



# Wiertsema & Partners

RAADGEVEND INGENIEURS



Raadgevend Ingenieursbureau  
Wiertsema & Partners B.V.  
Feithspark 6, 9356 BZ Tolbert  
Postbus 27, 9356 ZG Tolbert  
Tel.: 0594 51 68 64  
Fax: 0594 51 64 79  
E-mail: [info@wiertsema.nl](mailto:info@wiertsema.nl)  
Internet: [www.wiertsema.nl](http://www.wiertsema.nl)

## Deformatiemetingen

Reconstructie lage walmuren Oudegracht rak 11 oost te  
Utrecht

Meetresultaten 5 jan - 23 mei 2019

VN-58203-9 | 20 december 2021



# Wiertsema & Partners

RAADGEVEND INGENIEURS

Raadgevend Ingenieursbureau  
Wiertsema & Partners B.V.  
Feithspark 6, 9356 BZ Tolbert  
Postbus 27, 9356 ZG Tolbert  
Tel.: 0594 51 68 64  
Fax: 0594 51 64 79  
E-mail: [info@wiertsema.nl](mailto:info@wiertsema.nl)  
Internet: [www.wiertsema.nl](http://www.wiertsema.nl)

Onderwerp:           Reconstructie lage walmuren Oudegracht rak 11 oost te Utrecht  
Onderdeel:           Deformatiemetingen  
Projectnummer:      VN-58203-9  
Opdrachtgever:      Beens Groep B.V.  
                            Postbus 6  
                            8280 AA Genemuiden  
Nr. opdrachtgever:   bestek 142 SW 12  
Datum:                20 december 2021

Versie	Datum	Omschrijving wijziging
1	20 december 2021	

Opgesteld door:	5.1.2E
Handtekening:	5.1.2E
Documentnummer:	R80729
Status:	definitief
Vrijgegeven door:	ing. 5.1.2E



**Wiertsema & Partners**  
RAADGEVEND INGENIEURS

## Inhoudsopgave

## blad

<b>1</b>	<b>Inleiding.....</b>	<b>4</b>
1.1	Aanleiding en doel .....	4
1.2	Kwaliteitswaarborging .....	4
1.3	Leeswijzer.....	4
<b>2</b>	<b>Locaties meetpunten .....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Uitvoering deformatiemetingen.....</b>	<b>6</b>
3.1	Meetapparatuur .....	6
3.2	Meetmethodiek.....	7
3.3	Kenmerken van de meting:.....	8
3.4	Meetmomenten .....	9
<b>4</b>	<b>Grenswaardebepaling deformaties.....</b>	<b>10</b>
<b>5</b>	<b>Analyse meetresultaten.....</b>	<b>11</b>
5.1	Toelichting data .....	11
5.2	Analyse data .....	11
5.3	Conclusie.....	11

### Bijlagen:

- 1      Situatiekening
- 2      Meetresultaten



**Wiertsema & Partners**  
RAADGEVEND INGENIEUR

## 1 Inleiding

In opdracht van Beens Groep B.V. te Genemuiden heeft Raadgevend Ingenieursbureau Wiertsema & Partners B.V. deformatiemetingen uitgevoerd tijdens de werkzaamheden ten behoeve van project "Reconstructie lage walmuren Oudegracht rak 11 oost" te Utrecht.

### 1.1 Aanleiding en doel

De deformatiemetingen zijn een onderdeel van de totale monitoring aan rak 11 oost tijdens het kadeherstel.

Het doel van de deformatiemetingen is het monitoren van deformaties in de X, Y en Z richting van de werfkeldermuur, gelegen aan de Oudegracht.

### 1.2 Kwaliteitswaarborging

De werkzaamheden zijn verricht onder ons kwaliteitssysteem NEN-EN-ISO-9001 en ons milieu-managementsysteem NEN-EN-ISO-14001. Wiertsema & Partners B.V. is in het bezit van een VGM-beheersysteem VCA\*\*.

### 1.3 Leeswijzer

De werkzaamheden zijn verricht onder ons kwaliteitssysteem NEN-EN-ISO-9001 en ons milieu-managementsysteem NEN-EN-ISO-14001. Wiertsema & Partners B.V. is in het bezit van een VGM-beheersysteem VCA\*\*.

In dit rapport wordt de werkwijze en de resultaten van de deformatiemetingen beschreven en nader toegelicht. Voor de beoordelingen van de meetresultaten worden de volgende uitgangspunten gehanteerd;

- [1] Monitoringsplan van CRUX (RA18194a2, d.d. 15-6-2018) hierin zijn de deformatiemetingen beschreven in paragraaf 4.1.2, 4.2 en 4.3. Conform deel 3 van het bestek (art. 01.26.03);
- [2] Monitoringsplan deformatiemetingen versie B; Wiertsema & Partners (58203-1 R27406 d.d. 04-02-2014).

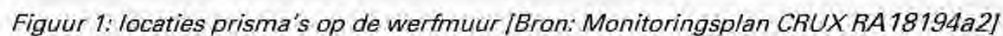
In dit rapport worden de deformatiemetingen aan de kademuur in X, Y en Z-richting beoordeeld. De volgende onderdelen worden beschreven:

- Meetlocaties meetpunten deformatiemetingen;
- Uitvoering deformatiemetingen;
- Grenswaarden zettingen;
- Analyseren van de meetresultaten.

De gepresenteerde metingen betreffen een tussentijdse rapportage.



In het monitoringsplan van CRUX [1] zijn de meetlocaties beschreven en schematisch weergegeven in een figuur. Deze figuur is hieronder overgenomen.



*Figuur 2 locaties prisma's aan werfmuur rak 11 oost*

### 3 Uitvoering deformatiemetingen

#### 3.1 Meetapparatuur

Voor de deformatiemetingen wordt gebruik gemaakt van zogenaamde miniprisma's. Een voorbeeldfoto hiervan is in figuur 3 en figuur 4 weergegeven. Een prisma is een retro reflecteerde spiegel.



*Figuur 3: Voorbeeldfoto miniprisma*



*Figuur 4: Voorbeeldfoto positie prisma's (rood omcirkeld)*

De deformatiemetingen worden uitgevoerd met Robotic Total Stations (Leica TCA 1800). Een voorbeeldfoto hiervan is in figuur 5 weergegeven.





Figuur 5: Voorbeeldfoto Robotic Totalstation Leica TCA 1800

### 3.2 Meetmethodiek

De miniprisma's zijn op de betreffende locaties aangebracht. Het meetinstrument (Total Station) wordt met een beugel aan de muur bevestigd.

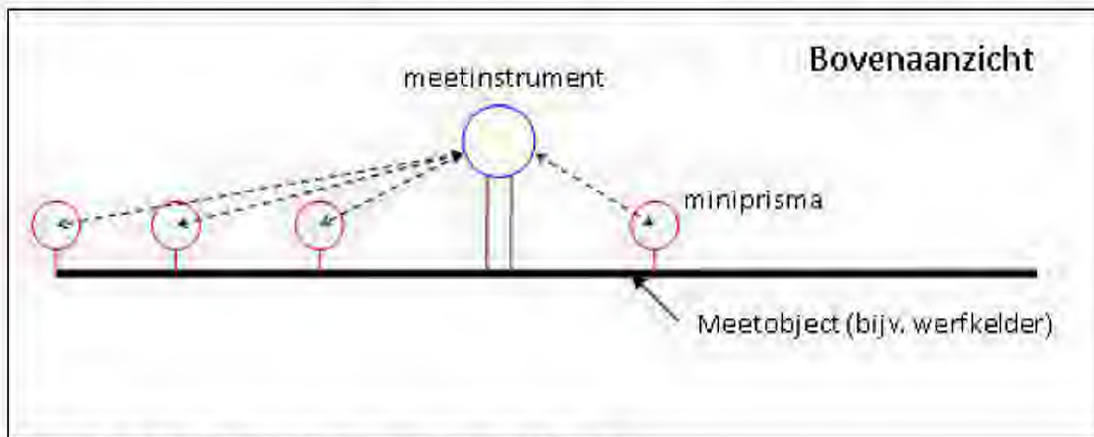
Op de zijde 11-Oost zijn de meetinstrumenten in de begin fase aan overzijde geplaatst. In figuur 6 is de 3D visualisatie weergegeven. Dit is niet volledig representatief aan Utrecht, maar het idee van meten geeft op deze manier een goed beeld van de situatie die in Utrecht afspeelt.



Figuur 6: 3D visualisatie meetmethodiek



In overleg met O.G zijn 31 juli 2018 de meetinstrumenten aan de zijde geplaatst waar de werkzaamheden worden uitgevoerd. In figuur 7 hieronder is dit schematisch weergegeven. Doordat de werkzaamheden gefaseerd uitgevoerd worden, is een gedeelte van de monitoring ingekort. Vanaf 9 november gaat de monitoring verder vanaf prisma 11O\_009 t/m 11O\_025.



Figuur 7: Schematische weergave meetmethodiek

### 3.3 Kenmerken van de meting:

- Meettoestel bevindt zich binnen het invloedsgebied;
- Rak 11 oostzijde is met twee toestellen gemeten;
- Per meetronde is de positie bepaald van het meettoestel middels prisma buiten invloedsgebied (overzijde gracht);
- Alle metingen zijn met dubbele kijkerstand uitgevoerd;
- Het meettoestel heeft met een meetfrequentie van 15 minuten gemeten;
- Tijdens de werkzaamheden is er continue gemeten. Werktijden 7:00 tot 18:00 uur;
- In de weekenden is er niet gemeten;
- Door de meteosensor is temperatuur, luchtvochtigheid, e.d. gemeten. Vervolgens is de data hiervoor gecompenseerd.;
- Indien er meetpunten zijn vernield, verwijderd of belemmerd, zijn deze niet gemeten;
- Bij het installeren zijn de meetpunten zodanig gekozen, dat het belemmeren van de meetpunten door de werkzaamheden zoveel mogelijk wordt voorkomen;
- De uitvoerder van Beens heeft regelmatig gecontroleerd of omstanders de meetpunten belemmeren en of de meetpunten in tact waren;
- In week 45 zijn 2 TCA's verplaatst van de overzijde naar de werkszijde;
- Doordat de werkzaamheden maar op een gedeelte van het rak uitgevoerd worden, begint de monitoring vanaf spiegel 11O\_009;
- In week 2 2019 heeft een toestelwissel plaatsgevonden, hierdoor zijn er sprongen in de data te zien van spiegel 11O\_018 tot 11O\_026;
- Spiegel 11O\_011 is vervallen; zit in een inham;
- Spiegel 11O\_014 is vervallen op die locatie hing een toestel;
- Spiegel 11O\_026 is vervallen; zit in een inham;
- De meetresultaten zijn via een modemverbinding naar database verzonden, waarin de verwerking van de data plaatsvindt;



- Verwerkte data zijn op WePGIS server gepresenteerd ([www.wepgis.nl](http://www.wepgis.nl)).

### 3.4 Meetmomenten

De deformatiemetingen dienen conform bestek en het monitoringsplan van CRUX te worden uitgevoerd tijdens:

- aanbrengen hulpdamwanden;
- het slopen van de walmuur;
- het aanbrengen definitieve damwand;
- het verlagen van de grondwaterstand;
- het ontgraven van grond beneden het aanlegniveau van funderingen van belendingen;

De meetperiode betreft van 4-01-2019 tot 23-05-2019.



## 4 Grenswaardebepaling deformaties

In het monitoringsplan van CRUX is een indicatie van de grenswaarden en alarmwaarden weergegeven. In dit plan wordt onderscheid gemaakt tussen alarm- en grenswaarden. Hierbij zijn de grenswaarden bepaald op basis van de uitgevoerde risicoanalyses. De alarmwaarden hebben een signalerende functie. Bij het bepalen van eventuele overschrijdingen de alarm- en grenswaarden dient er rekening gehouden te worden met de nauwkeurigheid van het meetinstrument. Deze zijn in het monitoringsplan van CRUX beschreven. Daarnaast zijn er tijdens de metingen een aantal versturende invloeden die de meetresultaten wel negatief beïnvloeden maar geen daadwerkelijke zetting betekenen.

De grenswaarden welke door CRUX zijn opgegeven in het monitoringsplan [1] zijn van toepassing voor de situatie aan rak 1. In tabel 1 zijn de grenswaarden weergegeven.

**Tabel 1 Alarm- en grenswaarden voor de verplaatsing van de werfmuur (onderzijde)**

Bouwfase	Verticaal (Uz)		Horizontaal (Ux)	
	Alarmwaarde [mm]	Grenswaarde [mm]	Alarmwaarde [mm]	Grenswaarde [mm]
Slopen kademuur (ontgraving tot ca. NAP -0,3m)	3	4	3	4
Na het bereiken van de maximale ontgravingsdiepte (ca. NAP -0,9m)	8	11	5	7
Eindsituatie	9	12	7	9



## 5 Analyse meetresultaten

### 5.1 Toelichting data

Zoals ook in paragraaf 3.3 is weergegeven, worden de meetresultaten, binnen 15 minuten na uitvoering meetronde, via een modemverbinding naar een database verzonden waarin de verwerking plaatsvindt. Hierbij wordt ook de meteosensor (temperatuur, luchtvochtigheid, e.d.) in de data verwerkt.

Zoals gesteld in het monitoringsplan van CRUX hoeft een overschrijding van een grenswaarde (vastgestelde maximale verplaatsingen) niet tot schade te leiden. De optredende verschilverplaatsingen tussen de meetpunten is hierbij van belang. Deze verschilverplaatsingen tussen de meetpunten zal door Wiertsema & Partners worden geanalyseerd. Indien er overschrijding gemeten zijn, wordt hiervan uiterlijk 1 werkdag na het meten van de betreffende data, hiervan een melding worden gemaakt, zoals beschreven in het monitoringsplan van CRUX. De melding is een weergave van de meetresultaten op het online webportal WePGIS.

### 5.2 Analyse data

De meetgegevens zijn weergegeven in bijlage 2. De punten worden om het kwartier gemeten, maar de weergave in de grafieken is een gemiddelde over de dag. Ten aanzien van de meetgegevens dienen de onderstaande punten te worden meegenomen in de beschouwing:

Hevige fluctuaties kunnen door de volgende omstandigheden veroorzaakt worden:

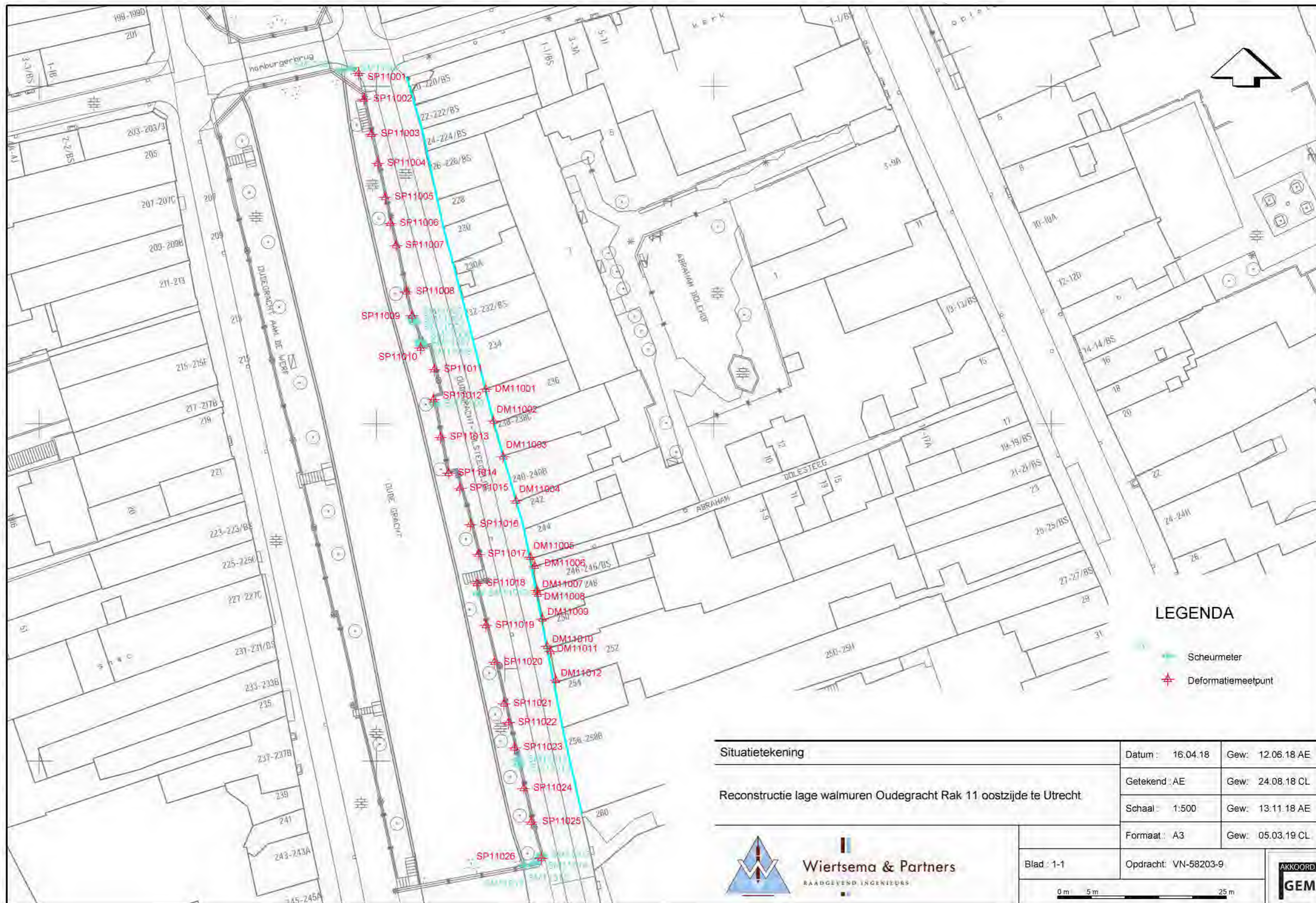
- Begroeiing beweegt tussen het meettoestel en het meetpunt;
- Uitstoot van warme lucht door aanwezige luchtafvoerpijpen, nabij meetpunten verstoren de metingen;
- Reflectie van metalen objecten (geplaatst door de bewoners) beïnvloeden de metingen.
- Meetpunten worden (tijdelijk) geblokkeerd, daardoor ontbreekt data.
- Reflectie van zon of kunstlicht op toestel of spiegels.

### 5.3 Conclusie

Op basis van de meetresultaten, met in achtname van de in paragraaf 5.2 beschreven analyse van de meetresultaten, kan worden geconcludeerd dat de werkzaamheden uitgevoerd langs de Oudegracht rak 11-oost, op de meeste locaties binnen de aangegeven grenswaarden zijn gebleven. Met uitzondering dat bij spiegel 11O\_023 een zakking van meer dan 7mm is geconstateerd vanwege een plaatselijke scheur in de muur nabij deze spiegel.

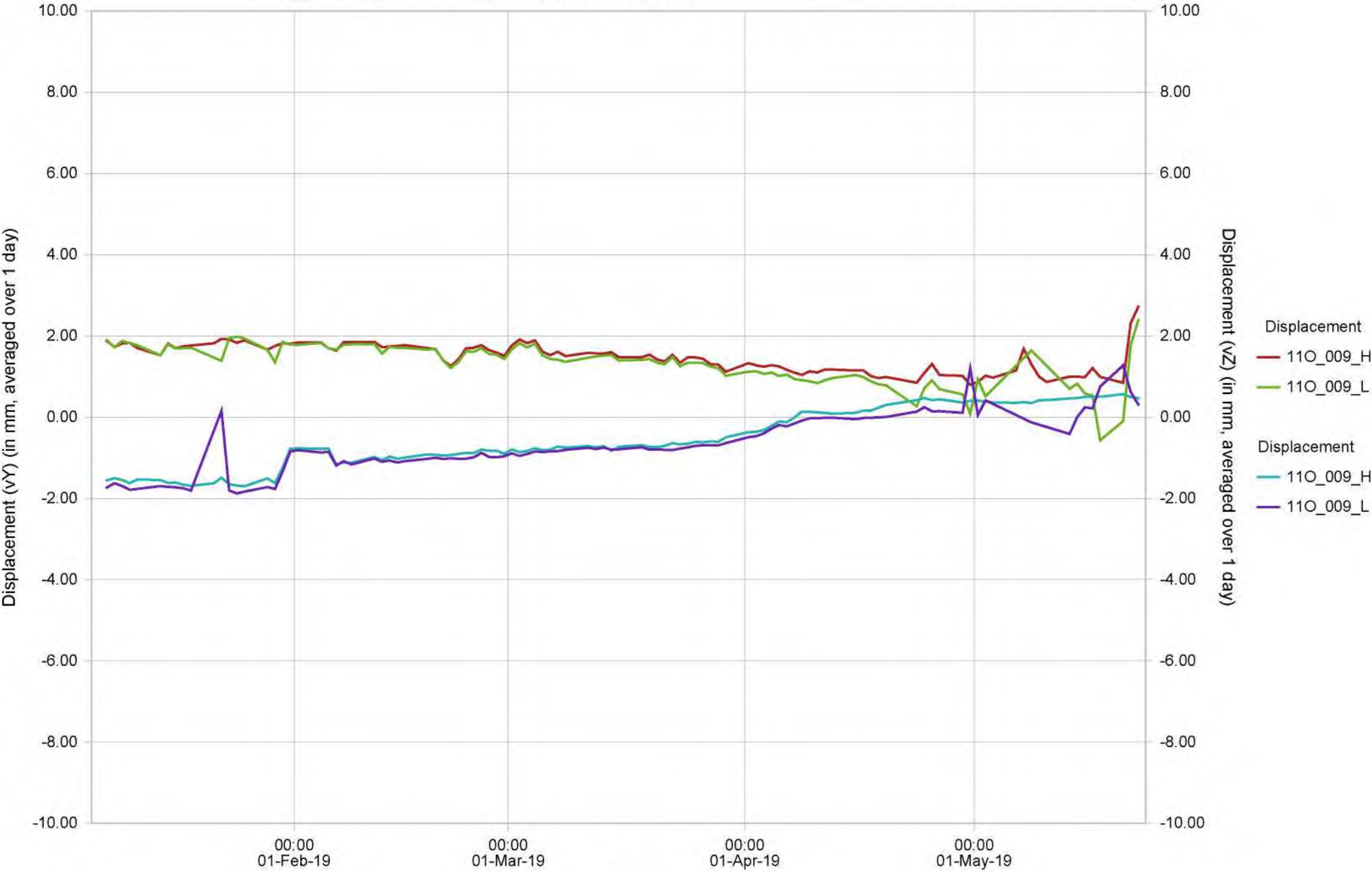


# Bijlage 1

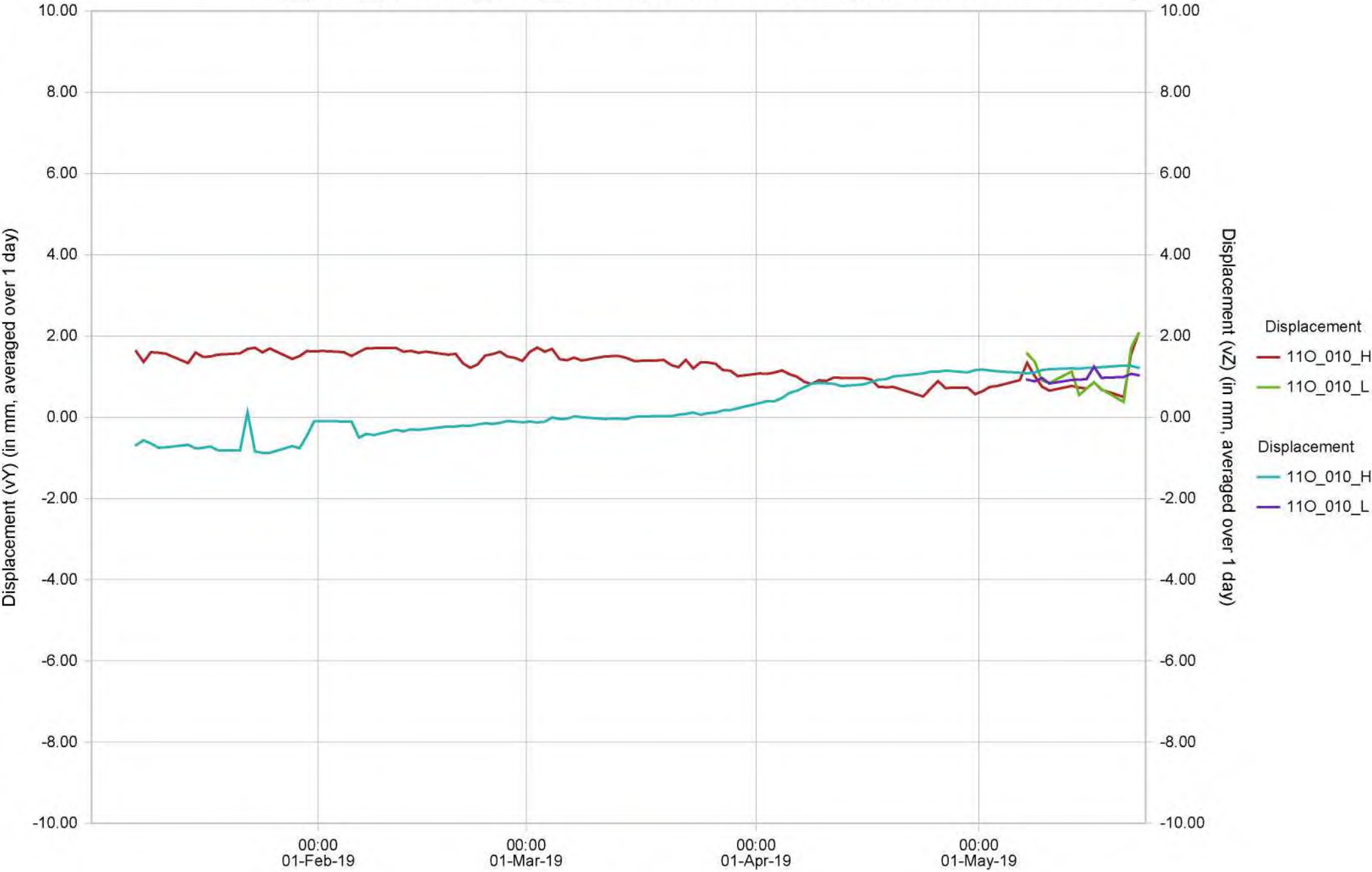


# Bijlage 2

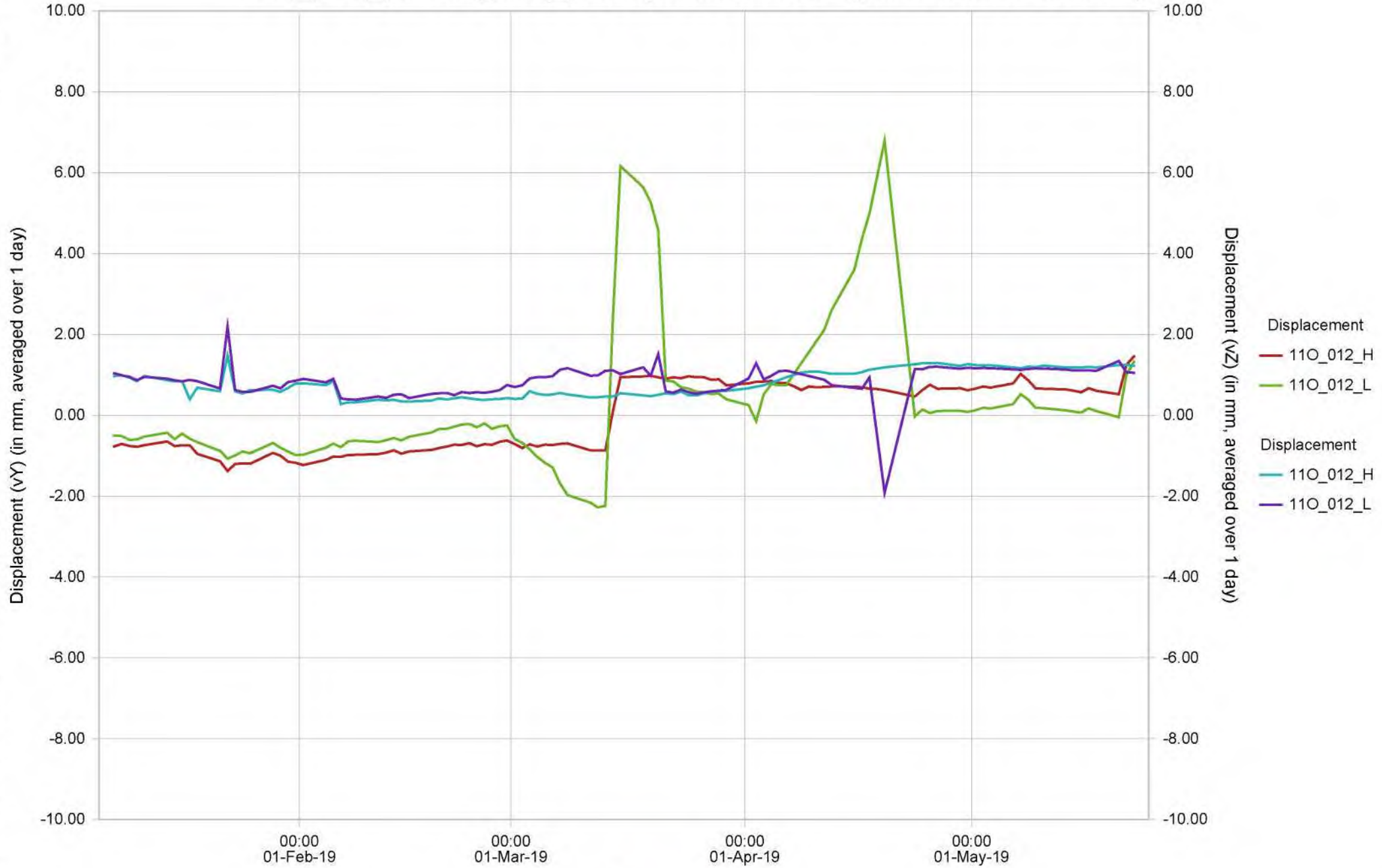
11O\_009\_L, 11O\_009\_H Verpl. Hor./vert. - (AVERAGED DATA!)



11O\_010\_L, 11O\_010\_H Verpl. Hor./vert. - (AVERAGED DATA!)



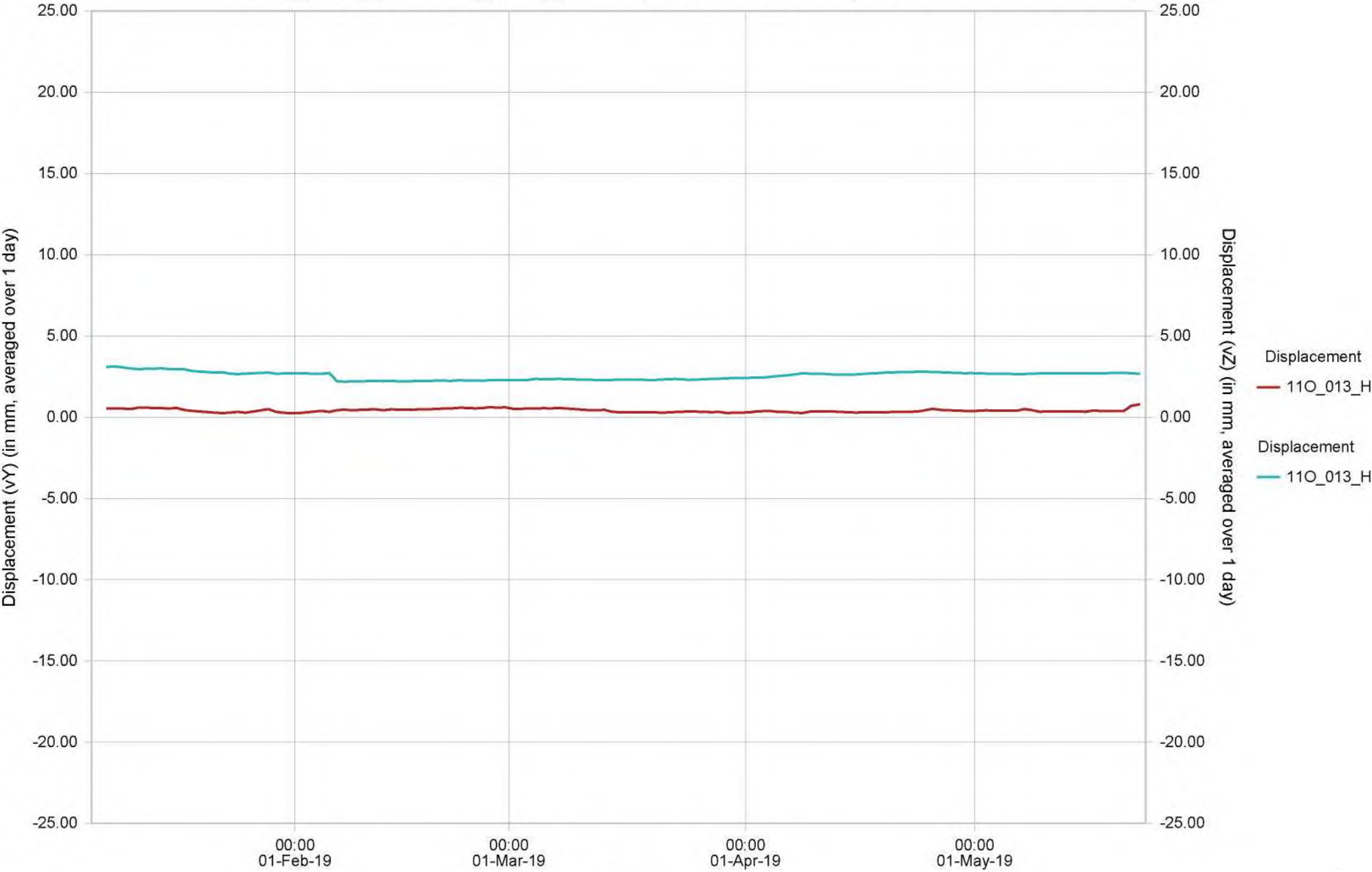
11O\_012\_L, 11O\_012\_H Verpl. Hor./vert. - (AVERAGED DATA!)



11O\_013\_L, 11O\_013\_H Verpl. Hor./vert. - (AVERAGED DATA!)

Blad 18 van 28

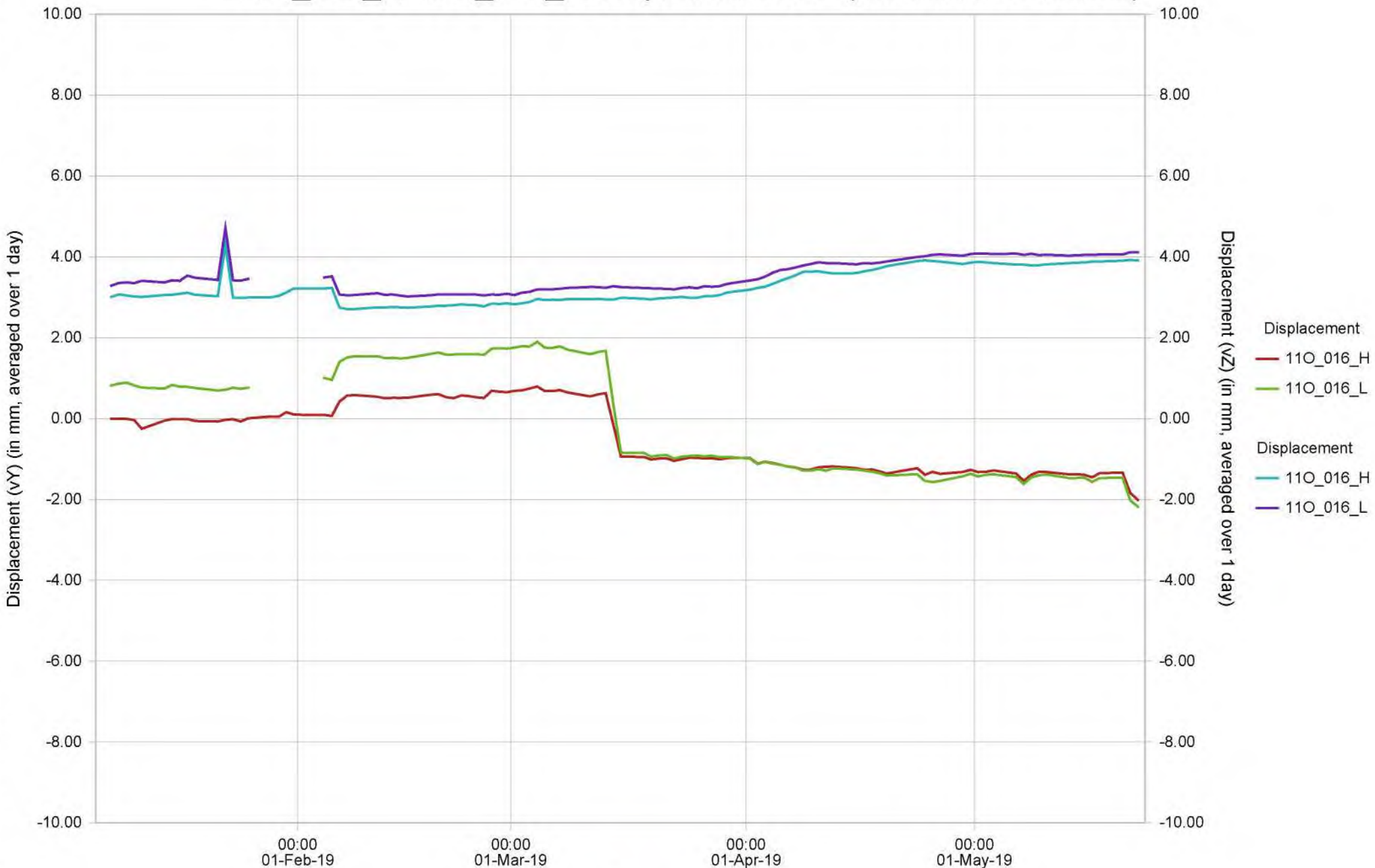
58203-9 R80729 Eindrapportage deformatiemetingen.pdf



11O\_016\_L, 11O\_016\_H Verpl. Hor./vert. - (AVERAGED DATA!)

Blad 19 van 28

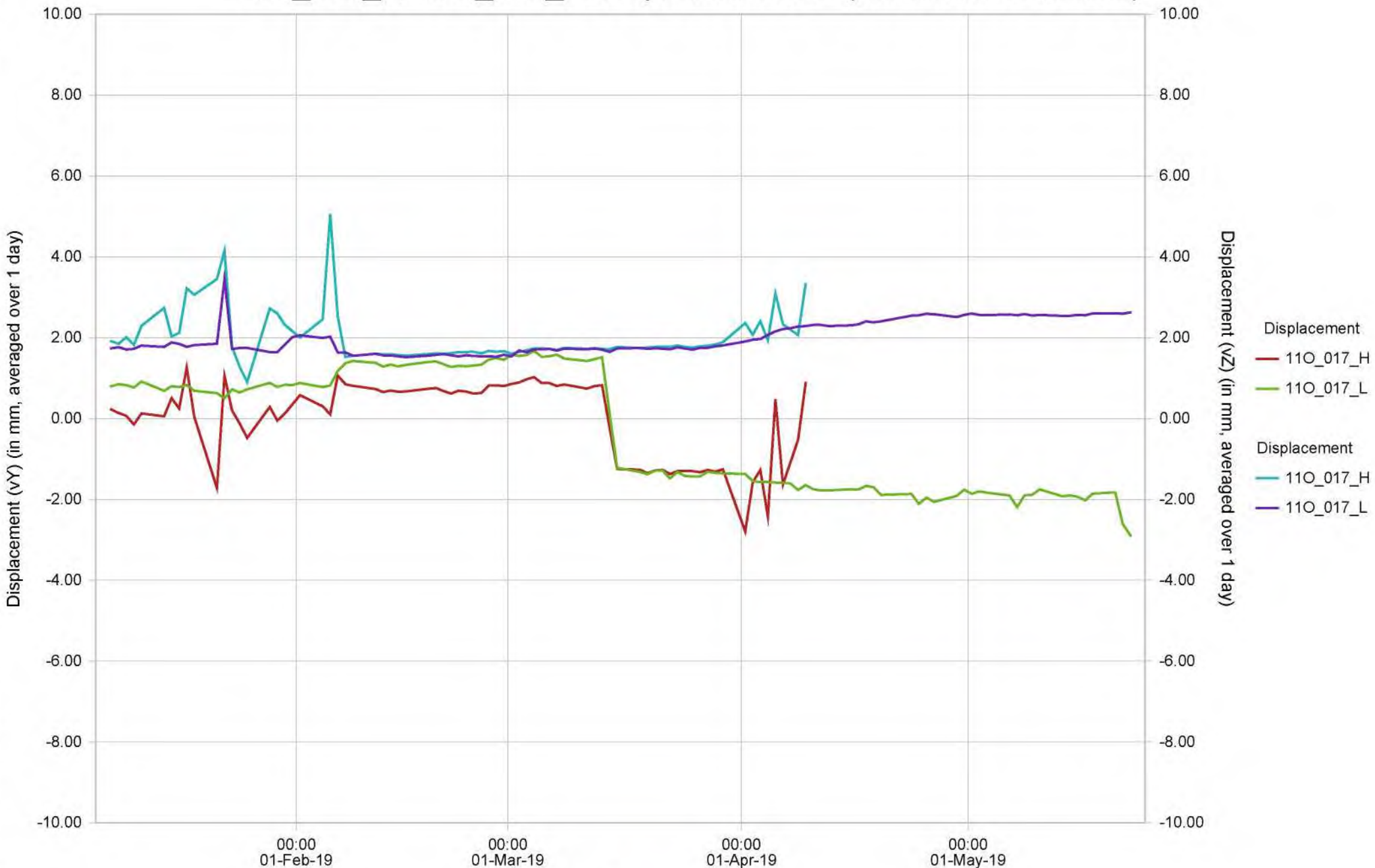
58203-9 R80729 Eindrapportage deformatiemetingen.pdf



Blad 20 van 28

58203-9 R80729 Eindrapportage deformatiemetingen.pdf

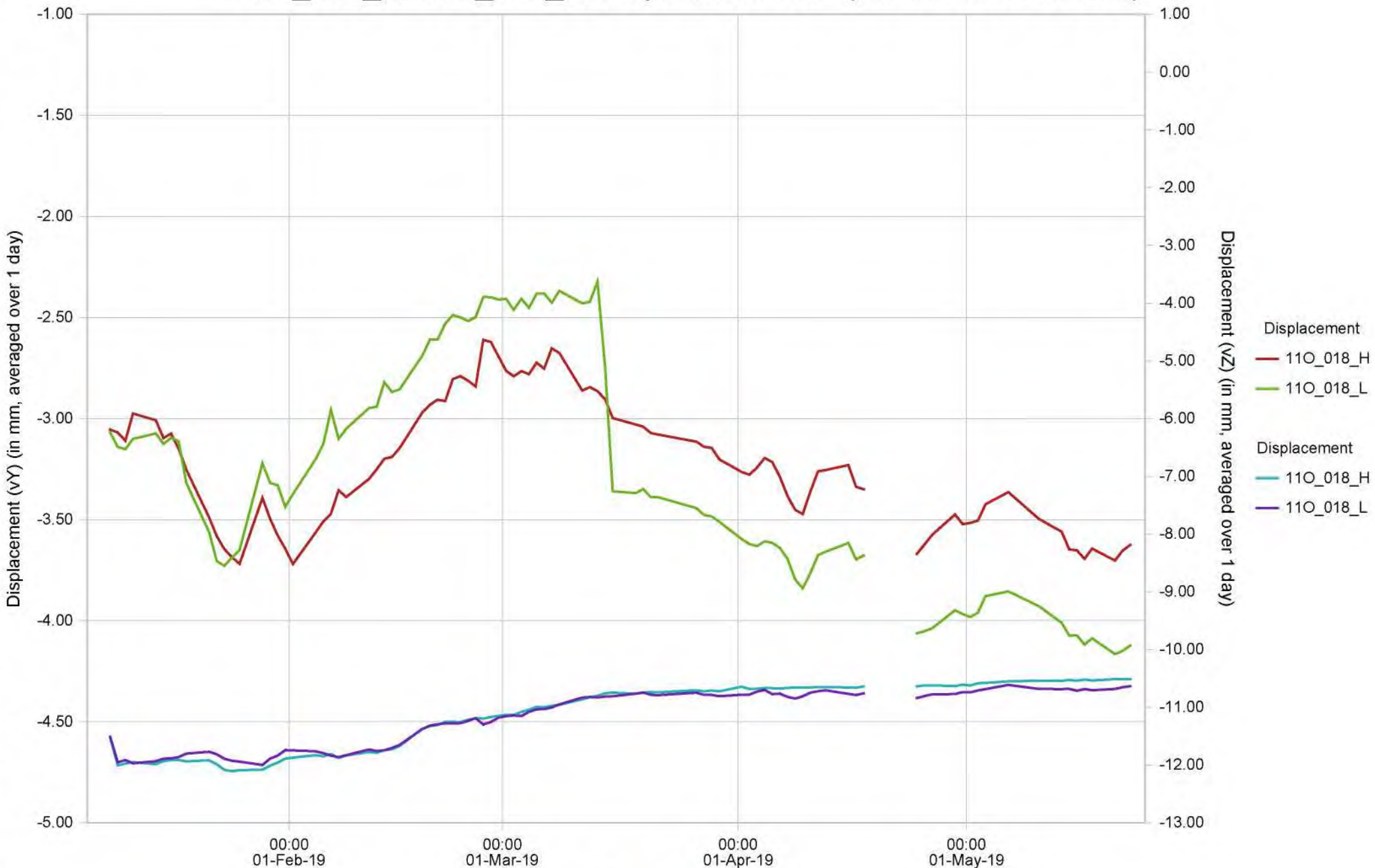
11O\_017\_L, 11O\_017\_H Verpl. Hor./vert. - (AVERAGED DATA!)



Blad 21 van 28

58203-9-R80729 Eindrapportage deformatiemetingen.pdf

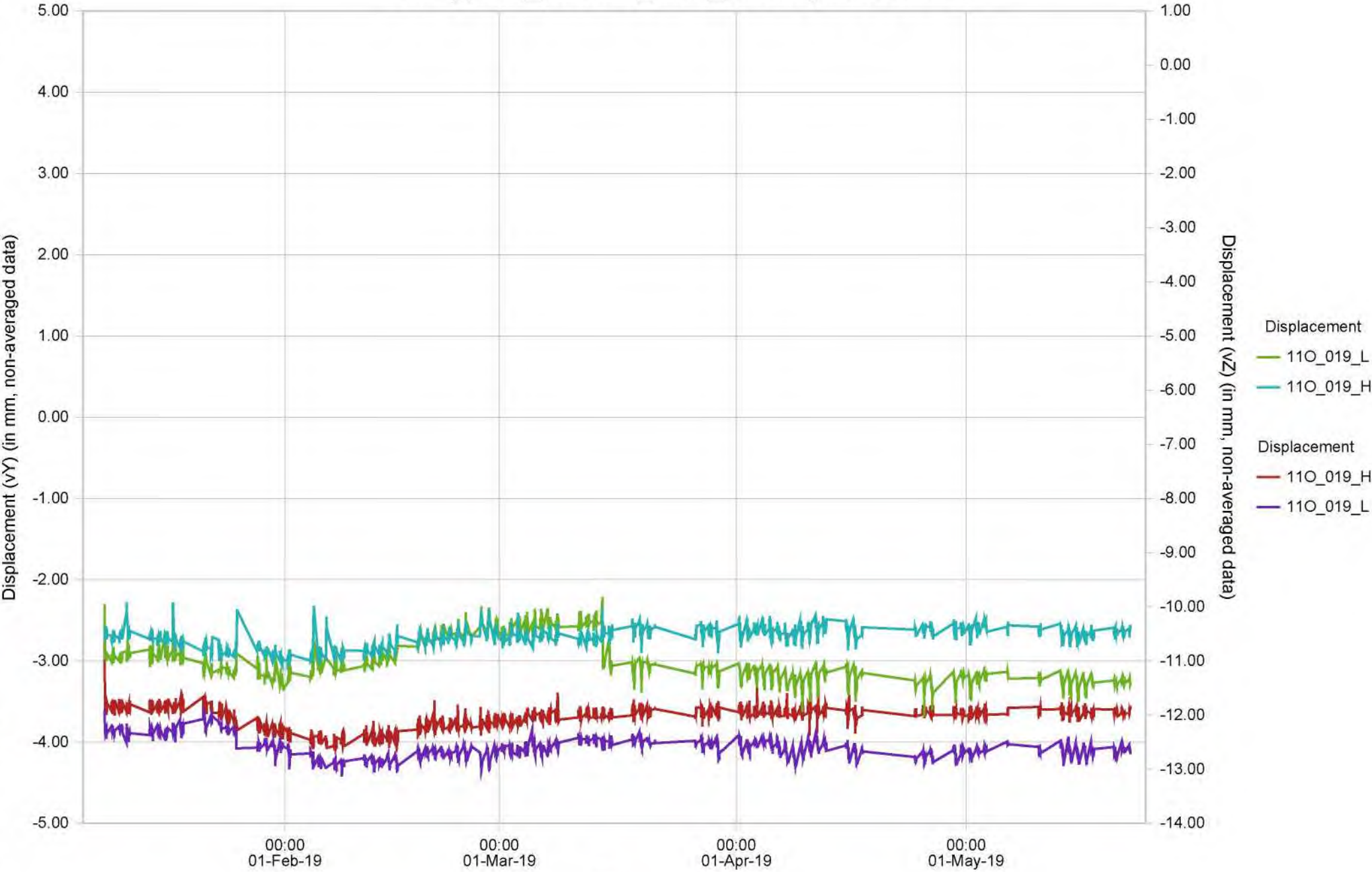
11O\_018\_L, 11O\_018\_H Verpl. Hor./vert. - (AVERAGED DATA!)



11O\_019\_L, 11O\_019\_H Verpl. Hor./vert.

Blad 22 van 28

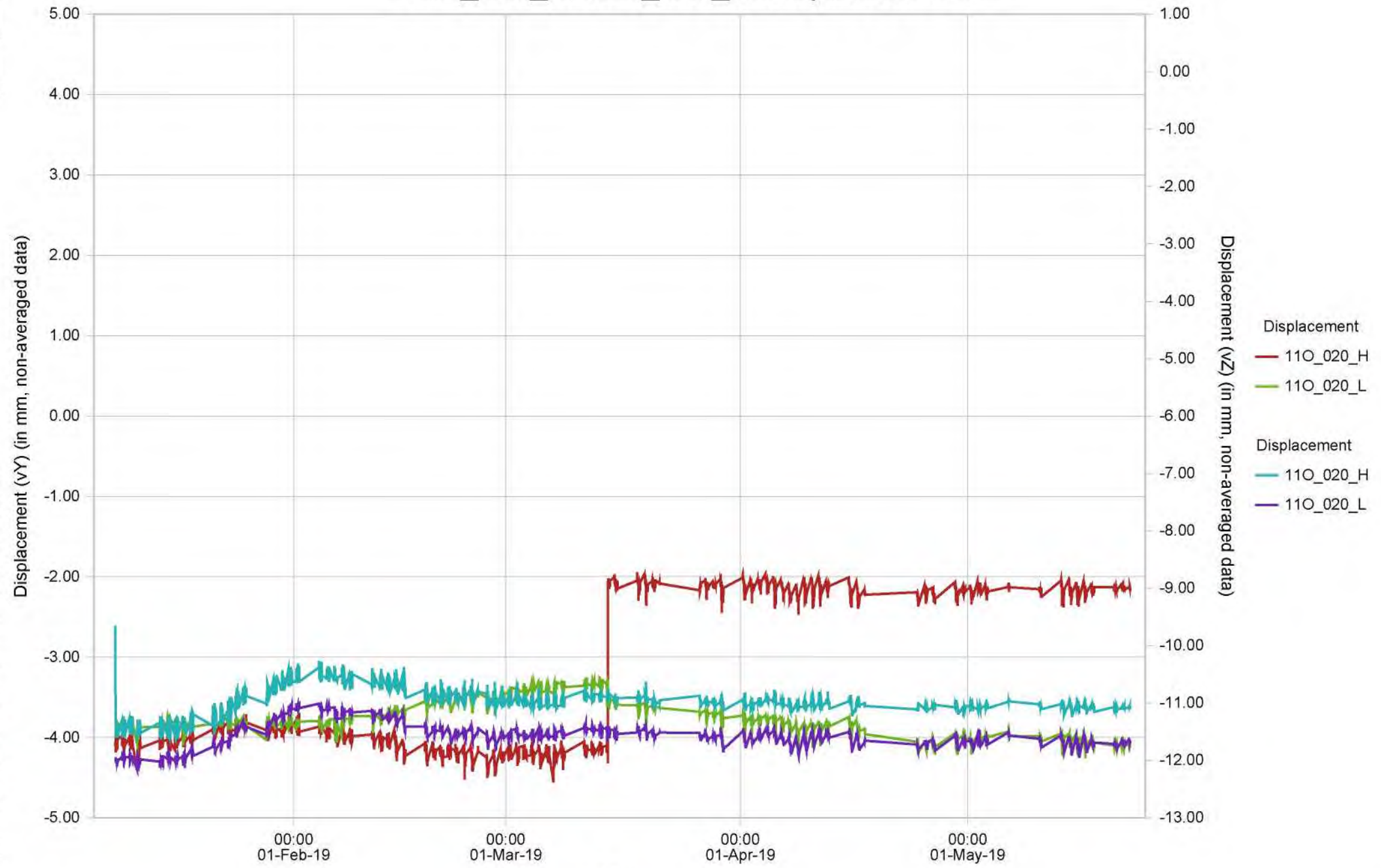
58203-9 R80729 Eindrapportage deformatiemetingen.pdf



Blad 23 van 28

58203-9-R80729 Eindrapportage deformatiemetingen.pdf

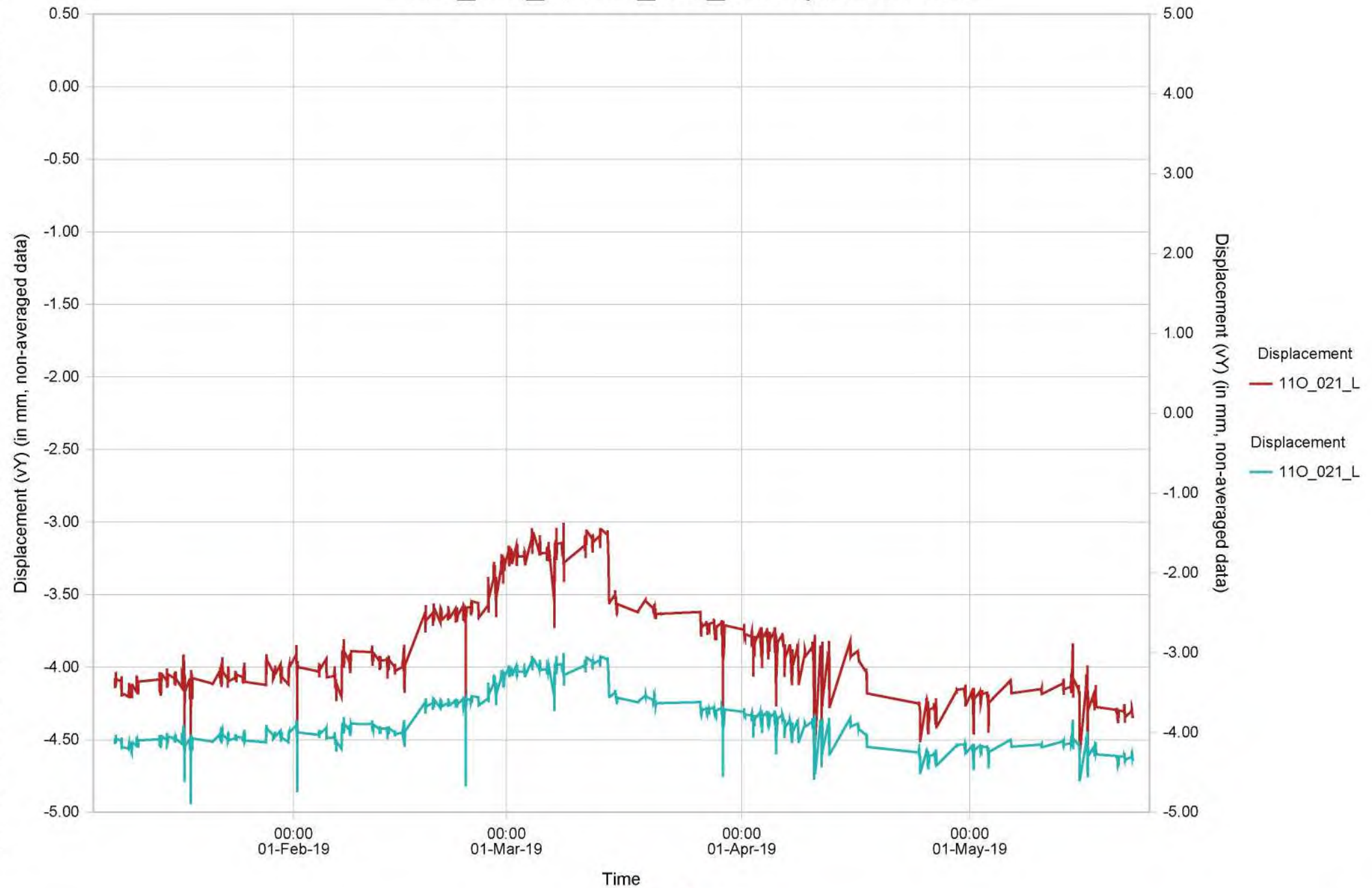
# 11O\_020\_L, 11O\_020\_H Verpl. Hor./vert.



Blad 24 van 28

58203-9 R80729 Eindrapportage deformatiemetingen.pdf

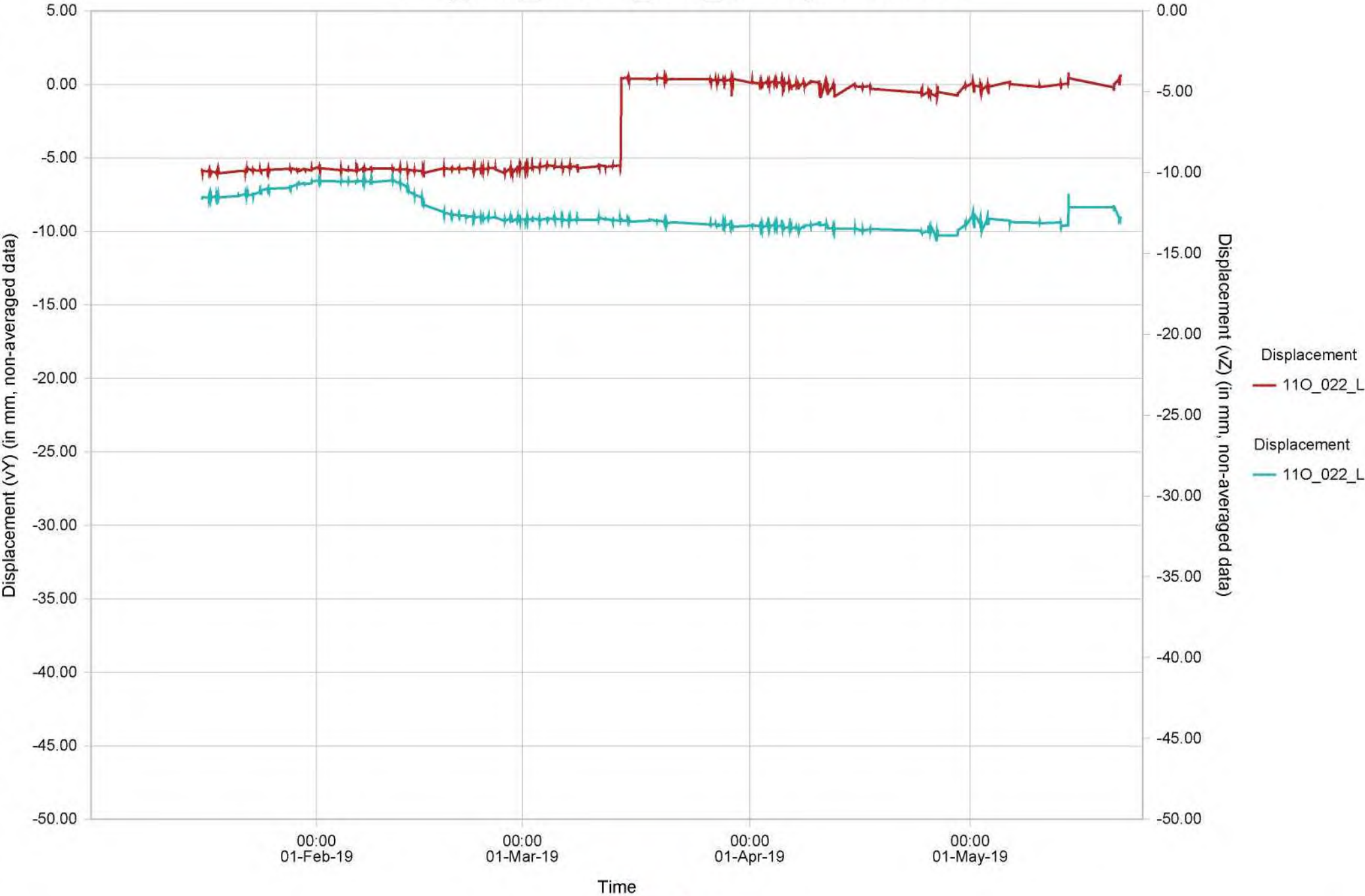
# 11O\_021\_L, 11O\_021\_H Verpl. Hor./vert.



Blad 25 van 28

58203-9-R80729 Eindrapportage deformatiemetingen.pdf

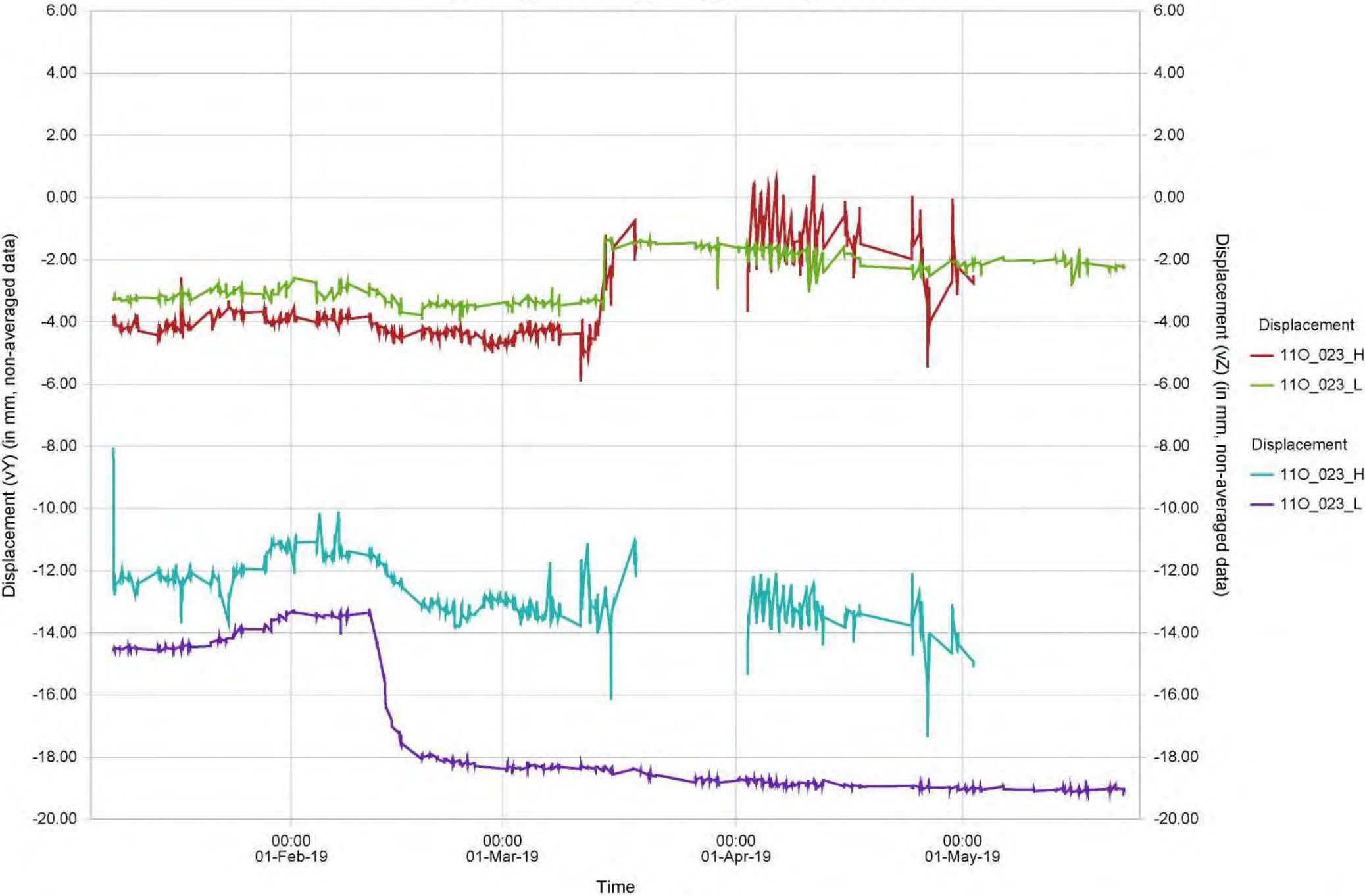
11O\_022\_L, 11O\_022\_H Verpl. Hor./vert.



11O\_023\_L, 11O\_023\_H Verpl. Hor./vert.

Blad 26 van 28

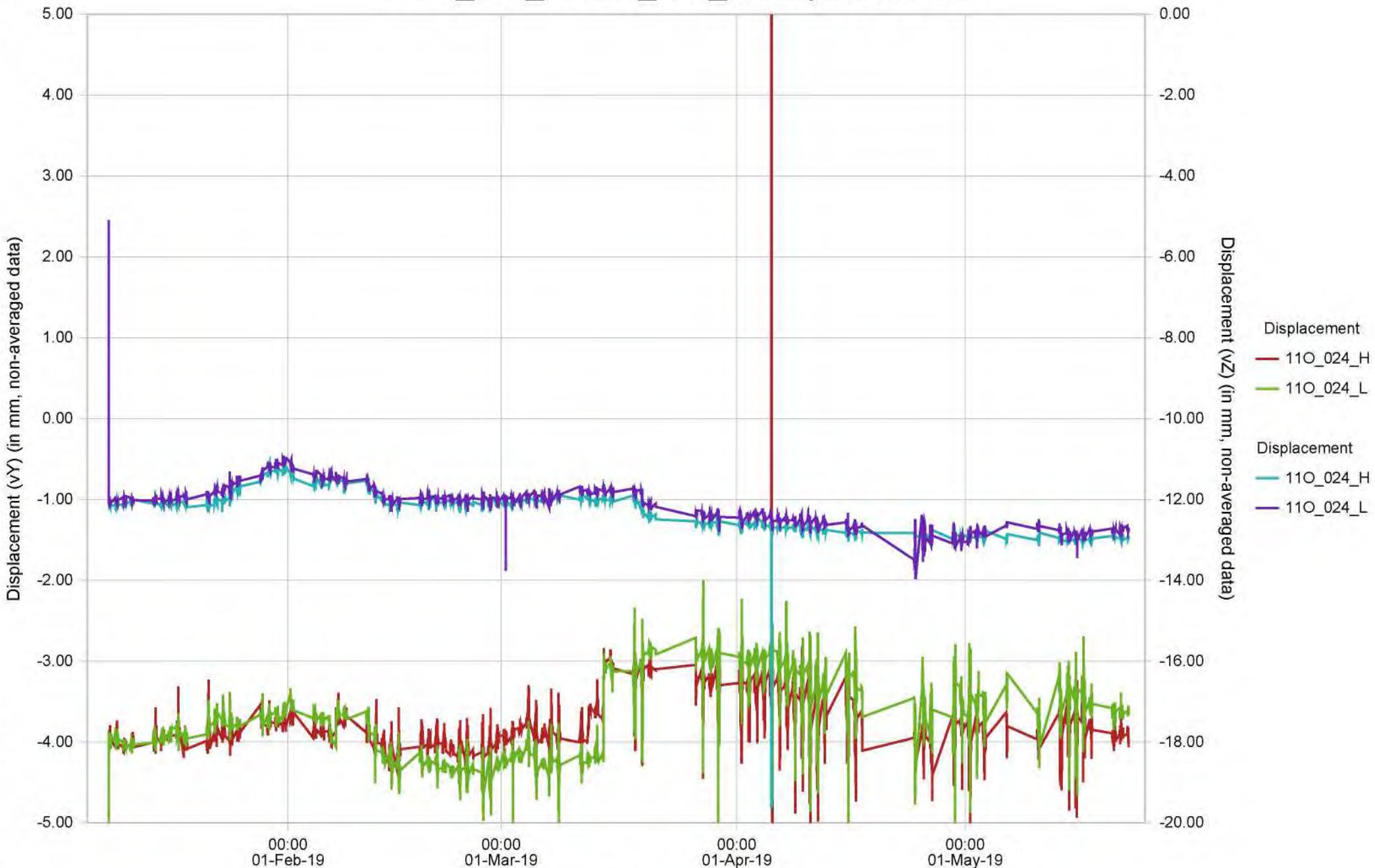
58203-9 R80729 Eindrapportage deformatiemetingen.pdf



11O\_024\_L, 11O\_024\_H Verpl. Hor./vert.

Blad 27 van 28

58203-9 R80729 Eindrapportage deformatiemetingen.pdf



Blad 28 van 28

58203-9 R80729 Eindrapportage deformatiemetingen.pdf

11O\_025\_L, 11O\_025\_H Verpl. Hor./vert.

