



# 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@wieritsema.nl](mailto:info@wieritsema.nl)  
Internet: [www.wiertsema.nl](http://www.wiertsema.nl)

## Deformatiemetingen

Reconstructie lage walmuren Oudegracht rak 2 oost te  
Utrecht

Resultaten eindmeting 5 okt 2021 – 1 oktober 2022

VN-58203-16 | 10 oktober 2022



# 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@wieritsema.nl  
Internet: www.wiertsema.nl

Onderwerp:           Reconstructie lage walmuren Oudegracht rak 2 oost te Utrecht  
Onderdeel:           Deformatiemetingen  
Projectnummer:      VN-58203-16  
Opdrachtgever:      Beens Groep B.V.  
                            Postbus 6  
                            8280 AA Genemuiden  
Nr. opdrachtgever:   bestek 142 SW 12  
Datum:                10 oktober 2022

Versie	Datum	Omschrijving wijziging
1	10 oktober 2022	

Opgesteld door:	
Handtekening:	
Documentnummer:	R85883
Status:	definitief
Vrijgegeven door:	ing.



**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>5 Analyse meetresultaten.....</b>	<b>10</b>
5.1	Toelichting data .....	11
5.2	Analyse data .....	11
5.3	Conclusie .....	12

### Bijlagen:

- 1      Situatietekening
- 2      Meetresultaten



## 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 2 oost" te Utrecht.

### 1.1 Aanleiding en doel

De deformatiemetingen zijn een onderdeel van de totale monitoring aan rak 2 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 word 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:

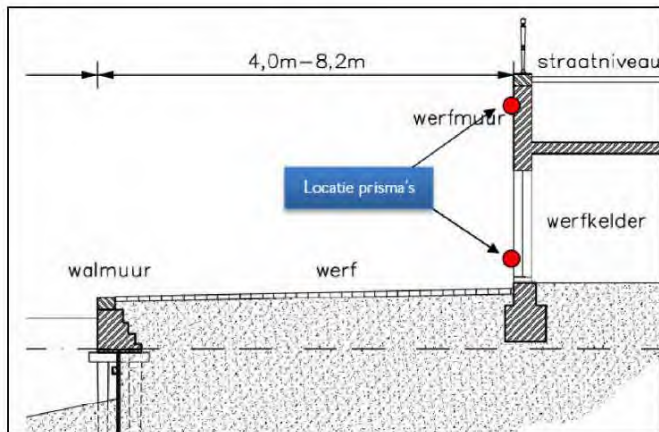
- Meetlocaties meetpunten deformatiemetingen;
- Uitvoering deformatiemetingen;
- Grenswaarden zettingen;
- Analyseren van de meetresultaten.

De gepresenteerde metingen betreffen de eind rapportage.



## 2 Locaties meetpunten

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



Figuur 1: locaties prisma's op de werfmuur [Bron: Monitoringsplan CRUX RA18194a2]

De prisma's op de werfkelderdermuur (buitenzijde) zijn om de ca. 5 meter zowel boven als onderaan de werfkelderdermuur geplaatst. Prisma's zijn zo geplaatst dat er tijdens de werkzaamheden voldoende zicht voor het meetequipement (Total Station) op de meetprisma is. In bijlage 1 staan de monitoringspunten weergegeven.



### 3 Uitvoering deformatiemetingen

#### 3.1 Meetapparatuur

Voor de deformatiemetingen wordt gebruik gemaakt van zogenaamde miniprisma's. Een voorbeeldfoto hiervan is in figuur 2 en figuur 3 weergegeven. Een prisma is een retro reflecteerde spiegel.



Figuur 2: Voorbeeldfoto miniprisma



Figuur 3: Voorbeeldfoto positie prisma's (rood omcirkeld)



De deformatiemetingen worden uitgevoerd met Robotic Total Stations (Leica TS40). Een voorbeeldfoto hiervan is in figuur 4 weergegeven.



*Figuur 4: Voorbeeldfoto Robotic Totalstation Leica TS40*

### 3.2 Meetmethodiek

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

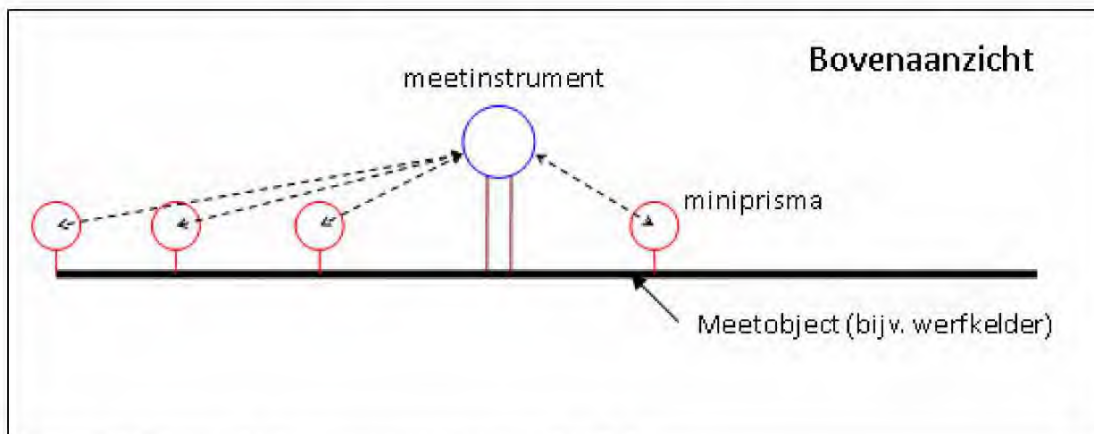
Op de zijde 2 oost zijn de meetinstrumenten in de begin fase aan overzijde geplaatst. In figuur 5 is de 3D visualisatie weergegeven. Dit is niet volledig representatief aan Utrecht, maar het idee van meten geeft op deze manier een goed beeld van de situatie die in Utrecht afspeelt.





Figuur 5: 3D visualisatie meetmethodiek

In overleg met O.G zijn 5 oktober 2021 de meetinstrumenten aan de zijde geplaatst waar de werkzaamheden worden uitgevoerd. In figuur 7 hieronder is dit schematisch weergegeven.



Figuur 7: Schematische weergave meetmethodiek

### 3.3 Kenmerken van de meting:

- Meettoestel bevindt zich binnen het invloedsgebied;
- Rak 2 oost 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.



- 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;
- 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 5-10-2021 tot 01-10-2022.



## 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. Deze grenswaarden en alarmwaarden gaan pas in bij het bereiken van de bouwphase of tijdens de genoemde bouwphase.

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

Bouwphase	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 achtneming van de in paragraaf 5.2 beschreven analyse van de meetresultaten, kan worden geconcludeerd dat de werkzaamheden uitgevoerd langs de Oudegracht rak 2 oost, op de meeste locaties binnen de aangegeven grenswaarden zijn gebleven. De Spiegels 001 t/m 014 zijn t/m 1 juni 2022 gemonitord en de spiegels 014 t/m 031 t/m 1 oktober 2022.

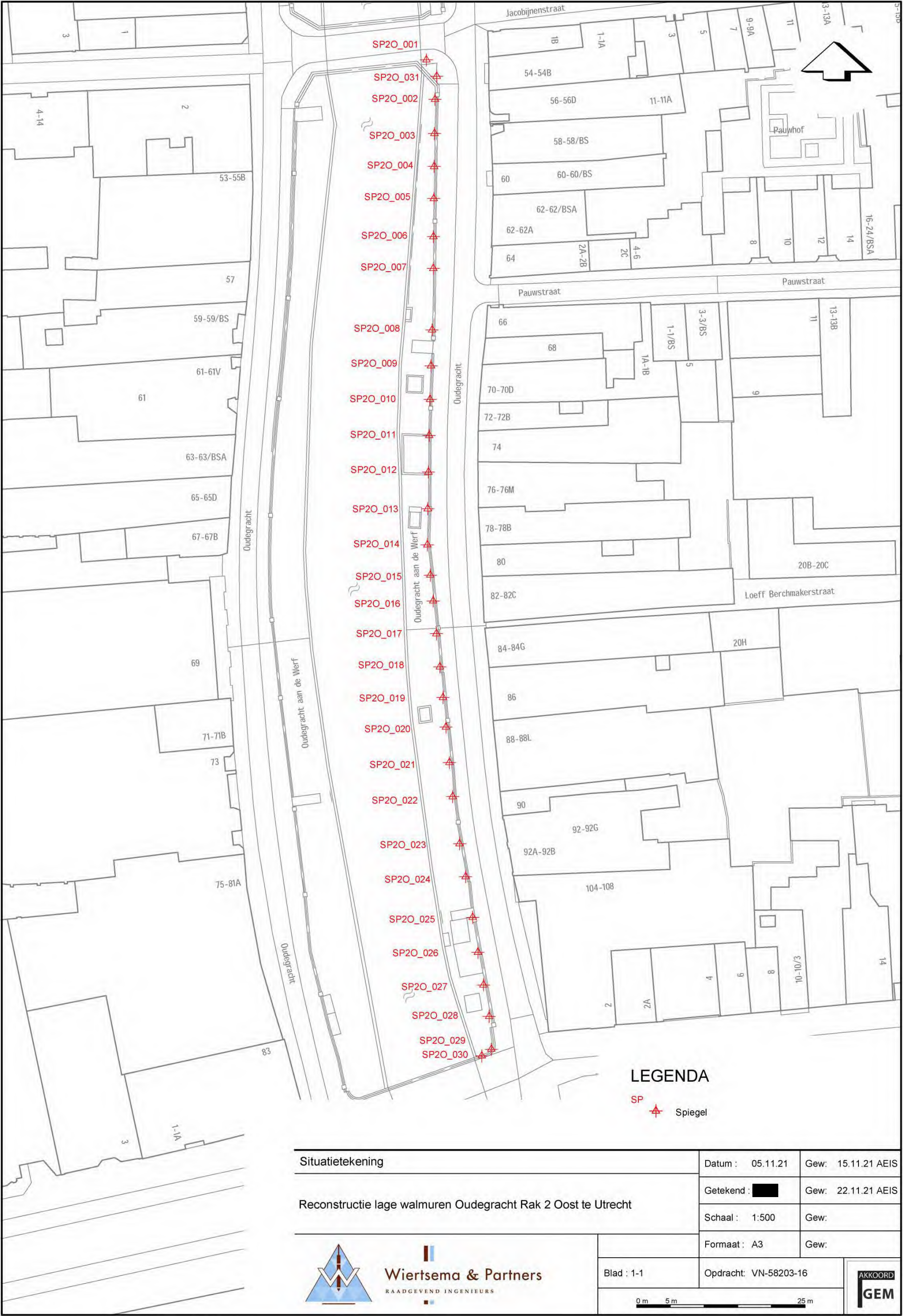
Opgemerkt dient te worden dat een aantal spiegels belemmerd zijn tijdens de werkzaamheden. Op 19 januari 2021 en 31 mei 2022 is tijdens een visuele inspectie op locatie gebleken dat sommige spiegels worden verstoord door objecten van bewoners op de kade. Te denken valt aan deuren die open staan en plantenbakken die voor de spiegels zitten. Dit geldt voor SP02\_001, SP02\_002, SP02\_009, SP02\_014, SP02\_019, SP02\_022 en SP02\_029.

Om voor de toekomst een kwalitatief betere beoordeling te kunnen geven wordt geadviseerd om periodiek een visuele inspectie uit te voeren op locatie. Hierbij kunnen spiegels worden schoongemaakt en tevens worden vervangen, ook belemmeringen kunnen worden weggenomen.



# Bijlage 1





Situatietekening		Datum : 05.11.21	Gew: 15.11.21 AEIS
Reconstructie lage walmuren Oudegracht Rak 2 Oost te Utrecht		Getekend : 	Gew: 22.11.21 AEIS
		Schaal : 1:500	Gew:
		Formaat : A3	Gew:
 <b>Wiertsema &amp; Partners</b> RAADGEVEND INGENIEURS		Blad : 1-1	Opdracht: VN-58203-16
		 0 m 5 m 25 m	
			

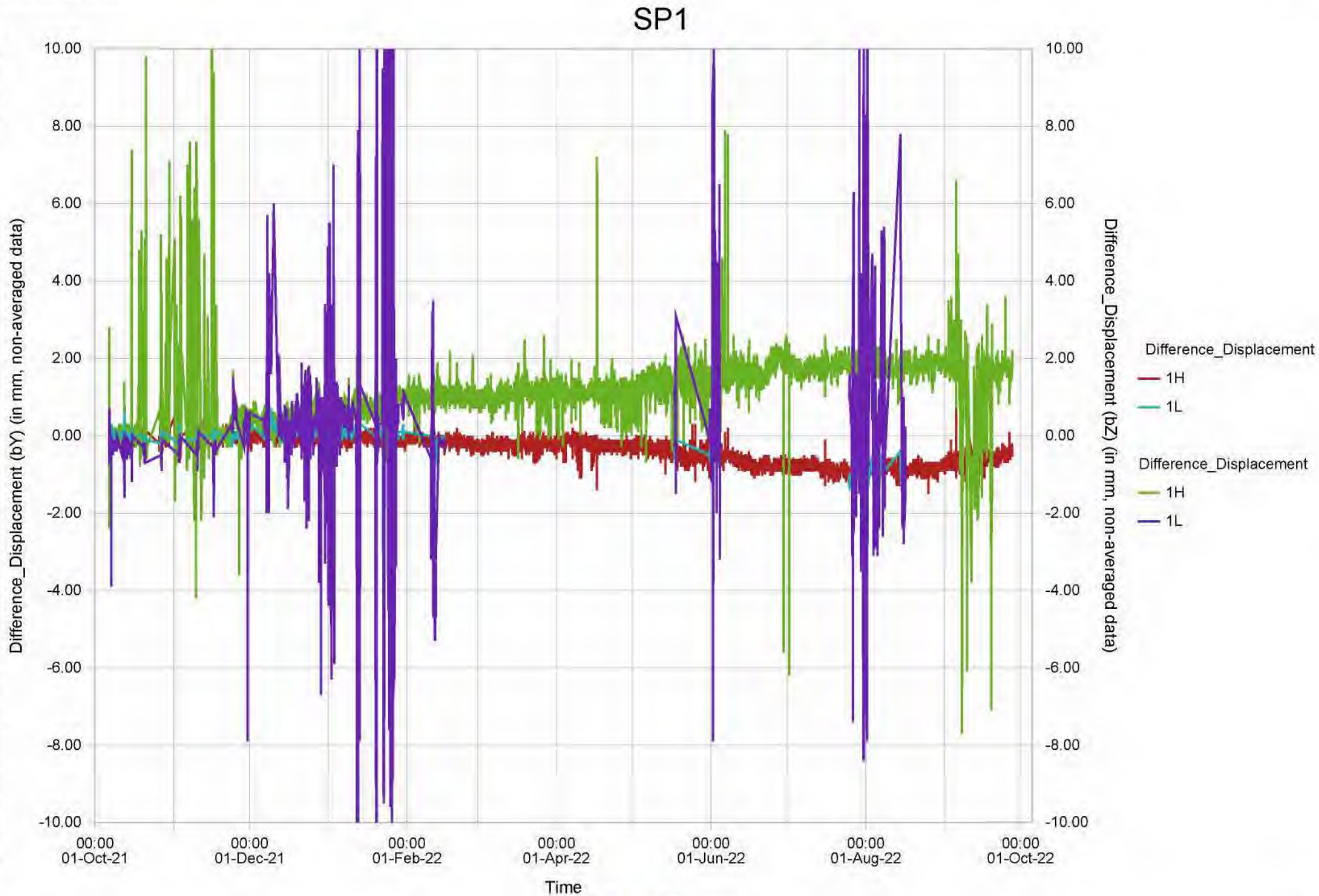
# Bijlage 2



**Wiertsema & Partners**  
RAADGEVEND INGENIEURS

Blad 16 van 46

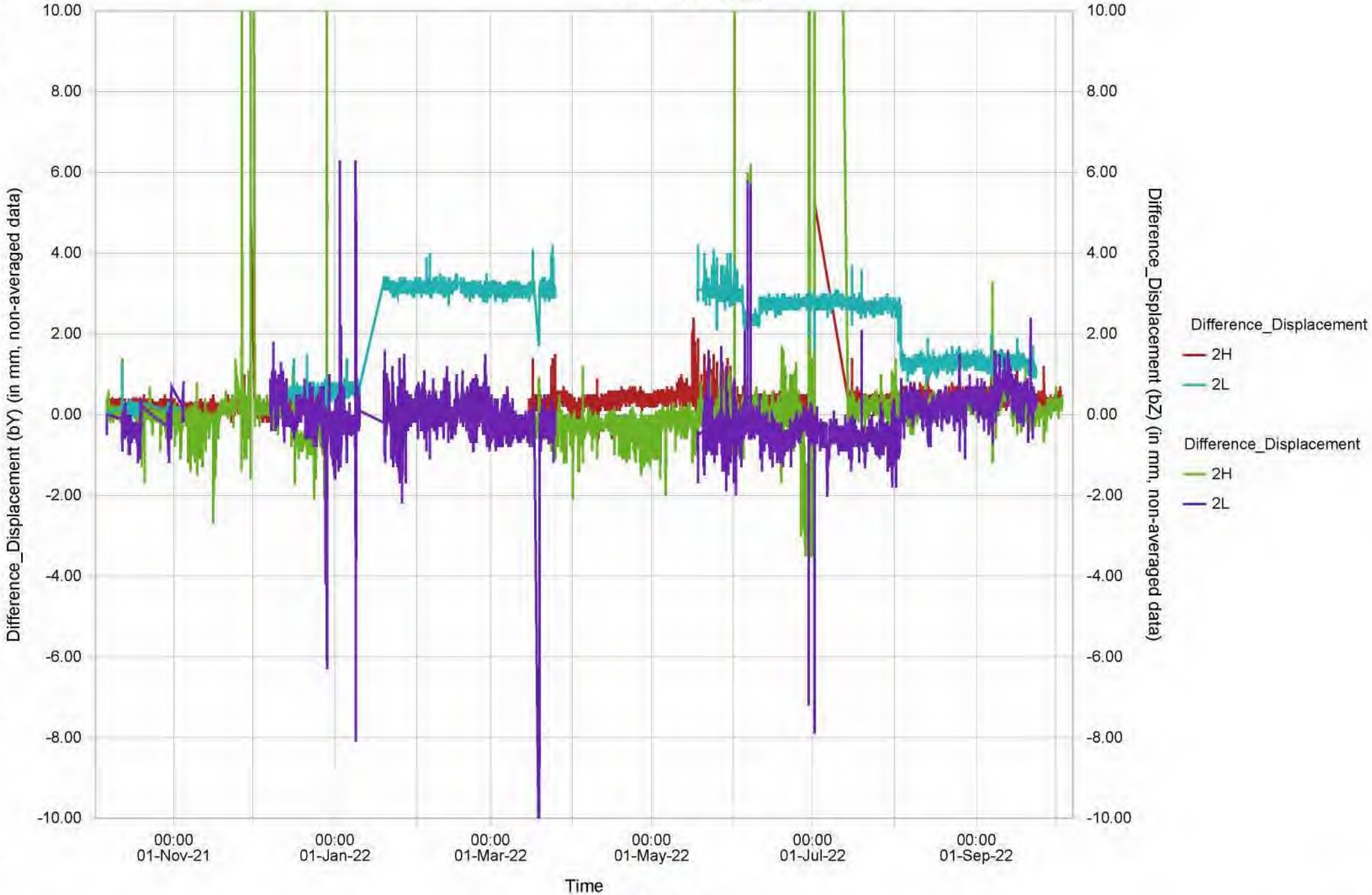
58203-16 R85883 Eindrapportage deformatiemetingen.pdf



Blad 17 van 46

58203-16 R85883 Eindrapportage deformatiemetingen.pdf

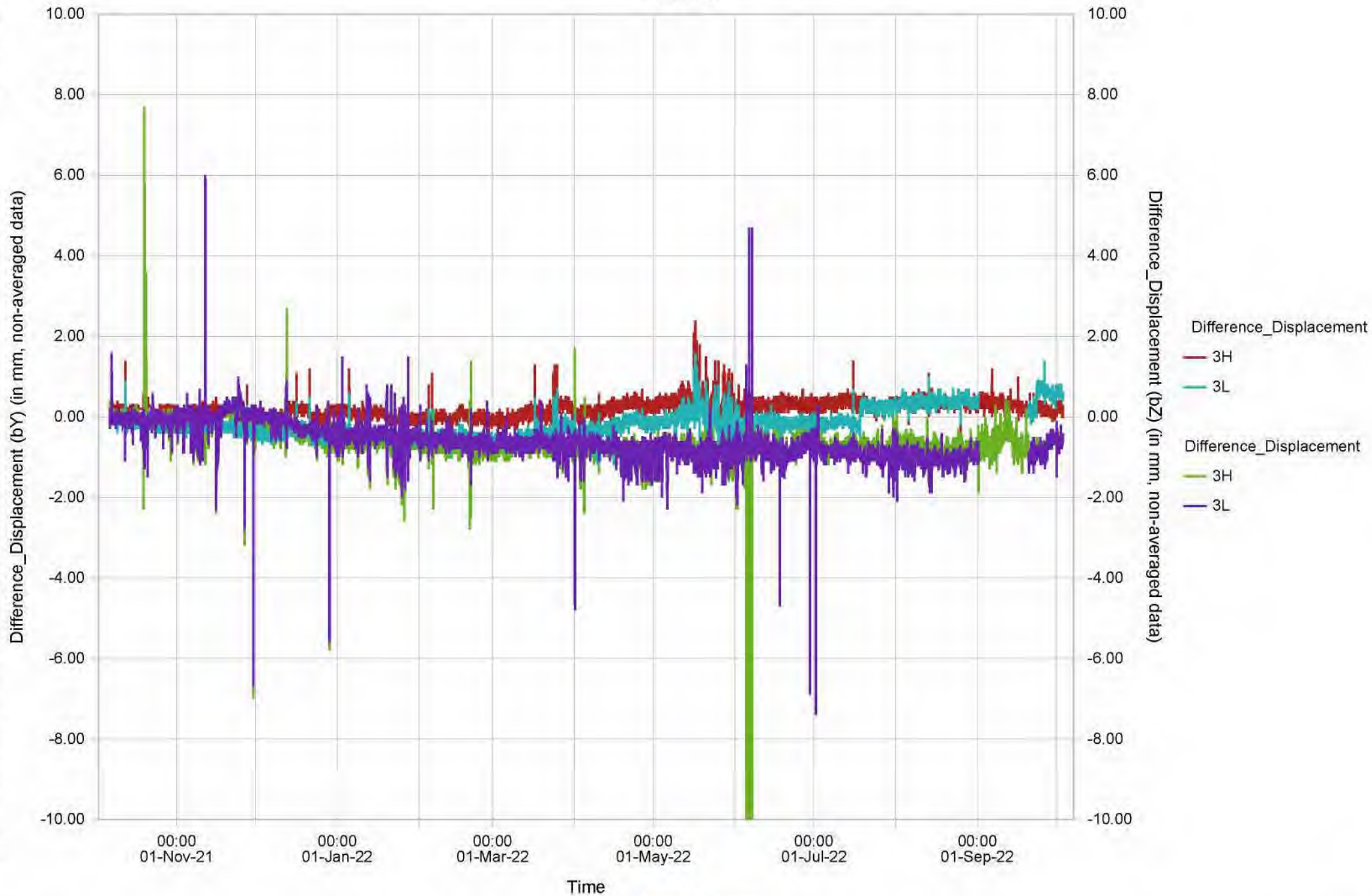
SP2 (copy)



SP3

Blad 18 van 46

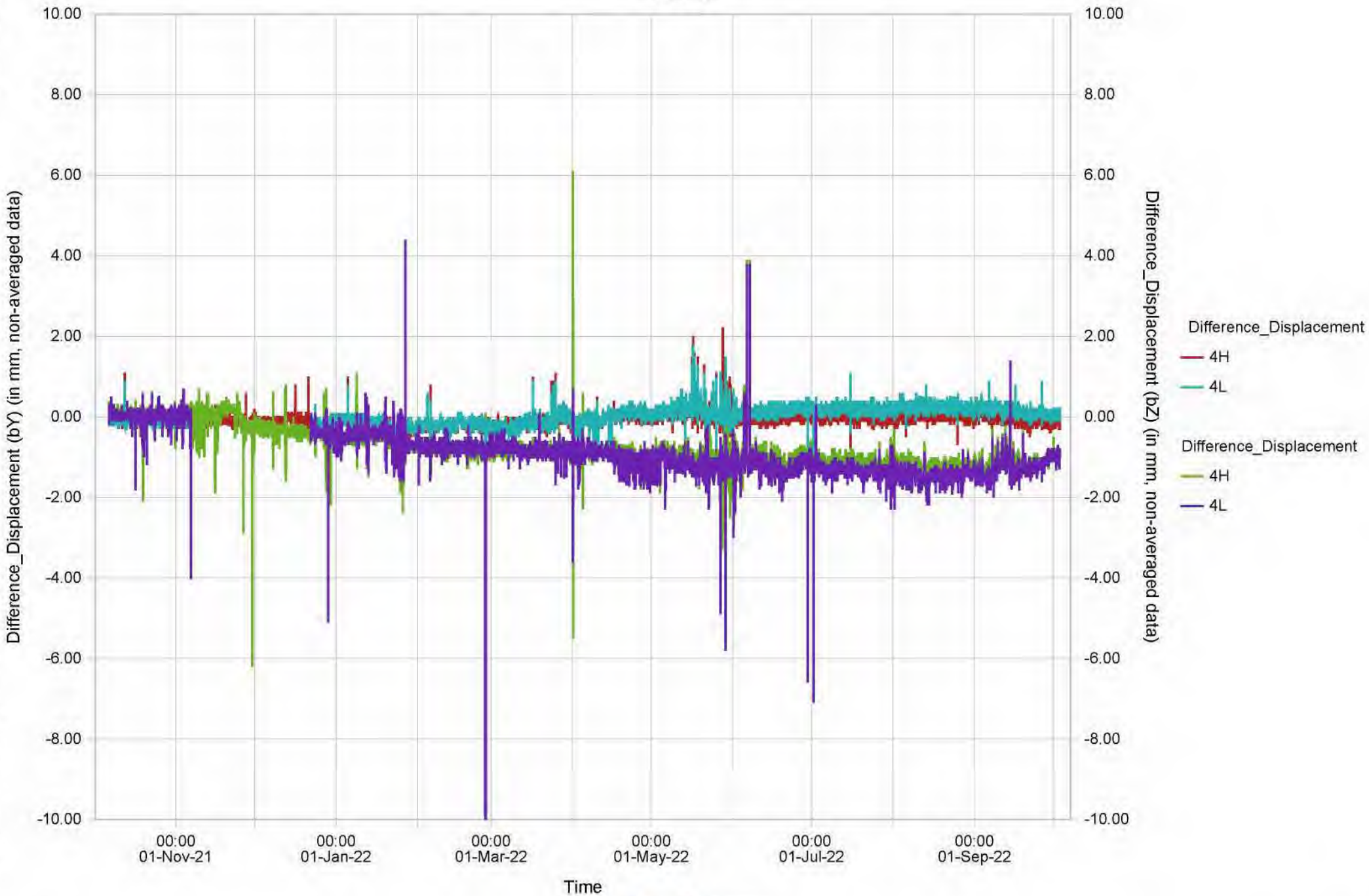
58203-16 R85883 Eindrapportage deformatiemetingen.pdf

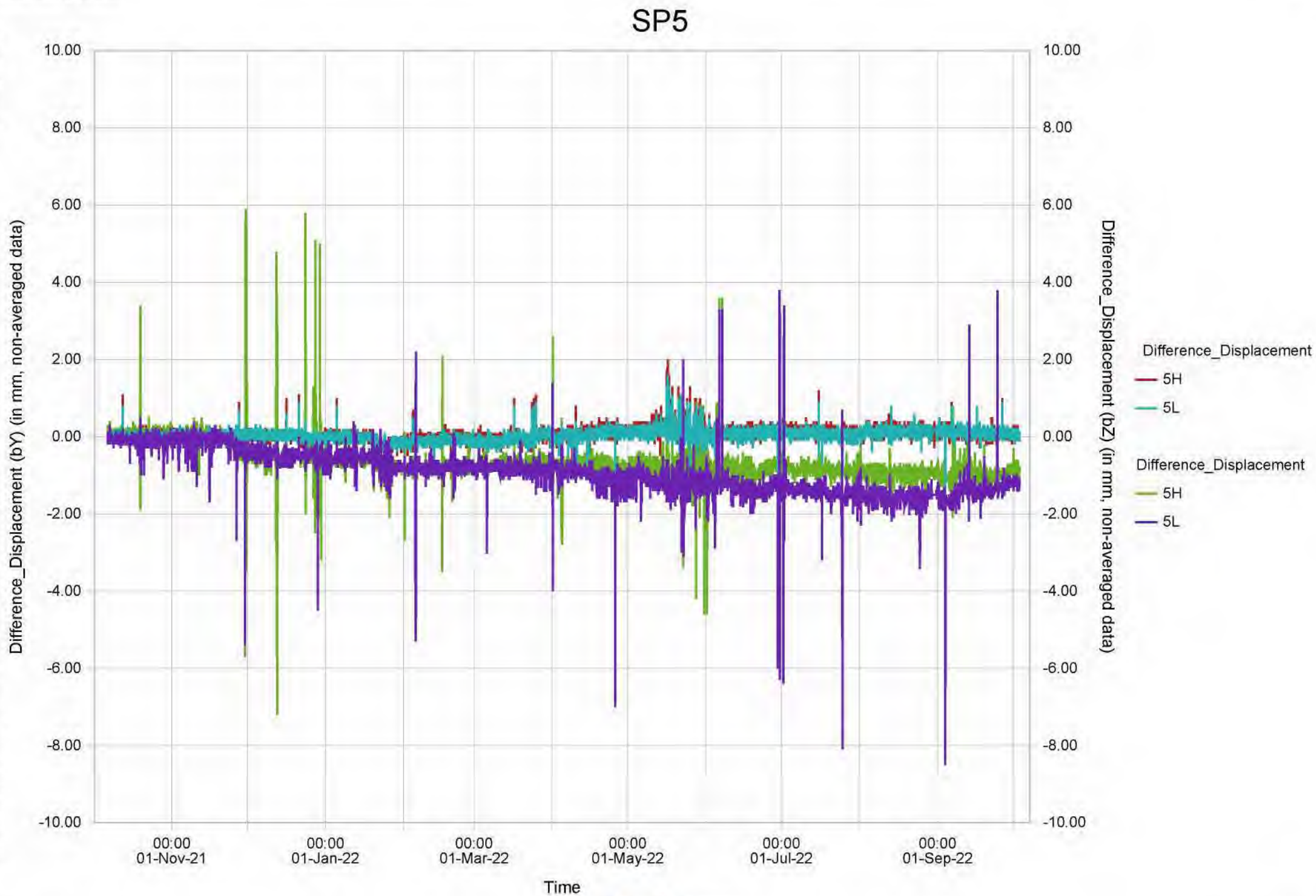


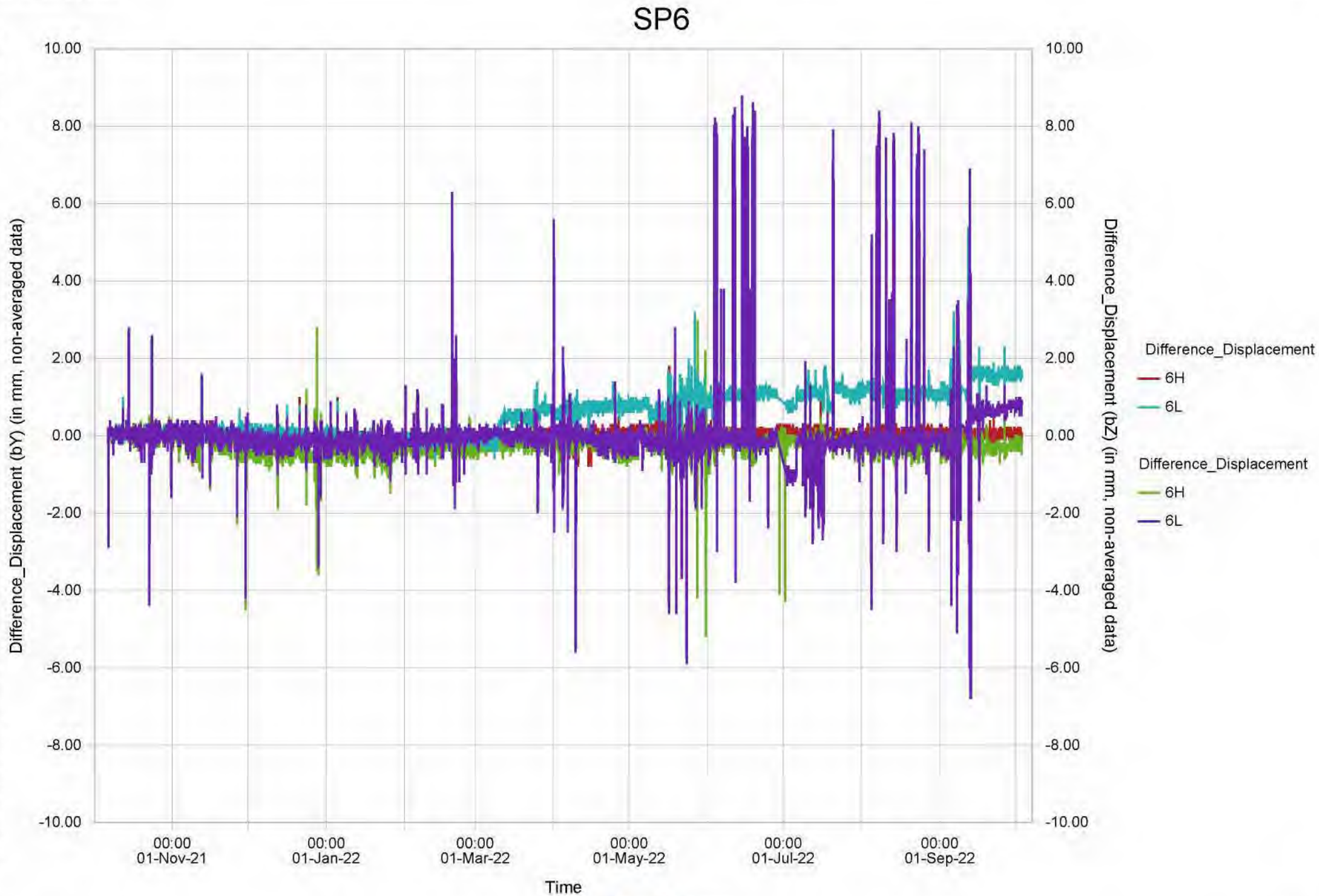
SP4

Blad 19 van 46

58203-16 R85883 Eindrapportage deformatiemetingen.pdf

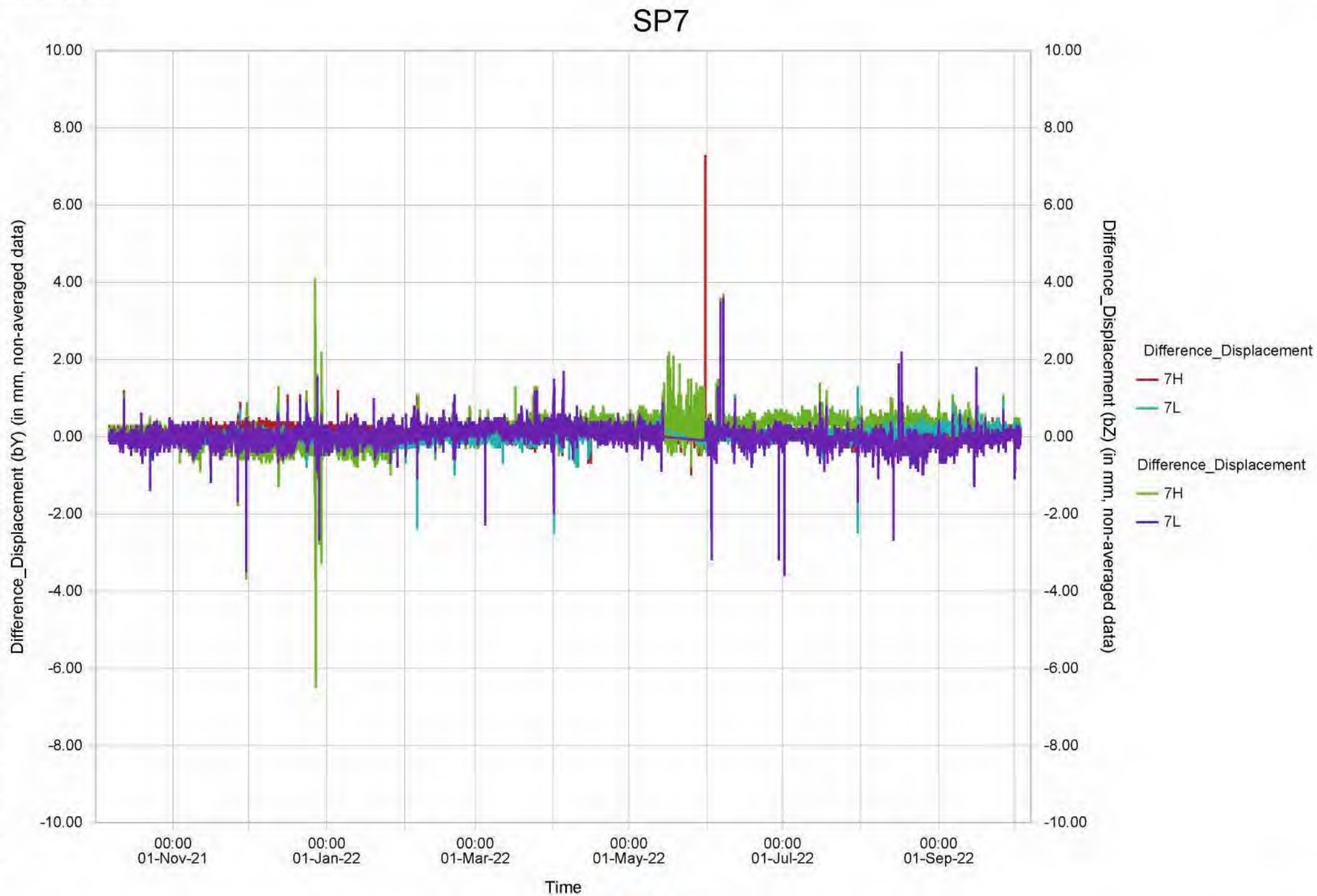






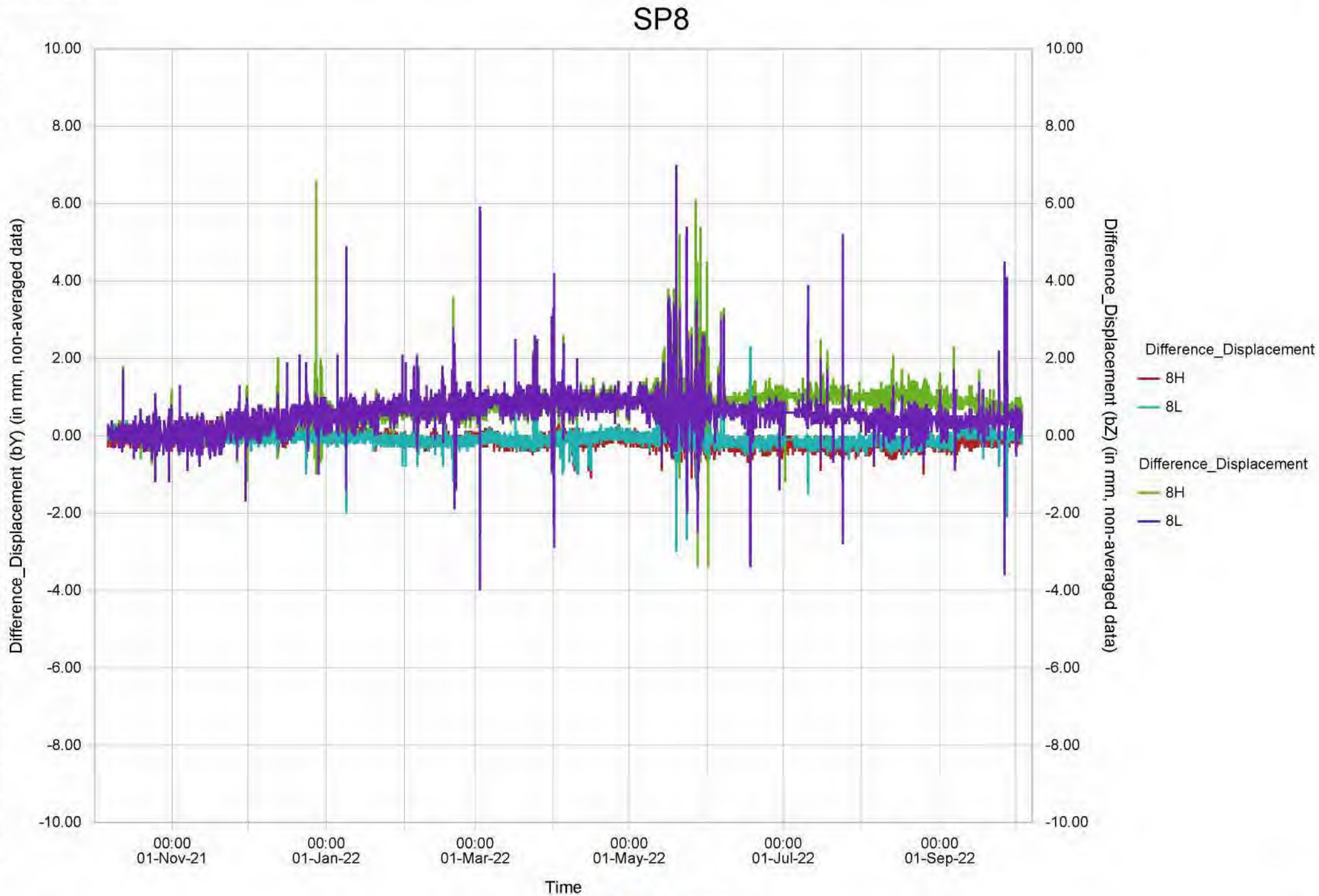
Blad 22 van 46

58203-16 R85883 Eindrapportage deformatiemetingen.pdf



Blad 23 van 46

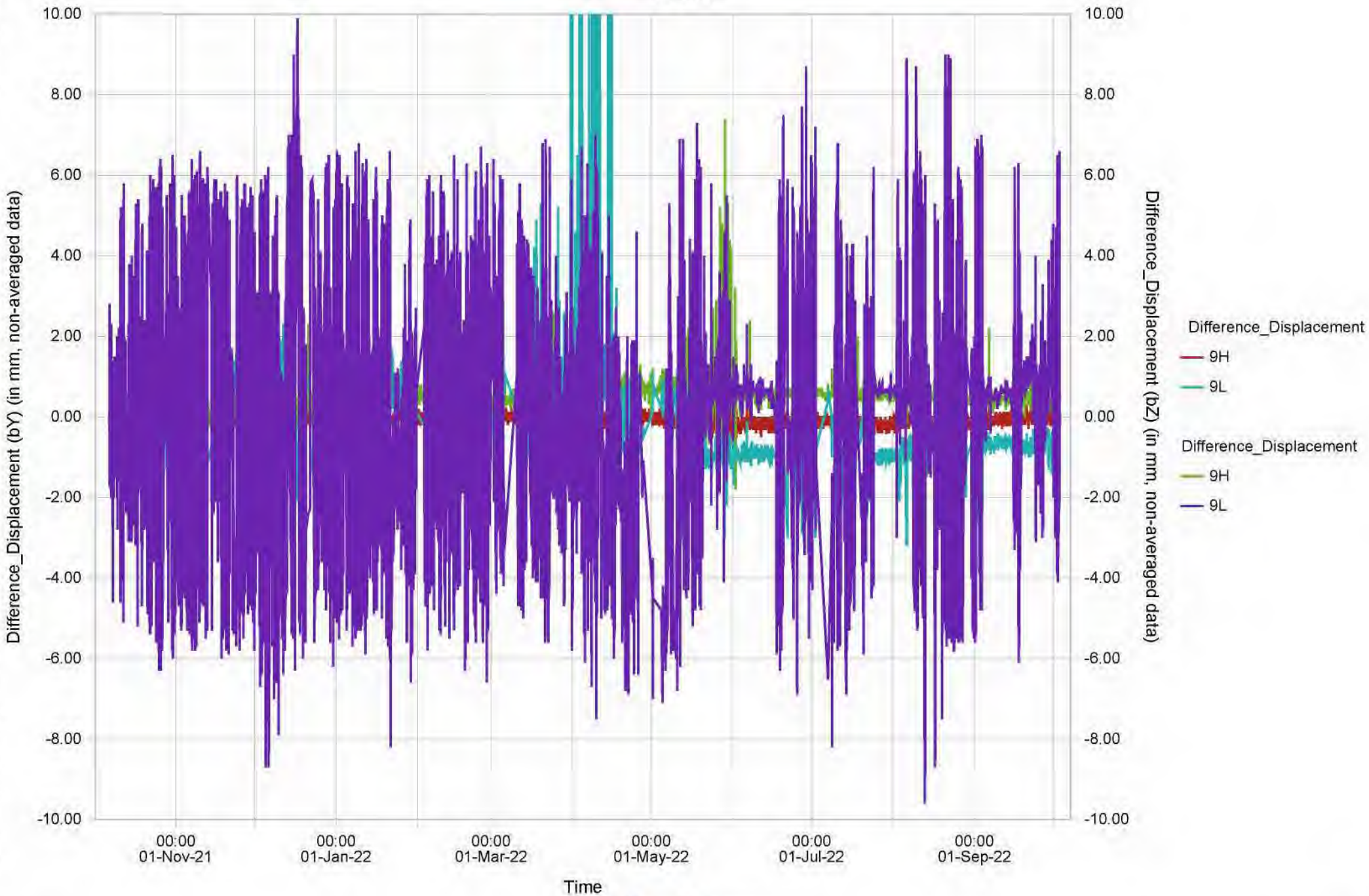
58203-16 R85883 Eindrapportage deformatiemetingen.pdf



Blad 24 van 46

58203-16 R85883 Eindrapportage deformatiemetingen.pdf

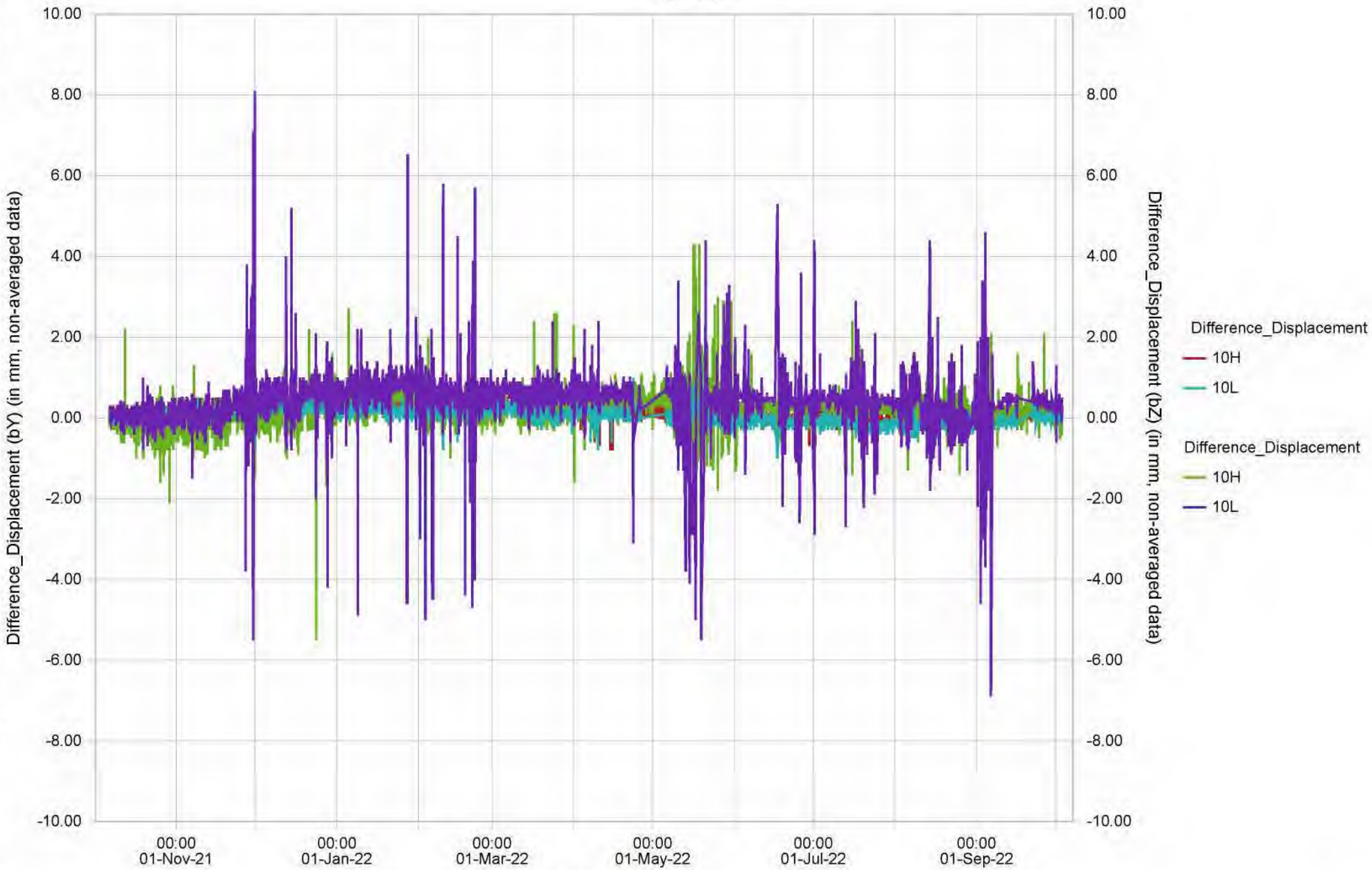
SP9



SP10

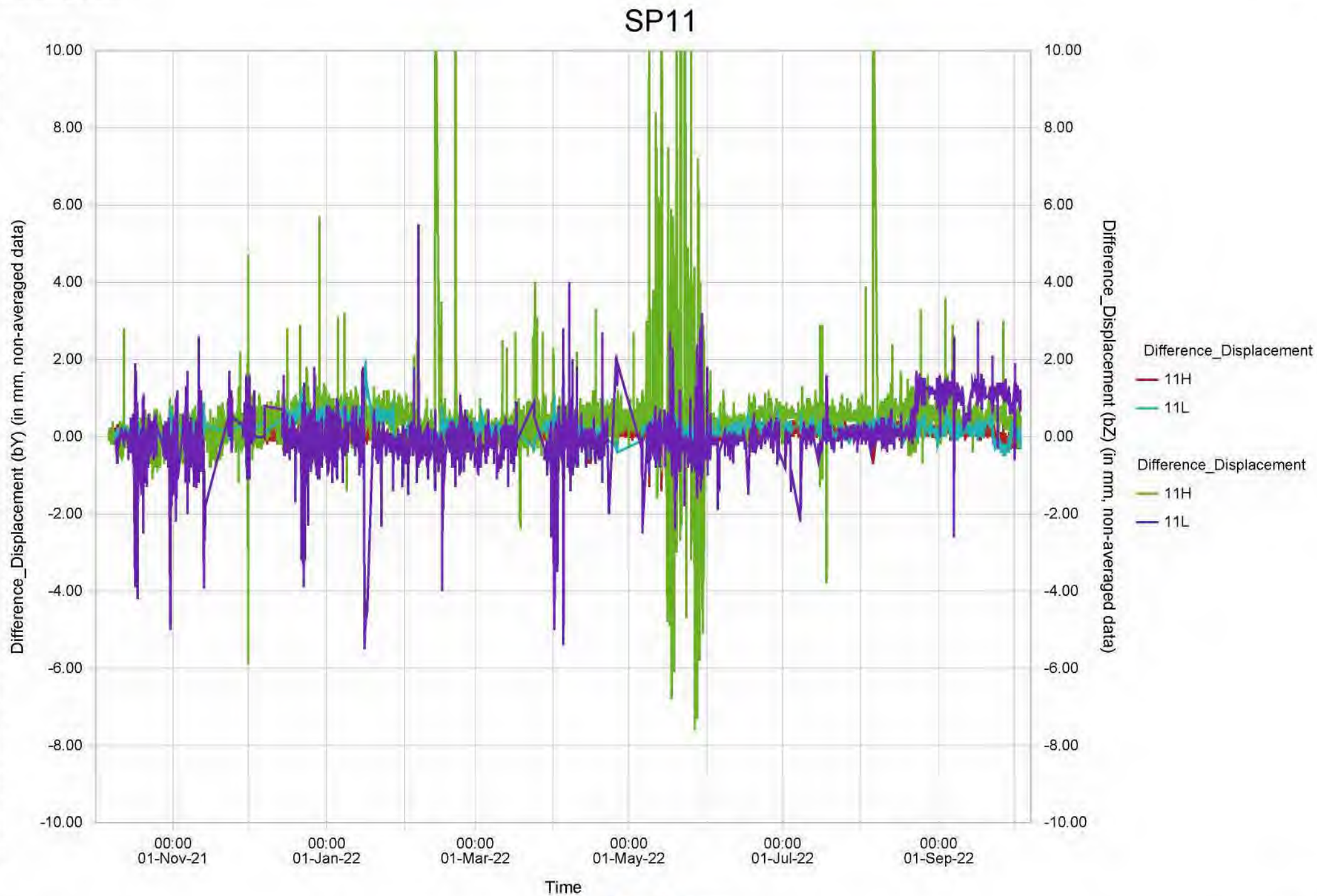
Blad 25 van 46

58203-16 R85883 Eindrapportage deformatiemetingen.pdf



Blad 26 van 46

58203-16 R85883 Eindrapportage deformatiemetingen.pdf

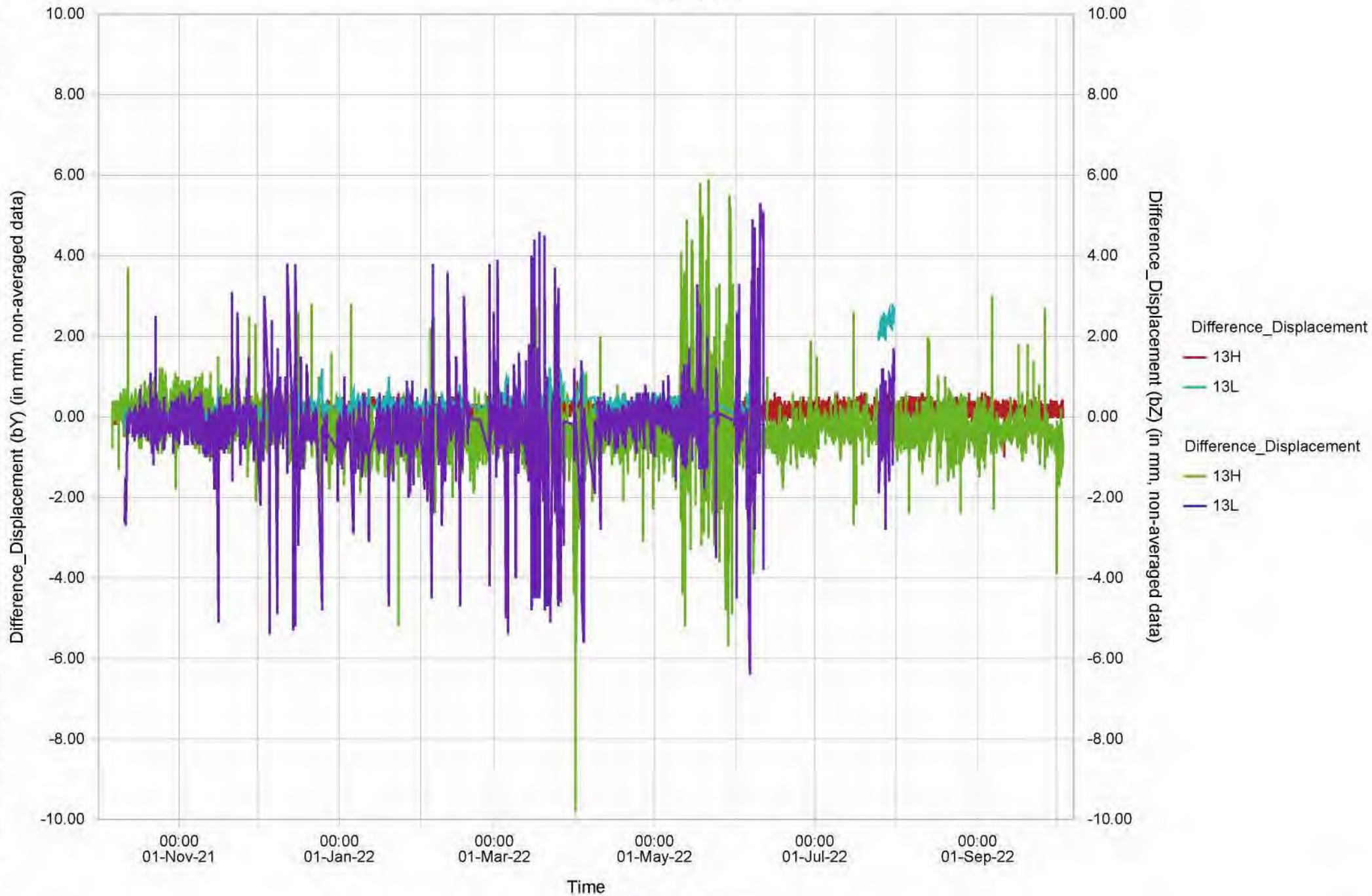




SP13

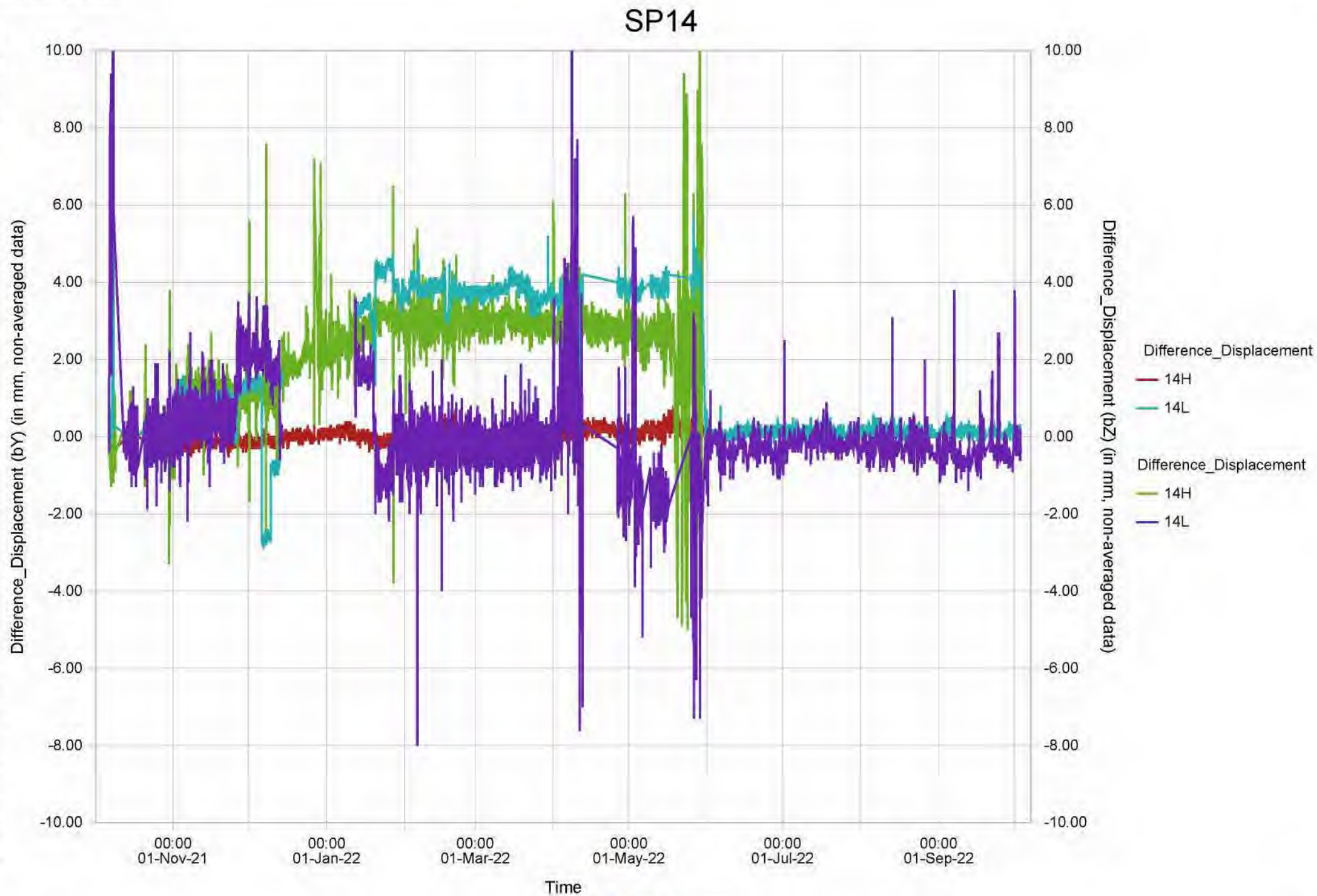
Blad 28 van 46

58203-16 R85883 Eindrapportage deformatiemetingen.pdf



Blad 29 van 46

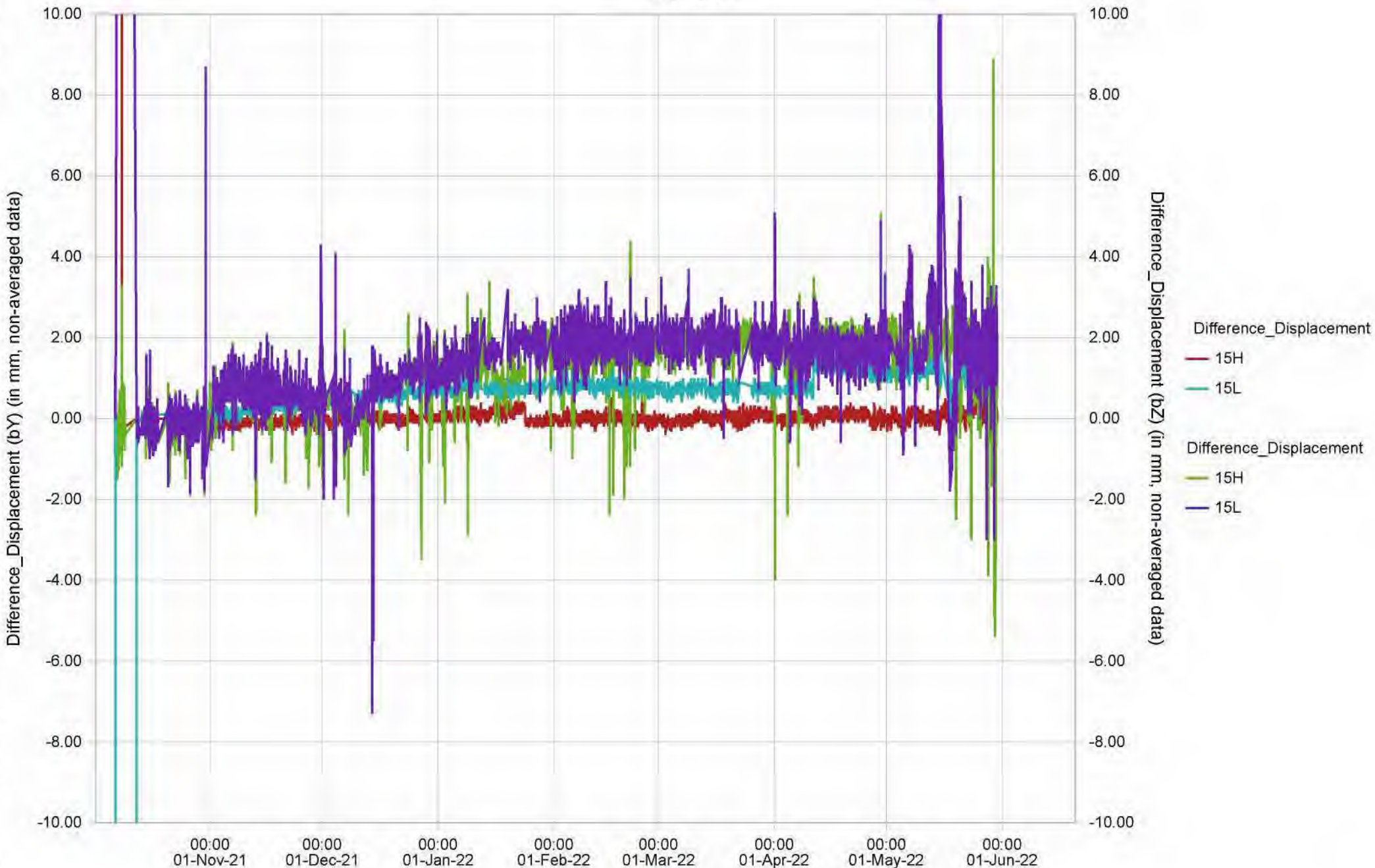
58203-16 R85883 Eindrapportage deformatiemetingen.pdf



SP15

Blad 30 van 46

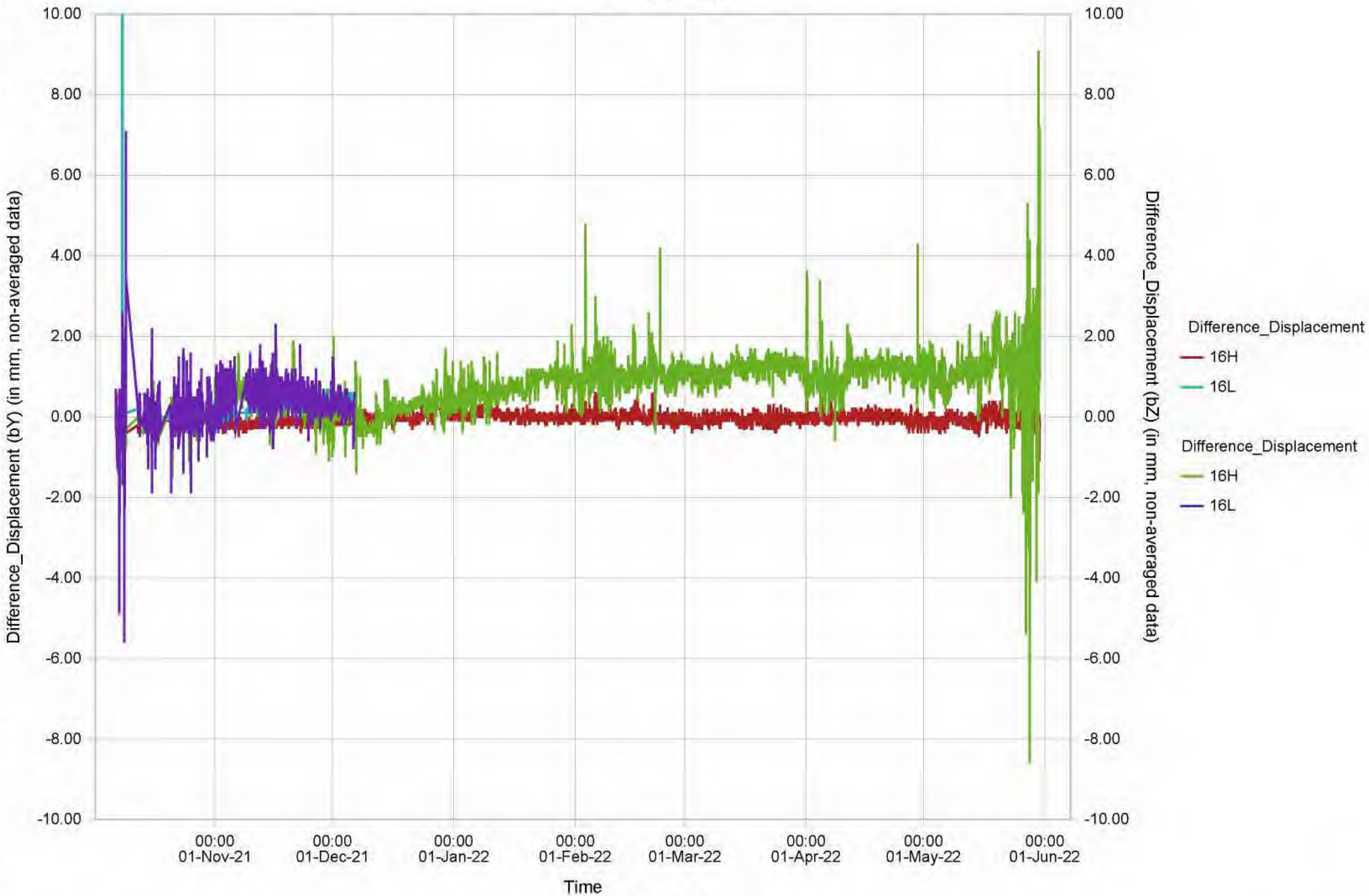
58203-16 R85883 Eindrapportage deformatiemetingen.pdf



SP16

Blad 31 van 46

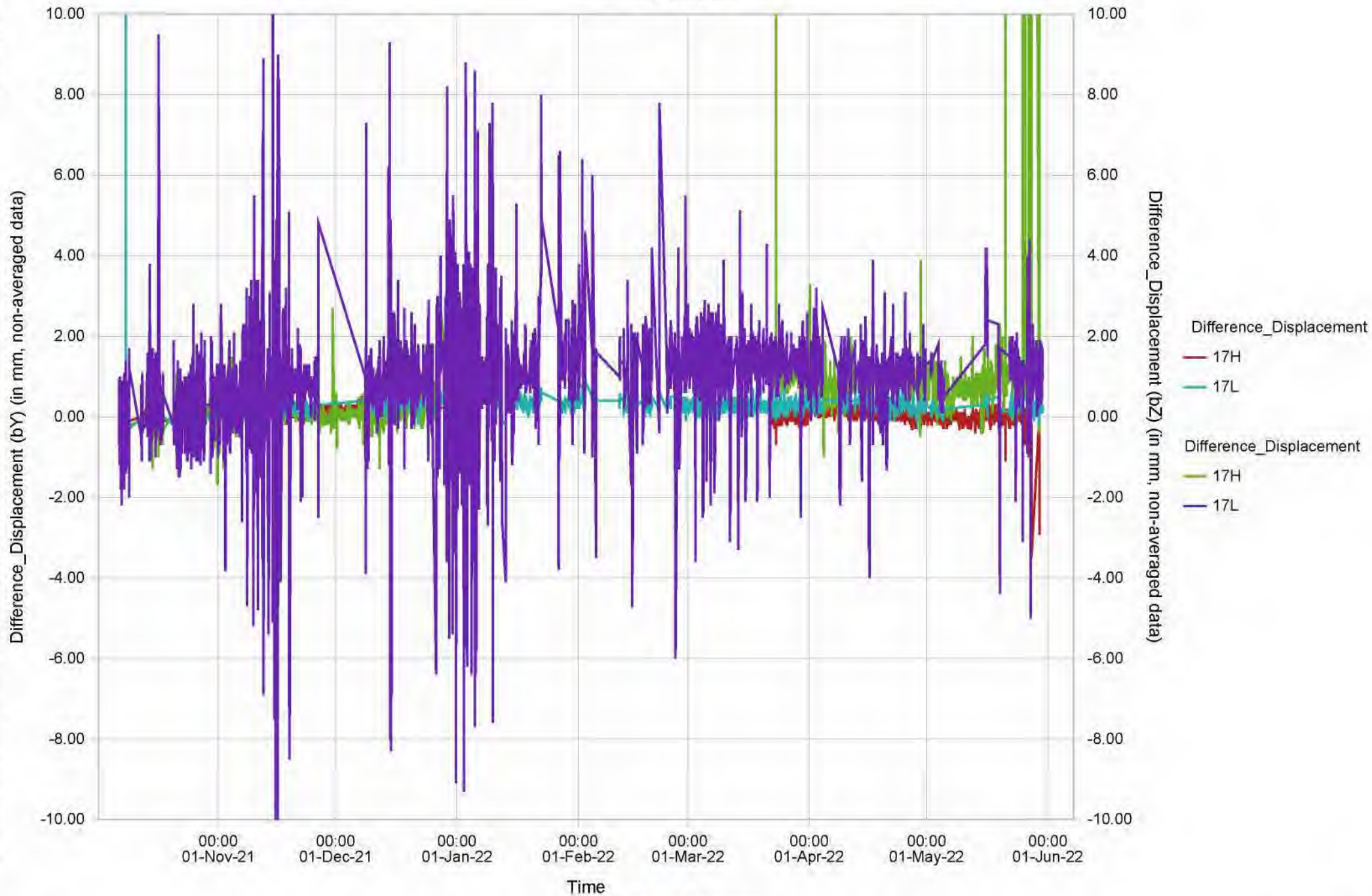
58203-16 R85883 Eindrapportage deformatiemetingen.pdf



SP17

Blad 32 van 46

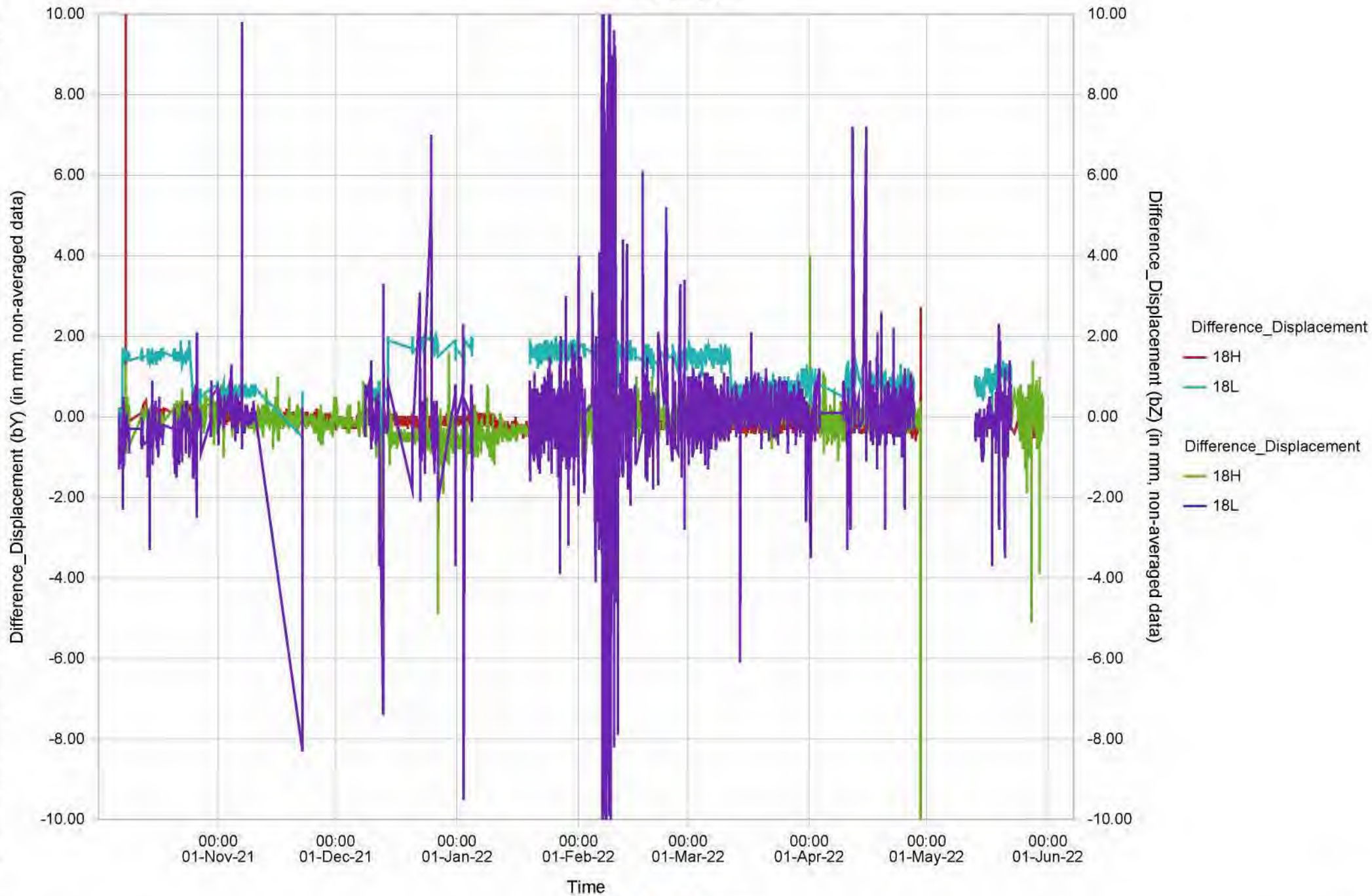
58203-16 R85883 Eindrapportage deformatiemetingen.pdf



Blad 33 van 46

58203-16 R85883 Eindrapportage deformatiemetingen.pdf

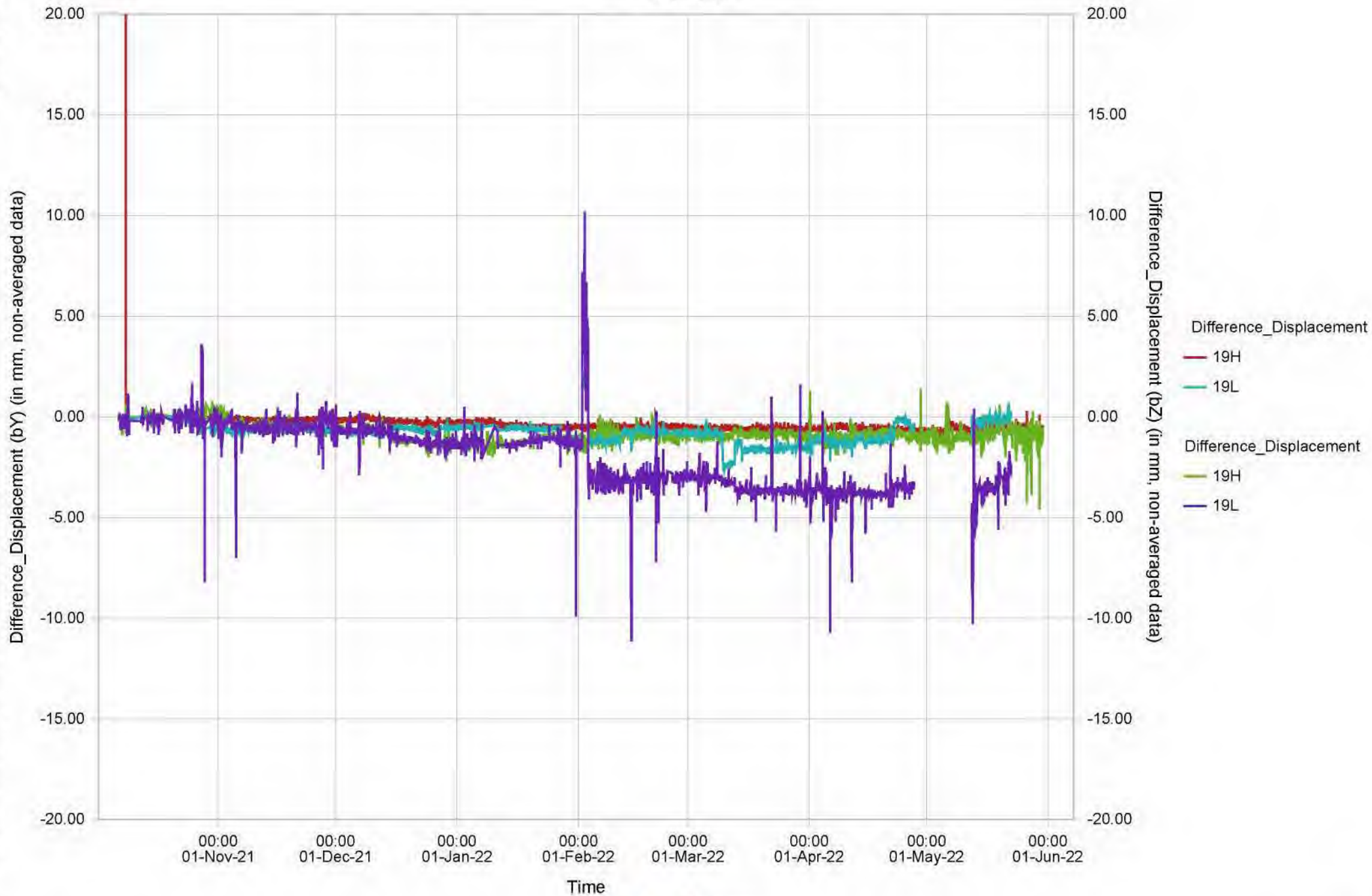
SP18



Blad 34 van 46

58203-16 R85883 Eindrapportage deformatiemetingen.pdf

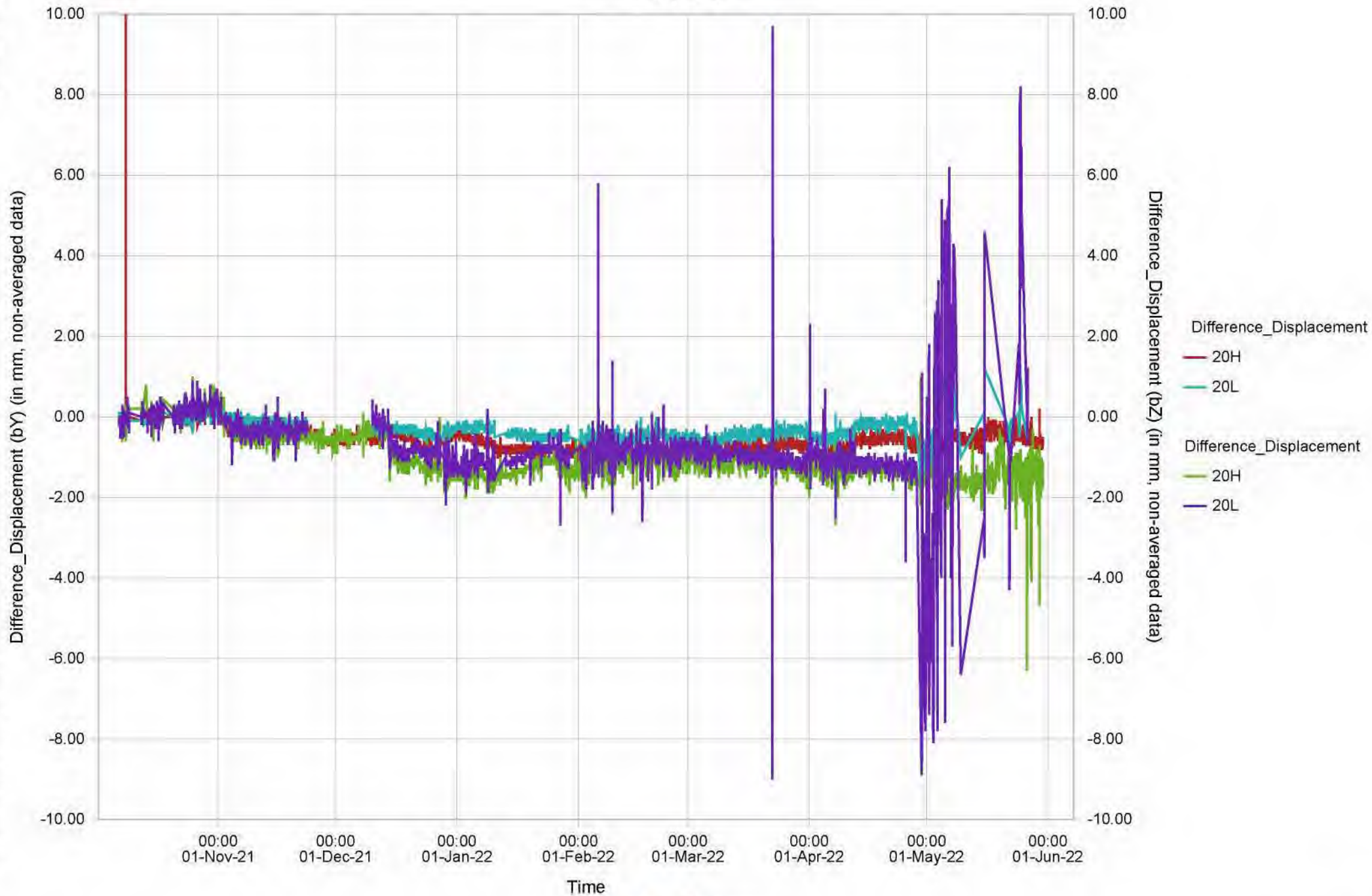
SP19



Blad 35 van 46

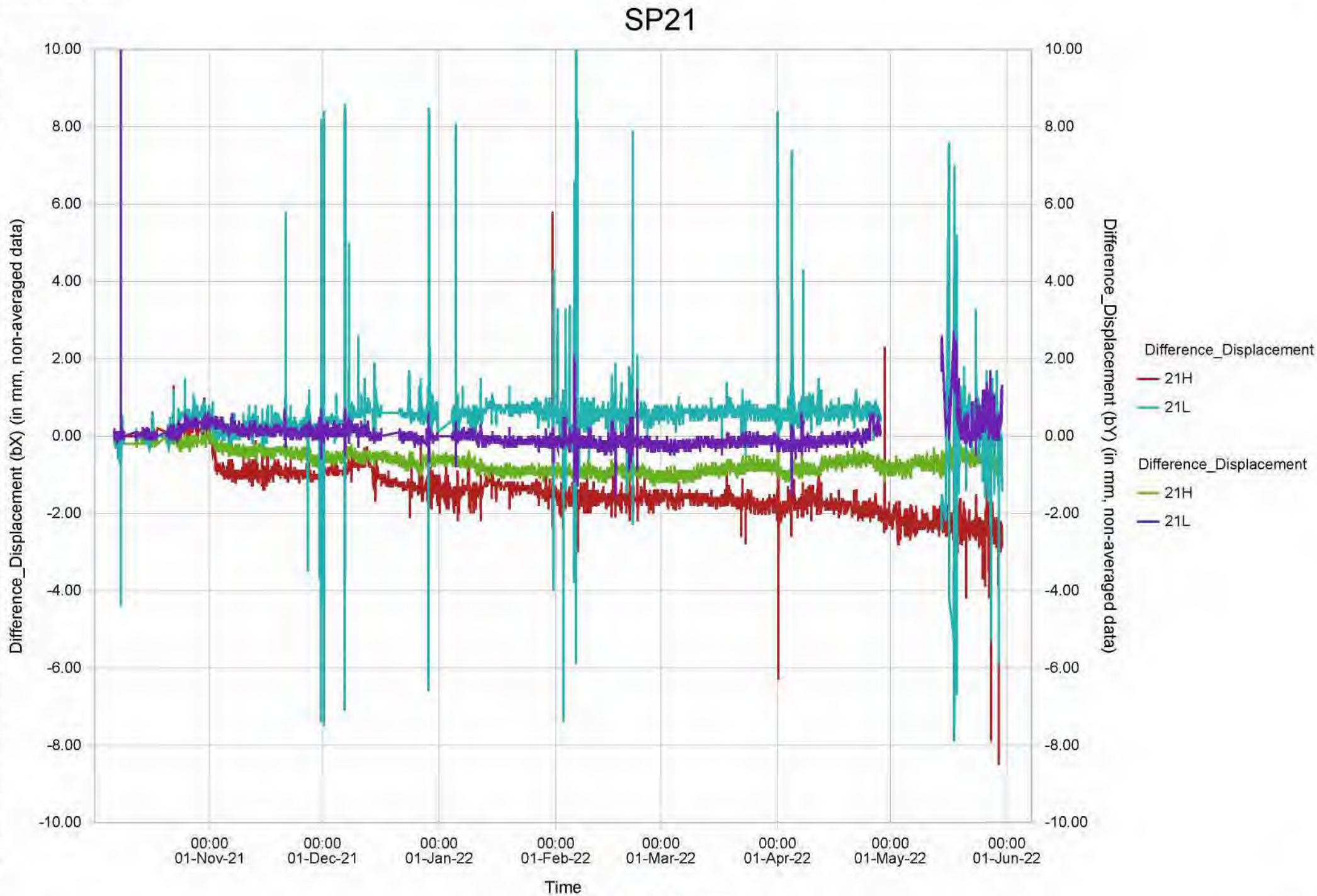
58203-16 R85883 Eindrapportage deformatiemetingen.pdf

SP20



Blad 36 van 46

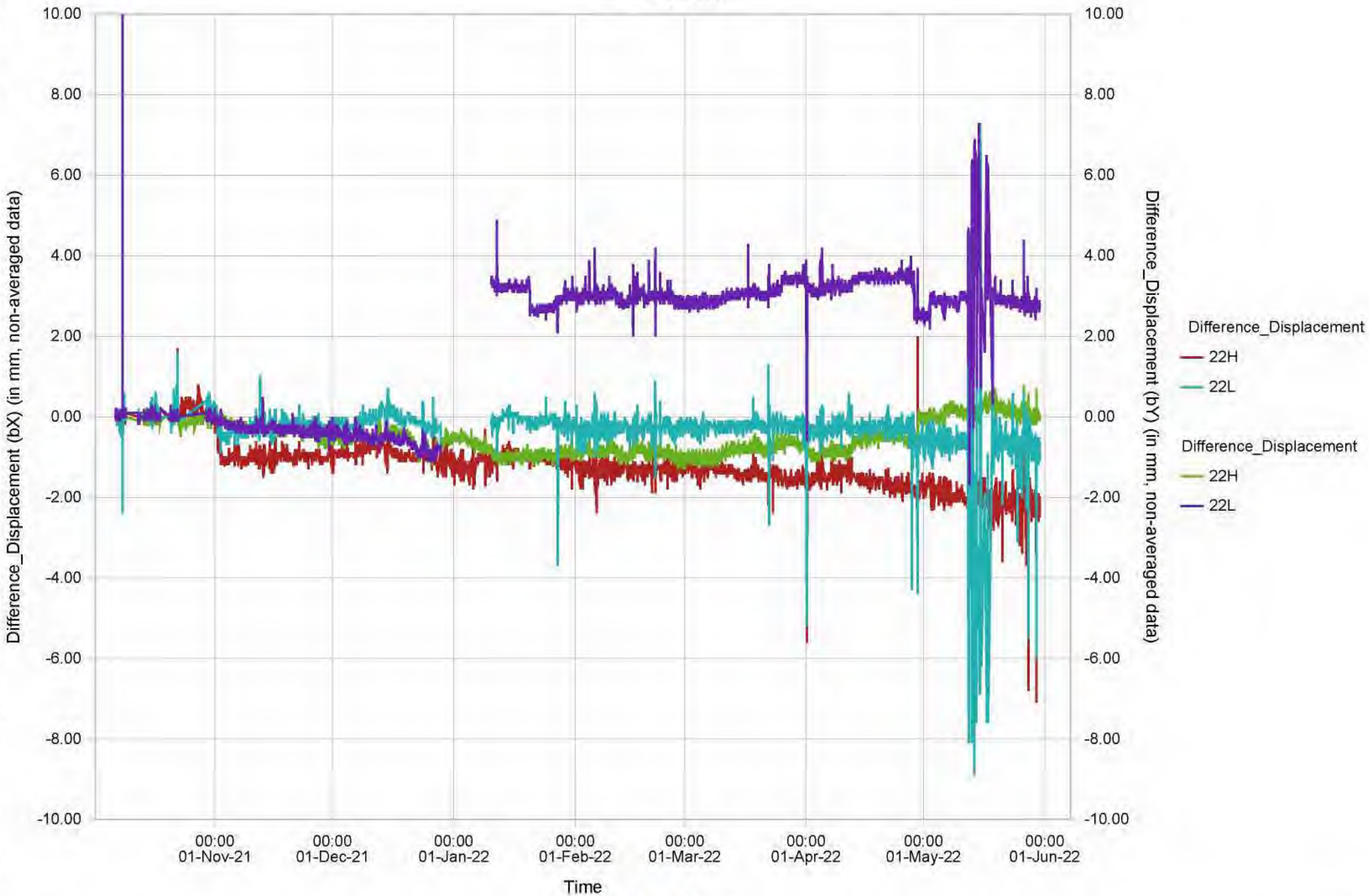
58203-16 R85883 Eindrapportage deformatiemetingen.pdf



SP22

Blad 37 van 46

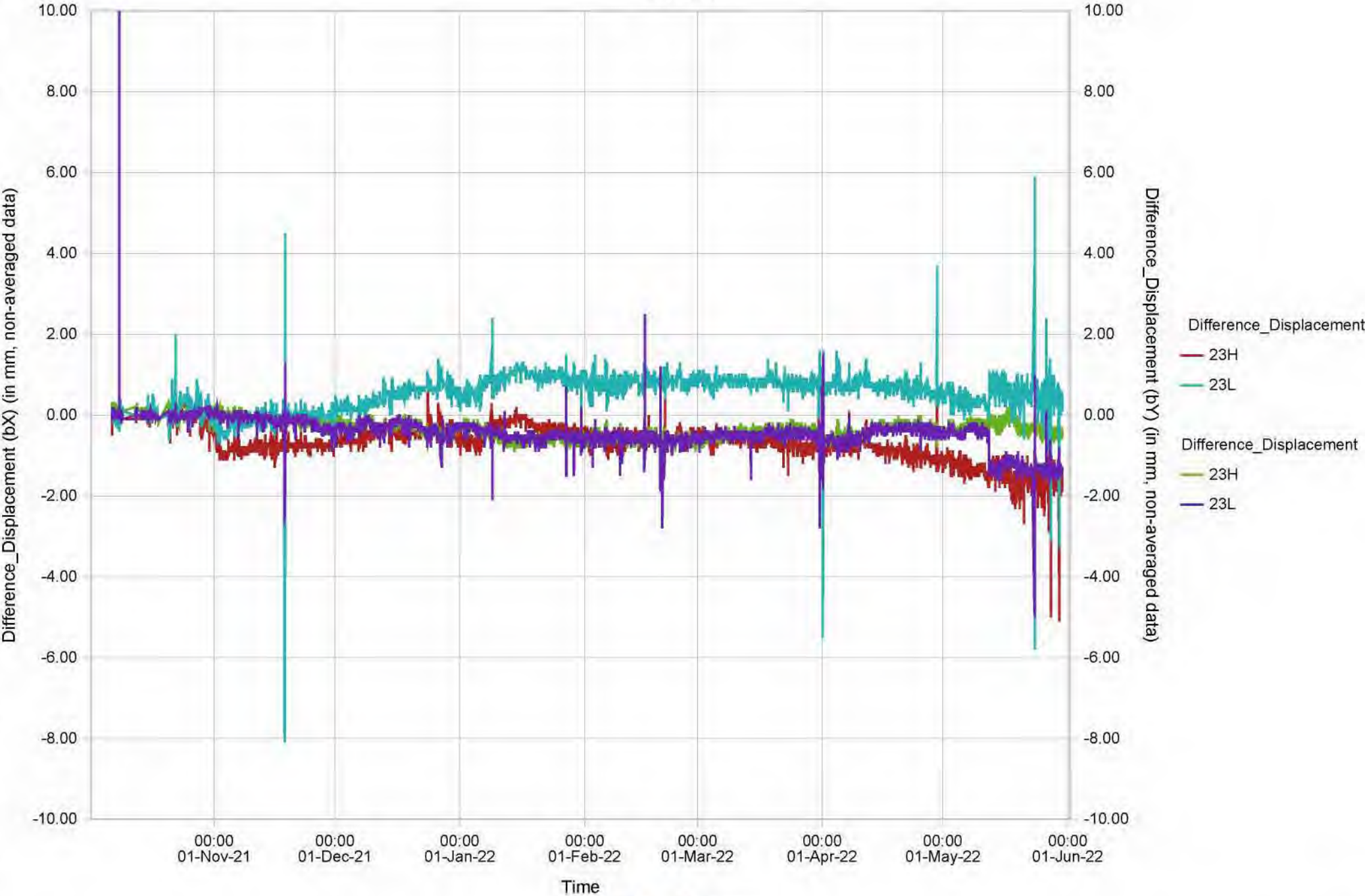
58203-16 R85883 Eindrapportage deformatiemetingen.pdf



SP23

Blad 38 van 46

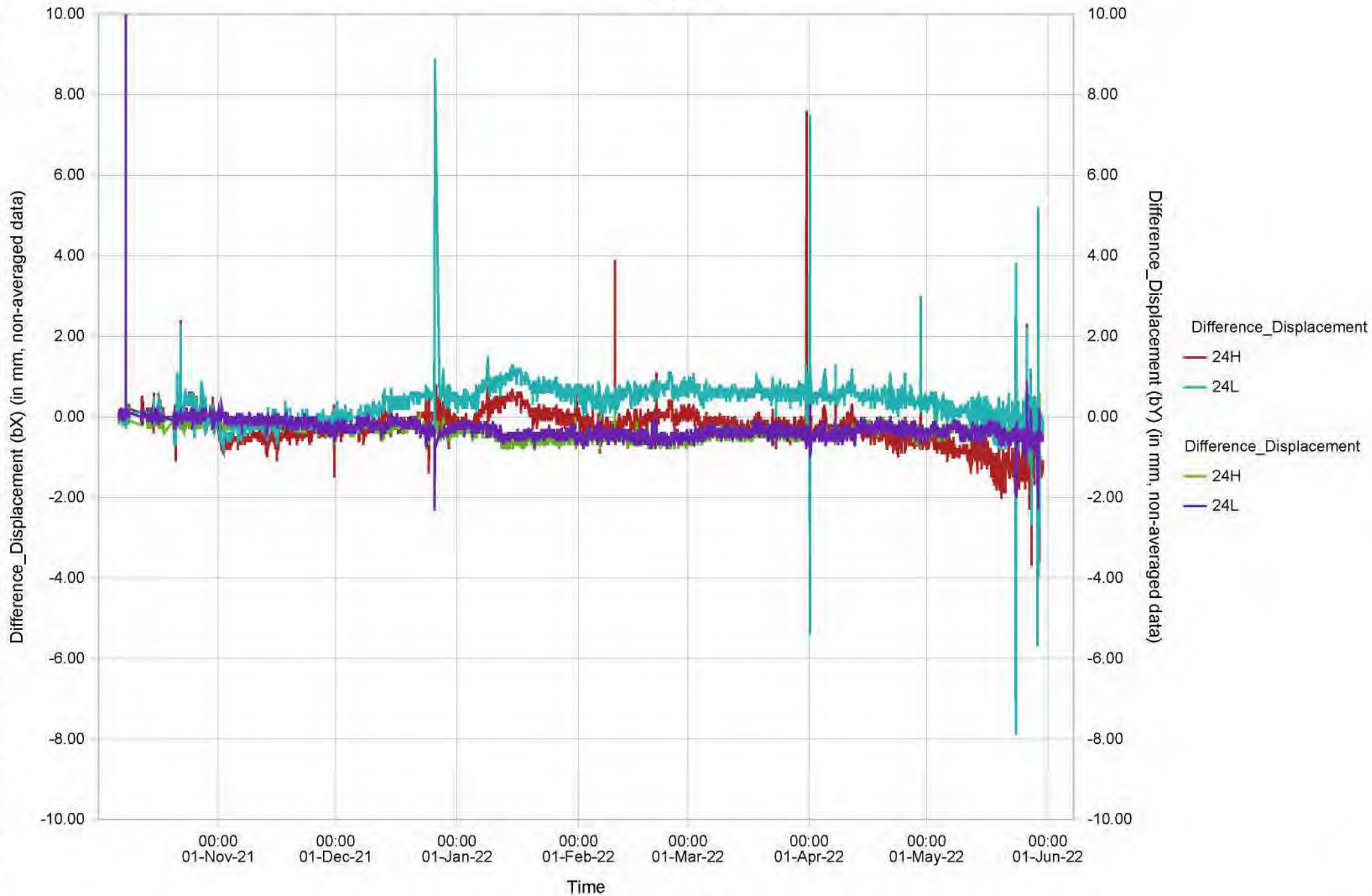
58203-16 R85883 Eindrapportage deformatiemetingen.pdf



Blad 39 van 46

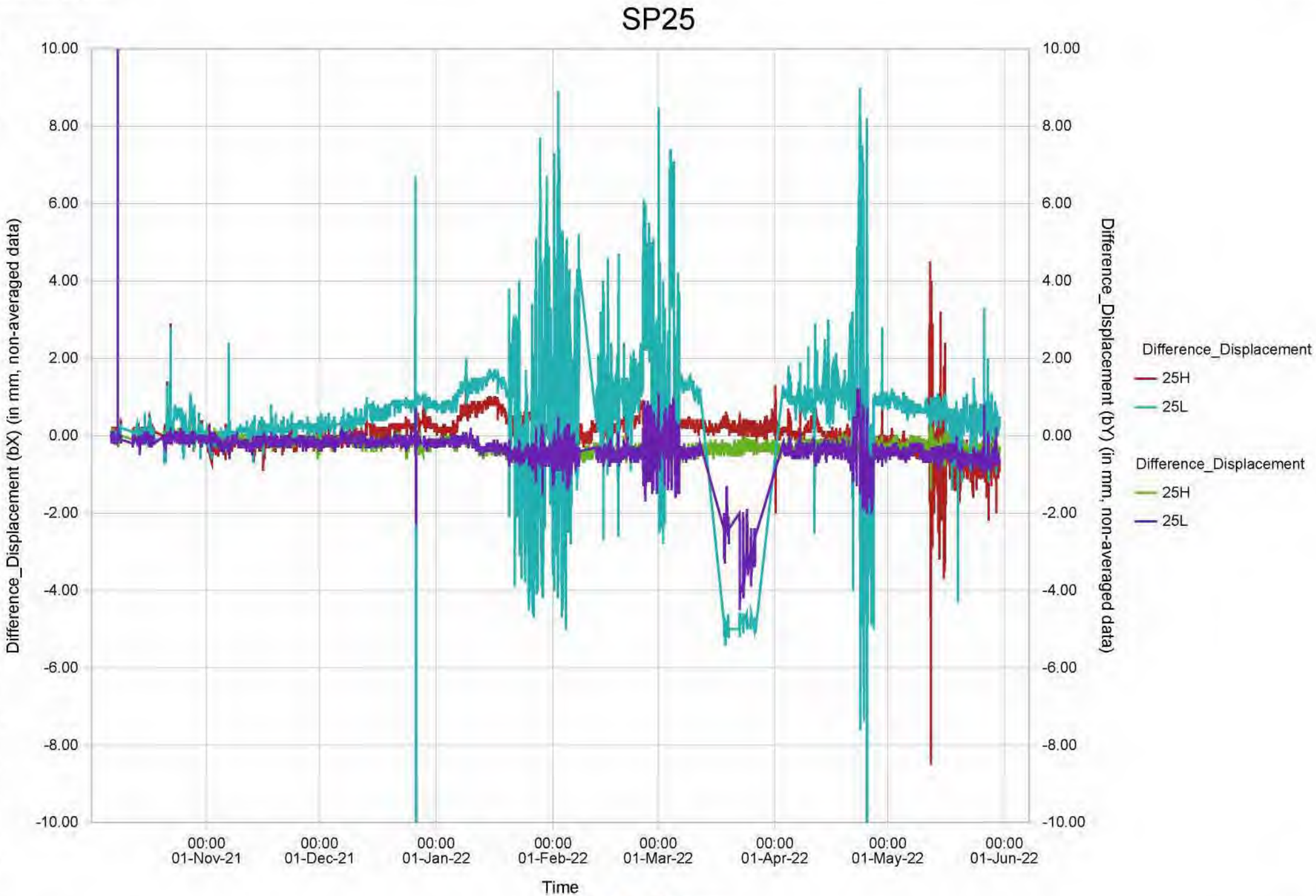
58203-16 R85883 Eindrapportage deformatiemetingen.pdf

SP24



Blad 40 van 46

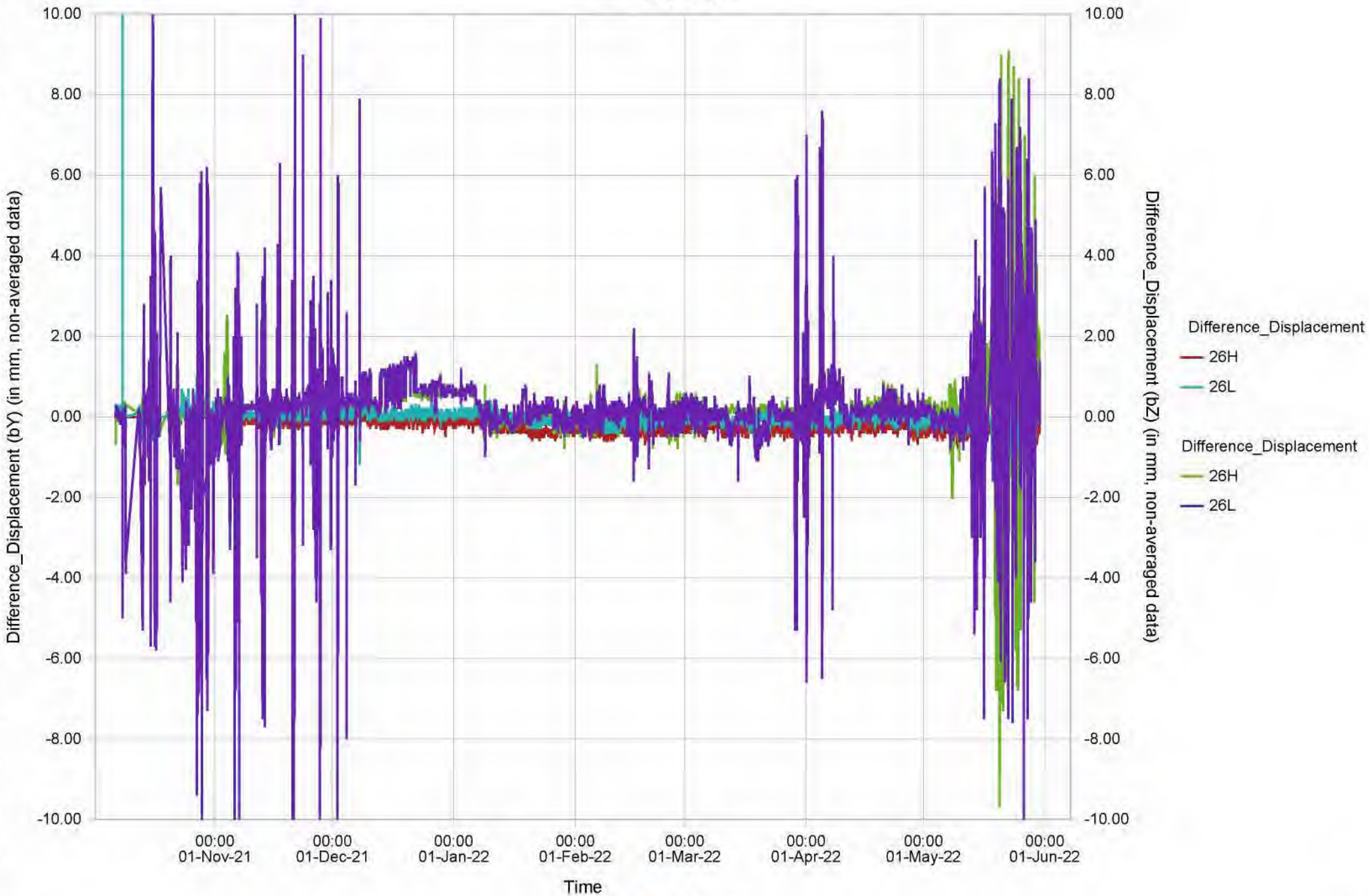
58203-16 R85883 Eindrapportage deformatiemetingen.pdf



SP26

Blad 41 van 46

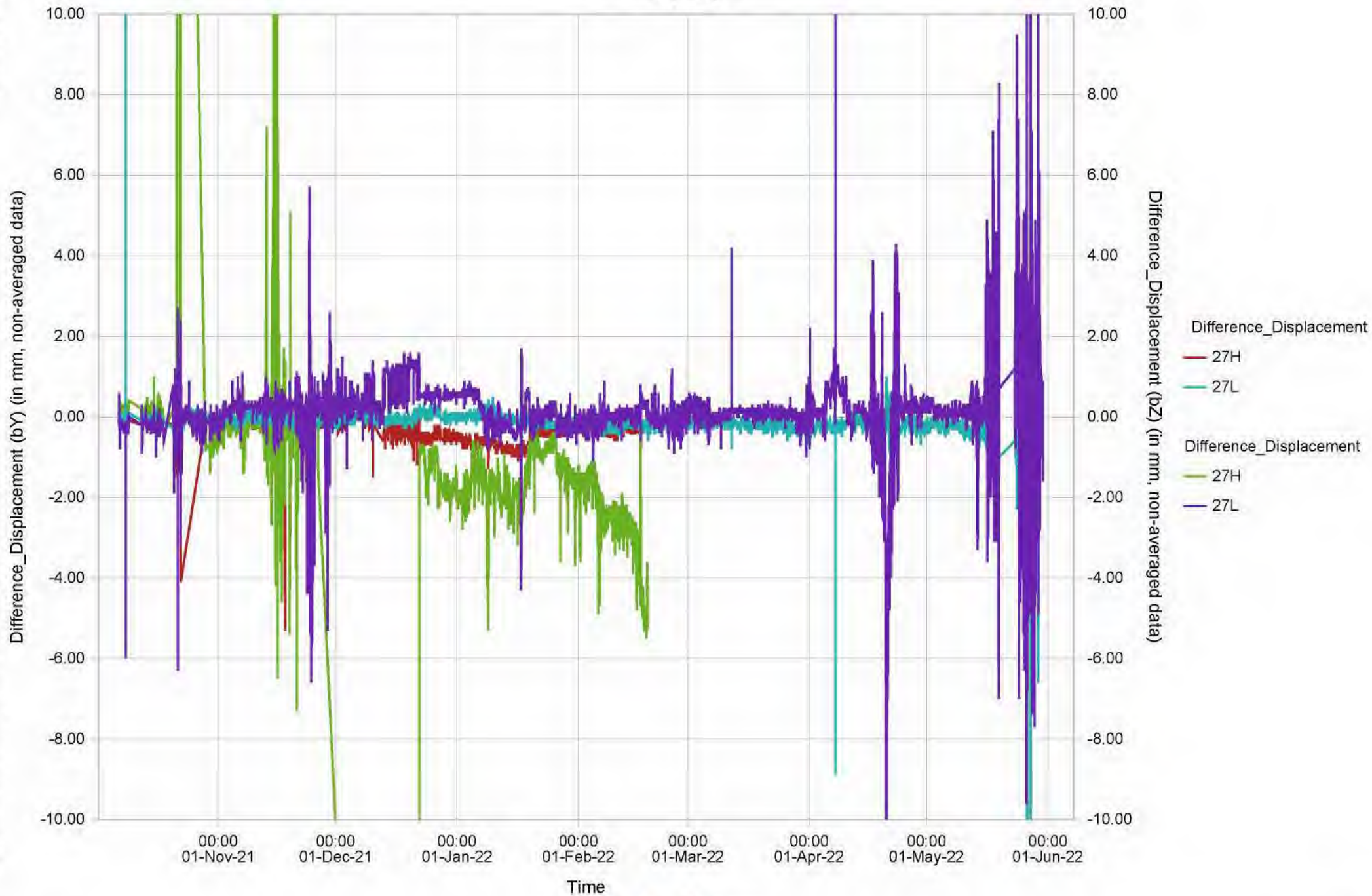
58203-16 R85883 Eindrapportage deformatiemetingen.pdf



SP27

Blad 42 van 46

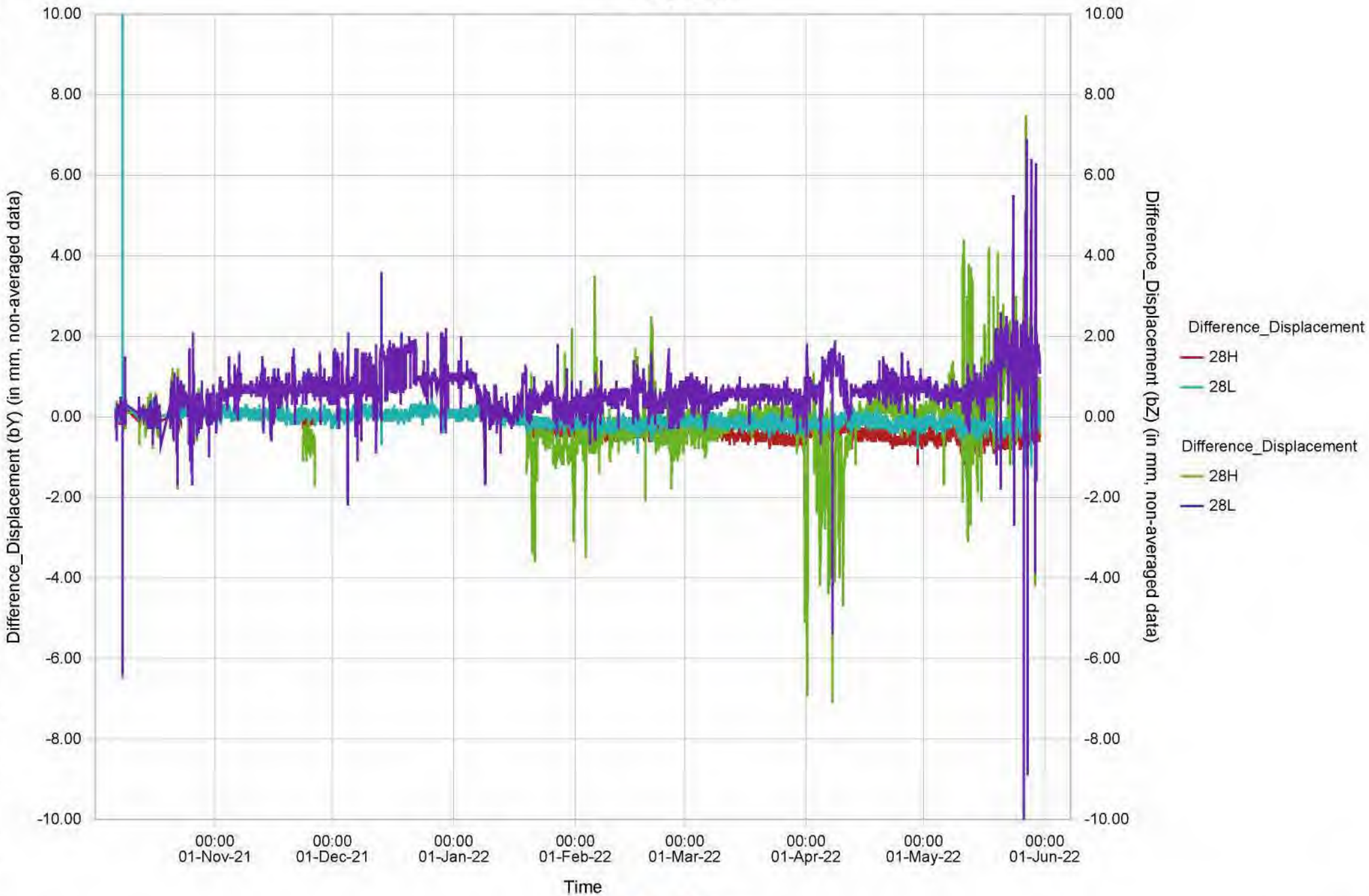
58203-16 R85883 Eindrapportage deformatiemetingen.pdf

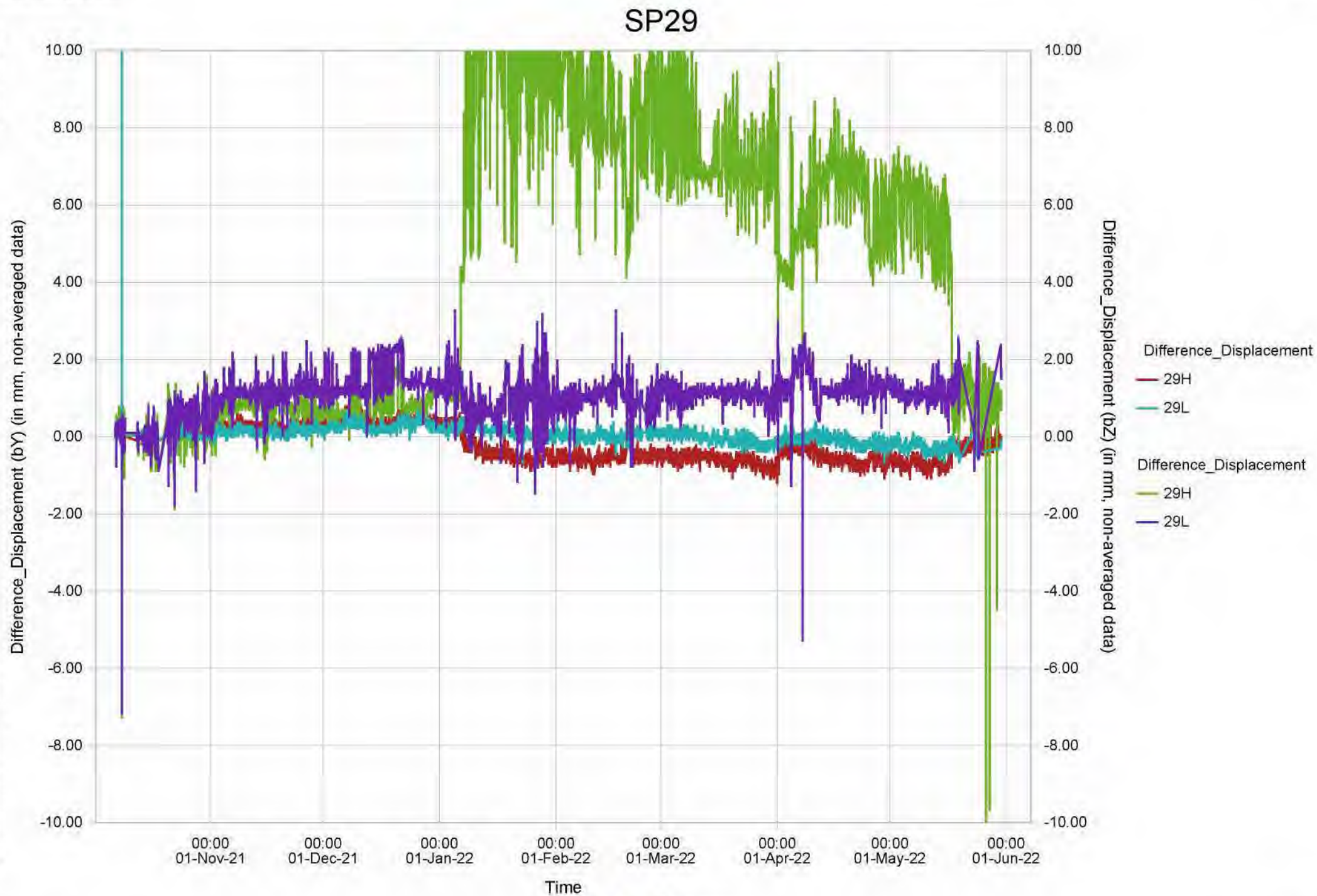


SP28

Blad 43 van 46

58203-16 R85883 Eindrapportage deformatiemetingen.pdf

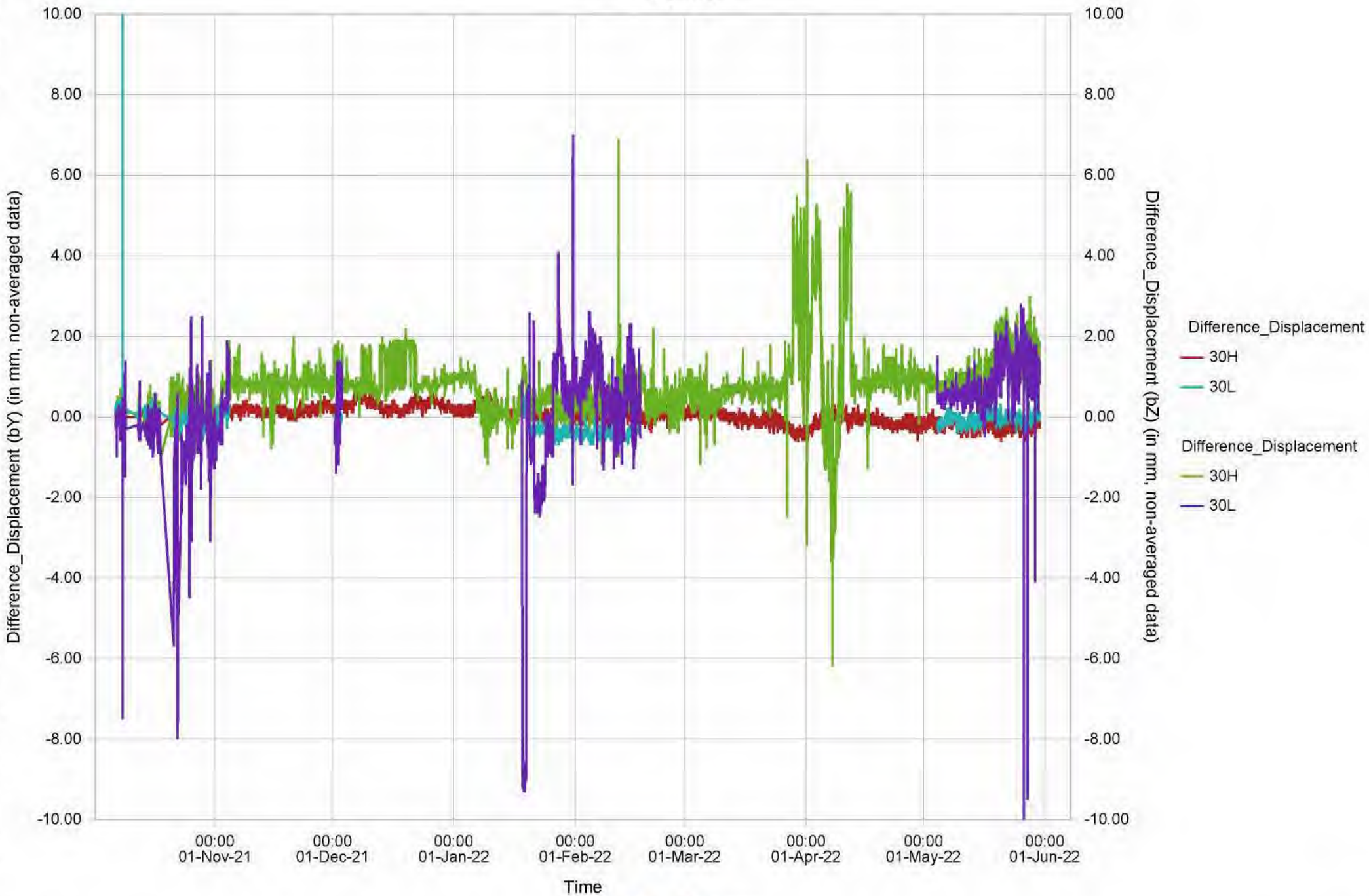




SP30

Blad 45 van 46

58203-16 R85883 Eindrapportage deformatiemetingen.pdf



# SP31

