatoren en de palen van de keermuur?

Antwoord:

De keermuur van de ringvaart is gefundeerd op palen. Er zijn twee aspecten die van belang zijn:

1. Wanneer de JLD-Dijkstabilisator de palenrij kruist, dan is er het risico op vastlopen en beschadiging van beide systemen.
2. Wanneer twee dragende elementen te dicht bij elkaar in de grond zitten beïnvloeden ze elkaar, met het risico op afname van de draag- en trekkracht van de systemen.

Van deze twee aspecten is het tweede aspect maatgevend. Als de twee systemen ver genoeg uit elkaar zitten om negatieve onderlinge beïnvloeding te voorkomen (aspect 2), dan is het risico op vastlopen (aspect 1) nihil.

4.2 Deelvraag 2: maatregelen bij te groot risico

Deelvraag 2 is als volgt geformuleerd: welke maatregelen zijn mogelijk bij een te groot risico?

Antwoord:

Om de onderlinge beïnvloeding te beperken zijn er twee mogelijkheden:

1. Aanpassen van de hoek van de JLD-Dijkstabilisator: door de hoek van de JLD-Dijkstabilisator groter te maken, komt het klapanker verder van de palen af te liggen. Daardoor neemt de onderlinge beïnvloeding af. Het positieve effect van de JLD-Dijkstabilisator op de stabiliteit van de waterkering neemt daardoor wel af.
2. Aanpassen van de lengte van de ankers: door kortere ankers toe te passen, is de afstand tussen de ankers en de palen van de keermuur groter. Deze mogelijkheid is begrensd door de beperkte aanwezigheid van draagkrachtige grond.

4.3 Deelvraag 3: minimaal benodigde afstand

Deelvraag 3 is als volgt geformuleerd: wat is de minimale aanwezige afstand tussen de JLD-Dijkstabilisatoren en de aanwezige palen van de keermuur?

Antwoord:

Er is een controle uitgevoerd naar de horizontale afstand tussen de palen en het klapanker voor verschillende plaatsingshoeken. De afstand tussen de ankers en de palen van de keermuur is gecontroleerd voor vier situaties:

- Ankerhoek 45°, fundering ankers in de 1^e zandlaag;
- Ankerhoek 45°, fundering ankers in de 2^e zandlaag;
- Ankerhoek 55°, fundering ankers in de 1^e zandlaag;
- Ankerhoek 55°, fundering ankers in de 2^e zandlaag.

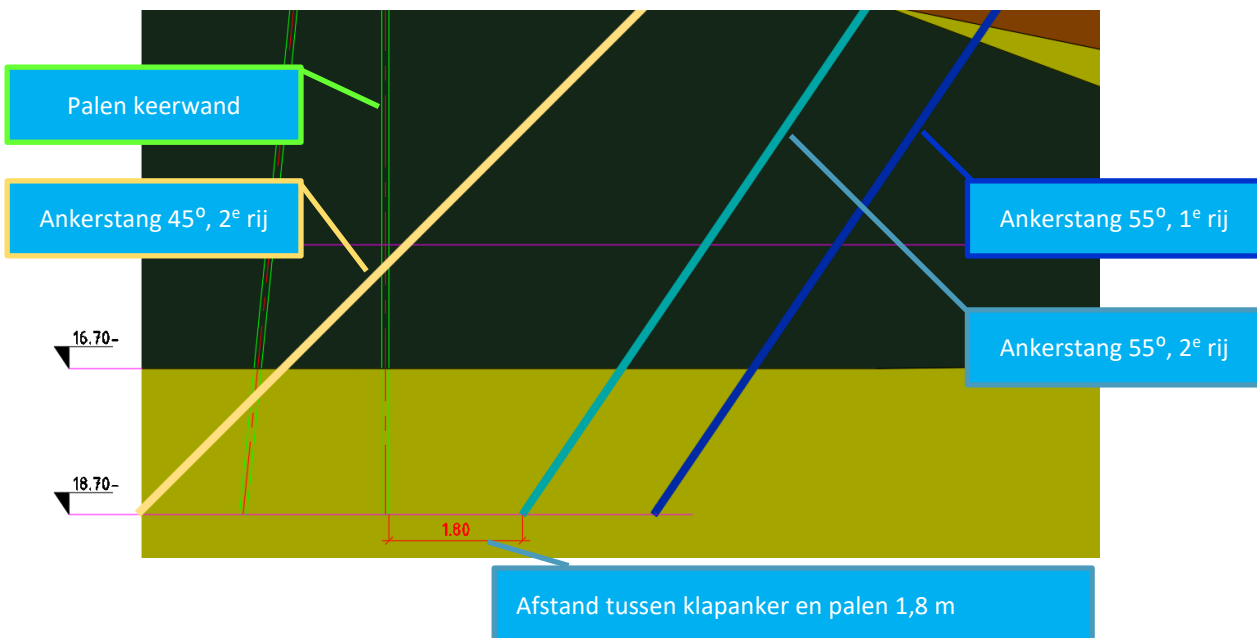
De resultaten van de analyse zijn opgenomen in Tabel 4-1. Ter illustratie is in Figuur 4-1 de analyse van het systeem met een hoek van 55° en 45° opgenomen. Uit de analyse volgt dat de ankers die onder een hoek van 55° geplaatst worden, de funderingspalen van de keermuur niet kruisen.

Bij een hoek van 45° is de afstand tussen het anker en de palen van de keermuur te klein en is het risico groot dat het klapanker de palen raakt. Dit geldt voor zowel plaatsing in de eerste zandlaag als in de tweede zandlaag.

Indien tijdens de uitvoering blijkt dat de tweede zandlaag op een lager niveau ligt, dan wordt de afstand tussen de palen van de keermuur en de ankerstang kleiner. De afstand tussen de palen en de ankers moet worden gecontroleerd, als de ankers lager dan NAP -18,70 m worden aangebracht. Daarnaast moet de invloedzone opnieuw gevisualiseerd worden, om te controleren of de invloedzones van de funderingspaal en het klapanker elkaar niet overlappen. Dit is hierna beschreven.

Tabel 4-1: Resultaten analyse afstand tussen ankerstang en palen keermuur

Plaatsingshoek JLD-Dijkstabilisator	Horizontale afstand tussen ankerstang en palen keermuur		Klapanker geplaatst voorbij palen keermuur [ja/nee]	
	JLD-Dijkstabilisator in 1 ^e zandlaag	JLD-Dijkstabilisator in 2 ^e zandlaag	JLD-Dijkstabilisator in 1 ^e zandlaag	JLD-Dijkstabilisator in 2 ^e zandlaag
45°	0,66 m	Geen ruimte	Ja	Ja
55°	>1,8 m	1,8 m	Nee	Nee



Figuur 4-1: Schematisatie afstand tussen palen keermuur en klapankers 2^e zandlaag

Wanneer de JLD-Dijkstabilisator en de palen van de keermuur te dicht bij elkaar komen ontstaat de kans dat de twee systemen elkaar beïnvloeden. Rondom iedere paal is een zone aanwezig waarop de paal invloed heeft. Voor funderingspalen is de zone bekend met de methode Koppejan.

Het bezwijkvlak van een ankerblad (van een klapanker) heeft een vergelijkbare vorm, en werkt qua rekenmethodiek hetzelfde. CUR166 is als richtlijn gebruikt voor het bezwijkvlak van een klapanker. Om het bezwijkvlak rondom een klapanker te bepalen is als uitgangspunt een platte plaat in de methode van Koppejan (NEN 9997-1, hoofdstuk 7) gehanteerd. Zowel de bezwijkvorm als de belastingrichting is gevisualiseerd door middel van pijlen in Figuur 4-2, links voor een klapanker en rechts voor een drukpaal.

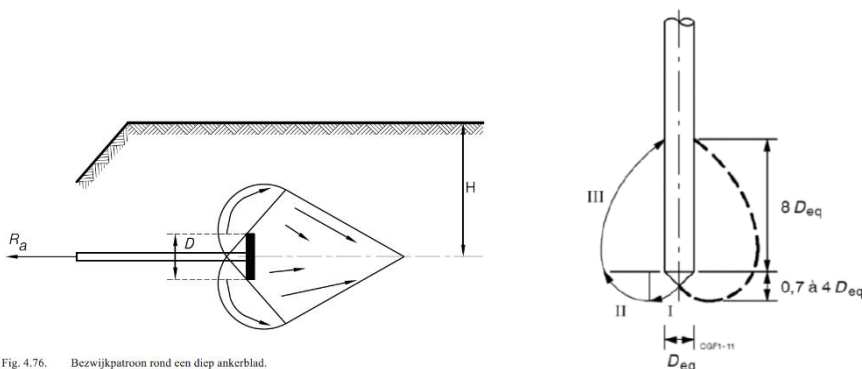
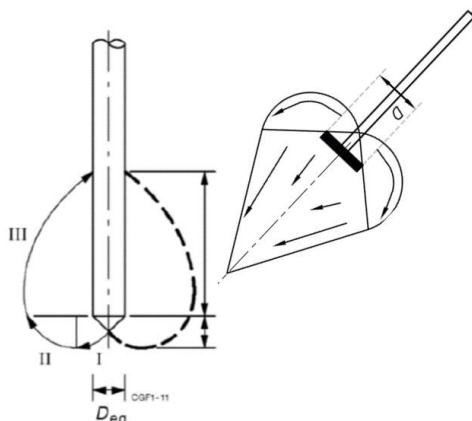


Fig. 4.76. Bezwijkpatroon rond een diep ankerblad.

Figuur 4-2: Schematisatie belastingafdracht, links: bij een klapanker (Stichting CURNET, juli 2012), rechts: bij een drukpaal (Elsevier CGF1)

In Figuur 4-3 zijn de invloedgebieden van zowel de palen van de keermuur als de klapankers gepresenteerd. Uit deze visualisatie blijkt dat de spanningen, in het gebied waar deze elkaar mogelijk beïnvloeden in tegengestelde richting werken. De aanwezige korrelspanning wordt hoger, wat positief werkt voor het draagvermogen van zowel het klapanker als heipaal. Of dit positief werkt hangt van de positie af van het klapanker ten opzichte van de funderingspalen. Om beïnvloeding te voorkomen dient de invloedzone van het klapanker niet de zone van de funderingspalen te overlappen. Dus de minimale afstand is de afstand waarbij de invloedzones van funderingspaal en klapanker elkaar niet overlappen¹.

¹ Het klapanker is in het zand gefundeerd, de vervormingen tijdens het terugtrekken van het klapanker zijn daardoor gering. Indien het klapanker in een cohesieve laag gefundeerd wordt, dan zullen de vervormingen naar verwachting groter zijn. In die situatie moeten de vervormingen wel beschouwd worden.



Figuur 4-3: Schematische weergave belastingafdracht drukpaal en klapanker in de ondergrond

Er is een nadere analyse verricht en de uitgangspunten zijn (her)overwogen met betrekking tot de funderingspalen van de keermuur. In eerste instantie is aangenomen dat de funderingspalen twee meter in het zandpakket van de tweede zandlaag geplaatst zijn. Echter een sondering (sondeernummer 107110, archief Waternet) ter plaatse van de geul toont aan dat de conusweerstand op een diepte van NAP -17,3 m al boven de 20MPa uitkomt. Houten palen zijn vroeger door middel van kalenderen in de grond gezet. Dit houdt in dat het aantal slagen werd geteld om de heipaal 250 mm te laten zakken. Hieruit werd opgemaakt of de paal in een draagkrachtige laag staat, doordat het aantal slagen, oploopt om de paal 250 mm te laten zakken. Op basis van deze methode is het zeer waarschijnlijk dat de paal geen twee meter in de zandlaag staat. Daarnaast zal een houten paal kapot geslagen worden indien het door een zandlaag met een hoge conusweerstand (>20 MPa) geheid worden. Hieruit wordt aangenomen dat de palen circa 0,5 meter in het zand staan, op een diepte van NAP -17,3 m.

In de uitvoering op de Ringdijk is een hoge weerstand waargenomen in de wadzandlaag. Daardoor bestaat er ook een grote kans dat de funderingspalen van de keermuur op de wadzand laag gefundeerd staan, echter dit is niet bekend en derhalve wordt een diepte aangenomen van NAP -17,3 m.

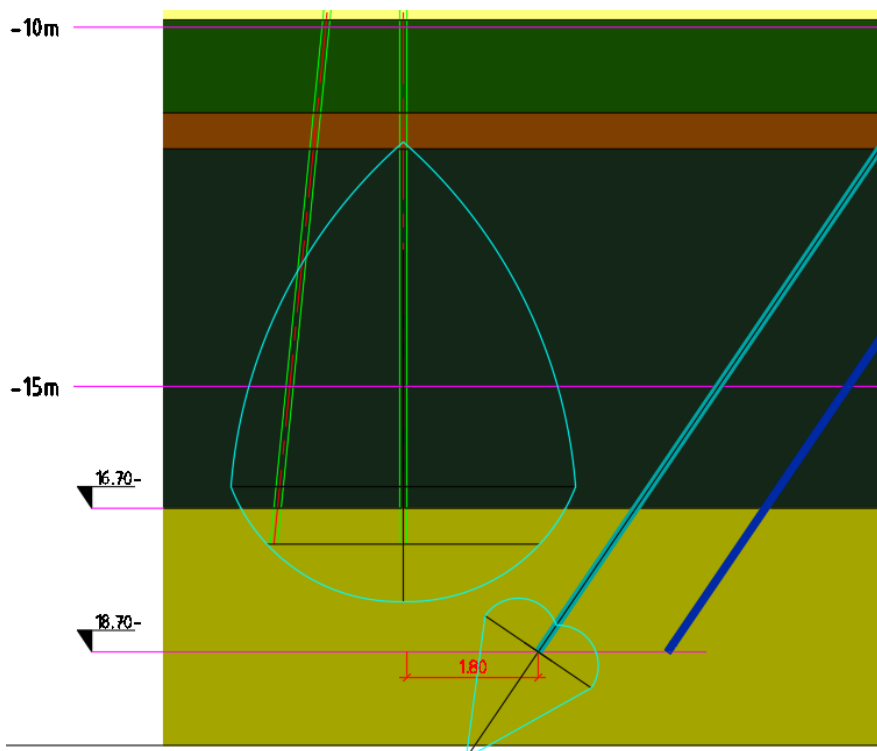
De invloedsgebieden zijn uitgetekend. De afstanden voor de funderingspalen zijn bepaald aan de hand van de 'Afmetingen logaritmische spiraal volgens Koppejan' bij $\phi=35$ graden. (bijgevoegd in de bijlage) Uitgaande van ronde houten palen is een diameter van 0,4 m gebruikt om de volgende afstanden te bepalen:

- Maximale breedte invloedzone heipaal: $6D$ vanaf aslijn heipaal (2,4 m)
- Breedte invloedzone paalpuntniveau: $4,75D$ (1,9 m)
- Hoogte onder paalpuntniveau: $2D$ (0,8 m)
- Hoogte boven paalpuntniveau: $14D$ (5,6 m)

De diameter van de houten palen is groot en hier is ook optimalisatie in mogelijk.

Voor het klapanker is een afstand (vanaf de aslijn) van twee keer de equivalente diameter van het klapanker (0,447 m) aangehouden. Dit komt uit op 0,89 m.

Bovenstaande afstanden zijn gebruikt om de invloedszones te visualiseren. In Figuur 4-4 zijn de invloedszones weergegeven voor funderingspalen die 0,5 m in het zand staan. Uit Figuur 4-4 blijkt dat de invloedzone van de funderingspaal en het klapanker elkaar niet overlappen. Dus het klapanker beïnvloedt de funderingspalen niet.



Figuur 4-4: Schematisatie maximale afmetingen invloedzone funderingspaal keerwand² en klapanker

In bovenstaande analyse is een klapanker in combinatie met een drukpaal beschouwd. De analyse verandert indien het klapanker in de buurt van een trekpaal gefundeerd wordt. In CUR2001-4 zijn minimale afstanden beschreven tussen trekpalen in een palengroep. Onderstaande theorie is overgenomen uit CUR2001-4 (Stichting CURNET, juni 2001):

‘Indien een paal deel uitmaakt van een paalgroep met onderlinge afstanden die zo klein dat de palen elkaar beïnvloeden, resulteert dit in speciale effecten bij de installatie en bij het trekken van de paal. De invloed van verdringing op het poriënvolume reikt niet verder dan circa 6 maal de equivalente diameter van de paal. De overdracht van de schuifspanning naar de ondergrond reikt veel verder, uitgaande van bijvoorbeeld een spreiding onder 2:1. Dit betekent dat er wat verdringing betreft geen sprake is van een paalgroep als de paalafstanden groter zijn dan 6 maal de equivalente diameter. De overdracht van de schuifspanning naar de ondergrond vindt plaats onder een spreidingshoek van 2:1. Dit leidt tot een groter gebied met onderlinge beïnvloeding, indien de lengte van de palen in de draagkrachtige laag meer bedraagt dan de paalafstand.’

Voor de toepassing van een klapanker in combinatie met een trekpaal wordt daarom geadviseerd om een onderlinge afstand aan te houden van minimaal zes maal de equivalente diameter van de trekpaal. Tevens wordt geadviseerd om een analyse uit te voeren naar het verloop van de schuifspanning onder een hoek van 2:1 naar de ondergrond in combinatie met de locatie van het klapanker.

² Ter illustratie zijn de maximale afmetingen geschematiseerd met een versimpelde vorm.

5 Conclusie

Dit hoofdstuk bevat de conclusie op de volgende onderzoeksvraag:

Hoe kan de JLD-Dijkstabilisator ingepast worden in de waterkering van de Ringdijk Watergraafsmeer waarbij er geen functieverlies optreedt voor de aanwezige palen van de keermuur, die aan de buitenzijde van de waterkering is gesitueerd?

De JLD-Dijkstabilisator kan in de Watergraafsmeer worden toegepast zonder dat sprake is van wederzijdse beïnvloeding tussen de funderingspalen van de keermuur en het klapanker.

Als het klapanker in een zandlaag wordt gefundeerd zijn de vervormingen minimaal bij het terugtrekken van het klapanker. Om deze reden hoeft geen rekening gehouden te worden met vervormingen en is alleen een analyse benodigd naar de invloedzones rondom het klapanker en mogelijke druk- of trekpalen. Als het klapanker in een cohesieve laag is gefundeerd, moeten de vervormingen wel meegenomen worden in de analyse.

De invloedzone van een drukpaal is gebaseerd op de afmetingen van de logaritmische spiraal volgens Koppejan. De afmeting is afhankelijk van de hoek van inwendige wrijving waarin de paal gefundeerd is en de (equivalente) diameter van de paal. Met deze twee parameters kan de afstand bepaald worden door middel van de grafiek: 'afmetingen van de logaritmische spiraal volgens Koppejan'. De afmetingen van de invloedzone van een klapanker is gebaseerd op de equivalente diameter van het klapanker (breedte vanaf aslijn: $2 \cdot D_{eq}$) volgens CUR166 (Stichting CURNET, juli 2012).

Voor de toepassing van een klapanker in combinatie met een trekpaal wordt geadviseerd om een onderlinge afstand aan te houden van minimaal zes maal de equivalente diameter van de trekpaal. Tevens wordt geadviseerd om een analyse uit te voeren naar het verloop van de schuifspanning onder een hoek van 2:1 naar de ondergrond in combinatie met de locatie van het klapanker. (Stichting CURNET, juni 2001)

Indien objecten aanwezig zijn in de waterkering dienen deze visueel inzichtelijk gemaakt te worden door middel van het opzetten van een dwarsprofiel. De invloedzone van het klapanker dient hierin opgenomen te worden, alsmede de invloedzones van eventueel aanwezige paalfunderingen. Als de invloedzone van het klapanker en eventuele aanwezige paalfunderingen elkaar niet beïnvloeden en tevens andere aanwezige objecten in de waterkering geen invloed hebben op de invloedzone van het klapanker in de waterkering dan treedt geen functieverlies op.

Voor Watergraafsmeer zijn de invloedzones van het klapanker en de drukpaal gecontroleerd door middel van een visualisatie van de invloedzone van een funderingspaal en het klapanker. De invloedzone van de funderingspaal en het klapanker overlappen elkaar niet. Daarnaast treden geen grote vervormingen op tijdens het terugtrekken van het klapanker. Dit betekent dat de JLD-Dijkstabilisator bij de Ringdijk Watergraafsmeer kan worden geplaatst onder een hoek van 55° . Bij deze hoek is verankering mogelijk in zowel de eerste als de tweede zandlaag. Er is tevens een controle uitgevoerd voor de variant waarin de JLD-Dijkstabilisator onder een hoek van 45° is geplaatst. Het is bij de Ringdijk te Watergraafsmeer niet mogelijk de ankers onder een hoek van 45° te plaatsen. In die situatie komen de paalfundering van de keermuur en het klapanker mogelijk te dicht op elkaar.

6 Verwijzingen

Elsevier CGF1. (sd). *CGF1-11 - cursus grondmechanica en funderingstechniek.*
Stichting CURNET. (juli 2012). *CUR166 Damwandconstructies 6e herziene druk deel 1.* Gouda.
Stichting CURNET. (juni 2001). *CUR-Rapport 2001-4 Ontwerpregels voor Trekpalen.* Gouda:
Stichting CUR.

Bijlage 1 Methode Koppejan

Bijlage 1 Methode Koppejan

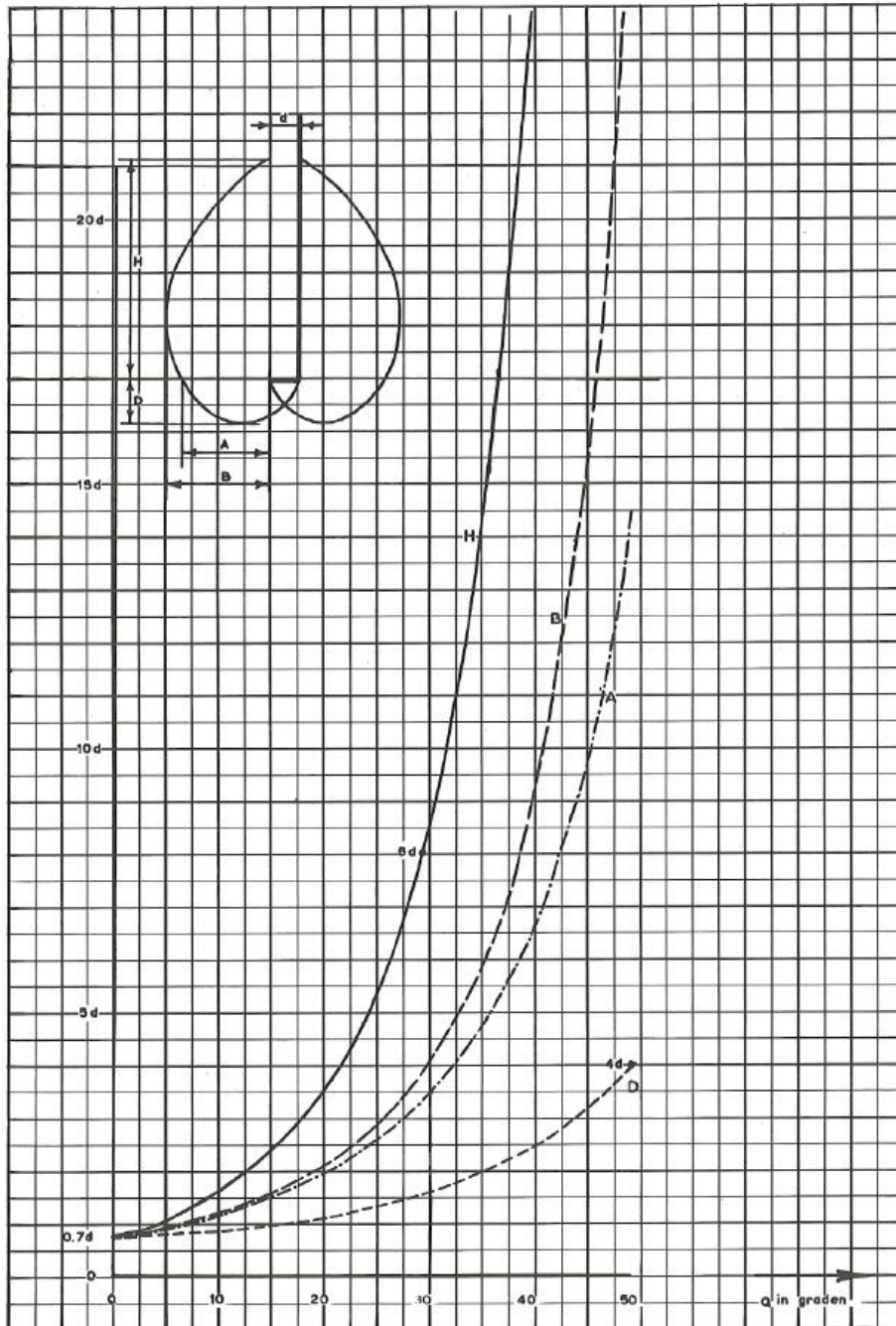


fig. VI.49 - Afmetingen logaritmische spiraal volgens Koppejan, -

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.

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.