



Feitenrapportage 2020 Q3

**JLD-Dijkstabilisator Watergraafsmeer en
Purmerend**

projectnummer 0413509.104
definitief
27 oktober 2020

Feitenrapportage 2020 Q3	2
Feitenrapportage 2020 Q3	3
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	8
3.6 Grondwater	8
3.7 Voorspanning	14
3.8 Neerslag	20
4 Monitoringsdata en analyse Purmerend	24
4.1 Concept resultaten	24
4.2 Vervolgstappen	25
5 Advies	26
5.1 Algemeen	26
5.2 Werkplan	27
6 Bibliografie	28

1 Inleiding

1.1 Achtergrond 3 maandelijks feitenrapportage

De JLD-Dijkstabilisator is een innovatieve dijkversterkingsmethode. Voor de ontwerpbaarheid en bewijsbaarheid van deze methode is de afgelopen jaren een pilotproject met praktijkproeven uitgevoerd. De resultaten hiervan hebben geleid tot een positief advies van het Expertise Netwerk Waterveiligheid (ENW)-voor het toepassen van de JLD-Dijkstabilisator in dijkversterkingen [1].

In samenwerking met Waterschap Amstel, Gooi en Vecht is het pilotproject uitgevoerd. Als pilotproject is gekozen de versterking van de Ringdijk te Watergraafsmeer in Amsterdam. Daarbij is een team van Waternet, JLD, Antea Group en Deltares betrokken. Tevens is een locatie in Purmerend aangewezen als een proeflocatie. De pilot omvat niet alleen het ontwerp en de realisatie van de dijkversterking maar ook een monitorings- en nastelperiode van 5 jaar.

Parallel aan het pilotproject in Watergraafsmeer zijn op basis van vragen van het Expertise Netwerk Waterveiligheid (ENW) voor de doorontwikkeling van de JLD-Dijkstabilisator negentien onderzoeksvragen opgesteld. Een deel van deze vragen is beantwoord tijdens de uitvoering van het pilot project. Voor de verdieping van een aantal onderzoeksvragen is het ook nodig om tijdens de beheerfase te monitoren hoe de JLD-Dijkstabilisator zich gedraagt. Hiertoe monitoren we gedurende 5 jaar de met de JLD-Dijkstabilisator versterkte kade.

Er is reeds een monitoringsplan opgesteld. Dit beschrijft de te monitoren parameters voor de beheerperiode van vijf jaar van het pilotproject Ringdijk voor de locaties Watergraafsmeer en de proeflocatie in Purmerend. [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). Het eerste werkplan van het jaar 2020 is inmiddels opgesteld en in uitvoering. De monitoringsperiode is formeel op 5 juli 2019 gestart.

De voorliggende feitenrapportage gaat in op de monitoring en analyse van de verkregen data uit 2020. 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 maandelijkse 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

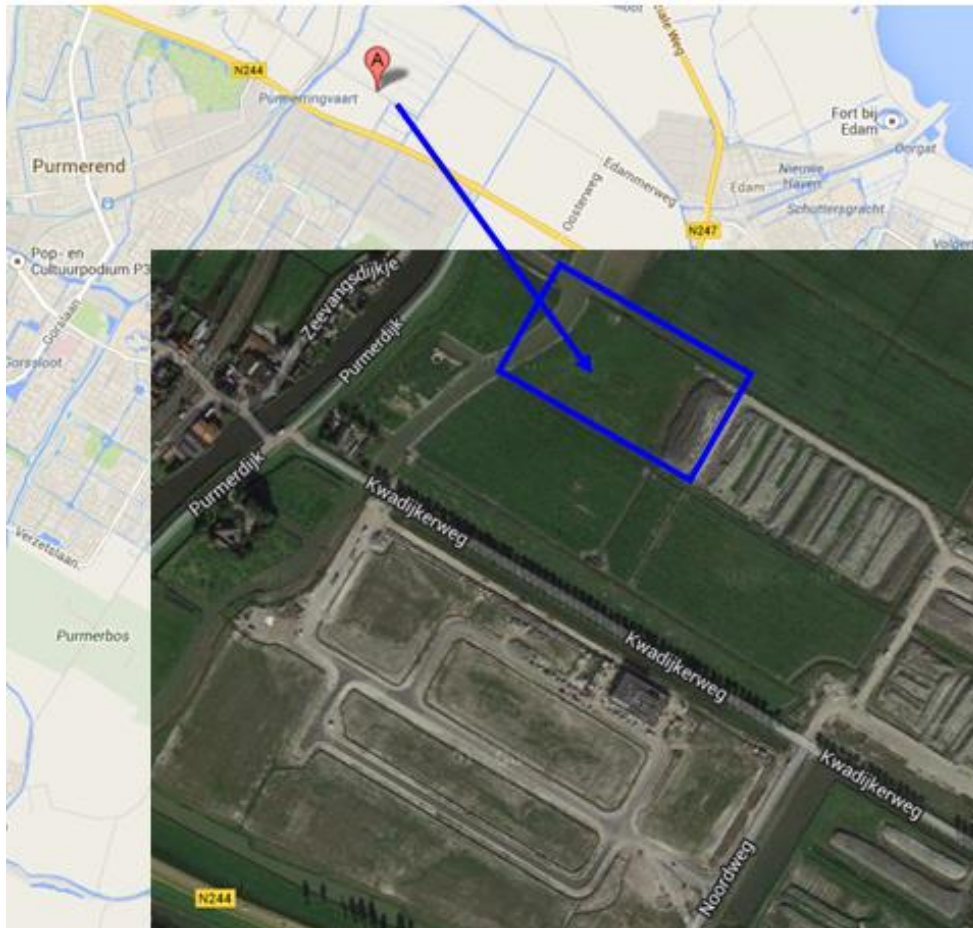
De Ringdijk ligt binnen het beheergebied van Waterschap Amstel, Gooi en Vecht. De Ringdijk is onderdeel van de regionale boezemwaterkering (A117_001) langs de Ringvaart van de Watergraafsmeer in Amsterdam. Het projectgebied ligt tussen de Wibautstraat tot de Middenweg en heeft een lengte van circa 600 meter, zie Figuur 1-1.



Figuur 1-1: Overzichtssituatie projectlocatie

Proeflocatie Purmerend

Figuur 1-2 geeft de locatie weer van de locatie in Purmerend waar de proeven in uitvoering zijn. 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 monitoringsfase van twee jaar.



Figuur 1-2: Impressie locatie proeven Purmerend

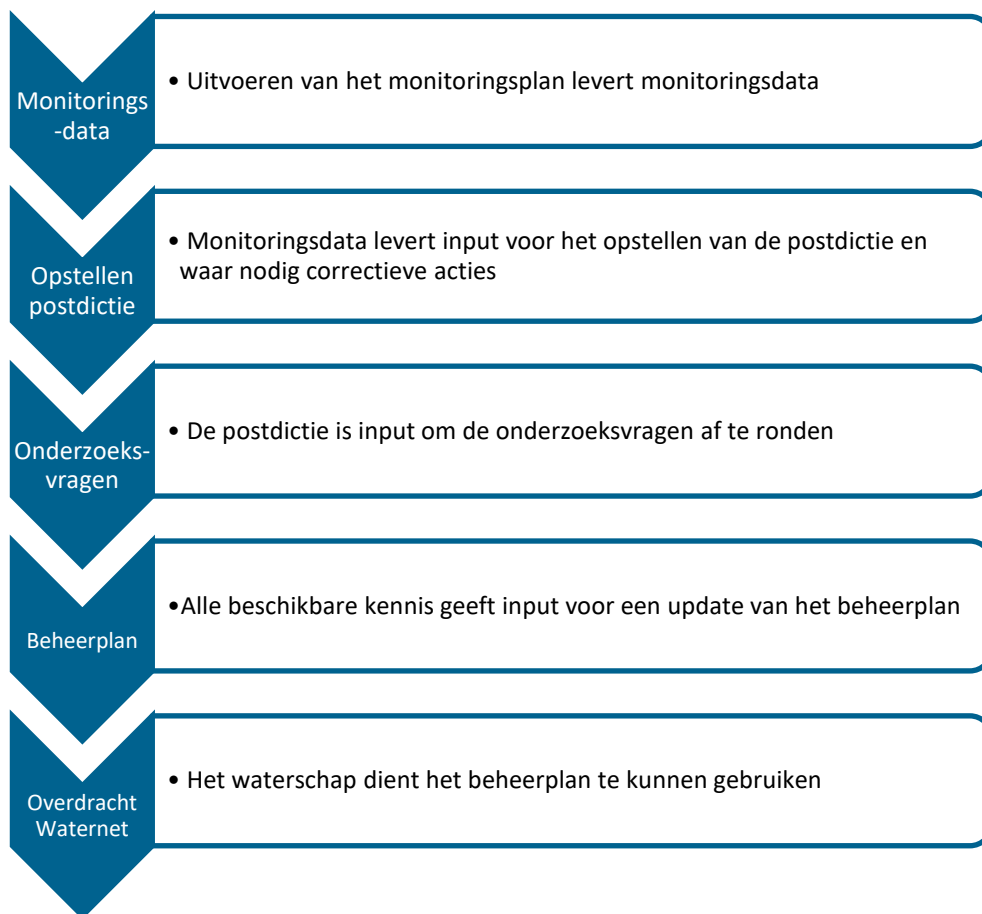
1.5 Leeswijzer

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 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 maandelijkse feitenrapportage is de feitenrapportage 2020 Q2. 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 in 2019 en 2020 zijn voorzien zijn opgenomen in onderstaande tabel.

Tabel 2-1 Overzicht monitoring 2020

Omschrijving	Aantal voorzien 2020	Uitgevoerd			
		Q1	Q2	Q3	Q4
veldinspectie	4	0	1	0	
Trekkraft / Voorspanning	4 maal per dag	4pd	4pd	4pd	
Piping	Onvoorzien, rekening houdend met 1 keer. Op basis van overschrijding marge een inspectie uitvoeren	0	0	0	
Verplaatsing kopplaat / deformaties kopplaat	1	1	0	0	
Verplaatsing omliggende grond (horizontaal en verticaal) / deformatie dijk (maaiveld)	1	1	0	0	
Deformatie JLD Dijkstabilisator - SAAF LDE-los	1	1	0	0	
Deformatie JLD Dijkstabilisator - Referentiepunt SAAF	1	1	0	0	
Grondwaterstand / waterspanning meten	4 Doorlopend, dagelijkse meting, 3 maandelijkse rapportage	1	1	1	
Neerslag meten	4 Doorlopend, dagelijkse meting, 3 maandelijkse rapportage	1	1	1	
VTA meting beplanting	1	0	1	0	
Opstellen werkplan 2021	1	0	0	0	1
Wrap-up proeflocatie Purmerend	0	0	0	1	
Beslisnotitie inspectie nodes		0	1	0	
Werkplan inspectie nodes		0	0	1	
Inspectie nodes		0	0	0	1

Feitenrapportage 2020 Q3
JLD-Dijkstabilisator Watergraafsmeer en Purmerend
projectnummer 0413509.104
27 oktober 2020
Stichting Waternet



3 Monitoringsdata Watergraafsmeer

In onderstaand hoofdstuk zijn de monitoringsparameters beschreven van Watergraafsmeer.

3.1 Veldinspectie

In kwartaal 3 van 2020 heeft er geen veldinspectie plaatsgevonden. Inspectie van de kering wordt geïntegreerd met de inspectie van de nodes in kwartaal 4 van 2020 (zie paragraaf 3.7).

3.2 Deformatie JLD-Dijkstabilisator SAAF

In kwartaal 3 van 2020 heeft er geen monitoring plaatsgevonden met betrekking tot deformaties van de JLD-Dijkstabilisatie SAAF. De monitoring is gepland in kwartaal 1 van 2021.

3.3 Deformatie kruin

In kwartaal 3 van 2020 heeft er geen monitoring plaatsgevonden met betrekking tot deformaties van de kruin. De monitoring is gepland in kwartaal 1 van 2021.

3.4 Deformatie kopplaten

In kwartaal 3 van 2020 heeft er geen monitoring plaatsgevonden met betrekking tot deformaties van de kopplaten. De monitoring is gepland in kwartaal 1 van 2021.

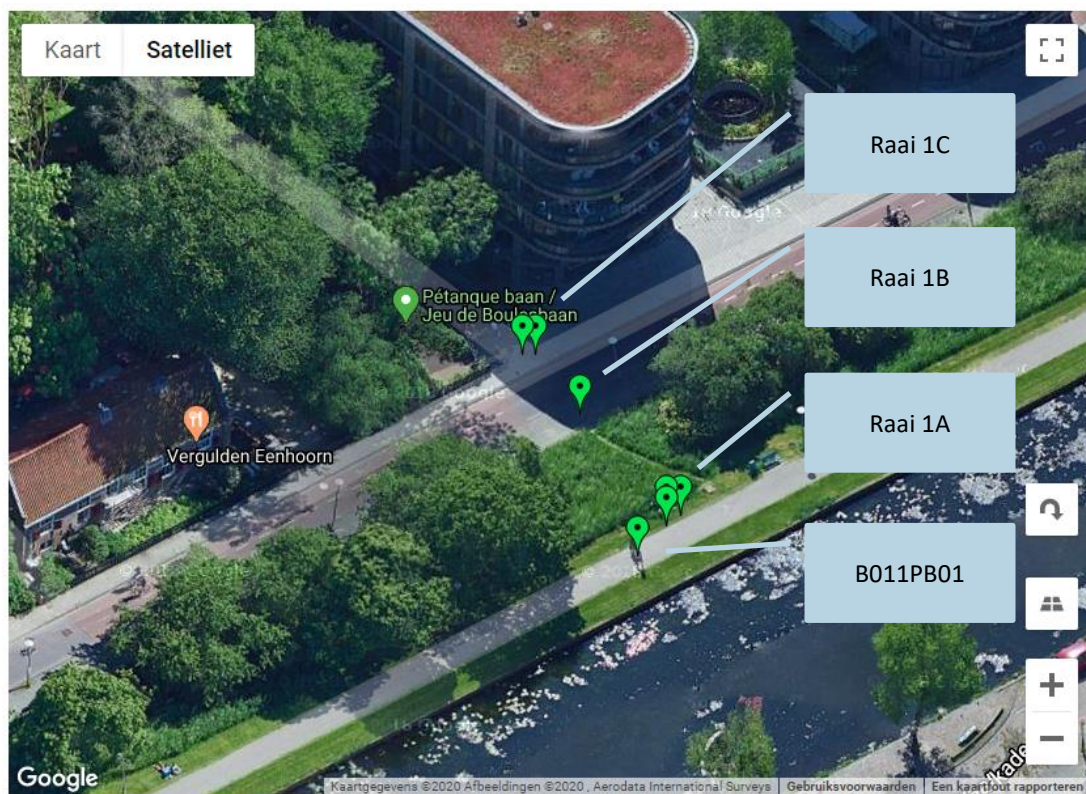
3.5 Beplanting

In kwartaal 3 van 2020 heeft er geen monitoring plaatsgevonden met betrekking tot beplanting. De monitoring is uitgevoerd in kwartaal 2 van 2020. In kwartaal 4 van 2020 worden de resultaten van de monitoring besproken met de technische commissie om vervolgens onderzoeksvraag 9 (effect van beplanting op de JLD-Dijkstabilisator) af te ronden.

3.6 Grondwater

3.6.1 Meetlocaties

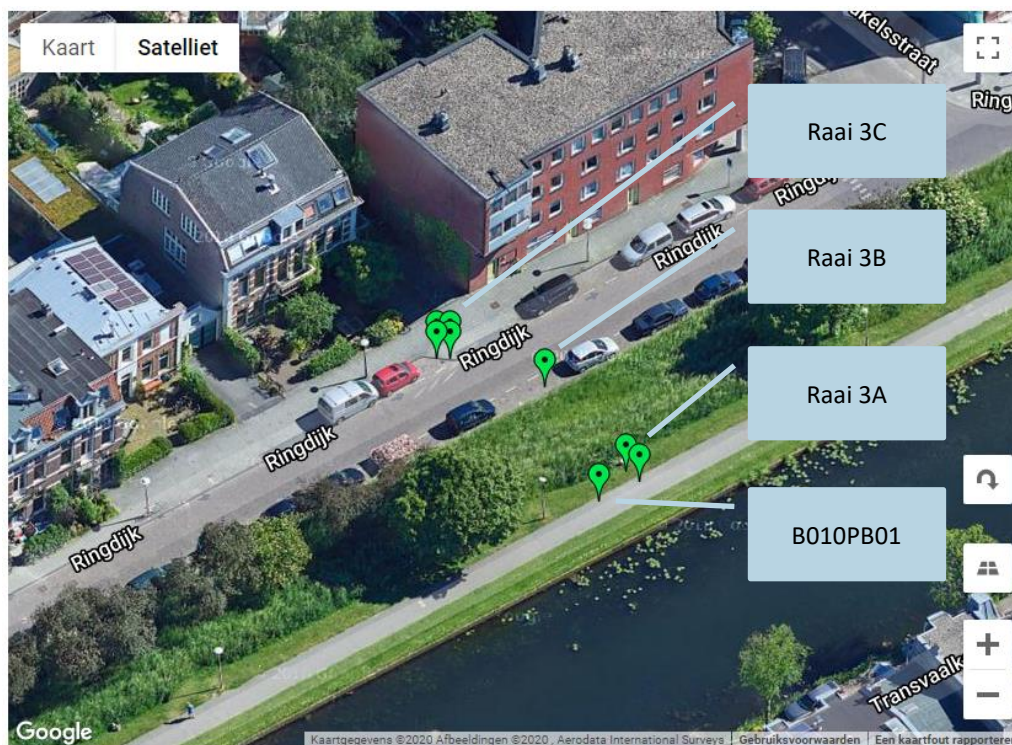
De locaties van de waterspanningsmeters en peilbuizen zijn opgenomen in Figuur 3-1 tot en met Figuur 3-2. Tevens is een overzicht van de peilbuizen en waterspanningsmeters weergegeven in Tabel 3-1. In Tabel 3-1 is een overzicht opgenomen van de verschillende waterspanningsmeters met de bijbehorende diepteligging en X,Y coördinaten.



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



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



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

Tabel 3-1: overzicht bestaande peilbuizen

Raai	Locatie	X' [m]	Y' [m]	MV-hoogte [m NAP]	Diepte WSM [m NAP]	Grondsoort	WSM	Status (maart '20)
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	Uitgevallen
1	B-1	123163	484919	-2,61	-8,01	Wadzand	WSM005	
1	C-1	123166	484913	-2,82	-5,32	Veen	WSM006	Uitgevallen
1	C-2	123167	484913	-2,82	-7,82	Veen	WSM007	
1	C-3	123167	484913	-2,81	-9,81	Wadzand	WSM008	Uitgevallen
1	C-4	123167	484913	-2,81	-12,55	Pleistocene zand	WSM009	
2	A-1	123371	485085	0,28	-2,54	Veen	WSM010	Uitgevallen
2	A-2	123371	485085	0,30	-5,52	Veen	WSM011	Uitgevallen
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	Uitgevallen
3	A-2	123569	485229	0,31	-5,50	Veen	WSM020	
3	A-3	123568	485229	0,32	-8,00	Wadzand	WSM021	Uitgevallen
3	A-4	123568	485228	0,33	-10,00	Wadzand	WSM022	Uitgevallen
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	Uitgevallen
3	C-4	123583	485216	-3,17	-13,00	Pleistocene zand	WSM028	

3.6.2 Meetperiode

De meetgegevens omvatten de periode 01-07-2020 tot en met 30-09-2020.

3.6.3 Apparatuur

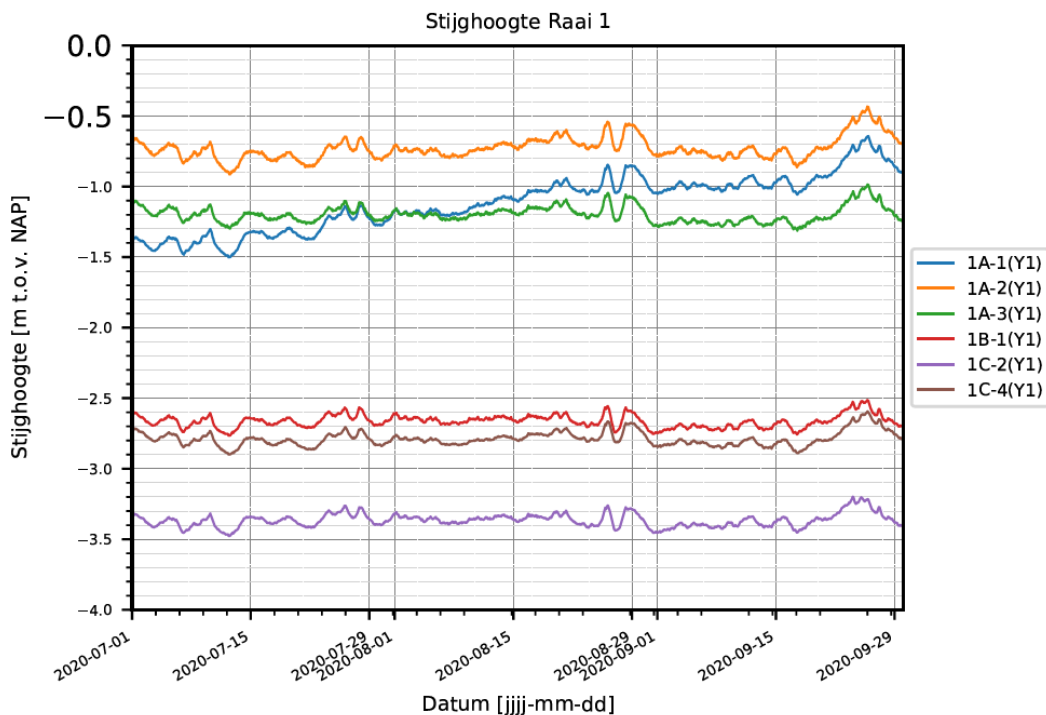
Analoge waterspanningsmeters type 21Y met een meetbereik van 200 kPa van Geopoint systems BV. De data wordt met een vaste kabel van de waterspanningsmeter naar de sensor op een loggerkast verstuurd. (type: één-kanaalslogger van Geopoint). Vanuit de loggerkast worden de gegevens dagelijks naar een online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

3.6.4 Bijzonderheden

In september 2018 en maart 2020 is de status van de peilbuizen gecontroleerd, de status is tevens in Tabel 3-1 opgenomen. Een aantal waterspanningsmeters zijn niet meer betrouwbaar en zijn uitgesloten van het onderzoek, dit betreft de waterspanningsmeters met de status 'Uitgevallen' zoals beschreven in de laatste kolom van Tabel 3-1.

3.6.5 Data

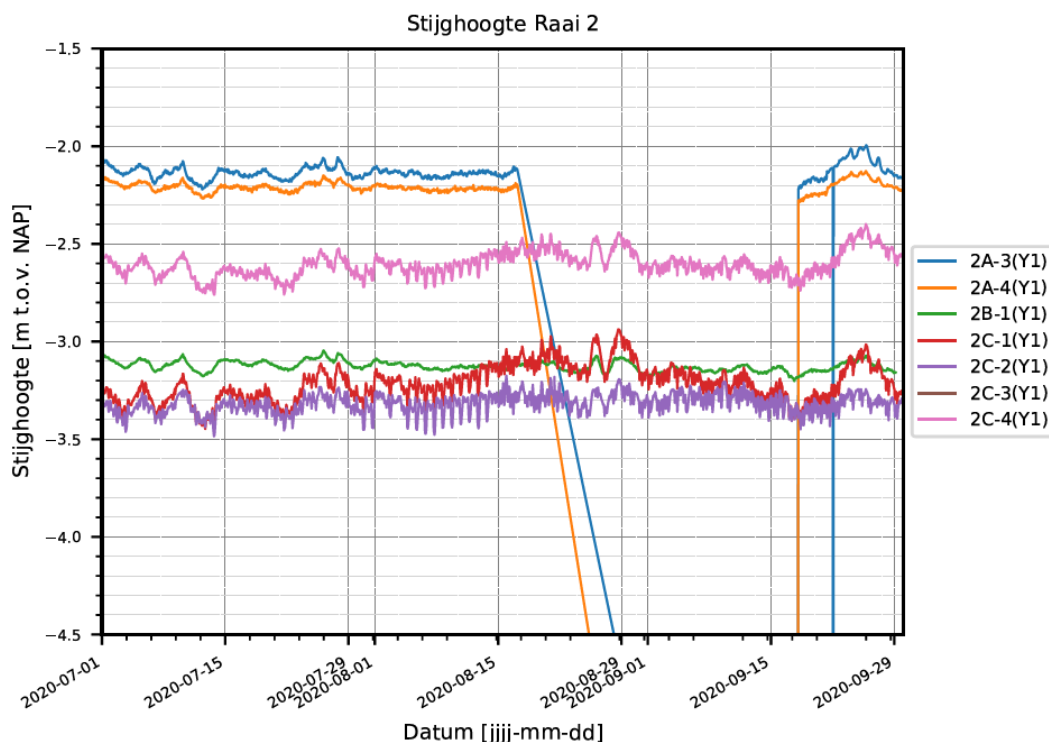
In Figuur 3-4 tot en met Figuur 3-6 zijn de waarnemingen per raai uitgezet tegen de datum. Daarnaast is in Tabel 3-2 tot en met Tabel 3-4 de stijging of daling per maand weergegeven, met als referentiepunt de start van elke maand. Opgemerkt wordt dat 1A-1 een stijging laat zien vanaf medio juli tot en met september. 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, 01-07-2020 tot 30-09-2020, van raai 1

Tabel 3-2: Stijging en daling weergegeven per maand per waterspanningsmeter, raai 1

Raai 1	Grondsoort	Diepte WSM [m t.o.v. NAP]	MV-hoogte [m NAP]	Juli [m]	Augustus [m]	September [m]
1A-1	Veen	-2,36	+0,24	+0,20	+0,15	+0,15
1A-2	Veen	-5,39	+0,21	+0,00	-0,10	+0,10
1A-3	wadzand	-7,89	+0,21	-0,05	-0,15	+0,05
1B-1	wadzand	-8,01	-2,61	+0,00	-0,15	+0,05
1C-2	Veen	-7,82	-2,82	+0,00	-0,15	+0,05
1C-4	pleistoceen	-12,55	-2,81	-0,05	-0,10	+0,05



Figuur 3-5 Stijghoogte uitgezet tegen de datum, 01-07-2020 tot 30-09-2020, van raai 2

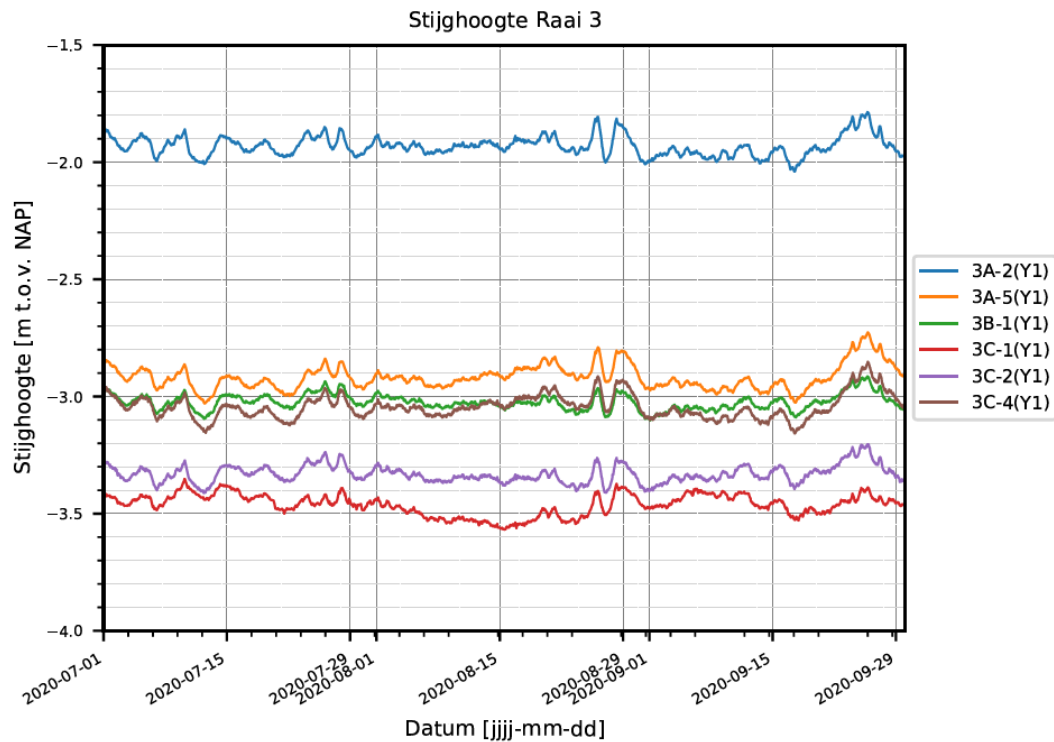
Opgemerkt wordt dat 2C-1, in de periode van Q2, in juni, een sterke stijging toont. In Q3 zijn de metingen min of meer stabiel en is de waterspanning niet terug gedaald naar de waarden gemeten voor 1 juni. Daarnaast vertoont de data nog steeds een grillig verloop voor de peilbuizen die in het achterland staan, dit betreft de peilbuizen 2C-1, 2C-2 en 2C-4. Het grillige verloop is in minimale mate terug te zien in de kruin, dit betreft de peilbuizen 2A-3 en 2A-4. De fluctuaties zijn niet te zien in de teen van de dijk, peilbuis 2B-1. Er is geen verband te vinden tussen de bodemopbouw en deze fluctuaties. Wel wordt opgemerkt dat de fluctuaties van ca. 6 cm het sterkst terug komen in de wadzandlaag, dit is peilbuis 2C-2. De fluctuaties hebben een terugkeertijd van ca. 24 uur, er is geen verklaring voor dit grillige verloop. Mogelijk kan het door temperatuurverschillen veroorzaakt worden. Daarnaast kan gedacht worden aan een lokale grondwateronttrekking, omdat het grootste effect zichtbaar is bij de peilbuizen in het achterland (C-peilbuizen). Opgemerkt wordt dat het grillige verloop in Q1 is begonnen medio maart, vlak nadat de waterspanningsmeters van de C-peilbuizen enige tijd geen data heeft verzonden. Dit wordt nader geanalyseerd in de jaarrapportage, zie hiervoor hoofdstuk 5.

Tevens wordt opgemerkt dat er data mist van peilbuis 2A-3 en 2A-4 vanaf halverwege augustus tot medio september.

Tabel 3-3: Stijging en daling weergegeven per maand per waterspanningsmeter, raai 2

Raai 2	Grondsoort	Diepte WSM [m t.o.v. NAP]	MV-hoogte [m NAP]	Juli [m]	Augustus [m]	September [m]
2A-3	wadzand	-8,03	+0,28	+0,00	NB	NB
2A-4	wadzand	-9,97	+0,31	-0,025	NB	NB
2B-1	wadzand	-7,44	-2,42	+0,00	-0,075	+0,025

Raai 2	Grondsoort	Diepte WSM [m t.o.v. NAP]	MV-hoogte [m NAP]	Juli [m]	Augustus [m]	September [m]
2C-1	Veen	-5,50	-3,22	+0,10	-0,05	-0,05
2C-2	wadzand	-8,00	-3,22	+0,05	-0,05	+0,05
2C-4	pleistoceen	-12,56	-3,22	+0,00	-0,10	+0,12



Figuur 3-6 Stijghoogte uitgezet tegen de datum, 01-07-2020 tot 30-09-2020, van raai 3

Tabel 3-4: Stijging en daling weergegeven per maand per waterspanningsmeter, raai 3

Raai 3	Grondsoort	Diepte WSM [m t.o.v. NAP]	MV-hoogte [m NAP]	Juli [m]	Augustus [m]	September [m]
3A-2	Veen	-5,50	+0,31	-0,02	-0,10	+0,02
3A-5	pleistoceen	-13,00	+0,31	-0,05	-0,07	+0,07
3B-1	wadzand	-8,00	-2,80	+0,00	-0,12	+0,05
3C-1	Veen	-5,50	-3,15	-0,01	-0,05	+0,02
3C-2	wadzand	-8,00	-3,16	+0,00	-0,10	+0,05
3C-4	pleistoceen	-13,00	-3,17	-0,05	-0,075	+0,07

3.7 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 zijn er meerdere stabilisatoren die op dit moment geen data doorzenden.

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 01-07-2020 tot en met 30-09-2020.

3.7.3 Apparatuur

De spanning is gemeten met de ingebouwde drukcel.

3.7.4 Bijzonderheden

3.7.4.1 Data verzending

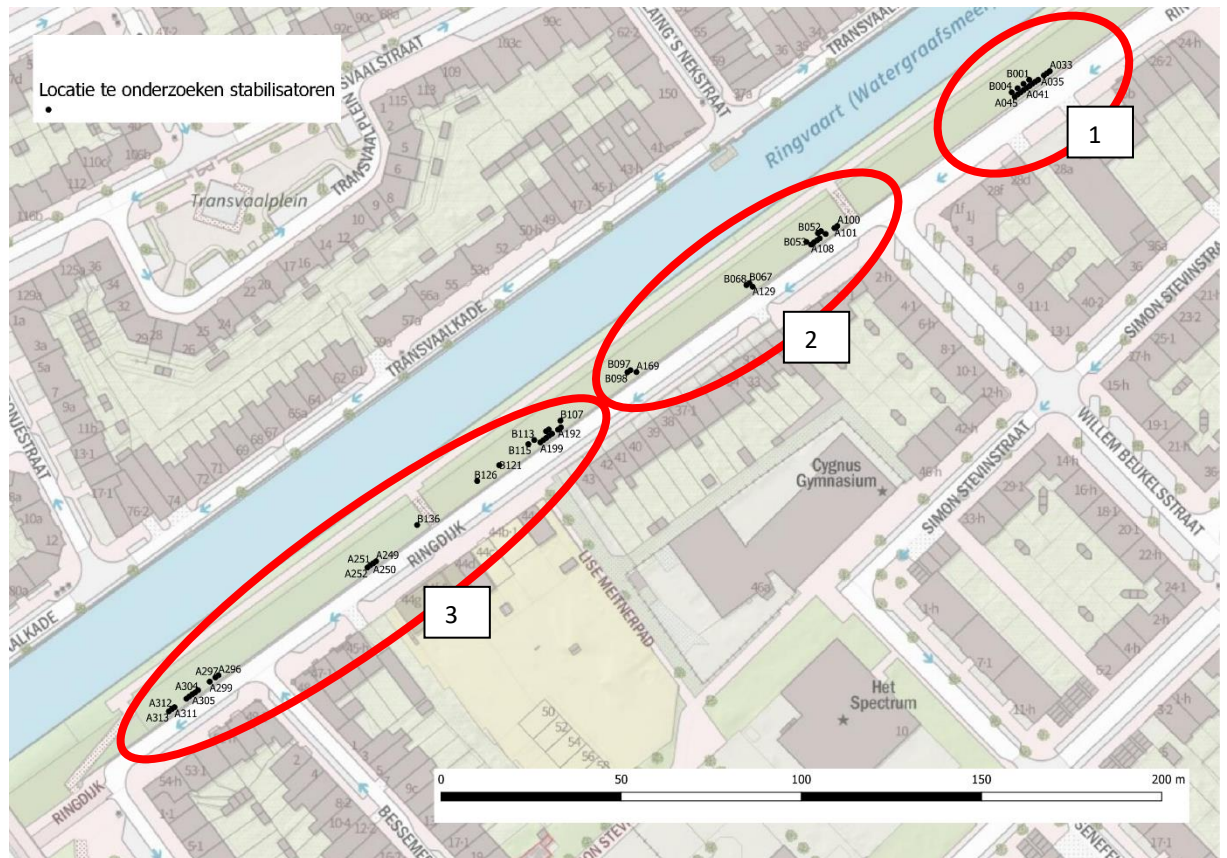
Alle dijkstabilisatoren zijn voorzien van een sensor die de voorspanning op het systeem meet. Circa 60% van deze sensoren verzendt tot op heden geen (of slechts sporadisch) data. De overige 40% van de sensoren verzend zijn data 4 maal per dag. Doordat de voorspanning in sommige sensoren niet waargenomen kan worden, kan de monitoring van de JLD-Dijkstabilisator nog niet in zijn volledigheid uitgevoerd worden zoals voorgeschreven in het monitoringsplan. Op dit moment loopt een separaat traject om de sensoren/dataverzending weer operationeel te maken.

In juni 2020 is daartoe een beslisnotitie opgesteld [3] waarin de te ondernemen stappen uiteen zijn gezet. Aan de hand van de beslisnotitie is een werkplan [4] opgesteld ten behoeve van de uitvoering van de inspectie. De inspectie wordt uitgevoerd vanaf week 43 van 2020. Onderstaand is beknopt opgenomen welke stappen worden doorlopen in de inspectie.

De inspectie bestaat uit 3 batches, batch 1 bestaat uit 16 node, batch 2 uit 15 nodes en batch 3 uit 31 nodes (zie Figuur 3-7). Per batch worden de volgende stappen uitgevoerd:

- Opzoeken van de nodes middels GPS;
- Test van de signaalsterkte bovengronds;
- Vrijmaken van de pot middels een busboring;
- Waarnemen en registreren van de situatie in de pot (positie node, diepte van de pot onder de grond, water in de pot);
- Update firmware van de node;
- Vervangen batterij;
- Controle ontvangst zonder gronddekking en vergelijking signaalsterkte ondergronds (zonder gronddekking) en bovengronds;
- Voorspanning uitlezen;

- Naspannen tot 55kN;
- Afdekken met grond;
- Test van de signaalsterkte en vergelijking signaalsterkte bovengronds en ondergronds.



Figuur 3-7 Te onderzoeken stabilisatoren

3.7.4.2 Meetbereik

In de maandelijkse analyse van de voorspanning is te zien dat er een aantal stabilisatoren zijn die onrealistische hoge voorspanningen tonen (>150 kN) of lage (<0,0 kN). In Tabel 3-5 zijn de ankers weergegeven, vetgedrukt geeft de verschillen tussen het betreffende kwartaal en het voorgaande kwartaal.

Om de toedracht van de onrealistisch hoge en lage waarden te onderzoeken wordt in kwartaal 4 van 2020 een inspectie uitgevoerd op 8 stabilisatoren (A033, A195, A199, A311, A371, B098, B126 en B136). Deze stabilisatoren worden opgezocht op dezelfde wijze als beschreven in voorgaande paragraaf. Bij deze stabilisatoren wordt vervolgens handmatig de voorspanning nagemeten, afhankelijk van het meetresultaat wordt de loadcel en/of de node vervangen. De procedure staat beschreven in het werkplan [4].

Tabel 3-5: Overzicht onrealistisch hoge en lage voorspanningen op stabilisatoren

Categorie	Q1 2020	Q2 2020	Q3 2020	Q4 2020
Hoog	A195, B098, en B136	B098 en B136	B098 en B136	
Laag	A033, A199, A311, A435*, A452, A461, A465, B126	A033, A199, A308.1 , A311, A342 , A461, A465, B126	A033, A093 , A199, A311, A342, A433 , A434 , A465, A489 , B126	
Overig **		A195, A452	A195, A452, A308.1, A461	

*: Anker a435 zend geen data meer en is vanaf april offline, daarom is deze niet zichtbaar in Q2 en niet opgenomen in de analyse.

** : Anker a195 en a452 waren in Q1 respectievelijk te hoog en te laag en vielen daardoor buiten het meetbereik. In Q2 vallen deze ankers terug binnen het meetbereik. Echter, deze ankers vertonen trendbreuk en zijn derhalve niet opgenomen in de analyse. Hetzelfde geldt voor A308.1 en A461

3.7.5 Data

De onderstaande analyse is gebaseerd op de data die toegevoegd zijn in bijlage 4.

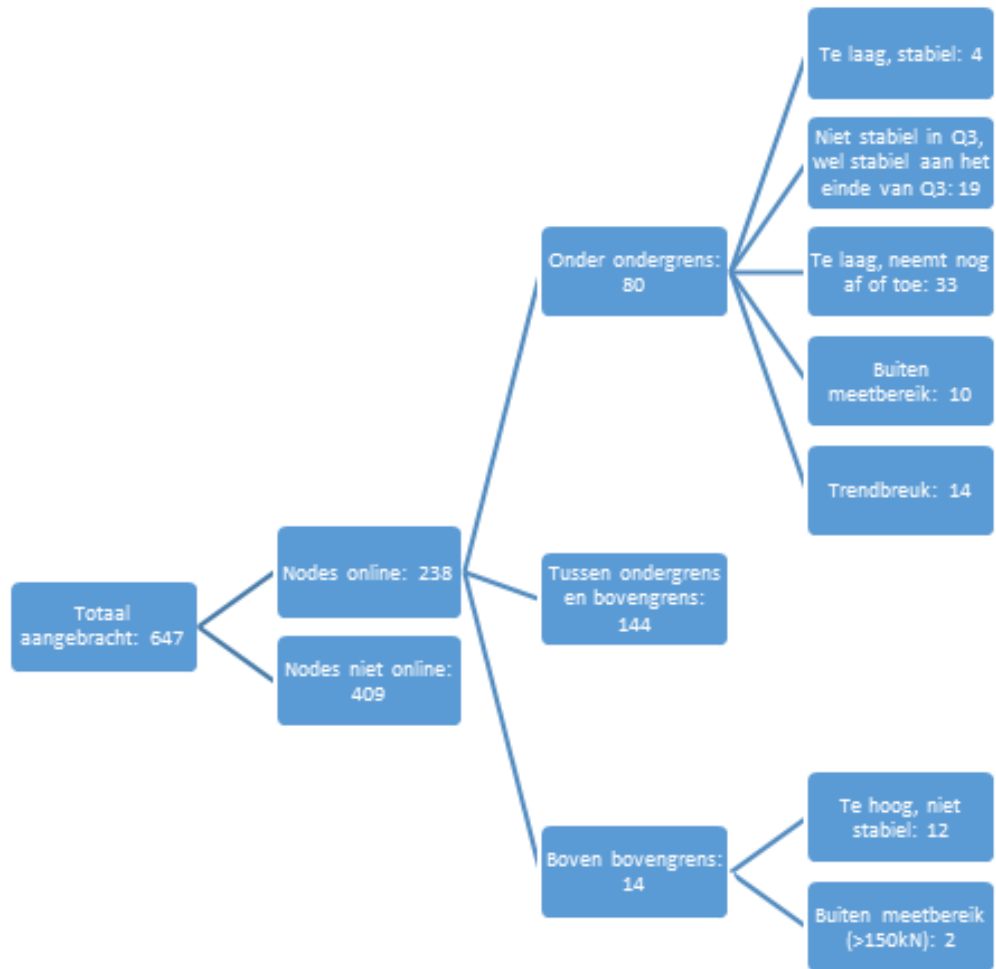
3.7.5.1 Algemeen

In Figuur 3-9 en Tabel 3-6 is de toename en afname opgenomen. Hieruit blijkt dat de spanningstoename/afname per stabilisator divers is. Tevens is de afname in dit kwartaal afgenomen ten opzichte Q3.

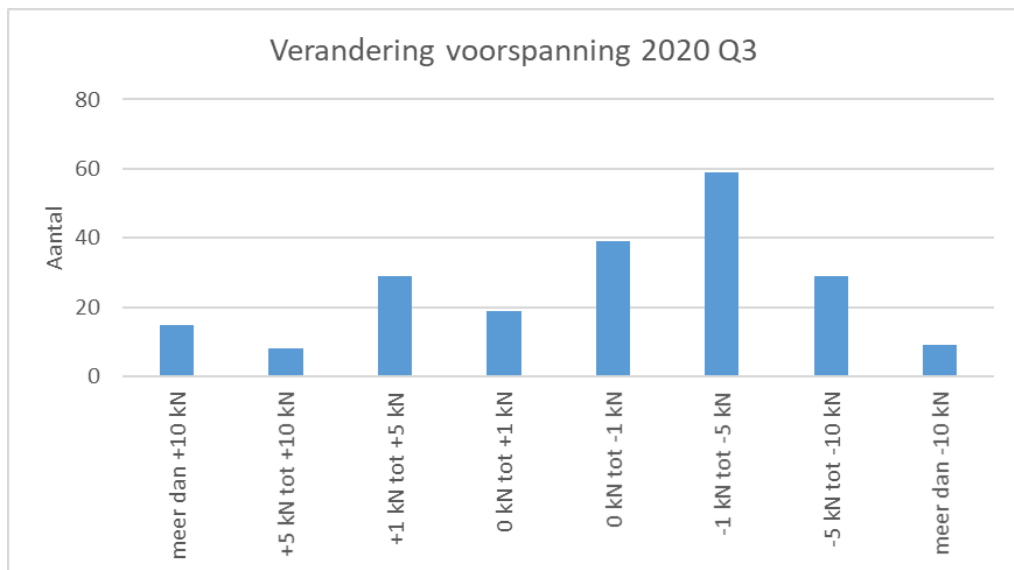
Het merendeel (60%) van de stabilisatoren (met een stabiel signaal) heeft nog een voorspanning binnen het vooraf opgegeven ondergrens (30kN) en de bovengrens (70kN). Dit aantal is afgenomen met 9% ten opzichte van Q2. De aantallen per categorie zijn opgenomen in Figuur 3-8.

Tabel 3-6 overzicht toe-/afname ten opzichte van het vorige kwartaal als percentage van het totaal aantal zedende dijkstabilisatoren.

Categorie	Q1 2020	Q2 2020	Q3 2020	Q4 2020
Toe-/afname nihil	34%	6%	11%	
Toe-/afname 0,25 kN tot 1 kN	38%	15%	15%	
Toename groter dan 1 kN	12%	19%	23%	
Afname groter dan 1 kN	12%	54%	44%	
Geen meetdata op start of eind meetperiode	4%	7%	7%	



Figuur 3-8 Overzicht voorspanning eind Q3 2020



Figuur 3-9 Verandering voorspanning 2020 Q3

3.7.5.2 Voorspanning onder ondergrens

33% van de stabilisatoren (80 van de 238) hebben een gemeten voorspanning die lager is dan de ondergrens (30 kN). 10 van deze stabilisatoren tonen een onrealistische meetwaarde kleiner dan 0,0 (nul) kN. 14 stabilisatoren hebben een onrealistische meetwaarde door een trendbreuk (hier gedefinieerd als een abrupte sprong naar een andere waarde en vervolgens weer een stabiel verloop).

Aan het eind van de vorige periode, 30-06-2020, had 30% van de stabilisatoren een te lage voorspanning. Dat betekent dat er een toename is van 3%.

Conform het beheer- en onderhoudsplan [5] dient bij een te lage voorspanning van enkele stabilisatoren de gemiddelde voorspanning over een traject van 30 meter gecontroleerd te worden. Als hier uit volgt dat de gemiddelde voorspanning lager is dan 30 kN dan dienen de stabilisatoren nagespannen te worden. Als de gemiddelde voorspanning hoger is dan 30kN, maar lager dan 35 kN, dan dient het naspannen ingepland te worden zodat deze niet onder de 30 kN zakt.

Uit de analyse volgt dat de gemiddelde voorspanning op meerdere plaatsen in de categorie valt met een voorspanning tussen de 30 tot 35 kN ten opzichte van Q1. Daarnaast vallen ook ankers in de categorie van een gemiddelde voorspanning van lager dan 30 kN.¹

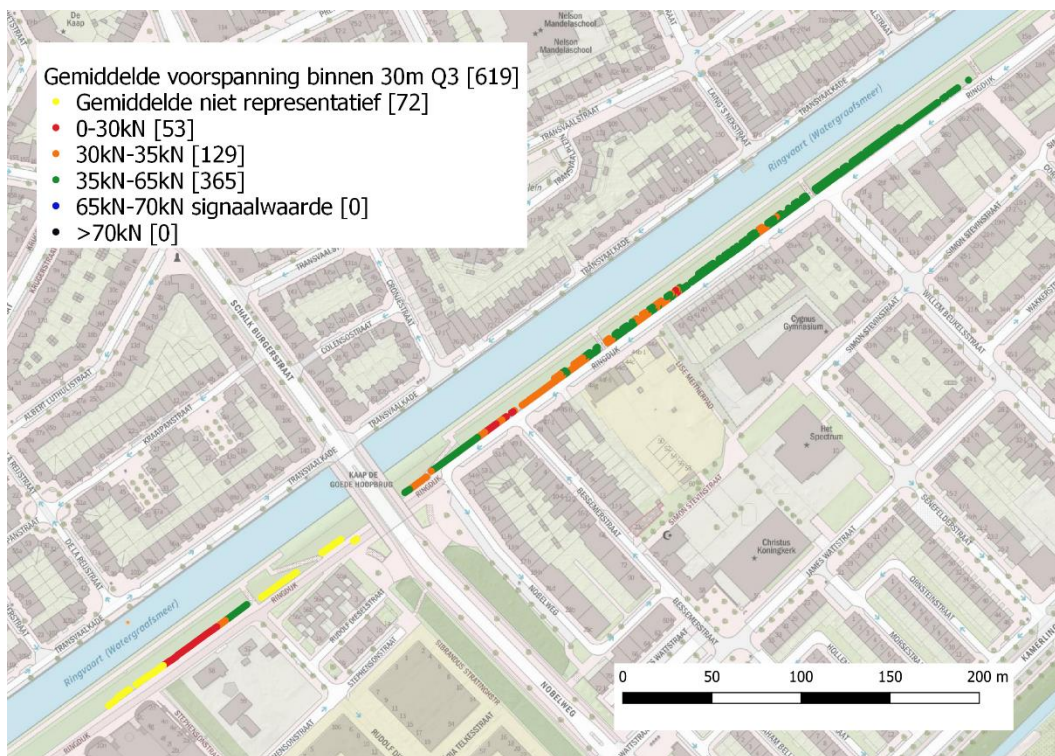
De locatie waar de gemiddelde voorspanning lager is dan 30 kN betreft onder andere de overgangszone aan de westzijde van het traject. Om de veiligheid van de dijk te waarborgen is de overgangconstructie gepositioneerd in een zone waar de veiligheid van de groene dijk (zonder de versterking met de JLD-Dijkstabilisator) al voldoet aan de norm. De overgangconstructie heeft hier enkel als doel om de voorspanning geleidelijk in de dijk te introduceren. Het feit dat de gemiddelde voorspanning hier lager is dan 30 kN heeft geen effect op de waterveiligheid.

Daarnaast is de gemiddelde voorspanning lager dan 30 kN op twee andere locaties, deze locaties liggen nabij Ringdijk 51 en Ringdijk 42. Vanuit de revisie is geconstateerd dat hier niet het maatgevende profiel aanwezig is met betrekking tot de stabiliteit van het dijklichaam. Het maatgevende profiel ligt ter hoogte van de Willem Beukelstraat, tussen Ringdijk nr. 28 en 29, de voorspanning voldoet op deze locatie aan de onder en bovengrens. Daarom heeft dit geen direct urgent effect op de waterveiligheid. De oorzaak van de afname van de voorspanning wordt in de jaarrapportage 2020 nader geanalyseerd. Hierbij wordt gedacht aan een analyse van de afname in relatie tot de bodemopbouw, de initiële voorspanning en de waterspanningen.

Er zijn meerdere stabilisatoren met een te lage voorspanning, conform het beheerplan wordt het naspannen ingepland. Op basis van efficiëntie en bovenstaande argumentatie is het naspannen van een deel van de stabilisatoren tegelijkertijd ingepland met de beheeractie omtrent het online krijgen van de nodes die nu geen data verzenden (Q4 2020).

Er zijn twee zones waarbij er niet voldoende nodes online zijn om een realistisch gemiddeld te bepalen, deze zijn geel gemarkeerd in de afbeelding. In de komende periode wordt actie ondernomen om hier meer gegevens te verkrijgen in één van deze zones (zie paragraaf 3.7.4.1).

¹ De analyse van de gemiddelde voorspanning is uitgevoerd op de stabilisatoren waarvan recentelijk meetgegevens zijn ontvangen. stabilisatoren met een onrealistische voorspanning (<0,0 kN en >150 kN) zijn op 0 kN gezet. Dit betekent dat deze stabilisatoren het gemiddelde rondom deze stabilisatoren omlaag halen.



Figuur 3-10 Overzicht gemiddelde voorspanning in een straal van 15 meter rondom elke stabilisator.

3.7.5.3 Voorspanning boven bovengrens

Er zijn 14 stabilisatoren (van de 238) waarbij de gemeten voorspanning hoger is dan de bovengrens (70 kN).

Conform het beheer- en onderhoudsplan [5] dient bij een te hoge voorspanning van enkele stabilisatoren de gemiddelde voorspanning over een traject van 30 meter gecontroleerd te worden. Als hier uit volgt dat de gemiddelde voorspanning hoger is dan 70 kN dan dient direct nader onderzoek te worden uitgevoerd. Het betreft slechts enkele stabilisatoren met een te hoge voorspanning. De gemiddelde voorspanning is op alle locaties ruim onder de bovengrens van 70 kN (zoals in Figuur 3-10 is weergegeven). Het krachtverloop van de JLD-Dijkstabilisatoren met een te hoge voorspanning wordt conform het beheerplan maandelijks gecontroleerd².

Tabel 3-7 Overzicht stabilisatoren met een voorspanning boven de 70 kN, de vermelde kwartaalspanning betreft de spanning aan het einde van het betreffende kwartaal

Nr.	Spanning Q1 [kN]	Verandering Q1 [kN]	Spanning Q2 [kN]	Verandering Q2 [kN]	Spanning Q3 [kN]	Verandering Q3 [kN]	Opmerking
a022	88,1	-1,7	100,5	+14,8	116,57	+25,33	Stijgend, maar eind Q3 stabiliserend
a029	73,1	+0,8	74,14	+1,9	73,13	-0,11	Zeer kleine verandering
a053.1	75,9	+1,1	79,28	+4,27	84,19	-	Geen kracht aan einde van Q3, maar

² De bovengrens van het systeem is berekend aan het eind van 100 jaar inclusief materiaaldegradatie en dijkophoging.

Nr.	Spanning Q1 [kN]	Verandering Q1 [kN]	Spanning Q2 [kN]	Verandering Q2 [kN]	Spanning Q3 [kN]	Verandering Q3 [kN]	Opmerking
							is niet stabiel: stijgend
a086	-	-	-	-	73,98	+5,66	Niet stabiel, dalend aan einde Q3.
a092	-	-	70,09	+10,0	86,34	+20,43	Niet stabiel, stijgend
a170	-	-	-	-	70,34	+2,89	Niet stabiel, stijgend
a171	72,9	+1,7	93,96	+23,23	88,88	+1,54	Heeft in Q1 2020 al een lagere voorspanning dan in 2019. Einde Q3 dalend.
a195	201,8	0,0	-	-	-	-	Onrealistisch hoge voorspanning in Q1 en is in Q2 gedaald met ca. 202 kN naar 0,5 kN in Q2 en Q3
a211	-	-	-	-	71,34	+20,98	Niet stabiel, maar stijgend
a233	-	-	-	-	75,16	+10,47	Stijgend, maar einde Q3 stabiliserend
a326	-	-	-	-	83,29	+22,05	Niet stabiel, maar stijgend
b012	-	-	72,46	+3,47	77,77	+7,62	Niet stabiel, maar stijgend
b098	384,9	0,0	384,9	0,0	384,90	0,00	Onrealistisch hoge voorspanning
b124	-	-	85,3	Geen kracht	98,04	-	Geen kracht aan einde van Q2, maar is niet stabiel: stijgend
b136	382,4	0,0	382,4	0,0	382,43	0,00	Onrealistisch hoge voorspanning

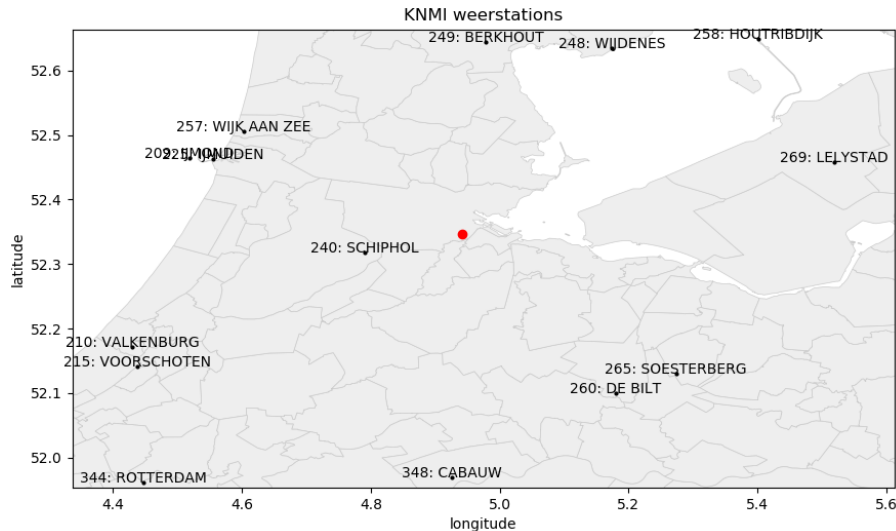
3.8 Neerslag

Het weerstation is in kwartaal 3 aangesloten op het dak van waternet. De meetdata wordt vanaf kwartaal 4 geïncludeerd in de feitenrapportages. De eerste resultaten worden geanalyseerd in de jaarrapportage van 2021. Voor de huidige 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 3-11 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 3-11: Weerstations in de omgeving van Amsterdam. De projectlocatie is in rood weergegeven. (bron: KNMI)

3.8.2 Meetperiode

De meetgegevens omvatten de periode van 01-07-2020 tot en met 30-09-2020.

3.8.3 Apparatuur

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

3.8.4 Bijzonderheden

Op het dak van Waternet is een weerstation aanwezig, echter is er op dit moment nog geen data beschikbaar van dit weerstation. Om tot representatieve data te komen zijn de weerstations van het KNMI geraadpleegd.

3.8.5 Data

In Figuur 3-12 is neerslag- en verdampingsdata weergegeven van het weerstation Schiphol in de periode van 1-juli-2020 tot 30-september-2020.

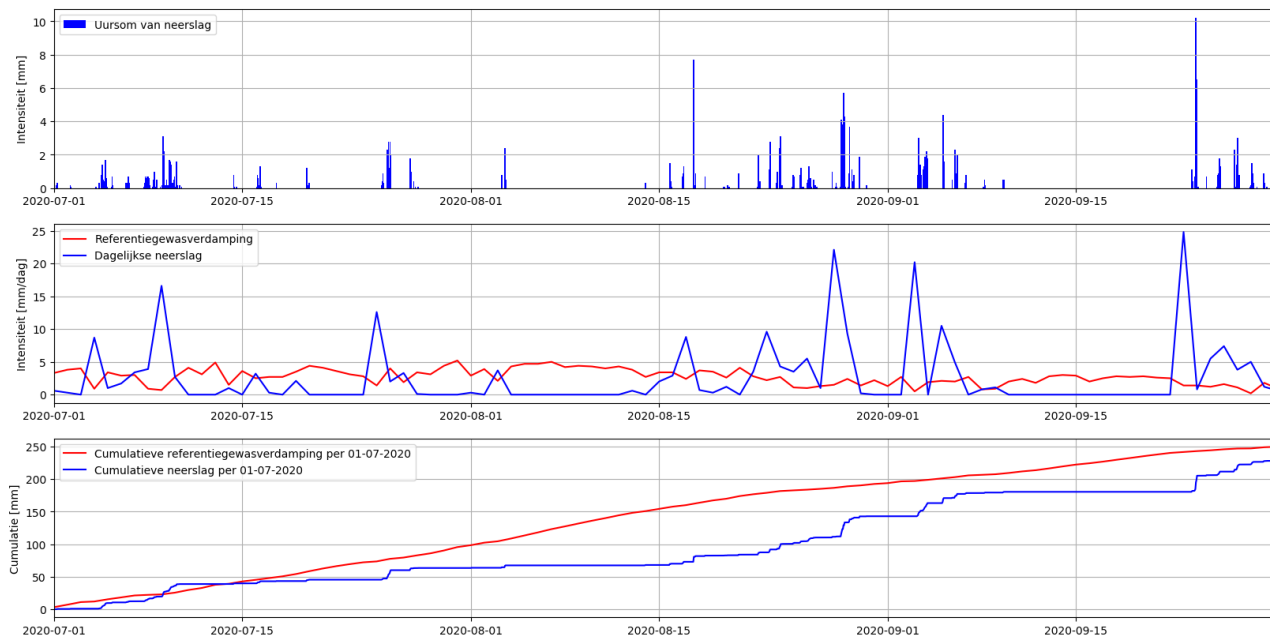
Neerslag

In de bovenste grafiek van Figuur 3-12 is de uursom weergegeven van de neerslag. Zoals gebruikelijk in deze periode, is er een redelijke hoeveelheid neerslag gevallen. Over het gehele derde kwartaal zijn twee korte periodes van droogten te benoemen, namelijk begin augustus (ca. 7 dagen) en begin september (ca. 14 dagen). Er hebben zich totaal zes evenementen voorgedaan met een dagelijkse regenval van minimaal 10 mm (zie middelste grafiek).

In de cumulatieve grafiek (onder) is te zien dat de regenval redelijk gelijkmatig verdeeld is over de periode, met een totale neerslag van 229 mm.

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 3-12. Tussen juli en medio augustus varieert de verdamping tussen ca. 2,5 mm/dag tot 5 mm/dag. Vanaf eind augustus neemt de verdamping geleidelijk af en schommelt rond de 2,5 mm/dag.



Figuur 3-12: Neerslag en referentiegewasverdamping van het meetstation Schiphol (bron: KNMI)

Relatie neerslag-verdamping

In Tabel 3-8 is de wekelijkse neerslag- en verdamping weergegeven. Bij relatief weinig regenval is de verdamping groter dan de neerslag. In weken met veel neerslag (bijv. wk 35, 36 en 39) wordt dit tekort grotendeels opgeheven.

Tabel 3-8: Wekelijkse neerslag en verdamping

Week	Van	Tot	Neerslag [mm]	Verdamping [mm]
27	1-jul	5-jul	11	15
28	6-jul	12-jul	28	17
29	13-jul	19-jul	7	21
30	20-jul	26-jul	15	23
31	27-jul	2-aug	4	25
32	3-aug	9-aug	4	29
33	10-aug	16-aug	6	26
34	17-aug	23-aug	24	21
35	24-aug	30-aug	46	11
36	31-aug	6-sep	36	13

Week	Van	Tot	Neerslag [mm]	Verdamping [mm]
37	7-sep	13-sep	2	13
38	14-sep	20-sep	0	19
39	21-sep	27-sep	42	12
40	28-sep	30-sep	6	2

4 Monitoringsdata en analyse Purmerend

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

4.1 Concept 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 [6];
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 [7];
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 [8];
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:

- **Veldinspectie:**
Een veldinspectie is efficiënter als er weinig tot geen begroeiing op het talud staat. Geadviseerd wordt om een veldinspectie uit te voeren nadat maaiwerkzaamheden zijn uitgevoerd op de Ringdijk. Op basis hiervan dient het moment van maaien opgevraagd te worden bij de beheerder, in dit geval gemeente Amsterdam.
- **Kwel:**
Het advies is om in 2021 specifiek te monitoren op kwel ten tijde van hoge grondwaterstanden. Op basis van de veldinspecties kan in de jaarrapportage van 2020 mogelijk een definitieve conclusie getrokken worden bij onderzoeksvraag 7.
- **Voorspanning**
 - De voorspanning van 80 stabilisatoren is lager dan de ondergrens. Het advies is om deze te blijven monitoren en in een analyse het effect op de stabiliteit te kwantificeren.
Deze stabilisatoren geven een lagere voorspanning. De voorspanningen worden wekelijks gemonitord en er wordt een onderhoudsactie ingepland in Q4 2020 om de stabilisatoren na te spannen. Deze actie hoeft niet met spoed uitgevoerd te worden, omdat het traject waar de voorspanning onder de 30 kN is gezakt niet het maatgevende deel is van de ringdijk. Dit betekent dat de waterveiligheid nog steeds geborgd is.
 - Een aantal stabilisatoren hebben een voorspanning hoger dan de bovengrens. Deze worden maandelijks gemonitord. Bij de beheeractie m.b.t. de niet zendende nodes worden ook enkele stabilisatoren gecontroleerd op de te hoge voorspanning.
 - In de jaarrapportage 2020 moet een beknopte analyse uitgevoerd worden op de relatie tussen het verloop van de voorspanning, de waterspanningen en de neerslag.
- **Waterspanning:**
 - Er is opgemerkt dat het opvallend is dat in een periode met neerslag tekort, de waterdrukken in de dijk toenemen, terwijl normaliter (en wellicht ook in vergelijking tot metingen op dit stuk uit 2010-2018) de freatische lijn wat uitzakt in de zomer waardoor de waterdrukken afnemen. Dit aspect moet in de jaarrapportage geanalyseerd worden.
 - De data van peilbuizen 2C-1, 2C-2 en 2C-4 vertonen een grillig verloop, het betreft peilbuizen die in het achterland staan. Het grillige verloop is in minimale mate terug te zien in de kruin, dit betreft de peilbuizen 2A-3 en 2A-4. In de jaarrapportage dient dit aspect nader geanalyseerd te worden. Tevens dient de status van de verschillende waterspanningsmeters gecontroleerd te worden.

5.2 Werkplan

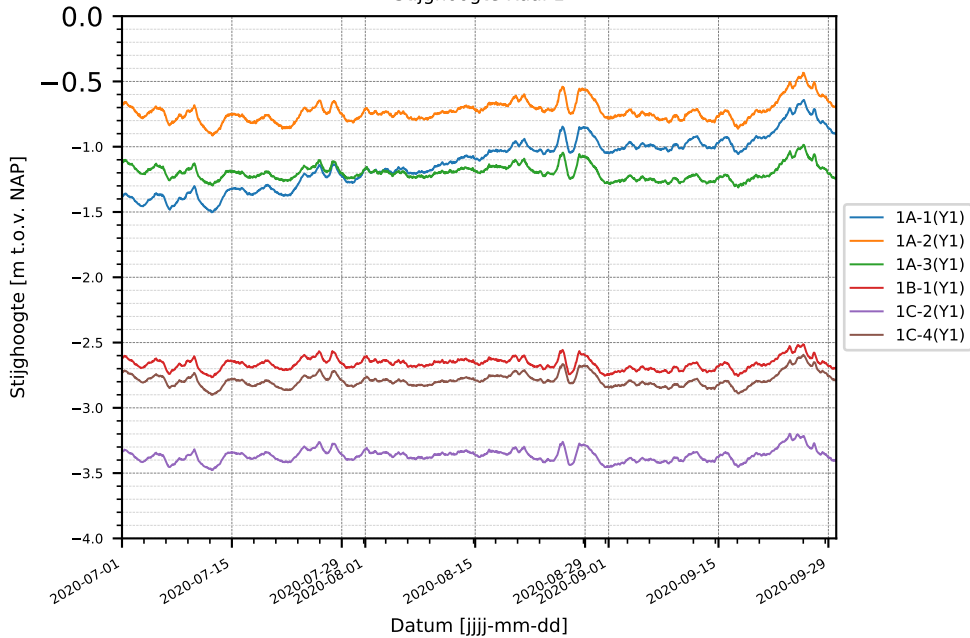
Op basis van de monitoring kan het werkplan voor het komende jaar worden bijgesteld. Aan de hand van de resultaten van het in paragraaf 3.7 beschreven onderzoek wordt het werkplan van 2021 bijgesteld.

6 Bibliografie

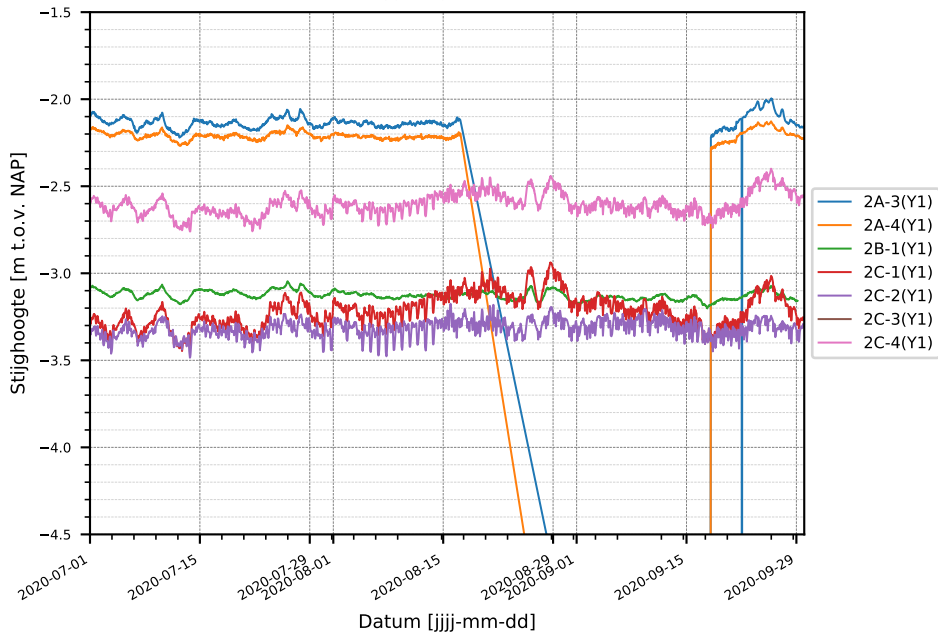
- [1] ENW, *Vernagelingstechnieken in Waterkeringen - Geaccepteerd*, 2019, juli, 26.
- [2] Antea Group, „Pilot JLD-Dijkstabilisator Watergraafsmeer - monitoring en nastel plan beheerfase pilot Watergraafsmeer en Purmerend,” Capelle a/d IJssel, 24-09-2019.
- [3] Antea Group, JLD-Contracting, Waternet,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

Bijlage 1 Grondwater

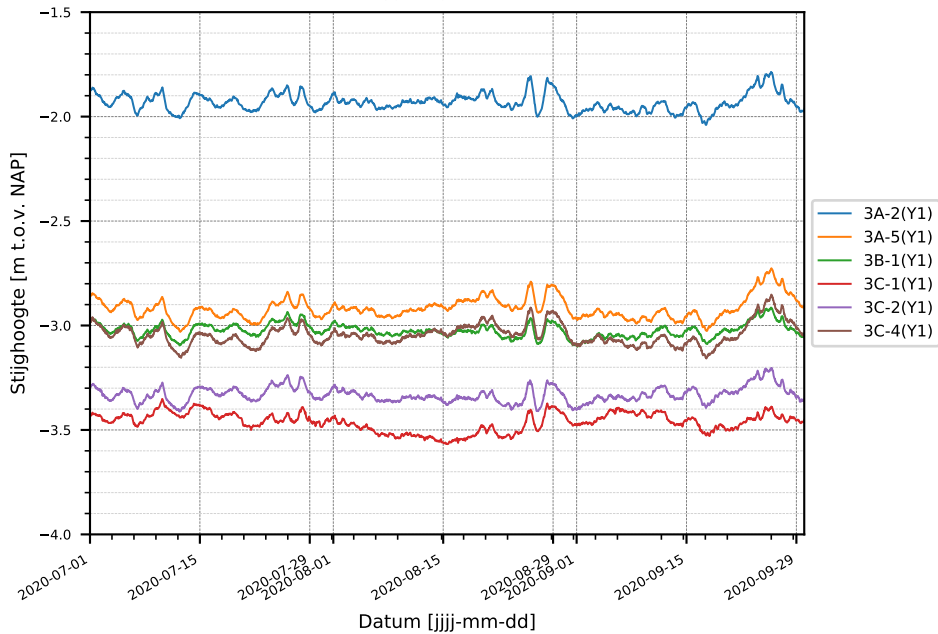
Stijghoogte Raai 1



Stijghoogte Raai 2



Stijghoogte Raai 3



Bijlage 2 Voorspanning

Separaat geleverd

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

Monitorweg 29
1322 BK ALMERE
Postbus 10044
1301 AA ALMERE

E. timon.bruiggema@anteagroup.com

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.