



# Feitenrapportage 2022 Q3

## JLD-Dijkstabilisator Watergraafsmeer

projectnummer 0413509.104  
definitief revisie 1  
3 november 2022

Classificatie: Intern

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>1</b>
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
<b>2</b>	<b>Proces</b>	<b>5</b>
2.1	Werkwijze	5
2.2	Voortgang	6
<b>3</b>	<b>Monitoringsdata Watergraafsmeer</b>	<b>7</b>
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	7
3.7	Voorspanning	13
3.8	Neerslag	18
3.9	Naspan- en herstelwerkzaamheden	20
<b>4</b>	<b>Advies</b>	<b>22</b>
4.1	Algemeen	22
<b>5</b>	<b>Bibliografie</b>	<b>23</b>

# 1 Inleiding

## 1.1 Achtergrond 3-maandelijks 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 locatie 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 3e 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
- naspan- en herstelwerkzaamheden.

### 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

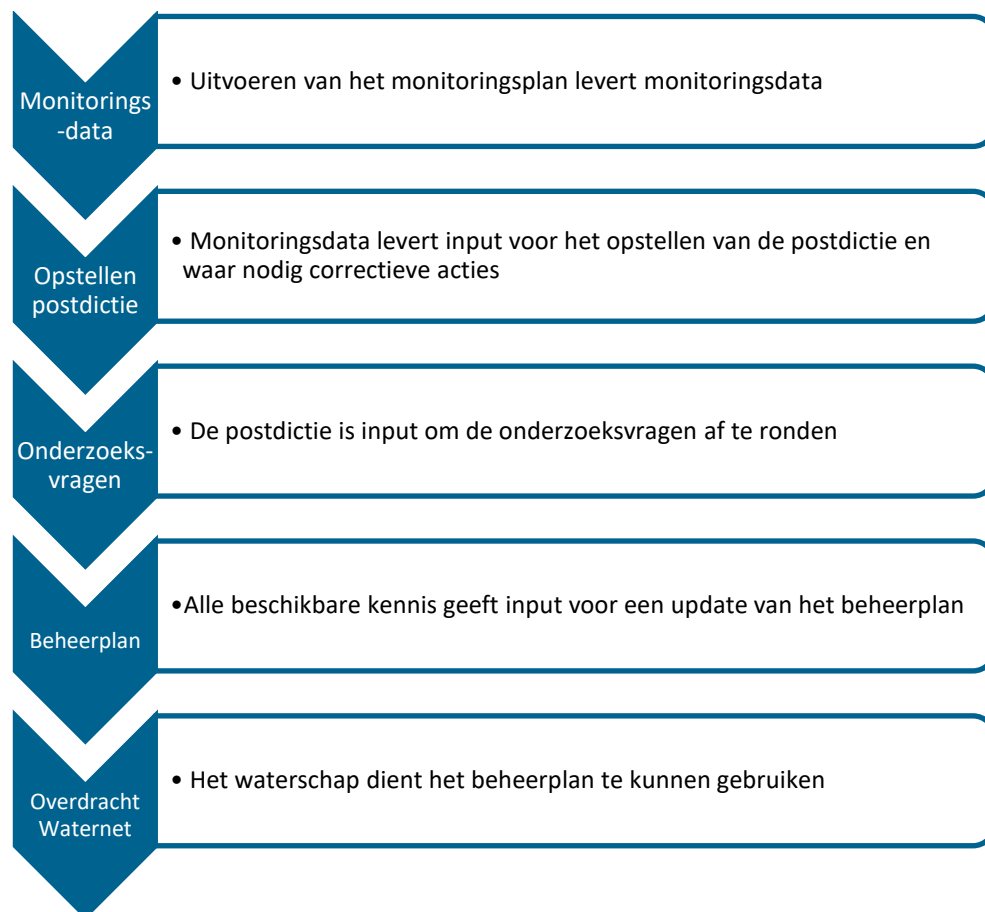
## 1.5 Leeswijzer

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 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 Q3. 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 2022

Omschrijving	Aantal voorzien 2022	Uitgevoerd			
		Q1	Q2	Q3	Q4
veldinspectie	2	0	1	0	0
Trekkraft / Voorspanning	4 maal per dag	4pd	4pd	4pd	4pd
Piping	Onvoorzien, rekening houdend met 1 keer. Op basis van overschrijding marge een inspectie uitvoeren	0	0	0	0
Verplaatsing kopplaat / deformaties kopplaat	1	1	0	0	0
Verplaatsing omliggende grond (horizontaal en verticaal) / deformatie dijk (maaiveld)	1	1	0	0	0
Deformatie JLD Dijkstabilisator - SAAF LDE-los	1	0	0	1	0
Deformatie JLD Dijkstabilisator - Referentiepunt SAAF	1	0	0	1	0
Grondwaterstand / waterspanning meten	4 Doorlopend, dagelijkse meting, 3-maandelijke rapportage	1	1	1	1
Neerslag meten	4 Doorlopend, dagelijkse meting, 3-maandelijke rapportage	1	1	1	1
VTA meting beplanting	0	0	0	0	0
Opstellen werkplan 2023	1	0	0	0	1
Inrichten platform	1	0	0	0	1
Opstellen inhoudsopgave postdictie	1	0	0	0	1
Ophalen opmerkingen op beheerplan	1	0	0	0	1





## 3 Monitoringsdata Watergraafsmeer

In onderstaand hoofdstuk zijn de monitoringsparameters beschreven van Watergraafsmeer.

### 3.1 Veldinspectie

In kwartaal 3 van 2022 heeft er geen veldinspectie plaatsgevonden.

### 3.2 Deformatie JLD-Dijkstabilisator SAAF

In kwartaal 3 van 2022 heeft zijn er SAAFmetingen naar de deformaties van de JLD-Dijkstabilisator (LDE element) uitgevoerd. De meetdata is echter nog niet doorgestuurd en zal in de jaarrapportage beschouwd worden.

### 3.3 Deformatie kruin

In maart 2022 zijn de dwarsprofielen weer ingemeten. Dit betreft de 4<sup>e</sup> herhalingsmeting. In Q3 van 2022 zijn geen meetwerkzaamheden verricht.

### 3.4 Deformatie kopplaten

In maart 2022 zijn de kopplaten weer ingemeten. Dit betreft de 2<sup>e</sup> herhalingsmeting. In Q3 van 2022 zijn geen meetwerkzaamheden verricht.

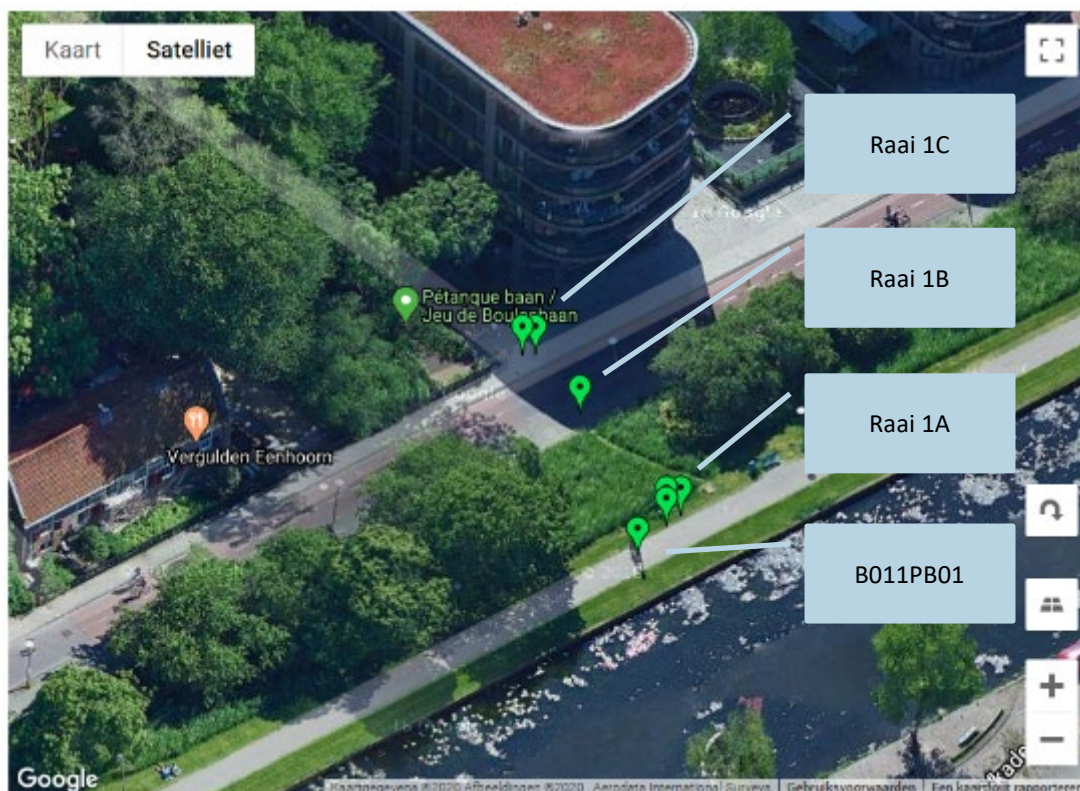
### 3.5 Beplanting

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

Classificatie: Intern

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
<b>1</b>	<b>A-3</b>	<b>123157</b>	<b>484930</b>	<b>0,21</b>	<b>-7,89</b>	<b>Wadzand</b>	<b>WSM003</b>
1	A-4	123157	484929	0,19	-9,91	Wadzand	WSM004
<b>1</b>	<b>B-1</b>	<b>123163</b>	<b>484919</b>	<b>-2,61</b>	<b>-8,01</b>	<b>Wadzand</b>	<b>WSM005</b>
1	C-1	123166	484913	-2,82	-5,32	Veen	WSM006
<b>1</b>	<b>C-2</b>	<b>123167</b>	<b>484913</b>	<b>-2,82</b>	<b>-7,82</b>	<b>Veen</b>	<b>WSM007</b>
1	C-3	123167	484913	-2,81	-9,81	Wadzand	WSM008
<b>1</b>	<b>C-4</b>	<b>123167</b>	<b>484913</b>	<b>-2,81</b>	<b>-12,55</b>	<b>Pleistocene zand</b>	<b>WSM009</b>
2	A-1	123371	485085	0,28	-2,54	Veen	WSM010
2	A-2	123371	485085	0,30	-5,52	Veen	WSM011
<b>2</b>	<b>A-3</b>	<b>123371</b>	<b>485085</b>	<b>0,28</b>	<b>-8,04</b>	<b>Wadzand</b>	<b>WSM012</b>
<b>2</b>	<b>A-4</b>	<b>123371</b>	<b>485085</b>	<b>0,31</b>	<b>-9,97</b>	<b>Wadzand</b>	<b>WSM013</b>
<b>2</b>	<b>B-1</b>	<b>123377</b>	<b>485077</b>	<b>-2,42</b>	<b>-7,44</b>	<b>Wadzand</b>	<b>WSM014</b>
2	C-1	123380	485072	-3,22	-5,50	Veen	WSM015
<b>2</b>	<b>C-2</b>	<b>123380</b>	<b>485072</b>	<b>-3,22</b>	<b>-8,00</b>	<b>Wadzand</b>	<b>WSM016</b>
2	C-3	123380	485071	-3,22	-10,00	Wadzand	WSM017
<b>2</b>	<b>C-4</b>	<b>123381</b>	<b>485072</b>	<b>-3,22</b>	<b>-12,56</b>	<b>Pleistocene zand</b>	<b>WSM018</b>
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
<b>3</b>	<b>A-5</b>	<b>123569</b>	<b>123568</b>	<b>0,31</b>	<b>-13,00</b>	<b>Pleistocene zand</b>	<b>WSM023</b>
<b>3</b>	<b>B-1</b>	<b>123575</b>	<b>485219</b>	<b>-2,80</b>	<b>-8,00</b>	<b>Wadzand</b>	<b>WSM024</b>
3	C-1	123583	485215	-3,15	-5,50	Veen	WSM025
<b>3</b>	<b>C-2</b>	<b>123582</b>	<b>485216</b>	<b>-3,16</b>	<b>-8,00</b>	<b>Wadzand</b>	<b>WSM026</b>
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 01-07-2022 tot en met 01-10-2022.

### 3.6.3 Apparatuur

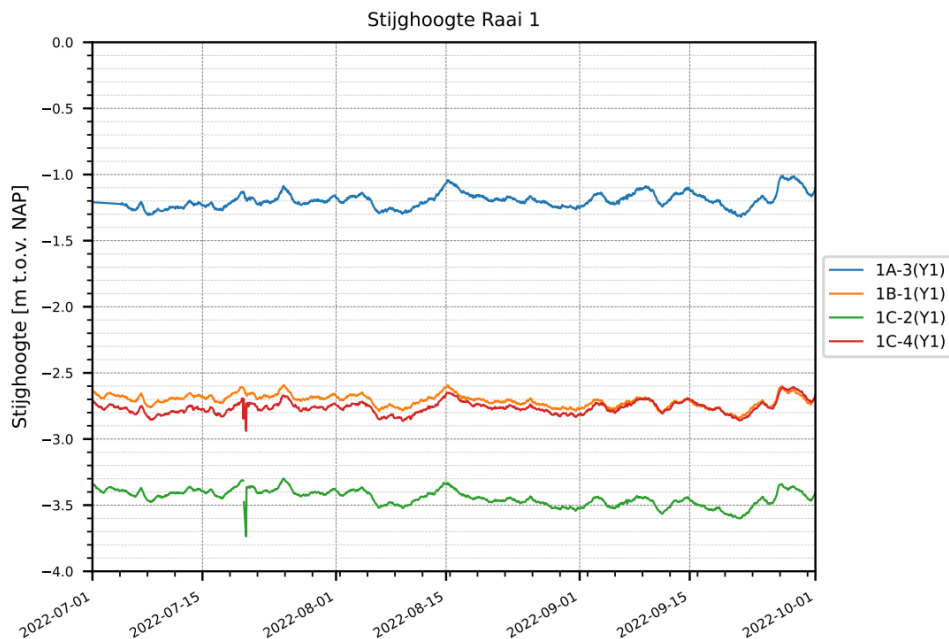
De analoge waterspanningsmeters zijn type 21Y met een meetbereik van 200 kPa, van Geopoint systems BV. De data worden met een vaste kabel van de waterspanningsmeter naar de sensor op een loggerkast verstuurd. (type: één-kanaalslogger van Geopoint). Vanuit de loggerkast worden de gegevens dagelijks naar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

### 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.

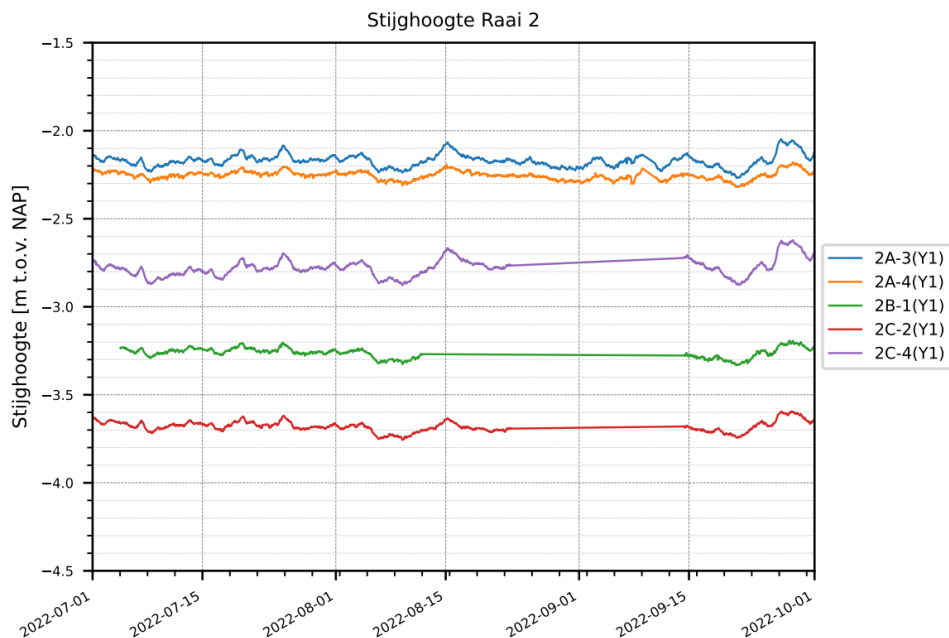
### 3.6.5 Data

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 4.



Figuur 3-4 Stijghoogte uitgezet tegen de datum, 01-07-2022 tot 01-10-2022, van raai 1

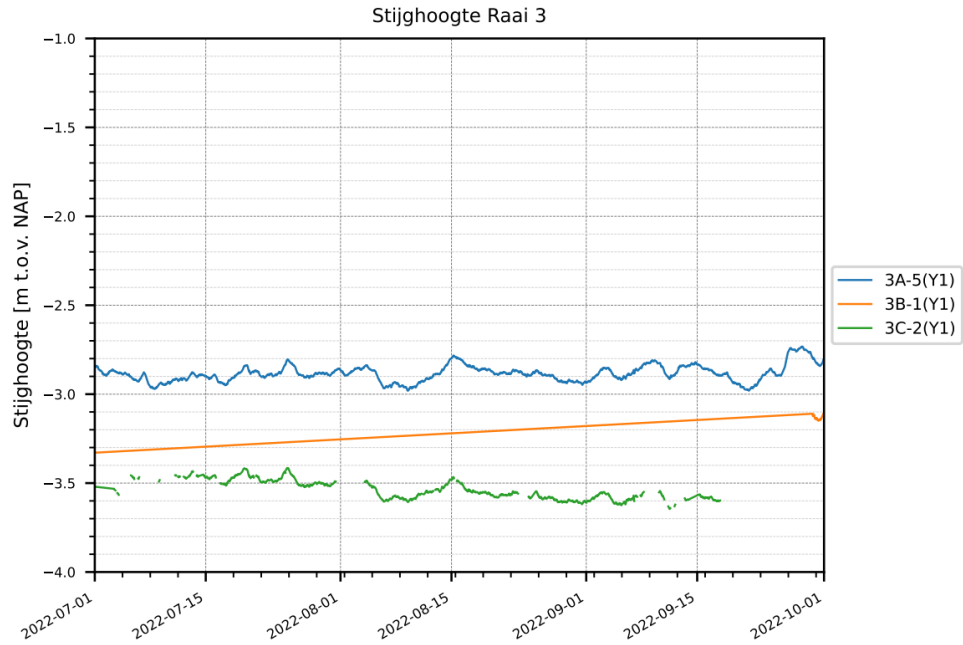
In de meetdata van 1B-1, 1C-2 en 1C-4 is een korte schommeling rond 22 juli waarneembaar.



Figuur 3-5 Stijghoogte uitgezet tegen de datum, 01-07-2022 tot 01-10-2022, van raai 2

Classificatie: Intern

Wat opvalt is dat 2C-2 en 2C-4 in de periode tussen 20 augustus en 15 september geen meetdata laten zien. Daarnaast laat 2B-1 de periode 12 augustus tot 15 september geen meetdata zien.



Figuur 3-6 Stijghoogte uitgezet tegen de datum, 01-07-2022 tot 01-10-2022, van raai 3

In raai 3 valt op dat 3C-2 vanaf 17 september geen data heeft opgeslagen/verzonden. Daarnaast is te zien dat 3B-1 geen meting heeft verricht in deze periode.

## **3.7 Voorspanning**

### **3.7.1 Meetlocaties**

Elke JLD-Dijkstabilisator is voorzien van een druksensor om de voorspanning te meten. Ten behoeve van de analyse in de 3-maandelijke monitoringsrapportages van de voorspanning is een selectie gemaakt van karakteristieke patronen.

### **3.7.2 Meetperiode**

De meetgegevens omvatten de periode 01-07-2022 tot en met 01-10-2022.

### **3.7.3 Apparatuur**

De spanning is gemeten met de ingebouwde druksensor.

### **3.7.4 Bijzonderheden**

#### **3.7.4.1 Nieuwe nodes**

Zoals in paragraaf 3.9 staat beschreven zijn er in de periode van april 2022 – juli 2022 herstelwerkzaamheden aan de nodes uitgevoerd. Daardoor is het aantal zendende nodes toegenomen van minder dan 40% naar 93%. De overige 7% wordt veroorzaakt door: geen toestemming voor werken naast de gasleiding, en niet vervangbare defecte druksensoren (deze zijn niet voorzien van een nieuwe node omdat de meetwaarde foutief is).

#### **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. In het logboek van de herstelwerkzaamheden zijn deze ankers weergegeven.

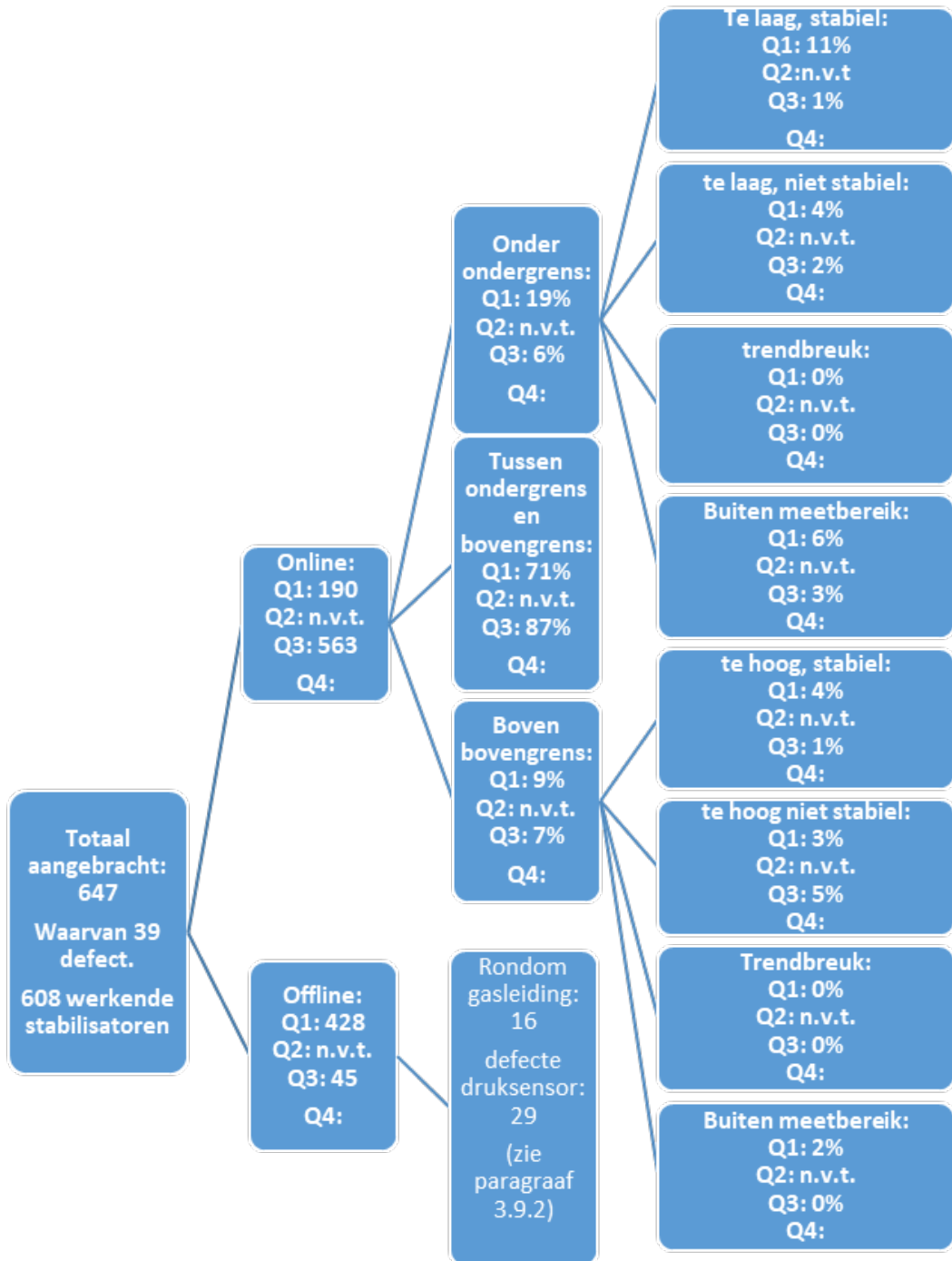
### **3.7.5 Data**

De onderstaande analyse is gebaseerd op de data die toegevoegd zijn in bijlage 1.

#### **3.7.5.1 Algemeen**

Onderstaand schema weergeeft een overzicht van de voorspanning in het systeem.





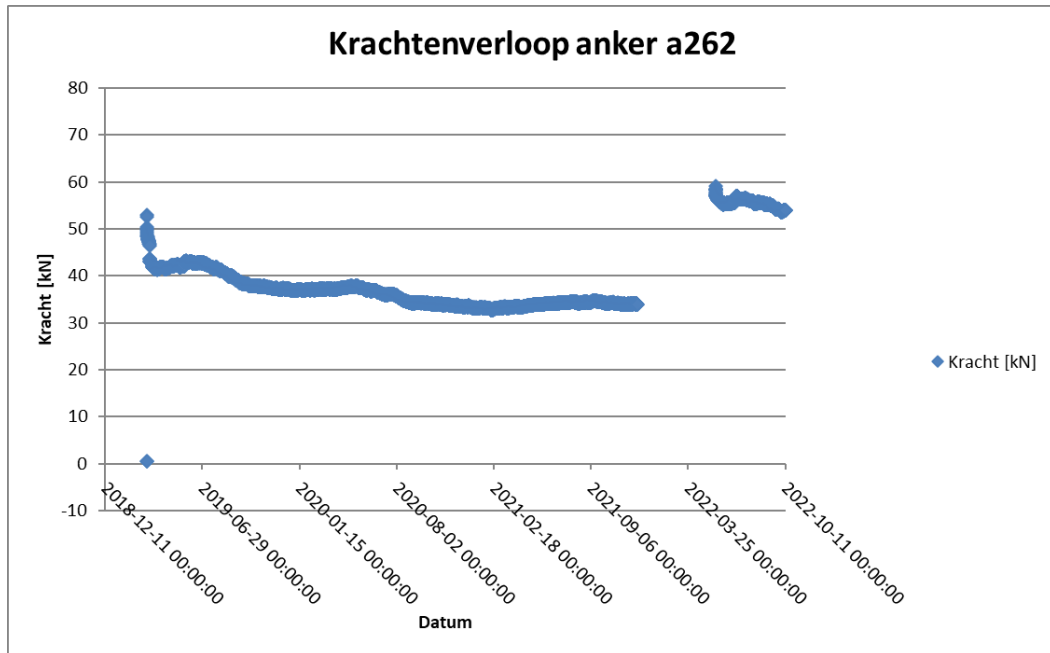
Figuur 3-7 Overzicht voorspanning eind Q3 2022

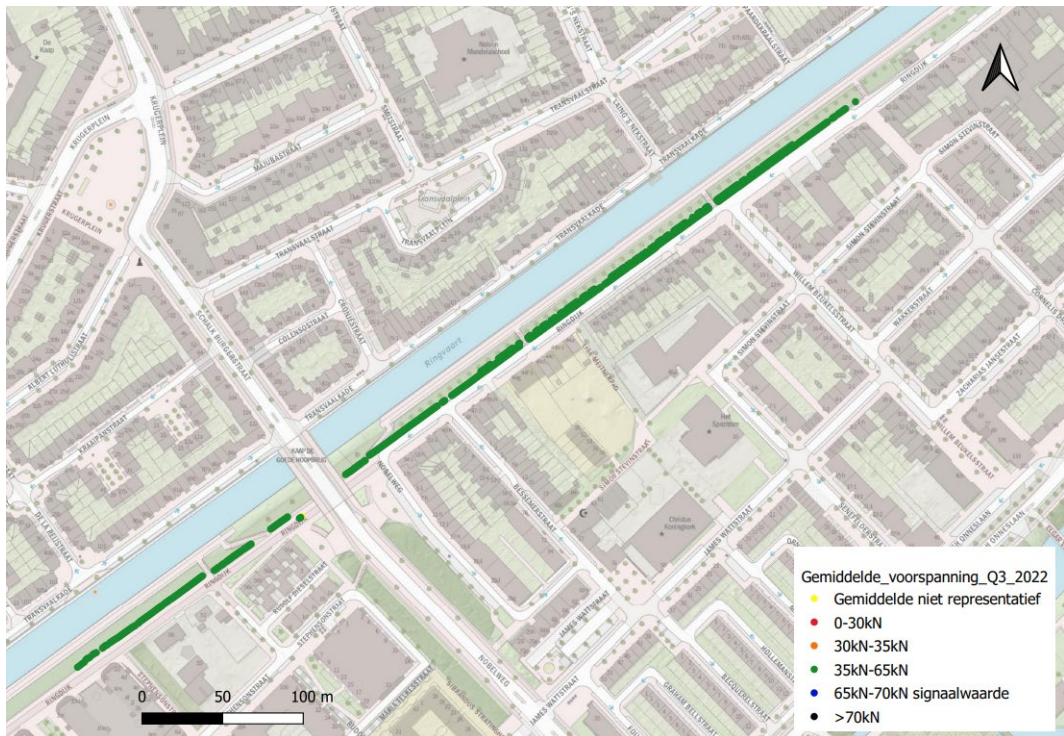
### 3.7.5.2 Voorspanning onder ondergrens

Er zijn 34 stabilisatoren waarbij de gemeten voorspanning lager is dan de ondergrens (30 kN). Het betreft 6% van de stabilisatoren. Hiervan zijn er 3% buiten het meetbereik. In de postdictie moet allereerst in ogeschouw worden genomen welke stabilisatoren functioneren, welke nagespannen zijn en welke niet meer na te spannen zijn door toedoen van een defect.

### 3.7.5.3 Voorspanning tussen onder en bovengrens

Conform het beheerplan is het naspannen uitgevoerd, namelijk in kwartaal 2 van 2022. Uit de analyse volgt dat de gemiddelde voorspanning overal voldoet aan de signaleringswaarden. In de grafieken is het naspannen duidelijk waarneembaar (zie onderstaand voorbeeld).





Figuur 3-8 Overzicht gemiddelde voorspanning in een straal van 15 meter rondom elke stabilisator.

### 3.7.5.4 Voorspanning boven bovengrens

Er zijn 39 stabilisatoren waarbij de gemeten voorspanning hoger is dan de bovengrens (70 kN). Het betreft 7% van de stabilisatoren. Daarvan is 0%-punt een onrealistische waarde, 2%-punt een stabiele te hoge waarde en 5%-punt een nog niet stabiele te hoge waarde.

Conform het beheer- en onderhoudsplan [3] 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 3-8 is weergegeven). Het krachtverloop van de JLD-Dijkstabilisatoren met een te hoge voorspanning wordt conform het beheerplan maandelijks gecontroleerd<sup>1</sup>.

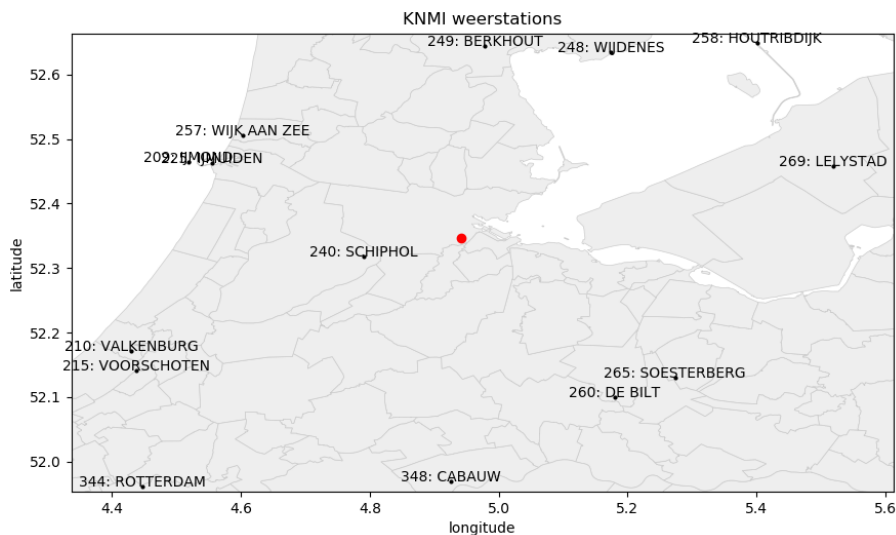
<sup>1</sup> De bovengrens van het systeem is berekend aan het eind van 100 jaar inclusief materiaaldegradatie en dijkophoging.

### 3.8 Neerslag

Ten behoeve van de monitoring Ringdijk is het gewenst inzicht te krijgen in de neerslag en verdamping die in het derde kwartaal van 2022 heeft plaatsgevonden. In deze memo is neerslag- en verdampingsdata van de periode 1 juli 2022 tot 30 september 2022 gepresenteerd.

#### 3.8.1 Monitoringslocatie

Om tot representatieve data te komen zijn de weerstations van het KNMI geraadpleegd. In Figuur 3-9 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 3-9: Weerstations in de omgeving van Amsterdam. De projectlocatie is in rood weergegeven. (bron: KNMI)

#### 3.8.2 Meetperiode

De meetgegevens omvatten de periode van 01-07-2022 tot en met 30-09-2022.

#### 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

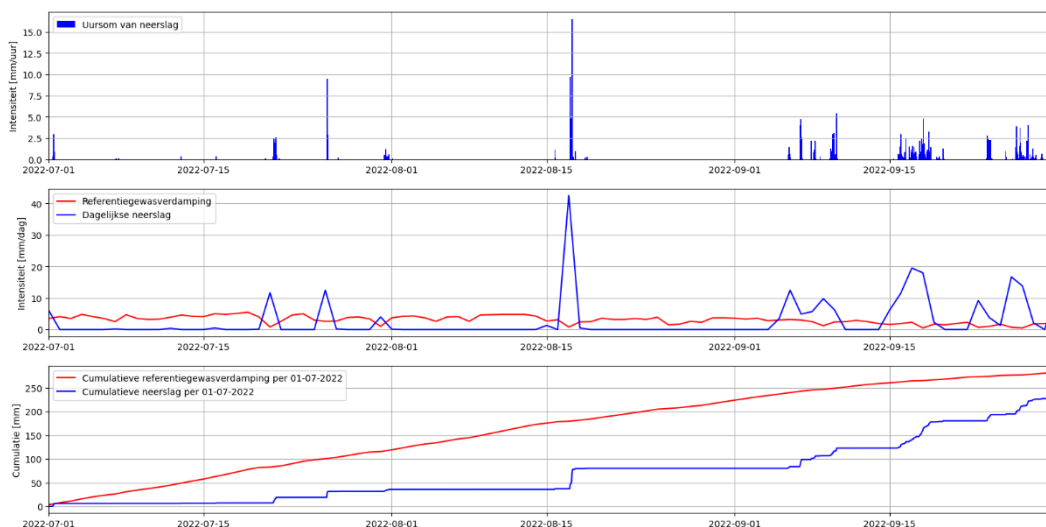
In Figuur 3-10 is neerslag- en verdampingsdata weergegeven van het weerstation Schiphol in de periode van 1-jul-2022 tot 30-sep-2022.

#### Neerslag

In de bovenste grafiek van Figuur 3-10 is de uursom weergegeven van de neerslag. De maanden juli en augustus waren over het algemeen droge maanden, met enkele kortdurende hevige neerslagevenementen. Op 17 augustus was er binnen 12 uur tijd meer dan 40 mm neerslag. De maand september was een stuk natter, meer dan de helft van de dagen in deze maand heeft het geregend. De maximale neerslag op één dag in deze periode betreft 20 mm. Ondanks de natte maand september was Q3 van 2022 nog steeds een relatief droog kwartaal ten opzichte van het langjarig gemiddelde. De totale regenval bedraagt 227 mm, volgens het langjarig gemiddelde valt er in dit kwartaal ruim 250 mm. In de cumulatieve grafiek (onder) is dit zichtbaar.

#### 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 3-10. 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 naar ca. 0,5 tot 2,5 mm/dag.



Figuur 3-10: Neerslag en referentiegewasverdamping van het meetstation Schiphol (bron: KNMI)

#### Relatie neerslag-verdamping

In Tabel 3-2: Wekelijkse neerslag en verdamping is de wekelijkse neerslag- en verdamping weergegeven. Tot medio augustus is de wekelijkse verdamping hoger dan de wekelijkse neerslag. Vanaf eind augustus neemt de neerslag toe en de verdamping af en draait de balans om. Netto is er aan het eind van de periode een neerslag tekort van ca. 55 mm.

Tabel 3-2: *Wekelijkse neerslag en verdamping*

Week	Van	Tot	Neerslag [mm]	Verdamping [mm]
26	01-jul	03-jul	6	11
27	04-jul	10-jul	0	26
28	11-jul	17-jul	1	30
29	18-jul	24-jul	12	28
30	25-jul	31-jul	17	20
31	01-aug	07-aug	0	27
32	08-aug	14-aug	0	31
33	15-aug	21-aug	44	18
34	22-aug	28-aug	0	20
35	29-aug	04-sep	0	23
36	05-sep	11-sep	43	18
37	12-sep	18-sep	55	14
38	19-sep	25-sep	17	11
39	26-sep	30-sep	44	6

## 3.9 Naspan- en herstelwerkzaamheden

### 3.9.1 Beschrijving werkzaamheden

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 nodus 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' [4].

Op hoofdlijnen bestonden de werkzaamheden uit:

- Opzoeken stabilisatoren middels GPS;

Classificatie: Intern

- 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.

### 3.9.2 Overzicht bevindingen werkzaamheden

De bevindingen van de herstelwerkzaamheden staan uitgebreid gerapporteerd in [4]. Hieronder staan de belangrijkste bevindingen kort benoemd:

- In het oostelijke deel van de ringdijk zijn er voor het naspannen nog veel stabilisatoren met voldoende voorspanning.
- In het middelste deel was bij veel stabilisatoren de voorspanning gedaald tot onder de 30 kN.
- In het westelijke deel waren er meer stabilisatoren met een defecte druksensor, dit komt (toevallig of met nog onbekende oorzaak) overeen met water in de pot.
- Veel stabilisatoren met water in de pot hebben nog een functionerende druksensor.
- Na het naspannen is de voorspanning van veel stabilisatoren weer voldoende (categorie groen). De gemiddelde voorspanning is daardoor overal weer voldoende.
- De hoeveelheid opgeslagen data verschilt per stabilisator. Van de nodes die offline waren is bij een groot aantal na 2,5 a 3 jaar de batterij leeg geraakt.
- Er is voldoende informatie beschikbaar om een postdictie mee uit te voeren.
- De afstand tussen de bovenkant van de pot en het maaiveld lijkt geen relatie te hebben tot de hoeveelheid opgeslagen data, en dus lijkt er geen relatie te zijn tussen diepte onder de grond en het batterij verbruik.
- Overige bijzonderheden (allen niet voorzien van een nieuwe node):
  - o 10 defecte ankerstangen;
  - o 18 stabilisatoren niet naspanbaar door defect uiteinde trekstang;
  - o 11 stabilisatoren niet naspanbaar door moer die vast zit;
  - o 20 nodes niet opgezocht vanwege nabijheid gasleiding (4 nog wel online met oude node).

### 3.9.3 Advies n.a.v. de herstelwerkzaamheden

- In de postdictie analyseren wat de spanningsafname is per stabilisator. Daarbij corrigeren voor de initiële spanningsafname (eerste weken na plaatsing). Doel: onderzoeken of er zones zijn met grotere/kleinere afname en vervolgens de oorzaak daarbij vinden.
- In de postdictie allereerst het logboek bijwerken en selecteren welke stabilisatoren wel/niet geïnccludeerd moeten worden in het onderzoek (i.v.m. permanent defecte druksensoren).
- Alvorens de postdictie uit te voeren de handmatig gemeten voorspanning verwerken in het overzicht; bij voorkeur ook in het platform opnemen.
- Bij oplevering aan het eind van de monitoringsperiode een overzicht opstellen van de status per stabilisator; bij voorkeur verwerken in het platform.





## 4 Advies

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

### 4.1 Algemeen

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

- **Beheer:**  
In het beheerplan een paragraaf opnemen dat de aan te brengen voorspanning bij het naspannen afgestemd moet worden op de tijd van het jaar. Voorkeur is naspannen in een natte periode (einde gesloten seizoen). Bij naspannen in een droge periode moet rekening worden gehouden met het feit dat de spanning in de natte periode weer iets op zal lopen.
- **Postdictie:**
  - In de postdictie analyseren wat de spanningsafname is per stabilisator. Daarbij corrigeren voor de initiële spanningsafname (eerste weken na plaatsing). Doel: onderzoeken of er zones zijn met grotere/kleinere afname en vervolgens de oorzaak daarbij vinden.
  - In de postdictie allereerst het logboek bijwerken en selecteren welke stabilisatoren wel/niet geïnccludeerd moeten worden in het onderzoek (i.v.m. permanent defecte druksensoren).
  - Alvorens de postdictie uit te voeren de handmatig gemeten voorspanning verwerken in het overzicht; bij voorkeur ook in het platform opnemen.
- **Oplevering:**  
Bij oplevering aan het eind van de monitoringsperiode een overzicht opstellen van de status per stabilisator; bij voorkeur verwerken in het platform.

## 5 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, „Beheer- en onderhoudsplan JLD-Dijkstabilisator Ringdijk Watergraafsmeer revisie 05,” 27-5-2019.
- [4] Antea Group, „Rapportage naspan- en herstelwerkzaamheden Watergraafsmeer,” 2022.
- [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 tijdens het inbrengen,” 03-2019.
- [8] Antea Group, JLD-Contracting, Waternet, „NOT\_20200618\_CN01\_Beslisnotitie\_IssueZendkastjes JLD\_20.017487,” 2020.
- [9] Antea Group, „20201005 - 413509-WP opgraven nodes,” 2020.
- [10] Antea Group, „Interactieproef Purmerend 2018-2020 JLD-Dijkstabilisator - overzicht data voor nadere analyse,” 02-12-2020.

## **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](mailto:jelle.tenbokkelhuinink@anteagroup.nl)

[www.anteagroup.nl](http://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.

Classificatie: Intern