



Feitenrapportage 2022 Q2

**JLD-Dijkstabilisator Watergraafsmeer en
Purmerend**

projectnummer 0413509.104
definitief revisie 2
11 oktober 2022

1	Inleiding	1
1.1	Achtergrond 3-maandelijkse feitenrapportage	1
1.2	Doel feitenrapportage	2
1.3	JLD-Dijkstabilisator en de invloed op de omgeving	3
1.4	Locaties monitoring	3
1.5	Leeswijzer	4
2	Proces	5
2.1	Werkwijze	5
2.2	Voortgang	6
3	Monitoringsdata Watergraafsmeer	7
3.1	Veldinspectie	7
3.2	Deformatie JLD-Dijkstabilisator SAAF	7
3.3	Deformatie kruin	7
3.4	Deformatie kopplaten	7
3.5	Beplanting	7
3.6	Grondwater	8
3.7	Voorspanning	13
3.8	Neerslag	15
3.9	Herstelwerkzaamheden	18
4	Monitoringsdata en analyse Purmerend	19
4.1	Resultaten	19
4.2	Vervolgstappen	20
5	Advies	21
5.1	Algemeen	21
6	Bibliografie	22

1 Inleiding

1.1 Achtergrond 3-maandelijkse feitenrapportage

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 en onderzoeken uitgevoerd om de JLD-Dijkstabilisator en de bijbehorende ontwerpmethode en veiligheidsbenadering gereed te maken voor toepassing in een project. Ook resteerden er enkele kennisleemtes. In samenwerking met Waterschap Amstel, Gooi en Vecht en het HWBP is besloten een pilotproject uit te voeren. Als pilotproject is gekozen voor de versterking van de Ringdijk te Watergraafsmeer in Amsterdam. Daarbij is een team van JLD, Antea Group en Deltares betrokken. De realisatie is in 2019 voltooid. Van 2019 tot 2024 vindt monitoring plaats om de kennis omtrent het beheer & onderhoud en het lange termijn gedrag van de techniek te vergroten. Daarnaast zijn er op locatie in Purmerend en Broek in Waterland diverse proeven uitgevoerd op de grond-constructie interactie.

Mede op basis van de ontwerp en realisatiefase in de Watergraafsmeer is de JLD-Dijkstabilisator inmiddels door het ENW [1] beoordeeld als een techniek die gereed is voor toepassing. Het werkplan is een middel om in de nastel en monitoringfase op een gestructureerde manier de informatie te verzamelen om te komen tot een bewezen techniek.

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 nastelfase een aantal parameters gemonitord te worden.

Er is reeds een monitorings- en nastelplan opgesteld. Dit beschrijft de te monitoren parameters voor de periode van 2019-2024 van het pilotproject Ringdijk voor de locaties Watergraafsmeer. [2] De monitoring van de dijkversterking richt zich op:

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

Gedurende de nastelperiode van vijf jaar wordt elk jaar een werkplan opgesteld voor de uit te voeren monitoring van de kade met de JLD-Dijkstabilisator. In het werkplan is beschreven wat voor monitoring wordt uitgevoerd en waarvoor de monitoring benodigd is. Door middel van het werkplan verkrijgt men inzicht in het aan te vragen voorschot van de reeds verkregen subsidie bij het Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP). De monitoringsperiode is formeel op 5 juli 2019 gestart.

De voorliggende feitenrapportage gaat in op de monitoring en analyse van de verkregen data uit het 2e kwartaal van 2022. De feitenrapportage beschrijft alle gemonitorde parameters in het betreffende kwartaal.

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.

1.2 Doel feitenrapportage

Het doel van de 3-maandelijke feitenrapportage is het verzamelen van de gemonitorde gegevens ten behoeve van de jaarrapportage.

De jaarrapportages dienen aan het eind van de monitoringsperiode (5 jaar) de juiste gegevens te bevatten voor het uitvoeren van een optimalisatie van het systeem. Daarnaast dienen de gegevens voor het uitvoeren van een postdictie van het verloop van de voorspanning en het vervormingsgedrag van de waterkering met JLD-Dijkstabilisator.

1.3 JLD-Dijkstabilisator en de invloed op de omgeving

De monitoring dient te bevestigen dat de JLD-Dijkstabilisator werkt zoals in het ontwerp voorspeld en de dijk aan de veiligheidsnormen voldoet. Het totaalpakket aan monitoring richt zich op de onderstaande onderwerpen. Niet alle onderdelen worden elk kwartaal gemonitord; de dikgedrukte onderdelen zijn in kwartaal 3 gemonitord en onderdeel van de voorliggende feitenrapportage.

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

1.4 Locaties monitoring

Ringdijk Amsterdam

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 1-1.



Figuur 1-1: Overzichtssituatie projectlocatie

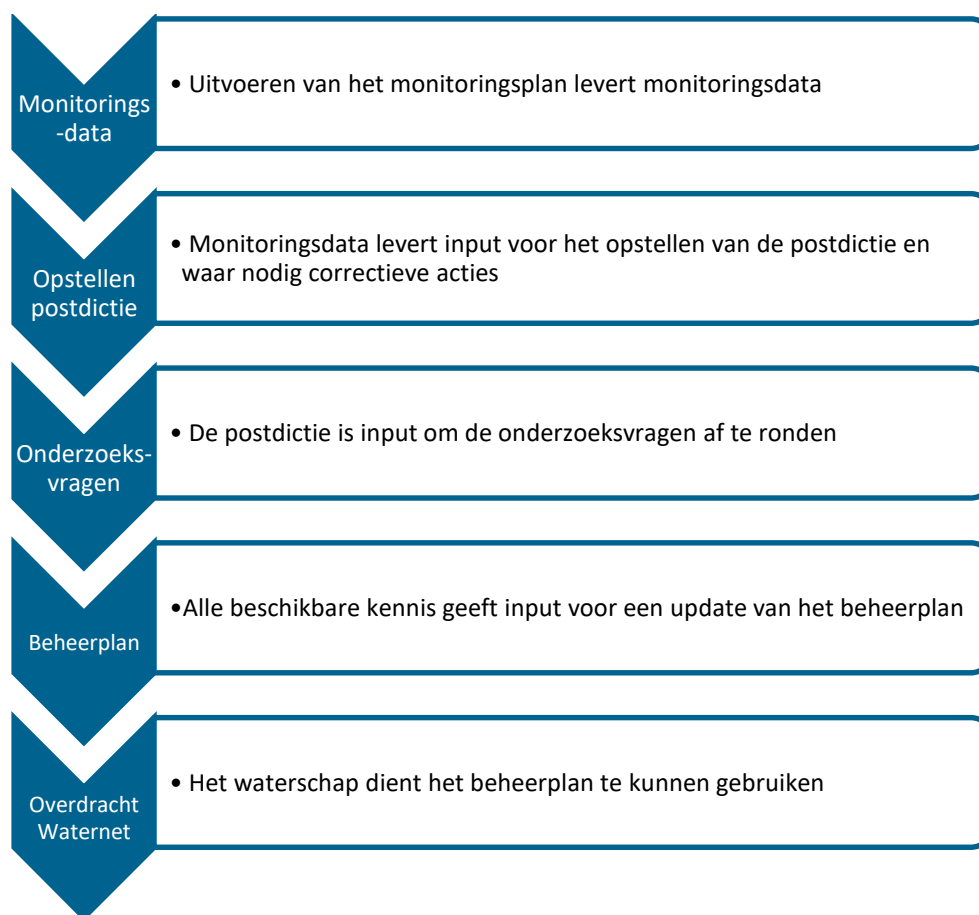
1.5 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 is het proces beschreven met betrekking tot de werkwijze en de doorlopen stappen van monitoring tot de feitenrapportage. Hoofdstuk 3 betreft de beschrijving van de monitoringsdata voor de locatie Watergraafsmeer te Amsterdam. In hoofdstuk 4 is de beschrijving van de monitoringsdata voor de locatie in Purmerend. In hoofdstuk 5 is het advies voor de komende periodes opgenomen.

2 Proces

2.1 Werkwijze

Om de monitoring gestructureerd te laten verlopen is er een werkplan opgesteld. Het doel van de monitoring is tweeledig, namelijk enerzijds om de benodigde gegevens te verzamelen die nodig zijn om aan het eind van de monitoringsperiode een postdictie uit te kunnen voeren en de beantwoording van de onderzoeksvragen aan te vullen. Daarnaast is monitoring van de voorspanning van belang om de veiligheid van de dijk inzichtelijk te houden en eventueel in te kunnen grijpen. Met de, in de postdictie en onderzoeksvragen, opgedane kennis kan aansluitend het beheerplan worden aangescherpt en is een overdracht van het beheerplan naar het waterschap mogelijk. Het werkplan beschrijft per jaar de benodigde werkzaamheden om aan het eind van de monitoringsperiode (5 jaar) de juiste gegevens verzameld te hebben voor de postdictie en het beantwoorden/aanvullen van de onderzoeksvragen. In Figuur 2-1 is dit proces schematisch weergegeven.



Figuur 2-1 Koppeling tussen doelen werkplan

2.2 Voortgang

De voorliggende 3-maandelijke feitenrapportage is de feitenrapportage 2022 Q1. De voorliggende rapportage vormt de basis voor de toekomstige dataverzameling en analyses. In Tabel 2-1 wordt de voortgang bijgehouden ten opzichte van het vooraf opgestelde werkplan. De werkzaamheden welke zijn voorzien zijn opgenomen in onderstaande tabel.

Tabel 2-1 Overzicht monitoring 2021

Omschrijving	Aantal voorzien 2021	Uitgevoerd			
		Q1	Q2	Q3	Q4
veldinspectie	2	0	1		
Trekkraft / Voorspanning	4 maal per dag	4pd	4pd		
Piping	Onvoorzien, rekening houdend met 1 keer. Op basis van overschrijding marge een inspectie uitvoeren	0	0		
Verplaatsing kopplaat / deformaties kopplaat	1	1	0		
Verplaatsing omliggende grond (horizontaal en verticaal) / deformatie dijk (maaiveld)	1	1	0		
Deformatie JLD Dijkstabilisator - SAAF LDE-los	1	0	0		
Deformatie JLD Dijkstabilisator - Referentiepunt SAAF	1	0	0		
Grondwaterstand / waterspanning meten	4 Doorlopend, dagelijkse meting, 3-maandelijke rapportage	1	1		
Neerslag meten	4 Doorlopend, dagelijkse meting, 3-maandelijke rapportage	1	1		
VTA meting beplanting	0	0	0		
Opstellen werkplan 2022	1	0	0		
Inrichten platform	1	0	0		
Opstellen inhoudsopgave postdictie	1	0	0		
Ophalen opmerkingen op beheerplan	1	0	0		

3 Monitoringsdata Watergraafsmeer

In onderstaand hoofdstuk zijn de monitoringsparameters beschreven van Watergraafsmeer. De monitoring in Q2 van 2022 is anders dan voorgaande periodes. In de periode van medio april 2022 tot en met juli 2022 zijn herstel- en naspanwerkzaamheden uitgevoerd. In deze periode zijn dus bijna alle stabilisatoren tijdelijk offline (vanwege vervangen node) en ontstaat er een sprong in de voorspanning vanwege het naspannen. Q3 van 2022 vormt daardoor de nieuwe basis van de voorspanningsgegevens na het naspannen. In voorliggende rapportage is wel een update opgenomen van:

Door het naspannen en vervangen van de nodes ontstaat er in Q3 van 2022 een veel vollediger beeld van de voorspanning, derhalve bevat de rapportage van Q3 2022 juist een uitgebreider overzicht dan in voorgaande rapportages met daarin:

- Gemiddelde voorspanning na naspannen;
- Verschilanalyse tussen voor en na herstelwerkzaamheden.
- Verschil analyse te hoge en te lage voorspanning

3.1 Veldinspectie

In kwartaal 2 van 2022 heeft er veldinspectie plaatsgevonden. De inspectie is gecombineerd met het vervangen van de nodes en het naspannen van de stabilisatoren. De foto's zijn opgenomen in [3].

3.2 Deformatie JLD-Dijkstabilisator SAAF

In kwartaal 2 van 2022 heeft er geen monitoring plaatsgevonden met betrekking tot deformaties van de LDE's. De volgende meting wordt in Q3 2022 uitgevoerd.

3.3 Deformatie kruin

In maart 2022 zijn de dwarsprofielen weer ingemeten. Dit betreft de 4^e herhalingsmeting. In Q2 van 2022 zijn geen meetwerkzaamheden verricht.

3.4 Deformatie kopplaten

In maart 2022 zijn de kopplaten weer ingemeten. Dit betreft de 2^e herhalingsmeting. In Q2 van 2022 zijn geen meetwerkzaamheden verricht.

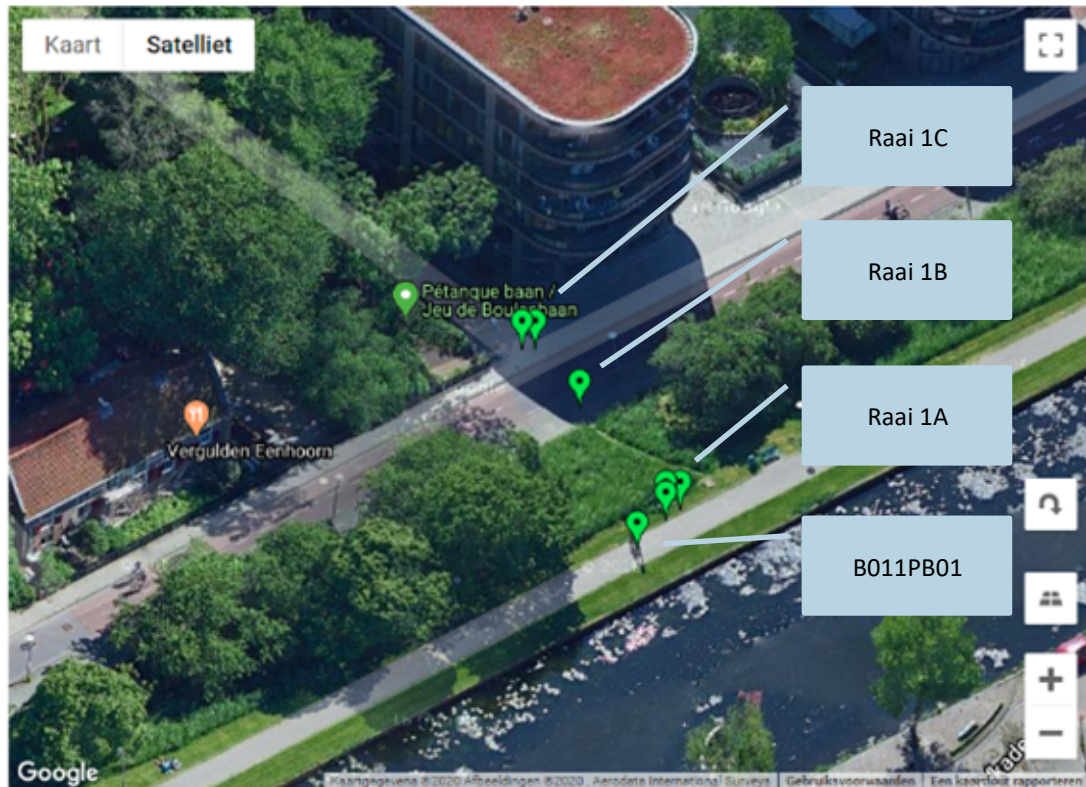
3.5 Beplanting

Er is geen monitoring van de aanwezige bomen meer voorzien in de resterende monitoringsperiode. De afrondende monitoring is uitgevoerd in kwartaal 2 van 2020. In kwartaal 4 van 2020 zijn de resultaten van de monitoring voorgelegd en vastgesteld met de technische commissie.

3.6 Grondwater

3.6.1 Meetlocaties

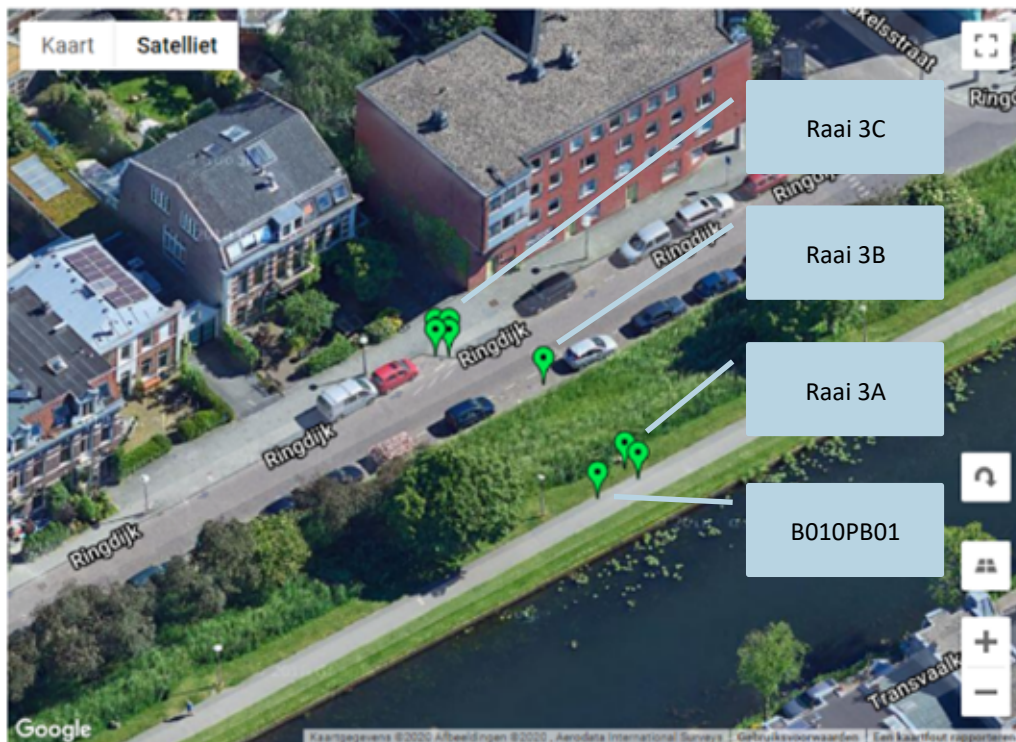
De locaties van de waterspanningsmeters en peilbuizen zijn opgenomen in Figuur 3-1 tot en met Figuur 3-3. Tevens is een overzicht van de peilbuizen en waterspanningsmeters weergegeven in Tabel 3-1. In Tabel 3-1 is een overzicht opgenomen van de verschillende waterspanningsmeters met de bijbehorende diepteligging en X,Y coördinaten.



Figuur 3-1: Overzicht locatie peilbuizen en waterspanningsmeters raai 1



Figuur 3-2: Overzicht locatie peilbuizen en waterspanningsmeters raai 2



Figuur 3-3: Overzicht locatie peilbuizen en waterspanningsmeters raai 3

Tabel 3-1: overzicht bestaande peilbuizen (functionerende peilbuizen dikgedrukt)

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

3.6.2 Meetperiode

De meetgegevens omvatten de periode 01-04-2022 tot en met 30-06-2022.

3.6.3 Apparatuur

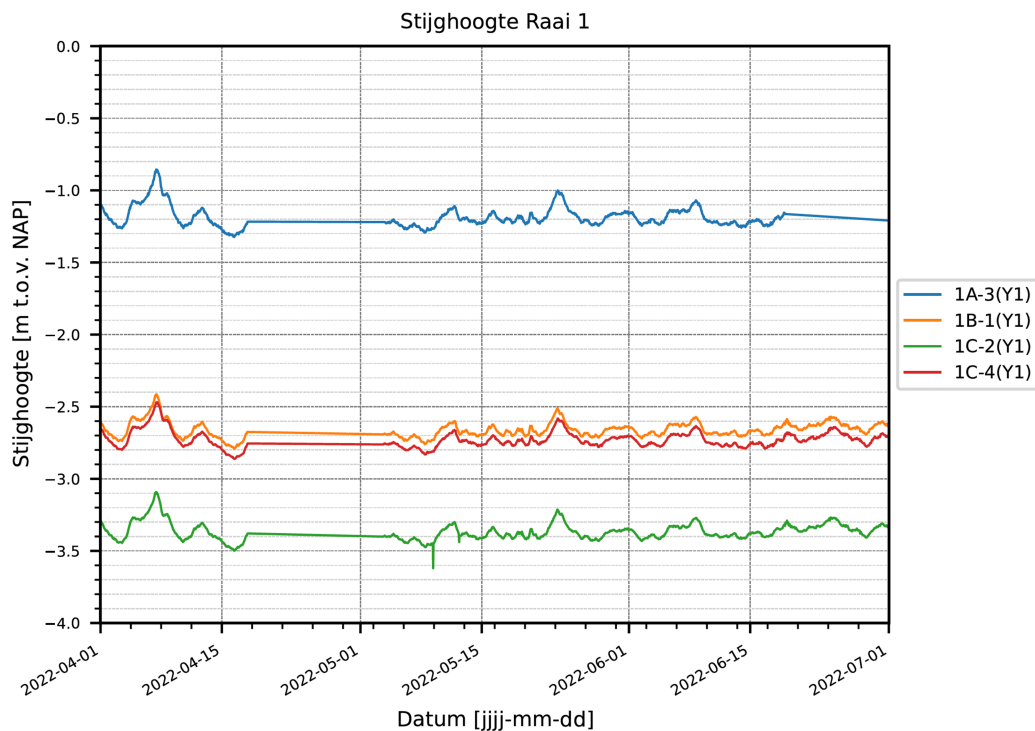
De analoge waterspanningsmeters zijn type 21Y met een meetbereik van 200 kPa, van Geopoint systems BV. De data worden met een vaste kabel van de waterspanningsmeter naar de sensor op een loggerkast verstuurd. (type: één-kanaalslogger van Geopoint). Vanuit de loggerkast worden de gegevens dagelijks naar een online server verstuurd. De data wordt gecorrigeerd voor de barometerdruk.

3.6.4 Bijzonderheden

In september 2018, maart 2020 en januari 2021 is de status van de peilbuizen gecontroleerd, meerdere peilbuizen zijn uitgevallen, deze zijn daardoor niet opgenomen in de grafieken van de monitoringsdata in de volgende paragrafen.

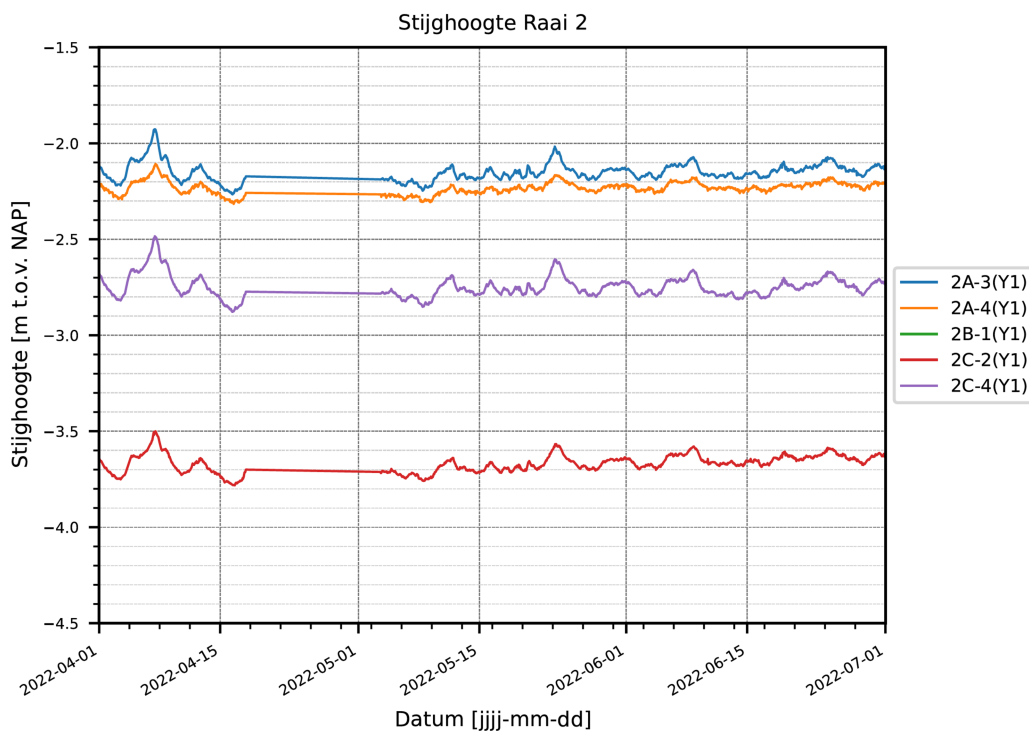
3.6.5 Data

In Figuur 3-4 tot en met Figuur 3-6 zijn de waarnemingen per raai uitgezet tegen de datum. Een analyse tussen droge periodes, natte periodes en eventuele stijgingen of dalingen in de peilbuizen wordt in de jaarrapportage beschouwd, zie hiervoor hoofdstuk 5.



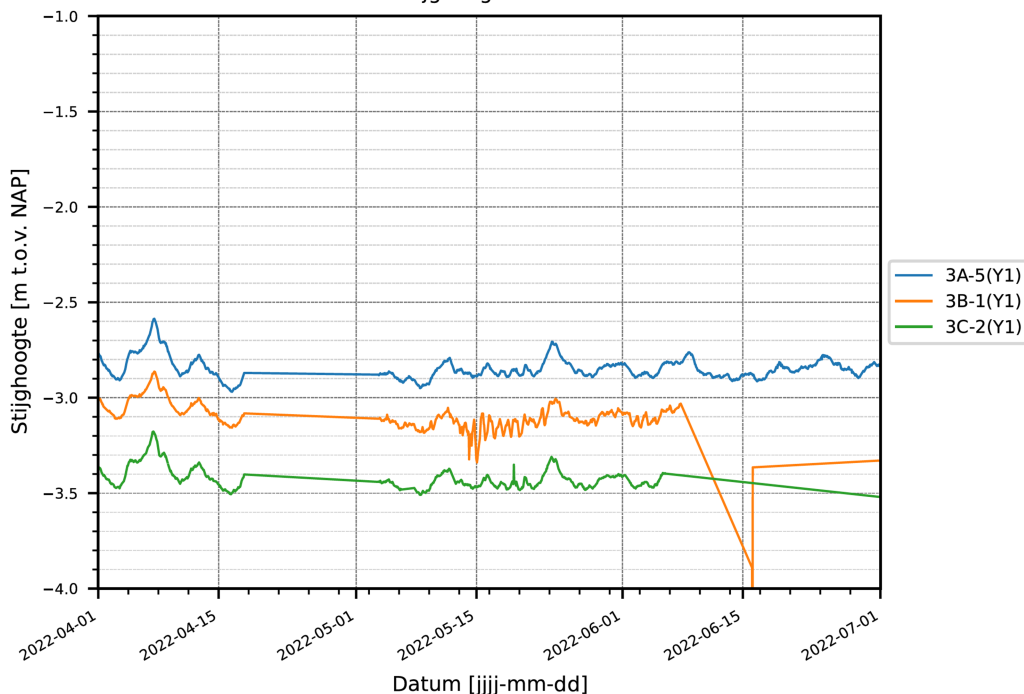
Figuur 3-4 Stijghoogte uitgezet tegen de datum, 01-04-2022 tot 30-06-2022, van raai 1

Het is opmerkelijk om te zien dat in april er geen meetwaardes zijn opgeslagen van alle meetpunten in alle drie de meetraaien. Verder is het effect van de neerslag in het begin van april goed terug te zien in de meetreeksen.



Figuur 3-5 Stijghoogte uitgezet tegen de datum, 01-04-2022 tot 30-06-2022, van raai 2

Behalve de ontbrekende data in april zijn er geen bijzonderheden waarneembaar.
Stijghoogte Raai 3



Figuur 3-6 Stijghoogte uitgezet tegen de datum, 01-04-2022 tot 30-06-2022, van raai 3

In raai 3 valt op dat 3B-1 en 3C-2 vanaf de eerste helft van juni geen meetdata meer opslaan/verzenden.

3.7 Voorspanning

De rapportage van de voorspanning in Q2 van 2022 is anders dan voorgaande periodes. In de periode van medio april 2022 tot en met juli 2022 zijn herstel- en naspanwerkzaamheden uitgevoerd. In deze periode zijn dus sommige stabilisatoren offline (vanwege vervangen node) en ontstaat er een sprong in de voorspanning. Q3 van 2022 vormt daardoor de nieuwe basis van de voorspanningsgegevens na het naspannen. In voorliggende rapportage is wel een update opgenomen van:

- Vervanging defecte druksensoren;

Door het naspannen en vervangen van de nodes ontstaat er in Q3 van 2022 een veel vollediger beeld van de voorspanning, derhalve bevat de rapportage van Q3 2022 juist een uitgebreider overzicht met daarin:

- Gemiddelde voorspanning na naspannen;
- Verschilanalyse tussen voor en na herstelwerkzaamheden.
- Verschil analyse te hoge en te lage voorspanning

3.7.1 Meetlocaties

Elke JLD-Dijkstabilisator is voorzien van een druksensor om de voorspanning te meten. Zoals in paragraaf 3.7.4.1 is beschreven verzendt een deel van de stabilisatoren structureel data.

Ten behoeve van de analyse in de 3-maandelijkse monitoringsrapportages van de voorspanning is een selectie gemaakt van karakteristieke configuraties. Hierin zijn enkel de stabilisatoren beschouwd die recentelijk data hebben verzonden.

3.7.2 Meetperiode

De meetgegevens omvatten de periode van 01-03-2022 tot en met 30-06-2022.

3.7.3 Apparatuur

De spanning is gemeten met de ingebouwde drukcel.

3.7.4 Bijzonderheden

3.7.4.1 Data verzending

Alle dijkstabilisatoren zijn voorzien van een sensor die de voorspanning op het systeem meet. Circa 65% van deze sensoren verzond tot begin april 2022 geen (of slechts sporadisch) data. De overige 35% van de sensoren verzond zijn data 2 maal per dag. In de periode van april tot en met juli 2022 zijn er herstelwerkzaamheden uitgevoerd aan de nodes. De herstelwerkzaamheden zijn gecombineerd met naspanwerkzaamheden.

Eind Q2 is de dekkingsgraad van de nodes gestegen naar circa 95%. Dit is overeenkomstig met de verwachting, circa 5% van de nodes is namelijk niet vervangen doordat hier geen werkzaamheden uitgevoerd mochten worden in verband met de aanwezige gasleiding.

3.7.4.2 Meetbereik

In de maandelijkse analyse van de voorspanning is te zien dat er een aantal stabilisatoren zijn die onrealistische voorspanningen tonen (>150 kN) of lage (<0,0 kN). Deze meetwaarden vallen buiten het meetbereik van de sensoren. Derhalve zijn in de herstelwerkzaamheden meerdere druksensoren vervangen. In Tabel 3-2 is dit weergegeven, een enkele druksensor is niet vervangen, zie voor details de rapportage van de herstelwerkzaamheden [3].

Tabel 3-2: Overzicht onrealistisch hoge en lage voorspanningen op stabilisatoren

Categorie	2021	Q1 2022	Q2 2022	Q3 2022	Q4 2022
Hoog (>100 kN)	A044 , A093 , A100, A107, A108 , A171, A197 , A303, A311, B058 , B060	A093, A100, A107, A171, A303, A311, B058, B060	A093, A100 , A107 , A171 , A303 , A311 , B058 , B060		
Laag (<0 kN)	A033, A045, A109 , A122 , A169 , A306 , A392, A433, A434 , A450 , A452, A465, B058 , B059, B117	A033, A107 , A109, A169, A306, A392, A452, A450 , A452, A465, A487 , B059 , B117, B127	A033, A107 , A109 , A169 , A306 , A392 , A452 , A465 , A487 , B117 , B127		

3.7.5 Data

Niet van toepassing in dit kwartaal.

3.7.5.1 Algemeen

In en is de toename en afname opgenomen. Hieruit blijkt dat de spanningstoename/afname per stabilisator divers is. Eind Q3 vormt de nieuwe basis voor wat betreft de voorspanning.

Tabel 3-3 overzicht toe-/afname ten opzichte van het vorige kwartaal als percentage van het totaal aantal zendende dijkstabilisatoren.

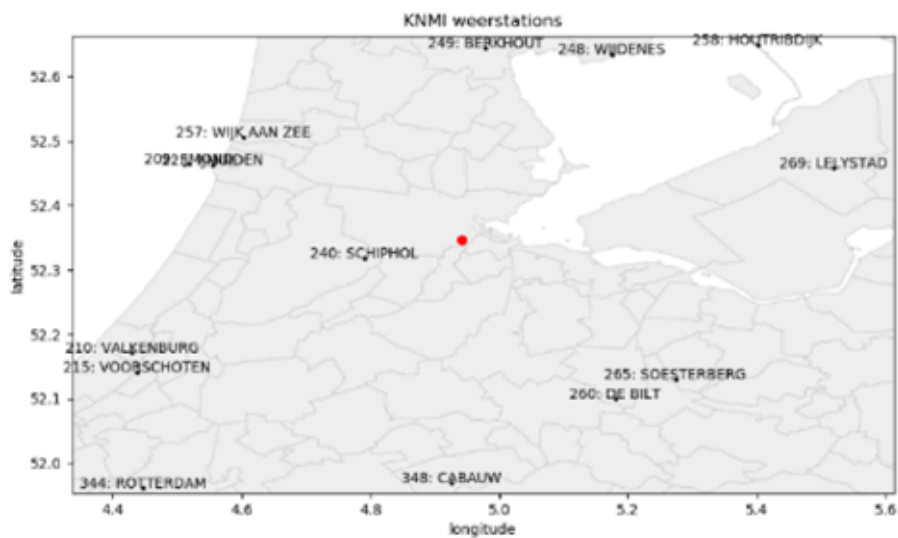
Categorie	2021	Q1 2022	Q2 2022	Q3 2022	Q4 2022
Toe-/afname nihil	10%	24%	n.v.t.		
Toe-/afname 0,25 kN tot 1 kN	19%	39%	n.v.t.		
Toename groter dan 1 kN	23%	15%	n.v.t.		
Afname groter dan 1 kN	49%	22%	n.v.t.		

3.8 Neerslag

Voor de analyse is data van het KNMI geraadpleegd.

3.8.1 Meetlocatie

Om tot representatieve data te komen zijn de weerstations van het KNMI geraadpleegd. In Figuur 3-7 zijn de weerstations in de omgeving van de projectlocatie weergegeven. Hieruit is duidelijk zichtbaar dat Schiphol het dichtstbijzijnde weerstation is (afstand ca. 15 km). Andere weerstations zijn minimaal 30 km verwijderd van de projectlocatie. Derhalve kan worden gesteld dat regen- en verdampingsdata van het weerstation Schiphol het meest representatief is voor de projectlocatie.



Figuur 3-7: Weerstations in de omgeving van Amsterdam. De projectlocatie is in rood weergegeven. (bron: KNMI)

3.8.2 Meetperiode

De meetgegevens omvatten de periode van 01-04-2022 tot en met 30-06-2022.

3.8.3 Apparatuur

De apparatuur staat vermeld op: <http://projects.knmi.nl/klimatologie/metadata/schiphol.html>

3.8.4 Bijzonderheden

Geen bijzonderheden.

3.8.5 Data

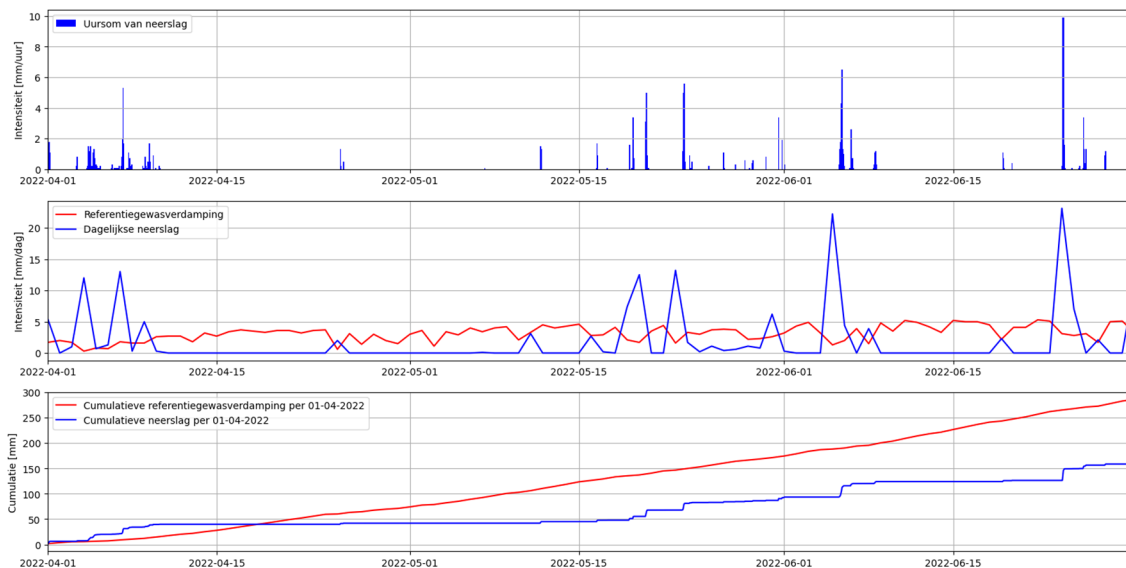
In Figuur 8 is neerslag- en verdampingsdata weergegeven van het weerstation Schiphol in de periode van 1-apr-2022 tot 30-jun-2022.

Neerslag

In de bovenste grafiek van Figuur 8 is de uursom weergegeven van de neerslag. De droge periode die is gestart in maart 2022 zet zich tot medio mei grotendeels door, alleen begin april zijn er enkele buien gevallen. Vanaf medio mei werd het iets natter, al is de totale neerslag die in Q2 gevallen nog beperkt met totaal ca. 160 mm (onderste grafiek). In juni hebben zich twee evenementen voorgedaan met een dagelijkse regenval van meer dan 20 mm (zie middelste grafiek).

Verdamping

De referentiegewasverdamping is een theoretische waarde voor verdamping. Het staat voor de hoeveelheid water die verdampt uit een grasveld dat goed voorzien is van water en nutriënten. De referentiegewasverdamping wordt door het KNMI bepaald uit onder meer de temperatuur en zonnestraling. De dagelijkse referentiegewasverdamping is weergegeven in de middelste grafiek van Figuur 8. In de maanden april/mei/juni varieert deze waarde tussen ca. 1 en 5 mm/dag. Halverwege de maand juni is de verdamping het hoogst.



Figuur 8: Neerslag en referentiegewasverdamping van het meetstation Schiphol (bron: KNMI)

Relatie neerslag-verdamping

In Tabel 4 is de wekelijkse neerslag- en verdamping weergegeven. De wekelijkse verdamping neemt gedurende het kwartaal langzaam toe. De wekelijkse regenval verschilt per week. Netto is er aan het eind van de periode een neerslag tekort van ca. 117 mm.

Tabel 4: *Wekelijkse neerslag en verdamping*

Week	Van	Tot	Neerslag [mm]	Verdamping [mm]
13	01-apr	03-apr	6	5
14	04-apr	10-apr	33	9
15	11-apr	17-apr	0	20
16	18-apr	24-apr	0	24
17	25-apr	01-mei	2	15
18	02-mei	08-mei	0	22
19	09-mei	15-mei	3	27
20	16-mei	22-mei	23	22
21	23-mei	29-mei	18	21
22	30-mei	05-jun	30	22
23	06-jun	12-jun	8	26
24	13-jun	19-jun	2	29
25	20-jun	26-jun	30	28
26	27-jun	30-jun	13	15

3.9 Herstelwerkzaamheden

Tijdens de realisatie is de monitoring van alle stabilisatoren getest, 21 maart 2019 verzond 87% van de stabilisatoren de gegevens. 10 april zond er na een storing in de IoT-service slechts 10% procent van de nodes een signaal. Vervolgens zijn diverse acties ondernomen om ervoor zorg te dragen dat het percentage communicerende nodes toe zou nemen. Tot medio 2020 heeft dit deels positieve resultaten opgeleverd, 40% van de sensoren verzendt zijn data 4 maal per dag (statusupdate april).

Om te bepalen wat er nodig is om alle stabilisatoren online te krijgen is in oktober en november van 2020 een inspectie uitgevoerd bij 62 stabilisatoren. Tijdens deze inspectie is ervoor gezorgd dat de geïnspecteerde nodes weer online zijn gekomen. Het probleempunt bleek een eerdere versie van de software op de nodes, waardoor deze na een storing niet meer zelfstandig online konden komen. De nieuwe versie van de software heeft een vangnet, waardoor dit probleem wordt ondervangen.

In kwartaal 2 van 2022 zijn derhalve alle nodes handmatig uit de grond gehaald en vervangen voor een nieuwe versie waarin dit vangnet aanwezig is. Vervolgens zijn alle nodes de opgeslagen data gaan verzenden. De oude nodes zijn gedeactiveerd (en voorzien van een nieuwe batterij) om zo alle opgeslagen data alsnog naar het platform te verzenden.

De volledige beschrijving van de werkzaamheden en de resultaten zijn opgenomen in de losstaande rapportage 'Rapportage naspannen stabilisatoren en herstel nodes, 2022' [3]. Een overzicht van de resultaten wordt eveneens opgenomen in de feitenrapportage van Q3.

Op hoofdlijnen bestonden de werkzaamheden uit:

- Opzoeken stabilisatoren middels GPS;
- Uitsteken van de grond boven de pot;
- Pot openen en inhoud fotograferen;
- Ter controle de druksensor handmatig uitlezen en noteren in logboek;
- Node vervangen voor nieuwe versie;
- Waar relevant het vervangen van defecte druksensoren;
- Naspannen als de voorspanning lager was dan 40 kN;
- Terugplaatsen deksel en grond.

4 Monitoringsdata en analyse Purmerend

De proef in Purmerend is in Q1 van 2020 afgerond. Daarom wordt er geen nieuwe monitoringsdata meer verkregen uit het proefveld van Purmerend. Er is een rapportage over opgesteld met de opbrengsten van de proef [4]. Onderstaand zijn de resultaten en eventuele vervolgacties opgenomen.

4.1 Resultaten

De volgende resultaten zijn behaald:

- Input verkregen voor de monitoring en bijbehorend beheer voor het ontwerp van Watergraafsmeer;
De analyse betrof de eerste praktijkervaringen opdoen met de monitoringssystemen en de JLD-Dijkstabilisator. Hierop is het monitoringssysteem, het ontwerp en beheer afgestemd van Watergraafsmeer.
- Onderzoeksvraag 7 & 11 Kwel- en pipinganalyse is beantwoord [5];
Dit betrof een onderzoek naar kwel en piping langs de JLD-Dijkstabilisator. Dit onderzoek is uitgevoerd door middel van infrarood metingen, visuele inspecties en waterspanningsmetingen. Dit is gerapporteerd in de beantwoording van onderzoeksvraag 7 en 11 van het ENW. Hierbij zijn metingen van Purmerend en Watergraafsmeer gebruikt. Er zijn geen piping situaties opgetreden. Tevens is er vrijwel geen kwelwater waargenomen tijdens de metingen. In het veld komt de stijghoogte niet boven maaiveld uit, de locatie is daarmee niet pipinggevoelig.
- Onderzoeksvraag 15 'Trillingen tijdens inbrengen van de JLD-Dijkstabilisator' is beantwoord [6];
Tijdens het inbrengen van de JLD-Dijkstabilisator zijn de trillingen gemeten in Purmerend. Aan de hand van de metingen in Purmerend is de uitvoeringswijze aangepast voor Watergraafsmeer. In de Watergraafsmeer zijn vervolgens opnieuw trillingsmetingen gedaan en op basis van deze trillingsmetingen is onderzoeksvraag 15 beantwoord;
- Onderzoeksvraag 16 'Maaiveld deformaties bij het inbrengen van de JLD-Dijkstabilisator en deformaties rondom kopplaten tijdens het afspannen' is beantwoord [7];
Tijdens het inbrengen en afspannen van de kopplaten zijn maaiveld deformaties opgetreden. Bij het inbrengen zijn de deformaties orde grootte 10 tot 70 mm en bij het afspannen bedroeg de zakking van de kopplaat ca 30 tot 70 mm. De effecten van deformaties reiken tot een straal van maximaal 1,5 m. De metingen zijn verwerkt in een rapportage voor onderzoeksvraag 16 van het ENW.
- Testen van de uitvoering is geslaagd;
Tijdens de proeven in Purmerend is de uitvoering getest met betrekking tot aanbrengen, materieel, monitorings- en logsystemen van de machine en afspannen van de JLD-Dijkstabilisator met de afspanunit. De ervaringen zijn meegenomen in de uitvoering voor Watergraafsmeer. Wijzigingen naar aanleiding van de proeven in Purmerend zijn veel kleine aanpassingen waardoor de uitvoering efficiënter gaat en daarnaast de vervanging van het trilblok om de trilling te minimaliseren.

4.2 Vervolgstappen

Een groot deel van de analyses zijn reeds uitgevoerd. Daarmee heeft de proef waardevolle informatie opgeleverd. Op basis van de in Purmerend verzamelde data zijn nog een aantal analyses mogelijk die in een nadere postdictie uitgewerkt worden. Deze postdictie is gepland in 2024 samen met de postdictie van het pilotproject in Watergraafsmeer. Het betreft de volgende analyses:

- Vergelijking configuratie volledige JLD-Dijkstabilisator met een JLD-Dijkstabilisator zonder LDE in relatie tot het verloop van de voorspanning ten behoeve onderzoeksvraag 13;
- Controle predictie verloop voorspanning over tijd; door een postdictie uit te voeren kan voor toekomstige projectie het verloop van de voorspanning nog nauwkeuriger worden bepaald.

5 Advies

Op basis van het uitgevoerde onderzoek wordt advies opgenomen ten behoeve van de monitoring voor de resterende monitoringsperiode.

5.1 Algemeen

Op basis van het tot nu toe uitgevoerde onderzoek zijn de volgende acties opgemerkt:

- **Kwel:**
Het advies is om in 2022 tijdens de herstelwerkzaamheden specifiek te monitoren op kwel. Er zijn geen bijzonderheden waargenomen, deze actie is daarmee afgerond.

6 Bibliografie

- [1] ENW, *Vernagelingstechnieken in Waterkeringen - Geaccepteerd*, 2019, juli, 26.
- [2] Antea Group, „Pilot JLD-Dijkstabilisator Watergraafsmeer - monitoring en nastel plan beheerfase pilot Watergraafsmeer en Purmerend,” Capelle a/d IJssel, 24-09-2019.
- [3] Antea Group, „Rapportage naspannen stabilisatoren en herstel nodes,” 2022.
- [4] Antea Group, „Interactieproef Purmerend 2018-2020 JLD-Dijkstabilisator - overzicht data voor nadere analyse,” 02-12-2020.
- [5] Antea Group, „Pilot JLD-Dijkstabilisator Watergraafsmeer - Onderzoeksvragen 7 en 11: Piping en kwel,” 03-2019.
- [6] Antea Group, „Pilot JLD-Dijkstabilisator Watergraafsmeer, onderzoeksvraag 15: evaluatie trillingen,” maart 2019.
- [7] Antea Group, „Pilot JLD-Dijkstabilisator Watergraafsmeer - Onderzoeksvraag 16 - Grondverdringing tijden het inbrengen,” 03-2019.
- [8] Antea Group, „Beheer- en onderhoudsplan JLD-Dijkstabilisator Ringdijk Watergraafsmeer revisie 05,” 27-5-2019.
- [9] Antea Group, JLD-Contracting, Waternet,
„NOT_20200618_CN01_Beslisnotitie_IssueZendkastjes JLD_20.017487,” 2020.
- [10] Antea Group, „20201005 - 413509-WP opgraven nodes,” 2020.

Bijlage 1 Voorspanning

Separaat geleverd

Over Antea Group

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

Contactgegevens

Monitorweg 29
1322 BK ALMERE
Postbus 10044
1301 AA ALMERE

E. jelle.tenbokkelhuinink@anteagroup.nl

www.anteagroup.nl

Copyright © 2020

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.