



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

Analyse grondwatermonitoring

Zandwinning Echten

VN-81227-5 | 27 maart 2025



Grondonderzoek



Geotechnisch
Laboratorium



Geomonitoring



GeolCT



Advies

Wilt u meer informatie over één van onze diensten, kijk dan op wiertsema.nl



Raadgevend Ingenieursbureau
Wiertsema & Partners B.V.
Feithspark 6, 9356 BZ Tolbert
Postbus 27, 9356 ZG Tolbert
Tel.: 0594 51 68 64
E-mail: info@wiertsema.nl
Internet: www.wiertsema.nl

Onderwerp: Zandwinning Echten te Echten
Projectnummer: VN-81277-5
Opdrachtgever: ZEM V.o.f. Echten
Contactpersoon: de heer [redacted]

Versie	Datum	Omschrijving wijziging
1	27 maart 2025	

Opgesteld door:	[redacted]
Handtekening:	[redacted]
Documentnummer:	R101694
Status:	Definitief
Vrijgegeven door:	ing. [redacted]



Inhoudsopgave

blad

1	Inleiding.....	4
1.1	Kwaliteitswaarborging	4
1.2	Leeswijzer	4
2	Projectomschrijving.....	5
2.1	Omschrijving.....	5
2.2	Verwachte effecten	6
3	Geohydrologische situatie.....	7
3.1	Regionale bodemopbouw	7
3.2	Oppervlaktewaterhuishouding.....	7
3.3	Neerslag en verdamping	8
4	Grondwaterstandmetingen	10
4.1	Peilbuizen	10
4.2	Logboek.....	11
5	Analyse meetresultaten.....	12
5.1	Kwantitatieve analyse	12
5.2	Tijdreeksanalyse	16
6	Conclusies en aanbevelingen.....	19

Bijlagen:

- 1 Tijd-stijghoogte grafieken
- 2 Tijd-stijghoogte grafieken i.c.m. neerslag en verdamping
- 3 Tijd-stijghoogte grafieken t.o.v. vorig monitoringsjaar
- 4 Tijd-stijghoogtelijnen met lineaire trend
- 5 Tijd-stijghoogtelijnen tijdreeksanalyse

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 peilbuizenennetwerk 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, Peilbuizenennetwerk 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.

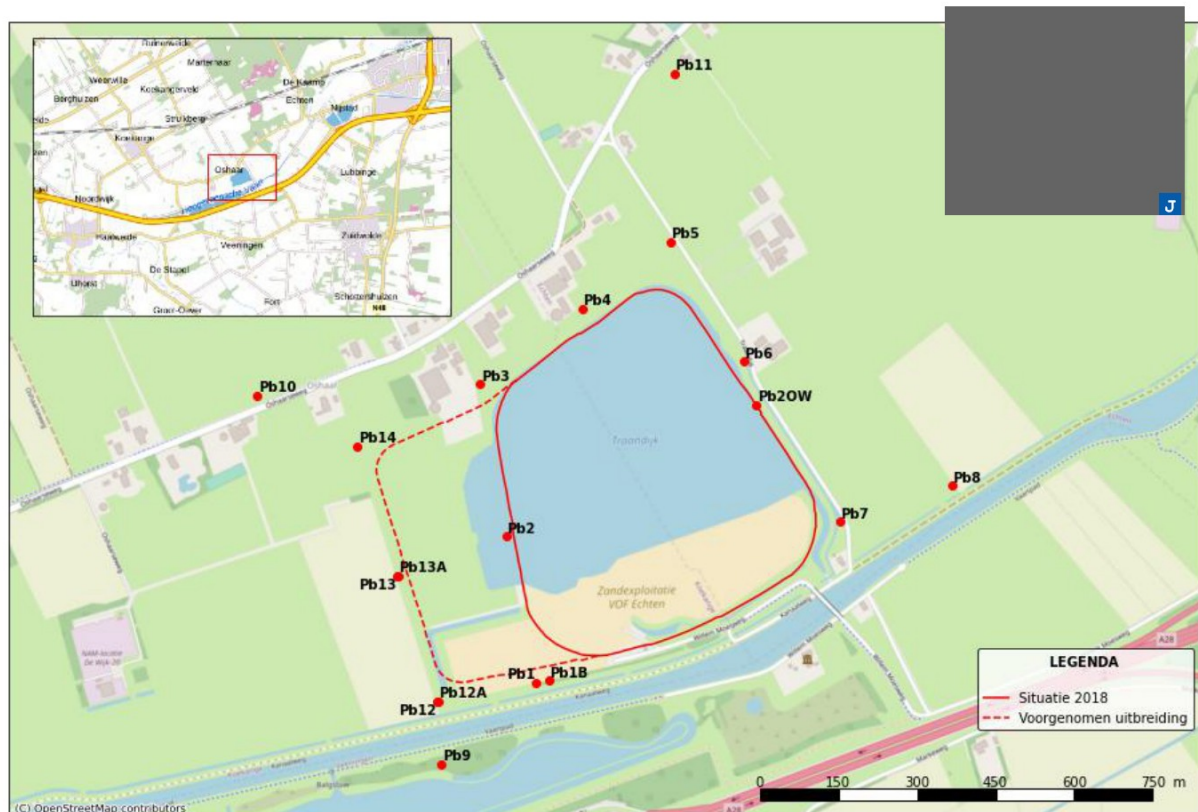
1.2 Leeswijzer

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.

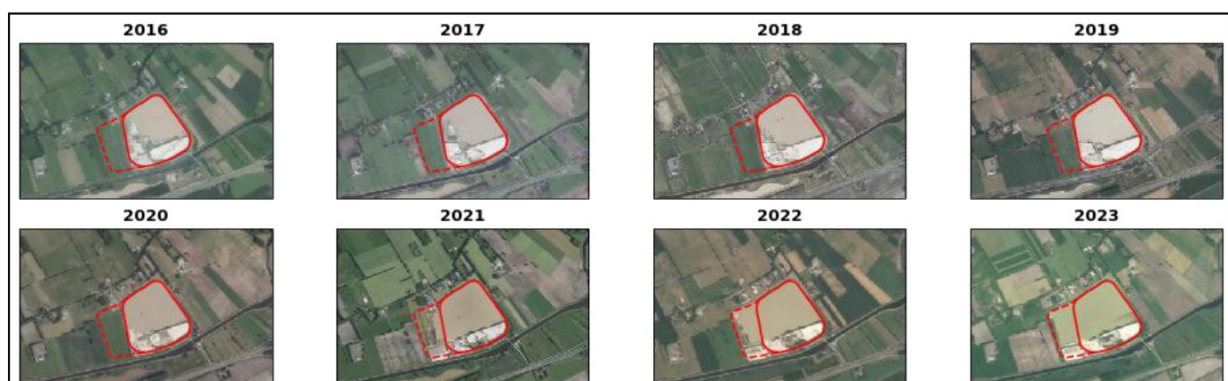
2 Projectomschrijving

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. +3,40 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 oerstroombetal 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.

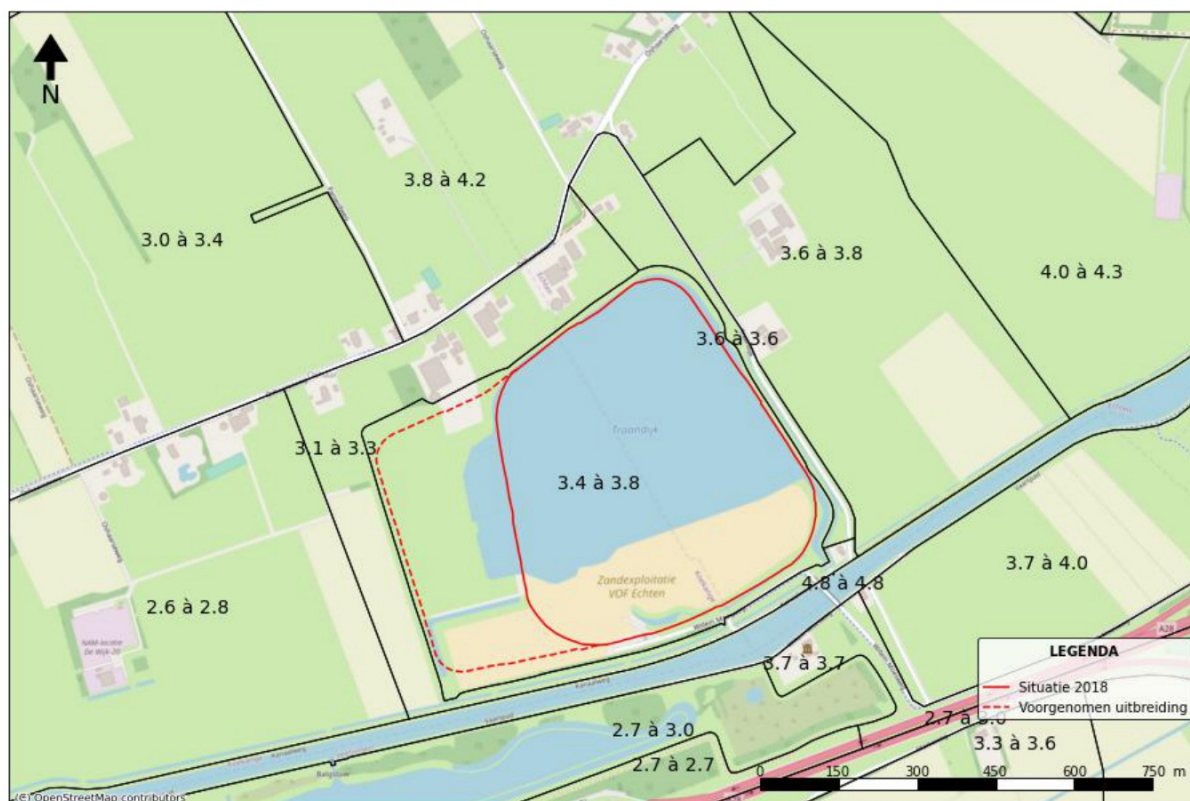
3.1 Regionale bodemopbouw

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.

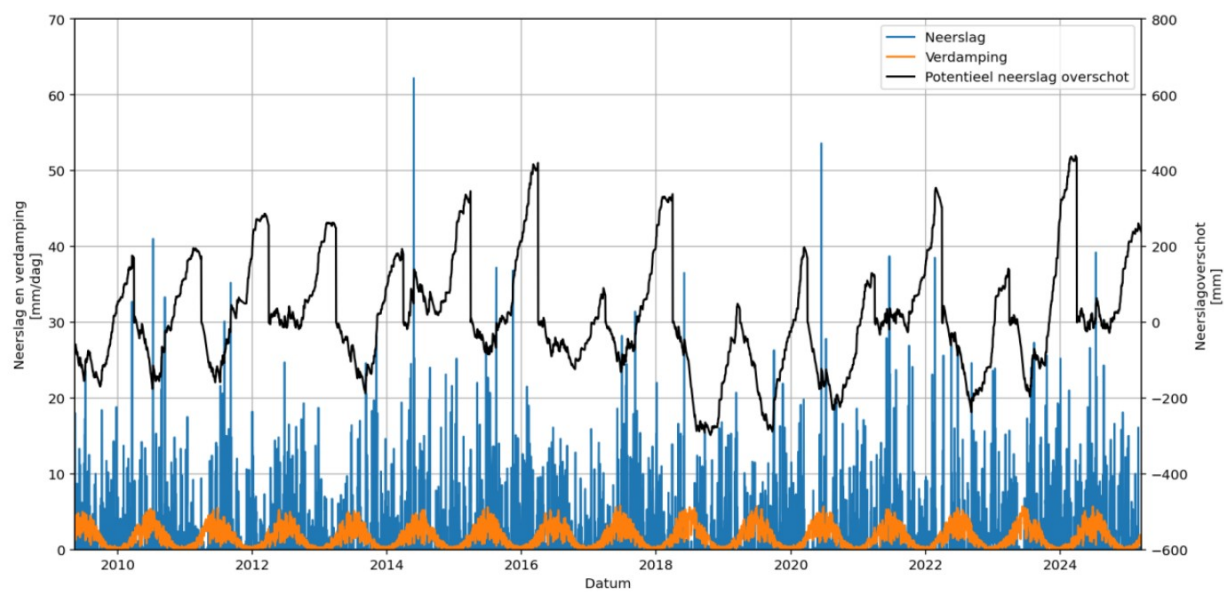


Figuur 3.1 Peilgebieden rondom de zandwinning

3.3 Neerslag en verdamping

In de grafieken met de grondwaterstanden in bijlage 1 is, naast het gemeten (grond)waterstandsverloop, de neerslagsom per uur 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.

KNMI-station Hoogeveen



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

4 Grondwaterstandmetingen

4.1 Peilbuizen

Om inzicht te krijgen in de fluctuatie van de grondwaterstand van het watervoerende pakket ter plaatse is een lokaal peilbuizenennetwerk aangebracht. In 14 peilbuizen wordt 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 ontgraving is in figuur 2.1 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 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 ¹	221330	522427	mei-09	507	442	102	2
1	Pb1A	221330	522427	Mar-10	519	446	145	45
1	Pb1B	221354	522431	jun-22	703	603	293	193
2	Pb2 ²	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 ³	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 ⁴	222125	522803	jan-10	418	456	179	79
9	Pb9 ⁵	221150	522272	jan-10	421	390	170	70
10	Pb10	220798	522975	jan-10	601	565	295	195
10	Pb10A	220798	522974	aug-24	571	495	214	114
11	Pb11	221595	523589	jan-10	520	466	216	116
11	Pb11A	221597	523627	aug-24	577	514	212	112
12	Pb12 ⁶	221143	522391	apr-18	452	370	170	70
13	Pb13 ⁷	221067	522630	apr-18	501	382	201	101
14	Pb14	220989	522878	apr-18	493	434	264	164
	Pb2 OW	221752	522958	jun-22	455	-	-	-

¹ Peilbuis Pb1 is verdwenen (2x), herplaatst (Pb1A en Pb1B)

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

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

⁴ Peilbuis Pb8 is verdwenen, laatste meting 10-12-2020, herplaatst juli 2023

⁵ Peilbuis Pb9 was lange tijd onvindbaar, de peilbuis is gerepareerd

⁶ Peilbuis Pb12 bevindt zich midden in een sloot en is herplaatst

⁷ Peilbuis Pb13 bevindt zich midden in een sloot en is herplaatst



4.2 Logboek

Een logboek met acties in 2023/2024 is opgenomen in Tabel 4 4.2.

Tabel 4.2 Logboek

Datum	Bevindingen	Actie
Jul-23	Openwatermeetpunt is niet op locatie aangetroffen. De Drukopnemer van PB7 geeft een communicatiefout en kon geen data afgehaald van worden. De batterij van B10PB01 was leeg en is vervangen. PB8 is de peilbuis herplaatst.	Drukopnemer van PB7 is vervangen.
Dec-23	PB8 kon niet worden uitgelezen worden in verband met het donker. PB2 OW zat vol met zand en kon niet uitgelezen worden. De batterij van PB12 is vervangen	PB8 en PB2 OW worden in het nieuwe jaar uitgelezen.
Jun-24	PB6 + PB12: Sensoren zijn defect en moeten vervangen worden. PB10: Peilbuis kapot geraakt door het maaien en drukopnemer kon niet herwonnen worden. PB11: Peilbuis staat op rand van perceel wat ontwikkeld wordt, mogelijk herplaatsen.	Drukopnemers zijn vervangen en peilbuizen worden herplaatst.

5 Analyse meetresultaten

5.1 Kwantitatieve analyse

De hier gerapporteerde meetperiode loopt van 2009 tot januari 2025. De metingen zijn met de software Artdiver gevalideerd.

De tijdstijghoogtelijnen die het resultaat zijn van de grondwatermonitoring zijn opgenomen in bijlage 1.

In bijlage 2 zijn de grondwaterstanden weergegeven samen met neerslag en verdampingsgegevens. De meetdata van peilbuizen die zijn herplaatst (bv Pb1, Pb1A en Pb1B) zijn gecombineerd zodat het langjarige verloop wordt weergegeven.

In bijlage 3 is per peilbuis de meetreeks van het jaar 2024 vergeleken met de meetreeks van 2023. In tabel 5.1 zijn voor beide jaren de 90%, 50% en 10% percentiel-waarden van de grondwaterstand bepaald¹. Gemiddeld was de grondwaterstand in 2024 10 tot 15 cm lager dan in 2023. Met name vanaf augustus 2024 wordt in vrijwel alle peilbuizen een lagere grondwaterstand gemeten dan in 2023. Het najaar van 2023 was bijzonder nat; wat dat betreft is het dus niet verwonderlijk dat er toen hogere grondwaterstanden waren.

Opvallend zijn:

- Peilbuis 1: deze peilbuis is herplaatst nadat er een grondwal is aangebracht boven op de oorspronkelijke peilbuis. Hierdoor zijn geen gegevens beschikbaar tussen juni 2020 en juli 2022. Na herplaatsen (Pb1B) is de gemeten grondwaterstand circa 20 cm hoger dan voor aanleg van de grondwal. De grondwal dient als depot (drogen van zand).
- Peilbuis 2: deze peilbuis meet het oppervlaktewaterpeil in de plas. De waterstand gedurende vrijwel heel 2024 was circa 10-15 cm lager dan in 2023.
- Peilbuis 10: de peilbuis is kapot geraakt door het maaien en vervolgens herplaatst op dezelfde locatie (Pb10A). Na herplaatsen, vanaf augustus 2024, was de grondwaterstand circa 100 cm lager dan in 2023. Het maaiveldniveau is daarbij circa 70 cm lager ingemeten dan bij Pb10. Mogelijk is de lagere grondwaterstand na herplaatsen een gevolg van een fout bij het inmeten. Het maaiveldniveau is gecontroleerd op basis van het AHN en lijkt goed overeen te komen met de inmeting voor Pb10A (NAP +4,95 m). De inmeting van de oorspronkelijke peilbuis (Pb10) is niet te controleren.

¹ Normaal gesproken worden de GxG bepaald voor een langere tijd periode (bijvoorbeeld 8 jaar). In deze rapportage zijn de GxG bepaald op basis van percentielen over een meetperiode van 1 jaar om verschillen tussen jaren zichtbaar te maken. De langjarige GxG (op basis van percentielen) is opgenomen in Tabel 5.

Voor peilbuizen Pb7, Pb8 en Pb12 zijn de meetgegevens niet voor het hele jaar 2023 of 2024 beschikbaar; hierdoor zijn de gemiddeld lage en hoge waarden maar beperkt representatief voor de grondwaterstandvariatie op deze locaties.

Tabel 5.1 Trend in geregistreeerde grondwaterstand.

Peilbuis	2023			2024		
	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	3,34	3,40	3,48	3,26	3,34	3,42
Pb2	3,59	3,62	3,68	3,45	3,47	3,60
Pb3	3,40	3,59	3,67	3,28	3,42	3,58
Pb4	3,58	3,75	3,87	3,48	3,60	3,80
Pb5	3,67	4,00	4,35	3,54	3,79	4,22
Pb6	3,73	3,80	3,89	3,53	3,61	3,80
Pb7 ¹	3,70	3,79	3,84	3,56	3,64	3,78
Pb8 ¹	3,65	3,71	3,88	3,56	3,66	3,82
Pb9	3,19	3,33	3,41	3,14	3,24	3,32
Pb10	3,82	4,22	4,67	3,04	3,82	4,15
Pb11	3,69	4,01	4,30	3,55	3,95	4,22
Pb12 ¹	3,18	3,23	3,30	3,10	3,16	3,22
Pb13	3,26	3,30	3,37	3,20	3,25	3,38
Pb14	3,29	3,49	3,65	3,19	3,35	3,54

Donkergroen: meer dan 0,10 m toegenomen

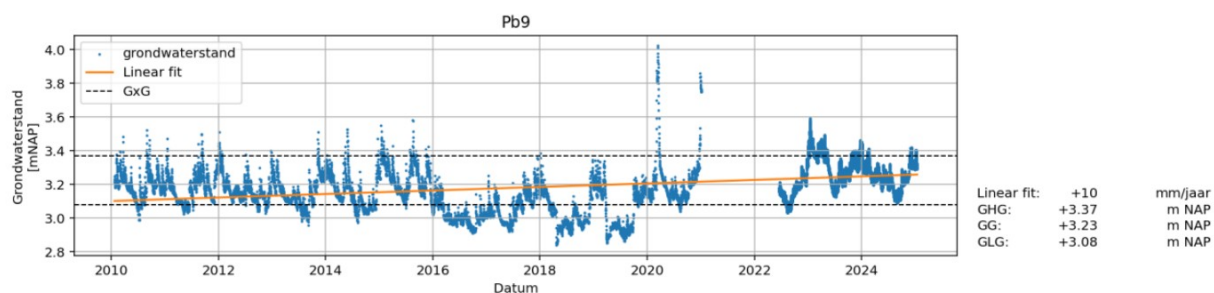
Oranje: meer dan 0,05 afgenomen

Lichtgroen: meer dan 0,05 m toegenomen Rood: meer dan 0,10 m afgenomen

¹geen volledige meetreeks beschikbaar

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 over de hele meetreeks.

In figuur 5.1 is als voorbeeld het resultaat van Pb9 gegeven. Uit dit figuur blijkt dat er sprake is van een stijgende trend over de meetperiode. De grondwaterstand neemt gemiddeld dus iets toe. Of deze trend verklaard kan worden door de meteorologische gegeven wordt besproken in paragraaf 5.2. In tabel 5.2 zijn per peilbuis de meetperiode, de bepaalde GxG waarden over de hele meetperiode en de bepaalde trend gegeven. Hierbij is aangenomen dat een trend gelijk is als de verandering is berekend tussen -10 mm/jaar en +10 mm/jaar. Uit deze tabel kan opgemaakt worden dat in veel gevallen er geen of een licht positieve trend aanwezig is in de meetreeksen. Alleen voor peilbuis Pb8 is er een negatieve trend zichtbaar.

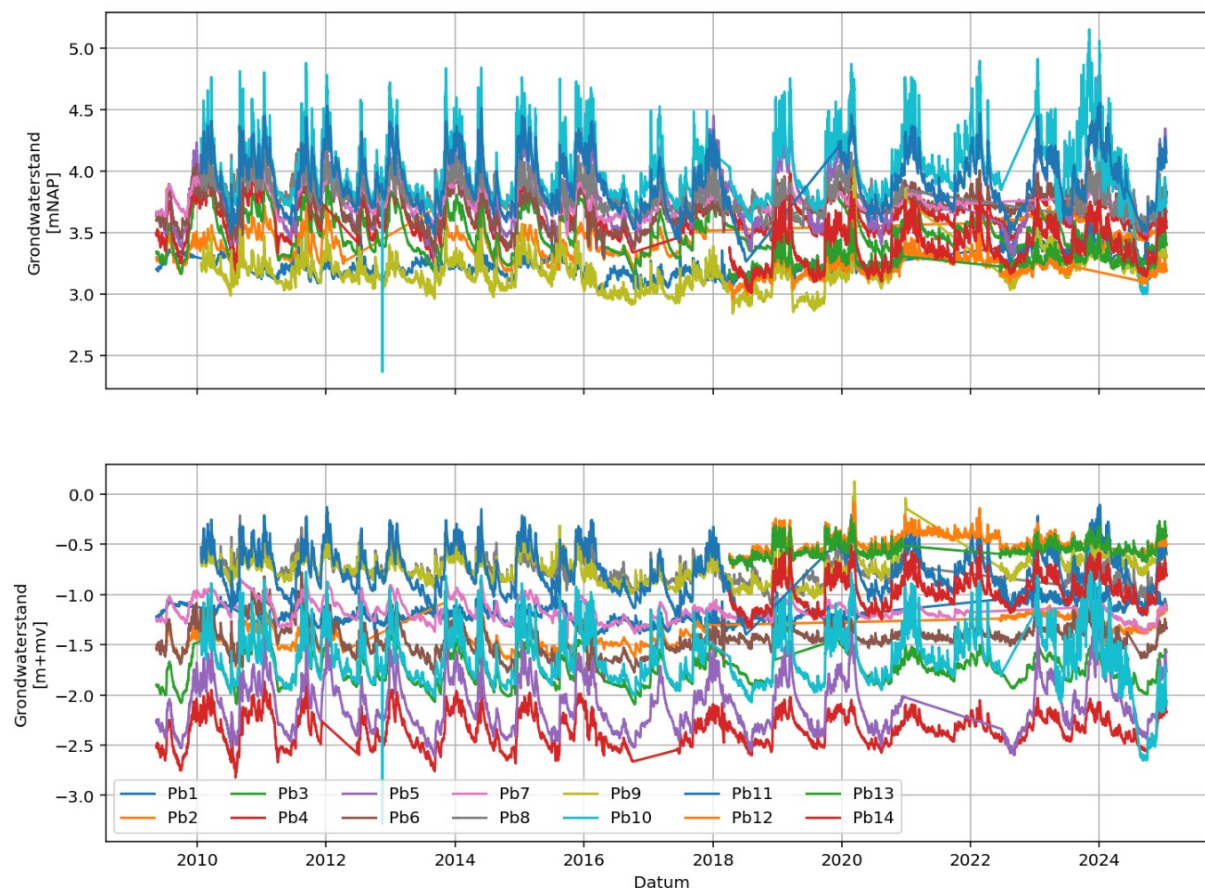


Figuur 5.1 Lineaire trendbepaling Pb9

Tabel 5.2 Trend in geregistreeerde grondwaterstand

Peilbuis	GLG [m N.A.P.]	GG [m N.A.P.]	GHG [m N.A.P.]	Trend [mm/jaar]	Trend
Pb1	3,18	3,35	3,44	15	Positief
Pb2	3,38	3,58	3,65	15	Positief
Pb3	3,31	3,47	3,70	0	Gelijk
Pb4	3,45	3,64	3,87	2	Gelijk
Pb5	3,51	3,77	4,17	2	Gelijk
Pb6	3,53	3,70	3,87	-3	Gelijk
Pb7	3,62	3,73	3,90	-8	Gelijk
Pb8	3,65	3,77	3,95	-13	Negatief
Pb9	3,08	3,23	3,37	10	Positief
Pb10	3,71	3,98	4,43	-2	Gelijk
Pb11	3,63	3,87	4,21	-1	Gelijk
Pb12	3,11	3,21	3,33	11	Positief
Pb13	3,18	3,25	3,37	10	Positief
Pb14	3,17	3,36	3,59	22	Positief

In figuur 5.2 is de range van de grondwaterstanden ten opzichte van N.A.P. en het maaiveldniveau inzichtelijk gemaakt. Uit de figuur blijkt dat de grondwaterstandreeksen over het algemeen eenzelfde patroon volgen. Het patroon volgt de seizoensvariatie in neerslag en verdamping. Bij neerslag reageert de grondwaterstand direct. De grondwaterstanden variëren tussen N.A.P. +2,8 en +4,7 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.

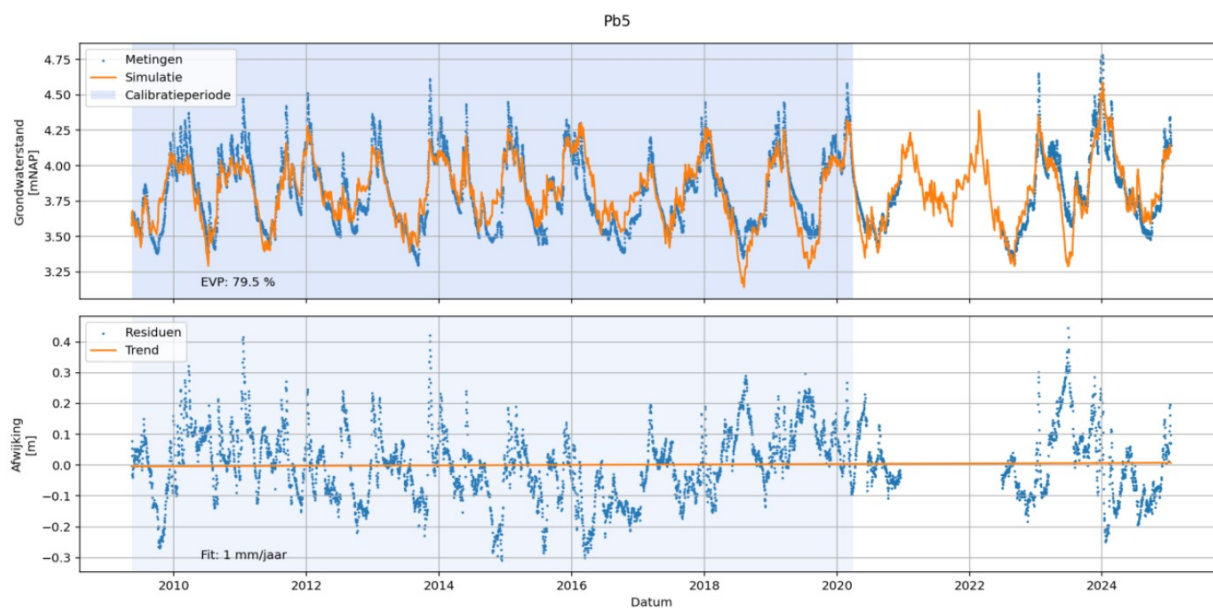
Doel van de analyse is om aan de hand van de meetgegevens vast te stellen of de uitbreiding van de zandwinning daadwerkelijk resulteert in een significante verandering van de grondwaterstanden in de omgeving.

Om trendveranderingen zichtbaar te maken is van alle peilbuizen een model gemaakt op basis van de verklarende reeksen van neerslag en verdamping van het KNMI-station Hoogeveen. Hierbij is gekalibreerd op de data tot april 2020. Op basis van de luchtfoto's (Figuur 2.2) is dit de periode voor de uitbreiding van de zandwinning.

Het succes van de kalibratie blijkt uit de Explained Variance Percentage (EVP). Deze dient hoger dan 70% te zijn, anders zijn er andere factoren van invloed op de tijdreeks. Na de kalibratie is een simulatie gedaan van de verwachte grondwaterstanden voor de gehele meetperiode (ook na 2020) 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. Hierbij is met name gelet op afwijkingen van de gesimuleerde grondwaterstandreeksen na de start van de uitbreiding (circa 2020/2021). Dit zou kunnen duiden op veranderingen in de grondwaterstand die (mogelijk) veroorzaakt worden door de uitbreiding van de zandwinning. Het resultaat van de tijdreeksanalyse is gegeven in tabel 5.3 en in bijlage 5. Een voorbeeld van een uitkomst is gegeven in figuur 5.3.

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

- Voor peilbuizen Pb5, Pb10, Pb11, Pb13 en Pb14 wordt een goede fit verkregen. De meetdata kunnen dus goed worden verklaard op basis van neerslag en verdamping.
- Voor een aantal andere peilbuizen (Pb2, Pb3, Pb4, Pb7, Pb9, Pb12) is de EVP lager dan 70%. Visueel komt de gesimuleerde grondwaterstand toch nog redelijk goed overeen met de metingen.
- Voor de overige peilbuizen (Pb1, Pb6, Pb8) wordt geen goede fit verkregen. Blijkbaar kan de grondwaterstand op deze locaties op basis van het gebruikte model niet goed worden gesimuleerd. Mogelijk spelen andere factoren (dan neerslag en verdamping) hier een rol.
- In peilbuis Pb10 wordt vanaf augustus 2024 een grondwaterstand gemeten die circa 1 m lager is dan de verwachte (gesimuleerde) grondwaterstand. De peilbuis is kapot geraakt door het maaien en herplaatst op dezelfde locatie (Pb10A). Het maaiveldniveau is daarbij circa 70 cm lager ingemeten dan bij Pb10. Mogelijk was de oorspronkelijke peilbuis niet correct ingemeten.



Figuur 5.3 Tijdreeksanalyse Pb5

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

Peilbuis	EVP [%]	Trend in residuen [mm/jaar]	Trend
Pb1	27.9	8	Gelijk
Pb2	63.5	13	Positief
Pb3	68.4	-3	Gelijk
Pb4	66.7	0	Gelijk
Pb5	79.5	1	Gelijk
Pb6	26.9	-2	Gelijk
Pb7	46.9	-10	Gelijk
Pb8	50.8	-16	Negatief
Pb9	51.3	3	Gelijk
Pb10	82.0	-6	Gelijk
Pb11	80.5	-5	Gelijk
Pb12	67.0	4	Gelijk
Pb13	72.7	-1	Gelijk
Pb14	92.7	-4	Gelijk

6 Conclusies en aanbevelingen

De uitbreiden van de zandwinning vindt plaats vanaf 2020/2021 (zie Figuur 2.2). De verwachte effecten van de uitbreiding zijn beschreven in paragraaf 2.2. Op basis van de tijdreeksanalyse worden de volgende conclusies getrokken:

Oppervlaktewaterpeil

In peilbuis Pb2 (na herplaatsen genoemd Pb2 OW) wordt vanaf 2022 een hogere waterstand gemeten dan verwacht (op basis van de tijdreeksanalyse). Deze peilbuis betreft meting van het waterpeil in de plas. Blijkbaar is het plaspeil sinds de start van de winning 10 à 20 cm hoger dan daarvoor. Ook varieert het plaspeil gedurende het jaar minder dan in de periode voor 2020. Een mogelijke verklaring is dat het peil wordt gestuurd.

In de periode na 2022 varieerde het plaspeil (Pb2) binnen de verwachting (tussen N.A.P. +3,40 en N.A.P. +3,85 in de eindsituatie). In de periode voor 2018 was het plaspeil in de zomer soms lager (NAP +3,2 m).

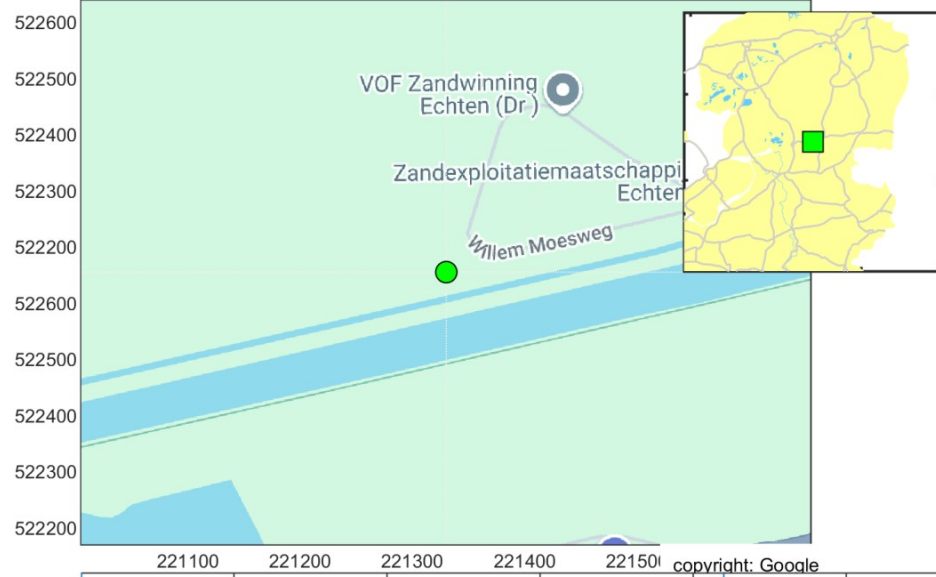
Grondwaterstanden

Op basis van de tijdreeksanalyse is er ten noorden van de zandwinning (Pb3, Pb4 en Pb14) geen sprake van vernatting. De grondwaterstanden lijken na 2020 wel stabiel (minder seizoensvariatie) dan voor 2020.

Voor de overige peilbuizen is er visueel geen sprake van een duidelijke trendverandering na 2020 in vergelijking met de periode daarvoor. De grondwaterstand is ten opzichte van de nulsituatie dus niet significant veranderd is.

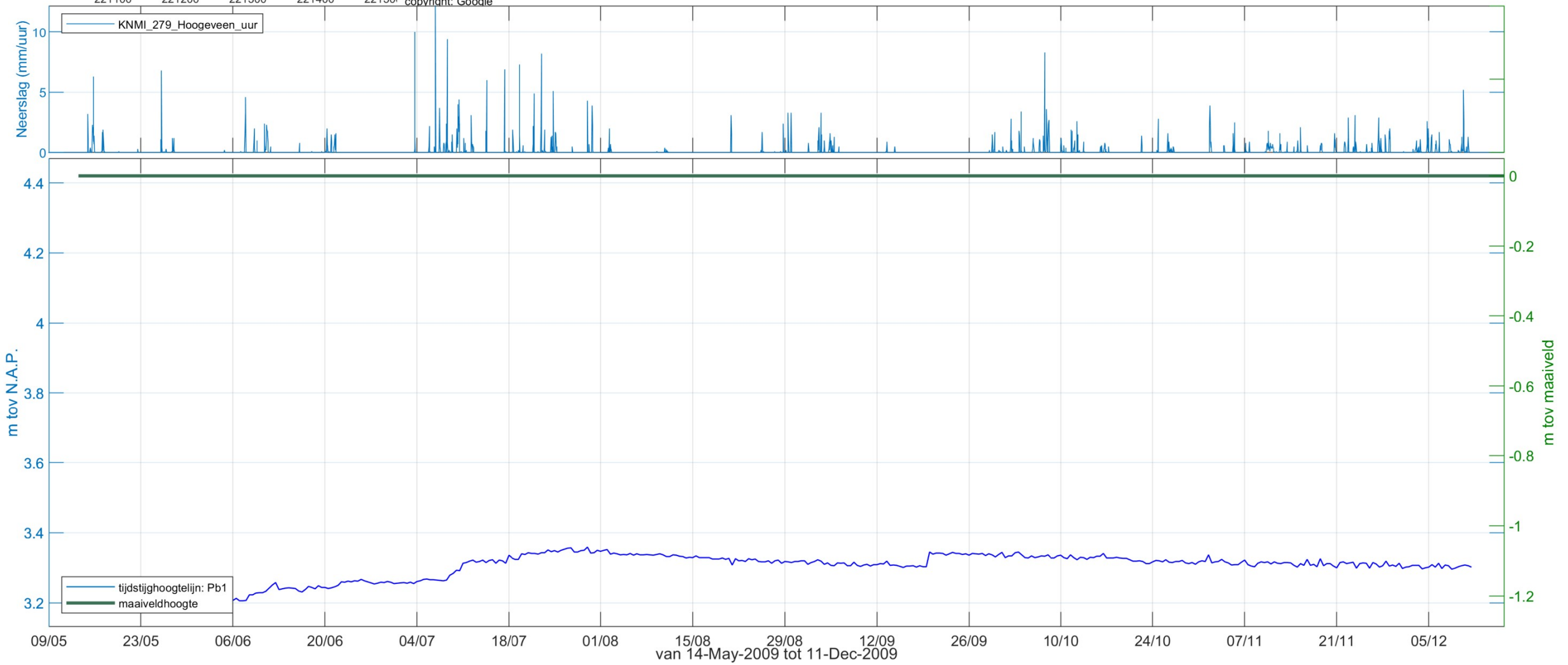
Bijlage 1

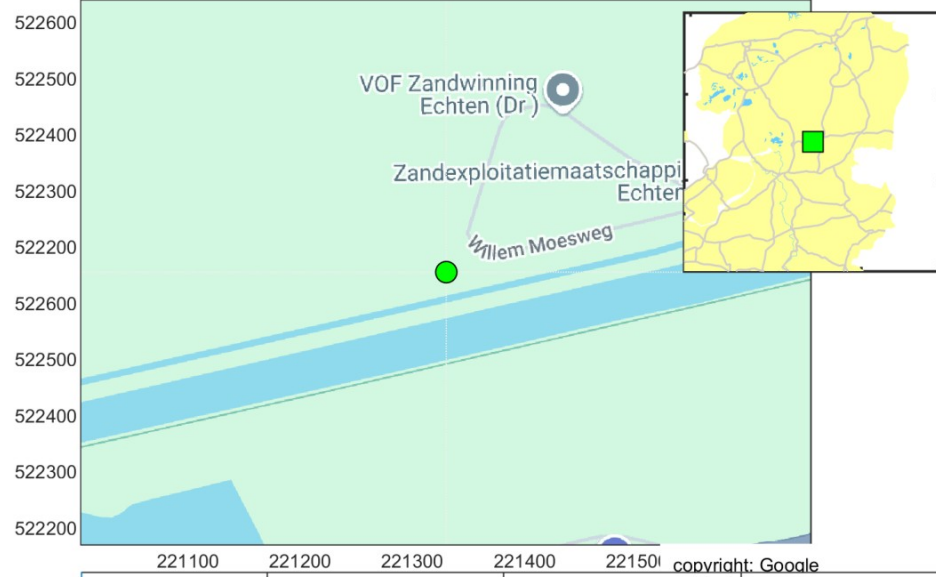




Peilbuiskenmerken van: Pb1

Meetpunt:	Pb1	
X-coördinaat(RD):	221330	
Y-coördinaat(RD):	522427	
Maaiveldhoogte:	4.42	
Eenheid:	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



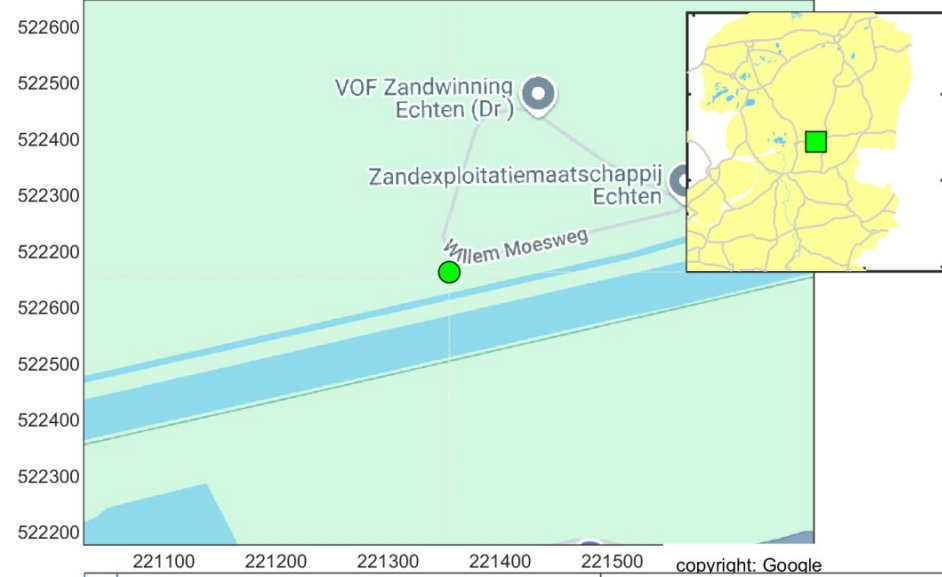


Peilbuiskenmerken van: Pb1A

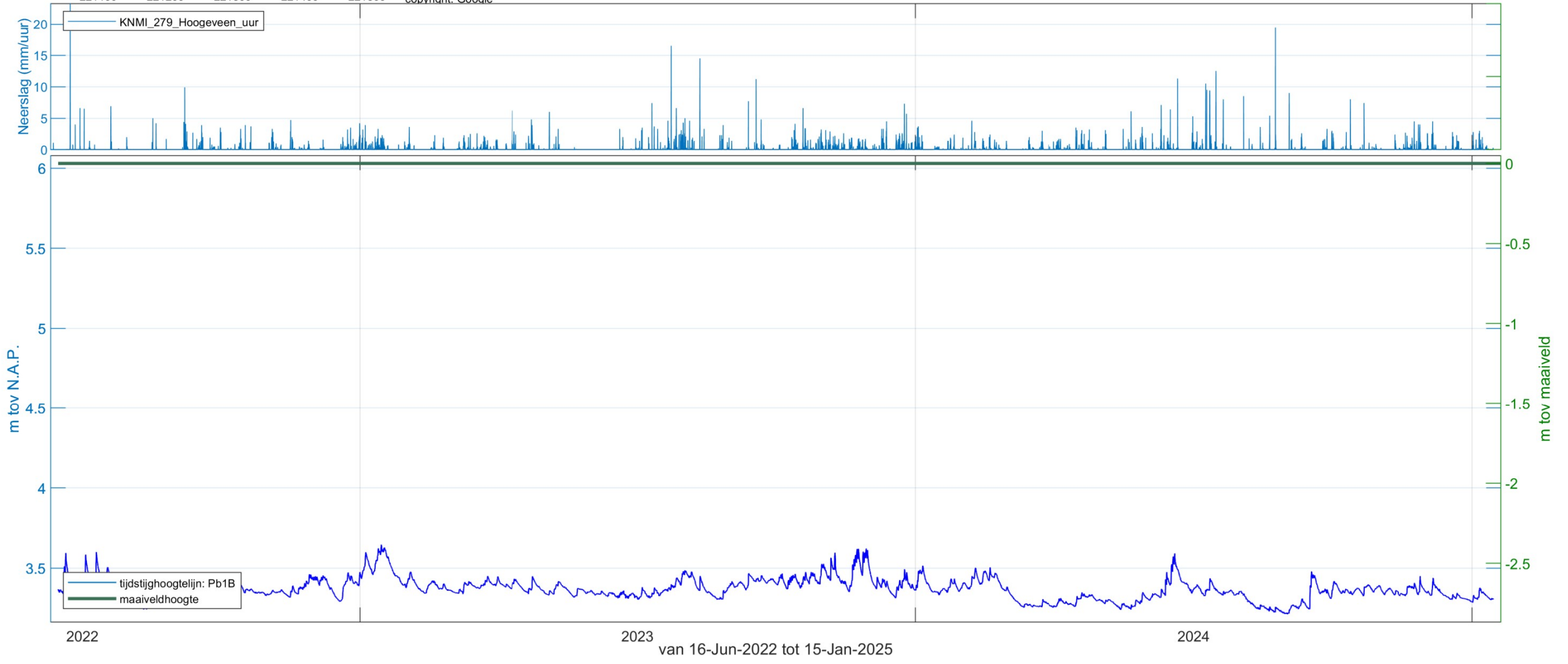
Meetpunt:	Pb1A	
X-coördinaat(RD):	221330	
Y-coördinaat(RD):	522427	
Maaiveldhoogte:	4.46	
Eenheid:	m tov N.A.P.	m tov maaiveld
Filternummer:	1	1
Bovenkant buis:	5.19	0.72
Filterstelling van:	1.45	-3.02
Filterstelling tot:	0.45	-4.01



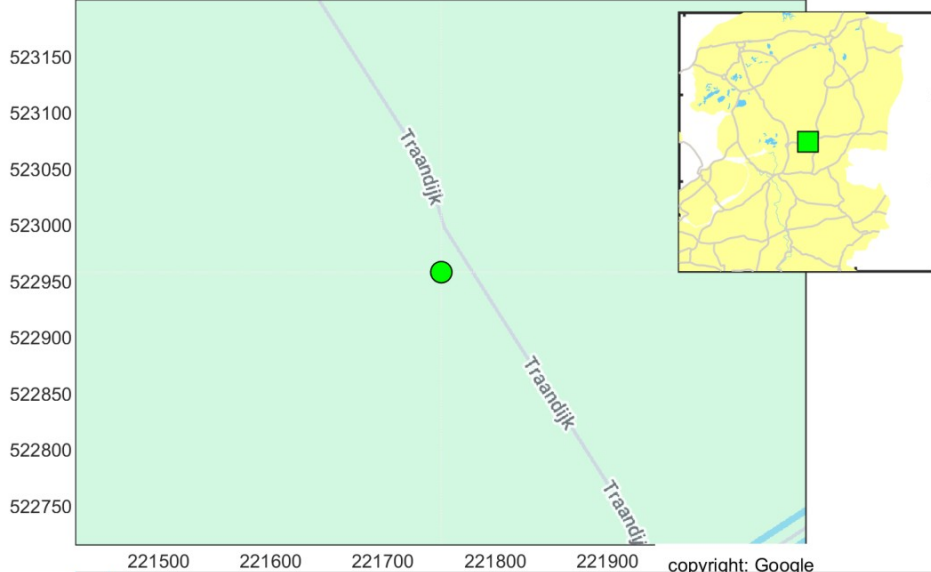
Peilbuiskenmerken van: Pb1B



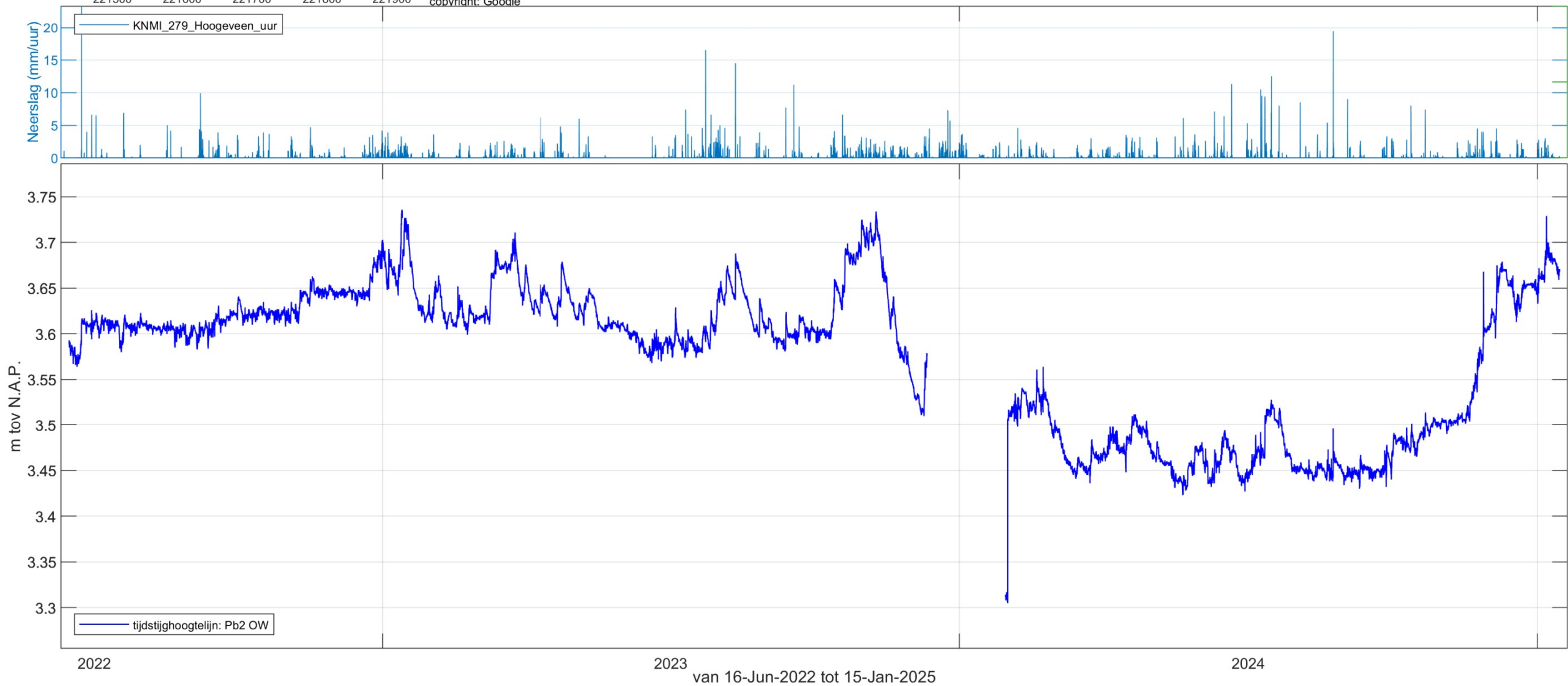
Meetpunt:	Pb1B	
X-coördinaat(RD):	221354	
Y-coördinaat(RD):	522431	
Maaiveldhoogte:	6.03	
Eenheid:	m tov N.A.P.	m tov maaiveld
Filternummer:	1	1
Bovenkant buis:	7.03	1
Filterstelling van:	2.93	-3.10
Filterstelling tot:	1.93	-4.10



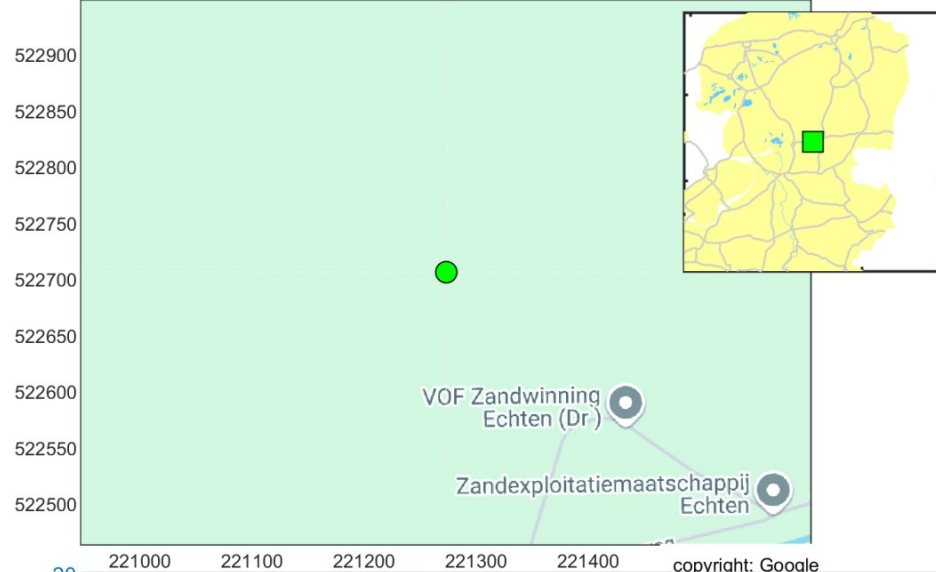
Peilbuiskenmerken van: Pb2 OW



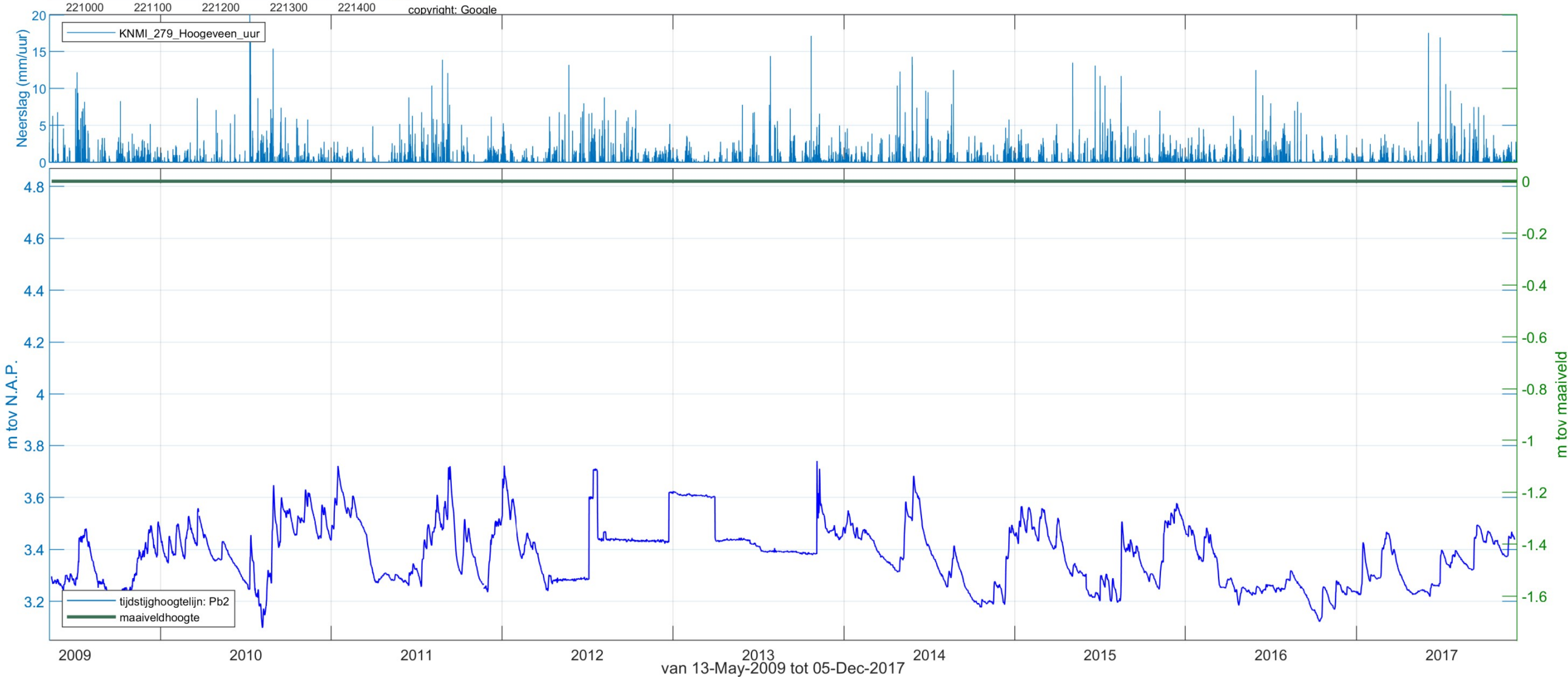
Meetpunt:	Pb2 OW	
X-coördinaat(RD):	221752	
Y-coördinaat(RD):	522958	
Maaiveldhoogte:	niet bekend	
Eenheid:	m tov N.A.P.	m tov maaiveld
Filternummer:	1	1
Bovenkant buis:	4.55	niet bekend
Filterstelling van:	niet bekend	niet bekend
Filterstelling tot:	niet bekend	niet bekend

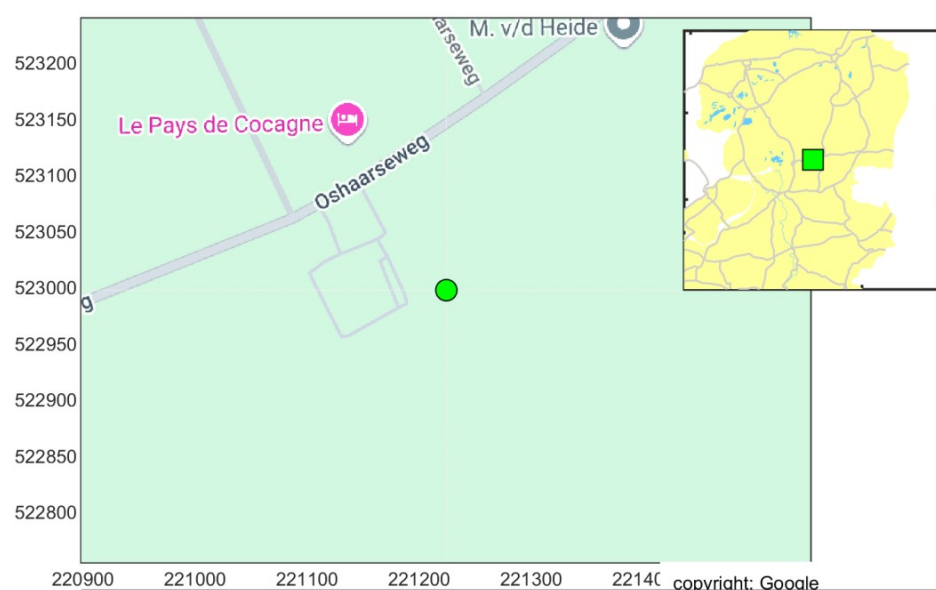


Peilbuiskenmerken van: Pb2



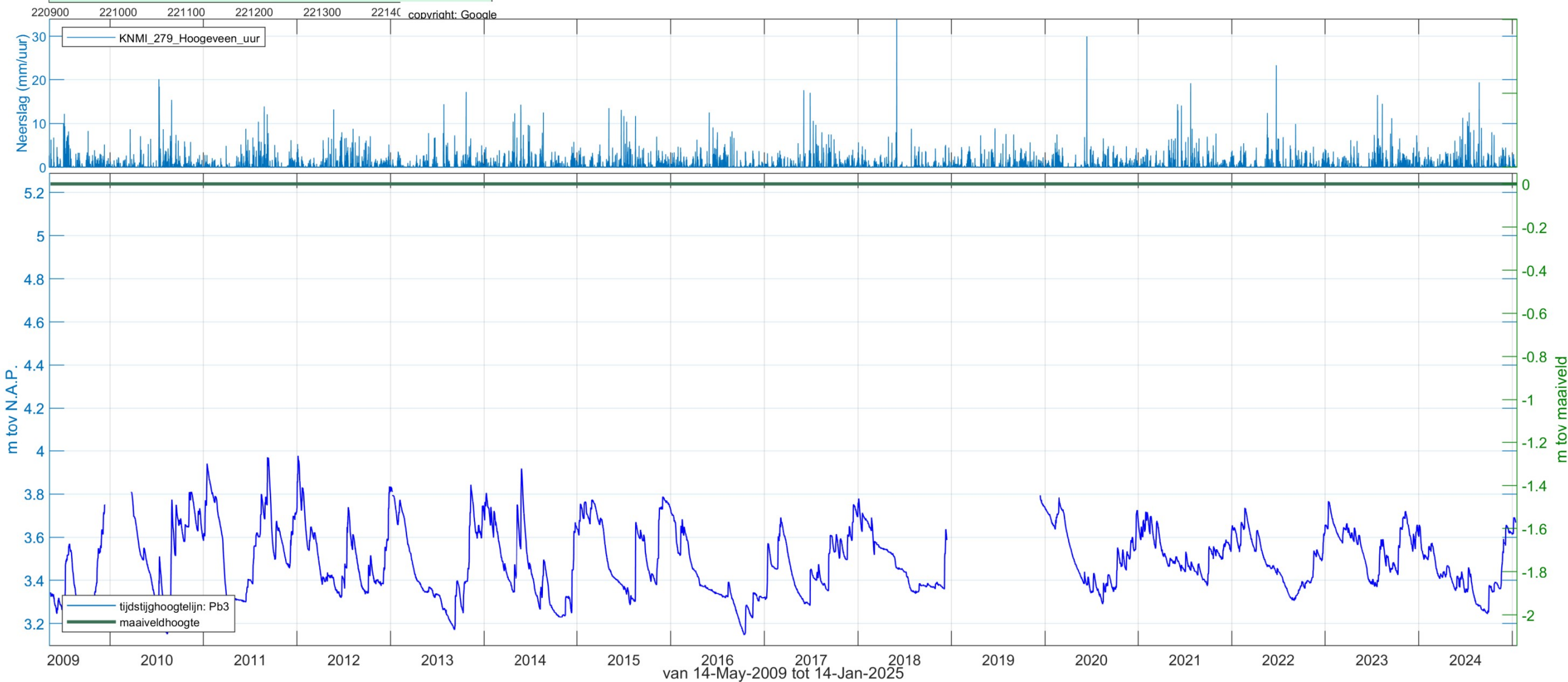
Meetpunt:	Pb2	
X-coördinaat(RD):	221273	
Y-coördinaat(RD):	522706	
Maaiveldhoogte:	4.82	
Eenheid:	m tov N.A.P.	m tov maaiveld
Filternummer:	1	1
Bovenkant buis:	5.46	0.64
Filterstelling van:	1.52	-3.30
Filterstelling tot:	0.52	-4.30

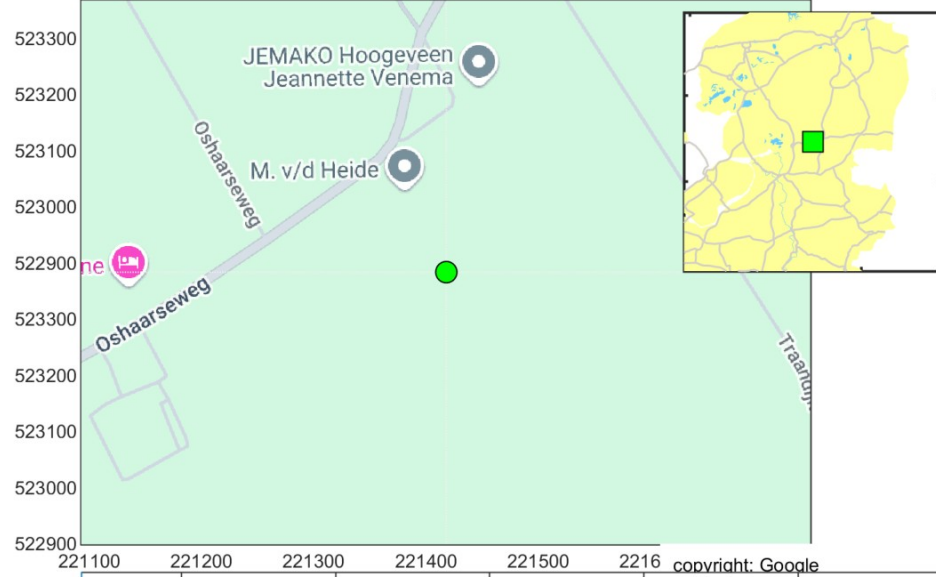




Peilbuiskenmerken van: Pb3

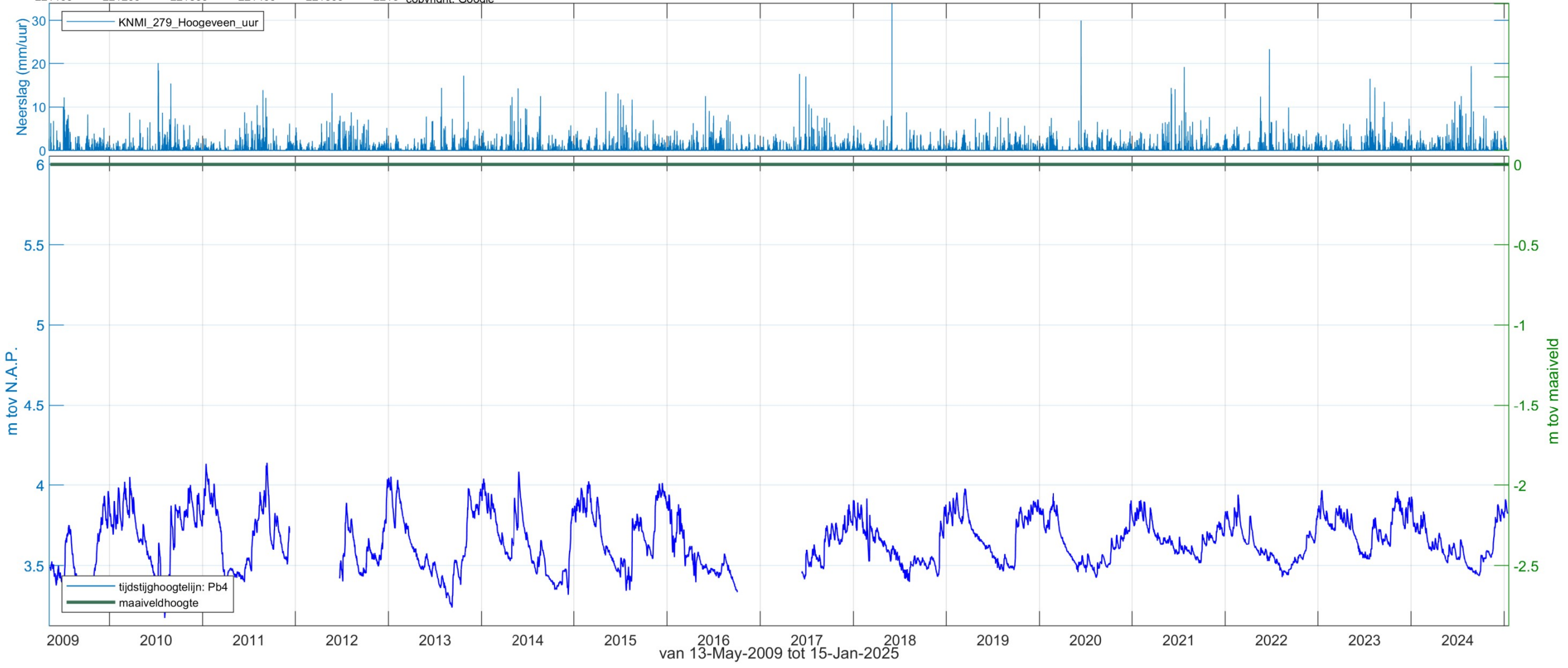
Meetpunt:	Pb3	
X-coördinaat(RD):	221224	
Y-coördinaat(RD):	522997	
Maaiveldhoogte:	5.24	
Eenheid:	m tov N.A.P.	m tov maaiveld
Filternummer:	1	1
Bovenkant buis:	5.89	0.65
Filterstelling van:	1.94	-3.30
Filterstelling tot:	0.94	-4.30



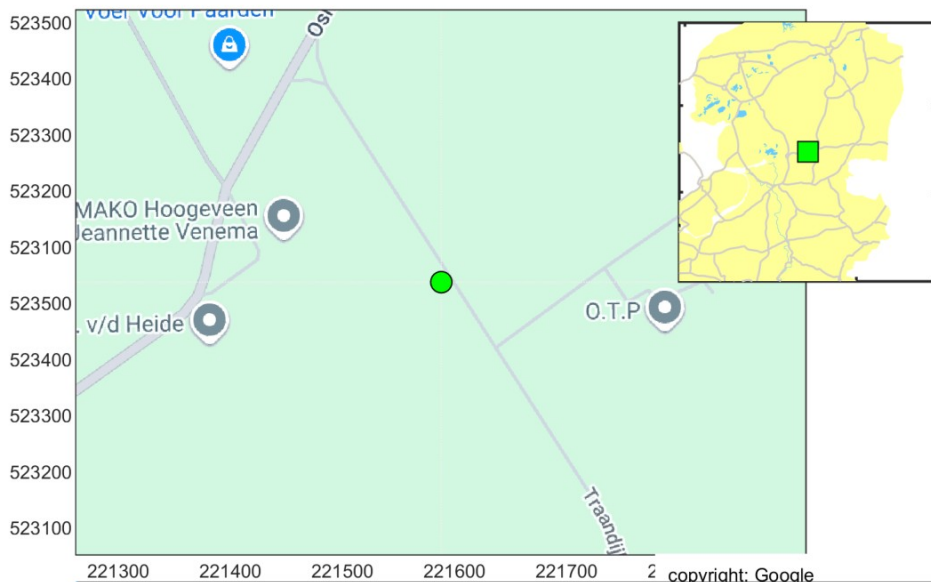


Peilbuiskenmerken van: Pb4

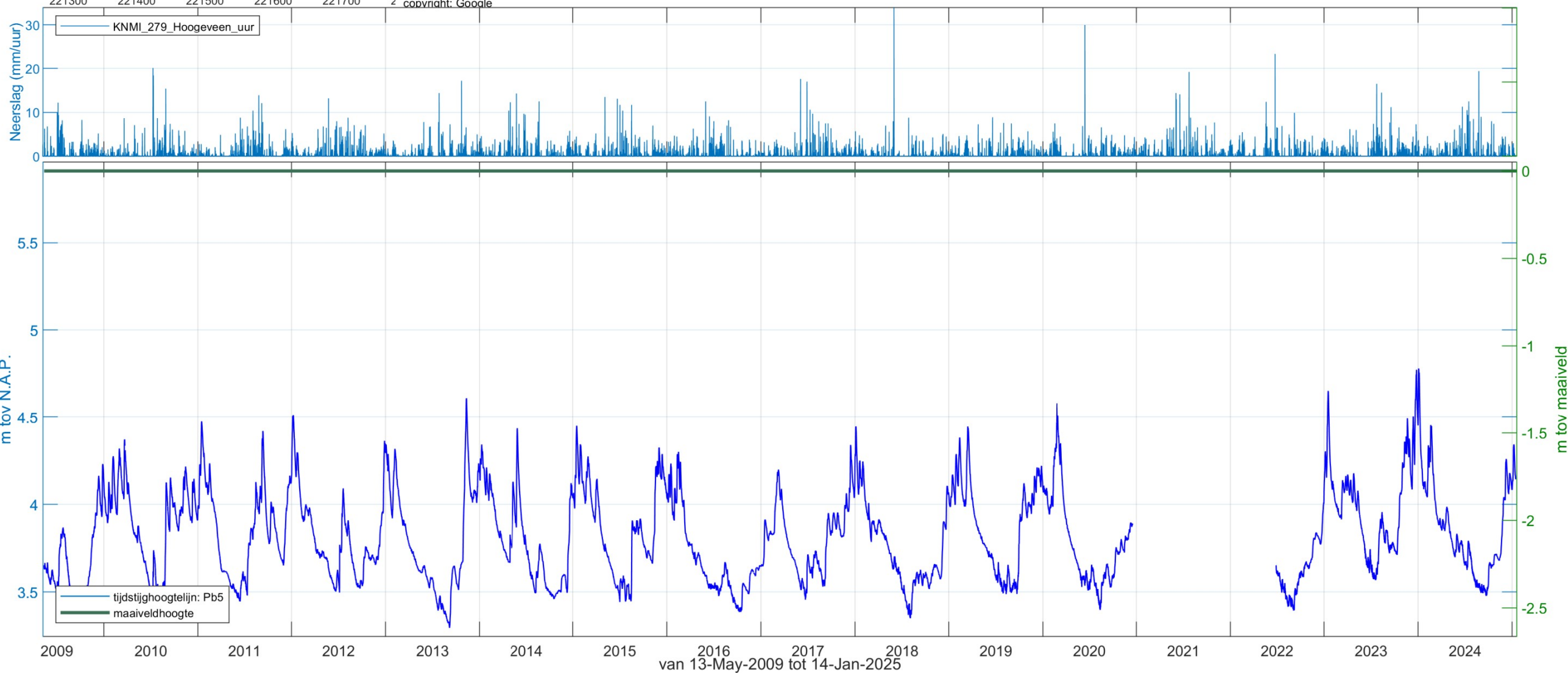
Meetpunt:	Pb4	
X-coördinaat(RD):	221418	
Y-coördinaat(RD):	523141	
Maaiveldhoogte:	6	
Eenheid:	m tov N.A.P.	m tov maaiveld
Filternummer:	1	1
Bovenkant buis:	6.65	0.65
Filterstelling van:	2.70	-3.30
Filterstelling tot:	1.70	-4.30



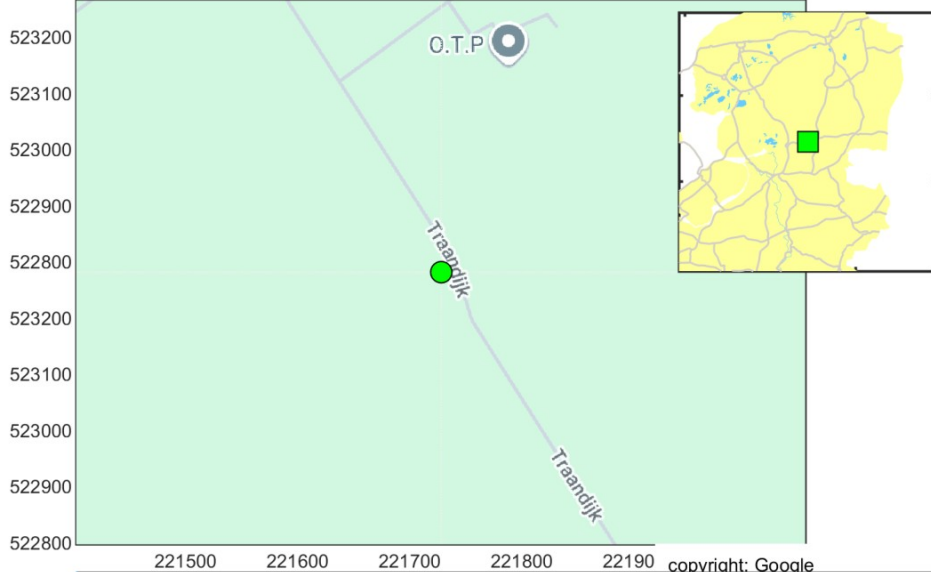
Peilbuiskenmerken van: Pb5



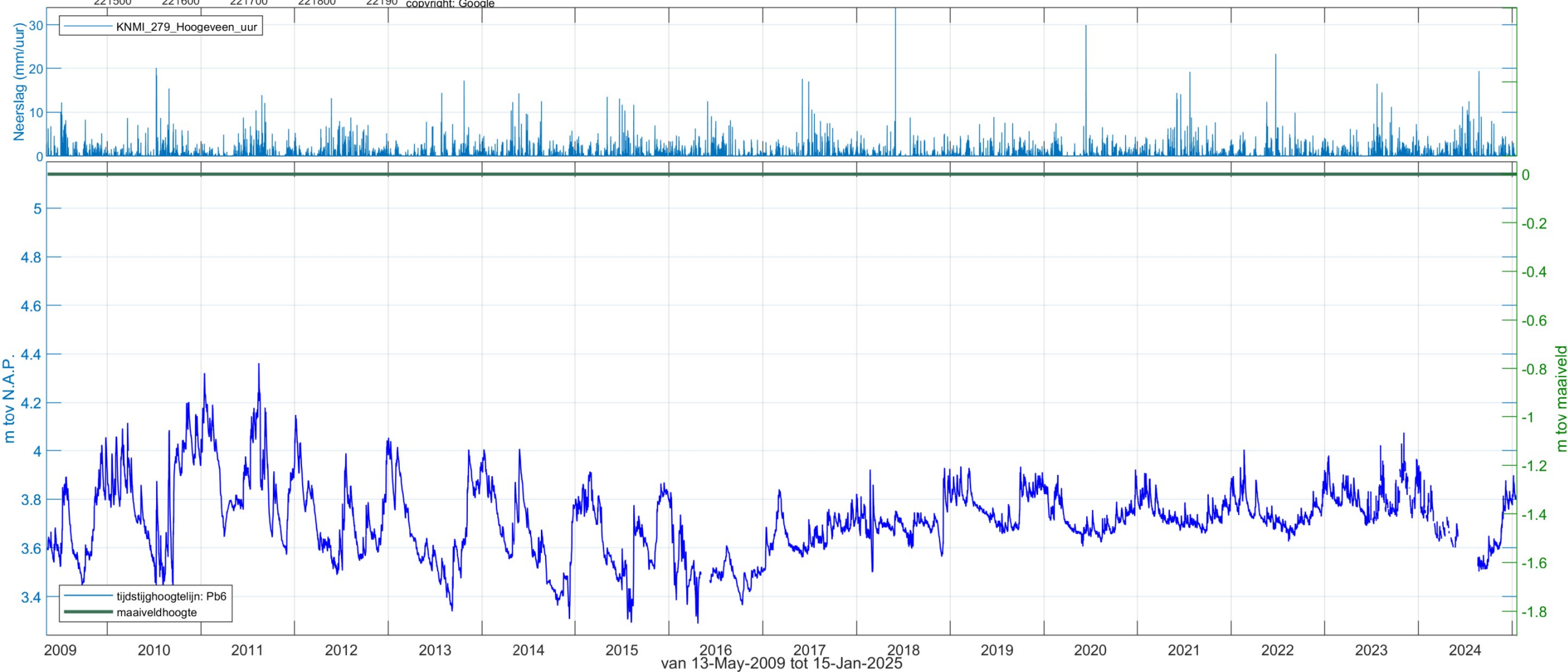
Meetpunt:	Pb5	
X-coördinaat(RD):	221588	
Y-coördinaat(RD):	523268	
Maaiveldhoogte:	5.91	
Eenheid:	m tov N.A.P.	m tov maaiveld
Filternummer:	1	1
Bovenkant buis:	6.60	0.69
Filterstelling van:	2.61	-3.30
Filterstelling tot:	1.61	-4.30



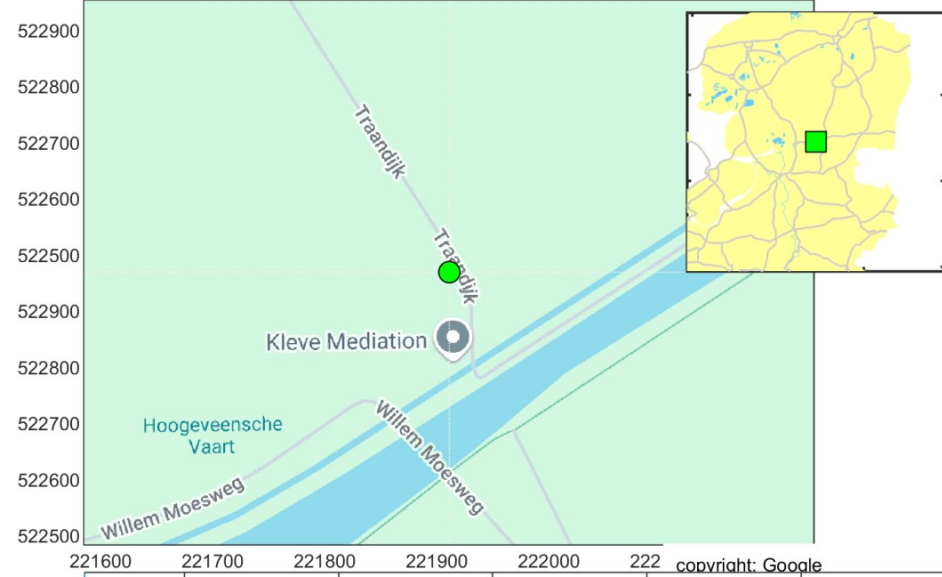
Peilbuiskenmerken van: Pb6



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



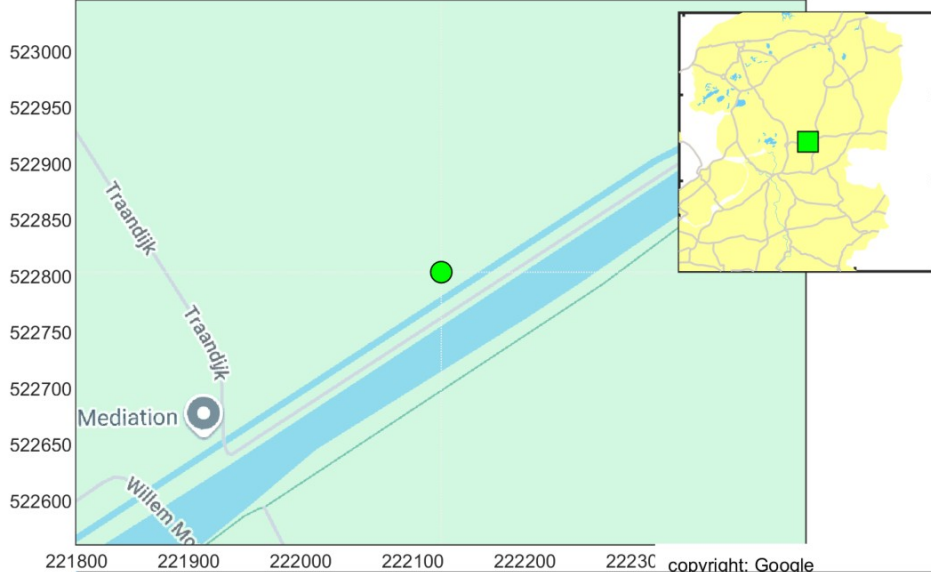
Peilbuiskenmerken van: Pb7



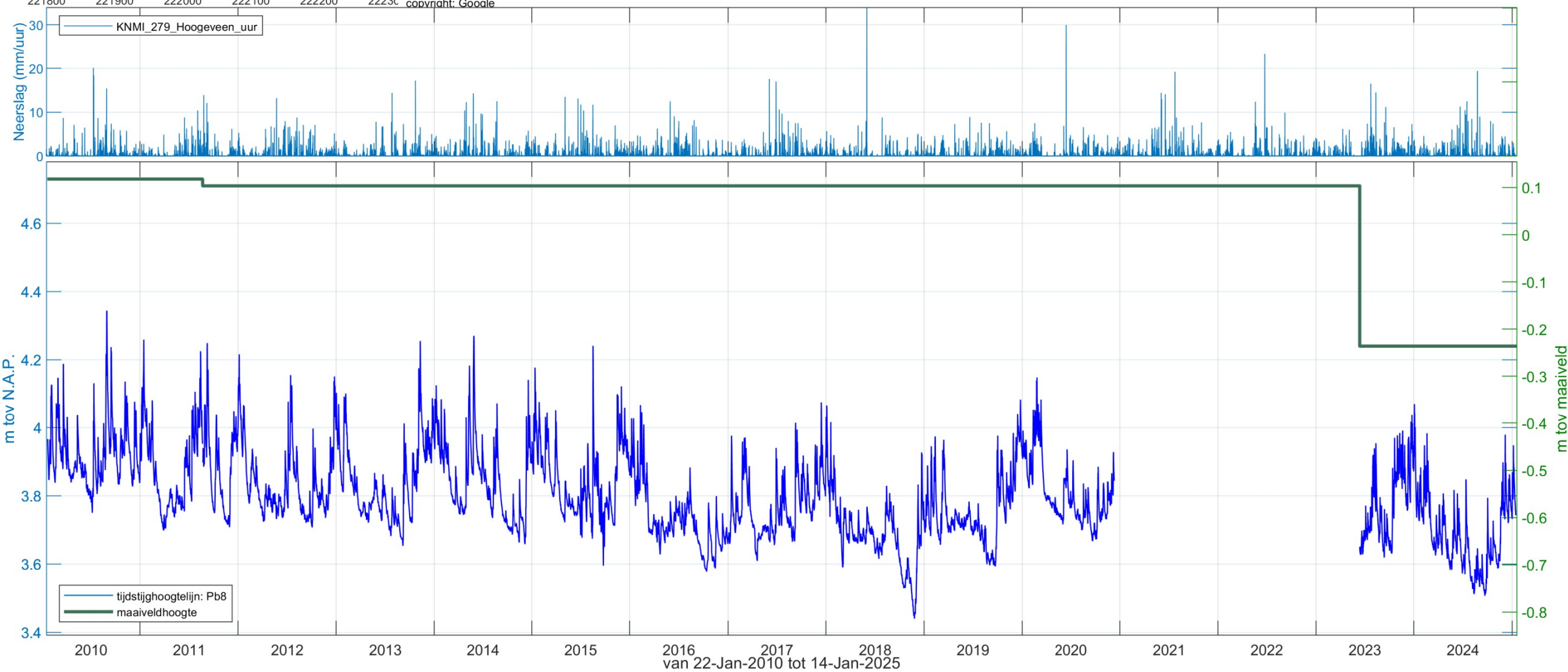
Meetpunt:	Pb7	
X-coördinaat(RD):	221911	
Y-coördinaat(RD):	522734	
Maaiveldhoogte:	4.91	
Eenheid:	m tov N.A.P.	m tov maaiveld
Filternummer:	1	1
Bovenkant buis:	5.60	0.69
Filterstelling van:	1.61	-3.30
Filterstelling tot:	0.61	-4.30

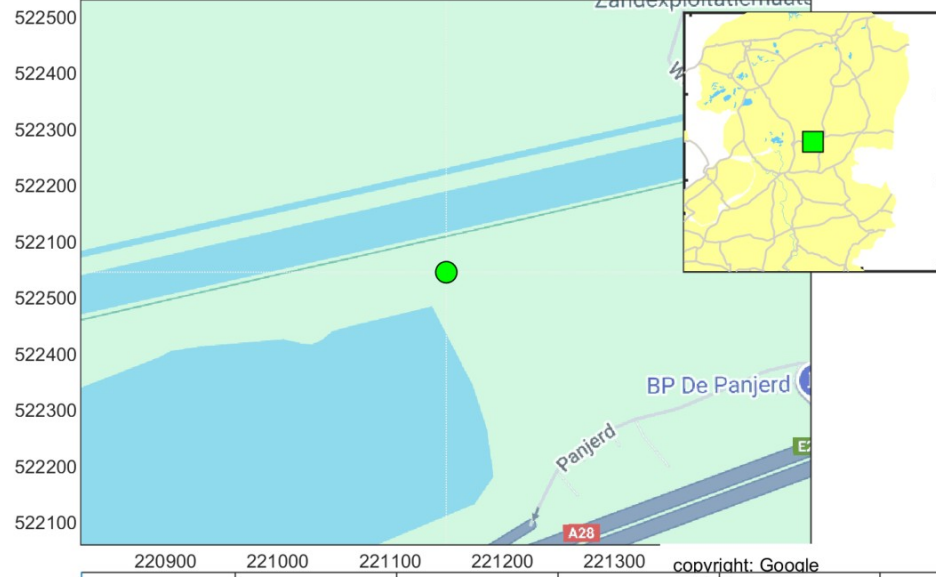


Peilbuiskenmerken van: Pb8



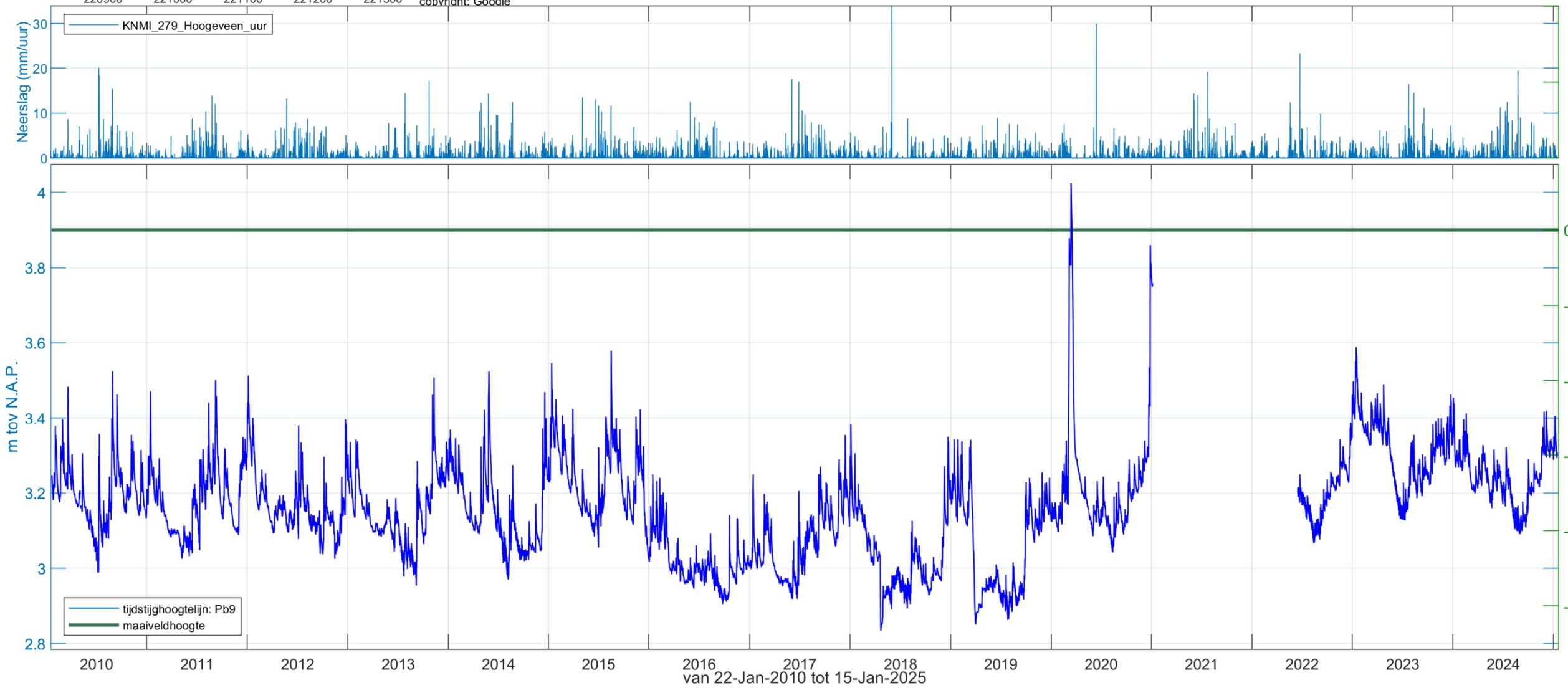
Meetpunt:	Pb8	
X-coördinaat(RD):	222125	
Y-coördinaat(RD):	522803	
Maaiveldhoogte:	4.56	
Eenheid:	m tov N.A.P.	m tov maaiveld
Filternummer:	1	1
Bovenkant buis:	4.18	-0.38
Filterstelling van:	1.79	-2.77
Filterstelling tot:	0.79	-3.77



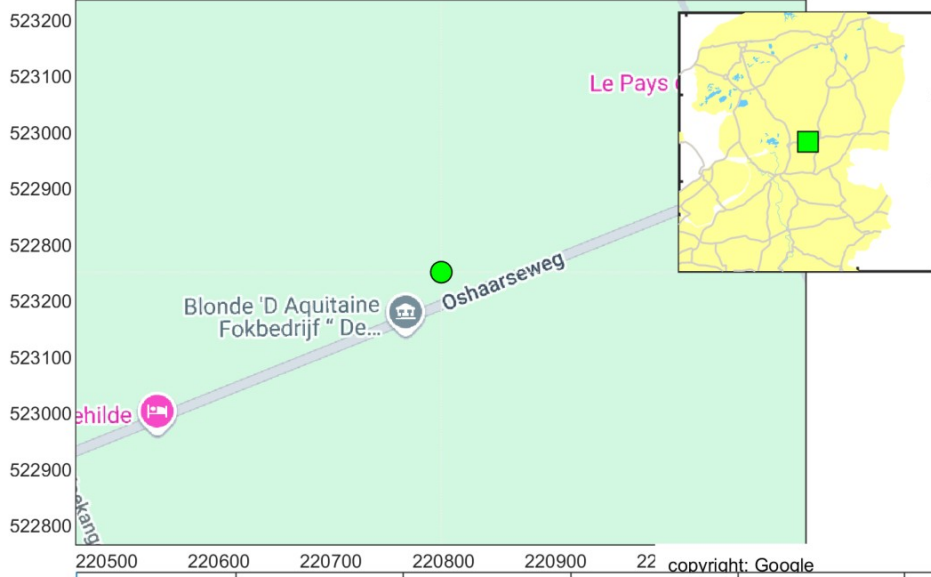


Peilbuiskenmerken van: Pb9

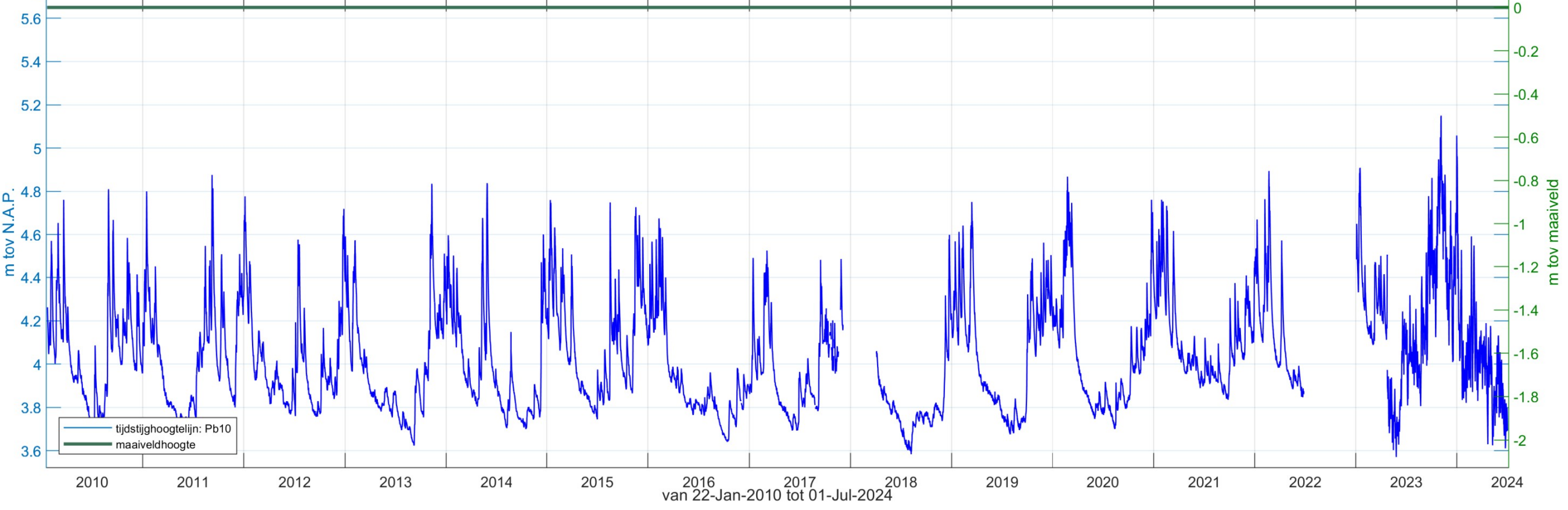
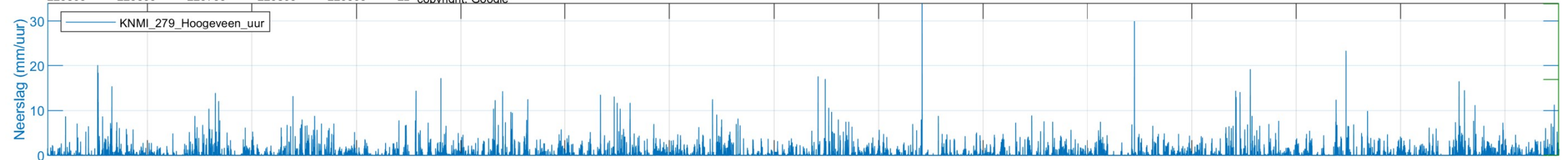
Meetpunt:	Pb9	
X-coördinaat(RD):	221150	
Y-coördinaat(RD):	522272	
Maaiveldhoogte:	3.90	
Eenheid:	m tov N.A.P.	m tov maaiveld
Filternummer:	1	1
Bovenkant buis:	4.21	0.31
Filterstelling van:	1.70	-2.20
Filterstelling tot:	0.70	-3.20

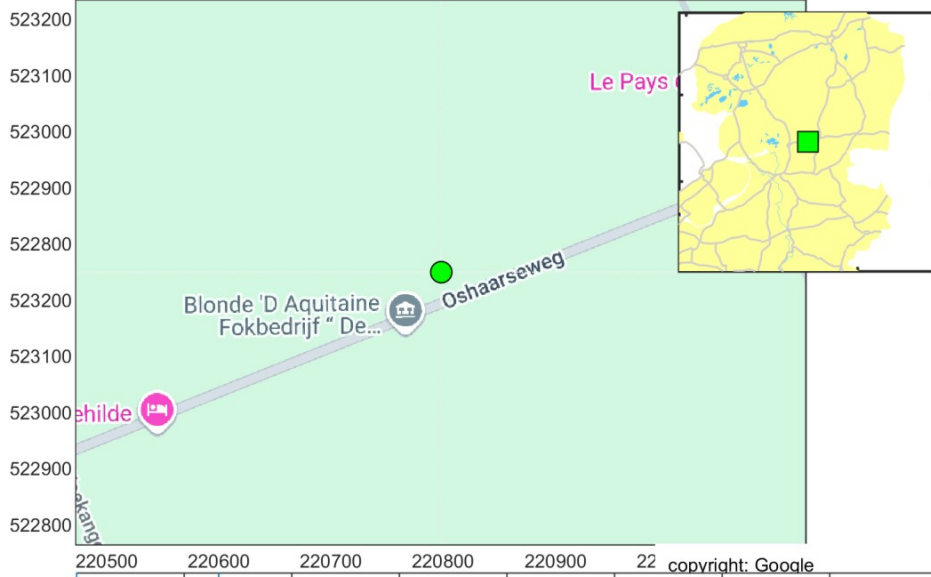


Peilbuismerken van: Pb10



Meetpunt:	Pb10	
X-coördinaat(RD):	220798	
Y-coördinaat(RD):	522975	
Maaiveldhoogte:	5.65	
Eenheid:	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

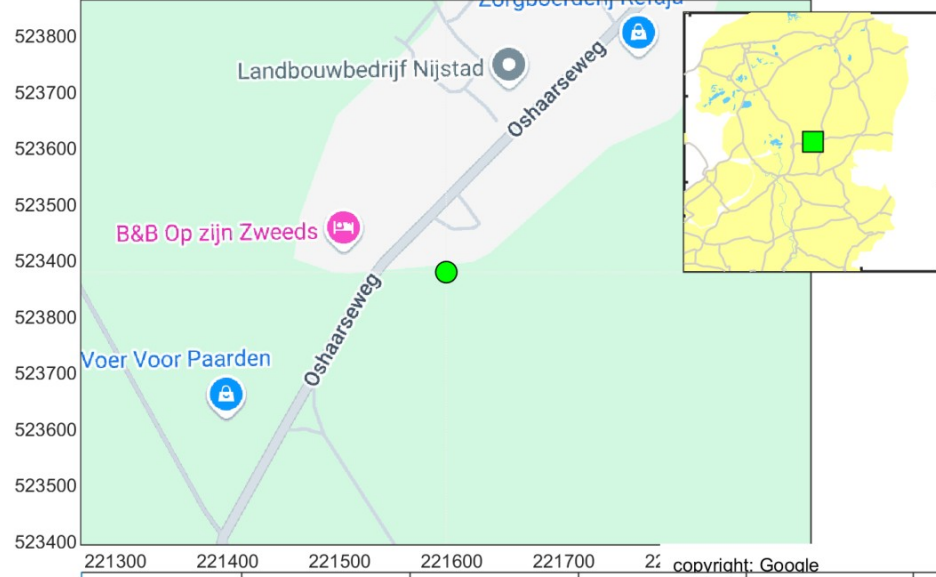




Peilbuiskenmerken van: Pb10A

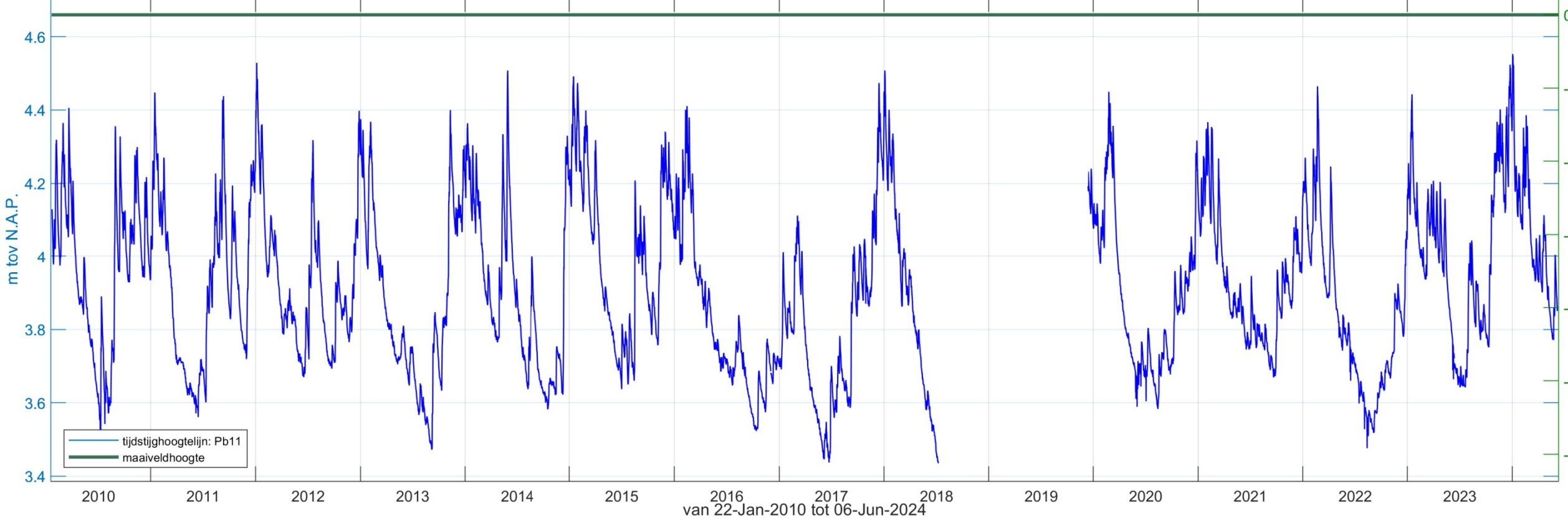
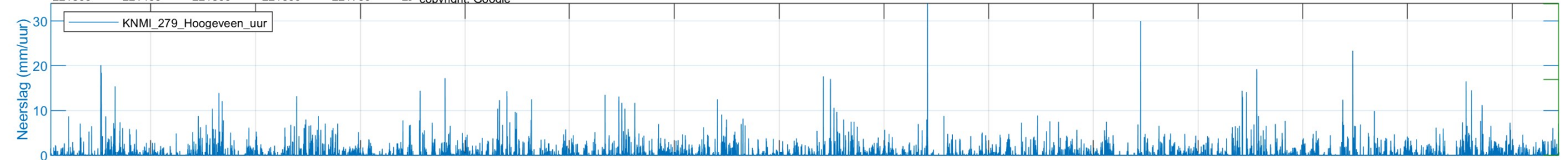
Meetpunt:	Pb10A	
X-coördinaat(RD):	220798	
Y-coördinaat(RD):	522974	
Maaiveldhoogte:	4.95	
Eenheid:	m tov N.A.P.	m tov maaiveld
Filternummer:	1	1
Bovenkant buis:	5.71	0.76
Filterstelling van:	2.14	-2.81
Filterstelling tot:	1.14	-3.81

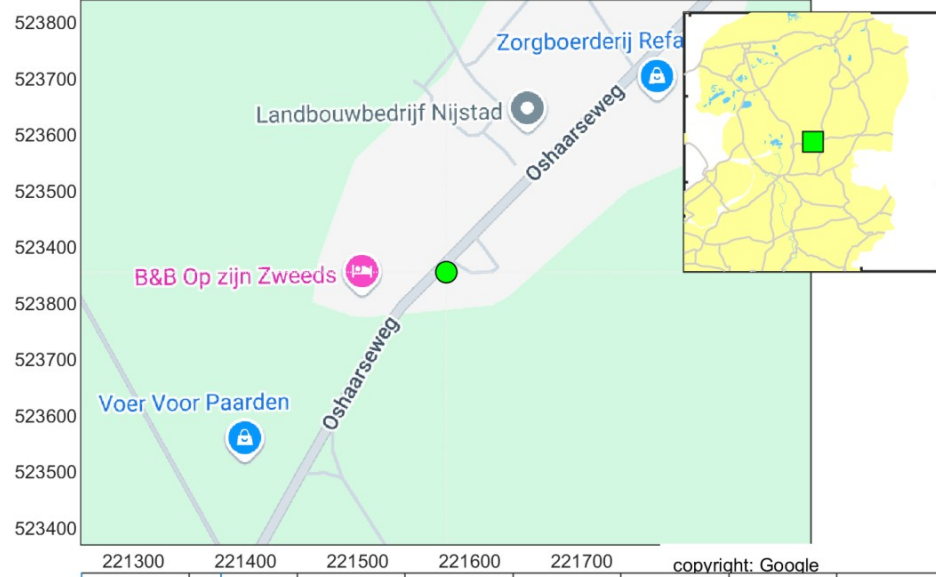




Peilbuiskenmerken van: Pb11

Meetpunt:	Pb11	
X-coördinaat(RD):	221595	
Y-coördinaat(RD):	523589	
Maaiveldhoogte:	4.66	
Eenheid:	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



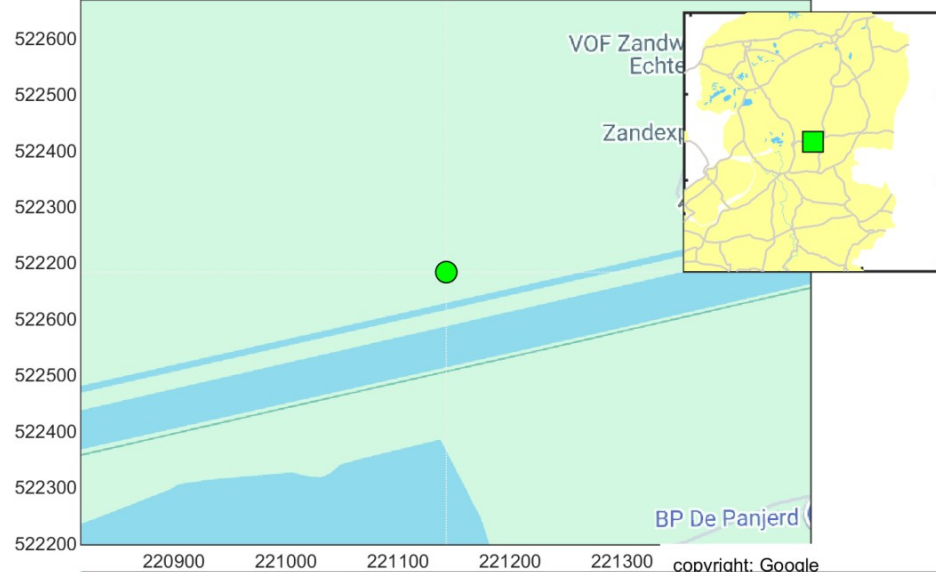


Peilbuiskenmerken van: Pb11A

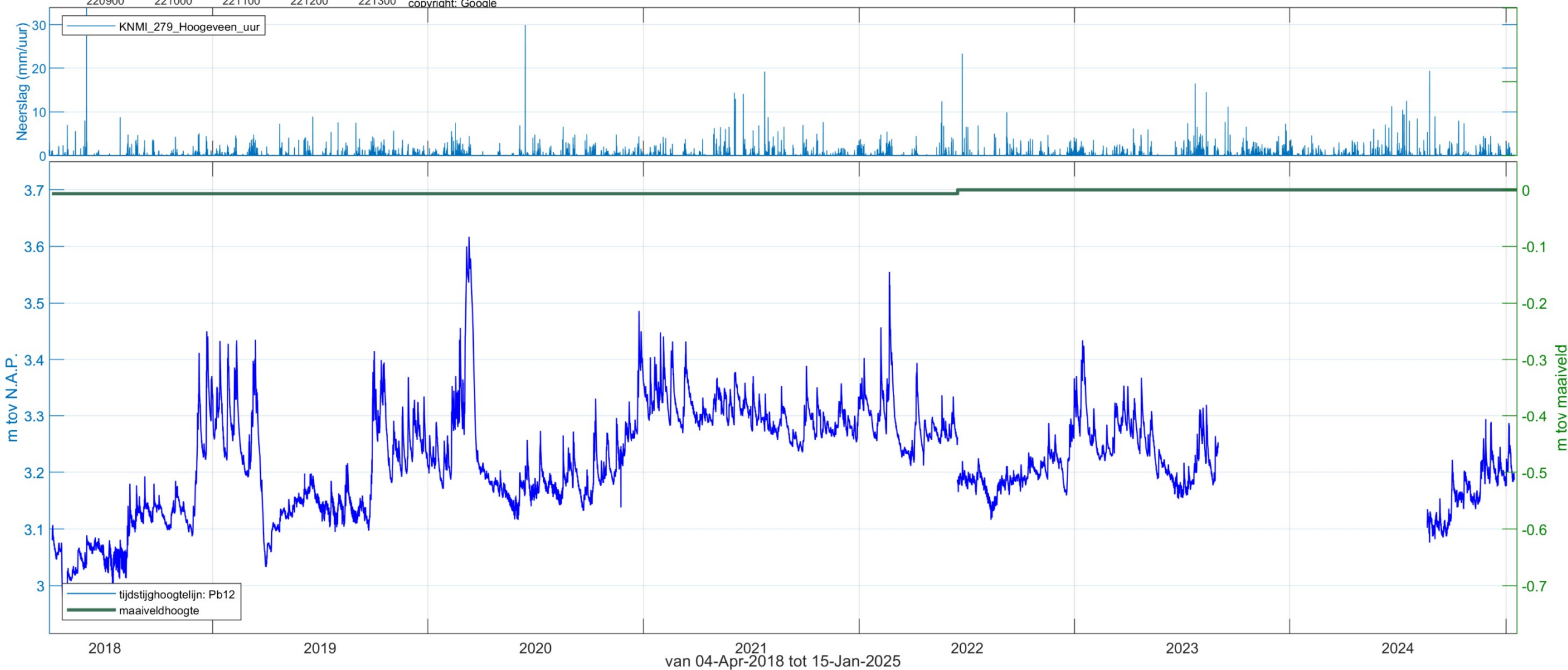
Meetpunt:	Pb11A	
X-coördinaat(RD):	221579	
Y-coördinaat(RD):	523627	
Maaiveldhoogte:	5.14	
Eenheid:	m tov N.A.P.	m tov maaiveld
Filternummer:	1	1
Bovenkant buis:	5.77	0.63
Filterstelling van:	2.12	-3.02
Filterstelling tot:	1.12	-4.02



Peilbuiskenmerken van: Pb12

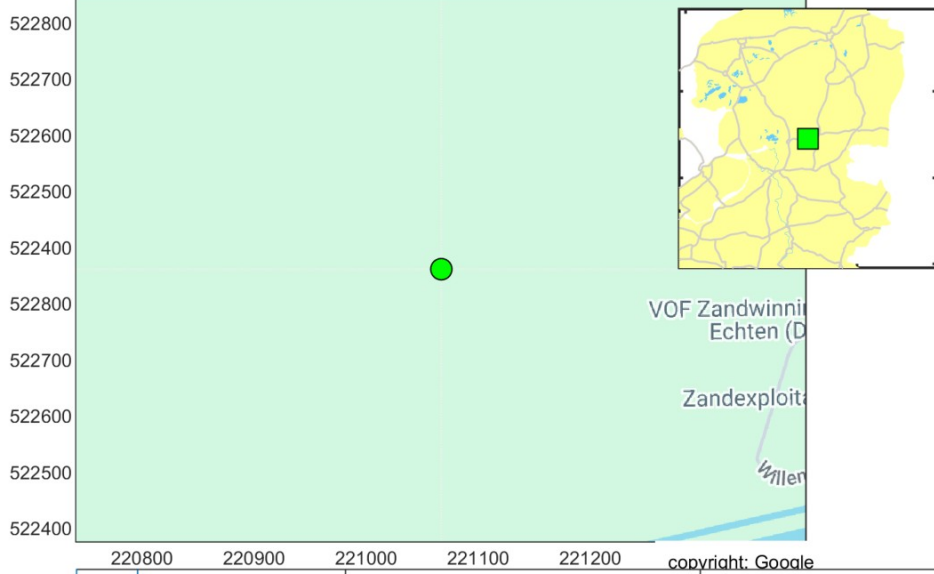


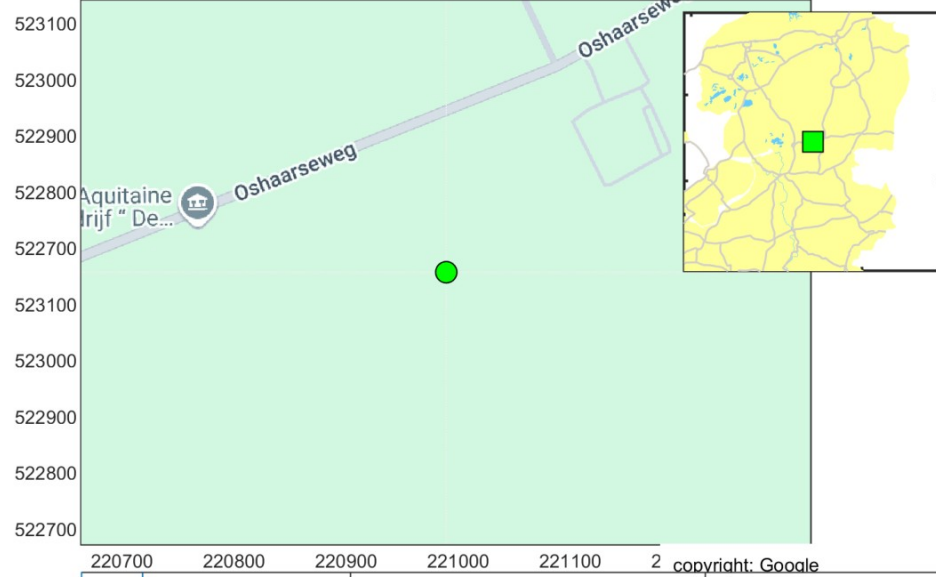
Meetpunt:	Pb12	
X-coördinaat(RD):	221143	
Y-coördinaat(RD):	522391	
Maaiveldhoogte:	3.70	
Eenheid:	m tov N.A.P.	m tov maaiveld
Filternummer:	1	1
Bovenkant buis:	4.52	0.82
Filterstelling van:	1.70	-2.00
Filterstelling tot:	0.70	-3.00



Peilbuisenmerken van: Pb13

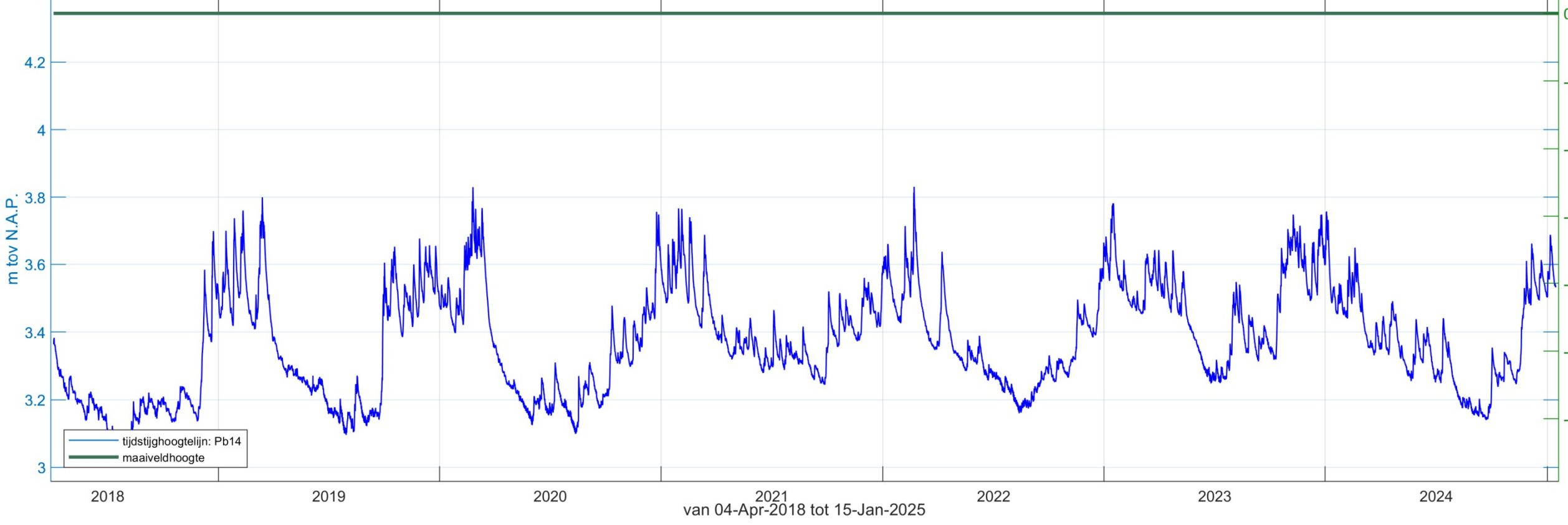
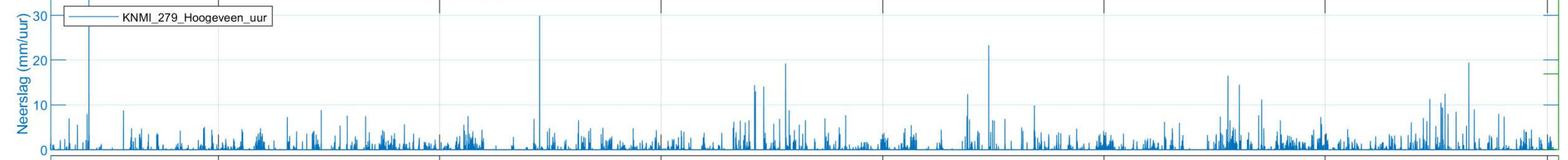
Meetpunt:	Pb13	
X-coördinaat(RD):	221067	
Y-coördinaat(RD):	522630	
Maaiveldhoogte:	3.82	
Eenheid:	m tov N.A.P.	m tov maaiveld
Filternummer:	1	1
Bovenkant buis:	5.01	1.19
Filterstelling van:	2.01	-1.81
Filterstelling tot:	1.01	-2.81





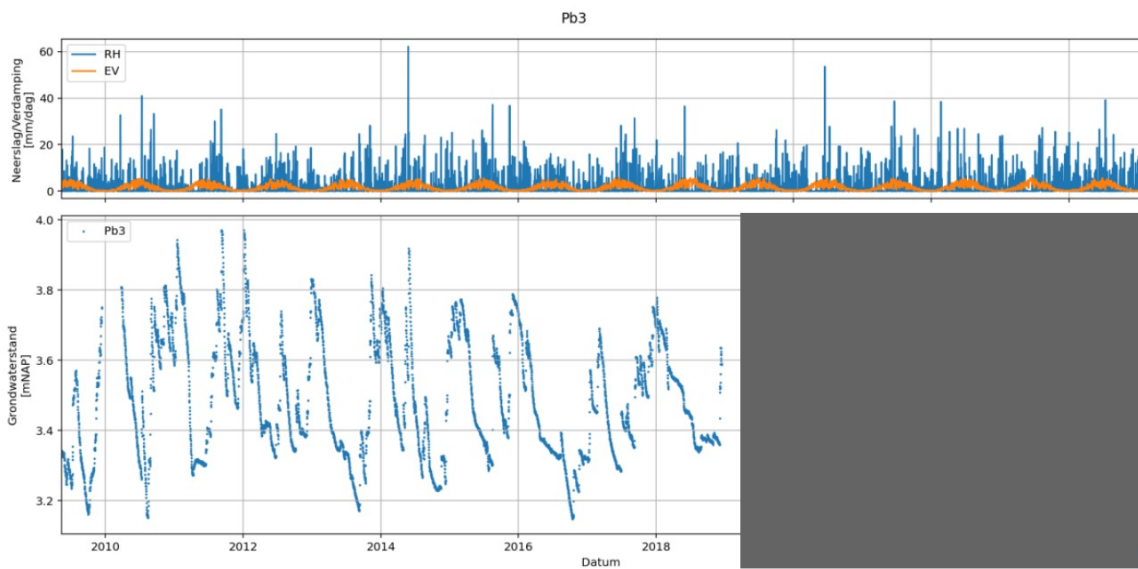
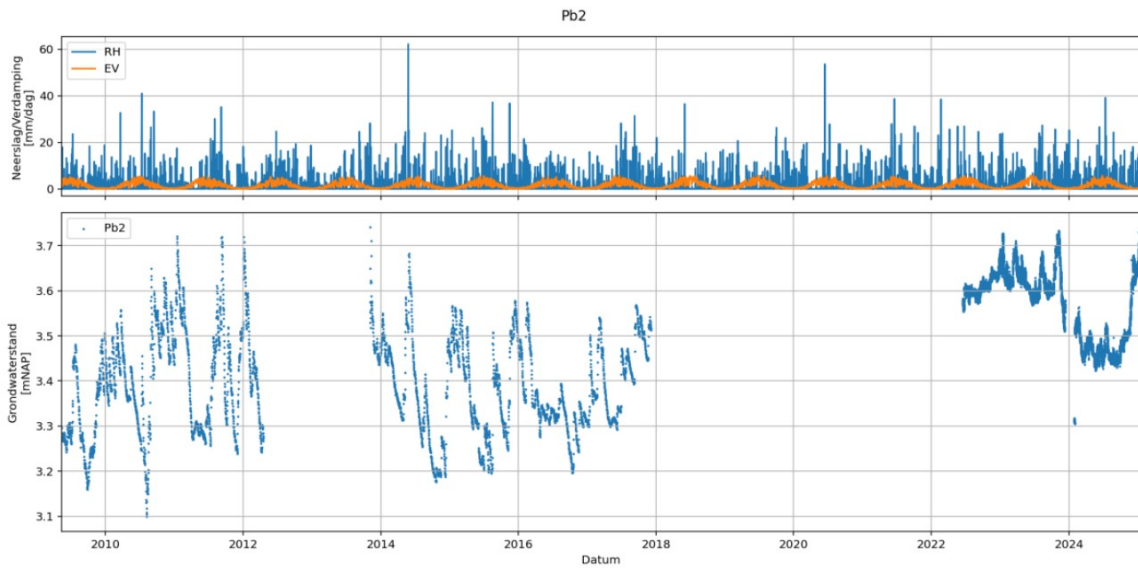
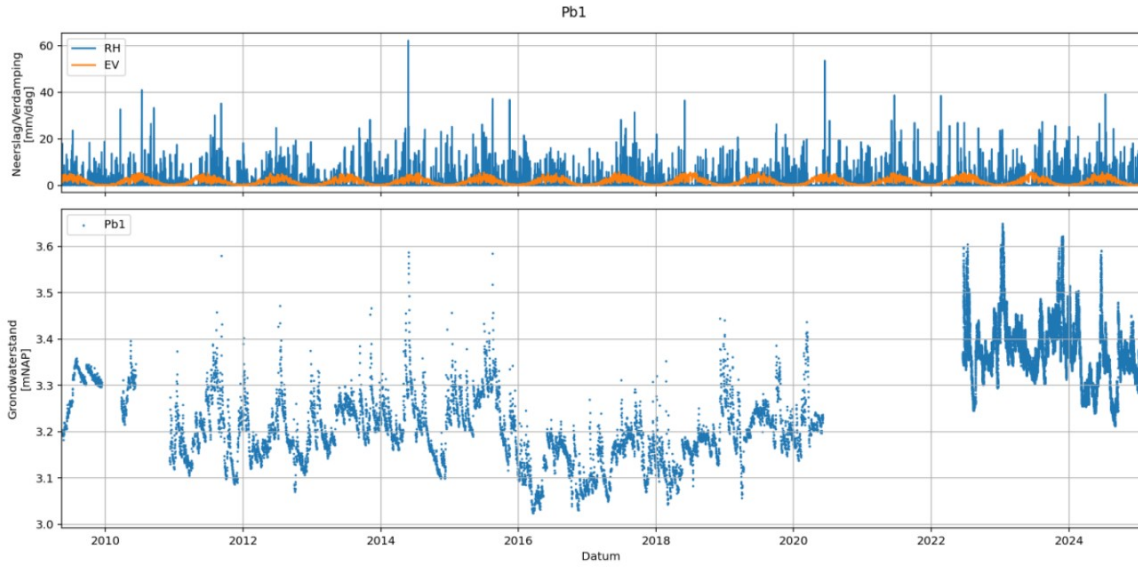
Peilbuiskenmerken van: Pb14

Meetpunt:	Pb14	
X-coördinaat(RD):	220989	
Y-coördinaat(RD):	522878	
Maaiveldhoogte:	4.34	
Eenheid:	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

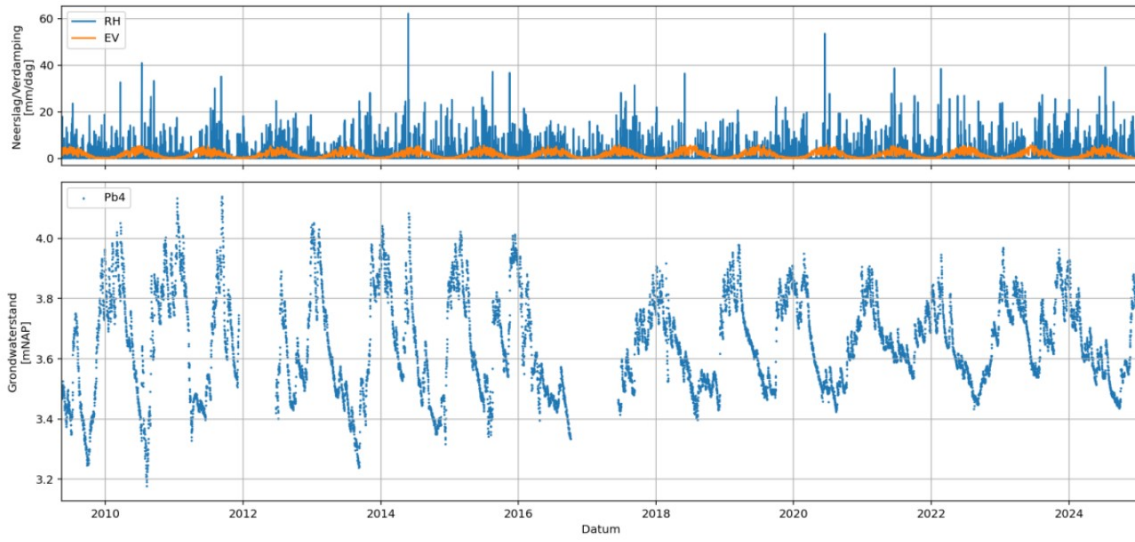


Bijlage 2

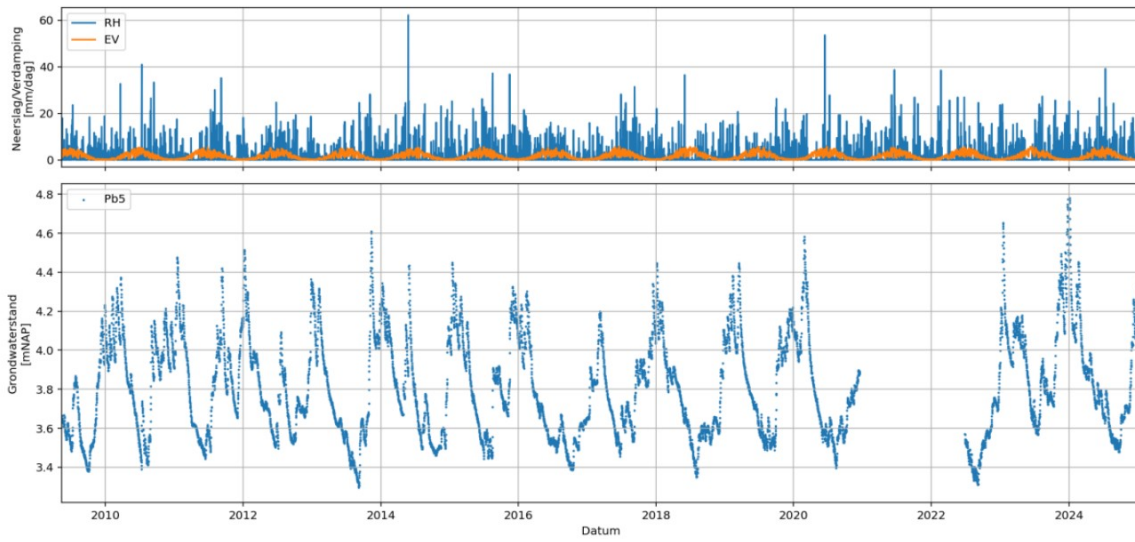




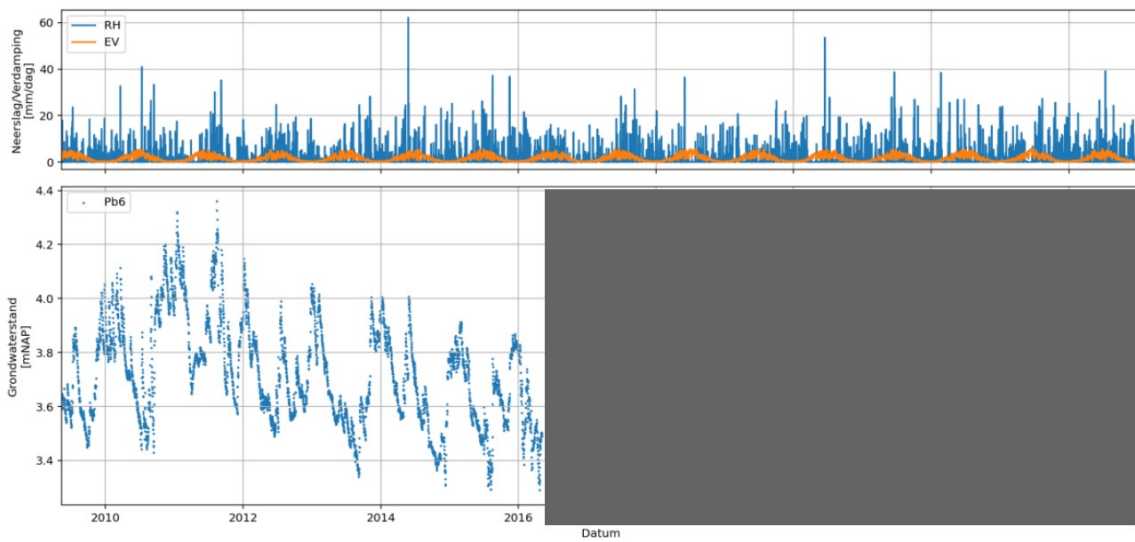
Pb4

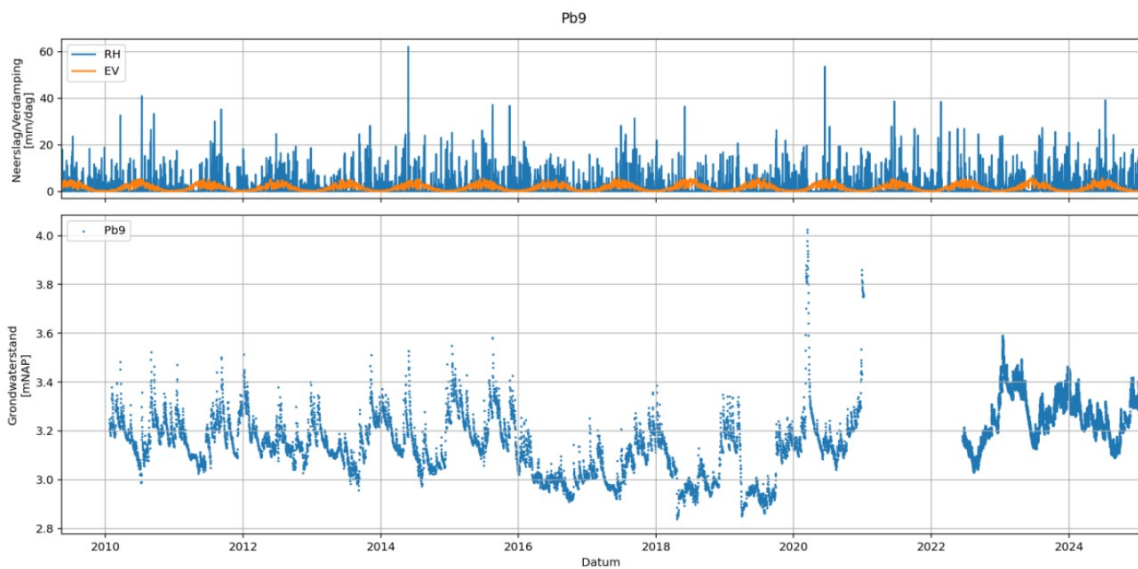
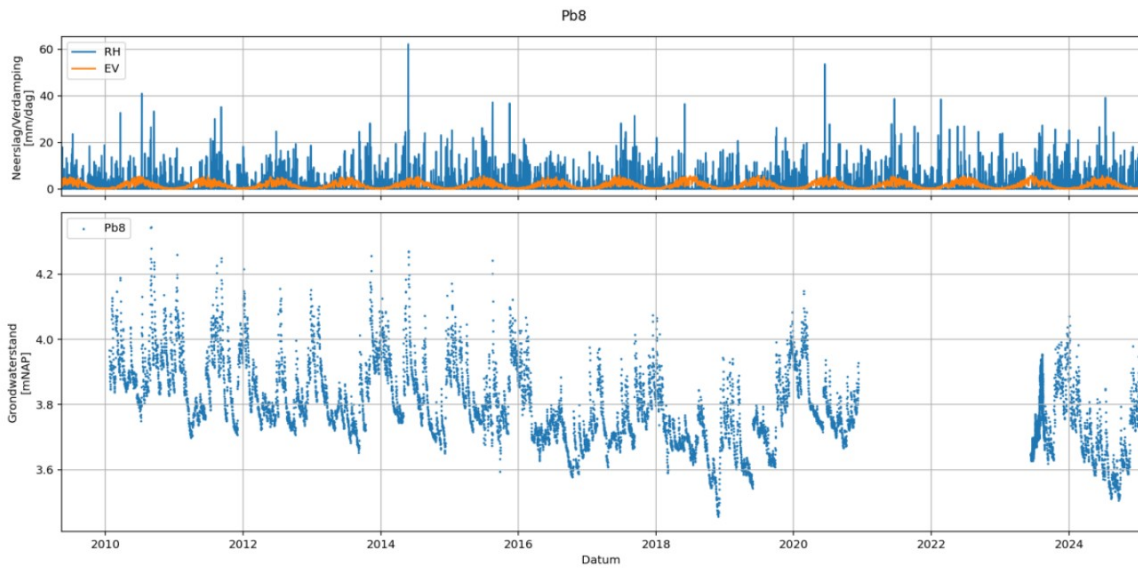
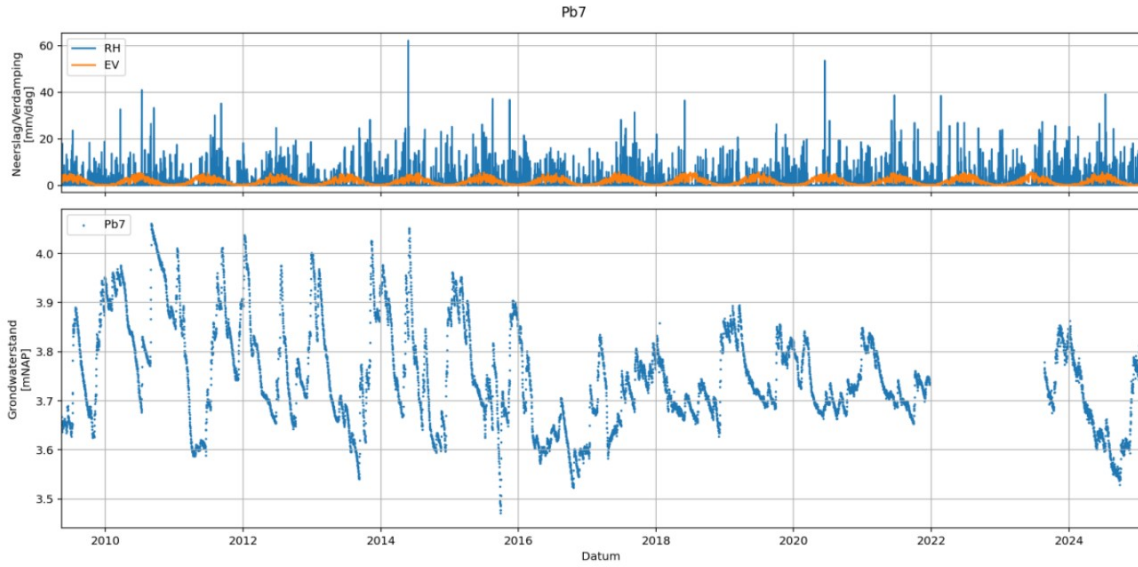


Pb5

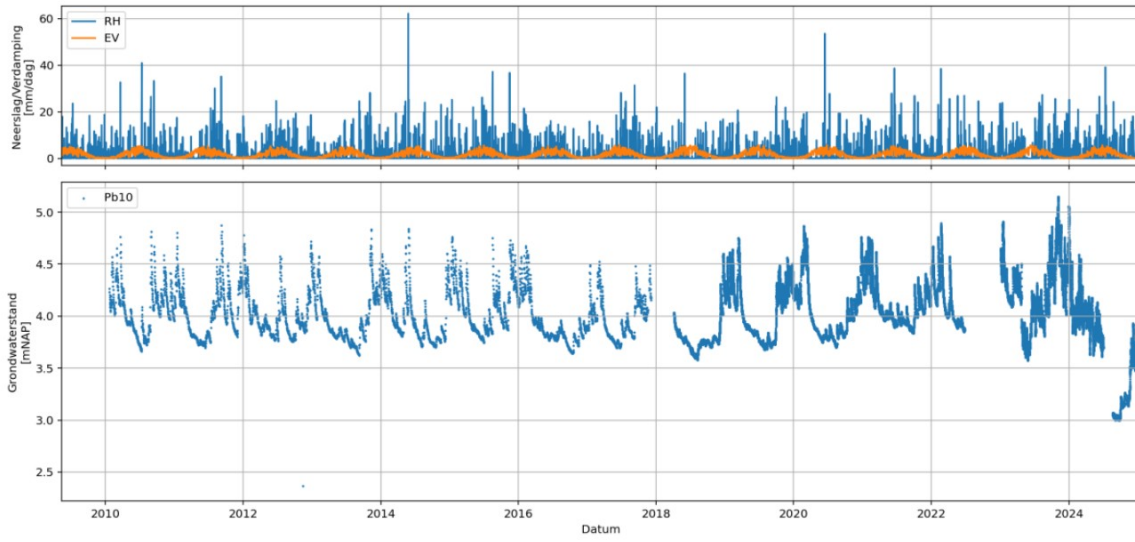


Pb6

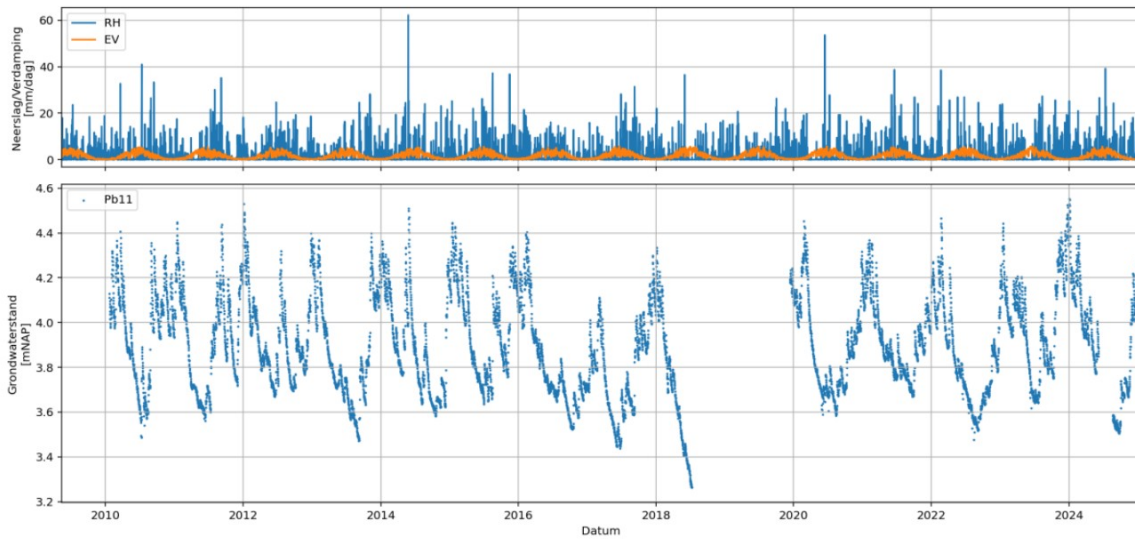




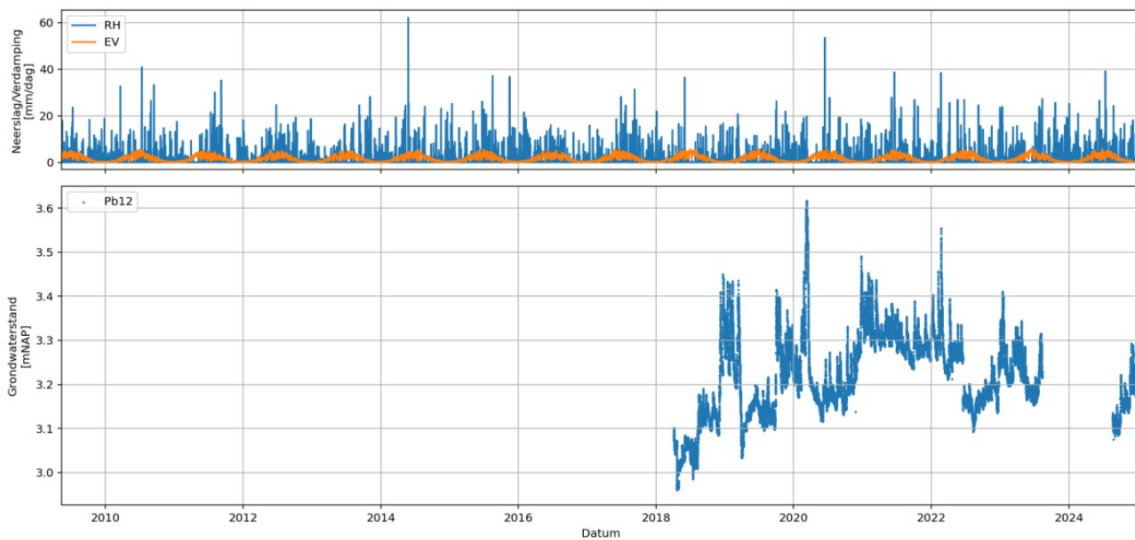
Pb10



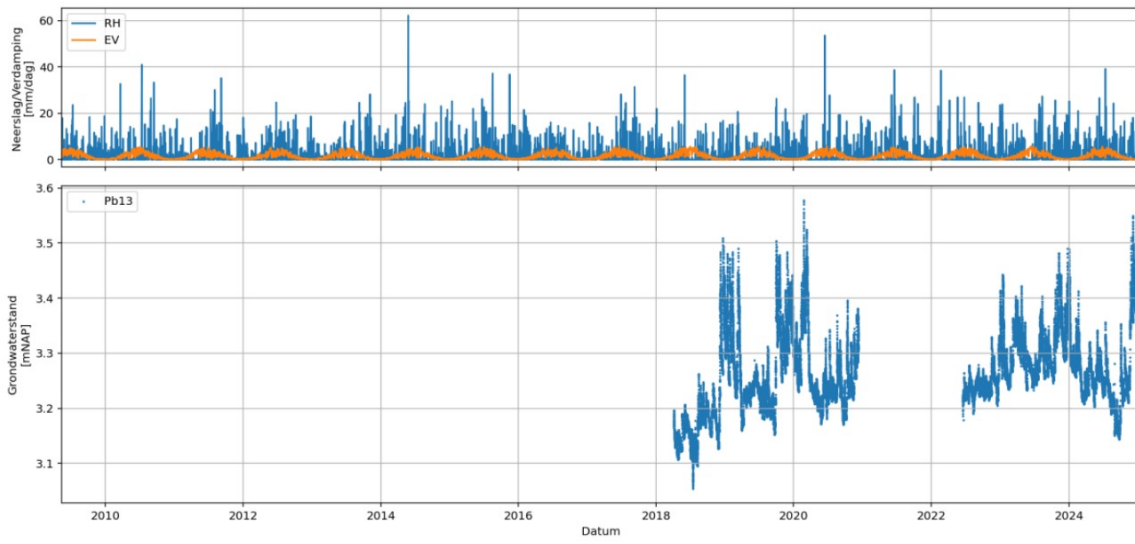
Pb11



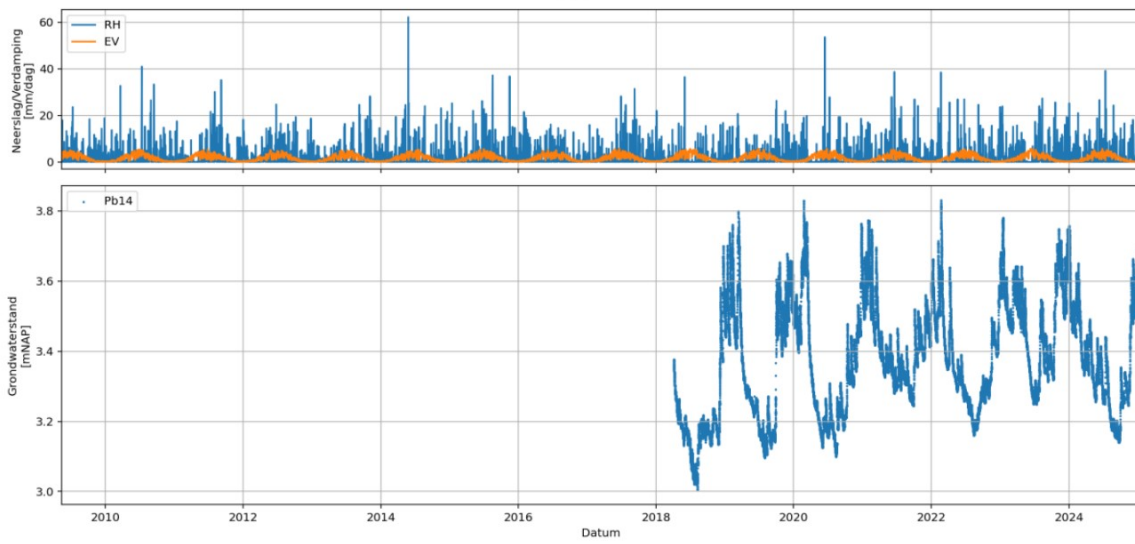
Pb12



Pb13

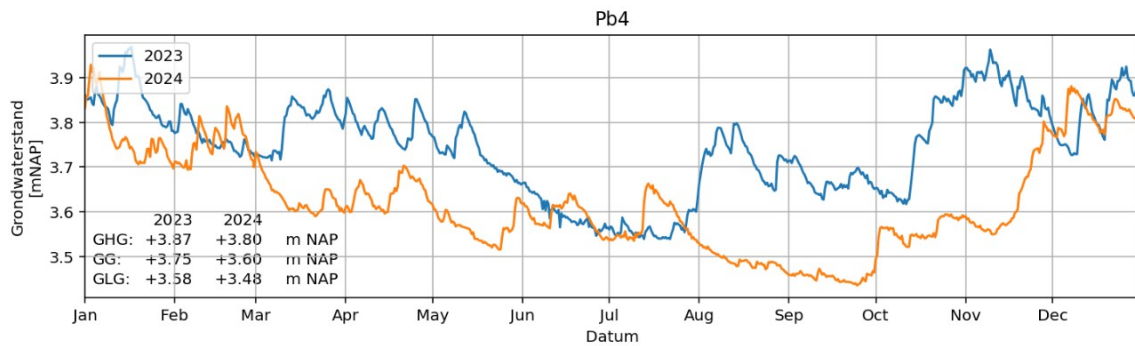
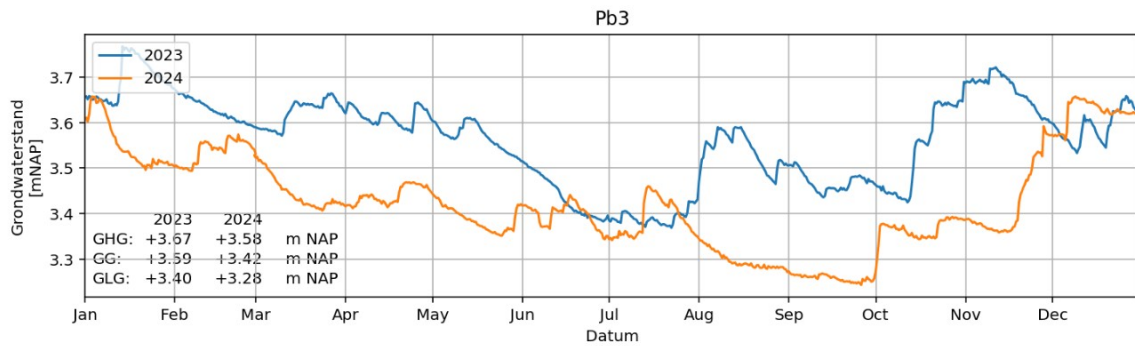
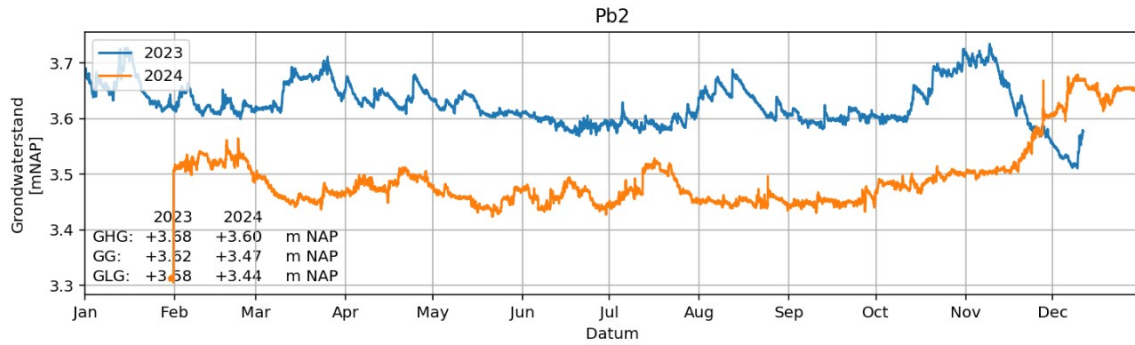
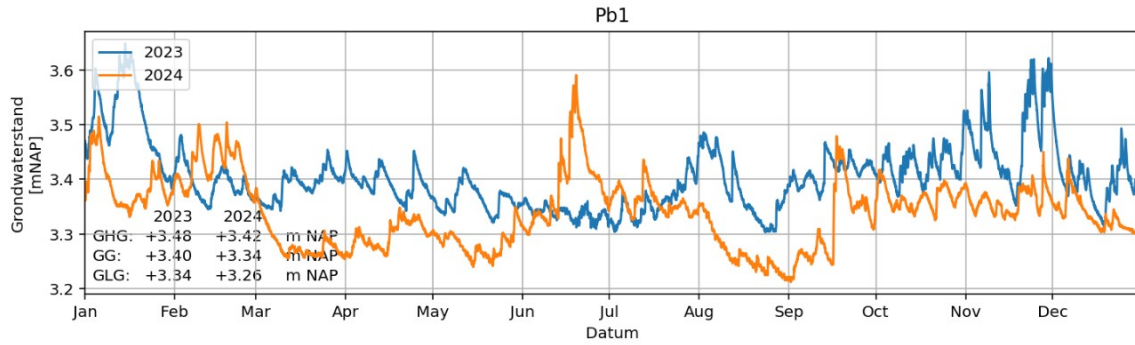


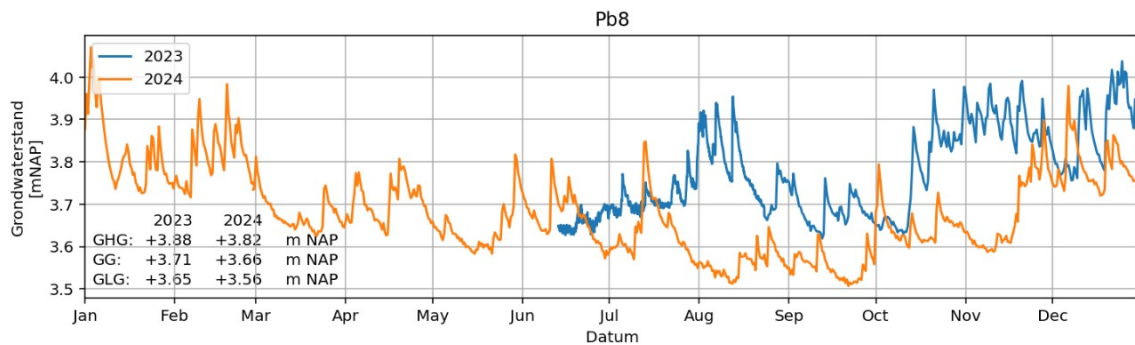
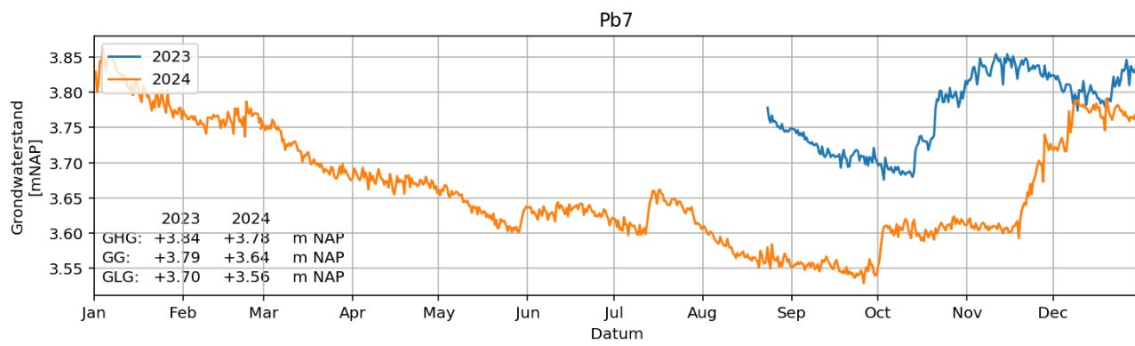
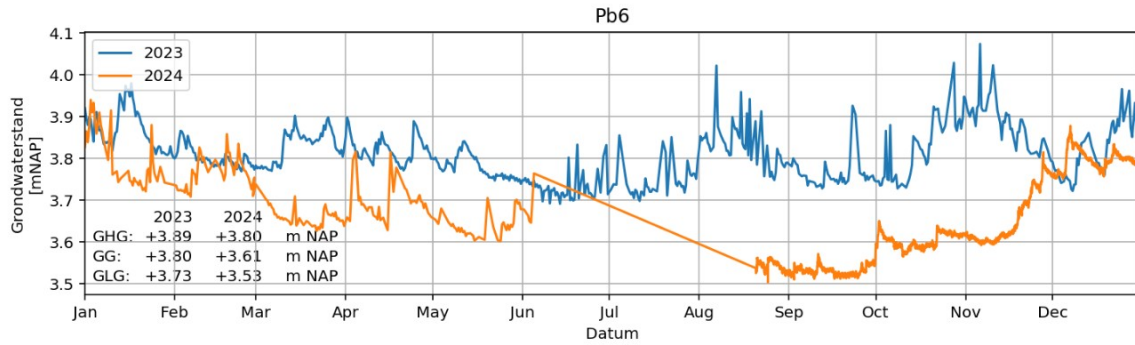
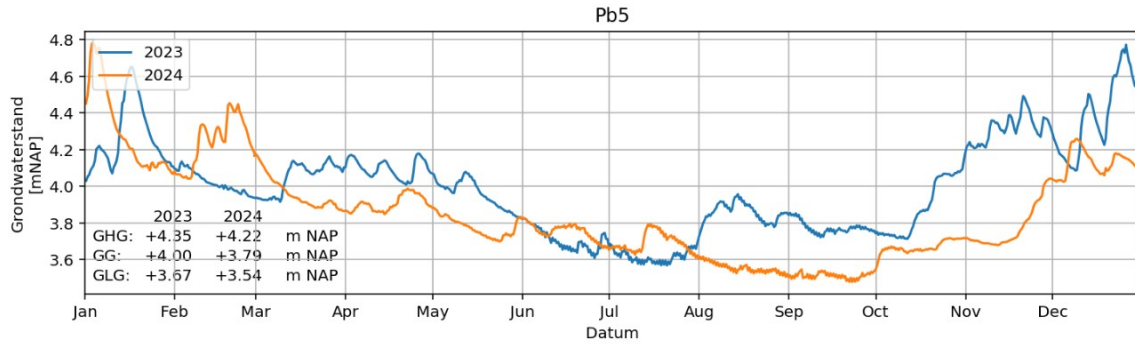
Pb14



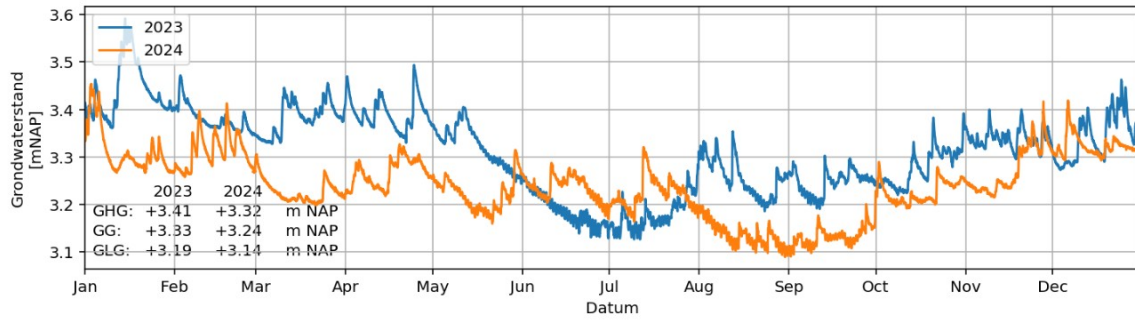
Bijlage 3



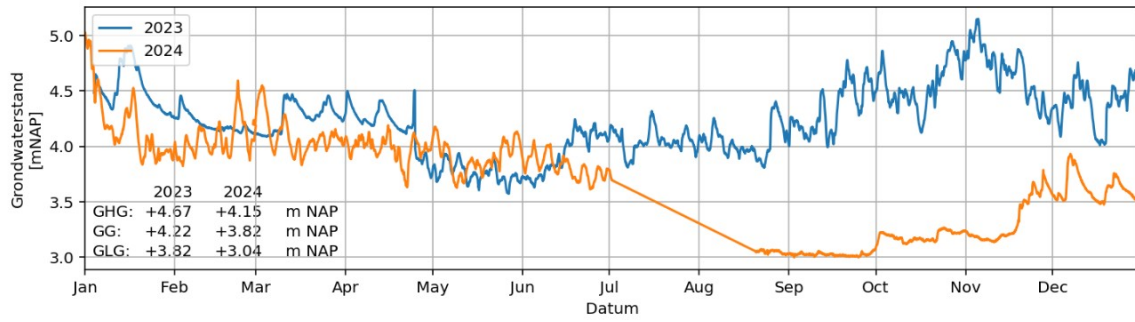




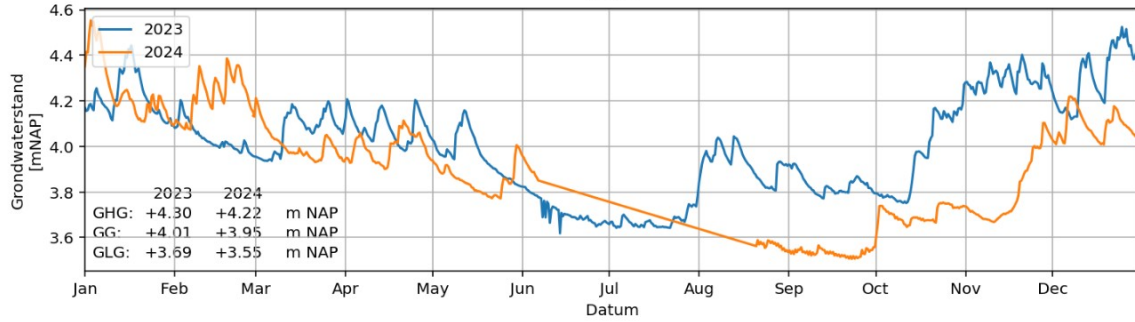
Pb9



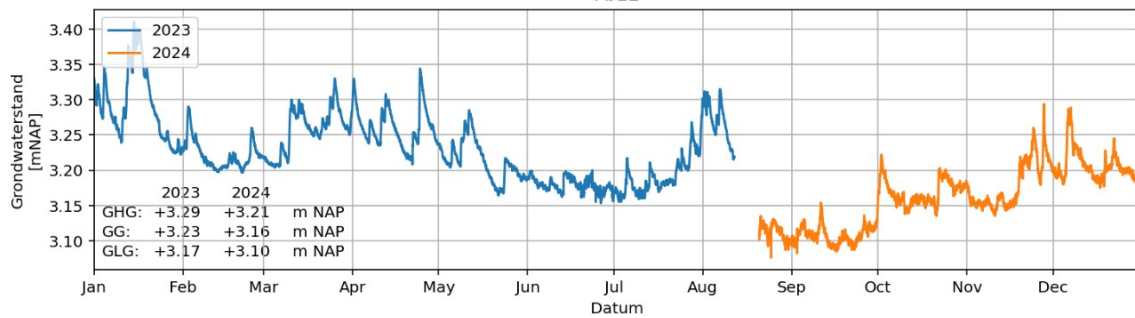
Pb10



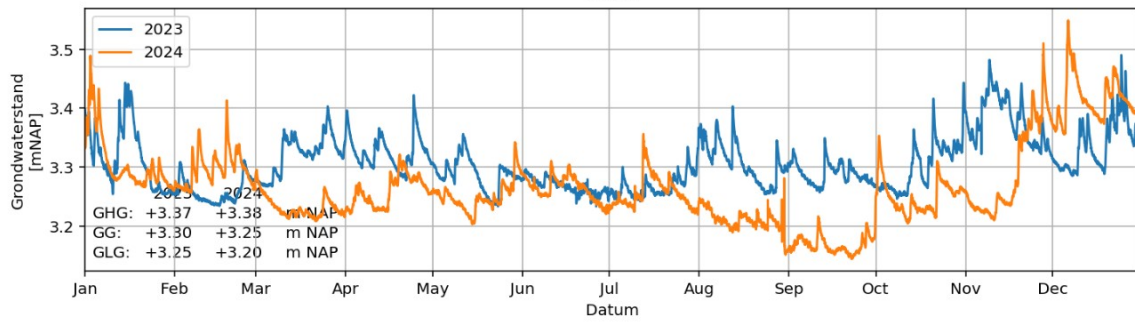
Pb11



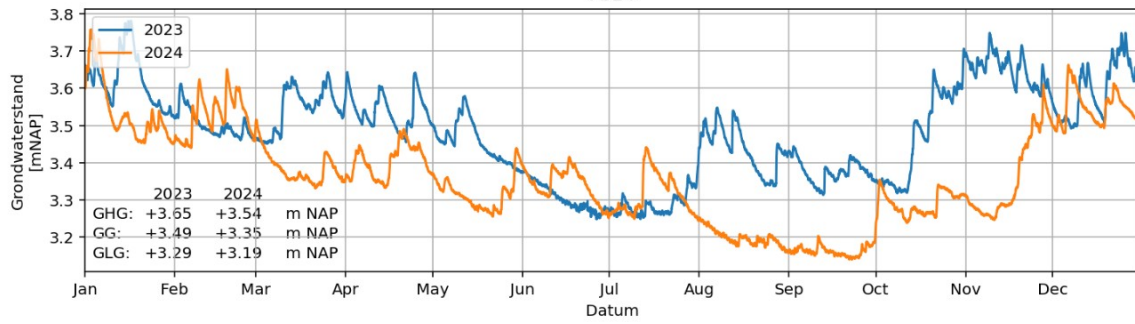
Pb12



Pb13

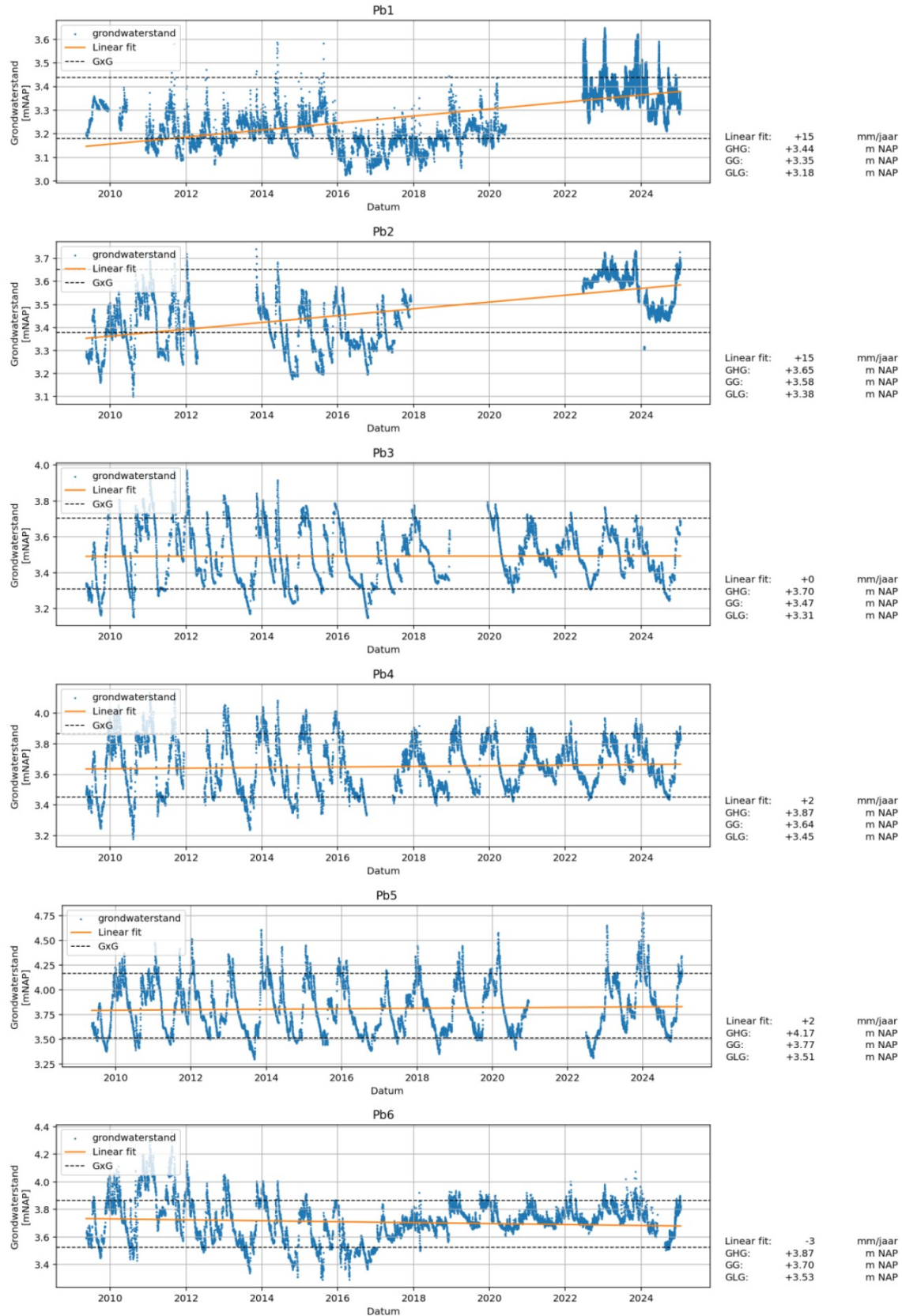


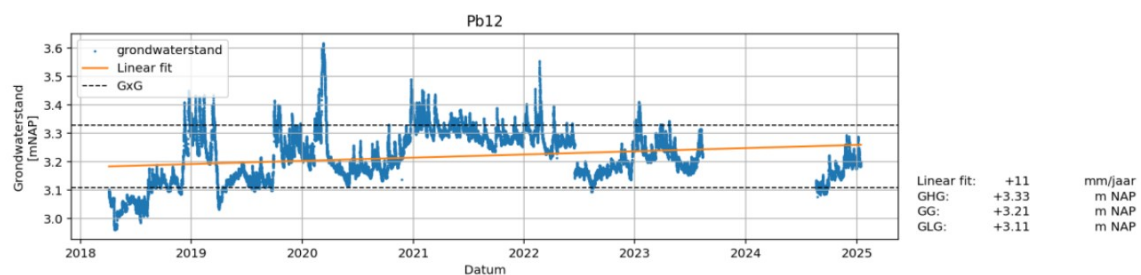
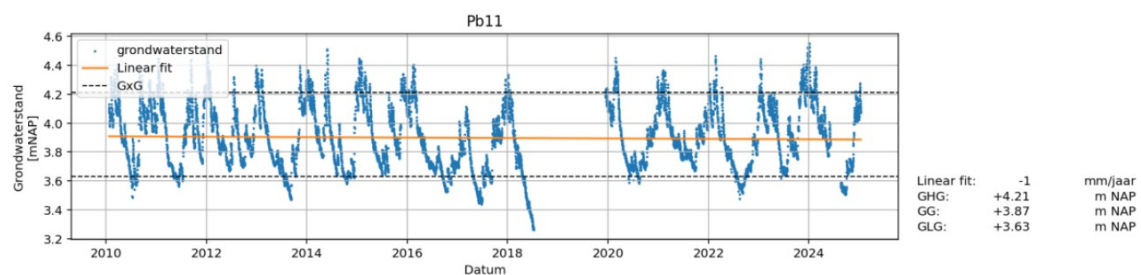
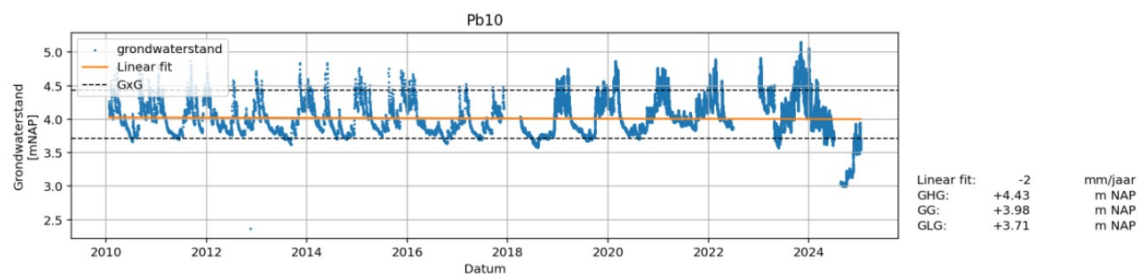
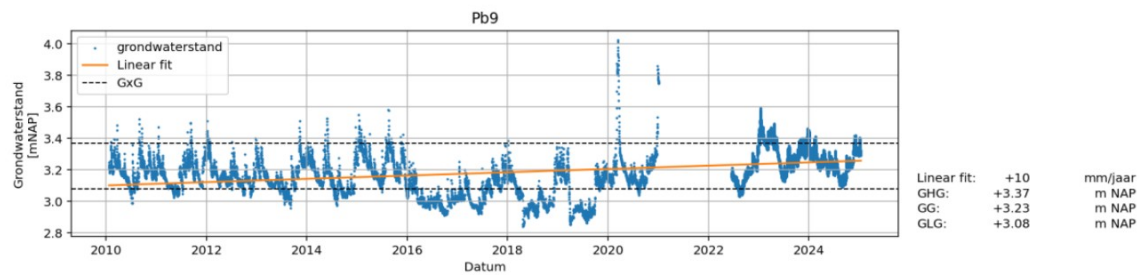
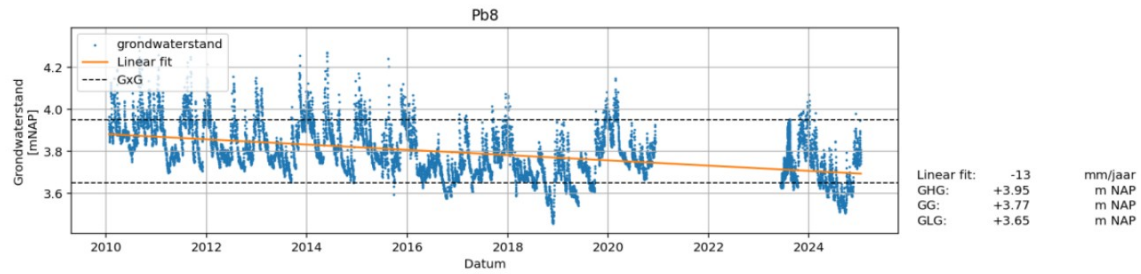
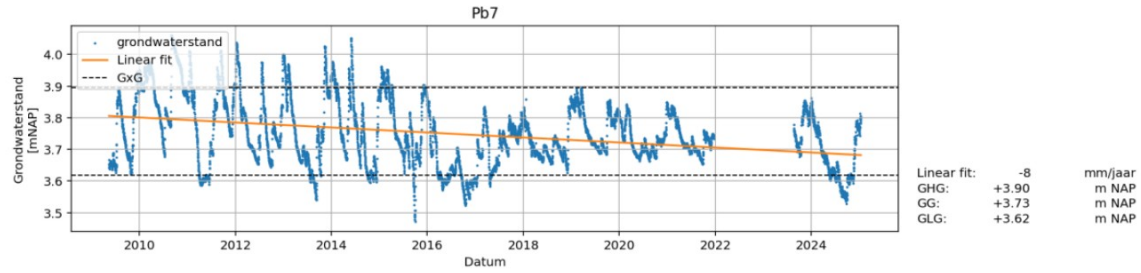
Pb14

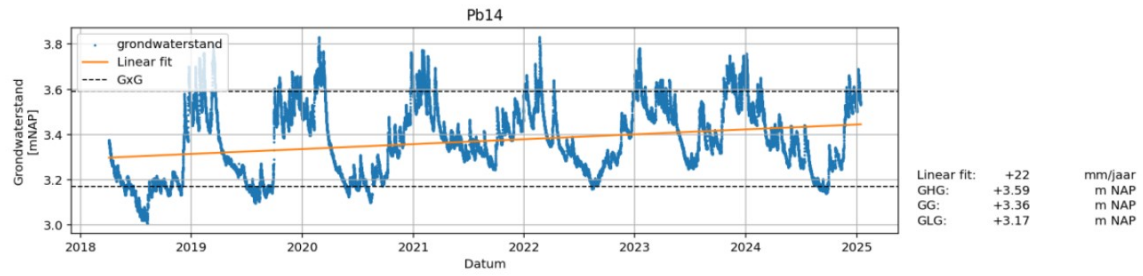
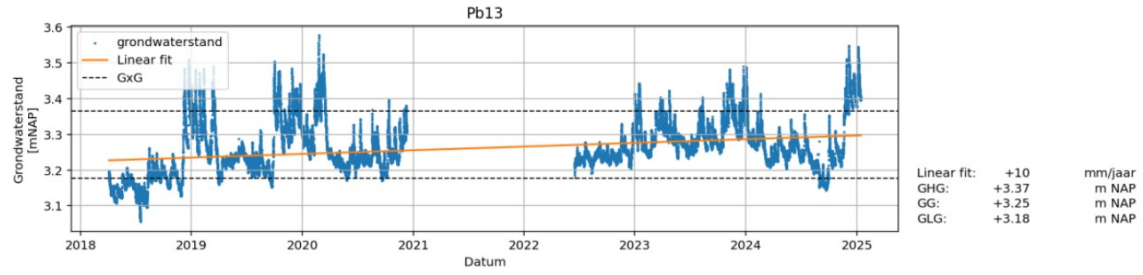


Bijlage 4





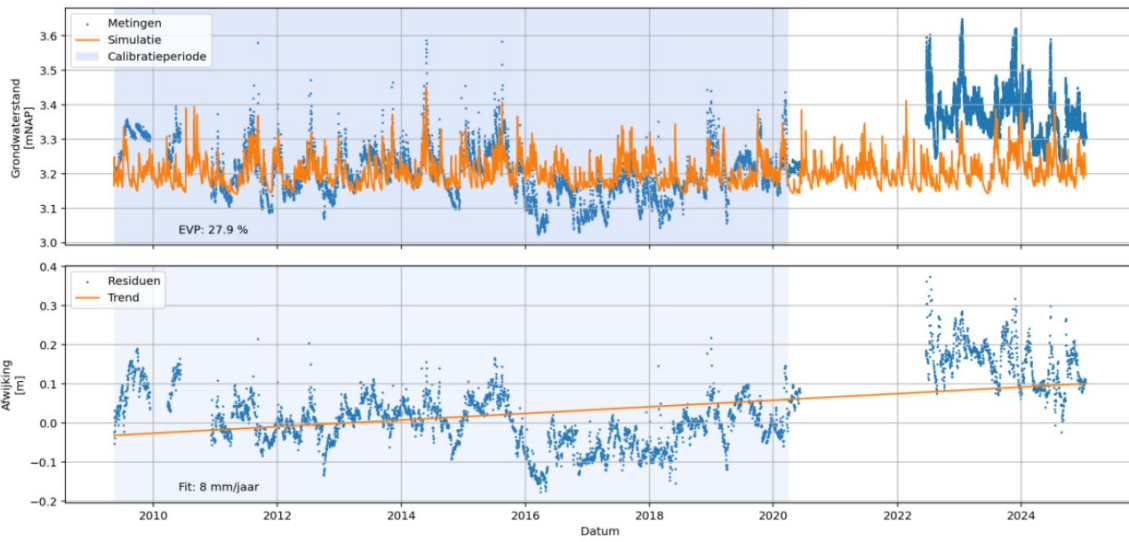




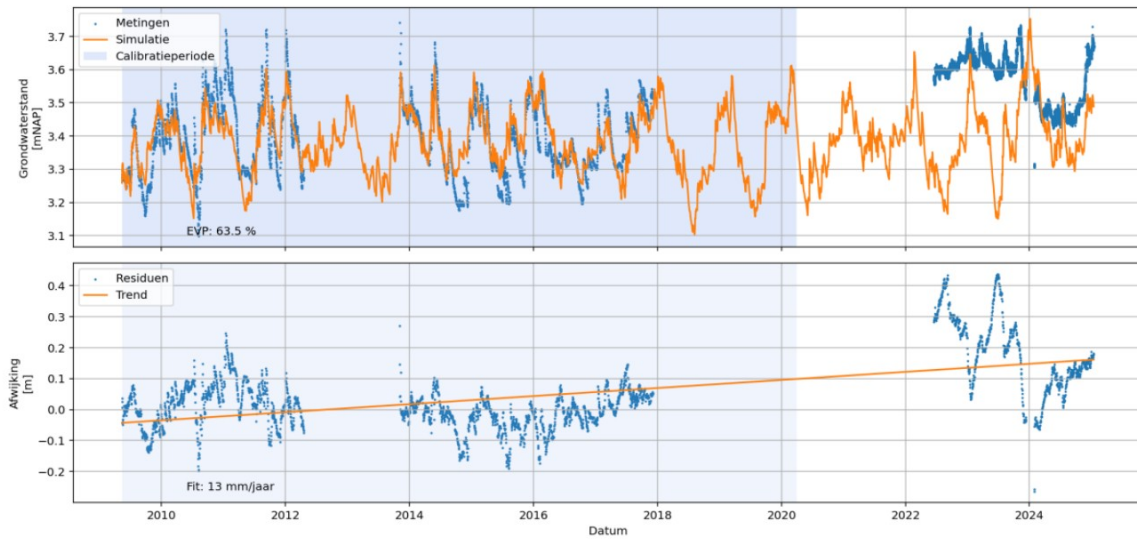
Bijlage 5



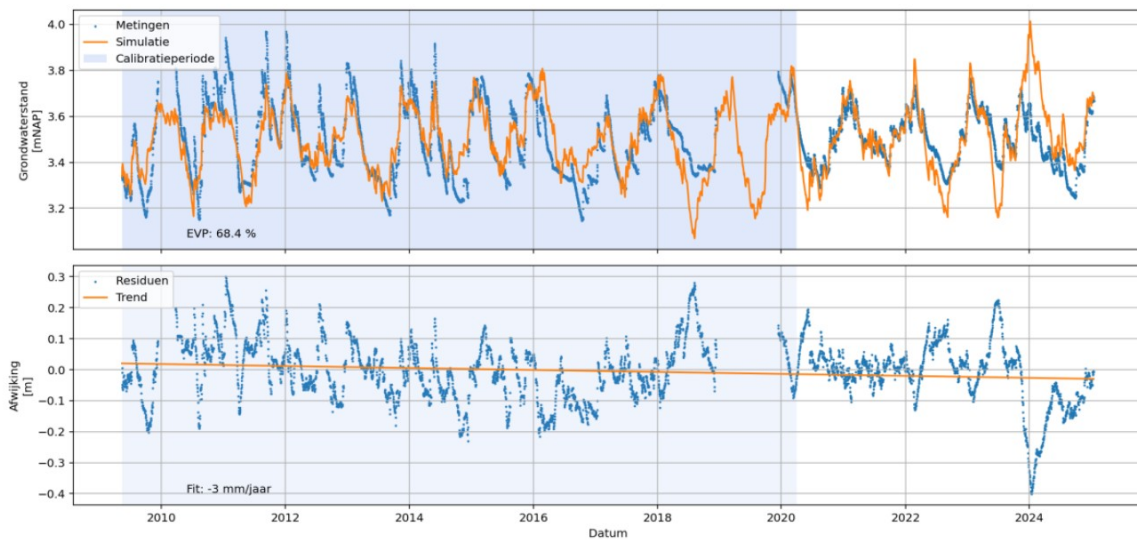
Pb1



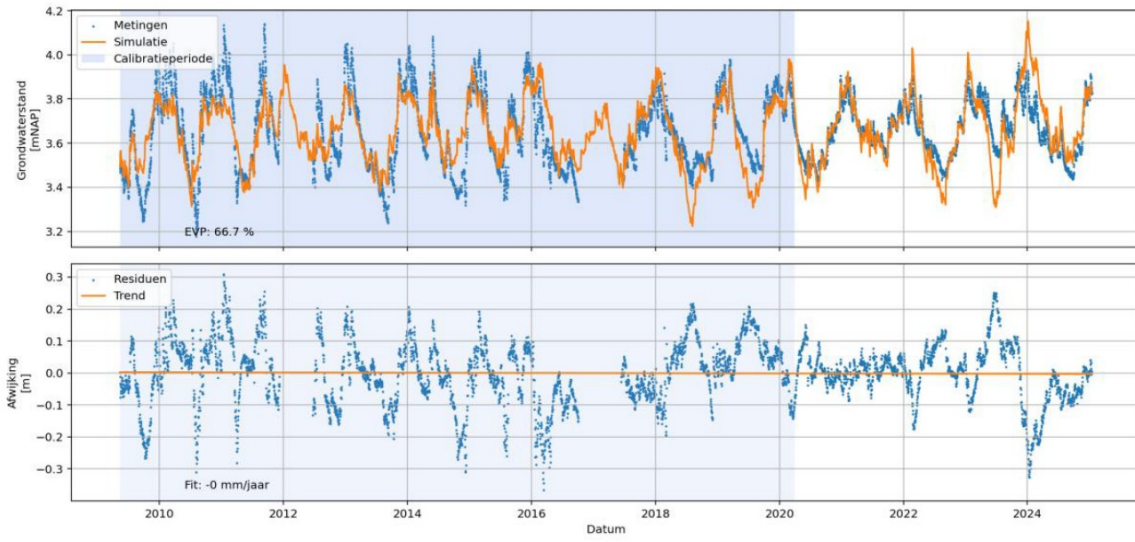
Pb2



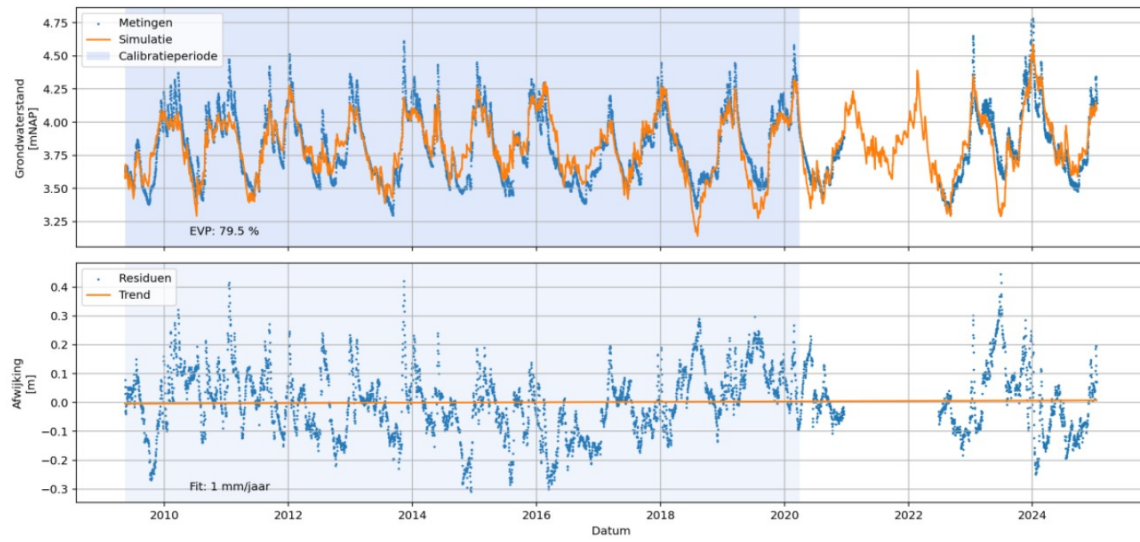
Pb3



Pb4



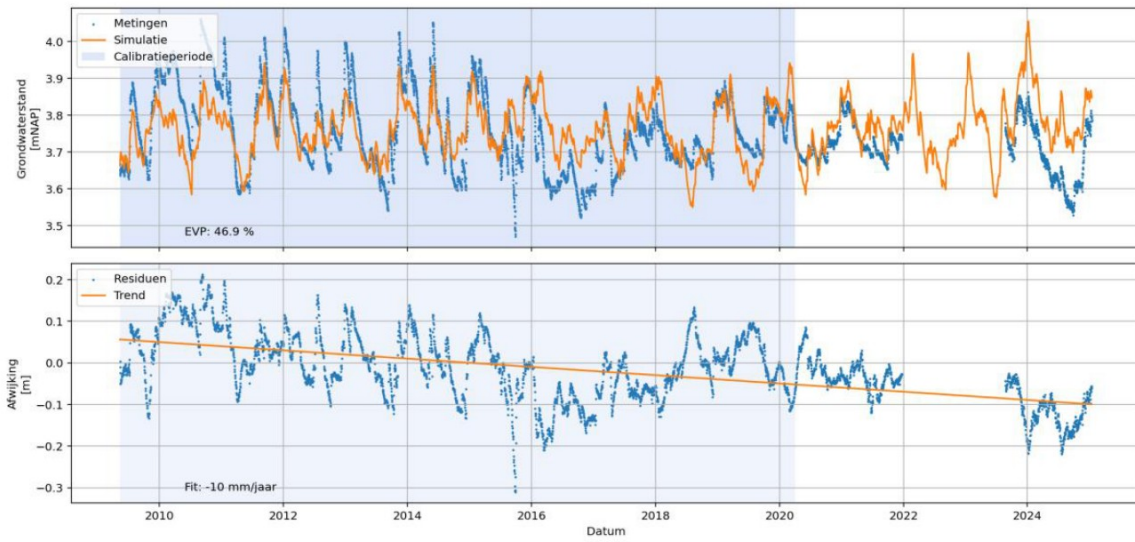
Pb5



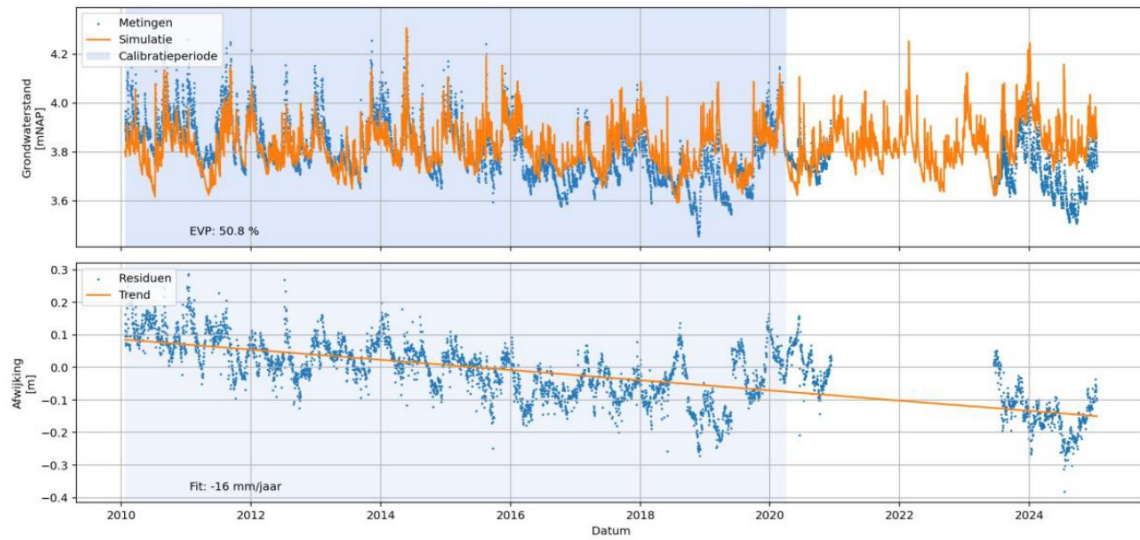
Pb6



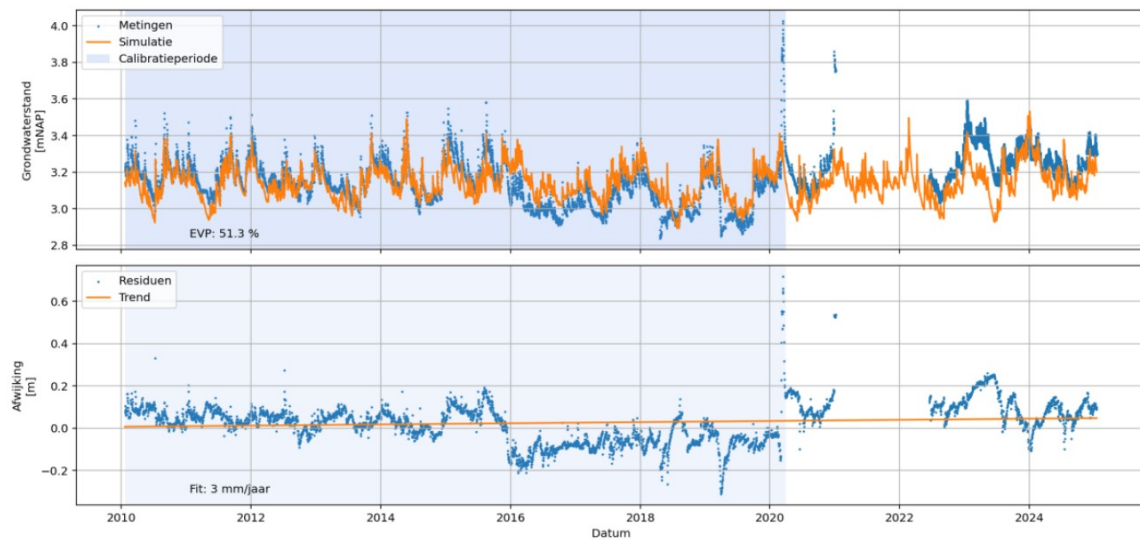
Pb7



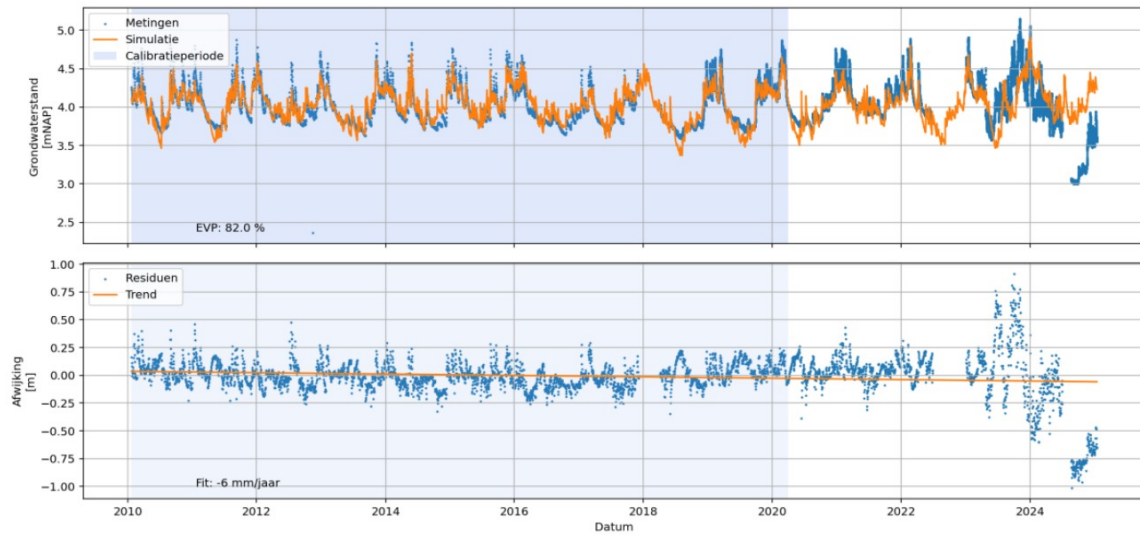
Pb8



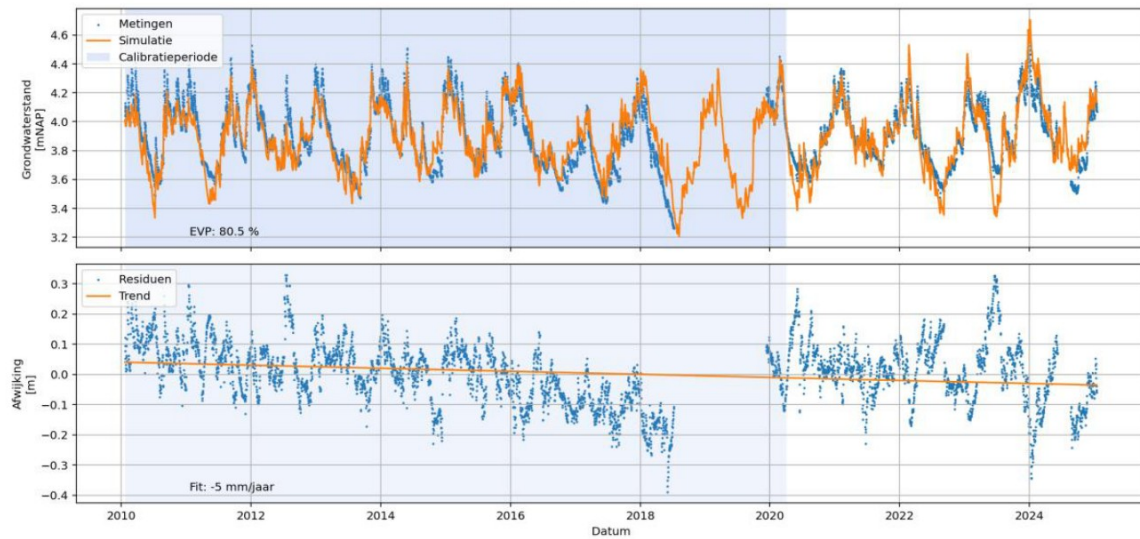
Pb9



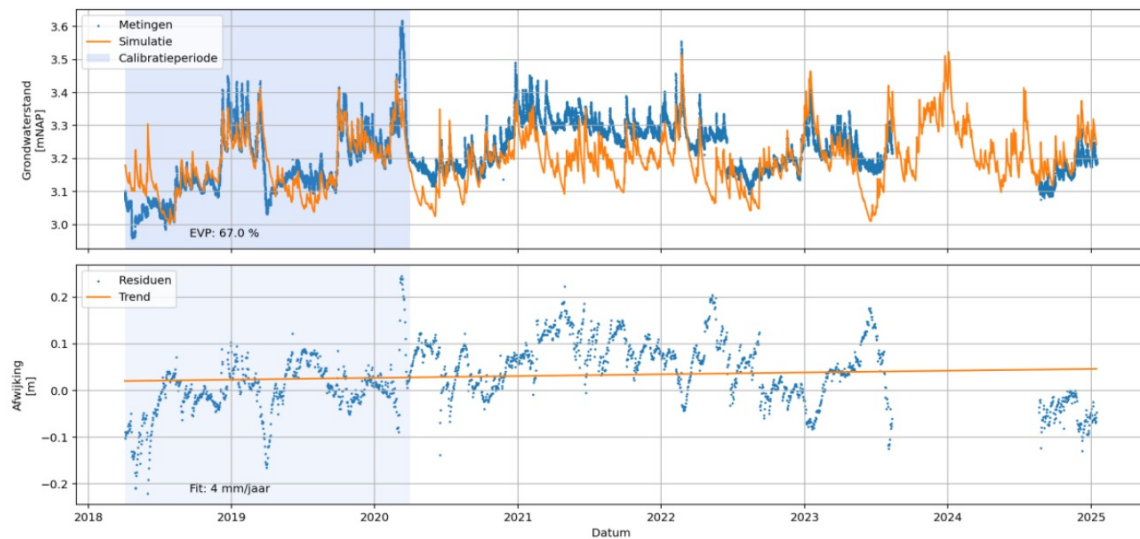
Pb10



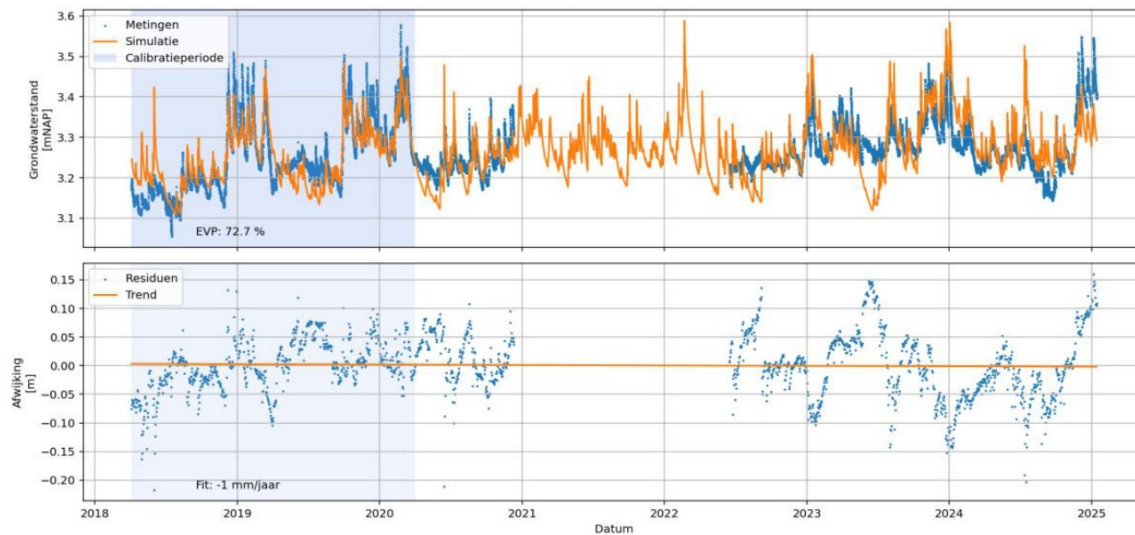
Pb11



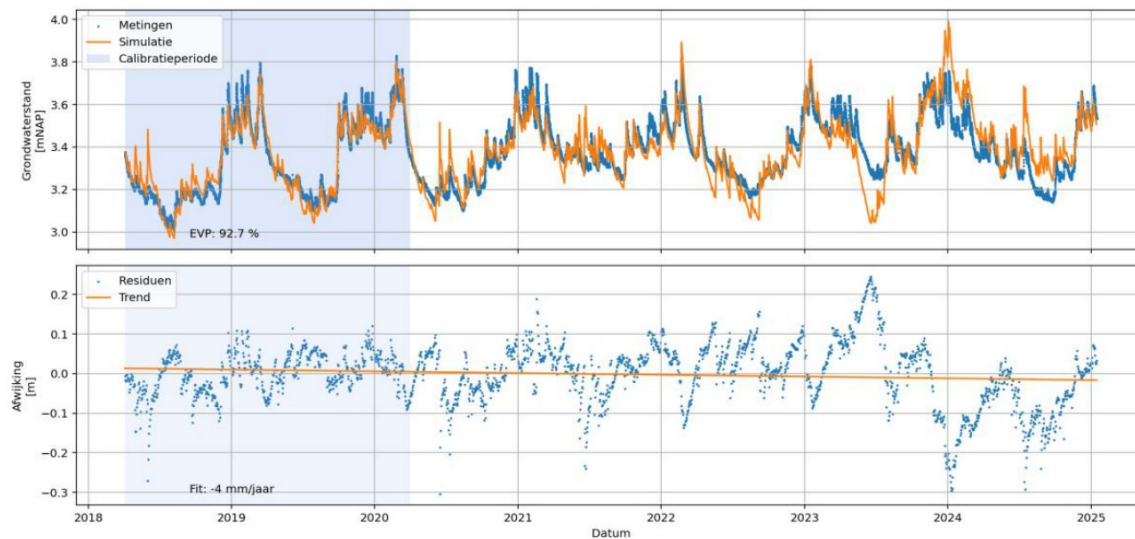
Pb12



Pb13



Pb14



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