

# Pilot JLD-Dijkstabilisator Watergraafsmeer

Onderzoeksvraag 16

Grondverdringing tijdens het inbrengen

projectnummer 413509  
definitief revisie 02  
1 maart 2019

# Inhoudsopgave

Blz.

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>1</b>
1.1	Achtergrond	1
1.2	Voorliggende rapportage	2
1.3	Onderzoeksvraag	2
1.4	Aanpak	2
1.5	Leeswijzer	3
<b>2</b>	<b>Resultaten proefveld Purmerend</b>	<b>4</b>
2.1	Meetmethode	4
2.2	Gemeten deformaties maaiveld bij aanbrengen klapanker en LDE	5
2.3	Gemeten deformaties maaiveld bij afspannen kopplaat	5
2.4	Gemeten verplaatsing kopplaat bij afspannen kopplaat	6
2.5	Beoordeling	6
2.5.1	Dijk	7
2.5.2	Aanliggende panden	7
2.5.3	Zakking kopplaat tijdens afspannen	9
<b>3</b>	<b>Resultaten pilot Watergraafsmeer</b>	<b>11</b>
3.1	Meetmethode	13
3.2	Gemeten deformaties maaiveld bij inbrengen klapanker en LDE	14
3.3	Gemeten deformaties maaiveld bij afspannen kopplaat	14
3.4	Gemeten verplaatsingen kopplaat na afspannen kopplaat	14
3.5	Beoordeling	15
3.5.1	Dijk	15
3.5.2	Aanliggende panden	15
3.5.3	Zakking kopplaat tijdens afspannen	17
<b>4</b>	<b>Samenvatting en conclusies</b>	<b>19</b>

**Bijlage 1 Meetresultaten inbrengen JLD Dijkstabilisatoren in Purmerend**

**Bijlage 2 Meetresultaten afspannen JLD Dijkstabilisatoren in Purmerend**

**Bijlage 3 Meetresultaten inbrengen JLD Dijkstabilisatoren in Watergraafsmeer**

**Bijlage 4 Meetresultaten afspannen JLD Dijkstabilisatoren in Watergraafsmeer**

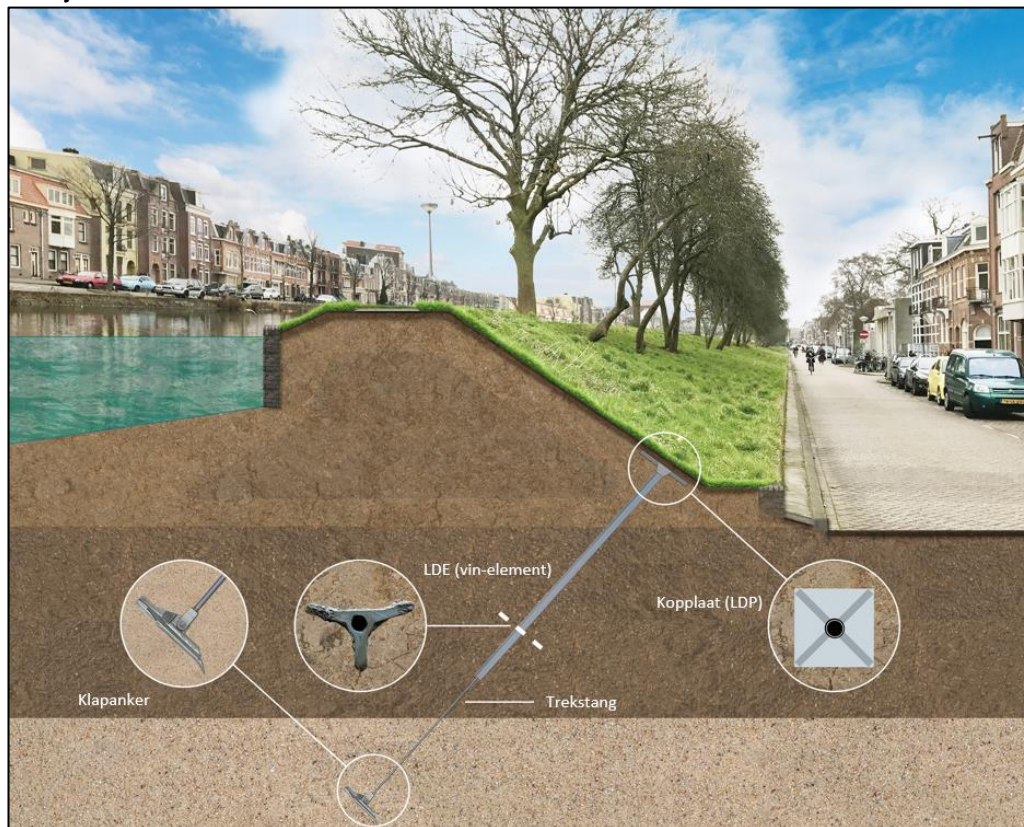
# 1 Inleiding

## 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.

JLD Dijkstabilisator



De JLD-Dijkstabilisator bestaat uit een LDE (vin-element), klapanker, trekstang en kopplaat. Het klapanker wordt in een diepe zandlaag geplaatst, waardoor de krachten op het LDE-element via de kopplaat en de trekstang worden doorgegeven aan de zandlaag. Door het aanbrengen van de voorspanning op de kopplaat wordt de grond onder de kopplaat op spanning gebracht. 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.

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 ontwerpmethodologie opgesteld voor de JLD-Dijkstabilisator. Het onderzoek uitgevoerd in de postdictie en de hierop gebaseerde ontwerpmethodologie zijn voorgelegd aan de ENW. De ENW heeft aangegeven dat het onderzoek en de ontwerpmethodologie 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 het 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 behandelt onderzoeksvraag 16.

## 1.3 Onderzoeksvraag

De oorspronkelijke onderzoeksvraag 16 uit het PvA van de Pilot JLD-Dijkstabilisator ringdijk Watergraafsmeer is als volgt geformuleerd:

*Grondverdringing tijdens inbrengen (deformaties dijk en panden)*

Onderzoeksvraag 16 is als het volgt geïnterpreteerd:

*Hoe groot is de grondverdringing tijdens het inbrengen van het klapanker en het LDE? Hebben eventuele deformaties gevolgen voor de dijk en de omliggende bebouwing?*

## 1.4 Aanpak

Door middel van het drukkend en deels trillend inbrengen van klapankers en LDE-elementen op het proefterrein in Purmerend en bij de Pilot Ringdijk Watergraafsmeer wordt bepaald wat de optredende deformaties zijn na het inbrengen van het LDE element. Door het aanbrengen van de voorspanning zullen direct rondom de kopplaat ook vervormingen ontstaan. Tijdens het aanbrengen van de voorspanning worden de vervormingen gedurende een dag gemeten. Vervolgens wordt aangegeven wat bij deze deformaties het risico op problemen op de dijk en gelegen panden is.

## 1.5 Leeswijzer

Hoofdstuk 1 bevat een algemene inleiding op het pilot project in Watergraafsmeer van JLD met de onderzoeksvraag. Om de onderzoeksvraag te beantwoorden zijn metingen uitgevoerd in Purmerend en Watergraafsmeer. De metingen zijn toegelicht in respectievelijk hoofdstuk 2 en 3. In hoofdstuk 4 is een samenvatting en een conclusie opgenomen.



## 2 Resultaten proefveld Purmerend

Om inzicht te krijgen in het gedrag van de JLD-dijkstabilisator en de invloed van de dijkstabilisator op de omgeving zijn tijdens de veldproef deformatie metingen uitgevoerd. In Purmerend zijn in een vlak maaiveld dijkstabilisatoren aangebracht en de metingen tijdens inbrengen in dit maaiveld verricht. De resultaten van de metingen zijn in bijlage 1 en 2 opgenomen.

Op het proefveld in Purmerend is geen dijk en zijn geen woningen aanwezig zoals in Watergraafsmeer. Hieronder staan een aantal foto's van Purmerend opgenomen.



Foto 2-1: inbrengen JLD-Dijkstabilisator op proefveld Purmerend, rechtsboven detail van ingebrachte JLD-dijkstabilisator nog zonder kopplaat



Foto 2-2: meetpunten deformaties op proefveld Purmerend

### 2.1 Meetmethode

De vervorming van het maaiveld zijn gemeten met een Total Station en meetprisma's, die in een grid van vijf meetraaien met elke acht monitoringspunten zijn geplaatst. De monitoringspunten zijn op 0,25m, 0,5m, 0,75m, 1,00m, 1,50m, 2,50m, 5,00m en 10,00m vanaf het inbrengpunt geplaatst, in de richting van het klapanker. Voor elke meetraai is er een dubbele nulmeting uitgevoerd. De metingen zijn op twee momenten uitgevoerd, namelijk 19-06-2018 en 25-06-2018. Foto 2-2 geeft een weergave van de geplaatste meetprisma's.

In Purmerend is er gemeten tijdens het afspannen bij twee kopplaten, te weten raai 9 en 11. De verplaatsingen van de kopplaat tijdens het afspannen zijn gemeten met een Total Station. Op de proeflocatie in Purmerend zijn twee meetpunten op de bovenste twee hoekpunten van de kopplaat aangebracht. Verplaatsingen van de kopplaat zijn in x-,y- en z-richting van het RD-coördinaten systeem gemeten.

## 2.2 Gemeten deformaties maaiveld bij aanbrengen klapanker en LDE

Direct na het inbrengen van de JLD-Dijkstabilisatoren zijn deformaties van het maaiveld in het bereik van -2 tot +1 mm gemeten. Het bereik van de deformaties gemeten direct na het inbrengen is weergegeven in Tabel 2-1.

Tabel 2-1: Bereik deformaties maaiveld, gemeten direct na aanbrengen

Richting	X (mm)			Y (mm)			Z (mm)		
Bereik gemeten deformatie	1 tot -2			1 tot -2			0 tot -1		
Afstand van kopplaat	0,25 m	0,50 m	0,75 m	1,0 m	1,50 m	2,50 m	5,0 m	10,0 m	
Bereik gemeten deformatie in mm (Z)	0 tot -1	0 tot -1	0 tot -1	0 tot 0	0 tot 0	0 tot -1	0 tot 0	0 tot -1	

De maatgevende richting voor de stabiliteit van de dijk en de aanliggende panden is de verticale Z-richting. In de Z-richting is de maximale daling van het maaiveld na het inbrengen bepaald op 2 mm. Deze bodemdaling is gemeten in het monitoringspunt op 0,25m van het inbrengpunt van het LDE. De gemeten deformaties liggen binnen de meetafwijking van de meetapparatuur.

## 2.3 Gemeten deformaties maaiveld bij afspannen kopplaat

De deformaties gemeten tijdens het afspannen van de kopplaat liggen in een iets groter bereik dan de deformaties gemeten tijdens het inbrengen. Tabel 2-2 geeft het bereik van de deformaties na het afspannen van de kopplaat. De grootste deformaties in de verticale z-richting zijn weer gemeten in het meetpunt het dichtst bij de kopplaat. De deformaties binnen 0,50 m van de kopplaat zijn groter dan de meetafwijking (2 mm) van de meetapparatuur en zijn dus van significant belang. De verticale deformaties die optreden op de meetpunten meer dan 0,50 m van de kopplaat vandaan zijn verwaarloosbaar.

Tabel 2-2: Bereik deformaties maaiveld, gemeten na afspannen kopplaat

Richting	X (mm)			Y (mm)			Z (mm)		
Bereik gemeten deformatie	2 tot -9			2 tot -15			8 tot -1		
Afstand van kopplaat	0,25 m	0,50 m	0,75 m	1,0 m	1,50 m	2,50 m	5,0 m	10,0 m	
Bereik deformatie in mm (Z)	8 tot 2	3 tot 1	1 tot 0	1 tot 0	0 tot -1	1 tot 0	0 tot -1	1 tot -1	

## 2.4 Gemeten verplaatsing kopplaat bij afspannen kopplaat

In Purmerend is er gemeten tijdens het afspannen op 11 januari 2019 van 2 kopplaten, te weten op raai 9 en 11. De verplaatsingen van de kopplaat zijn gemeten bij verschillende afspanniveau 's. Voor de metingen is achtereenvolgens afgespannen met 40, 50, 60, 70, 80 en 72 kN. De eindmeting is vastgezet op 72 kN.

Per kopplaat zijn er op de twee bovenste hoekpunten meetpunten aangebracht. Voor de kopplaat in raai 9 zijn dit de punten 9.1 en 9.2. Per richting (x, y, z) zijn de gemeten deformaties in de tabellen 2-3 en 2-4 opgenomen.

Tabel 2-3: Bereik gemiddelde deformaties (x,y in mm) grond onder kopplaat, gemeten tijdens afspannen kopplaat

Kopplaat	40 kN		50 kN		60 kN		70 kN		80 kN		72 kN	
	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y
9.1	-18,7	-18,1	-19,3	-23,0	-25,4	-29,9	-31,3	-34,0	-35,2	-40,6	-19,8	-46,0
9.2	-9,2	-20,5	-13,2	-26,0	-18,4	-26,2	-24,8	-31,3	-28,2	-37,1	-38,1	-46,2
11.1	-4,6	-18,6	-5,2	-18,4	-7,5	-19,7	-6,7	-22,9	-10,2	-27,2	-38,7	-44,4
11.2	-10,5	-13,2	-13,2	-14,2	-15,1	-16	-19,0	-18,0	-21,4	-26,9		

Tabel 2-4: Bereik gemiddelde deformaties (z in mm) grond onder kopplaat, gemeten tijdens afspannen kopplaat

Kopplaat	40 kN		50 kN		60 kN		70 kN		80 kN		72 kN	
	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	
9.1	-17,6	-22,4	-29,6	-38,5	-48,5	-55,5						
9.2	-18,5	-23,8	-30,7	-39,3	-48	-24,3						
11.1	-17,3	-20,8	-25,3	-30,1	-36,7	-21,4						
11.2	-26,8	-28,6	-32,1	-36,7	-43,4							

## 2.5 Beoordeling

Bij een dijkversterking worden de JLD-dijkstabilisatoren in een dijk ingebracht. De dijk ligt meestal binnen een stedelijk gebied met op kleine afstand panden. Op het proefveld in Purmerend was geen dijk en waren geen panden aanwezig. Op basis van de maaiveldmetingen uit Purmerend is beoordeeld wat de gevolgen van de deformaties op de stabiliteit van een eventuele dijk en aanliggende panden zijn.

Voor zowel 'de dijk' waarin het element is ingebracht, als de aanliggende panden, is er beoordeeld wat de gevolgen van de deformaties op de stabiliteit van de 'dijk' en 'panden' zijn op basis van de meetresultaten uit Purmerend.



## 2.5.1 Dijk

Vanuit waterveiligheid worden er geen eisen gesteld aan de vervorming van een dijk. De Waterwet stelt alleen eisen aan de overstromingskans. Voor een groene dijk zijn vervormingen van een dijk gerelateerd aan het faalmechanisme macrostabiliteit. In de gedetailleerde toets op macrostabiliteit wordt een stabiliteitstoets middels een glijvlakanalyse uitgevoerd. Deze glijvlakanalyse berust op het wel of niet overschrijden van de schuifsterkte van de ondergrond. In *'Vervorming van een waterkering in relatie tot sterkte van grond'* (Deltares, 2016) wordt een relatie tussen overschrijding van de schuifsterkte bij falen op macrostabiliteit en de daarbij horende maximale vervorming. Er wordt gesteld dat als een dijklichaam voldoet aan de eisen voor macrostabiliteit de verwachting is dat de vervormingen kleiner zijn dan 0,10 m. Bij vervormingen tot 0,10 m zijn de kansen op falen verwaarloosbaar klein.

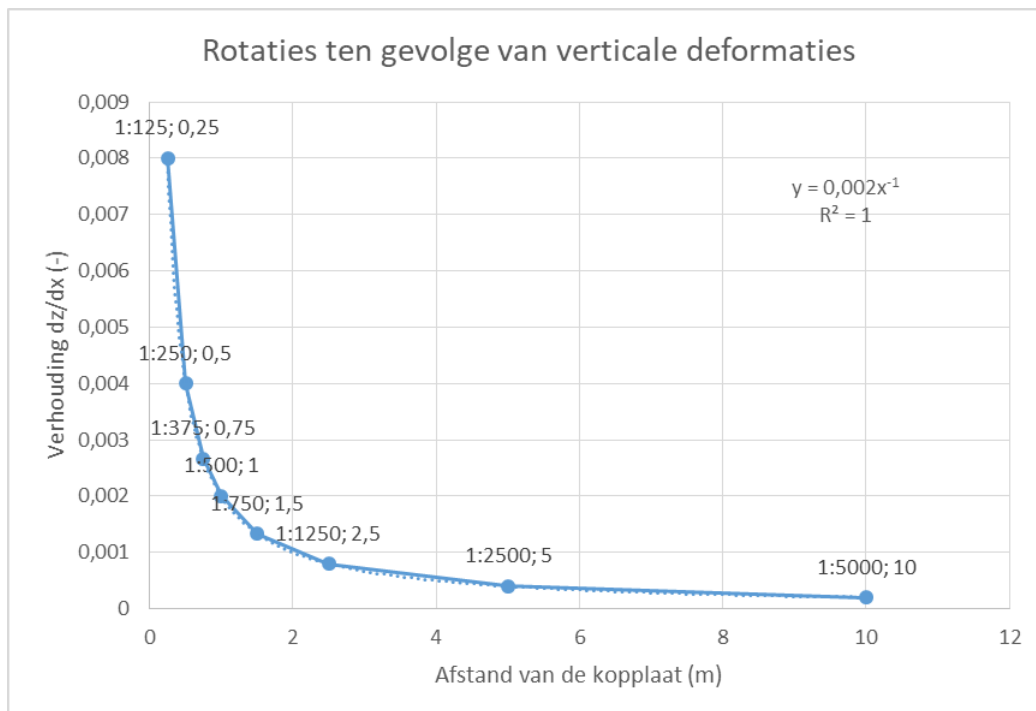
De gemeten deformaties in Purmerend zijn bij het inbrengen van het klapanker en de LDE 10x kleiner en bij het afspannen 2x kleiner dan in het rapport *'Vervorming van een waterkering in relatie tot sterkte van grond'* (Deltares, 2016).

## 2.5.2 Aanliggende panden

De gemeten deformaties zijn kleiner dan 0,10 m. Daarnaast laat de grafiek in figuur 2-1 zien dat de vervormingen binnen 1,5 à 2,0 meter snel uit dempen. De vervormingen treden op in beperkt gebied.

Bij grondverzakking is de schade aan panden gerelateerd aan de rotatie van de fundering onder het pand. Hierbij wordt er verschil gemaakt tussen constructieve schade, bij een rotatie van  $> 1:150$ , en cosmetische schade, bij een rotatie  $< 1:600$  (Bijnagte & Luger, 2011). Aan de hand van de gemeten waarden kunnen de rotaties op elk van de monitoringspunten worden bepaald.

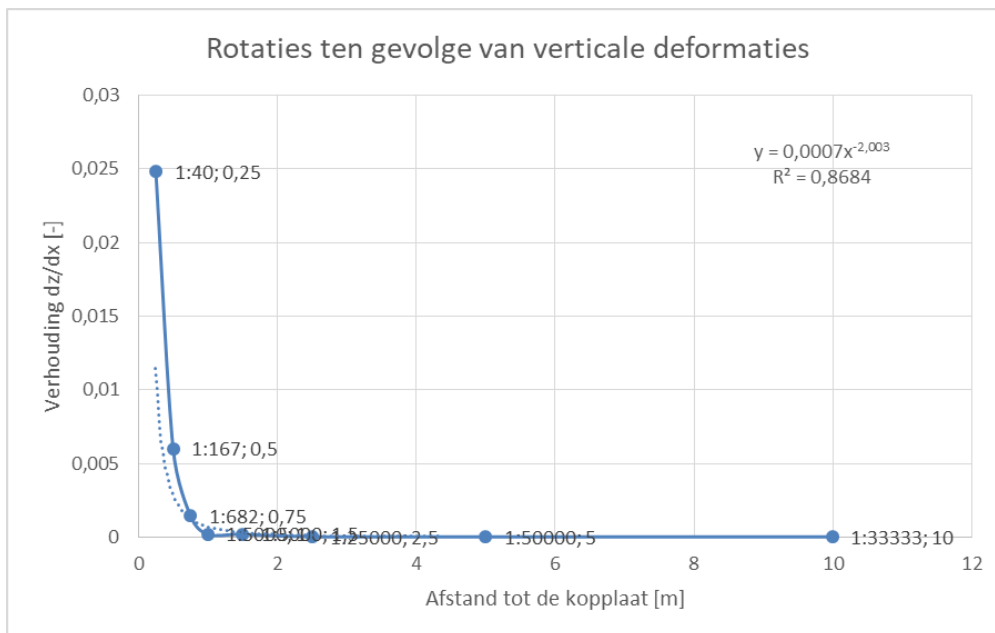
Bij de waarden gemeten in de richting van inbrengen van de JLD-Dijkstabilisator zijn in het laatste meetmoment voor elke raai zelfde orde verzakkingen gemeten. Voor elke meetpunt op 0,25m, 0,5m, 0,75m, 1,00m, 1,50m, 2,50m, 5,00m en 10,00m vanaf de kopplaat zijn verzakkingen van afgerond 2 mm bepaald. In Figuur 2-1 is voor elke van de monitoringspunten de verhouding van de verticale zakking t.o.v. de afstand tot de kopplaat bepaald. Hieruit kan de rotatie bepaald worden. Deze is de grafiek van Figuur 2-1 weergegeven bij elk van de gemeten punten. Uit deze grafiek is op te maken dat in de richting van de JLD-dijkstabilisator rotaties groter dan de rotatie voor de kans op constructieve schade (1:150) alleen optreden op afstanden minder dan 0,75 m van de kopplaat. Op een zelfde manier kan worden bepaald dat de kans op optreden van architectonische schade alleen kan optreden op afstanden kleiner dan 1,5 m van de kopplaat.



Figuur 2-1: Rotaties  $dz/dx$  bij constante daling van 2 mm, bij grafiekpunten plaatselijke rotaties en afstand vanaf kopplaat

Deze kansen zouden optreden als de JLD-Dijkstabilisator aangebracht wordt in de richting van de fundering van de panden. In werkelijkheid wordt het element aangebracht in de tegengestelde richting, dus van de fundering af. Dus er wordt verwacht dat gemeten deformaties niet optreden bij de fundering van de panden. Verder kan met de huidige installatiemethode de JLD-Dijkstabilisator alleen aangebracht worden op als de afstand tussen de panden en de dijk een afstand van 8 m bedraagt vanwege de benodigde werkruimte. Gemeten deformaties worden dus niet verwacht bij aanliggende panden.

Vanuit de deformaties gemeten bij het afspannen van de kopplaat zijn via dezelfde methode de rotaties bepaald. Figuur 2-2 geeft de resulterende rotaties weer. Uit deze resultaten is op te merken dat de rotaties ten gevolge van het afspannen op een afstand van 0,75 m van de kopplaat nagenoeg nihil zijn. Constructie en architectonische schade aan gebouwen ten gevolge van het afspannen kunnen dus alleen optreden binnen een afstand van 0,75 m van de kopplaat.

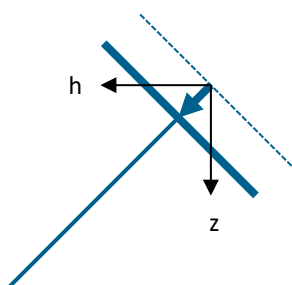


Figuur 2-2: Rotaties dz/dx optredend bij afspannen kopplaat, bij grafiekpunten plaatselijke rotaties en afstand vanaf kopplaat

### 2.5.3 Zakking kopplaat tijdens afspannen

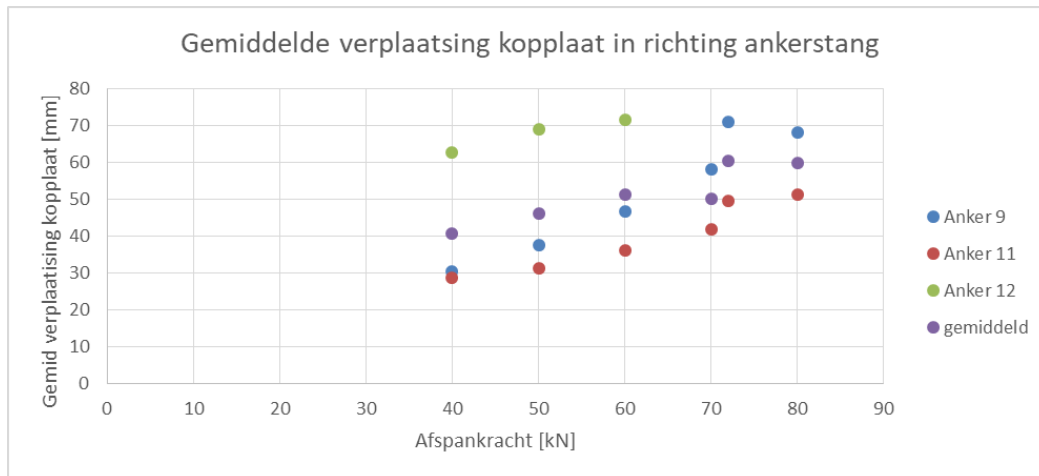
Tijdens het afspannen zal de kopplaat in de richting van de ankerstang een bepaalde zakking ondergaan. Vanuit de gemeten deformaties is bepaald hoeveel deze zakking was.

Om de zakking in de richting van de ankerstang te bepalen moeten de gemeten deformaties in de x- en y-richting uit het RD-coördinaten systeem worden omgezet in horizontale verplaatsingen in de richting van ankerstang. Voor de resulterende verplaatsingen is de h-richting aangenomen. Een combinatie van deformatie in de h- en z-richting geeft vervolgens de verplaatsing van de kopplaat. Figuur 2-3 geeft het gebruikte assenstelsel en verplaatsingsrichting weer.



Figuur 2-3: Zakking kopplaat (blauwe pijl) en gebruikt assenstelsel (zwart)

Per afspankracht is vervolgens de verplaatsing van de kopplaat in de in Figuur 2-3 aangegeven richting bepaald. Figuur 2-4 geeft grafisch weer hoe de verplaatsing van de kopplaat zich verhoudt tot de afspankracht.



Figuur 2-4: Verplaatsing kopplaat als functie van afspankracht

Voor de metingen is achtereenvolgens afgespannen met 40, 50, 60, 70, 80 en vervolgens is de voorspanning vastgezet op 72 kN. Er wordt dus tijdelijk een hogere voorspanning op het systeem gezet dan waarop de voorspanning uiteindelijk wordt vastgezet. Uit deze figuur kan worden afgeleid dat de grootste zakkingen zijn gemeten na de laatste afspankracht van 72 kN.

Het anker in raai 12 knapte<sup>1</sup> bij 62 kN toen de voorspanning werd opgevoerd van 60 naar 70 kN. Daarom zijn bij raai 12 na 60 kN niet meer meetgegevens bekend.

---

<sup>1</sup> Als gevolg van een foutieve installatie.

### 3 Resultaten pilot Watergraafsmeer

Naast de metingen in Purmerend zijn om inzicht te krijgen in het gedrag van de JLD-dijkstabilisator en de invloed van de JLD-Dijkstabilisator op de omgeving ook metingen tijdens het pilot project in Watergraafsmeer uitgevoerd. De metingen zijn op dezelfde wijze uitgevoerd als in Purmerend. De metingen zijn nu uitgevoerd in een echte dijk. Bij vijf JLD-Dijkstabilisatoren zijn tijdens het inbrengen en afspannen van de ankers deformatiemetingen met een Total Station uitgevoerd.

Op **16 januari 2019** zijn de JLD-Dijkstabilisatoren ingebracht. Zie voor tijdelijke plaatnummers tijdens de monitoring figuur 3-1 met de locaties van de meetpunten.

JLD-dijkstabilisator	Starttijd inbrengen	Nr. plaat monitoring
303	10:30	1.1 en 1.2
304	11:00	2.1 en 2.2
305	11:30	3.1 en 3.2
306	12:00	4.1 en 4.2
307	was al eerder geplaatst, niet gemeten	
308	13:00	5.1 en 5.2

Op **12 februari 2019** zijn de JLD-Dijkstabilisatoren aangespannen.

JLD-dijkstabilisator	Starttijd afspannen	Beëindiging afspannen	Nr. plaat monitoring
303	10:45	11:08	1.1 en 1.2
304	11:08	11:43	2.1 en 2.2
305	11:43	12:08	3.1 en 3.2
306	12:08	12:45	4.1 en 4.2
307	was al eerder geplaatst, niet gemeten		
308	13:46	14:05	5.1 en 5.2

Hieronder een aantal foto's tijdens het inbrengen en afspannen van de JLD Dijkstabilisatoren.



Foto 3-1: JLD Dijkstabilisatoren, links naar rechts, 308, reeds geplaatst 307, 306, 305, 304 en 303 tpv ankermachine





Foto 3-2: meetpunten pilot Watergraafsmeer.



Foto 3-3: inbrengen JLD-Dijkstabilisator pilot Watergraafsmeer.



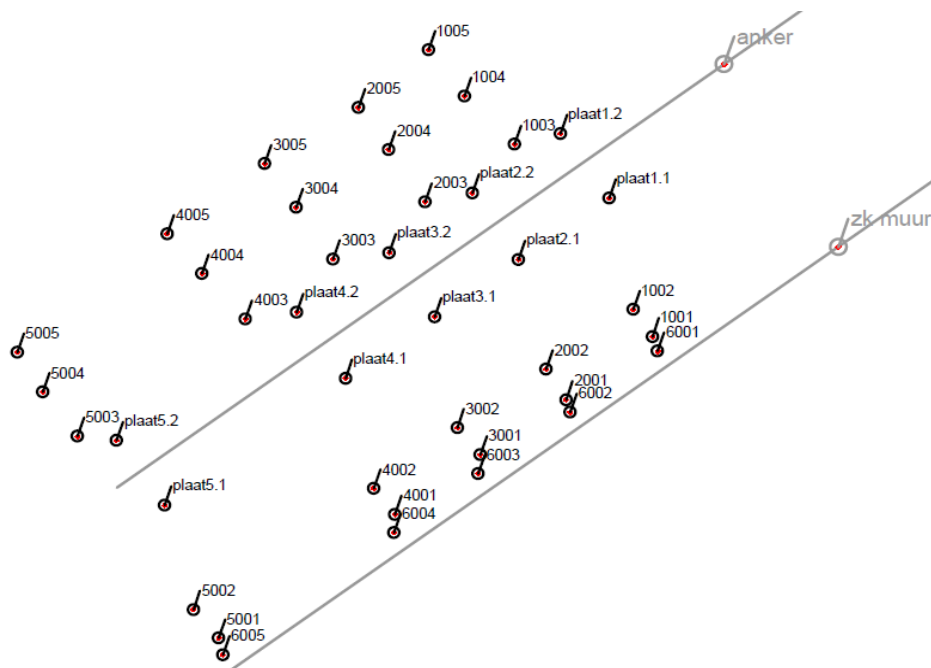
Foto 3-4: Afspannen JLD-Dijkstabilisatoren pilot Watergraafsmeer.

### 3.1 Meetmethode

De vervorming van de dijk zijn gemeten met een Total Station en prisma meetstickers. Ter plaatse van elke JLD Dijkstabilisatoren zijn in een raai vijf meetpunten aangebracht. Figuur 3-1 geeft schematisch de plaatsing van de meetpunten. Per raai zijn drie punten (3,4,5) aangebracht in de richting van het klapanker en twee punten in de tegengestelde richting (1,2). Tabel 3-1 geeft de afstanden tussen ankerpunten meetpunten. Afstanden tussen meetpunten geplaatst in de richting van het anker en de kopplaat zijn positief weergegeven. Per raai is er ook een meting op muur verricht. Deze zijn in een aparte raai ingedeeld (raai 6).

Tabel 3-1: Afstand meetpunten tot ankerpunt (middel kopplaat)

Meetpunt	1	2	3	4	5	6-Muur
Afstand tot kopplaat [m]	-1,0	-0,8	0,4	0,8	1,0	-1,2



Figuur 3-1: Locaties meetpunten

Bij het afspannen van de kopplaten zijn tevens de op twee hoekpunten van de kopplaat metingen uitgevoerd met een Total Station. De hoekpunten betreffen de nummers plaat 1.1, 1.2 etc. Verplaatsingen van de kopplaat zijn in x-,y- en z-richting van het RD-coördinaten systeem gemeten.

### 3.2 Gemeten deformaties maaiveld bij inbrengen klapanker en LDE

Direct na het inbrengen zijn deformaties van het maaiveld in het bereik van -3 tot 2 mm gemeten. Het bereik van de deformaties gemeten direct na het inbrengen is weergegeven in Tabel 3-2.

Tabel 3-2: Bereik deformaties maaiveld, gemeten direct na inbrengen klapankers en LDE

Richting	X (mm)			Y (mm)		Z (mm)	
Bereik gemeten deformatie	2 tot -1			2 tot -1		2 tot -3	
Afstand van kopplaat in m	-1	-0,8	0,4	0,8	1	-1,2	
Bereik gemeten deformatie in mm (Z)	0 tot -3	3 tot -2	0 tot -2	-1 tot -3	0 tot -3	-1 tot -3	

De maatgevende richting voor de stabiliteit van de dijk en de aanliggende panden is de verticale Z-richting. In de Z-richting is de maximale daling van het maaiveld na het inbrengen bepaald op 3 mm. Deze bodemdaling is gemeten in meerdere meetpunten. De gemeten deformaties liggen binnen de meetafwijking van de meetapparatuur.

### 3.3 Gemeten deformaties maaiveld bij afspannen kopplaat

De deformaties gemeten tijdens het afspannen van de kopplaat liggen in een iets groter bereik dan de deformaties gemeten tijdens het inbrengen. Tabel 3-3 geeft het bereik van de deformaties na het afspannen van de kopplaat. De grootste deformaties in de verticale z-richting zijn weer gemeten in het meetpunt het dichtst bij de kopplaat. De deformaties binnen 1 m van de kopplaat zijn groter dan de meetafwijking van de meetapparatuur en zijn dus van significant belang. De verticale deformaties die optreden op de meetpunten meer dan 1 m van de kopplaat zijn verwaarloosbaar.

Tabel 3-3: Bereik deformaties maaiveld, gemeten na afspannen kopplaat

Richting	X (mm)				Y (mm)		Z (mm)	
Bereik gemeten deformatie	0 tot -6				0 tot -6		-1 tot -13	
Afstand van kopplaat	-1	-0,8	0,4	0,8	1	-1,2	-1	-0,8
Bereik gemeten deformatie in mm (Z)	-2 tot -2	-2 tot -3	-1 tot -13	-2 tot -6	-1 tot -4	-2 tot -2	-2 tot -2	-2 tot -3

### 3.4 Gemeten verplaatsingen kopplaat na afspannen kopplaat

Figuur 3-1 geeft een overzicht van de meetpunten op locatie. De verplaatsingen van de kopplaat door deformaties grond onder de kopplaat zijn gemeten door van de rechterzijde van de kopplaat het bovenste en onderste hoekpunt op te meten. Dit wijkt af van de meetmethode in Purmerend, omdat door de meetopstelling de afspanmachine tussen het andere hoekpunt bovenaan de kopplaat en de Total Station staat.



Tabel 3-4: Bereik gemiddelde verplaatsing kopplaat, gemeten tijdens afspannen kopplaat

	X (mm)	Y (mm)	Z (mm)
Bereik gemeten deformatie	3 tot -38	28 tot -9	0 tot -54

Bij kopplaat punt nr. 3.1. zijn verplaatsingen tot 336 mm gemeten. Deze deformaties zijn tijdens de uitvoering niet opgemerkt, worden niet bevestigd door de foto's en komt niet overeen met plaat nr. 3.2. Punten 3.1 en 3.2 zijn punten dezelfde kopplaat. De meting lijkt niet goed uitgevoerd. De waarde is aangepast. Hieronder een foto van de afgespannen kopplaten. Kopplaat 308 wordt afgespannen.



Foto 3-5: Kopplaten van links naar rechts; Aangespannen kopplaten 303, 304, 305, 306. Kopplaat 308 wordt afgespannen

## 3.5 Beoordeling

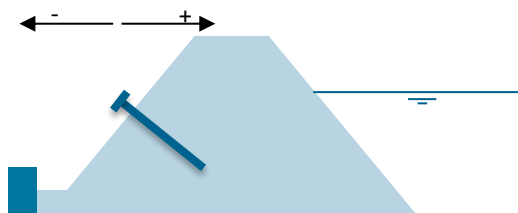
### 3.5.1 Dijk

De gemeten verplaatsingen bij het inbrengen van de JLD-Dijkstabilisator in de Ringdijk in Watergraafsmeer zijn vergelijkbaar met de verplaatsingen gemeten in Purmerend. Hier kan dus gesteld worden dat net als in Purmerend de verplaatsingen te klein en te lokaal zijn om te leiden tot kans op falen.

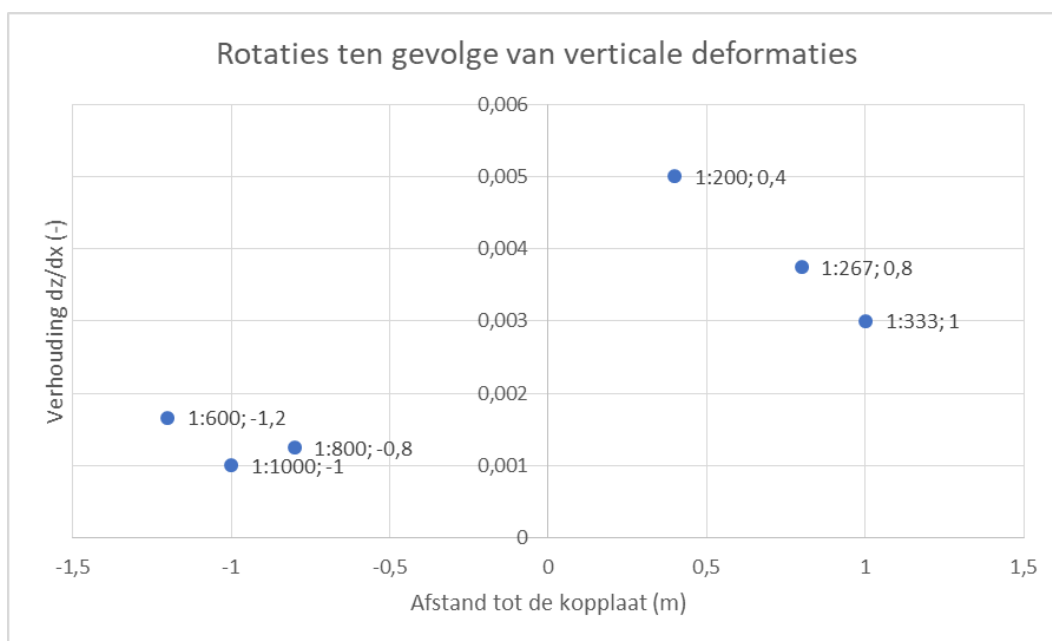
### 3.5.2 Aanliggende panden

Bij grondverzakking is de schade aan panden gerelateerd aan de rotatie van de fundering onder het pand. Hierbij wordt er verschil gemaakt tussen constructieve schade, bij een rotatie van  $> 1:150$ , en cosmetische schade, bij een rotatie  $< 1:600$  (Bijnagte & Luger, 2011). Aan de hand van de gemeten waarden kunnen de rotaties op elke van de monitoringspunten worden bepaald.

Anders dan in Purmerend is bij de Ringdijk in Watergraafsmeer ook gemeten in de tegengestelde richting van inbrengen. In Figuur 3-3 zijn deze punten in de negatieve x-richting weergegeven. Voor elke meetpunt op -1,2m, -1m, -0,8m, 0,4m, 0,8m en 1,0m vanaf de kopplaat zijn hierbij rotaties bepaald. De positieve en negatieve richting zijn in onderstaande figuur aangegeven.



Figuur 3-2: Richting positieve en negatieve deformatie



Figuur 3-3: Rotaties dz/dx tgv gemeten maaiveldaling, bij grafiekpunten plaatselijke rotaties en afstand vanaf kopplaat bij inbrengen klapanker en LDE

In Watergraafsmeer is bij het inbrengen van het klapanker en het LDE in beide richtingen een afstand van 0,8 meter een hoekverdraaiing kleiner dan 1:150 bepaald.

Deze rotatie is kleiner dan de grenswaarde voor constructieve schade (1:150). De kans op constructieve schade is in Watergraafmeer buiten een straal van 0,8 meter is daarom nihil.

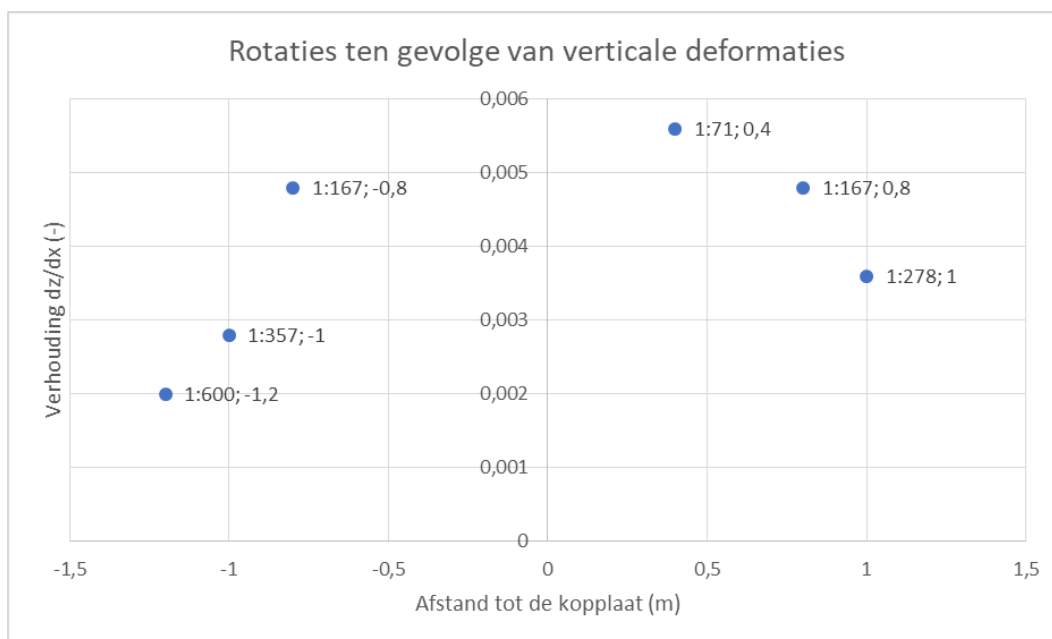
In het gemeten bereik is de kans op architectonische schade (1:600) in de positieve richting wel aanwezig. In de grafiek lijken de deformaties richting de bebouwing toe te nemen. De metingen vallen echter allemaal binnen de meetnauwkeurigheid van 2 mm. Het aantal metingen is te beperkt om hieruit een goede conclusie te kunnen trekken. Echter is vanuit de metingen uit Purmerend bepaald dat deze verdraaiingen snel afnemen na 1,5 m van de kopplaat. De huidige installatiemethode de JLD-Dijkstabilisator alleen aangebracht worden op als de afstand tussen de panden en de dijk een afstand van 8 m bedraagt vanwege de benodigde werkruimte. Gemeten deformaties worden dus niet verwacht bij aanliggende panden.

In de tegengestelde richting, dus richting de woningen, zijn de rotatie bepaald bij de gemeten deformaties kleiner of gelijk aan 1:600. De verwachting is dat verder van de kopplaat af de



verzakkingen verder uitdempen en de rotaties dus ook kleiner zijn. Kans op architectonische schade is in de richting van de woningen dus ook niet aanwezig.

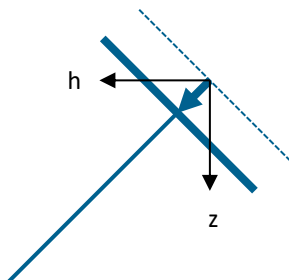
Figuur 3-4 geeft de rotaties ten gevolge van de deformaties opgetreden bij het afspannen van de kopplaat. Uit deze grafiek valt op te maken dat in de richting van de bebouwing (negatieve x-richting in grafiek) de verdraaiing vanaf een afstand groter dan 1,2 van de kopplaat kleiner dan 1:600 is. De kans op schade is buiten deze 1,2 m dus nihil. In de richting van de ankerstang zijn de gemeten deformaties en dus de bijbehorende verdraaiingen groter. Wel is te zien dat verder van de kopplaat af de verdraaiingen afnemen.



Figuur 3-4: Rotaties  $dz/dx$  tgv gemeten maaiveldaling, bij grafiekpunten plaatselijke rotaties en afstand vanaf kopplaat

### 3.5.3 Zakking kopplaat tijdens afspannen

Anders dan tijdens het afspannen in Purmerend zijn bij het afspannen in de Ringdijk van de Watergraafsmeer alleen de eindverplaatsing gemeten. Het verloop van de verplaatsing als gevolg van verschillende afspankrachtniveaus is uit deze gegevens niet op te maken. Wel kan aan de hand van de gegevens worden gezegd dat de zakking in de loop van tijd niet toeneemt.



Vanuit de uiteindelijke deformaties is op een zelfde manier als bij de gegevens uit Purmerend de uiteindelijke verplaatsing van de kopplaat bepaald.

*Tabel 3-5: Verplaatsing kopplaat in richting ankerstang*

Plaat nr	Verplaatsing in richting kopplaat [mm]
1	10
2	43
3	60
4	48
5	39

## 4 Samenvatting en conclusies

In het kader van onderzoeksvraag 16 is er gekeken naar de gevolgen voor de dijk en aanliggende panden bij gronddeformaties bij het inbrengen en afspannen van de JLD-Dijkstabilisator. Onderzoeksvraag 16 hangt samen met de onderstaande eisen:

- E 6.2: De invloed op de omgeving als gevolg van het aanbrengen van de JLD-dijkstabilisator op het gebied van trillingen moet tijdens de DO fase inzichtelijk gemaakt worden.
- E 6.3: Analoog aan eis E6.2: Het systeem moet inpasbaar zijn. De uitvoeringsmethode moet voldoende zekerheid geven over de plaatsing van het systeem. De invloed op de omgeving moet in de DO fase inzichtelijk worden gemaakt.

Onderzoeksvraag 16 is als het volgt geïnterpreteerd:

- Hoe groot is de grondverdringing tijdens het inbrengen van het klapanker en het LDE? Hebben eventuele deformaties gevolgen voor de dijk en de omliggende bebouwing?

### Resultaten

In Purmerend en Watergraafsmeer zijn zakkingen van de kopplaat in de richting van de ankerstang gemeten van 10 en 70 mm. Het directe invloedsgebied is maximaal 1,5 meter.

#### *Deformaties als gevolg van het aanbrengen van klapanker en LDE*

Uit de beoordeling van de meetresultaten van het drukkend inbrengen van het LDE en intrillen van het klapanker in de zandlaag blijkt dat de deformaties in een orde van grootte zijn dat de kans op afschuiven van het talud volgend uit deze deformaties verwaarloosbaar klein is. Verticale deformaties zouden minimaal een factor 10 groter moeten zijn, wil er een kans op glijvlakvorming zijn.

Voor de beoordeling van de gevolgen voor de aanliggende panden zijn uit gemeten verticale deformaties de rotaties bepaald. Aan de hand van deze rotaties is bepaald dat de kans op architectonische en constructieve schade aan de aanliggende panden kan worden uitgesloten indien de afstand tussen kopplaat en de aanliggende panden groter dan 1,5 m is.

#### *Deformaties als gevolg van het afspannen van de kopplaat*

Zakkingen van de kopplaat in de richting van de ankerstang liggen in Purmerend afhankelijk van de afspankracht tussen de 30 en 70 mm. De spreiding van de deformaties ten gevolge van het afspannen van de kopplaat reikt tot een afstand van 0,75 m van de kopplaat. Op grotere afstanden dan 0,75 meter zijn geen deformaties gemeten.

Bij de Ringdijk in Watergraafsmeer liggen de verplaatsingen van de kopplaat tussen de 10 en 60 mm. De spreiding van de deformaties ten gevolge van het afspannen van de kopplaat reikt in de richting van de woningen tot 1,2 m van de kopplaat. Verder dan 1,2 meter van de kopplaat af worden kleinere deformaties verwacht.

### Trillingen

Deformaties ten gevolge van trillingen zijn gemeten. Voor het onderzoek naar de trillingen wordt verwezen naar onderzoeksvraag 15. Deformaties ten gevolge van trillingen zijn nihil.

### Conclusie

De gemeten effecten op de dijk binnen een straal van 1,5 meter zijn beperkt en tijdens de uitvoering direct herstelbaar. De effecten op de bebouwing is niet meetbaar of nihil.

## Verwijzingen

Bijnagte, i. J., & Luger, i. H. (2011). Het bepalen van schadekansen ten gevolge van meerdere zettingsbijdragen. *Geotechniek*, 18-21.

Deltares. (2016). *Vervorming van een waterkering in relatie to sterkte van grond*. Delft: Deltares.

**Bijlagen**



# **Bijlage 1 Meetresultaten inbrengen JLD Dijkstabilisatoren in Purmerend**

Puntnummer	meting A			meting B			meting C 19-6 10:15			meting D 19-6 12:50		
	x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z
raai9-1	128790,014	503894,679	-3,601	128790,014	503894,679	-3,601	128790,014	503894,679	-3,601	128790,013	503894,679	-3,601
raai9-2	128789,909	503894,466	-3,615	128789,909	503894,466	-3,615	128789,909	503894,465	-3,615	128789,909	503894,466	-3,615
raai9-3	128789,784	503894,245	-3,654	128789,784	503894,245	-3,654	128789,784	503894,244	-3,654	128789,784	503894,245	-3,654
raai9-4	128789,683	503894,021	-3,609	128789,683	503894,02	-3,609	128789,683	503894,02	-3,609	128789,683	503894,021	-3,609
raai9-5	128789,467	503893,578	-3,601	128789,467	503893,577	-3,601	128789,467	503893,578	-3,601	128789,466	503893,578	-3,601
raai9-6	128789,054	503892,674	-3,597	128789,054	503892,673	-3,597	128789,054	503892,673	-3,597	128789,053	503892,673	-3,597
raai9-7	128787,91	503890,451	-3,59	128787,91	503890,451	-3,59	128787,91	503890,45	-3,59	128787,91	503890,451	-3,59
raai9-8	128785,69	503885,99	-3,587	128785,69	503885,99	-3,587	128785,69	503885,99	-3,587	128785,69	503885,99	-3,587
raai10-1	128785,776	503897,336	-3,599	128785,776	503897,335	-3,599	128785,776	503897,335	-3,599	128785,776	503897,336	-3,599
raai10-2	128785,678	503897,1	-3,588	128785,679	503897,099	-3,588	128785,678	503897,1	-3,588	128785,678	503897,1	-3,588
raai10-3	128785,571	503896,874	-3,63	128785,571	503896,874	-3,63	128785,571	503896,875	-3,63	128785,571	503896,874	-3,63
raai10-4	128785,461	503896,643	-3,616	128785,461	503896,643	-3,616	128785,46	503896,643	-3,616	128785,46	503896,643	-3,616
raai10-5	128785,239	503896,198	-3,597	128785,239	503896,198	-3,597	128785,239	503896,198	-3,597	128785,239	503896,198	-3,597
raai10-6	128784,802	503895,315	-3,586	128784,802	503895,315	-3,586	128784,802	503895,315	-3,586	128784,802	503895,315	-3,586
raai10-7	128783,697	503893,061	-3,583	128783,698	503893,061	-3,583	128783,697	503893,061	-3,583	128783,698	503893,06	-3,583
raai10-8	128781,563	503888,546	-3,631	128781,563	503888,546	-3,631	128781,563	503888,546	-3,631	128781,563	503888,546	-3,631
raai11-1	128781,494	503899,948	-3,611	128781,494	503899,949	-3,611	128781,494	503899,948	-3,611	128781,494	503899,948	-3,611
raai11-2	128781,372	503899,725	-3,603	128781,372	503899,724	-3,602	128781,372	503899,724	-3,602	128781,372	503899,724	-3,602
raai11-3	128781,283	503899,504	-3,582	128781,283	503899,504	-3,582	128781,283	503899,502	-3,582	128781,283	503899,502	-3,582
raai11-4	128781,187	503899,269	-3,593	128781,187	503899,269	-3,593	128781,187	503899,269	-3,593	128781,187	503899,269	-3,593
raai11-5	128780,979	503898,816	-3,617	128780,979	503898,817	-3,617	128780,979	503898,817	-3,617	128780,979	503898,816	-3,617
raai11-6	128780,542	503897,919	-3,577	128780,542	503897,919	-3,577	128780,542	503897,919	-3,577	128780,542	503897,918	-3,577
raai11-7	128779,487	503895,651	-3,594	128779,486	503895,651	-3,594	128779,486	503895,651	-3,594	128779,485	503895,651	-3,594
raai11-8	128777,308	503891,176	-3,578	128777,308	503891,176	-3,578	128777,308	503891,176	-3,578	128777,307	503891,176	-3,578
raai12-1	128777,179	503902,621	-3,604	128777,178	503902,622	-3,603	128777,178	503902,621	-3,603	128777,178	503902,621	-3,603
raai12-2	128777,054	503902,389	-3,59	128777,054	503902,389	-3,59	128777,054	503902,388	-3,59	128777,054	503902,388	-3,59
raai12-3	128776,945	503902,18	-3,595	128776,945	503902,181	-3,595	128776,945	503902,18	-3,595	128776,944	503902,18	-3,595
raai12-4	128776,797	503901,96	-3,601	128776,797	503901,96	-3,601	128776,797	503901,96	-3,601	128776,796	503901,96	-3,601
raai12-5	128776,564	503901,513	-3,606	128776,563	503901,513	-3,606	128776,563	503901,513	-3,606	128776,563	503901,513	-3,606
raai12-6	128776,072	503900,647	-3,591	128776,072	503900,647	-3,591	128776,072	503900,646	-3,591	128776,072	503900,646	-3,591
raai12-7	128774,872	503898,484	-3,59	128774,872	503898,484	-3,59	128774,872	503898,484	-3,59	128774,871	503898,484	-3,59
raai12-8	128772,502	503894,077	-3,607	128772,502	503894,077	-3,607	128772,502	503894,077	-3,607	128772,501	503894,077	-3,607
raai13-1	128772,928	503905,222	-3,61	128772,929	503905,221	-3,61	128772,928	503905,222	-3,61	128772,927	503905,222	-3,61
raai13-2	128772,832	503904,982	-3,626	128772,832	503904,982	-3,626	128772,831	503904,982	-3,626	128772,831	503904,981	-3,626
raai13-3	128772,697	503904,759	-3,6	128772,697	503904,759	-3,6	128772,697	503904,759	-3,6	128772,696	503904,758	-3,6
raai13-4	128772,607	503904,534	-3,6	128772,608	503904,534	-3,6	128772,607	503904,534	-3,6	128772,607	503904,534	-3,6
raai13-5	128772,36	503904,083	-3,593	128772,359	503904,083	-3,593	128772,359	503904,083	-3,593	128772,358	503904,083	-3,593
raai13-6	128771,909	503903,217	-3,593	128771,909	503903,217	-3,593	128771,909	503903,216	-3,593	128771,908	503903,217	-3,593
raai13-7	128770,782	503901,005	-3,606	128770,782	503901,005	-3,606	128770,781	503901,005	-3,606	128770,781	503901,005	-3,606
raai13-8	128768,513	503896,55	-3,577	128768,513	503896,55	-3,577	128768,513	503896,549	-3,577	128768,513	503896,549	-3,577
vp1	128864,006	503830,973	-3,797									
vp2	128869,036	503864,028	-3,596									
vp3	128835,862	503886,11	-3,77									
vp4	128756,595	503931,651	-3,619				128756,594	503931,65	-3,619	128756,594	503931,649	-3,619

Puntnummer	meting E 19-6 15:18			meting F 19-6 16:30			meting G 25-6 09:30			meting H 25-6 09:55		
	x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z
raai9-1	128790,013	503894,679	-3,601	128790,013	503894,679	-3,601	128790,013	503894,677	-3,6	128790,012	503894,675	-3,599
raai9-2	128789,909	503894,466	-3,615	128789,909	503894,466	-3,615	128789,908	503894,465	-3,613	128789,907	503894,463	-3,613
raai9-3	128789,784	503894,245	-3,654	128789,784	503894,245	-3,654	128789,783	503894,244	-3,652	128789,783	503894,243	-3,653
raai9-4	128789,683	503894,021	-3,609	128789,683	503894,021	-3,609	128789,679	503894,018	-3,608	128789,679	503894,017	-3,608
raai9-5	128789,466	503893,578	-3,601	128789,466	503893,578	-3,601	128789,465	503893,579	-3,6	128789,465	503893,578	-3,6
raai9-6	128789,053	503892,673	-3,597	128789,053	503892,674	-3,597	128789,051	503892,674	-3,595	128789,052	503892,673	-3,596
raai9-7	128787,91	503890,451	-3,59	128787,91	503890,451	-3,59	128787,908	503890,449	-3,589	128787,909	503890,449	-3,59
raai9-8	128785,69	503885,99	-3,587	128785,69	503885,99	-3,587	128785,689	503885,991	-3,586	128785,69	503885,991	-3,586
raai10-1	128785,776	503897,335	-3,599	128785,776	503897,335	-3,599	128785,775	503897,327	-3,596	128785,774	503897,328	-3,596
raai10-2	128785,678	503897,1	-3,588	128785,677	503897,1	-3,588	128785,676	503897,098	-3,586	128785,676	503897,098	-3,586
raai10-3	128785,571	503896,874	-3,63	128785,57	503896,875	-3,63	128785,569	503896,872	-3,628	128785,569	503896,872	-3,628
raai10-4	128785,46	503896,643	-3,616	128785,46	503896,643	-3,616	128785,459	503896,642	-3,615	128785,459	503896,641	-3,615
raai10-5	128785,238	503896,198	-3,597	128785,238	503896,199	-3,597	128785,235	503896,2	-3,595	128785,235	503896,199	-3,595
raai10-6	128784,802	503895,315	-3,586	128784,802	503895,315	-3,586	128784,799	503895,314	-3,584	128784,8	503895,314	-3,585
raai10-7	128783,697	503893,061	-3,583	128783,697	503893,062	-3,583	128783,694	503893,062	-3,582	128783,695	503893,061	-3,582
raai10-8	128781,562	503888,546	-3,631	128781,562	503888,546	-3,631	128781,561	503888,547	-3,629	128781,561	503888,546	-3,629
raai11-1	128781,494	503899,948	-3,611	128781,493	503899,949	-3,611	128781,492	503899,948	-3,609			
raai11-2	128781,372	503899,724	-3,602	128781,372	503899,724	-3,602	128781,369	503899,724	-3,601			
raai11-3	128781,283	503899,503	-3,582	128781,283	503899,503	-3,582	128781,281	503899,503	-3,581			
raai11-4	128781,186	503899,269	-3,593	128781,187	503899,269	-3,593	128781,185	503899,271	-3,591			
raai11-5	128780,978	503898,817	-3,617	128780,978	503898,817	-3,617	128780,977	503898,818	-3,616			
raai11-6	128780,542	503897,919	-3,577	128780,542	503897,919	-3,577	128780,54	503897,918	-3,576			
raai11-7	128779,486	503895,651	-3,594	128779,486	503895,651	-3,594	128779,484	503895,652	-3,592			
raai11-8	128777,307	503891,176	-3,578	128777,307	503891,177	-3,578	128777,306	503891,176	-3,577			
raai12-1	128777,178	503902,621	-3,603	128777,178	503902,621	-3,603	128777,176	503902,621	-3,602			
raai12-2	128777,053	503902,389	-3,59	128777,053	503902,389	-3,59	128777,053	503902,388	-3,589			
raai12-3	128776,944	503902,18	-3,595	128776,944	503902,18	-3,595	128776,943	503902,18	-3,594			
raai12-4	128776,796	503901,961	-3,601	128776,796	503901,961	-3,601	128776,795	503901,96	-3,6			
raai12-5	128776,563	503901,513	-3,606	128776,563	503901,513	-3,606	128776,561	503901,513	-3,605			
raai12-6	128776,072	503900,646	-3,591	128776,072	503900,647	-3,591	128776,071	503900,646	-3,59			
raai12-7	128774,871	503898,484	-3,59	128774,871	503898,485	-3,59	128774,871	503898,485	-3,589			
raai12-8	128772,502	503894,076	-3,607	128772,501	503894,077	-3,607	128772,499	503894,077	-3,605			
raai13-1	128772,927	503905,222	-3,61	128772,927	503905,222	-3,61	128772,925	503905,222	-3,609			
raai13-2	128772,831	503904,982	-3,626	128772,831	503904,983	-3,626	128772,83	503904,982	-3,625			
raai13-3	128772,696	503904,758	-3,6	128772,696	503904,759	-3,6	128772,695	503904,759	-3,6			
raai13-4	128772,606	503904,534	-3,6	128772,606	503904,535	-3,6	128772,605	503904,535	-3,599			
raai13-5	128772,359	503904,083	-3,593	128772,359	503904,083	-3,593	128772,357	503904,084	-3,592			
raai13-6	128771,908	503903,216	-3,593	128771,908	503903,216	-3,593	128771,907	503903,217	-3,591			
raai13-7	128770,781	503901,005	-3,606	128770,781	503901,004	-3,606	128770,78	503901,005	-3,605			
raai13-8	128768,513	503896,549	-3,577	128768,513	503896,549	-3,577	128768,511	503896,551	-3,575			
vp1							128756,594	503931,651	-3,619			
vp2							128864,008	503830,974	-3,799			
vp3												
vp4	128756,594	503931,65	-3,619	128756,593	503931,65	-3,619						





Puntnummer	meting Q 25-6 14:00			Puntnummer	meting R 2-10 16:00		
	x	y	z		x	y	z
raai9-1	128790,016	503894,675	-3,6	raai9-1	128790,008	503894,678	-3,6
raai9-2	128789,911	503894,462	-3,615	raai9-2	128789,901	503894,463	-3,615
raai9-3	128789,786	503894,243	-3,652	raai9-3	128789,778	503894,246	-3,654
raai9-4	128789,681	503894,017	-3,607	raai9-4	128789,677	503894,022	-3,609
raai9-5	128789,467	503893,578	-3,599	raai9-5	128789,46	503893,576	-3,6
raai9-6	128789,054	503892,673	-3,594	raai9-6	128789,051	503892,677	-3,596
raai9-7	128787,911	503890,449	-3,589	raai9-7	128787,907	503890,454	-3,59
raai9-8	128785,692	503885,991	-3,585	raai9-8	128785,689	503885,998	-3,585
raai10-1	128785,774	503897,333	-3,597	raai10-1	128785,774	503897,335	-3,599
raai10-2	128785,678	503897,098	-3,586	raai10-2	128785,671	503897,1	-3,586
raai10-3	128785,571	503896,873	-3,627	raai10-3	128785,565	503896,876	-3,626
raai10-4	128785,461	503896,642	-3,614	raai10-4	128785,455	503896,642	-3,614
raai10-5	128785,237	503896,199	-3,595	raai10-5	128785,228	503896,197	-3,596
raai10-6	128784,802	503895,314	-3,583	raai10-6	128784,796	503895,319	-3,586
raai10-7	128783,697	503893,061	-3,581	raai10-7	128783,693	503893,066	-3,581
raai10-8	128781,563	503888,547	-3,629	raai10-8	128781,558	503888,551	-3,627
raai11-1	128781,493	503899,947	-3,609	raai11-1	128781,487	503899,947	-3,608
raai11-2	128781,371	503899,723	-3,6	raai11-2	128781,372	503899,726	-3,602
raai11-3	128781,282	503899,503	-3,58	raai11-3	128781,282	503899,505	-3,582
raai11-4	128781,186	503899,272	-3,591	raai11-4	128781,179	503899,267	-3,592
raai11-5	128780,979	503898,818	-3,615	raai11-5	128780,974	503898,819	-3,615
raai11-6	128780,542	503897,918	-3,574	raai11-6	128780,534	503897,919	-3,576
raai11-7	128779,486	503895,652	-3,592	raai11-7	128779,482	503895,654	-3,593
raai11-8	128777,307	503891,177	-3,577	raai11-8	128777,301	503891,181	-3,581
raai12-1	128777,178	503902,619	-3,601	raai12-1	128777,175	503902,62	-3,608
raai12-2	128777,055	503902,388	-3,589	raai12-2	128777,052	503902,388	-3,595
raai12-3	128776,945	503902,18	-3,593	raai12-3	128776,939	503902,18	-3,597
raai12-4	128776,797	503901,961	-3,6	raai12-4	128776,792	503901,963	-3,605
raai12-5	128776,564	503901,512	-3,605	raai12-5	128776,559	503901,514	-3,609
raai12-6	128776,072	503900,646	-3,59	raai12-6	128776,071	503900,653	-3,595
raai12-7	128774,872	503898,485	-3,588	raai12-7	128774,836	503898,344	-3,581
raai12-8	128772,501	503894,077	-3,606	raai12-8	128772,497	503894,082	-3,611
raai13-1	128772,926	503905,219	-3,608	raai13-1	128772,926	503905,219	-3,612
raai13-2	128772,831	503904,981	-3,624	raai13-2	128772,831	503904,981	-3,63
raai13-3	128772,696	503904,758	-3,598	raai13-3	128772,695	503904,759	-3,602
raai13-4	128772,606	503904,534	-3,598	raai13-4	128772,603	503904,533	-3,602
raai13-5	128772,358	503904,084	-3,591	raai13-5	128772,356	503904,083	-3,594
raai13-6	128771,907	503903,216	-3,591	raai13-6	128771,907	503903,222	-3,591
raai13-7	128770,781	503901,005	-3,604	raai13-7	128770,78	503901,008	-3,607
raai13-8	128768,513	503896,55	-3,575	raai13-8	128768,512	503896,555	-3,58
vp1				vp1			
vp2				vp2			
vp3				vp3			
vp4	128756,594	503931,65	-3,619	vp4	128756,594	503931,65	-3,619



## **Bijlage 2 Meetresultaten afspannen JLD Dijkstabilisatoren in Purmerend**









## **Bijlage 3 Meetresultaten inbrengen JLD Dijkstabilisatoren in Watergraafsmeer**



16-1-2019				16-1-2019			
nulmeting	16-1-2019	16-1-2019	16-1-2019	herhalingsmeting 01		10:43	
puntnr.	X	Y	Z	puntnr.	X	Y	Z
1001	123353,550	485058,971	-2,466	1001	123353,549	485058,971	-2,466
1002	123353,372	485059,231	-2,464	1002	123353,371	485059,230	-2,464
1003	123352,277	485060,816	-2,328	1003	123352,275	485060,816	-2,328
1004	123351,817	485061,278	-1,777	1004	123351,817	485061,278	-1,776
1005	123351,482	485061,722	-1,638	1005	123351,483	485061,723	-1,638
2001	123352,752	485058,364	-2,490	2001			
2002	123352,567	485058,658	-2,473	2002			
2003	123351,451	485060,262	-2,307	2003			
2004	123351,116	485060,764	-1,778	2004			
2005	123350,836	485061,168	-1,625	2005			
3001	123351,960	485057,837	-2,508	3001			
3002	123351,749	485058,096	-2,466	3002			
3003	123350,603	485059,714	-2,275	3003			
3004	123350,264	485060,210	-1,797	3004			
3005	123349,972	485060,630	-1,678	3005			
4001	123351,173	485057,263	-2,507	4001			
4002	123350,977	485057,514	-2,493	4002			
4003	123349,795	485059,138	-2,270	4003			
4004	123349,394	485059,576	-1,791	4004			
4005	123349,072	485059,956	-1,662	4005			
5001	123349,546	485056,077	-2,498	5001			
5002	123349,316	485056,349	-2,494	5002			
5003	123348,244	485058,012	-2,290	5003			
5004	123347,923	485058,439	-1,811	5004			
5005	123347,692	485058,818	-1,675	5005			
6001	123353,596	485058,829	-2,544	6001	123353,597	485058,829	-2,543
6002	123352,789	485058,246	-2,549	6002			
6003	123351,939	485057,654	-2,555	6003			
6004	123351,163	485057,089	-2,554	6004			
6005	123349,584	485055,919	-2,548	6005			

16-1-2019				16-1-2019			
herhalingsmeting 02		11:15		herhalingsmeting 03		11:38	
puntnr.	X	Y	Z	puntnr.	X	Y	Z
1001				1001			
1002				1002			
1003				1003			
1004				1004			
1005				1005			
2001	123352,753	485058,364	-2,489	2001			
2002	123352,568	485058,657	-2,473	2002			
2003	123351,450	485060,262	-2,306	2003			
2004	123351,116	485060,765	-1,777	2004			
2005	123350,836	485061,168	-1,625	2005			
3001				3001	123351,960	485057,836	-2,508
3002				3002	123351,750	485058,095	-2,466
3003				3003	123350,602	485059,714	-2,274
3004				3004	123350,263	485060,210	-1,794
3005				3005	123349,971	485060,631	-1,676
4001				4001			
4002				4002			
4003				4003			
4004				4004			
4005				4005			
5001				5001			
5002				5002			
5003				5003			
5004				5004			
5005				5005			
6001				6001			
6002	123352,791	485058,244	-2,548	6002			
6003				6003	123351,940	485057,653	-2,554
6004				6004			
6005				6005			

16-1-2019				16-1-2019			
herhalingsmeting 04		12:15		herhalingsmeting 05		13:20	
puntnr.	X	Y	Z	puntnr.	X	Y	Z
1001				1001			
1002				1002			
1003				1003			
1004				1004			
1005				1005			
2001				2001			
2002				2002			
2003				2003			
2004				2004			
2005				2005			
3001				3001			
3002				3002			
3003				3003			
3004				3004			
3005				3005			
4001	123351,173	485057,261	-2,506	4001			
4002	123350,978	485057,512	-2,492	4002			
4003	123349,795	485059,138	-2,268	4003			
4004	123349,393	485059,576	-1,788	4004			
4005	123349,071	485059,955	-1,659	4005			
5001				5001	123349,547	485056,075	-2,497
5002				5002	123349,314	485056,347	-2,497
5003				5003	123348,243	485058,011	-2,288
5004				5004	123347,923	485058,438	-1,810
5005				5005	123347,691	485058,818	-1,673
6001				6001			
6002				6002			
6003				6003			
6004	123351,164	485057,089	-2,552	6004			
6005				6005	123349,584	485055,917	-2,546

16-1-2019				17-1-2019			
herhalingsmeting 06				nulmeting			
13:45				07:33			
puntnr.	X	Y	Z	puntnr.	X	Y	Z
1001	123353,548	485058,970	-2,465	1001	123353,549	485058,970	-2,464
1002	123353,372	485059,230	-2,464	1002	123353,372	485059,230	-2,463
1003	123352,276	485060,816	-2,326	1003	123352,275	485060,817	-2,327
1004	123351,818	485061,278	-1,775	1004	123351,816	485061,278	-1,775
1005	123351,483	485061,723	-1,637	1005	123351,482	485061,724	-1,637
2001	123352,753	485058,363	-2,488	2001	123352,752	485058,363	-2,487
2002	123352,567	485058,656	-2,472	2002	123352,567	485058,657	-2,471
2003	123351,450	485060,262	-2,305	2003	123351,450	485060,263	-2,305
2004	123351,116	485060,765	-1,776	2004	123351,115	485060,764	-1,777
2005	123350,836	485061,168	-1,623	2005	123350,835	485061,168	-1,624
3001	123351,960	485057,835	-2,507	3001	123351,960	485057,835	-2,506
3002	123351,749	485058,094	-2,465	3002	123351,749	485058,095	-2,464
3003	123350,603	485059,713	-2,273	3003	123350,603	485059,713	-2,273
3004	123350,264	485060,210	-1,794	3004	123350,263	485060,210	-1,794
3005	123349,971	485060,631	-1,675	3005	123349,971	485060,630	-1,676
4001	123351,173	485057,261	-2,506	4001	123351,172	485057,262	-2,505
4002	123350,977	485057,512	-2,492	4002	123350,977	485057,512	-2,491
4003	123349,795	485059,138	-2,268	4003	123349,794	485059,138	-2,268
4004	123349,393	485059,576	-1,788	4004	123349,392	485059,576	-1,788
4005	123349,071	485059,955	-1,659	4005	123349,071	485059,956	-1,660
5001	123349,547	485056,075	-2,497	5001	123349,546	485056,074	-2,497
5002	123349,314	485056,348	-2,496	5002	123349,313	485056,347	-2,496
5003	123348,244	485058,012	-2,288	5003	123348,243	485058,012	-2,289
5004	123347,924	485058,438	-1,810	5004	123347,922	485058,439	-1,810
5005	123347,691	485058,818	-1,673	5005	123347,688	485058,819	-1,674
6001	123353,596	485058,829	-2,542	6001	123353,596	485058,829	-2,542
6002	123352,790	485058,245	-2,547	6002	123352,789	485058,244	-2,546
6003	123351,940	485057,653	-2,554	6003	123351,940	485057,652	-2,553
6004	123351,163	485057,088	-2,552	6004	123351,163	485057,088	-2,551
6005	123349,585	485055,918	-2,546	6005	123349,585	485055,915	-2,545

## **Bijlage 4 Meetresultaten afspannen JLD Dijkstabilisatoren in Watergraafsmeer**

nulmeting puntnr.	12-2-2019	12-2-2019	12-2-2019
	X	Y	Z
1001	123353,551	485058,974	-2,464
1002	123353,371	485059,234	-2,462
1003	123352,279	485060,816	-2,325
1004	123351,819	485061,279	-1,772
1005	123351,485	485061,724	-1,633
2001	123352,753	485058,366	-2,487
2002	123352,568	485058,660	-2,470
2003	123351,453	485060,261	-2,303
2004	123351,119	485060,764	-1,774
2005	123350,840	485061,168	-1,619
3001	123351,959	485057,838	-2,506
3002	123351,748	485058,098	-2,464
3003	123350,606	485059,711	-2,270
3004	123350,266	485060,209	-1,791
3005	123349,973	485060,631	-1,672
4001	123351,173	485057,264	-2,505
4002	123350,977	485057,516	-2,490
4003	123349,800	485059,136	-2,265
4004	123349,397	485059,575	-1,782
4005	123349,075	485059,955	-1,655
5001	123349,546	485056,078	-2,496
5002	123349,313	485056,351	-2,493
5003	123348,246	485058,011	-2,287
5004	123347,926	485058,437	-1,808
5005	123347,695	485058,817	-1,670
6001	123353,598	485058,833	-2,543
6002	123352,793	485058,249	-2,548
6003	123351,942	485057,657	-2,554
6004	123351,166	485057,093	-2,552
6005	123349,587	485055,923	-2,547
plaat1.1	123353,134	485060,308	-2,980
plaat1.2	123352,698	485060,952	-2,429
plaat2.1	123351,608	485059,248	-2,977
plaat2.2	123351,178	485059,886	-2,428
plaat3.1	123350,840	485058,335	-2,860
plaat3.2	123350,370	485059,275	-2,450
plaat4.1	123350,706	485058,579	-2,968
plaat4.2	123350,261	485059,196	-2,438
plaat5.1	123349,053	485057,365	-2,950
plaat5.2	123348,576	485058,004	-2,437



**herhalingsmeting 01**

<b>puntnr.</b>	11:15	11:15	11:15
	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>
1001	#N/B	#N/B	#N/B
1002	#N/B	#N/B	#N/B
1003	#N/B	#N/B	#N/B
1004	#N/B	#N/B	#N/B
1005	#N/B	#N/B	#N/B
2001	123352,752	485058,364	-2,489
2002	123352,566	485058,659	-2,472
2003	123351,449	485060,261	-2,310
2004	123351,117	485060,761	-1,778
2005	123350,838	485061,166	-1,622
3001	123351,958	485057,836	-2,508
3002	123351,748	485058,097	-2,466
3003	123350,605	485059,711	-2,280
3004	123350,266	485060,207	-1,795
3005	123349,973	485060,629	-1,675
4001	123351,172	485057,263	-2,507
4002	123350,975	485057,514	-2,492
4003	123349,797	485059,136	-2,274
4004	123349,396	485059,574	-1,786
4005	123349,073	485059,953	-1,658
5001	123349,544	485056,076	-2,498
5002	123349,312	485056,350	-2,495
5003	123348,244	485058,011	-2,293
5004	123347,925	485058,435	-1,812
5005	123347,693	485058,815	-1,673
6001	#N/B	#N/B	#N/B
6002	123352,790	485058,245	-2,550
6003	123351,940	485057,653	-2,556
6004	123351,164	485057,090	-2,554
6005	123349,586	485055,918	-2,549
plaat1.1	#N/B	#N/B	#N/B
plaat1.2	#N/B	#N/B	#N/B
plaat2.1	123351,594	485059,262	-3,006
plaat2.2	123351,161	485059,903	-2,463
plaat3.1	123350,802	485058,671	-3,022
plaat3.2	123350,342	485059,300	-2,503
plaat4.1	123350,690	485058,597	-3,002
plaat4.2	123350,246	485059,219	-2,478
plaat5.1	123349,041	485057,388	-2,978
plaat5.2	123348,561	485058,024	-2,464

**herhalingsmeting 02**

punctnr.	14:15	14:15	14:15
	X	Y	Z
1001	123353,547	485058,972	-2,466
1002	123353,369	485059,233	-2,464
1003	123352,275	485060,814	-2,328
1004	123351,817	485061,276	-1,775
1005	123351,483	485061,721	-1,636
2001	123352,751	485058,365	-2,489
2002	123352,566	485058,660	-2,473
2003	123351,447	485060,261	-2,313
2004	123351,116	485060,761	-1,779
2005	123350,838	485061,166	-1,623
3001	123351,958	485057,837	-2,508
3002	123351,747	485058,098	-2,467
3003	123350,604	485059,711	-2,282
3004	123350,265	485060,208	-1,797
3005	123349,972	485060,629	-1,676
4001	123351,171	485057,263	-2,507
4002	123350,975	485057,515	-2,492
4003	123349,797	485059,136	-2,275
4004	123349,395	485059,574	-1,787
4005	123349,072	485059,953	-1,659
5001	123349,545	485056,076	-2,498
5002	123349,312	485056,350	-2,495
5003	123348,244	485058,011	-2,293
5004	123347,925	485058,435	-1,812
5005	123347,693	485058,815	-1,672
6001	123353,597	485058,831	-2,545
6002	123352,791	485058,246	-2,550
6003	123351,939	485057,654	-2,556
6004	123351,164	485057,090	-2,554
6005	123349,585	485055,917	-2,548
plaat1.1	#N/B	#N/B	#N/B
plaat1.2	123352,694	485060,952	-2,440
plaat2.1	123351,595	485059,264	-3,011
plaat2.2	123351,159	485059,905	-2,465
plaat3.1	123350,803	485058,672	-3,024
plaat3.2	123350,344	485059,303	-2,504
plaat4.1	123350,691	485058,601	-3,004
plaat4.2	123350,245	485059,218	-2,479
plaat5.1	123349,041	485057,389	-2,980
plaat5.2	123348,562	485058,024	-2,465

**herhalingsmeting 03**

punctnr.	14:45		14:45
	X	Y	Z
1001	123353,548	485058,971	-2,466
1002	123353,369	485059,232	-2,464
1003	123352,277	485060,813	-2,326
1004	123351,818	485061,276	-1,774
1005	123351,483	485061,721	-1,635
2001	#N/B	#N/B	#N/B
2002	#N/B	#N/B	#N/B
2003	#N/B	#N/B	#N/B
2004	#N/B	#N/B	#N/B
2005	#N/B	#N/B	#N/B
3001	#N/B	#N/B	#N/B
3002	#N/B	#N/B	#N/B
3003	#N/B	#N/B	#N/B
3004	#N/B	#N/B	#N/B
3005	#N/B	#N/B	#N/B
4001	#N/B	#N/B	#N/B
4002	#N/B	#N/B	#N/B
4003	#N/B	#N/B	#N/B
4004	#N/B	#N/B	#N/B
4005	#N/B	#N/B	#N/B
5001	#N/B	#N/B	#N/B
5002	#N/B	#N/B	#N/B
5003	#N/B	#N/B	#N/B
5004	#N/B	#N/B	#N/B
5005	#N/B	#N/B	#N/B
6001	123353,595	485058,831	-2,545
6002	#N/B	#N/B	#N/B
6003	#N/B	#N/B	#N/B
6004	#N/B	#N/B	#N/B
6005	#N/B	#N/B	#N/B
plaat1.1	123353,137	485060,303	-2,983
plaat1.2	123352,694	485060,952	-2,441
plaat2.1	#N/B	#N/B	#N/B
plaat2.2	#N/B	#N/B	#N/B
plaat3.1	#N/B	#N/B	#N/B
plaat3.2	#N/B	#N/B	#N/B
plaat4.1	#N/B	#N/B	#N/B
plaat4.2	#N/B	#N/B	#N/B
plaat5.1	#N/B	#N/B	#N/B
plaat5.2	#N/B	#N/B	#N/B

**herhalingsmeting 04**

puntnr.	15:45	15:45	15:45
	X	Y	Z
1001	123353,547	485058,971	-2,466
1002	123353,369	485059,233	-2,464
1003	123352,275	485060,813	-2,328
1004	123351,817	485061,276	-1,776
1005	123351,482	485061,721	-1,636
2001	123352,751	485058,364	-2,489
2002	123352,565	485058,659	-2,473
2003	123351,447	485060,260	-2,313
2004	123351,116	485060,760	-1,779
2005	123350,837	485061,166	-1,623
3001	123351,958	485057,836	-2,508
3002	123351,747	485058,098	-2,467
3003	123350,603	485059,710	-2,283
3004	123350,265	485060,207	-1,797
3005	123349,972	485060,628	-1,676
4001	123351,172	485057,263	-2,507
4002	123350,975	485057,514	-2,493
4003	123349,797	485059,136	-2,275
4004	123349,395	485059,573	-1,787
4005	123349,072	485059,953	-1,659
5001	123349,545	485056,075	-2,498
5002	123349,311	485056,349	-2,496
5003	123348,244	485058,010	-2,293
5004	123347,925	485058,434	-1,812
5005	123347,693	485058,814	-1,673
6001	123353,596	485058,829	-2,545
6002	123352,789	485058,244	-2,550
6003	123351,938	485057,653	-2,556
6004	123351,163	485057,088	-2,555
6005	123349,585	485055,917	-2,548
plaat1.1	123353,137	485060,299	-2,984
plaat1.2	123352,692	485060,949	-2,441
plaat2.1	123351,593	485059,263	-3,011
plaat2.2	123351,158	485059,904	-2,465
plaat3.1	123350,802	485058,670	-3,024
plaat3.2	123350,339	485059,300	-2,504
plaat4.1	123350,687	485058,597	-3,005
plaat4.2	123350,243	485059,216	-2,480
plaat5.1	123349,039	485057,387	-2,981
plaat5.2	123348,560	485058,022	-2,466

---

## 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](http://www.anteagroup.nl)

### **JLD Contracting BV**

Wieder 23  
1648 GA DE GOORN  
Postbus 144  
1135 ZK EDAM

E. [www.JLDcontracting.com](http://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.