

# Pilot JLD-Dijkstabilisator Watergraafsmeer

Monitoring en nastel plan beheerfase pilot  
Watergraafsmeer en Purmerend

projectnummer 413509  
definitief revisie 01  
24 september 2019

# Inhoudsopgave

	Blz.	
<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>1</b>
1.1	Achtergrond monitoringsplan	1
1.2	Doel monitoringsplan	2
1.3	JLD-Dijkstabilisator en de invloed op de omgeving	2
1.4	Onderzoekspoor	3
1.5	Overzicht	3
<b>2</b>	<b>Uitgangspunten</b>	<b>5</b>
2.1	Ringdijk Amsterdam	5
2.2	Proeflocatie Purmerend	7
<b>3</b>	<b>Monitoring Ringdijk Watergraafsmeer</b>	<b>10</b>
3.1	Veldinspectie en incidenten meldingen	10
3.2	Deformatie JLD-Dijkstabilisator	11
3.3	Deformatie kruin (maaiveld)	13
3.4	Deformaties kopplaat	15
3.5	Beplanting	16
3.6	Piping en kwel	17
3.7	Voorspanning	20
3.8	Neerslag	22
3.9	Materiaal degradatie	22
3.10	Rapportage en communicatie	23
<b>4</b>	<b>Monitoring Proeflocatie Purmerend</b>	<b>25</b>
4.1	Veldinspectie en incidenten meldingen	25
4.2	Deformatie kruin (maaiveld)	26
4.3	Deformaties kopplaat en trekstang	27
4.4	Piping en kwel	29
4.5	Voorspanning	30
4.6	Rapportage en communicatie	32
<b>5</b>	<b>Nastel periode</b>	<b>33</b>
5.1	Uitgangspunten na stel periode	33
5.2	Planning na stel periode	33
<b>6</b>	<b>Postdictie</b>	<b>34</b>
6.1	Tussentijdse evaluaties	35
<b>7</b>	<b>Referenties</b>	<b>37</b>
	<b>Bijlage 1 Overzichtstabel – te monitoren parameters Watergraafsmeer</b>	<b>38</b>

<b>Bijlage 2</b>	<b>Overzichtstabel – te monitoren parameters Purmerend</b>	<b>39</b>
<b>Bijlage 3</b>	<b>Situatietekening monitoringsplan Watergraafsmeer</b>	<b>40</b>
<b>Bijlage 4</b>	<b>Situatietekening monitoringsplan Purmerend</b>	<b>41</b>
<b>Bijlage 5</b>	<b>Annular Load Cell</b>	<b>42</b>
<b>Bijlage 6</b>	<b>Situatietekening bestaande peilbuizen en waterspanningsmeters Watergraafsmeer</b>	<b>43</b>
<b>Bijlage 7</b>	<b>Overzicht peilbuizen</b>	<b>44</b>

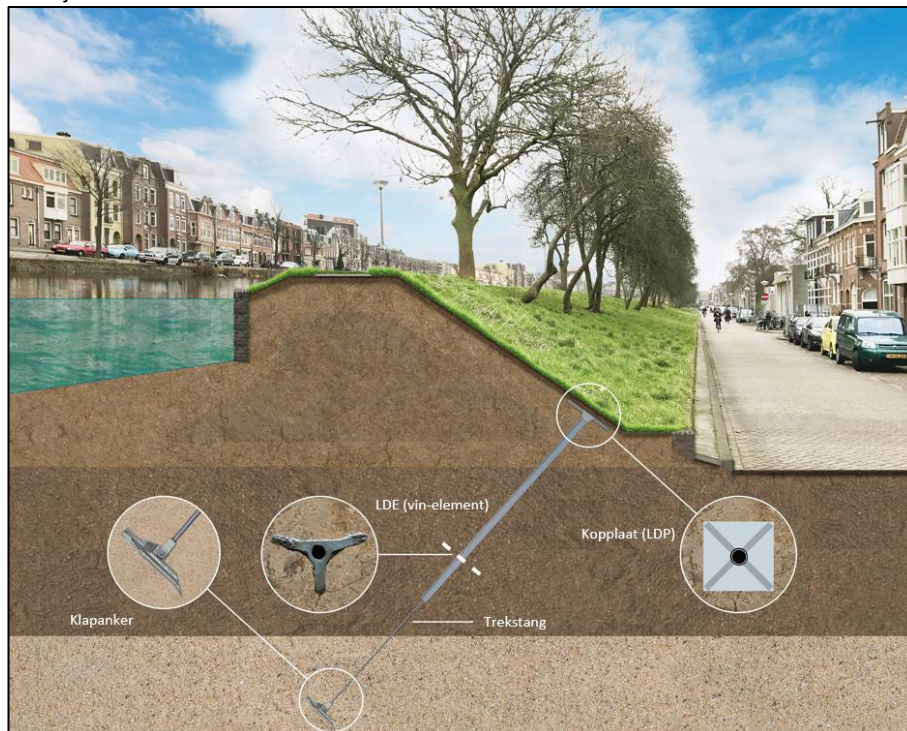
# 1 Inleiding

## 1.1 Achtergrond monitoringsplan

De JLD-Dijkstabilisator is een innovatieve dijkversterkingsmethode. Voor de ontwerpbaarheid en bewijsbaarheid van deze methode is een pilotproject met praktijkproeven opgezet. De resultaten hiervan hebben als doel (door)ontwikkeling van deze innovatie en het leveren van afdoende onderbouwing voor een Expertise Netwerk Waterveiligheid (ENW)-acceptatie.

In een voorgaande fase zijn reeds diverse proeven in dit kader uitgevoerd. Daaruit blijken diverse antwoorden. Ook resteren er enkele leemtes. 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, Antea Group en Deltares betrokken. Tevens is een locatie in Purmerend aangewezen als een proeflocatie.

JLD Dijkstabilisator



De JLD-Dijkstabilisator bestaat uit een LDE (vinelement), 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.

Parallel aan het pilotproject in Watergraafsmeer zijn door Expertise Netwerk Waterveiligheid (ENW) voor de doorontwikkeling van de JLD-Dijkstabilisator negentien onderzoeksvragen opgesteld. Om een goed antwoord te kunnen geven op al deze onderzoeksvragen dienen tijdens zowel de uitvoering als de beheerfase bepaalde parameters gemonitord worden.

Het voorliggende rapport beschrijft het monitoringsplan van het pilotproject Ringdijk de komende 5 jaar voor de locaties Watergraafsmeer en de proeflocatie in Purmerend. De monitoring van de dijkversterking richt zich op:

- JLD-Dijkstabilisator en de invloed op de omgeving;
- verzamelen parameters voor de onderzoeksvragen.

## 1.2 Doel monitoringsplan

In de monitoring binnen dit project kan onderscheidt worden gemaakt tussen de dijkversterking en het onderzoekspoor. De monitoring van de dijkversterking is nodig om het functioneren van de JLD-Dijkstabilisator elementen te kunnen volgen, tevens dient het om te controleren of de uitvoering volgens de gestelde voorwaarden verloopt. De monitoring van het onderzoekspoor bestaat uit de monitoring van parameters om meer inzicht te krijgen in het gedrag van de dijk en de JLD-Dijkstabilisator, om de innovatie verder te ontwikkelen.

In het kader van life cycle monitoring [1] is in dit rapport beschreven welke data er tijdens elke fase in de life cycle (ontwerp, uitvoering, beheer, afkeuring) nodig is om die stap goed te doorlopen. Dit monitoringsplan is geschreven in de uitvoeringsfase, en concentreert zich op de beheerfase van de cyclus.

In dit plan is beschreven welke parameters worden gemonitord en waarom deze gegevens nodig zijn. Ook is beschreven met welke frequentie de monitoring plaatsvindt en wat er dient te gebeuren als een parameterwaarde boven een grenswaarde uit komt of onder een grenswaarde zakt.

In onderstaande paragrafen is voor zowel de JLD-Dijkstabilisator en de invloed op de omgeving als het onderzoekspoor kort beschreven wat er gemonitord dient te worden en waarvoor dit van belang is.

## 1.3 JLD-Dijkstabilisator en de invloed op de omgeving

De uiteindelijke sterkte van de dijk dient gemonitord te worden. Met behulp van de gemonitorde parameters dient bewezen te worden dat de JLD-Dijkstabilisator naar behoren werkt en de dijk aan de veiligheidsnormen voldoet. De monitoring zal zich richten op:

- deformaties van de JLD-Dijkstabilisator (LDE element);
- deformaties van de kruin (maaiveld);
- deformaties van de kopplaat;
- piping;
- voorspanning JLD-Dijkstabilisator;
- materiaaldegradatie;
- waterspanningen.

Hoofdstuk 3 en 4 geven meer informatie over deze parameters. Neerslag en beplanting dienen tevens gemonitord te worden, dit valt ook onder invloeden op de omgeving. Dit is ook behandeld in hoofdstuk 3 en 4.

## 1.4 Onderzoekspoor

Het ENW heeft vragen gesteld over de JLD-Dijkstabilisator. De antwoorden op deze vragen geven het ENW voldoende onderbouwing om de JLD-Dijkstabilisator te accepteren en toe te passen als dijkversterkingstechniek. Binnen het pilotproject watergraafsmeer zijn de volgende onderzoeksvragen van toepassing:

- **Nr.5** Hoe moet de sterkte en de stabiliteit van de grond onder de kopplaat mee worden genomen in het ontwerp?
- **Nr. 7** Is er een risico op kwel, en daarmee op piping of heave langs het anker door het inbrengen van het anker met de voorloper/drijfstang en hoe groot is dit risico?
- **Nr.8** Wat zijn de effecten van vervormingen door kruip en zettingen, veroorzaakt door kruinophogingen gedurende de levensduur, op de werking van de JLD-Dijkstabilisator?
- **Nr.9a** Bij de toepassing van een JLD-Dijkstabilisator binnen een wortelkruit van bestaande beplanting, kan een grote druk op het wortelstelsel komen, waardoor de beplanting ernstig wordt beschadigd of afsterft. Op welke wijze is dit te voorkomen?
- **Nr.9b** De mogelijkheid bestaat dat op langere termijn er wortels onder de kopplaat gaan groeien, waardoor de werking van de JLD-Dijkstabilisatoren afneemt. Wat is de te verwachten invloed van beplanting op de werking van de JLD-Dijkstabilisator?
- **Nr.11** Kan de waterspanning in de zandlaag van de ringdijk Watergraafsmeer leiden tot kwel en daarmee piping of heave en kan dit een probleem opleveren voor de uitvoerbaarheid?
- **Nr.13** Hoe verloopt de voorspanning van de JLD-Dijkstabilisatoren in de tijd bij een samendrukbare dijk en of samendrukbare ondergrond?

De vragen 8 t/m 9, 11 en 13 hebben betrekking op de effectiviteit van de JLD-Dijkstabilisator als dijkversterkingsmethode.

De onderwerpen / te monitoren parameters komen in de onderzoeksvragen duidelijk naar voren, ter verduidelijking staan de parameters ook genoemd in Tabel 1-1.

In deze rapportage is verder niet ingegaan op de functie van de monitoring voor het onderzoekspoor. Hiervoor wordt doorverwezen naar verschillende uitgebrachte PvA's, het DO en de ontwerpmemo's.

Naast de onderzoeksvragen is de monitoring van belang voor de postdictie waarin de ontwerpmethode aangescherpt kan worden. Tevens geeft het ook aanvullende kennis om het beheerplan waar nodig bij te stellen/aan te passen.

## 1.5 Overzicht

Een groot deel van de parameters die gemonitord worden voor het onderzoekspoor dienen ook gemonitord te worden vanuit de standaard dijkversterking. In Tabel 1-1 staat hier een overzicht van weergegeven. Wel dient rekening te worden gehouden met een intensievere monitoring voor de onderzoeksvragen dan alleen voor een dijkversterking zou worden gedaan.

In hoofdstuk 3 en 4 zijn de parameters individueel behandeld en staat de monitoring beschreven voor respectievelijk Watergraafsmeer in Amsterdam en Purmerend.

Tabel 1-1: Overzicht monitoring

Parameter	Onderzoeksvragen (OV)						Fase life cycle monitoring	
	OV5	OV7	OV8	OV9	OV11	OV13	Uitvoering	Beheer
Veldinspecties	X	X	X	X	X	X		X
Deformatie JLD-Dijkstabilisator.	X		X				X	X
Deformatie kruin (maaiveld)	X		X				X	X
Deformatie kopplaat	X		X				X	X
Beplanting				X			X	X
Piping		X			X		X	X
Voorspanning						X	X	X
Neerslag	X	X	X		X	X		X
Materiaal degradatie	X	X	X	X	X	X		X
Waterspanningen	X	X	X	X	X	X	X	X

In bijlage twee is een overzichtstabel opgenomen met alle te monitoren parameters voor Watergraafsmeer en in bijlage drie eenzelfde tabel opgenomen voor Purmerend. De situatietekening in bijlage 3 bevat de locaties van de te monitoren parameters in Watergraafsmeer en bijlage 4 bevat een situatietekening/locaties van de te monitoren parameters in Purmerend.

In hoofdstuk 2 zijn de uitgangspunten beschreven voor de locatie Ringdijk te Watergraafsmeer in Amsterdam en voor de proeflocatie in Purmerend. In hoofdstuk 3 is de monitoring beschreven van de Ringdijk te Amsterdam en in hoofdstuk 4 is de monitoring beschreven van de proeflocatie in Purmerend. De monitoring komt overeen maar is voor de duidelijkheid en voor de afweging van bepaalde keuzes voor beide locaties beschreven in een apart hoofdstuk. In hoofdstuk 5 is ingegaan op de nastelperiode en in hoofdstuk 6 is de postdictie behandeld.



## 2 Uitgangspunten

In dit hoofdstuk zijn de locaties beschreven waar monitoring zal plaatsvinden, de grondopbouw op beide locaties en de hydraulische randvoorwaarden. Dit is beschreven voor de Ringdijk in Amsterdam en de proeflocatie in Purmerend.

### 2.1 Ringdijk Amsterdam

In dit hoofdstuk zijn uitgangspunten beschreven die van belang zijn voor de monitoringsprocedure of de te monitoren parameters. Hieronder vallen de projectlocatie, de bodemopbouw en de hydraulische randvoorwaarden.

#### 2.1.1 Projectlocatie

De Ringdijk ligt binnen het beheergebied van Waterschap Amstel, Gooi en Vecht. De Ringdijk is onderdeel van de regionale boezemwaterkering (A117\_001) langs de Ringvaart van de Watergraafsmeer in Amsterdam. Het projectgebied ligt tussen de Wibautstraat tot de Middenweg en heeft een lengte van circa 600 meter, zie Figuur 2-1.



Figuur 2-1: Overzichtssituatie projectlocatie

#### 2.1.2 Bodemopbouw

In het conceptrapport Bodemschematisatie, sterkte en stijfheidsparameters, en waterstanden concept versie 1.0 [2] staat beschreven dat de bodemopbouw ter plaatse van de Ringdijk in Amsterdam bestaat uit een homogene bodemopbouw met een beperkte variatie. Na verdere analyse met o.a. het geotechnisch lengteprofiel [3] is tot de conclusie gekomen dat de bodemopbouw ter hoogte van sondering DKP006 (metrering 300) als representatief kan worden beschouwd. De bodemopbouw staat vermeld in Tabel 2-1.

Tabel 2-1: Bodemopbouw ter hoogte van DKP006 (metrering 300)

Grondlaag	Bovenkant grondlaag ter plaatse van:			
	Boezem [m + NAP]	Kruin [m + NAP]	Teen [m + NAP]	Achterland [m + NAP]
Antropogeen / Cunetzand			-4,44	-3,34
Antropogeen / Dijkmateriaal	-1,20	-1,20	-5,16	-5,16
Veen	-5,95	-5,95	-5,56	-5,56
Diepe klei	-7,48	-7,48	-6,64	-6,64
Wadafzetting	-9,83	-9,83	-9,69	-9,69
Diepe klei	-11,13	-11,13	-11,33	-11,33
Basisveen	-12,13	-12,13	-11,73	-11,73
Pleistoceen zand				



### 2.1.3 Waterstanden (hydraulische randvoorwaarden)

De waterstand in de boezem staat onder invloed van neerslag en de afvoercapaciteit. Het streefpeil is NAP -0,40m. De maatgevende waterstand is conform de uitgangspunten van waternet gelijk aan NAP +0,0m. Verder staan in de rapportage *bodemschematisatie, sterkte- en stijfheidsparameters, en grondwaterstanden\_rev01* alle stijghoogten benoemd op basis van de peilbuisanalyse (zie Tabel 2-2).

Tabel 2-2: Nieuwe stijghoogten na peilbuisanalyse [2]

	Boezem [m NAP]	Kruin (buitenkant) [m NAP]	Teen [m NAP]	Achterland [m NAP]
Freatische lijn	0,00	-0,70	-2,60	-3,00 / mv
Wadafzetting <sup>[1]</sup>		-1,00		-3,10
Pleistoceen zand		-2,20		

<sup>[1]</sup> Alleen van toepassing op DWP 100 tot en met DWP 400.

Om in de bodem de waterspanning te kunnen meten zijn door Wiertsema & Partners 28 waterspanningsmeters geplaatst in 3 raaien op 3 locaties [4]. De locaties en grondsoorten van deze waterspanningsmeters zijn weergegeven in onderstaande tabel en te vinden in bijlage 6.

Tabel 2-3: Diepte en grondslag waterspanningsmeters raai [4]

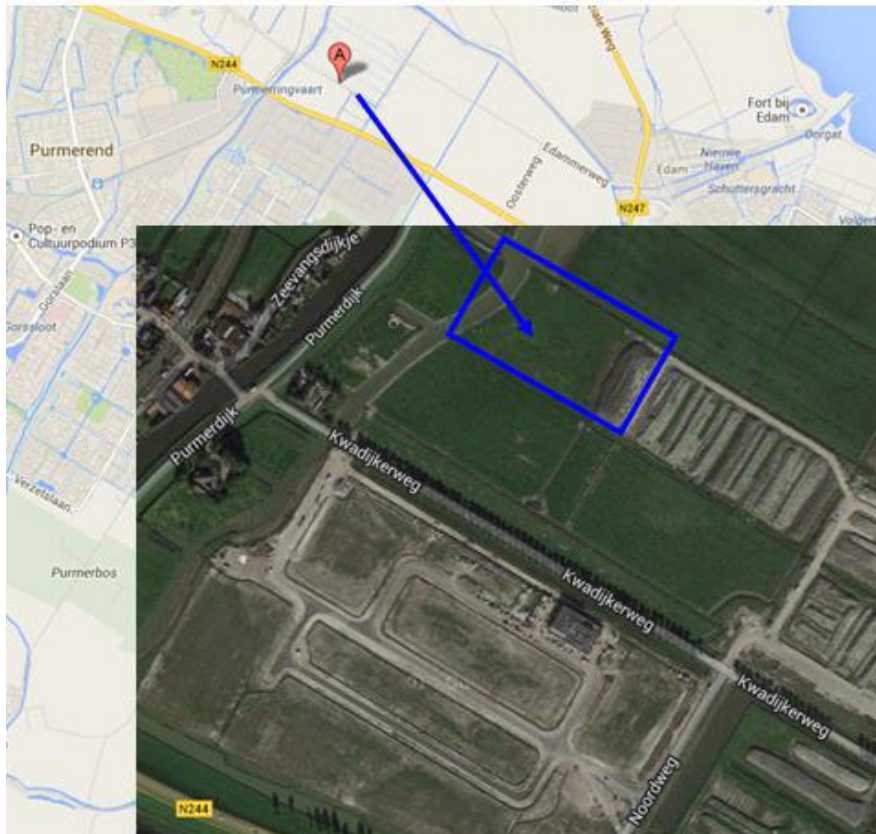
Raai	Locatie	X' [m]	Y' [m]	MV- hoogte [m NAP]	Diepte WSM [m NAP]	Grondsoort	WSM	Behouden /verwijderen	Status (sept '18)
1	A-1	123156	484929	0,24	-2,36	Veen	WSM001	Verwijderen	
1	A-2	123156	484929	0,21	-5,39	Veen	WSM002	Verwijderen	
1	A-3	123157	484930	0,21	-7,89	Wadzand	WSM003	Verwijderen	
1	A-4	123157	484929	0,19	-9,91	Wadzand	WSM004	Verwijderen	Uitgevallen
1	B-1	123163	484919	-2,61	-8,01	Wadzand	WSM005	Verwijderen	
1	C-1	123166	484913	-2,82	-5,32	Veen	WSM006	Verwijderen	Uitgevallen
1	C-2	123167	484913	-2,82	-7,82	Veen	WSM007	Verwijderen	
1	C-3	123167	484913	-2,81	-9,81	Wadzand	WSM008	Verwijderen	Uitgevallen
1	C-4	123167	484913	-2,81	-12,55	Pleistocene zand	WSM009	Behouden	
2	A-1	123371	485085	0,28	-2,54	Veen	WSM010	Behouden	Uitgevallen
2	A-1	123371	485085	0,30	-5,52	Veen	WSM011	Behouden	
2	A-1	123371	485085	0,28	-8,04	Wadzand	WSM012	Behouden	
2	A-1	123371	485085	0,31	-9,97	Wadzand	WSM013	Behouden	
2	B-1	123377	485077	-2,42	-7,44	Wadzand	WSM014	Behouden	
2	C-1	123380	485072	-3,22	-5,50	Veen	WSM015	Behouden	
2	C-2	123380	485072	-3,22	-8,00	Wadzand	WSM016	Behouden	
2	C-3	123380	485071	-3,22	-10,00	Wadzand	WSM017	Behouden	Uitgevallen
2	C-4	123381	485072	-3,22	-12,56	Pleistocene zand	WSM018	Behouden	
3	A-1	123569	485228	0,31	-2,50	Veen	WSM019	Behouden	Uitgevallen
3	A-2	123569	485229	0,31	-5,50	Veen	WSM020	Behouden	
3	A-3	123568	485229	0,32	-8,00	Wadzand	WSM021	Behouden	Uitgevallen
3	A-4	123568	485228	0,33	-10,00	Wadzand	WSM022	Behouden	Uitgevallen
3	A-5	123569	123568	0,31	-13,00	Pleistocene zand	WSM023	Behouden	
3	B-1	123575	485219	-2,80	-8,00	Wadzand	WSM024	Behouden	
3	C-1	123583	485215	-3,15	-5,50	Veen	WSM025	Behouden	
3	C-2	123582	485216	-3,16	-8,00	Wadzand	WSM026	Behouden	
3	C-3	123582	485215	-3,15	-10,00	Wadzand	WSM027	Behouden	Uitgevallen
3	C-4	123583	485216	-3,17	-13,00	Pleistocene zand	WSM028	Behouden	

Resultaten van deze metingen worden weergegeven op de online webapplicatie van FacilityApp. Username en wachtwoorden zijn via de opdrachtgever op te vragen.

## 2.2 Proeflocatie Purmerend

### 2.2.1 Projectlocatie

Onderstaande afbeelding geeft de locatie weer van de locatie in Purmerend waar de proeven uitgevoerd zijn.



Figuur 2-2: Impressie locatie proeven Purmerend

De locatie bevindt zich op bouwland in de gemeente Purmerend.

Er is gekozen voor het bouwland in Purmerend als testlocatie voor de voorspanproeven en de monitoring tijdens de beheerfase van twee jaar. Deze keuze heeft de volgende redenen:

- Deze voorgenomen locatie omvat alle kritische aspecten die van belang zijn voor een goede postdictie. Dit betreft de volgende zaken:
  - De locatie is voldoende lang beschikbaar om de kritische processen te monitoren.
  - Van de locatie worden de volgende seizoensvariaties verwacht: dag/nacht, zomer/winter.
  - Er zijn diverse samendrukbare lagen aanwezig waarbij de verwachting is dat er zwel en/of krimp processen optreden.
  - Er is een lichte overdruk in de diepe zandlaag aanwezig.
- Bij het uitvoeren van de proef willen we een ondergrond hebben waar we kunnen voorspellen hoe het grondgedrag gaat zijn. Daarvoor is grondonderzoek benodigd. Op deze locatie is reeds veel grondonderzoek beschikbaar.

Nadelen van het terrein zijn er echter ook

- De gekozen locatie in Purmerend heeft geen veen ondergrond. Er is alleen slappe klei in de ondergrond. Monitoring van onderzoeksvraag 4 kan niet op deze locatie.
- Er is geen dijklichaam aanwezig op de proeflocatie, hierdoor kan het effect van grondophogingen enkel gemodelleerd worden;

## 2.2.2 Bodemopbouw

De bodemopbouw is bepaald bij het uitvoeren van interactieproeven in 2015. Er zijn circa 6 aanvullende sonderingen geplaatst om de bodemopbouw te verifiëren. Daarnaast zijn nieuwe peilbuizen geplaatst om de freatische lijn en de stijghoogte in het diepe zand te monitoren.

Hieronder staat een korte samenvatting van het grondonderzoek uit 2015 van het veld naast het proefveld. Voor het volledige onderzoek wordt verwezen naar Deltares (2016) JLD-Dijkstabilisator - Postdictie EEM analyses fullscale proeven; Par 3.1 Bodemopbouw

De bodemopbouw is reeds bepaald in het verkennend geotechnisch onderzoek. Dit omvat een fors aantal sonderingen (> 20 stuks). Daarnaast zijn een aantal boringen uitgevoerd (ca. 10 stuks).

De bodemopbouw is schematisch weergegeven in de onderstaande tabel. Daarin is te zien dat de locatie in een polder ligt met een laag maaiveld (ca. NAP -3,9 m). Van de bodem is de toplaag gerijpte/ verstevigde klei. Daaronder ligt tot ca. NAP -8,2 m een laag slappe klei. Van ca -8,2 tot ca. -8,5 m is er overal een sterk zandig kleilaagje aanwezig. Van -8,5 tot ca. -11,2 m bestaat de bodem uit wadzand. Dit wadzand bestaat afwisselend uit klei- en zandlagen, beide hebben een dikte van enkele centimeters. Onder het wadzand start het pleistocene zand. Het totale holocene pakket is ca. 7 m dik. In Tabel 2-4 is een overzicht gegeven van de grondopbouw van de proeflocatie.

Tabel 2-4 Globale grondopbouw van de proeflocatie

nr.	van [m+NAP]	tot [m+NAP]	dikte [m]	grondsoort
1	-3,9	-5	1,1	klei, toplaag
2	-5	-8,2	3,2	klei, schoon
3	-8,2	-8,5	0,3	klei, sterk zandig
4	-8,5	-11,2	2,7	klei, zwak zandig / wadzand
5	-11,2	...	...	zand

De ondiepe grondwaterstand is gelijkgesteld aan het polderpeil. Dit is NAP -4,6 m. Ter plaatse van de proef is vooralsnog geen rekening gehouden met opbolling als gevolg van neerslag. Ook is geen rekening gehouden met andere factoren, zoals overspannen water dat uittreedt aan de bovenzijde (dus leidt tot een stijging van de freatische waterstand). Indien dit tijdens de proef optreedt en effect heeft op de resultaten wordt dit opgenomen in de postdictie.

De diepe grondwaterstand is bepaald aan de hand van twee diepe peilbuizen. Deze geven waarden variërend van NAP -3,95 tot -3,4 m.

### 2.2.3 Opzet proefveld

De geplaatste JLD-Dijkstabilisatoren zijn weergegeven in Figuur 2-3m, tevens is dit opgenomen in de situatietekening in bijlage 4. Hierbij zijn de JLD-Dijkstabilisatoren weergegeven met een nummering die loopt van 1 tot en met 18. Er zijn vier verschillende typen proeven uitgevoerd. Er zijn drie ankers in de grond gebracht met voorspanning (klapanker met trekstang en kopplaat). Aan deze ankers wordt niet opnieuw onderhoud gepleegd. Deze ankers gelden als referentie. In Tabel 22-5 en Tabel 2-6 is omschreven hoe de overige proeven zijn uitgevoerd.



Figuur 2-3: Indeling proefveld met deelproeven

Tabel 22-5 Overzicht uitgevoerde proeven – voorspanproeven

Proef nr.	Aantal	Nummer	Doel
1a	5x	1 t/m 5	Voorspanning aanbrengen tot 1.2 keer de rekenwaarde van de benodigde voorspankracht ( $F_{int}$ ) en opnieuw voorspannen na 20% afname van $F_{int}$ . Geen LDE element onder de kopplaat
1b	3x	6 t/m 8	Voorspanning bij aanbrengen. Geen LDE element onder de kopplaat
2	5x	9 t/m 13	Voorspanning aanbrengen tot 1.2 keer de rekenwaarde van de benodigde voorspankracht ( $F_{int}$ ) en opnieuw voorspannen na 20% afname van $F_{int}$ . Dit betreft een volledige dijkstabilisator inclusief een LDE element.
<b>Totaal</b>	<b>12</b>		

Tabel 2-6 Overzicht additionele uitgevoerde voorspanproeven

Proef nr.	Aantal	Nummer	Doel
3	5x	14 t/m 18	Voorspanning aanbrengen tot 1.2 keer de rekenwaarde van de benodigde voorspankracht ( $F_{int}$ ) en opnieuw voorspannen na 20% afname van $F_{int}$ . Bij deze proeven wordt er een grondverbetering met clay crete aangebracht onder de kopplaat.

## 3 Monitoring Ringdijk Watergraafsmeer

In dit hoofdstuk is de monitoring beschreven die benodigd is op de locatie Ringdijk te Watergraafsmeer in Amsterdam. Per paragraaf zijn de verschillende parameters beschreven die gemonitord dienen te worden.

### 3.1 Veldinspectie en incidenten meldingen

#### 3.1.1 Doel

Er dienen veldinspecties uitgevoerd te worden om visuele waarnemingen vast te leggen. Daarnaast dienen meldingen gemaakt te worden van incidenten, zodat deze geregistreerd kunnen worden.

#### 3.1.2 Monitoring

Incidenten dienen gemonitord te worden, onder andere: waarnemingen over scheurvorming van de kopplaat, natte plekken/kwel, scheurvorming van de bodem, verzakkingen en schade aan objecten op de Ringdijk. Daarnaast zijn geplande veldinspecties benodigd.

#### 3.1.3 Meetmethode

De incidenten kunnen vastgelegd worden met veldinspecties, maar ook ad hoc op afroep van Waternet. Deze worden verwerkt door middel van visuele waarnemingen, een logboek registratie, een digitale fotocamera en een tijdregistratie. De waarnemingen dienen digitaal gerapporteerd te worden in Excel of Word.

De veldinspecties dienen 12 keer uitgevoerd te worden over een periode van 5 jaar. Waarvan in het eerste jaar drie maandelijks een inspectie wordt uitgevoerd (4 keer in het eerste jaar). In het tweede tot vijfde jaar dienen de visuele inspecties twee keer per jaar uitgevoerd te worden.

#### 3.1.4 Benodigde nauwkeurigheid

De nauwkeurigheid van een visuele inspectie is niet in een nauwkeurigheid uit te drukken

#### 3.1.5 Risico's

Er zijn geen risico's bekend.

#### 3.1.6 Grenswaarde en acties

Er zijn geen grenswaarden en acties van toepassing op veldinspecties en meldingen van incidenten.

## 3.2 Deformatie JLD-Dijkstabilisator

### 3.2.1 Doel

Het doel van het meten van de deformatie van de JLD-Dijkstabilisator is informatie verkrijgen of de JLD-Dijkstabilisator op lange termijn, in de beheerfase, zijn werking blijft houden. Indien te grote vervormingen optreden kan de JLD-Dijkstabilisator minder goed functioneren, waardoor het mogelijk is dat de dijk niet aan de vigerende veiligheidseisen voldoet.

Tevens kunnen de gegevens gebruikt worden in combinatie met andere monitoringsaspecten zoals deformatie kruin (maaiveld) en voorspanning beschreven in respectievelijk paragraaf 3.3 en 3.7. Mogelijke verbanden kunnen gelegd worden indien een analyse wordt gemaakt van een combinatie van deze gegevens.

De metingen geven informatie in de beheerfase. Uit het perspectief van life cycle monitoring kan deze informatie ook van belang zijn voor de ontwerpfase voor toekomstige projecten.

### 3.2.2 Monitoring

De verplaatsing van het LDE element dient gemonitord te worden. Een verplaatsing van het LDE element duidt op een deformatie van de JLD-Dijkstabilisator.

### 3.2.3 Meetmethode

De deformatie van de JLD-Dijkstabilisator wordt gemeten met een SAAF sensor. Een 'Shape Accel Array / Field' (SAAF) bestaat uit een ketting van aaneengesloten sensor elementen van 0,3 tot 0,5m lang. Deze elementen kunnen de vervorming in 3-dimensionale richting meten ten opzichte van elkaar en daarmee de vervorming over een langere afstand meten. Een SAAF heeft een diameter van 25mm en kan een lengte tot 100m meten [5]. Naast het meten van deformaties bevat de SAAF sensor ook een temperatuursensor.

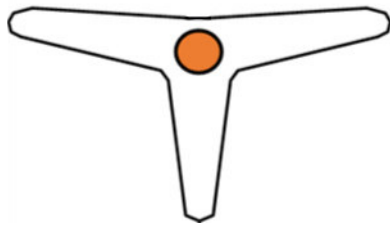
Om een SAAF meting uit te voeren worden vijf extra LDE-elementen ingebracht zonder kopplaat. Op geplande momenten kan een SAAF sensor in de holle ruimte/het gat van het LDE element gezakt worden en de vervorming van het LDE element uitgelezen.

Om verplaatsing van het LDE-element te meten dient de ligging van de kop van het LDE element gelijktijdig met elke SAAF-meting te worden ingemeten X, Y en Z. Op deze manier kunnen verschillende SAAF-metingen met elkaar vergeleken worden en de vervorming en de verplaatsing in beeld worden gebracht. De meting wordt uitgevoerd met een tachymeter.

Er is voor gekozen om op de volgende momenten de monitoring uit te voeren:

- Direct na aanbrengen JLD-Dijkstabilisator
- Jaarlijkse meting tijdens de beheerperiode van 5 jaar.





Figuur 3-1: Dwarsdoorsnede LDE element met holle ruimte in oranje

### 3.2.4 Benodigde nauwkeurigheid

Binnen een hoek van 20 graden is een nauwkeurigheid benodigd van 1,5 mm over een lengte van 32 meter. De resolutie van de gemeten hoek dient 0,0001 graden te zijn. Des te nauwkeuriger de hoek, des te nauwkeuriger de deformatie weergegeven kan worden. De gegevens die geleverd moeten worden zijn de x, y en z coördinaten van het gehele LDE-element in meter ten opzichte van NAP.

De metingen van de locatie van de LDE elementen dienen tot op de 1 mm nauwkeurig gemeten te worden. De te leveren gegevens dienen in meter ten opzichte van NAP en RD gemeten te worden met drie decimalen.

### 3.2.5 Risico's

Het LDE element dient over de lengte en aan de onderkant waterdicht te zijn ter voorkoming van kwelstromen door het LDE element heen. Tijdens het meten van de deformaties moet er een controle uitgevoerd worden of er een kwelstroom plaatsvindt door het LDE element. Daarnaast dient tijdens de visuele inspecties op piping de locaties van de LDE elementen zonder kopplaat geïnspecteerd te worden, dit is beschreven in paragraaf 3.6 'piping'. Indien een kwel stroom ontstaat, dient het LDE element waterdicht te worden afgedicht met bijvoorbeeld een dop en / of zwelklei.

Tabel 3-1: risico's monitoring deformatie JLD-Dijkstabilisator

Risico	Gevolg	Maatregel
Kwel door LDE element	Ongewenste kwelwater	Afdichten met een dop en of zwelklei

### 3.2.6 Grenswaardes en acties

Vanwege het onderzoekende aspect van deze monitoring zijn er in principe geen grenswaardes en acties omschreven voor de monitoring van de deformatie van de JLD-Dijkstabilisator. Wel wordt er na de beheerperiode van 5 jaar een eerste analyse uitgevoerd met de gevonden metingen, op basis hiervan wordt bepaald of de deformatie van het anker een relevant mechanisme is om te monitoren en grenswaardes aan toe te kennen.

### 3.3 Deformatie kruin (maaiveld)

#### 3.3.1 Doel

Met de deformatiemetingen van de kruin wordt de hoogteligging van de Ringdijk gemonitord. Deze informatie is benodigd voor de beheerfase van de life cycle monitoring. De dijk is gevoelig voor bodemdaling gezien de bodemopbouw van de Ringdijk. Daarnaast biedt het informatie om eventuele verbanden te leggen tussen verschillende meetaspecten voor de onderzoeksvragen.

Door de deformatiemetingen van de kruin kan tevens beoordeeld worden of de dijk daalt volgens de prognose van de te verwachte bodemdaling. Indien dit niet het geval is en extra zettingen aanwezig zijn kan onderzocht worden of er een relatie is met de JLD-Dijkstabilisator.

De gegevens worden ook gebruikt in combinatie met andere monitoringsaspecten zoals deformatie JLD-Dijkstabilisator en voorspanning beschreven in respectievelijk hoofdstuk 3.2 en 3.7. Mogelijke verbanden kunnen gelegd worden indien een analyse wordt gemaakt van een combinatie van deze gegevens.

De metingen geven informatie met betrekking tot de beheerfase en het onderzoeksspoor.

#### 3.3.2 Monitoring

De geometrie van de dijk dient ingemeten te worden, hierdoor wordt inzicht verkregen in de deformaties van de dijk over de tijd. De inmeting van de geometrie bestaat uit 7 dwarsprofielen, waarvan 5 de versterkte dijk betreffen en 2 inmetingen van de onversterkte dijk. Daarnaast dient een lengteprofiel op de kruin te worden ingemeten. Bij de inmetingen dienen ook de binnendijkse muur en de keermuur aan de buitenzijde te worden gemeten.

#### 3.3.3 Meetmethode

Met een 06-GPS worden de posities van de lengte- en dwarsprofielen uitgevoerd op centimeterniveau. De meetnauwkeurigheid in XYZ is +/- 1 cm. De meetresultaten dienen in XYZ t.o.v. RD en NAP te worden uitgewerkt. Indien de nauwkeurigheid in Z-richting niet gehaald kan worden dient een nauwkeurigheidswaterpassing te worden uitgevoerd.

##### Lengteprofiel

Het lengteprofiel wordt over de gehele kruin van de dijk gemeten, aan de buitenzijde van het fietspad. Aan beide zijden van het projectgebied wordt ter referentie over minimaal 10 meter doorgemeten. Hierbij dient minimaal elke 2 meter een meting uitgevoerd te worden. Daarnaast worden ook de locaties van grenzen en overgangen in hoogtes en locaties met hoogteverschillen ingemeten. De metingen zijn nodig om een beeld te kunnen krijgen van de algehele deformatie van de dijk: zakt deze uit, zakt deze in z'n geheel of zakt de kruin alleen ter plaatse van de kopplaat.

##### Dwarsprofielen

Om de deformatie van de kruin en de teen inzichtelijk te maken worden binnen het projectgebied op 5 locaties dwarsprofielen ingemeten. Ter referentie worden aan weerszijden buiten het projectgebied twee dwarsprofielen ingemeten. Totaal zijn dit dan 7 dwarsprofielen (elke circa 100 meter). De inmeting van een dwarsprofiel start vanaf de gevel van een woning/bebouwing, via een meetpunt op het muurtje binnendijks tot een meetpunt op de keermuur aan de buitenzijde van de dijk + de tussen liggende meetpunten. Op de kruin en het

talud dient om de 0,25 m een meetpunt ingemeten te worden en de kenmerkende punten. Op de weg (Ringdijk) worden alleen de kenmerkende punten (kant weg, midden weg, etc.) ingemeten. Bij de dwarsprofielen worden ook de SAAF metingen op de dijkstabilisatoren uitgevoerd. De meetpunten op de keer muur aan de buitenzijde van de dijk en het muurtje aan de binnenzijde van de dijk worden vastgelegd met een meetspijker of een meetbout. De meetpunten op het grondlichaam worden niet gemarkeerd. Wel dient altijd in dezelfde lijn te worden gemeten. Het lengteprofiel en de dwarsprofielen dienen tijdens iedere meting op dezelfde lijn te worden ingemeten. Het lengteprofiel wordt over de kruin aan de buitenzijde van het fietspad ingemeten.

Kruindaling is een relatief langzaam proces wat over tijd steeds langzamer gaat (initiële vs. secundaire zettingen). Hierom is ervoor gekozen om bovenstaande monitoringsmethoden op de volgende momenten uit te voeren:

- voor aanvang werkzaamheden (0-meting, al uitgevoerd);
- direct na aanbrengen JLD-Dijkstabilisator (al uitgevoerd);
- vervolgd met een meting ieder jaar tijdens de beheerperiode van vijf jaar.

### 3.3.4 Benodigde nauwkeurigheid

De metingen dienen tot 1 cm nauwkeurig gemeten te worden. De te leveren gegevens dienen in meter ten opzichte van NAP en RD gemeten te worden met twee decimalen.

### 3.3.5 Risico's

Na afronding van de werkzaamheden kan er een object op de dijk geplaatst worden, waardoor de oorspronkelijke locatie een andere geometrie heeft. Indien de geometrie is gewijzigd ter plaatse van de locatie waar de metingen plaatsvinden, dient het dwarsprofiel op de dichtstbijzijnde locaties ingemeten te worden waar het oorspronkelijk profiel aanwezig is. In Tabel 3-2 is een overzicht van de risico's en de maatregelen opgenomen.

Tabel 3-2: risico's monitoring deformatie kruin (maaiveld)

Risico	Gevolg	Maatregel
Metten raai niet meer mogelijk	geen resultaten van zettingen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Door voldoende raaien in te meten (à 6 stuks) kan nog een goede inschatting van de zetting worden gegenereerd.</li> <li>- Mocht het benodigd zijn, kan een alternatieve raai bepaald worden.</li> </ul>

### 3.3.6 Grenswaardes en acties

De dijk dient voldoende hoogte te behouden om het maatgevend hoogwaterpeil te kunnen keren. Vanwege de bodemopbouw wordt een bodemdaling van 7 mm / jaar verwacht. Mocht de dijk beneden de minimaal vereiste kruinhoogte zakken (NAP+0,1m), dan dient de dijk te worden opgehoogd. De monitoring van deze grenswaarde en bijbehorende actie valt buiten de scope van dit project. Voor de deformatiemetingen van de kruin (maaiveld) zijn daarom geen grenswaardes en bijbehorende acties beschreven.

## **3.4 Deformaties koplaat**

### **3.4.1 Doel**

Het meten van de deformatie van de vijf stuks kopplaten geeft informatie of de JLD-Dijkstabilisator deformaties vertoont in de beheerfase. Hiermee is het doel om deformaties van de koplaat inzichtelijk te maken tijdens de beheerfase.

Tevens kunnen de gegevens gebruikt worden in combinatie met andere monitoringsaspecten zoals deformatie kruin (maaiveld) beschreven in paragraaf 3.3. Mogelijke verbanden tussen maaiveldaleningen kunnen gelegd worden indien een analyse wordt gemaakt van een combinatie van deze gegevens.

De metingen geven informatie in de beheerfase. Uit het perspectief van life cycle monitoring kan deze informatie ook van belang zijn voor de ontwerpfase voor toekomstige projecten.

### **3.4.2 Monitoring**

De pot op de koplaat wordt bij 5 JLD-Dijkstabilisatoren ingemeten na het plaatsen van de JLD-Dijkstabilisator en jaarlijks in de gehele beheerperiode van vijf jaar. Hiermee wordt de deformatie inzichtelijk gemaakt die ontstaat van de koplaat van de JLD-Dijkstabilisator.

### **3.4.3 Meetmethode**

Met een tachymeter worden in totaal vijf kopplaten ingemeten. De kopplaten die ingemeten worden liggen op de locatie waar ook de dwarsprofielen worden ingemeten. Met een steekbus wordt de pot op de koplaat vrij gestoken. Vervolgens dient het midden van de pot gemeten te worden met de tachymeter. Met een bout dient het midden van de pot gemarkeerd te worden, op deze manier wordt hetzelfde punt gemeten.

### **3.4.4 Benodigde nauwkeurigheid**

De metingen dienen tot op de 1 mm nauwkeurig gemeten te worden. De te leveren gegevens dienen in meter ten opzichte van NAP en RD gemeten te worden met drie decimalen.

### **3.4.5 Risico's**

Er zijn geen risico's bekend.

### **3.4.6 Grenswaardes en acties**

Er is voor de monitoring van de parameter geen grenswaardes gegeven. De monitoring van de zetting van de koplaat wordt uitgevoerd in het kader van een onderzoeksvraag. Hierdoor zijn er geen grenswaardes en bijbehorende acties gegenereerd.

## 3.5 Beplanting

### 3.5.1 Doel

Doel van de monitoring van de beplanting op de dijk is het beperken van invloeden van de JLD-Dijkstabilisator op de beplanting. In *ontwerpmemo onderzoeksvraag 9* [6] staan de volgende mechanismen vermeld als risicovol voor schade aan beplanting:

- Ontgravingen aan de dijk (schade aan wortels)
- Inbrengen ankerstang en LDE-element (doorboren wortels)

In het ontwerp is rekening gehouden met het inbrengen van de ankerstang door een minimale afstand aan te houden waardoor geen direct effect wordt verwacht van de JLD-Dijkstabilisator op bomen. Echter zijn bomen moeilijk te monitoren omdat schade pas later zichtbaar wordt.

Monitoring van beplanting valt voornamelijk binnen de uitvoerings- en beheerfase van de dijkversterking. Resultaten worden ook via het onderzoekspoor gebruikt in de verdere ontwikkeling van de JLD-Dijkstabilisator.

### 3.5.2 Monitoring

Voor de uitvoering worden de bomen gekeurd doormiddel van een Visual Tree Assessment (VTA keuring) dit is de nulmeting. Deze VTA keuring wordt aan de eigenaar (Gemeente of Waternet) van de bomen voorgelegd. Indien uit de VTA keuring volgt dat de voorgenomen werkzaamheden effect hebben op de boom of vice versa wordt ook een boom-effectanalyse uitgevoerd waarbij in meer detail de locatie en omvang van de wortelkruit bepaald wordt. Op basis hiervan wordt bepaald wat de impact van het plaatsen van de dijkstabilisator op die locatie op de beplanting is én wat eventuele risico's voor de dijkstabilisator zijn.

Tijdens de beheerperiode wordt één jaar na de uitvoering een monitoring verricht op schade of waarde vermindering van de beplanting.

### 3.5.3 Meetmethode

Voor de werkzaamheden dient een VTA-keuring uitgevoerd te worden. Tijdens de beheerfase wordt nogmaals een VTA keuring uitgevoerd. Deze keuring vindt plaats na één jaar. Het betreft een visuele inspectie op schade aan de beplanting en of waardevermindering. Deze VTA keuring wordt vergeleken met de eerste VTA keuring.

### 3.5.4 Benodigde nauwkeurigheid

De nauwkeurigheid van een visuele inspectie is niet in een nauwkeurigheid uit te drukken

### 3.5.5 Risico's

De monitoring van de beplanting omvat het verkleinen / kunnen uitsluiten van de kans op schade aan de beplanting. Een risico hierbij is dat de bomen pas verlaat schade laten zien en op dat moment niet meer te redden zijn. Dit risico is niet uit te sluiten. Wel wordt er op geanticipeerd door regelmatig visueel de dijk te monitoren.

Daarnaast bestaat het risico dat de beplanting afsterft door ouderdom en niet door de JLD-Dijkstabilisator. Indien dit gebeurt dient dit vastgesteld te worden door de VTA keuring in de beheerperiode.

## 3.6 Piping en kwel

### 3.6.1 Doel

Uit memo *ontwerpeisen onderzoeksvraag 7 en 11* [7] is aangetoond dat piping op voorhand kan worden uitgesloten in de pilotlocatie Watergraafsmeer. Echter is in het extreme geval van maatgevende omstandigheden mogelijk lichte kwel te verwachten.

Tijdens de realisatiefase dienen de grondwaterstanden, stijghoogten en waterspanningen gemeten te worden middels de bestaande peilbuizen en waterspanningsmeters (zie Tabel 3-3). De peilbuizen en waterspanningsmeters dienen onderhouden te worden. De te meten stijghoogte dienen binnen de veilige marges te blijven die aangehouden zijn in het DO. Daarnaast dienen drie nieuwe raaien peilbuizen toegevoegd te worden.

### 3.6.2 Monitoring

Ter controle en verificatie van de resultaten van onderzoeksvragen 7 en 11 dient visueel op kwel en zand meevoerende wellen gemonitord te worden gedurende de beheerperiode. Daarnaast worden waterspanningen geregistreerd om te controleren of er een verhoogd risico is op kwel/piping en of visuele inspecties uitgevoerd moeten worden.

### 3.6.3 Meetmethode

In de dijk staan verschillende peilbuizen en waterspanningsmeters gepositioneerd. Als waterstanden, -stijghoogten of drukken in de watervoerende laag boven het niveau van het LDE element (bovenkant LDE element) worden gemeten tijdens de beheerperiode van vijf jaar, dan dient de dijk visueel op kwel/piping geïnspecteerd te worden. De inspectie wordt wekelijks herhaald totdat de stijghoogte voldoende gedaald is óf totdat duidelijk is dat kwel/piping niet optreden. Tevens dienen de LDE elementen die geen kopplaat bevatten ook visueel geïnspecteerd te worden op kwel.

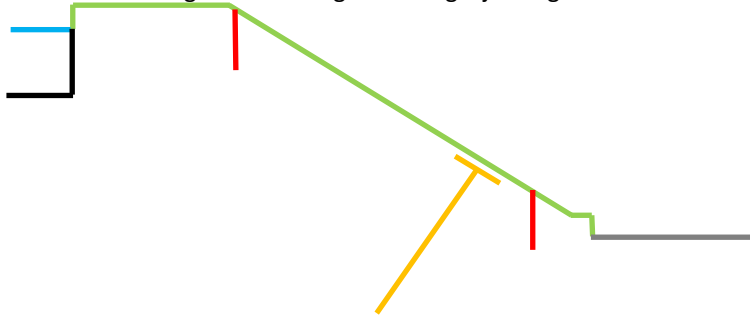
Door middel van peilbuizen en waterspanningsmeters dienen de freatische lijn en de stijghoogte gemeten te worden. In Tabel 3-3 is een overzicht van de bestaande peilbuizen weergegeven. De peilbuizen in raai 2 en 3 blijven behouden, de peilbuizen in raai 1 vervallen met één uitzondering. Dit betreft de peilbuis in de diepe zandlaag. De locatie van de peilbuizen is in bijlage 6 opgenomen. De metingen dienen geautomatiseerd uitgevoerd te worden, met dagelijkse metingen waarvan de resultaten opgenomen worden in de online registratie van Facillity App. De peilbuizen en waterspanningsmeters dienen onderhouden te worden.

Daarnaast dienen drie nieuwe raaien uitgezet te worden, bestaande uit twee peilbuizen inclusief waterspanningsmeter per raai. Het betreft drie raaien peilbuizen, waarvan één peilbuis in de binnenteen (onder de kopplaat) is geplaatst en één peilbuis ter hoogte van de binnenkruinlijn. De peilbuizen dienen geplaatst te worden op een diepte van circa MV -1,5 m, hierdoor wordt de freatische lijn inzichtelijk van de dijk. De drie raaien worden verspreid over het projectgebied uitgezet, geadviseerd wordt om de peilbuizen in de buurt van de bestaande drie raaien te plaatsen. In



Tabel 3-4 is een overzicht gegeven van de nieuwe peilbuizen.

Het betreft doorgaande metingen die dagelijks uitgevoerd worden over een periode van vijf jaar.



Figuur 3-2: Schets dwarsprofiel van de locatie peilbuizen (rood), JLD-Dijkstabilisator (oranje)

Tabel 3-3: overzicht bestaande peilbuizen

Raai	Locatie	X' [m]	Y' [m]	MV-hoogte [m NAP]	Diepte filter WSM [m NAP]	Grondsoort	WSM	Behouden /verwijderen	Status (sept '18)
1	A-1	123156	484929	0,24	-2,36	Veen	WSM001	Verwijderen	
1	A-2	123156	484929	0,21	-5,39	Veen	WSM002	Verwijderen	
1	A-3	123157	484930	0,21	-7,89	Wadzand	WSM003	Verwijderen	
1	A-4	123157	484929	0,19	-9,91	Wadzand	WSM004	Verwijderen	Uitgevallen
1	B-1	123163	484919	-2,61	-8,01	Wadzand	WSM005	Verwijderen	
1	C-1	123166	484913	-2,82	-5,32	Veen	WSM006	Verwijderen	Uitgevallen
1	C-2	123167	484913	-2,82	-7,82	Veen	WSM007	Verwijderen	
1	C-3	123167	484913	-2,81	-9,81	Wadzand	WSM008	Verwijderen	Uitgevallen
1	C-4	123167	484913	-2,81	-12,55	Pleistocene zand	WSM009	Behouden	
2	A-1	123371	485085	0,28	-2,54	Veen	WSM010	Behouden	Uitgevallen
2	A-1	123371	485085	0,30	-5,52	Veen	WSM011	Behouden	
2	A-1	123371	485085	0,28	-8,04	Wadzand	WSM012	Behouden	
2	A-1	123371	485085	0,31	-9,97	Wadzand	WSM013	Behouden	
2	B-1	123377	485077	-2,42	-7,44	Wadzand	WSM014	Behouden	
2	C-1	123380	485072	-3,22	-5,50	Veen	WSM015	Behouden	
2	C-2	123380	485072	-3,22	-8,00	Wadzand	WSM016	Behouden	
2	C-3	123380	485071	-3,22	-10,00	Wadzand	WSM017	Behouden	Uitgevallen
2	C-4	123381	485072	-3,22	-12,56	Pleistocene zand	WSM018	Behouden	
3	A-1	123569	485228	0,31	-2,50	Veen	WSM019	Behouden	Uitgevallen
3	A-2	123569	485229	0,31	-5,50	Veen	WSM020	Behouden	
3	A-3	123568	485229	0,32	-8,00	Wadzand	WSM021	Behouden	Uitgevallen
3	A-4	123568	485228	0,33	-10,00	Wadzand	WSM022	Behouden	Uitgevallen
3	A-5	123569	123568	0,31	-13,00	Pleistocene zand	WSM023	Behouden	
3	B-1	123575	485219	-2,80	-8,00	Wadzand	WSM024	Behouden	
3	C-1	123583	485215	-3,15	-5,50	Veen	WSM025	Behouden	
3	C-2	123582	485216	-3,16	-8,00	Wadzand	WSM026	Behouden	
3	C-3	123582	485215	-3,15	-10,00	Wadzand	WSM027	Behouden	Uitgevallen
3	C-4	123583	485216	-3,17	-13,00	Pleistocene zand	WSM028	Behouden	

Tabel 3-4: Nieuw te plaatsen peilbuizen met waterspanningsmeters

Nabij raai	Locatie	X' [m]*	Y' [m]*	Diepte WSM		Status
				WSM [m MV]	WSM**	
1	Binnenteen	n.t.b.	n.t.b.	-1,5	n.t.b.	Nog te plaatsen
1	Buitenkruinlijn	n.t.b.	n.t.b.	-1,5	n.t.b.	Nog te plaatsen
2	Binnenteen	n.t.b.	n.t.b.	-1,5	n.t.b.	Nog te plaatsen
2	Buitenkruinlijn	n.t.b.	n.t.b.	-1,5	n.t.b.	Nog te plaatsen
3	Binnenteen	n.t.b.	n.t.b.	-1,5	n.t.b.	Nog te plaatsen
3	Buitenkruinlijn	n.t.b.	n.t.b.	-1,5	n.t.b.	Nog te plaatsen

\* De X en Y coördinaten dienen nog vastgesteld te worden, aangezien de peilbuizen nog geplaatst moeten worden. In de situatietekening is de locatie van de nieuw te plaatsen peilbuizen indicatief opgenomen.

\*\* De nummering van de waterspanningsmeters dient opgenomen te worden wanneer de waterspanningsmeters geplaatst zijn.

### 3.6.4 Benodigde nauwkeurigheid

De nauwkeurigheid van een visuele inspectie is niet in een nauwkeurigheid uit te drukken. De peilbuismetingen dienen op 0,01 m nauwkeurig gemeten te worden in de eenheid m t.o.v. NAP.

### 3.6.5 Risico's

Het risico van het missen van kwel tijdens een visuele inspectie heeft geen consequenties voor de dijkveiligheid aangezien piping kan worden uitgesloten. Echter is kwel ook niet wenselijk. De kans op kwel langs het LDE-Element wordt als zeer laag geacht. Bij kwel langs het LDE-Element kan eventueel door middel van injectie extra afdichting worden ingebracht.

Er zijn vijf loze LDE elementen opgenomen in de Ringdijk voor een SAAF meting (zie par. 3.2). Het risico bestaat dat hier kwel optreedt. Indien kwel optreedt bij één van deze LDE elementen, dan is een nader beschouwing nodig om te bepalen of een maatregel benodigd is.

Het risico bestaat dat een peilbuis of waterspanningsmeter defect raakt. In dit geval dient de peilbuis of waterspanningsmeter vervangen te worden.

### 3.6.6 Grenswaardes en acties

Als de gemeten waterstanden, -stijghoogten of drukken in de watervoerende laag boven de bovenkant van het LDE element uitkomen tijdens de beheerperiode van vijf jaar, dan dient de dijk wekelijks visueel op kwel gemonitord te worden. De signaleringswaarde en grenswaarden voor waterspanningen is weergegeven in Tabel 3-5. Dit is voor kwel en piping opgenomen in Tabel 3-7.

Tabel 3-5: Signaleringswaarde en grenswaarde waterspanningsmetingen

Meetpunt	Gemeten waarden	
	Signaleringswaarde	Grenswaarden*
Waterspanning/ stijghoogte/ druk	n.v.t.	>Niveau LDE element

\* Er wordt geëvalueerd in de beheerperiode of de grenswaarde aangepast wordt met een marge indien uit de visuele inspecties blijkt dat meerde malen geen kwel wordt gemeten.

De acties die uitgevoerd worden bij het overschrijden van de signaleringswaarde en grenswaarde zijn beschreven in Tabel 3-6.

Tabel 3-6: Acties bij overschrijding signaleringswaarde en grenswaarde waterspanningsmetingen

Overschrijding	Actie
Signaleringswaarde	Controleren of waterspanningen stijgen tot de grenswaarde of constant blijven
Grenswaarde	Wekelijks visueel controleren op kwel (zie Tabel 3-7)

Het eerste signaal van piping is kwel. Kwel op zich levert geen schade, maar geeft wel een indicatie van overdrukken van water. Als bij het water ook zand mee komt uit de wel, geeft dit wel schade en dient actie te worden ondernomen.

Tabel 3-7: Signaleringswaarde en grenswaarde piping en kwel

Meetpunt	Gemeten waarden	
	Signaleringswaarde	Grenswaarden
Piping	Visueel kwel waargenomen	Visueel zandmeevoerende wellen waargenomen

De acties die uitgevoerd worden bij het overschrijden van de signaleringswaarde en grenswaarde zijn beschreven in Tabel 3-8.

Tabel 3-8: Acties bij overschrijding signaleringswaarde en grenswaarde kwel en piping

Overschrijding	Actie
Signaleringswaarde	Onderzoeken waar kwel vandaan komt en waar mogelijk het 'gat' dichten
Grenswaarde	Afdichten

## 3.7 Voorspanning

### 3.7.1 Doel

De voorspanning in de JLD-Dijkstabilisator is cruciaal 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.

### 3.7.2 Monitoring

Elke dijkstabilisator wordt voorzien van een sensor om de actuele voorspanning te meten. Afname van de voorspanning kan duiden op een verminderde werking van de JLD-Dijkstabilisator.

### 3.7.3 Meetmethode

Elke dijkstabilisator wordt voorzien van een sensor om de actuele voorspanning te meten. Deze sensoren worden real-time uitgemeten en blijven zitten gedurende de levensduur van de JLD-Dijkstabilisator.

Om de voorspanning te meten worden drukmeters op de JLD-Dijkstabilisatoren aangebracht. Deze 'load-cell' met sensor (zie Figuur 3-3) wordt tussen de afdekplaat en de moer geklemt en kan hiermee de spanning in het anker meten. De meter dient in het eerste jaar elke 6 uur een drukmeting uit te voeren. In het tweede tot en met het vijfde jaar zal de frequentie mogelijk aangepast worden, een eerste voorstel is dagelijks een meting. Meer informatie van de load-cell is opgenomen in bijlage 5.



*Figuur 3-3: load-cell met sensor*

### **3.7.4 Benodigde nauwkeurigheid**

De nauwkeurigheid van de sensor is kleiner dan 0,5 % van de meetwaarde. Bij een druk van 100 kN is de afwijking ca. 0,5 kN.

### **3.7.5 Omgaan met uitval van druksensoren**

Tijdens de beheerfase zullen naar alle waarschijnlijkheid op enig moment druksensoren uitvallen. Hierbij gelden de volgende aandachtspunten:

- Bij uitval van hier en daar een enkele druksensor hoeft niet direct te worden ingegrepen. Het onderhoud van verschillende druksensoren kan dan gecombineerd worden. Doordat alle dijkstabilisatoren van een sensor zijn voorzien blijft er een goed beeld van de algehele werking van het systeem.
- Indien 2 druksensoren naast elkaar uitvallen, dient dit direct te worden onderzocht.

### **3.7.6 Grenswaardes en acties**

Voor een correcte werking van de JLD-Dijkstabilisator dient de voorspankracht minimaal 35 kN (signaalwaarde) te bedragen. Het anker dient weer afgespannen te worden tot 40 kN. Indien de voorspanning gedurende de planperiode onder de 30 kN (ondergrens) komt, kan de bijdrage van de JLD-Dijkstabilisator aan de waterveiligheid niet meer worden gegarandeerd. Daarnaast mag de voorspanning in het JLD-anker ook niet te groot worden. De signaleringswaarde en grenswaarden zijn in het beheer en onderhoudsplan gedetailleerd beschreven.

## **3.8 Neerslag**

### **3.8.1 Doel**

De hoeveelheid neerslag wordt gemeten om vervormingsgedrag te kunnen relateren aan hevige neerslag of een periode van veel neerslag of een periode van droogte in de postdictie.

### **3.8.2 Meetmethode**

De hoeveelheid neerslag wordt gemeten door middel van een weerstation die binnen een straal van één km geplaatst is van het projectgebied/de Ringdijk. Dit betreft een pluviometer. Deze wordt ingegraven op de dijk met een grindkoffer eromheen zodat er geen water vanaf de zijkant, of spatwater inloopt. Indien geen weerstation aanwezig is, dient deze geplaatst te worden. De hoeveelheid neerslag wordt uurlijks gemeten bij piekbuien en dagelijks in periode van veel neerslag en droogte tijdens de beheerperiode van vijf jaar. Tevens wordt de temperatuur gemeten en de luchtdruk. De gegevens worden vastgelegd in de online monitoring van Facility App

### **3.8.3 Benodigde nauwkeurigheid**

De neerslag wordt gemeten met een nauwkeurigheid van 1 mm.

### **3.8.4 Risico's**

Het risico bestaat dat het weerstation defect raakt of vernield wordt. Indien het weerstation defect is dient deze vervangen te worden. Tevens dient het weerstation zodanig geplaatst te zijn dat de kans op vandalisme beperkt wordt.

### **3.8.5 Grenswaardes + acties**

Er is voor de monitoring van de parameter geen grenswaarden gegeven. De monitoring van de hoeveelheid neerslag wordt uitgevoerd in het kader van de onderzoeksvragen en de postdictie. Hierdoor zijn er geen grenswaardes en bijbehorende acties gegenereerd.

## **3.9 Materiaal degradatie**

### **3.9.1 Doel**

Het materiaal wat gebruikt is voor de JLD-Dijkstabilisator heeft een bepaalde levensduur. Voor de ontwerpfase is het materiaal onderworpen aan verouderingsproeven in een zuurbad. Om te herijken in hoeverre het materiaal aangetast wordt door invloeden in de ondergrond wordt vastgesteld of degradatie optreedt.

### 3.9.2 Meetmethode

Na 5 jaar wordt een kopplaat, trekstang en een deel van het LDE element vrij gegraven om materiaal degradatie te controleren.

### 3.9.3 Benodigde nauwkeurigheid

De nauwkeurigheid van een visuele inspectie is niet in een nauwkeurigheid uit te drukken.

### 3.9.4 Risico's

Het risico is aanwezig dat de betreffende JLD-Dijkstabilisator zijn functie verliest, omdat deze wordt ontgraven en dus de voorspanning ontbreekt. Dit wordt opgevangen door naastliggende JLD-Dijkstabilisatoren die niet ontgraven worden.

### 3.9.5 Grenswaardes + acties

Er is voor de monitoring van de parameter geen grenswaarden gegeven. De monitoring van materiaaldegradatie wordt uitgevoerd in het kader van de onderzoeksvragen. Hierdoor zijn er geen grenswaardes en bijbehorende acties gegenereerd.

## 3.10 Rapportage en communicatie

### 3.10.1 Rapportage

De rapportage van de monitoring moet de volgende onderdelen bevatten:

- Beschrijving van de ligging van de meetpunten (boutnummering ed). De meetlocaties moeten op een tekening aangegeven zijn;
- Overzicht van de meetperiode, onder andere datum en weersomstandigheden;
- Specificatie toegepaste apparatuur en data-acquisitiesysteem;
- Logboek van de metingen en een toelichting op bijzonderheden;
- Presentatie van de meetresultaten (nul- en vervolgmetingen).
- Specificatie toegepaste apparatuur en data-acquisitiesysteem;
- Logboek van de metingen en een toelichting op bijzonderheden;
- Presentatie van de meetresultaten, inclusief een beoordeling en toetsing van de maatgevende meetresultaten. De meetwaarden moeten grafisch weergegeven zijn.

Jaarlijks dient een rapportage opgesteld te worden van alle monitoring, inspecties, overzicht vergunningverlening, eventuele incidenten en het vergelijken of het gedrag afwijkt van de verwachtingen (zonder uitgebreide analyse). Dit komt neer op 5 rapportages.

### 3.10.2 Overleg en afstemming

In het eerste jaar wordt ondersteuning geboden bij het instellen van de monitoring. Tevens zijn in het eerste jaar elke 3 maanden voortgangsoverleggen gepland, dit is jaarlijks in het tweede tot en met het vijfde jaar.



### 3.10.3 Communicatie

Aanbevolen wordt om duidelijke afspraken over de communicatie met de betreffende partijen te maken. De meetgegevens dienen steeds, bijgewerkt met de laatste metingen, in een overzichtelijke en bruikbare vorm ter inzage aanwezig te zijn.

Het is van belang dat de meetgegevens die door de deskundigen op waarde zijn geschat, periodiek met de belanghebbenden / betrokkenen worden gecommuniceerd. Indien zich geen bijzonderheden voor doen is het wenselijk om halfjaarlijks een overzicht te genereren van de gemeten grootheden en deze overzichten te voorzien van een toelichting en bijpassende conclusies. Indien de deskundige bijzonderheden of onregelmatigheden waarnemen in de meetreeksen dient hiervoor direct rapport gedaan te worden bij JLD Contracting en dient vervolgens de te nemen actie naar de belanghebbende betrokkenen te worden gecommuniceerd.

## 4 Monitoring Proeflocatie Purmerend

In dit hoofdstuk is de monitoring beschreven die benodigd is op de proeflocatie ter Purmerend. Per paragraaf zijn de verschillende parameters beschreven die gemonitord dienen te worden. Het belangrijkste verschil met Watergraafsmeer is de beheerperiode van twee jaar in plaats van vijf jaar. Tevens concentreert de monitoring zich in dit geval hoofdzakelijk op deformaties rondom de kopplaat, voorspanning en grondwaterstanden/piping.

### 4.1 Veldinspectie en incidenten meldingen

#### 4.1.1 Doel

Er dienen veldinspecties uitgevoerd te worden om visuele waarnemingen vast te leggen. Daarnaast dienen meldingen gemaakt te worden van incidenten, zodat deze geregistreerd kunnen worden.

#### 4.1.2 Monitoring

Incidenten dienen gemonitord te worden, onder andere: waarnemingen over scheurvorming van de kopplaat, natte plekken/kwel, scheurvorming van de bodem, verzakkingen en schade aan objecten op rondom de proeflocatie. Daarnaast zijn geplande veldinspecties benodigd.

#### 4.1.3 Meetmethode

De incidenten kunnen vastgelegd worden met veldinspecties. Deze worden verwerkt door middel van visuele waarnemingen, een logboek registratie, een digitale fotocamera en een tijdregistratie. De waarnemingen dienen digitaal gerapporteerd te worden in Excel of Word.

De veldinspecties dienen bij elke bezoek en wijziging uitgevoerd te worden over de beheerperiode van 2 jaar.

#### 4.1.4 Benodigde nauwkeurigheid

De nauwkeurigheid van een visuele inspectie is niet in een nauwkeurigheid uit te drukken

#### 4.1.5 Risico's

Er zijn geen risico's bekend.

#### 4.1.6 Grenswaarde en acties

Er zijn geen grenswaarden en acties van toepassing op veldinspecties en meldingen van incidenten.

## 4.2 Deformatie kruin (maaiveld)

### 4.2.1 Doel

Met de deformatiemetingen van het maaiveld/kruin wordt de hoogteligging van de proeflocatie gemonitord. Deze informatie is benodigd voor de beheerfase van de life cycle monitoring. De proeflocatie is gevoelig voor bodemdaling gezien de bodemopbouw. Daarnaast biedt het informatie om eventuele verbanden te leggen tussen verschillende meetaspecten voor de onderzoeksvragen.

Door de deformatiemetingen van het maaiveld kan tevens beoordeeld worden of de proeflocatie daalt volgens de prognose van de te verwachte bodemdaling. Indien dit niet het geval is en extra zettingen aanwezig zijn kan onderzocht worden of er een relatie is met de JLD-Dijkstabilisator.

De gegevens worden ook gebruikt in combinatie met andere monitoringsaspecten zoals voorspanning beschreven in hoofdstuk 4.5. Mogelijke verbanden kunnen gelegd worden indien een analyse wordt gemaakt van een combinatie van deze gegevens.

De metingen geven informatie met betrekking tot de beheerfase en het onderzoeksspoor.

### 4.2.2 Monitoring

De geometrie van de proeflocatie dient ingemeten te worden, hierdoor wordt inzicht verkregen in de deformaties van de proeflocatie over de tijd. De inmeting van de geometrie bestaat uit JLD nummer 9 t/m 15 weergegeven in Figuur 2-3.

### 4.2.3 Meetmethode

Met een tachymeter / theodoliet worden 9 meetpunten per raai ingemeten ten opzichte van een vast punt. De 9 meetpunten zijn gedefinieerd op een afstand van -0,25m, 0,25m, 0,5 m, 0,75 m, 1,0 m, 1,50 m, 2,50 m, 5,00 m en 10,00 m ten opzichte van de trekstang. De verticale verplaatsing van de omliggende bodem dient gemeten te worden en de horizontale verplaatsing van de omliggende bodem. De meetnauwkeurigheid in XYZ is +/- 1 mm. De meetresultaten dienen in XYZ tov RD en NAP te worden uitgewerkt. Indien de nauwkeurigheid in Z-richting niet gehaald kan worden dient een nauwkeurigheidswaterpassing te worden uitgevoerd. De locatie van de metingen is weergegeven als: 'meetpunt XYZ' in de situatietekening in bijlage 4.

Er is voor gekozen om bovenstaande monitoringsmethoden op de volgende momenten uit te voeren:

- 1 maal voor het aanspannen
- In het eerste jaar 4 keer
- In het tweede jaar 2 keer

Hierbij dienen de metingen verspreid te worden over de seizoenen, 1 keer in het voorjaar en 1 keer in het najaar.

Tevens dient het hart van de kopplaten ingemeten te worden. Dit geldt ook voor de kopplaten van de overige JLD-Dijkstabilisatoren JLD 1 t/m 8 en JLD 14 t/m 18. Dit is verder beschreven in de parameter: deformaties kopplaat in paragraaf 4.3.

#### 4.2.4 Benodigde nauwkeurigheid

De metingen dienen tot 1 mm nauwkeurig gemeten te worden. De te leveren gegevens dienen in meter ten opzichte van NAP en RD gemeten te worden met twee decimalen.

#### 4.2.5 Risico's

Na afronding van de werkzaamheden kan er een object op de proeflocatie geplaatst worden, waardoor de oorspronkelijke locatie een andere geometrie heeft. Indien de geometrie is gewijzigd ter plaatse van de locatie waar de metingen plaatsvinden, dient het dwarsprofiel op de dichtstbijzijnde locaties ingemeten te worden waar het oorspronkelijk profiel aanwezig is. In Tabel 4-1 is een overzicht van de risico's en de maatregelen opgenomen.

Tabel 4-1: risico's monitoring deformatie kruin (maaiveld)

Risico	Gevolg	Maatregel
Metten raai niet meer mogelijk	geen resultaten van zettingen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Door voldoende raaien in te meten (à 6 stuks) kan nog een goede inschatting van de zetting worden gegeneerd.</li> <li>- Mocht het benodigd zijn, kan een alternatieve raai bepaald worden.</li> </ul>

#### 4.2.6 Grenswaardes en acties

Voor de deformatiemetingen van de kruin (maaiveld) zijn geen grenswaardes en bijbehorende acties beschreven.

### 4.3 Deformaties kopplaat en trekstang

#### 4.3.1 Doel

Het meten van de deformatie van de kopplaten en trekstang (JLD 1 t/m 18) geeft informatie of de JLD-Dijkstabilisator deformaties vertoont in de beheerfase. Hiermee is het doel om deformaties van de kopplaat inzichtelijk te maken tijdens de beheerfase.

Tevens kunnen de gegevens gebruikt worden in combinatie met andere monitoringsaspecten zoals deformatie kruin (maaiveld) beschreven in paragraaf 4.2. Mogelijke verbanden tussen maaiveld dalingen kunnen gelegd worden indien een analyse wordt gemaakt van een combinatie van deze gegevens.

De metingen geven informatie in de beheerfase. Uit het perspectief van life cycle monitoring kan deze informatie ook van belang zijn voor de ontwerpfase voor toekomstige projecten.

#### 4.3.2 Monitoring

De pot op de kopplaat wordt bij 18 JLD-Dijkstabilisatoren ingemeten na het plaatsen van de JLD-Dijkstabilisator en in het eerste jaar vier keer en het tweede jaar twee keer. Hiermee wordt de deformatie inzichtelijk gemaakt die ontstaat van de kopplaat van de JLD-Dijkstabilisator.

Daarnaast dient de verplaatsing van de trekstang ingemeten te worden in de lengterichting van JLD 1 t/m 18. Tevens dient de lengte van de trekstang boven de kopplaat opgemeten te worden nadat de JLD-Dijkstabilisatoren opnieuw op spanning worden gebracht.

#### **4.3.3 Meetmethode**

De pot op de kopplaat wordt met een tachymeter ingemeten. Met een bout dient het midden van de pot gemarkeerd te worden, op deze manier wordt hetzelfde punt ingemeten. In het eerste jaar wordt dit vier keer ingemeten en het tweede jaar twee keer. Waarbij de metingen in verschillende seizoenen worden uitgevoerd, voorjaar en najaar.

De verplaatsing van de bovenkant van de 18 trekstangen wordt gemeten door middel van een tachymeter/theodoliet. De X, Y, Z coördinaten van een blauw gemarkeerd vast deel van de trekstang wordt ingemeten. Dezelfde frequentie wordt aangehouden. Vier keer in het eerste jaar en twee keer in het tweede jaar, in het voorjaar en najaar.

De lengte van de 18 trekstangen boven de kopplaat worden opgemeten met een rolmaat na het (opnieuw) afspannen.

#### **4.3.4 Benodigde nauwkeurigheid**

De metingen van de bus op de kopplaat dienen tot op de 1 mm nauwkeurig gemeten te worden. De te leveren gegevens dienen in meter ten opzichte van NAP en RD gemeten te worden met drie decimalen.

De metingen van de trekstang dienen tot 1 mm nauwkeurig gemeten te worden. De te leveren gegevens dienen in meter ten opzichte van NAP en RD gemeten te worden met twee decimalen.

#### **4.3.5 Risico's**

De markering op de trekstang kan verdwijnen, dit dient tijdig opnieuw aangebracht te worden. Of er dient een markering aangebracht te worden die niet verdwijnt.

#### **4.3.6 Grenswaardes en acties**

Er is voor de monitoring van de parameter geen grenswaarden gegeven. De monitoring van de zetting van de kopplaat wordt uitgevoerd in het kader van een onderzoeksvraag. Hierdoor zijn er geen grenswaardes en bijbehorende acties gegenereerd.

## 4.4 Piping en kwel

### 4.4.1 Doel

Inzicht dient te worden verkregen of piping of kwel langs de ankerstang/trekstang zal optreden. Tijdens de monitoringsfase dienen de grondwaterstanden, stijghoogten en waterspanningen gemeten te worden middels de bestaande peilbuizen en waterspanningsmeters. In de monitoringstabel is de frequentie van de waterspanningsmetingen aangegeven.

### 4.4.2 Monitoring

JLD-Dijkstabilisator nummer 1-20 dienen visueel gecontroleerd te worden op kwel. Bij de stabilisatoren 19 en 20 wordt open gegraven tot net boven grondwaterstand en vervolgens visueel geïnspecteerd.

### 4.4.3 Meetmethode

Op de proeflocatie staan verschillende peilbuizen en waterspanningsmeters gepositioneerd. Door middel van peilbuizen en waterspanningsmeters dienen de freatische lijn en de stijghoogte gemeten te worden. In de situatietekening van de proeflocatie in Purmerend is de locatie van de van de bestaande peilbuizen weergegeven. Deze is in bijlage 4 opgenomen. De metingen dienen geautomatiseerd uitgevoerd te worden, met dagelijkse metingen waarvan de resultaten via Facility App geregistreerd worden. De peilbuizen en waterspanningsmeters dienen onderhouden te worden.

Als waterstanden, -stijghoogten of drukken boven het niveau van het LDE element worden gemeten tijdens de beheerperiode van twee jaar, dan dient de dijk wekelijks visueel op kwel gemonitord te worden. Tevens dienen de LDE elementen die geen kopplaat bevatten ook visueel geïnspecteerd te worden op kwel.

### 4.4.4 Benodigde nauwkeurigheid

De nauwkeurigheid van een visuele inspectie is niet in een nauwkeurigheid uit te drukken. De waterspanningsmetingen in de peilbuizen dienen op 0,01 m nauwkeurig gemeten te worden in de eenheid m t.o.v. NAP.

### 4.4.5 Risico's

Het risico van het missen van kwel tijdens een visuele inspectie heeft geen consequenties voor de proeflocatie in Purmerend, hier is geen waterkering aanwezig. Echter is kwel ook niet wenselijk. De kans op kwel langs het LDE-Element wordt als zeer laag geacht. Bij kwel langs het LDE-Element kan eventueel door middel van injectie extra afdichting worden ingebracht.

Het risico bestaat dat een peilbuis of waterspanningsmeter defect raakt. In dit geval dient de peilbuis of waterspanningsmeter vervangen te worden.

### 4.4.6 Grenswaardes en acties

Als gemeten waterstanden, -stijghoogten of drukken boven het niveau van het LDE element worden gemeten tijdens de beheerperiode van twee jaar, dan dient de dijk wekelijks visueel op kwel gemonitord te worden. De signaleringswaarde en grenswaarden voor waterspanningen is weergegeven in Tabel 4-2. Dit is voor kwel en piping opgenomen in Tabel 4-4.

Tabel 4-2: Signaleringswaarde en grenswaarde waterspanningsmetingen

Meetpunt	Gemeten waarden	
	Signaleringswaarde	Grenswaarden*
Waterspanning/ stijghoogte/ druk	N.v.t.	>bovenkant LDE element

\* Er wordt geëvalueerd in de beheerperiode of de grenswaarde aangepast wordt met een marge indien uit de visuele inspecties blijkt dat meerdere malen geen kwel wordt gemeten.

De acties die uitgevoerd worden bij het overschrijden van de signaleringswaarde en grenswaarde zijn beschreven in Tabel 4-3.

Tabel 4-3: Acties bij overschrijding signaleringswaarde en grenswaarde waterspanningsmetingen

Overschrijding	Actie
Signaleringswaarde	Controleren of waterspanningen stijgen tot de grenswaarde of constant blijven
Grenswaarde	Wekelijks visueel controleren op kwel (zie paragraaf 4.4)

Het eerste signaal van piping is kwel. Kwel op zich levert geen schade, maar geeft wel een indicatie van overdrukken van water. Als bij het water ook zand mee komt uit de wel, geeft dit wel schade en dient actie te worden ondernomen.

Tabel 4-4: Signaleringswaarde en grenswaarde voorspanningsmetingen

Meetpunt	Gemeten waarden	
	Signaleringswaarde	Grenswaarden
Piping	Visueel kwel waargenomen	Visueel zandmeevoerende wellen waargenomen

De acties die uitgevoerd worden bij het overschrijden van de signaleringswaarde en grenswaarde zijn beschreven in Tabel 4-5.

Tabel 4-5: Acties bij overschrijding signaleringswaarde en grenswaarde voorspanningsmetingen

Overschrijding	Actie
Signaleringswaarde	Onderzoeken waar kwel vandaan komt en waar mogelijk het 'gat' dichten
Grenswaarde	Afdichten

## 4.5 Voorspanning

### 4.5.1 Doel

De voorspanning in de JLD-Dijkstabilisator is cruciaal 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.



#### 4.5.2 Monitoring

Elke dijkstabilisator (JLD nummer 1 t/m 18) wordt voorzien van een sensor om de actuele voorspanning te meten, dit is uit te lezen via Facility Apps. Afname van de voorspanning kan duiden op een verminderde werking van de JLD-Dijkstabilisator.

#### 4.5.3 Meetmethode

Elke dijkstabilisator wordt voorzien van een sensor om de actuele voorspanning te meten. Deze sensoren worden real-time uitgemeten en blijven zitten gedurende de levensduur van de JLD-Dijkstabilisator.

Om de voorspanning te meten worden drukmeters op de JLD-Dijkstabilisatoren aangebracht. Deze 'load-cell' met sensor (zie Figuur 4-1) wordt tussen de afdekplaat en de moer geklemt en kan hiermee de spanning in het anker meten. De meter dient in het eerste jaar elke 6 uur een drukmeting uit te voeren. In het tweede tweede jaar zal de frequentie mogelijk aangepast worden, een eerste voorstel is dagelijks een meting. Meer informatie van de load-cell is opgenomen in bijlage 5.



*Figuur 4-1: load-cell met sensor*

#### 4.5.4 Benodigde nauwkeurigheid

De nauwkeurigheid van de sensor is kleiner dan 0,5 % van de meetwaarde. Bij een druk van 100 kN is de afwijking ca. 0,5 kN.

#### 4.5.5 Omgaan met uitval van druksensoren

Tijdens de proeffase zullen naar alle waarschijnlijkheid op enig moment druksensoren uitvallen. Hierbij gelden de volgende aandachtspunten:

- Bij uitval van hier en daar een enkele druksensor moet direct worden ingegrepen om voldoende data voor de postdictie te genereren.

#### 4.5.6 Grenswaardes en acties

Bij start van de proef is de belasting op 120% van de ontwerpkracht vastgezet. De ontwerpkracht is 70 kN, dus bij start van de proef is de belasting 84 kN. In de loop van de tijd neemt de voorspanning af (door zetting van de ondergrond). Na de eerste maand volgt een beheermoment. Indien de voorspanning lager dan 100% van de ontwerpkracht is (70 kN) dan dient de JLD-Dijkstabilisator opgespannen te worden tot 120% van de ontwerpkracht (84 kN). Na twaalf maanden is het tweede beheer moment. Indien de voorspanning weer onder 100% van de ontwerpkracht staat (70 kN) dan dient de JLD-Dijkstabilisator opnieuw opgespannen te worden tot 120% van de ontwerpkracht (84 kN).

### 4.6 Rapportage en communicatie

#### 4.6.1 Rapportage

De rapportage van de monitoring moet de volgende onderdelen bevatten:

- Beschrijving van de ligging van de meetpunten (boutnummering ed). De meetlocaties moeten op een tekening aangegeven zijn;
- Overzicht van de meetperiode, onder andere datum en weersomstandigheden;
- Specificatie toegepaste apparatuur en data-acquisitiesysteem;
- Logboek van de metingen en een toelichting op bijzonderheden;
- Presentatie van de meetresultaten (nul- en vervolgmetingen).
- Specificatie toegepaste apparatuur en data-acquisitiesysteem;
- Logboek van de metingen en een toelichting op bijzonderheden;
- Presentatie van de meetresultaten, inclusief een beoordeling en toetsing van de maatgevende meetresultaten. De meetwaarden moeten grafisch weergegeven zijn.

Jaarlijks dient een rapportage opgesteld te worden van alle monitoring, inspecties, overzicht vergunningverlening, eventuele incidenten en het vergelijken of het gedrag afwijkt van de verwachtingen (zonder uitgebreide analyse).

#### 4.6.2 Overleg en afstemming

De resultaten van de proeven worden teruggekoppeld tijdens de stuurgroep bijeenkomsten.

#### 4.6.3 Communicatie

Aanbevolen wordt om duidelijke afspraken over de communicatie met de betreffende partijen te maken. De meetgegevens dienen steeds, bijgewerkt met de laatste metingen, in een overzichtelijke en bruikbare vorm ter inzage aanwezig te zijn.

Het is van belang dat de meetgegevens die door de deskundigen op waarde zijn geschat, periodiek met de belanghebbenden / betrokkenen worden gecommuniceerd. Indien zich geen bijzonderheden voor doen is het wenselijk om maandelijks een overzicht te genereren van de gemeten grootheden en deze overzichten te voorzien van een toelichting en bijpassende conclusies. Indien de deskundige bijzonderheden of onregelmatigheden waarnemen in de meetreeksen dient hiervoor direct rapport gedaan te worden bij JLD Contracting en dient vervolgens de te nemen actie naar de belanghebbende betrokkenen te worden gecommuniceerd.

## 5 Nastel periode

### 5.1 Uitgangspunten na stel periode

De JLD-Dijkstabilisator in de Watergraafsmeer wordt in juni 2019 overgedragen aan Waternet. Vanaf juni start de 5 jaar durende na stel en monitoringsfase. Hierin wordt zoals in de hierboven beschreven hoofdstukken het systeem uitgebreid gemonitord, met als doel het definitief beantwoorden van de onderzoeksvragen middels een postdictie en het updaten van het beheer en onderhoudsplan.

Voor het uitvoeren van de na stel periode zijn bij het ontwerp van de JLD-Dijkstabilisator meerdere uitgangspunten aangenomen. Deze uitgangspunten zijn als volgt:

- Na de periode van 5 jaar worden alle JLD-Dijkstabilisatoren minimaal 1 keer beschouwd of er nog voldoende voorspanning aanwezig is in het systeem en de levensduur van de batterij nog voldoende is.
- Iedere JLD-Dijkstabilisator wordt indien nodig 1 keer in de komende 5 jaar afgespannen.
- De batterij van het monitoringssysteem wordt in de komende 5 jaar minimaal 1 keer vervangen als de levensduur van de batterij na 5 jaar minder dan 50% bedraagt.

### 5.2 Planning na stel periode

De monitoring geeft op diverse momenten inzicht in het beantwoorden van de onderzoeksvragen. In onderstaande planning is schematisch weergegeven wanneer op welk moment een product afgerond kan worden. Aangezien het hier om een pilot gaat zijn de jaartallen een benadering en dient iedere tussentijdse oplevering geverifieerd te worden door de TC en goedgekeurd te worden door de stuurgroep.

Tabel 5-1 Overzicht planning en frequenties van benodigde acties (gemarkeerde velden betekent een actie in het betreffende jaar. Groen betreft Waergraafsmeer, geel betreft Purmerend).

	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Beheer en onderhoud						
Purmerend						
Beheer en onderhoudsplan						
Facility Apps						
Overleggen stuurgroep						
<b>Onderzoeksvragen</b>						
OV5 (draagkracht grond onder kopplaat)						
OV7 (kwel)						
OV8 (vervormingen)						
OV11(piping)						
OV13 (verloop voorspanning)						
Postdictie						

\*Indien tijdens de eerste jaren van de monitoring extreme weersomstandigheden optreden kan ervoor gekozen worden de onderzoeksvraag eerder te beantwoorden

## 6 Postdictie

De postdictie betreft de verificatie van de predicties die gebruikt zijn voor het beantwoorden van de onderzoeksvragen. In Tabel 6-1 is een overzicht weergegeven van de te monitoren parameters en de koppeling met de onderzoeksvragen die ingaan op de effectiviteit van de JLD-Dijkstabilisator als versterkingsmethode.

Tabel 6-1: Overzicht koppeling te monitoren parameters met de onderzoeksvragen

Parameter	Onderzoeksvragen (OV)						Fase life cycle monitoring	
	OV5	OV7	OV8	OV9	OV11	OV13	Uitvoering	Beheer
Veldinspecties	X	X	X	X	X	X		X
Deformatie JLD-Dijkstabilisator.	X		X				X	X
Deformatie kruin (maaiveld)	X		X				X	X
Deformatie kopplaat	X		X				X	X
Beplanting				X			X	X
Piping		X			X		X	X
Voorspanning						X	X	X
Neerslag	X	X	X		X	X		X
Materiaal degradatie	X	X	X	X	X	X		X
Waterspanningen	X	X	X	X	X	X	X	X

In bovenstaande tabel zijn de parameters specifiek gekoppeld aan bepaalde onderzoeksvragen. Daarnaast wordt er in de postdictie ook gekeken naar de overige onderzoeksvragen, deze zijn hieronder puntsgewijs opgesomd:

- onderzoeksvraag 1: ontwerpbaarheid van de JLD-Dijkstabilisator;
- onderzoeksvraag 2: veiligheidsbenadering van constructieve elementen;
- onderzoeksvraag 3: bezwijken talud boven de kopplaat;
- onderzoeksvraag 6: groepseffect JLD-Dijkstabilisator;
- onderzoeksvraag 10: inpasbaarheid JLD-Dijkstabilisator i.c.m. palen keermuur;
- onderzoeksvraag 12: beoordelingsmethode en monitoring;
- onderzoeksvraag 16: grondverdringing;
- onderzoeksvraag 17: total cost of ownership;
- onderzoeksvraag 19: beheer.

Onderzoeksvraag 4, 14, 15 en 18 worden niet beschouwd. Deze onderzoeksvragen hebben betrekking op respectievelijk: wrijvingskracht LDE in venige grond, inbrengwijze stedelijk gebied, trillingen en de diepe ligging van de zandlaag. Deze aspecten zijn gemonitord tijdens de uitvoering of hebben betrekking op de ontwerpdiepte/werkruimte. Wrijvingskracht in venige

ondergrond is niet van toepassing in de Watergraafsmeer en Purmerend, omdat er geen veen in de ondergrond aanwezig is.

Alle resultaten worden na vijf jaar verzameld, gefilterd en geanalyseerd. De onderzoeksvragen zijn momenteel beantwoord door middel van aannames. Hierop zijn predicties gebaseerd die antwoord geven op de onderzoeksvragen. De data wordt geanalyseerd en er wordt een vergelijking opgesteld tussen het verwachte gedrag van de waterkering (voorspanning en vervorming) en het gemeten gedrag.

Door middel van de postdictie kunnen de predicties geverifieerd worden. Daardoor kan de ontwerpmethode en de ontwerpberekeningen in Plaxis eventueel aangescherpt worden.

Als de postdictie is afgerond, wordt het beheerplan aangevuld met opgedane kennis door de monitoring en de conclusies van de postdictie. Tevens wordt een eindrapportage opgesteld met de conclusies van de eerste vijf jaar.

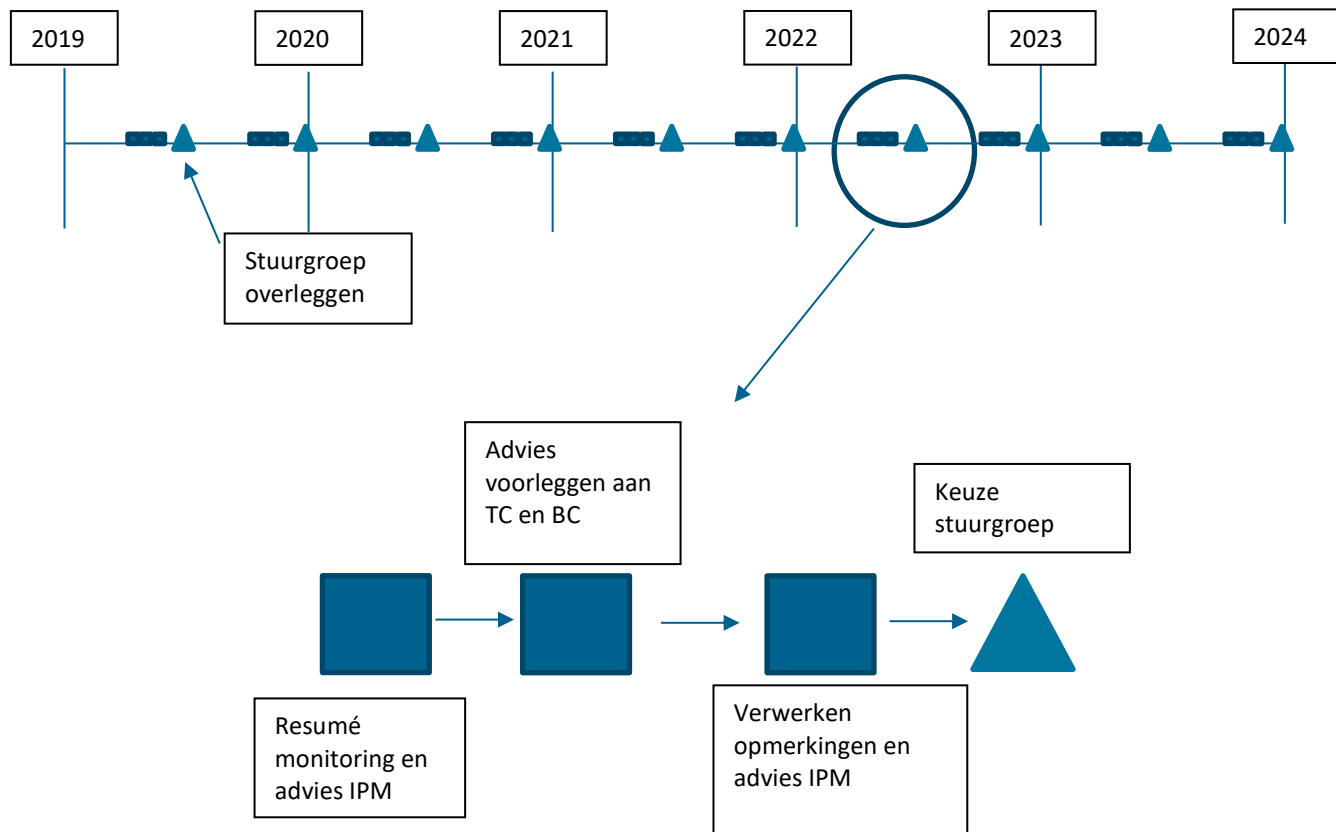
## 6.1 Tussentijdse evaluaties

Halfjaarlijks inventariseert JLD Contracting alle monitoringsdata en stemt deze af met Antea Group. Hierover wordt een summier rapportage opgesteld met de resultaten van de voortgang. De rapportage bevat:

- de belangrijkste bevindingen in relatie tot de doorlopende onderzoeksvragen zoals benoemd in het monitoringsplan.
- Advies over handhaven of bijstellen monitoringsfrequentie van 6 maanden.

Vervolgens doorlopen we vijf stappen:

1. De concept rapportage wordt ter goedkeuring voorgelegd aan het IPM team van de opdrachtgever.  
*Doel: akkoord van het IPM team*  
*Verantwoordelijke IPM rol: Technisch manager*
2. De concept rapportage wordt ter kennisgeving gedeeld met de beheerderscommissie (BC) en de technische commissie (TC).  
*Doel: Ophalen opmerkingen.*  
*Verantwoordelijke IPM rol: Technisch manager*
3. Optioneel: Bij verzoeken welke aanvullend zijn op de scope van het monitoringsprogramma worden deze separaat opgesteld en verwerkt in een VTW. Deze wordt ter beoordeling op vorm, doorlooptijd en scope opnieuw naar het IPM team wordt gestuurd.  
*Doel: Eventueel aanpassen van de scope en verwerken in monitoring.*  
*Verantwoordelijke IPM rol: manager projectbeheersing*
4. Rapportage bijwerken aan de hand van de opmerkingen van de TC, BC en eventuele VTW's.  
*Doel: Definitief maken rapportage*  
*Verantwoordelijke IPM rol: Technisch manager*
5. De definitieve rapportage wordt ter goedkeuring voorgelegd aan het IPM team.  
*Doel: vrijgave IPM team*  
*Verantwoordelijke IPM rol: Technisch manager en Manager projectbeheersing*
6. De definitieve rapportage wordt ter goedkeuring voorgelegd aan de stuurgroep.  
*Doel: Acceptatie rapportage en besluit monitoringsfrequentie handhaven of aanpassen.*  
*Verantwoordelijke IPM rol: Projectmanager*



### 6.1.1 Kennisdeling tijdens 5 jaar monitoring

Doel is om tijdens de 5 jaar monitoring en bijstellen een maandelijkse update te maken met de voortgang en nieuws feiten van de dijk op social media en naar de HWBP community te versturen. Hierbij denken wij aan het volgende:

- Halfjaarlijkse update HWBP community na aanleiding van de bespreking uit de stuurgroep, hierbij kan ook het advies en de voortgang van de monitoring gepubliceerd worden op de website
- Update aan de life cycle monitoringsgroepen
- Maandelijks een foto van de dijk op social media (linkedin, facebook twitter etc) foto kan gemaakt worden door een ambassadeur van de dijk.
- Updates van de resultaten in diverse vakbladen

## 7 Referenties

- [1] POV Macrostabiliteit, „Handreiking Life Cycle Monitoring Fase 1,” 2016.
- [2] Antea Group, „Bodemschematisatie, sterkte en stijfheidsparameters, en waterstanden,” 2018.
- [3] A. Group, Artist, *Geotechnisch Lengteprofiel 413509-LP-1-0001*. [Art]. Antea Group, 2018.
- [4] Wiertsema & Partners, „Waterspanningsmetingen Pilot JLD Dijkstabilisator te Amsterdam,” 2017.
- [5] Inventec, „Leaflet SAAF,” [Online]. Available: <https://www.inventec.nl/Portals/0/ProductsheetsUK/SAAF%20engels.pdf>. [Geopend 12 7 2018].
- [6] Antea Group, „Ontwerpmemo onderzoeksvraag 9 pilot Watergraafsmeer -,” 30-7-2018.
- [7] Antea Group, „Ontwerpeisen DO Onderzoeksvragen 7 en 11 - Opstellen beoordelingsmethode inclusief te monitoren parameters gedurende levensduur,” 10-7-2018.
- [8] Movax, „SG-45V,” Movax, [Online]. Available: <https://www.movax.com/en-GB/products-and-services/pile-drivers/sg-45v/?pdf=1>.
- [9] M. v. B. Z. e. Koninkrijksrelaties, „Bouwbestluit 2012,” 2011.
- [10] SBRCURnet, „SBR Trillingsrichtlijn A: Schade aan bouwwerken: 2017,” Delft , november 2017.
- [11] Antea Group, „Pilot Dijkstabilisator Watergraafsmeer Onderzoeksvraag 15 - Onderzoek naar trillingen,” Heerenveen, juli 2018.
- [12] Antea Group, „Onderzoeksvraag 15 - Onderzoek naar trillingen definitief revisie 1.0,” 2018.
- [13] Ministerie van Infrastructuur en Milieu, „Circulaire bouwlawaai,” 2010.



## **Bijlage 1 Overzichtstabel – te monitoren parameters Watergraafsmeer**

Tabel: monitoring met meetfrequenties

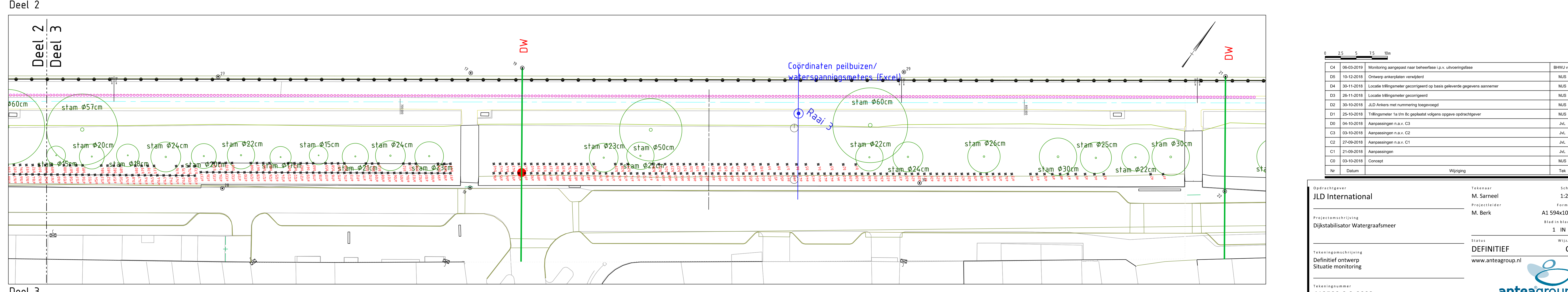
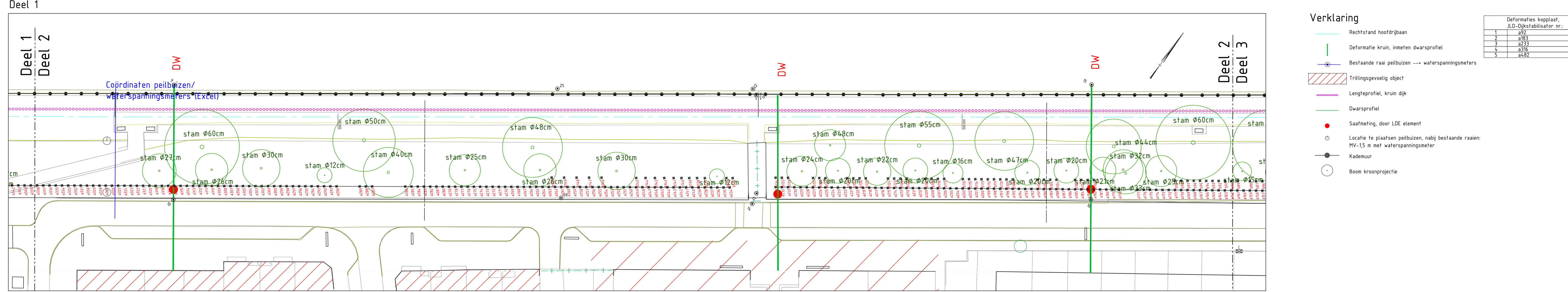
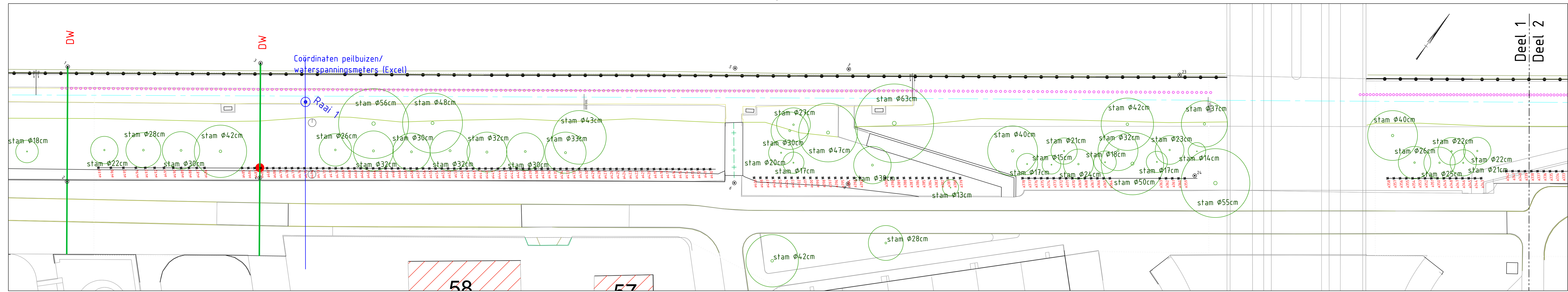
Nr.	Parameter	Omschrijving	Aantal	Meetwijze / constatering	Eenheid	Aanvullingen en opmerkingen	Meetperiode	Meetfrequentie		
								Week 0 (installatie JLD)	1e jaar	jaar 2 t/m 5
A	Gebeurtenissen en afwijkingen	Visueel. Waarnemingen over scheurvorming kopplaat, natte plekken/ kwel, scheurvorming bodem, verzakkingen, schade aan objecten vastleggen		Visuele waarnemingen, logboek en digitale fotocamera, tijdregistratie, digitaal rapporteren in excel of word		ad hoc op afroep van Waternet	5 jaar	per bezoek en wijziging	per bezoek en wijziging	per bezoek en wijziging
B	Metingen	nulmeting na oplevering van hele dijk. In het bijzonder van de trappen, fietspad, kademuur, muurtje onderaan talud.	1				eenmalig na installatie	1	x	x
C	veldinspectie	visueel	12	Visuele waarnemingen, logboek en digitale fotocamera, tijdregistratie, digitaal rapporteren in excel of word			5 jaar		3- maandelijks (4 maal)	2 maal per jaar
1	Trekkracht / Voorspanning	Voorspanning meten in het anker met behulp van sensoren (drukmeters) die tussen de kopplaat en de moer geklemt wordt van de JLD-dijkstabilisator.	667 (elke JLD-dijkstabilisator)	Meting door middel van load cell	[kN]		5 jaar	per 6 uur	per 6 uur	Nog nader te bepalen. Waarschijnlijk dagelijks
2	Piping	Visuele inspectie op kwel indien de waterspanningsmeters een waterdruk meten die boven de waarde uitkomt van de marge in het DO.		Langs de Ringdijk dient een visuele inspectie uitgevoerd te worden op kwel. Tevens moeten de locaties van de holle gasbuizen gecontroleerd worden op kwel. Zie onderdeel H5.			5 jaar	Op basis van overschrijding marge een inspectie uitvoeren	Op basis van overschrijding marge een inspectie uitvoeren. Inspectie wekelijks herhalen totdat de waterspanning niet meer tot piping kan leiden	Op basis van overschrijding marge een inspectie uitvoeren. Inspectie wekelijks herhalen totdat de waterspanning niet meer tot piping kan leiden
3	Verplaatsing kopplaat / deformaties kopplaat	Bij metingen 5 dwarsprofielen met steekbus de pot op de kopplaat vrijsteken en het midden hiervan inmeten met tachymeter.	5 JLD dijkstabilisatoren	NAP RD, tachymeter met een max afwijking van 1mm	NAP RD [m]	Met bout markeren midden bovenkant pot	5 jaar	1 x na installatie	1x per jaar	1 x per jaar
4	Verplaatsing omliggende grond (horizontaal en verticaal) / deformatie dijk (maaiveld)	Inmeten van het dwarsprofielen dijk en dwarsprofielen vanaf gevel woning via meetpunt muurtje binnendijs tot meetpunt palen keermuur buitendijs + de tussen liggende meetpunten. Bij de dwarsprofielen worden ook de SAAF metingen op de dijkstabilisatoren uitgevoerd. Ook 2 metingen uitvoeren op de onverstekte dijk (1 aan zijde Wiboutstraat en 1 aan zijde Middenweg).	5 + 2 dwarsprofielen (elke ca. 100m) 1 lengteprofiel	NAP RD, 06-GPS, Total Station voor de kruin en het talud om de 0,25 m een meetpunt pakken + kenmerkende punten. Op de weg (Ringdijk) alleen kenmerkende punten (kant weg, midden weg, etc)	NAP RD [m]	5 raaien + 2 raaien buiten + een lengteprofiel over gehele dijkvak (tot 10 meter buiten)	5 jaar	1 x na installatie	1x per jaar	1 x per jaar
5	Deformatie JLD Dijkstabilisator - SAAF LDE-los	Ter plaatse van de vijf dwarsprofielen wordt los LDE element ingebracht zonder kopplaat. In het gat van het LDE kunnen regulier SAAF-elementen ingebracht worden om de vervorming te meten.	5 stuks	SAAF (Shape Accel Array Field), x, y, z coördinaten van gehele SAAF	NAP RD [m]	Eventueel metingen herhalen indien de kruin opgehoogd wordt (na 5 jaar). Dan wel frequenter meten	5 jaar	1 x na installatie	1x per jaar	1 x per jaar
6	Deformatie JLD Dijkstabilisator - Referentiepunt SAAF	Locatie bovenzijde LDE als referentiepunt (vast punt voor) voor de SAAF-meting. Meting dient gelijktijdig met elke SAAF-meting te worden uitgevoerd. Dit ook uitvoeren voor de losse LDE's die met de SAAF gemeten worden.	5 stuks	tachymeter, x, y, z, coördinaten	NAP RD [m]		5 jaar	1 x na installatie	1x per jaar	1 x per jaar
7	Grondwaterstand / waterspanning meten	In de Ringdijk zijn 26 st peilbuizen aanwezig die uurlijks metingen verrichten. Deze dienen ook na de werkzaamheden doorgaand uitgelezen te worden. Om eventuele waterspanningsverhogingen door werkzaamheden te kunnen monitoren.	26 st peilbuizen	Gemautomatiseerde dagelijkse meting peilbuis + resultaten op WePGis	[m t.o.v. NAP]		Doorgaande metingen	Doorgaande dagelijkse meting	Doorgaande dagelijkse meting	Doorgaande dagelijkse meting
8	Neerslag meten	Neerslag meten om vervormingsgedrag te kunnen relateren aan hevige neerslag of een periode van veel neerslag of droogte in postdictie.	1 pluviometer 1 weerstation	uitlezen pluviometer en weerstation		nog inregelen	5 jaar	uurlijks meten bij piekbuizen en dagelijks in periode van veel neerslag en droogte	uurlijks meten bij piekbuizen en dagelijks in periode van veel neerslag en droogte	uurlijks meten bij piekbuizen en dagelijks in periode van veel neerslag en droogte
9	meting materiaal degradatie	Na 5 jaar een kopplaat, trekstang en een deel LDE vrijgraven om materiaal degradatie te controleren	eenmalig	Lab proeven				x	x	eenmalig in jaar 5
10	VTA meting beplanting	na 1 jaar de Visual Tree Assessment herhalen om impact op beplanting in kaart te brengen	eenmalig	visueel			12		na 12 maanden, wel in groeiperiode	nvt
<b>Analyse en rapportage</b>										
	Postdictie	Vergelijk tussen verwachte gedrag kering (voorspanning & vervorming) en het gemeten gedrag. Inclusief aanscherping ontwerpmethodologie en ontwerpberekeningen	1	bureaustudie	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	in jaar 5
	Update beheerplan	Beheerplan aanvullen met opgedane kennis door monitoring & postdictie	1	bureaustudie	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	in jaar 5 (na postdictie)
	Opstellen jaarlijkse voortgangsrapportage met bevindingen monitoring/inspecties	jaarlijkse rapportage van alle monitoring, inspecties, overzicht vergunningverlening en eventuele incidenten en vergelijk of het gedrag afwijkt van de verwachtingen (zonder uitgebreide analyse)	5	bureaustudie	nvt	nvt	5 jaar	nvt	jaarlijks	jaarlijks
	Opstellen halfjaarlijkse tussenrapportage met bevindingen monitoring/inspecties	halfjaarlijkse tussenrapportage van alle monitoring, inspecties en eventuele incidenten en vergelijk of het gedrag afwijkt van de verwachtingen (zonder uitgebreide analyse)	5	bureaustudie	nvt	nvt	5 jaar	nvt	jaarlijks	jaarlijks
	Ad Hoc analyse & advies	Benodigde analyse als gevolg van onvoorziene zaken	ntb	bureaustudie	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt
	Eindrapportage	Opstellen rapportage met conclusies van de eerste 5 jaar	1	bureaustudie	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	in jaar 5 (na postdictie)
<b>Overleg &amp; afstemming</b>										
	Inregelen monitoring in eerste jaar	ondersteunen bij het instellen van de monitoring	4						4 maal in jaar 1	
	Voortgangsoverleggen	in jaar 1: na rapportage 3 maandelijks inspectie jaar 2 t/m 5: na jaarlijkse voortgangsrapportage	8						3 maandelijks	jaarlijks
	Bespreken Postdictie	1 bespreken aanpak en uitgangspunten 1 bespreking concept rapportage 1 eindbespreking	3							in jaar 5
	Bespreken beheerplan	1 bespreking concept rapportage 1 eindbespreking	2							in jaar 5
	Eindbespreking & evaluatie	1 dag met daarin: 1 dagdeel eindbespreking (inhoudelijk + doorkijk rest levensduur) en 1 dagdeel evaluatie + afsluiting	1 dag							in jaar 5
	Ad hoc besprekingen	ad hoc overleg naar aanleiding van onvoorziene zaken	ntv							nvt

## **Bijlage 2 Overzichtstabel – te monitoren parameters Purmerend**

Tabel: monitoring met meetfrequenties								Meetfrequentie		
Nr.	Parameter	Omschrijving	Aantal	Meetwijze / constatering	Eenheid	Aanvullingen en opmerkingen	Meetperiode	Week 0 (installatie JLD)	Jaar 1	Jaar 2
A	Gebeurtenissen en afwijkingen	Logboek bijhouden, met omschrijving werkzaamheden, bijzonderen werkzaamheden, datum, tijdstip en weer. Tijdstip aanvang en beëindiging per JLD-anker moet zijn opgenomen. Datum en tijdstip per aanpassing JLD.		Visuele waarnemingen, logboek, tijdregistratie, digitaal rapporteren in excel of word		Tijdens uitvoering dagelijks rapporteren. Vervolgens per bezoek en wijziging	24 maanden	intensief	per bezoek en wijziging	per bezoek en wijziging
B	Meetpunten	Alle meetpunten, JLD 1-20, trillingsmeetpunten, peilbuizen, geluidsapparatuur		NAP RD, 06-GPS	NAP RD [m]			eenmalig na installatie		
1	Trekkracht - JLD 1-5	voorspanning aanbrengen tot 1.2 keer de rekenwaarde van de benodigde voorspankracht (Fint) en opnieuw voorspannen na 25% afname van Fint. Geen LDE element onder de kopplaat	5	vijzel / drukdoos	kN		24 maanden	continu	Per 6 uur	Nog nader te bepalen. Waarschijnlijk dagelijks
2	Trekkracht - JLD 6-8	Voorspanning bij aanbrengen. Geen LDE element onder de kopplaat	3	vijzel / drukdoos	kN		24 maanden	continu	Per 6 uur	Nog nader te bepalen. Waarschijnlijk dagelijks
3	Trekkracht - JLD 9-13	Voorspanning aanbrengen tot 1.2 keer de rekenwaarde van de benodigde voorspankracht (Fint) en opnieuw voorspannen na 25% afname van Fint. Onder de kopplaat direct een LDE element plaatsen	5	vijzel / drukdoos	kN		24 maanden	continu	Per 6 uur	Nog nader te bepalen. Waarschijnlijk dagelijks
4	Trekkracht - JLD 14-18	voorspanning aanbrengen tot 1.2 keer de rekenwaarde van de benodigde voorspankracht (Fint) en opnieuw voorspannen na 25% afname van Fint. Bij deze proeven wordt er een grondverbetering aangebracht onder de kopplaat. Wel een LDE element aanbrengen onder de kopplaat	5	vijzel / drukdoos	kN		24 maanden	continu	Per 6 uur	Nog nader te bepalen. Waarschijnlijk dagelijks
5	Piping JLD - 19-20	LDE element inbrengen.	2	Open graven en visueel inspecteren	-	Monitoring start indien waterspanningen boven het niveau van het LDE element uitkomen.	24 maanden	dagelijks	wekelijks	wekelijks
	Piping, dummie of pikket 21-22	Punt markeren met pikket of staaf tot 0,30 m diepte	2	Infrarood (totaal 2 keer) - nulmeting op een locatie waar niets kan gebeuren		Werkwijze afstemmen met Duurt (Wiertsema) Monitoring start indien waterspanningen boven het niveau van het LDE element uitkomen.	24 maanden		wekelijks	wekelijks
6	Verplaatsing van trekstang in de lengterichting JLD 1-18		18	X, Y, Z coördinaten van vast deel trekstang, dit deel blauw markeren. Met een tachymeter	m		24 maanden	1x	4 x verdeeld over seizoenen	2x (1 in voorjaar en 1 in najaar)
7	Lengte trekstang boven kopplaat JLD 1-18		18	Lengte vanaf kopplaat, rolmaat, na op spanning brengen kopplaat	m		24 maanden	1x na op spanning brengen	bij opnieuw op spanning brengen	bij opnieuw op spanning brengen
8	Verplaatsing kopplaat		18	X, y, z coördinaten, Tachymeter	NAP RD [m]	Pot op de kopplaat inmeten, markeren met een bout voor eenzelfde meetpunt	24 maanden	1x	4 x verdeeld over seizoenen	2x (1 in voorjaar en 1 in najaar)
9	Verticale verplaatsing omliggende bodem, JLD 9-15		5	Meetwijze met tachymeter/theodoliet. 9 meetpunten per raai, afstand t.o.v. trekstang richting dijk. Afstanden: -0,25 m, 0,25 m, 0,50 m, 0,75 m, 1,00 m, 1,50 m, 2,50 m, 5,00 m, 10,00 m, 15,0 m	NAP RD [m]		24 maanden	1x voor aanspannen	4 x verdeeld over seizoenen	2x (1 in voorjaar en 1 in najaar)
10	Horizontale verplaatsing omliggende bodem, JLD 9-15		5	Meetwijze met tachymeter/theodoliet. 9 meetpunten per raai, afstand t.o.v. trekstang richting dijk. Afstanden: -0,25 m, 0,25 m, 0,50 m, 0,75 m, 1,00 m, 1,50 m, 2,50 m, 5,00 m, 10,00 m, 15,0 m	NAP RD [m]		24 maanden	1x voor aanspannen	4 x verdeeld over seizoenen	2x (1 in voorjaar en 1 in najaar)
11	Grondwaterstand	1 freatische peilbuis, 1x peilbuis in wvp	2	Peilbuizen en dataloggers en een barometer - uitwerking tov NAP	NAP [m]	Boorplan op sondering met afstelling filters	24 maanden	1x uur	Doorgaande dagelijkse meting	Doorgaande dagelijkse meting
12a	Grondwaterstanden	Handmatige meting, uitlezen dataloggers e barometer en verwerken data in grafieken tov NAP	3	Handmeting ter controle iedere maand - uitwerking tov NAP	NAP [m]		24 maanden		week 3 en 8	1x per 3 mnd
12b	Kwel JLD 19-20		2	Open graven tot net boven grondwaterstand, visueel inspecteren, foto vastlegging		Foto-opnamen, met datum en tijdstip. Bij inbrengen 2x per dag. Tijdens beheerfase: monitoring wekelijks indien waterspanningen boven het niveau van het LDE element uitkomen	24 maanden	2x per dag	wekelijks	wekelijks
15	Kwel JLD 1-20		20	Visuele inspectie		Foto-opnamen, met datum en tijdstip. Monitoring wekelijks indien waterspanningen boven het niveau van het LDE element uitkomen	24 maanden	dagelijks	wekelijks	wekelijks
16	Algemeen	Visueel. waarnemingen over scheurvorming van de kopplaat, natte plekken/kwel, scheurvorming van de bodem, verzakkingen en schade aan objecten op rondom de proeflocatie.		Vastleggen in logboek en digitale fotocamera met datum en tijdstip			24 maanden	dagelijks	bij bezoek en wijziging	bij bezoek en wijziging

## **Bijlage 3 Situatietekening monitoringsplan Watergraafsmeer**





### Verklaring

- Rechtstand hoofdrijbaan
- Deformatie kruin, inmeten dwarsprofiel
- Bestaande raai peilbuizen -> waterspanningsmeters
- Trillingsgevoelig object
- Lengteprofiel, kruin dijk
- Dwarsprofiel
- Saafmeting, door LDE element
- Locatie te plaatsen peilbuizen, nabij bestaande raaien: MV-1.5 m met waterspanningsmeter
- Kademuur
- Boom kroonprojectie

Deformaties koppelaar, JLD-Dijkstabilisator nr.:	
1	a92
2	a103
3	a233
4	a316
5	a482

Nr	Datum	Wijziging	Tek
C4	06-03-2019	Monitoring aangepast naar beheerfase (p.v. uitvoeringsfase)	BHWJ v.l.
D5	10-12-2018	Ontwerp ankerpalen verwijderd	MJS
D4	30-11-2018	Locatie trillingsmeter geïmprimeerd op basis geleverde gegevens aannemer	MJS
D3	26-11-2018	Locatie trillingsmeter geïmprimeerd	MJS
D2	30-10-2018	JLD Ankers met nummering toegevoegd	MJS
D1	25-10-2018	Trillingsmeter 'a tim' te gekoplatst volgens opgave opdrachtgever	MJS
D0	04-10-2018	Aanpassingen n.a.v. C3	JvL
C3	03-10-2018	Aanpassingen n.a.v. C2	JvL
C2	27-09-2018	Aanpassingen n.a.v. C1	JvL
C1	21-09-2018	Aanpassingen	JvL
C0	03-10-2018	Concept	MJS

Opdrachtgever: JLD International

Tekenaar: M. Sarneel

Projectleider: M. Berk

Status: DEFINITIEF

www.anteagroup.nl

Schaal: 1:250

Formaat: A1 594x1050

Blad in bladen: 1 IN 1

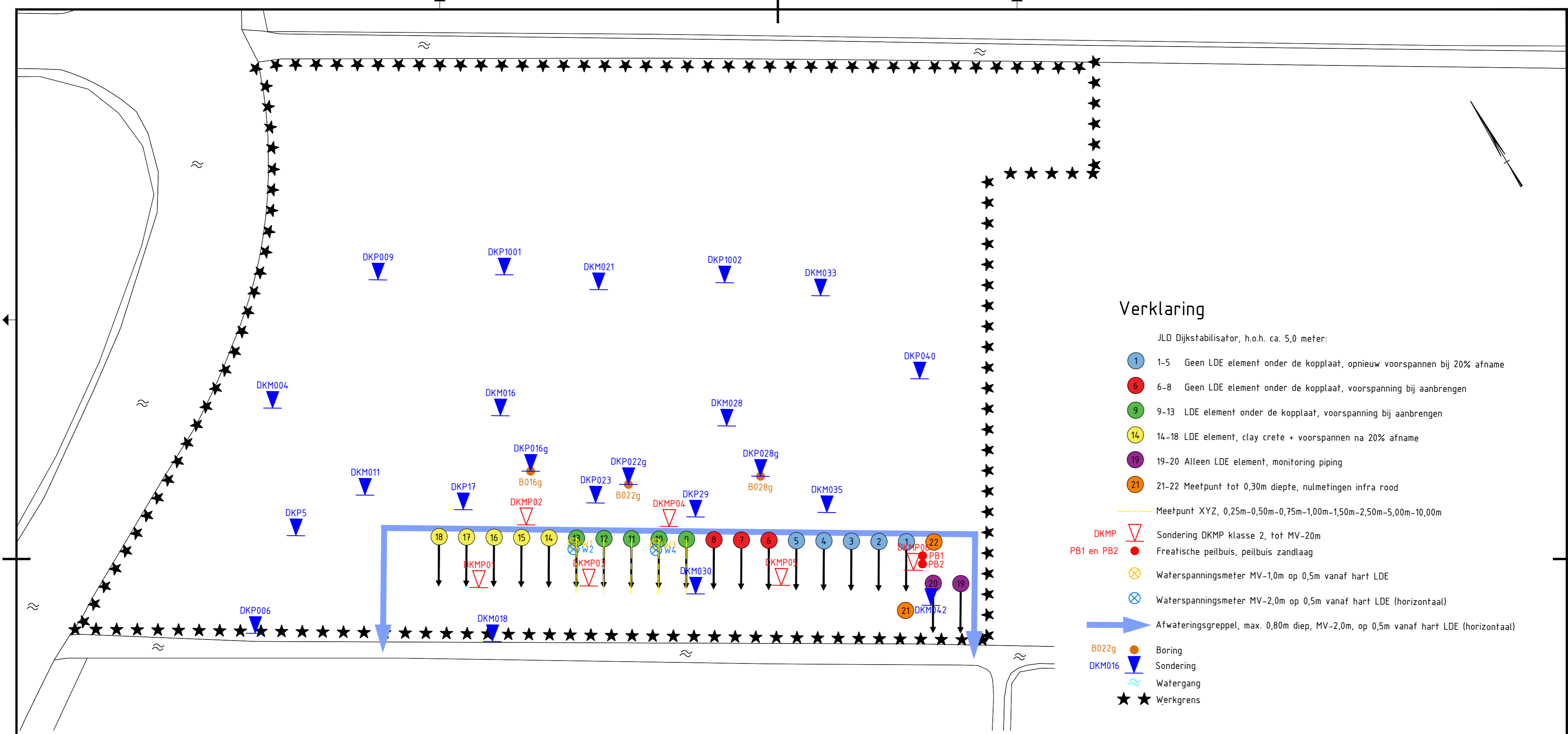
Wijl. nr.: C4

Tekeningnummer: 413509-S-2-0003

anteagroup

## Bijlage 4 Situatietekening monitoringsplan Purmerend



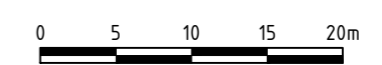


### Verklaring

- JLD Dijkstabilisator, h.o.h. ca. 5,0 meter:
- 1-5 Geen LDE element onder de kopplaat, opnieuw voorspannen bij 20% afname
  - 6-8 Geen LDE element onder de kopplaat, voorspanning bij aanbrengen
  - 9-13 LDE element onder de kopplaat, voorspanning bij aanbrengen
  - 14-18 LDE element, clay crete + voorspannen na 20% afname
  - 19-20 Alleen LDE element, monitoring piping
  - 21-22 Meetpunt tot 0,30m diepte, nulmetingen infra rood
- Meetpunt XYZ, 0,25m-0,50m-0,75m-1,00m-1,50m-2,50m-5,00m-10,00m
- DKMP Sondering DKMP klasse 2, tot MV-20m
  - PB1 en PB2 Freatische peilbuis, peilbuis zandlaag
  - Waterspanningsmeter MV-1,0m op 0,5m vanaf hart LDE
  - Waterspanningsmeter MV-2,0m op 0,5m vanaf hart LDE (horizontaal)
  - Afwateringsgreppel, max. 0,80m diep, MV-2,0m, op 0,5m vanaf hart LDE (horizontaal)
  - B022g Boring
  - DKM016 Sondering
  - Watergang
  - Werkgrens


Omschrijving	NR	X-coördinaat	Y-coördinaat
JLD Dijkstabilisator	1	128824.536	503874.642
JLD Dijkstabilisator	2	128820.278	503877.262
JLD Dijkstabilisator	3	128816.019	503879.882
JLD Dijkstabilisator	4	128811.761	503882.502
JLD Dijkstabilisator	5	128807.502	503885.122
JLD Dijkstabilisator	6	128803.244	503887.742
JLD Dijkstabilisator	7	128798.985	503890.362
JLD Dijkstabilisator	8	128794.727	503892.982
JLD Dijkstabilisator	9	128790.468	503895.602
JLD Dijkstabilisator	10	128786.210	503898.222
JLD Dijkstabilisator	11	128781.951	503900.842
JLD Dijkstabilisator	12	128777.693	503903.463
JLD Dijkstabilisator	13	128773.434	503906.083
JLD Dijkstabilisator	14	128769.176	503908.703
JLD Dijkstabilisator	15	128764.917	503911.323
JLD Dijkstabilisator	16	128760.658	503913.943
JLD Dijkstabilisator	17	128756.400	503916.563
JLD Dijkstabilisator	18	128752.141	503919.183
JLD Dijkstabilisator	19	128829.104	503863.035
JLD Dijkstabilisator	20	128824.846	503865.655
JLD Dijkstabilisator	21	128817.967	503864.016
JLD Dijkstabilisator	22	128828.795	503872.021

Omschrijving	NR	X-coördinaat	Y-coördinaat
Waterspanningsmeter MV-1,0m	W1	128772.465	503905.514
Waterspanningsmeter MV-2,0m	W2	128771.941	503904.662
Waterspanningsmeter MV-1,0m	W3	128785.241	503897.654
Waterspanningsmeter MV-2,0m	W4	128784.717	503896.802
Sondering	DKMP01	128753.579	503907.541
Sondering	DKMP02	128766.844	503912.881
Sondering	DKMP03	128770.875	503897.486
Sondering	DKMP04	128788.989	503899.256
Sondering	DKMP05	128800.947	503879.571
Sondering	DKMP06	128822.960	503869.550
Freatische peilbuis	PB1	128825.763	503870.961
Peilbuis zandlaag	PB2	128824.977	503869.684



Nr	Datum	Wijziging	Tek
D3	06-03-2019	Tekening aangepast naar monitoring tijdens beheersituatie in plaats van uitvoering	BHWJ v L
D2	18-06-2018	Percentage voor opnieuw voorspannen van 25% naar 20%	SB
D1	18-06-2018	Bijwerken bestaande sonderingen	SB
D0	06-06-2018	EERSTE UITGAVE	SB

Opdrachtgever	Tekenaar	Schaal
<b>Waternet</b>	J. van der Marel	1:500
Projectomschrijving	Projectleider	Formaat
Monitoring JLD-Dijkstabilisator Voorspanproeven te Purmerend	K. Meijer	A2
Tekeningomschrijving	Status	Blad in bladen
Monitoringstekening	DEFINITIEF	1 IN 1
Tekeningnummer	www.anteagroup.nl	Wijz. n.r.
413509-BS-1-0001		D2

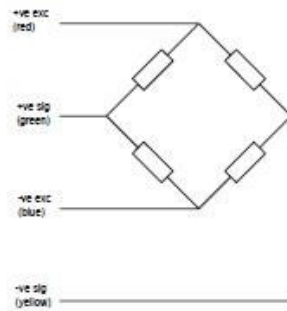


## Bijlage 5 Annular Load Cell

### Annular Load Cell Force Washer

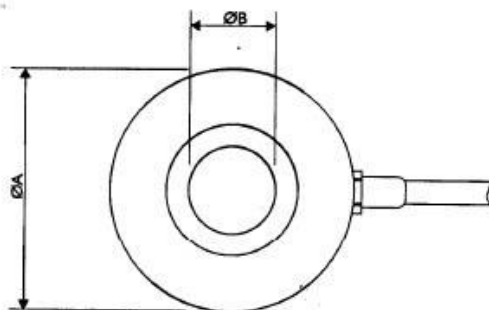


- Range 10kN to 200kN
- Sealed to IP66
- Low deflection
- Low profile and compact
- Suitable for metric or imperial bolts
- Robust construction



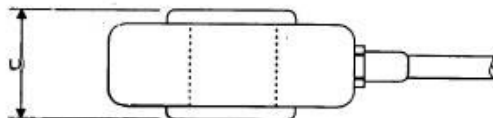
Capacities	10, 20, 40, 80, 120, 160, 200	kN
Full Load Output	1.0 nom.	mV/V
Zero Load Output	<±1.0	%
Excitation (Max)	10 (15)	V
Accuracy	<0.5	%
Repeatability	<0.10	%
Input Resistance	750	Ω
Output Resistance	700	Ω
Compensated Temp. Range	0 to +70	°C
Operating Temp. Range	-20 to +80	°C
Temp. Coefficient on Zero	<0.030	% Capacity/°C
Temp Coefficient on Span	<0.0050	% Capacity/°C
Safe Overload	150	%
Insulation	>500 @100Vdc	MΩ
Environmental Protection	IP66	

Specifications subject to change without notice



Capacity (kN)	Bolt Size	A	B	C
10	M6	18	6.1	12
20	M8	22	8.1	12
40	M10	28	10.2	12
80	M12	38	12.2	15
100	M16	42	16.3	20
120	M24	50	24.3	25
160	M30	60	30.5	30
200	M36	75	36.5	30

All dimensions in mm

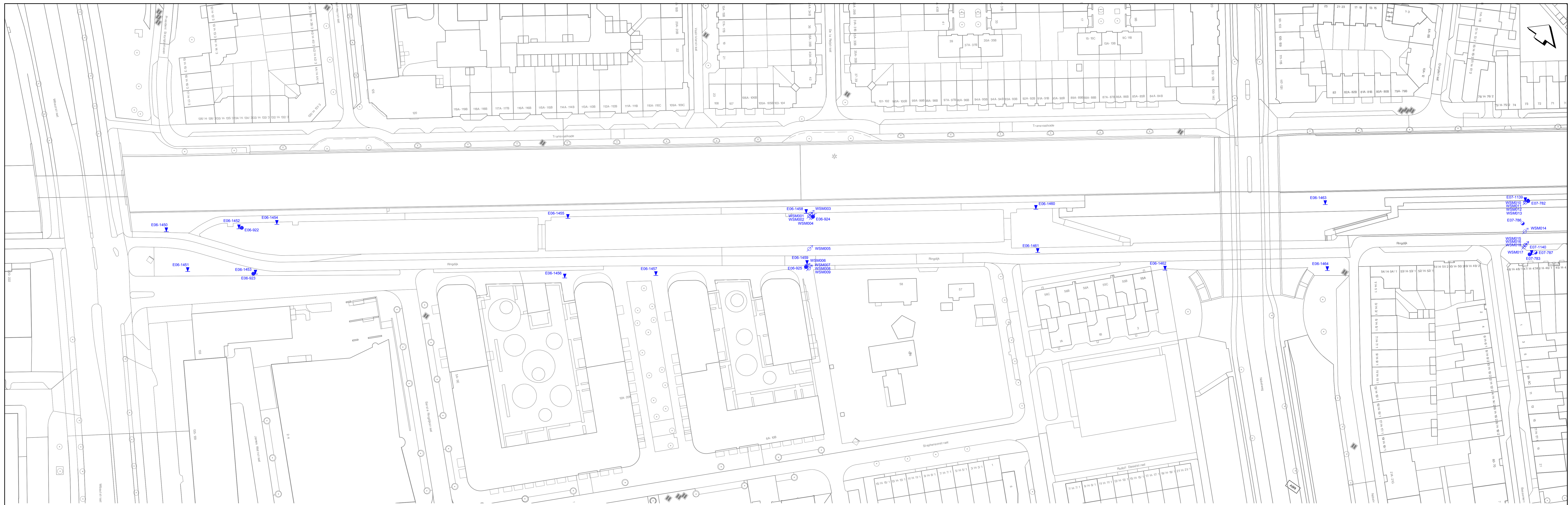


#### Options :

Other ranges available on request  
Full range of mounting options  
Non-standard sizes available

## **Bijlage 6 Situatietekening bestaande peilbuizen en waterspanningsmeters Watergraafsmeer**





- LEGENDA**
- Depositierring met plaatselijke wrijving en waterspanning
  - Handboring
  - Mechanische boring
  - Mechanische boring met pelbus
  - Waterspanningsmeter

# Bijlage 5

Situatietekening	Datum: 12.12.16	Gev: 27.02.17 AE
Pilot JLD dijkstabilisator te Amsterdam	Gekend: AE	Gev: 05.03.17 CL
	Schaal: 1:500	Gev: 09.03.17 CL
	Formaat: A0	Gev: 13.03.17 CL
	Opdracht: W-66834-1	

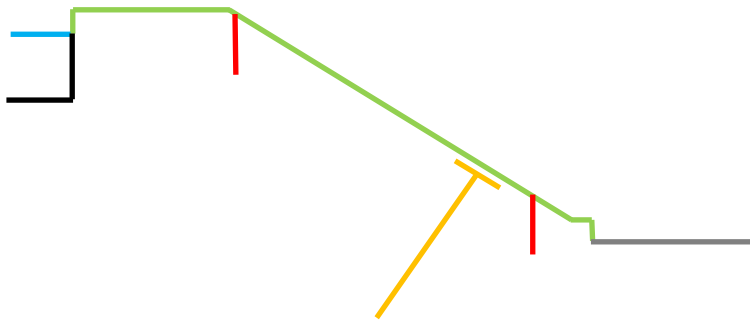


## Bijlage 7 Overzicht peilbuizen

Door middel van peilbuizen en waterspanningsmeters dienen de freatische lijn en de stijghoogte gemeten te worden. In Tabel 0-1 is een overzicht van de bestaande peilbuizen weergegeven. De peilbuizen in raai 2 en 3 blijven behouden, de peilbuizen in raai 1 vervallen met één uitzondering. Dit betreft de peilbuis in de diepe zandlaag. De locatie van de peilbuizen is in bijlage 6 opgenomen. De metingen dienen geautomatiseerd uitgevoerd te worden, met dagelijkse metingen waarvan de resultaten op WePGis geregistreerd worden. De peilbuizen en waterspanningsmeters dienen onderhouden te worden.

Daarnaast dienen drie nieuwe raaien uitgezet te worden, bestaande uit twee peilbuizen inclusief waterspanningsmeter per raai. Het betreft drie raaien peilbuizen, waarvan één peilbuis in de binnenteen (onder de kopplaat) is geplaatst en één peilbuis ter hoogte van de binnenkruinlijn. De peilbuizen dienen geplaatst te worden op een diepte van circa MV -1,5 m, hierdoor wordt de freatische lijn inzichtelijk van de dijk. De drie raaien worden verspreid over het projectgebied uitgezet, geadviseerd wordt om de peilbuizen in de buurt van de bestaande drie raaien te plaatsen. In Tabel 0-2 is een overzicht gegeven van de nieuwe peilbuizen.

Het betreft doorgaande metingen die dagelijks uitgevoerd worden over een periode van vijf jaar.



Figuur 0-1: Schets dwarsprofiel van de locatie peilbuizen (rood), JLD-dijkstabilisator (oranje)

Tabel 0-1: overzicht bestaande peilbuizen

Raai	Locatie	X' [m]	Y' [m]	MV-hoogte [m NAP]	Diepte WSM [m NAP]	Grondsoort	WSM	Behouden /verwijderen	Status (sept '18)
1	A-1	123156	484929	0,24	-2,36	Veen	WSM001	Verwijderen	
1	A-2	123156	484929	0,21	-5,39	Veen	WSM002	Verwijderen	
1	A-3	123157	484930	0,21	-7,89	Wadzand	WSM003	Verwijderen	
1	A-4	123157	484929	0,19	-9,91	Wadzand	WSM004	Verwijderen	Uitgevallen
1	B-1	123163	484919	-2,61	-8,01	Wadzand	WSM005	Verwijderen	
1	C-1	123166	484913	-2,82	-5,32	Veen	WSM006	Verwijderen	Uitgevallen
1	C-2	123167	484913	-2,82	-7,82	Veen	WSM007	Verwijderen	
1	C-3	123167	484913	-2,81	-9,81	Wadzand	WSM008	Verwijderen	Uitgevallen
1	C-4	123167	484913	-2,81	-12,55	Pleistocene zand	WSM009	Behouden	
2	A-1	123371	485085	0,28	-2,54	Veen	WSM010	Behouden	Uitgevallen
2	A-1	123371	485085	0,30	-5,52	Veen	WSM011	Behouden	
2	A-1	123371	485085	0,28	-8,04	Wadzand	WSM012	Behouden	
2	A-1	123371	485085	0,31	-9,97	Wadzand	WSM013	Behouden	
2	B-1	123377	485077	-2,42	-7,44	Wadzand	WSM014	Behouden	
2	C-1	123380	485072	-3,22	-5,50	Veen	WSM015	Behouden	
2	C-2	123380	485072	-3,22	-8,00	Wadzand	WSM016	Behouden	
2	C-3	123380	485071	-3,22	-10,00	Wadzand	WSM017	Behouden	Uitgevallen
2	C-4	123381	485072	-3,22	-12,56	Pleistocene zand	WSM018	Behouden	
3	A-1	123569	485228	0,31	-2,50	Veen	WSM019	Behouden	Uitgevallen
3	A-2	123569	485229	0,31	-5,50	Veen	WSM020	Behouden	

Raai	Locatie	X' [m]	Y' [m]	MV-hoogte [m NAP]	Diepte WSM [m NAP]	Grondsoort	WSM	Behouden /verwijderen	Status (sept '18)
3	A-3	123568	485229	0,32	-8,00	Wadzand	WSM021	Behouden	Uitgevallen
3	A-4	123568	485228	0,33	-10,00	Wadzand	WSM022	Behouden	Uitgevallen
3	A-5	123569	123568	0,31	-13,00	Pleistocene zand	WSM023	Behouden	
3	B-1	123575	485219	-2,80	-8,00	Wadzand	WSM024	Behouden	
3	C-1	123583	485215	-3,15	-5,50	Veen	WSM025	Behouden	
3	C-2	123582	485216	-3,16	-8,00	Wadzand	WSM026	Behouden	
3	C-3	123582	485215	-3,15	-10,00	Wadzand	WSM027	Behouden	Uitgevallen
3	C-4	123583	485216	-3,17	-13,00	Pleistocene zand	WSM028	Behouden	

Tabel 0-2: Nieuw te plaatsen peilbuizen met waterspanningsmeters

Nabij raai	Locatie	X' [m]*	Y' [m]*	Diepte WSM [m MV]	WSM**	Status
1	Binnenteen	n.t.b.	n.t.b.	-1,5	n.t.b.	Nog te plaatsen
1	Buitenkruinlijn	n.t.b.	n.t.b.	-1,5	n.t.b.	Nog te plaatsen
2	Binnenteen	n.t.b.	n.t.b.	-1,5	n.t.b.	Nog te plaatsen
2	Buitenkruinlijn	n.t.b.	n.t.b.	-1,5	n.t.b.	Nog te plaatsen
3	Binnenteen	n.t.b.	n.t.b.	-1,5	n.t.b.	Nog te plaatsen
3	Buitenkruinlijn	n.t.b.	n.t.b.	-1,5	n.t.b.	Nog te plaatsen

\*De X en Y coördinaten dienen nog vastgesteld te worden, aangezien de peilbuizen nog geplaatst moeten worden. In de situatietekening is de locatie van de nieuw te plaatsen peilbuizen indicatief opgenomen.

\*\* De nummering van de waterspanningsmeters dient opgenomen te worden wanneer de waterspanningsmeters geplaatst zijn.

---

## 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.