



Wiertsema & Partners

RAADGEVEND INGENIEURS

# Analyse grondwatermonitoring

Zandwinning Echten

VN-81227-3 | 29 november 2023



Grondonderzoek



Geotechnisch  
Laboratorium



Geomonitoring



GeolCT



Advies

Wilt u meer informatie over één van onze diensten, kijk dan op [wiertsema.nl](http://wiertsema.nl)



Onderwerp: Zandwinning Echten te Echten  
Projectnummer: VN-81227-3  
Opdrachtgever: ZEM V.o.f. Echten  
Contactpersoon: de heer [redacted]

Versie	Datum	Omschrijving wijziging
1	29 november 2023	

Opgesteld door:	[redacted] MSc
Handtekening:	[redacted]
Documentnummer:	R92887
Status:	Definitief
Vrijgegeven door:	ing. [redacted]

## Inhoudsopgave

blad

<b>1</b>	<b>Inleiding.....</b>	<b>4</b>
1.1	Kwaliteitswaarborging .....	4
1.2	Leeswijzer .....	5
<b>2</b>	<b>Projectomschrijving.....</b>	<b>6</b>
2.1	Omschrijving.....	6
2.2	Verwachte effecten .....	7
<b>3</b>	<b>Geohydrologische situatie.....</b>	<b>8</b>
3.1	Regionale bodemopbouw .....	8
3.2	Oppervlaktewaterhuishouding.....	8
3.3	Neerslag en verdamping .....	9
<b>4</b>	<b>Resultaat grondwaterstandmetingen.....</b>	<b>11</b>
4.1	Meetresultaten .....	11
<b>5</b>	<b>Analyse meetresultaten.....</b>	<b>12</b>
5.1	Kwantitatieve analyse .....	12
5.2	Tijdreeksanalyse .....	15
<b>6</b>	<b>Conclusies en aanbevelingen.....</b>	<b>18</b>
6.1	Conclusies .....	18

### Bijlagen:

- 1 Tijd-stijghoogte grafieken met handpeilingen
- 2 Tijd-stijghoogte grafieken i.c.m. bodemopbouw
- 3 Tijd-stijghoogte grafieken t.o.v. vorig monitoringsjaar
- 4 Tijd-stijghoogtelijnen met trends
- 5 Tijd-stijghoogtelijnen tijdreeksanalyse



**Wiertsema & Partners**  
RAADGEVEND INGENIEURS

## 1 Inleiding

In opdracht van ZEM vof Echten te Den Ham voert Raadgevend Ingenieursbureau Wiertsema & Partners B.V. een kwantitatieve grondwatermonitoring uit ter plaatse van de zandwinning Echten te Echten.

Ten behoeve van de in 2018 voorgenomen uitbreiding van de zandwinning is door Sweco een geohydrologische modelstudie opgesteld. Deze modelstudie is gerapporteerd in onderstaand document:

Ref [1] Advies plaspeil zandwinning Traandijk, Sweco, projectnr 354932, refnr SWNL0204025, d.d. 5 april 2017.

Om inzicht te krijgen in de daadwerkelijke hydrologische effecten als gevolg van de uitbreiding, wordt de grondwaterstand in de peilbuizen rondom de zandwinning geregistreerd. Deze peilbuizen zijn gerapporteerd in onderstaande documenten:

Ref [2] Voorlopige resultaten grondonderzoek ten behoeve van het peilbuizennetwerk zandwinning Echten te Echten, Wiertsema & Partners, VN-47136, d.d. 8 september 2009;

Ref [3] Boorbeschrijvingen Uitbreiding zandwinning Echten, Wiertsema & Partners, VN-64956-3, d.d. 13 april 2018.

Ref [4] Herplaatsen peilbuizen, Peilbuizennetwerk zandwinning Echten te Echten, Wiertsema & Partners, VN-47136-1, R84314, d.d. 30 juni 2022

In voorliggende rapportage worden de resultaten van de kwantitatieve grondwatermonitoring gepresenteerd, aangevuld met een analyse van de monitoringsresultaten. Hiermee kunnen de eventuele hydrologische effecten van de zandwinning aangetoond worden.

### 1.1 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\*\*.

Controle en validatie van de meetdata van grondwatermonitoring gebeurt volgens ons interne kwaliteitsprotocol. Dit protocol is opgesteld op basis van verschillende publicaties vanuit het vakgebied, zoals de KWR-publicatie "Over de kwaliteit, frequentie en validatie van druksensorreeksen" – J. von Asmuth, d.d. november 2010; STOWA-publicatie "Validatieplan waterkwantiteitsmetingen", Versteegh en De Graaff, d.d. juni 2009;

Validatie vindt plaats met de speciaal daarvoor ontwikkelde software Artdiver van de firma Artesia.

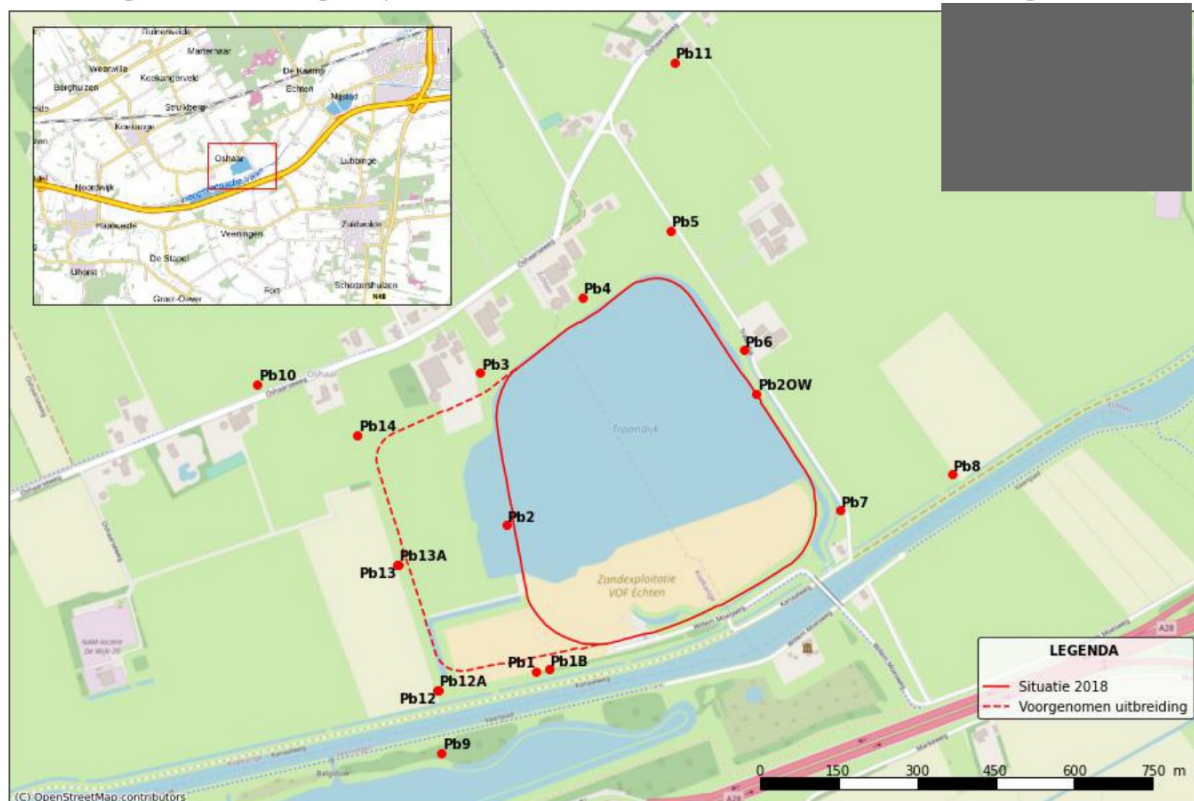
## 1.2 Leeswijzer

Na de inleiding in dit eerste hoofdstuk volgen in het tweede hoofdstuk de geraadpleegde bronnen en een beschrijving van het project. Vervolgens staat in hoofdstuk 3 de geohydrologische situatie en het monitoringsplan beschreven. In hoofdstuk 4 volgt een beschrijving van de meetresultaten waarna in hoofdstuk 5 de analyse staat beschreven. Tot slot staan in hoofdstuk 6 de conclusies en aanbevelingen.

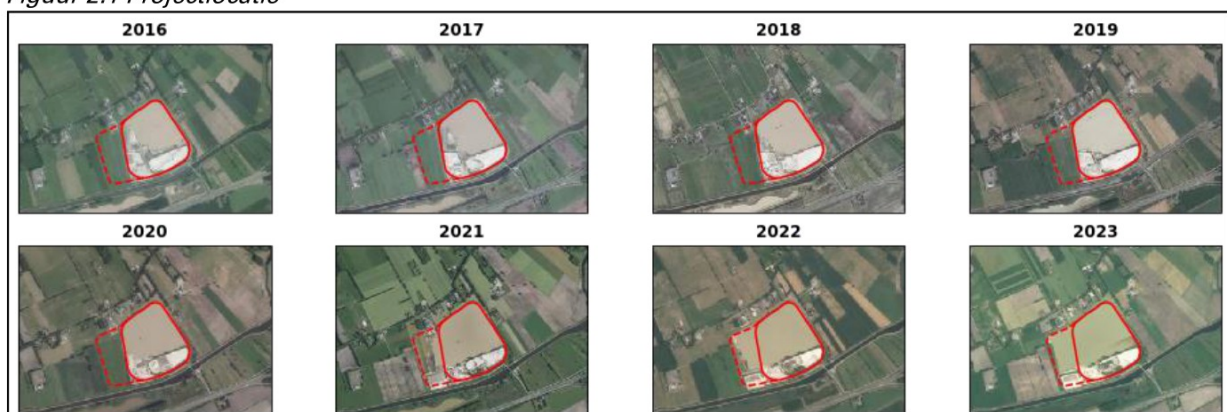
## 2 Projectomschrijving

### 2.1 Omschrijving

De zandwinplas VOF Echten bevindt zich tussen Hoogeveen en De Wijk, ten zuidwesten van Echten, langs de Hoogeveense Vaart. De ligging van de winplas is getoond in figuur 2.1. In dit figuur zijn tevens de contourlijnen aangegeven van de situatie in 2018 en de toen voorgenomen uitbreiding. De uitbreiding is op de luchtfoto van 2021 voor het eerst te zien (zie figuur 2.2).



Figuur 2.1 Projectlocatie



Figuur 2.2 Luchtfotos 2016-2023

## 2.2 Verwachte effecten

In de effect rapportage van Sweco zijn de hydrologische effecten als gevolg van de uitbreiding als onderstaand beschreven:

Bij een vrij met het grondwater fluctuerend peil zijn de effecten van de uitbreiding op de grondwaterstanden in de omgeving verwaarloosbaar klein zowel in de droge GLG- als in de natte GHG-situatie. Alleen ten noorden van de uitbreiding is een smalle strook van circa 50 m waar in de GHG situatie enige vernatting optreedt (0,05 tot 0,15 m zowel in de exploitatiefase als in de eindsituatie). Het plaspeil zal na uitbreiding fluctueren tussen de circa N.A.P. +3,4 en N.A.P. +3,85 (in de eindsituatie). Dit is gelijk aan de huidige situatie. De precieze dynamiek is per jaar sterk afhankelijk van weersinvloeden (droog of nat jaar).

Om inzicht te krijgen in de hydrologische effecten als gevolg van de uitbreiding en de bestaande zandwinplas, worden de grondwaterstand in de peilbuizen rondom de zandwinning geregistreerd. De locaties van deze peilbuizen zijn gegeven in figuur 2.1.

### 3 Geohydrologische situatie

Het gebied wordt grotendeels gekenmerkt door het Drents Plateau. Het onderzoeksgebied bevindt zich op de overgang van het oerstroombdal van de Vecht naar het Drents Plateau. Het Drents Plateau wordt gekenmerkt door een relatieve hoge ligging, van circa N.A.P. +5 m in het westen oplopend tot N.A.P. +20 m in het oosten. Bodemkundig komen vooral lage dekzandruggen, met ondiep voorkomende keileem, afgewisseld met beekdalen opgevuld met veen en fijne zanden voor. De strekkingsrichting van zowel de dekzandruggen als de beekdalen is noordoost-zuidwest. Over het algemeen infiltreert het hemelwater in het Drents Plateau en stroomt het in zuidwestelijke richting naar de lager gelegen gebieden, zoals de beekdalen.

#### 3.1 Regionale bodemopbouw

Op basis het regionale grondmodel REGIS kan de bodem in geologisch opzicht als volgt geclassificeerd worden:

Vanaf maaiveld (variërend van +6,6 m N.A.P. nabij de Hoogeveensche Vaart tot +3,6 m N.A.P. nabij de Traandijk) wordt een dunne Holocene deklaag aangetroffen van circa 1 à 2 meter dik. Aangrenzend wordt het eerste watervoerende pakket aangetroffen van circa 40 meter dik bestaande uit zandige afzettingen van de Formatie van Urk en Appelscha. Het watervoerende pakket wordt gevolgd door een slecht doorlatende laag van circa 5 meter dikte. Deze slecht doorlatende laag bestaat voornamelijk uit klei, behorende tot de Formatie van Peize. Hieronder wordt een tweede watervoerende pakket aangetroffen met een dikte van circa 15 meter. Het pakket bestaat uit zandige afzettingen behorende tot de Formatie van Peize en Waalre. Aangrenzend aan dit pakket wordt een tweede scheidende laag aangetroffen met een dikte van circa 15 meter behorende tot Formatie van Peize. Op circa -74 à -75 m N.A.P. bevindt zich het derde watervoerende pakket met een dikte van circa 65 m dikte bestaande uit zandige afzettingen behorende tot de Formatie van Oosterhout, Peize en Waalre. Onder het derde watervoerende pakket bevindt zich een circa 40 meter dikke slecht doorlatende laag, behorende tot de Formatie van Oosterhout. In dit onderzoek wordt deze scheidende laag als hydrologische basis beschouwd.

#### 3.2 Oppervlaktewaterhuishouding

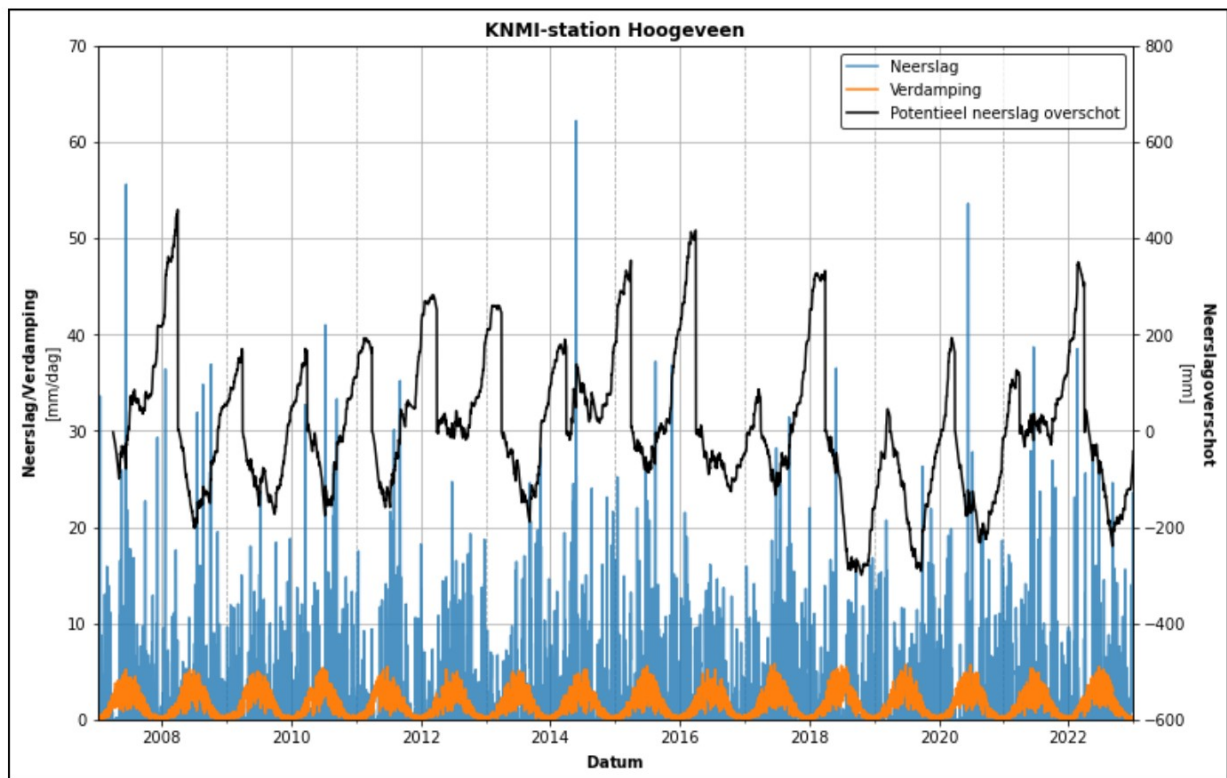
De projectlocatie bevindt zich in het beheersgebied van Waterschap Drents Overijsselse Delta (WDOD). In figuur 3.1 zijn de huidige peilgebieden met bijbehorende minimale en maximale peilen getoond.



Figuur 3.1 Peilgebieden rondom de zandwinning

### 3.3 Neerslag en verdamping

In de grafieken met de grondwaterstanden in bijlage 1 is, naast het gemeten (grond)waterstandsverloop, de dagelijkse neerslagsom gepresenteerd zoals gemeten door het KNMI te Hogeveen. Dit is het dichtstbijzijnde KNMI-station waarvan zowel neerslag- als verdampingsgegevens bekend zijn. In de grafieken met het grondwaterstandsverloop is alleen de neerslag gepresenteerd omdat deze vaak een directe relatie met het (grond-)waterstandsverloop vertoont. De meer geleidelijke daling van de grondwaterstand gedurende het zomerhalfjaar en de stijging van de grondwaterstand in het winterhalfjaar zijn gerelateerd aan het neerslagoverschot, zijnde de som van de dagelijkse neerslag minus de referentie gewasverdamping. In figuur 3.2 is het 'doorlopend potentieel neerslagoverschot' gepresenteerd, gebaseerd op de neerslag- en verdampingscijfers van het KNMI-station te Hogeveen. Het doorlopende potentieel neerslagoverschot is de cumulatieve som van de dagelijkse neerslag minus de verdamping, gerekend van 1 april tot en met 31 maart.



Figuur 3.2: neerslag, referentie gewasverdamping en doorlopend potentieel neerslagoverschot KNMI-station Hoogeveen (bron: KNMI)

## 4 Resultaat grondwaterstandmetingen

### 4.1 Meetresultaten

Om inzicht te krijgen in de fluctuatie van de grondwaterstand van het watervoerende pakket ter plaatse is een lokaal peilbuizenennetwerk aangebracht. Er wordt in 14 peilbuizen de grondwaterstand geregistreerd. Deze peilbuizen zijn uitgerust met automatische drukopnemers die om de 12 uur de grondwaterstand opnemen. De ligging van de peilbuislocaties ten opzichte van de geplande ontgraving is in figuur 2.2 weergegeven. De meetgegevens van het monitoringsprogramma worden halfjaarlijks verzameld en gerapporteerd in een Excel bestand richting de opdrachtgever. De grafieken met de peilbuismetingen zijn opgenomen in bijlage 1. In deze grafieken zijn de handpeilingen opgenomen, herkenbaar aan het getal dat het verschil tussen handpeiling en meting druksensor aangeeft. In tabel 4.1 zijn alle actuele meetlocaties van het peilbuisennetwerk opgenomen, inclusief metadata.

Tabel 4.1 metadata peilbuizen

nr	Peilbuis	X	Y	start	MEETPUNT [cm N.A.P.]	MAAIVELD [cm N.A.P.]	Bovenkant filter [cm N.A.P.]	Onderkant filter [cm N.A.P.]
1	Pb1 <sup>1</sup>	221330	522427	mei-09	519	445	145	45
1	Pb1B	221354	522431	jun-22	703	603	293	193
2	Pb2 <sup>2</sup>	221273	522706	mei-09	546	482	152	52
3	Pb3	221224	522997	mei-09	589	524	194	94
4	Pb4	221418	523141	mei-09	665	600	270	170
5	Pb5 <sup>3</sup>	221588	523268	mei-09	660	591	261	161
6	Pb6	221728	523040	mei-09	578	514	214	114
7	Pb7	221911	522734	mei-09	560	491	161	61
8	Pb8 <sup>4</sup>	222125	522803	jan-10	527,6	471	221	121
9	Pb9 <sup>5</sup>	221150	522272	jan-10	421	390	170	70
10	Pb10	220798	522975	jan-10	601	565	295	195
11	Pb11	221595	523589	jan-10	520	466	216	116
12	Pb12 <sup>6</sup>	221141	522390	apr-18	434,3	369,3	169,3	69,3
12	Pb12	221144	522391	jun-22	452	370	170	70
13	Pb13 <sup>7</sup>	221066	522630	apr-18	440,2	372,6	192,6	92,6
13	Pb13	221068	522630	jun-22	501	391	201	101
14	Pb14	220989	522878	apr-18	493,5	434,4	264,4	164,4
	Pb OW	221752	522958	jun-22	455	-	-	-

<sup>1</sup> Peilbuis Pb1 is verdwenen, laatste meting 5-6-2020, peilbuis is herplaatst.

<sup>2</sup> Peilbuis Pb2 is verdwenen, laatste meting 5-12-2017, peilbuis is komen te vervallen.

<sup>3</sup> Peilbuis Pb5 wil vanaf 10-12-2020 niet meer uitlezen door een storing, drukopnemer is vervangen

<sup>4</sup> Peilbuis Pb8 is verdwenen, laatste meting 10-12-2020

<sup>5</sup> Peilbuis Pb9 was lange tijd onvindbaar, de peilbuis is gerepareerd

<sup>6</sup> Peilbuis Pb12 bevindt zich midden in een sloot en is herplaatst

<sup>7</sup> Peilbuis Pb13 bevindt zich midden in een sloot en is herplaatst, de laatste meting is van 10-12-2020

## 5 Analyse meetresultaten

### 5.1 Kwantitatieve analyse

De tijdstijghoogtelijnen die het resultaat zijn van de grondwatermonitoring zijn opgenomen in bijlage 1 en 2. De meetperiode loopt van 2009 tot december 2022. De metingen zijn met de software Artdiver gevalideerd, zoals ook beschreven in paragraaf 1.2. In bijlage 1 zijn de handpeilingen geplot waarmee de controle is uitgevoerd. In bijlage 2 zijn de grondwaterstanden weergegeven in een schematische bodemopbouw.

In bijlage 3 is per peilbuis de meetreeks van het jaar 2022 vergeleken met de meetreeks van het jaar daarvoor. In tabel 4.1 zijn voor beide jaren de 90%, 50% en 10% percentiel-waarden van de grondwaterstand bepaald. Uit bijlage 3 en tabel 4.1 blijkt dat de grondwaterstand over het algemeen eenzelfde patroon lijkt te vertonen als in het voorgaande jaar. In de zomerperiode zakt de grondwaterstand wel dieper uit dan in het voorgaande jaar. Dit kan verklaard worden door de drogere zomerperiode in 2022 ten opzichte van 2021 (zie ook figuur 3.1). Doordat de zomerperiode droger is geweest is de GLG-waarde van de grondwaterstand lager dan in 2021. De GHG-waarde van Pb12 is in 2022 ook lager omdat deze peilbuis herplaatst is. Na de herplaatsing is de grondwaterstand lager dan in de periode daarvoor. Dit is mogelijk ook een gevolg van de uitbreidingswerkzaamheden.

In bijna alle gevallen is de GHG waarde hetzelfde als in het voorgaande jaar, wat duidt op eenzelfde (hoge) grondwaterstand in de winterperiode. De GHG waarde van Pb10 wijkt sterk af omdat er voor Pb10 over 2022 niet een gehele meetreeks opgebouwd is. Hierdoor is niet een juist gemiddelde bepaald.

Tabel 5.1 Trend in geregistreeerde grondwaterstand.

Peilbuis	2021			2022		
	GLG [m N.A.P.]	GG [m N.A.P.]	GHG [m N.A.P.]	GLG [m N.A.P.]	GG [m N.A.P.]	GHG [m N.A.P.]
Pb1				3,3	3,37	3,44
Pb2						
Pb3	3,44	3,52	3,65	3,34	3,47	3,64
Pb4	3,57	3,66	3,81	3,48	3,6	3,8
Pb5				3,45	3,6	3,82
Pb6	3,69	3,73	3,82	3,68	3,73	3,84
Pb7	3,69	3,73	3,81			
Pb8						
Pb9				3,11	3,2	3,28
Pb10	3,91	4,04	4,38	3,9	4,06	4,48
Pb11	3,75	3,89	4,17	3,58	3,8	4,17
Pb12	3,27	3,3	3,35	3,15	3,21	3,32
Pb13				3,22	3,24	3,27
Pb14	3,3	3,39	3,57	3,22	3,33	3,57
Pb2 OW				3,59	3,61	3,64

Groen: meer dan 0,1 m toegenomen

Oranje:

meer dan 0,05 afgenomen

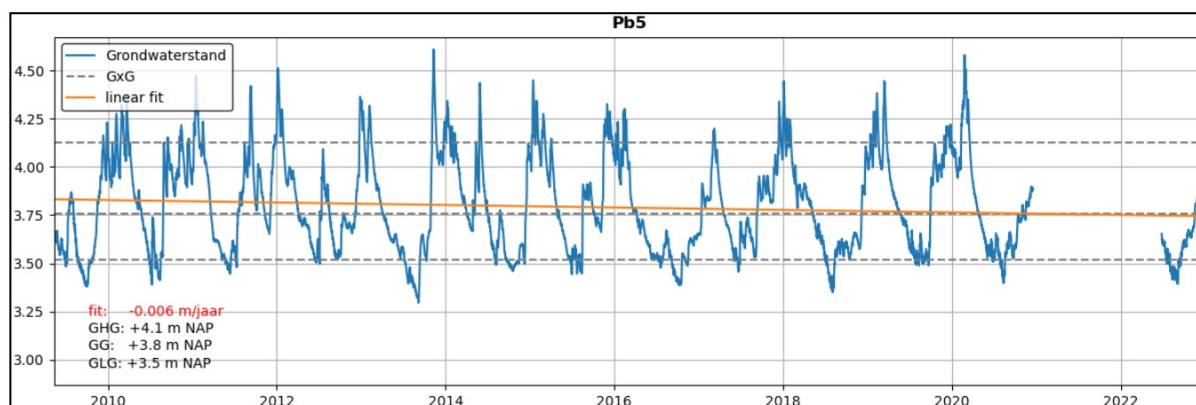
Lichtgroen: meer dan 0,05 m toegenomen

Rood:

meer dan 0,1 m afgenomen

Om te kunnen duiden of er sprake is van een langjarige grondwaterstandsverlaging of -verhoging is per peilbuis de lineaire trend in het verloop van de grondwaterstand over de meetperiode bepaald. In bijlage 4 zijn de lineaire trend-bepalingen per peilbuis weergegeven. Deze waarnemingen zeggen enkel iets over het verloop van de grondwaterstand in de peilbuis, de resultaten zeggen niets over de oorzaak van de trend. Tevens zijn in de figuren de GxG waarden gegeven (Gemiddeld Hoogste, gemiddelde en gemiddeld laagste grondwaterstand). Deze zijn bepaald als het respectievelijk 90%, 50% en 10% percentiel. Omdat in sommige perioden geen grondwaterstand geregistreerd is door droogstand of een storing, zijn voor de GxG bepaling deze gaten eerst opgevuld middels een interpolatieslag.

In figuur 5.1 is als voorbeeld het resultaat van Pb5 gegeven. Uit dit figuur blijkt dat er sprake is van een kleine negatieve trend over de meetperiode. De grondwaterstand zakt over de meetperiode dus iets uit. Of deze trend verklaard kan worden door de meteorologische gegevens wordt besproken in paragraaf 5.2. In tabel 5.1 zijn per peilbuis de meetperiode, de bepaalde GxG waarden en de bepaalde trend gegeven. Hierbij is aangenomen dat een trend gelijk is als de waarde groter dan -1 cm en kleiner dan +1 cm is. Uit deze tabel kan opgemaakt worden dat in veel gevallen in de er nauwelijks sprake is van een trend in de meetreeks. Peilbuizen Pb12 t/m Pb14 vertonen een positieve trend. Dit wordt vooral verklaard door de korte duur van de opgebouwde meetreeks en het feit dat de peilbuizen in de droge zomer van 2018 zijn geplaatst. Peilbuis OW is geplaatst in 2022 waardoor de meetreeks eigenlijk te kort is voor een trendbepaling.



Figuur 5.1 Lineaire trendbepaling Pb5

Tabel 5.2 Trend in geregistreeerde grondwaterstand

Peilbuis	GLG [m N.A.P.]	GG [m N.A.P.]	GHG [m N.A.P.]	Percentage droog/missend	Trend [m/jaar]	Trend
Pb1	3,1	3,2	3,3	20,6	+0,000	Gelijk
Pb2	3,3	3,5	3,5	37,2	-0,002	Gelijk
Pb3	3,3	3,5	3,7	9,4	+0,000	Gelijk
Pb4	3,4	3,6	3,9	9,0	+0,000	Gelijk
Pb5	3,5	3,8	4,1	11,2	-0,006	Gelijk
Pb6	3,5	3,7	3,9	0,7	-0,003	Gelijk
Pb7	3,6	3,7	3,9	7,5	-0,008	Gelijk
Pb8	3,7	3,8	4,0	15,9	-0,017	Negatief
Pb9	3,0	3,2	3,4	11,2	-0,006	Gelijk
Pb10	3,8	4,0	4,3	6,9	+0,001	Gelijk
Pb11	3,6	3,9	4,2	11,0	-0,007	Gelijk
Pb12	3,1	3,2	3,3	0,0	+0,029	Positief
Pb13	3,2	3,2	3,3	31,9	+0,009	Gelijk
Pb14	3,2	3,3	3,6	0,0	+0,027	Positief
OW	3,6	3,6	3,6	0,3	+0,115	Positief

\*De meetreeks is eigenlijk te kort voor een trendbepaling. De peilbuizen zijn geplaatst in de droge zomer van 2018, wat mogelijk de stijgende trend nadien verklaard.

<sup>1</sup> Peilbuis Pb1 is verdwenen, laatste meting 5-6-2020

<sup>2</sup> Peilbuis Pb2 is verdwenen, laatste meting 5-12-2017

<sup>3</sup> Peilbuizen Pb3, Pb4 en Pb11 hebben in de meetreeks enkele storingen

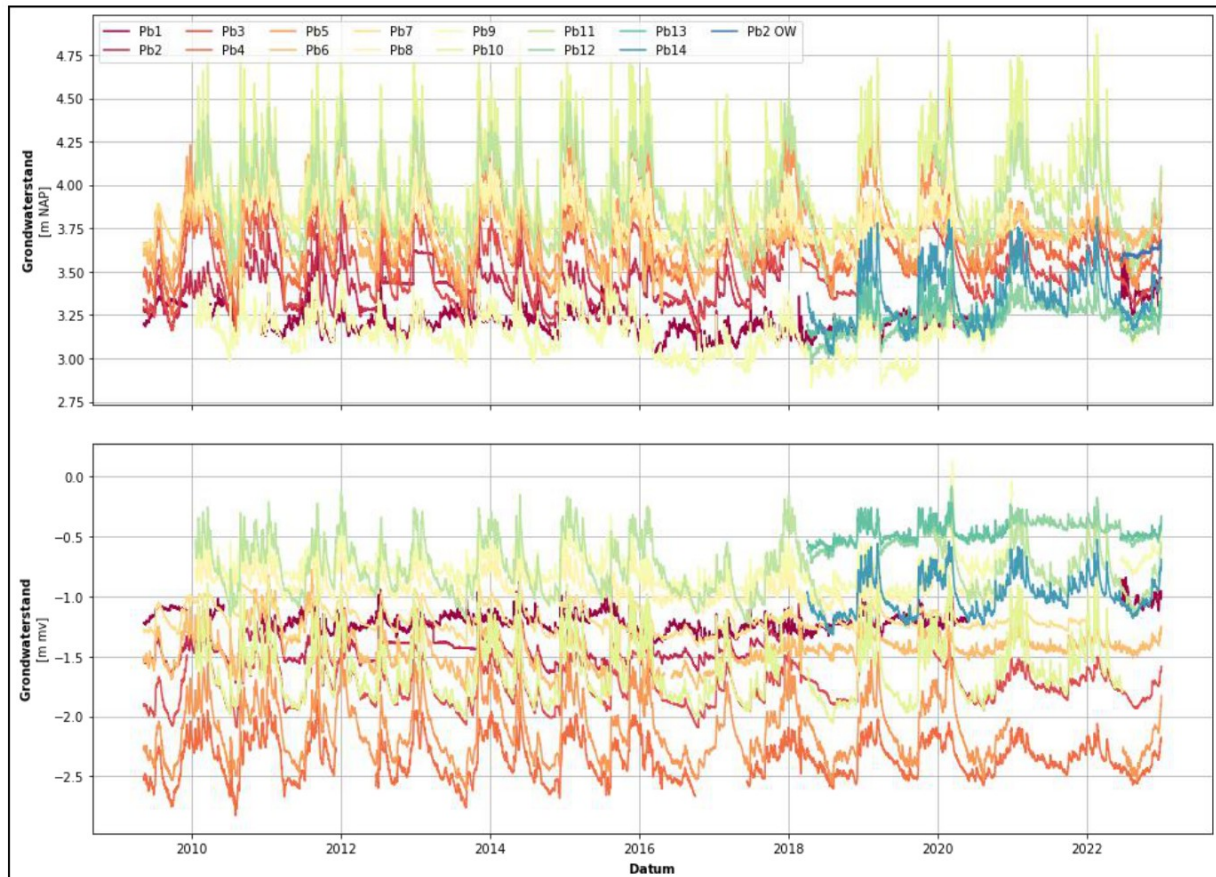
<sup>4</sup> Peilbuis Pb5 wil vanaf 10-12-2020 niet meer uitlezen door een storing

<sup>5</sup> Peilbuis Pb8 is verdwenen, laatste meting 10-12-2020

<sup>6</sup> Peilbuis Pb9 was lange tijd onvindbaar, is recent gevonden maar ligt onder een omgewaaide boom

<sup>7</sup> Peilbuis Pb13, de kelder zit vast in deze peilbuis, de laatste meting is van 10-12-2020

In de grafieken in bijlage 1 is te zien dat de filters over het algemeen allen eenzelfde patroon volgen. In dit patroon is het patroon van neerslag en verdamping te herkennen. Bij neerslag reageert de grondwaterstand direct. In figuur 5.2 is de range van de grondwaterstanden ten opzichte van N.A.P. en het maaiveldniveau inzichtelijk gemaakt. Uit dit figuur blijkt dat de grondwaterstanden liggen tussen N.A.P. +2,8 en +4,6 m. Dit komt overeen met 0,2 à -2,7 m-mv.



Figuur 5.2 Grondwaterstanden tov NAP en MV

## 5.2 Tijdreeksanalyse

Om inzicht te verkrijgen in trends in de waargenomen tijd stijghoogtelijnen is een tijdreeksanalyse uitgevoerd. De tijdreeksanalyse is uitgevoerd middels de python package Pastas (ontwikkeld door de TU Delft en Artesia). Hierbij wordt de trend in de grondwaterstanden beschouwd aan de hand van neerslag en verdampingsgegevens. Het dichtstbijzijnde KNMI weerstation (met verdampingsgegevens) is Hoogeveen.

Aangezien de veranderingen van stijghoogtes en met name de freatische grondwaterstanden niet één op één een gevolg van de zandwinning zijn, maar in grote mate afhankelijk van externe factoren zoals het klimaat (neerslag en verdamping) zijn geen absolute kritieke waarden voor het waterpeil in de plas of de grondwaterstanden aan te geven. Tijdens extreem droge periodes kan de grondwaterstand, onafhankelijk van de zandwinplas, sterk uitzakken, waardoor een ondergrens voor het waterpeil in de zandwinplas niet is aan te geven.

Doel van de analyse is om aan de hand van de meetgegevens vast te stellen of de uitbreiding van de zandwinning daadwerkelijk resulteert in een significante verlaging van de grondwaterstanden in de omgeving.

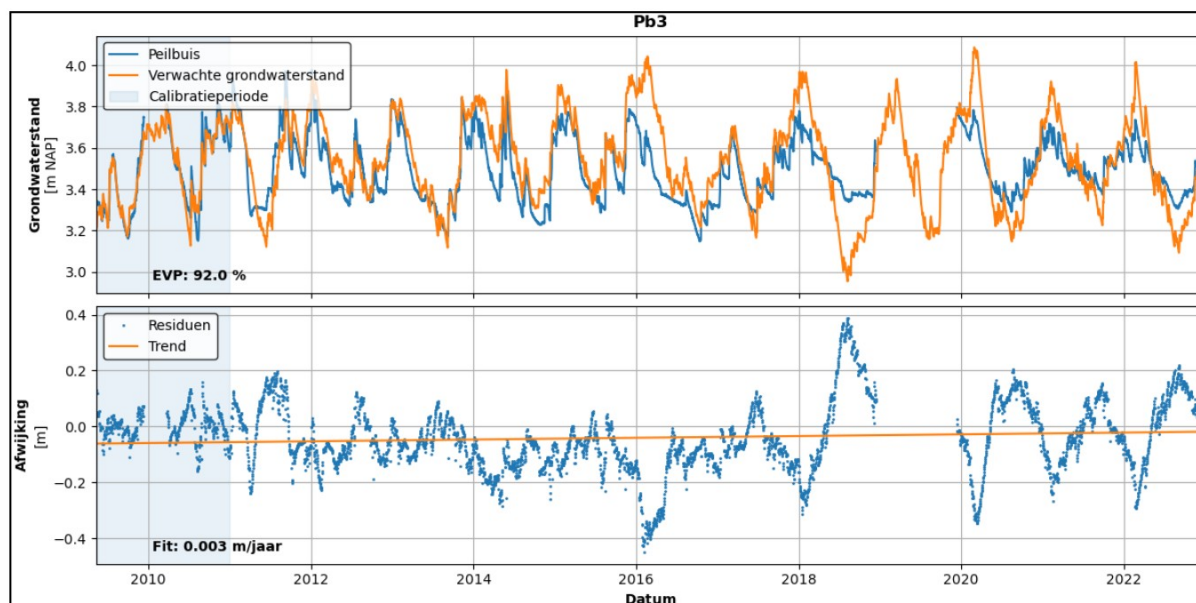
Omdat meetreeksen voorafgaand aan de zandwinning ontbreken, is een nulsituatie niet vast te stellen. Echter, om de nulsituatie te benaderen wordt de eerste meetcyclus van minimaal 1 jaar als uitgangssituatie beschouwd. Er is van alle peilbuizen een model gemaakt op basis van de verklarende reeksen van neerslag en verdamping van nabijgelegen KNMI-stations. Hierbij is gefit op de meetreeks tot 2011. Omdat peilbuis Pb1 in de begin periode een storing vertoonde, is voor deze peilbuis gefit op de meetreeks tot 2012. Voor peilbuizen Pb12 t/m Pb14 is gefit op het eerste monitoringsjaar.

Het succes van de calibratie blijkt uit de Explained Variance Percentage (EVP). Deze dient hoger dan 70% te zijn, anders is er een andere factor van invloed op de tijdreeks. Na de calibratie is een simulatie gedaan van de verwachte grondwaterstanden voor de gehele meetperiode op basis van de verkregen fit. De gemeten en gemodelleerde reeksen zijn daarbij vergeleken. De hierbij verkregen residuen zijn een maat van de afwijking van de verwachte grondwaterstanden en geven een inzicht in het deel van het verloop van de grondwaterstand dat niet verklaard kan worden door neerslag en verdamping. Het resultaat van de tijdreeksanalyse is gegeven in tabel 5.2 en in bijlage 4. Een voorbeeld van een uitkomst is gegeven in figuur 5.3.

Op basis van de tijdreeksanalyse kunnen de volgende conclusies getrokken worden:

- Peilbuis Pb1 heeft de laagste EVP (73,4%), visueel gezien wijkt deze ook het meeste af. Mogelijk speelt hier nog een andere verklarende factor een rol, zoals de nabij gelegen kwelsloot langs de Hoogeveense vaart. Uit de fit blijkt dat de herplaatste peilbuis (Pb1B) niet in lijn ligt met de verwachting op basis van de fit. In een volgende analyse zal deze peilbuis apart gefit moeten worden.
- In de droge zomers van 2018, 2019 en 2020 wordt op basis van de verklarende variabelen neerslag en verdamping een lagere grondwaterstand verwacht. Voornamelijk in peilbuizen Pb3, Pb4, Pb5 en Pb6 is het zichtbaar dat de daadwerkelijke grondwaterstand hoger is in de zomer, mogelijk is er water in de plas ingelaten.
- Peilbuis Pb6 vertoont voor de periode 2014 t/m 2016 een lagere grondwaterstand dan de simulatie, daarna vindt er een nivellering van de grondwaterstanden plaats, in de zomer is deze hoger dan de simulatie en in de winter lager dan de simulatie.
- In peilbuizen Pb7, Pb8 en Pb9 is de daadwerkelijke gemeten grondwaterstand iets lager dan verwacht op basis van de simulatie. Er is daardoor sprake van een licht negatieve trend (zie tabel 5.1). De grondwaterstand is gedurende de meetperiode verlaagd met circa 0,1 m. In Pb9 lijkt deze trend zich in 2022 niet doorgezet te hebben. De grondwaterstand lijkt hersteld.
- In Peilbuis Pb12 is de gemeten grondwaterstand vanaf circa half 2020 hoger dan de gesimuleerde grondwaterstand. Mogelijk heeft de dichtbijgelegen kwelsloot en de Hoogeveense vaart hier invloed op.

- Peilbuis Pb13 komt nagenoeg overeen met de gesimuleerde reeks. Enkel in het voorjaar wordt een lager grondwaterstand verwacht dan is gemeten.
- Peilbuizen Pb2, Pb10, Pb11 en Pb14 komen nagenoeg overeen met de simulatie. De EVP is in deze peilbuizen ook hoog (>80%). Dit betekent dat de meetreeks goed verklaart kan worden door neerslag en verdamping. Er is derhalve dan ook geen sprake van een significante verdroging of vernatting door een andere oorzaak.
- Peilbuizen Pb12, Pb13 en Pb14 vertonen een positieve trend. Mogelijk kan dit verklaard worden doordat een representatieve nulsituatie voor deze peilbuizen ontbreekt aangezien de peilbuizen in de droge zomer van 2018 zijn geplaatst.



Figuur 5.3 Tijdreeksanalyse Pb3

Tabel 5.3 Explained Variance Percentage van model op basis van neerslag en verdamping

Peilbuis	EVP %	Trend in residuen	
Pb1	73,4	0,006	Gelijk
Pb2	80,7	-0,006	Gelijk
Pb3	92,0	0,003	Gelijk
Pb4	91,9	0,003	Gelijk
Pb5	92,8	0,006	Gelijk
Pb6	83,9	0,000	Gelijk
Pb7	88,4	-0,007	Gelijk
Pb8	79,0	-0,015	Negatief
Pb9	82,9	0,000	Gelijk
Pb10	82,0	0,004	Gelijk
Pb11	90,2	-0,003	Gelijk
Pb12	82,9	0,020	Positief
Pb13	82,5	0,007	Gelijk
Pb14	94,1	0,010	Positief

## 6 Conclusies en aanbevelingen

### 6.1 Conclusies

De verkregen meetreeksen in de gemonitorde peilbuizen vertonen over het algemeen allen eenzelfde patroon. In dit patroon is het patroon van neerslag en verdamping te herkennen. Bij neerslag reageert de grondwaterstand direct. De range van de grondwaterstanden ten opzichte van N.A.P. en het maaiveldniveau bedraagt respectievelijk N.A.P. +2,8 en +4,6 m en 0,2 à 2,7 m-mv.

Op basis van de tijdreeksanalyse kan gesteld worden dat de meetreeksen goed verklaard kunnen worden met de neerslag en verdamping. De EVP is op peilbuizen Pb1 en Pb8 na, voor alle peilbuizen hoger dan 80%.

Voor bijna alle peilbuizen geldt dat de grondwaterstand ten opzichte van de nulsituatie niet significant veranderd is. Het lijkt er op dat de grondwaterstanden zijn hersteld naar nagenoeg eenzelfde waarde als in de nulsituatie.

De grondwaterstand vertonen in 2022 over het algemeen eenzelfde patroon als in 2021. In de zomerperiode zakt de grondwaterstand wel dieper uit dan in het voorgaande jaar. Dit kan verklaard worden door de drogere zomerperiode in 2022 ten opzichte van 2021 (zie ook figuur 3.1). Doordat de zomerperiode droger is geweest is de GLG-waarde van de grondwaterstand lager dan in 2021. De GHG-waarde van Pb12 is in 2022 ook lager omdat deze peilbuis herplaatst is. Na de herplaatsing is de grondwaterstand lager dan in de periode daarvoor. Dit is mogelijk ook een gevolg van de uitbreidingswerkzaamheden.

In bijna alle gevallen is de GHG waarde hetzelfde als in het voorgaande jaar, wat duidt op eenzelfde (hoge) grondwaterstand in de winterperiode. De GHG waarde van Pb10 wijkt sterk af omdat er voor Pb10 over 2022 niet een gehele meetreeks opgebouwd is. Hierdoor is niet een juist gemiddelde bepaald.

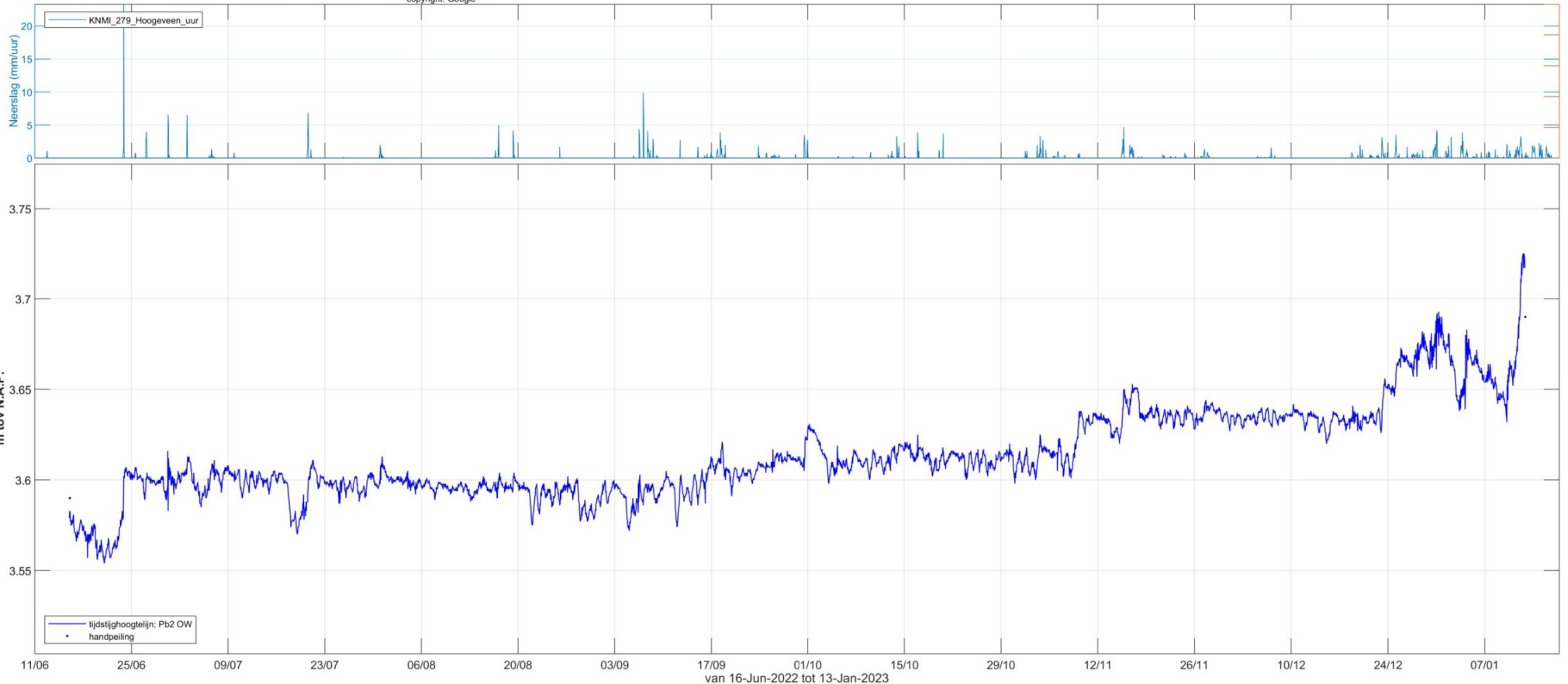
# Bijlage 1

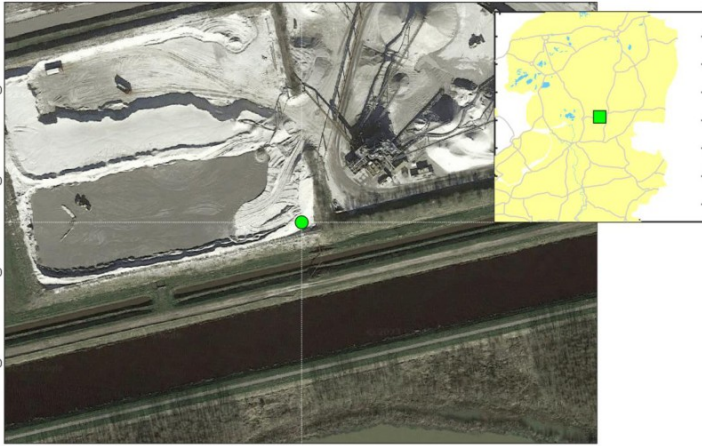




Peilbuiskenmerken van: Pb2 OW

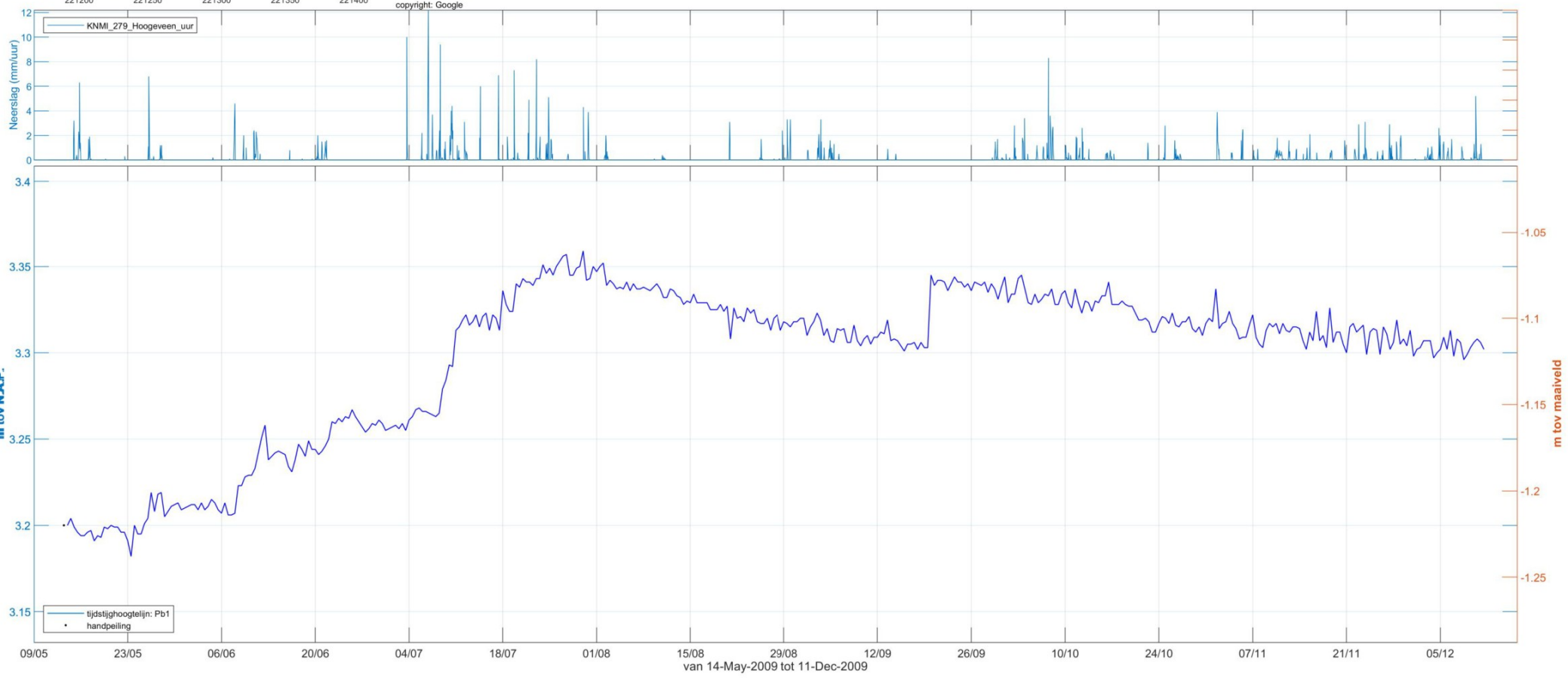
<b>Meetpunt:</b>	Pb2 OW	
<b>X-coördinaat(RD):</b>	221752	
<b>Y-coördinaat(RD):</b>	522958	
<b>Maaiveldhoogte:</b>	niet bekend	
<b>Eenheid:</b>	m tov N.A.P.	m tov maaiveld
<b>Filternummer:</b>	1	1
<b>Bovenkant buis:</b>	4.55	niet bekend
<b>Filterstelling van:</b>	niet bekend	niet bekend
<b>Filterstelling tot:</b>	niet bekend	niet bekend





Peilbuiskenmerken van: Pb1

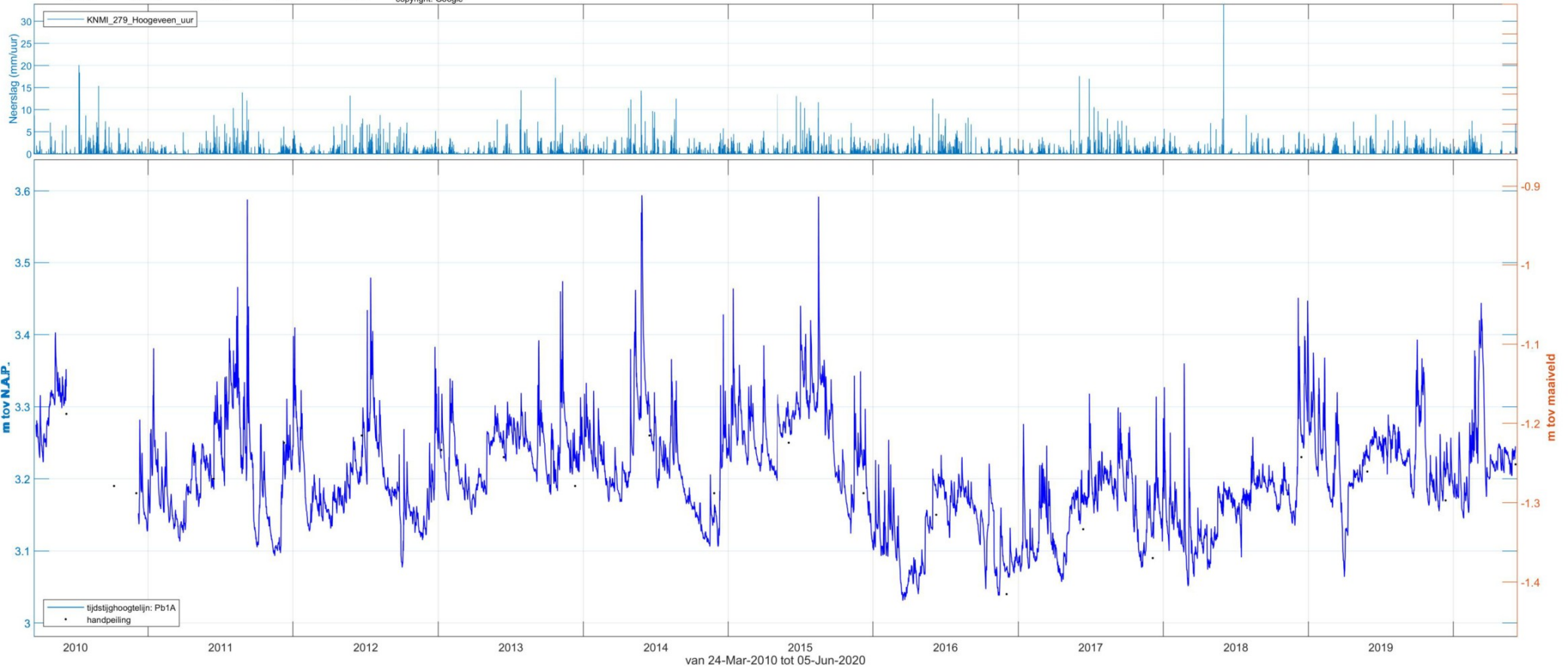
Meetpunt:	Pb1	
X-coördinaat(RD):	221330	
Y-coördinaat(RD):	522427	
Maaiveldhoogte:	4.42	
Einheid:	m tov N.A.P.	m tov maaiveld
Filternummer:	1	1
Bovenkant buis:	5.07	0.65
Filterstelling van:	1.02	-3.40
Filterstelling tot:	0.02	-4.40



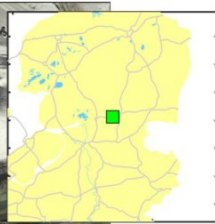
Peilbuisenmerken van: Pb1A



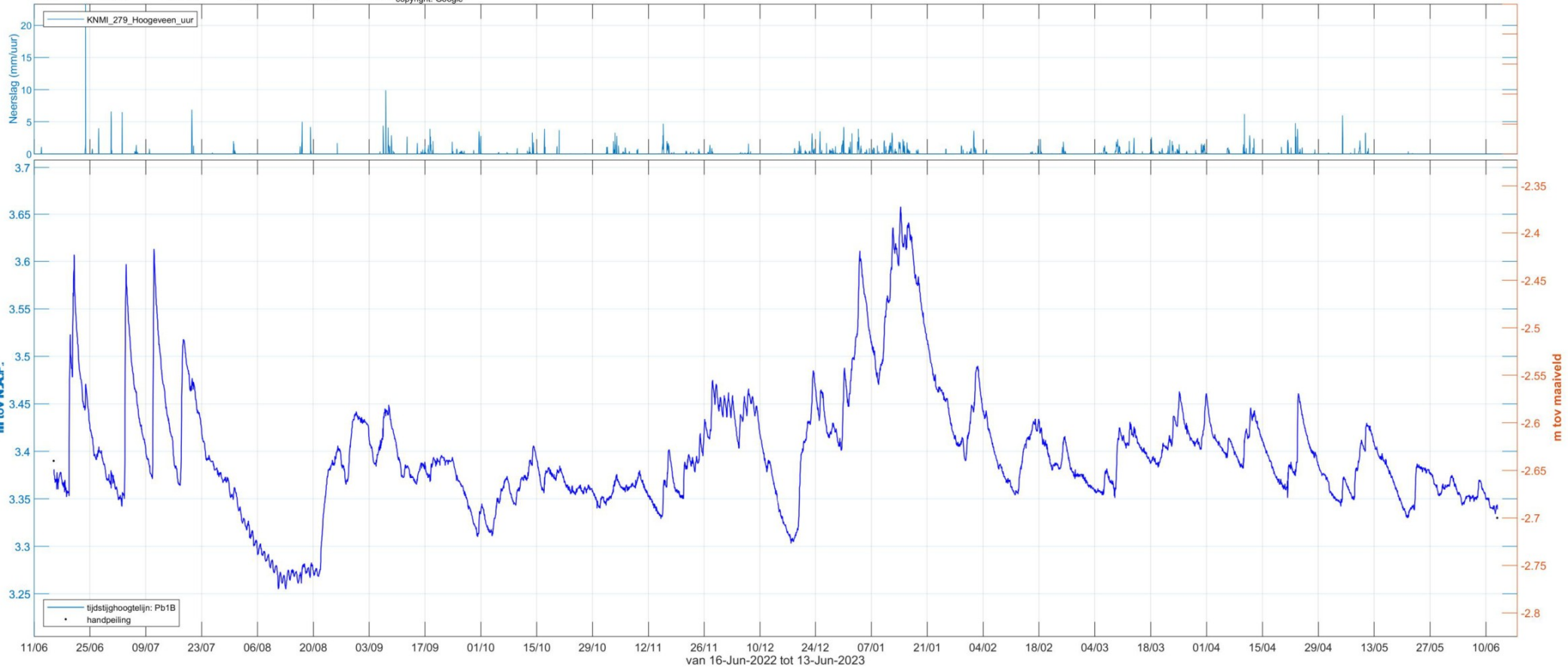
Meetpunt:	Pb1A	
X-coördinaat(RD):	221330	
Y-coördinaat(RD):	522427	
Maaiveldhoogte:	4.46	
Enheid:	m tov N.A.P.	m tov maaiveld
Filternummer:	1	1
Bovenkant buis:	5.19	0.72
Filterstelling van:	1.45	-3.02
Filterstelling tot:	0.45	-4.01

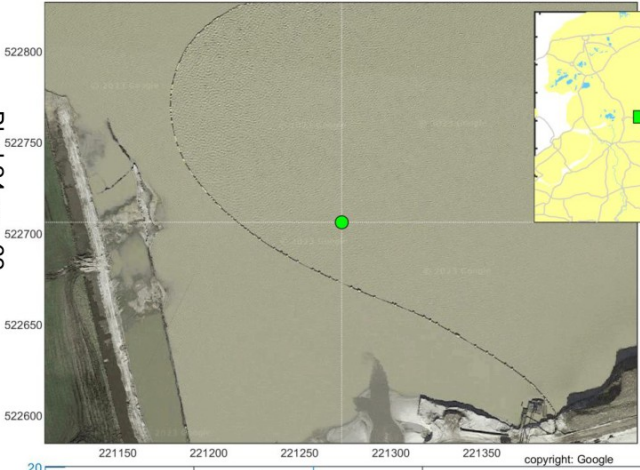


Peilbuiskenmerken van: Pb1B



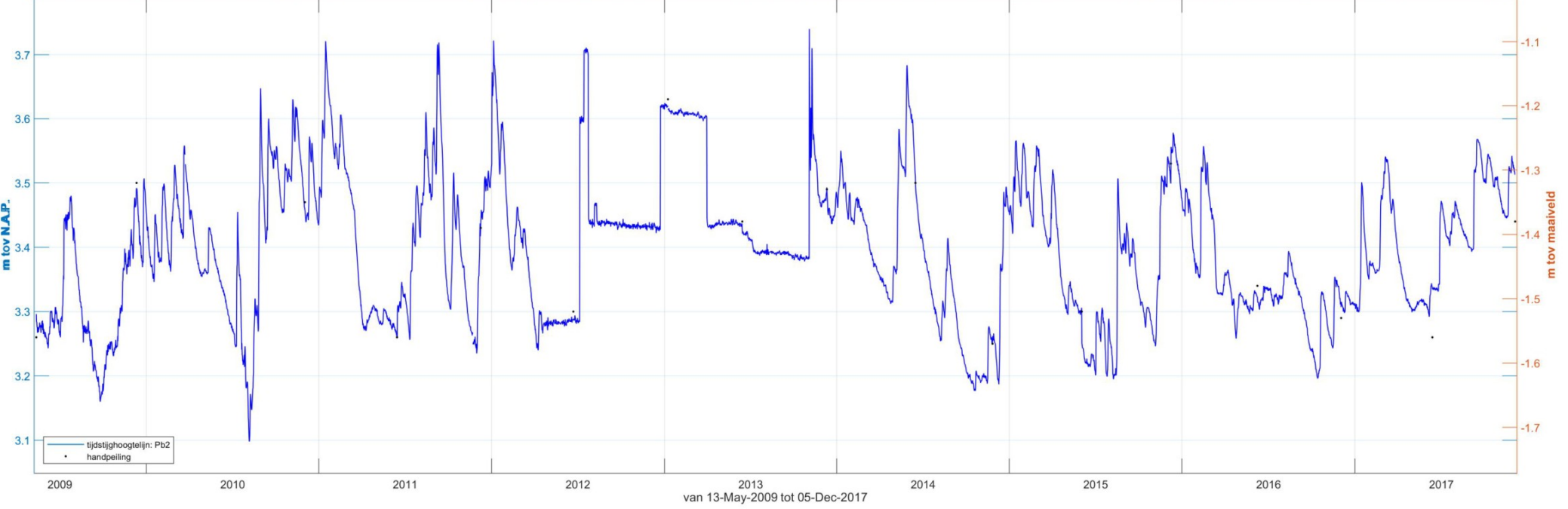
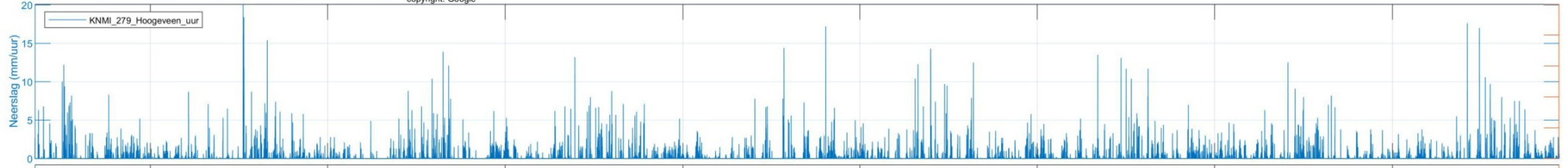
<b>Meetpunt:</b>	<b>Pb1B</b>	
<b>X-coördinaat(RD):</b>	221354	
<b>Y-coördinaat(RD):</b>	522431	
<b>Maaiveldhoogte:</b>	6.03	
<b>Eenheid:</b>	m tov N.A.P.	m tov maaiveld
<b>Filternummer:</b>	1	1
<b>Bovenkant buis:</b>	7.03	1
<b>Filterstelling van:</b>	2.93	-3.10
<b>Filterstelling tot:</b>	1.93	-4.10

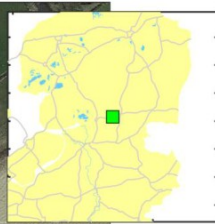




Peilbuiskenmerken van: Pb2

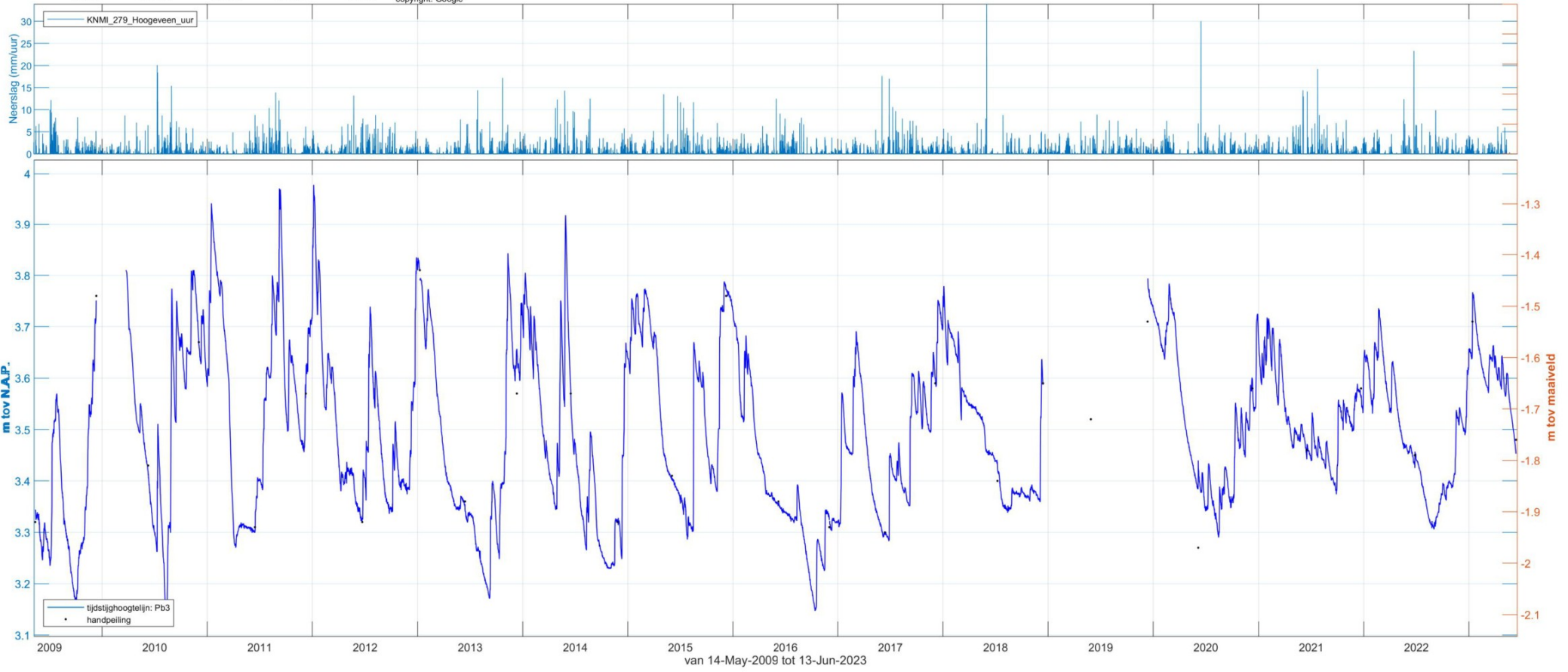
Meetpunt:	Pb2	
X-coördinaat(RD):	221273	
Y-coördinaat(RD):	522706	
Maaiveldhoogte:	4.82	
Enheid:	m tov N.A.P.	m tov maaiveld
Filternummer:	1	1
Bovenkant buis:	5.46	0.64
Filterstelling van:	1.52	-3.30
Filterstelling tot:	0.52	-4.30





Peilbuiskenmerken van: Pb3

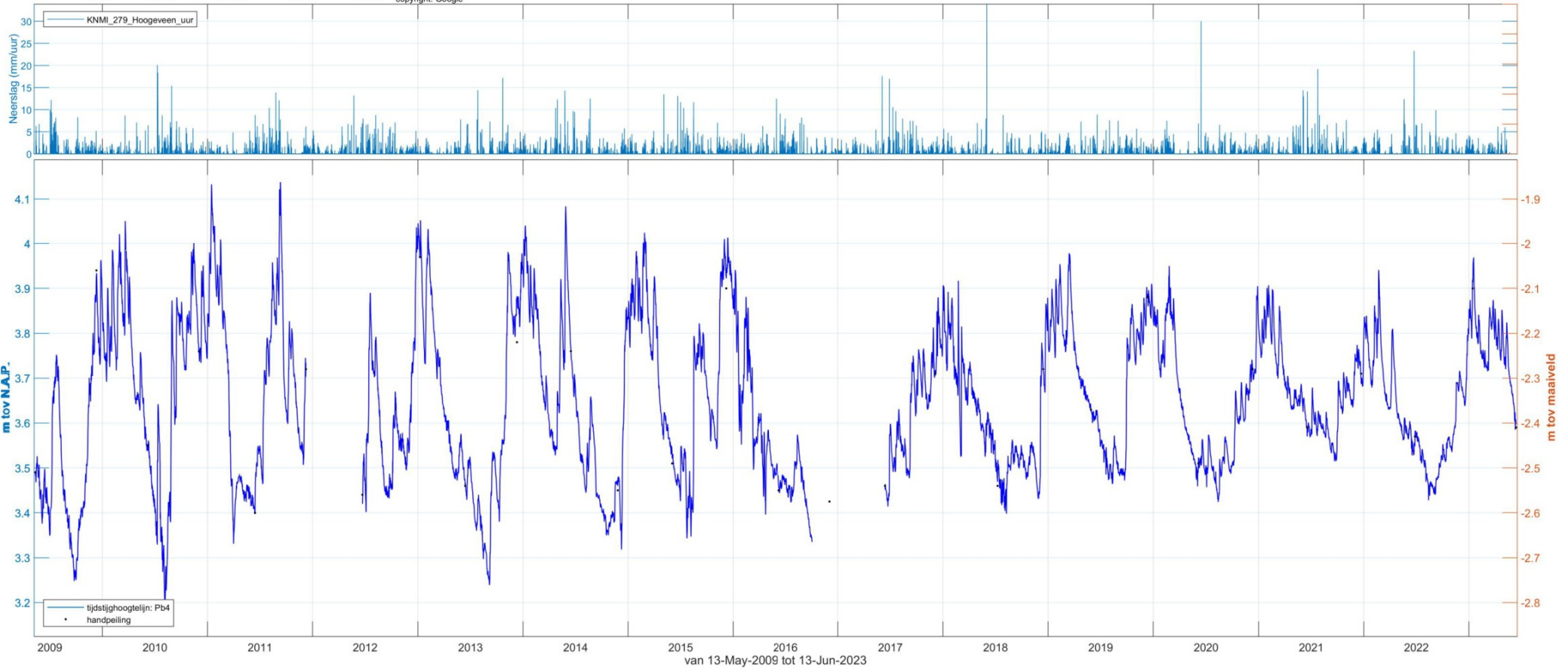
Meetpunt:	Pb3	
X-coördinaat(RD):	221224	
Y-coördinaat(RD):	522997	
Maaiveldhoogte:	5.24	
Enheid:	m tov N.A.P.	m tov maaiveld
Filternummer:	1	1
Bovenkant buis:	5.89	0.65
Filterstelling van:	1.94	-3.30
Filterstelling tot:	0.94	-4.30





Peilbuiskenmerken van: Pb4

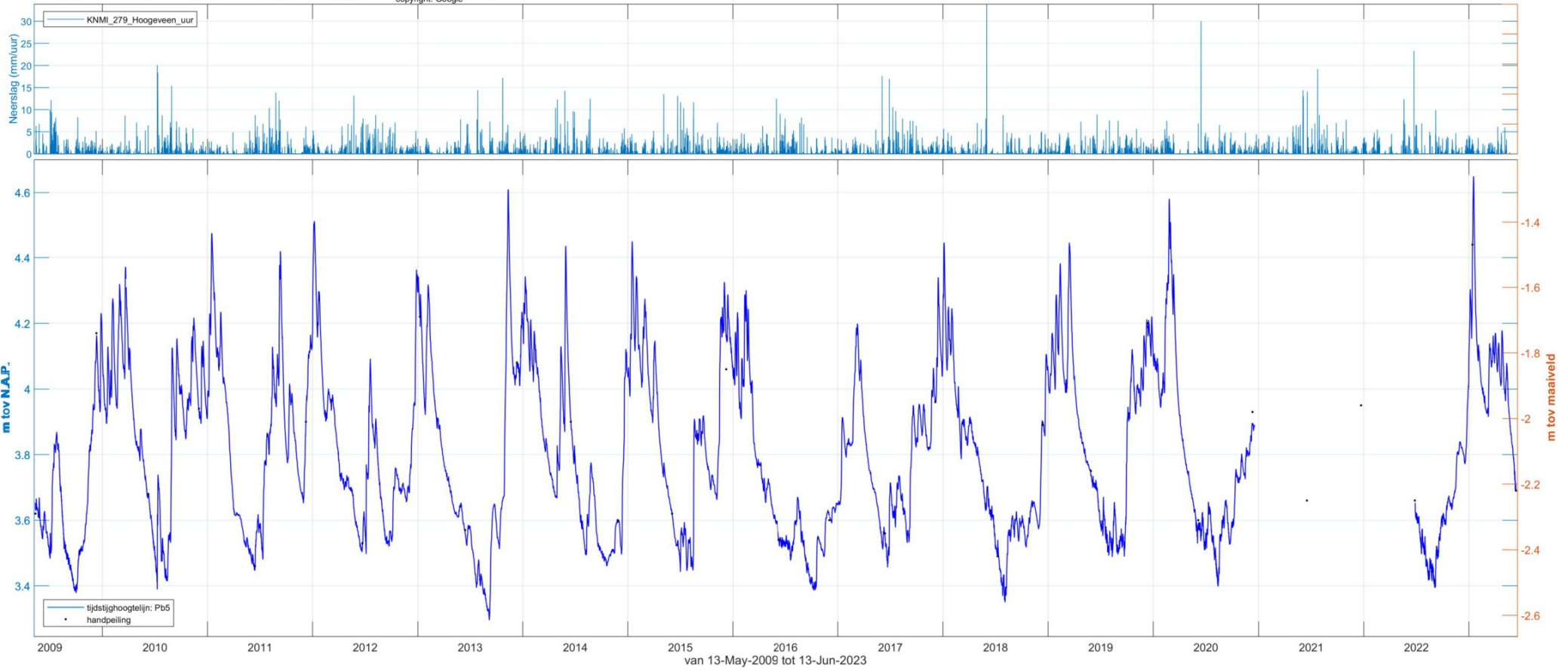
Meetpunt:	Pb4	
X-coördinaat(RD):	221418	
Y-coördinaat(RD):	523141	
Maaiveldhoogte:	6	
Enheid:	m tov N.A.P.	m tov maaiveld
Filternummer:	1	1
Bovenkant buis:	6.65	0.65
Filterstelling van:	2.70	-3.30
Filterstelling tot:	1.70	-4.30





Peilbuiskenmerken van: Pb5

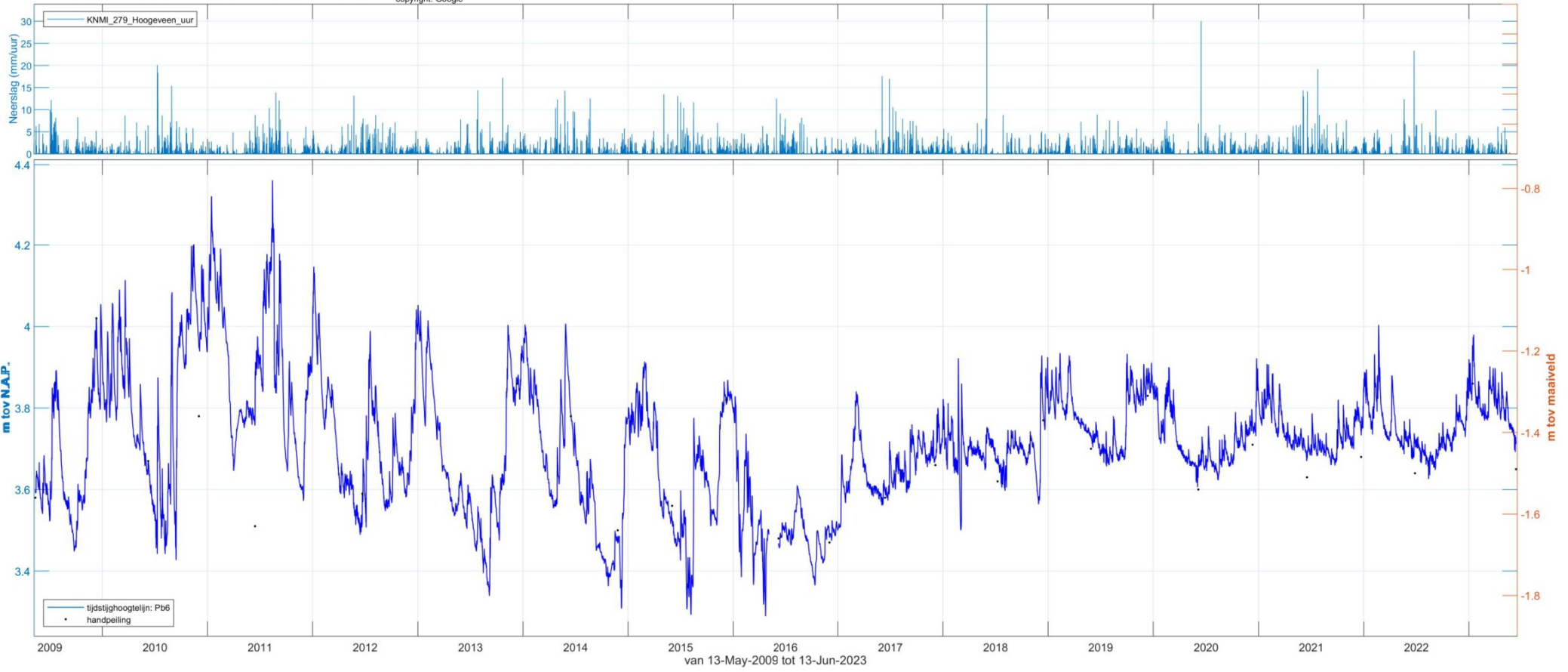
Meetpunt:	Pb5	
X-coördinaat(RD):	221588	
Y-coördinaat(RD):	523268	
Maaiveldhoogte:	5.91	
Enheid:	m tov N.A.P.	m tov maaiveld
Filternummer:	1	1
Bovenkant buis:	6.60	0.69
Filterstelling van:	2.61	-3.30
Filterstelling tot:	1.61	-4.30





Peilbuiskenmerken van: Pb6

Meetpunt:	Pb6	
X-coördinaat(RD):	221728	
Y-coördinaat(RD):	523040	
Maaiveldhoogte:	5.14	
Eenheid:	m tov N.A.P.	m tov maaiveld
Filternummer:	1	1
Bovenkant buis:	5.78	0.64
Filterstelling van:	2.14	-3
Filterstelling tot:	1.14	-4





Peilbuiskenmerken van: Pb7

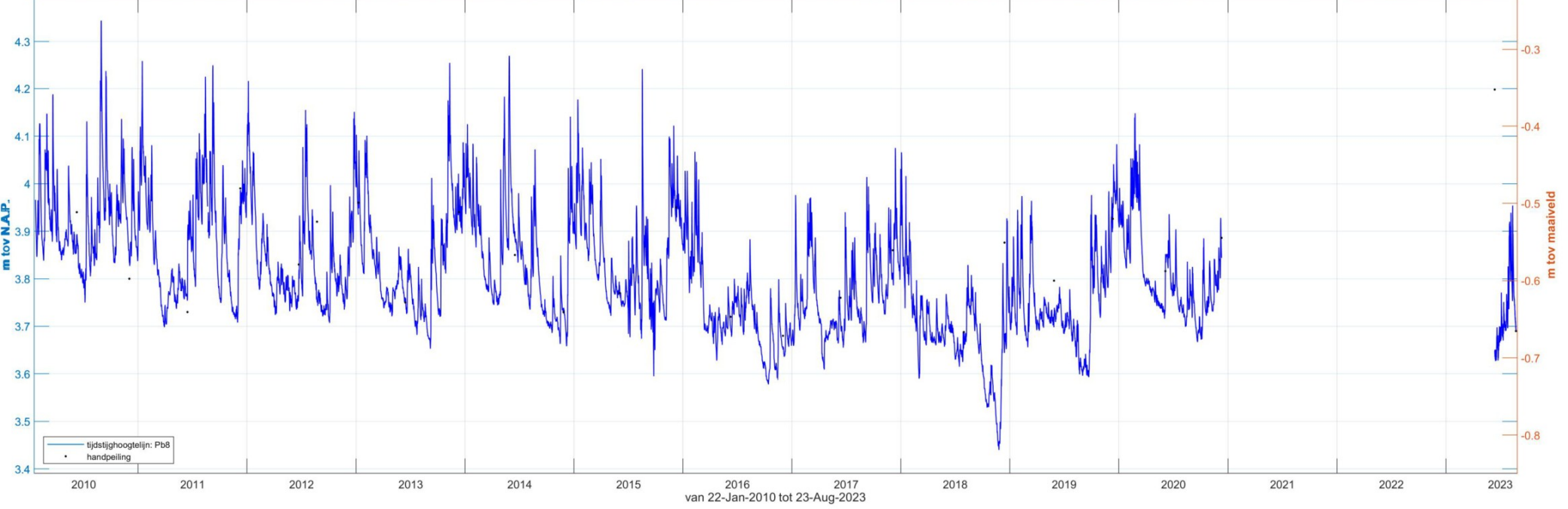
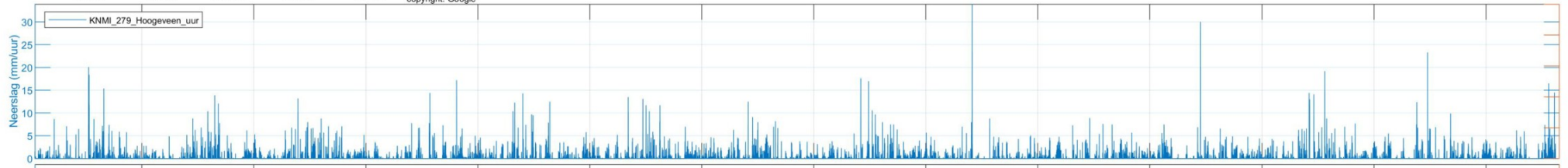
<b>Meetpunt:</b>	Pb7	
<b>X-coördinaat(RD):</b>	221911	
<b>Y-coördinaat(RD):</b>	522734	
<b>Maaiveldhoogte:</b>	4.91	
<b>Eenheid:</b>	m tov N.A.P.	m tov maaiveld
<b>Filternummer:</b>	1	1
<b>Bovenkant buis:</b>	5.60	0.69
<b>Filterstelling van:</b>	1.61	-3.30
<b>Filterstelling tot:</b>	0.61	-4.30





Peilbuiskenmerken van: Pb8

Meetpunt:	Pb8	
X-coördinaat(RD):	222125	
Y-coördinaat(RD):	522803	
Maaiveldhoogte:	4.56	
Enheid:	m tov N.A.P.	m tov maaiveld
Filternummer:	1	1
Bovenkant buis:	4.18	-0.38
Filterstelling van:	1.79	-2.77
Filterstelling tot:	0.79	-3.77

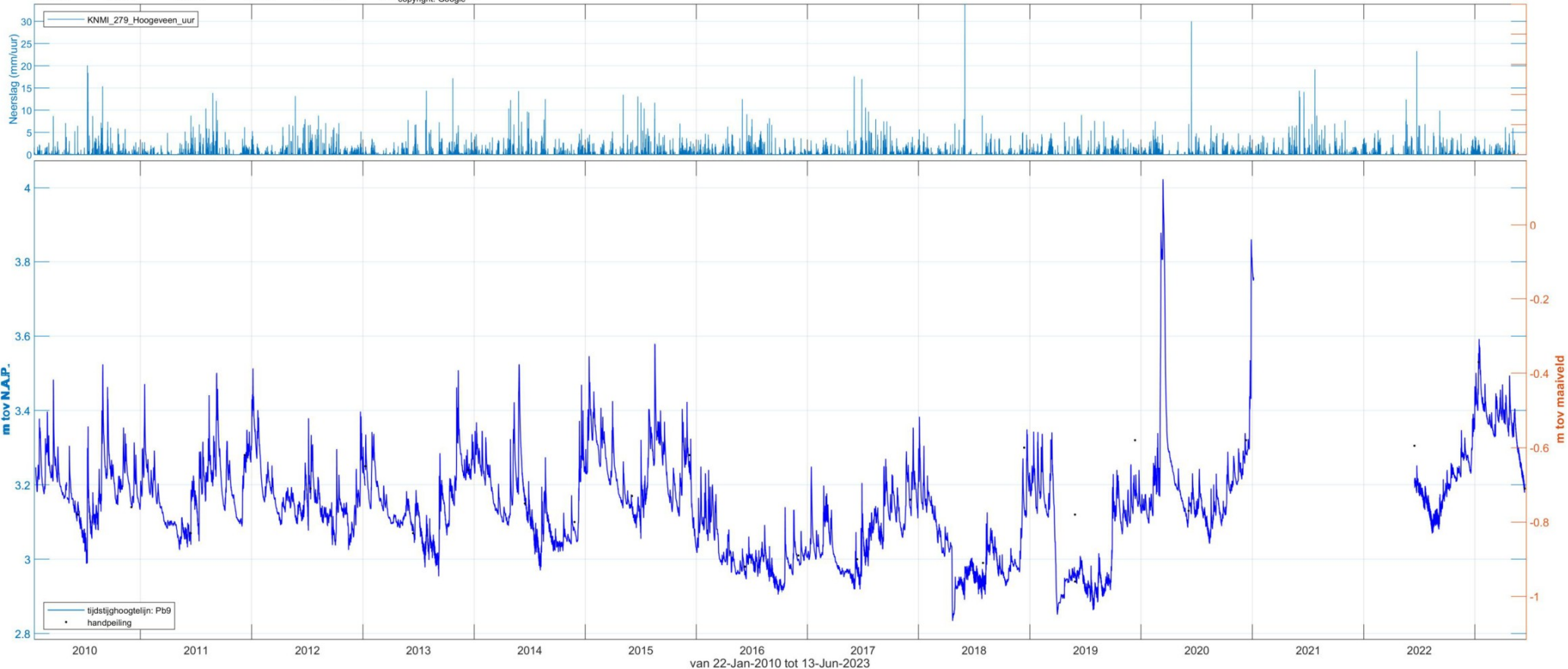




221000 221050 221100 221150 221200 22 copyright: Google 10

Peilbuiskenmerken van: Pb9

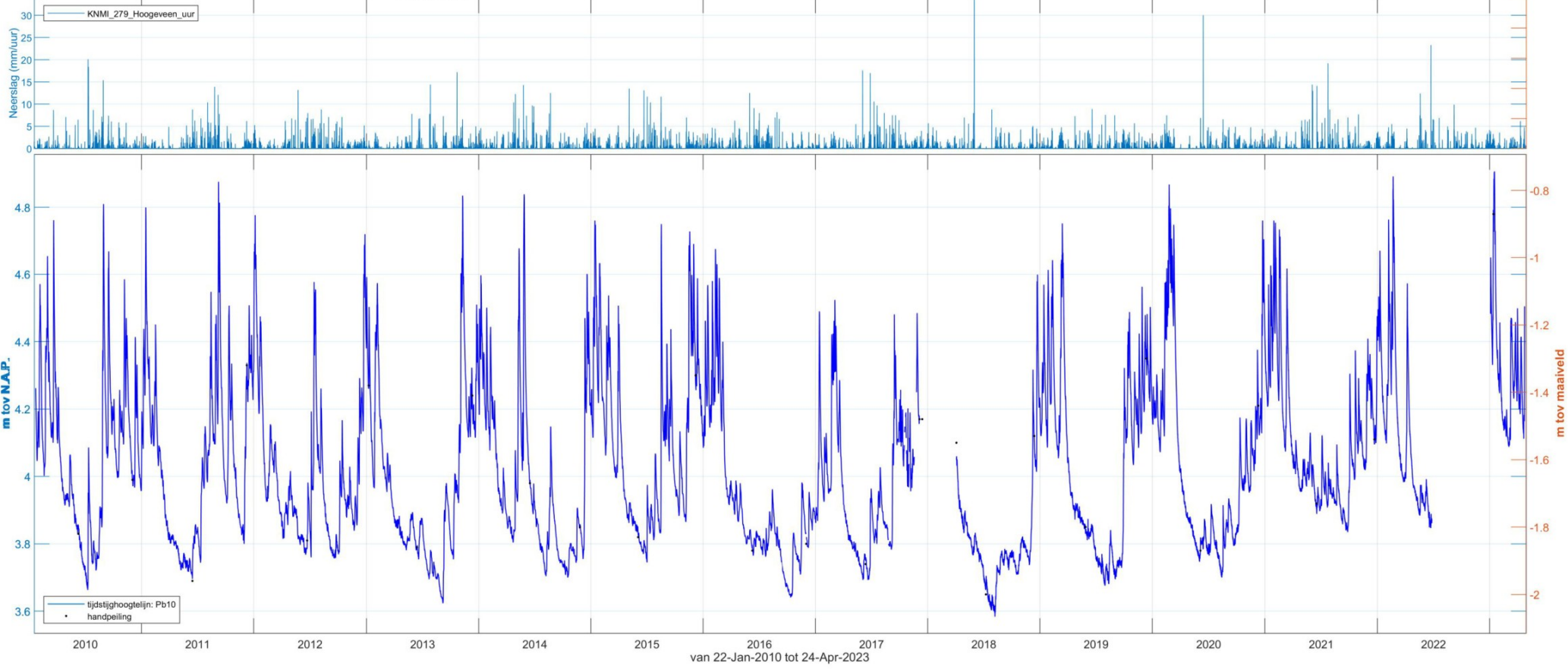
Meetpunt:	Pb9	
X-coördinaat(RD):	221150	
Y-coördinaat(RD):	522272	
Maaiveldhoogte:	3.90	
Einheid:	m tov N.A.P.	m tov maaiveld
Filternummer:	1	1
Bovenkant buis:	4.21	0.31
Filterstelling van:	1.70	-2.20
Filterstelling tot:	0.70	-3.20



Peilbuisenmerken van: Pb10



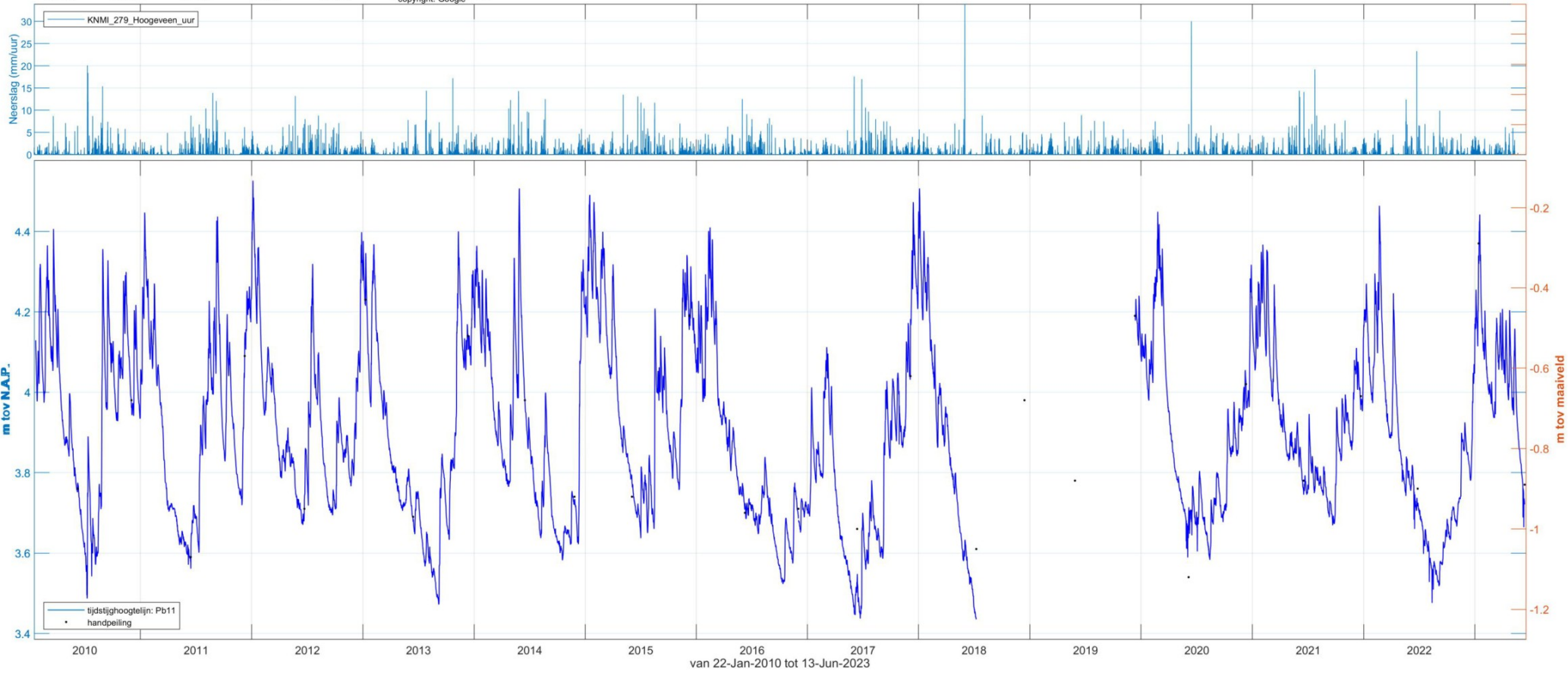
Meetpunt:	Pb10	
X-coördinaat(RD):	220798	
Y-coördinaat(RD):	522975	
Maaiveldhoogte:	5.65	
Einheid:	m tov N.A.P.	m tov maaiveld
Filternummer:	1	1
Bovenkant buis:	6.01	0.36
Filterstelling van:	2.95	-2.70
Filterstelling tot:	1.95	-3.70





Peilbuiskenmerken van: Pb11

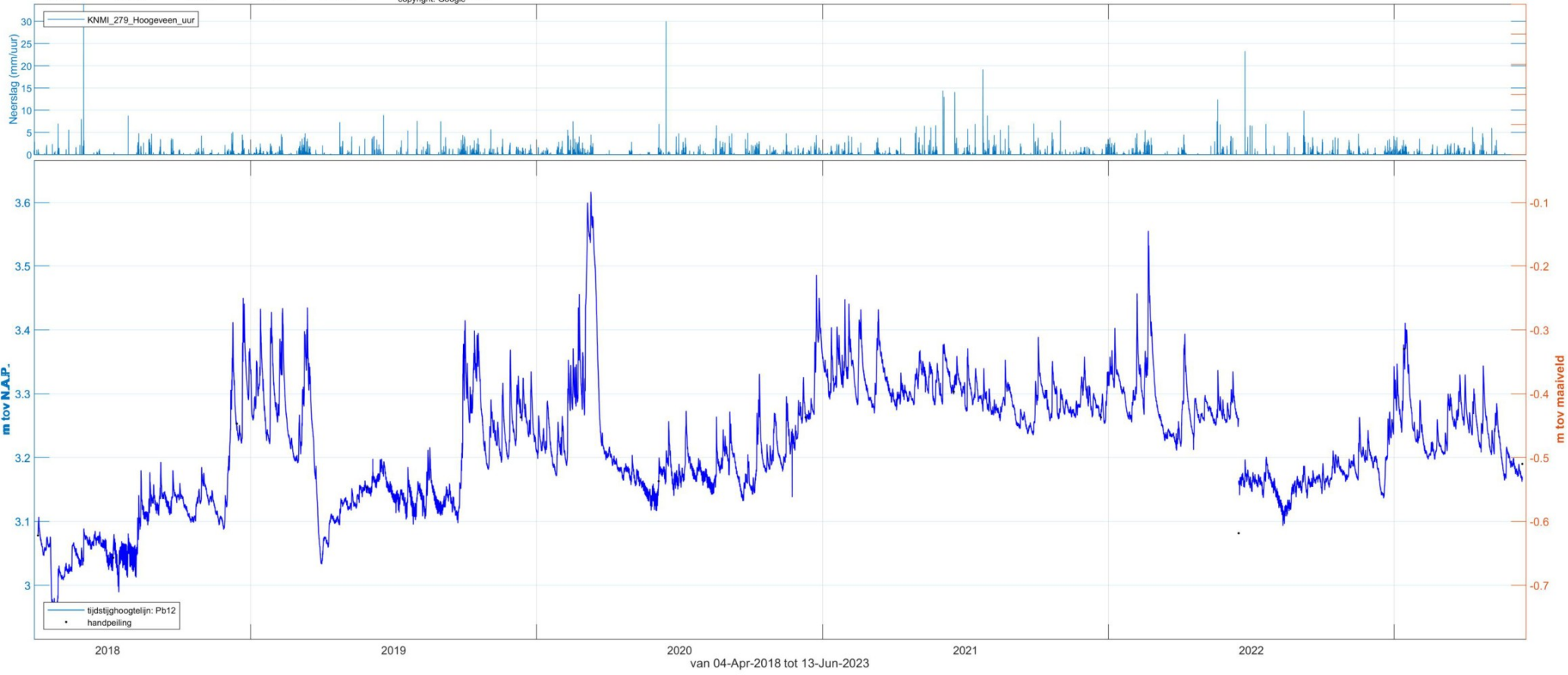
Meetpunt:	Pb11	
X-coördinaat(RD):	221595	
Y-coördinaat(RD):	523589	
Maaiveldhoogte:	4.66	
Enheid:	m tov N.A.P.	m tov maaiveld
Filternummer:	1	1
Bovenkant buis:	5.20	0.54
Filterstelling van:	2.16	-2.50
Filterstelling tot:	1.16	-3.50





Peilbuisenmerken van: Pb12

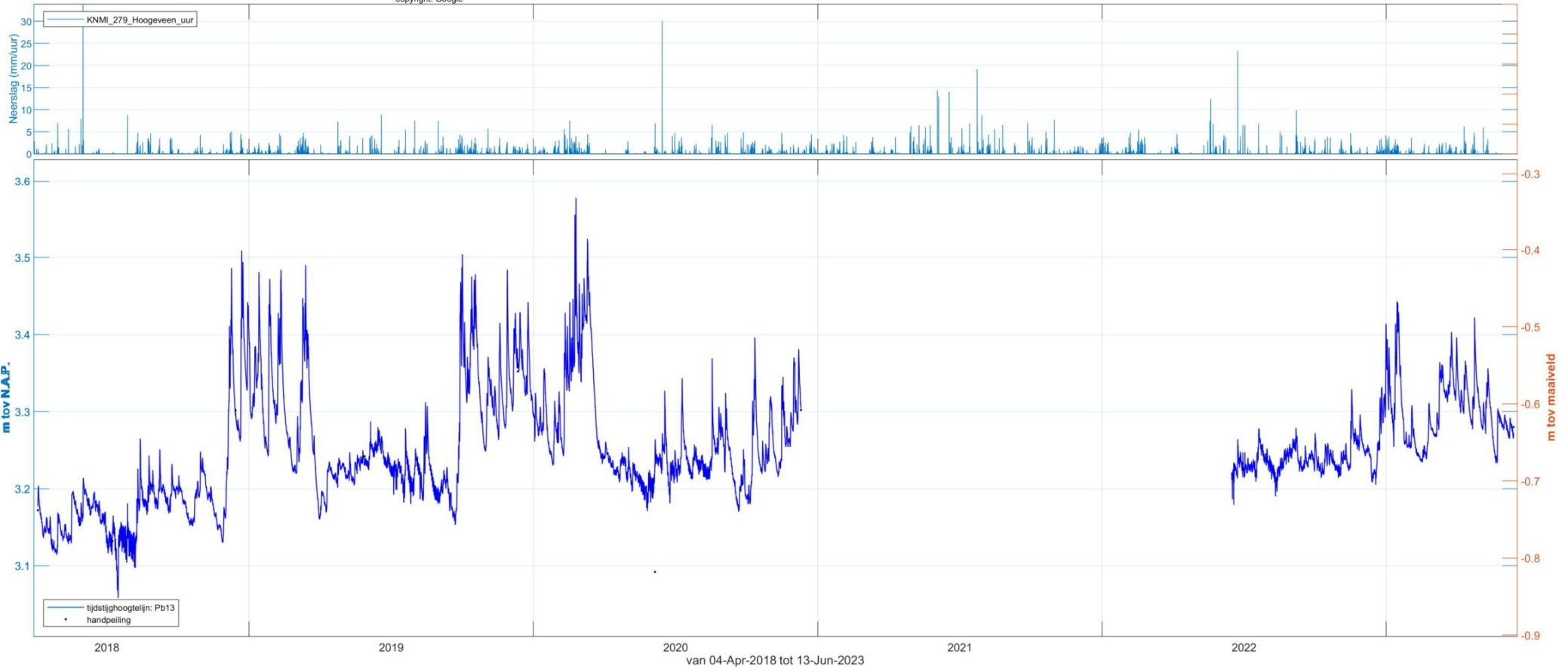
Meetpunt:	Pb12	
X-coördinaat(RD):	221142	
Y-coördinaat(RD):	522391	
Maaiveldhoogte:	3.70	
Enheid:	m tov N.A.P.	m tov maaiveld
Filternummer:	1	1
Bovenkant buis:	4.52	0.82
Filterstelling van:	1.70	-2.00
Filterstelling tot:	0.70	-3.00





Peilbuisenmerken van: Pb13

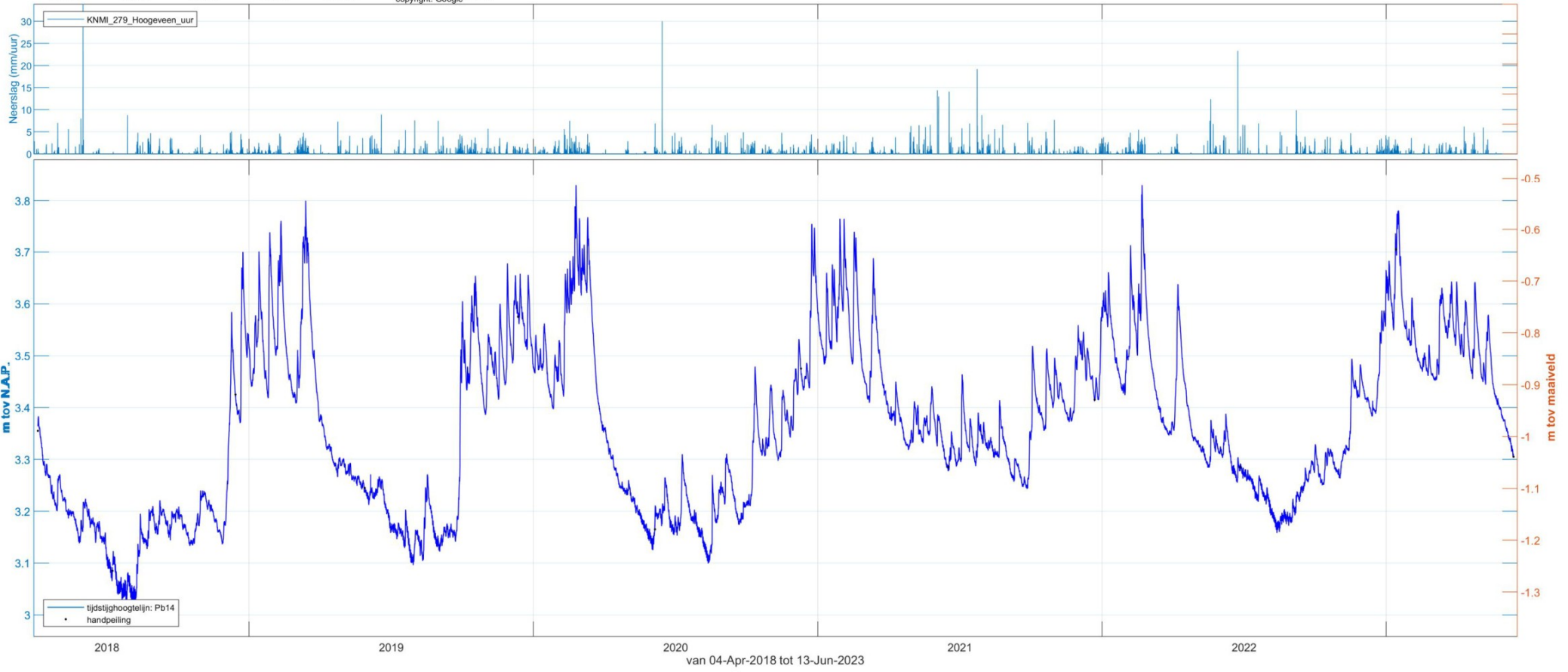
<b>Meetpunt:</b>	Pb13	
<b>X-coördinaat(RD):</b>	221067	
<b>Y-coördinaat(RD):</b>	522630	
<b>Maaiveldhoogte:</b>	3.82	
<b>Enheid:</b>	m tov N.A.P.	m tov maaiveld
<b>Filternummer:</b>	1	1
<b>Bovenkant buis:</b>	5.01	1.19
<b>Filterstelling van:</b>	2.01	-1.81
<b>Filterstelling tot:</b>	1.01	-2.81



Peilbuisenmerken van: Pb14

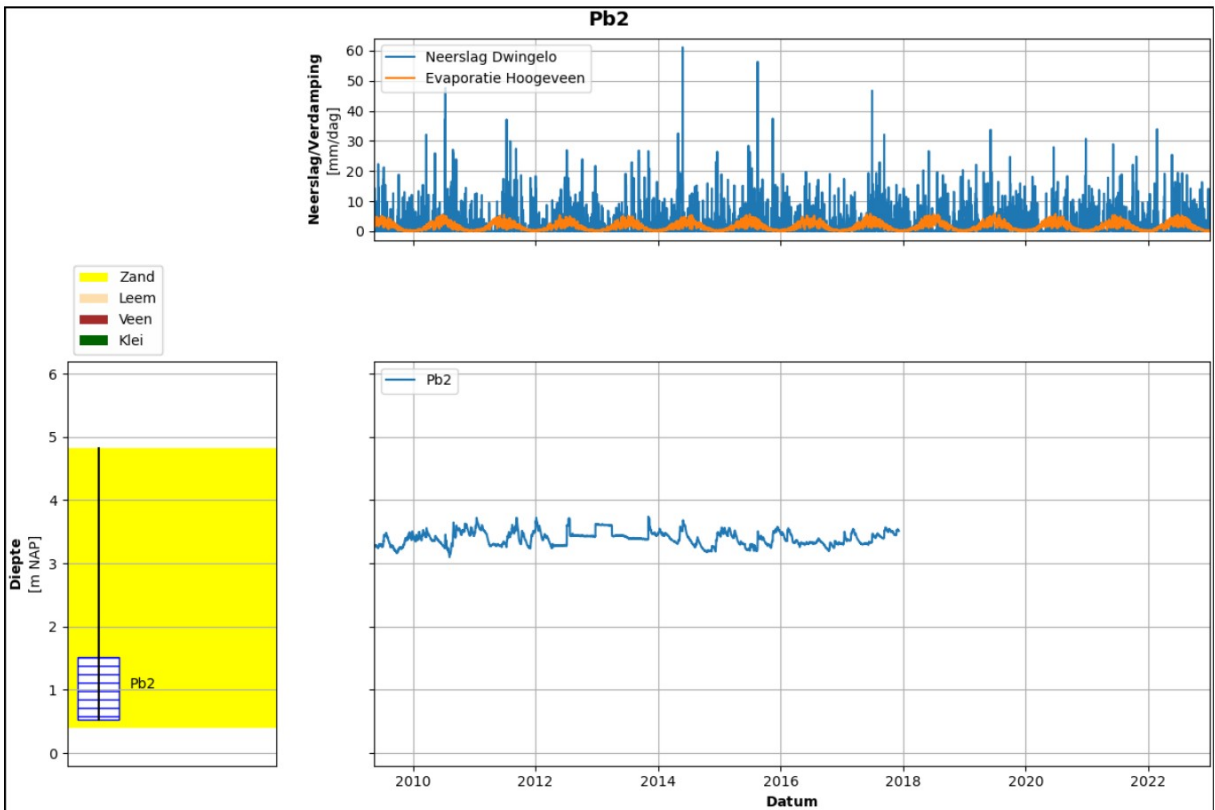
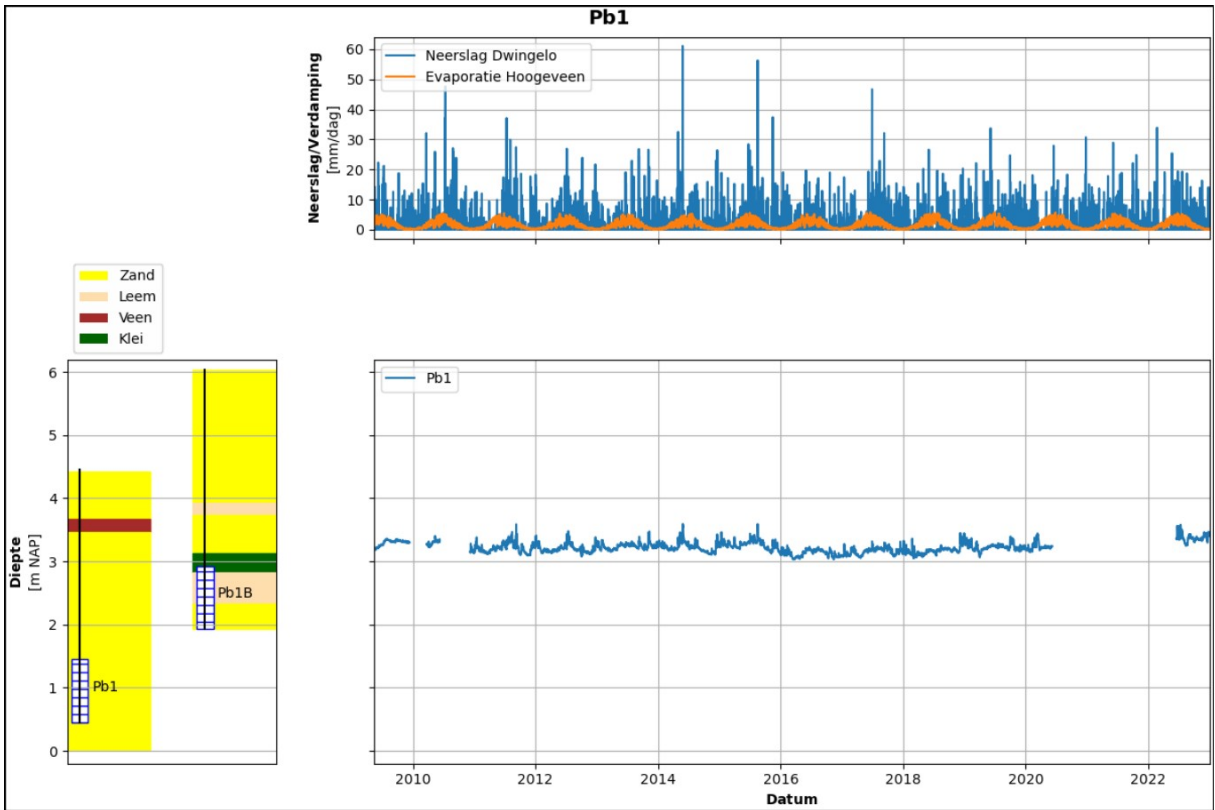


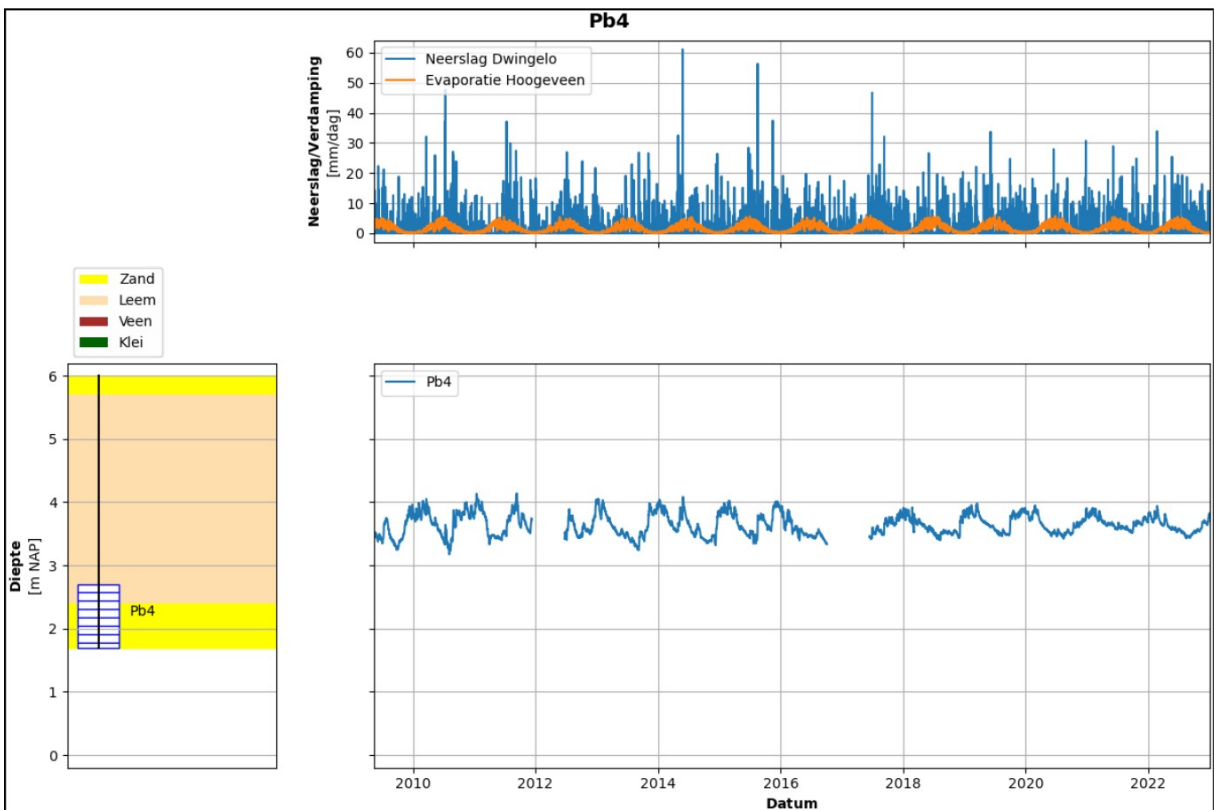
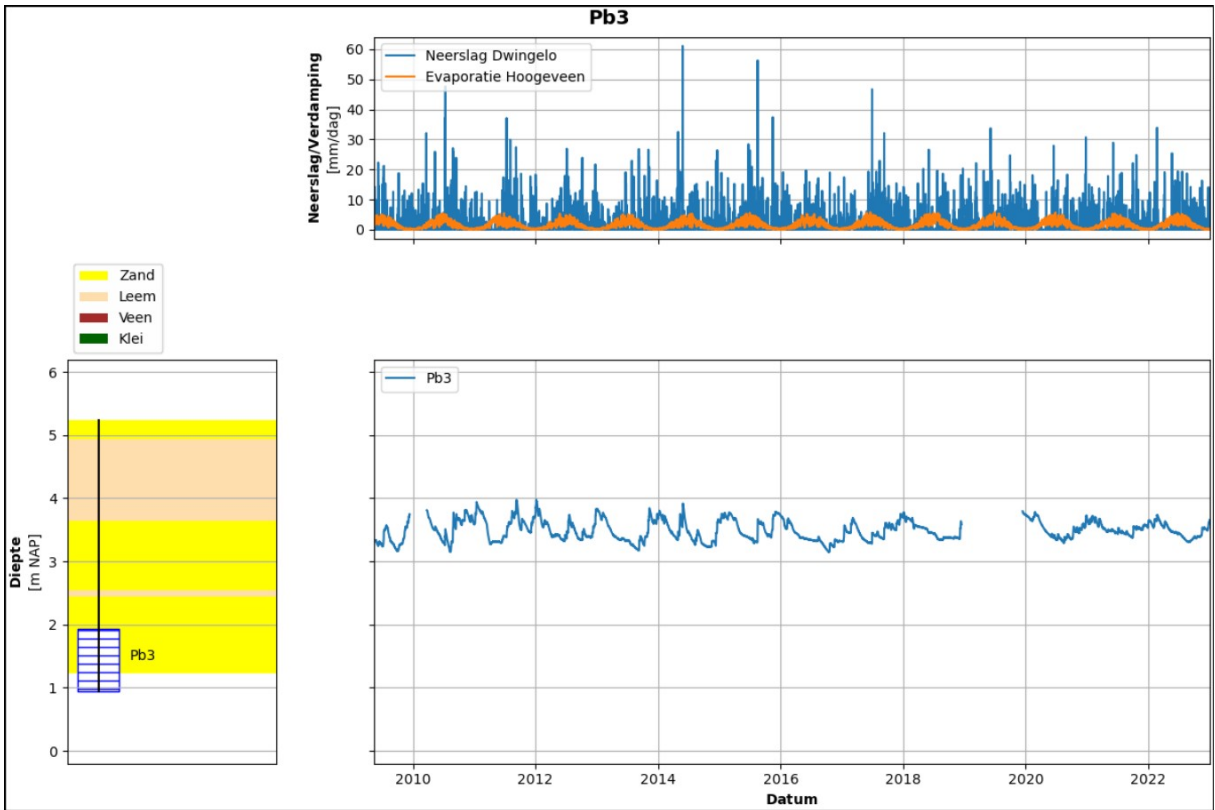
Meetpunt:	Pb14	
X-coördinaat(RD):	220989	
Y-coördinaat(RD):	522878	
Maaiveldhoogte:	4.34	
Enheid:	m tov N.A.P.	m tov maaiveld
Filternummer:	1	1
Bovenkant buis:	4.93	0.59
Filterstelling van:	2.64	-1.70
Filterstelling tot:	1.64	-2.70

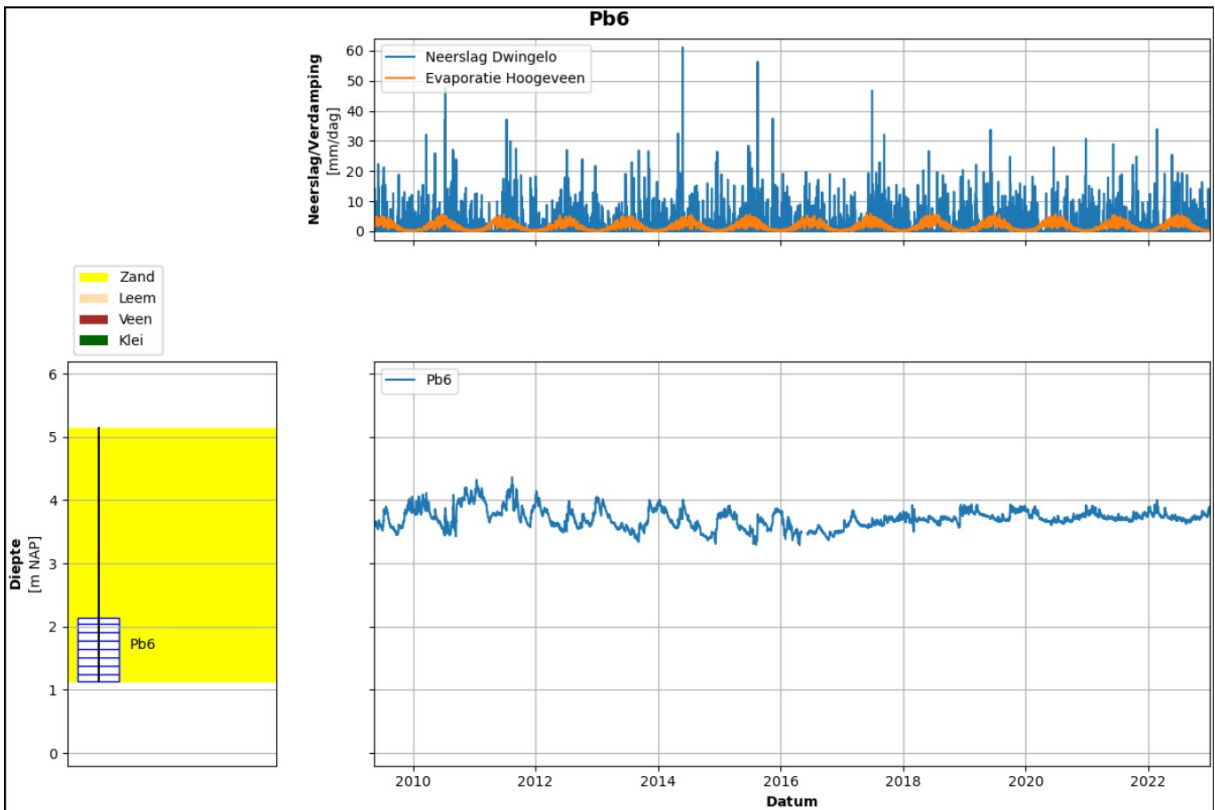
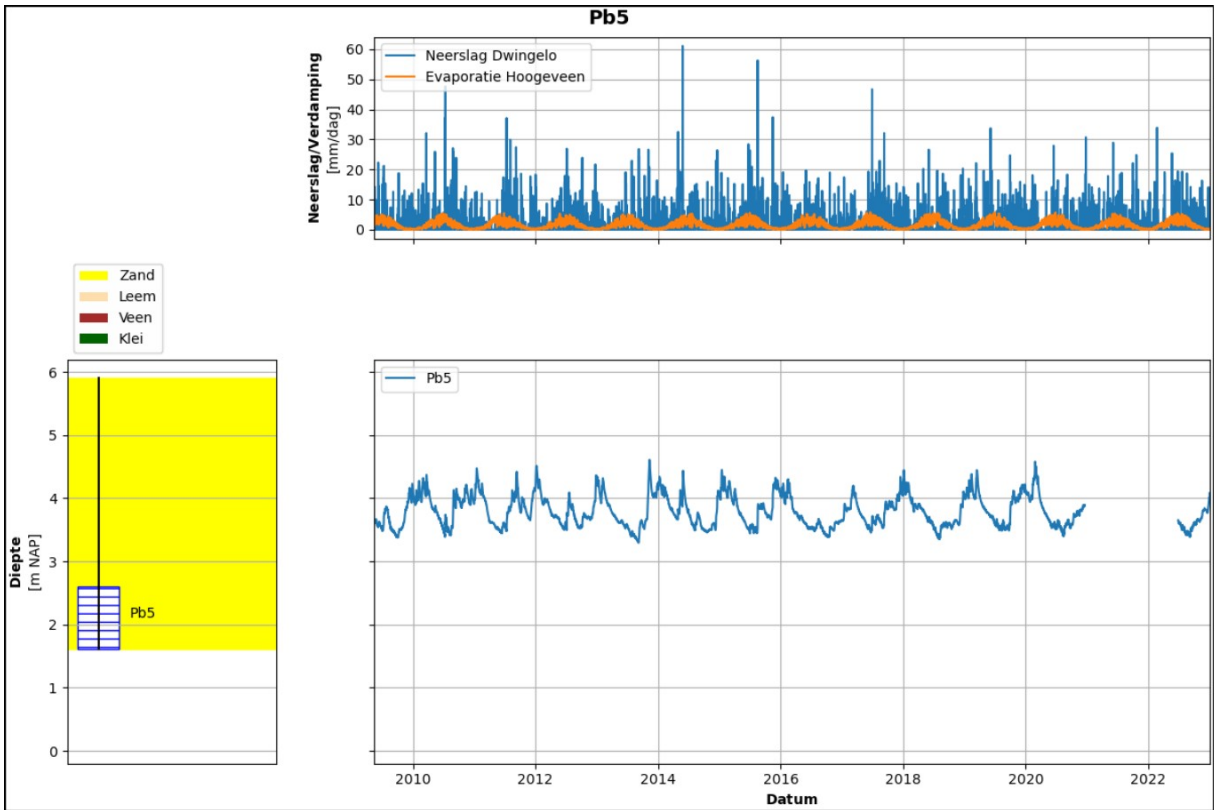


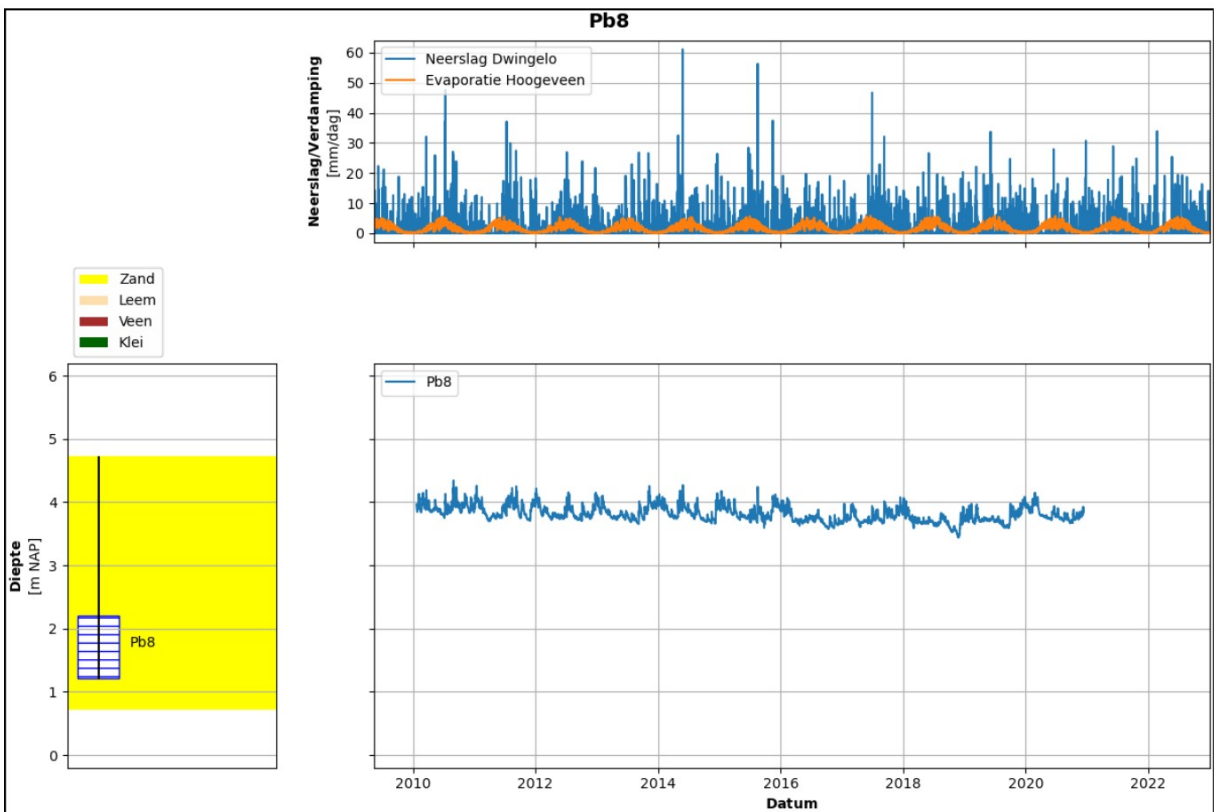
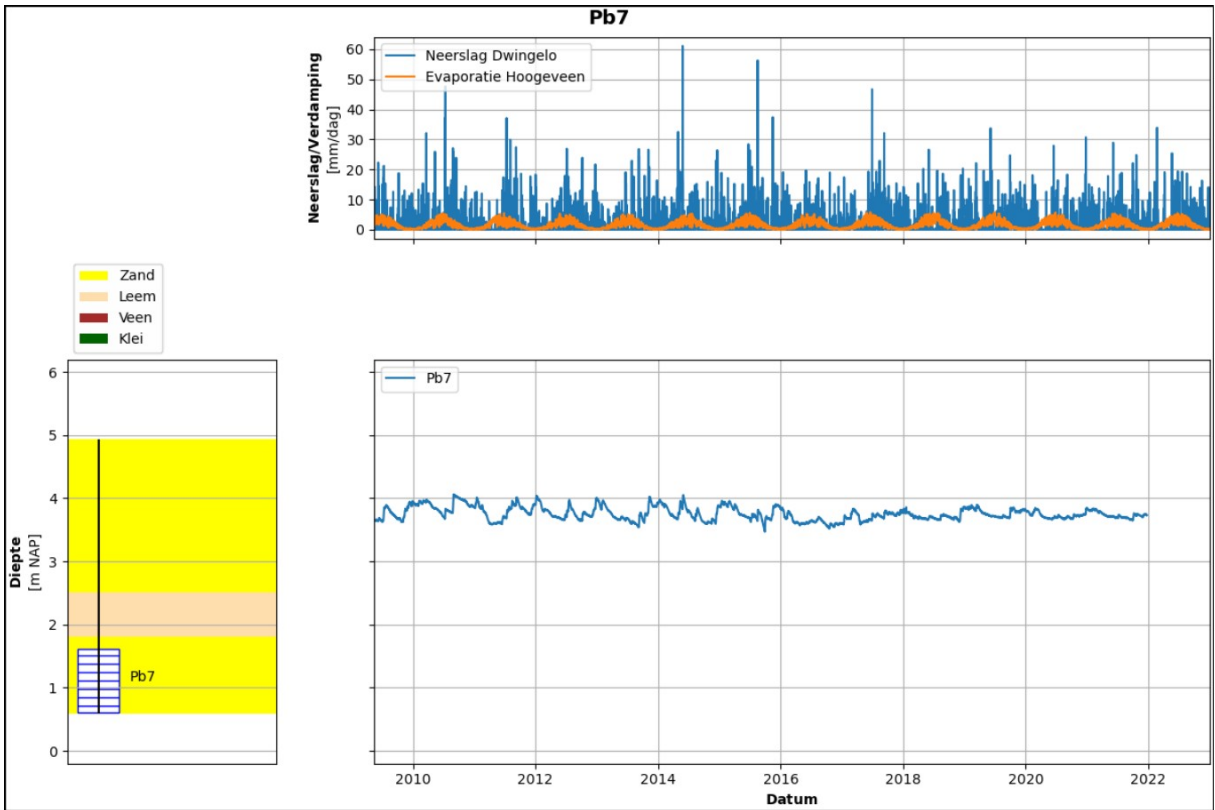
# Bijlage 2

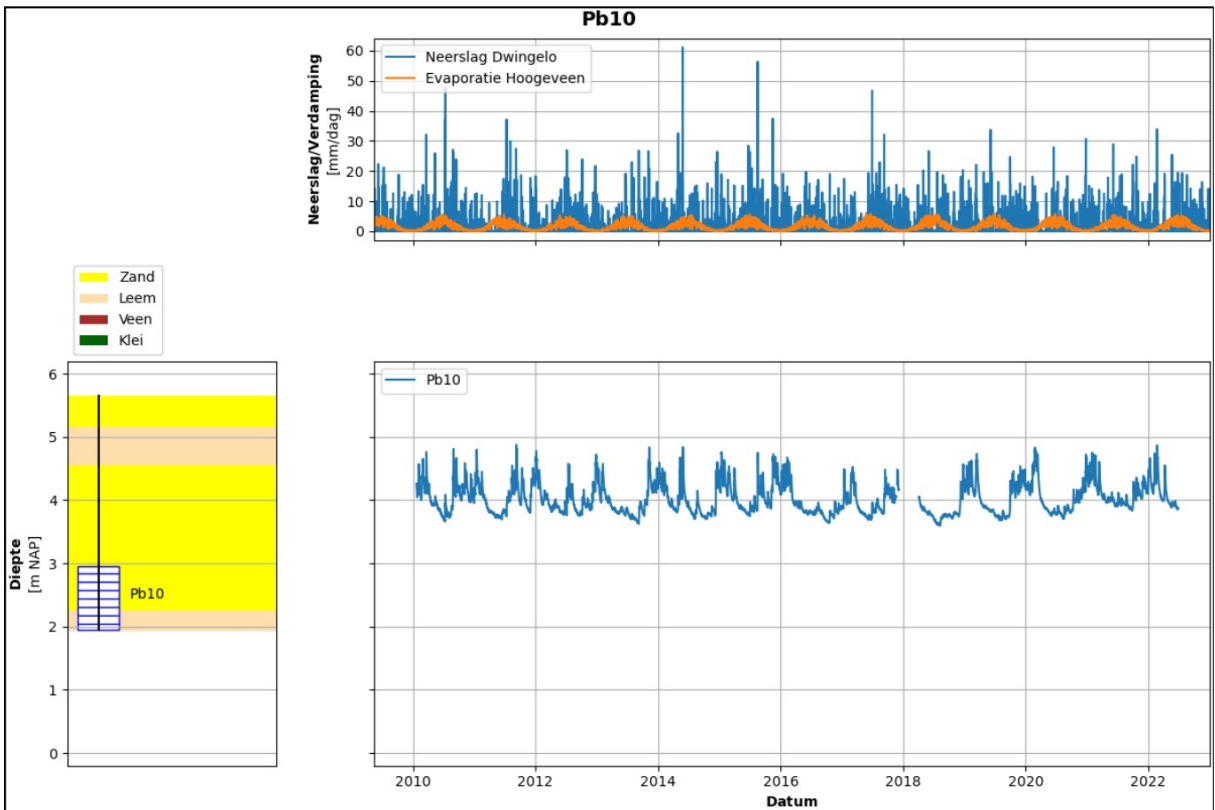
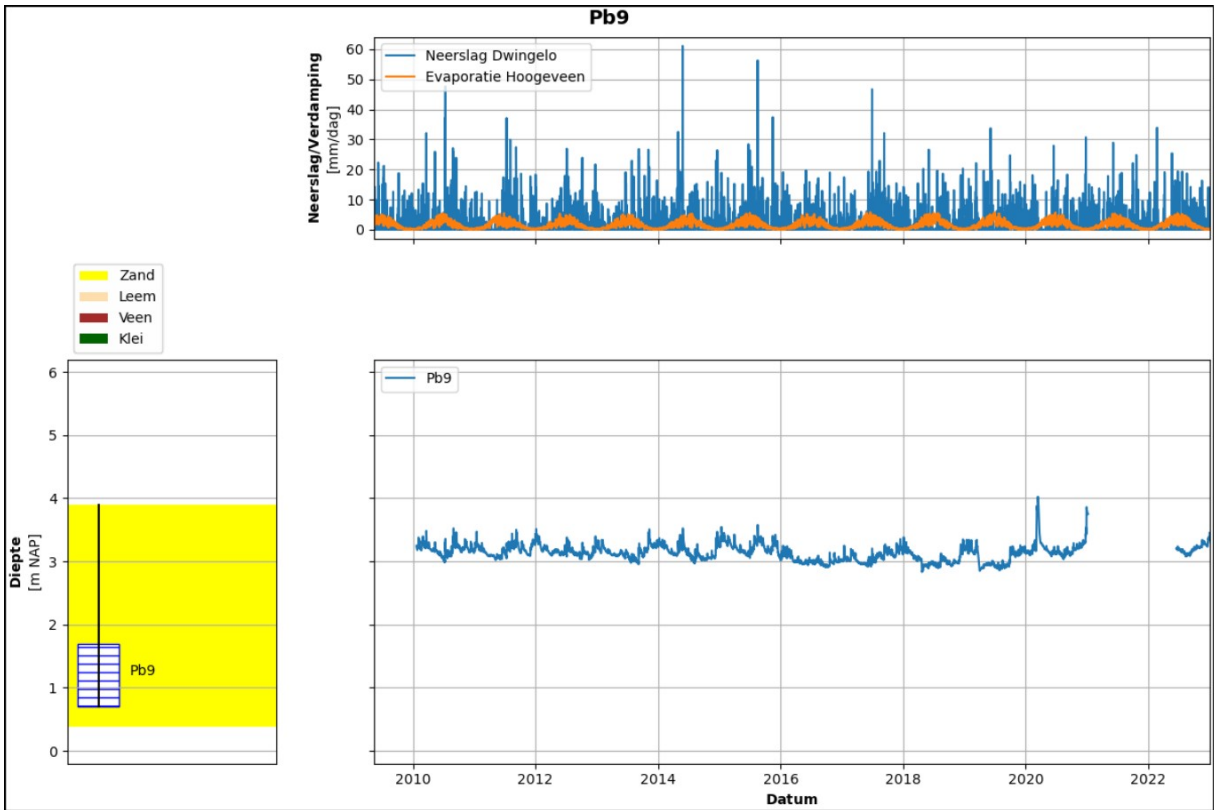


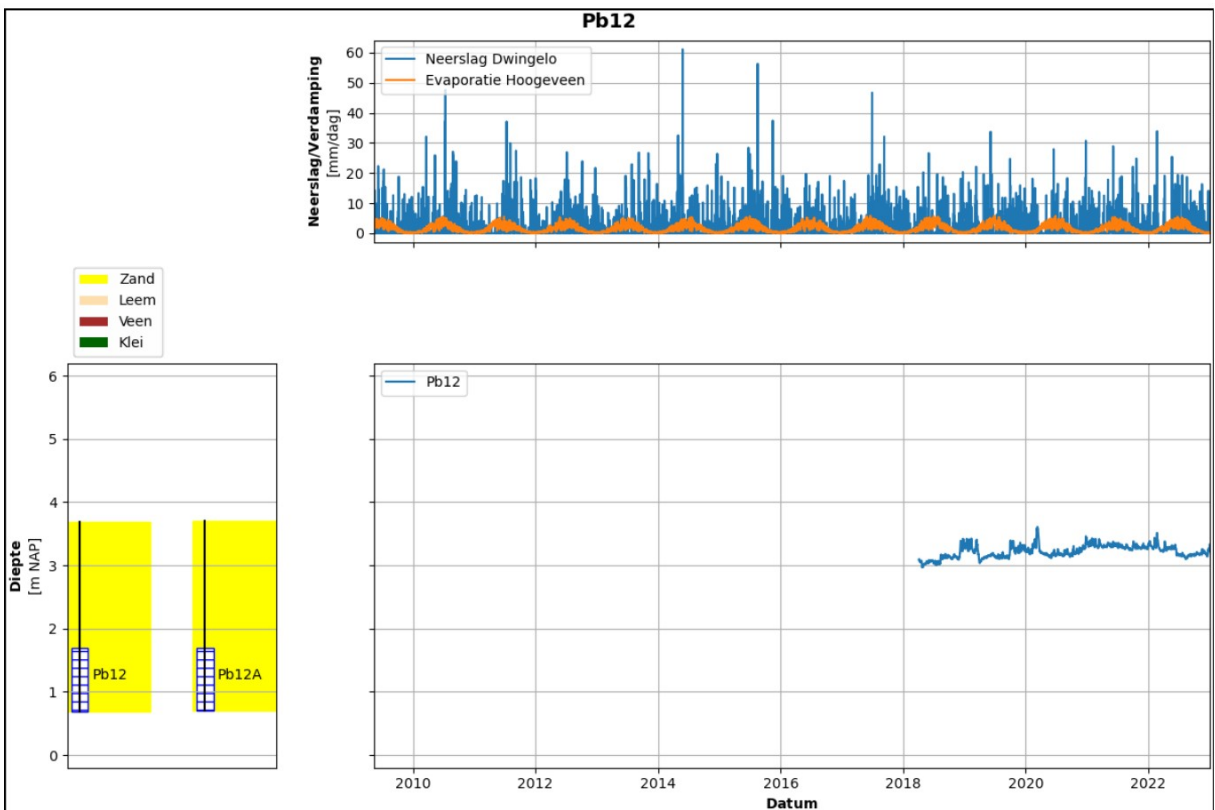
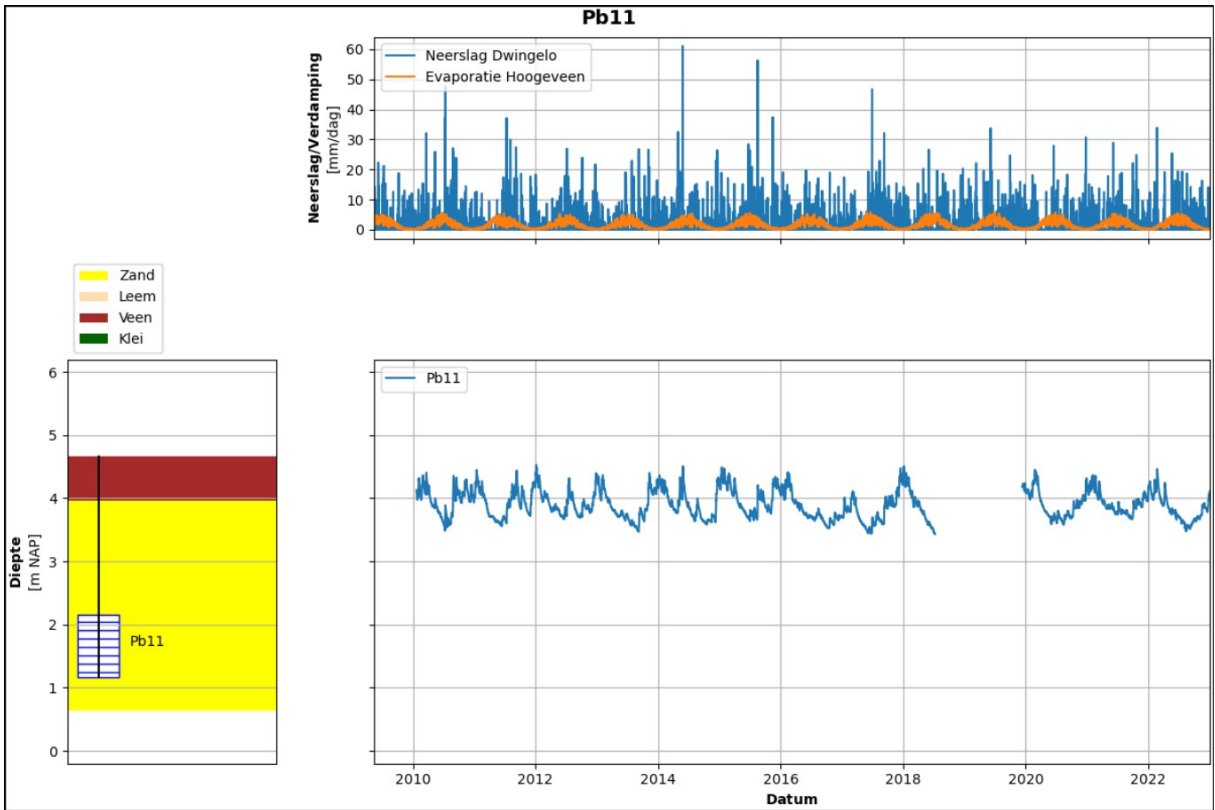


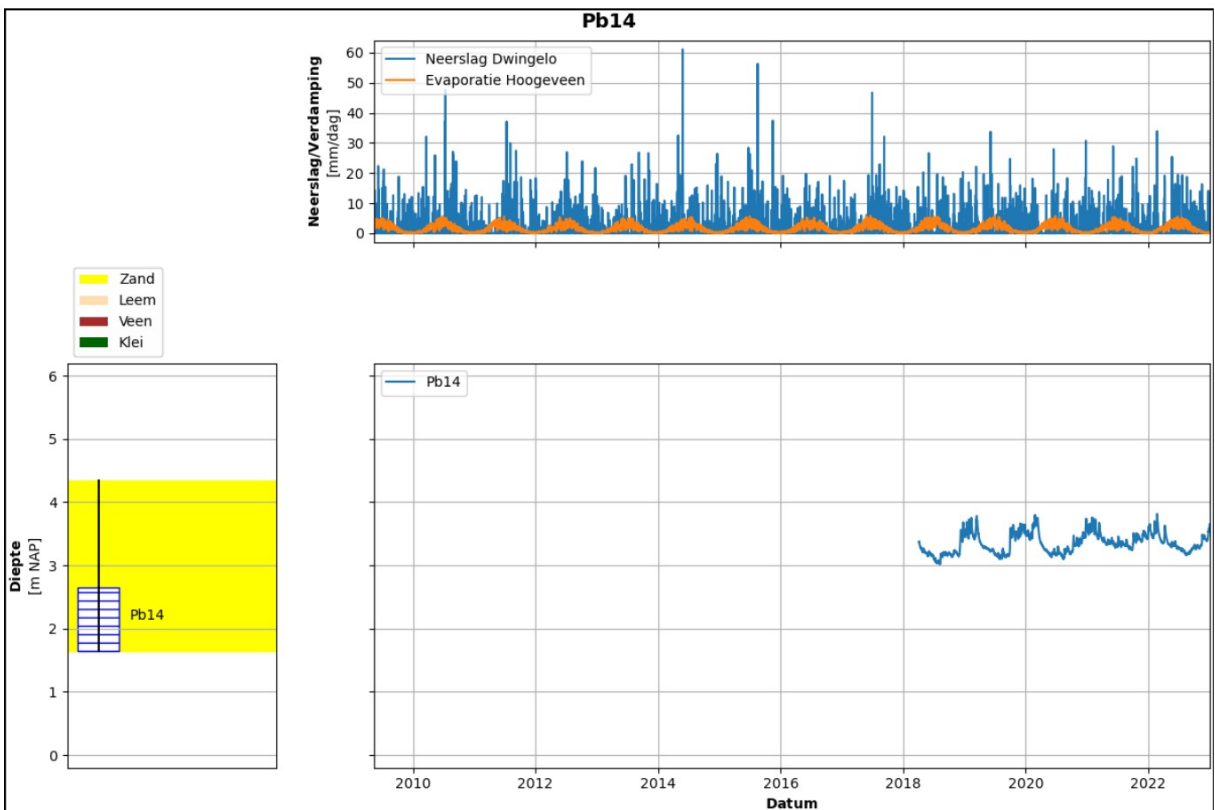
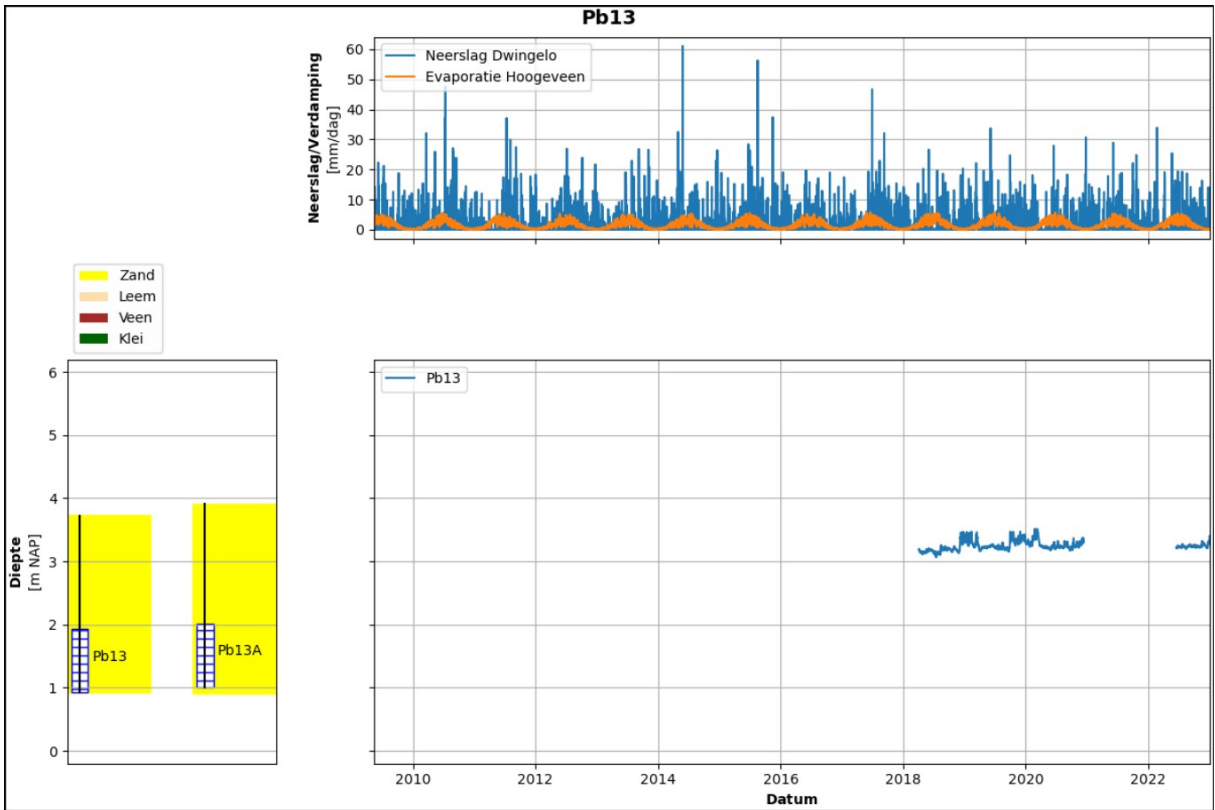






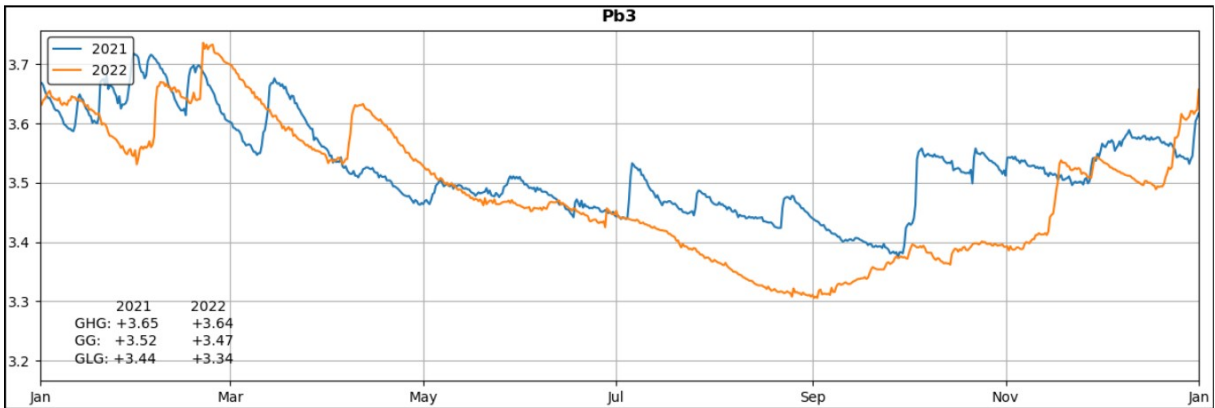
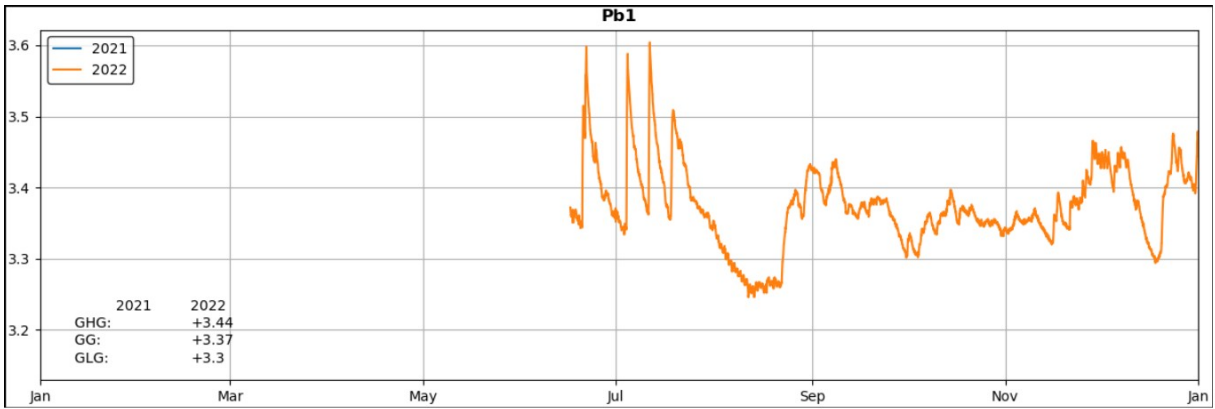


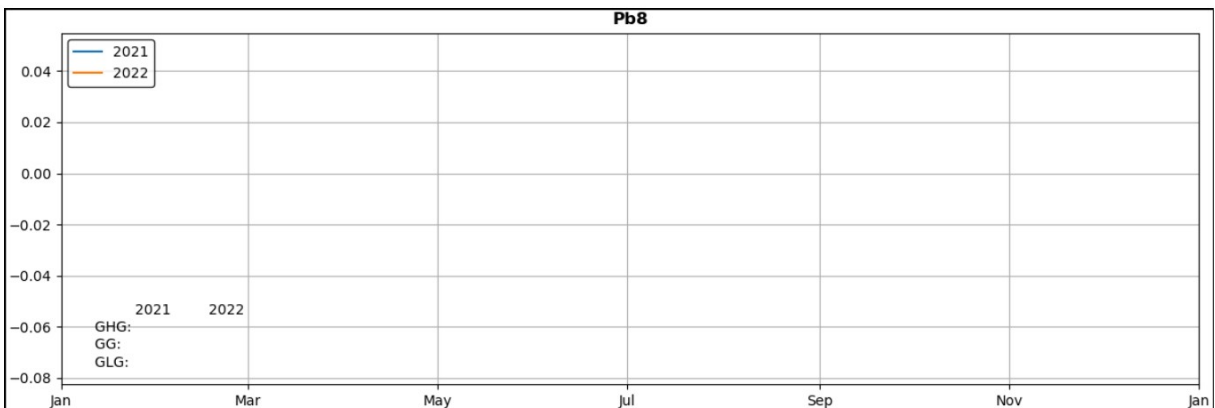
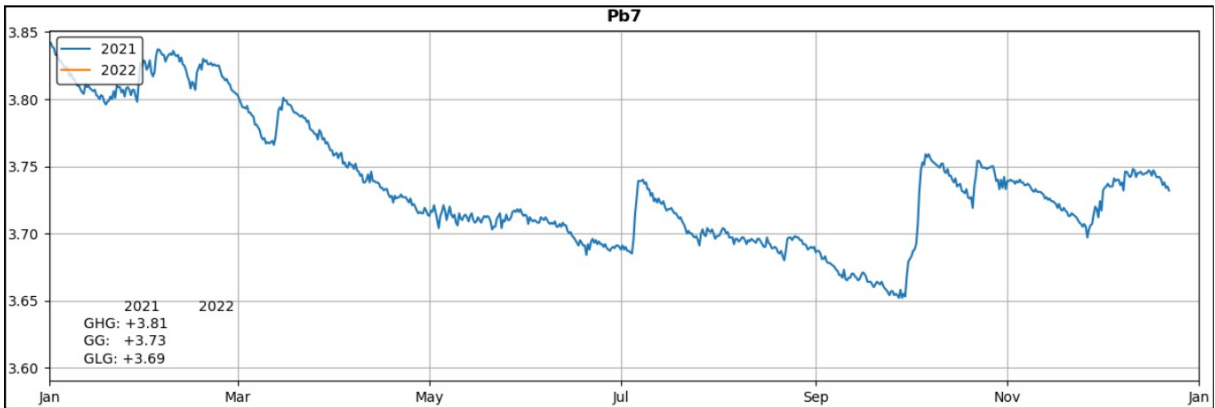
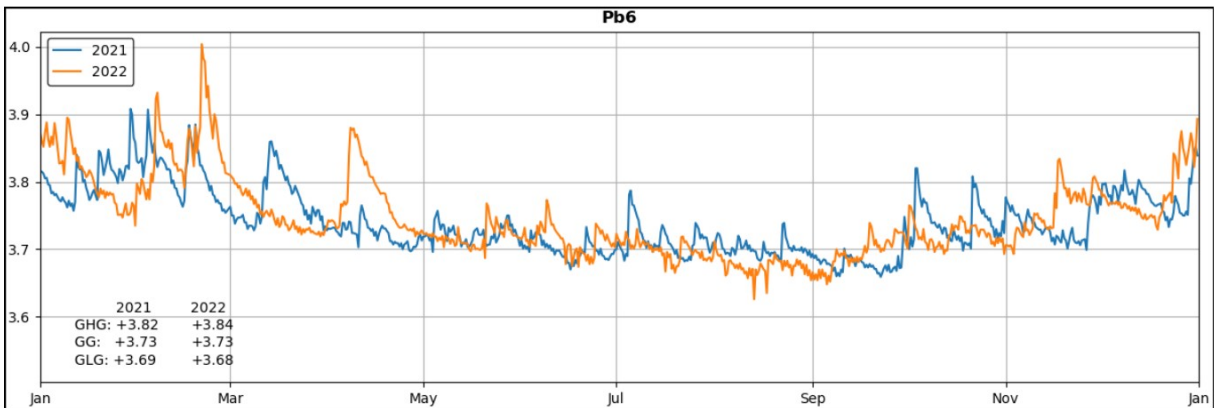


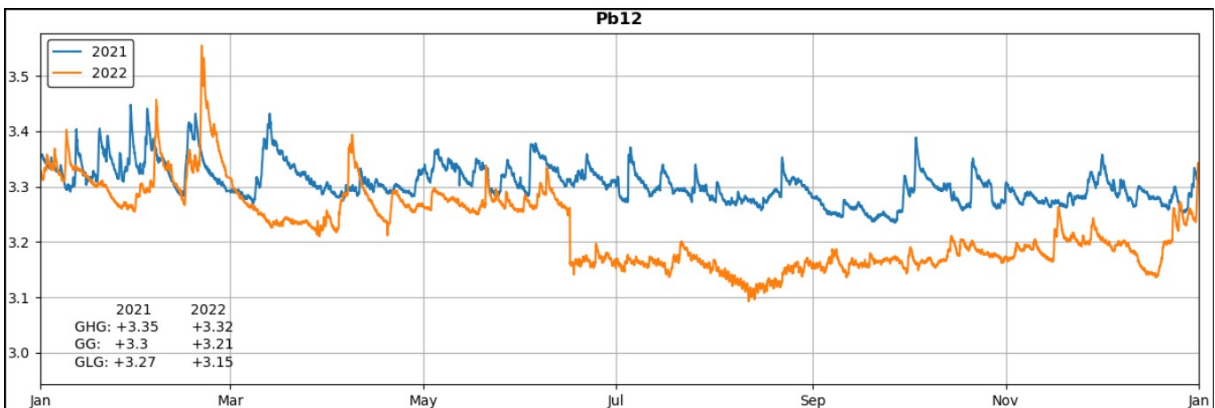
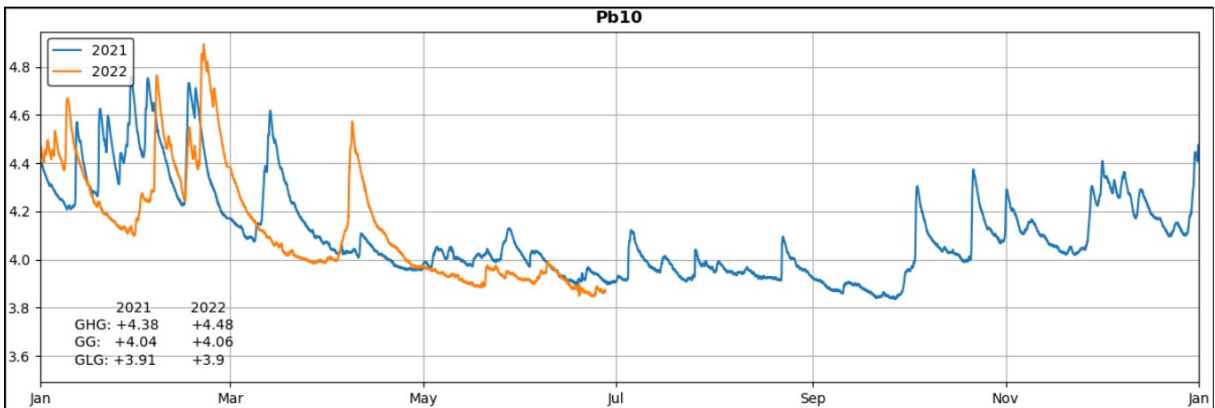


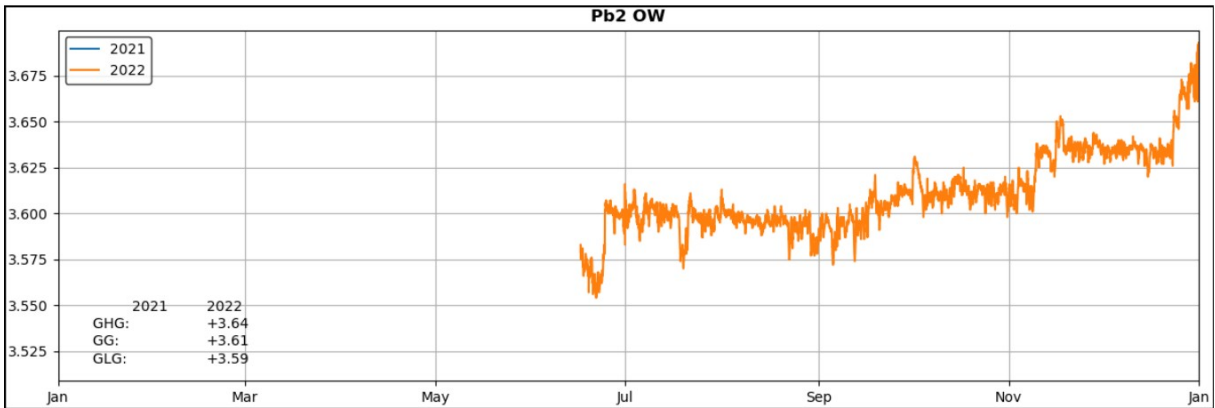
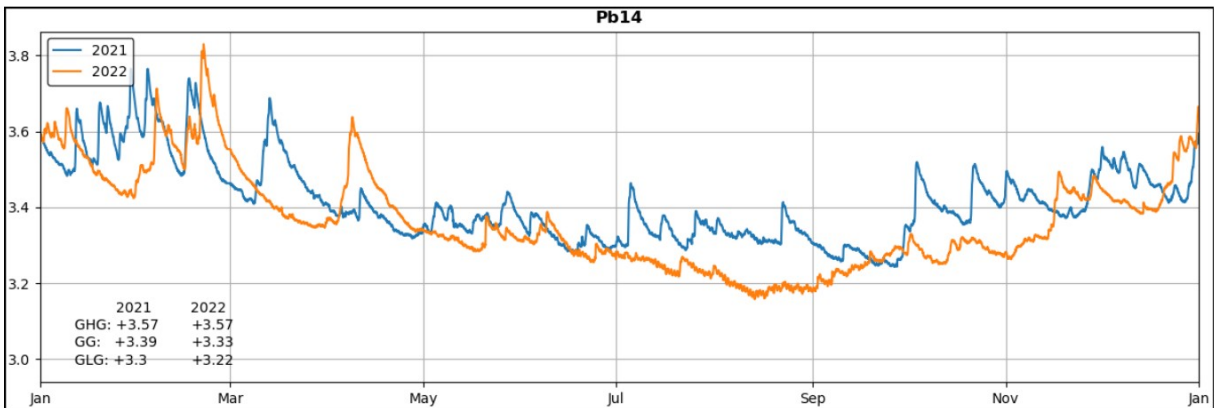
# Bijlage 3





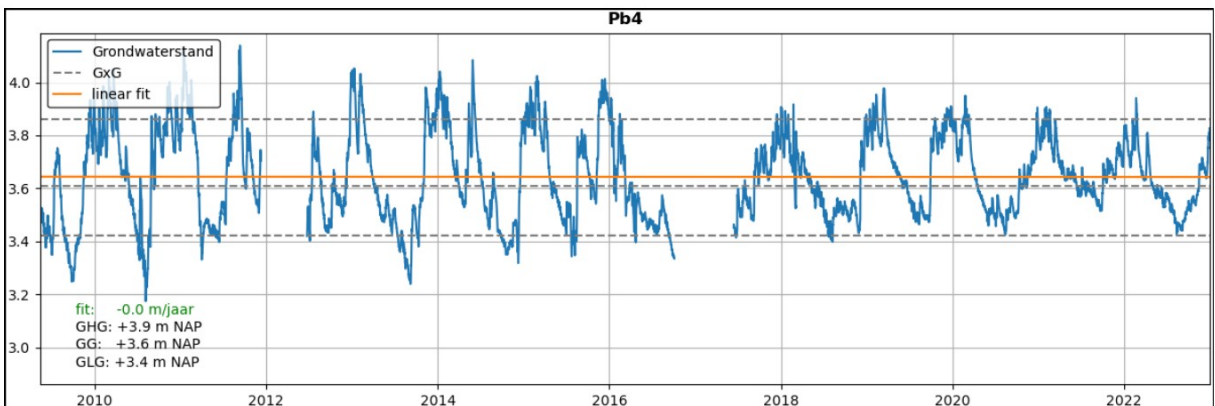
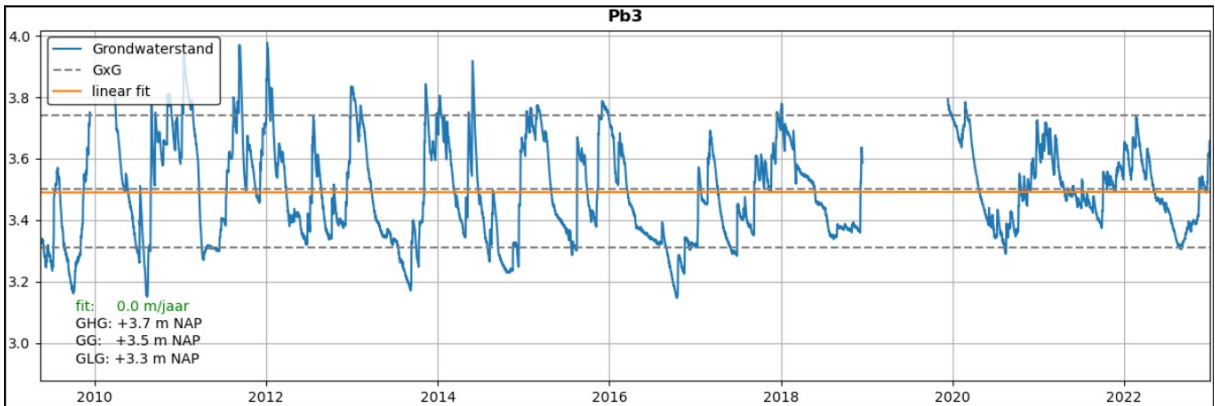
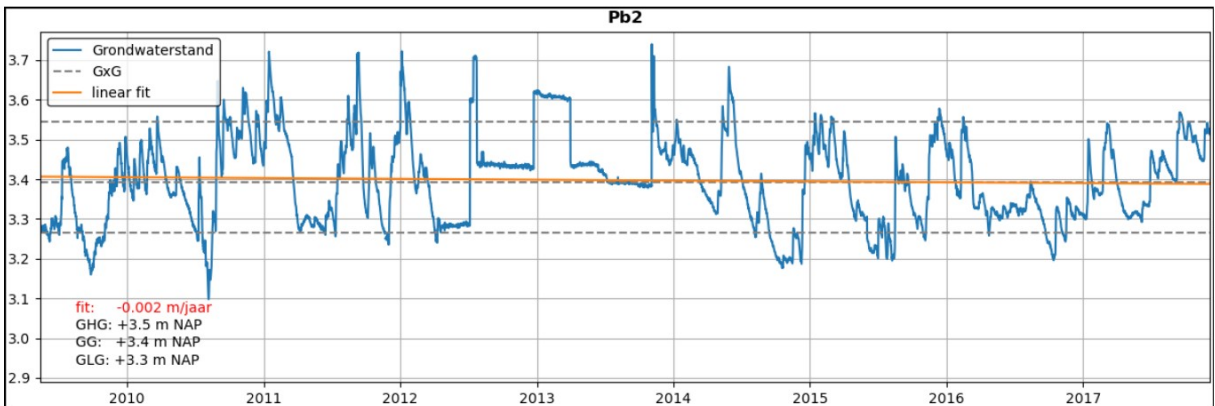
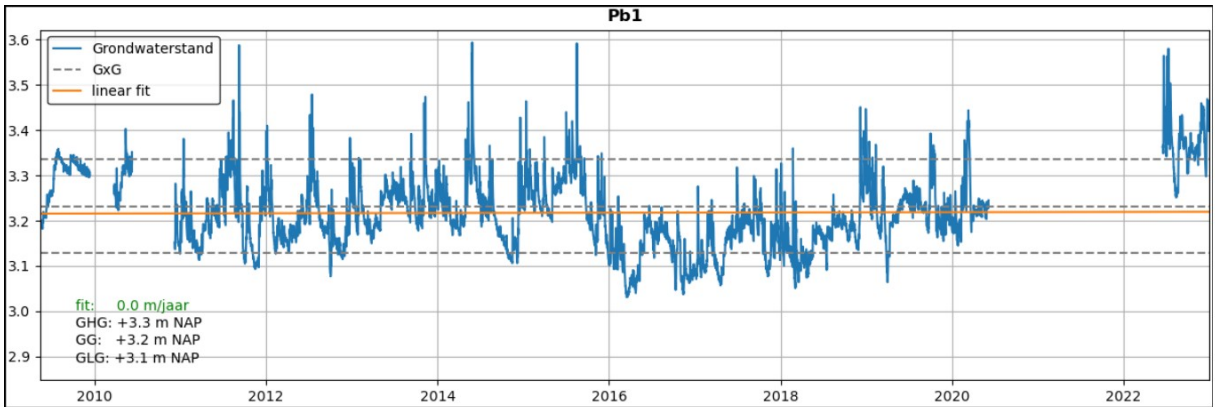


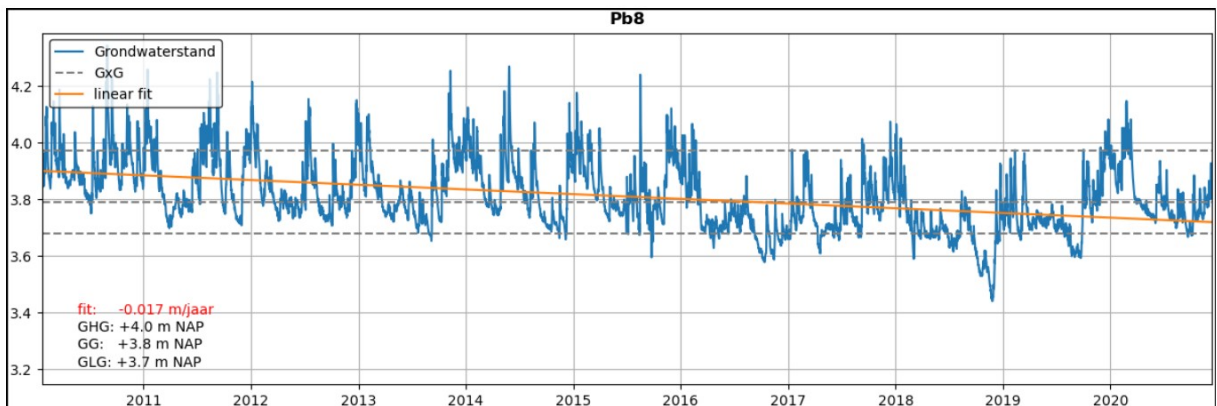
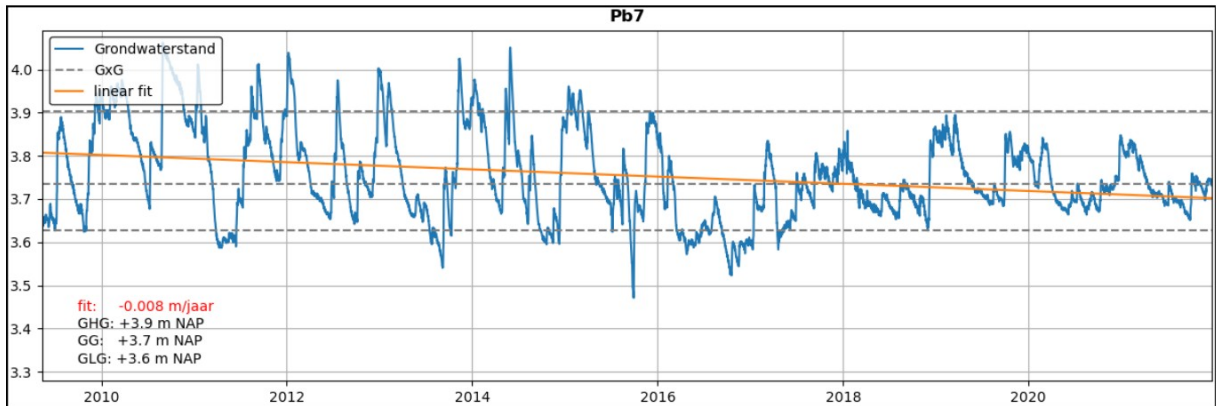
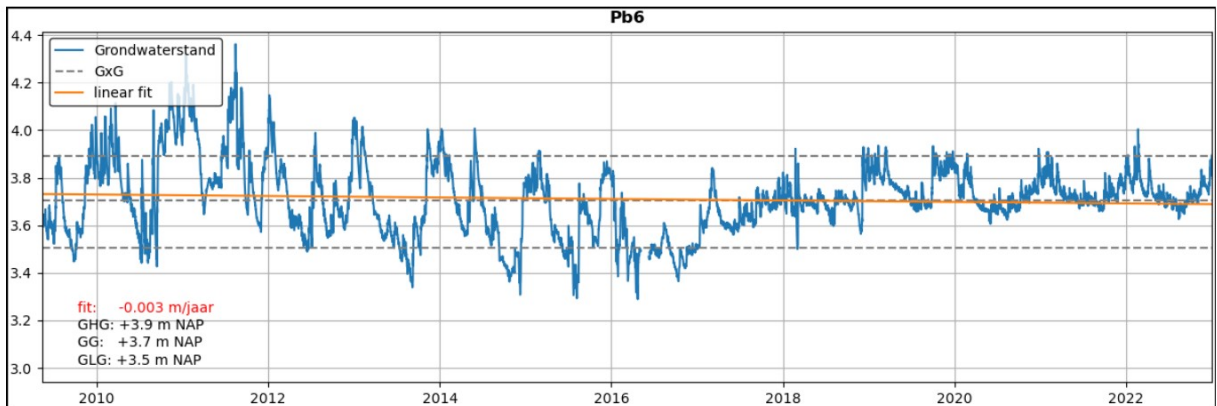
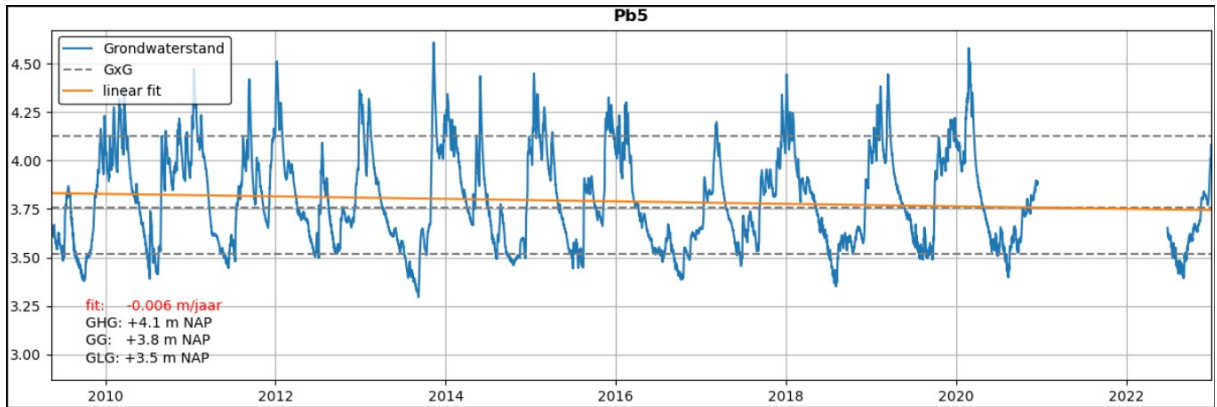


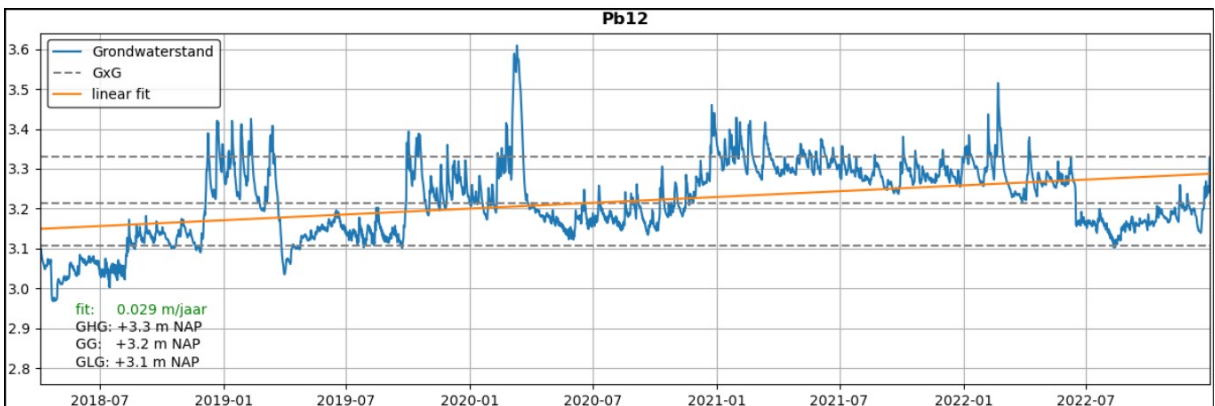
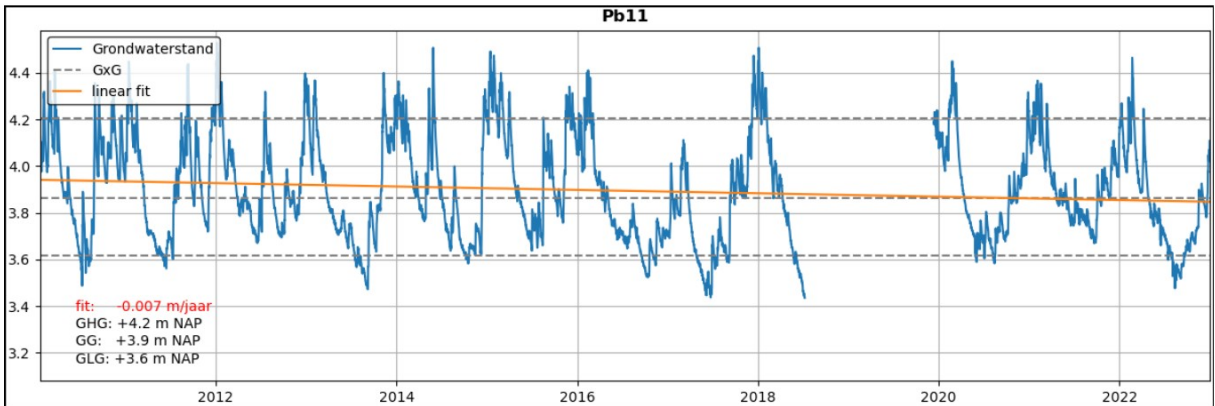
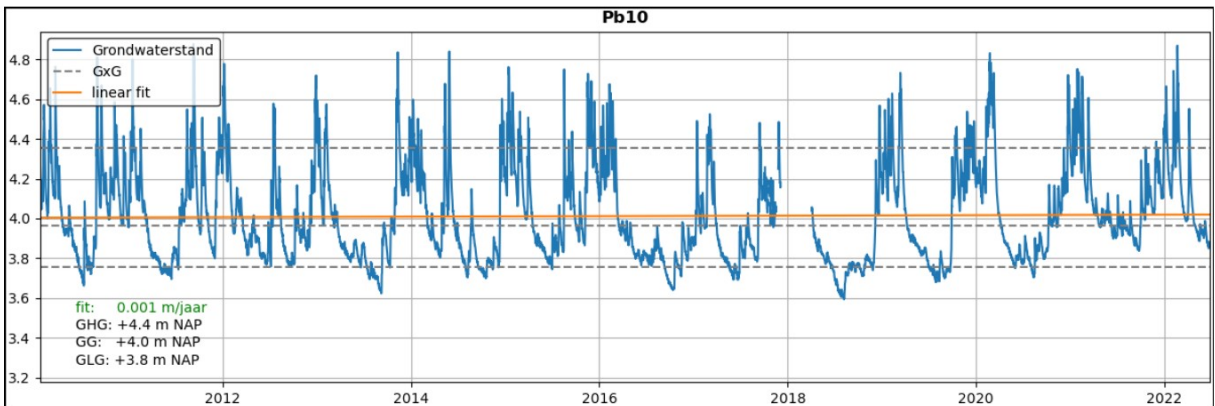
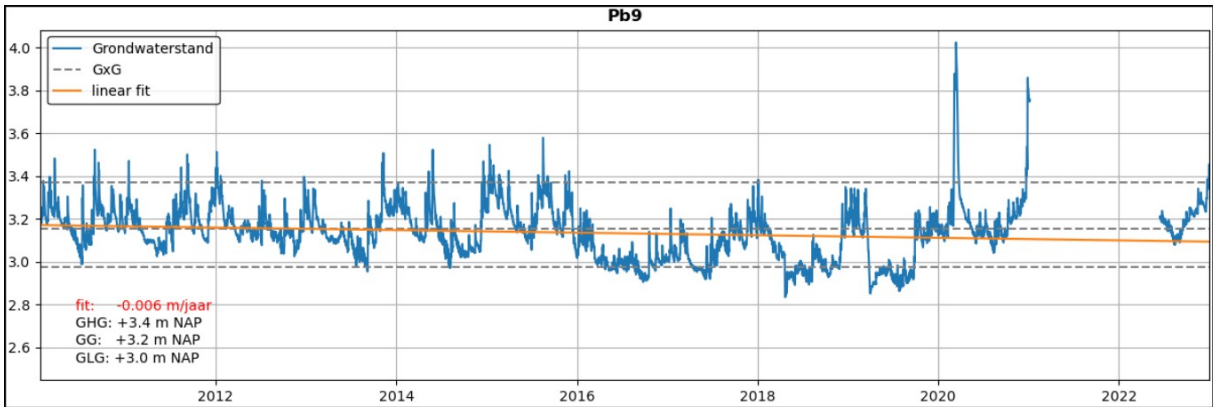


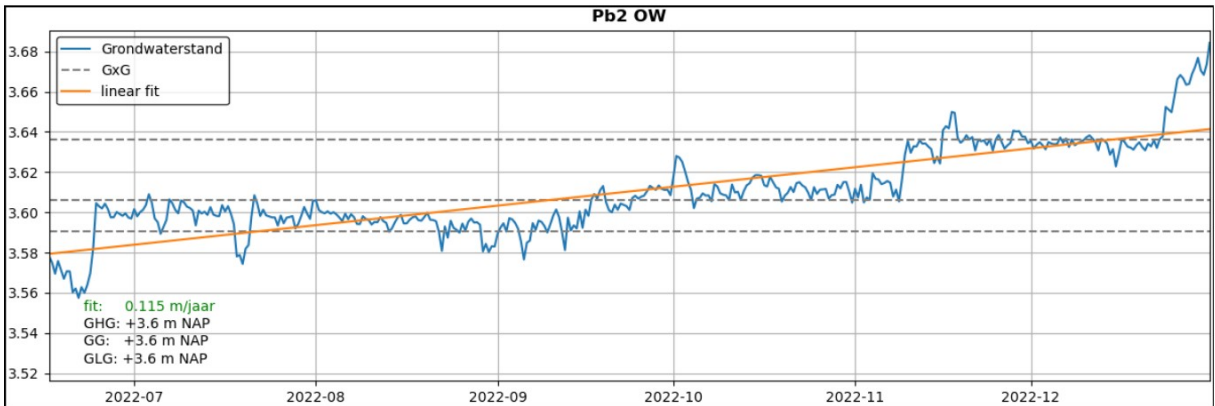
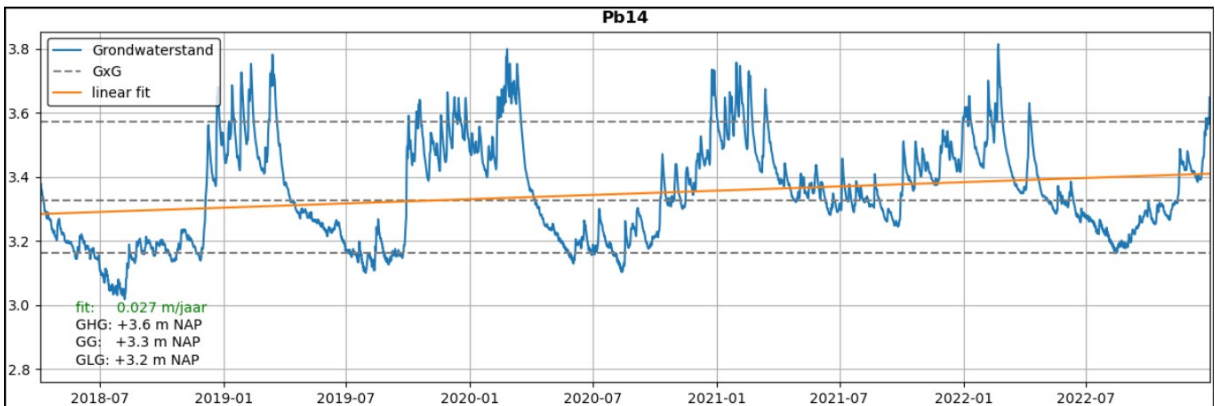
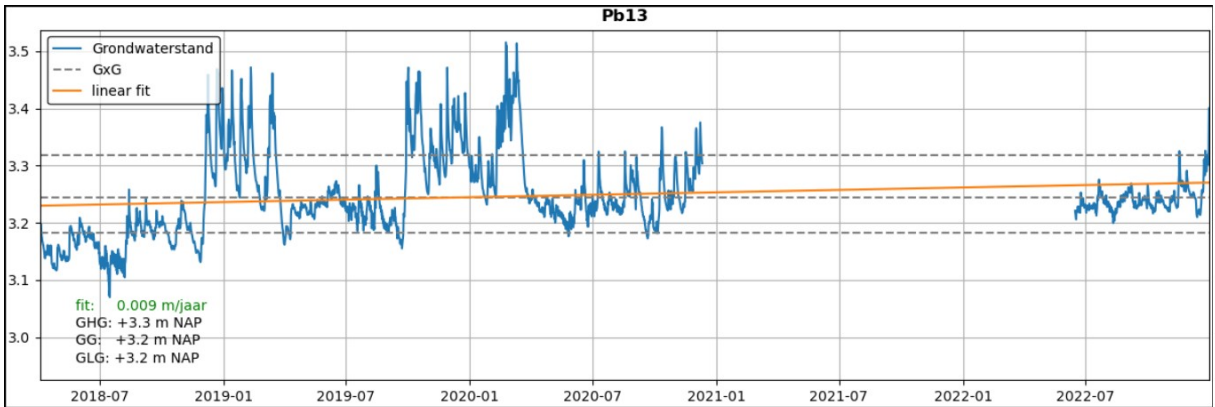
# Bijlage 4





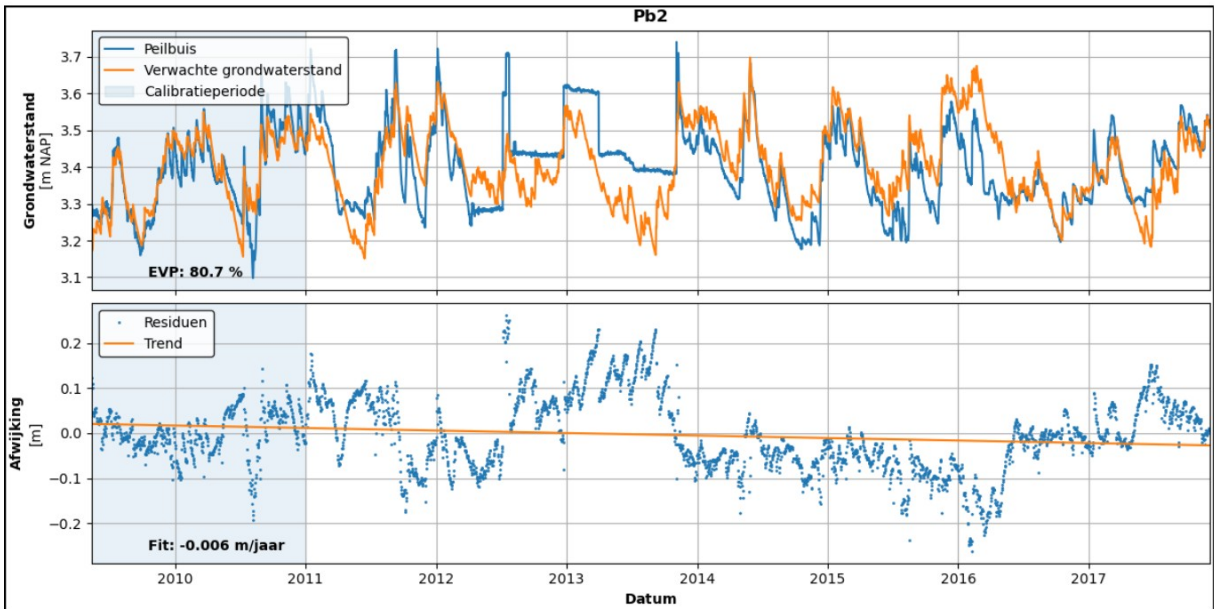
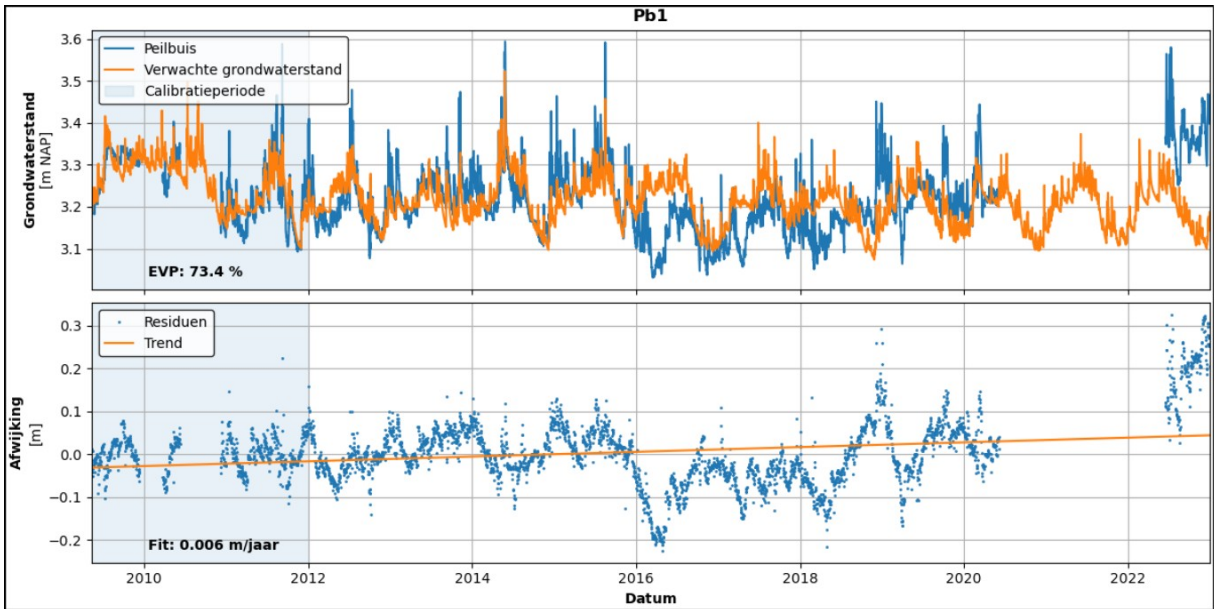


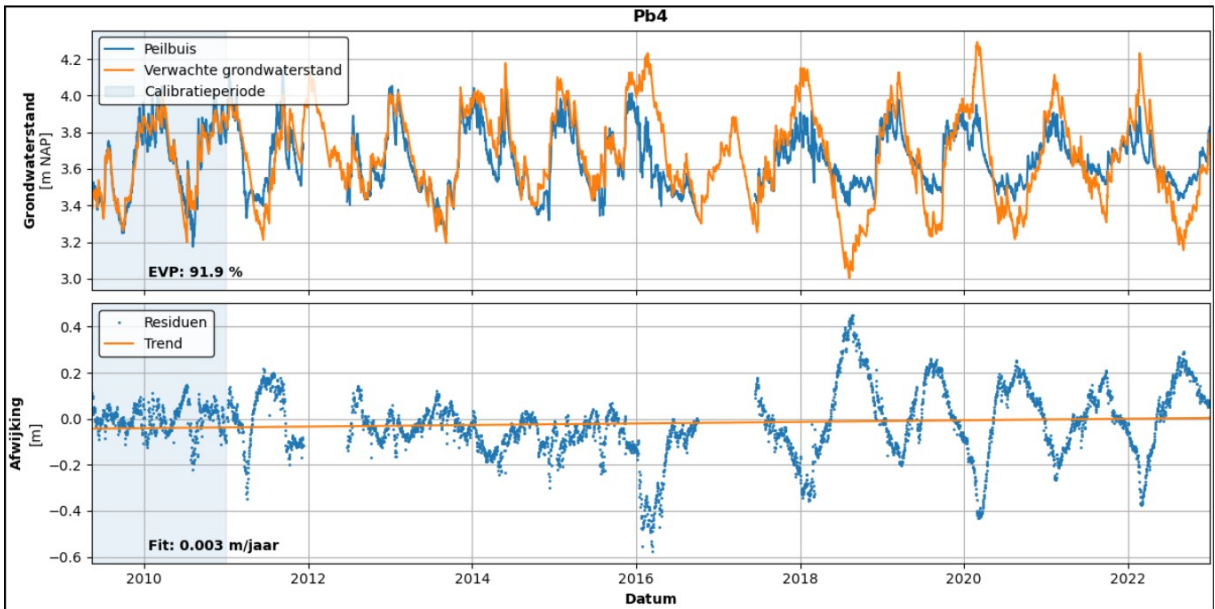
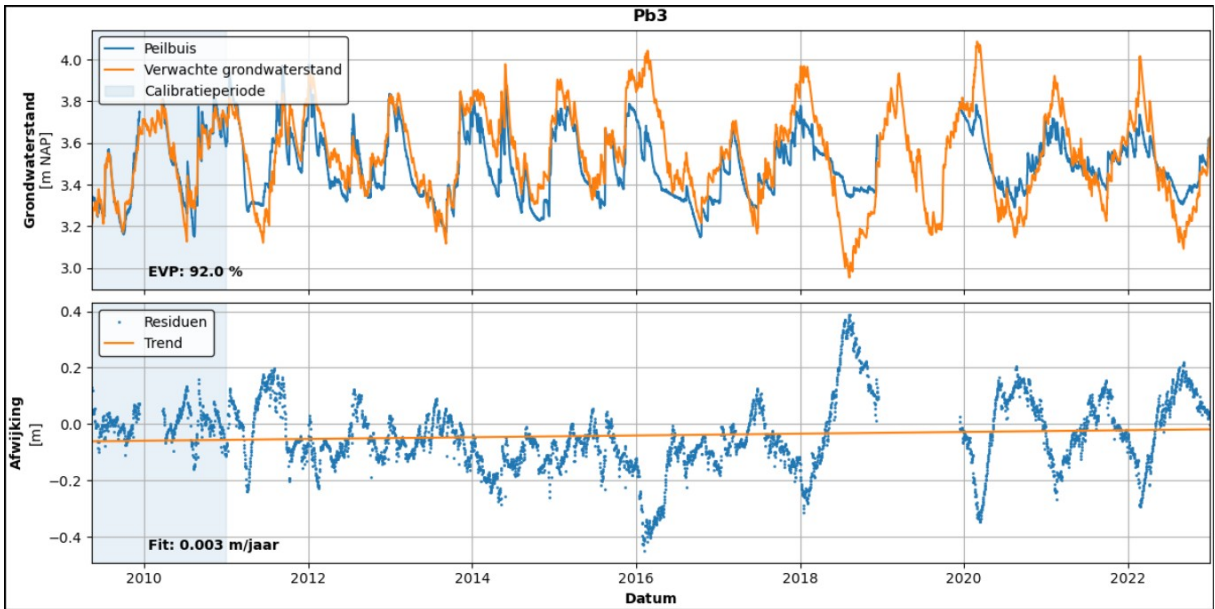


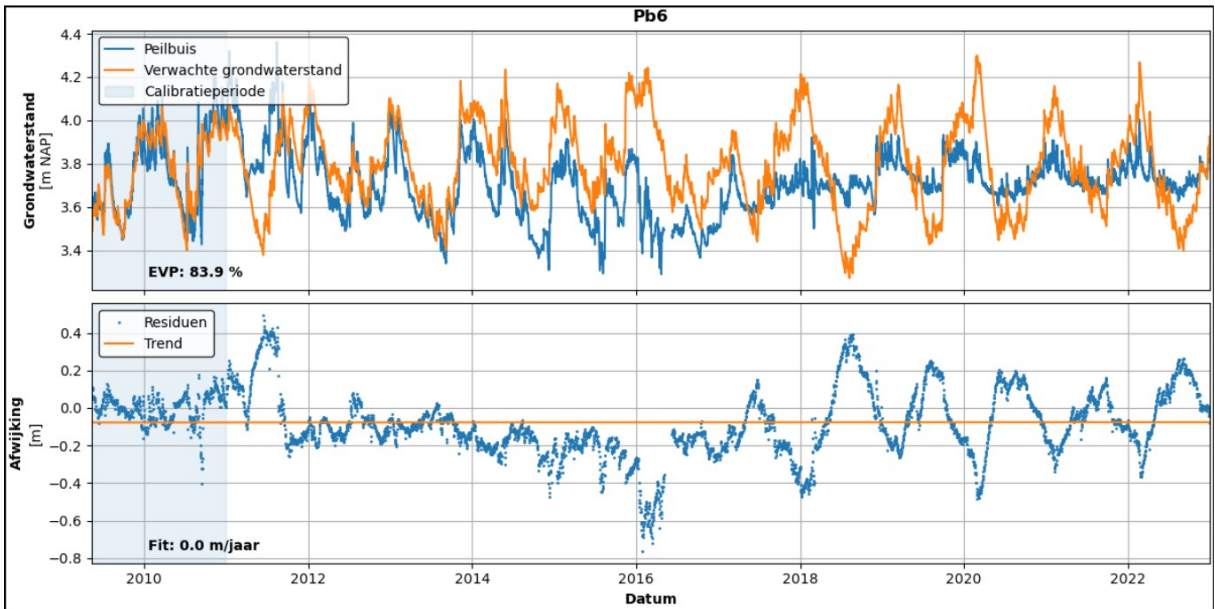
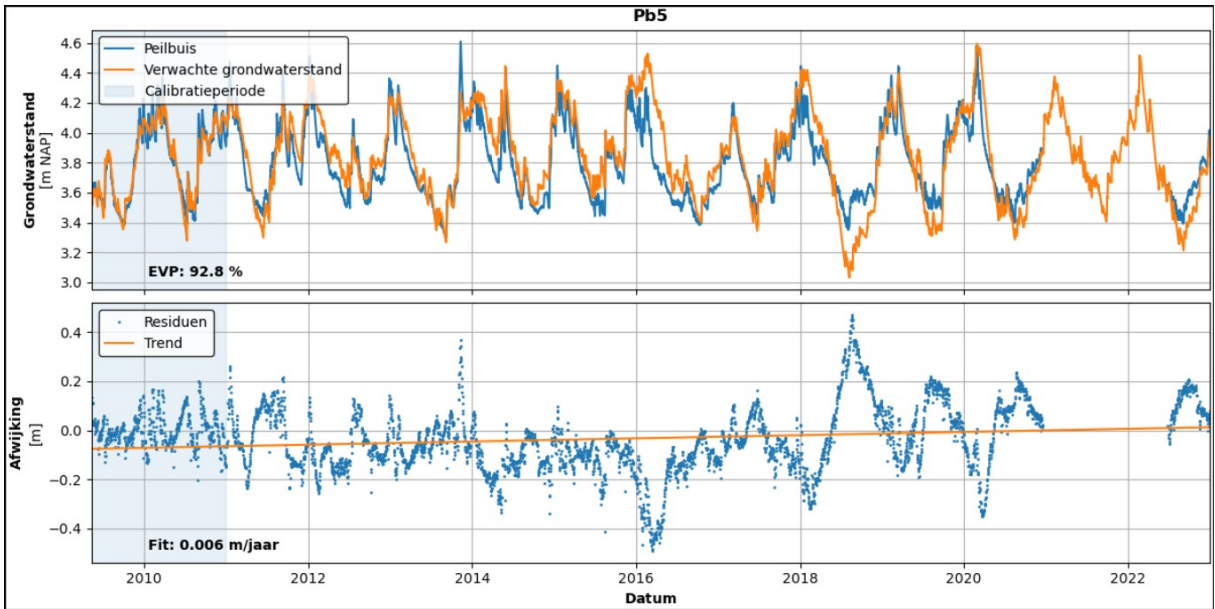


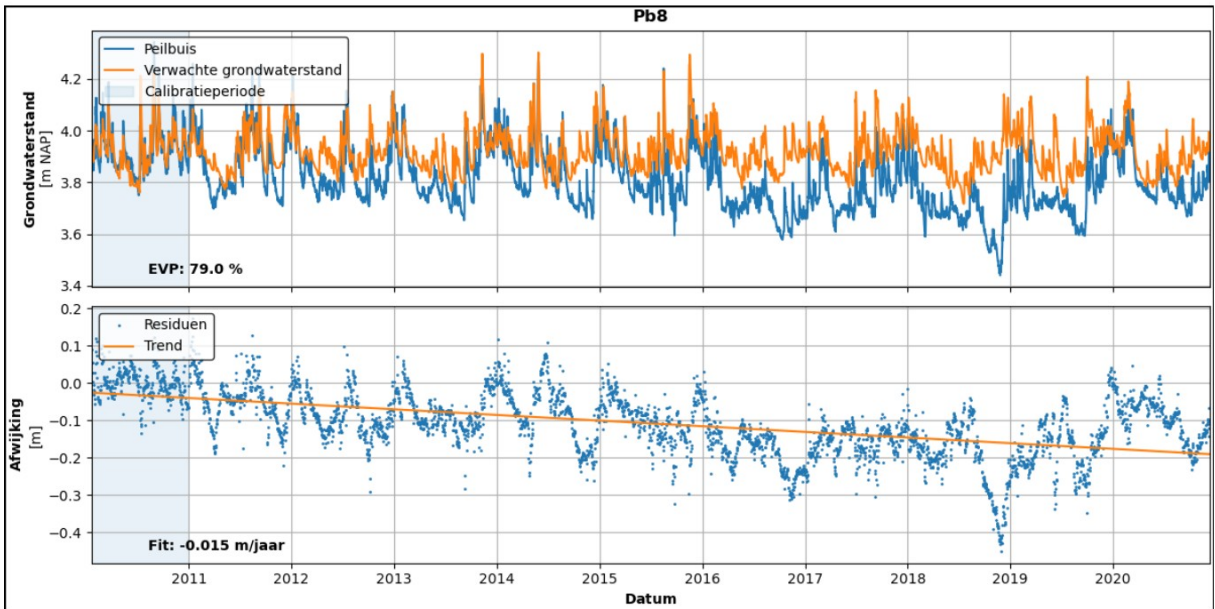
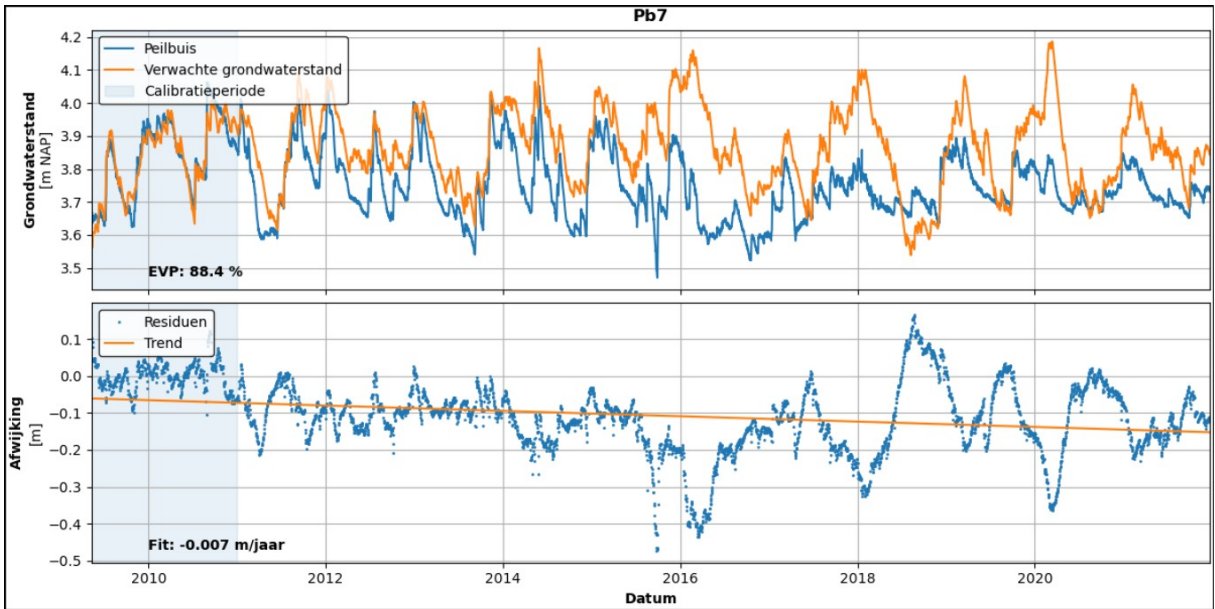
# Bijlage 5

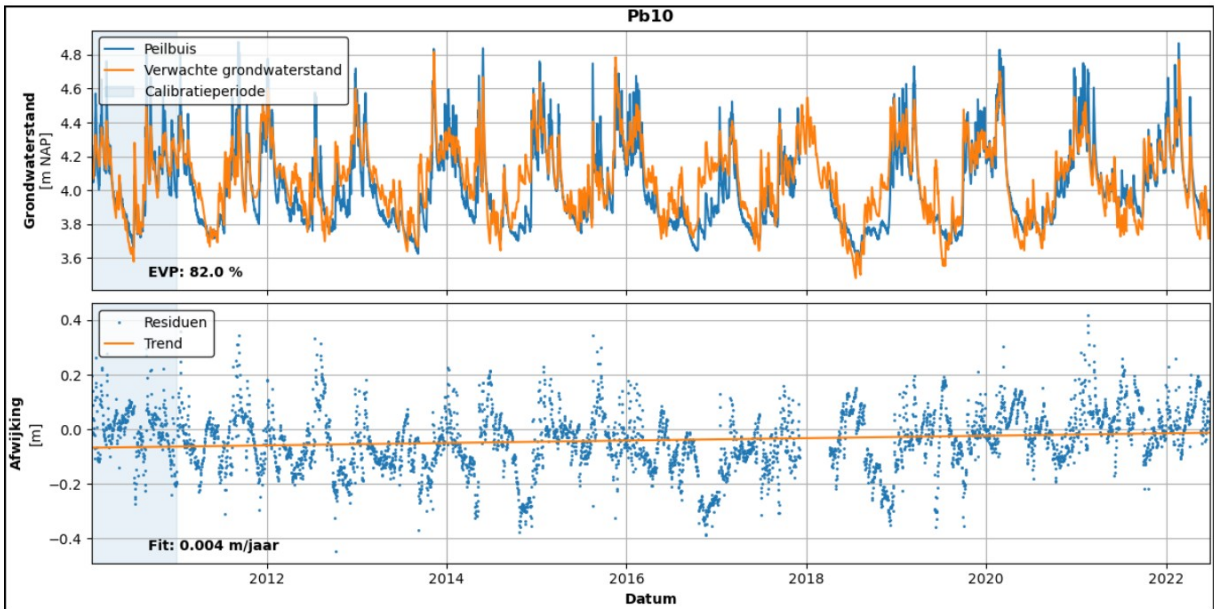
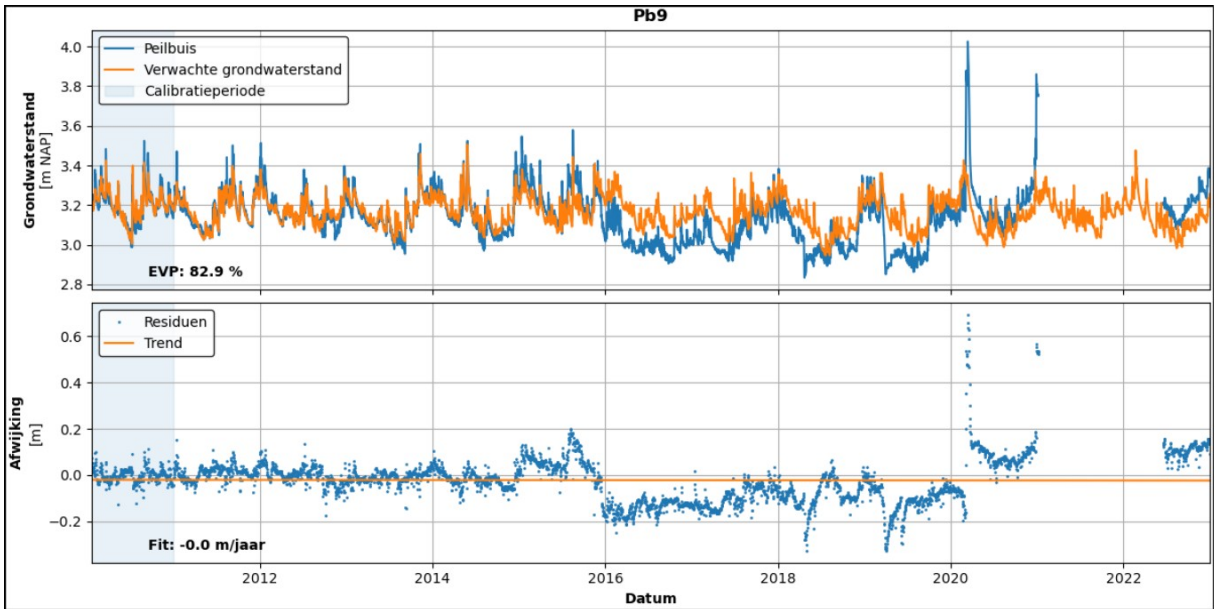


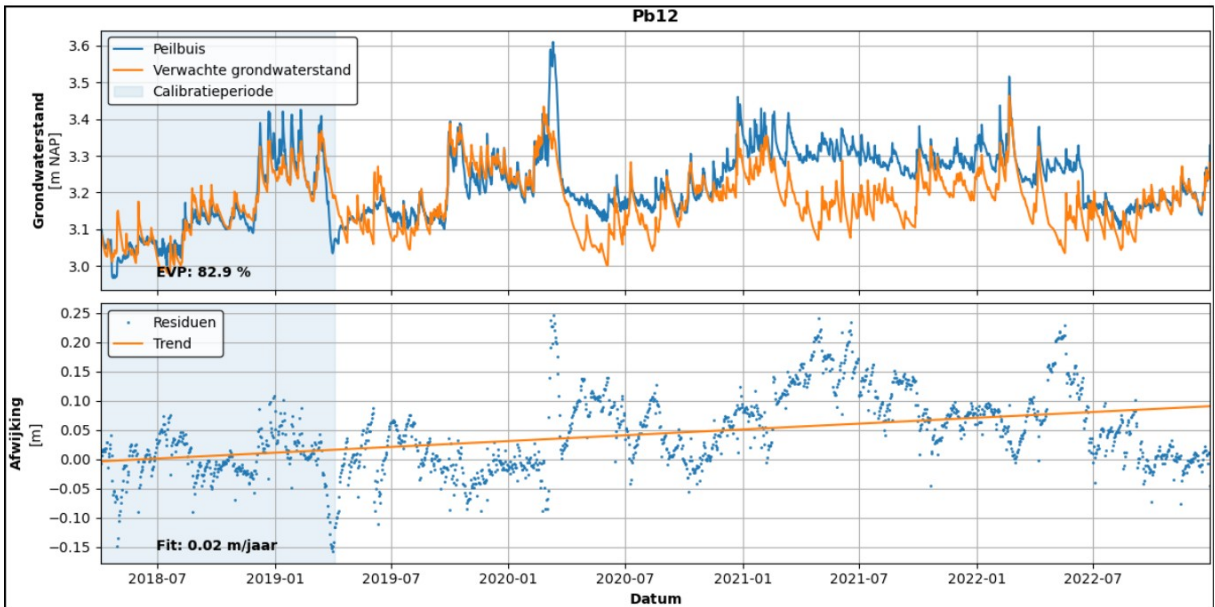
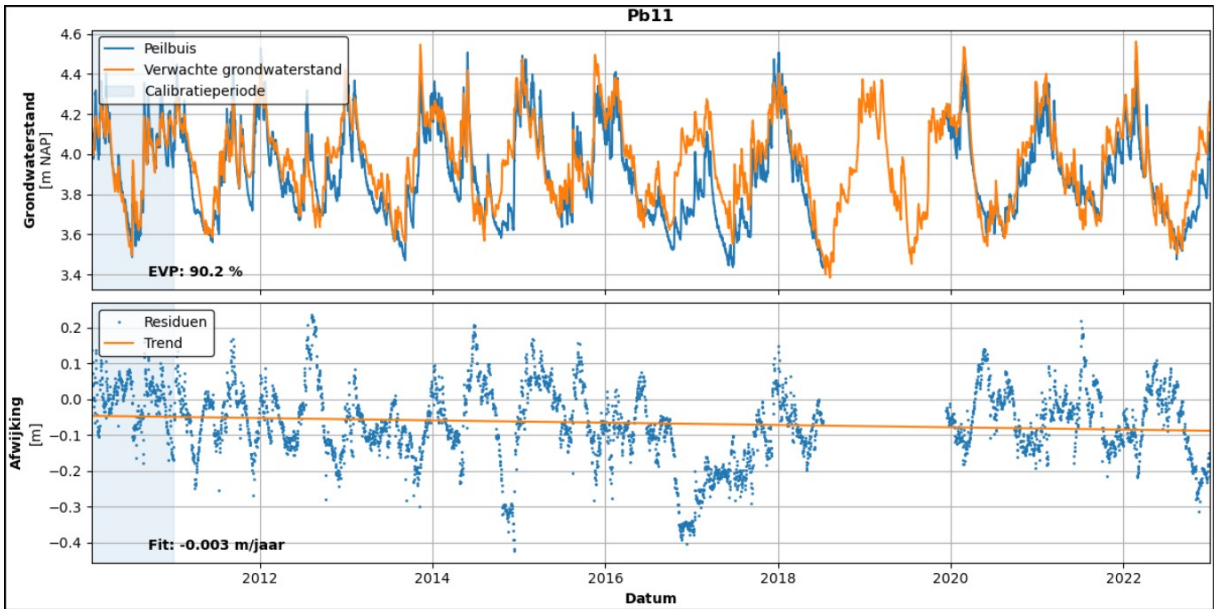


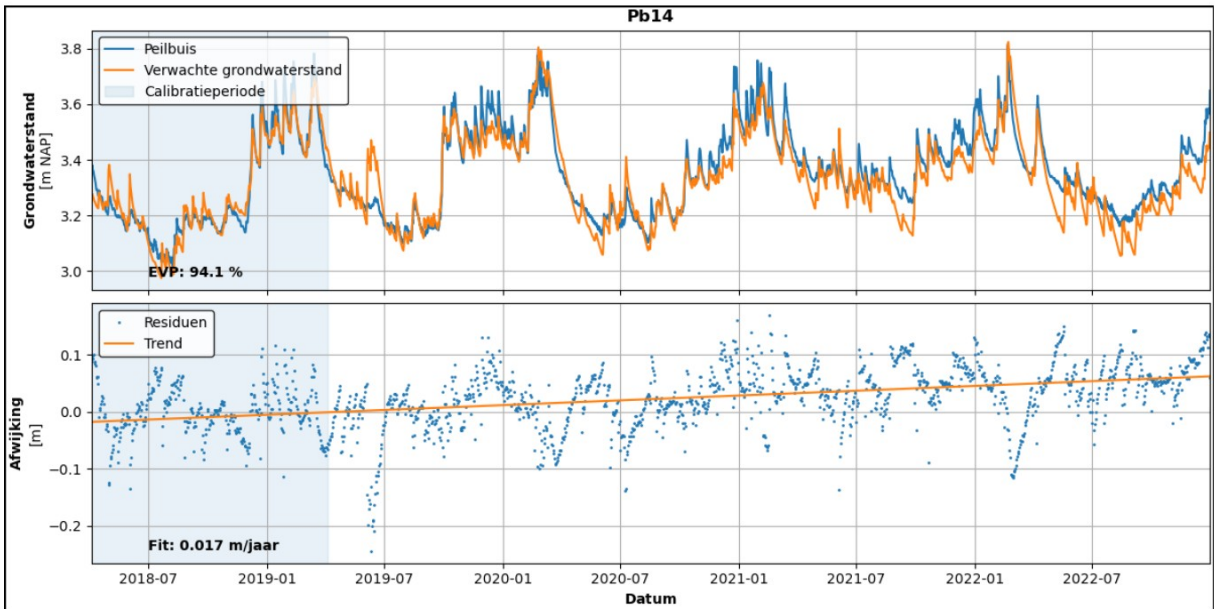
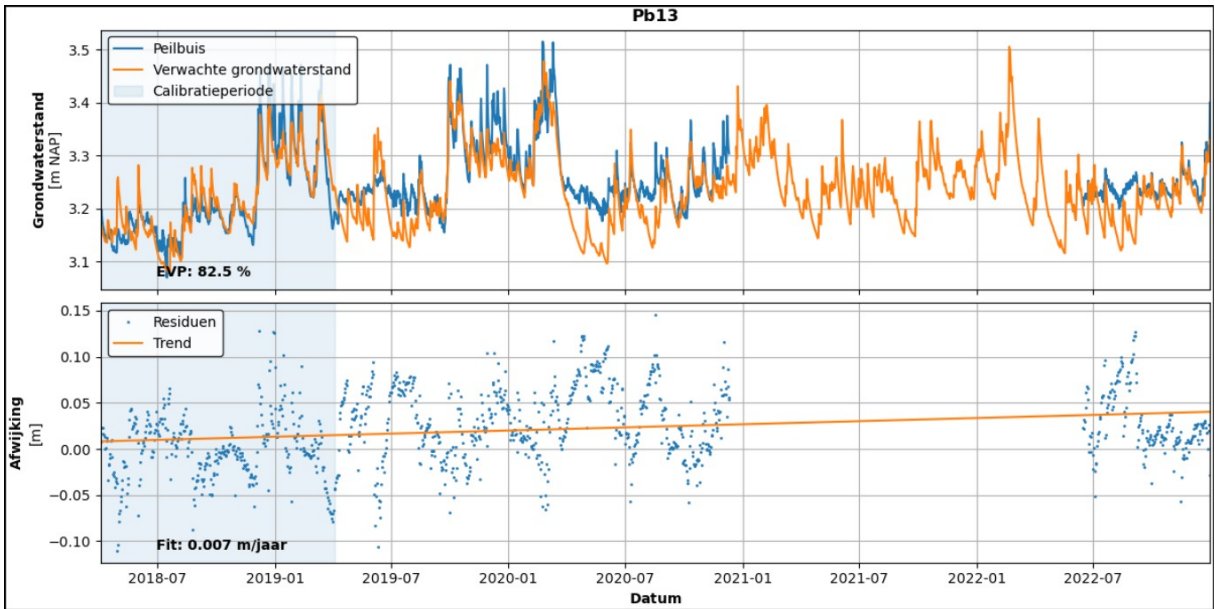












## Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

### **J** Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen