



## Feitenrapportage 2021 Q2

**JLD-Dijkstabilisator Watergraafsmeer en  
Purmerend**

projectnummer 0413509.104  
definitief revisie 2  
5 november 2021

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <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  | 8         |
| 3.7      | Voorspanning                                      | 14        |
| 3.8      | Neerslag  | 21        |
| <b>4</b> | <b>Monitoringsdata en analyse Purmerend</b>       | <b>24</b> |
| 4.1      | Concept resultaten                                | 24        |
| 4.2      | Vervolgstappen                                    | 25        |
| <b>5</b> | <b>Advies</b>                                     | <b>26</b> |
| 5.1      | Algemeen  | 26        |
| 5.2      | Werkplan  | 26        |
| <b>6</b> | <b>Bibliografie</b>                               | <b>27</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 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.

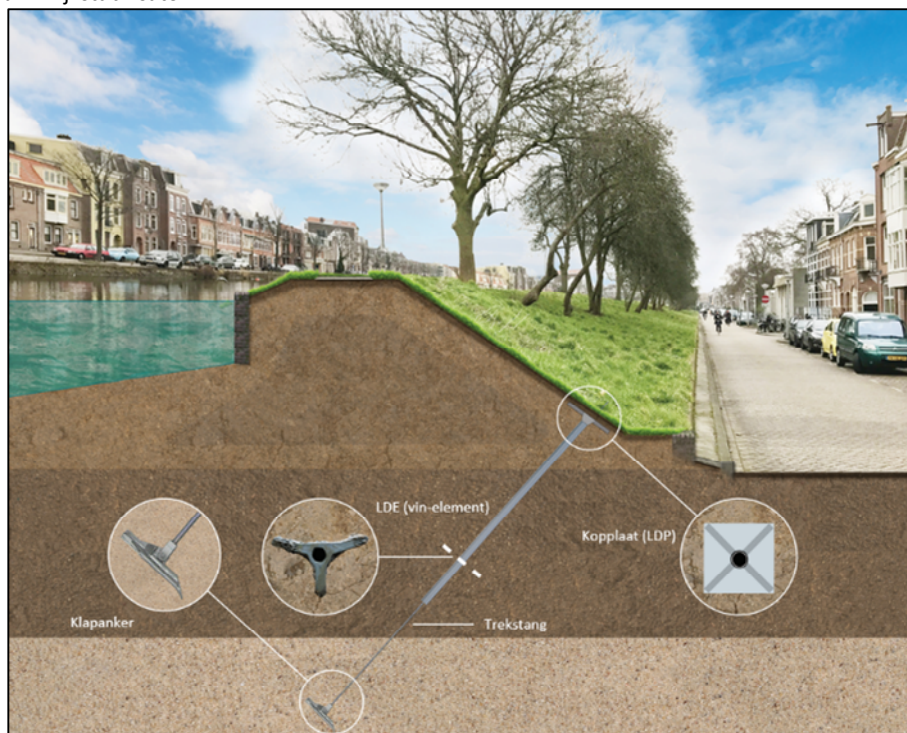
Er is reeds een monitoringsplan opgesteld. Dit beschrijft de te monitoren parameters voor de beheerperiode van vijf jaar van het pilotproject Ringdijk voor de locaties Watergraafsmeer en de proeflocatie in Purmerend. [2] De monitoring van de dijkversterking richt zich op:

- 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 2021 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 het 2e kwartaal van 2021. 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 zijn uitgevoerd. De locatie bevindt zich op voormalig 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. De proeven zijn medio 2020 afgerond.



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 2021 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 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          | 0   |    |    |
| 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          | 1   |    |    |
| Deformatie JLD Dijkstabilisator - Referentiepunt SAAF                                 | 1  | 0          | 1   |    |    |
| Grondwaterstand / waterspanning meten   | 4<br>Doorlopend, dagelijkse meting, 3 maandelijkse rapportage                                      | 1          | 1   |    |    |
| Neerslag meten  | 4<br>Doorlopend, dagelijkse meting, 3 maandelijkse rapportage                                      | 1          | 1   |    |    |
| VTA meting beplanting   | 0  | 0          | 0   |    |    |
| Opstellen werkplan 2022   | 1  | 0          | 0   |    |    |



## 3 Monitoringsdata Watergraafsmeer

In onderstaand hoofdstuk zijn de monitoringsparameters beschreven van Watergraafsmeer.

### 3.1 Veldinspectie

In kwartaal 2 van 2021 heeft er geen veldinspectie plaatsgevonden. Inspectie van de kering wordt uitgevoerd in Q4 van 2021.

### 3.2 Deformatie JLD-Dijkstabilisator SAAF

#### 3.2.1 Meetlocaties

Het betreft meetpunt 2 t/m 6 welke zijn gepresenteerd in Figuur 3-1.



Figuur 3-1: Overzichtssituatie meetlocaties.

#### 3.2.2 Meetperiode

Op 22, 23 en 24 maart 2020 zijn er 7 SAAFmetingen uitgevoerd in 5 raaien in het versterkte dijktraject. In 3 raaien is 1 meting per raai uitgevoerd (enkele rij JLD-Dijkstabilisatoren). In 2 raaien zijn 2 metingen uitgevoerd (2 rijen JLD-Dijkstabilisatoren).

#### 3.2.3 Apparatuur

De vervorming is gemeten met een inclinometer.

### 3.2.4 Bijzonderheden

Tijdens de meting zijn er geen bijzonderheden waargenomen.

### 3.2.5 Data

#### 3.2.5.1 Raai 2

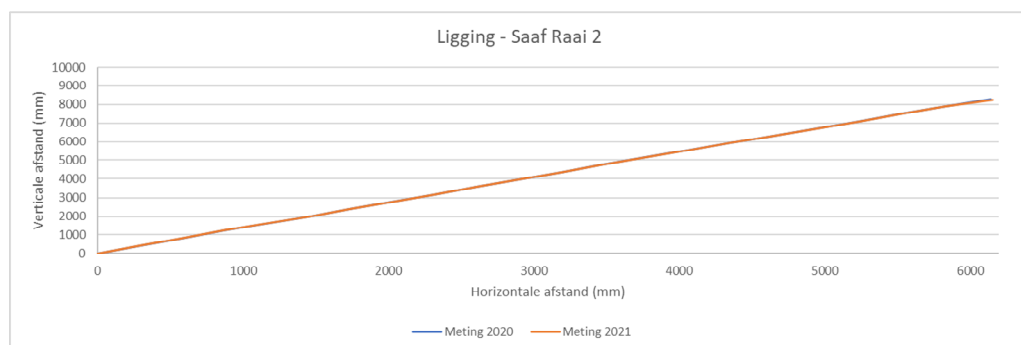
In Figuur 3-2 is een overzichtsfoto van de meetlocatie getoond. In is de initiële vervorming getoond, waarbij de eerste en tweede meting met elkaar zijn vergeleken. In is het verschil tussen meting 1 en een rechte lijn getoond.



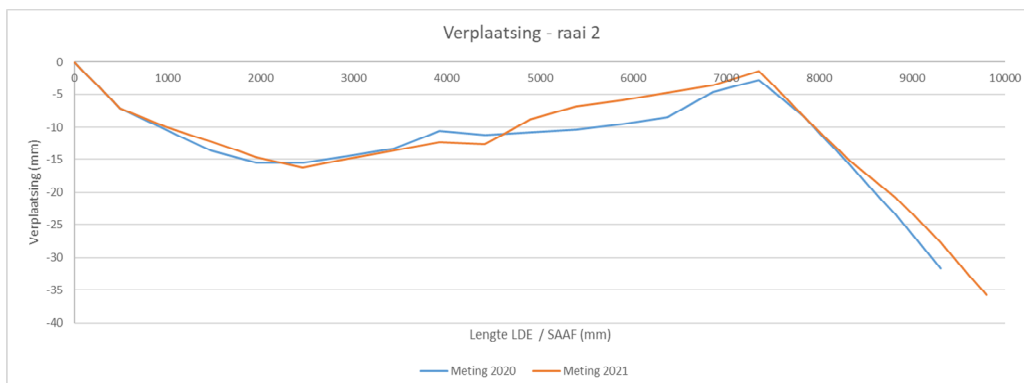
Figuur 3-2: Overzichtsfoto locatie raai 2.

Tabel 3-1 locatiegegevens bovenkant LDE (midden wanddikte)

| Raai | X-coördinaat | y-coördinaat | Z [m t.o.v. NAP] |
|------|--------------|--------------|------------------|
| 2    | 123157.307   | 484920.094   | -1.762           |



Figuur 3-3: Initiële positie van de SAAF.



Figuur 3-4: Verschil tussen meting 1 en een rechte lijn en meting 3 en een rechte lijn (let op, de horizontale as is in meters, de verticale as in mm).

Meting 3 lijkt iets naar links te zijn verschoven. Dit komt waarschijnlijk door het ontbreken van het eerste meetpunt in de meetreeks. Wanneer het ontbreken van dit meetpunt in ogenschouw wordt genomen, levert de vergelijking tussen meting 1 (2020) en meting 3 (2021) een nagenoeg zelfde beeld op. De vervorming van de stang is met enkele millimeters (maximaal 8 mm) vergroot ten opzichte van het vorige jaar.

### 3.2.5.2 Raai 3

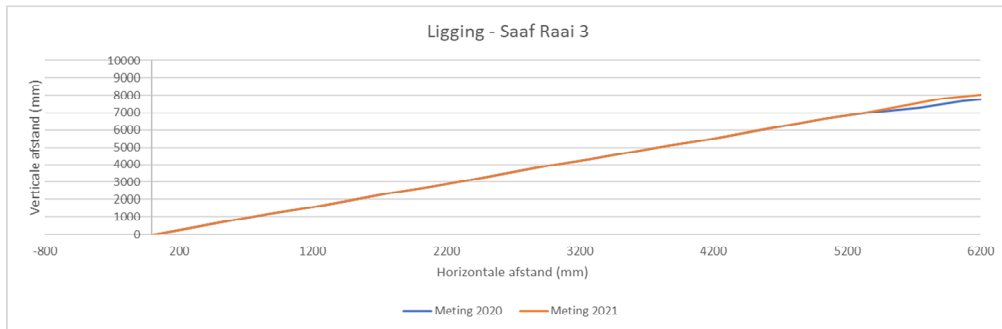
In Figuur 3-5 is een overzichtsfoto van de meetlocatie getoond. In is de initiële vervorming getoond, waarbij de eerste en tweede meting met elkaar zijn vergeleken. In is het verschil tussen meting 1 en een rechte lijn getoond.

Tabel 3-2 locatiegegevens bovenkant LDE (midden wanddikte)

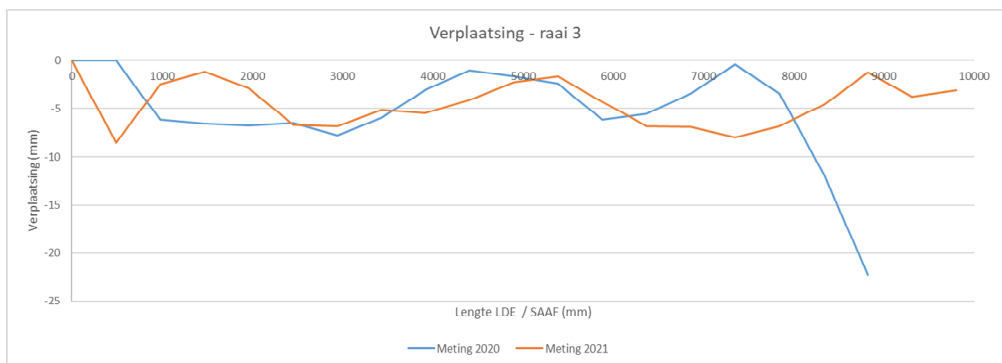
| Raai | X-coördinaat | y-coördinaat | Z [m t.o.v. NAP] |
|------|--------------|--------------|------------------|
| 3    | 123341.395   | 485052.776   | -2.186           |



Figuur 3-5: Overzichtsfoto locatie raai 3.



Figuur 3-6: Initiële positie van de SAAF.



Figuur 3-7: Verschil tussen meting 1 en een rechte lijn en meting 3 en rechte lijn. (let op, de horizontale as is in meters, de verticale as in mm).

Het begin is grotendeels vergelijkbaar met de meting in 2020. Er vindt nog steeds een golvend vervormingsgedrag plaats. Opvallend is de kop aan het eind, welke in de richting van de rechte lijn is bewogen. Dit valt wellicht te verklaren dat op lengte LDE  $\approx 7500$  de stang naar beneden wordt bewogen, waardoor het eind naar boven geduwd wordt door het kwispeleffect. De verwachting is dat dergelijke effecten zichtbaar zijn omdat het LDE zo goed als recht is.

### 3.2.5.3 Raai 4

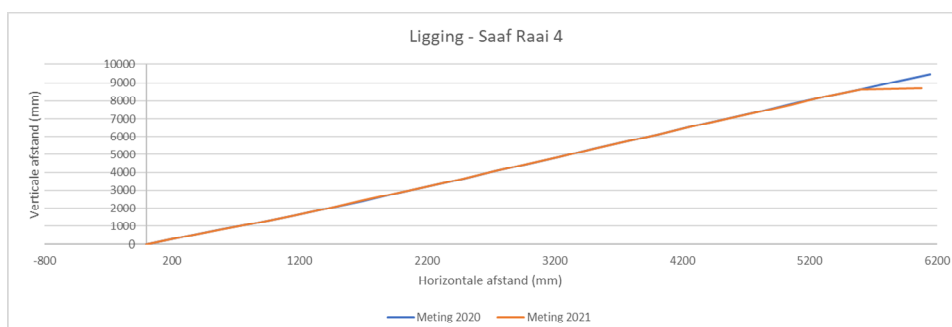
In Figuur 3-8 is een overzichtsfoto van de meetlocatie getoond. In is de initiële vervorming getoond, waarbij de eerste en derde meting met elkaar zijn vergeleken. In is het verschil tussen meting 1 en een rechte lijn getoond.

Tabel 3-3 locatiegegevens bovenkant LDE (midden wanddikte)

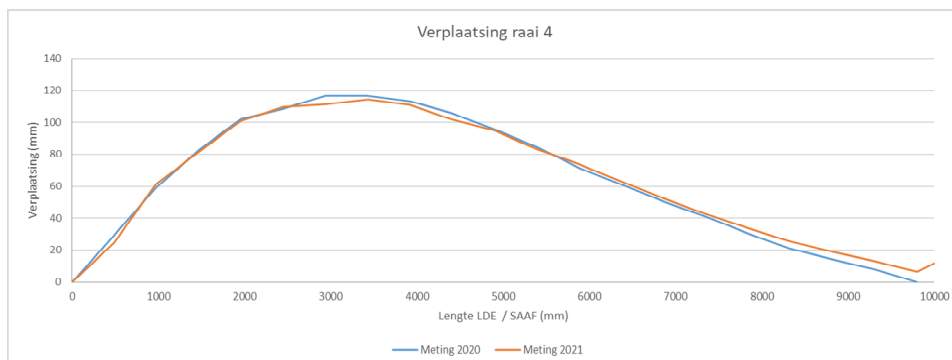
| Raai | X-coördinaat | y-coördinaat | Z [m t.o.v. NAP] |
|------|--------------|--------------|------------------|
| 4    | 123420.818   | 485110.644   | -2.407           |



Figuur 3-8: Overzichtsfoto locatie raai 4.



Figuur 3-9: Initiële positie van de SAAF.



Figuur 3-10: Verschil tussen meting 1 en een rechte lijn. (let op, de horizontale as is in meters, de verticale as in mm)

De metingen van 2020 en 2021 leveren een zelfde opbolling op, waaruit kan worden geconcludeerd dat de vervorming gelijk is gebleven.

### 3.2.5.4 Raai 5

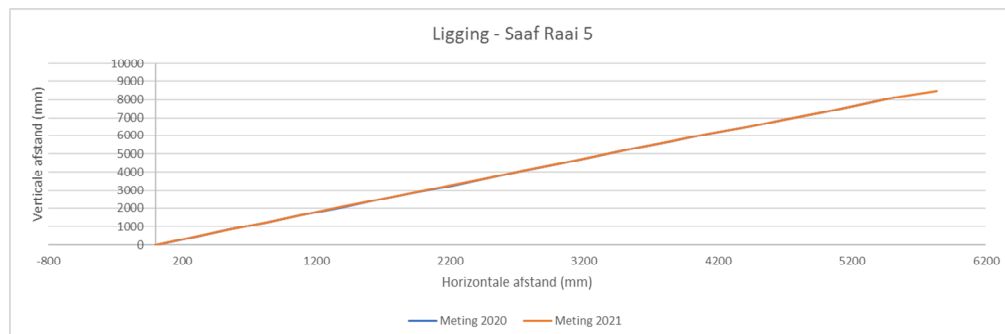
In Figuur 3-11 is een overzichtsfoto van de meetlocatie getoond. In is de initiële vervorming getoond, waarbij de eerste en tweede meting met elkaar zijn vergeleken. In is het verschil tussen meting 1 en een rechte lijn getoond.

Tabel 3-4 locatiegegevens bovenkant LDE (midden wanddikte)

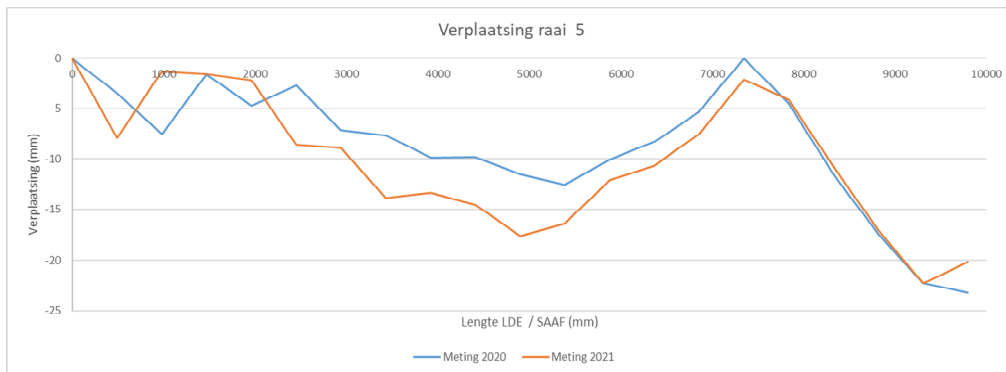
| Raai | X-coördinaat | y-coördinaat | Z [m t.o.v. NAP] |
|------|--------------|--------------|------------------|
| 5    | 123461.062   | 485139.358   | -2.233           |



Figuur 3-11: Overzichtsfoto locatie raai 5.



Figuur 3-12: Initiële positie van de SAAF.



Figuur 3-13: Verschil tussen meting 1 en een rechte lijn en meting 3 met een rechte lijn. (let op, de horizontale as is in meters, de verticale as in mm)

Uit Figuur 3-13 is een lichte vergroting van de vervorming te zien. Dit bedraagt maximaal 6 mm meer. De zakking van het einde van de stang blijft nagenoeg gelijk. *Figuur 1-1*

### 3.2.5.5 Raai 6

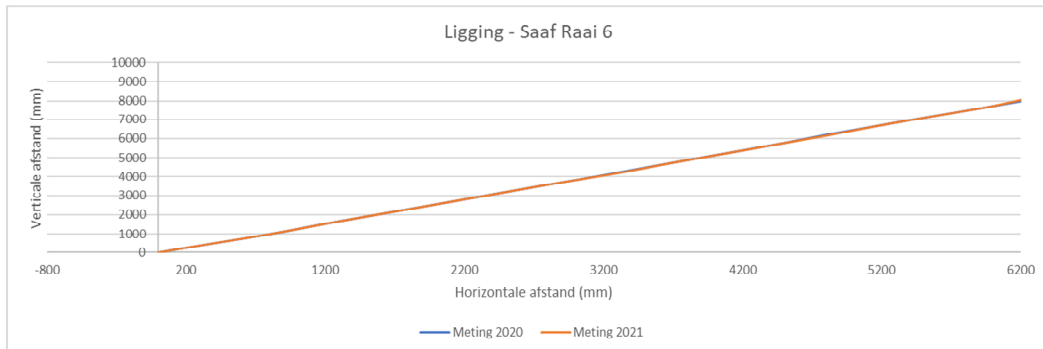
In Figuur 3-14 is een overzichtsfoto van de meetlocatie getoond. In is de initiële vervorming getoond, waarbij de eerste en tweede meting met elkaar zijn vergeleken. In is het verschil tussen meting 1 en een rechte lijn getoond.

Tabel 3-5 locatiegegevens bovenkant LDE (midden wanddikte)

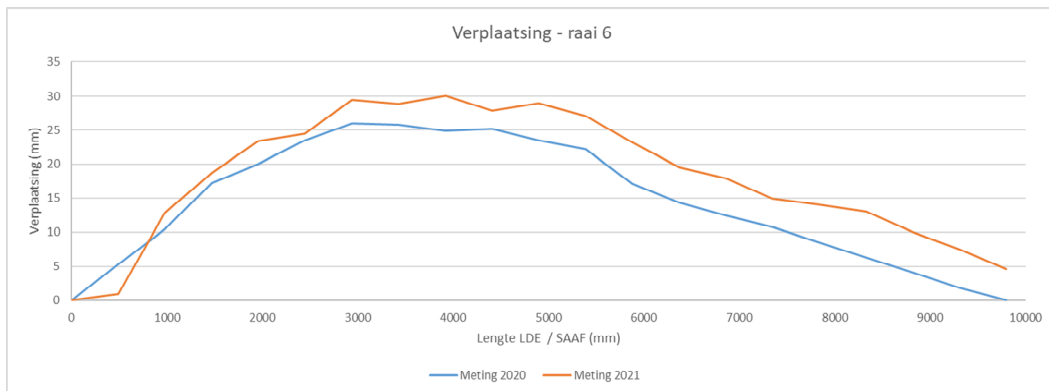
| Raai | X-coördinaat | y-coördinaat | Z [m t.o.v. NAP] |
|------|--------------|--------------|------------------|
| 5    | 123540.523   | 485197.457   | -2.274           |



Figuur 3-14: Overzichtsfoto locatie raai 6.



Figuur 3-15: Initiële positie van de SAAF.



Figuur 3-16: Verschil tussen meting 1 en een rechte lijn. (let op, de horizontale as is in meters, de verticale as in mm)

Ten opzichte van de meting van 2020 is de opbolling in 2021 net iets groter geworden.

### 3.2.6 Conclusie

Er kan de conclusie getrokken worden dat de LDE's nog steeds vervormen. Het vervormingsgedrag uit 2020 heeft zich grotendeels voortgezet. En is lokaal iets toegenomen.

### 3.2.7 Advies

Het advies is om de metingen periodiek door te zetten, waarbij voor deformatie op hoofdlijnen één maal per jaar voldoende is. Het advies is om dit in hetzelfde seizoen uit te voeren, bij voorkeur met een gelijke hoeveelheid neerslag.



### **3.3 Deformatie kruin**

In kwartaal 2 van 2021 heeft er geen monitoring plaatsgevonden met betrekking tot deformaties van de kruin, deze heeft al in kwartaal 1 2021 plaatsgevonden. De volgende meting wordt in 2022 uitgevoerd.

### **3.4 Deformatie kopplaten**

In kwartaal 2 van 2021 heeft er geen monitoring plaatsgevonden met betrekking tot deformaties van de kopplaten, deze heeft al in kwartaal 1 2021 plaatsgevonden. De volgende meting wordt in 2022 uitgevoerd.

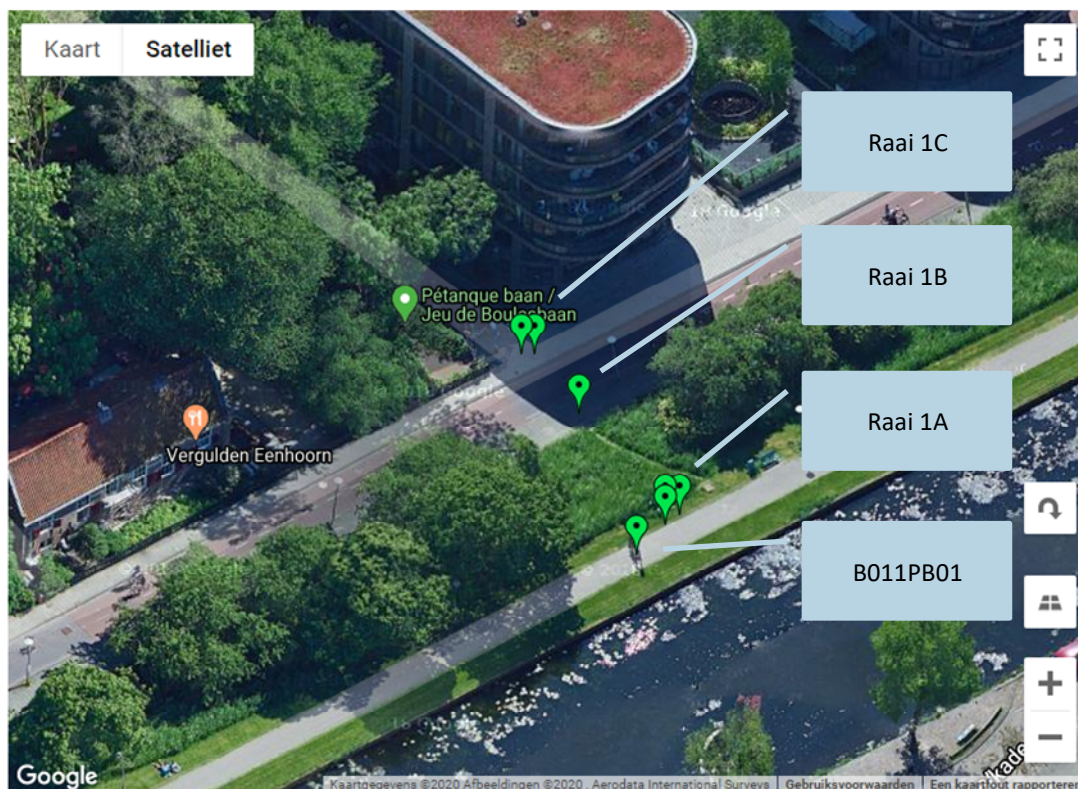
### **3.5 Bepanting**

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**

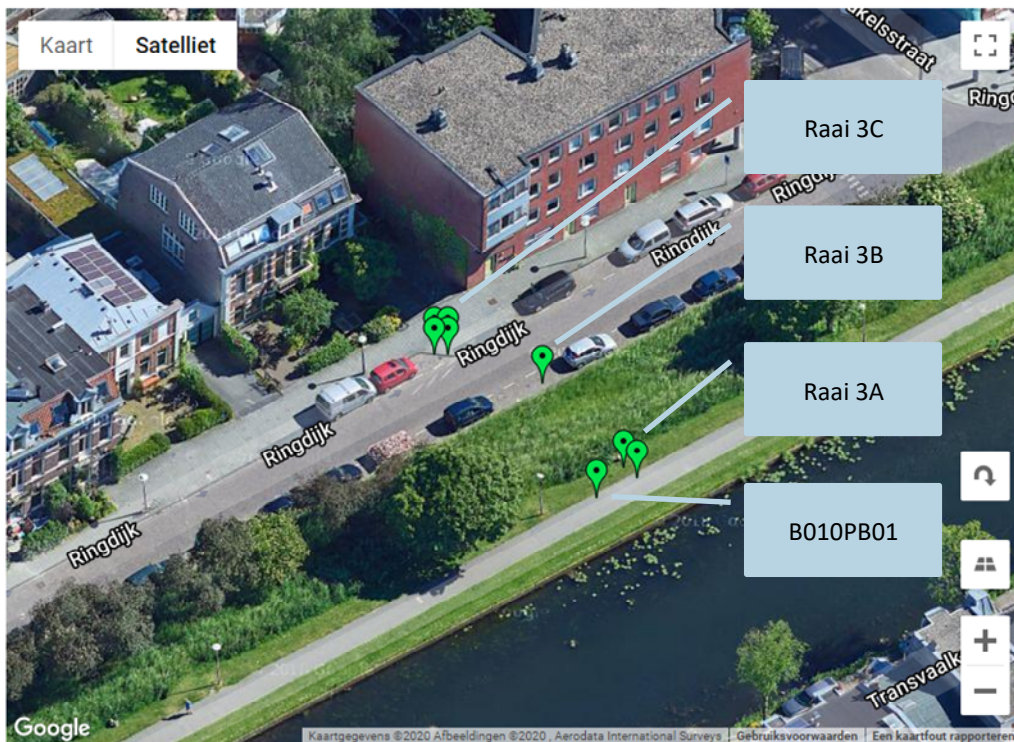
De locaties van de waterspanningsmeters en peilbuizen zijn opgenomen in Figuur 3-17 tot en met Figuur 3-18. Tevens is een overzicht van de peilbuizen en waterspanningsmeters weergegeven in Tabel 3-6. In Tabel 3-6 is een overzicht opgenomen van de verschillende waterspanningsmeters met de bijbehorende diepteligging en X,Y coördinaten.



Figuur 3-17: Overzicht locatie peilbuizen en waterspanningsmeters raai 1



Figuur 3-19: Overzicht locatie peilbuizen en waterspanningsmeters raai 2



Figuur 3-18: Overzicht locatie peilbuizen en waterspanningsmeters raai 3

Tabel 3-6: overzicht bestaande peilbuizen

| Raai | Locatie | X' [m] | Y' [m] | MV-<br>hoogte<br>[m NAP] | Diepte<br>WSM<br>[m NAP] | Grondsoort       | WSM    | Status (Jan '21)   |
|------|---------|--------|--------|--------------------------|--------------------------|------------------|--------|--------------------|
| 1    | A-1     | 123156 | 484929 | 0,24                     | -2,36                    | Veen             | WSM001 | <b>Uitgevallen</b> |
| 1    | A-2     | 123156 | 484929 | 0,21                     | -5,39                    | Veen             | WSM002 | <b>Uitgevallen</b> |
| 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 | <b>Uitgevallen</b> |
| 2    | C-2     | 123380 | 485072 | -3,22                    | -8,00                    | Wadzand          | WSM016 |                    |
| 2    | C-3     | 123380 | 485071 | -3,22                    | -10,00                   | Wadzand          | WSM017 | <b>Uitgevallen</b> |
| 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 01-04-2021 tot en met 30-06-2021.

### 3.6.3 Apparatuur

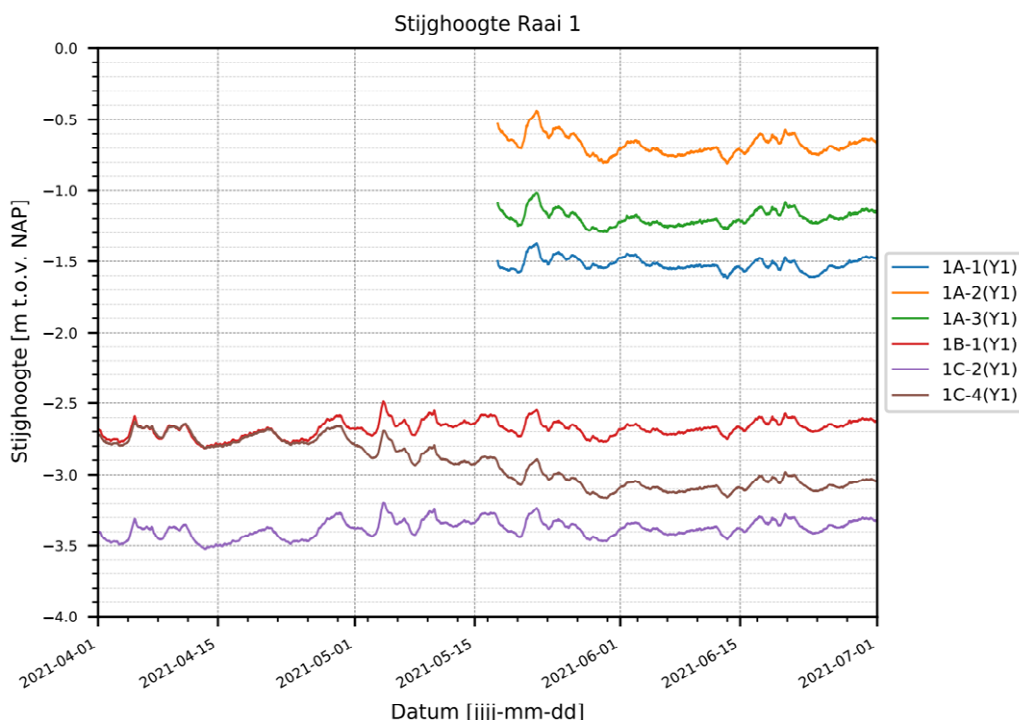
De analoge waterspanningsmeters zijn type 21Y met een meetbereik van 200 kPa, van Geopoint systems BV. De data wordt met een vaste kabel van de waterspanningsmeter naar de sensor op een loggerkast verstuurd. (type: één-kanaalslogger van Geopoint). Vanuit de loggerkast worden de gegevens dagelijks naar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

### 3.6.4 Bijzonderheden

In september 2018, maart 2020 en januari 2021 is de status van de peilbuizen gecontroleerd, de laatste status is tevens in Tabel 3-6 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 3-6.

### 3.6.5 Data

In Figuur 3-20 tot en met Figuur 3-22 zijn de waarnemingen per raai uitgezet tegen de datum. Daarnaast is in Tabel 3-7 tot en met Tabel 3-9 de stijging of daling per maand weergegeven, met als referentiepunt de start van elke maand. Een analyse tussen droge periodes, natte periodes en eventuele stijgingen of dalingen in de peilbuizen wordt in de jaarrapportage beschouwd, zie hiervoor hoofdstuk 5.



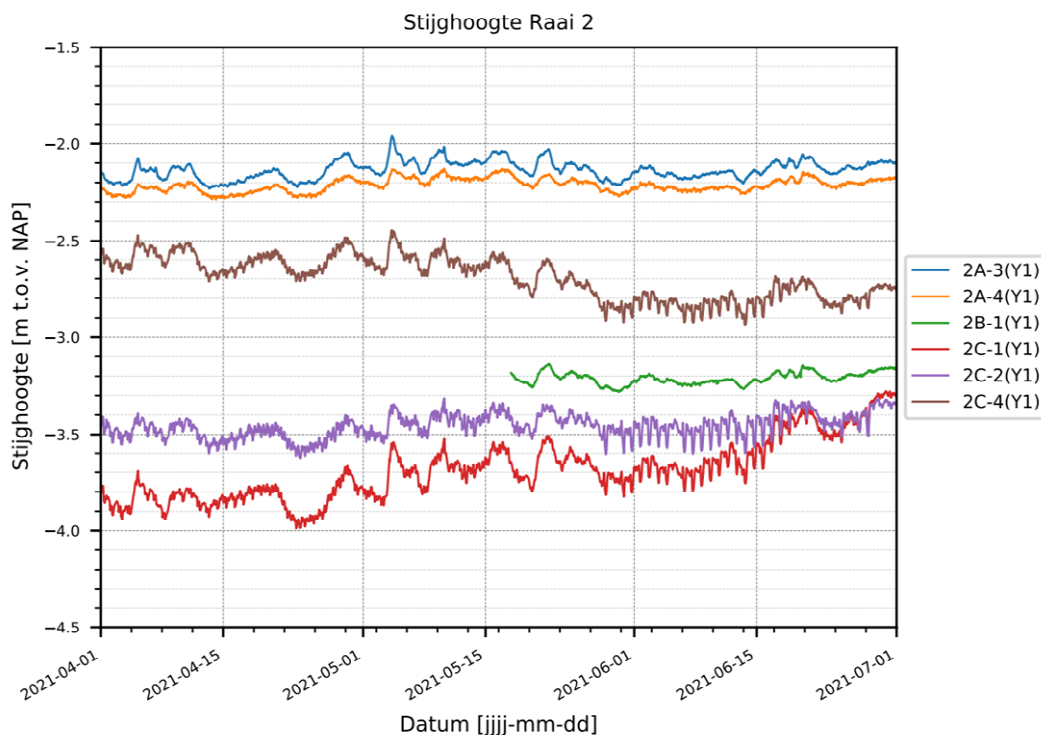
Figuur 3-20 Stijghoogte uitgezet tegen de datum, 01-04-2021 tot 30-06-2021, van raai 1

Opgemerkt wordt dat 1A-1 en 1A-3 geen data meer zenden vanaf medio maart, dit is echter hersteld per 17 mei 2021. Net als in de vorige feitenrapportage is de waterspanningsmeter 1A-1 nu wel opgenomen in het overzicht. Daarnaast werkt sinds 17 mei ook waterspanningsmeter 1A-2 weer.

In de data van raai 1 valt op dat peilbuis 1C-4 en 1B-1 in de maand april nagenoeg gelijk zijn, maar vanaf eind april divergeert 1C-4 zich tot een lagere stijghoogte, waarbij wel dezelfde fluctuaties zichtbaar zijn.

Tabel 3-7: Stijging en daling weergegeven per maand per waterspanningsmeter, raai 1

| Raai 1 | Grondsoort  | Diepte WSM [m t.o.v. NAP] | MV-hoogte [m NAP] | April [m] | Mei [m] | Juni [m] |
|--------|-------------|---------------------------|-------------------|-----------|---------|----------|
| 1A-1   | Veen        | -2,36                     | +0,24             | NB        | NB      | +0,07    |
| 1A-2   | Veen        | -5,39                     | +0,21             | NB        | NB      | +0,07    |
| 1A-3   | wadzand     | -7,89                     | +0,21             | NB        | NB      | +0,07    |
| 1B-1   | wadzand     | -8,01                     | -2,61             | -0,01     | 0,00    | +0,06    |
| 1C-2   | Veen        | -7,82                     | -2,82             | +0,02     | -0,00   | +0,06    |
| 1C-4   | pleistoceen | -12,55                    | -2,81             | -0,07     | -0,30   | +0,06    |

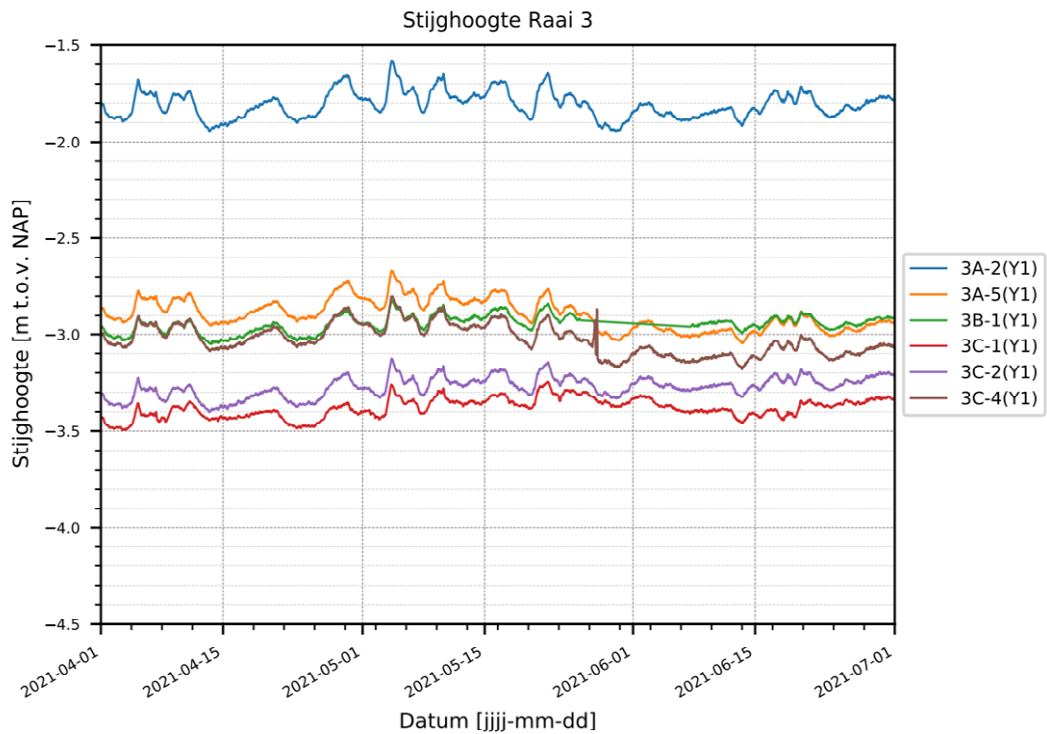


Figuur 3-21 Stijghoogte uitgezet tegen de datum, 01-04-2021 tot 30-06-2021, van raai 2

Het grillige verloop van de peilbuizen die in het achterland staan, dit betreft de peilbuizen 2C-1, 2C-2 en 2C-4 blijft in kwartaal 2 van 2021. Ook in kwartaal 2 blijft dit minder tot niet aanwezig in de metingen ter hoogte van de kruin en de teen. Net als in kwartaal 1 mist van peilbuis 2B-1 data. Dit is net als in raai 1 hersteld vanaf 17 mei 2021. Wat opvalt is dat in juni de peilbuis 2C-1 naar 2C-2 toe convergeert en dan een nagenoeg gelijke stijghoogte heeft. Daarnaast valt ook de grote daling in peilbuis 2C-4 op in de maand mei op.

Tabel 3-8: Stijging en daling weergegeven per maand per waterspanningsmeter, raai 2

| Raai 2 | Grondsoort  | Diepte WSM [m t.o.v. NAP] | MV-hoogte [m NAP] | April [m] | Mei [m] | Juni [m] |
|--------|-------------|---------------------------|-------------------|-----------|---------|----------|
| 2A-3   | wadzand     | -8,03                     | +0,28             | +0,03     | -0,02   | +0,04    |
| 2A-4   | wadzand     | -9,97                     | +0,31             | +0,03     | -0,02   | +0,04    |
| 2B-1   | wadzand     | -7,44                     | -2,42             | NB        | NB      | +0,06    |
| 2C-1   | Veen        | -5,50                     | -3,22             | 0,00      | -0,10   | +0,38    |
| 2C-2   | wadzand     | -8,00                     | -3,22             | -0,03     | 0,00    | +0,14    |
| 2C-4   | pleistoceen | -12,56                    | -3,22             | -0,02     | -0,22   | +0,05    |



Figuur 3-22 Stijghoogte uitgezet tegen de datum, 01-04-2021 tot 30-06-2021, van raai 3

De peilbuizen van raai 3 laten een gelijk verloop zien over tijd in kwartaal 2 van 2021. De data van peilbuis 3C-4 liet eind mei een afwijking in data te zijn. Het verloop was wel gelijk, maar het gemeten niveau was 2,5 meter lager. Deze data is over deze periode gecorrigeerd en daarom niet meer zichtbaar in Figuur 3-22. Daarnaast mist er wat data van 3B-1 in de periode eind mei tot begin juni.

Tabel 3-9: Stijging en daling weergegeven per maand per waterspanningsmeter, raai 3

| Raai 3 | Grondsoort  | Diepte WSM [m t.o.v. NAP] | MV-hoogte [m NAP] | April [m] | Mei [m] | Juni [m] |
|--------|-------------|---------------------------|-------------------|-----------|---------|----------|
| 3A-2   | Veen        | -5,50                     | +0,31             | +0,02     | -0,06   | +0,05    |
| 3A-5   | pleistoceen | -13,00                    | +0,31             | +0,04     | -0,15   | +0,03    |
| 3B-1   | wadzand     | -8,00                     | -2,80             | +0,02     | 0,00    | +0,04    |
| 3C-1   | Veen        | -5,50                     | -3,15             | +0,02     | +0,08   | 0,00     |
| 3C-2   | wadzand     | -8,00                     | -3,16             | +0,02     | +0,03   | +0,04    |
| 3C-4   | pleistoceen | -13,00                    | -3,17             | +0,05     | -0,15   | +0,03    |

## 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 verzend 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 01-04-2021 tot en met 30-06-2021.

### 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 is uitgevoerd vanaf week 43 van 2020. Onderstaand is beknopt opgenomen welke stappen zijn doorlopen in de inspectie. De inspectie is succesvol afgerond en resulteert in een werkplan voor herstel van de overige nodes in Q4 van 2021.

#### 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 3-10 zijn de ankers weergegeven, vetgedrukt geeft de verschillen tussen het betreffende kwartaal en het voorgaande kwartaal. Ten opzichte van kwartaal 1 levert A311 geen extreem lage, maar extreem hoge waarden. Verder zijn A100, A107, A171 & B060 extreem hoge waarden gaan leveren en is B058 extreem lage waarde gaan leveren.

Om de toedracht van de onrealistisch hoge en lage waardes te onderzoeken is in kwartaal 4 van 2020 een inspectie uitgevoerd op 8 stabilisatoren (A033, A195, A199, A311, A371, B098, B126 en B136). Deze stabilisatoren zijn opgezocht op dezelfde wijze als beschreven in voorgaande paragraaf. Bij deze stabilisatoren is vervolgens handmatig de voorspanning nagemeten,



afhankelijk van het meetresultaat is de loadcel en/of de node vervangen. De procedure staat beschreven in het werkplan [4].

Tabel 3-10: Overzicht onrealistisch hoge en lage voorspanningen op stabilisatoren

| Categorie      | Q1 2021  | Q2 2021  | Q3 2021 | Q4 2021 |
|----------------|--|--|---------|---------|
| Hoog (>100 kN) | A044, A108, A197, A303                                 | A044, <b>A100, A107, A108, A171, A197, A303, A311, B060</b>      |         |         |
| Laag (<0 kN)   | A033, A045, A311, A392, A433, A434, A452, A465 en B059 | A033, A045, A392, A433, A434, A452, A465, <b>B058 &amp; B059</b> |         |         |
|                |  |  |         |         |

### 3.7.5 Data

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

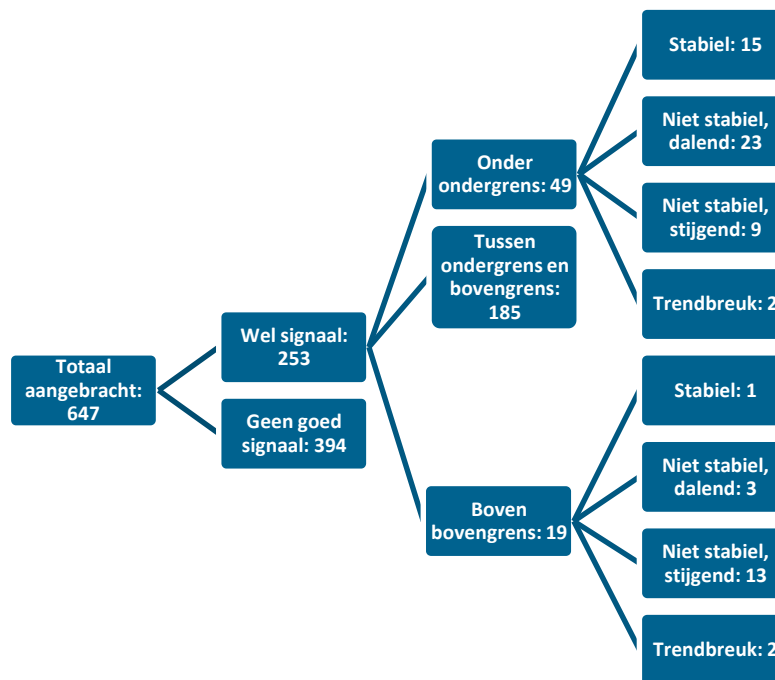
#### 3.7.5.1 Algemeen

In Figuur 3-24 en Tabel 3-11 is de toename en afname opgenomen. Hieruit blijkt dat de spanningstoename/afname per stabilisator divers is.

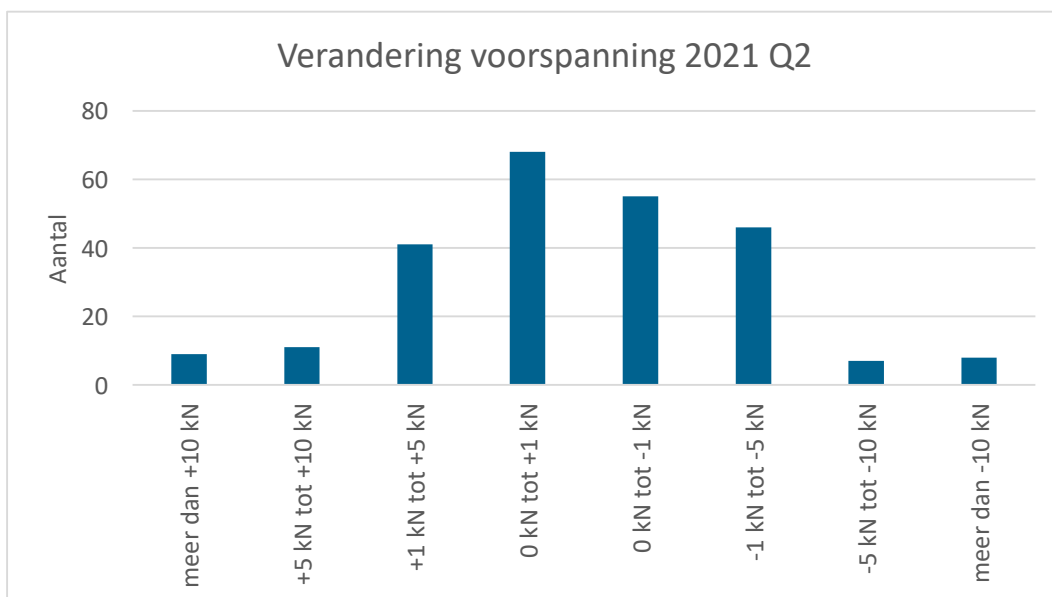
Het merendeel (73%) van de stabilisatoren (met een stabiel signaal) heeft nog een voorspanning binnen het vooraf opgegeven ondergrens (30kN) en de bovengrens (70kN). Dit aantal is afgenomen met 2% ten opzichte van Q1 2021. De aantallen per categorie zijn opgenomen in Figuur 3-23.

Tabel 3-11 overzicht toe-/afname ten opzichte van het vorige kwartaal als percentage van het totaal aantal zendende dijkstabilisatoren.

| Categorie                                  | Q1 2021 | Q2 2021 | Q3 2021 | Q4 2021 |
|--|---------|---------|---------|---------|
| Toe-/afname nihil                          | 25%     | 21%     |         |         |
| Toe-/afname 0,25 kN tot 1 kN               | 36%     | 27%     |         |         |
| Toename groter dan 1 kN                    | 20%     | 23%     |         |         |
| Afname groter dan 1 kN                     | 16%     | 23%     |         |         |
| Geen meetdata op start of eind meetperiode | 3%      | 6%      |         |         |



Figuur 3-23 Overzicht voorspanning eind Q2 2021



Figuur 3-24 Verandering voorspanning 2021 Q2

### 3.7.5.2 Voorspanning onder ondergrens

19% van de stabilisatoren (49 van de 262) hebben een gemeten voorspanning die lager is dan de ondergrens (30 kN). 9 van deze stabilisatoren tonen een onrealistische meetwaarde kleiner dan 0,0 (nul) kN. 2 stabilisatoren heeft 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, 31-03-2021, had 17% van de stabilisatoren een te lage voorspanning. Dat betekent dat er een toename is van 2%.

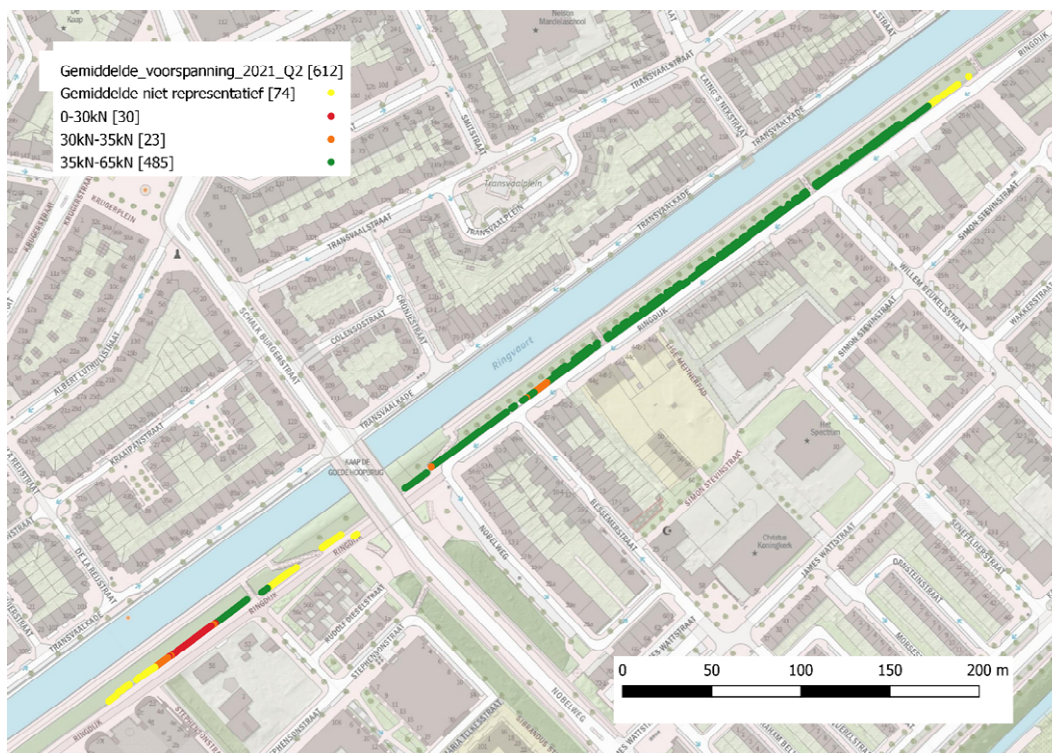
Conform het beheer- en onderhoudsplan [5] dient bij een te lage voorspanning van enkele stabilisatoren de gemiddelde voorspanning over een traject van 30 meter gecontroleerd te worden. Als hier uit volgt dat de gemiddelde voorspanning lager is dan 30 kN dan dienen de stabilisatoren nagespannen te worden. 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 1 locatie A342 in de categorie valt met een voorspanning tussen de 30 tot 35 kN ten opzichte van Q1. De locaties waar in Q1 al een voorspanning tussen de 30 tot 25 kN werd gemeten, rond A273 en rond A467, blijven binnen deze categorie. Het deel van ankers wat in de lagere categorie ( onder 30kN) is verder toegenomen, dit gaat om het westelijk deel wat al aan de lage kant was.

De locatie waar de gemiddelde voorspanning lager is dan 30 kN betreft de overgangszone aan de westzijde van het traject. Om de veiligheid van de dijk te waarborgen is de overgangsconstructie gepositioneerd in een zone waar de veiligheid van de groene dijk (zonder de versterking met de JLD-Dijkstabilisator) al voldoet aan de norm. De overgangsconstructie 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.

Er zijn 30 locaties met een te lage gemiddelde voorspanning, conform het beheerplan wordt het naspannen ingepland eind 2021. 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 2021).

Er zijn drie zones waarbij er niet voldoende nodes online zijn om een realistisch gemiddeld te bepalen, deze zijn geel gemarkeerd in de afbeelding en zijn gelijk gebleven ten opzichte van Q1.



Figuur 3-25 Overzicht gemiddelde voorspanning in een straal van 15 meter rondom elke stabilisator.

### 3.7.5.3 Voorspanning boven bovengrens

Er zijn 18 stabilisatoren (van de 262) 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 3-25 is weergegeven). Het krachtverloop van de JLD-Dijkstabilisatoren met een te hoge voorspanning wordt conform het beheerplan maandelijks gecontroleerd<sup>1</sup>.

Tabel 3-12 Overzicht stabilisatoren met een voorspanning boven de 70 kN, de vermelde kwartaalspanning betreft de spanning aan het einde van het betreffende kwartaal in 2021. Negatief is spanningstoename!

| Nr.  | Spanning Q1 [kN] | Verandering Q1 [kN] | Spanning Q2 [kN] | Verandering Q2 [kN] | Spanning Q3 [kN] | Verandering Q3 [kN] | Opmerking   |
|------|------------------|---------------------|------------------|---------------------|------------------|---------------------|---|
| a022 | 111.97           | -10.82              | -                | -                   |                  |                     | Geen data sinds 02-04-2021                                  |
| a040 | 71.99            | 1.416               | 67.89            | 4.10                |                  |                     | Toename in spanningsafname, gaat richting gangbare waardes. |
| a041 | 87.05            | 1.111               | 90.41            | -3.36               |                  |                     | Spanningstoename  |
| a044 | 155.29           | -                   | -                | -                   |                  |                     | Geen data   |

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

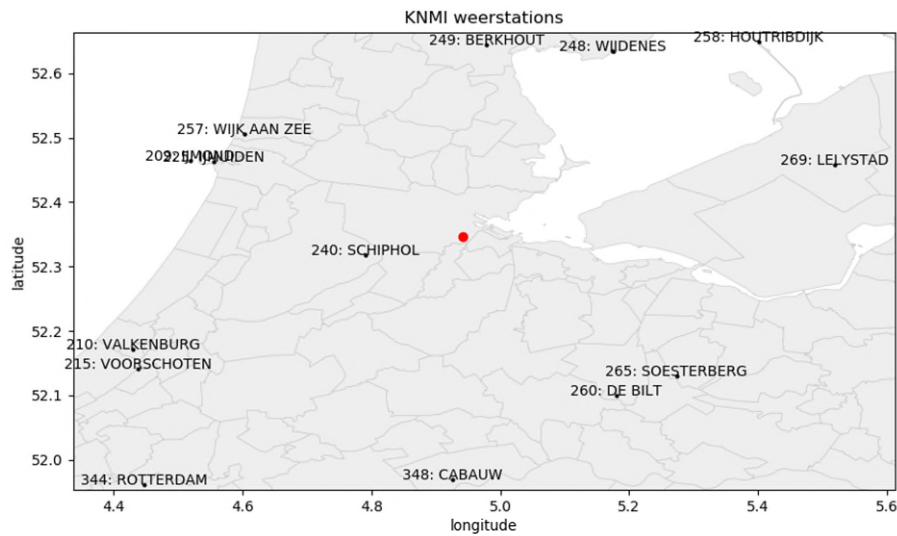
| Nr.         | Spanning Q1 [kN] | Verandering Q1 [kN] | Spanning Q2 [kN] | Verandering Q2 [kN] | Spanning Q3 [kN] | Verandering Q3 [kN] | Opmerking  |
|-------------|------------------|---------------------|------------------|---------------------|------------------|---------------------|--|
| a054.1      | 80.62            | -1.37               | 83.17            | -2.55               |                  |                     | Spanningstoename   |
| <b>a086</b> | 68.958           | -                   | 73.375           | -4.417              |                  |                     | Spanningstoename   |
| a092        | 74.77            | -7.439              | 83.11            | -8.38               |                  |                     | Verdere spanningstoename   |
| a100        | 77.51            | 3.691               | 110,11           | -32.65              |                  |                     | Significante spanningstoename  |
| a107        | 137.19           | 54.654              | 145.45           | -8.257              |                  |                     | Spanning neemt verder toe  |
| a108        | 383.04           | #WAARDE!            | -                | -                   |                  |                     | Geen data meer sinds 21-03-2021  |
| <b>a133</b> | 68.508           | -                   | 71.823           | -3.315              |                  |                     | Nieuw in deze lijst, door toename net boven de grens van 70 kN.                                    |
| a170        | 70.82            | #WAARDE!            | -                | -                   |                  |                     | Geen data meer sinds 6-03-2021   |
| a171        | 149.07           | 44.379              | 136.34           | 12.73               |                  |                     | Spanningsafname, desondanks nog steeds zeer hoge spanning.   |
| a197        | 292.52           | 79.166              | 214.889          | 77.636              |                  |                     | Neemt weer significant af, maar nog steeds zeer hoge spanningswaarde.                              |
| a203        | 71.88            | 1.881               | 73.923           | -2.038              |                  |                     | Lichte spanningstoename in Q2, waarmee de trend van Q1 wordt gebroken.                             |
| a233        | 73.01            | -0.296              | 81.008           | -7.995              |                  |                     | Spanningstoename.  |
| a303        | 326.87           | 36.614              | 308.378          | 18.50               |                  |                     | Spanning neemt af, maar nog steeds zeer hoog.  |
| <b>a311</b> | -6.63            | -                   | 354.25           | -360.88             |                  |                     | Was eerst negatief, nu ruim te hoog.   |
| a325        | 73.21            | 8.048               | 67.339           | 5.871               |                  |                     | Spanning is afgenomen tot gangbare waarde.   |
| a326        | 73.36            | 4.125               | 68.192           | 5.172               |                  |                     | Spanning is afgenomen tot gangbare waarde.   |
| b012        | 81.55            | 2.398               | 83.45            | -1.904              |                  |                     | Spanningstoename   |
| b033        | 72.93            | 4.56                | 72.58            | 0.357               |                  |                     | Lichte spanningstoename.   |
| b058        | 76.83            | 171.429             | -58.535          | 135.372             |                  |                     | Extreme spanningsafname, waar geen hoge spanning meer wordt waargenomen.                           |
| <b>b060</b> | 52.469           | -                   | 195.866          | -143.397            |                  |                     | Nieuw in deze lijst, door grote spanningsverandering. Een toename van 143 kN heeft plaatsgevonden. |
| <b>b135</b> | 63.964           | -                   | 70.499           | -6.535              |                  |                     | Een spanningstoename tot net boven de grens van 70 kN heeft plaatsgevonden.                        |
| <b>b141</b> | 68.396           | -                   | 73.701           | -5.305              |                  |                     | Een spanningstoename tot net boven de grens van 70 kN heeft plaatsgevonden.                        |

### 3.8 Neerslag

Het weerstation is in kwartaal 3 aangesloten op het dak van waternet, echter is er op dit moment nog geen data beschikbaar van dit weerstation. 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 3-26 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 3-26: Weerstations in de omgeving van Amsterdam. De projectlocatie is in rood weergegeven. (bron: KNMI)

### 3.8.2 Meetperiode

De meetgegevens omvatten de periode van 01-04-2021 tot en met 30-06-2021.

### 3.8.3 Apparatuur

De apparatuur staat vermeld op: <http://projects.knmi.nl/klimatologie/metadata/schiphol.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 3-27 is neerslag- en verdampingsdata weergegeven van het weerstation Schiphol in de periode van 1-jan-2021 tot 31-mrt-2021.

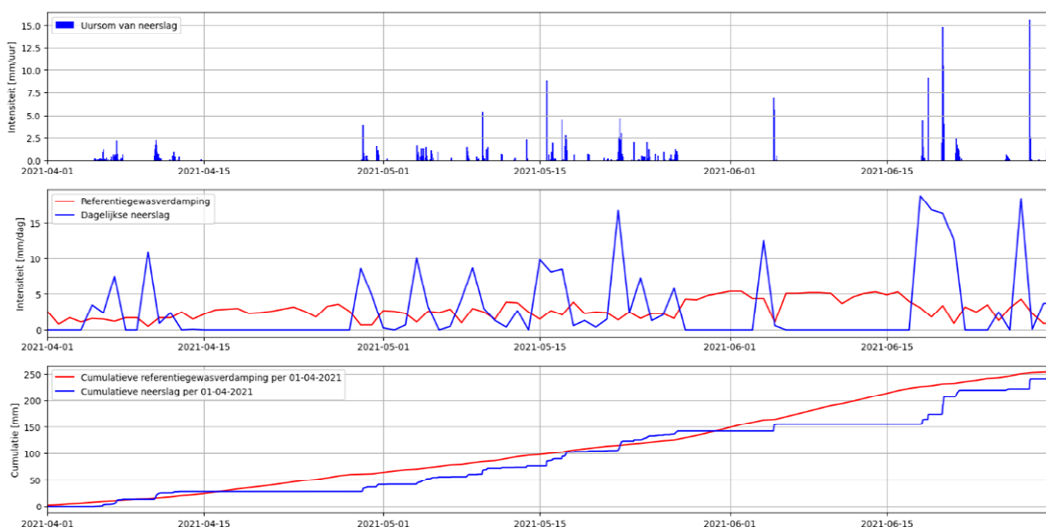
#### Neerslag

In de bovenste grafiek van Figuur 3-27 is de uursom weergegeven van de neerslag. Eind juni waren twee kortdurende, hevige evenementen. In de nacht van 20 juni viel binnen 5 uur 33 mm

regen. Op 27 juni viel in 2 uur tijd 18 mm regen. Eind mei en begin juni waren twee relatief droge perioden. Er hebben zich totaal zeven evenementen voorgedaan met een dagelijkse regenval van minimaal 10 mm (zie middelste grafiek). Over het algemeen kan Q2 van 2021 worden beschouwd als een relatief natte periode, in vergelijking met eerdere jaren. De totale regenval bedraagt 244 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 3-27. In de maanden april/mei/juni varieert deze waarde tussen ca. 1 en 5 mm/dag. In de droge periode van begin juni is de verdamping het hoogst.



Figuur 3-27: Neerslag en referentiegewasverdamping van het meetstation Schiphol (bron: KNMI)

**Relatie neerslag-verdamping**

In Tabel 3-13 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. 9 mm.

Tabel 3-13: Wekelijkse neerslag en verdamping

| Week | Van    | Tot    | Neerslag [mm] | Verdamping [mm] |
|------|--------|--------|---------------|-----------------|
| 13   | 1-apr  | 4-apr  | 0             | 6               |
| 14   | 5-apr  | 11-apr | 25            | 10              |
| 15   | 12-apr | 18-apr | 3             | 17              |
| 16   | 19-apr | 25-apr | 0             | 18              |
| 17   | 26-apr | 2-mei  | 14            | 16              |
| 18   | 3-mei  | 9-mei  | 27            | 15              |
| 19   | 10-mei | 16-mei | 25            | 18              |
| 20   | 17-mei | 23-mei | 31            | 17              |
| 21   | 24-mei | 30-mei | 17            | 21              |
| 22   | 31-mei | 6-jun  | 13            | 31              |

| Week | Van    | Tot    | Neerslag<br>[mm] | Verdamping<br>[mm] |
|------|--------|--------|------------------|--------------------|
| 23   | 7-jun  | 13-jun | 0                | 34                 |
| 24   | 14-jun | 20-jun | 52               | 28                 |
| 25   | 21-jun | 27-jun | 34               | 19                 |
| 26   | 28-jun | 30-jun | 4                | 3                  |



## 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 [6]. Onderstaand zijn de 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 [7];  
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 [8];  
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 [9];  
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 40 stabilisatoren is in Q2 lager dan de ondergrens. Het advies is om deze in 2021 na te spannen.  
De voorspanningen worden wekelijks gemonitord en er wordt een onderhoudsactie ingepland in Q4 2021 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.
- **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 postdictie geanalyseerd worden. In Q2 is een beperkt neerslag tekort opgetreden.
  - 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 5.1 beschreven onderzoek is het werkplan van 2022 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, „Interactieproef Purmerend 2018-2020 JLD-Dijkstabilisator - overzicht data voor nadere analyse,” 02-12-2020.
- [7] Antea Group, „Pilot JLD-Dijkstabilisator Watergraafsmeer - Onderzoeksvragen 7 en 11: Piping en kwel,” 03-2019.
- [8] Antea Group, „Pilot JLD-Dijkstabilisator Watergraafsmeer, onderzoeksvraag 15: evaluatie trillingen,” maart 2019.
- [9] Antea Group, „Pilot JLD-Dijkstabilisator Watergraafsmeer - Onderzoeksvraag 16 - Grondverdringing tijden het inbrengen,” 03-2019.

## **Bijlage 1 Voorspanning**

Separaat geleverd

## **Bijlage 2 Deformatierapport**

**Feitenrapportage 2021 Q2**  
JLD-Dijkstabilisator Watergraafsmeer en Purmerend  
projectnummer 0413509.104  
5 november 2021 revisie 2  
Stichting Waternet







# Monitoringsrapportage deformatie LDE

Watergraafsmeer - JLD-Dijkstabilisator

Tweede meting, maart 2021

projectnummer 0413509.104  
definitief revisie 01  
23 juni 2021

# Inhoudsopgave

Blz.

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>Inleiding</b>                                  | <b>1</b>  |
| 1.1      | Achtergrond feitenrapportage                      | 1         |
| 1.2      | Doel feitenrapportage                             | 2         |
| 1.3      | JLD-Dijkstabilisator en de invloed op de omgeving | 2         |
| 1.4      | Locaties monitoring                               | 3         |
| 1.5      | Leeswijzer  | 4         |
| <b>2</b> | <b>SAAF-metingen</b>                              | <b>5</b>  |
| 2.1      | Raai 2  | 5         |
| 2.2      | Raai 3  | 6         |
| 2.3      | Raai 4  | 8         |
| 2.4      | Raai 5  | 9         |
| 2.5      | Raai 6  | 11        |
| <b>3</b> | <b>Conclusie en advies</b>                        | <b>13</b> |
| 3.1      | Conclusie   | 13        |
| 3.2      | Advies  | 13        |

## Bijlage 1 Foto's

# 1 Inleiding

## 1.1 Achtergrond 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 positief advies van het Expertise Netwerk Waterveiligheid (ENW)-voor het toepassen van de JLD-Dijkstabilisator. Inmiddels heeft het ENW positief geadviseerd op het kunnen toepassen van de JLD-Dijkstabilisator in dijkversterkingen [1].

In samenwerking met Waterschap Amstel, Gooi en Vecht is besloten een pilotproject uit te voeren. Als pilotproject is gekozen de versterking van de Ringdijk te Watergraafsmeer in Amsterdam. Daarbij is een team van Waternet, JLD, Antea Group en Deltares betrokken. Tevens is een locatie in Purmerend aangewezen als een proeflocatie.

Parallel aan het pilotproject in Watergraafsmeer zijn door 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.

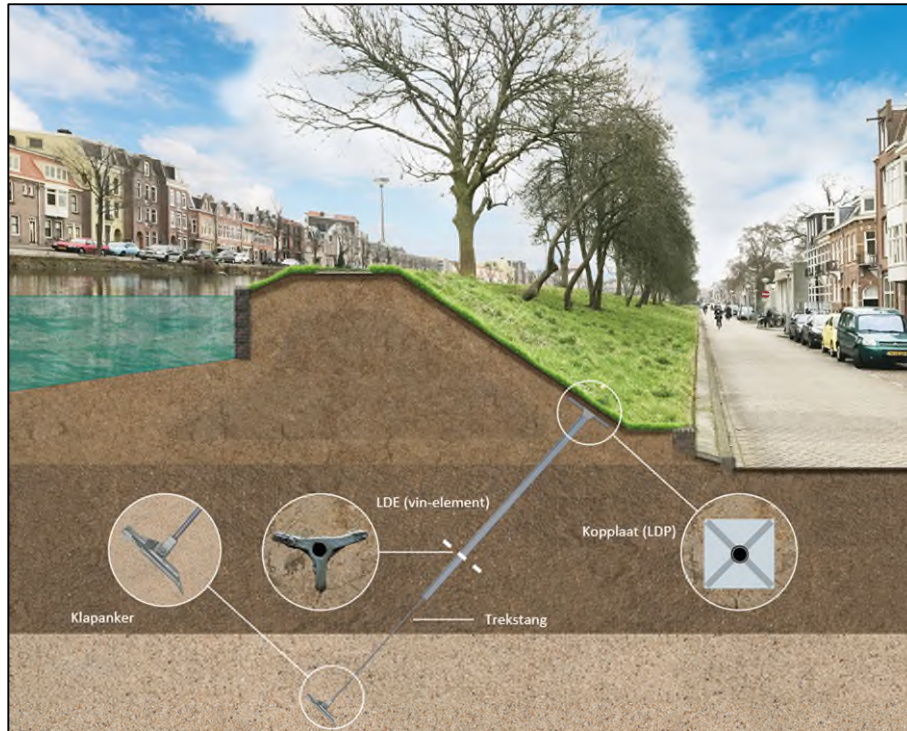
Er is reeds een monitoringsplan opgesteld. Dit beschrijft de te monitoren parameters voor de beheerperiode van vijf jaar van het pilotproject Ringdijk voor de locaties Watergraafsmeer en de proeflocatie in Purmerend. [2] De monitoring van de dijkversterking richt zich op:

- 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 de aan te vragen subsidie bij het Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP). Het eerste werkplan van het jaar 2020 is inmiddels opgesteld en in uitvoering.

De voorliggende jaarrapportage gaat in op de monitoring van de vervorming van de LDE's. de aanleg zijn een vijftal LDE's geplaatst zonder ankerstang. Gedurende de looptijd van het project is het mogelijk om de deformatie van een LDE's (en het dijklichaam) te meten d.m.v. een SAAF. Deze rapportage bevat de initiële meting van maart 2020 en de tweede meting in maart 2021. Zo kan de deformatie van het dijklichaam over de tijd nader onderzocht worden.

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 voorliggende feitenrapportage is het presenteren van de feitelijke meetgegevens met betrekking tot de deformatie van het LDE element. Deze rapportage, dient samen met de volgende feitenrapportage aan het eind van de monitoringsperiode (5 jaar) de juiste gegevens verzameld te hebben voor de postdictie en het beantwoorden van de onderzoeksvragen. De feiten

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

Het gedrag van de JLD-Dijkstabilisator dient gemonitord te worden om extra kennis te ontwikkelen. Met behulp van de gemonitorde parameters wordt de werking van het systeem verder onderbouwd en kan het systeem in de toekomst geoptimaliseerd worden. Het totale pakket van de monitoring richt zich op:

- deformaties van de JLD-Dijkstabilisator (LDE element);
- deformaties van de kruin (maaiveld);

- deformaties van de kopplaat;
- piping;
- voorspanning JLD-Dijkstabilisator;
- materiaaldegradatie;
- waterspanningen;
- neerslag;
- beplanting.

Deze rapportage richt zich op de deformatie van de JLD-Dijkstabilisator (LDE element).

## 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. De individuele meetpunten zijn gepresenteerd in Figuur 1-2.



Figuur 1-1: Overzichtssituatie projectlocatie



Figuur 1-2: Overzichtssituatie meetlocaties.

## 1.5 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 zijn de meetresultaten gepresenteerd, gevolgd door een conclusie en advies in hoofdstuk 3.

## 2 SAAF-metingen

Het doel van het meten van de deformatie van de JLD-Dijkstabilisator (LDE element) door middel van SAAF-metingen is informatie en verificatie verkrijgen dat de JLD-Dijkstabilisator op lange termijn, werkt zoals verwacht wordt. Indien te grote vervormingen optreden kan de JLD-Dijkstabilisator minder goed functioneren, waardoor het mogelijk is dat de dijk niet aan de vigerende veiligheidseisen voldoet.

Tevens kunnen de gegevens gebruikt worden in combinatie met andere monitoringsaspecten zoals deformatie kruin (maaiveld) en voorspanning. Mogelijke verbanden kunnen gelegd worden indien een analyse wordt gemaakt van een combinatie van deze gegevens. Uit het perspectief van life cycle monitoring kan deze informatie ook van belang zijn voor de ontwerpfase voor toekomstige projecten.

In onderliggende paragrafen zijn de SAAF-metingen van raai 2 t/m 6 gepresenteerd. Bij raai 1 en 7 is de dijk niet versterkt en zijn daarom geen LDE's geplaatst.

### 2.1 Raai 2

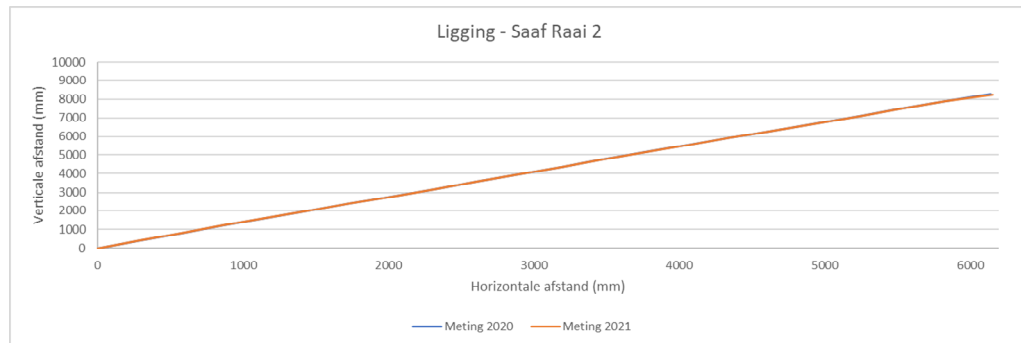
In Figuur 2-1 is een overzichtsfoto van de meetlocatie getoond. In is de initiële vervorming getoond, waarbij de eerste en tweede meting met elkaar zijn vergeleken. In is het verschil tussen meting 1 en een rechte lijn getoond.



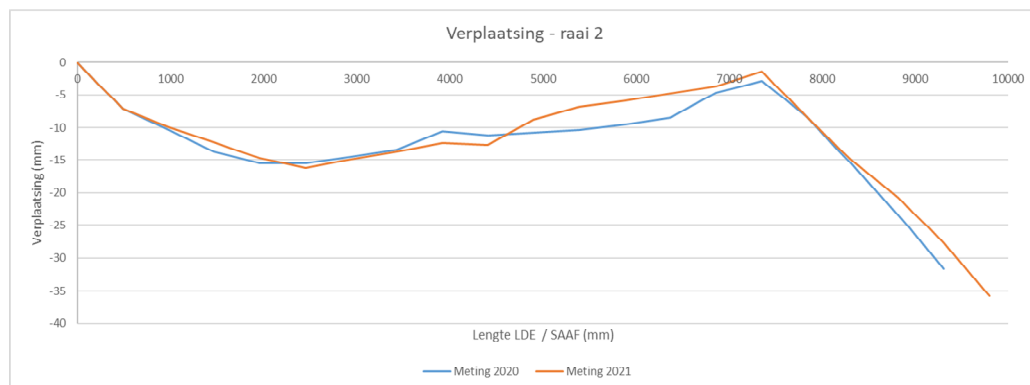
Figuur 2-1: Overzichtsfoto locatie raai 2.

Tabel 2-1 locatiegegevens bovenkant LDE (midden wanddikte)

| Raai | X-coördinaat | y-coördinaat | Z [m t.o.v. NAP] |
|------|--------------|--------------|------------------|
| 2    | 123157.307   | 484920.094   | -1.762           |



Figuur 2-2: Initiële positie van de SAAF.



Figuur 2-3: Verschil tussen meting 1 en een rechte lijn en meting 3 en een rechte lijn (let op, de horizontale as is in meters, de verticale as in mm).

Meting 3 lijkt iets naar links te zijn verschoven. Dit komt waarschijnlijk door het ontbreken van het eerste meetpunt in de meetreeks. Wanneer het ontbreken van dit meetpunt in ogenschouw wordt genomen, levert de vergelijking tussen meting 1 (2020) en meting 3 (2021) een nagenoeg zelfde beeld op. De vervorming van de stang is met enkele millimeters (maximaal 8 mm) vergroot ten opzichte van het vorige jaar.

## 2.2 Raai 3

In Figuur 2-4 is een overzichtsfoto van de meetlocatie getoond. In is de initiële vervorming getoond, waarbij de eerste en tweede meting met elkaar zijn vergeleken. In is het verschil tussen meting 1 en een rechte lijn getoond.

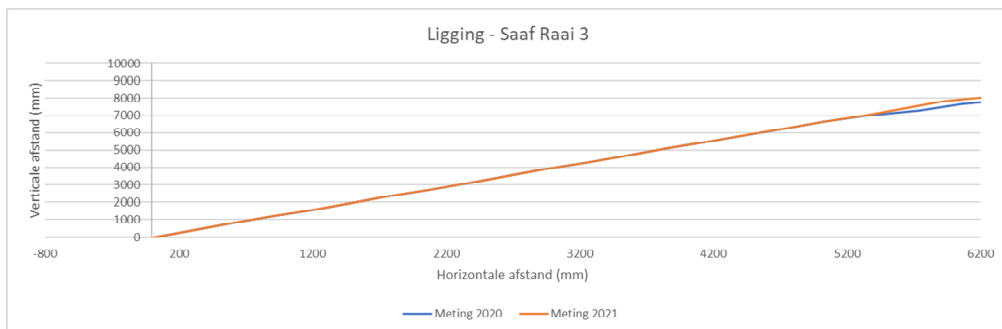
Tabel 2-2 locatiegegevens bovenkant LDE (midden wanddikte)

| Raai | X-coördinaat | y-coördinaat | Z [m t.o.v. NAP] |
|------|--------------|--------------|------------------|
| 3    | 123341.395   | 485052.776   | -2.186           |

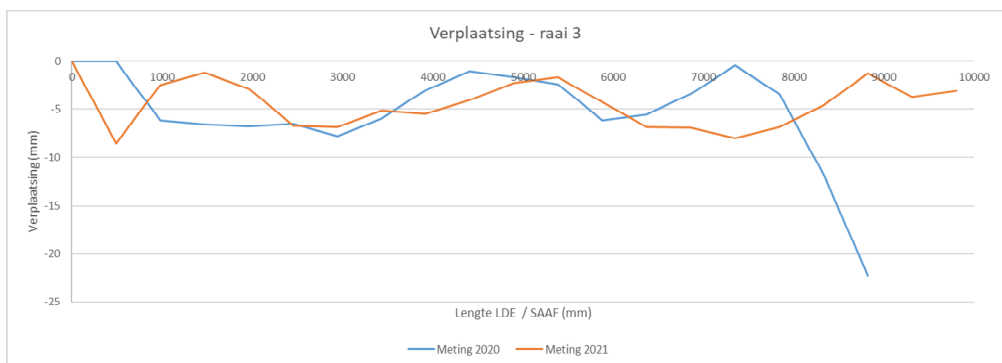




Figuur 2-4: Overzichtsfoto locatie raai 3.



Figuur 2-5: Initiële positie van de SAAF.



Figuur 2-6: Verschil tussen meting 1 en een rechte lijn en meting 3 en rechte lijn. (let op, de horizontale as is in meters, de verticale as in mm).

Het begin is grotendeels vergelijkbaar met de meting in 2020. Er vindt nog steeds een golvend vervormingsgedrag plaats. Opvallend is de kop aan het eind, welke in de richting van de rechte lijn is bewogen. Dit valt wellicht te verklaren dat op lengte LDE  $\approx 7500$  de stang naar beneden wordt bewogen, waardoor het eind naar boven geduwd wordt door het kwispeleffect. De verwachting is dat dergelijke effecten zichtbaar zijn omdat het LDE zo goed als recht is.

## 2.3 Raai 4

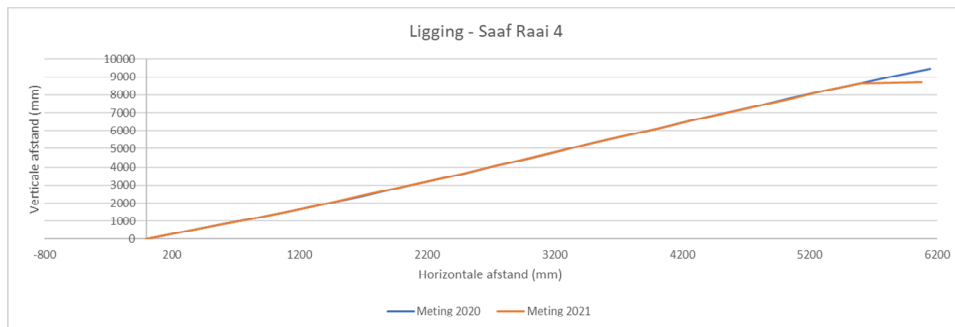
In Figuur 2-7 is een overzichtsfoto van de meetlocatie getoond. In is de initiële vervorming getoond, waarbij de eerste en derde meting met elkaar zijn vergeleken. In is het verschil tussen meting 1 en een rechte lijn getoond.

Tabel 2-3 locatiegegevens bovenkant LDE (midden wanddikte)

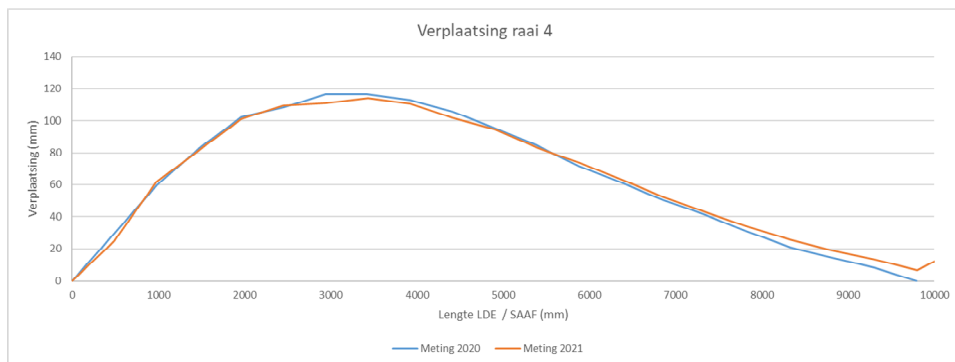
| Raai | X-coördinaat | y-coördinaat | Z [m t.o.v. NAP] |
|------|--------------|--------------|------------------|
| 4    | 123420.818   | 485110.644   | -2.407           |



Figuur 2-7: Overzichtsfoto locatie raai 4.



Figuur 2-8: Initiële positie van de SAAF.



Figuur 2-9: Verschil tussen meting 1 en een rechte lijn. (let op, de horizontale as is in meters, de verticale as in mm)

De metingen van 2020 en 2021 leveren een zelfde opbolling op, waaruit kan worden geconcludeerd dat de vervorming gelijk is gebleven.

## 2.4 Raai 5

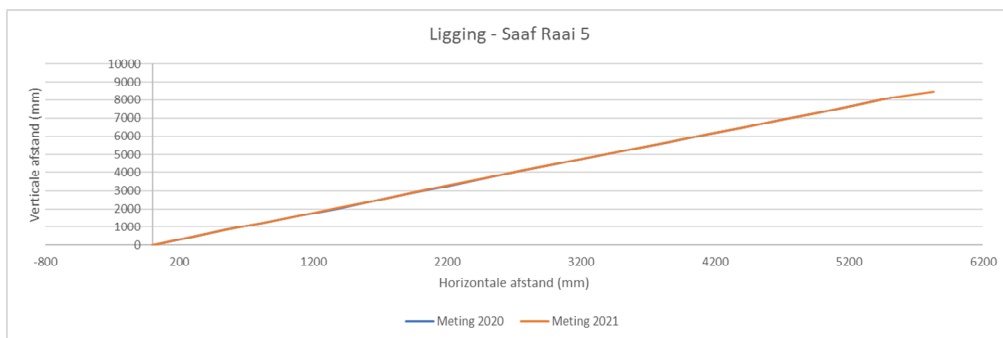
In Figuur 2-10 is een overzichtsfoto van de meetlocatie getoond. In is de initiële vervorming getoond, waarbij de eerste en tweede meting met elkaar zijn vergeleken. In is het verschil tussen meting 1 en een rechte lijn getoond.

Tabel 2-4 locatiegegevens bovenkant LDE (midden wanddikte)

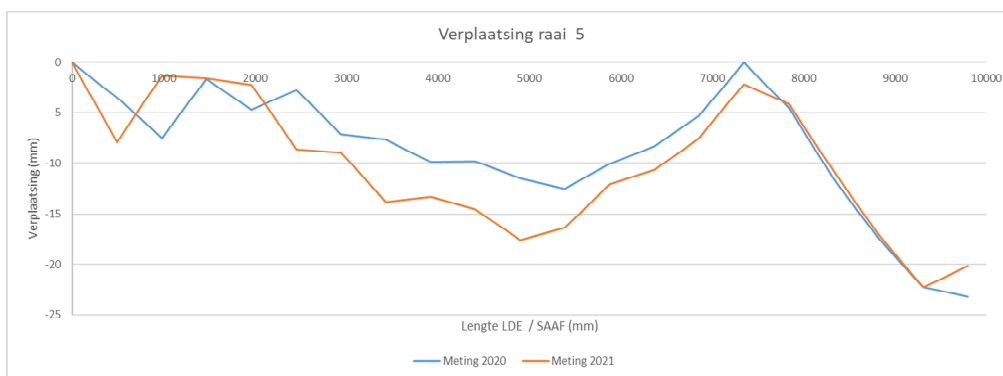
| Raai | X-coördinaat | y-coördinaat | Z [m t.o.v. NAP] |
|------|--------------|--------------|------------------|
| 5    | 123461.062   | 485139.358   | -2.233           |



Figuur 2-10: Overzichtsfoto locatie raai 5.



Figuur 2-11: Initiële positie van de SAAF.



Figuur 2-12: Verschil tussen meting 1 en een rechte lijn en meting 3 met een rechte lijn. (let op, de horizontale as is in meters, de verticale as in mm)

Uit Figuur 2-12 is een lichte vergroting van de vervorming te zien. Dit bedraagt maximaal 6 mm meer. De zakking van het einde van de stang blijft nagenoeg gelijk. Figuur 1-1

## 2.5 Raai 6

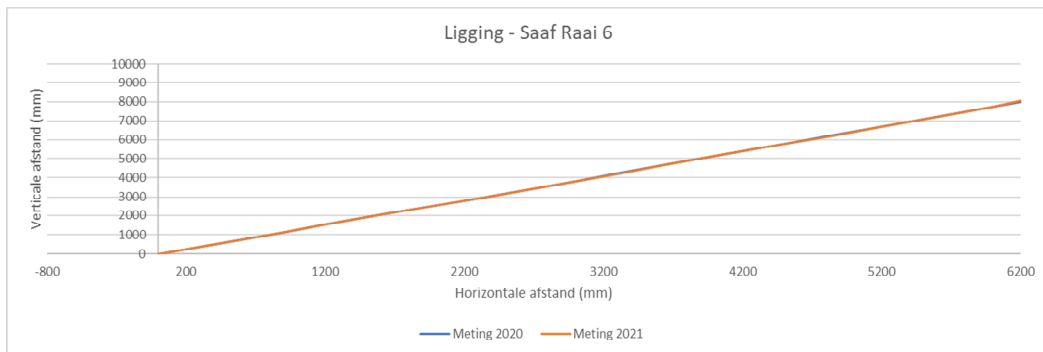
In Figuur 2-13 is een overzichtsfoto van de meetlocatie getoond. In is de initiële vervorming getoond, waarbij de eerste en tweede meting met elkaar zijn vergeleken. In is het verschil tussen meting 1 en een rechte lijn getoond.

Tabel 2-5 locatiegegevens bovenkant LDE (midden wanddikte)

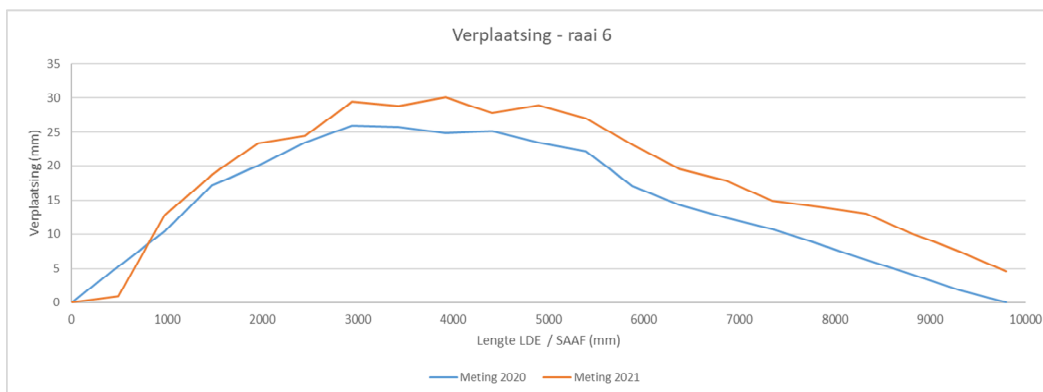
| Raai | X-coördinaat | y-coördinaat | Z [m t.o.v. NAP] |
|------|--------------|--------------|------------------|
| 5    | 123540.523   | 485197.457   | -2.274           |



Figuur 2-13: Overzichtsfoto locatie raai 6.



Figuur 2-14: Initiële positie van de SAAF.



Figuur 2-15: Verschil tussen meting 1 en een rechte lijn. (let op, de horizontale as is in meters, de verticale as in mm)

Ten opzichte van de meting van 2020 is de opbolling in 2021 net iets groter geworden.

## 3 Conclusie en advies

De voorliggende rapportage betreft de metingen uitgevoerd in 2020 en 2021.

### 3.1 Conclusie

Er kan de conclusie getrokken worden dat de LDE's nog steeds vervormen. Het vervormingsgedrag uit 2020 heeft zich grotendeels voortgezet. En is lokaal iets toegenomen.

### 3.2 Advies

Het advies is om de metingen periodiek door te zetten, waarbij voor deformatie op hoofdlijnen één maal per jaar voldoende is. Het advies is om dit in hetzelfde seizoen uit te voeren, bij voorkeur met een gelijke hoeveelheid neerslag.

## **Bijlage 1 Foto's**



## Bijlage 1 Foto's

---

## 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

Rivium Westlaan 72  
2909 LD CAPELLE A/D IJSSEL  
Postbus 8590  
3009 AN ROTTERDAM

E. [timon.bruiggema@anteagroup.nl](mailto:timon.bruiggema@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.

---

## 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. [timon.bruiggema@anteagroup.nl](mailto:timon.bruiggema@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.