

EINDRAPPORT

**Construeren Isohyphenkaart
Chemelot 2021**

Klant: DSM Industrie Grond B.V. en Site Grond B.V.

Referentie: BH8549100102MIRP001F01

Status: Eindrapport/01

Datum: 12 november 2021

HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

Amerikalaan 110
6199 AE Maastricht Airport
Mobility & Infrastructure
Trade register number: 56515154

+31 88 348 78 48 **T**
info@rhdhv.com **E**
royalhaskoningdhv.com **W**

Titel document: Construeren Isohypsenaart Chemelot 2021

Ondertitel: Isohypsenaart 2021
Referentie: BH8549100102MIRP001F01
Status: 01/Eindrapport
Datum: 12 november 2021
Projectnaam: Duurzaam Bodembeheer Chemelot
Projectnummer: BH8549-100-102

Opgesteld door: Wouter Swierstra, Eline Steinbusch

Gecontroleerd door: Bart Hoogenberg

Datum: 12-11-2021

Goedgekeurd door: Stan Cals

Datum: 12-11-2021

Classificatie

Projectgerelateerd

Behoudens andersluidende afspraken met de Opdrachtgever, mag niets uit dit document worden verveelvoudigd of openbaar gemaakt of worden gebruikt voor een ander doel dan waarvoor het document is vervaardigd. HaskoningDHV Nederland B.V. aanvaardt geen enkele verantwoordelijkheid of aansprakelijkheid voor dit document, anders dan jegens de Opdrachtgever.

Let op: dit document bevat persoonsgegevens van medewerkers van HaskoningDHV Nederland B.V. en dient voor publicatie of anderszins openbaar maken te worden geanonimiseerd.

Inhoud

1	Inleiding	1
1.1	Leeswijzer	1
2	Achtergrondinformatie	2
2.1	Locatie Chemelot site en peilbuizen	2
2.2	Beschrijving Hydrogeologische situatie	3
2.3	Beïnvloeding van grondwaterstroming door oppervlaktewater	7
2.4	Beïnvloeding van grondwaterstroming door stijgend mijnwater	9
3	Keuze periode voor construeren isohypsenkaart	12
4	Werkwijze Construeren isohypsenkaart	14
4.1	Stap 1: analyse van de meetgegevens en verwijderen van uitbijters	14
4.2	Stap 2: berekenen gemiddelde stijghoogte 2013 t/m 2020 op basis van metingen	15
4.3	Stap 3: berekenen gemiddelde stijghoogte 2013 t/m 2020 op basis van inter- of extrapolatie met behulp van tijdreeksanalyse	17
4.4	Stap 4: selectie van peilbuizen voor isohypsenkaart	20
4.4.1	Selecteren van bovenste filter	20
4.4.2	Verwijderen diepe filters	20
4.4.3	Verwijderen peilbuizen binnen bergingen	20
4.4.4	Verwijderen afwijkende peilbuizen	21
4.4.5	Toevoegen van peilbuizen van belang voor isohypsenkaart	21
4.5	Stap 5: construeren isohypsenkaart	21
4.5.1	Ruwe isohypsenkaart (puur op basis van interpolatie van de metingen)	22
4.5.2	Bewerkte isohypsenkaart	22
5	Resultaat isohypsenkaart	23
5.1	Bespreking resultaat isohypsenkaarten	23
5.2	Stroombanen en oppervlaktewater Waterschap Limburg	25
5.3	Vergelijking resultaat isohypsenkaart met de isohypsenkaart 2013	26
6	Conclusies en aanbevelingen	27
7	Literatuur	29

Bijlagen

1. Overzichtskaart
2. Selectie peilbuizen voor construeren isohypsenkaart
3. Grafieken peilbuizen waarvoor gemiddelde bepaald is op basis van de metingen
4. Grafieken peilbuizen waarvoor gemiddelde bepaald is op basis van tijdreeksanalyse
5. Grafieken van overige peilbuizen, met de geïnterpoleerde waarde uit isohypsenkaart
6. Ruwe isohypsenkaart
7. Bewerkte isohypsenkaart
8. Vergelijking met isohypsenkaart 2013

1 Inleiding

De DSM beschikt over een uitgebreid meetnet van peilbuizen op de Chemelot site in Geleen en omgeving. De peilbuizen worden gebruikt voor waterkwaliteitsmetingen en waterkwantiteitsmetingen.

Doel van voorliggende studie is het analyseren van de grondwatermetingen van het meetnet en het construeren van een isohypsenkaart met ingetekende stroombanen.

Eerder zijn in 2006 en in 2013 ook isohypsenkaarten vervaardigd. De isohypsenkaart uit 2006 is gebaseerd op de gemiddelde grondwaterstanden van 2005. De isohypsenkaart van 2013 is gebaseerd op de gemiddelde grondwaterstand over de langjarige periode 2000 t/m 2012. Door de grote hoeveelheid peilbuizen is het opstellen van een isohypsenkaart door middel van interpolatie van de gemeten grondwaterstanden een zeer acceptabele en veelgebruikte methode.

In voorliggende studie is de isohypsenkaart vervaardigd in 2013 geüpdatet. De update betreft het creëren van een isohypsenkaart over de periode 2013 t/m 2020. De isohypsenkaart 2013 is gemaakt in het kader van de herijking 2013 van het Plan van Aanpak Bodemsanering DSM, Geleen en Stein ((2000). Voorliggende update is gemaakt in het kader van Duurzaam Bodembeheer Chemelot.

De isohypsenkaart wordt momenteel gebruikt voor het bepalen van de grondwaterstromingsrichting en daarmee voor het bepalen van de locaties voor waterkwaliteitsmetingen benedenstreams van verontreinigingen.

1.1 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt achtergrondinformatie gegeven over de locatie van het meetnet en de hydro-geologische kenmerken van de ondergrond. Hoofdstuk 3 en 4 gaan in op de keuze van de periode en werkwijze van het construeren van de isohypsenkaart. Vervolgens wordt in hoofdstuk 5 het resultaat van de isohypsenkaart besproken en een vergelijking gemaakt met de isohypsenkaart vervaardigd in 2013. Als laatste zijn in hoofdstuk 6 conclusies getrokken en worden aanbevelingen gegeven.

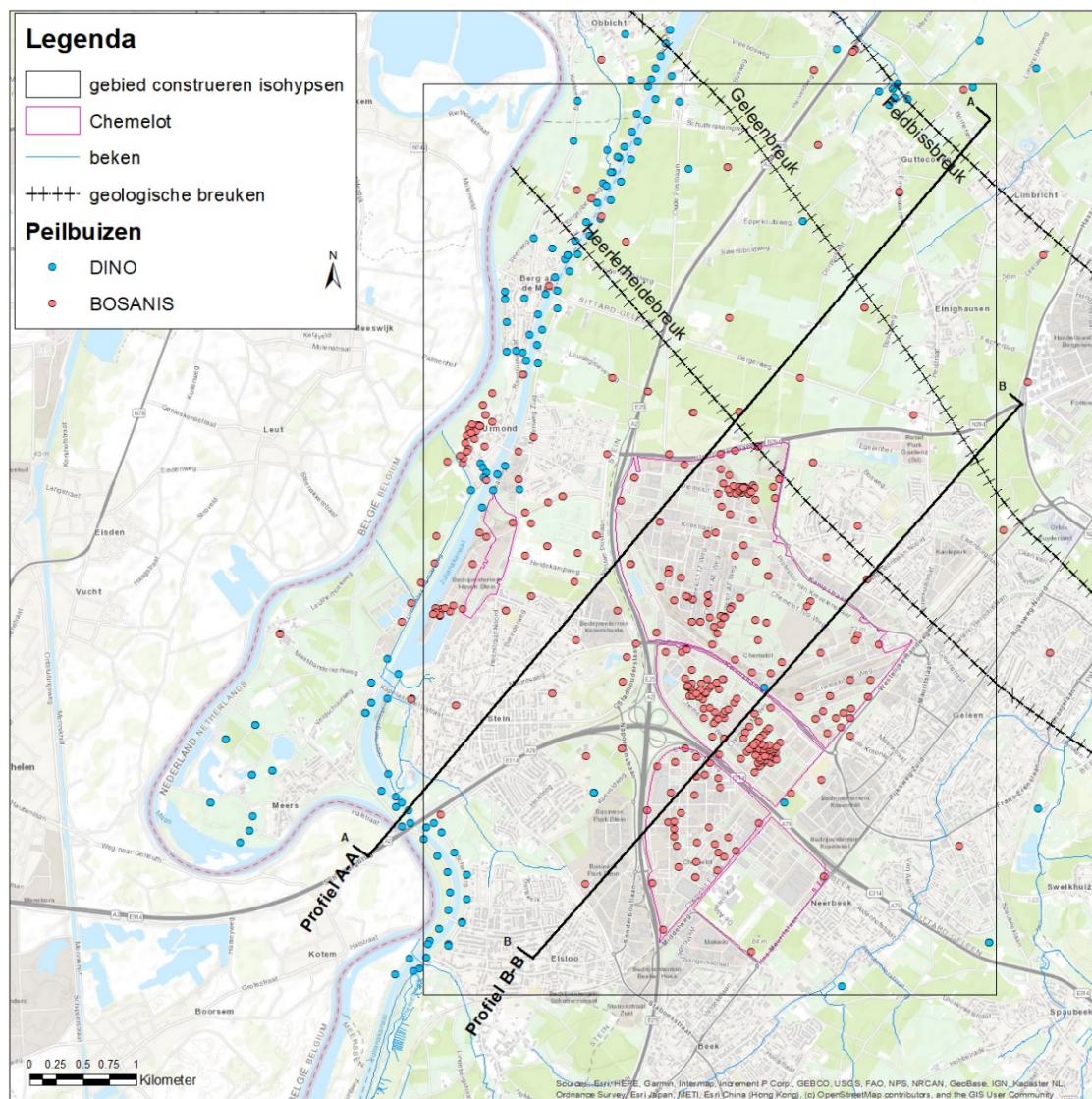
2 Achtergrondinformatie

2.1 Locatie Chemelot site en peilbuizen

De ligging van de Chemelot site en omgeving is weergegeven in figuur 2.1. In deze figuur zijn alle peilbuizen uit de database van DSM, genaamd BOSANIS, met rode bollen weergegeven. Met de blauwe bollen zijn peilbuizen uit de DINO database van TNO weergegeven (www.DINOloket.nl).

Voor het bepalen van de isohypsenkaart zijn in totaal 144 peilbuizen uit DINO loket gedownload en 363 peilbuizen uit BOSANIS. Sommige van deze peilbuizen hebben meerdere filters. Het gaat in totaal om 563 filters met meetdata.

De rechthoek geeft het interessegebied weer. Dit is het gebied waarbinnen in voorliggend project de grondwaterisohypsen geconstrueerd zijn. Deze overzichtskaart is ook opgenomen in bijlage 1.

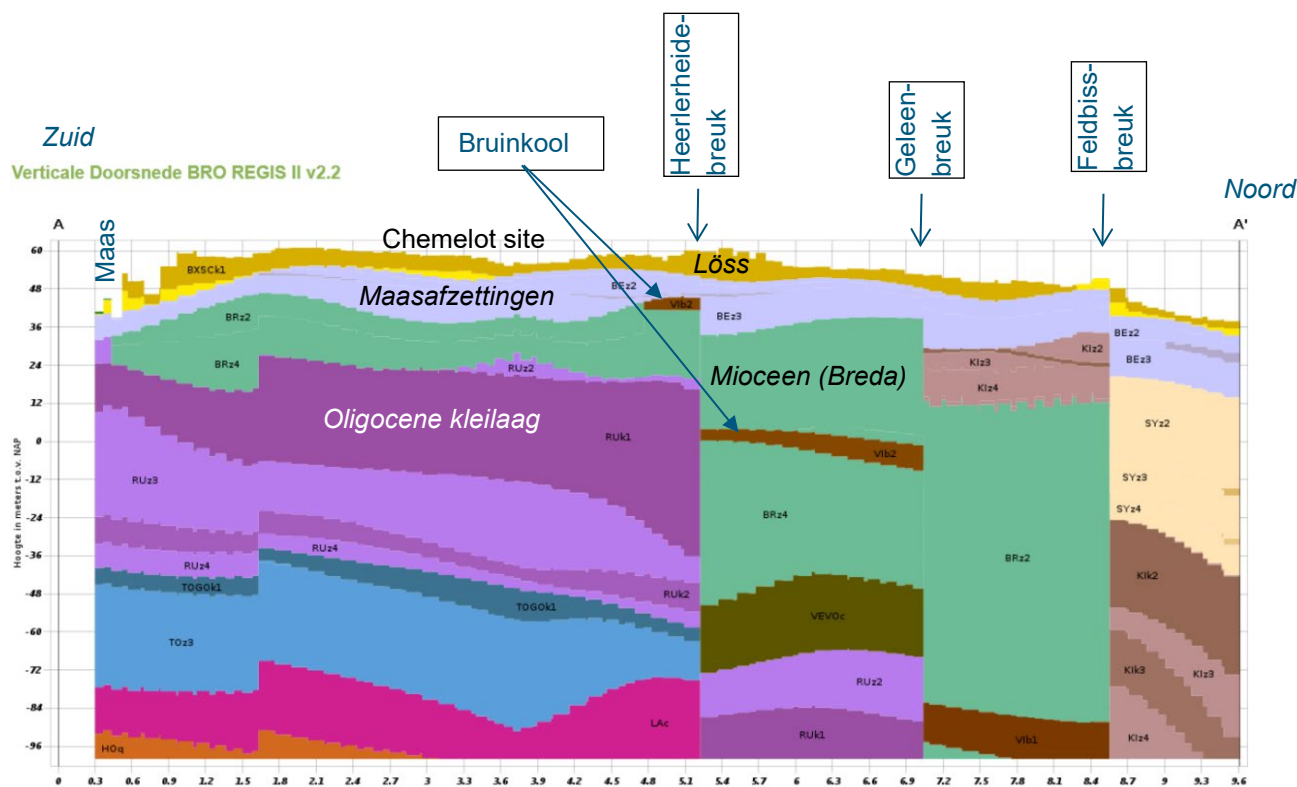


Figuur 2-1 Overzichtskaart Chemelot site en omgeving en aanwezige peilbuizen. Alleen breuken die actief zijn in de Beegden formatie, zijn zichtbaar.

2.2 Beschrijving Hydrogeologische situatie

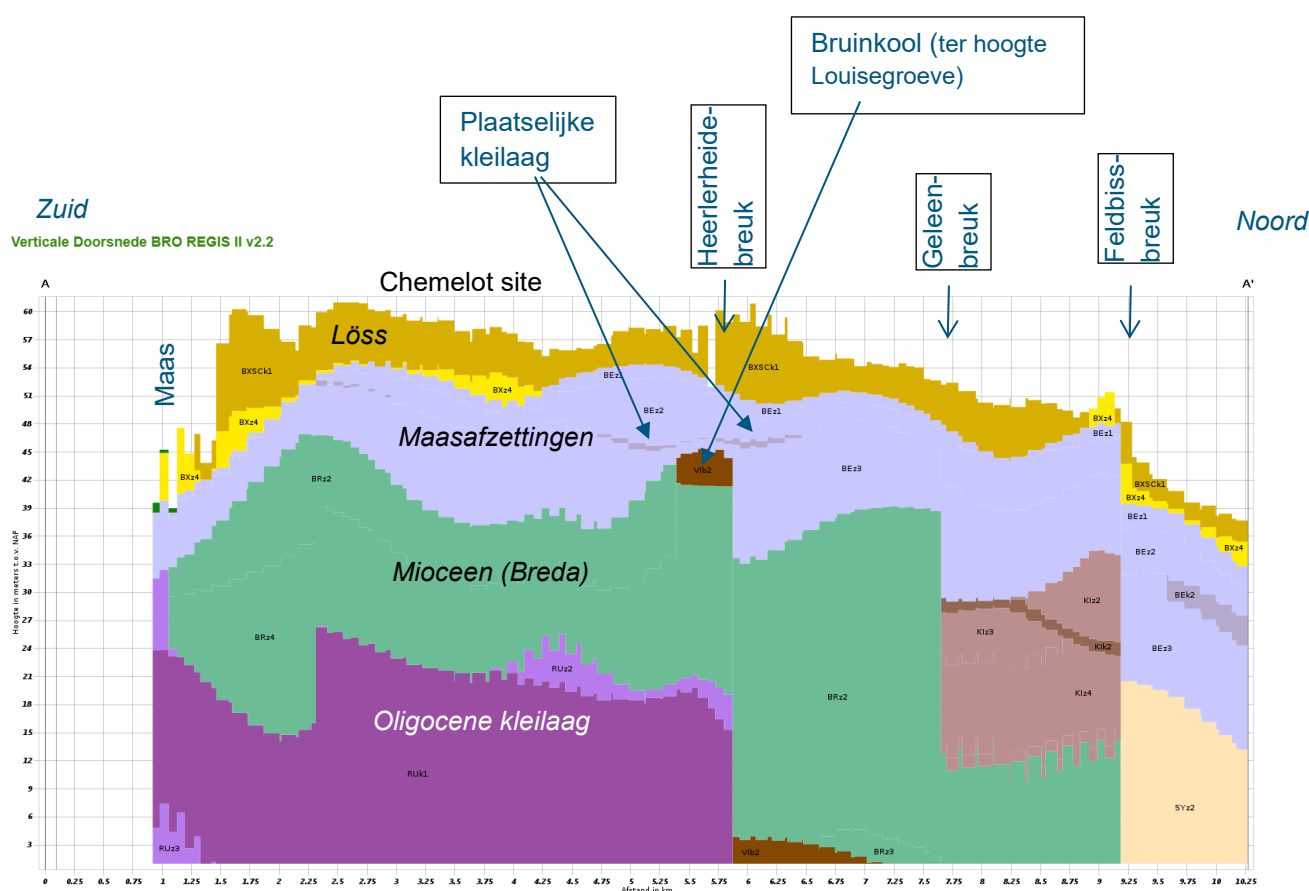
De Chemelot site ligt op het midden terras van het Centraal Plateau ten zuiden van de Heerlerheidebreuk. De hydrogeologie is weergegeven in profiel A-A in figuur 2.2. De ligging van het profiel is weergegeven in figuur 2.1. Het profiel is afkomstig uit het landelijke hydrogeologische model REGISII v2.2 van TNO (www.DINOloket.nl).

De geologie ten zuiden van de Heerlerheidebreuk kenmerkt zich grofweg door een deklaag van löss (formatie van Boxtel) met daaronder een eerste watervoerende pakket bestaande uit 2 formaties, de formatie van Beegden en de formatie van Breda. De formatie van Beegden is door de Maas afgezet en bestaat uit grove zanden en grind. De formatie van Breda is een mariene (zee) afzetting en bestaat uit glauconiet houdend (groen) fijn zand. De Maasafzettingen zijn zeer goed doorlatend, de Mariene afzettingen zijn veel minder doorlatend. Het eerste watervoerende pakket wordt van onderen begrensd door een slecht doorlatende oligocene kleilaag (formaties van Rupel en Tongeren). Binnen deze formaties zijn ook enkele relatief slecht doorlatende zandlagen aanwezig. Onder de oligocene kleilaag bevindt zich het kalksteen (zie figuur 2.2).



Figuur 2-2 Doorsnede hydrogeologisch model REGIS II v2.2 A-A' (locatie doorsnede zie figuur 2.1)

In figuur 2.3 is dezelfde doorsnede weergegeven als in figuur 2.2 alleen ingezoomd op de bovenste 60 meter van de ondergrond. Te zien is dat de Maasafzettingen ten noorden en zuiden van de Heerlerheide breuk goed aansluiten. De doorsnede staat ongeveer haaks op de stromingsrichting. Het grondwater in dit profiel stroomt naar de Maas die achter het getekende profiel ligt.



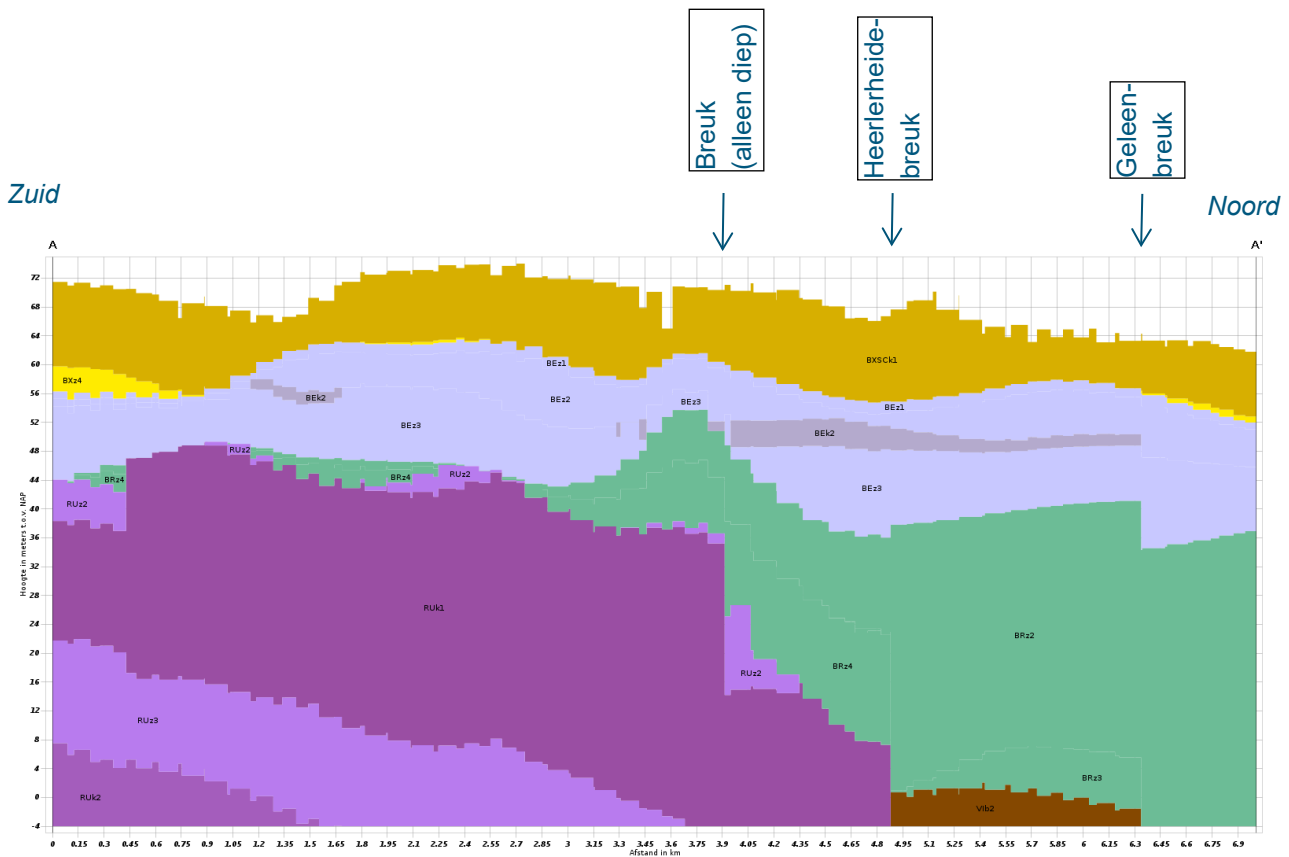
Figuur 2-3 Doorsnede hydrogeologisch model REGIS II v2.2 A-A' (locatie doorsnede zie figuur 2.1), stromingsrichting haaks op doorsnede.

De Heerlerheidebreuk, Geleenbreuk en Feldbissbreuk zijn breuken in het gebied. De geologische formaties verspringen ter plaatse van de breuken. Ten noorden van de breuken liggen formaties, die in dezelfde periode zijn ontstaan, dieper dan ten zuiden van de breuken. In figuur 2.2 is te zien dat zowel de oligocene kleilaag (Rupel/Tongeren formatie) als de Miocene afzettingen van de formatie van Breda ten zuiden van de Heerlerheidebreuk ondieper liggen dan ten noorden van de Heerlerheidebreuk. De bovenkant van de Maasafzettingen zijn aan beide zijde van de Heerlerheidebreuk wel gelijk. De Maasafzettingen zijn hierdoor ten noorden van de Heerlerheidebreuk dikker.

Het grondwater stroomt min of meer evenwijdig aan de breuken naar de Maas. De bovenkant van de Maasafzettingen is weinig versprongen langs de Heerlerheide- en Geleenbreuk, zie figuur 2.3. Aan alle kanten van de breuken sluiten de Maasafzettingen goed op elkaar aan. In figuur 2.3 is zichtbaar dat de (lokale) kleilaag in de Maasafzettingen aan beide kanten van de Heerlerheidebreuk op dezelfde diepte ligt, waardoor hier weinig tot geen versmering verwacht wordt. Er is geen sprong in de stijghoogte in het freatisch pakket te verwachten ter plaatse van de Heerlerheide- en Geleenbreuk. Het is aannemelijk dat het ondiepe grondwater door de Maasafzettingen ongehinderd (van zuid naar noord) over de breuk kan stromen. In de Breda formatie is versmering wel te verwachten, omdat deze formatie veel meer versprongen is langs de breuk. Kleilagen kunnen langs de breuken versmeerd zijn, waardoor stroming over de breuken in de Breda formatie gehinderd wordt. In deze formatie zal echter, in vergelijking tot de Maasafzettingen, relatief weinig water stromen, omdat deze veel minder doorlatend is.

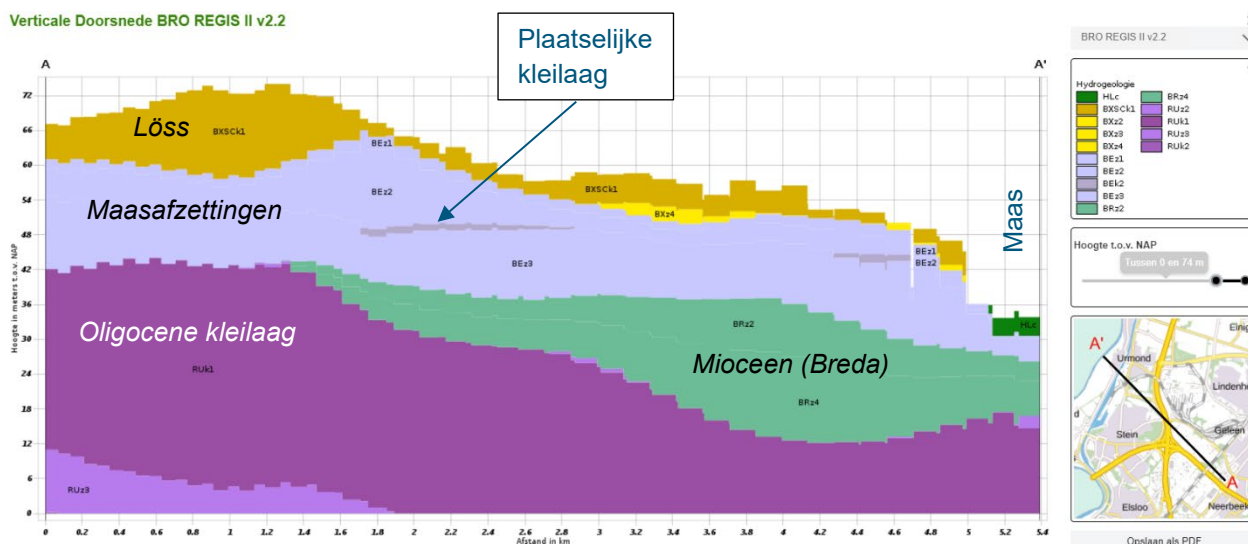
In het gebied komen ook breuken voor die pas dieper dan de Beegden formatie van invloed zijn. Ten tijde dat de Beegden formatie werd afgezet, waren deze breuken niet meer actief. Hierdoor heeft er geen

verspringing langs deze breuk plaatsgevonden in de Beegden formatie. Deze breuken hebben geen invloed op de stijghoogten binnen de formatie van Beegden. Een voorbeeld hiervan is zichtbaar in Figuur 2-4.



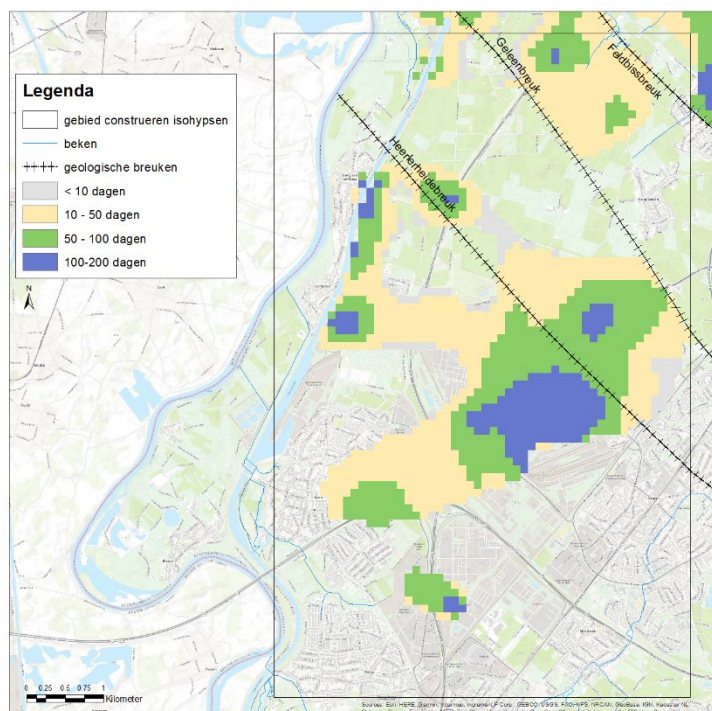
Figuur 2-4 Doorsnede hydrogeologisch model REGIS II v2.2 B-B' (locatie doorsnede zie figuur 2.1)

Binnen het interessegebied ligt de oligocene kleilaag relatief diep en loopt onder de Maas door. Hierdoor kan het water uit het eerste watervoerende pakket boven de oligocene kleilaag naar de Maas toe stromen. De Maas vormt dus de drainagebasis voor het interessegebied. In figuur 2.5 is een geohydrologische doorsnede weergegeven, die evenwijdig loopt aan de stromingsrichting.



Figuur 2-5 Doorsnede hydrogeologisch model REGIS II v2.2 evenwijdig aan stromingsrichting

Binnen het eerste watervoerende pakket komt ter plaatse van de Chemelot site plaatselijk een kleilaag voor in de formatie van Beegden (zie figuur 2.6 en doorsneden 2.3 en 2.4). Deze kleilaag bevindt zich over het algemeen dieper dan de grondwaterstand. De kleilaag is 1 tot 3 meter dik en heeft een relatief kleine weerstand. Het grondwater stroomt onder en boven de kleilaag door naar de Maas. Er zijn geen grote verschillen te verwachten in de stijghoogte onder en boven de kleilaag. Ook zijn er geen grote wijzigingen in het stijghoogtepatroon te verwachten, tussen de locaties waar de kleilaag wel en waar deze niet aanwezig is. De locatie van de kleilaag en de volgens het landelijk hydrogeologische model REGISII v.2.2 geschatte weerstand van de kleilaag is weergegeven in figuur 2.6. De weerstand, uitgedrukt in dagen, is gelijk aan de dikte van de kleilaag (in meters) gedeeld door de verticale doorlatendheid van de kleilaag (in meters/dag). Een kleilaag met een doorlatendheid van 0,01 m/d en een dikte van 2 meter heeft dus een weerstand van 200 dagen.



Figuur 2-6 Beegden klei binnen interessegebied volgens het landelijk model REGISII v2.2

Ten noorden van de Heerlerheidebreuk is de transmissiviteit (doorlatendheid * dikte) van het pakket groter dan zuidelijk van de breuk, omdat de Maasgrinden ten noorden van de breuk dikker zijn. Ten noorden en zuiden van de breuk zal eenzelfde hoeveelheid water afgevoerd moeten worden. Als gevolg hiervan zal het verhang ten noorden van de Heerlerheidebreuk vlakker zijn dan ten zuiden van de breuk. Een vlakker verhang betekent ook een lagere stroomsnelheid. De steilheid van het verhang zal in het eindbeeld van de isohypsen ook gecontroleerd worden.

2.3 Beïnvloeding van grondwaterstroming door oppervlaktewater

Het meeste grondwater op de Chemelot site stroomt naar de Maas. In voorliggende paragraaf wordt gekeken of er naast de Maas nog andere waterlopen zijn in de directe omgeving van de Chemelot site die de grondwaterstroming op de Chemelot site of omgeving mogelijk beïnvloeden.

In het Maasdal loopt evenwijdig aan de Maas het Julianakanaal. Het peil van het Julianakanaal ligt hoger dan de grondwaterstand. De bodem van het Julianakanaal is in principe dicht. Het grondwater stroomt onder het kanaal door naar de Maas. Het Julianakanaal heeft geen invloed op de grondwaterstroming. Plaatselijk kan ter plekke van het kanaal de dikte van de Maasgrinden iets dunner zijn, op locaties waar de bodem van het Julianakanaal insnijdt tot in de Maasafzettingen.

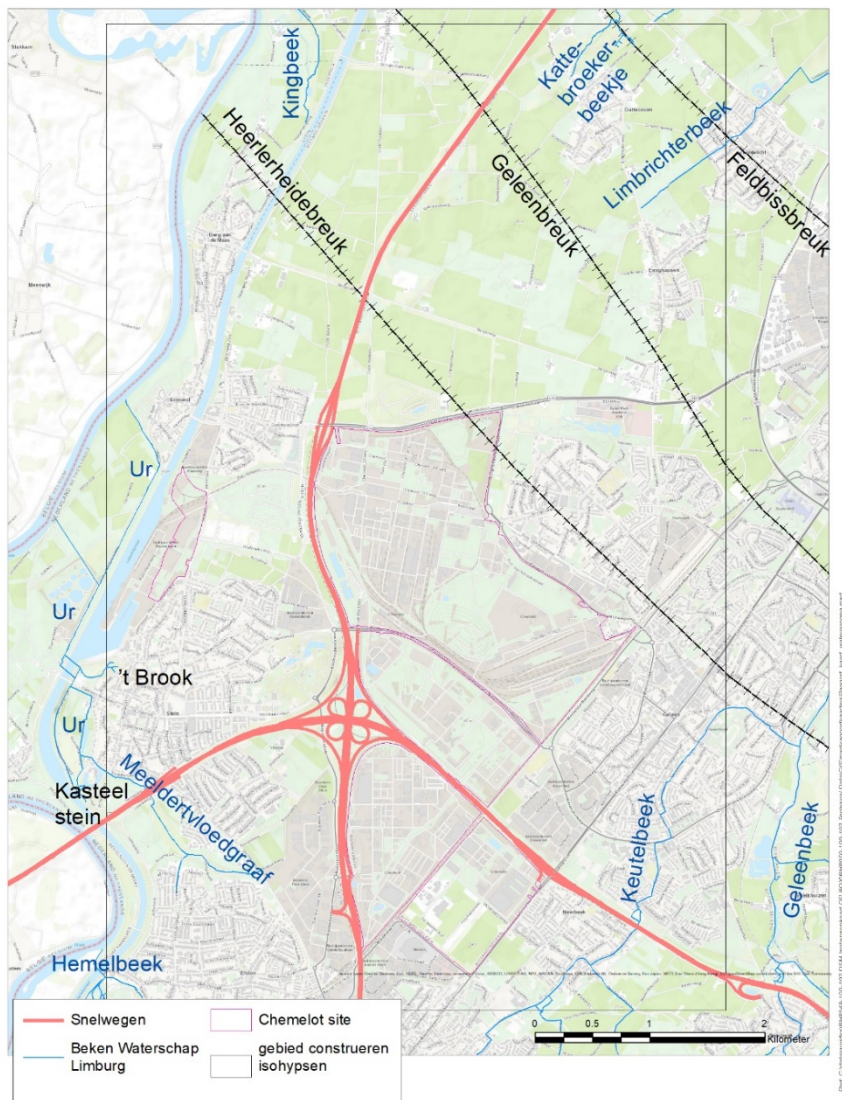
Overige waterlopen die voorkomen in de wijde omgeving van de Chemelot site zijn weergegeven in figuur 2.6. Ten noorden van de Chemelot site, nog ten noorden van de Geleenbeekbreuk ontspringen de Limbrichterbeek en het Kattedroekerbeekje (zie figuur 2.6). Deze beken liggen te ver weg om een effect te hebben op de stijghoogten op de Chemelot site. Ten zuidwesten van de Chemelot site ligt de Meeldertvloedgraaf (zie figuur 2.6), die uitmondt in de Ur. De Meeldertvloedgraaf heeft maar een beperkt afwaterende functie (de Meeldertvloedgraaf is niet permanent watervoerend) en beïnvloedt de

grondwaterstroming niet of nauwelijks. De Ur ontspringt bij Kasteel Stein en bij 't Brook (zie figuur 2.6). Deze liggen allebei nabij het Julianakanaal, min of meer nog in het Maasdal.

De Ur ontspringt dus in het Maasdal, waardoor ook de Ur te ver weg ligt om invloed te hebben op de stroombanen op de Chemelot site. Verder ligt in het Maasdal ook de Kingbeek op relatief grote afstand van de Chemelot site. Ook de Kingbeek beïnvloedt de grondwaterstromingsrichting ter plaatse van de Chemelot site niet. Bovenstrooms van de Chemelot site, ten oosten, ligt nog de Keutelbeek. De Keutelbeek is in Geleen overkluist en loopt door een betonnen profiel, ook de Keutelbeek beïnvloedt de grondwaterstromingsrichting dus niet ter plaatse van de Chemelot site. De Geleenbeek en Hemelbeek liggen buiten het gebied waarvoor de isohypsenkaart gemaakt wordt (zie figuur 2.6).

De waterlopen, anders dan de Maas, die in de omgeving van de Chemelot site liggen, hebben zeer beperkte tot geen invloed op de stijghoogten op de Chemelot site en directe omgeving. Bij het creëren van de isohypsenkaart zijn de watergangen dan ook niet meegenomen.

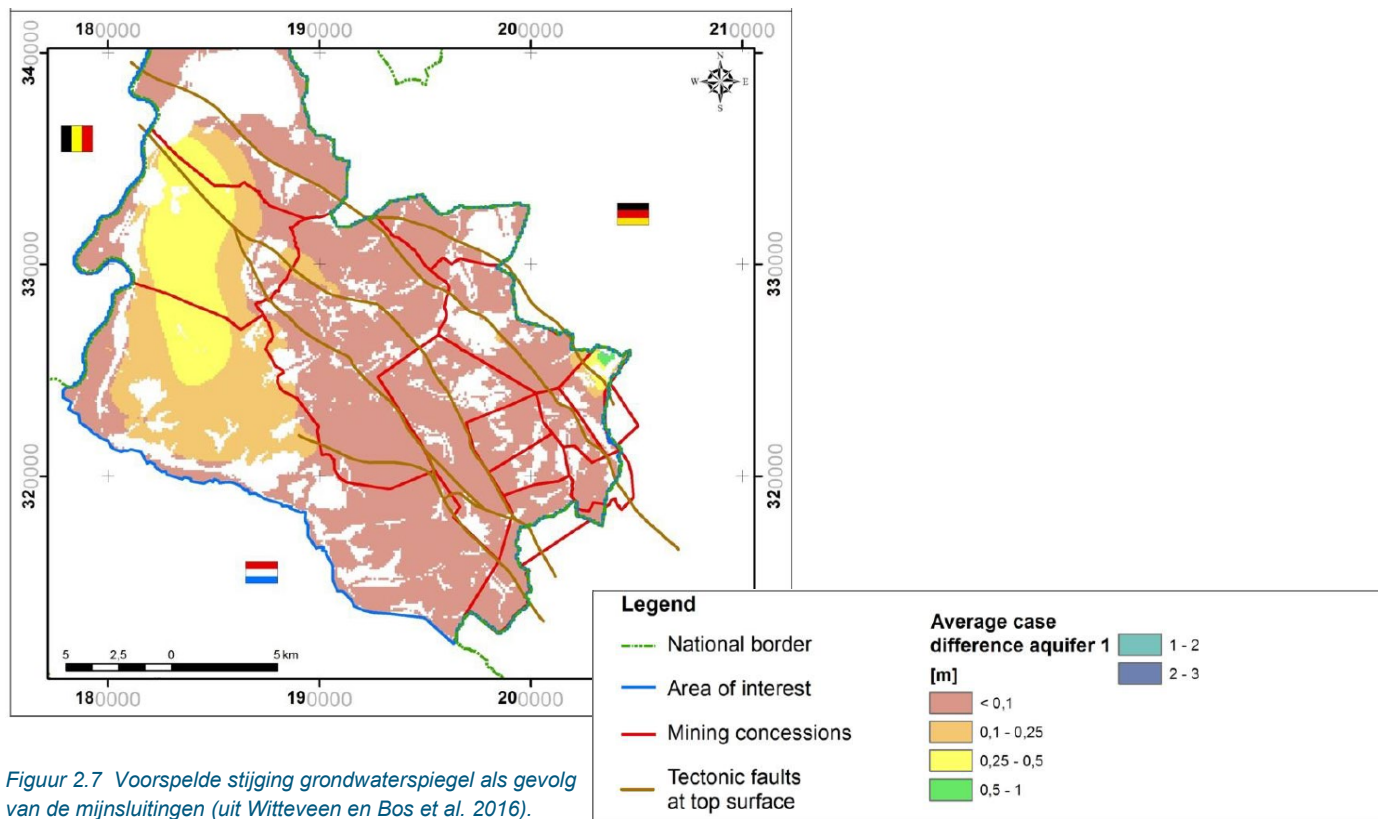
Het grondwater op de Chemelot site stroomt naar het Maasdal. In het Maasdal komt het water vooral in de Maas uit. Een (klein) deel van het grondwater kan in theorie ook in het Maasdal in de Ur of Kingbeek terecht komen. In hoofdstuk 5, 'Resultaat isohypsenkaart', wordt ingegaan op de vraag of water vanaf de Chemelot site, als deze in het Maasdal aankomt, ook in de Ur of Kingbeek kan uitkomen, of dat al het water alleen naar de Maas stroomt.



Figuur 2.6 Watergangen (beken) waterschap Limburg in omgeving Chemelot site

2.4 Beïnvloeding van grondwaterstroming door stijgend mijnwater

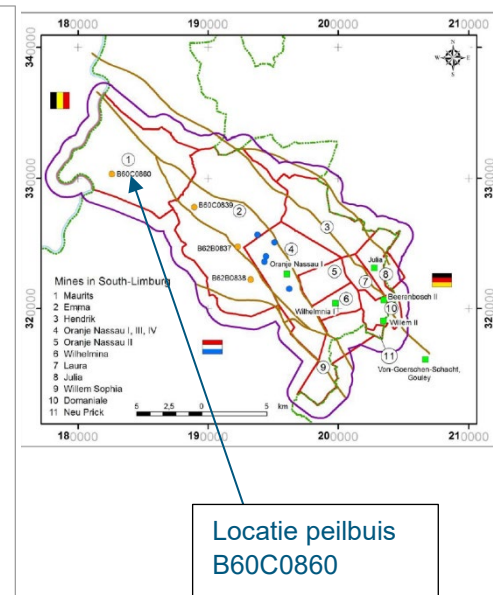
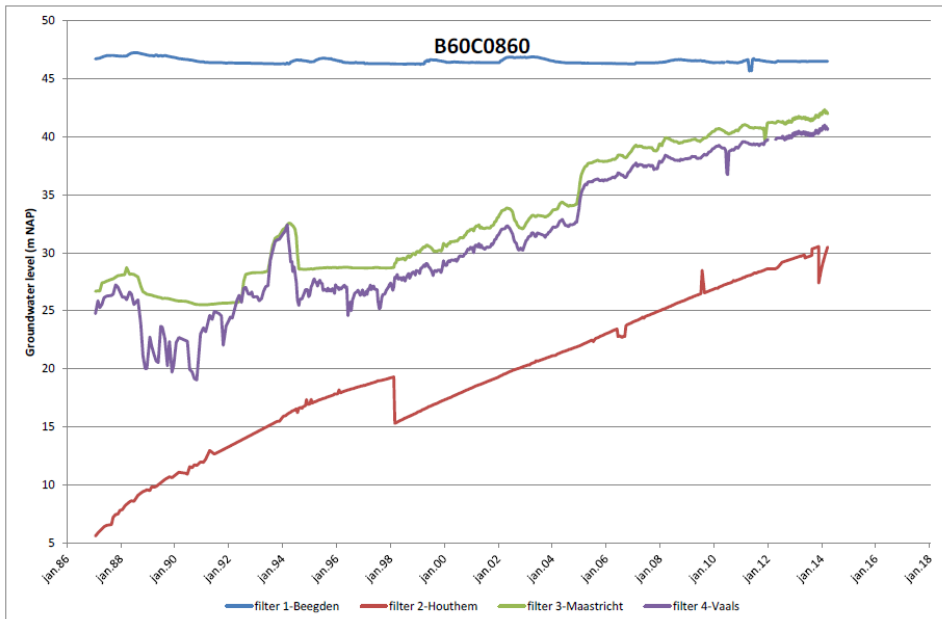
In het project “Na-ijlende gevolgen steenkoolwinning Zuid-Limburg” is onder andere onderzoek gedaan naar de gevolgen van het stopzetten van de onttrekkingen ten behoeve van de steenkoolwinning op de grondwaterspiegel. De effecten op de grondwaterspiegel zijn gerapporteerd in het rapport “Results of the working groups 5.2.4 groundwater quality and 5.2.5 groundwater quantity” (Projectgroep GS-ZL, 2016). In het meest waarschijnlijke scenario “average case” wordt voor de Chemelot site een verhoging van de grondwaterstand voorspeld van 0,25 tot 0,5 meter (zie figuur 2.7). De worst case berekening laat ter plaatse van de Chemelot site een vergelijkbare verhoging van 0,25 tot 0,5 meter zien.



Figuur 2.7 Voorspelde stijging grondwaterspiegel als gevolg van de mijnsluitingen (uit Witteveen en Bos et al. 2016).

Als gevolg van het stoppen van de onttrekking om de mijngangen droog te houden, stijgt de druk in de diepe ondergrond. Als gevolg van de toename van de druk in de diepe ondergrond zijn ter plaatse van een peilbuis in de gemeente Stein, B60C0860, verhogingen van de druk (stijghoogte) in het kalksteen te zien (zie figuur 2.8). Het kalksteenpakket ligt onder de oligocene kleilaag besproken in paragraaf 2.2. Figuur 2.8 laat zien dat in het verleden, sinds eind jaren 80, al sprak is van een verhoging van de stijghoogte in het kalksteen (formatie van Houthem en Maastricht). Figuur 2.8 laat zien dat de druktoename in het kalksteen een proces is dat over meerdere decennia plaatsvindt.

De stijging boven de Oligocene kleilaag in de Maasafzettingen (formatie van Beegden, blauwe lijn in figuur 2.8) is veel kleiner en op de schaal van figuur 2.8 niet zichtbaar. Als gevolg van de toename van de druk (stijghoogte) onder de oligocene kleilaag wordt binnen de Maasafzettingen een verhoging van 0,25 tot 0,50 m verwacht. Deze verhoging vindt ook langzaam plaats over decennia. Onder de Chemelot site zal op termijn de grondwaterstand als gevolg van de mijnsluiting dus iets hoger komen te liggen. Het is niet te verwachten dat hierdoor wijzigingen plaatsvinden in stromingsrichting, omdat de grondwaterspiegel in zijn geheel omhoog komt ter plaatse van de Chemelot site. In het Maasdal zijn de verhogingen kleiner. Het is te verwachten dat het verhang van de grondwaterstand richting Maas iets zal toenemen. De grondwaterstand ligt onder de Chemelot site, op het midden terras, meer dan 10 meter hoger dan in het Maasdal. Het verhang bedraagt ongeveer 10 meter over een afstand van 3000 meter. De toename van het verhang bedraagt maximaal 0,5 meter, dit betekent een maximale toename van het verhang van 5%. Ook voor de stroomsnelheid is dan een maximale verhoging van de stroomsnelheid van 5% te verwachten. In praktijk zal dit niet meetbaar zijn.



Figuur 2.8 Peilbuis B60C0860 (uit Witteveen en Bos et al., 2016)

Naast de mijnsluiting heeft uiteraard ook de meteorologie effect op de hoogte van de grondwaterstand onder de Chemelot site. In hoofdstuk 3 wordt hier verder op ingegaan.

In voorliggende studie is het huidige isohypsenpatroon vastgesteld, op basis van de huidige gemeten grondwaterstanden.

3 Keuze periode voor construeren isohypsenkaart

Nabij de Maas is het grondwatersysteem een systeem dat snel reageert op veranderingen in neerslag, verdamping en Maaspeil (zie figuur 3.1). Na een nattere periode is de grondwaterstand hoger en in een drogere periode lager. Over het algemeen geldt dat de winter natter is en grondwaterstanden dus hoger zijn en is de zomer droger en zijn de grondwaterstanden lager.

Op het plateau is het grondwatersysteem traag en is niet of nauwelijks sprake van een seizoensfluctuatie. De grondwaterstand fluctueert hier als gevolg van langjarig drogere of nattere perioden.

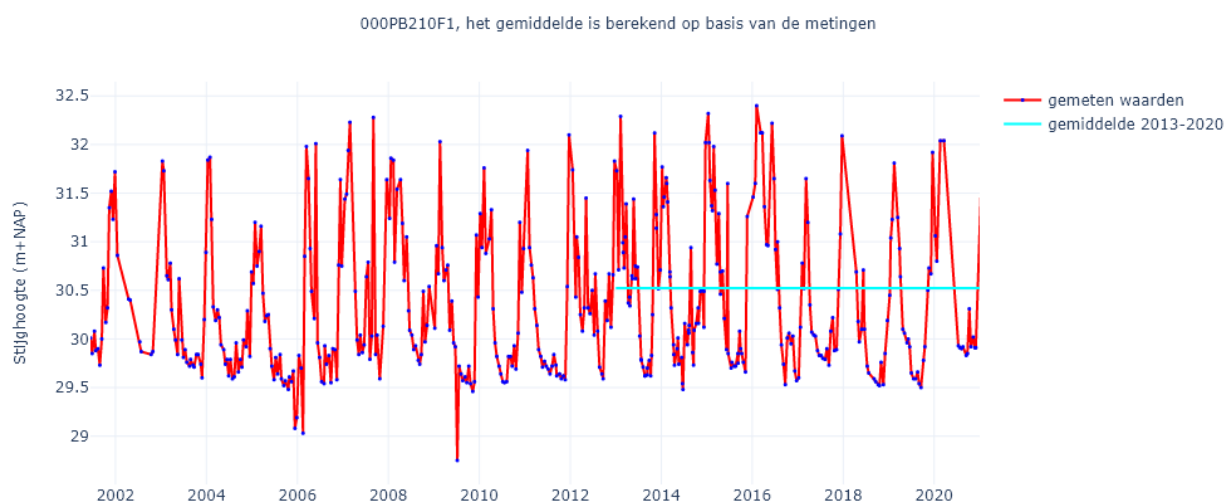
Dit betekent dat een korte natte of droge periode geen invloed heeft op de grondwaterstand, of een heel jaar natter of droger was dan gemiddeld heeft wel invloed. In figuur 3.2 is te zien dat in 2001 en 2002 de grondwaterstand stijgt. Deze periode was natter dan gemiddeld. In 2003, 2004 en 2005 daalt de grondwaterstand. Deze periode was droger dan gemiddeld.

Intermezzo grondwaterstand vs. stijghoogte

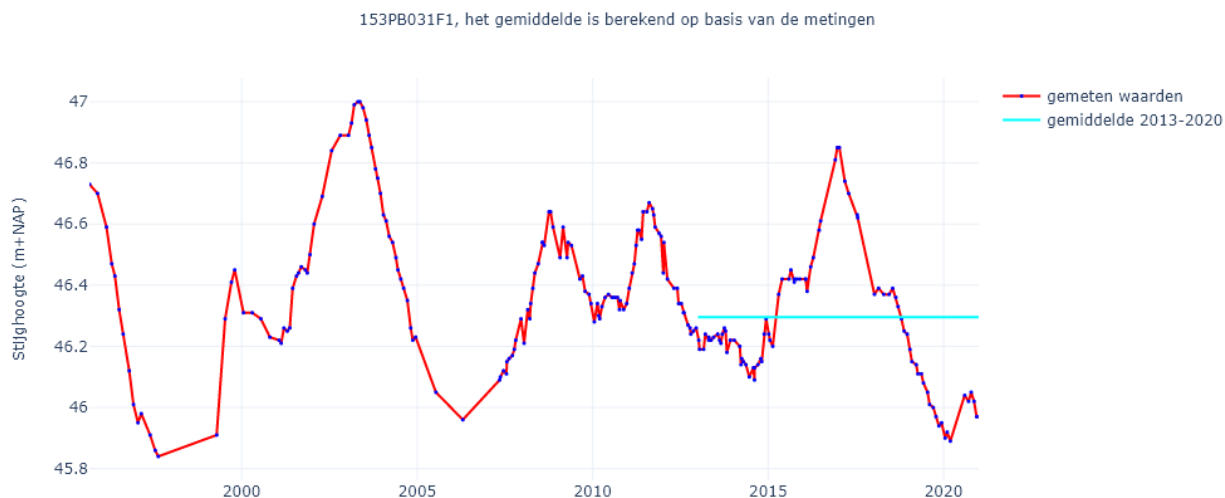
De grondwaterstand is het niveau waar het grondwater zich op instelt als je een gat in de grond graaft. Een peilbuis heeft op een bepaalde diepte in de grond een filter. De waterdruk in de ondergrond zorgt ervoor dat het water in de peilbuis tot een bepaalde hoogte stijgt. De hoogte tot waar het grondwater in de peilbuis stijgt wordt de stijghoogte genoemd.

Voor een freatische peilbuis is de stijghoogte min of meer gelijk aan de grondwaterstand. De term stijghoogte is voor de gemeten stand in de peilbuis echter correcter. Waar wij in deze rapportage over de gemeten waterstand in peilbuizen praten wordt vanaf hier dan ook de term stijghoogte gebruikt.

Om voor een peilbuis de gemiddelde stijghoogte over een periode te kunnen berekenen moeten in deze periode zowel de hoge als lage stijghoogten gemeten zijn. Voor een snel reagerende peilbuis moet een peilbuis over meerdere metingen per jaar beschikken. N.b. 1 meting per jaar, alleen in de zomer, geeft een verkeerd beeld van de gemiddelde stijghoogte. Voor een hoger gelegen peilbuis op het plateau is het wel mogelijk om aan de hand van 1 meting per jaar de fluctuaties van de peilbuis te meten, maar moet over een veel langere periode gemeten worden om de gemiddelde stijghoogte te kunnen bepalen.



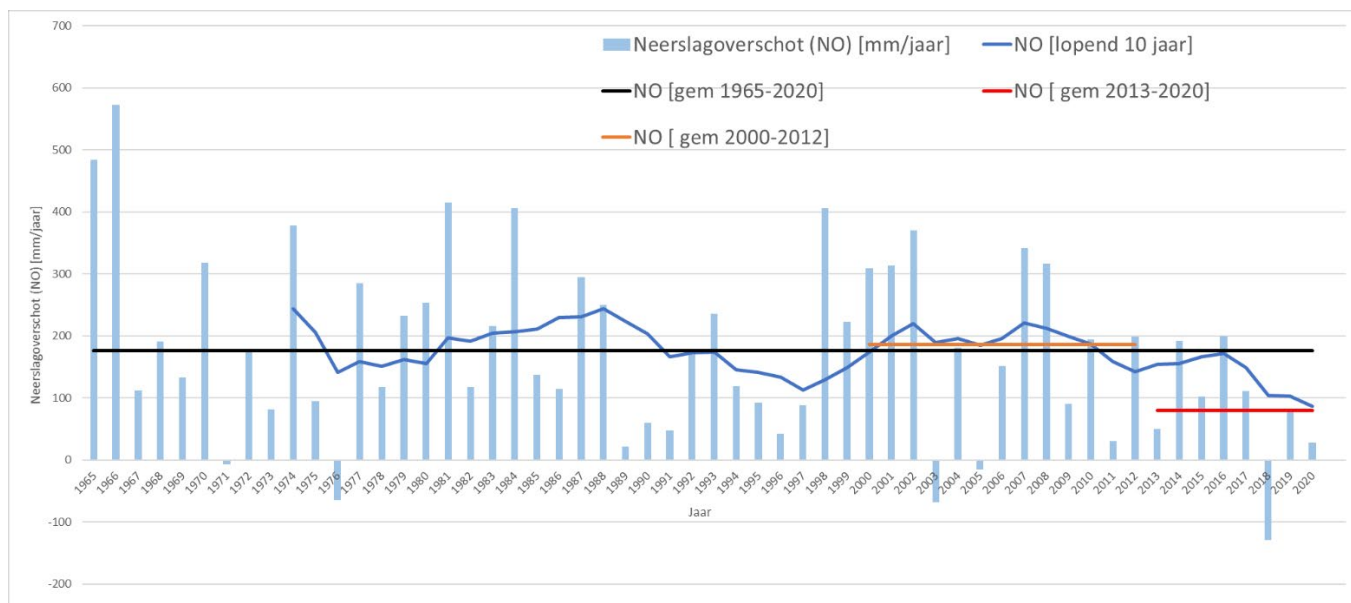
Figuur 3.1 Peilbuis nabij de Maas



Figuur 3.2 Peilbuis op het plateau

Het interessegebied bestaat grotendeels uit het tragere grondwatersysteem op het plateau. Om de isohypsenkaart voor een gemiddelde situatie te construeren, is ervoor gekozen om een langere periode te middelen. Gekozen is voor de periode 2013 t/m 2020.

Voor de isohypsenkaart van 2013 is voor een meerjarige periode gekozen met een neerslagoverschot dat overeenkomt met het langjarig gemiddelde (zie figuur 3.3). De update van de isohypsenkaart is bewust over een recentere periode gekozen. Omdat met name het jaar 2018 een droog jaar is geweest, is het gemiddelde neerslagoverschot over deze periode veel lager dan het langjarig gemiddelde (zie figuur 3.3).



Figuur 3.3 Neerslagoverschot (Neerslag minus potentiële verdamping) KNMI station Beek

4 Werkwijze Construeren isohypsenkaart

Het totale gebruikte meetnet van DSM bestaat uit 400 filters. Daarnaast zijn in de omgeving meetreeksen van 163 extra filters uit DINO gedownload. Voor al deze filters is gekeken of over de periode 2013 t/m 2020 een gemiddelde waarde afgeleid kan worden. Vervolgens is hiervan een selectie gemaakt die gebruikt is voor het construeren van de isohypsenkaart.

Voor het construeren van de isohypsenkaart zijn de volgende stappen gevolgd:

- stap 1: analyse van de meetgegevens en verwijderen van uitbijters (foutieve metingen)
- stap 2: selectie van peilbuizen met geschikte data in gekozen periode; berekenen van gemiddelde stijghoogte op basis van de metingen
- stap 3: selectie van peilbuizen waarvoor met behulp van tijdreeksanalyse een gemiddelde bepaald kan worden voor gekozen periode
- stap 4: selectie van peilbuizen voor de isohypsenkaart
- stap 5: construeren isohypsenkaart op basis van de meetwaarden van de geselecteerde peilbuizen.

Bovenstaande stappen worden onderstaand in de paragrafen 4.1 t/m 4.5 toegelicht.

4.1 Stap 1: analyse van de meetgegevens en verwijderen van uitbijters

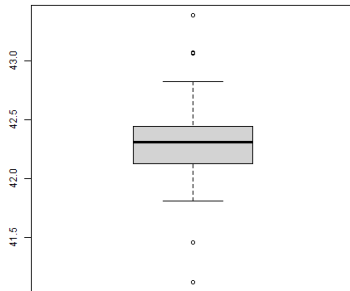
De opgevraagde gegevens bevatten meetgegevens van DINO loket en van DSM zelf. De meetgegevens van het DINO loket en van DSM zijn apart geanalyseerd. Uit de meetgegevens blijkt dat beide data meetmomenten hadden waar geen data aan gekoppeld was. De meetgegevens zijn gefilterd om enkel de meetmomenten met gegevens te behouden.

Naast de meetmomenten zonder data is ook gekeken naar de aanwezigheid van foutieve metingen (uitbijters). Dit zijn metingen die bijna zeker foutieve metingen zijn of foutief ingevoerd zijn.

Voor het opsporen van de uitbijters is gebruik gemaakt van het zogenaamde interkwartielbereik. Het interkwartielbereik wordt bepaald door het eerste kwartiel af te trekken van het derde kwartiel. Het eerste kwartiel is de getalswaarde die de laagste 25% van de getalswaarden onderscheidt van de hogere waarden, ook wel 25e percentiel genoemd. Het derde kwartiel is de getalswaarde die de hoogste 25% van de getalswaarden onderscheidt van de lagere waarden (ook wel 75e percentiel genoemd). Het interkwartielbereik geeft dus de spreiding weer van de middelste helft van de data. De waarde van een uitbijter wordt bepaald door het interkwartielbereik (IQR) met 1,5 te vermenigvuldigen. Wanneer $1,5 \times \text{IQR}$ wordt afgetrokken van het eerste kwartiel, worden alle gegevenswaarden die kleiner zijn dan dit aantal als uitbijters beschouwd. Wordt $1,5 \times \text{IQR}$ opgeteld bij het derde kwartiel, dan worden alle gegevenswaarden die groter zijn dan dit aantal als uitbijters beschouwd. De uitbijters (foutieve metingen) zijn uit de data verwijderd.

Het opsporen van de uitbijters wordt per peilbuisfilter aan de hand van alle metingen van dat filter uitgevoerd. Ter illustratie is onderstaand in figuur 3.4 een voorbeeld boxplot gegeven van een peilbuis. De grijze "box" geeft het interkwartielbereik weer. 50% van de data bevindt zich in dit bereik.

De zwarte lijn binnen de “box” geeft de mediaan waarde aan. De horizontale korte strepen boven en onder de “box” liggen respectievelijk 1,5 keer het interkwartielbereik boven en onder de box. Alle metingen die boven de bovenste korte zwarte lijn liggen en alle metingen die onder de onderste korte zwarte lijn liggen zijn de uitbijters.

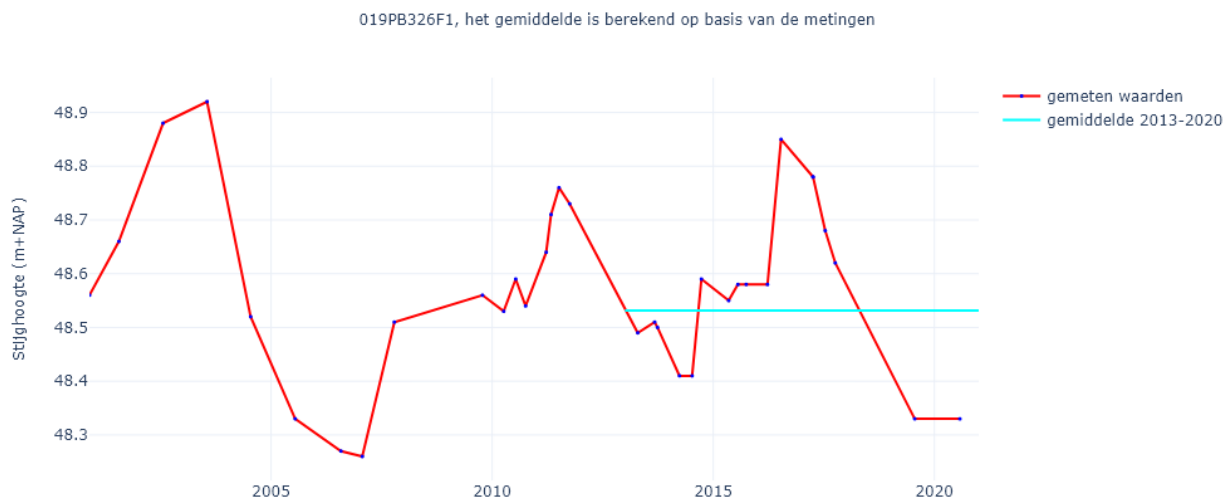


Figuur 3.4 Voorbeeld boxplot peilbuis analyse selectie uitbijters

4.2 Stap 2: berekenen gemiddelde stijghoogte 2013 t/m 2020 op basis van metingen

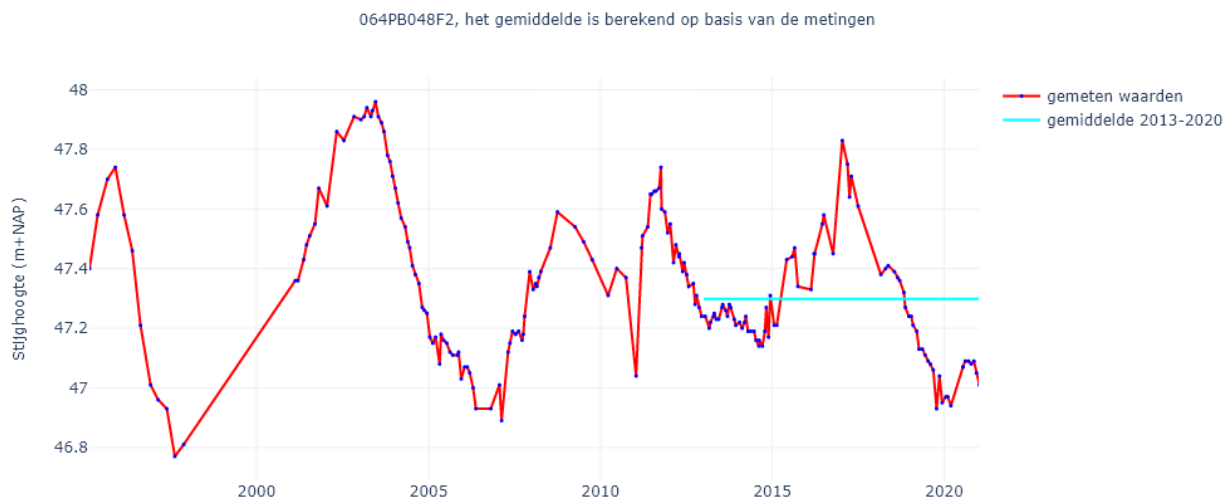
Gekeken is of in de periode 2013 t/m 2020 minimaal 8 metingen in de meetreeks zitten en de reeks niet 2 opeenvolgende jaren zonder metingen bevat. Als aan deze voorwaarden wordt voldaan, is het gemiddelde van de metingen berekend over de periode 2013 t/m 2020. Hierbij is rekening gehouden dat de metingen niet altijd uniform verdeeld zijn over de te middelen periode. De metingen zijn eerst lineair geïnterpoleerd naar dagwaarden. Het gemiddelde is berekend over de geïnterpoleerde dagwaarden.

In figuur 3.5 en 3.6 zijn voorbeelden gegeven van de uitgevoerde analyse. De rode lijn verbindt de metingen, weergegeven als blauwe stippen. De cyaan lijn geeft het bepaalde gemiddelde weer over de periode 2013 t/m 2020. Hoewel de peilbuis in figuur 3.5 slechts over een beperkt aantal metingen beschikt, is wel elk jaar een meting uitgevoerd. Het bepaalde gemiddelde op basis van de (geïnterpoleerde) metingen is representatief voor deze peilbuis.



Figuur 3.5 Peilbuis met beperkt aantal metingen. Gemiddelde berekend op basis van metingen

Figuur 3.6 laat een peilbuis zien met metingen onregelmatig verdeeld over de periode 2013 t/m 2020. Voor het bepalen van het gemiddelde is tussen de metingen lineair geïnterpoleerd. Hierdoor is voor elke dag over de periode 2013 t/m 2020 een waarde bepaald. Het gemiddelde is bepaald over de geïnterpoleerde reeks. Op deze wijze tellen periode met meer metingen niet zwaarder mee bij de gemiddelde bepaling in vergelijking tot perioden met minder metingen.



Figuur 3.6 Peilbuis met onregelmatig aantal metingen. Gemiddelde berekend op basis van metingen

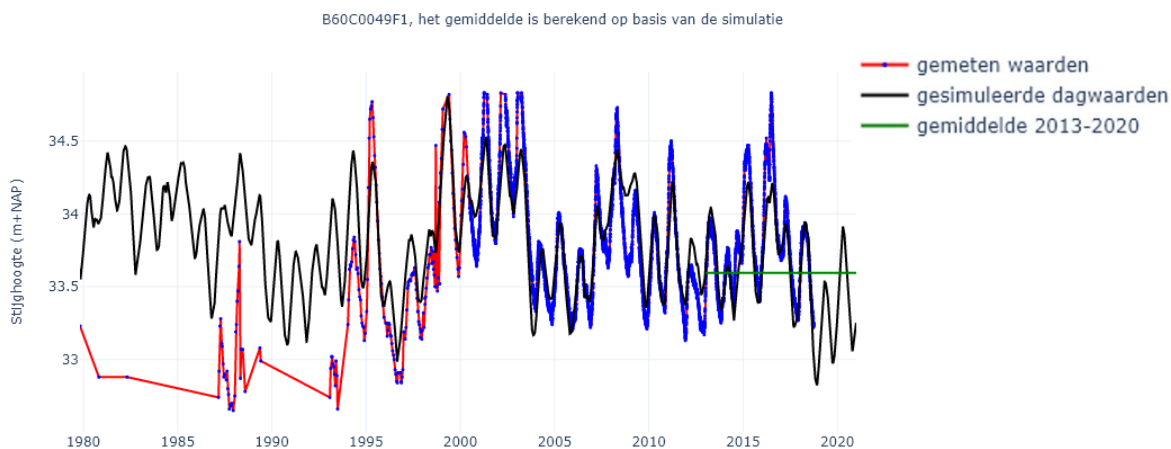
4.3 Stap 3: berekenen gemiddelde stijghoogte 2013 t/m 2020 op basis van inter- of extrapolatie met behulp van tijdreeksanalyse

Voor alle peilbuizen waarvoor in stap 3 geen gemiddelde bepaald kon worden, is gekeken of met behulp van tijdreeksanalyse een inschatting van het gemiddelde over de periode 2013 tot en met 2020 kan worden gemaakt. Peilbuizen waarvoor in stap 3 geen gemiddelde bepaald kon worden, missen meetgegevens in de periode 2013 tot en met 2020. Met behulp van tijdreeksanalyse wordt gekeken of missende gegevens voorspeld kunnen worden aan de hand van opgetreden meteorologische omstandigheden.

Gekeken is of door middel van transferruisanalyse (zie intermezzo) de meetreeks op basis van neerslag en verdamping verklaard kan worden. Hierbij wordt een transferruismodel gemaakt van de hele meetperiode van de peilbuis. Het model moet de metingen zo goed mogelijk beschrijven (fitten). Vervolgens wordt met het transferruismodel een simulatie van de stijghoogte in de peilbuis gemaakt. De simulatie levert een continue meetreeks op, zonder gaten. De gemiddelde stijghoogte over de periode 2013 t/m 2020 wordt vervolgens bepaald op basis van de gesimuleerde reeks.

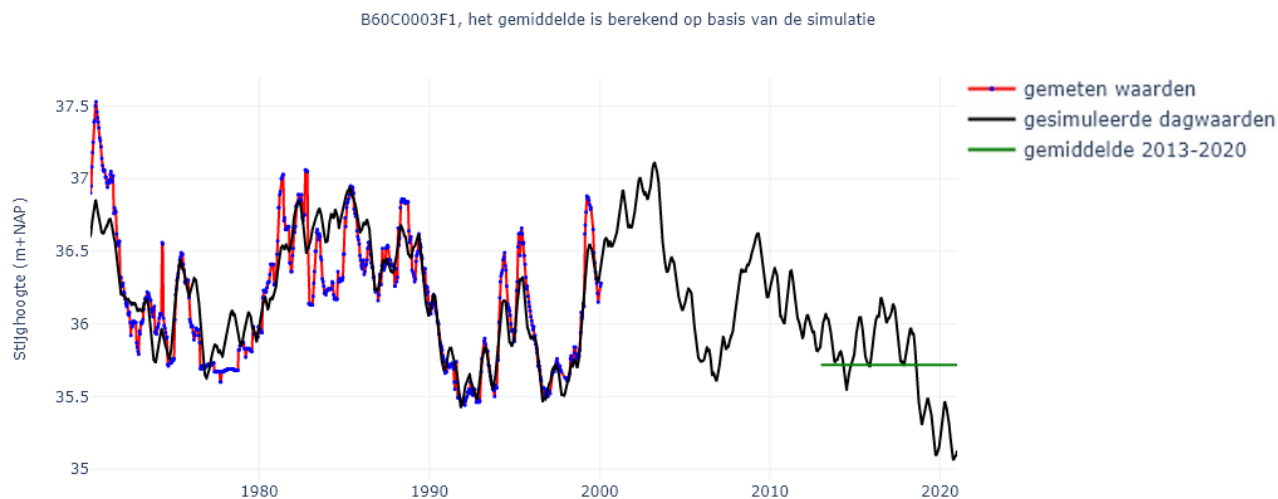
De tijdreeksanalyse is uitgevoerd met het pakket Pastas (Collenteur, R.A., Bakker, M., Caljé, R., Klop, S.A. en Schaars, F., 2019). Tijdreeksmodellen zijn alleen opgesteld als de meetreeks uit minimaal 10 metingen bestaat. De tijdreeksmodellen zijn geaccepteerd indien de verklaarde variantie van het tijdreeksmodel groter is dan 70%. De verklaarde variantie is een maat die beschrijft hoe goed het tijdreeksmodel de gemeten fluctuaties in de peilbuis beschrijft. Verder is getoetst of de 2 keer de standaarddeviatie op de gain van de neerslag kleiner of gelijk is aan deze gain zelf. De gain is het oppervlak onder de responscurve van de neerslag. De gain geeft aan hoe groot de reactie van de tijdreeks is op een neerslaghoeveelheid. De standaarddeviatie van de gain zegt iets over de betrouwbaarheid, waarmee deze gain door het model bepaald kon worden.

In figuur 3.7 is een voorbeeld gegeven van een peilbuis waarin de meetreeks over metingen beschikt tot en met september 2018. Met behulp van transferruisanalyse is een model gemaakt die de stijghoogten simuleert. Het gemiddelde over de periode 2013 t/m 2020 wordt berekend op basis van de gesimuleerde stijghoogten.



Figuur 3.7 Peilbuis met metingen tot en met september 2018 en gesimuleerd tot en met 2020. N.b. de gemeten waarden zijn blauwe stippen, met rode lijn verbonden. Zwarte lijn is de simulatie.

In figuur 3.8 is een peilbuis weergegeven die metingen heeft in de periode 1970 tot en met 2000. Met transferruisanalyse is het mogelijk om de meetreeks te simuleren en deze te verlengen. De gemiddelde stijghoogte voor de periode 2013 tot en met 2020 wordt berekend op basis van de gesimuleerde reeks.



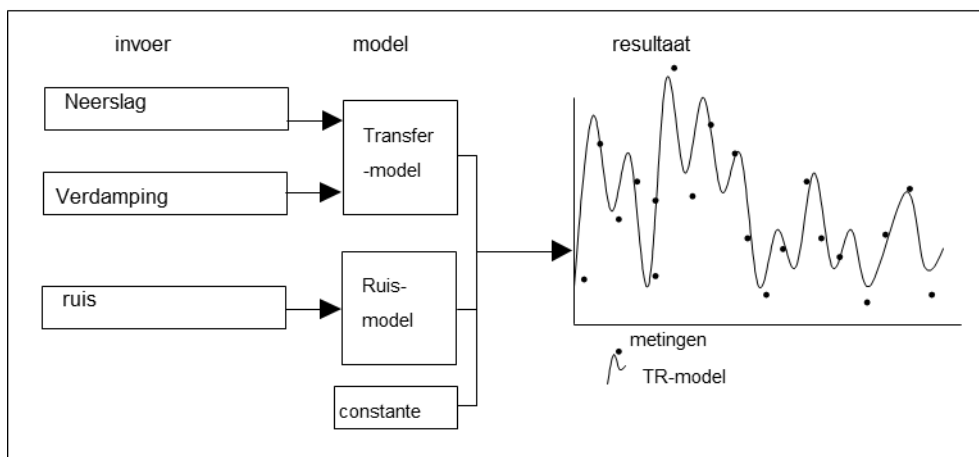
Figuur 3.8 Peilbuis met metingen tot 2000 en gesimuleerd tot en met 2020

Intermezzo transferruisanalyse

Transferruisanalyse (TRA) is een statistische techniek, waarbij de variatie in een gemeten grondwaterstandsreeks (de uitvoerreeks) wordt bepaald aan de hand van een beperkt aantal 'oorzaakreeksen' (invoerreeksen), bijvoorbeeld tijdreeksen met neerslagoverschot, in de tijd variërende oppervlaktewaterstanden (bijv. Maaspeilen) of (in de tijd variërende) onttrekkingen.

Voor elk van de oorzaken wordt een transfermodel opgesteld. De uitvoer van elk transfermodel verklaart een deel van de variatie in de grondwaterstandsreeks. Het gedeelte van de gemeten reeks dat niet verklaard wordt door het neerslagoverschot en de overige invoerreeksen is het residu. De residureeks wordt zo goed mogelijk verklaard door het 'ruismodel'. Het ruismodel verklaart alle variatie in de grondwaterreeks die niet aantoonbaar verband houdt met neerslagoverschot en/of de overige invoerreeksen en is een maat voor alle overige oorzaken. Verder bevat het model een constante om de hele reeks te schalen naar het gehanteerde referentieniveau ($m + \text{NAP}$).

Een schematische weergave van het transferruismodel is gegeven in onderstaande figuur.



4.4 Stap 4: selectie van peilbuizen voor isohypsenkaart

In totaal is voor 183 filters een gemiddelde afgeleid op basis van metingen en voor 168 filters een gemiddelde op basis van tijdreeksanalyse. Uit deze filters is een selectie gemaakt voor het afleiden van de isohypsenkaart. De verschillende selectie stappen die uitgevoerd zijn, worden in voorliggende paragraaf beschreven.

De peilbuizen waarvoor een gemiddelde over de periode 2013 t/m 2020 is vastgesteld, zijn op kaart weergegeven in Bijlage 2. Uit deze peilbuizen is een selectie gemaakt voor de isohypsenkaart. De selectie wordt in voorliggende paragraaf besproken. De afgevalen peilbuizen zijn op de kaart in Bijlage 2 aangegeven.

4.4.1 Selecteren van bovenste filter

Bij peilbuizen met meerdere filters waarvoor een gemiddelde stijghoogte vastgesteld is, is voor de isohypsen kaart het bovenste filter gebruikt waarvoor een gemiddelde stijghoogte vastgesteld is.

Wanneer voor elke peilbuis het bovenste filter is geselecteerd, waarvoor een gemiddelde is afgeleid, blijkt dat in totaal voor 289 unieke peilbuizen een gemiddelde stijghoogte is afgeleid.

Van de 289 peilbuizen bleken er op 4 locaties 2 peilbuizen te staan. Het gaat dan om locaties waar zowel een peilbuis uit BOSANIS als een peilbuis uit DINO loket staat. Van deze 4 locaties zijn op 1 locatie de data hetzelfde en gaat het dus om dezelfde buis. Op de andere drie locaties verschilden de data van de peilbuizen van elkaar. Aangenomen wordt dat het om vlakbij elkaar gelegen peilbuizen gaat. Voor deze peilbuizen zijn de reeksen bekeken en is handmatig beoordeeld welke peilbuis gebruikt is voor de isohypsenkaart. De dubbele peilbuizen zijn opgenomen in tabel 4.1

Tabel 4.1: Peilbuizen op dezelfde locatie

Dubbele peilbuizen	Gekozen	Reden
B60C0992 f1 en 000PB028 f1	B60C0992 f1	Gekozen meetreeks heeft meer metingen
B60C040 f1 en 000PB040 f1	B60C040 f1	Gekozen meetreeks heeft meer metingen
B60C0029 f1 en 000PB039 f1	B60C0029 f1	Gekozen meetreeks heeft meer metingen
B60C0990 f1 en 000PB029 f1	000PB029 f1	Beide reeksen zelfde keuze maakt niet uit.

* f1 staat voor filter 1.

4.4.2 Verwijderen diepe filters

Bij het construeren van de isohypsenkaarten worden alleen peilbuisfilters meegenomen waarvoor het filter zich in de Beegden formatie of bovenin de Breda formatie bevindt. Als criterium zijn alle peilbuisfilters verwijderd, waarvoor de bovenkant van het filter dieper dan 10 meter onder de bovenkant van de formatie van Breda ligt.

Deze afgevalen peilbuizen zijn op kaart in Bijlage 2 aangegeven.

4.4.3 Verwijderen peilbuizen binnen bergingen

Peilbuizen die zich ter plaatse van een deponie, berging of voormalige groeve bevinden zijn niet meegenomen. Gekeken is naar de Katalysatorberging, Louisegroeve, Gipsdeponie en de Mauritsdeponie.

Deze afgevalen peilbuizen zijn op kaart in Bijlage 2 aangegeven.

4.4.4 Verwijderen afwijkende peilbuizen

De overgebleven peilbuizen zijn op een kaart weergegeven. Voor elke peilbuis is de bepaalde gemiddelde stijghoogte over de periode 2013 t/m 2020 weergegeven. Handmatig is vervolgens gezocht naar peilbuizen met afwijkende gemiddelde stijghoogten. Alle grafieken van afwijkende peilbuizen zijn handmatig bekeken en beoordeeld.

De afgevalen peilbuizen zijn op kaart in Bijlage 2 aangegeven. Er is onderscheid gemaakt naar de reden waarom een peilbuis is afgevalen. De volgende redenen worden onderscheiden:

- Foutief: in een aantal gevallen ging het om onrealistische (geohydrologisch niet plausible) meetreeksen. Dit is beoordeeld op basis van expert judgement en geohydrologische kennis van het gebied.
- Op een aantal locaties liggen zeer veel peilbuizen bij elkaar. Bij veel peilbuizen “op een hoop” is ervoor gekozen de peilbuizen, waarvoor het gemiddelde is bepaald op basis van tijdreeksanalyse, te verwijderen uit de selectie als deze afwijken van peilbuizen waarvoor de stijghoogte bepaald is op basis van daadwerkelijk gemeten waarden. Op deze locaties zijn dus alleen peilbuizen gebruikt waarvoor het gemiddelde bepaald kon worden op basis van de daadwerkelijk gemeten waarden.
- In het zuiden van het interessegebied, ter hoogte van Elsloo, bevindt zich een stijrand vlak bij de Maas. Bovenop het plateau zijn de stijghoogten ter plaatse van deze stijrand hoger dan in het Maasdal onderaan de steilrand. De peilbuizen in het Maasdal zijn niet meegenomen bij het creëren van de isohypsenkaart.
- Een aantal peilbuizen met lichte afwijkingen in het bepaalde gemiddelde op locaties waar meerdere peilbuizen beschikbaar zijn, zijn verwijderd uit de selectie voor het construeren van de isohypsenkaart. Het gaat om afwijkingen van maximaal enkele decimeters die lokaal optraden.

4.4.5 Toevoegen van peilbuizen van belang voor isohypsenkaart

Gekeken is of er gebieden zijn waar over weinig peilbuizen wordt beschikt voor het construeren van de isohypsenkaart. Vastgesteld is dat in het zuidoosten van het interessegebied ten westen van de snelweg A2, een gebied ligt, waar niet of nauwelijks reeksen zijn waarvoor een gemiddelde bepaald is op basis van metingen of met behulp van tijdreeksanalyse. De peilbuizen die in dit gebied liggen, zijn met de hand bekeken en onderzocht. De tijdreeksmodellen van deze peilbuizen zijn afgekeurd in stap 3, beschreven in paragraaf 4.3. Voor een aantal peilbuizen is ervoor gekozen de modellen alsnog goed te keuren. Dit is gedaan met een kwalitatieve plausibiliteitscheck op basis van expert judgement. Hierbij is onder andere bekeken of deze peilbuizen binnen het stijghoogtepatroon vallen. De invloed van deze keuze op de stromingsrichting is daardoor klein, maar deze peilbuizen waren wel zeer wenselijk om een completer beeld te krijgen op locaties waar weinig tot geen data beschikbaar waren.

Deze toegevoegde peilbuizen zijn op kaart in Bijlage 2 aangegeven.

4.5 Stap 5: construeren isohypsenkaart

Binnen stap 1 t/m 4 is voor 193 peilbuizen uit het meetnet de gemiddelde stijghoogte bepaald. Deze peilbuizen liggen goed verdeeld over het interessegebied. De peilbuizen die worden meegenomen bij de isohypsenkaart zijn weergegeven in Bijlage 2. De bepaalde gemiddelde waarden voor de peilbuizen die worden meegenomen bij het construeren van de isohypsenkaart zijn in grafiekvorm opgenomen in Bijlage 3 en 4. Bijlage 3 bevat de grafieken van de peilbuizen waarvoor een gemiddelde bepaald is op basis van metingen. Bijlage 4 bevat de grafieken voor de peilbuizen waarvoor een gemiddelde bepaald is op basis van het transferruis model.

Isohypsens zijn lijnen met gelijke stijghoogte. Door middel van interpolatie van de bepaalde gemiddelde stijghoogte over de periode 2013 t/m 2020 is een isohypsen kaart vervaardigd. Er zijn in totaal 2 isohypsenkaarten gemaakt. In eerste instantie zijn de stijghoogten van de geselecteerde peilbuizen door middel van de methode Kriging geïnterpoleerd. De eerste isohypsenkaart is een ruwe isohypsenkaart puur gebaseerd op de geïnterpoleerde stijghoogten. In tweede instantie zijn op basis van hydrologische kennis de isohypsen lichtelijk aangepast. Het totale stromingsbeeld is echter gelijk gebleven.

Het grondwater stroomt loodrecht op de isohypsen. Op de isohypsenkaarten zijn een aantal stroombanen weergegeven. De stroombanen zijn met een computerprogramma gegenereerd en snijden de isohypsen dus altijd loodrecht. In Paragraaf 5.1 staat verdere toelichting waarom de stroombanen loodrecht op de isohypsen staan.

4.5.1 Ruwe isohypsenkaart (puur op basis van interpolatie van de metingen)

De bepaalde gemiddelde freatische stijghoogte in de peilbuizen zijn door middel van Kriging geïnterpoleerd. Kriging is een interpolatie techniek waarbij rekening wordt gehouden met de ruimtelijke verdeling van de peilbuizen. Indien meerdere peilbuizen op een kluitje liggen met ongeveer dezelfde grondwaterstand krijgen deze peilbuizen geen groter gewicht als ware het een enkele peilbuis. Bij kriging is het mogelijk om een waarde voor de nugget op te geven. Indien de nugget gelijk is aan 0 dan wordt de oplossing ter plaatse van de punten gelijk aan de punt waarde. Bij het construeren van de isohypsenkaart is een nugget waarde van 2% opgegeven. Dit betekent dat de met kriging geïnterpoleerde waarde licht kan afwijken van de puntwaarden ter plaatse van de peilbuizen.

Het resultaat, de ruwe isohypsenkaart, van deze stap is weergegeven in bijlage 6. Op de kaart zijn de waarden van de peilbuizen die gebruikt zijn voor het construeren van de isohypsenkaart ook aangegeven.

4.5.2 Bewerkte isohypsenkaart

Kleine afwijkingen in de bepaalde gemiddelde stijghoogten zorgen voor kleine onregelmatigheden in de isohypsenkaart. Hierdoor maken de stroombanen wat rare onnatuurlijke knikken, waardoor 2 stroombanen opeens heel dicht of juist verder van elkaar af komen te liggen. In bijlage 5 is te zien dat bijvoorbeeld 2 stroombanen heel dicht bij elkaar komen te liggen. Tussen de stroombanen door stroomt dezelfde hoeveelheid water, als 2 stroombanen zo dicht bij elkaar komen te liggen moet het grondwater daar heel hard gaan stromen. Het is onwaarschijnlijk dat de stroombanen in werkelijkheid ook zo dicht bij elkaar komen te liggen. Om deze reden zijn in stap 2 de isohypsen iets gladder gestreken om een realistischer stroombanen patroon te krijgen. Dit is de enige aanpassing die is doorgevoerd ten aanzien van de ruwe isohypsenkaart. Het stromingsbeeld blijft dan ook gelijk aan de isohypsenkaart uit stap 1. De stroombanen “zwieberen” alleen iets minder.

Het resultaat van deze stap is weergegeven in bijlage 7. Op de kaart zijn de waarden van de peilbuizen die gebruikt zijn voor het construeren van de isohypsenkaart ook aangegeven.

Voor de peilbuizen waarvoor geen gemiddelde bepaald kon worden, is de waarde toegekend die hoort bij de isohypsenkaart. In Bijlage 5 zijn de grafieken van deze overige peilbuizen, die niet gebruikt zijn bij het construeren van de isohypsenkaart opgenomen, waarbij in de grafiek ook de op basis van interpolatie bepaalde waarde ter plaatse van deze peilbuizen als lijn is opgenomen. In de meeste gevallen ligt het gemiddelde goed in de lijn van de metingen.

5 Resultaat isohypsenkaart

5.1 Bespreking resultaat isohypsenkaarten

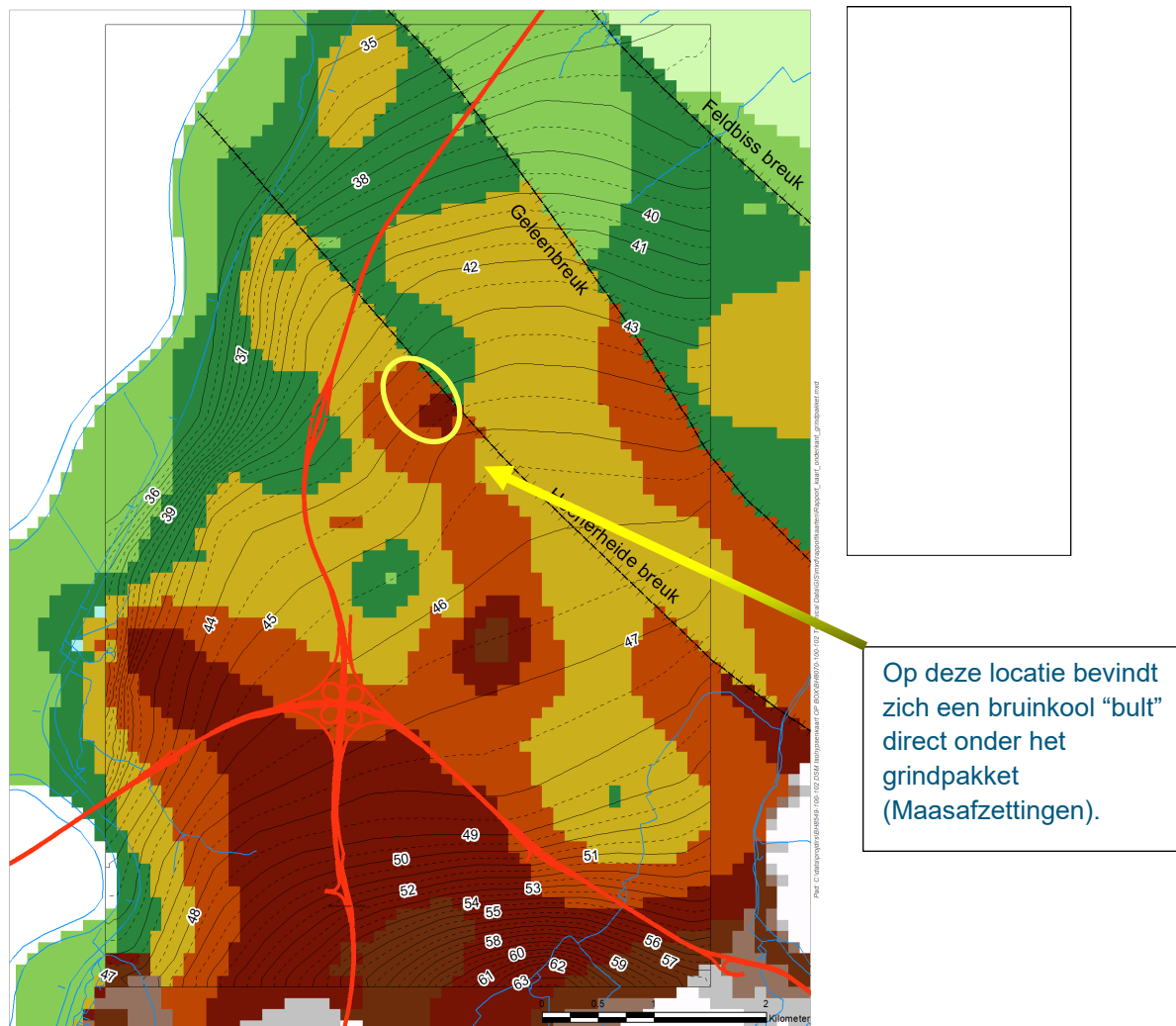
In bijlage 6 is de ruwe isohypsenkaart opgenomen en in bijlage 7 de uiteindelijke definitieve isohypsenkaart. De bepaalde gemiddelde grondwaterstanden in de geselecteerde 193 peilbuizen zijn in beide bijlagen ook op de kaarten weergegeven.

De isohypsen binnen het interessegebied lopen van 60 m + NAP helemaal in het zuiden, ter hoogte van het dorp Neerbeek, tot 35 m + NAP ter plaatse van het Julianakanaal ter hoogte van Urmond/Berg aan de Maas. In totaal een verval van 25 meter over ongeveer 6 kilometer. De doorlatendheid in het doorstroomde pakket is isotroop (gelijke doorlatendheid in alle richtingen; $k_x=k_y$), dit betekent dat de stroombanen loodrecht op de isohypsen staan.

De stromingsrichting is over het algemeen zuidoost naar noordwest. In het oosten van het interessegebied is de stroming iets meer noordwaarts en helemaal in de zuidwesthoek van het interessegebied (bij de Maasbocht van Kotem en Meers) buigen de stroombanen iets af naar het westen. Dit is echter minder dan men in eerste instantie zou verwachten op basis van de Maaspeilen. Peilbuizen hier laten zien dat er een groot verval zit in de grondwaterstand in het Maasdal en de grondwaterstand direct bovenaan de steilrand op het plateau. De grondwaterstand op het plateau ligt, ondanks dat de Maas relatief dichtbij is, relatief hoog.

Ter plaatse van de overgang van het Maasdal naar het plateau is over het algemeen sprake van een iets groter verhang. Vooral in het zuiden van het interessegebied is dit het geval. In het noorden van het interessegebied is de overgang van Maasdal naar het plateau geleidelijker. Naast de overgang naar het Maasdal is ook in het uiterste zuiden van het interessegebied sprake van een groter verhang van de grondwaterspiegel. In figuur 5.1 is zichtbaar dat hier de basis van het de Maasafzettingen relatief hoog ligt. Hierdoor is de transmissiviteit van het watervoerende pakket (doorlatendheid * dikte) kleiner en wordt het verhang steiler.

In figuur 5.1 is aangegeven dat zich in het midden van het gebied, aan de zuidzijde van de Heerlerheidebreuk ter plaatse van de Louisegroeve, een zeer slecht doorlatende bruinkoollaag bevindt die zich relatief hoog in het geohydrologisch profiel bevindt (zie ook geohydrologisch profiel figuur 2.3). De isohypsenkaart (bijlage 7 en figuur 5.1) laat zien dat het water deels om deze bruinkool "bult" heen stroomt. Hier liggen, ter plaatse van de bruinkoollaag, de Maasafzettingen boven de grondwaterstand. Plaatselijk is de doorlatendheid hier kleiner, waardoor het logisch is dat het water deels om deze bruinkool "bult" heen stroomt (zie figuur 5.1).



Figuur 5.1: Basis (onderkant) van het grindpakket t.o.v. NAP in het gebied waar de isohypsen geconstrueerd zijn.

Tussen de Heerlerheidebreuk en Geleenbreuk (ten noorden van het Chemelot terrein), waren minder peilbuizen beschikbaar op basis waarvan het isohypsenpatroon geconstrueerd kan worden. Een aantal peilbuizen ten noorden van de Heerlerheidebreuk hadden te weinig data, waardoor de gemiddelde stijghoogte over de periode 2013 t/m 2020 niet bepaald kon worden. Achteraf is voor dit gebied gecontroleerd of het gemiddelde, wat toegekend is op basis van de geconstrueerde isohypsenkaart, overeenkomt met de beschikbare metingen (zie de grafieken in Bijlage 5). Hierbij is een kwalitatieve beoordeling uitgevoerd voor de peilbuizen in dit gebied. De op basis van interpolatie bepaalde gemiddelden en de kwalitatief ingeschatte gemiddelde stijghoogte kwamen goed overeen voor al deze peilbuizen (± 10 cm afwijking). Het is dan ook zeer aannemelijk dat geen sprake is van een sprong in stijghoogte over de Heerlerheidebreuk binnen de Maasafzettingen. Het grindpakket (de Maasafzettingen) is over het algemeen iets dikker ten noorden van de Heerlerheidebreuk en wordt verder naar het noorden, na het passeren van de Geleenbreuk, nog dikker. Hierdoor neemt de transmissiviteit (doorlatendheid * dikte) van de Maasafzettingen in het noorden toe.

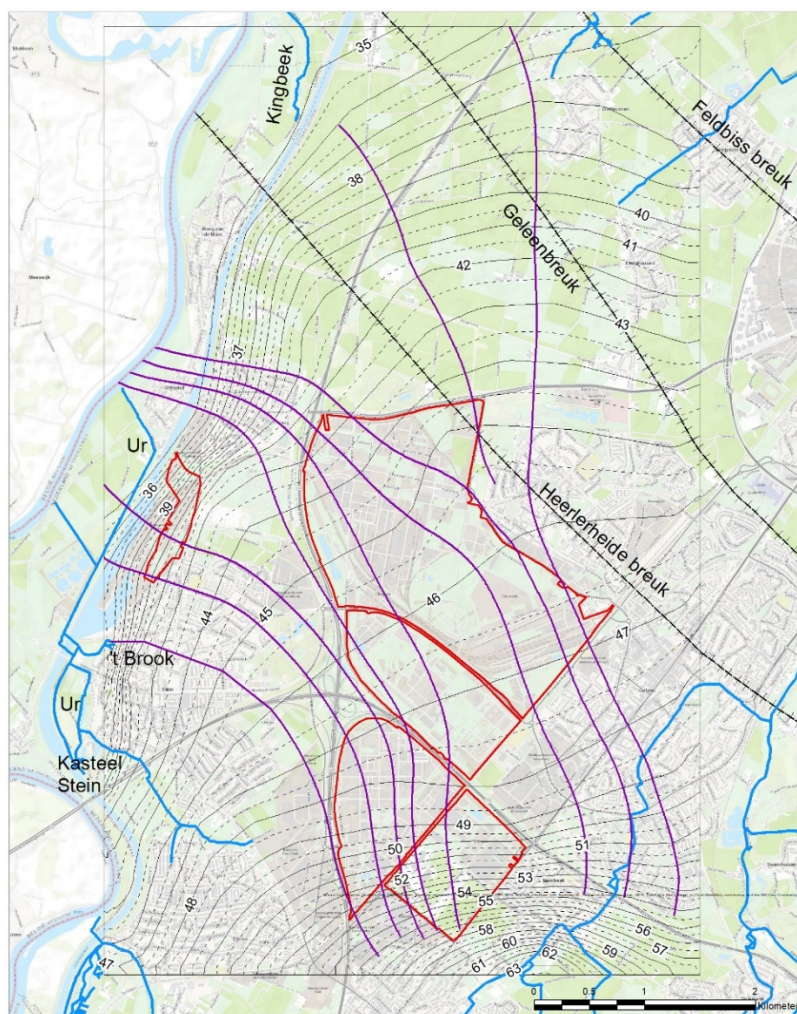
Het in voorliggende studie geconstrueerde isohypsenpatroon kan ook op lokale schaal ingezet worden. Bij het tot stand komen van het isohypsenpatroon is alle beschikbare geschikte peilbuisdata gebruikt. Bijlage 7 geeft naast het isohypsenpatroon ook de bepaalde stijghoogten ter plaatse van de peilbuizen.

Geadviseerd wordt in lokale studies, de peilbuismetingen erbij te betrekken en indien van toepassing uit te breiden met eigen nieuwe metingen.

5.2 Stroombanen en oppervlaktewater Waterschap Limburg

In paragraaf 2.3 is ingegaan op de in het gebied aanwezige oppervlaktewater. Vastgesteld is dat, naast de Maas, ander oppervlaktewater niet of nauwelijks het isohypsenpatroon ter plaatse van de Chemelot site en omgeving beïnvloedt. Wel is het in theorie mogelijk dat grondwater dat vanaf de Chemelot site afkomstig is, in het Maasdal opkwelt in de Ur of Kingbeek (zie beschrijving paragraaf 2.4). In voorliggende paragraaf is gekeken of na het construeren van de isohypsenkaart grondwater vanaf de Chemelot site inderdaad naar Ur of Kingbeek toe kan stromen en uitmonden in deze beken.

In figuur 5.2 is het geconstrueerde isohypsenpatroon, een aantal ingetekende stroombanen en de in het gebied aanwezige watergangen ingetekend. De Ur ontspringt bij Kasteel Stein en bij 't Brook (zie ook paragraaf 2.3). Het intrekgebied voor de bron bij kasteel Stein ligt geheel bovenstrooms van de Chemelot site. Dit geldt ook voor het merendeel van het intrekgebied van 't Brook, echter voor 't Brook is het mogelijk dat enkele stroombanen vanaf het uiterste zuidelijke puntje van de Chemelot site nog in 't Brook eindigen (zie figuur 5.2). Deze locatie is echter geen bronlocatie van verontreinigingen.



Figuur 5.2: Isohypsenkaart, stroombanen en watergangen Waterschap Limburg

De Ur verderop in het Maasdal, na het passeren van het Julianakanaal, zal over het algemeen niet meer draineren. Doordat de waterstand in de Beek hoger ligt dan de grondwaterstand stroomt het grondwater niet naar de beek toe, maar onder de beek door. Voor het benedenstroomse deel van de Ur is het aannemelijk dat de stroombanen onder de Ur doorstromen naar de Maas toe.

De Kingbeek ligt een stuk verder van de Chemelot site. Figuur 5.2 laat zien dat enkele stroombanen vanaf het meest noordelijke en noordoostelijke puntje van de Chemelot site richting Kingbeek stromen. Door de grote afstand zal het slechts om een kleine fractie gaan, afkomstig van de Chemelot site, die mogelijk in de Kingbeek opkwelt.

5.3 Vergelijking resultaat isohypsenkaart met de isohypsenkaart 2013

In vergelijking tot de isohypsenkaart van 2013 (Royal HaskoningDHV, 2013), verschilt het isohypsenpatroon relatief weinig. In bijlage 8 is de oude isohypsenkaart weergegeven, met hierop aangegeven de isohypsen uit voorliggende studie (de isohypsen overeenkomstig bijlage 7).

6 Conclusies en aanbevelingen

Conclusies

- Op basis van de beschikbare metingen is het goed mogelijk om een isohypsenkaart van de Chemelot site en omgeving te maken.
- De meeste peilbuizen beschikken over een onregelmatig meetinterval en meetperiode. Daarnaast bevatten de meetreeksen nog uitbijters (foutieve metingen). Voor het bepalen van een gemiddelde stijghoogte is een analyse van de metingen van de peilbuizen nodig alvorens een gemiddelde bepaald kan worden.
- De peilbuizen op het plateau fluctueren langzaam en tonen geen seizoensfluctuatie, maar een meerjarige langzame fluctuatie. Binnen voorliggende studie is ervoor gekozen om een langere periode te middelen om een goede inschatting te krijgen van de langjarig gemiddelde freatische stijghoogte (grondwaterstand) in de peilbuizen.
- De isohypsenkaart is een update van de isohypsenkaart gemaakt in 2013. Toen is de isohypsenkaart gemaakt op basis van gemiddelde stijghoogten over de periode 2000 t/m 2012. Voor de update van de isohypsenkaart is ervoor gekozen de isohypsenkaart te maken op basis van bepaalde gemiddelde stijghoogten over de periode 2013 t/m 2020.
- Voor het construeren van de isohypsenkaart zijn 144 peilbuizen uit DINO loket gedownload en 363 peilbuizen uit BOSANIS geanalyseerd. Van deze peilbuizen is de gemiddelde grondwaterstand bepaald voor 193 peilbuizen die goed verdeeld over het interessegebied liggen.
- Er is een isohypsenkaart gemaakt puur op basis van (kriging) interpolatie van deze 193 peilbuizen.
- Een tweede isohypsenkaart is gemaakt waarbij de isohypsen op basis van hydrologische kennis enigszins zijn aangepast. Het totale stromingsbeeld wijkt echter niet af van de eerste kaart.
- In vergelijking tot de isohypsenkaart van 2013 (Royal HaskoningDHV 2013), verschilt het isohypsenpatroon relatief weinig.

Het meetnet van DSM is een zeer groot en compleet meetnet. Er waren voldoende meetgegevens voorhanden om tot een betrouwbare isohypsenkaart te komen. Onderstaande aanbevelingen zijn dan ook niet relevant voor het doel van voorliggende rapportage, maar moeten gezien worden als algemene aanbevelingen voor het beheer van het meetnet.

Aanbevelingen

- De meetreeksen uit de database van DSM bevatten nog een aantal uitbijters. Metingen die bijna zeker foutieve metingen zijn. Het bespaart tijd bij evaluatie / analyse van de metingen als deze foutieve metingen uit de database verwijderd worden. Een gangbare methode is om na het invoeren van de meetdata een validatie van de meetgegevens uit te voeren en ook gevalideerde meetreeksen (zonder uitbijters) te bewaren.
- Inconsistenties in data kunnen wijzen op foutieve metingen, lokale verschillen in bijvoorbeeld ondergrond of andere oorzaken hebben. Het is aanbevolen om elke peilbuis apart te bekijken en te beoordelen waar mogelijke afwijkingen in gemeten stijghoogten door veroorzaakt worden. Deze actie vergroot de betrouwbaarheid van de peilbuisdata.
- Het meetnet is vooral opgezet voor waterkwaliteitsmetingen. Gezien de hoeveelheid peilbuizen en metingen is het meetnet ook uitermate geschikt voor waterkwantiteitsanalyses (zoals het maken van een isohypsenkaart).

Om het meetnet nog geschikter te maken voor waterkwantiteitsanalyses zouden een aantal peilbuizen continu bemeten kunnen worden (bijvoorbeeld met een diver of 2 maandelijkse handmetingen). Hiervoor zouden dan peilbuizen gekozen moeten worden die goed verdeeld over het interessegebied liggen en reeds over een mooie lange meetreeks beschikken.

- Voor het construeren van isohypsenkaart zijn ter plaatse van de plaatsen Stein en Elsloo relatief weinig peilbuizen beschikbaar. Voor het bepalen van het juiste beeld van de isohypsenkaart is het aan te bevelen hier enkele meetlocaties (peilbuizen) te plaatsen.
- Bij het aanwijzen van nieuwe monitoringslocaties benedenstrooms van een verontreiniging gebaseerd op het in dit onderzoek vastgestelde stroombanenpatroon, houdt dan rekening met een kleine mate van onzekerheid. Het is goed om op enige afstand van de nieuwe peilbuis lateraal aan de stroombaan nog een meetpunt te plaatsen. Op deze manier kunnen mogelijke (lokale) afwijkingen in het stijghoogtepatroon ondervangen worden.
- Gegevens van bekende verontreinigingspluimen kunnen gebruikt worden om het stijghoogtepatroon te valideren.

=O=O=O=

7 Literatuur

Royal Haskoning (2006). *Isohypsenpatroon 2005*, 10 maart 2006 9p9316.04 IMG 2005.

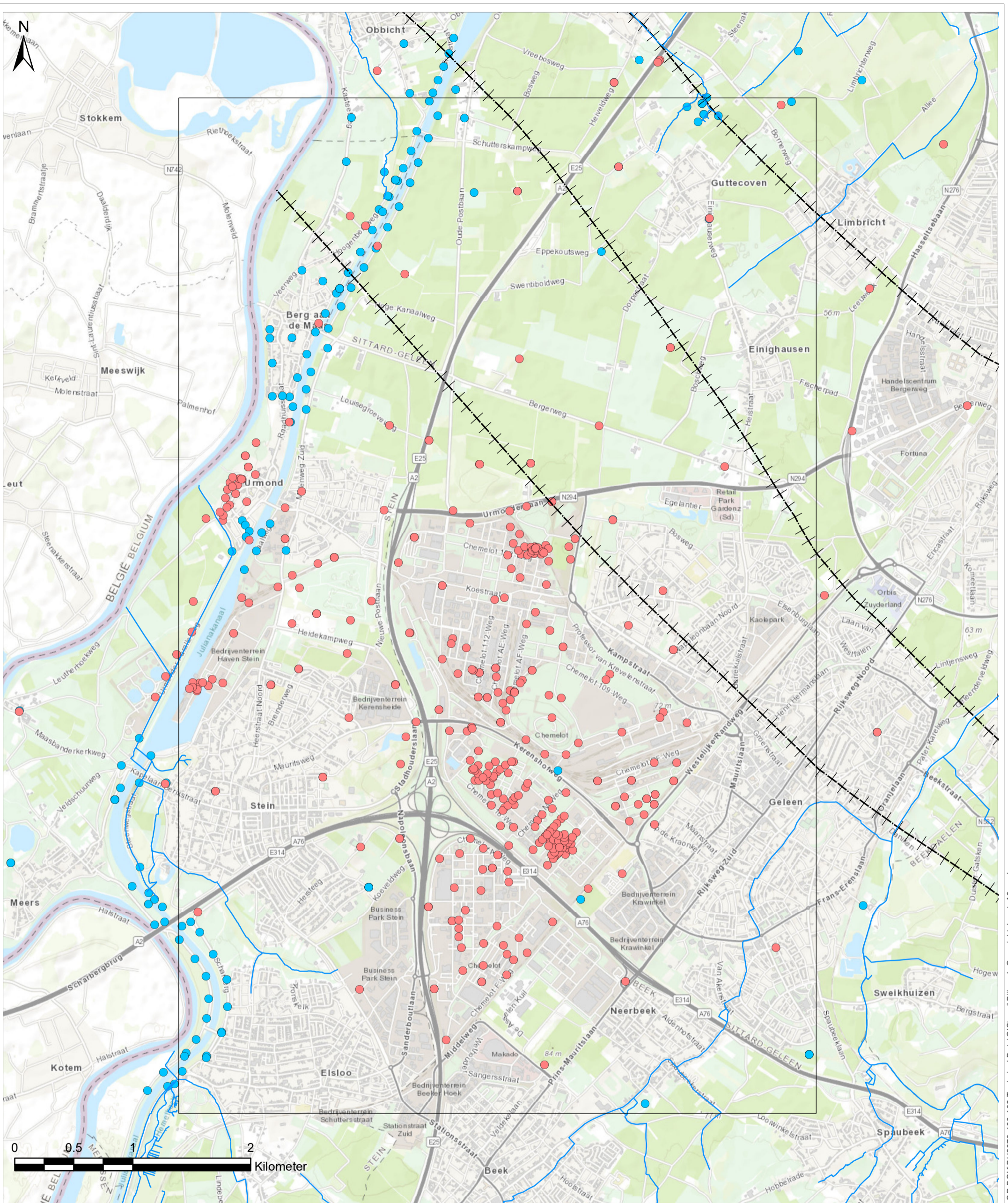
Royal HaskoningDHV (2013). *Construeren Isohypsenkaart DSM terreinen en omgeving*, 14 augustus 2013, BC1906-106-102

Collenteur, R.A., Bakker, M., Caljé, R., Klop, S.A., Schaars, F. (2019). *Pastas: open source software for the analysis of groundwater time series*. *Groundwater*. doi: 10.1111/gwat.12925.

Projectgroep GS-ZL (Witteveen en Bos, Ingenieursbüro ahu AG, Ingenieursbüro Heitfeld Schetelig GmbH, van Rooijen Adviezen), 2016, Na ijpende gevolgen steenkoolwinning, Final reports on the results of the working groups WG 5.2.4 groundwaterquality and WG 5.2.5 groundwaterquantity - Final report, 31 augustus 2016 (Rev.a: 2 December 2016), Projectgroep GS-ZL.

Bijlage

1. Overzichtskaart



Service Layer Credits: Sources: Esri, HERE, Garmin, Intermap, increment P Corp., GEBCO, USGS, FAO, NPS, NRCAN, GeoBase, IGN, Kadaster NL, Ordnance Survey, Esri Japan, METI, Esri China (Hong Kong), (c) OpenStreetMap contributors, and the GIS User Community

- gebied construeren isohypsen **Peilbuizen**
- beken
- ++++ geologische breuken
- DINO
- BOSANIS

Titel
Overzichtskaart Chemelot site en omgeving.

Project
BH 8549-100-102

Opdrachtgever
DSM

Datum
21/09/2021

Schaal (A3)
1:30000

Figuur

Bijlage 1

Gecontroleerd door

WSWI

Volgnummer

1



Bijlage

2. Selectie peilbuizen voor construeren isohypsenkaart

Legenda peilbuizen

Geselecteerde peilbuizen voor isohypsenkaart

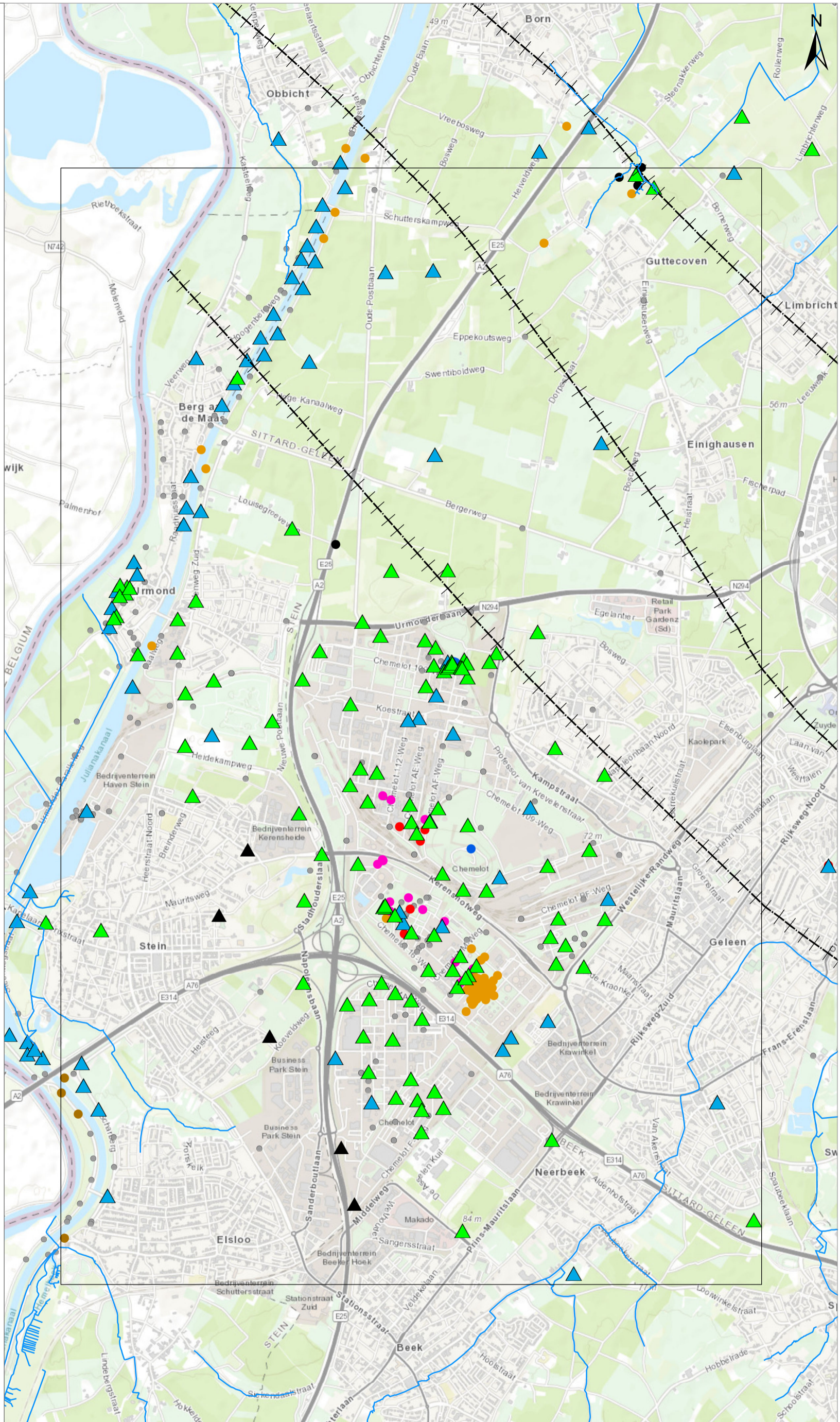
- ▲ Peilbuizen gemiddelde obv metingen
- ▲ Peilbuizen gemiddelde obv TRA
- ▲ Toegevoegd, zie paragraaf 4.4.5

Niet geselecteerde peilbuizen

- Filter te diep paragraaf 4.4.2
- In berging, paragraaf 4.4.3
- Reeksen foutief, paragraaf 4.4.4
- Maasdal Elsloo paragraaf 4.4.4
- Twijfel correctheid extrapolatie paragraaf 4.4.4
- Licht afwijkend paragraaf 4.4.4

Overige peilbuizen

- Peilbuizen geen gemiddelde bepaald



Titel
Selectie peilbuizen voor isohypsenkaart

Project
BH 8549-100-102

Opdrachtgever
DSM

Datum
09/07/2021

Schaal (A3)
1:30000

Figuur
Bijlage 2

Gecontroleerd door
WSWI

Volnummer
1

Legenda overig

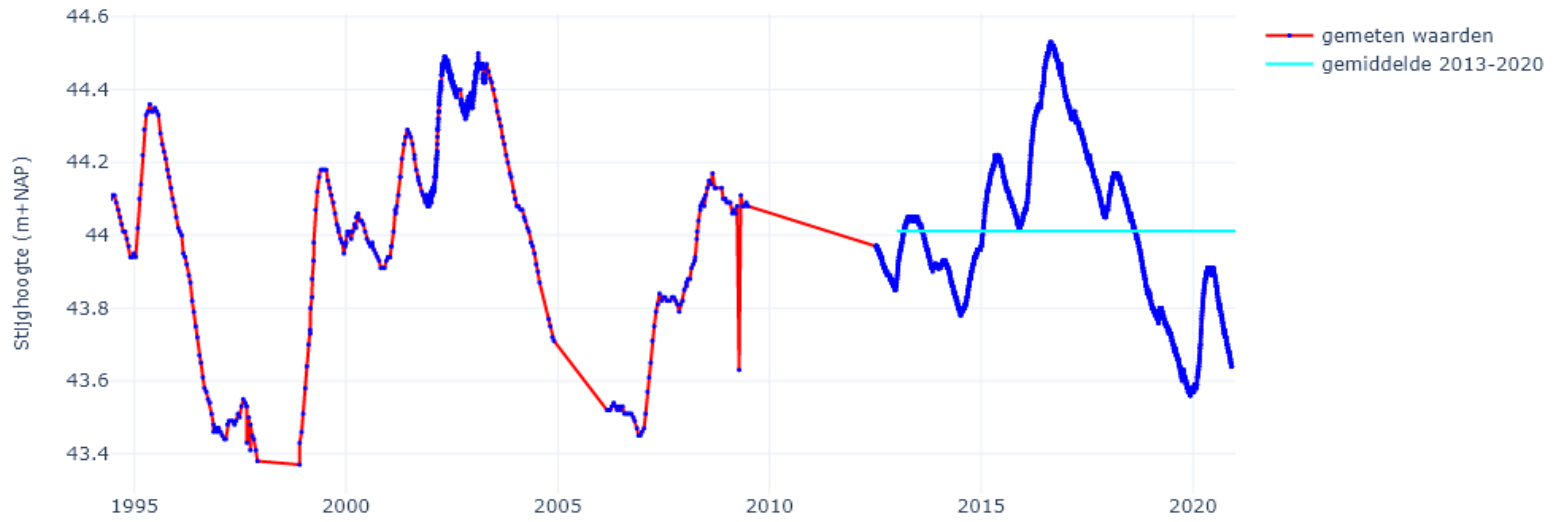
- gebied construeren isohypsen
 - +++ geologische breuken
 - beken
- 0 0.5 1 2 Kilometer

Pad: C:\data\proj\dsm\isohypsenkaart\GIS\mxd\Bijlage2_Selectie_peilbuizen.mxd

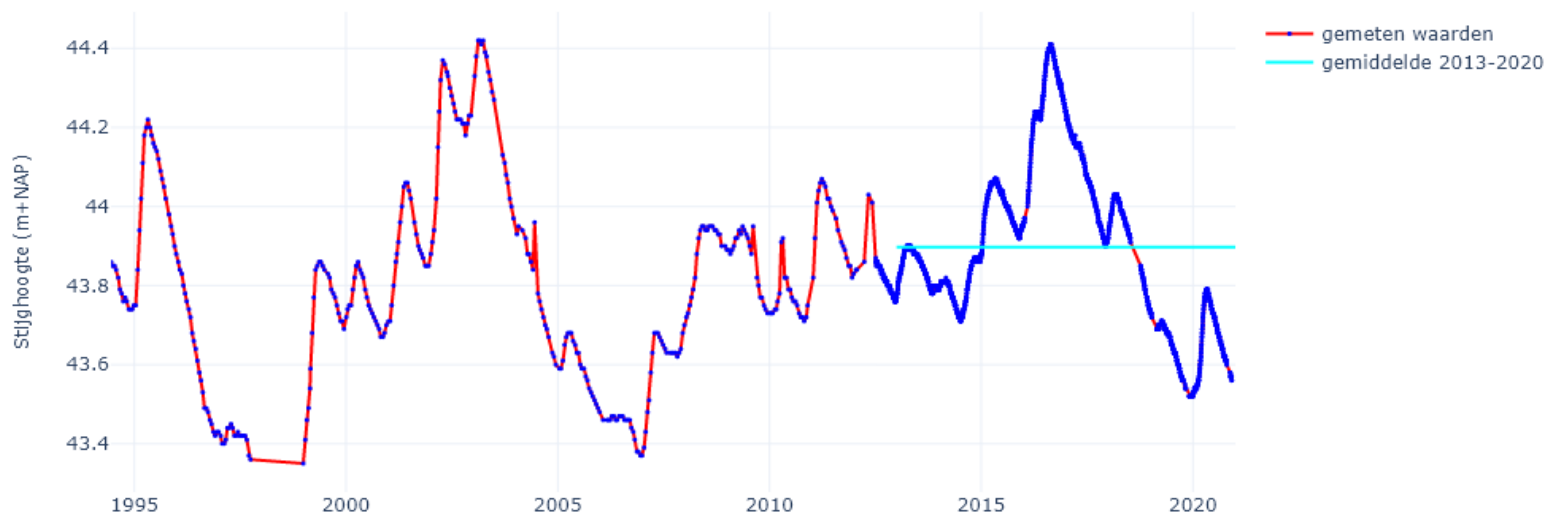
Bijlage

3. Grafieken peilbuizen waarvoor gemiddelde bepaald is op basis van de metingen

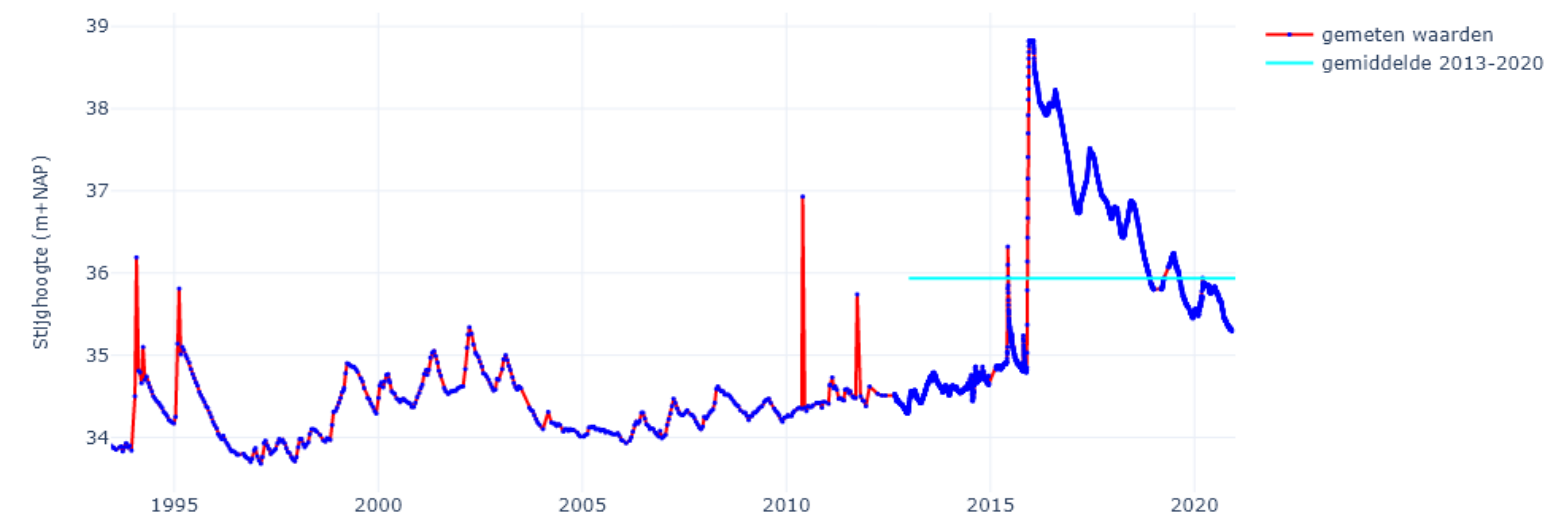
B60C0992F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



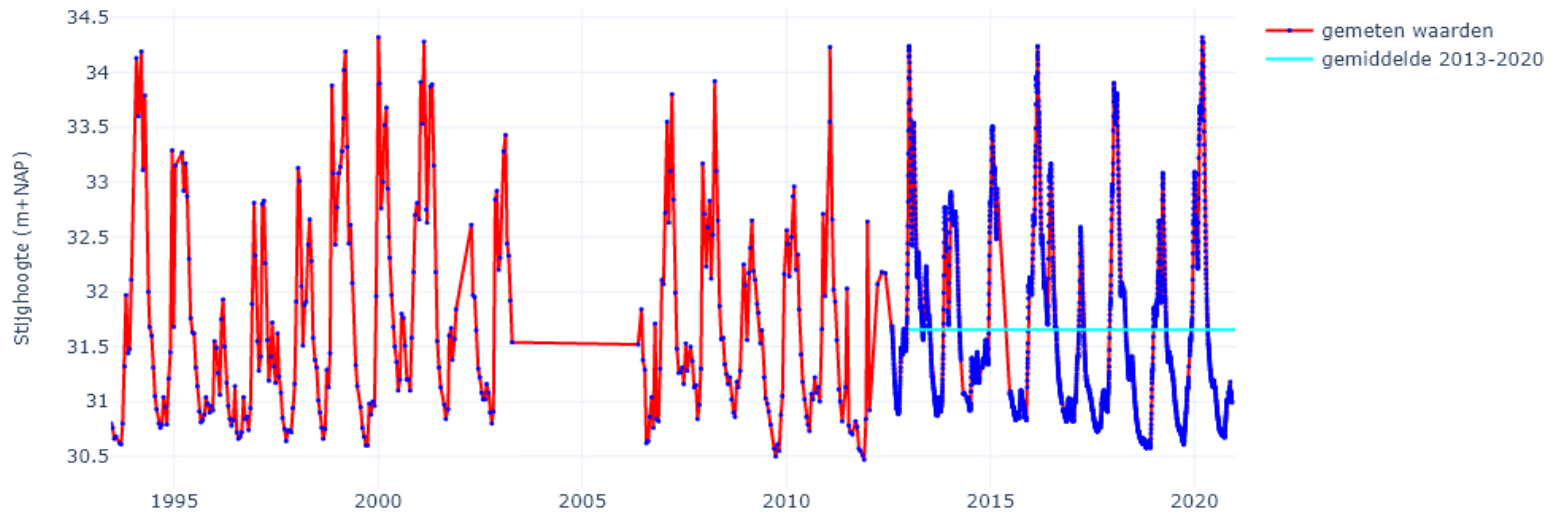
B60C0995F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



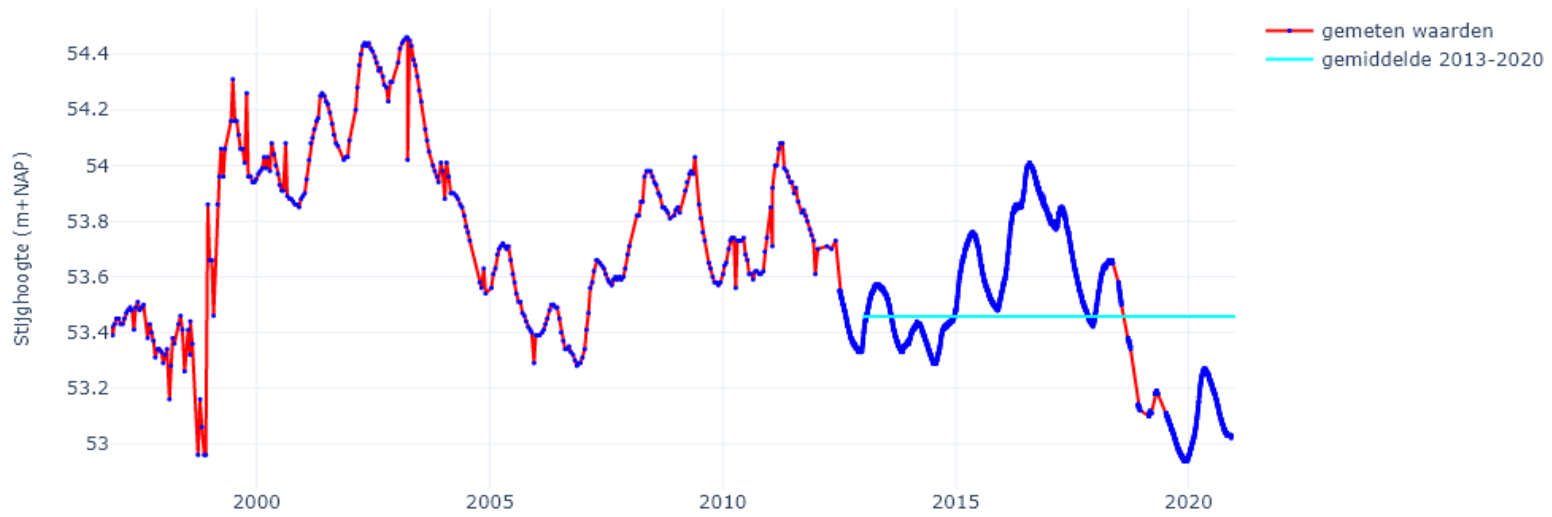
B60C1131F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



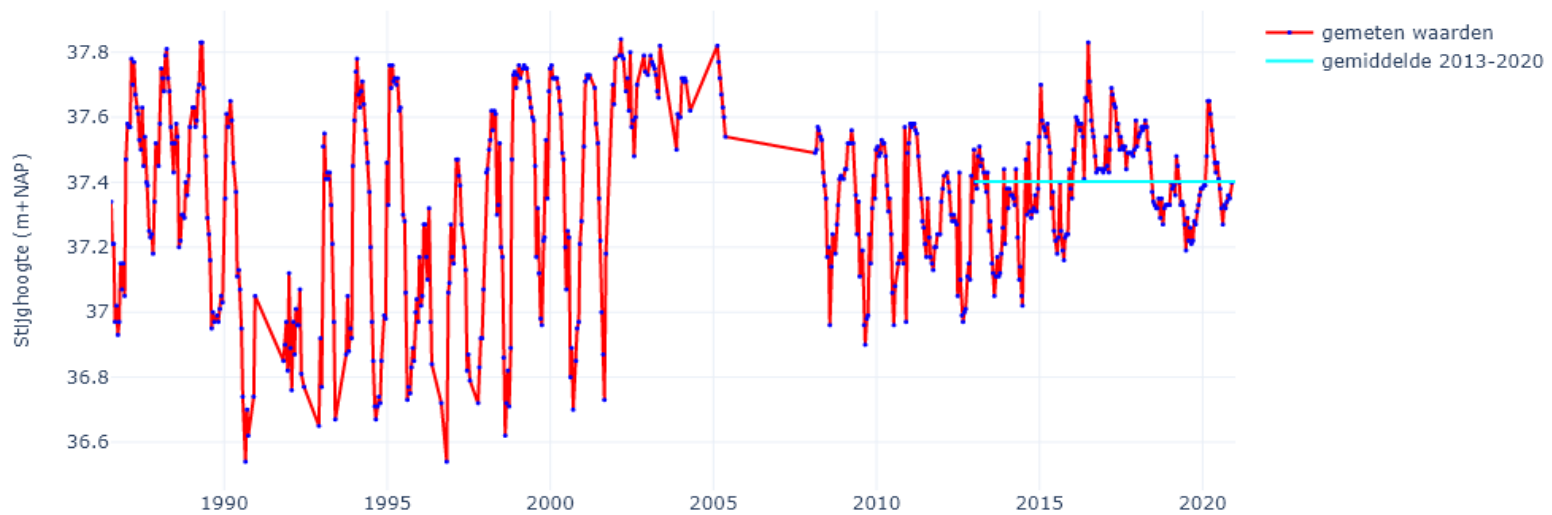
B60C1132F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



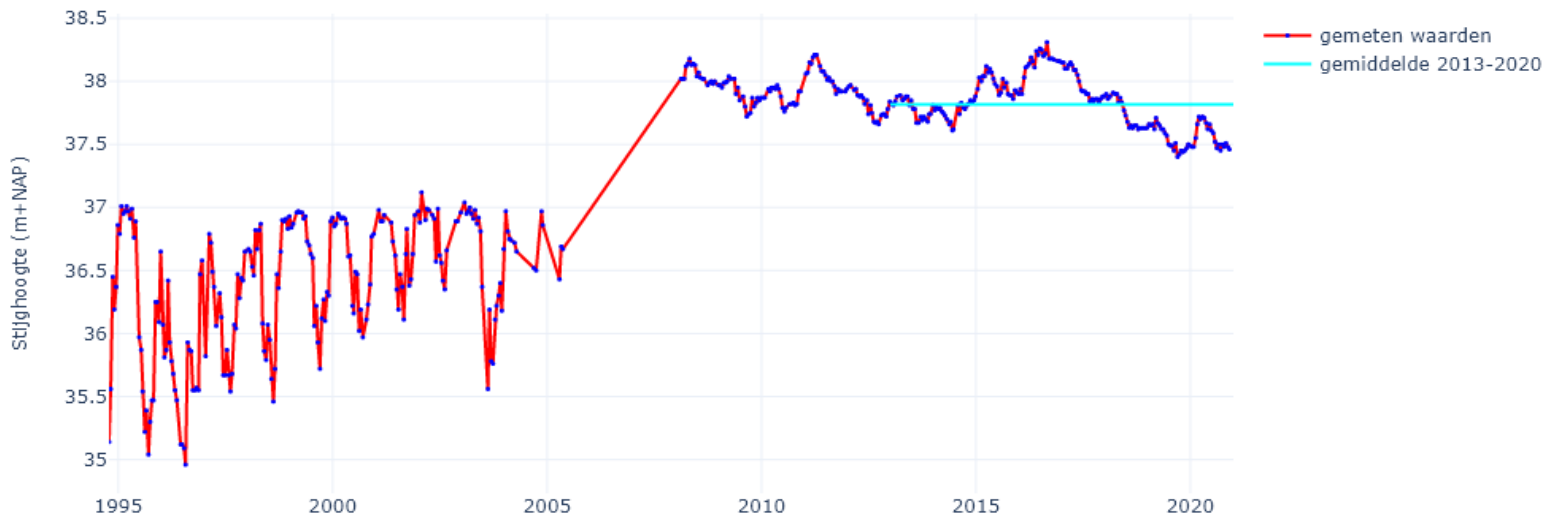
B60C1164F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



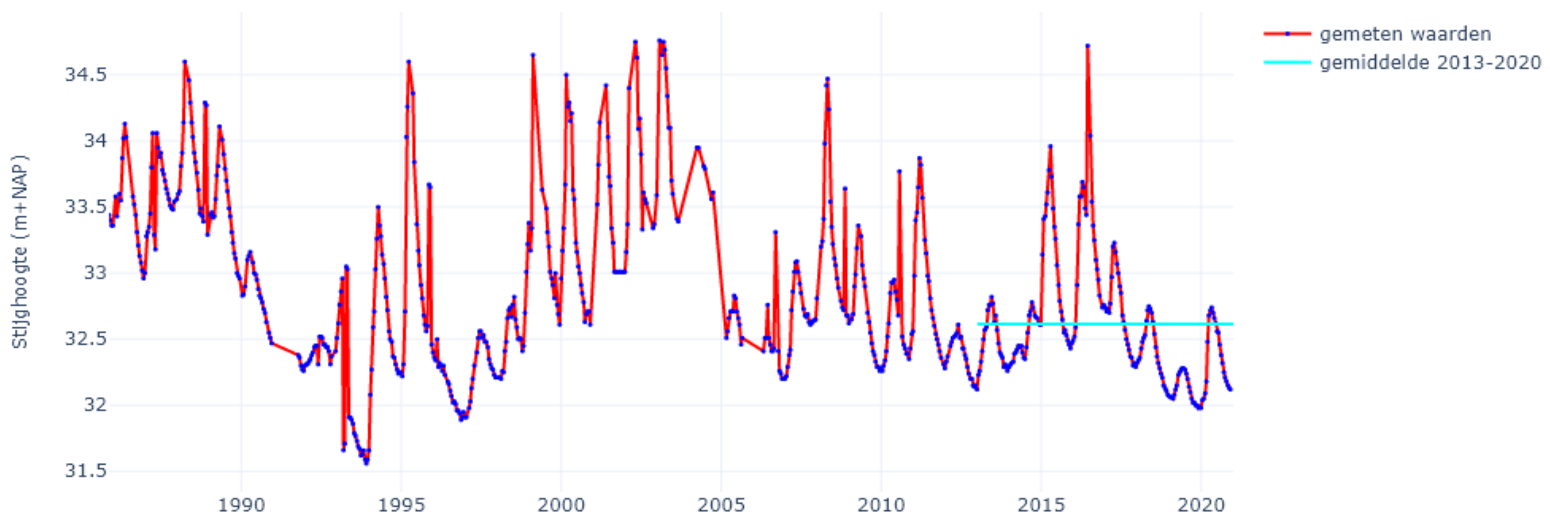
B60C2298F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



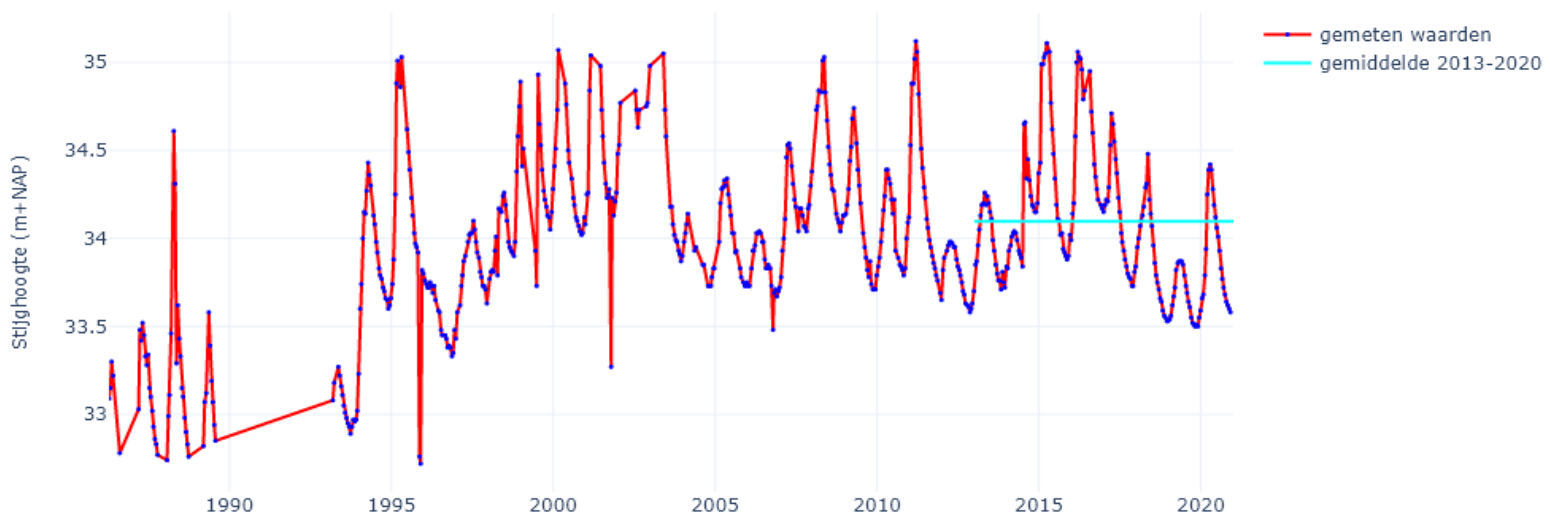
B60C2301F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



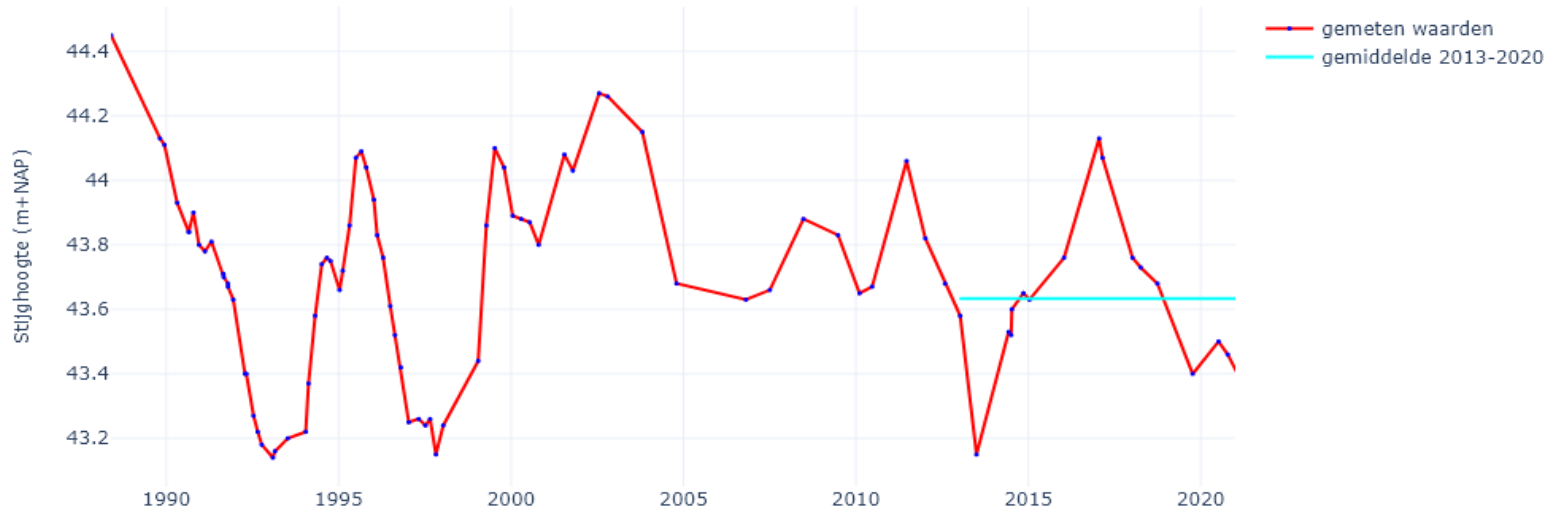
B60C2302F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



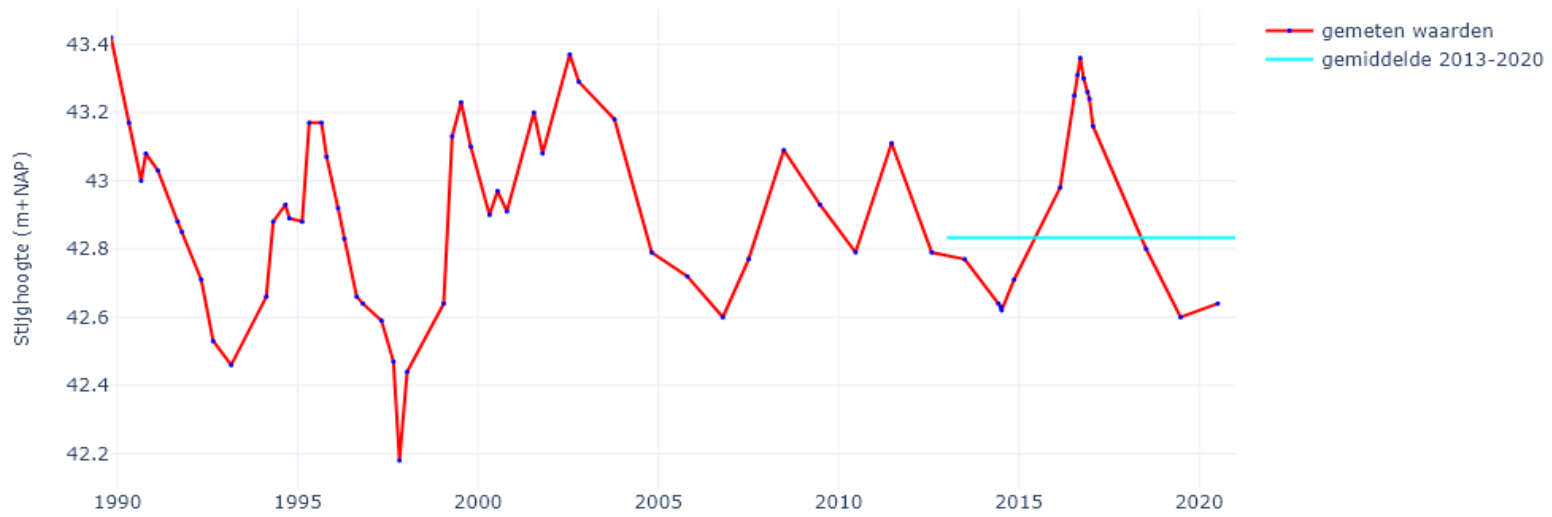
B60C2303F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



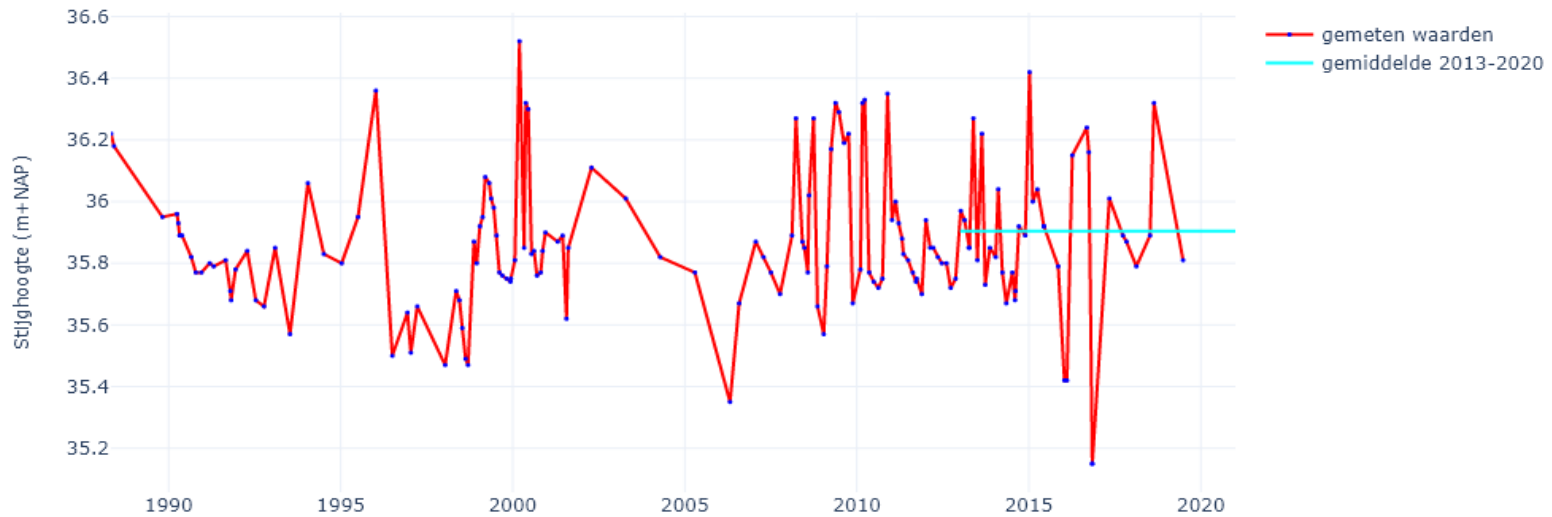
000PB001F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



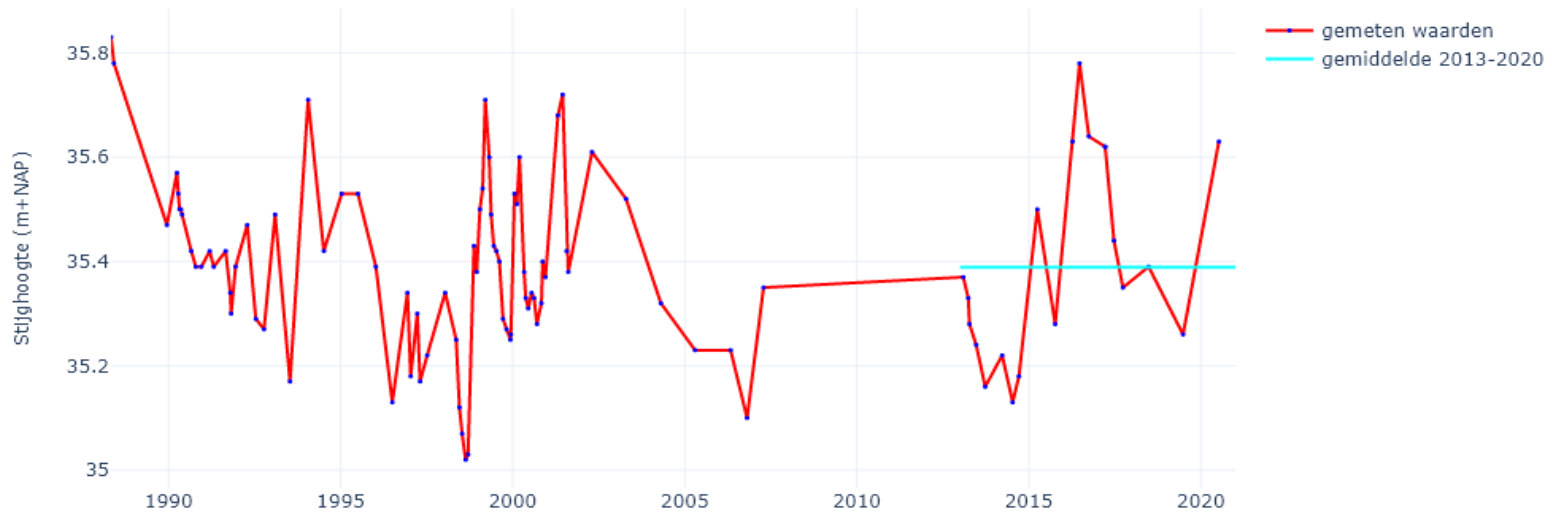
000PB002F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



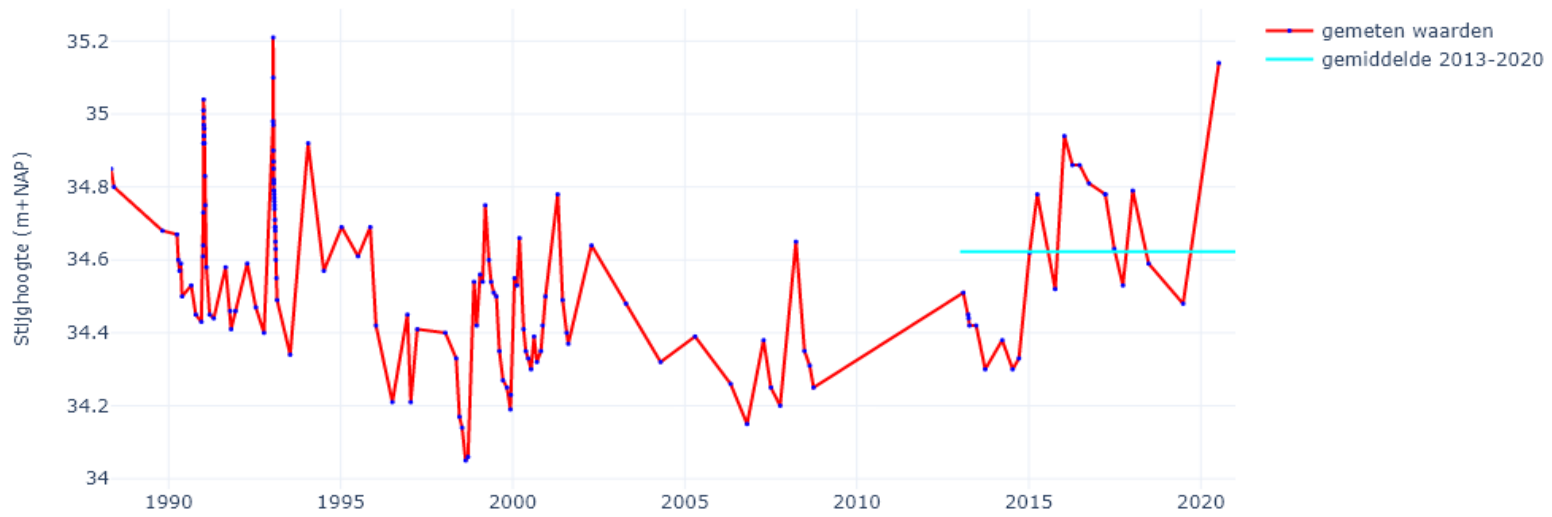
000PB004F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



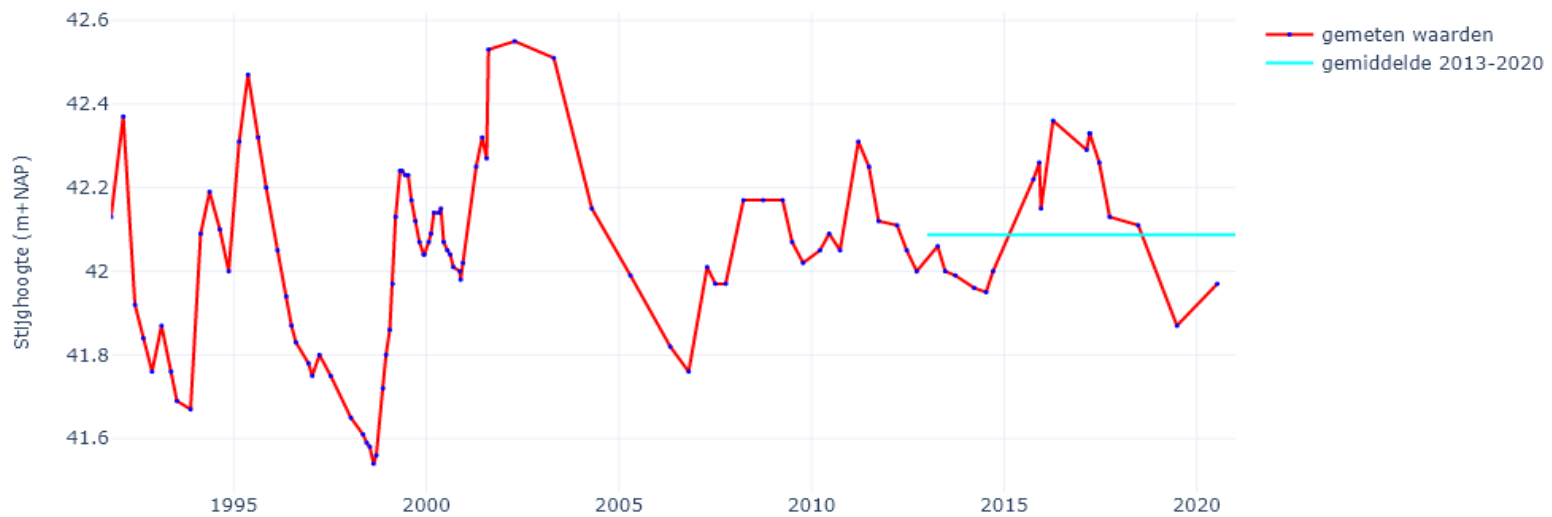
000PB005F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



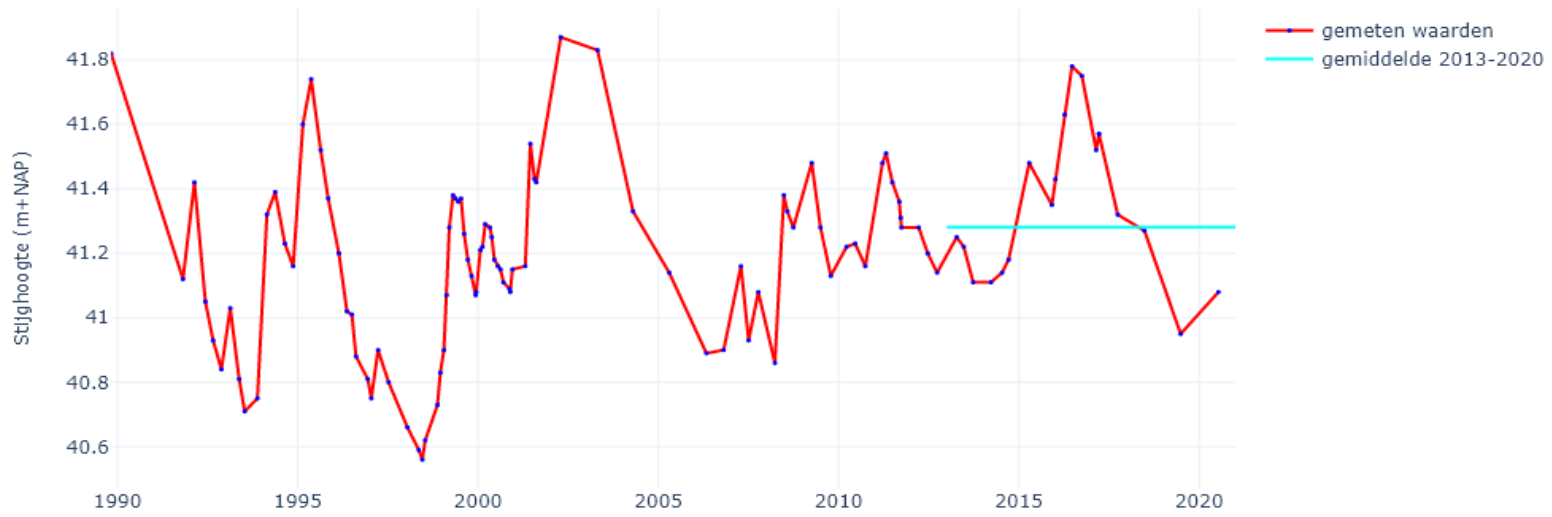
000PB006F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



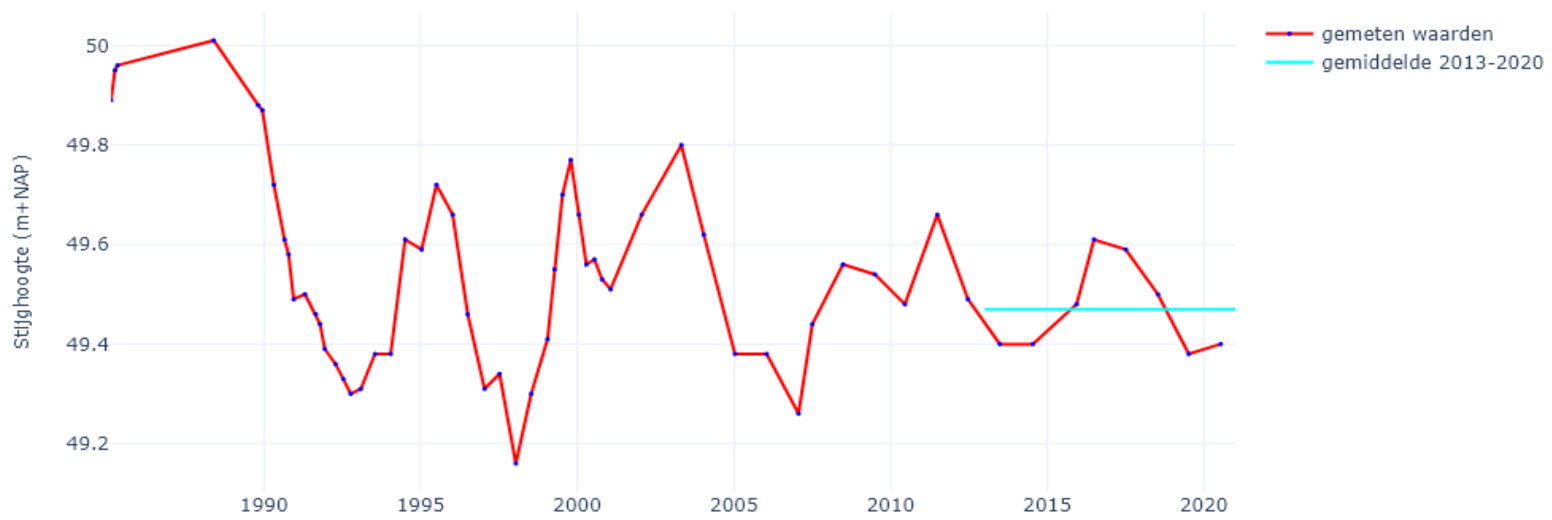
000PB007F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



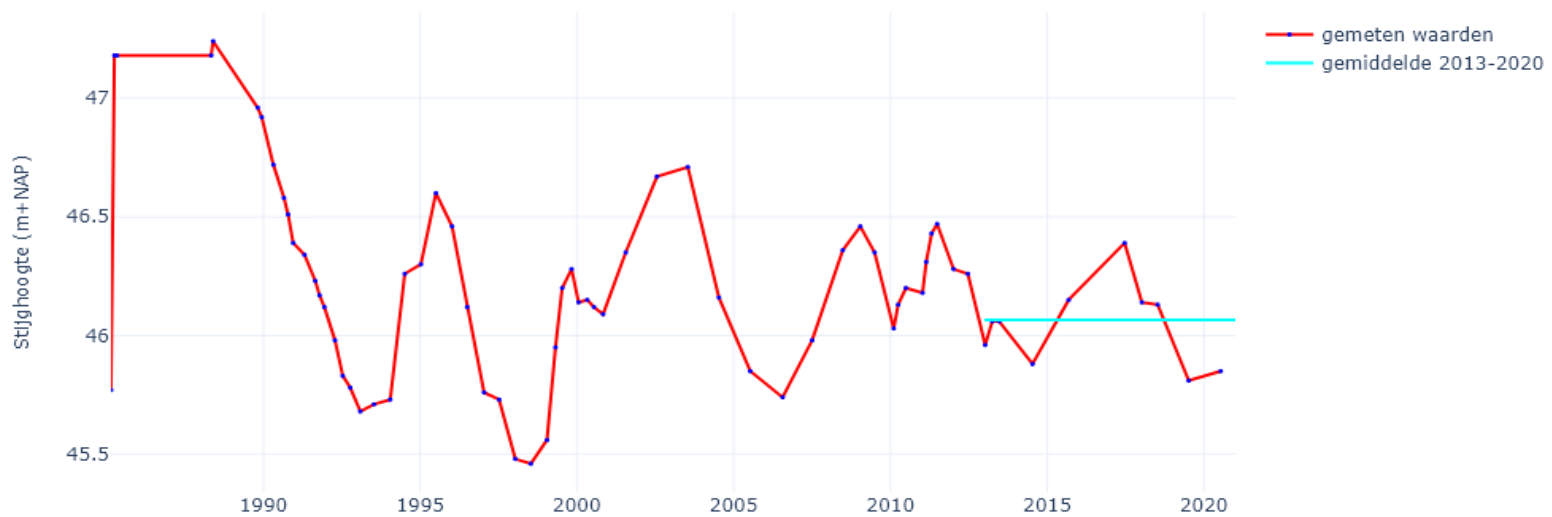
000PB008F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



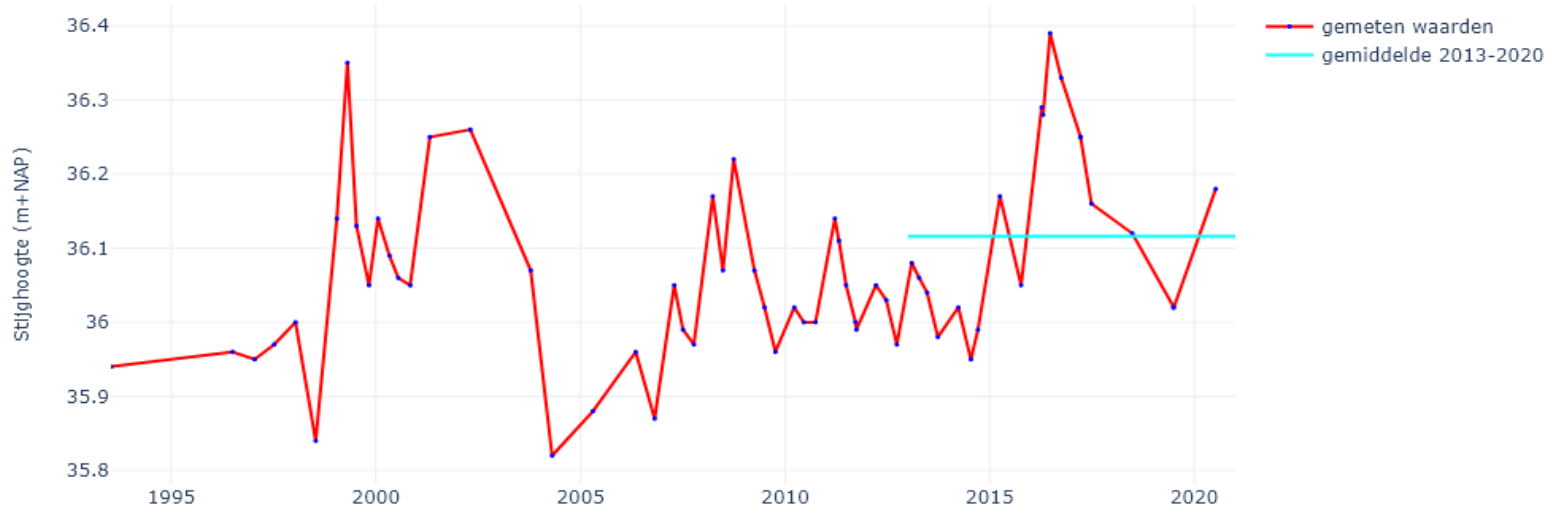
000PB011F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



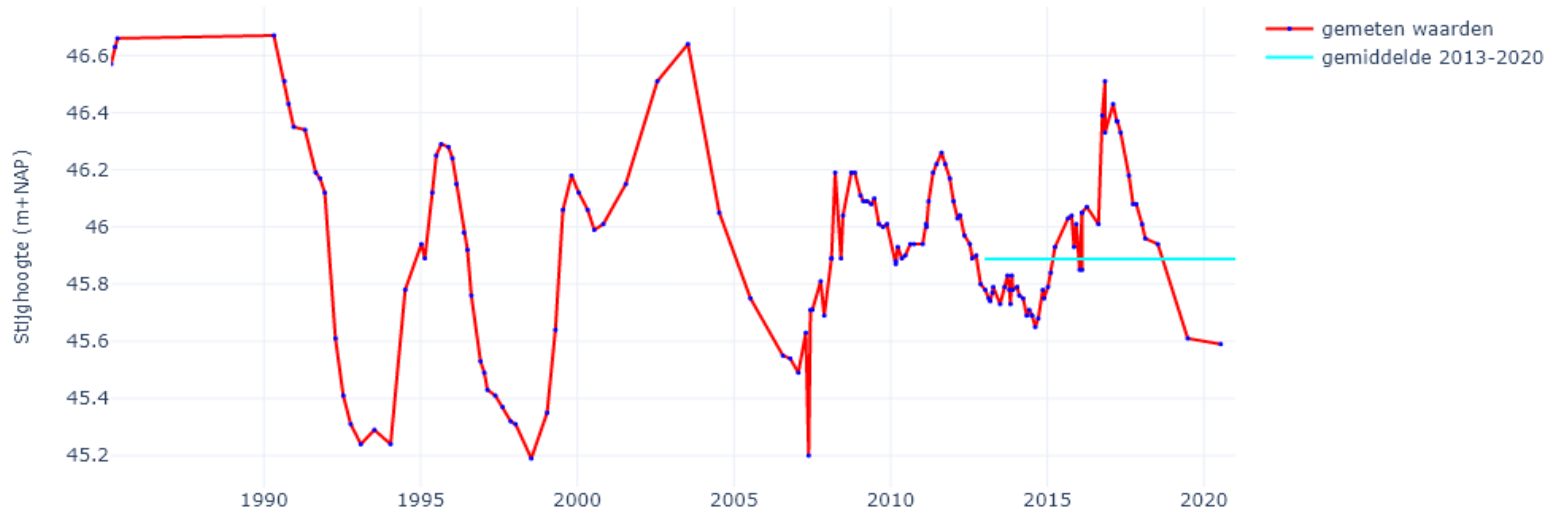
000PB013F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



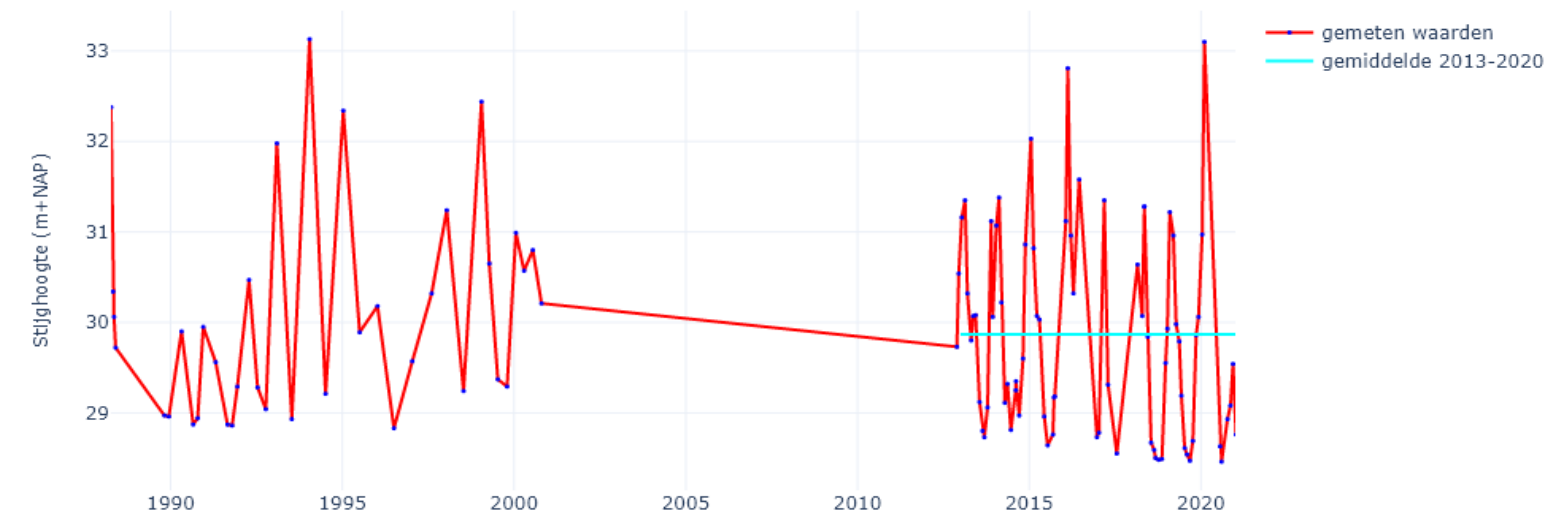
000PB016F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



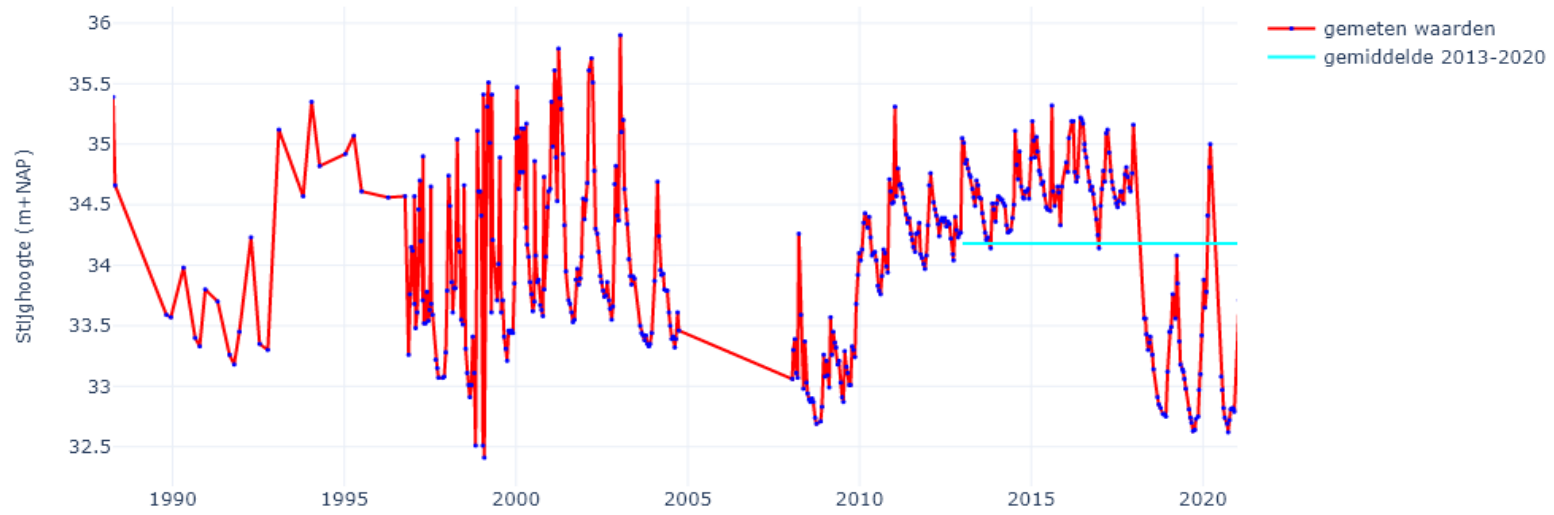
000PB022F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



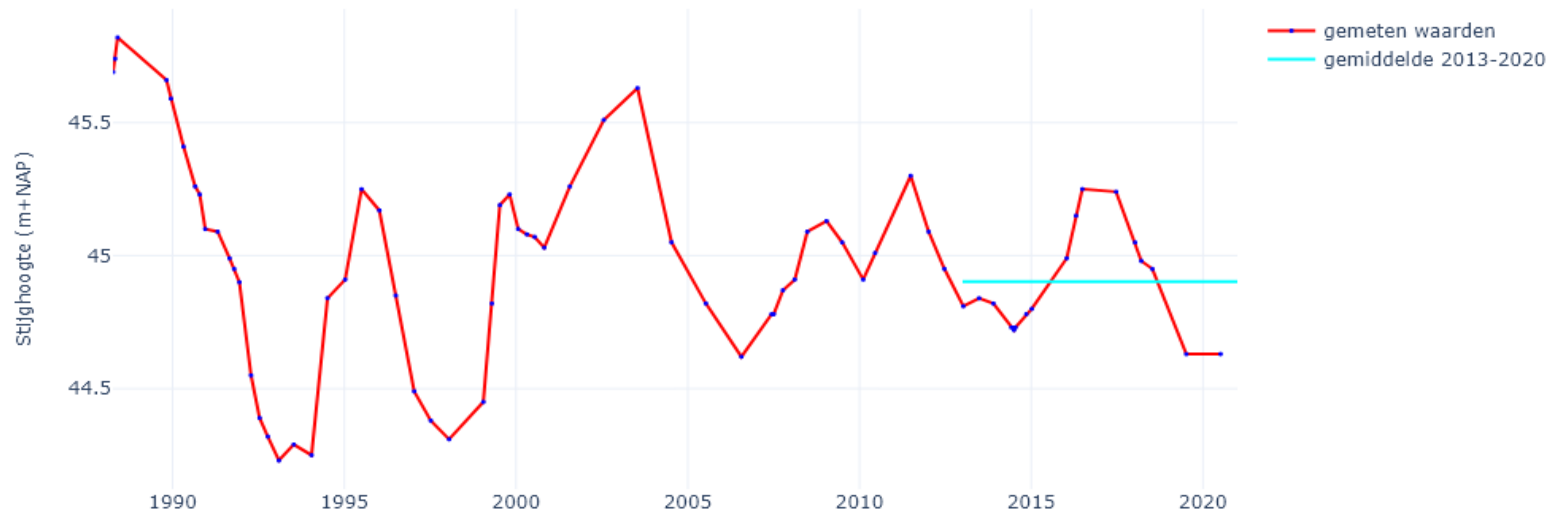
000PB026F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



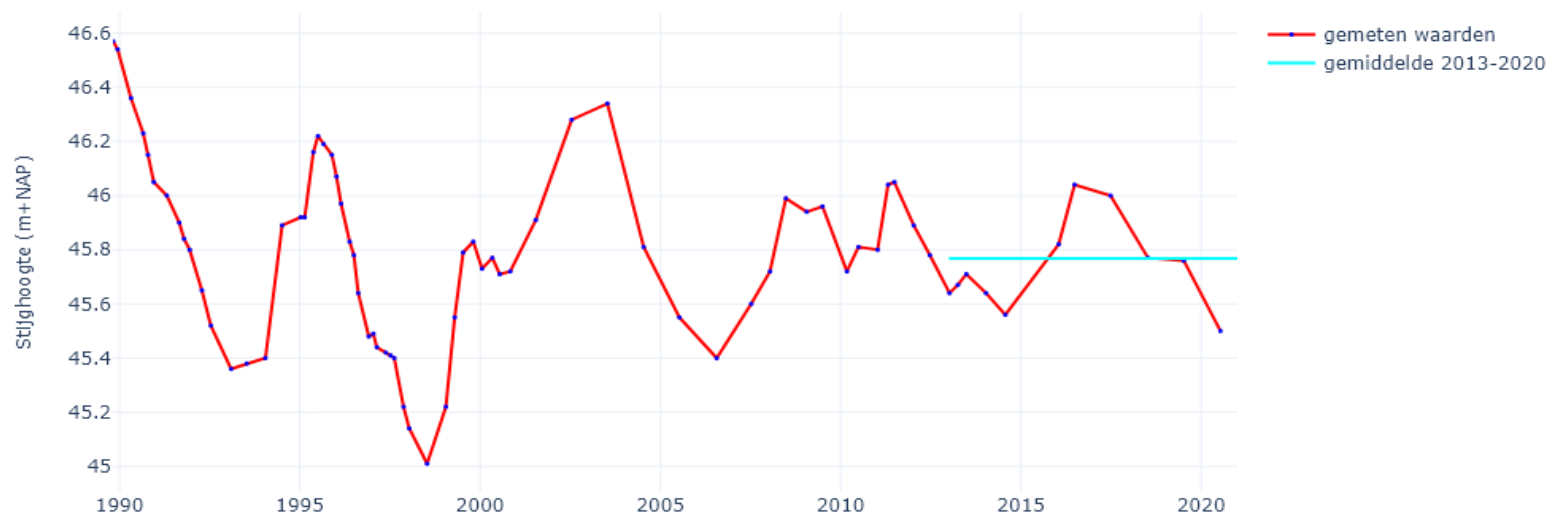
000PB027F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



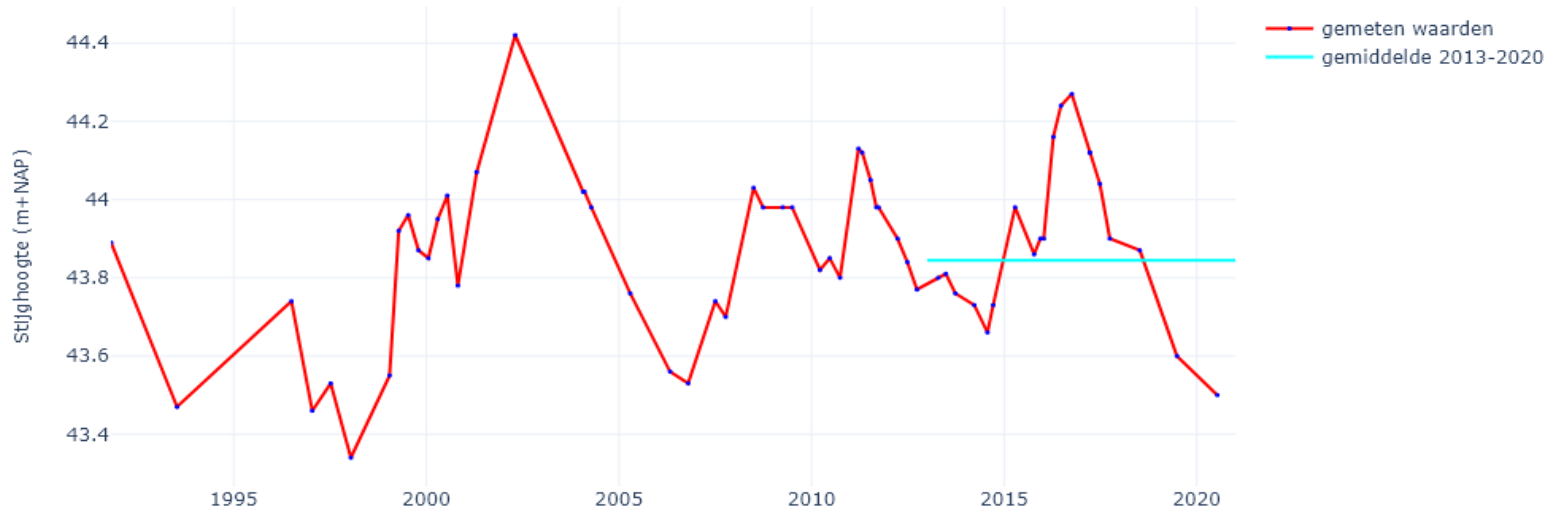
000PB029F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



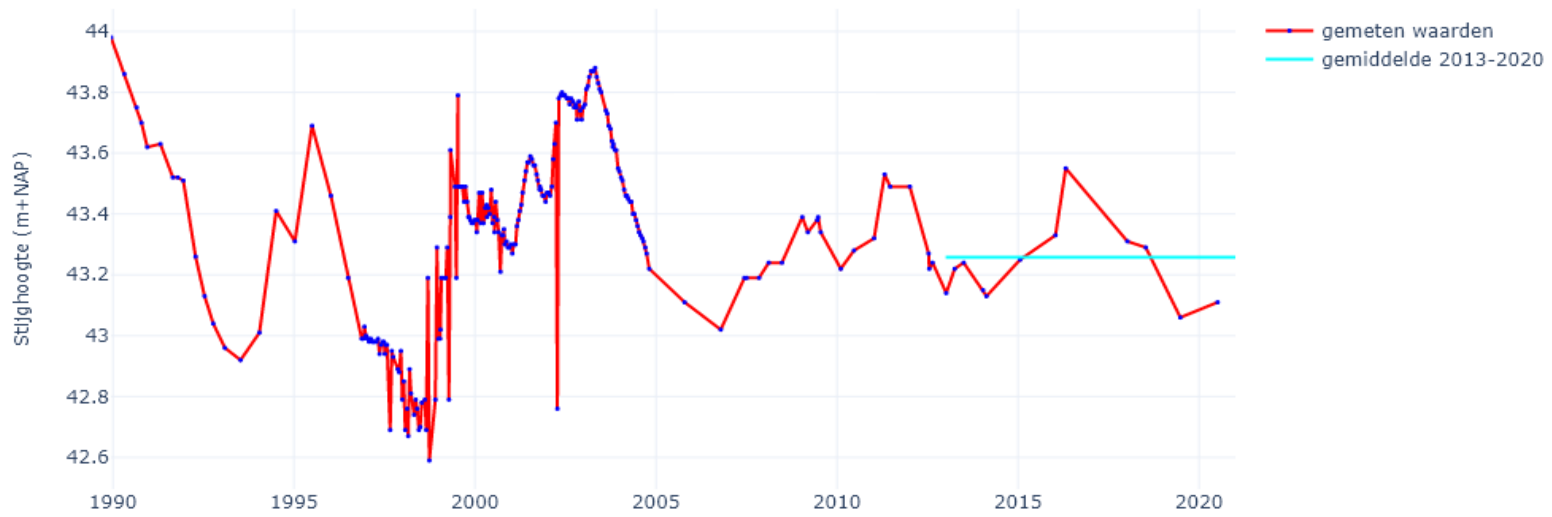
000PB030F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



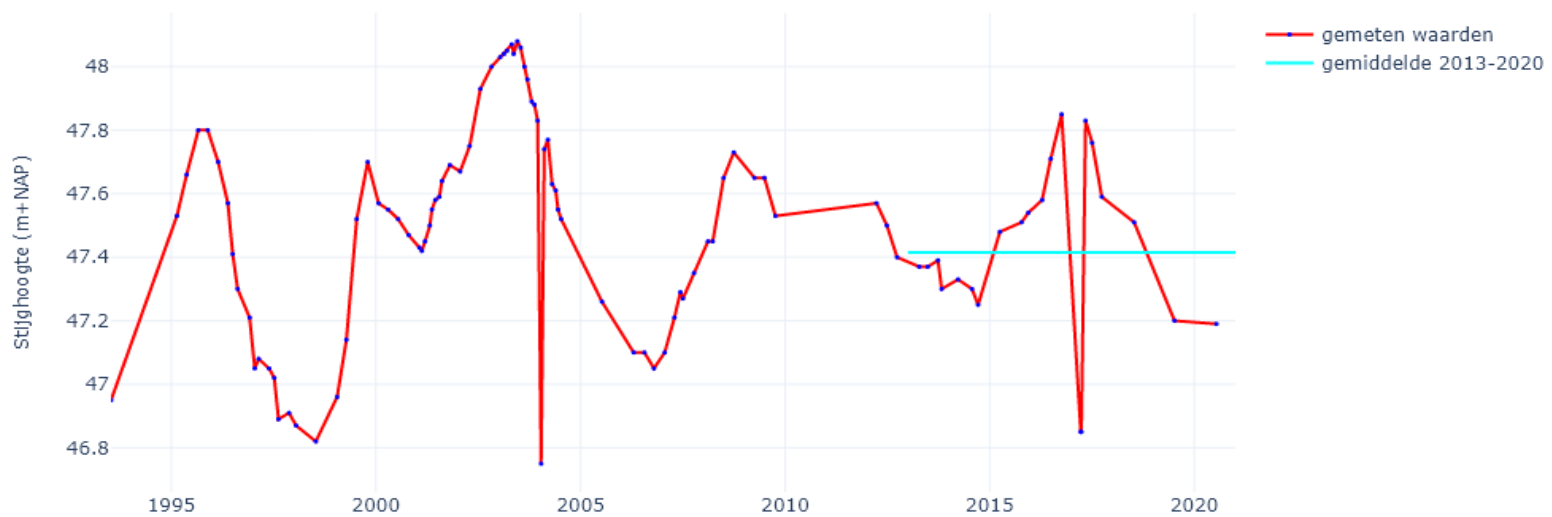
000PB056F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



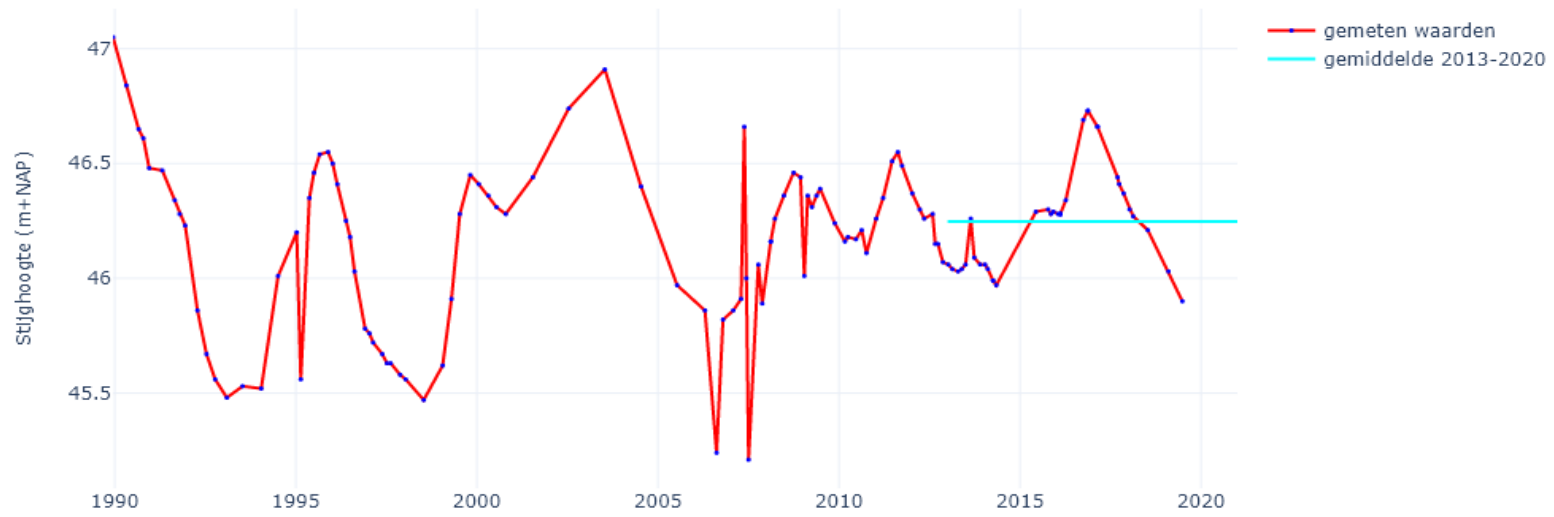
000PB061F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



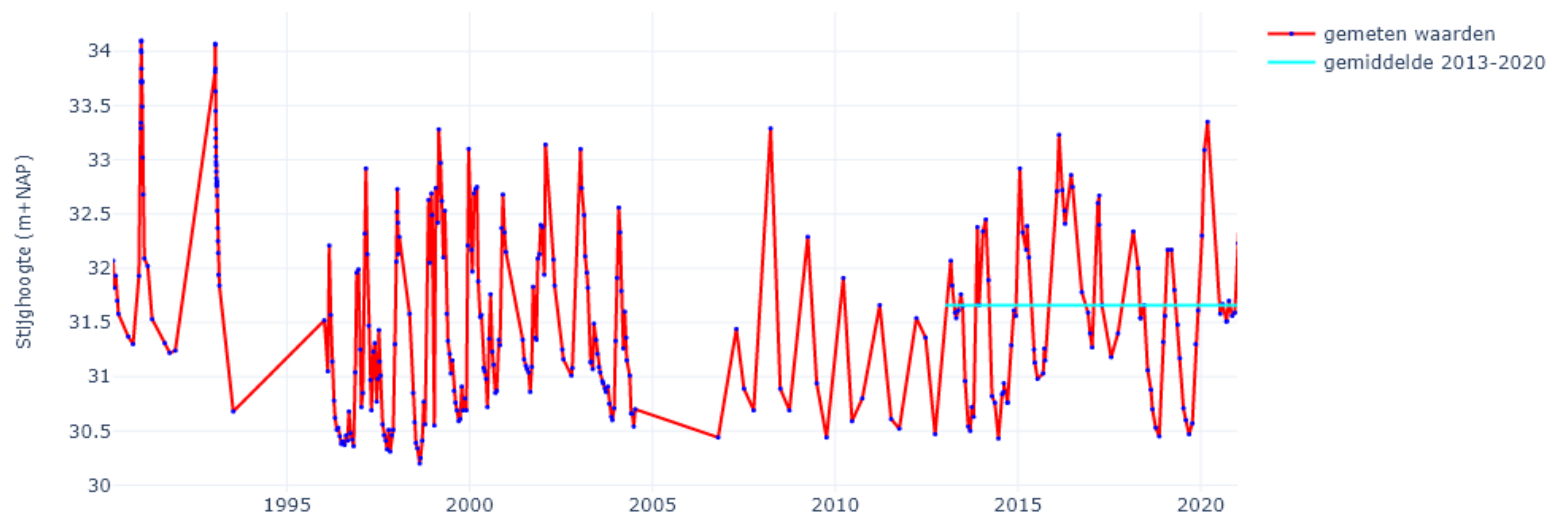
000PB062F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



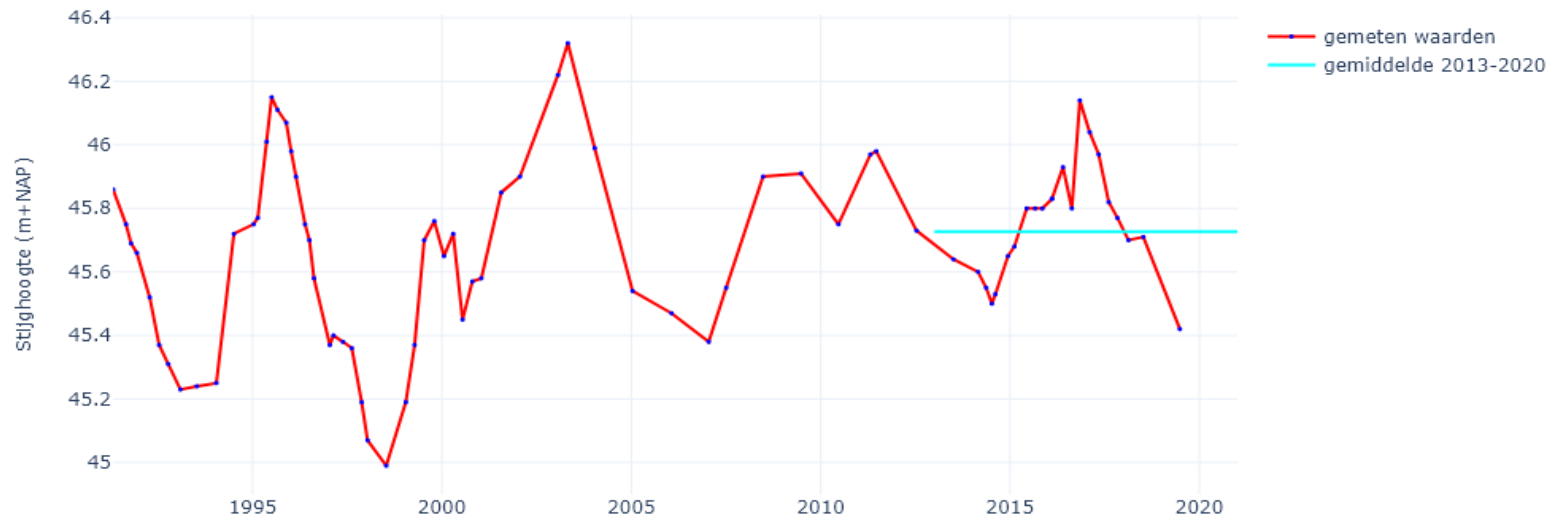
000PB067F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



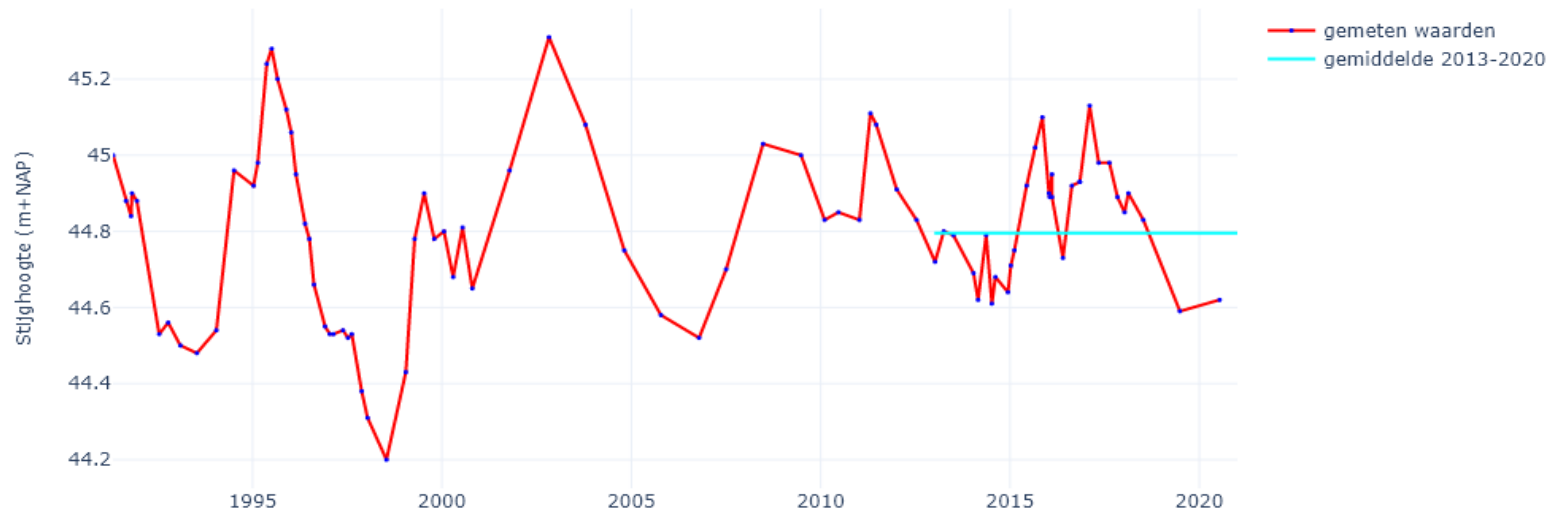
000PB095F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



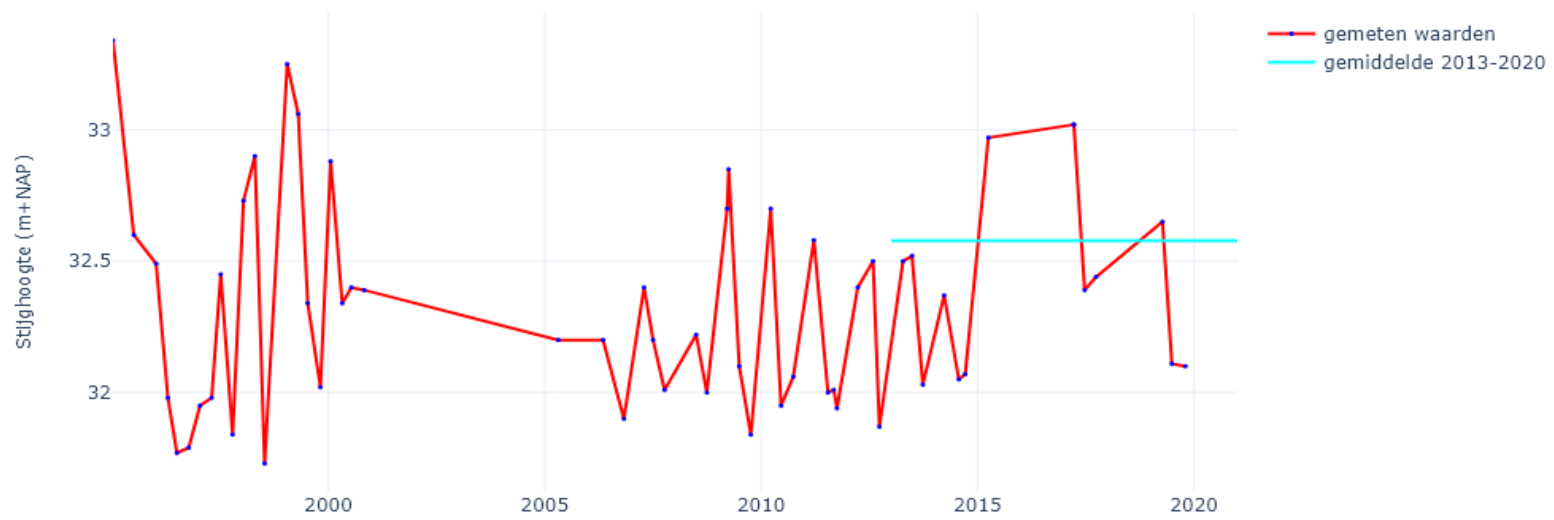
000PB112F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



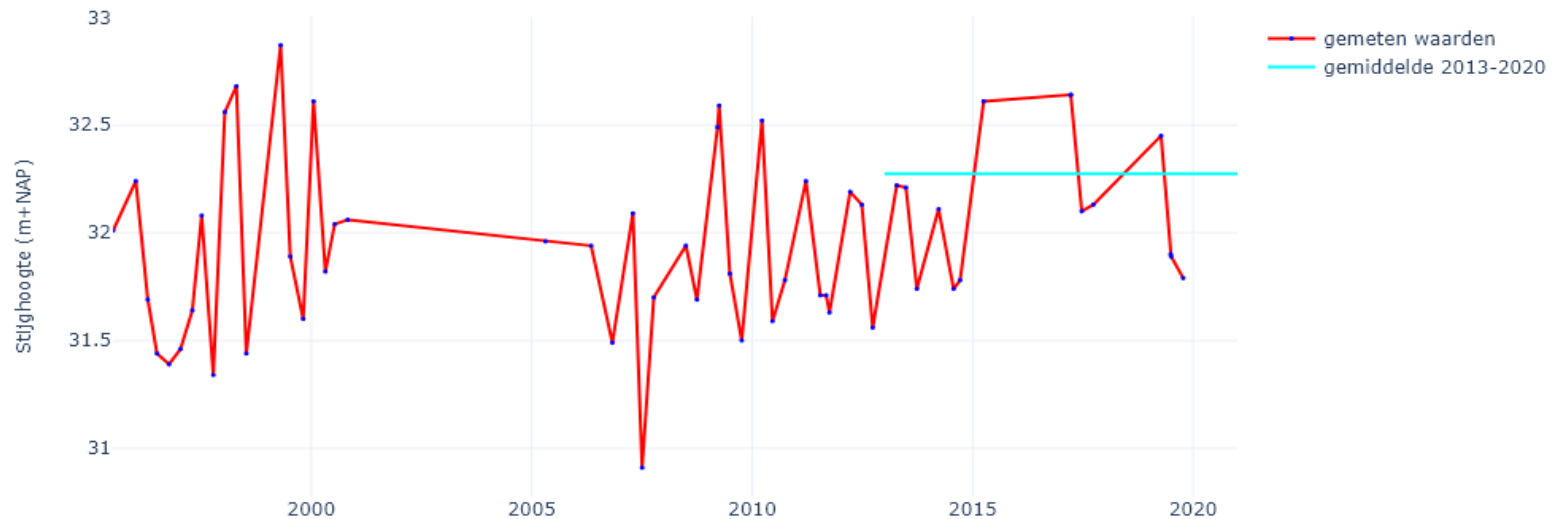
000PB114F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



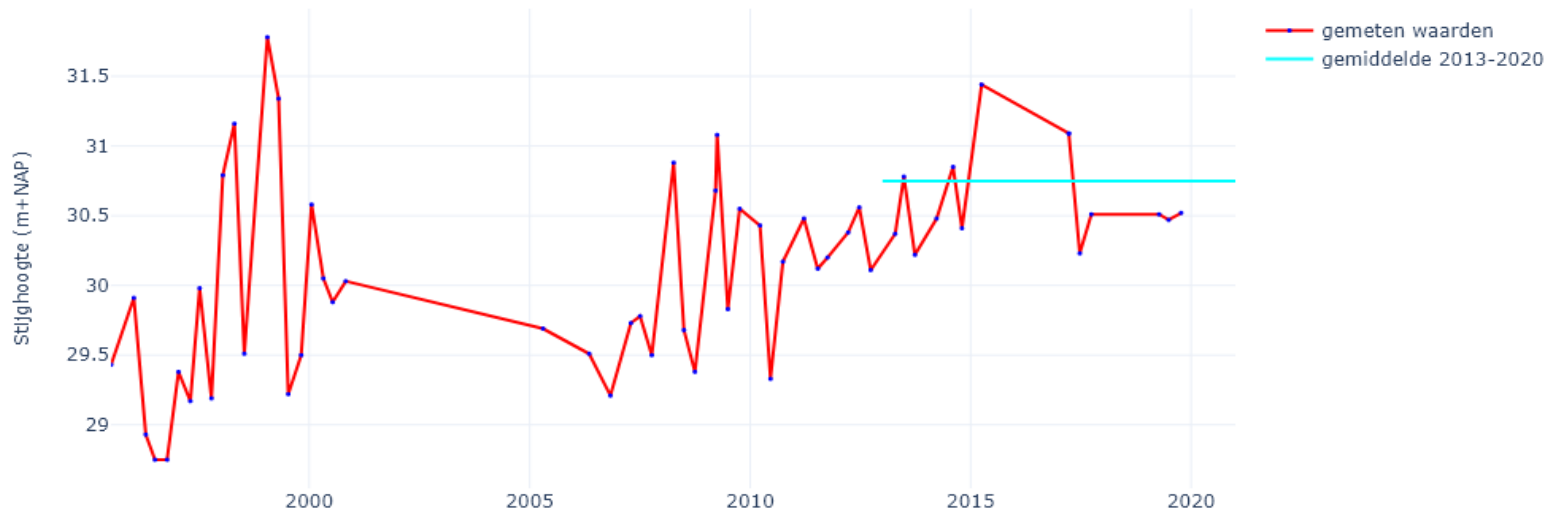
000PB165F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



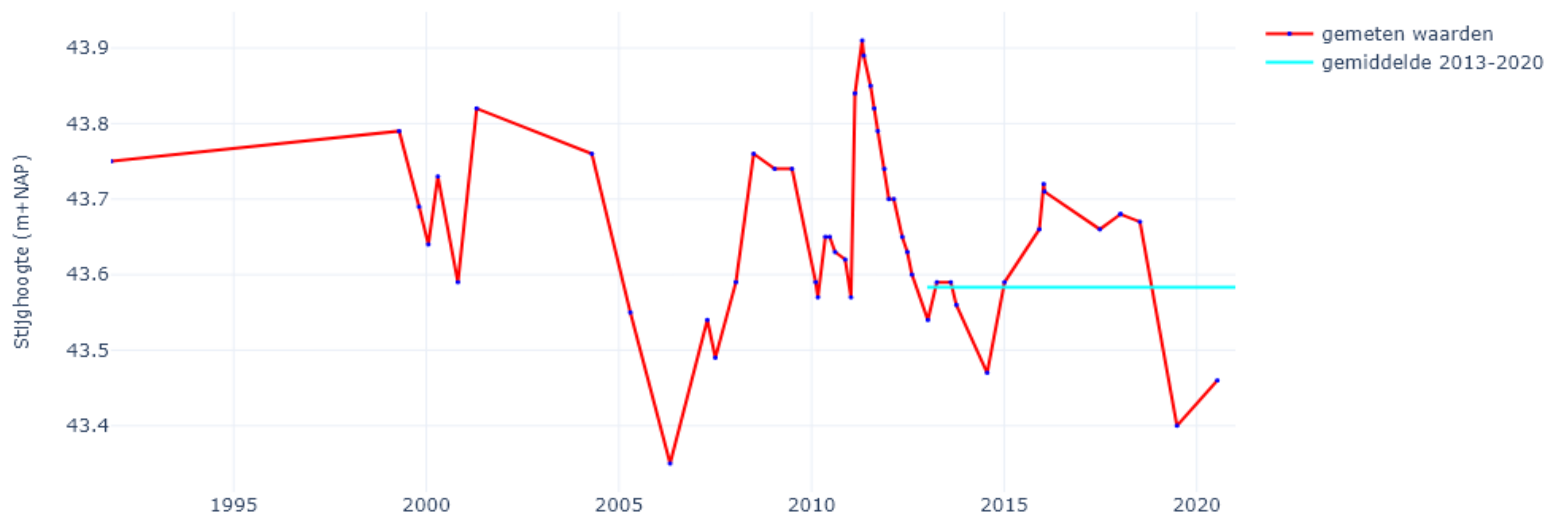
000PB166F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



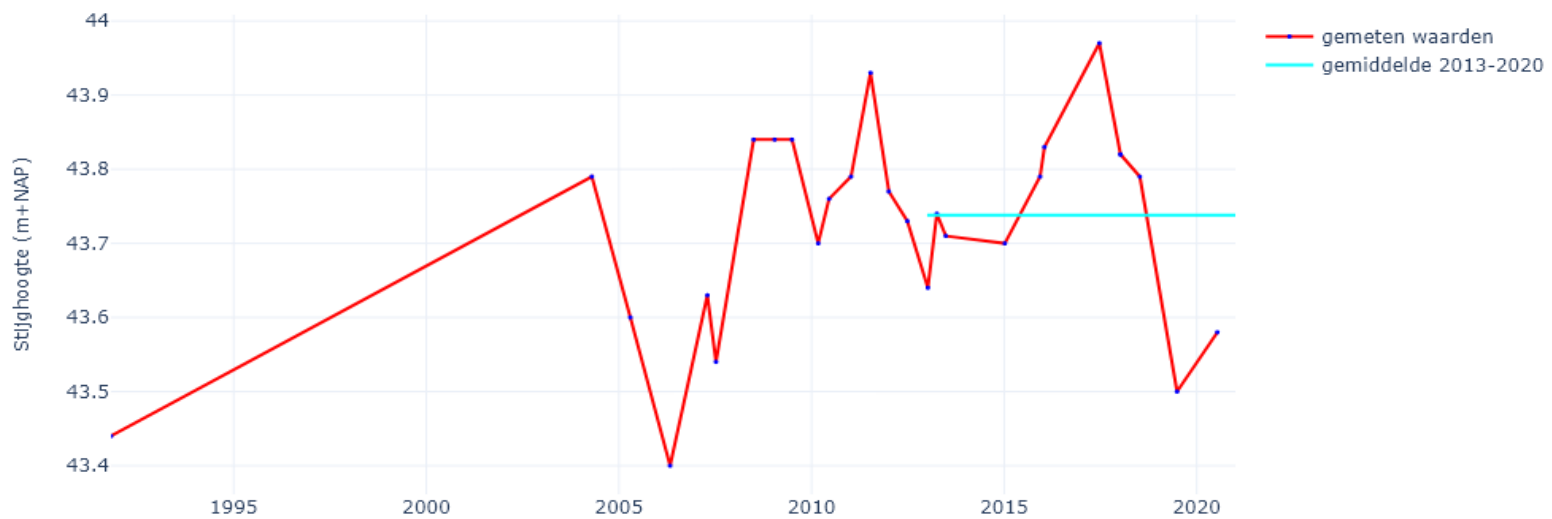
000PB167F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



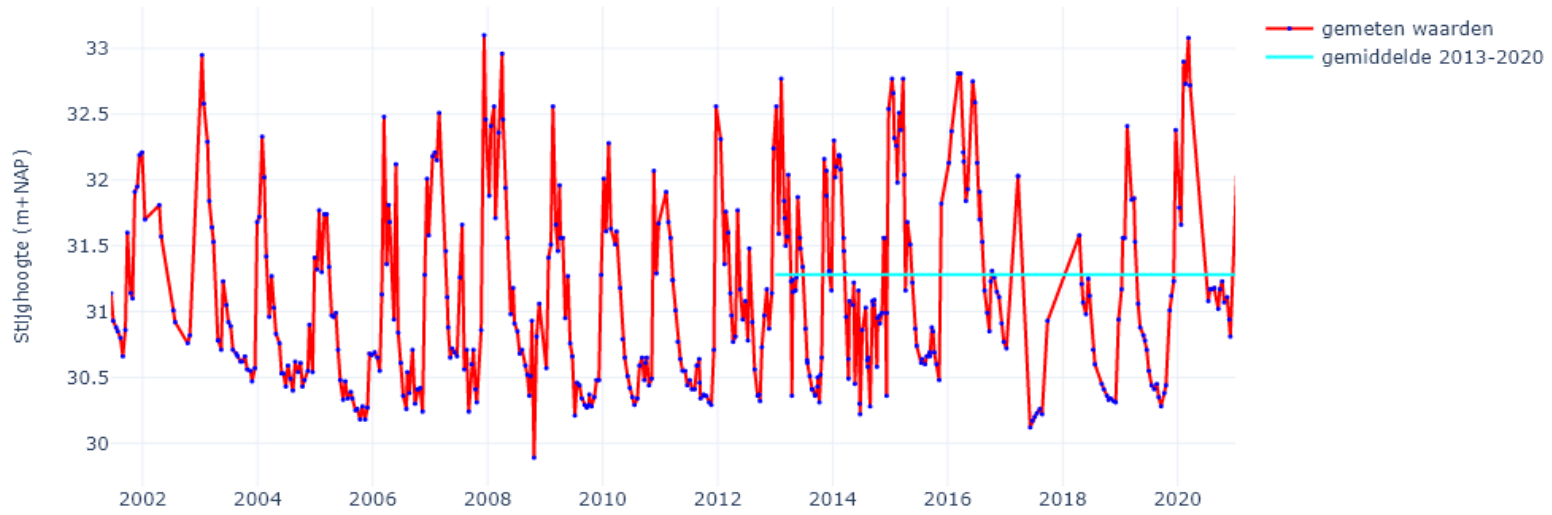
000PB170F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



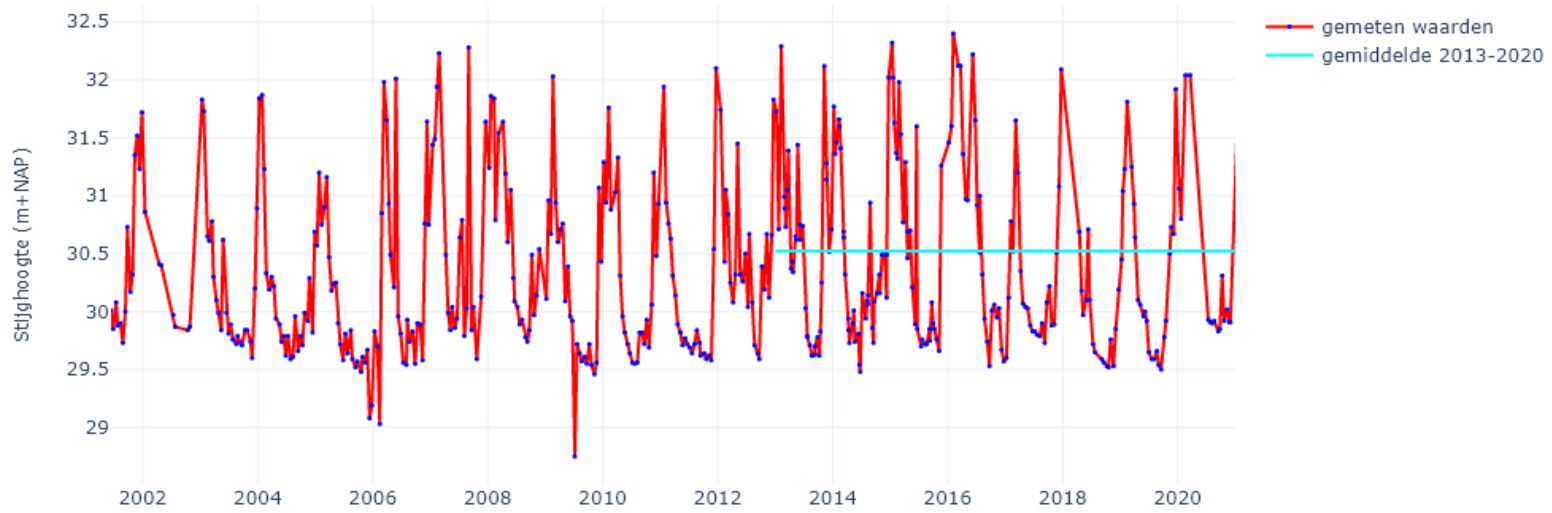
000PB177F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



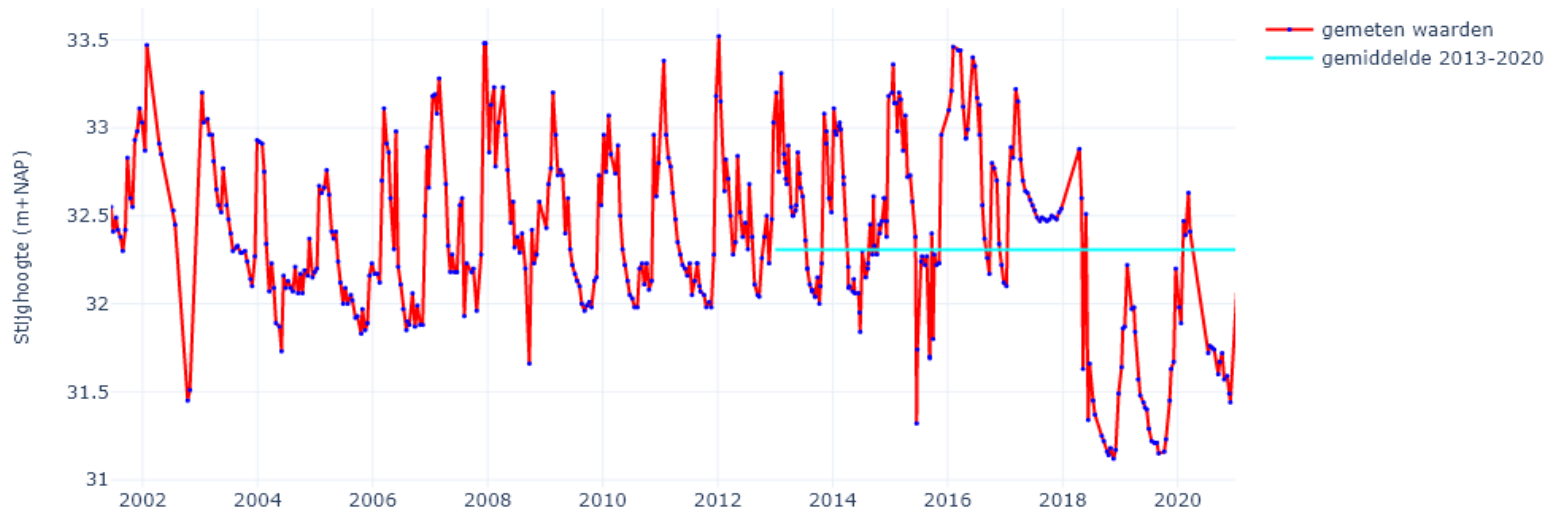
000PB209F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



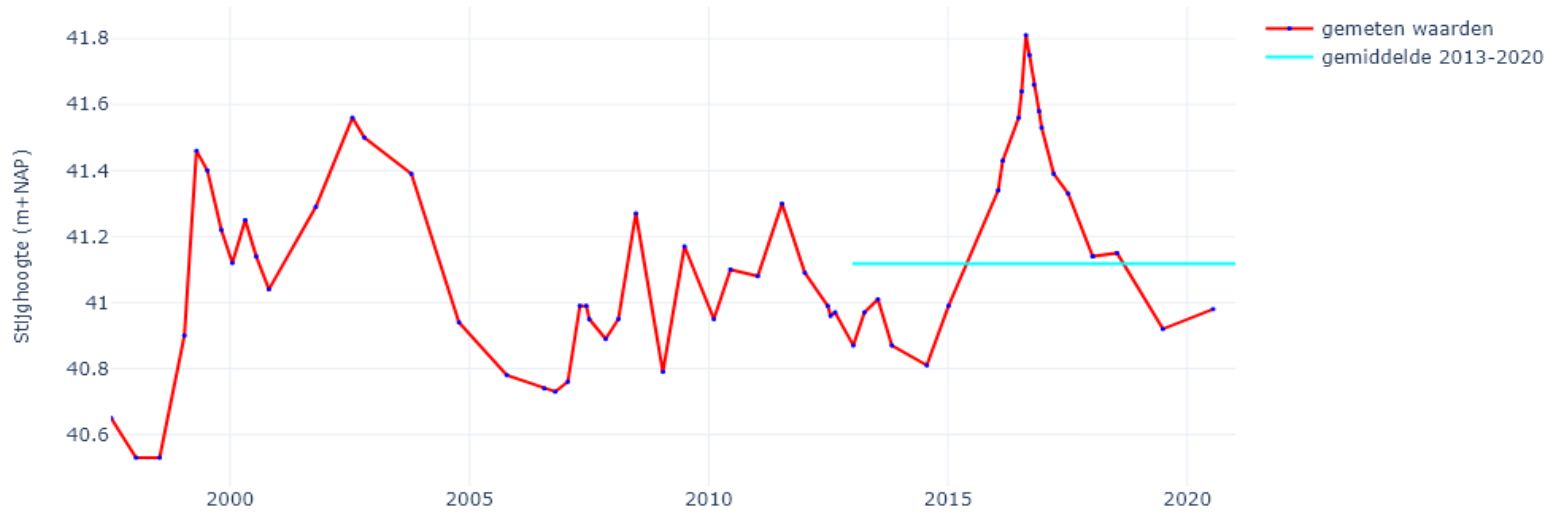
000PB210F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



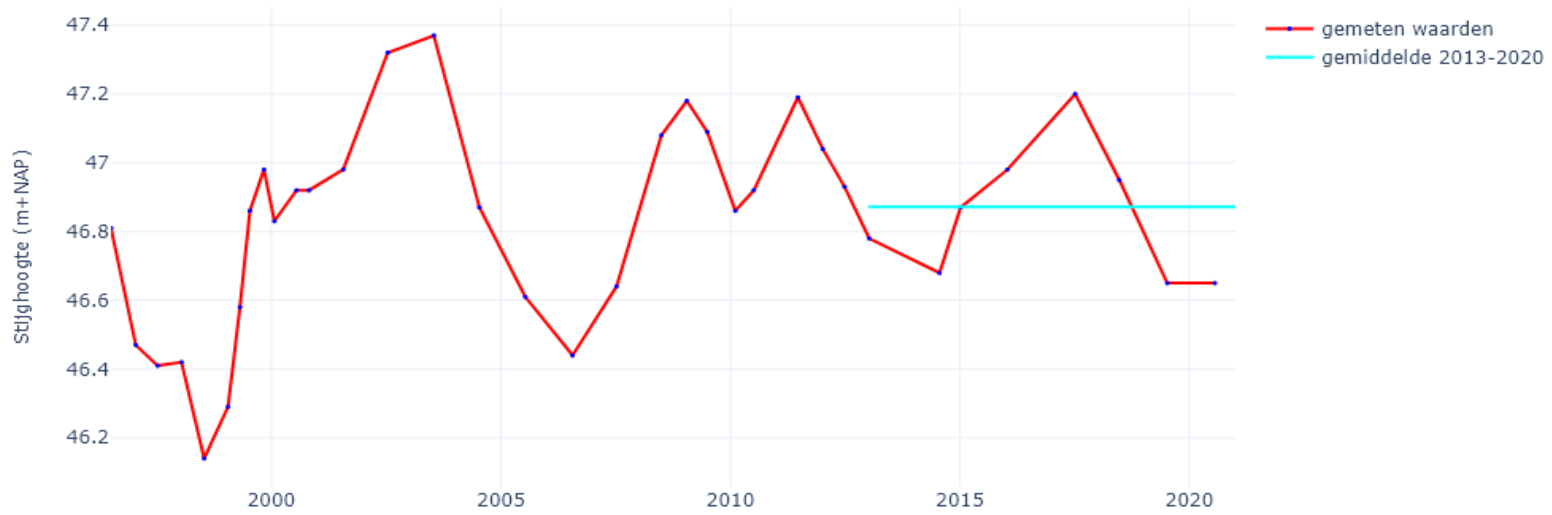
000PB211F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



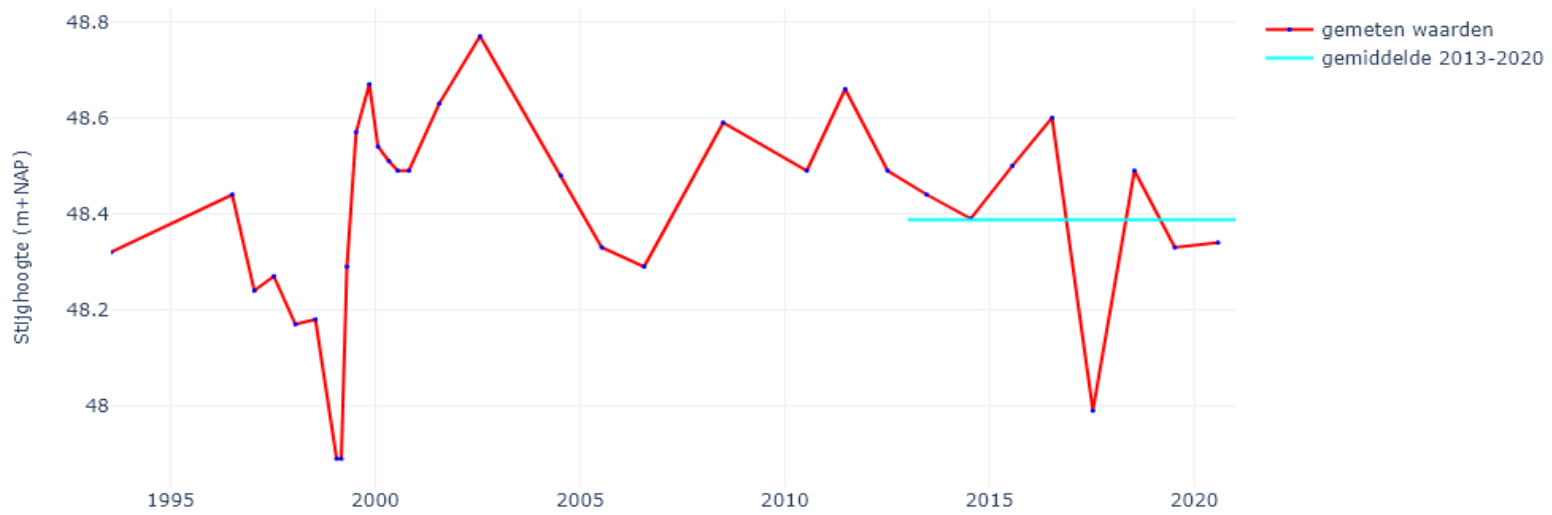
000PB240F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



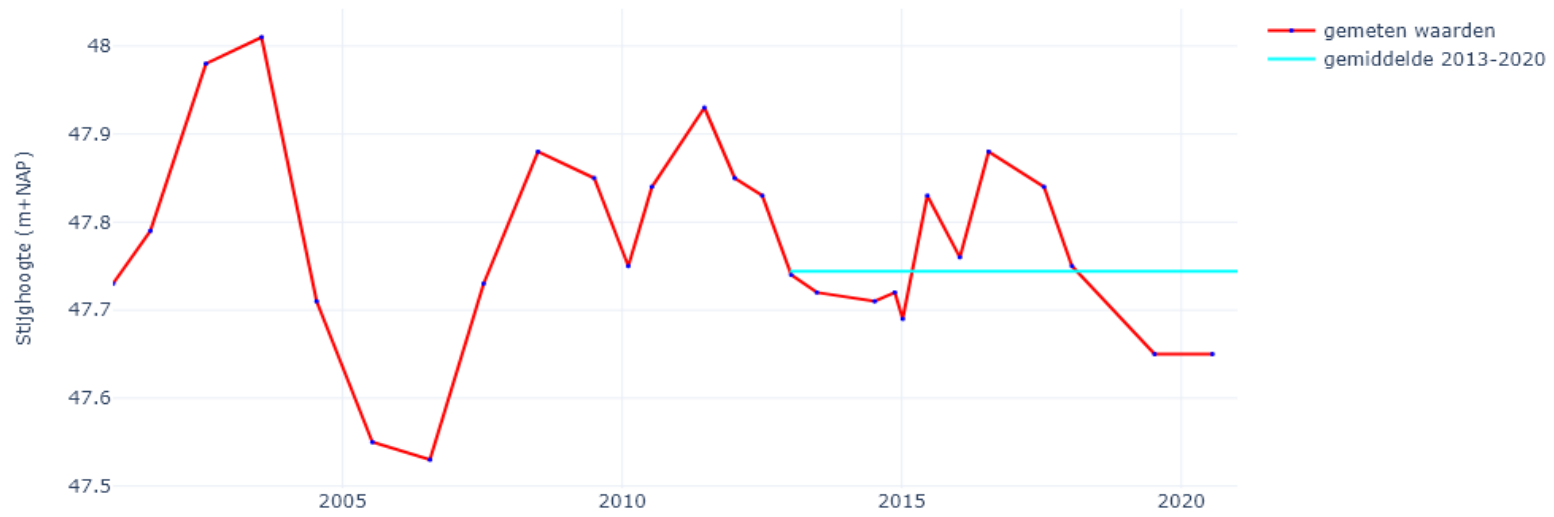
003PB005F2, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



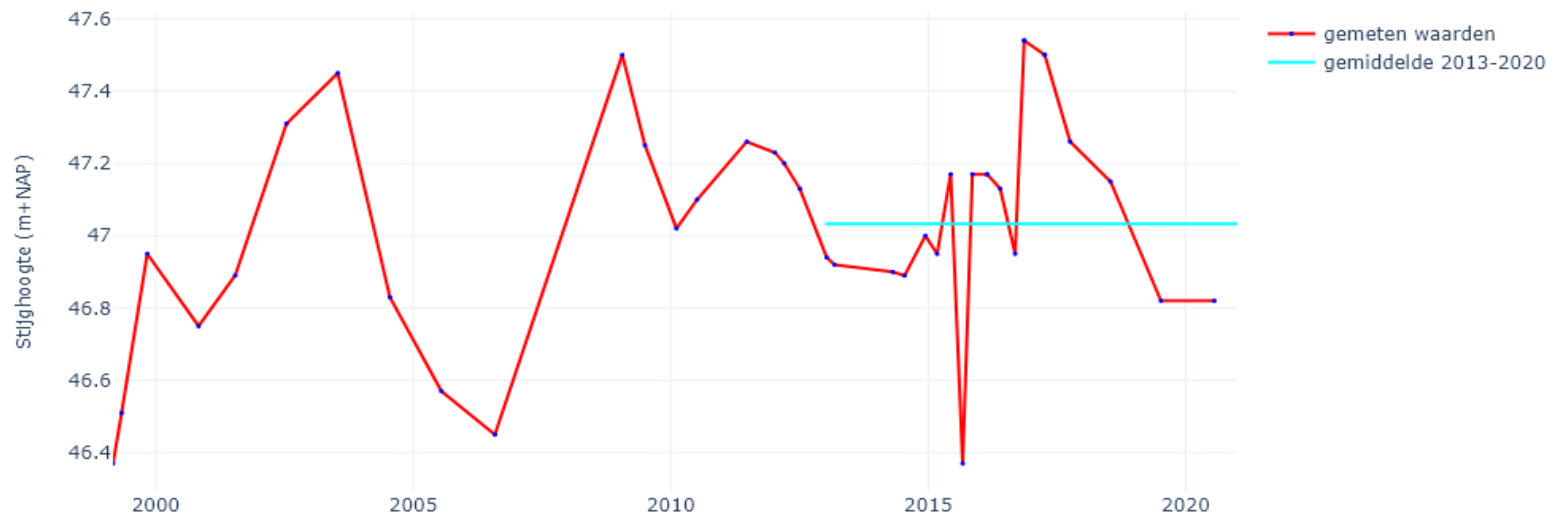
006PB003F2, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



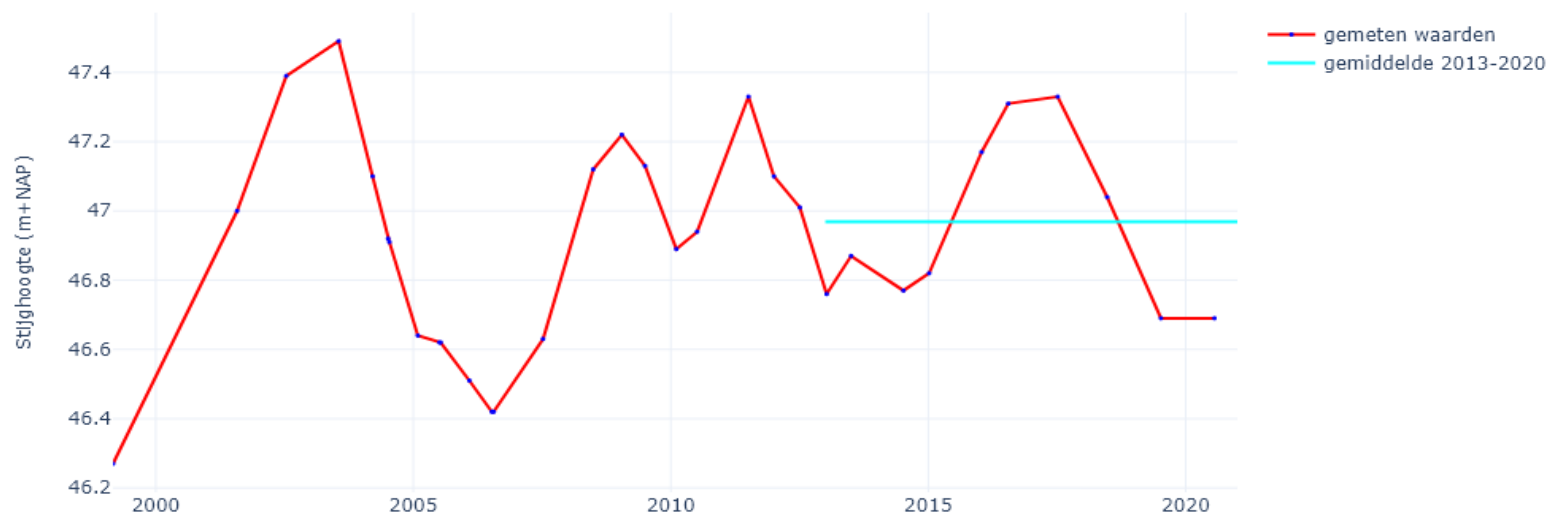
007PB069F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



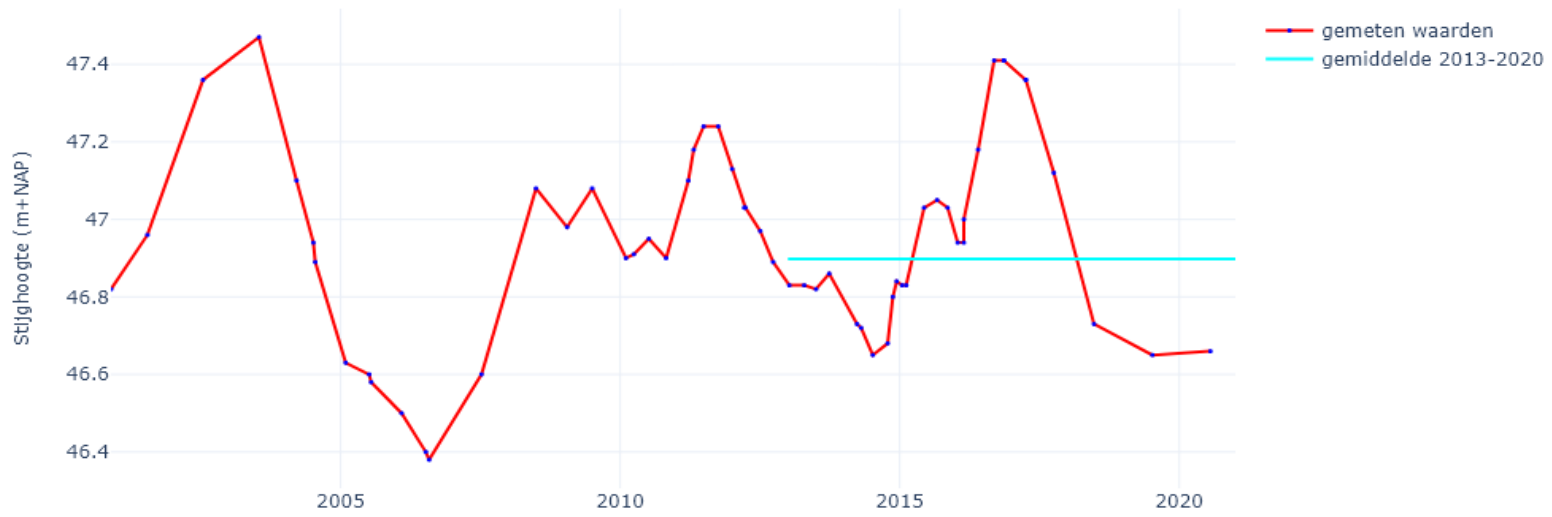
009PB092F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



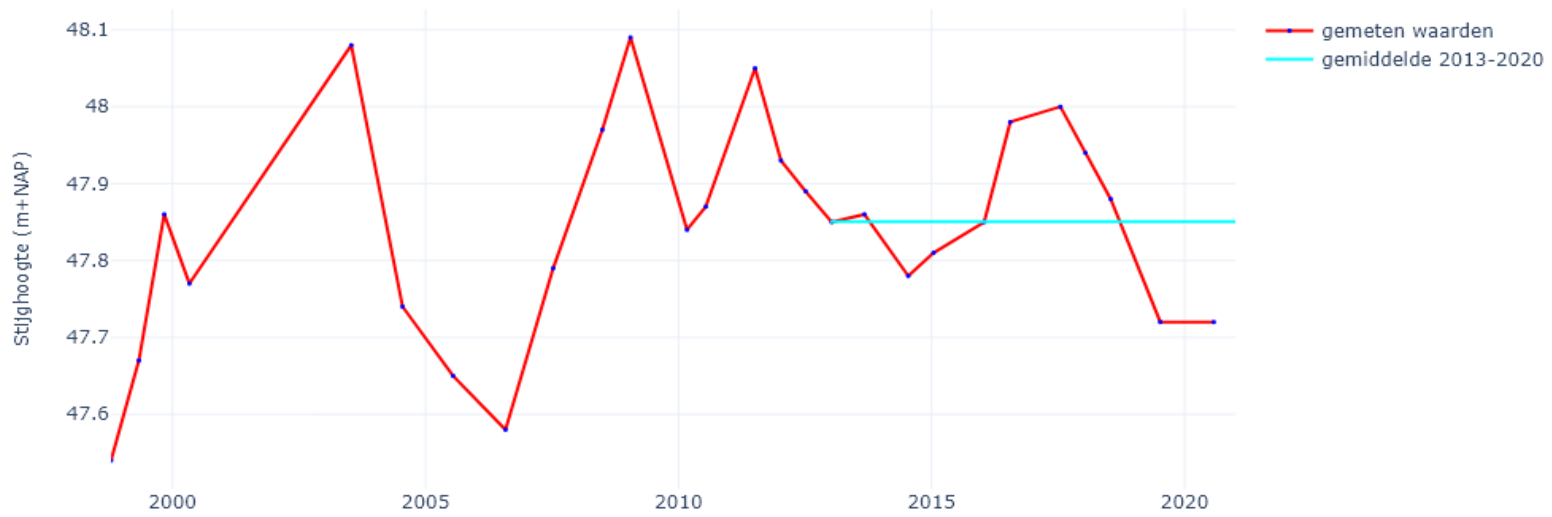
009PB100F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



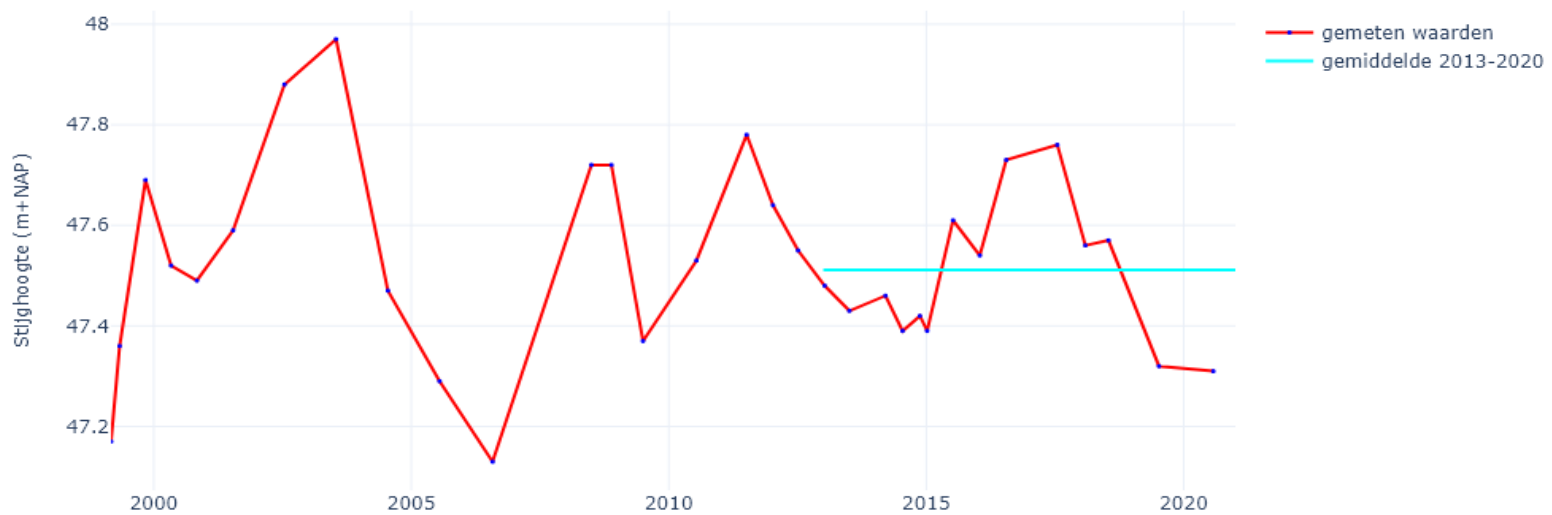
009PB105F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



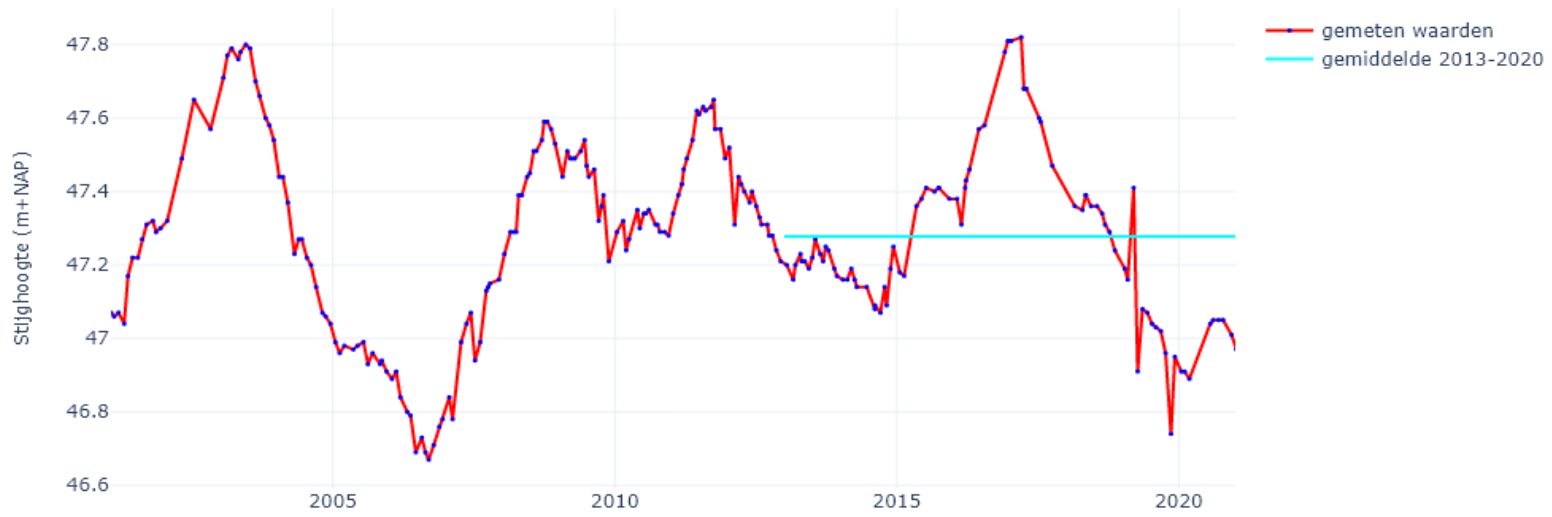
012PB070F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



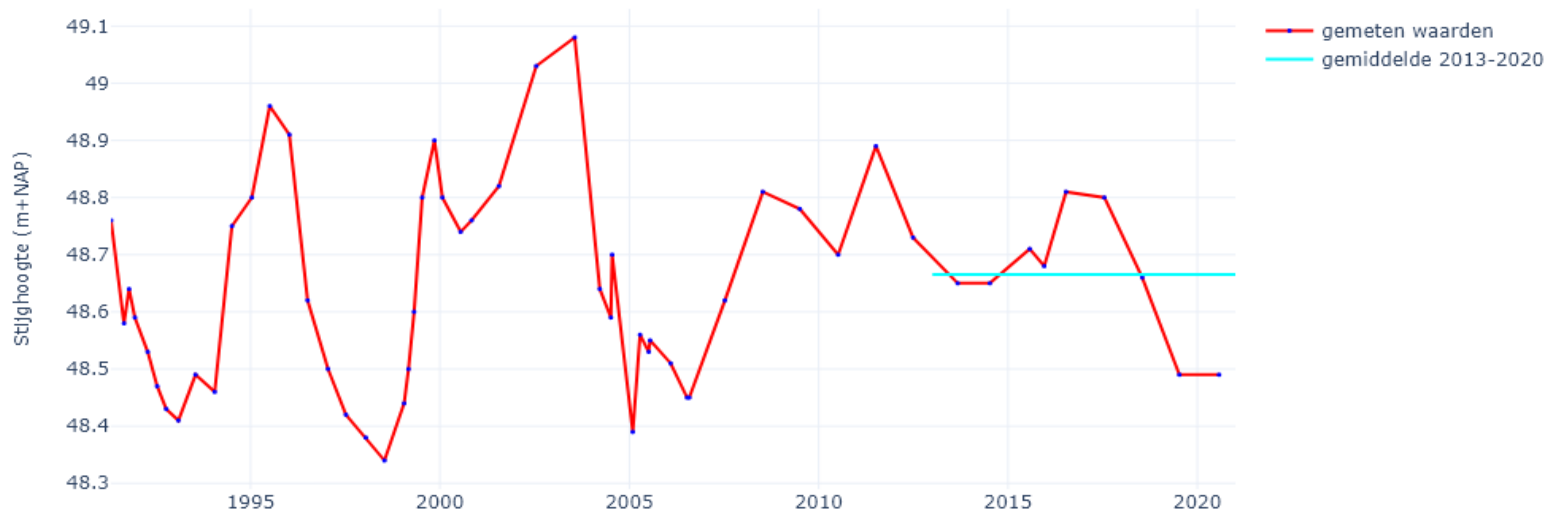
016PB223F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



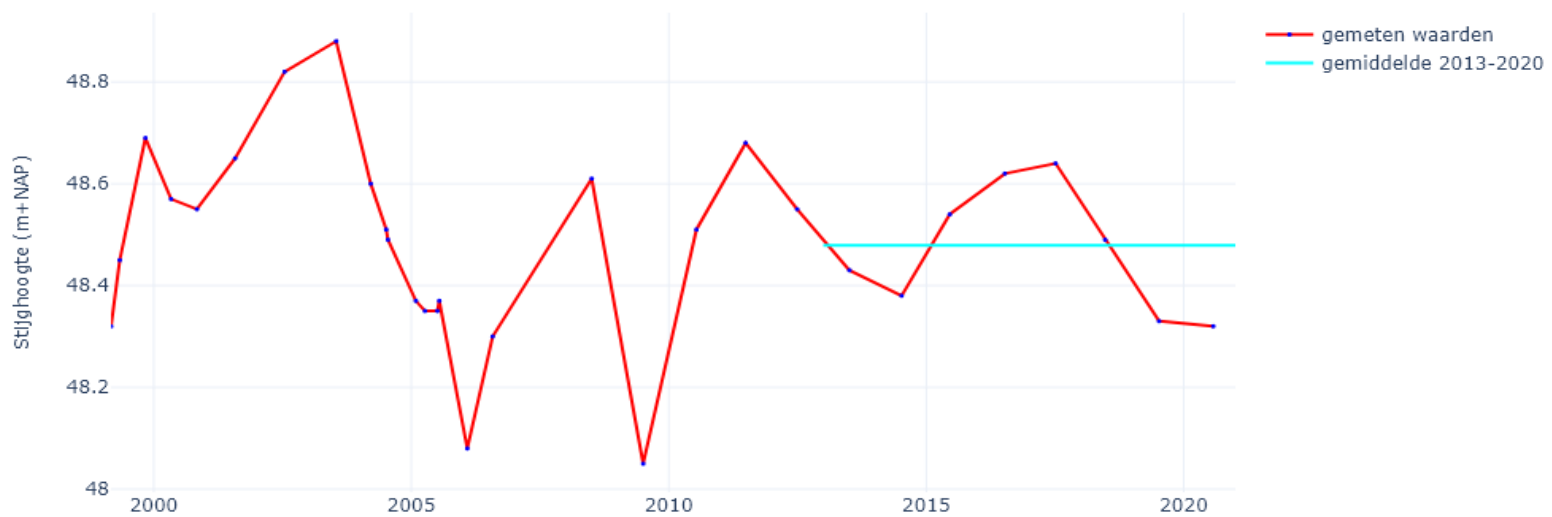
016PB231F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



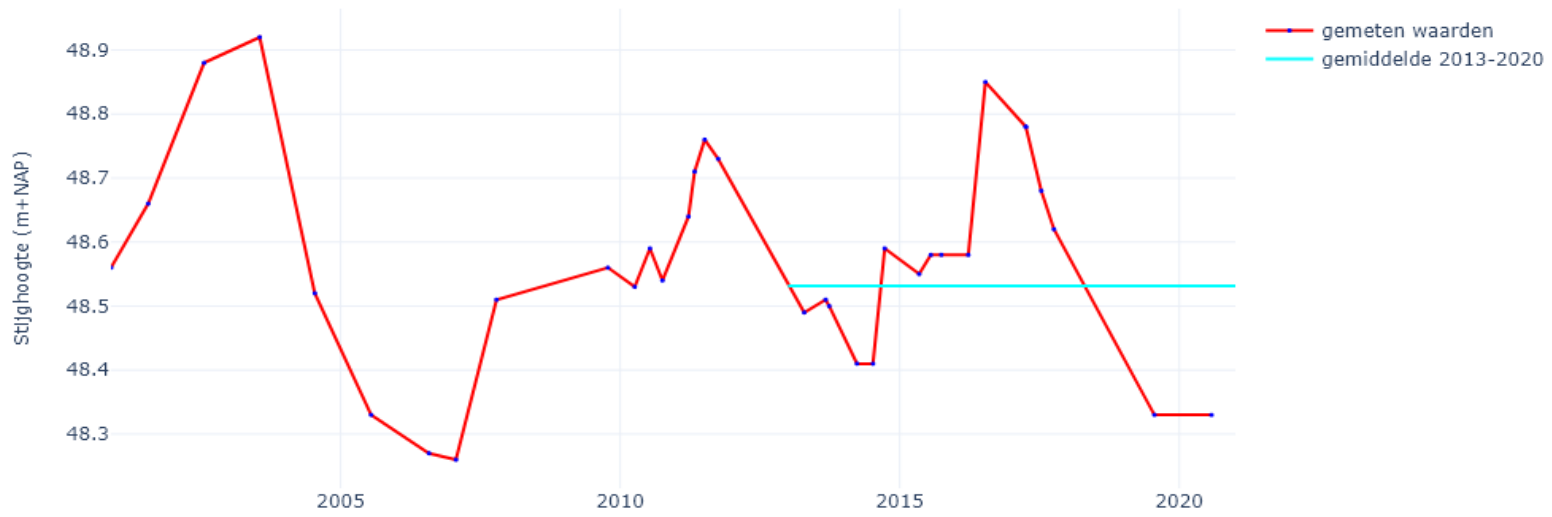
019PB063F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



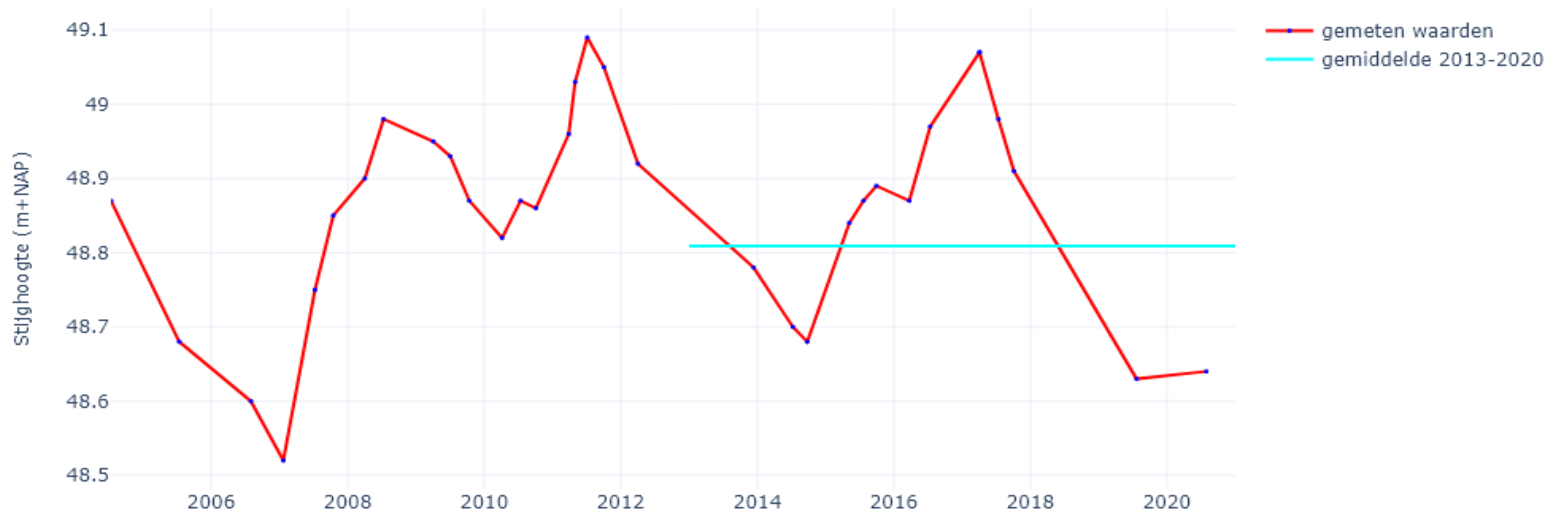
019PB297F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



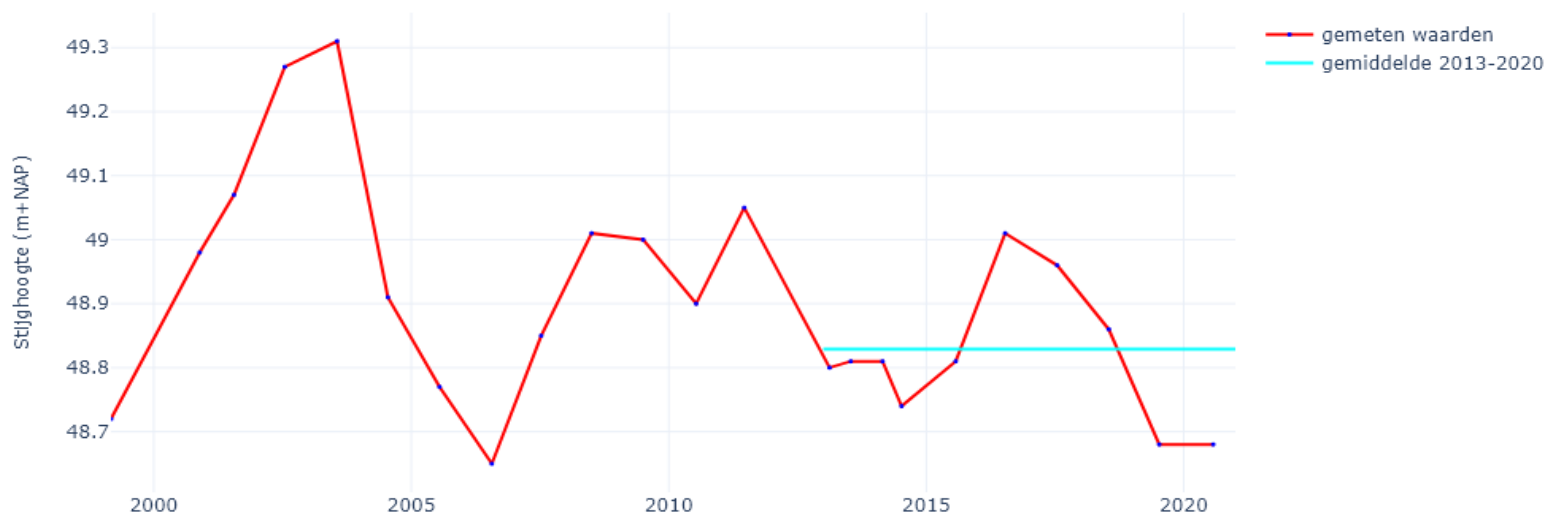
019PB326F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



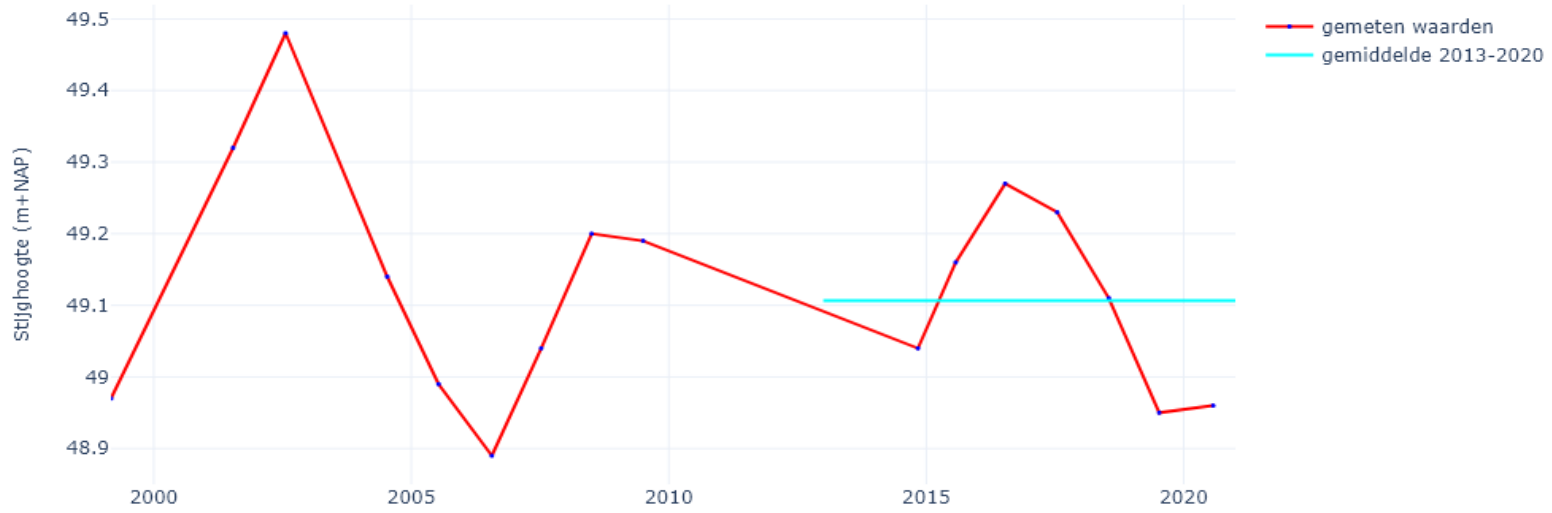
019PB388F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



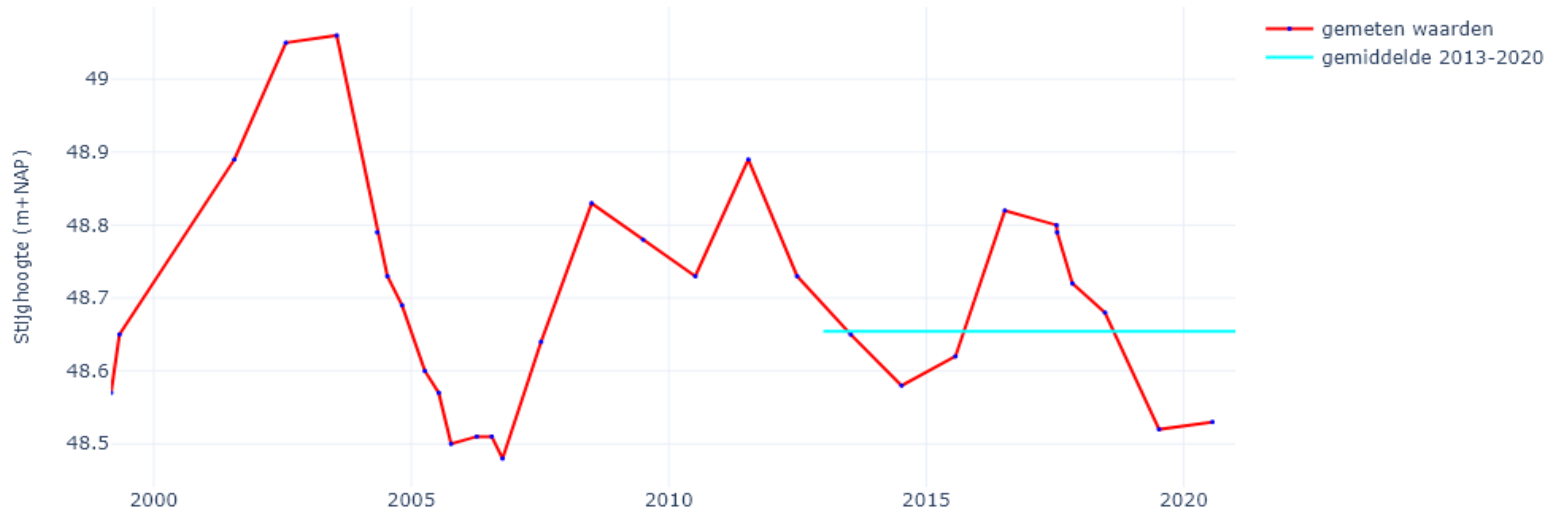
020PB247F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



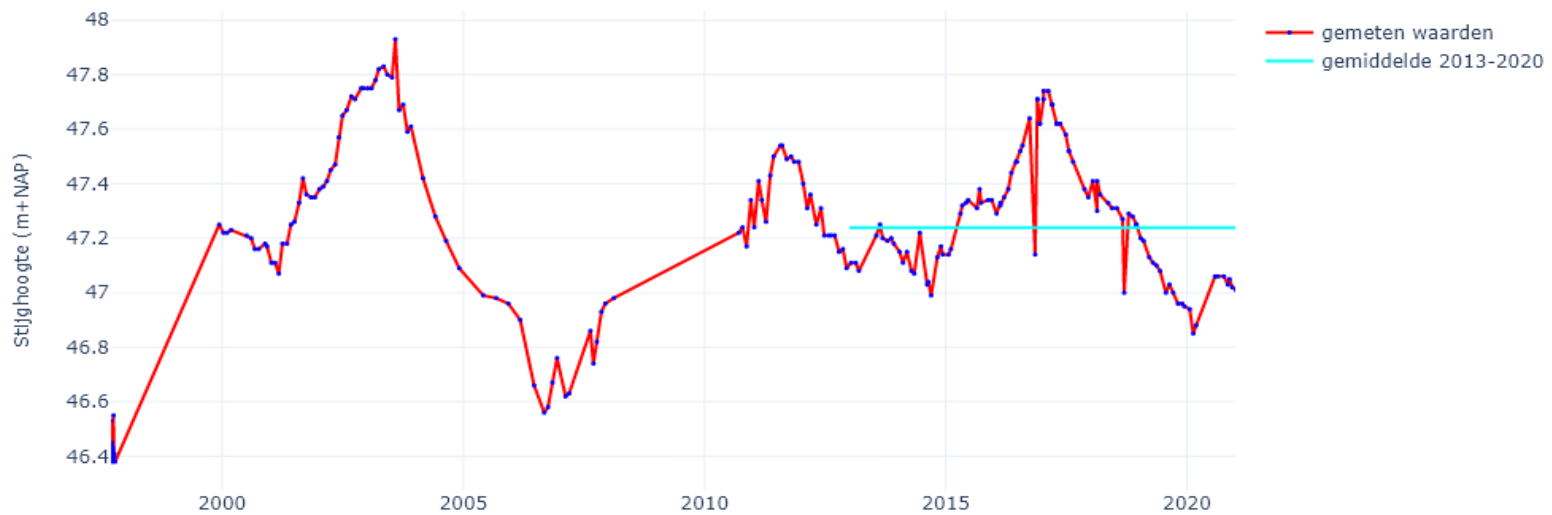
020PB252F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



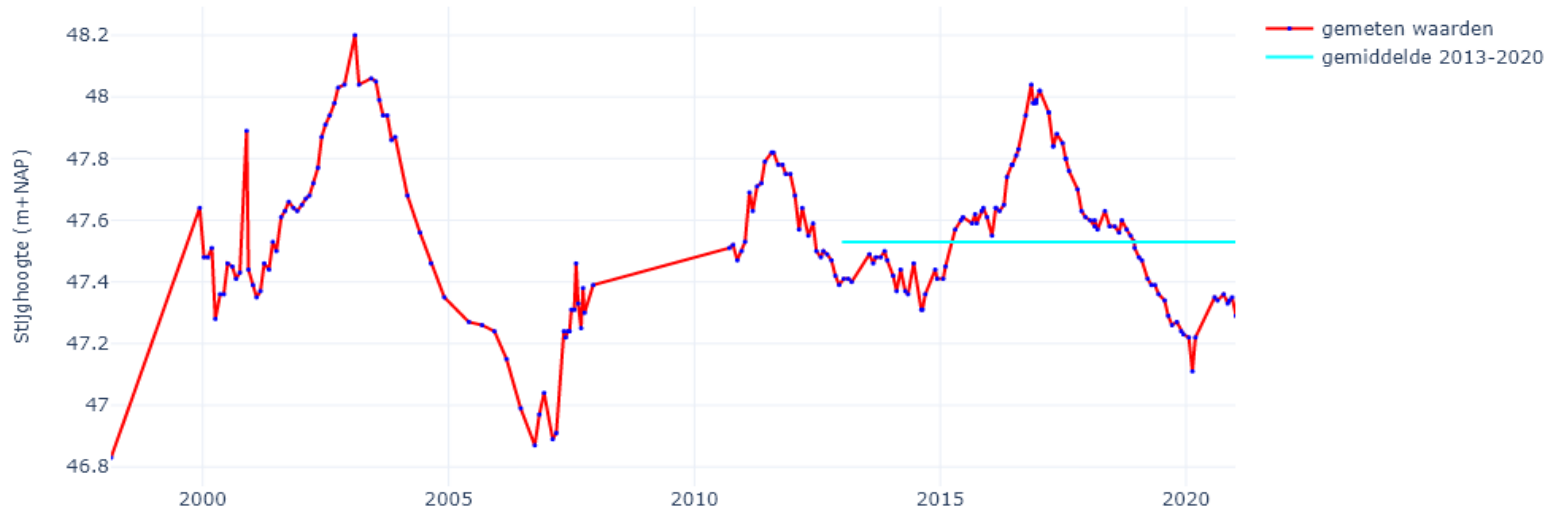
021PB044F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



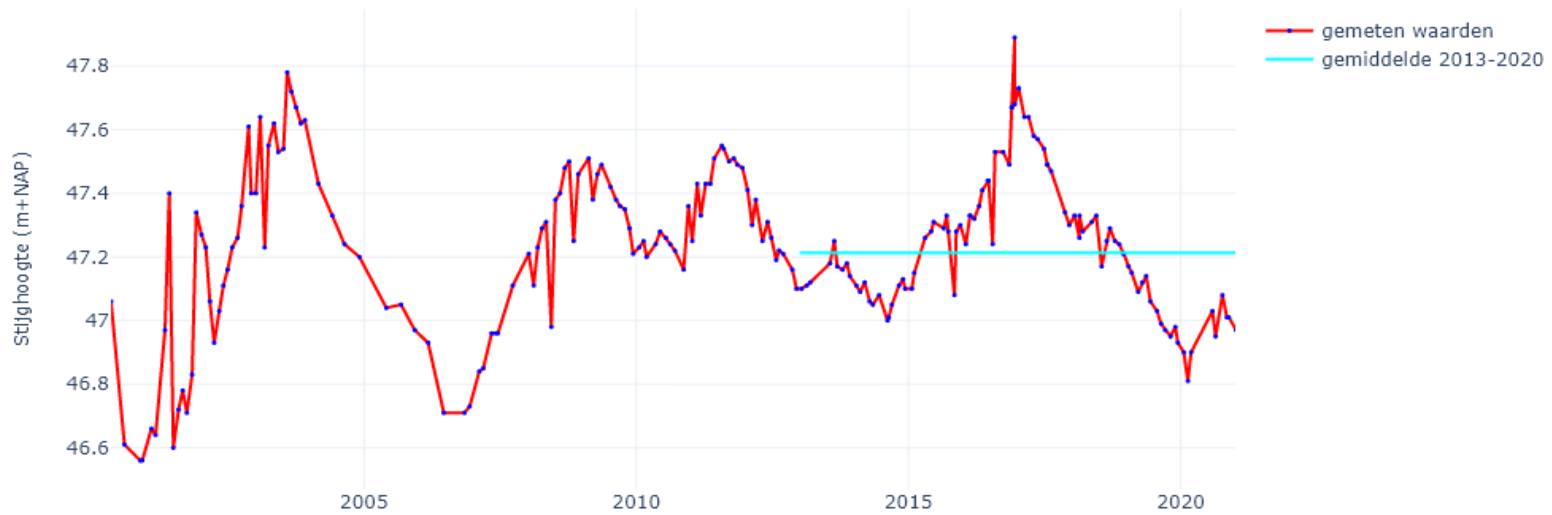
036PB067F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



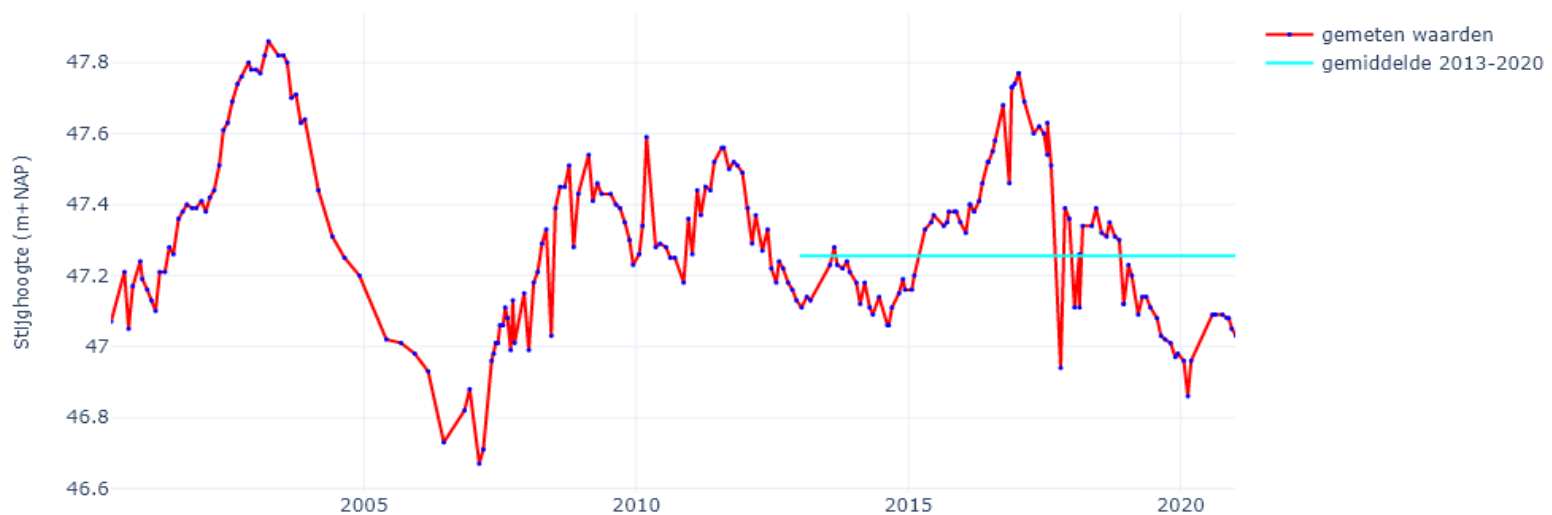
036PB070F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



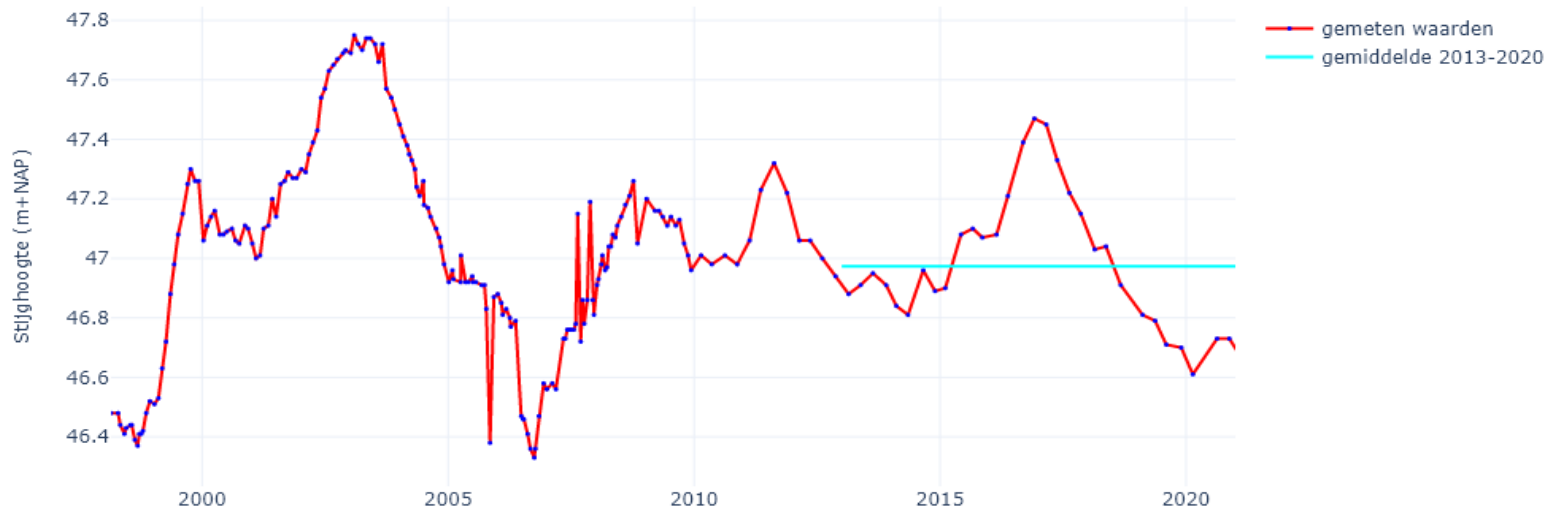
036PB093F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



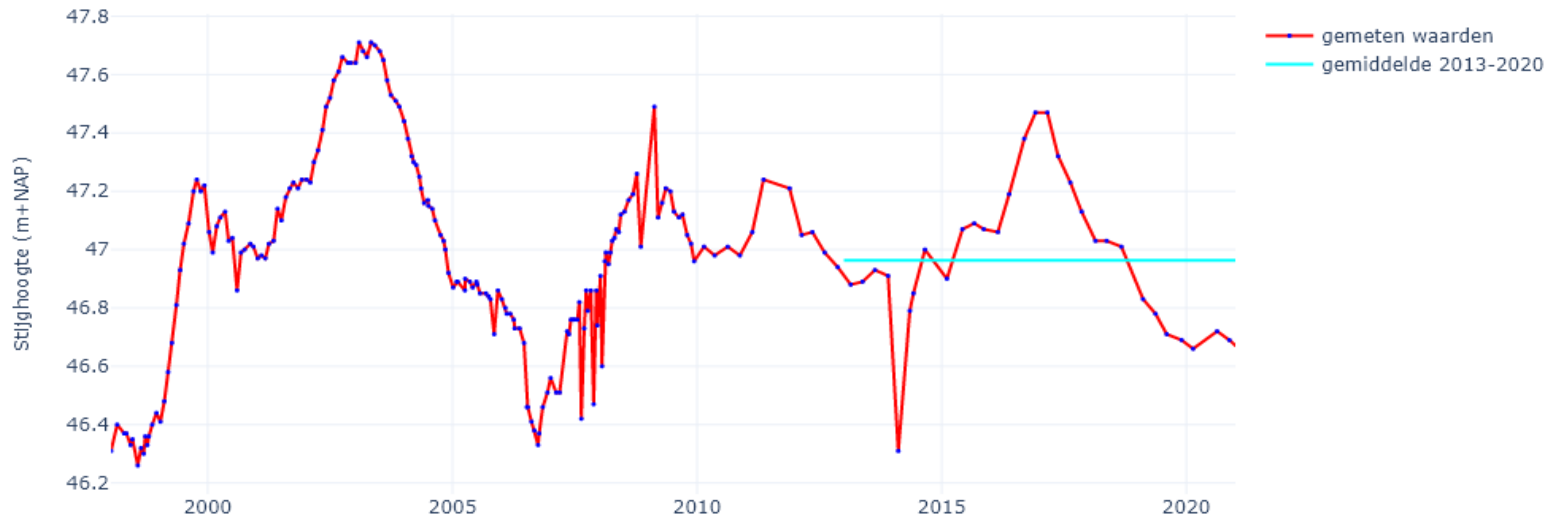
036PB094F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



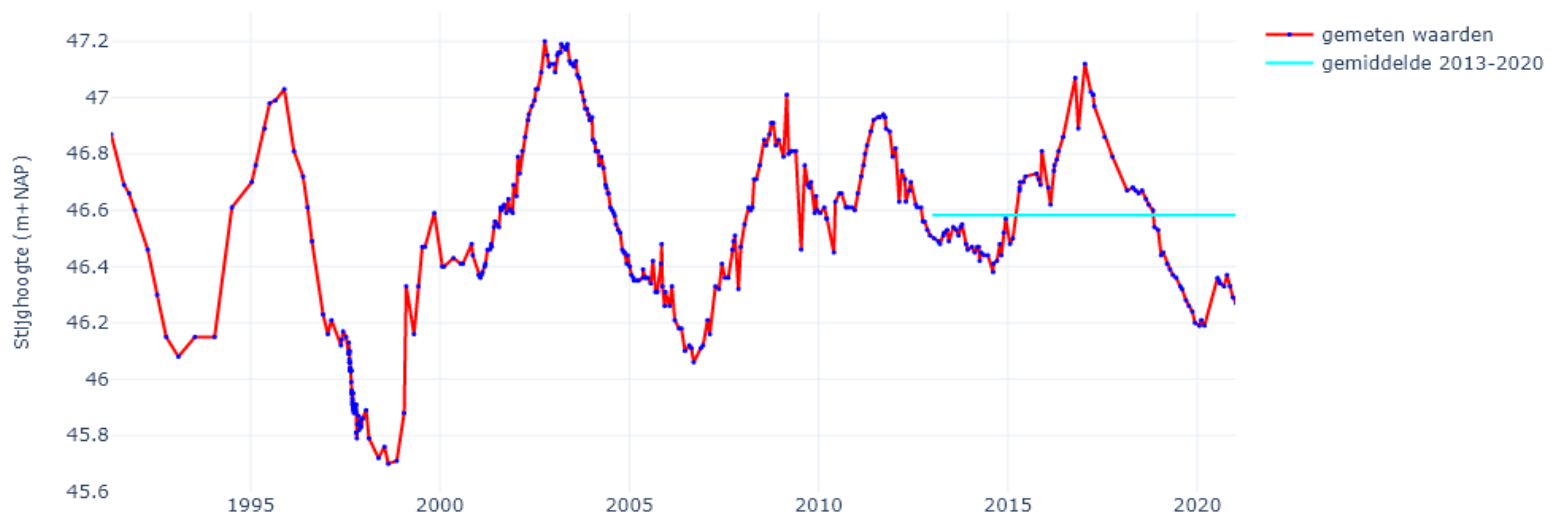
038PB083F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



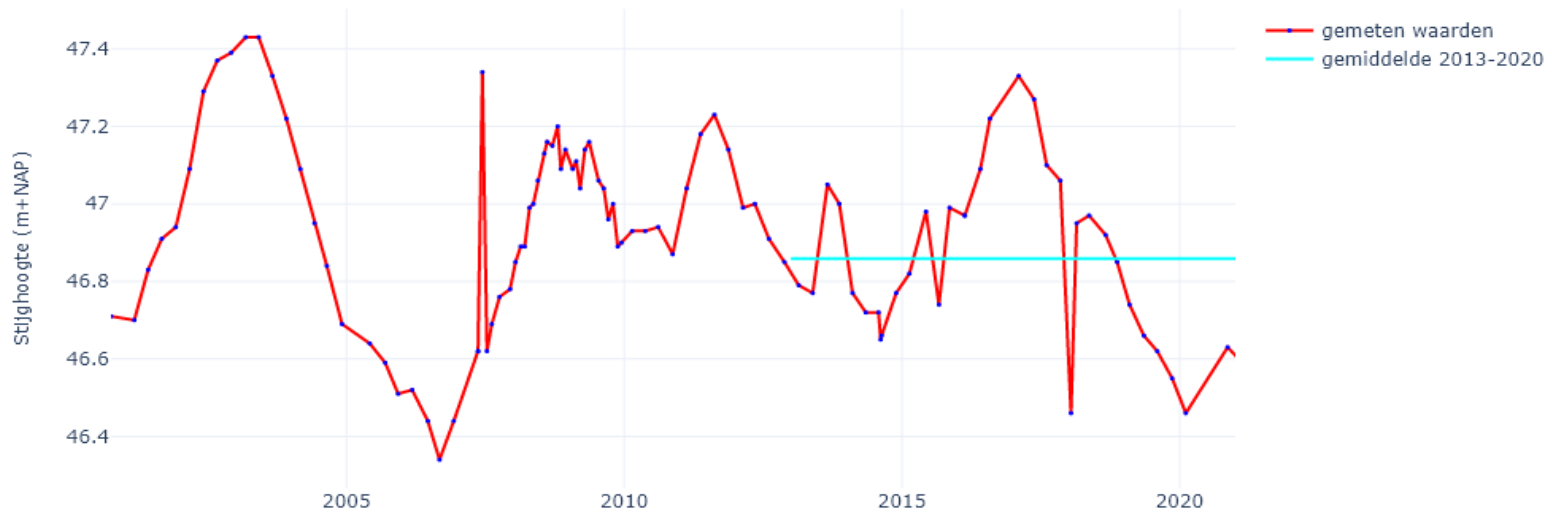
038PB084F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



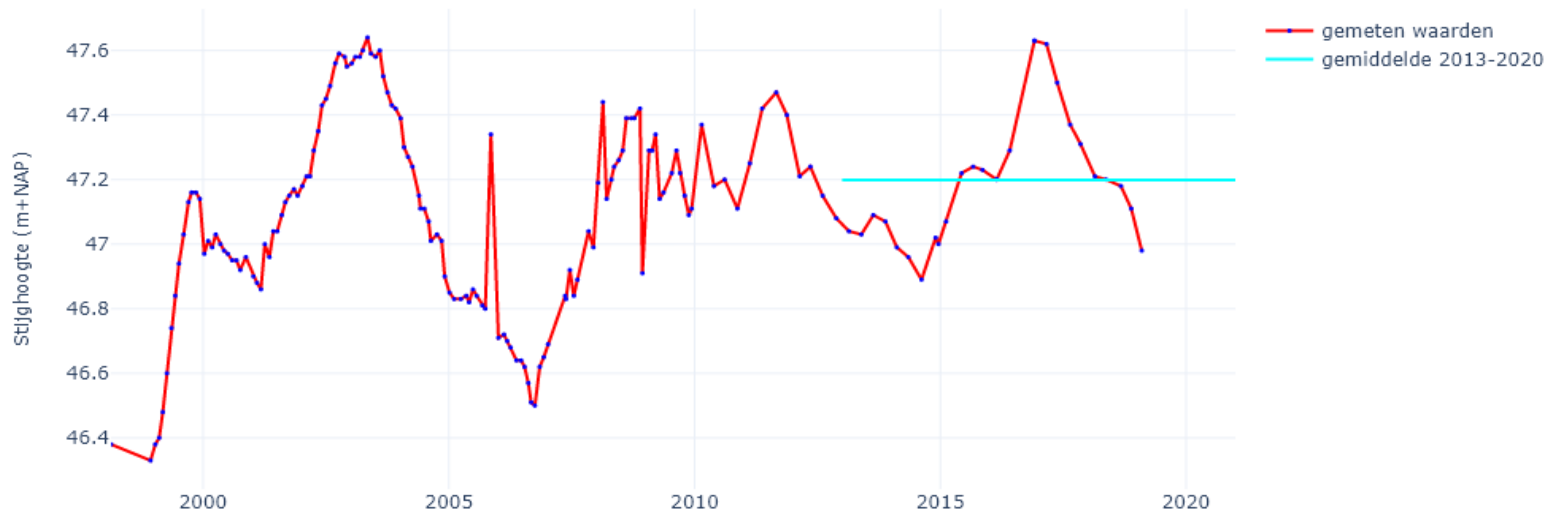
041PB002F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



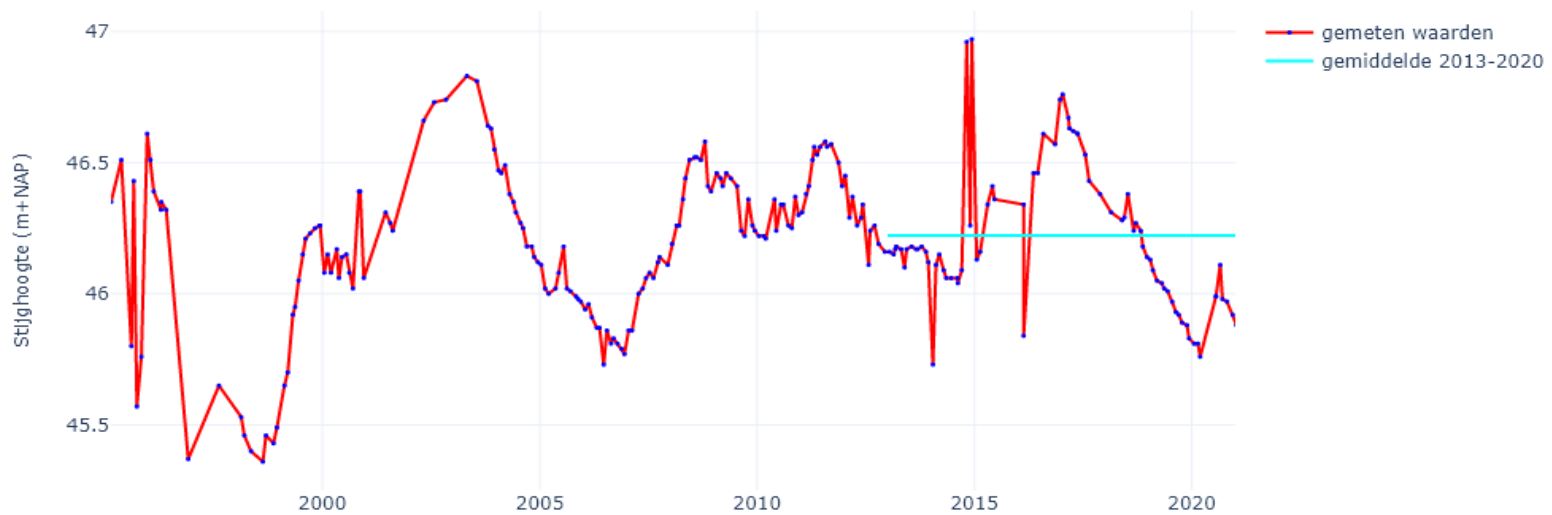
041PB019F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



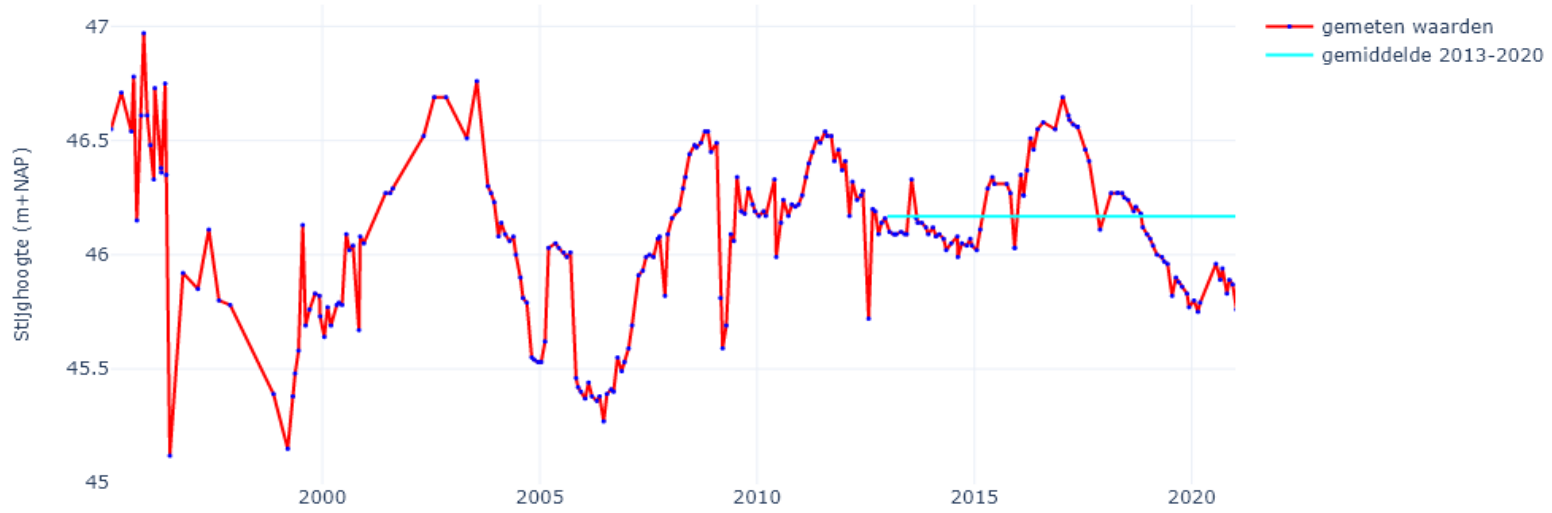
043PB031F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



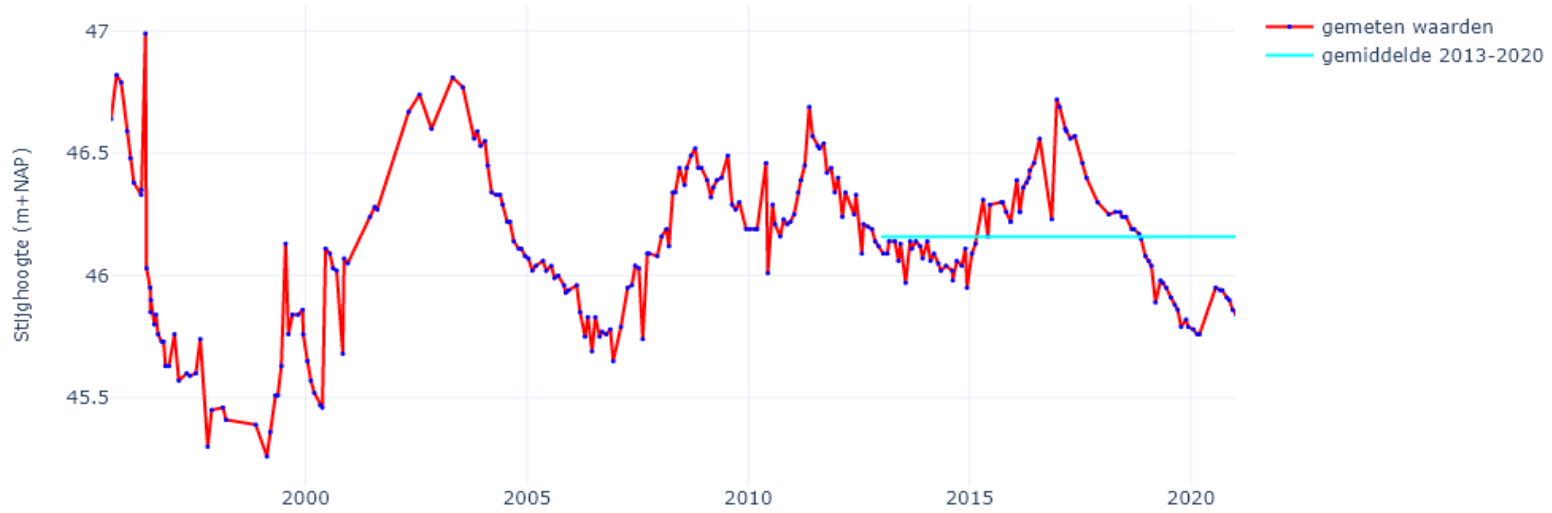
045PB001F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



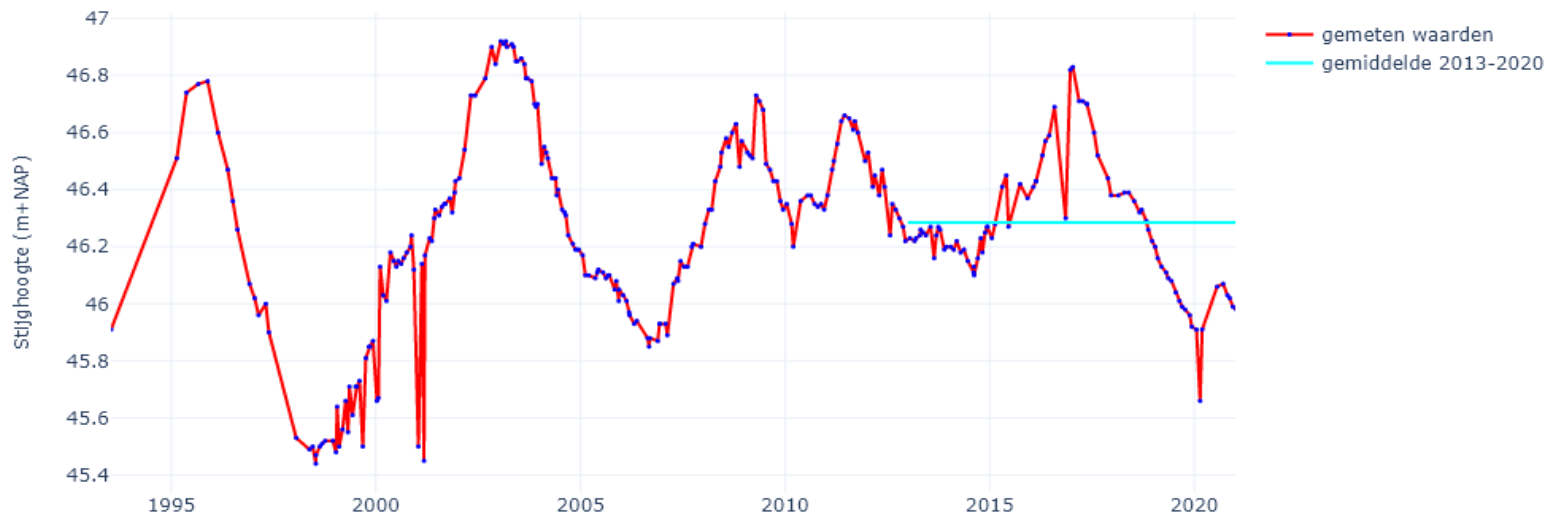
045PB002F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



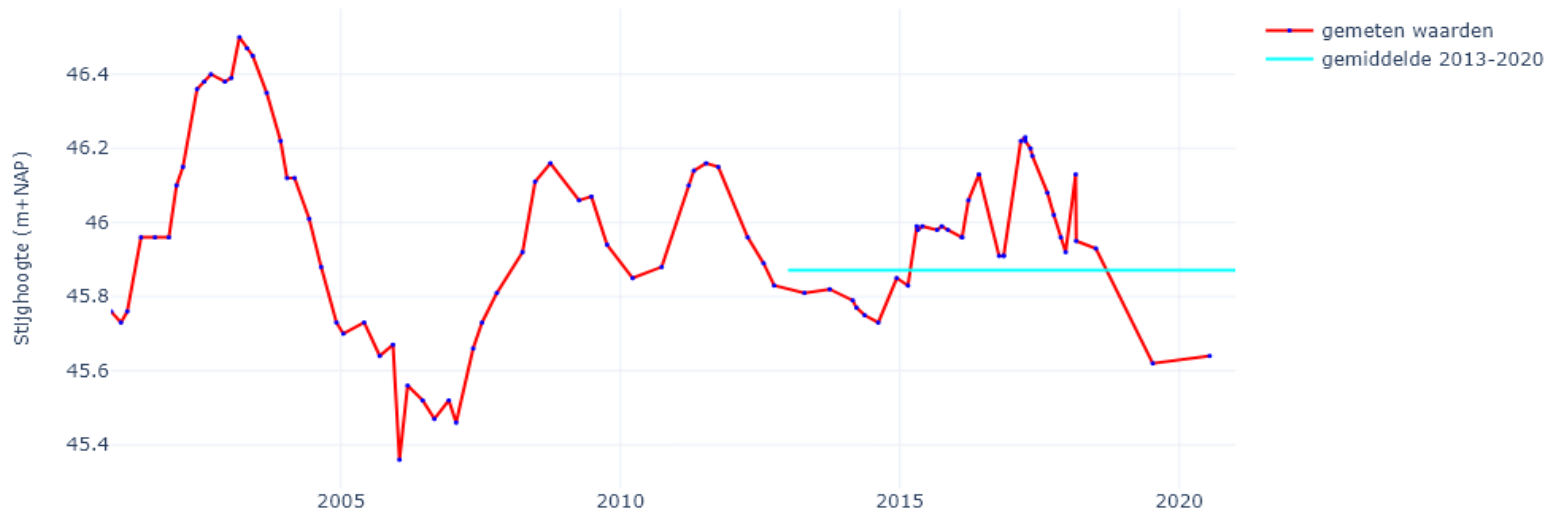
045PB003F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



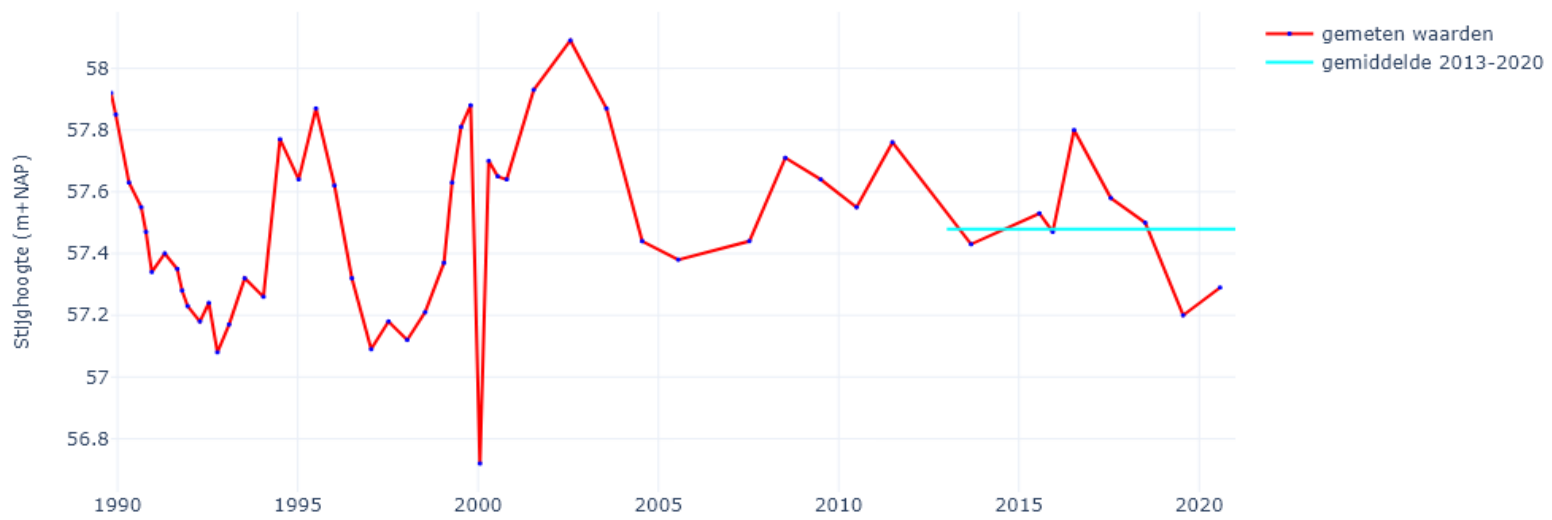
045PB007F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



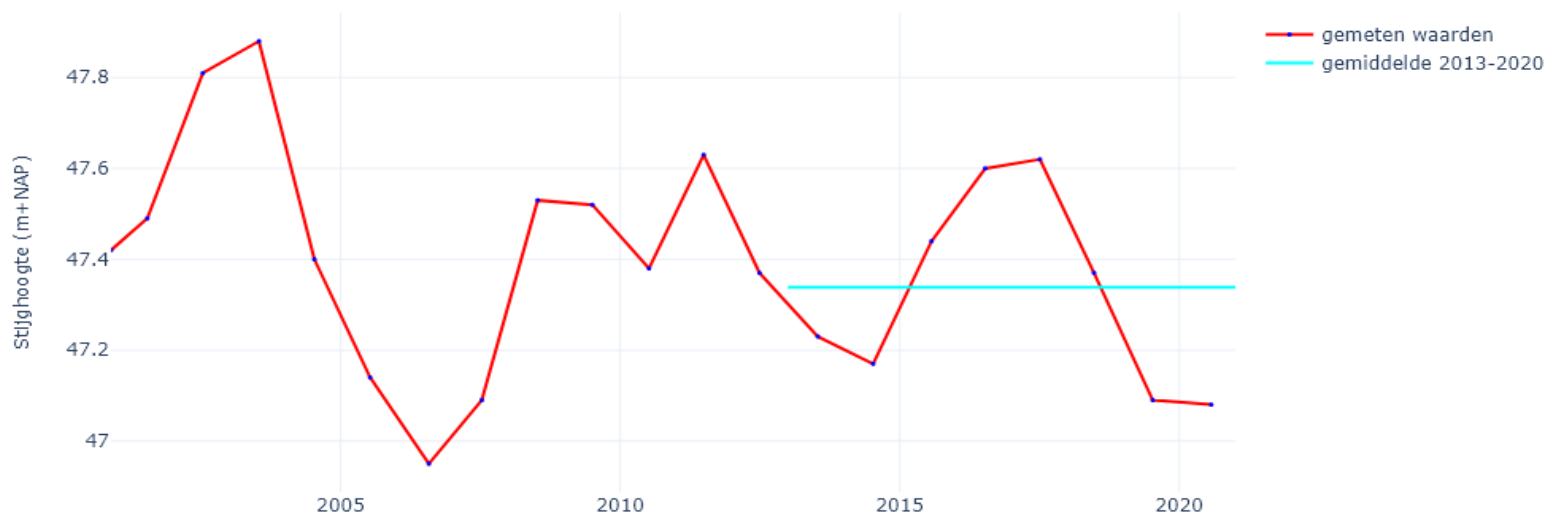
047PB156F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



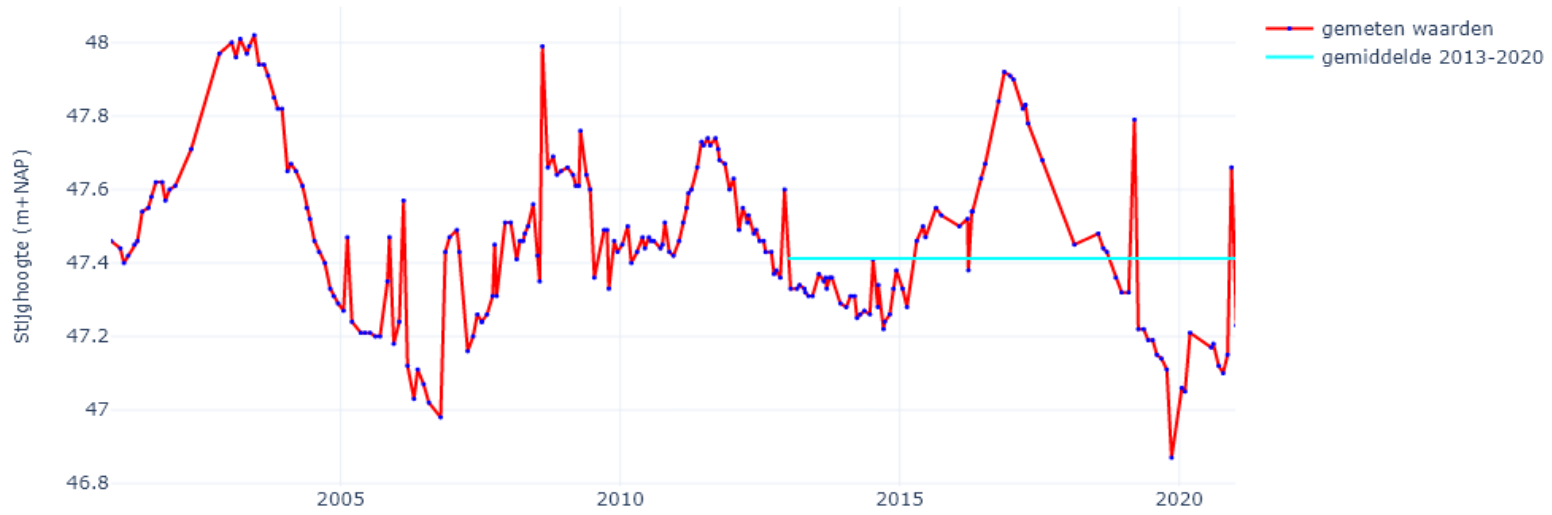
053PB001F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



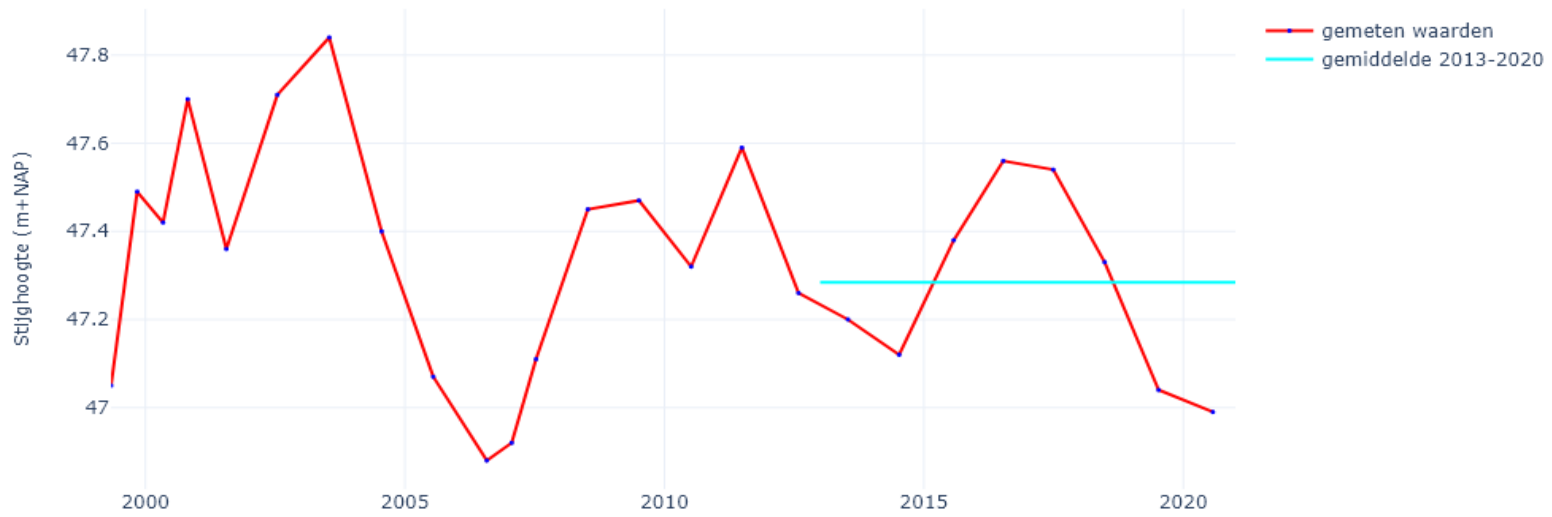
061PB044F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



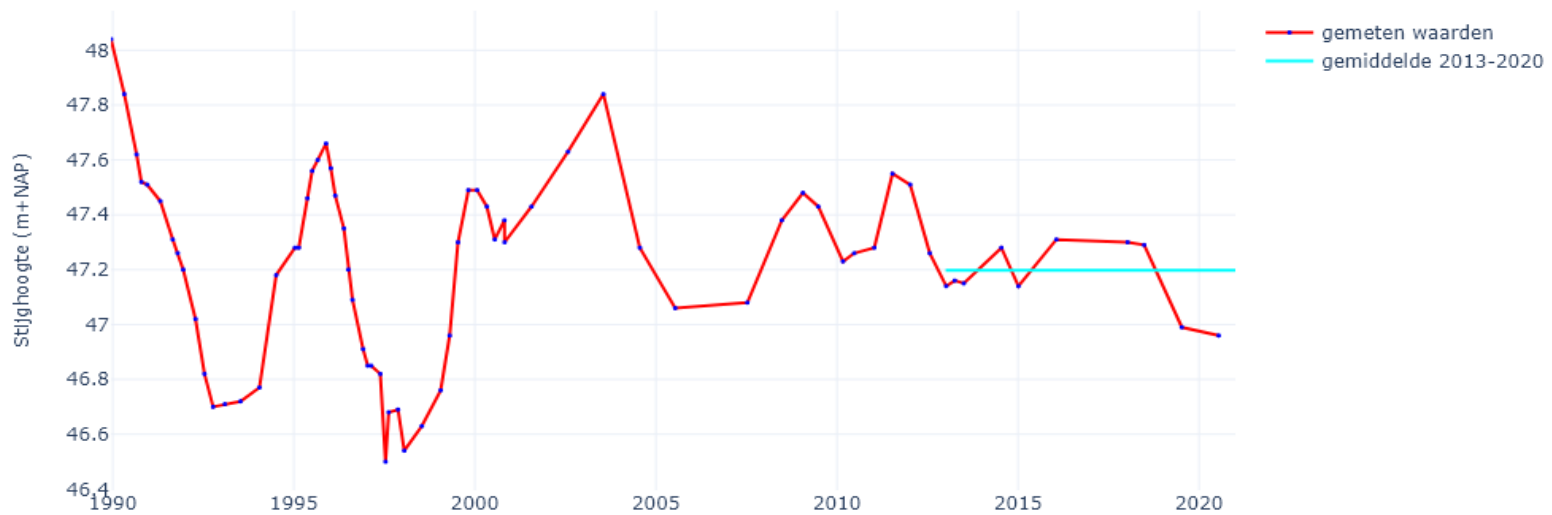
061PB045F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



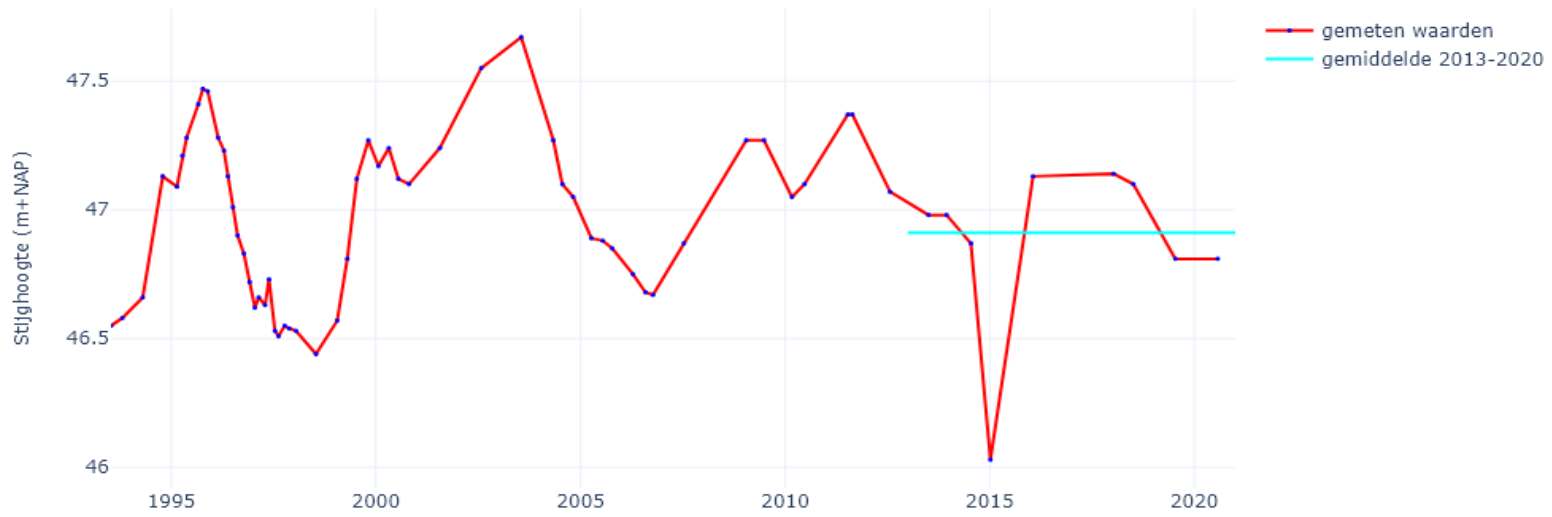
063PB128F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



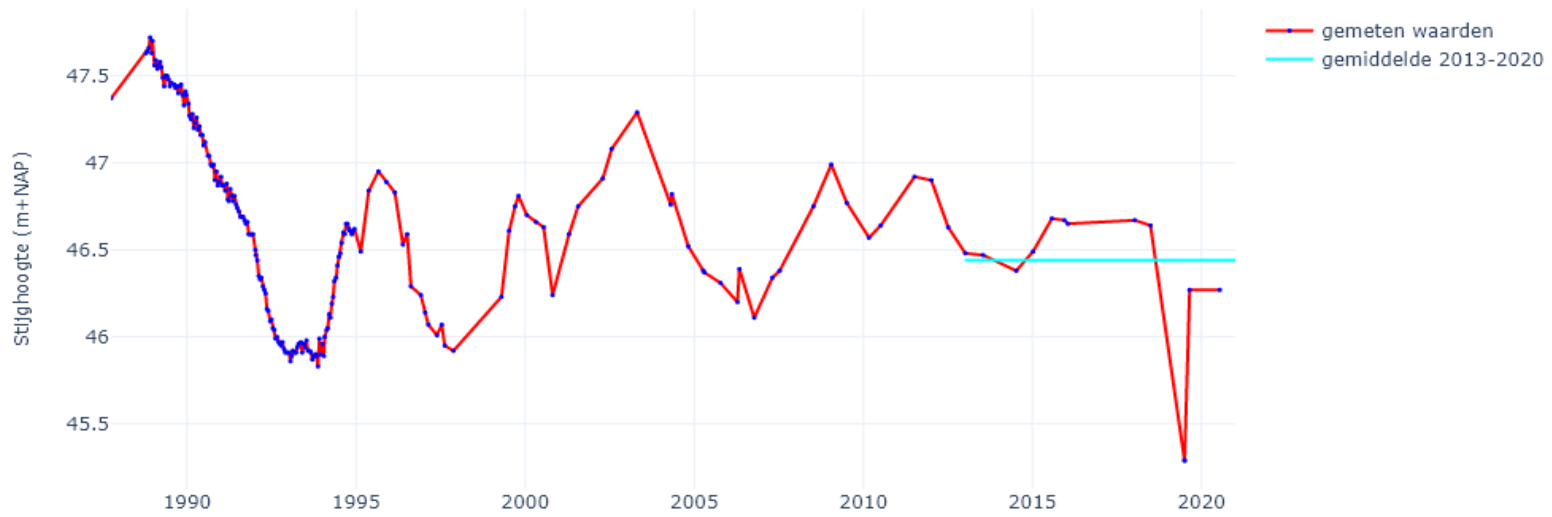
064PB046F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



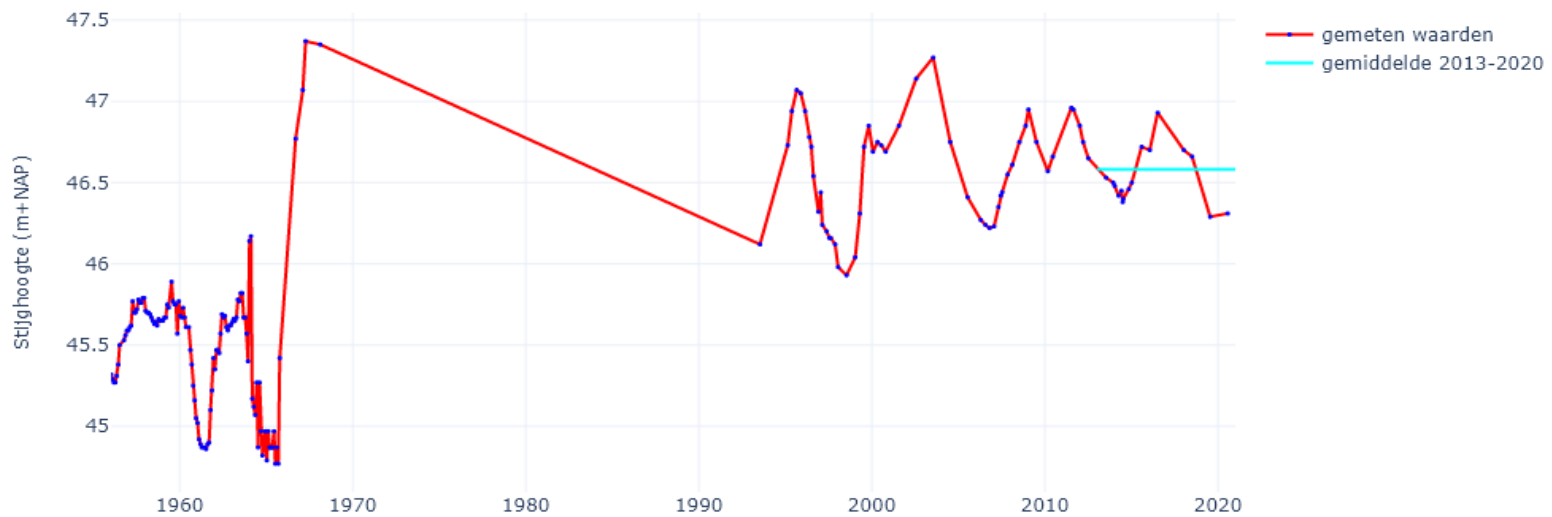
065PB016F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



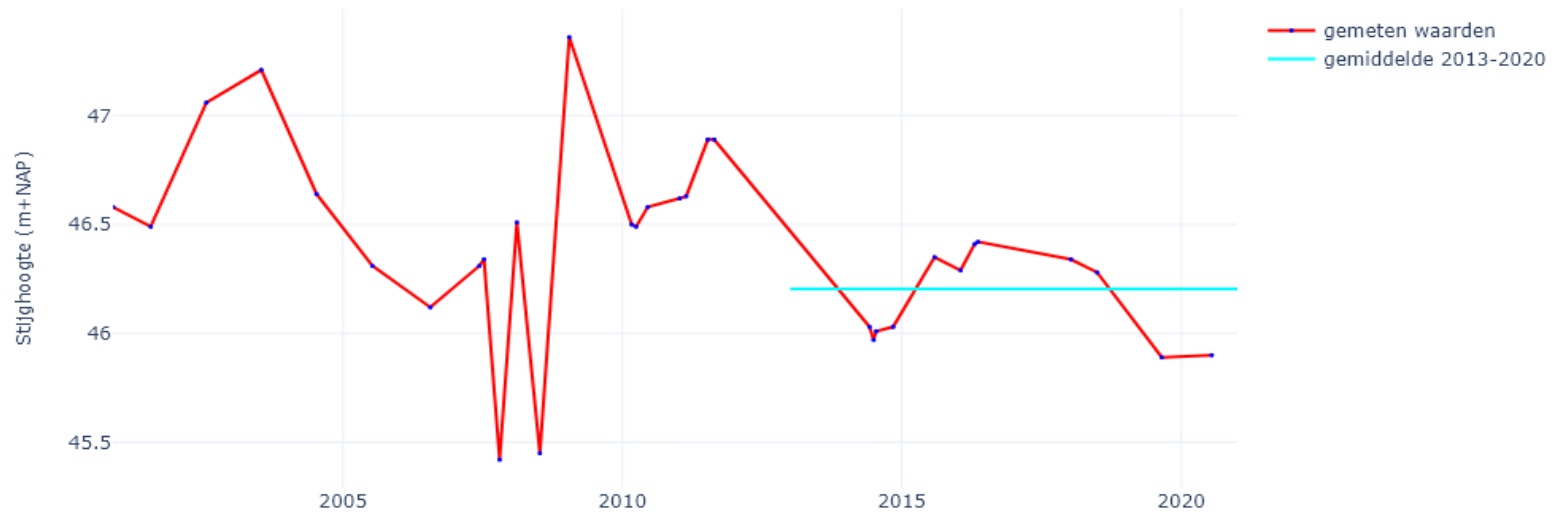
070PB004F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



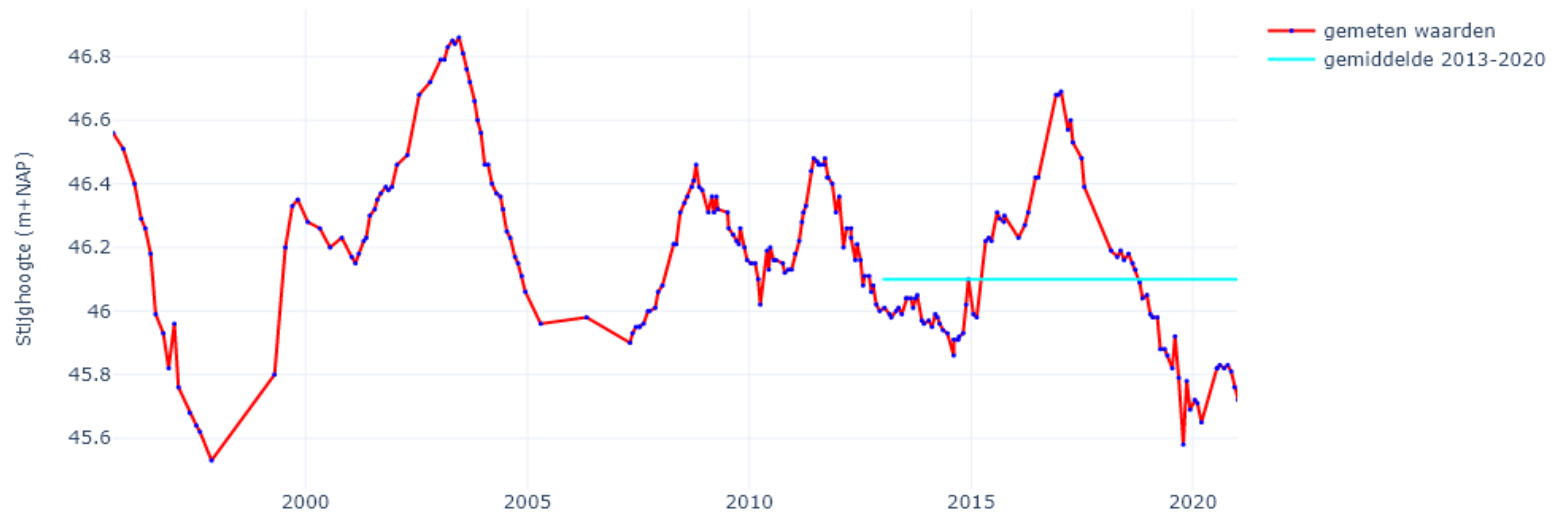
072PB011F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



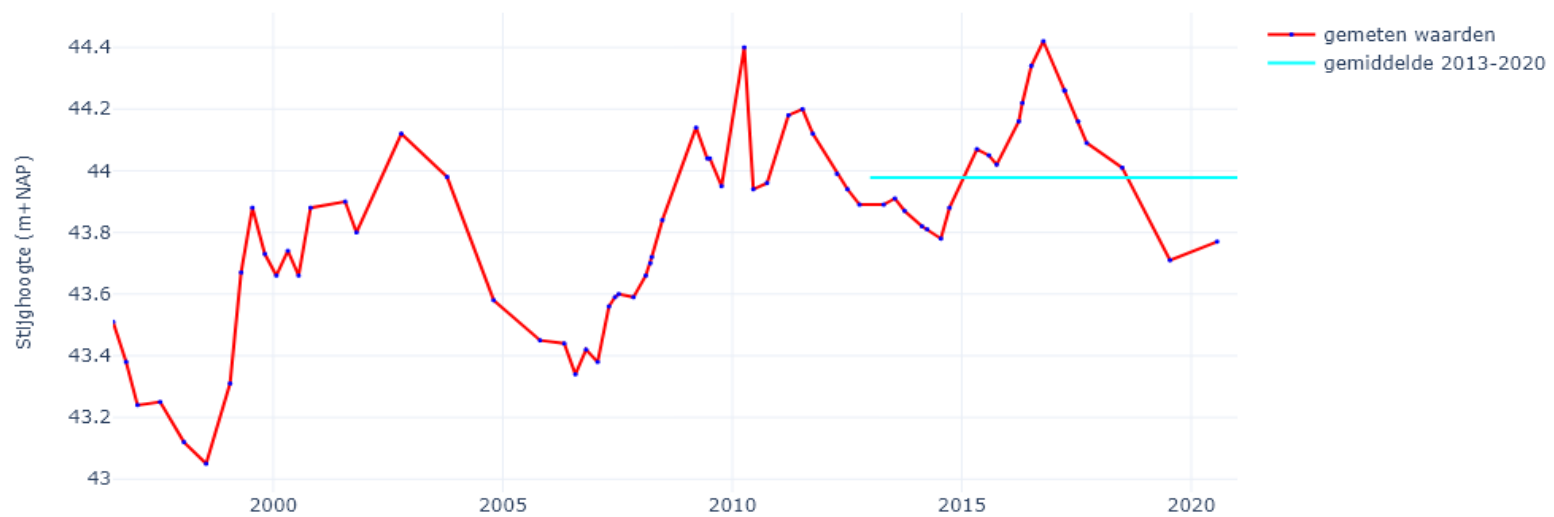
072PB129F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



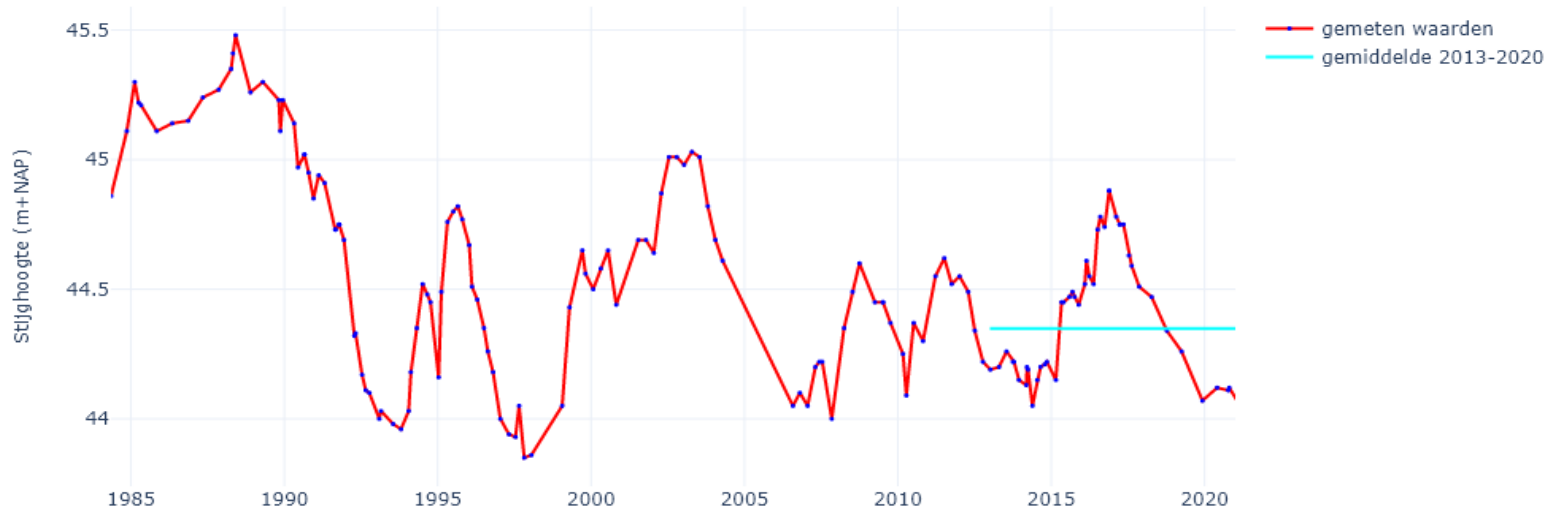
078PB119F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



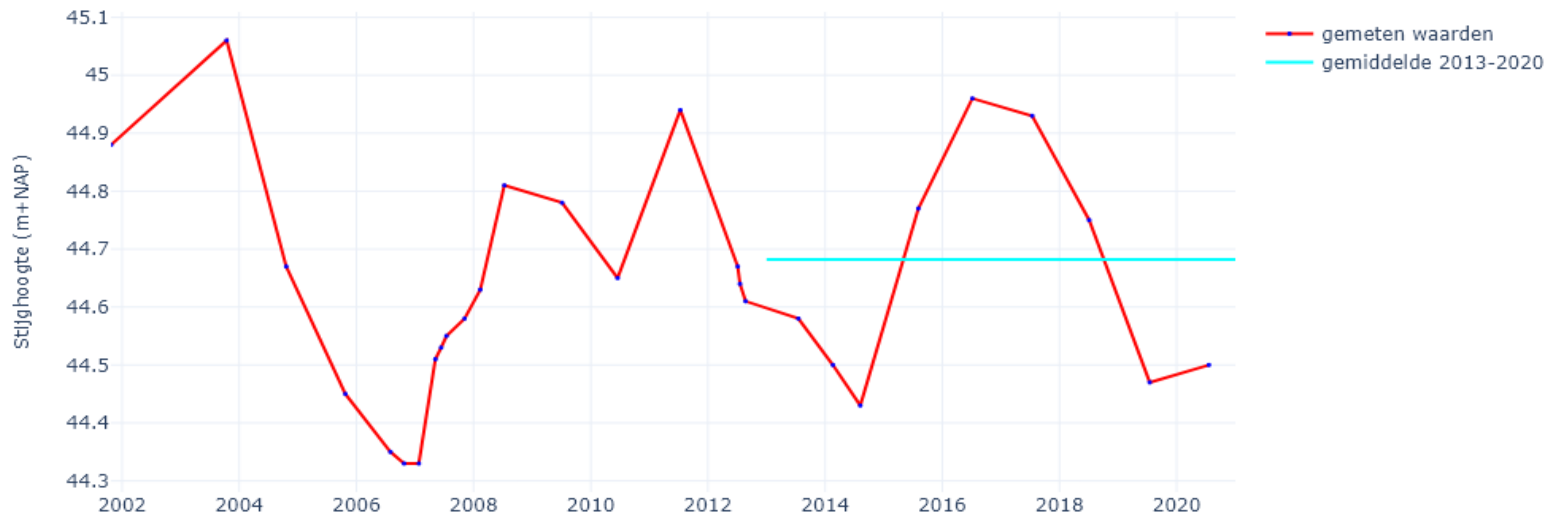
103PB009F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



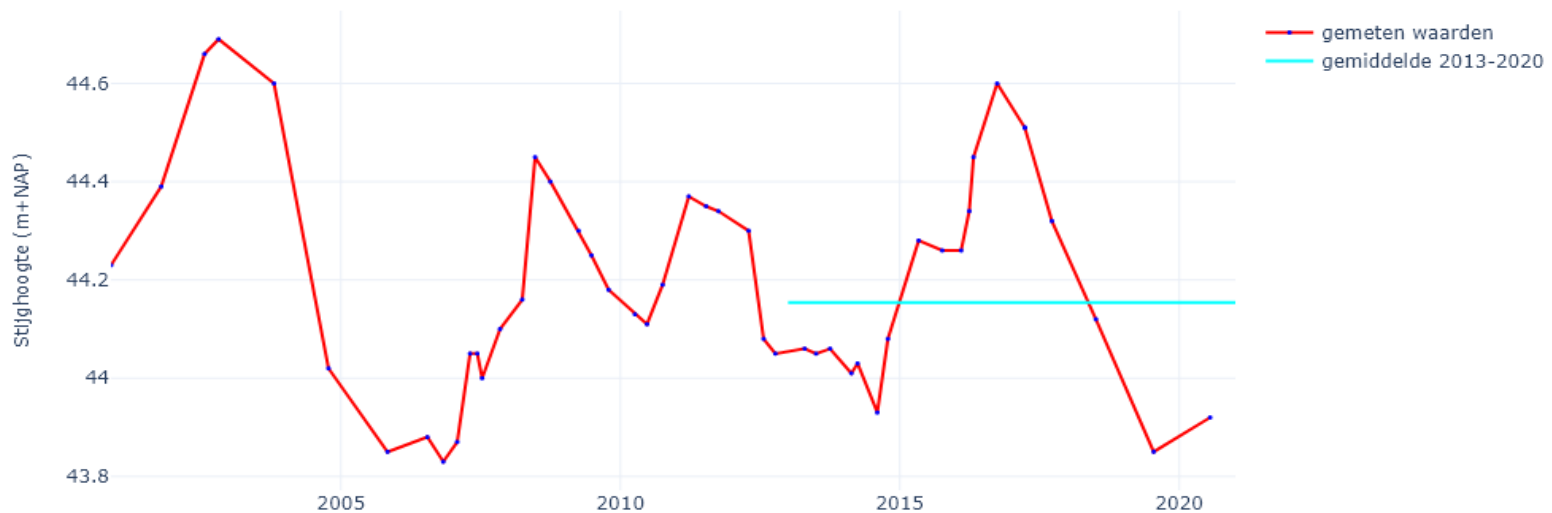
105PB008F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



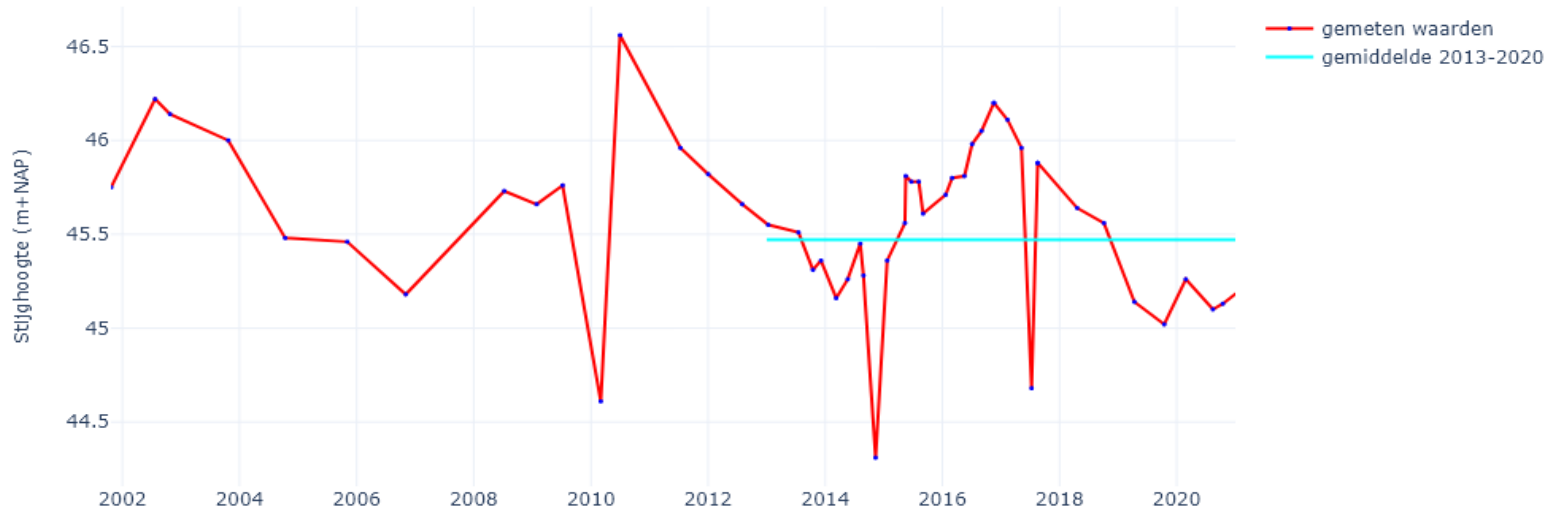
105PB194F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



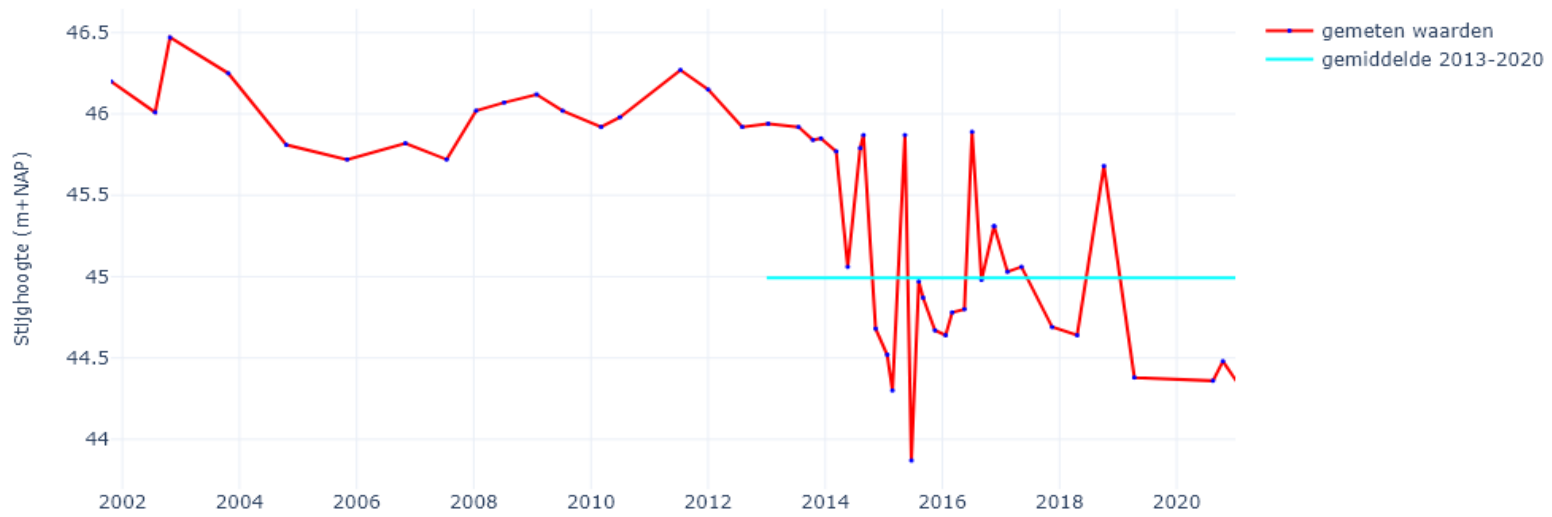
105PB217F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



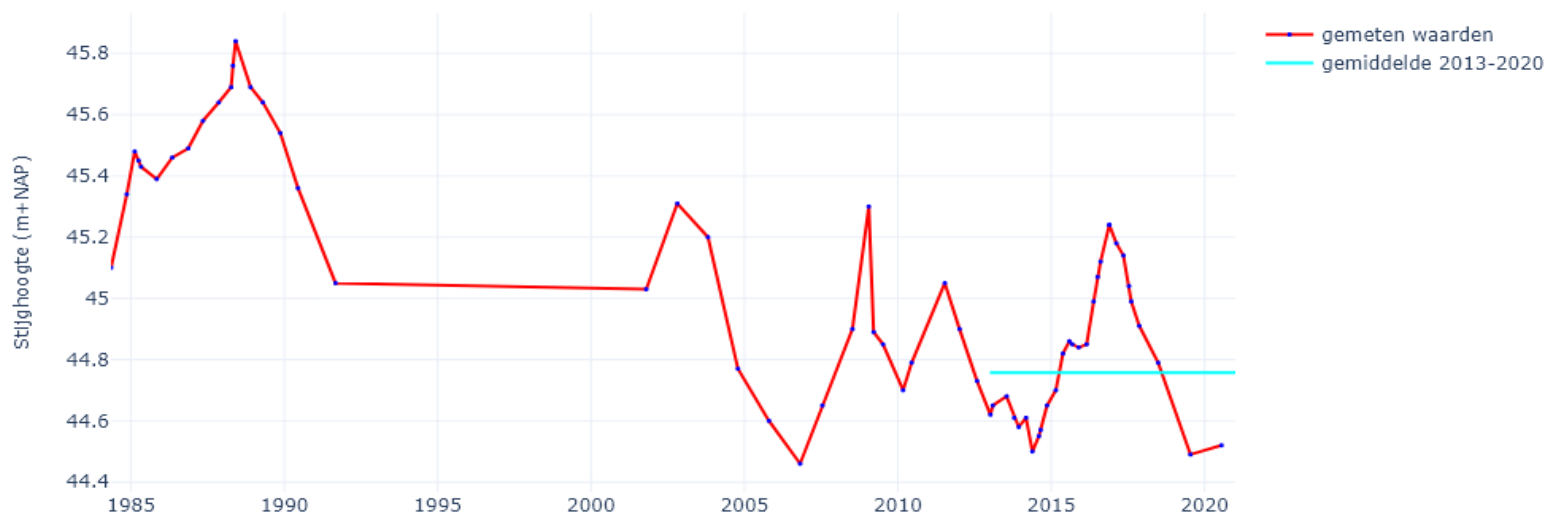
106PB003F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



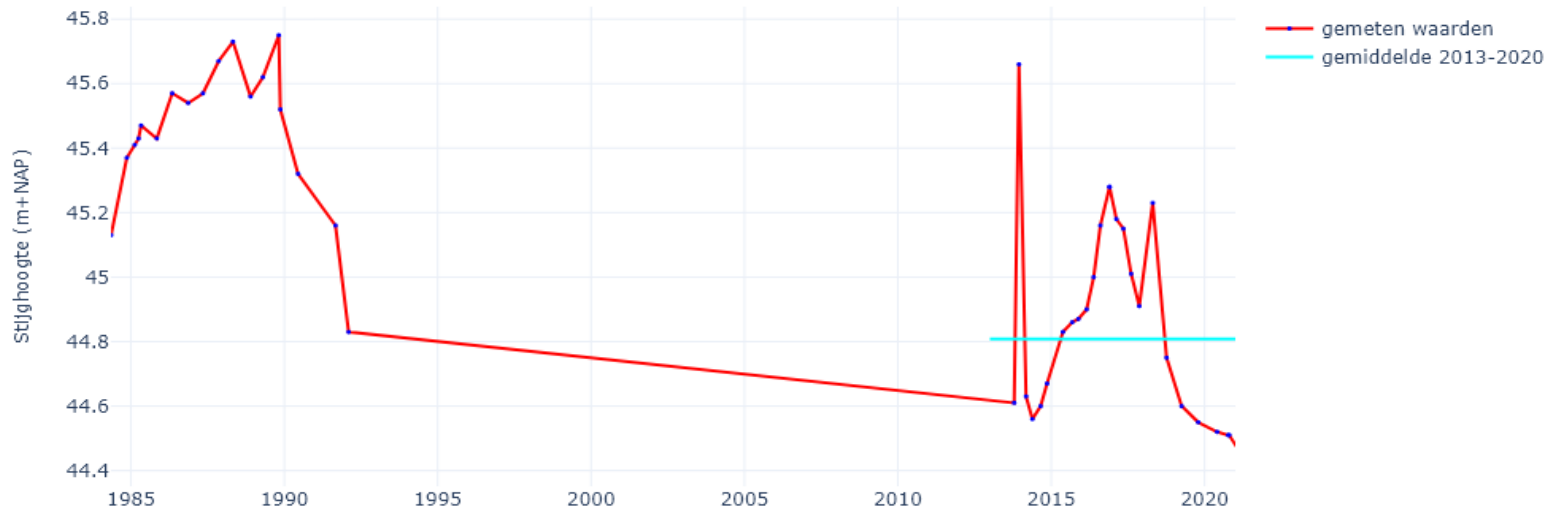
106PB004F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



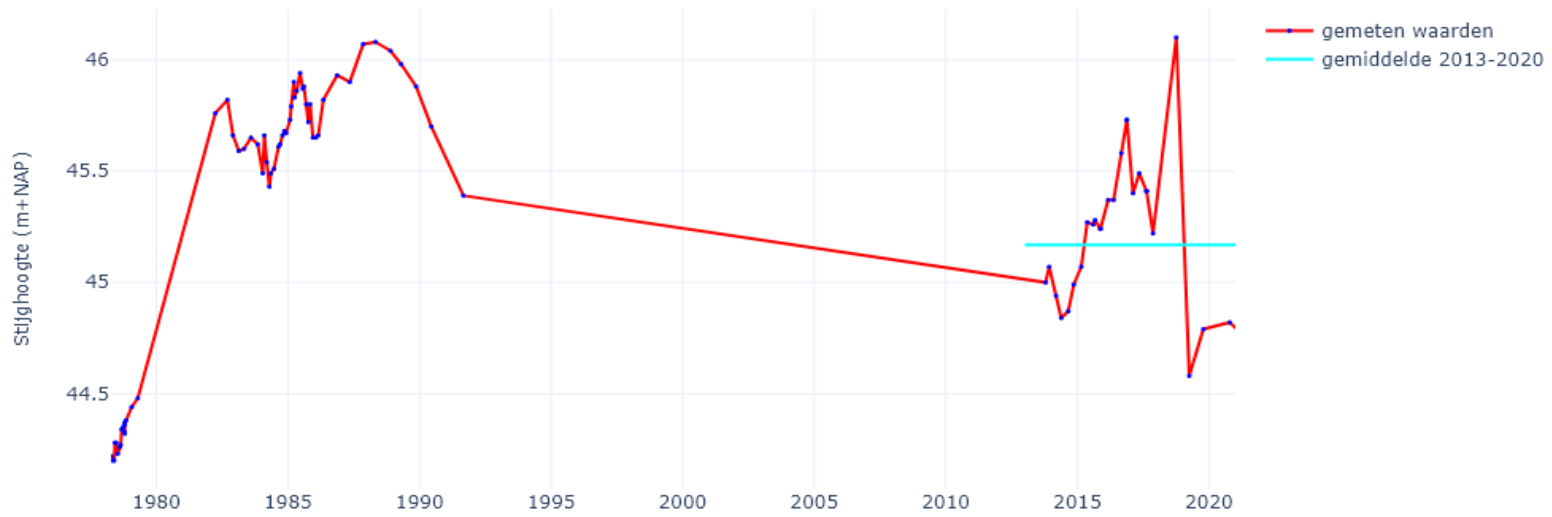
106PB018F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



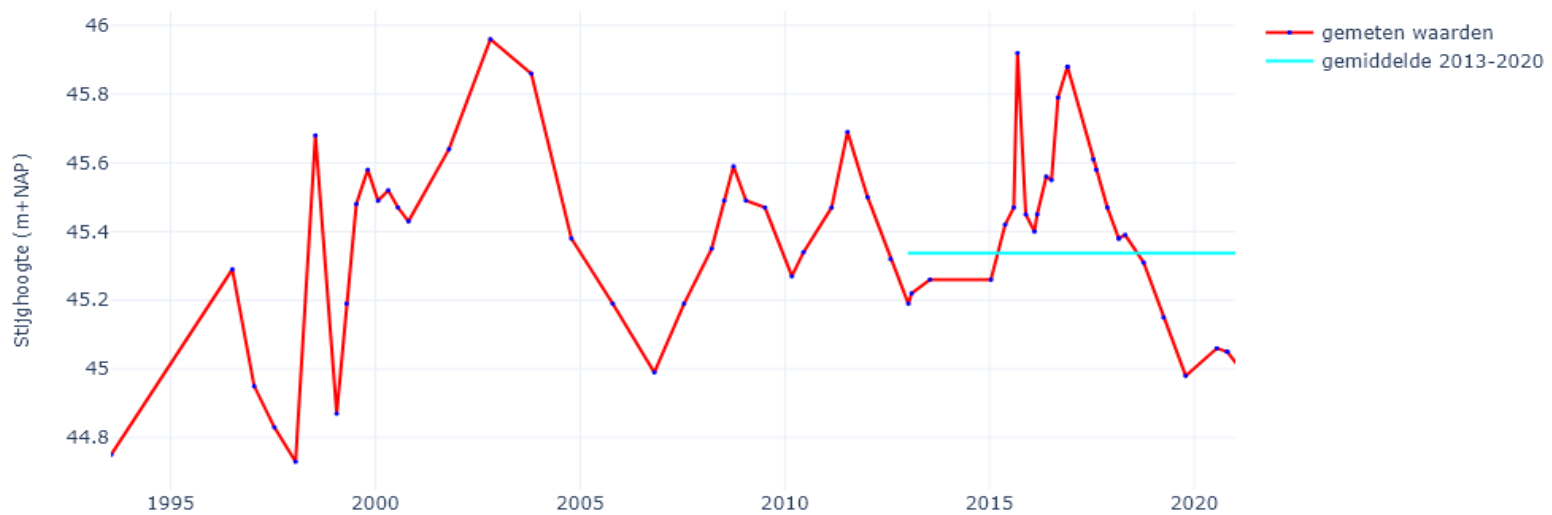
106PB019F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



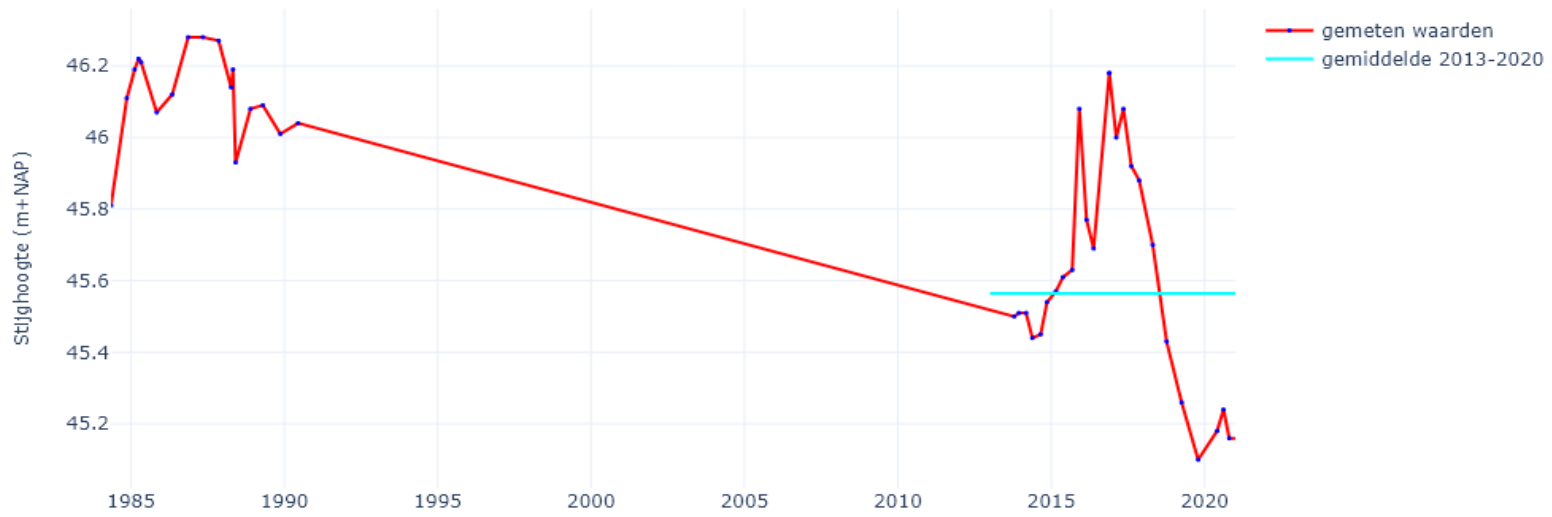
106PB020F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



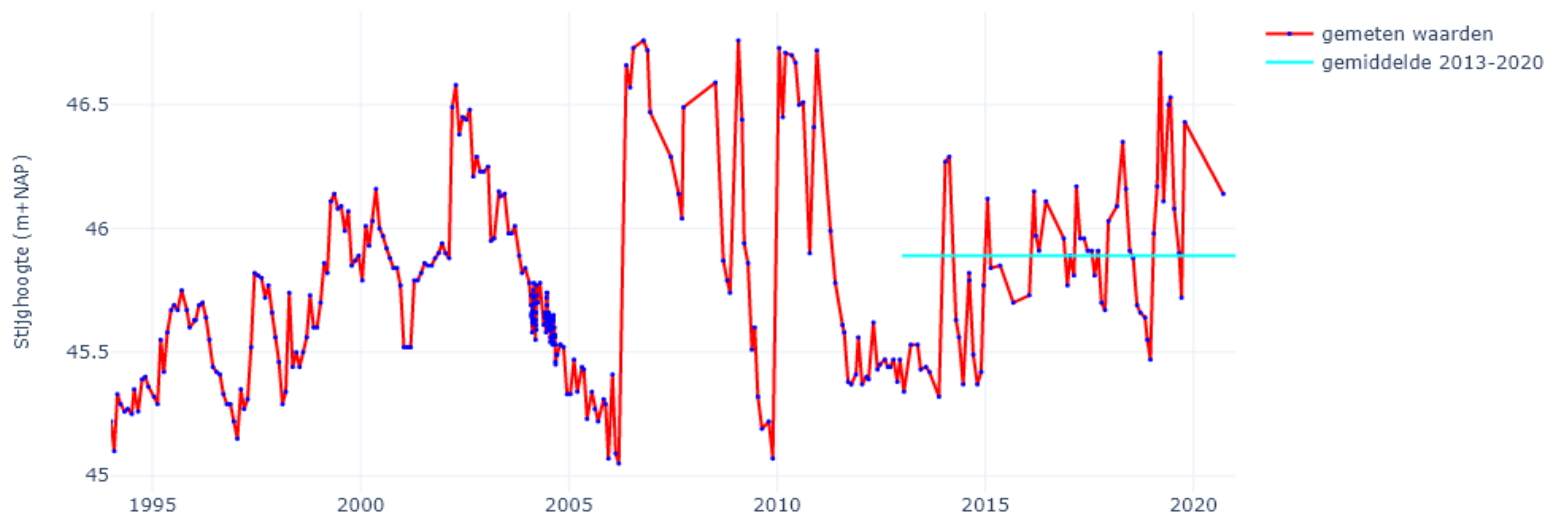
106PB021F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



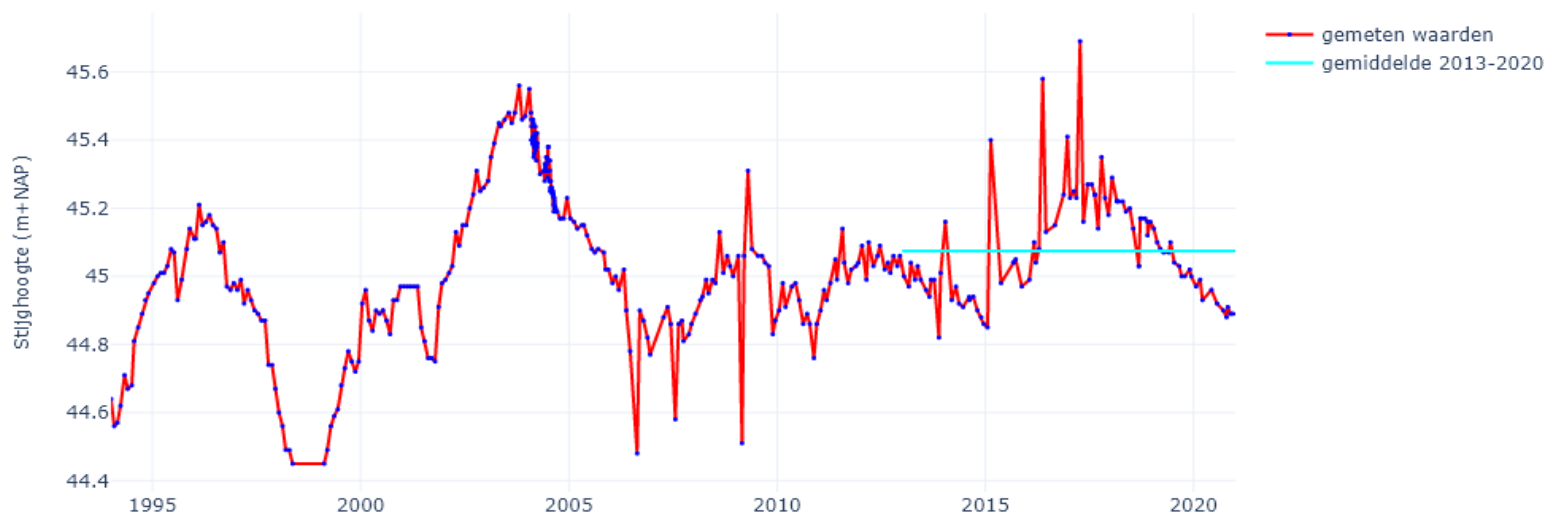
106PB022F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



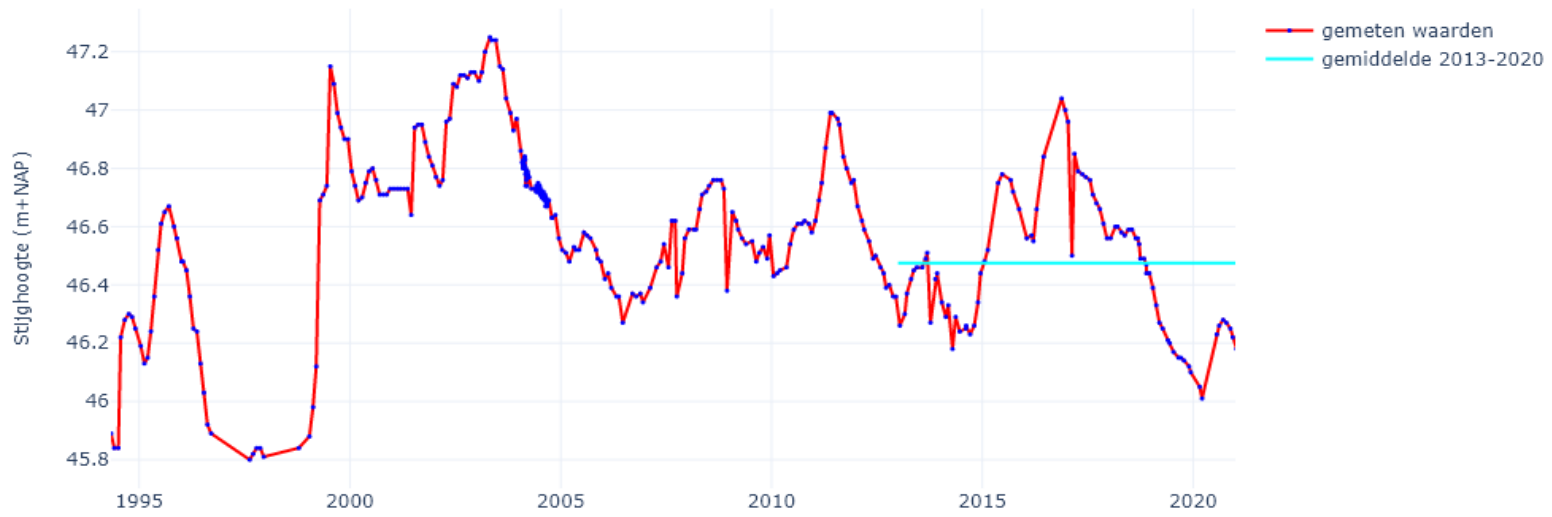
106PB263F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



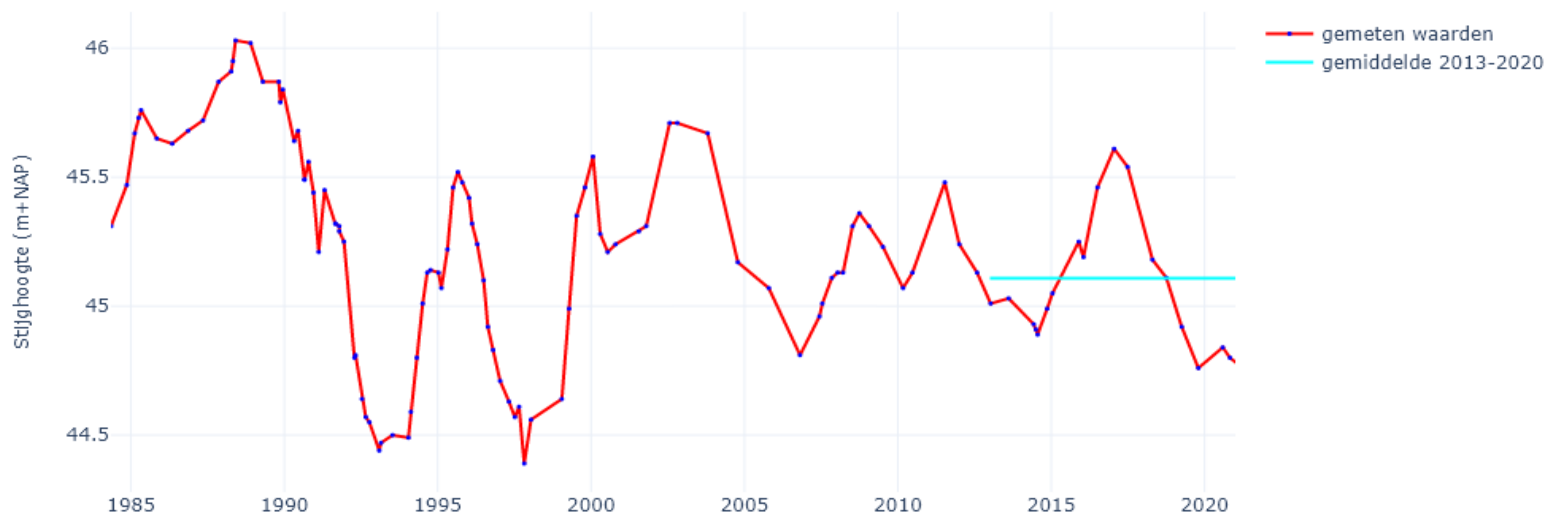
106PB265F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



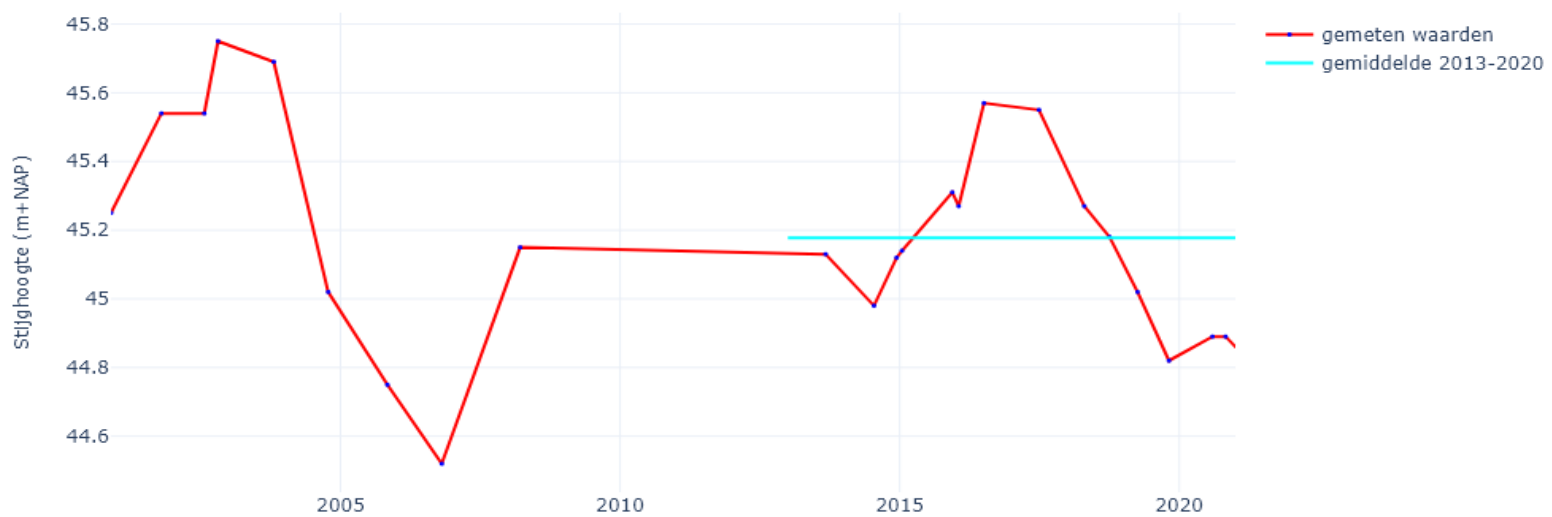
106PB266F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



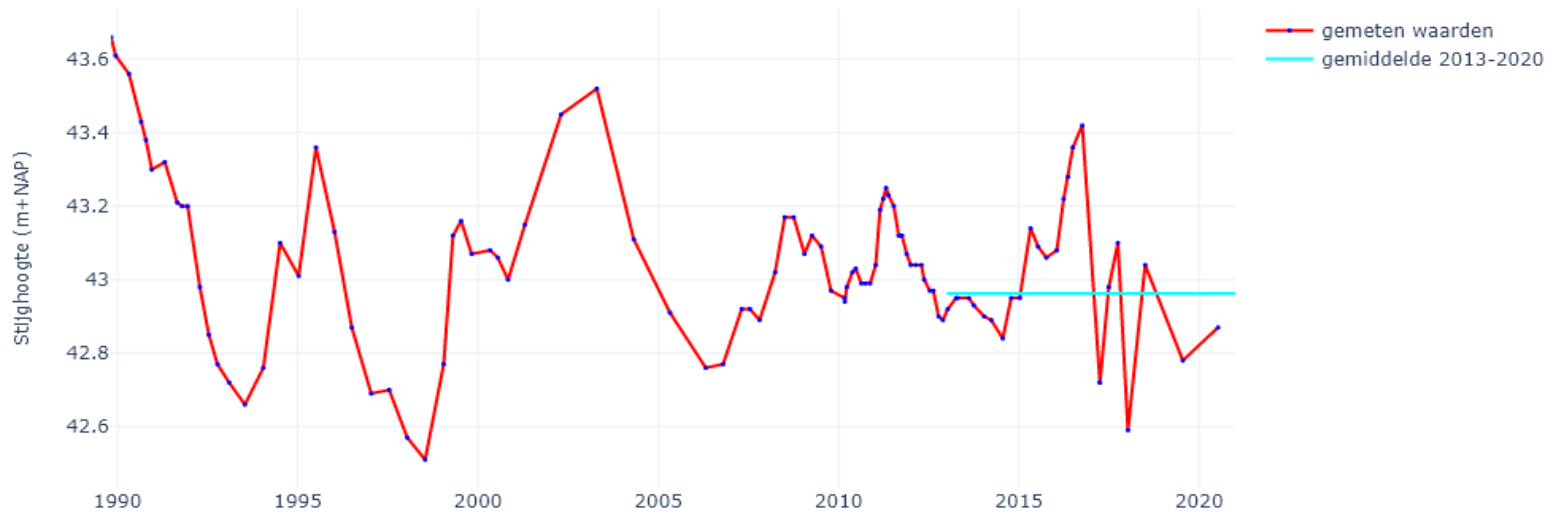
107PB001F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



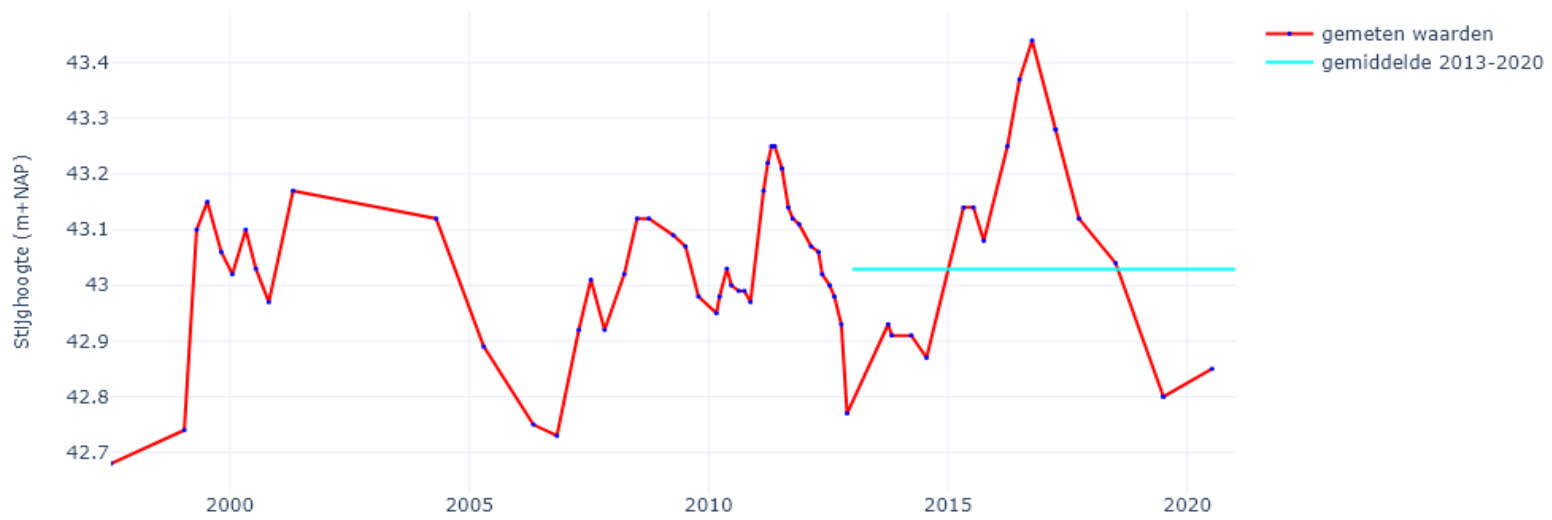
107PB036F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



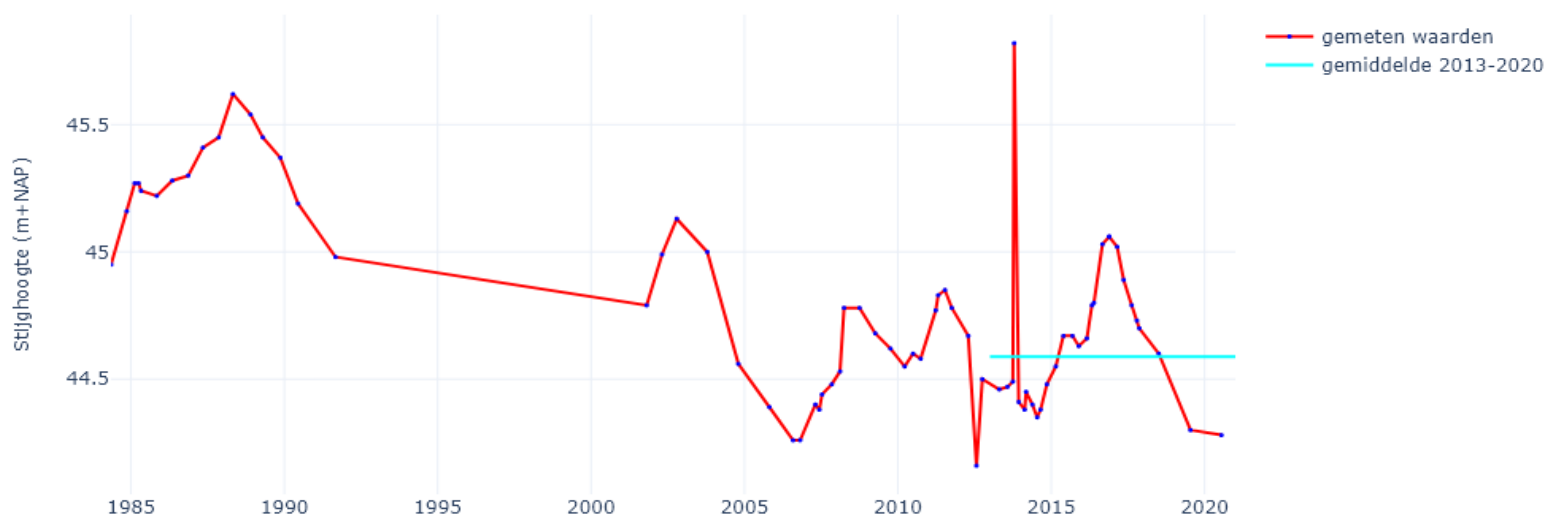
111PB001F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



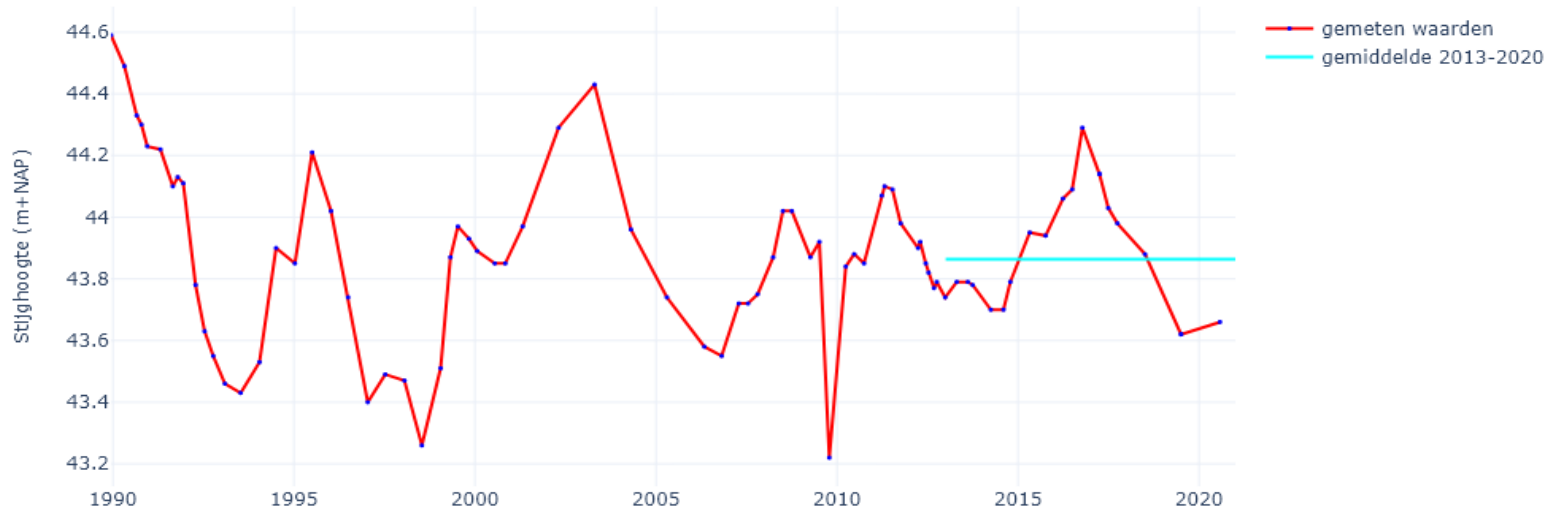
111PB039F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



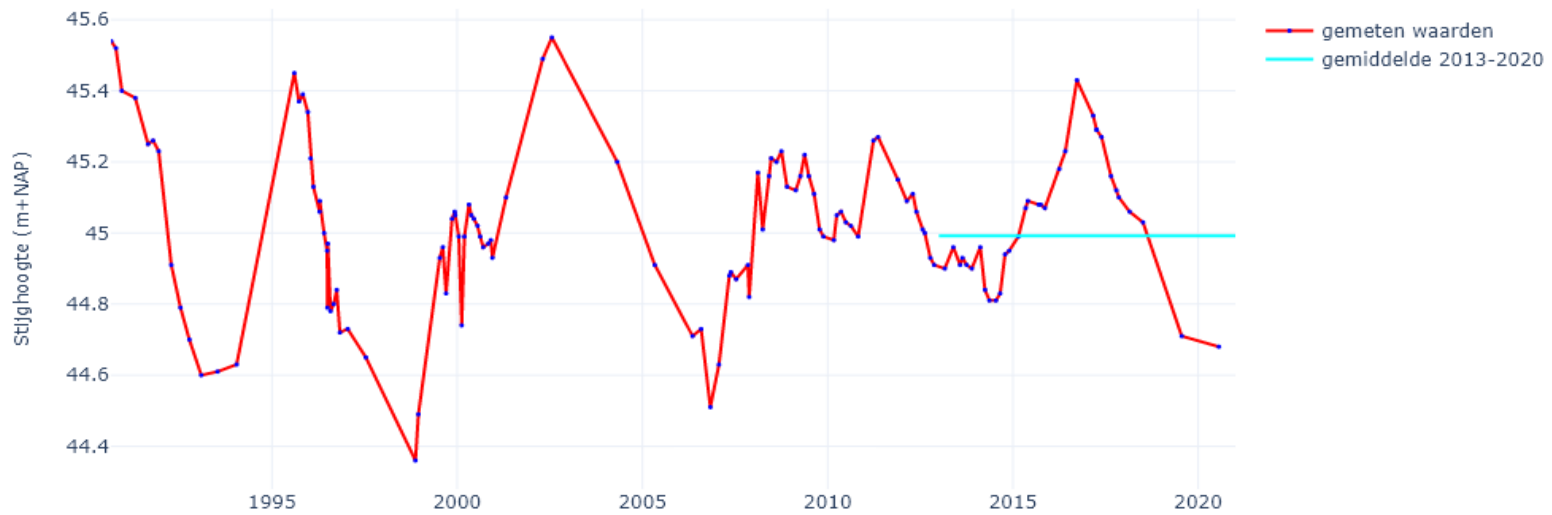
115PB022F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



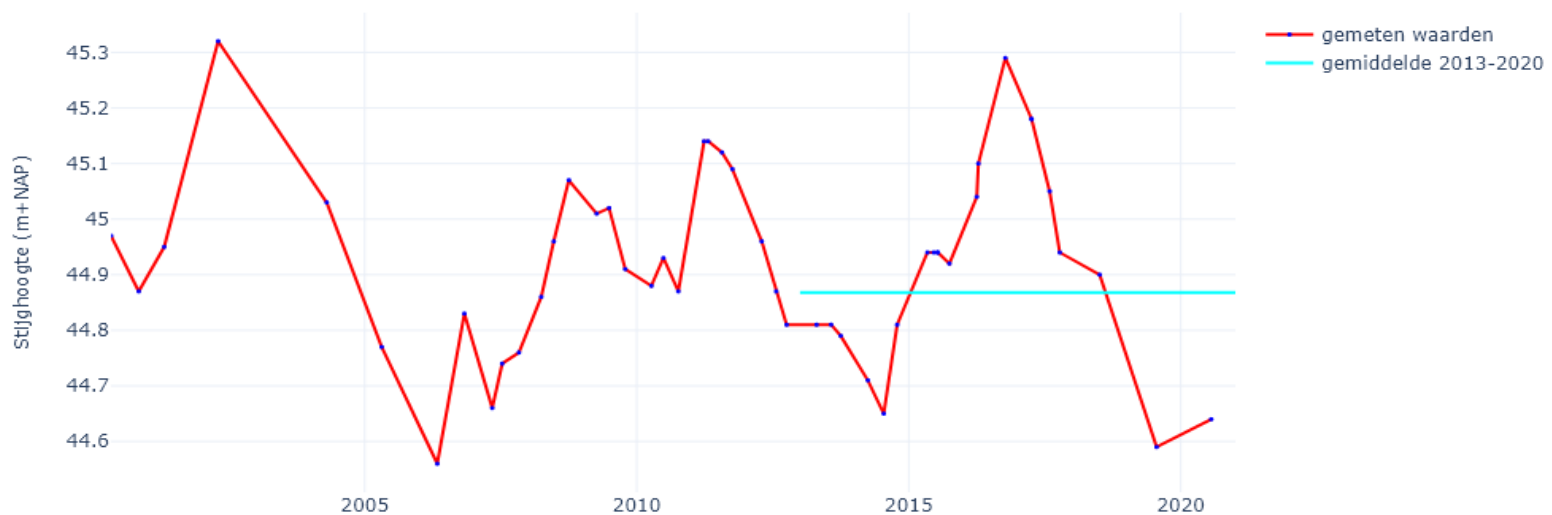
122PB044F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



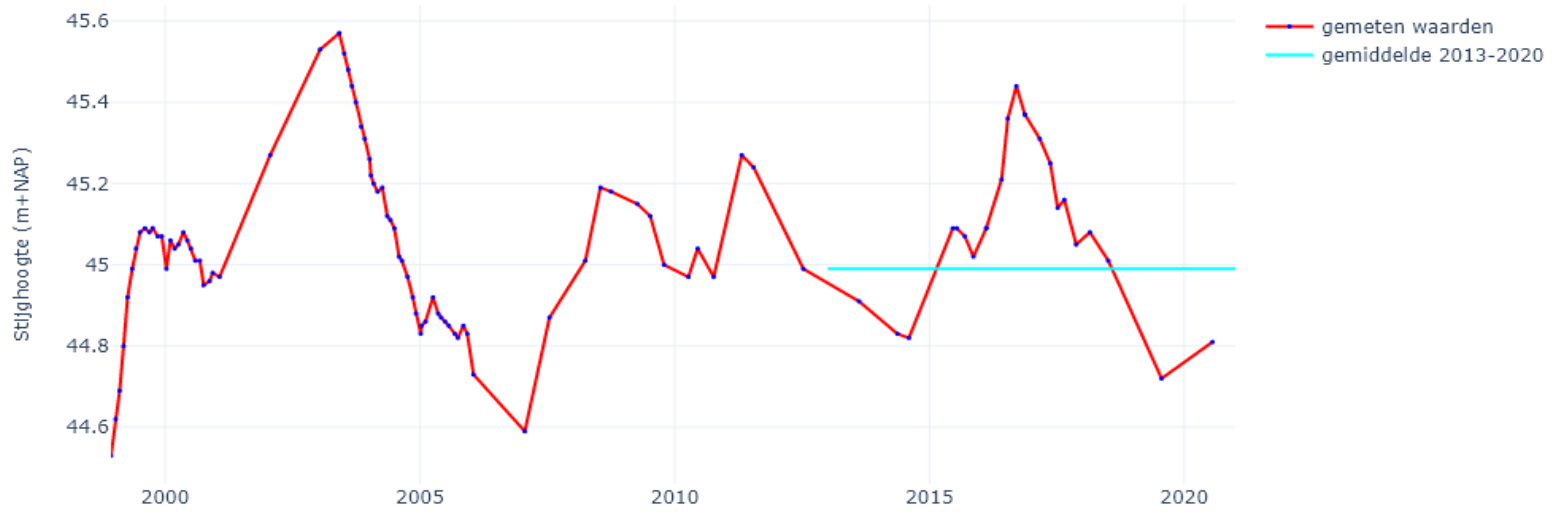
132PB009F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



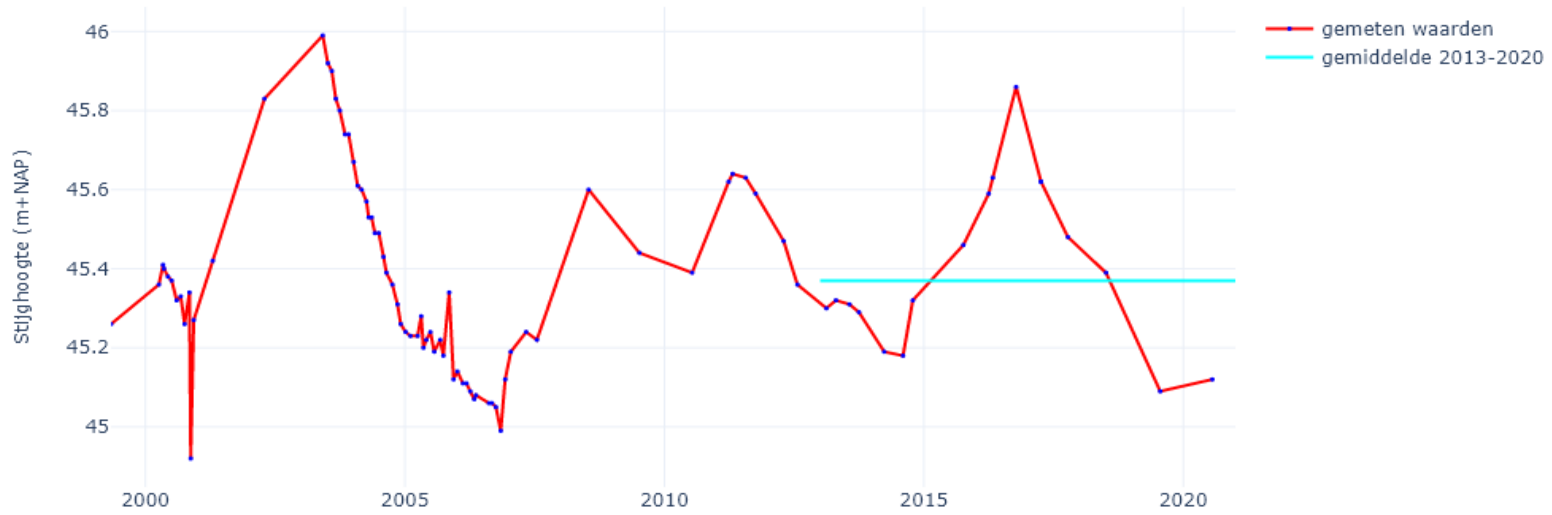
132PB285F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



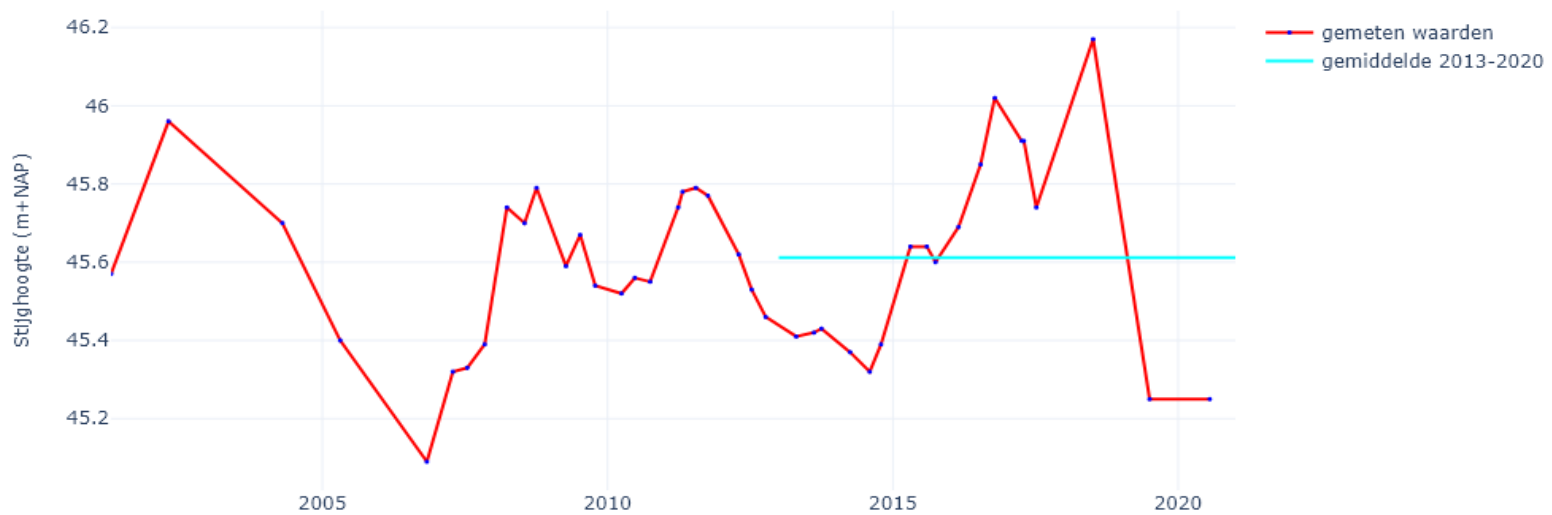
142PB345F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



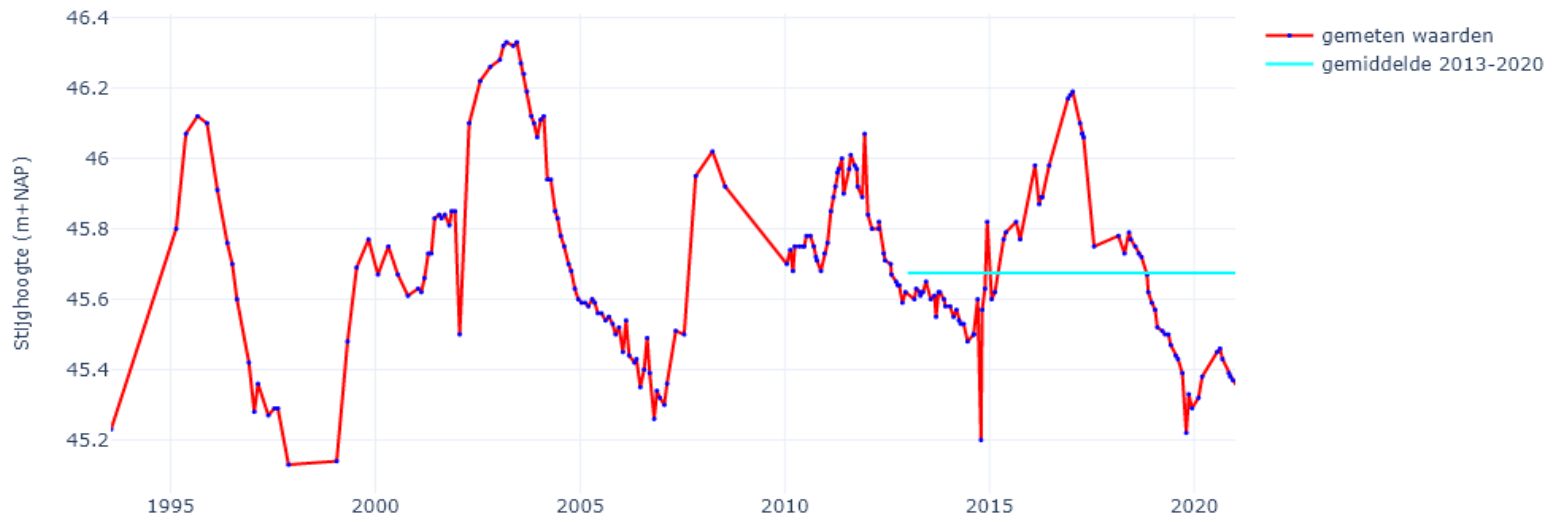
142PB347F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



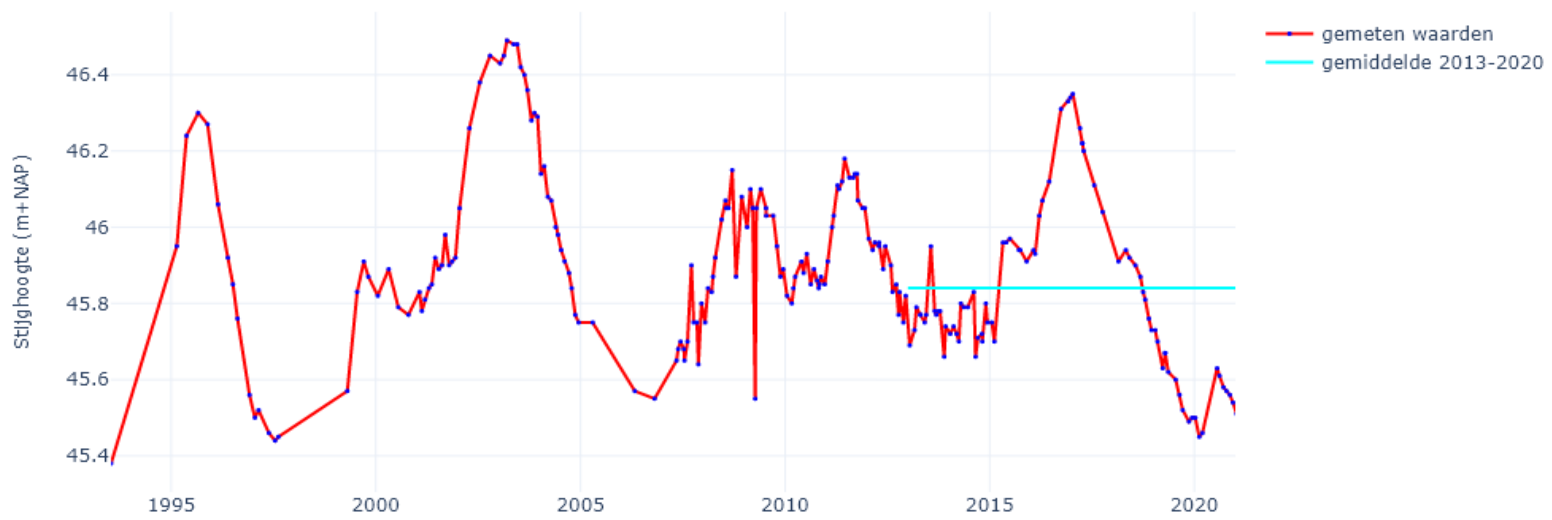
143PB220F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



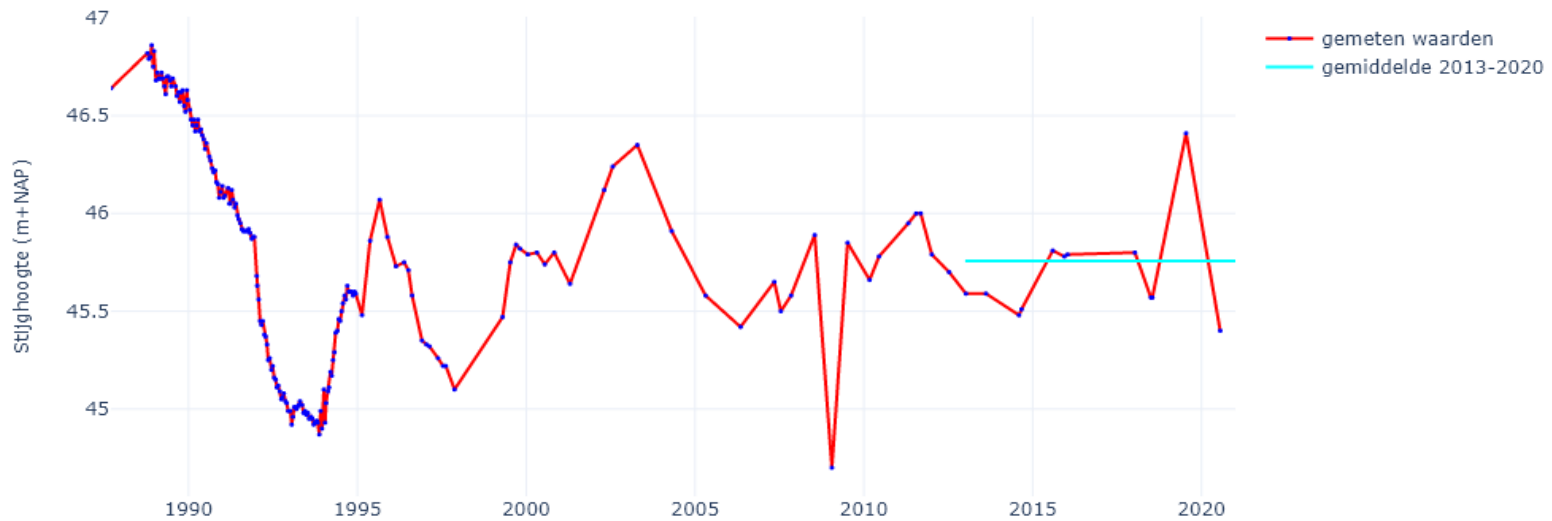
144PB047F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



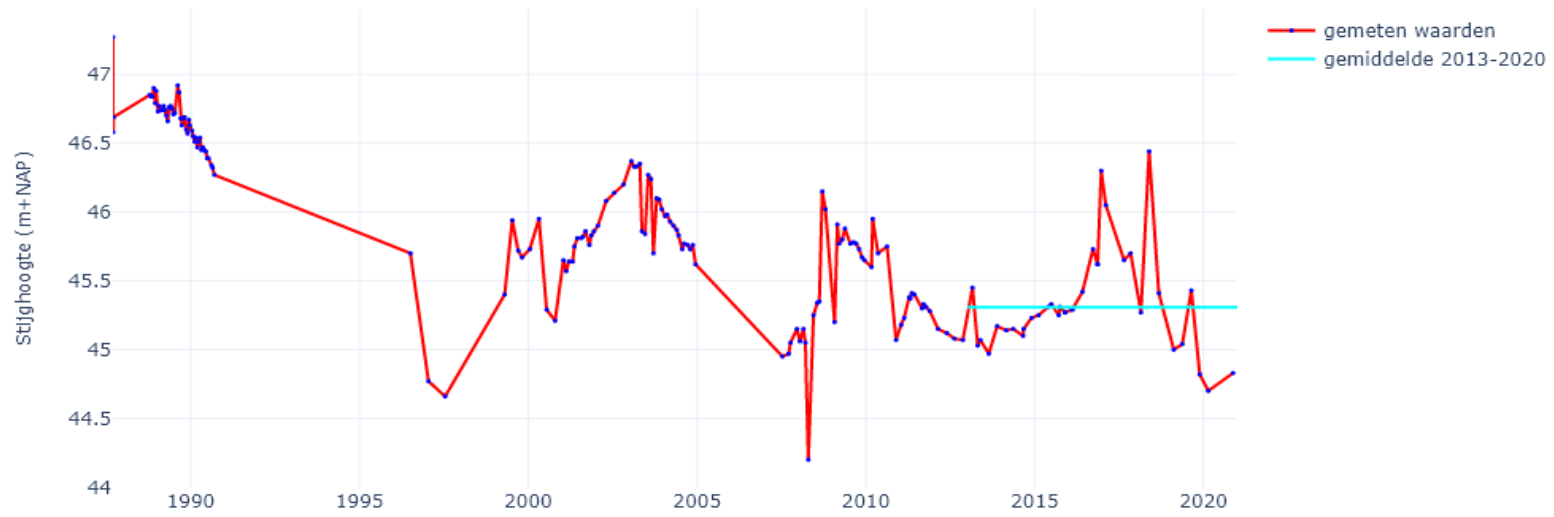
144PB048F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



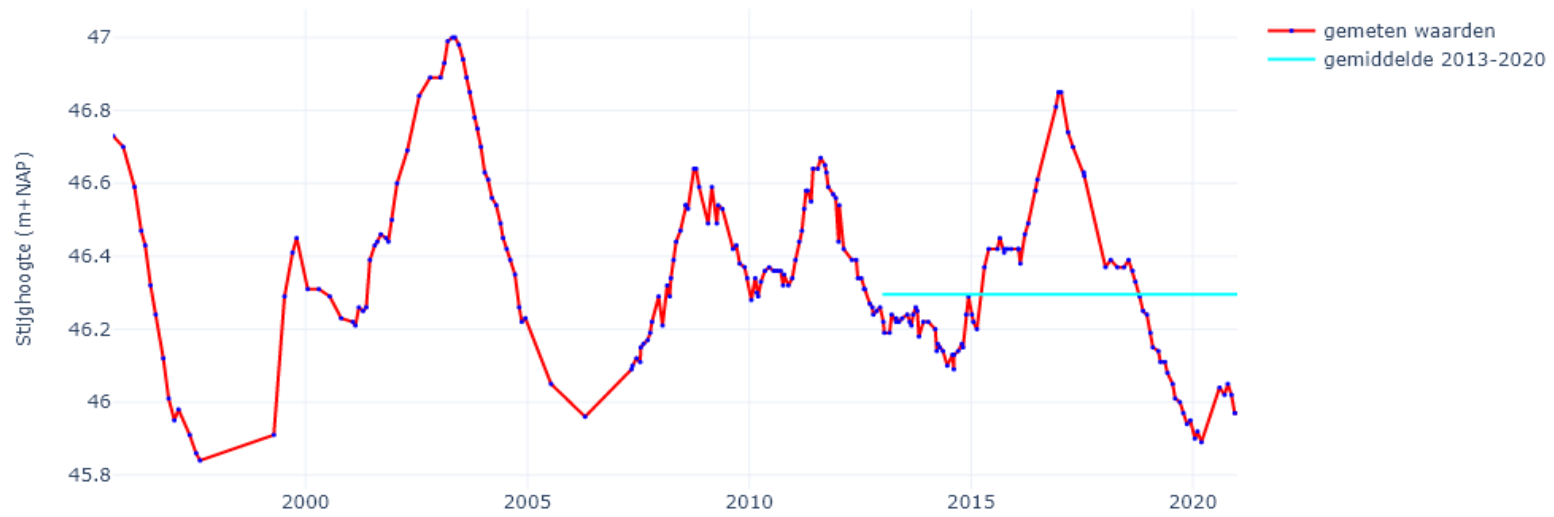
145PB003F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



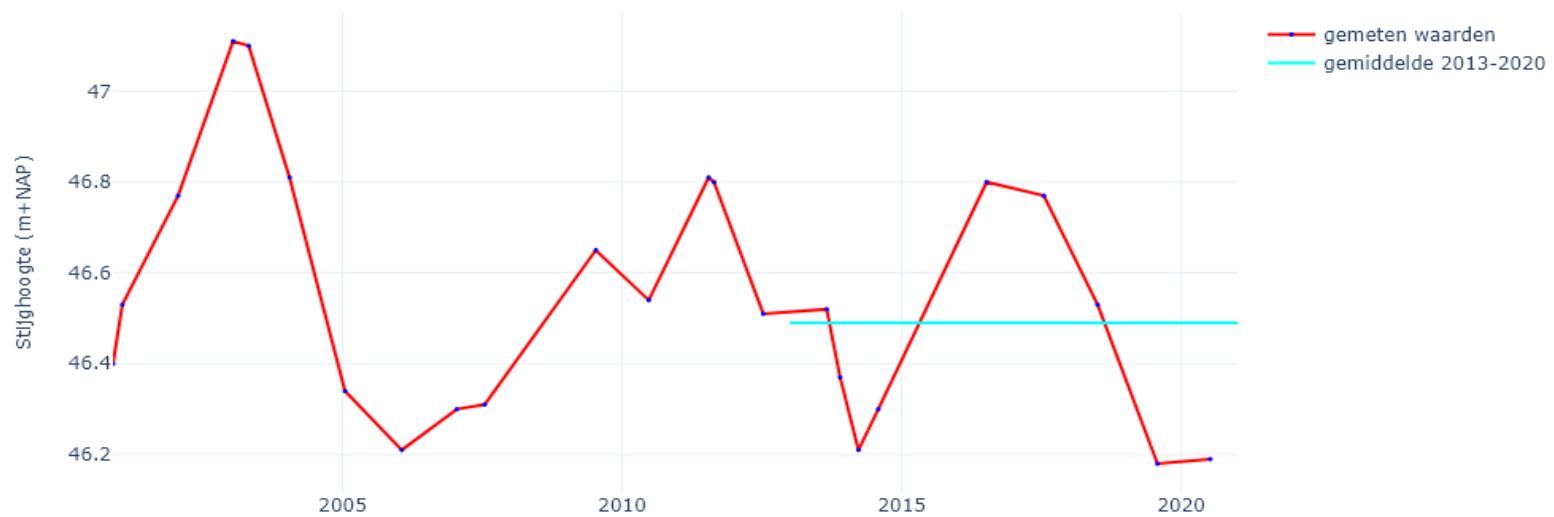
145PB005F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



153PB031F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



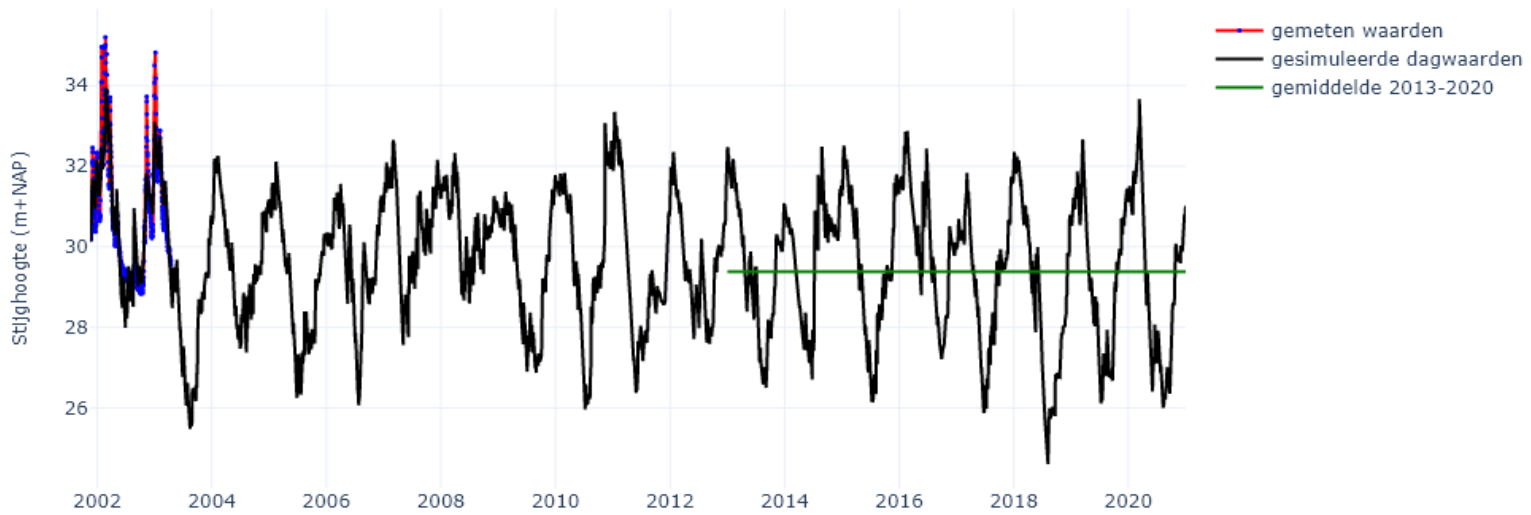
153PB076F1, het gemiddelde is berekend op basis van de metingen



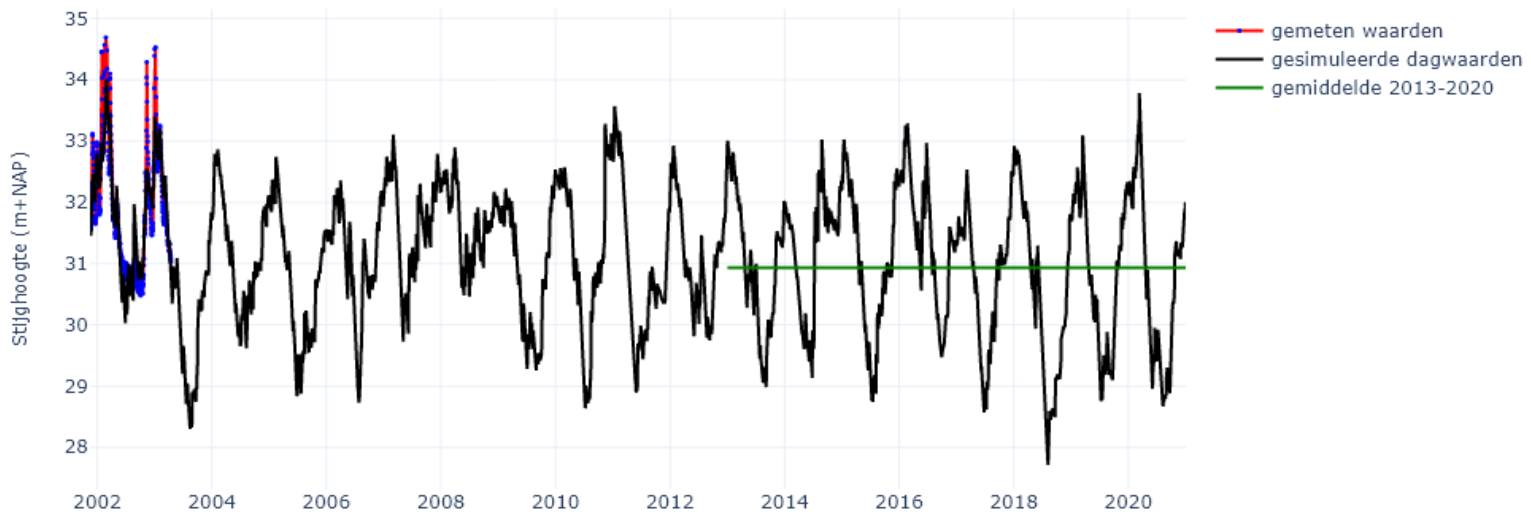
Bijlage

4. Grafieken peilbuizen waarvoor gemiddelde bepaald is op basis van tijdreeksanalyse

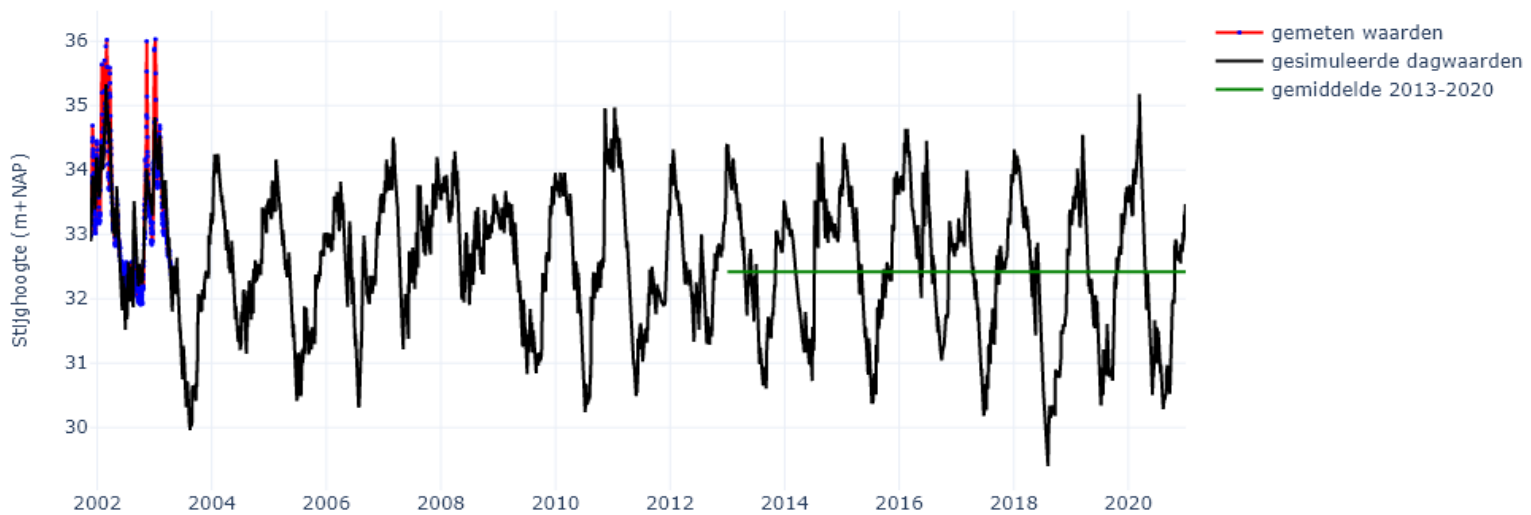
B59H0020F1, het gemiddelde is berekend op basis van de simulatie



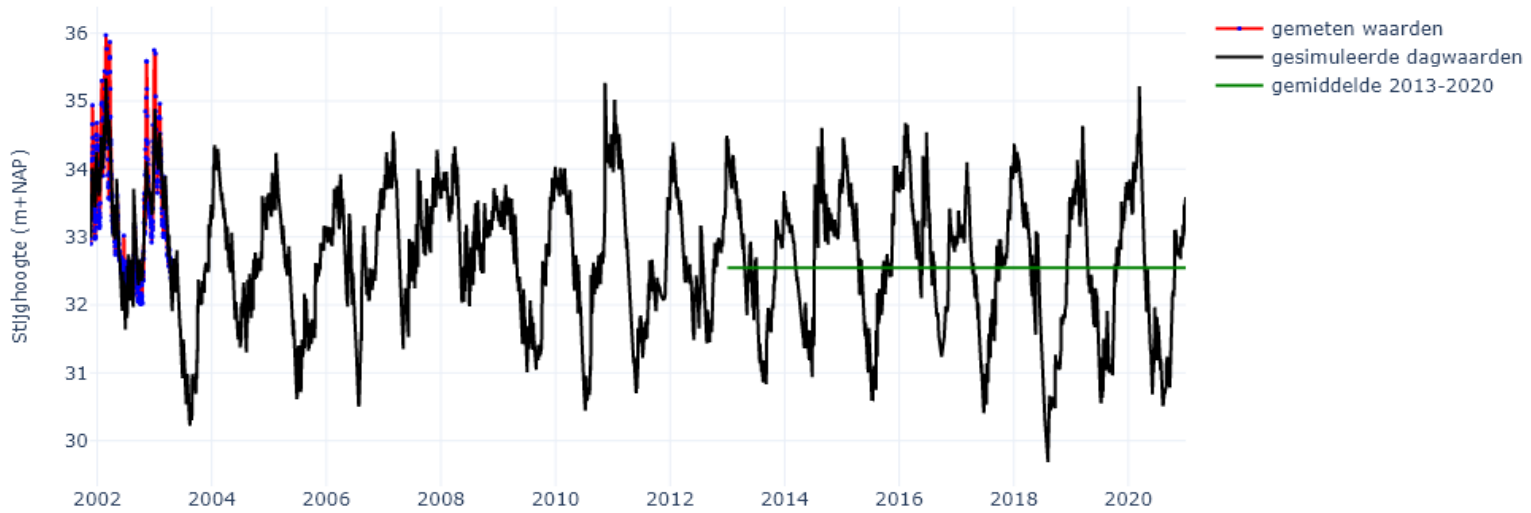
B59H0088F1, het gemiddelde is berekend op basis van de simulatie



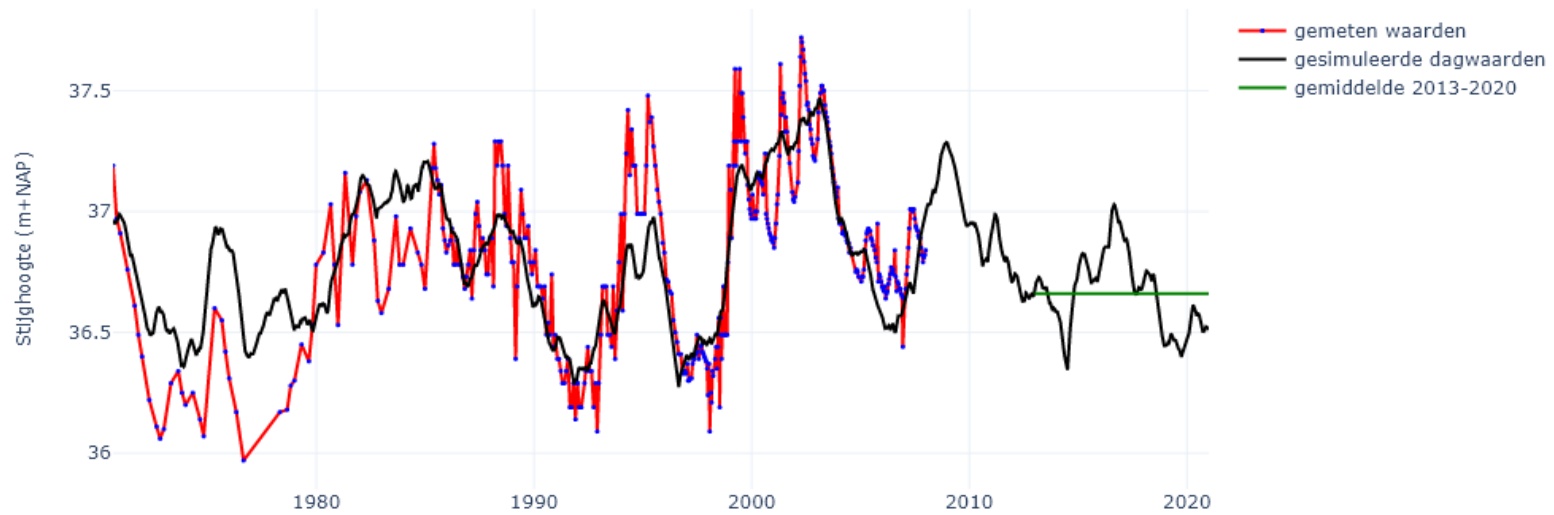
B59H0090F1, het gemiddelde is berekend op basis van de simulatie



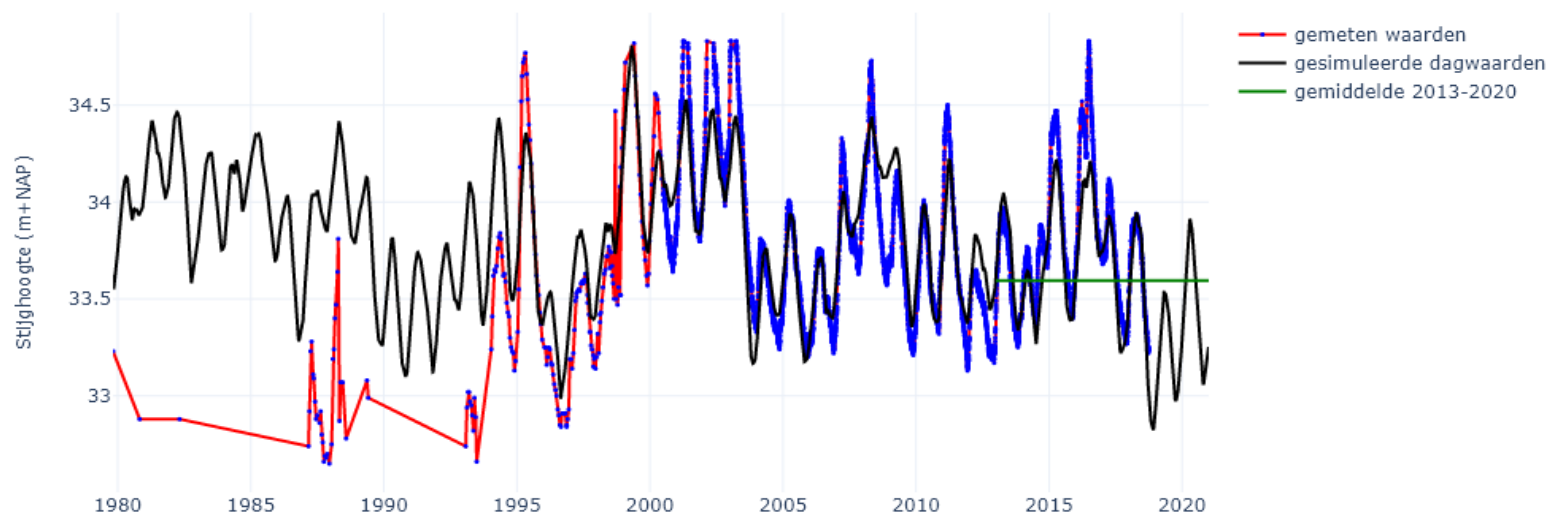
B59H0181F2, het gemiddelde is berekend op basis van de simulatie



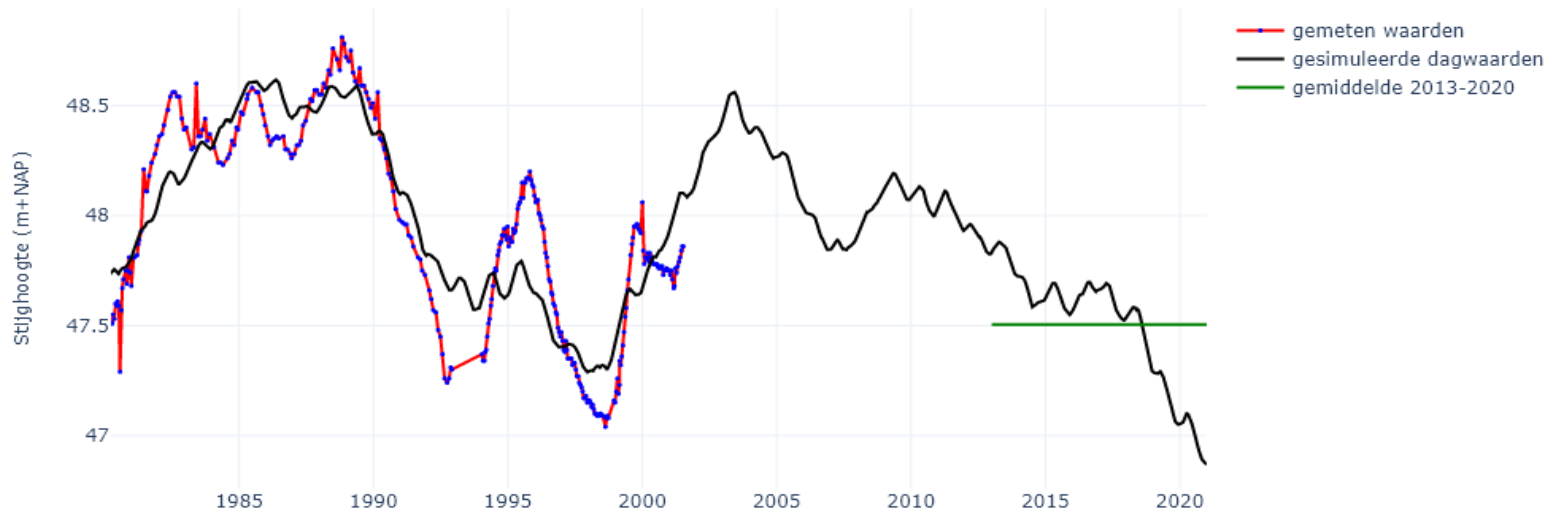
B60C0029F1, het gemiddelde is berekend op basis van de simulatie



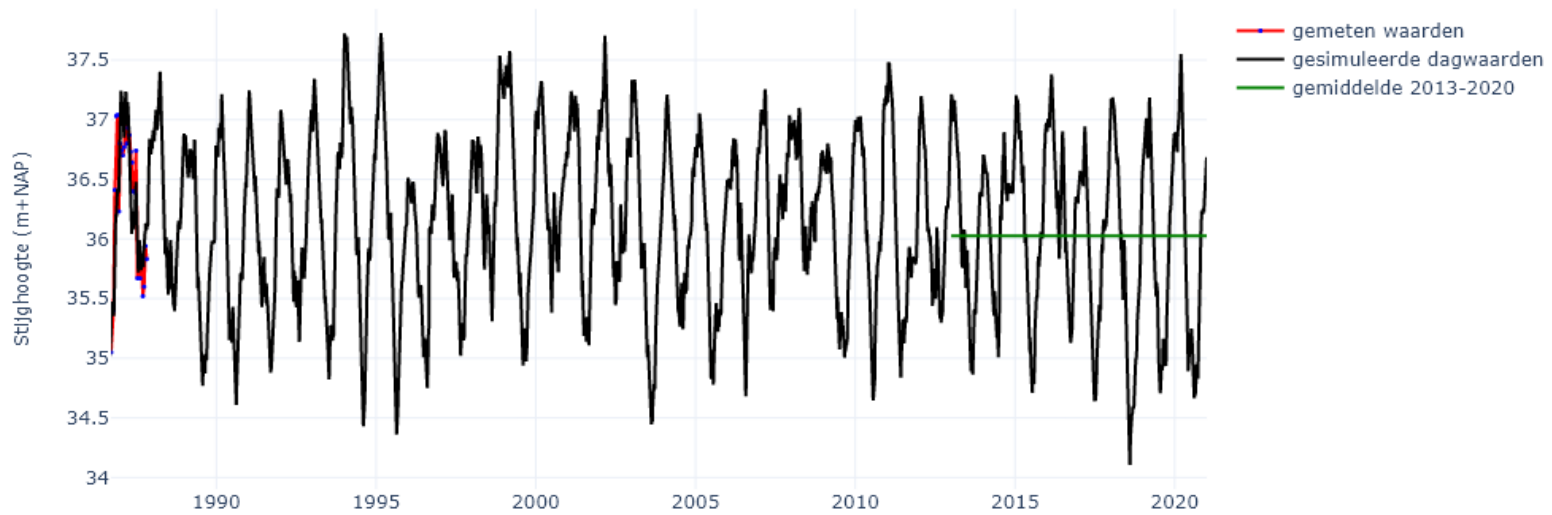
B60C0049F1, het gemiddelde is berekend op basis van de simulatie



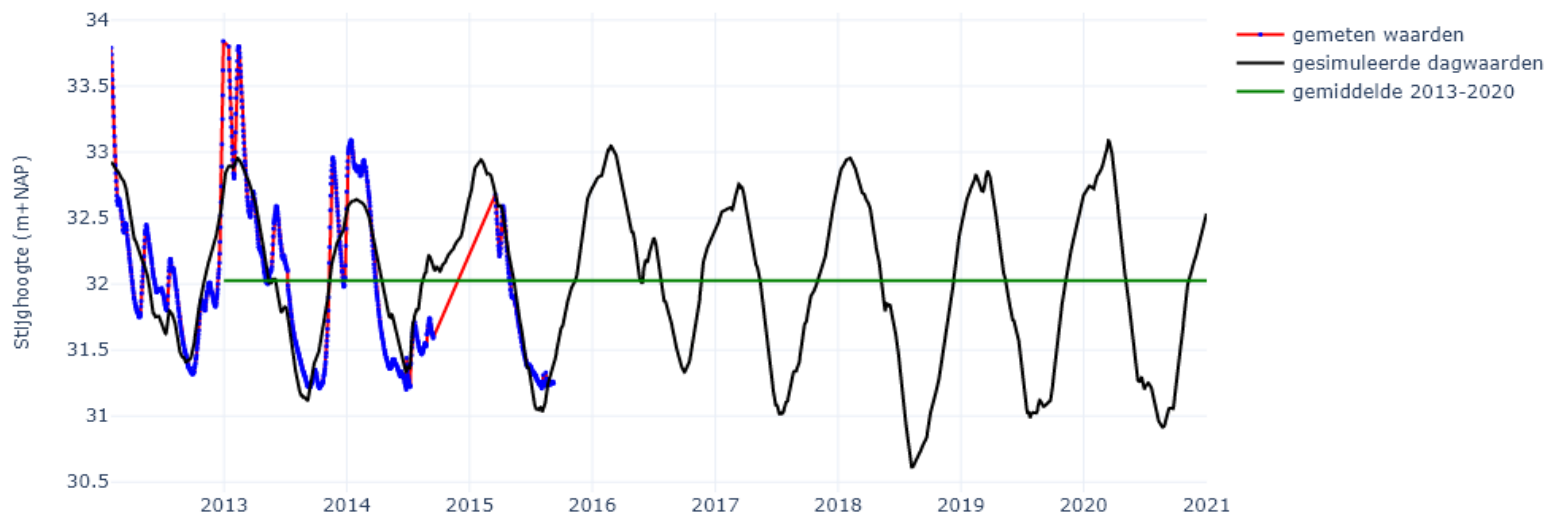
B60C0838F1, het gemiddelde is berekend op basis van de simulatie



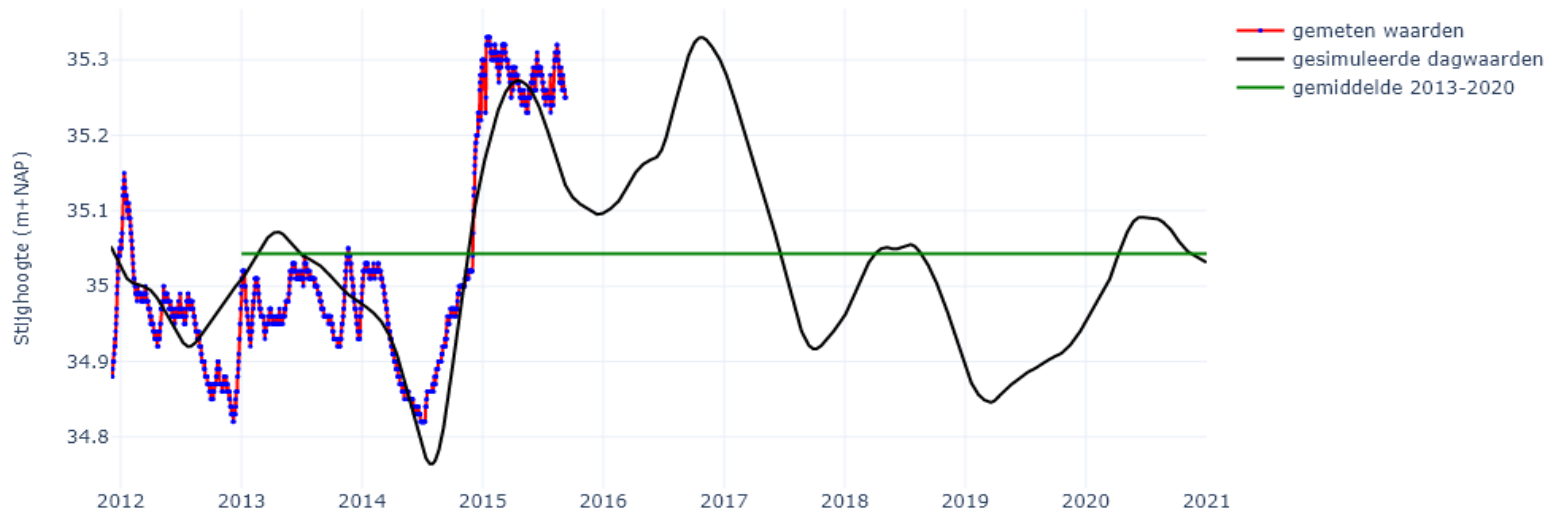
B60C2300F1, het gemiddelde is berekend op basis van de simulatie



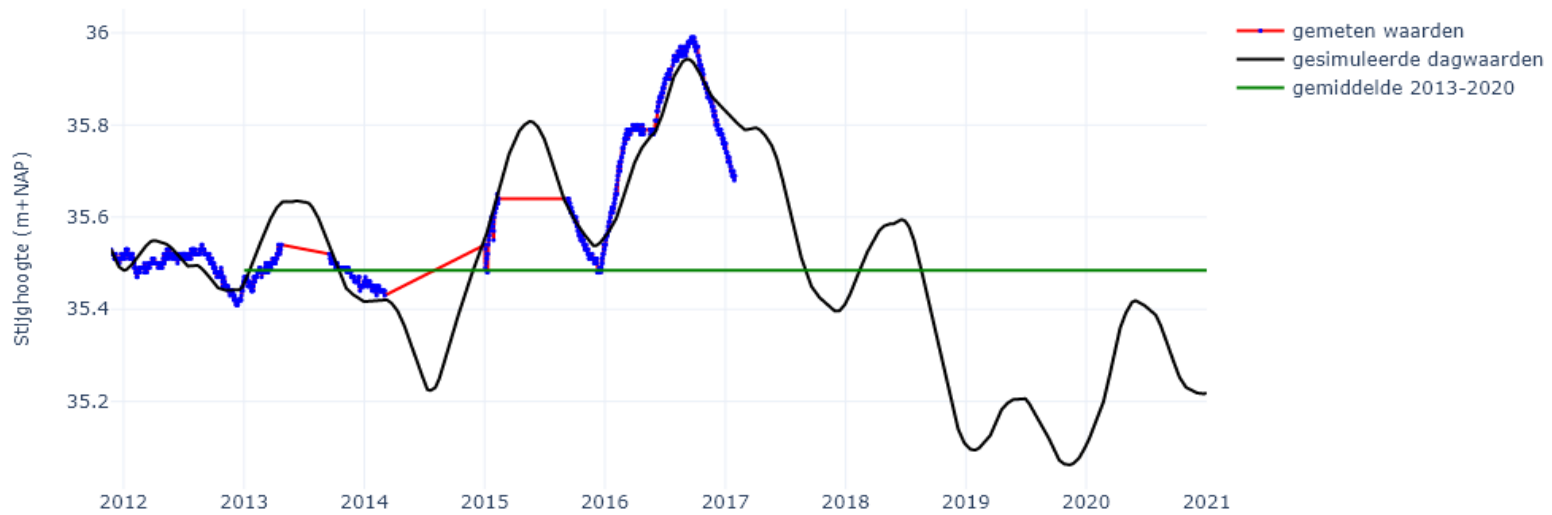
B60C3651F1, het gemiddelde is berekend op basis van de simulatie



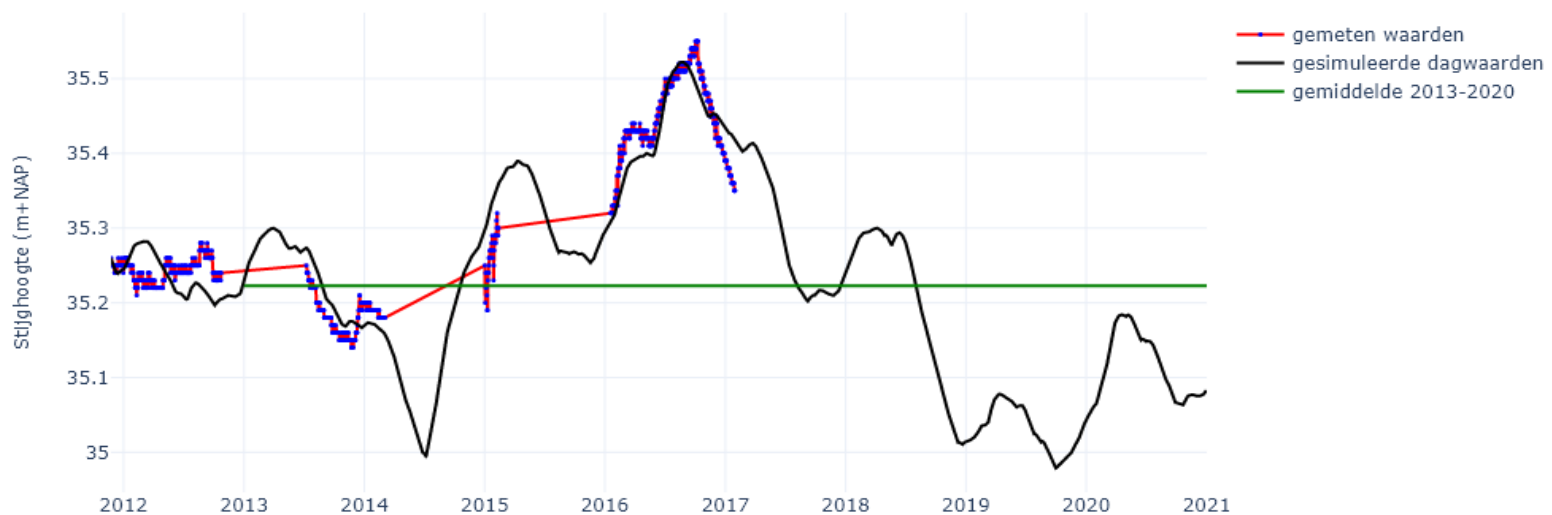
B60C3655F1, het gemiddelde is berekend op basis van de simulatie



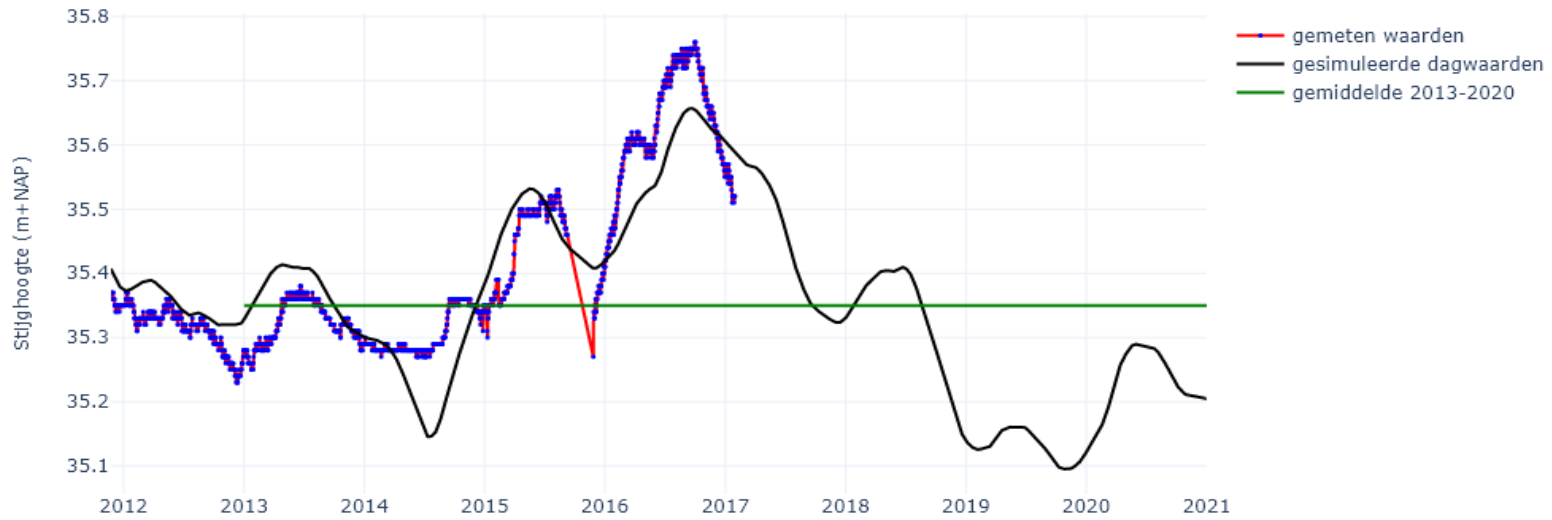
B60C3657F1, het gemiddelde is berekend op basis van de simulatie



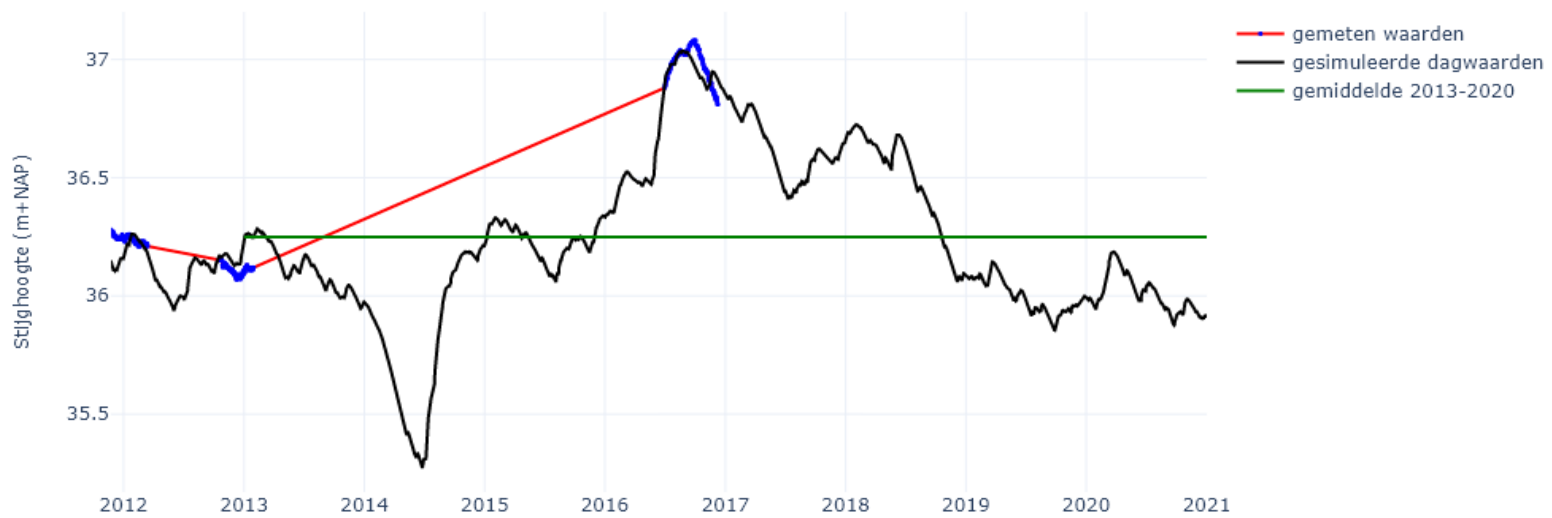
B60C3658F1, het gemiddelde is berekend op basis van de simulatie



B60C3659F1, het gemiddelde is berekend op basis van de simulatie



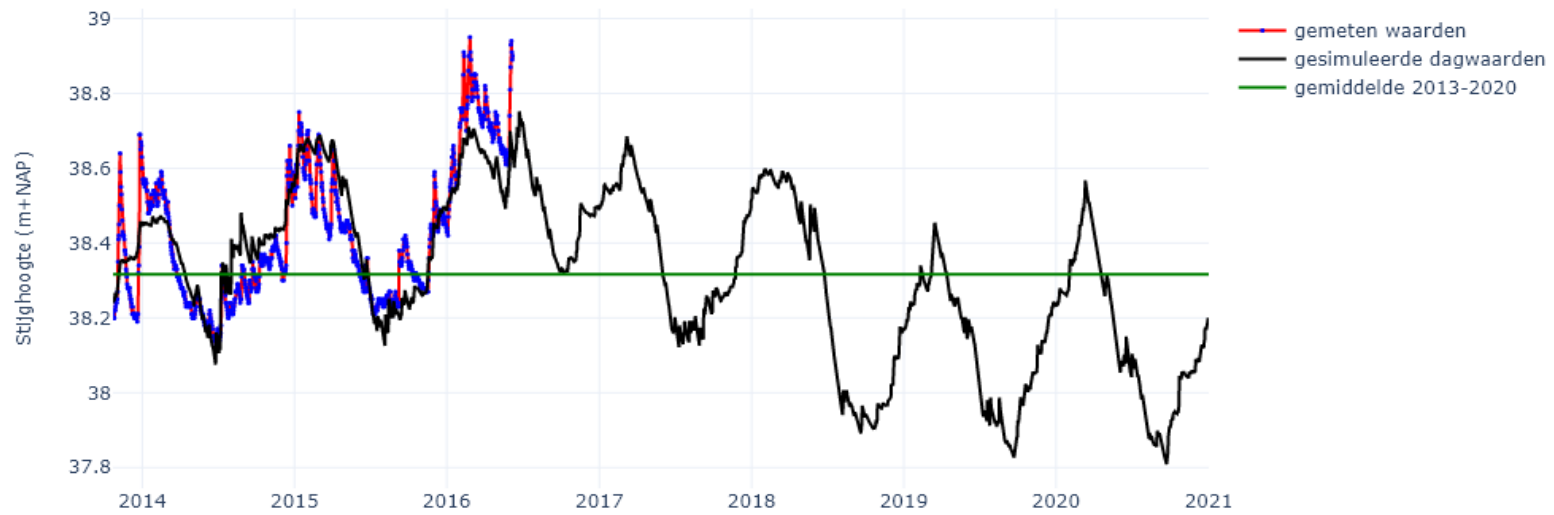
B60C3660F1, het gemiddelde is berekend op basis van de simulatie



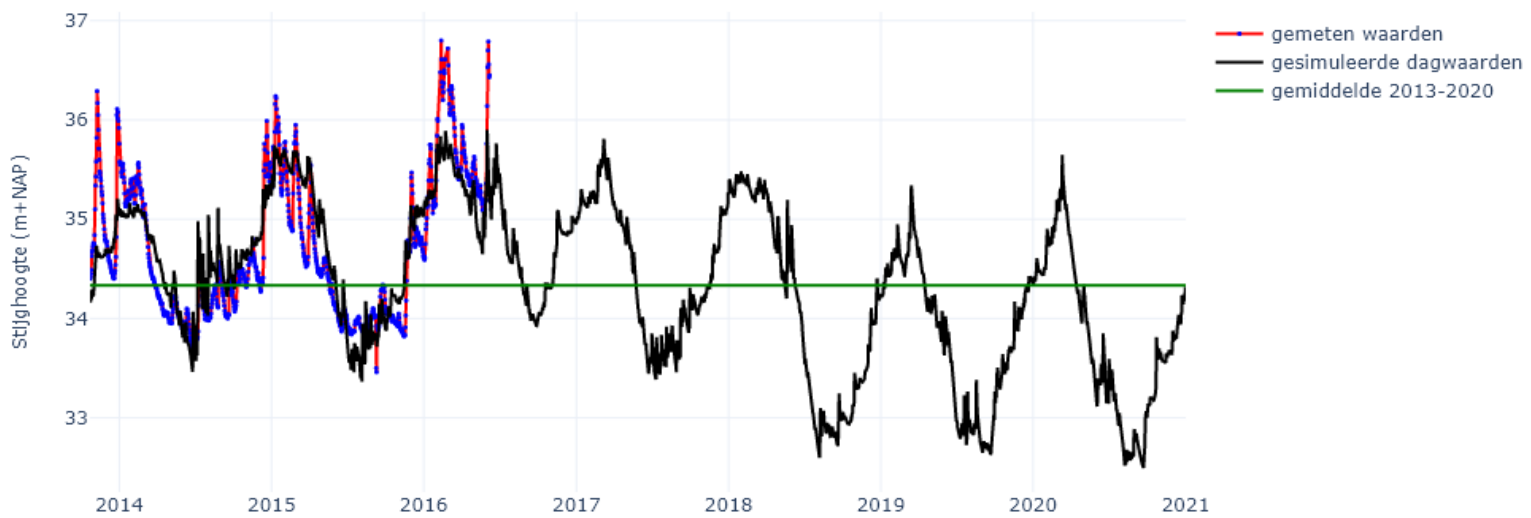
B60C3686F1, het gemiddelde is berekend op basis van de simulatie



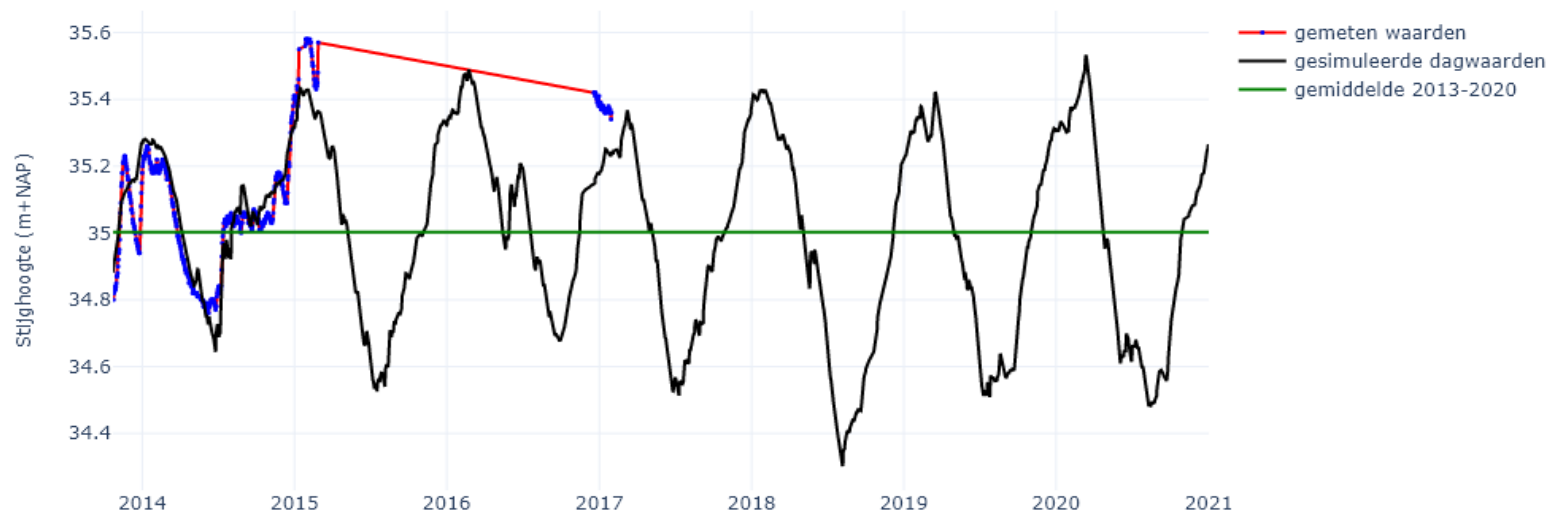
B60C3748F1, het gemiddelde is berekend op basis van de simulatie



B60C3749F1, het gemiddelde is berekend op basis van de simulatie



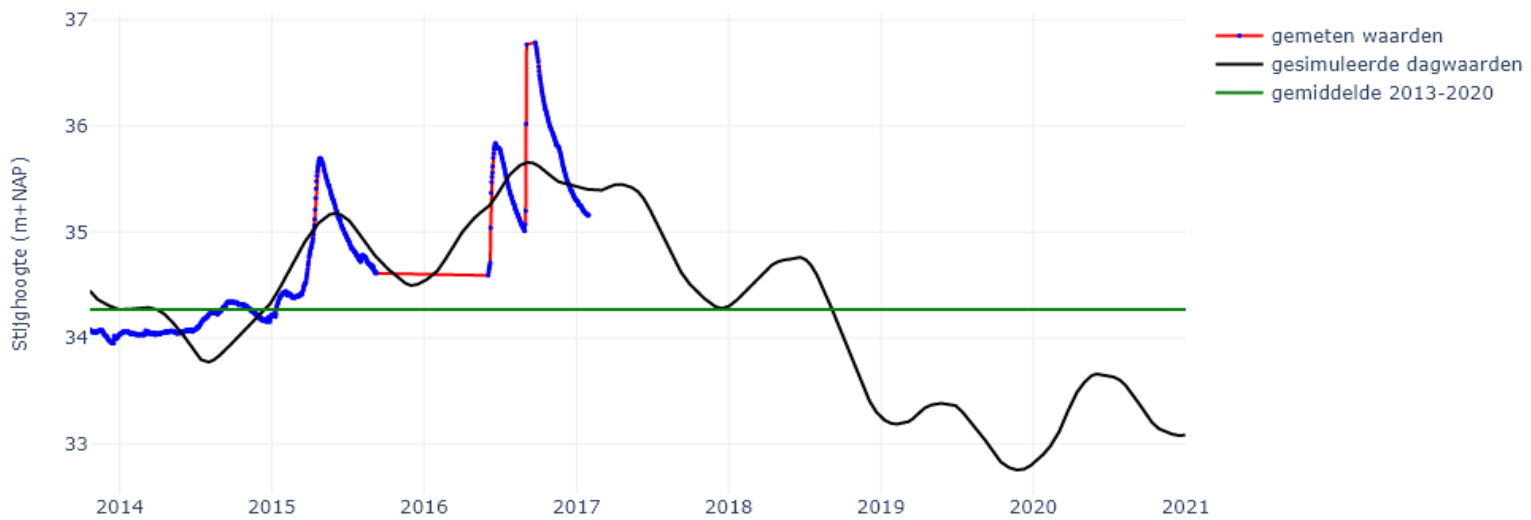
B60C3751F1, het gemiddelde is berekend op basis van de simulatie



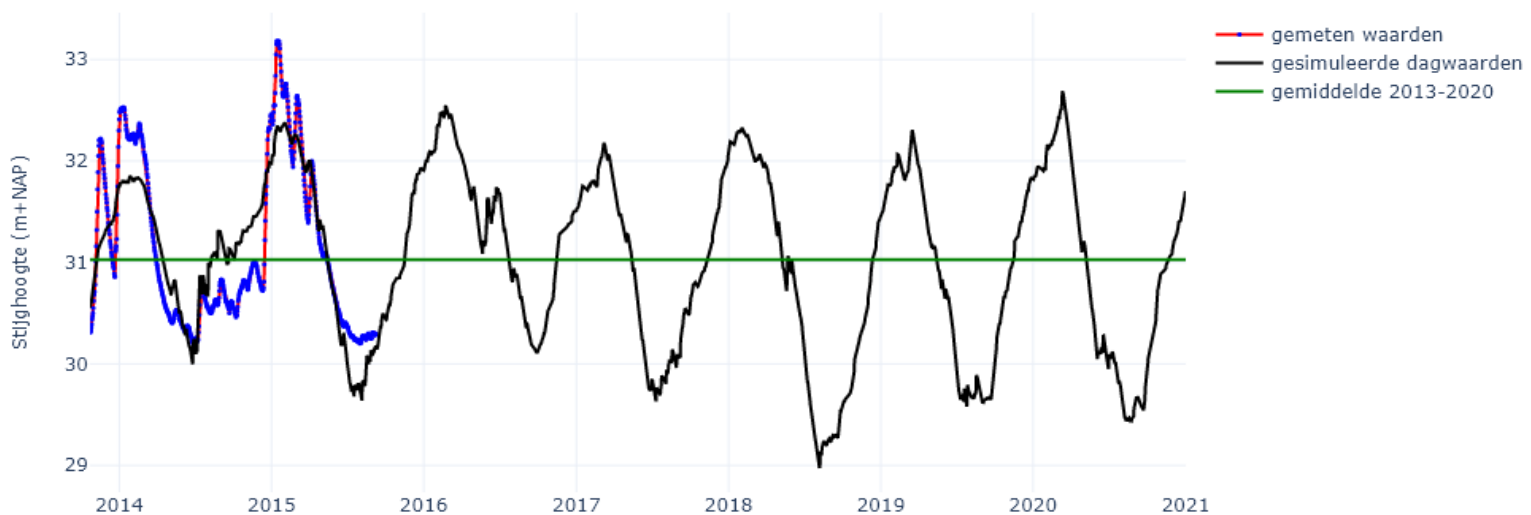
B60C3752F1, het gemiddelde is berekend op basis van de simulatie



B60C3754F1, het gemiddelde is berekend op basis van de simulatie



B60C3755F1, het gemiddelde is berekend op basis van de simulatie



B60C3783F1, het gemiddelde is berekend op basis van de simulatie



B60C3785F1, het gemiddelde is berekend op basis van de simulatie



B60C3786F1, het gemiddelde is berekend op basis van de simulatie



B60C3788F1, het gemiddelde is berekend op basis van de simulatie



B60C3789F1, het gemiddelde is berekend op basis van de simulatie



B60C3790F1, het gemiddelde is berekend op basis van de simulatie



B60C3795F1, het gemiddelde is berekend op basis van de simulatie



B60C3796F1, het gemiddelde is berekend op basis van de simulatie



B60C3797F1, het gemiddelde is berekend op basis van de simulatie



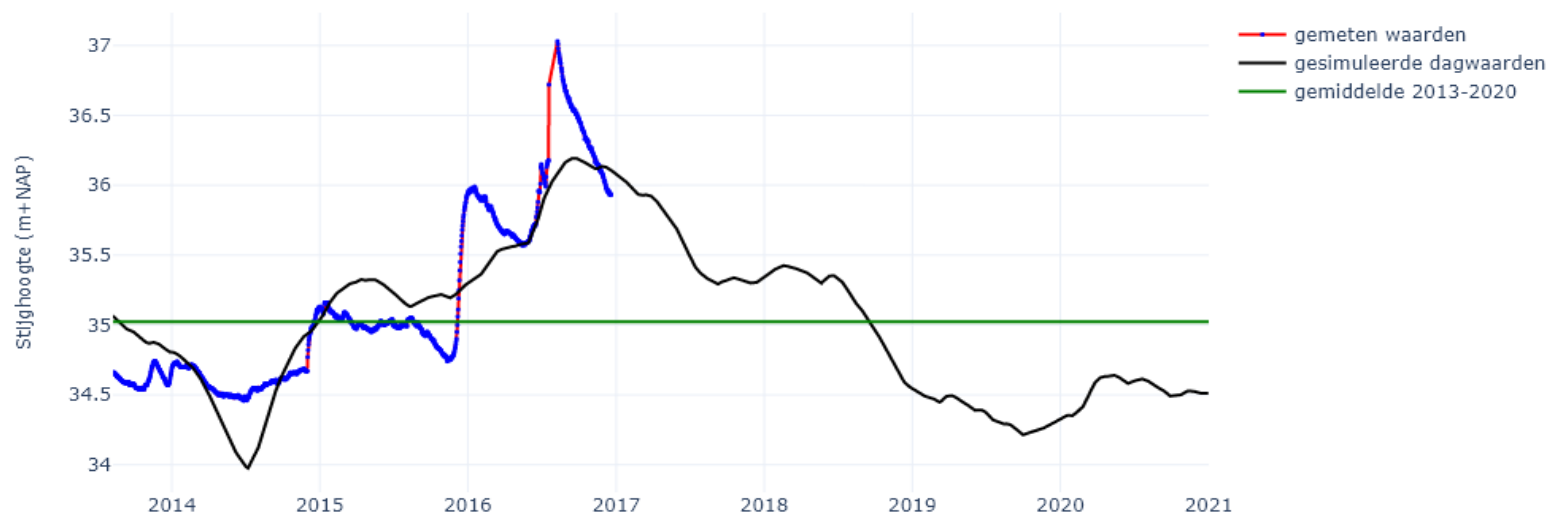
B60C3799F1, het gemiddelde is berekend op basis van de simulatie



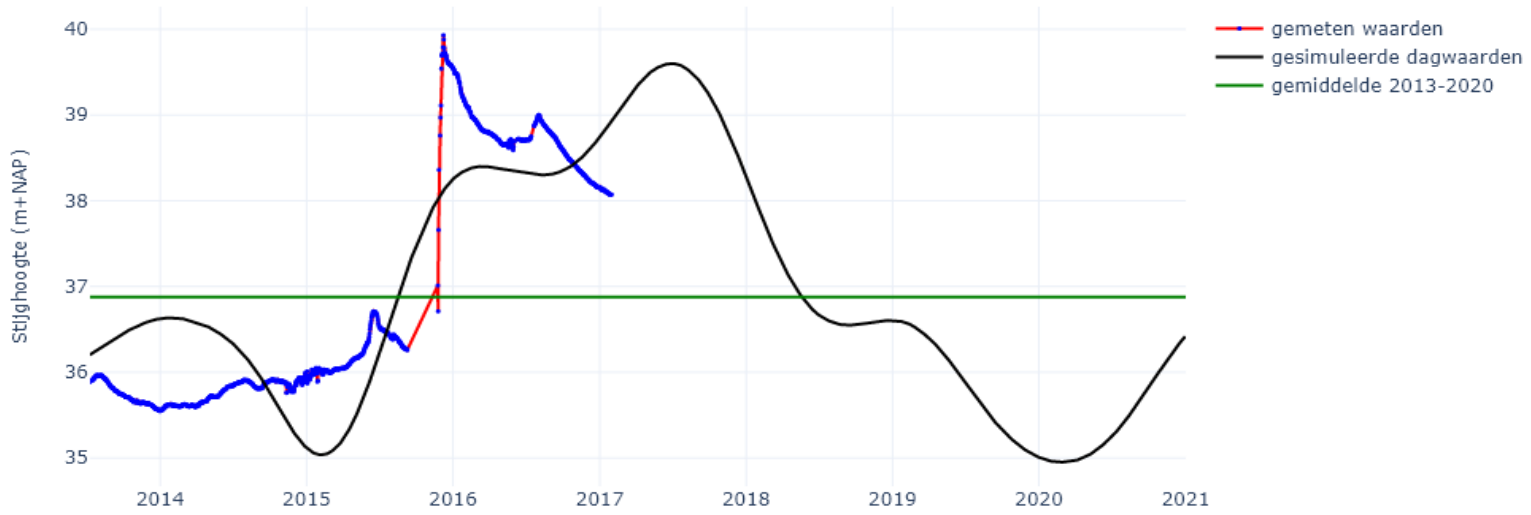
B60C3809F1, het gemiddelde is berekend op basis van de simulatie



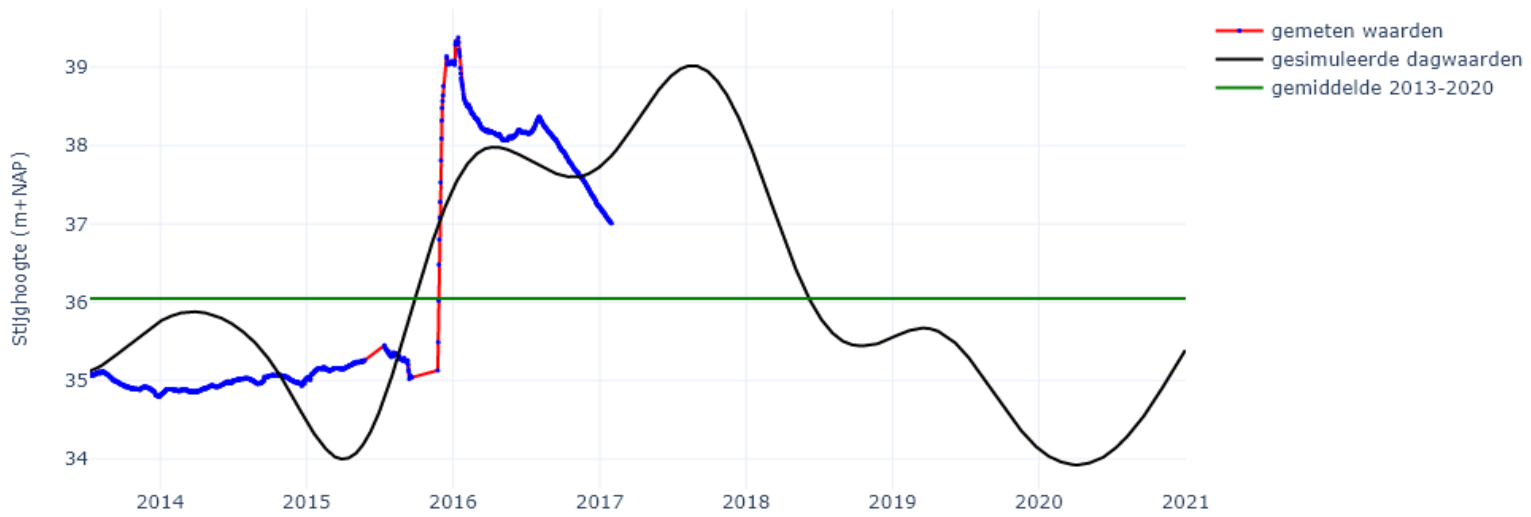
B60C3811F1, het gemiddelde is berekend op basis van de simulatie



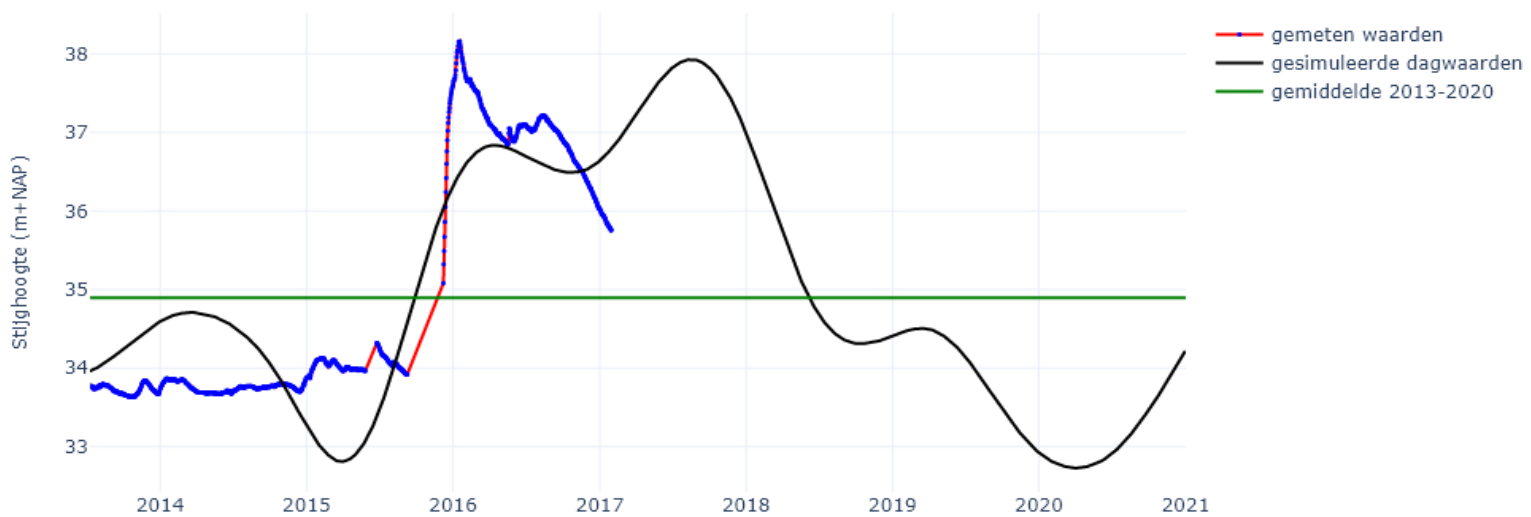
B60C3814F1, het gemiddelde is berekend op basis van de simulatie



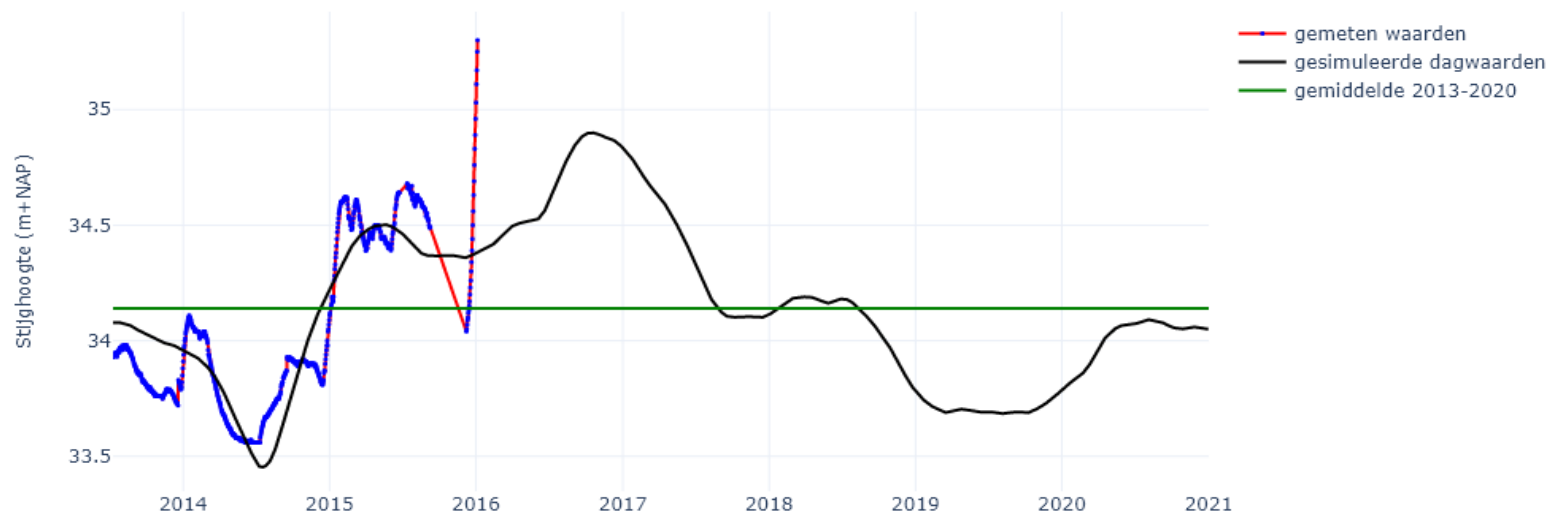
B60C3815F1, het gemiddelde is berekend op basis van de simulatie



B60C3816F1, het gemiddelde is berekend op basis van de simulatie



B60C3817F1, het gemiddelde is berekend op basis van de simulatie



B60C3818F1, het gemiddelde is berekend op basis van de simulatie



B60C3820F1, het gemiddelde is berekend op basis van de simulatie



B60C3821F1, het gemiddelde is berekend op basis van de simulatie



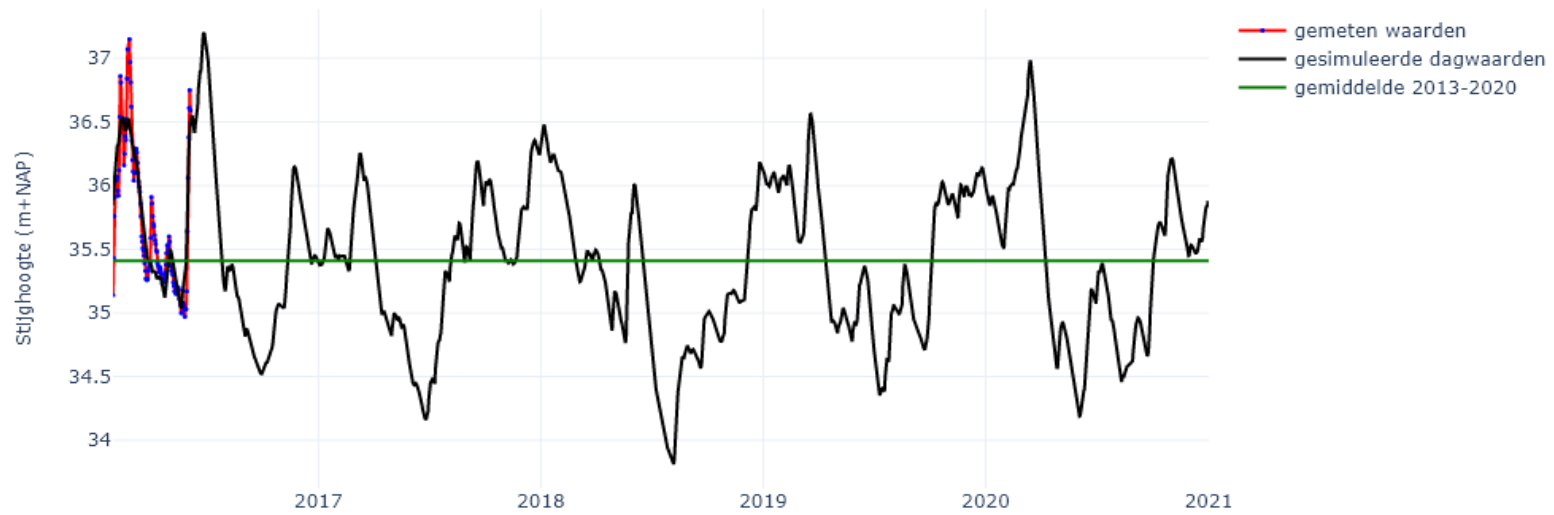
B60C3831F1, het gemiddelde is berekend op basis van de simulatie



B60C3832F1, het gemiddelde is berekend op basis van de simulatie



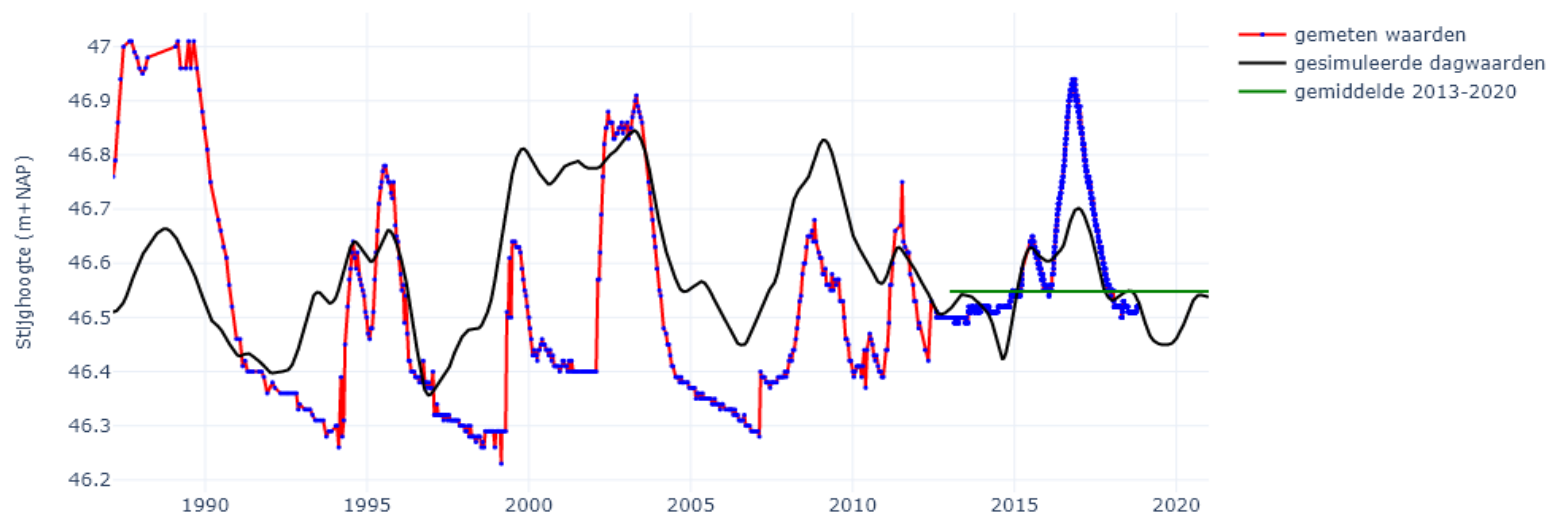
B60C3840F1, het gemiddelde is berekend op basis van de simulatie



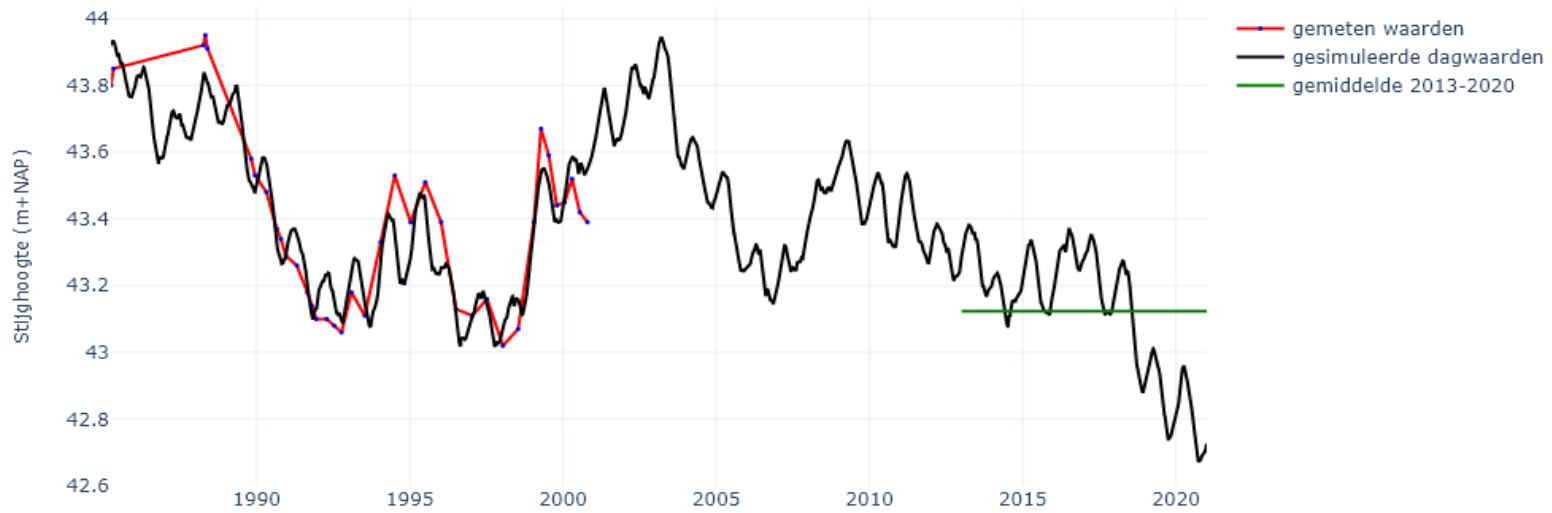
B60C3846F1, het gemiddelde is berekend op basis van de simulatie



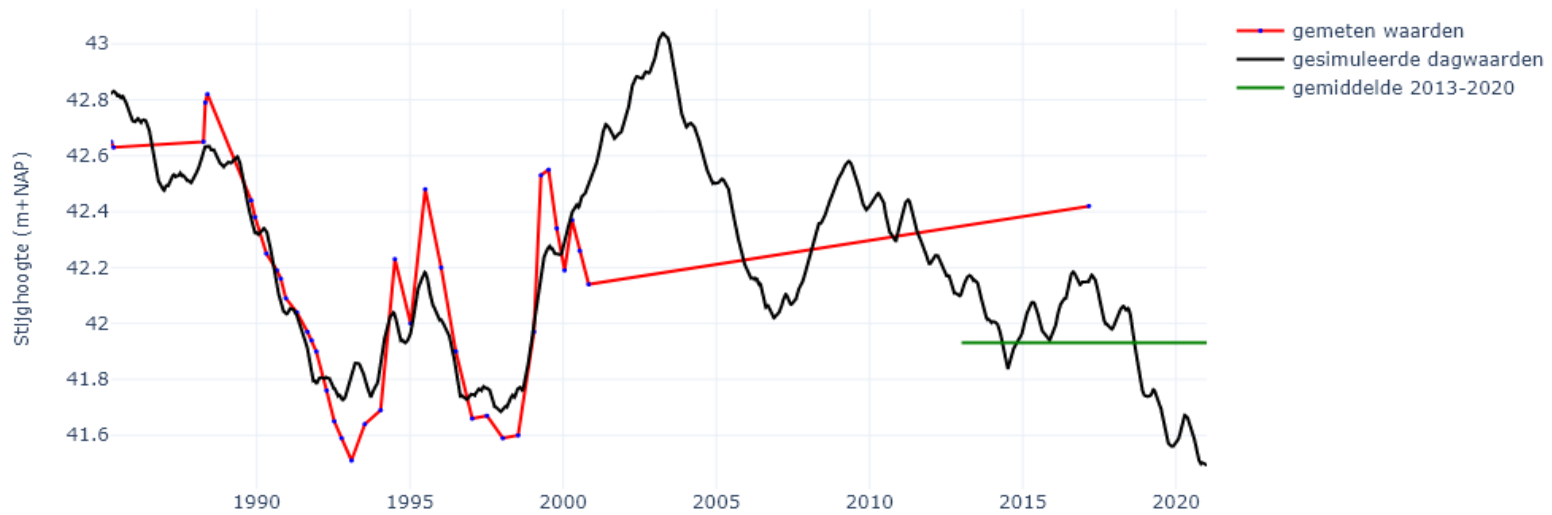
B60C0860F1, het gemiddelde is berekend op basis van de simulatie



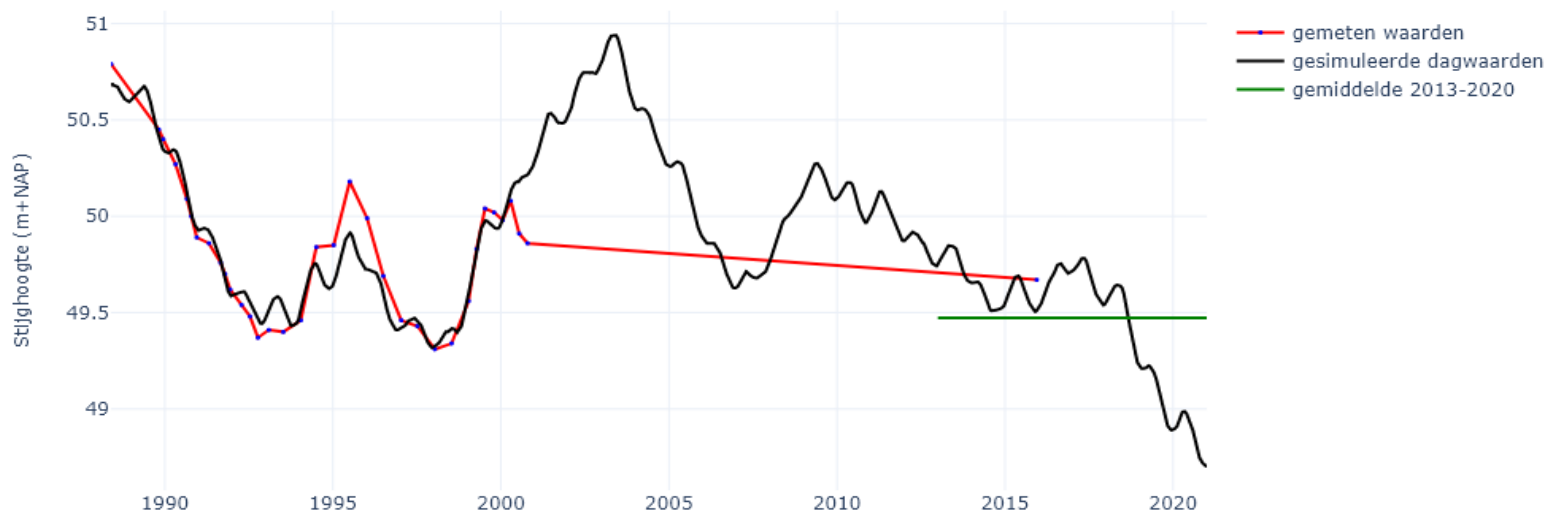
000PB014F1, het gemiddelde is berekend op basis van de simulatie



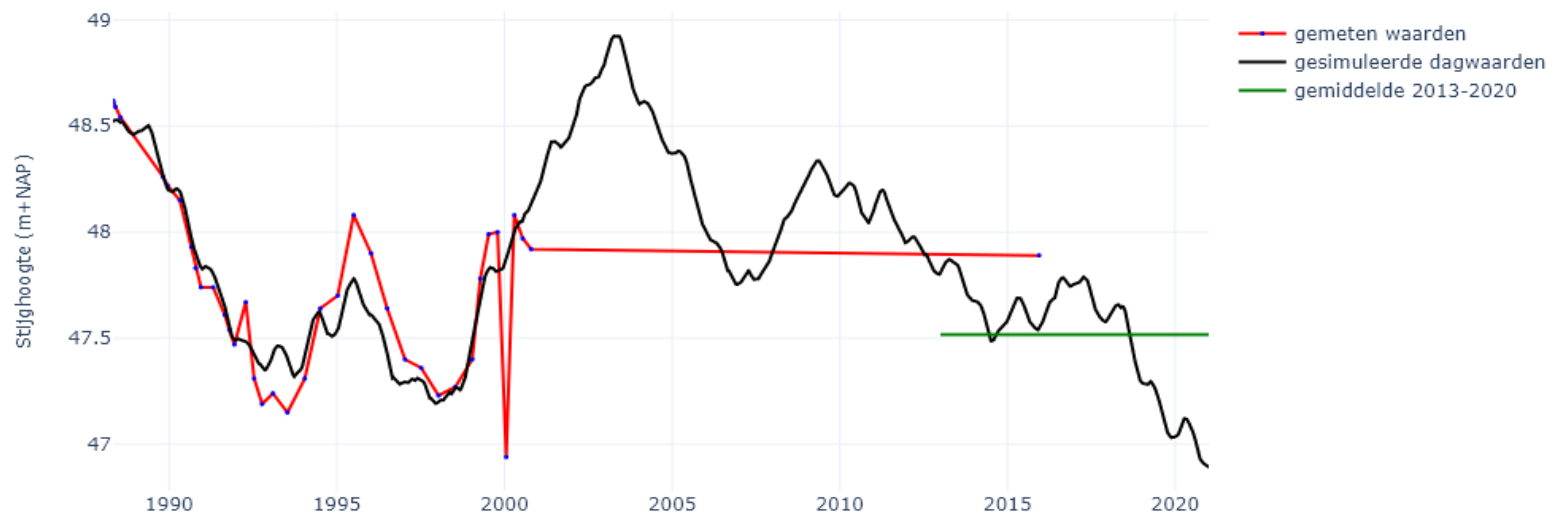
000PB020F1, het gemiddelde is berekend op basis van de simulatie



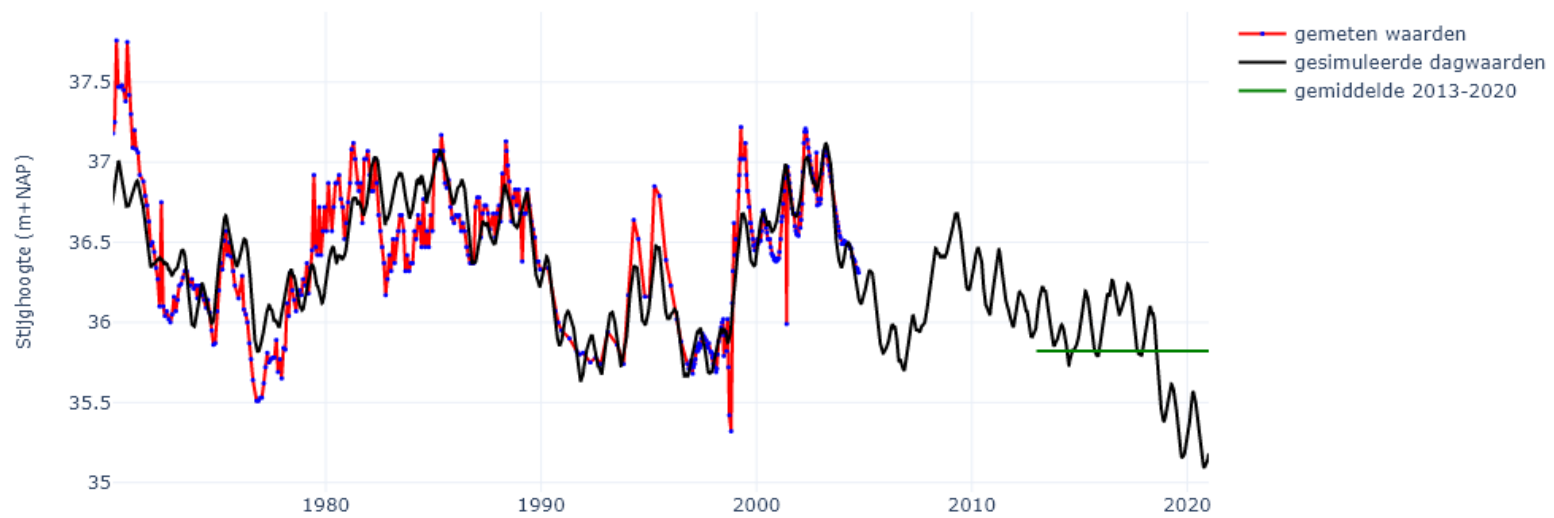
000PB031F1, het gemiddelde is berekend op basis van de simulatie



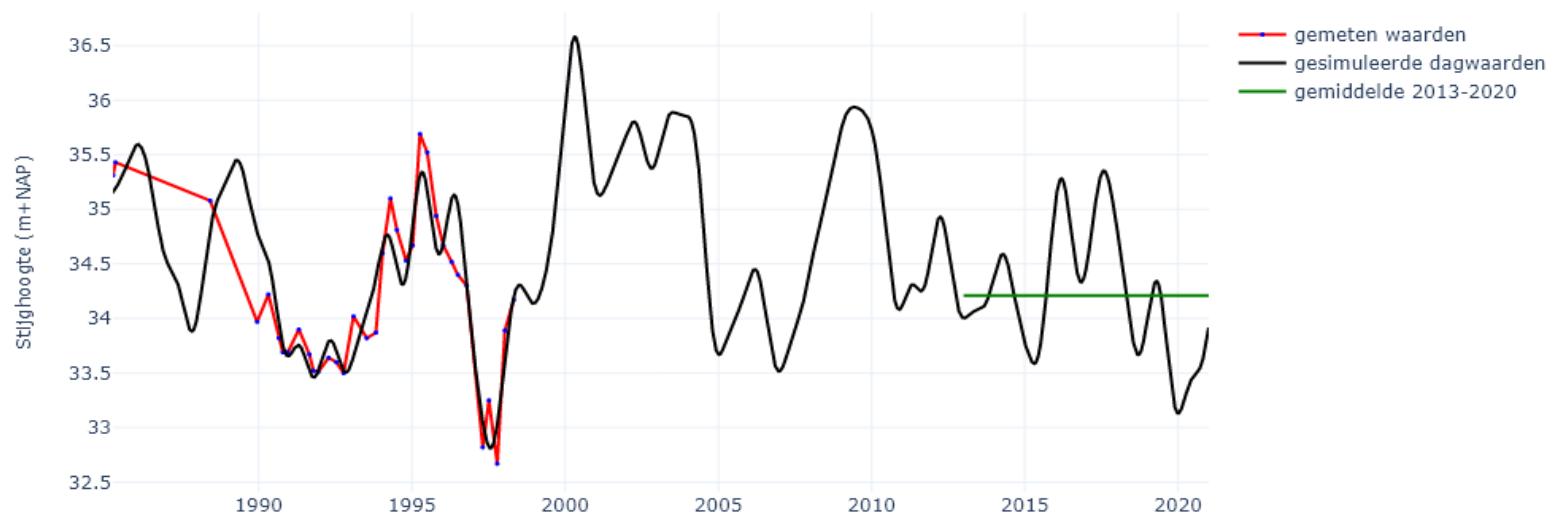
000PB032F1, het gemiddelde is berekend op basis van de simulatie



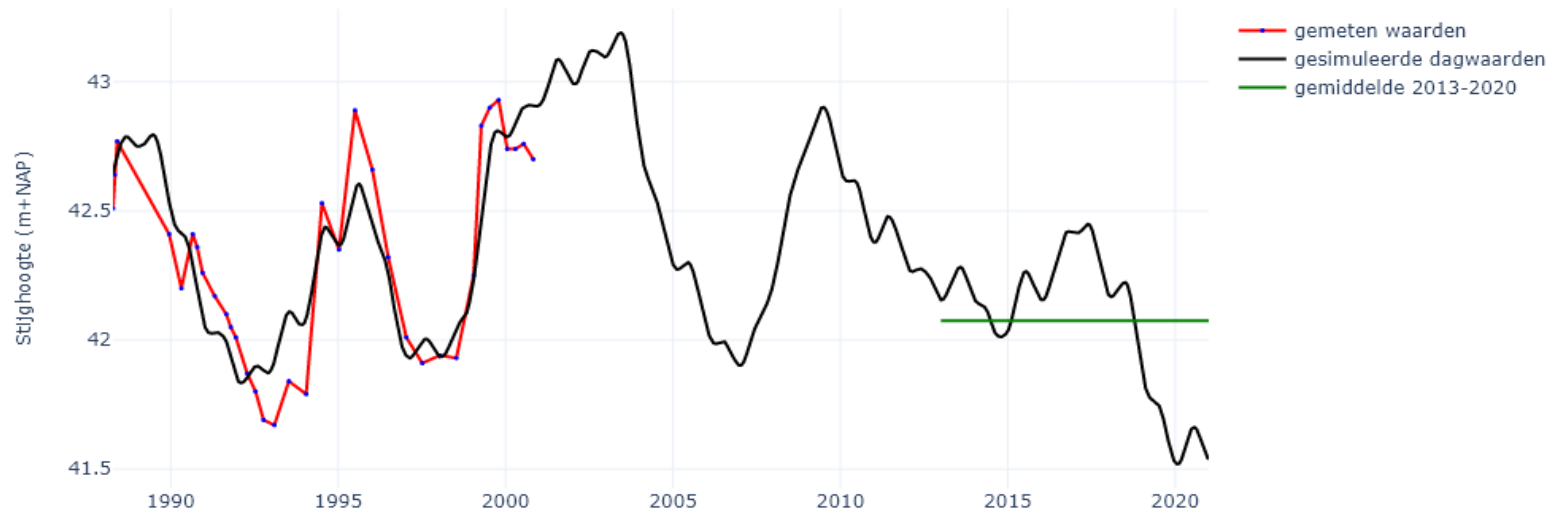
000PB038F1, het gemiddelde is berekend op basis van de simulatie



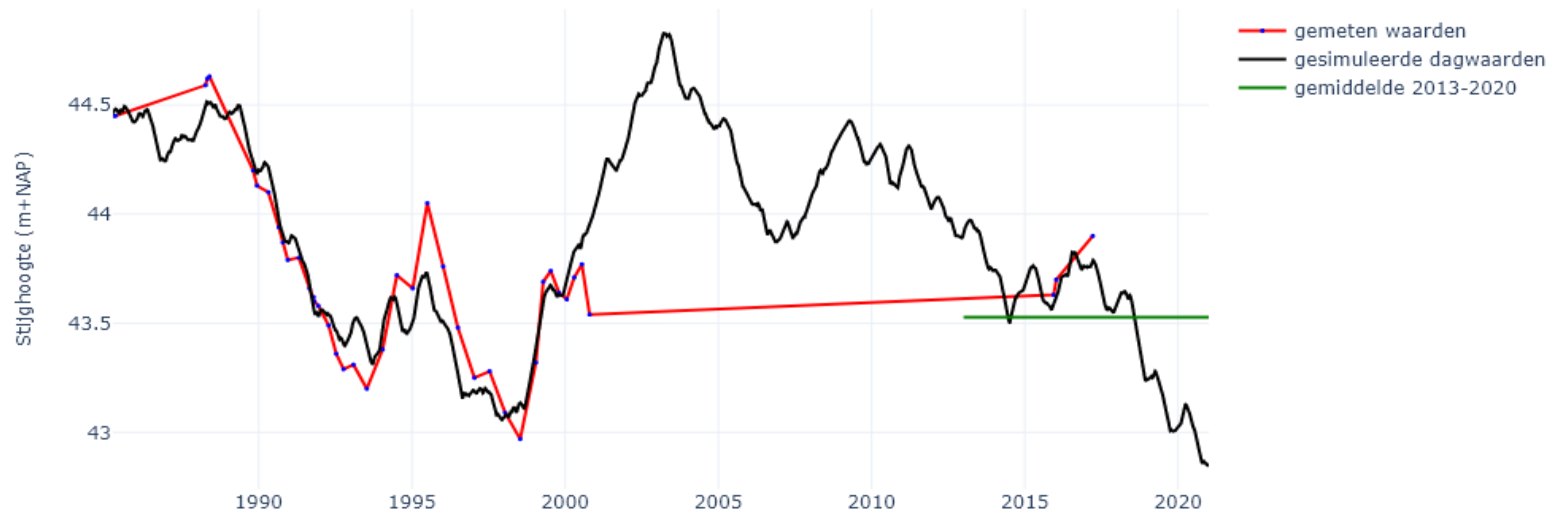
000PB043F1, het gemiddelde is berekend op basis van de simulatie



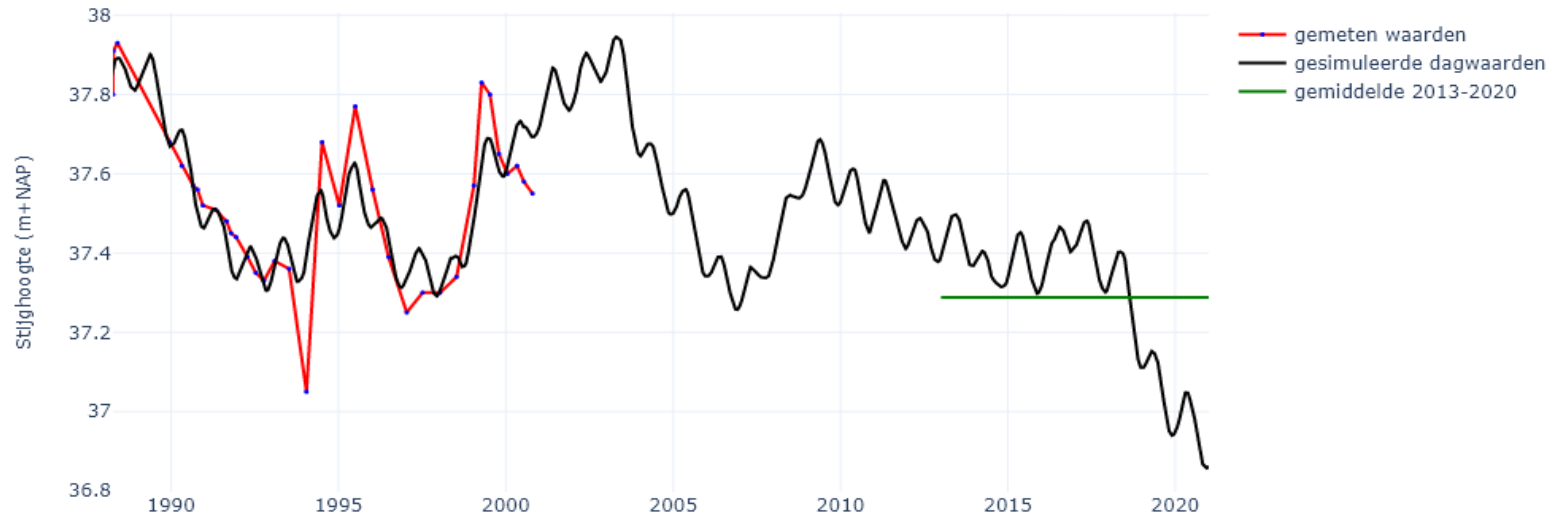
000PB052F1, het gemiddelde is berekend op basis van de simulatie



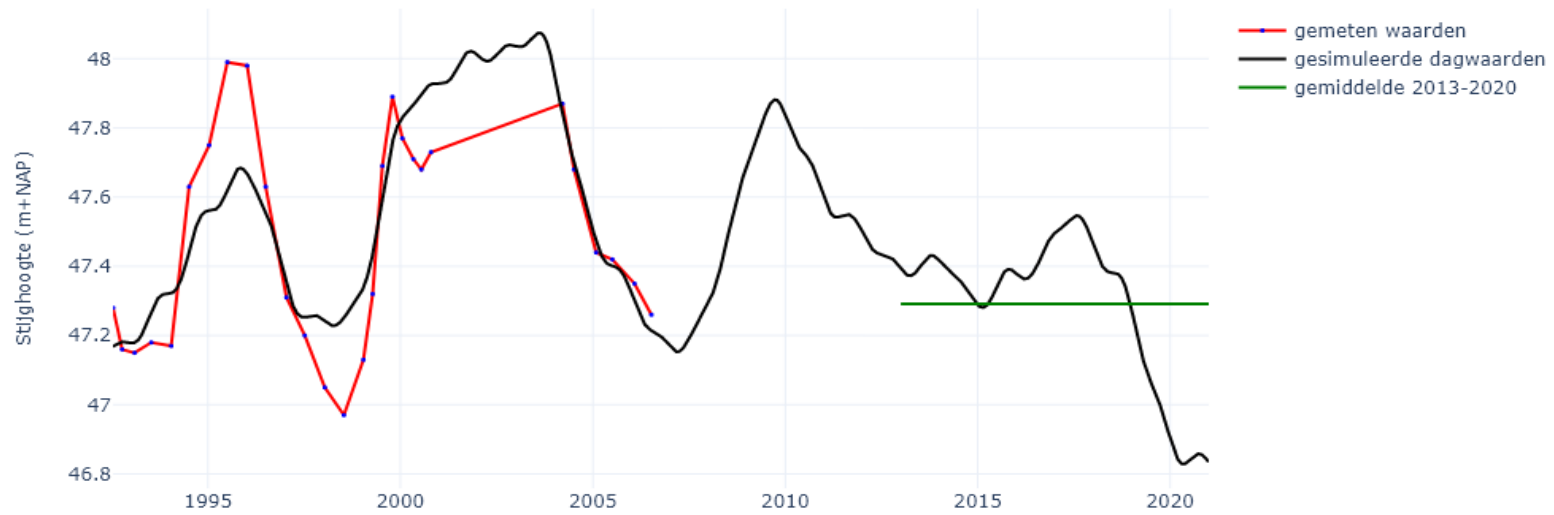
000PB055F1, het gemiddelde is berekend op basis van de simulatie



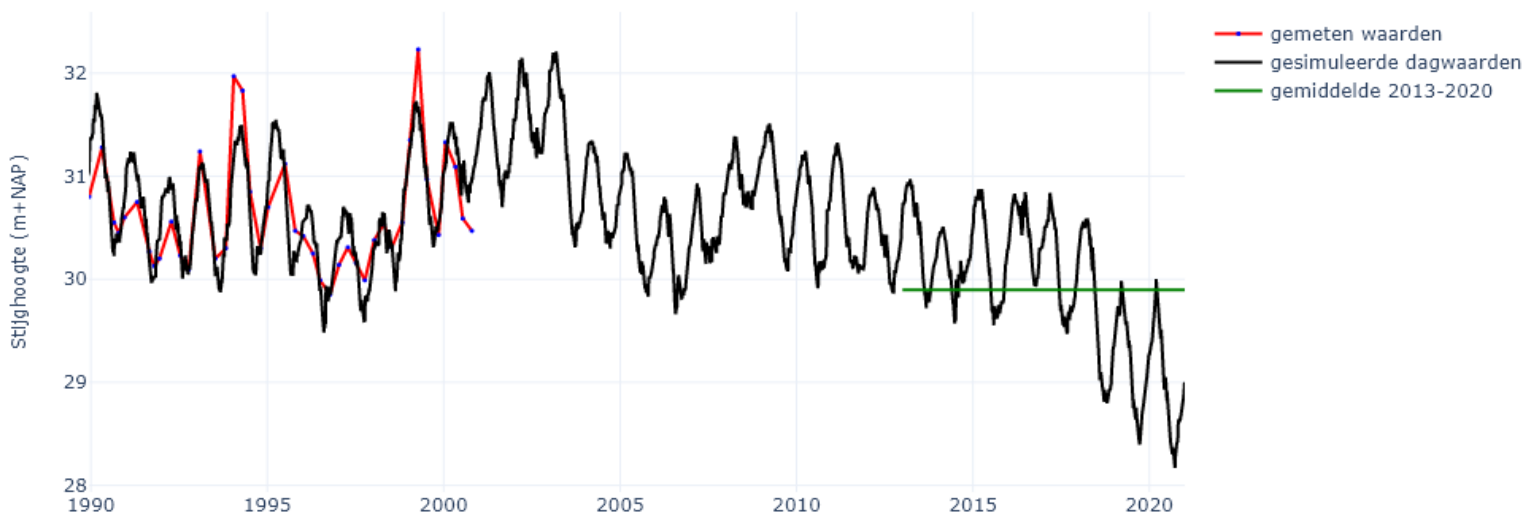
000PB059F1, het gemiddelde is berekend op basis van de simulatie



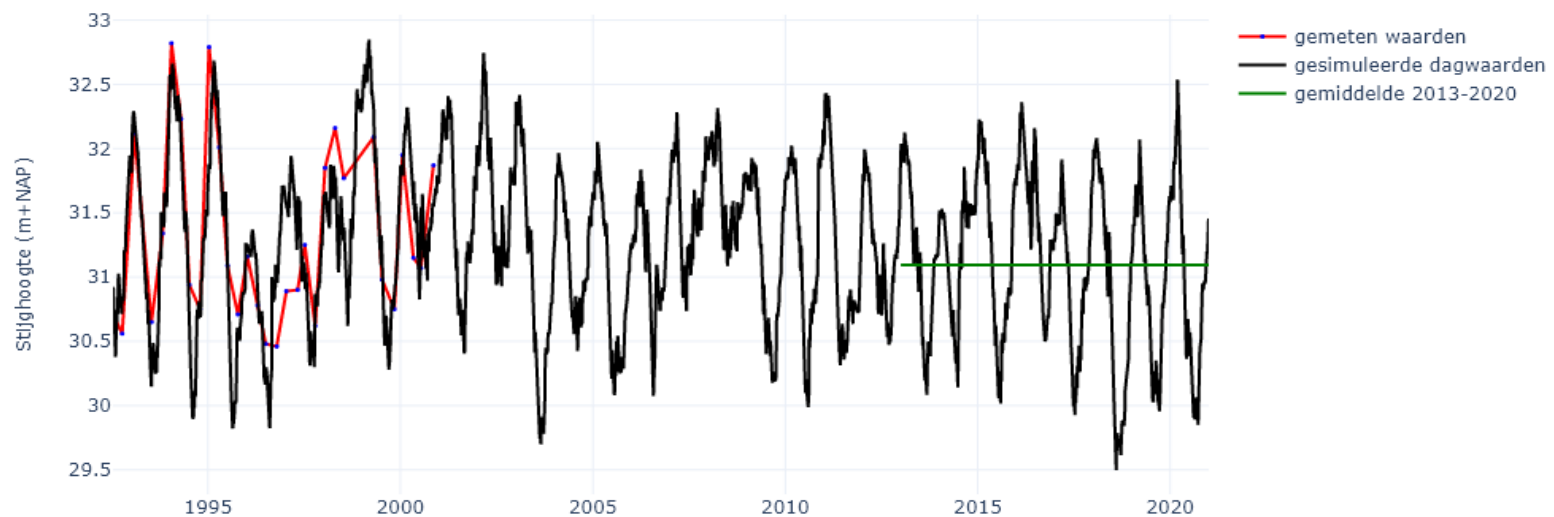
000PB060F1, het gemiddelde is berekend op basis van de simulatie



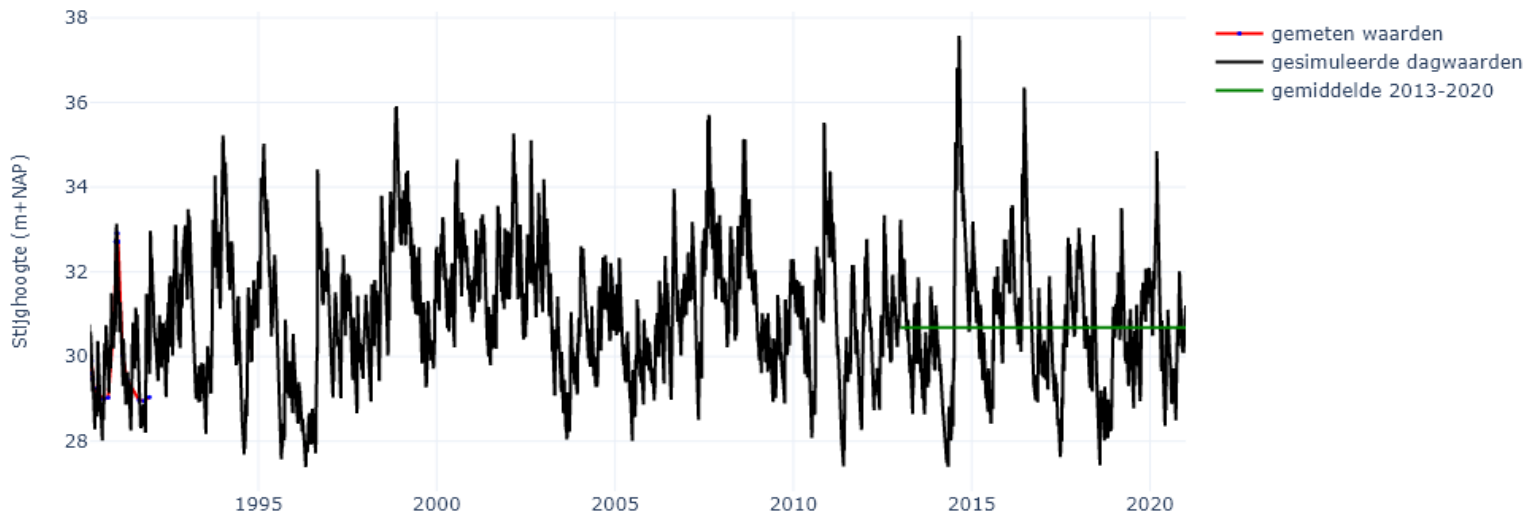
000PB066F1, het gemiddelde is berekend op basis van de simulatie



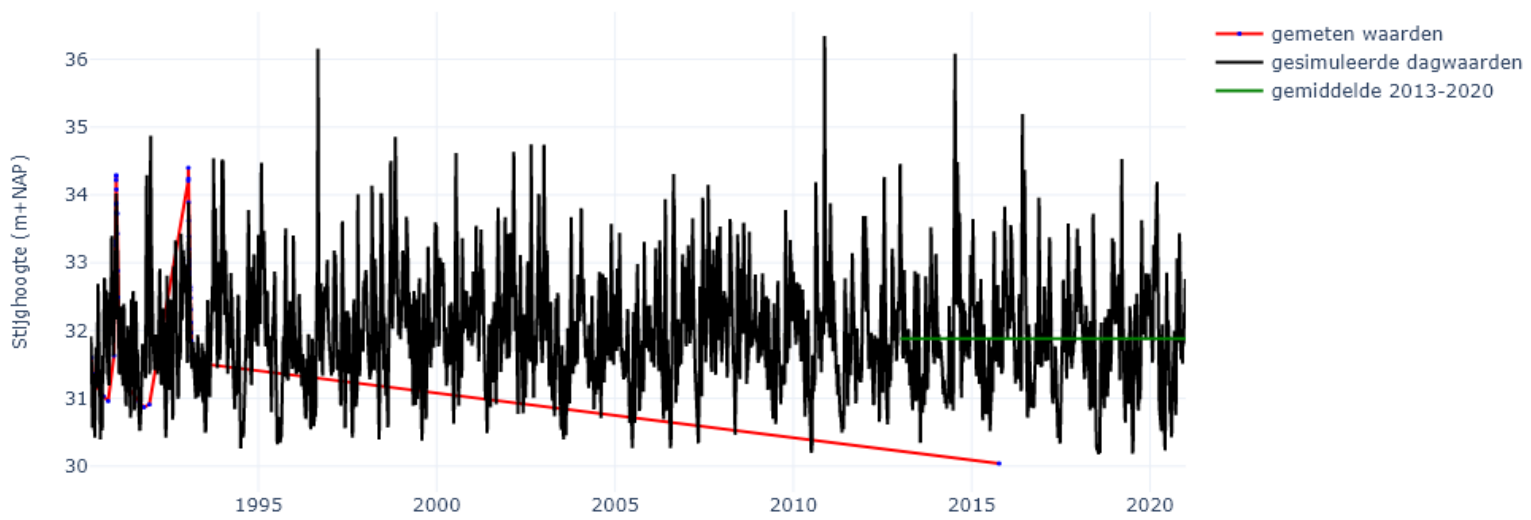
000PB072F1, het gemiddelde is berekend op basis van de simulatie



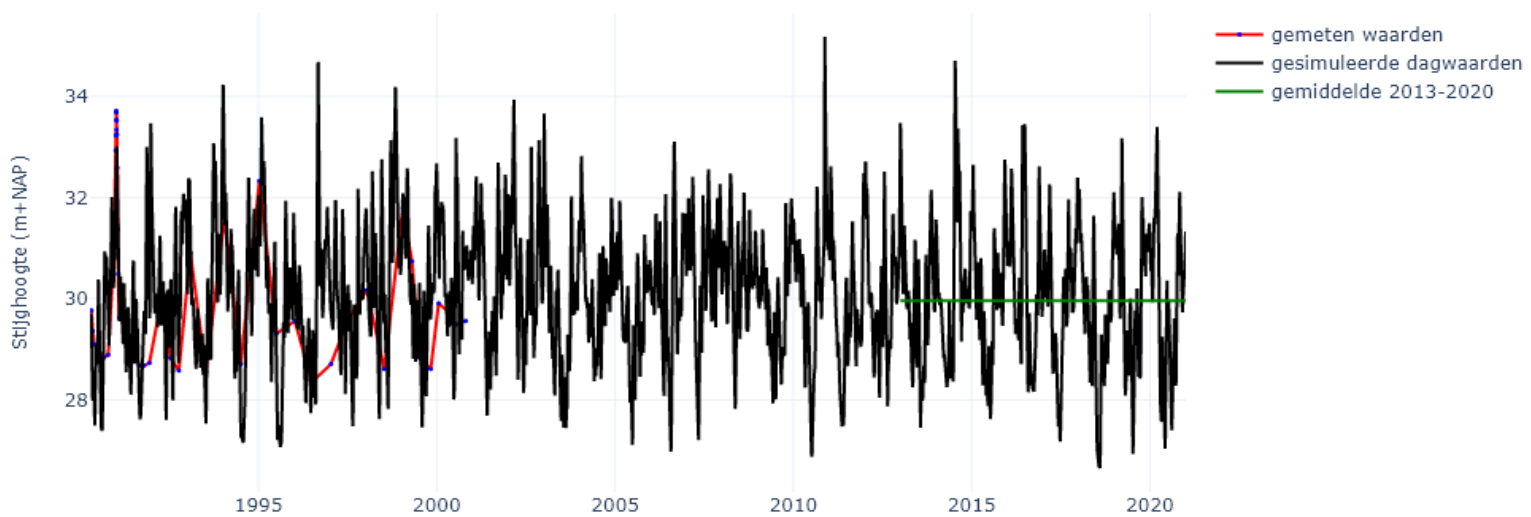
000PB075F1, het gemiddelde is berekend op basis van de simulatie



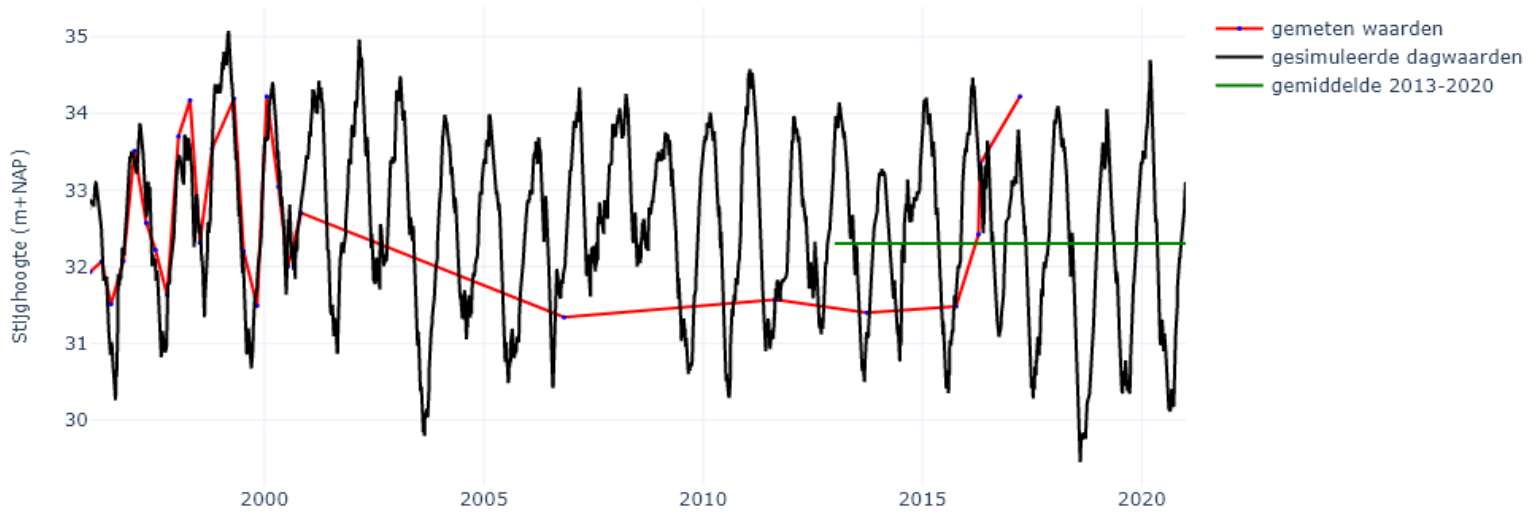
000PB096F1, het gemiddelde is berekend op basis van de simulatie



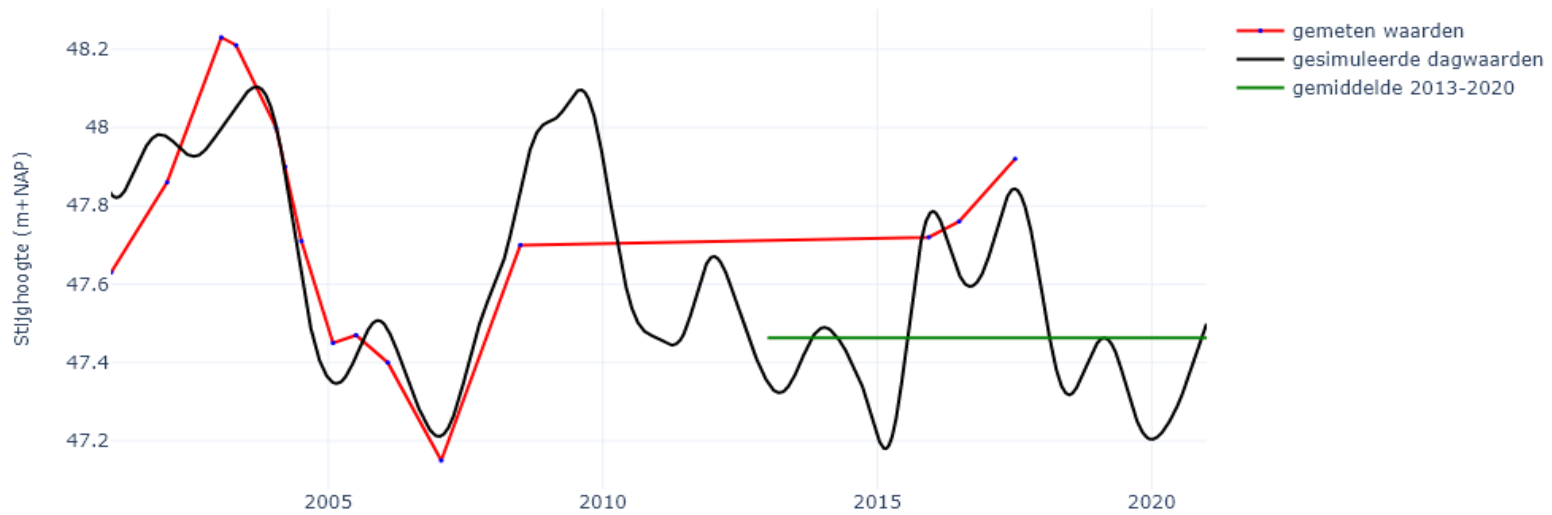
000PB097F1, het gemiddelde is berekend op basis van de simulatie



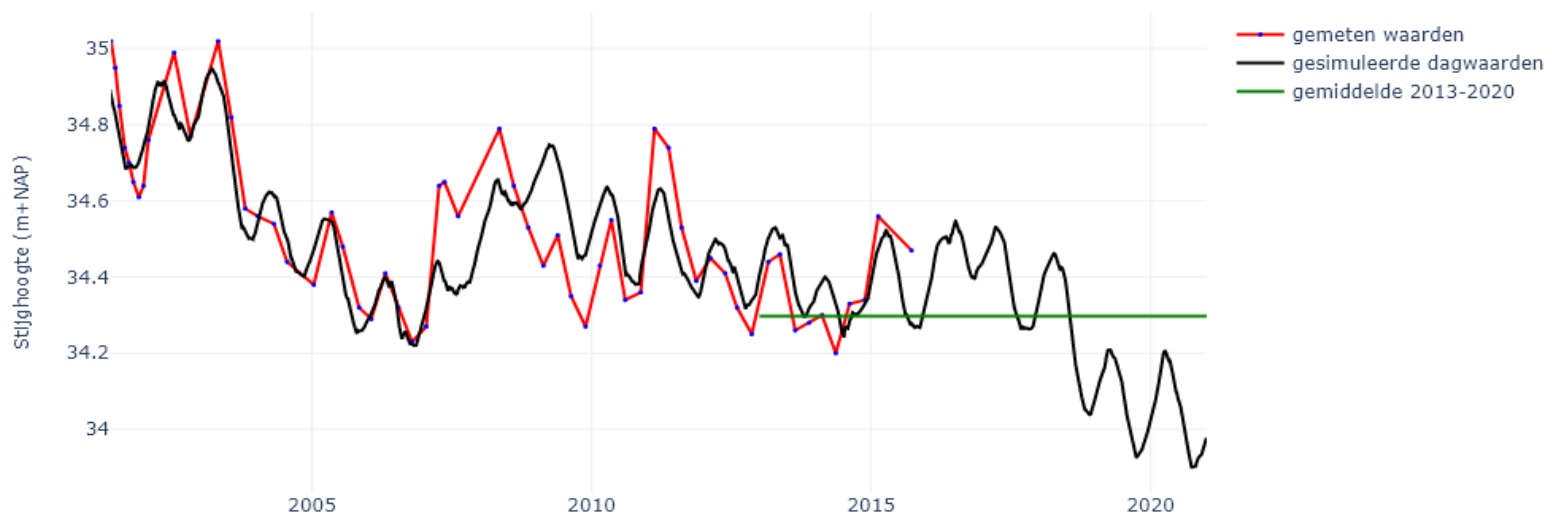
000PB206F1, het gemiddelde is berekend op basis van de simulatie



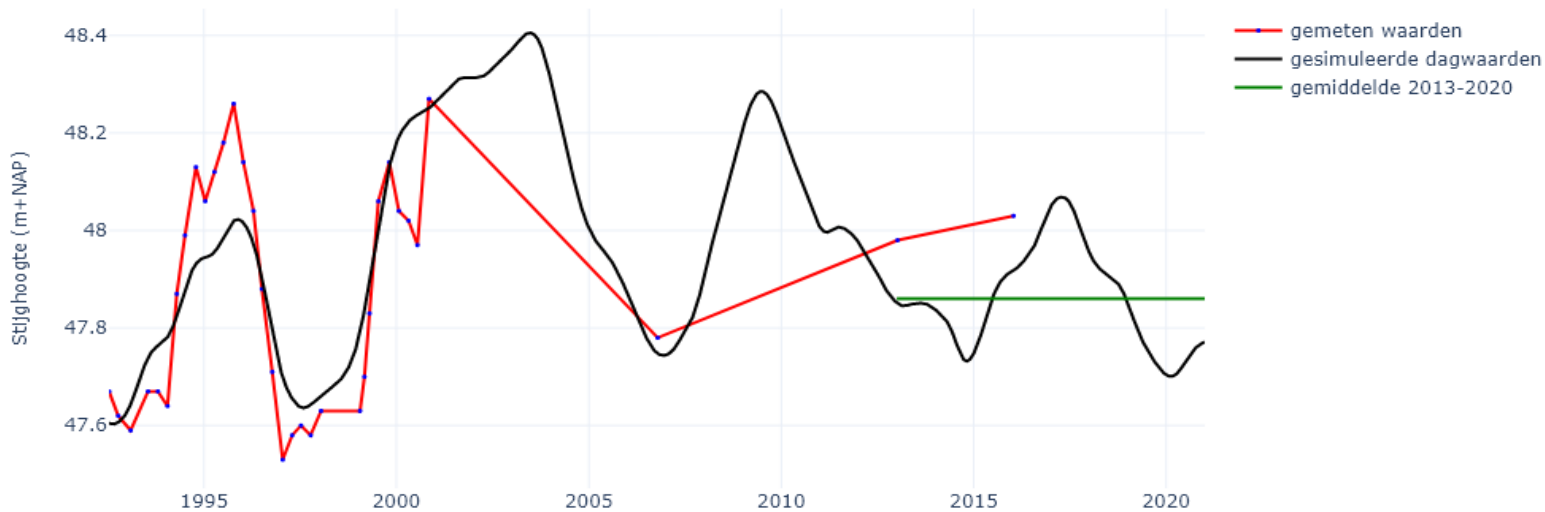
000PB359F1, het gemiddelde is berekend op basis van de simulatie



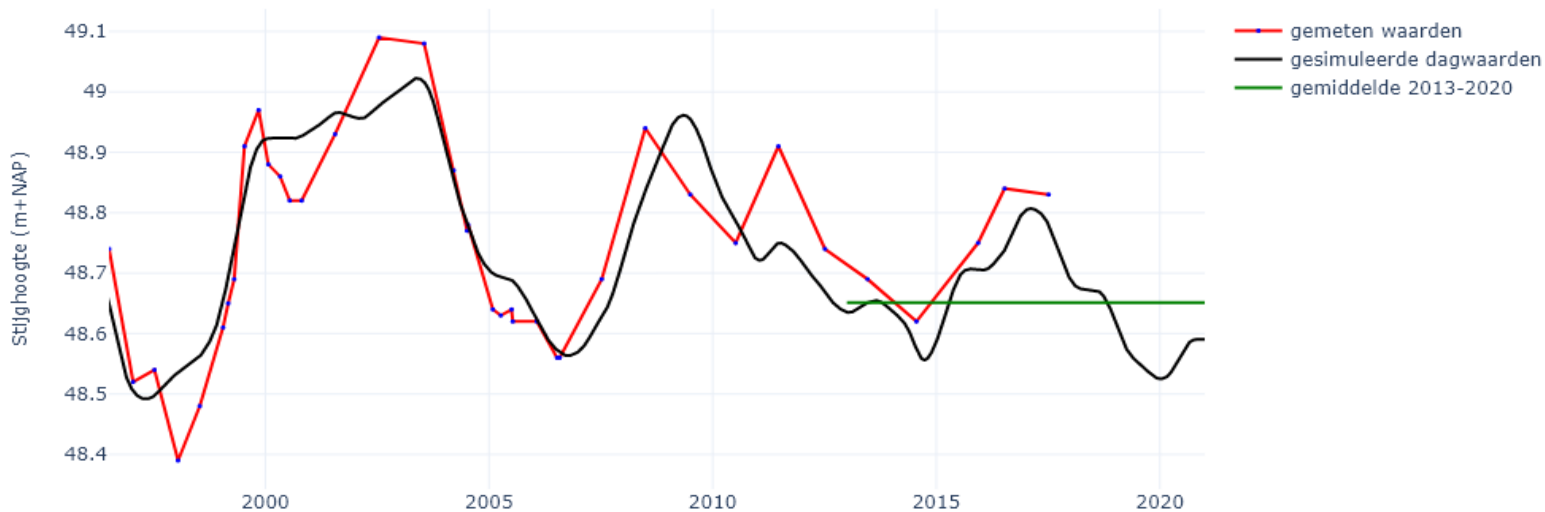
000PB365F1, het gemiddelde is berekend op basis van de simulatie



002PB003F1, het gemiddelde is berekend op basis van de simulatie



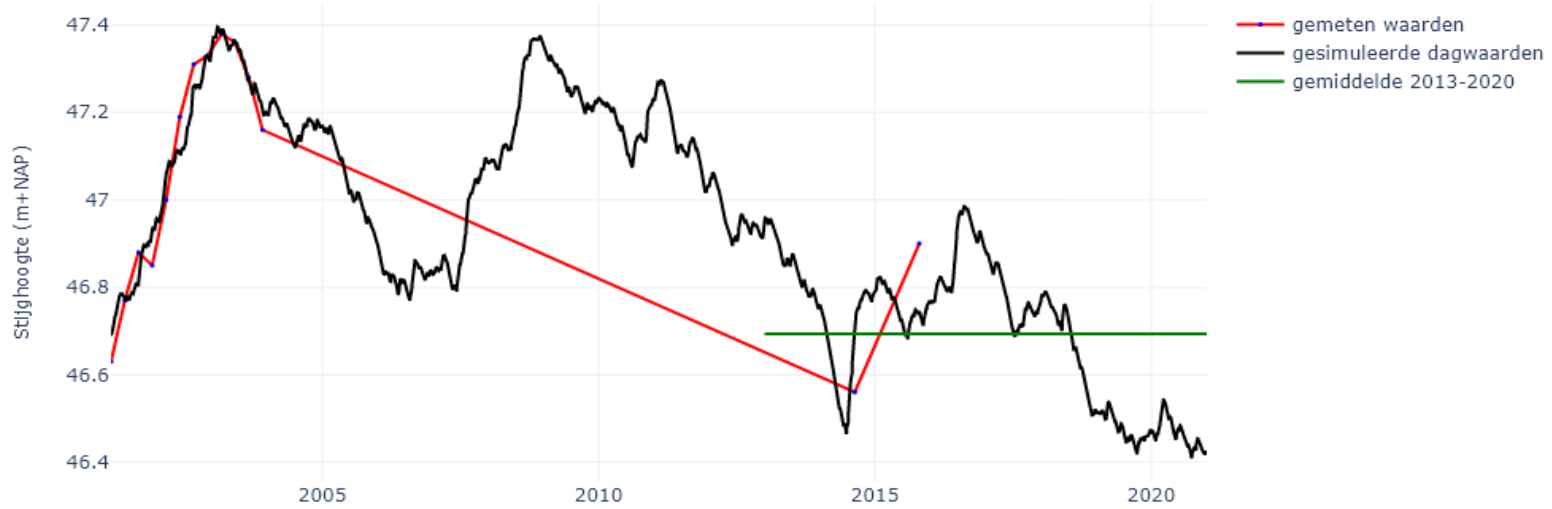
005PB044F1, het gemiddelde is berekend op basis van de simulatie



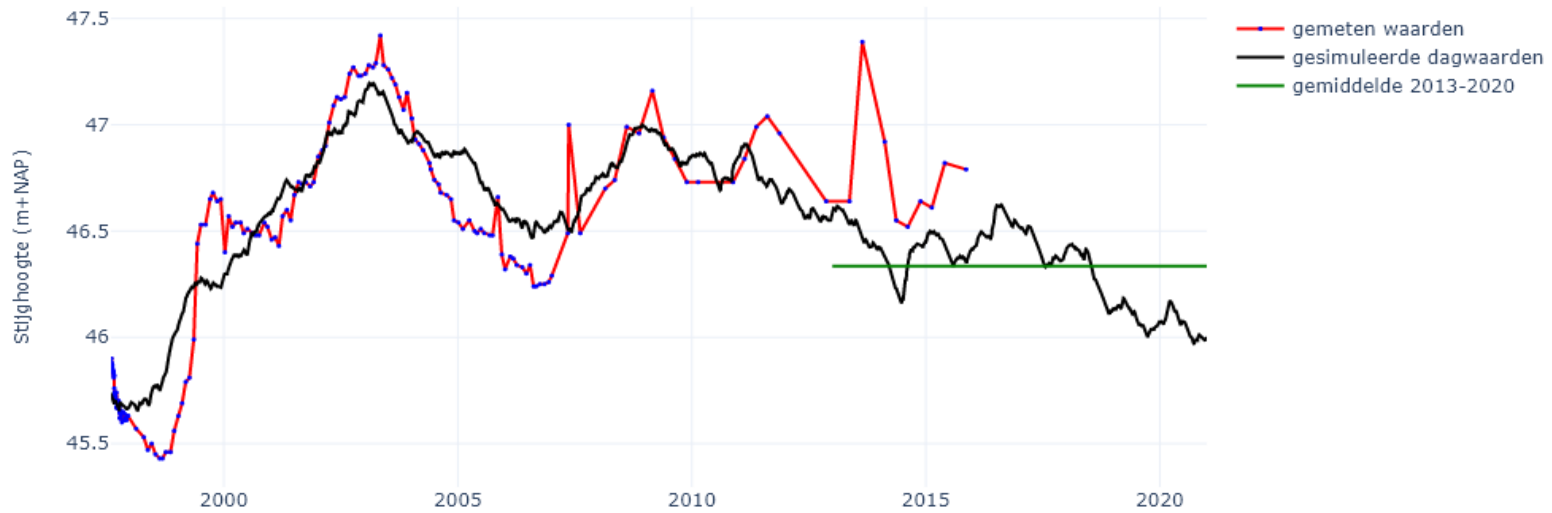
041PB008F1, het gemiddelde is berekend op basis van de simulatie



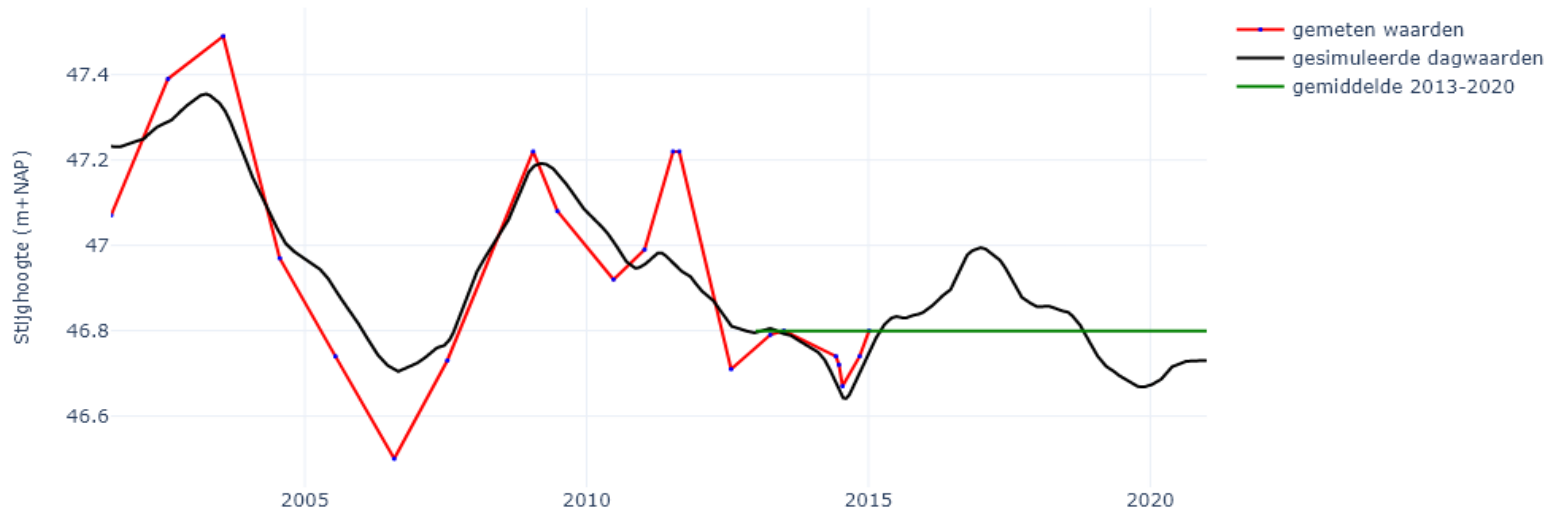
041PB022F1, het gemiddelde is berekend op basis van de simulatie



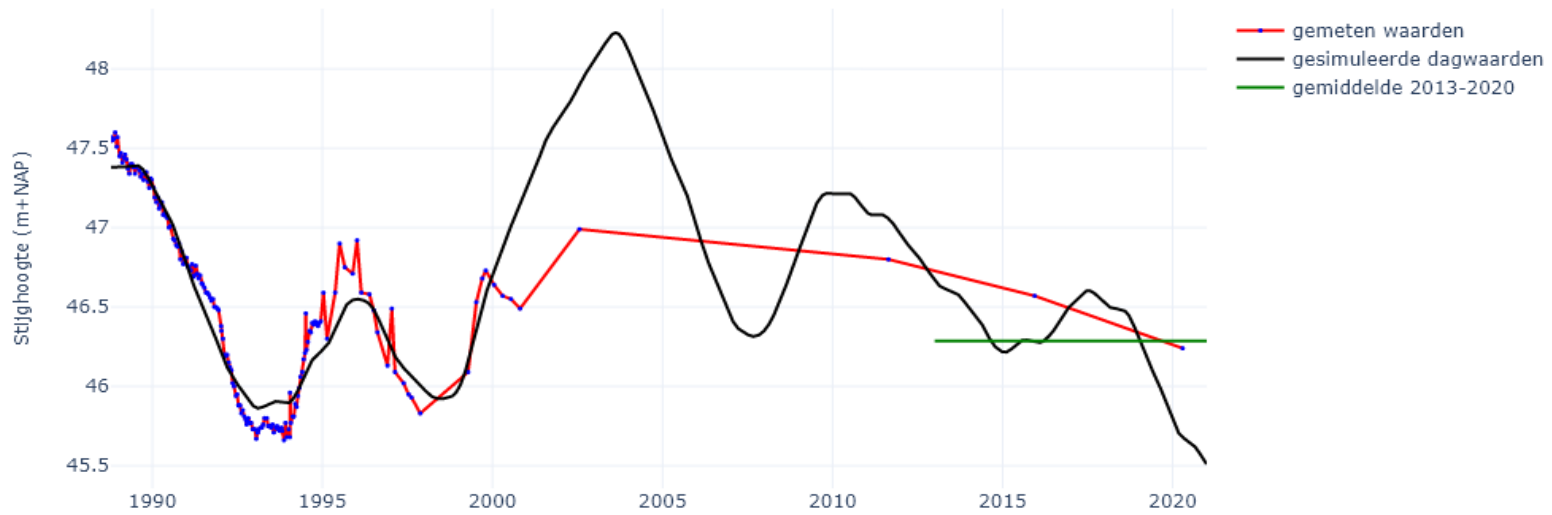
045PB067F1, het gemiddelde is berekend op basis van de simulatie



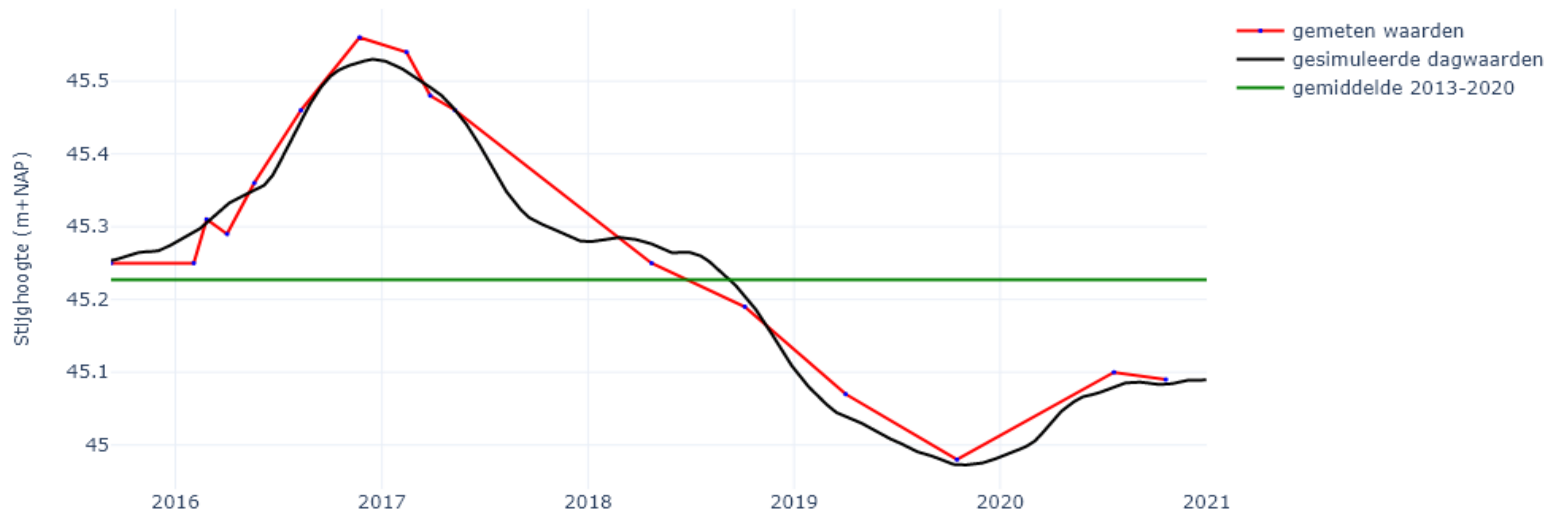
066PB072F1, het gemiddelde is berekend op basis van de simulatie



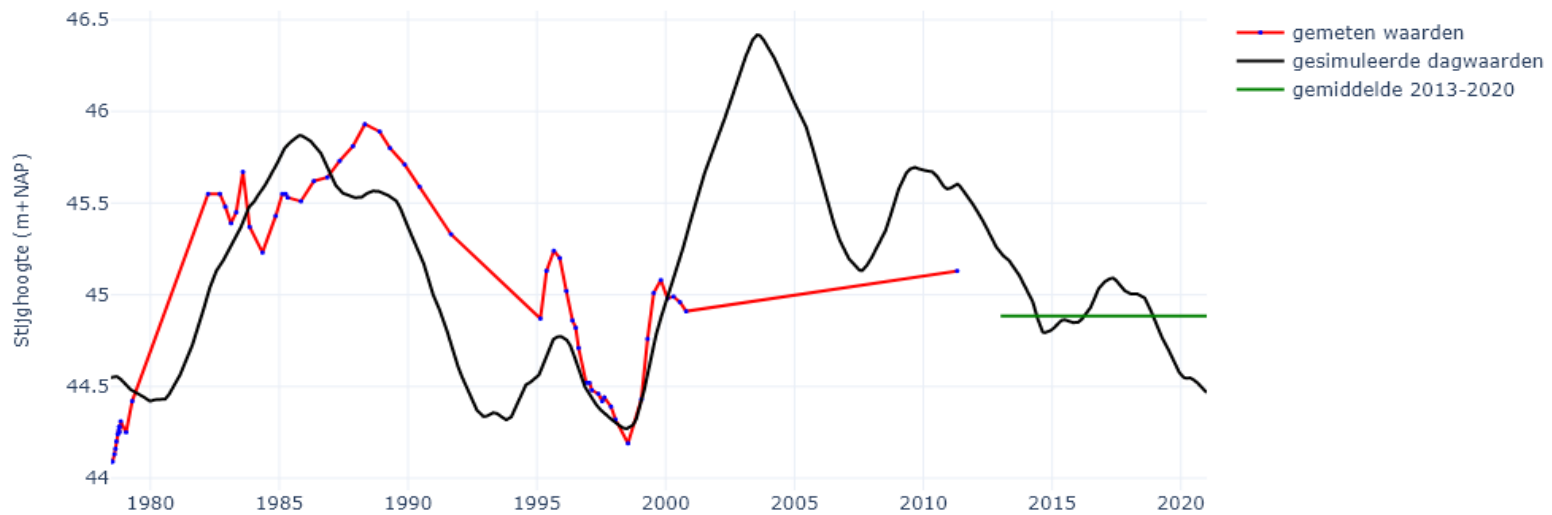
070PB003F1, het gemiddelde is berekend op basis van de simulatie



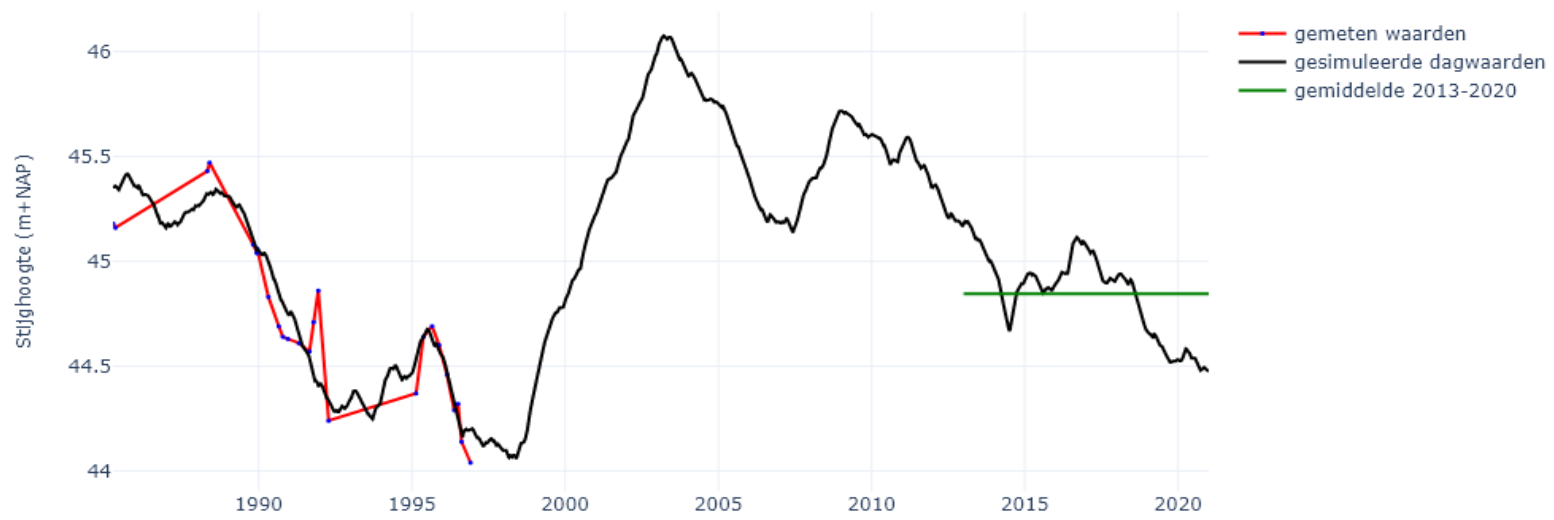
106PB005F2, het gemiddelde is berekend op basis van de simulatie



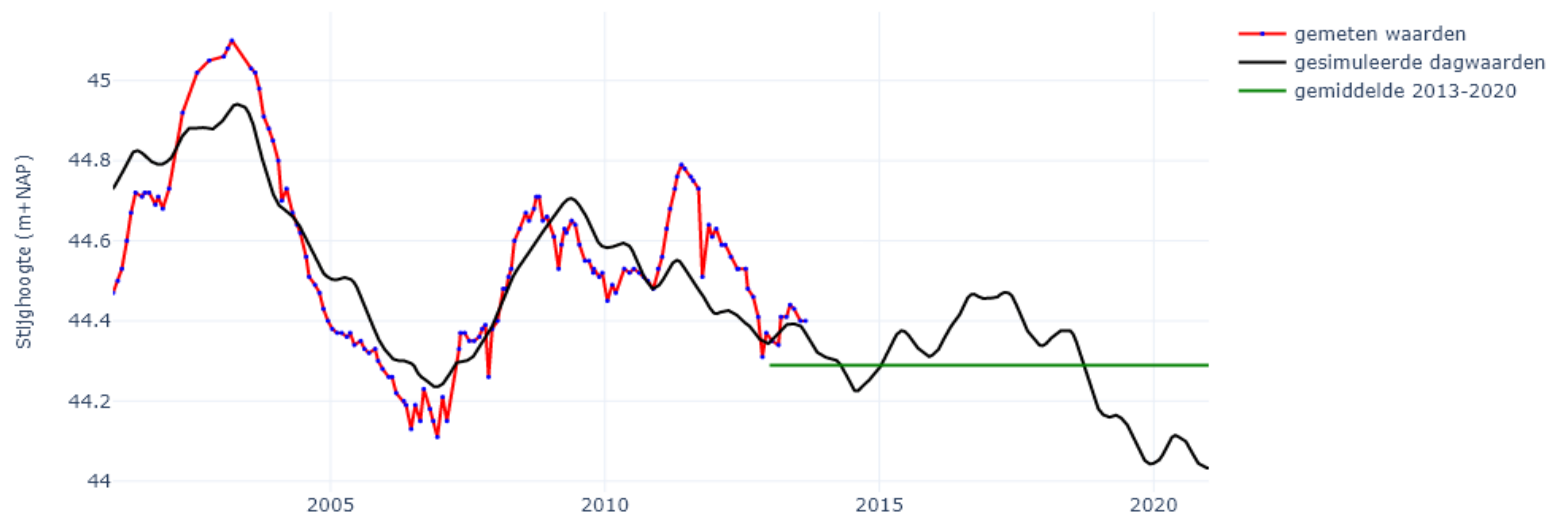
115PB021F1, het gemiddelde is berekend op basis van de simulatie



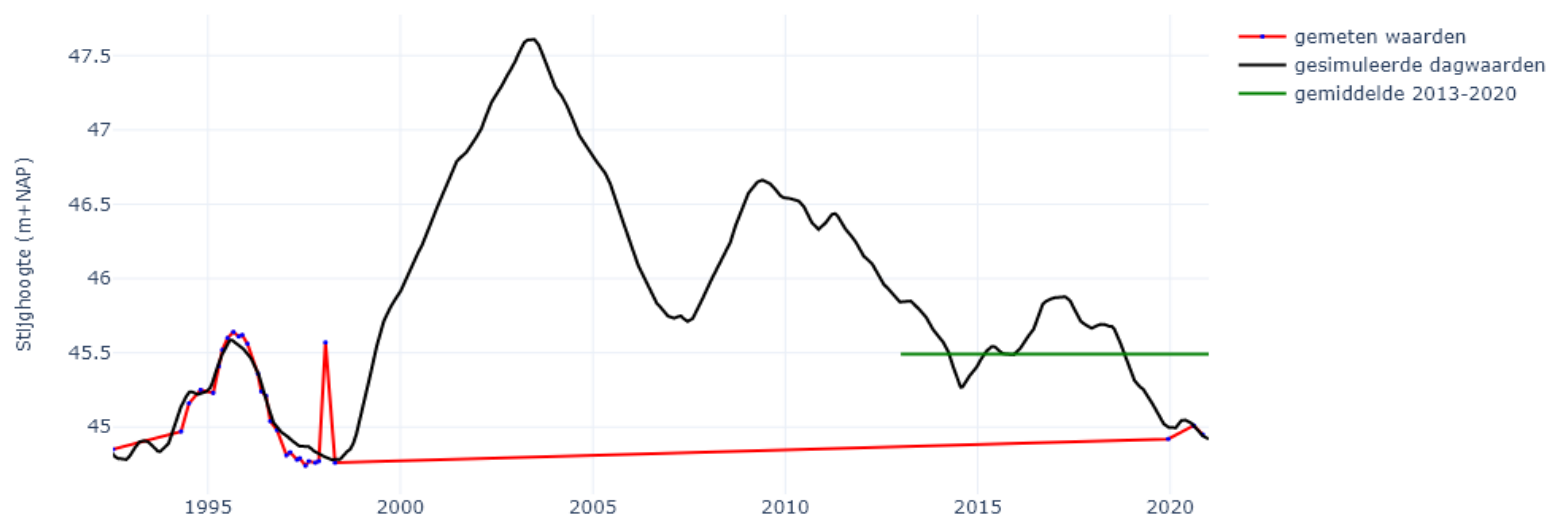
123PB008F1, het gemiddelde is berekend op basis van de simulatie



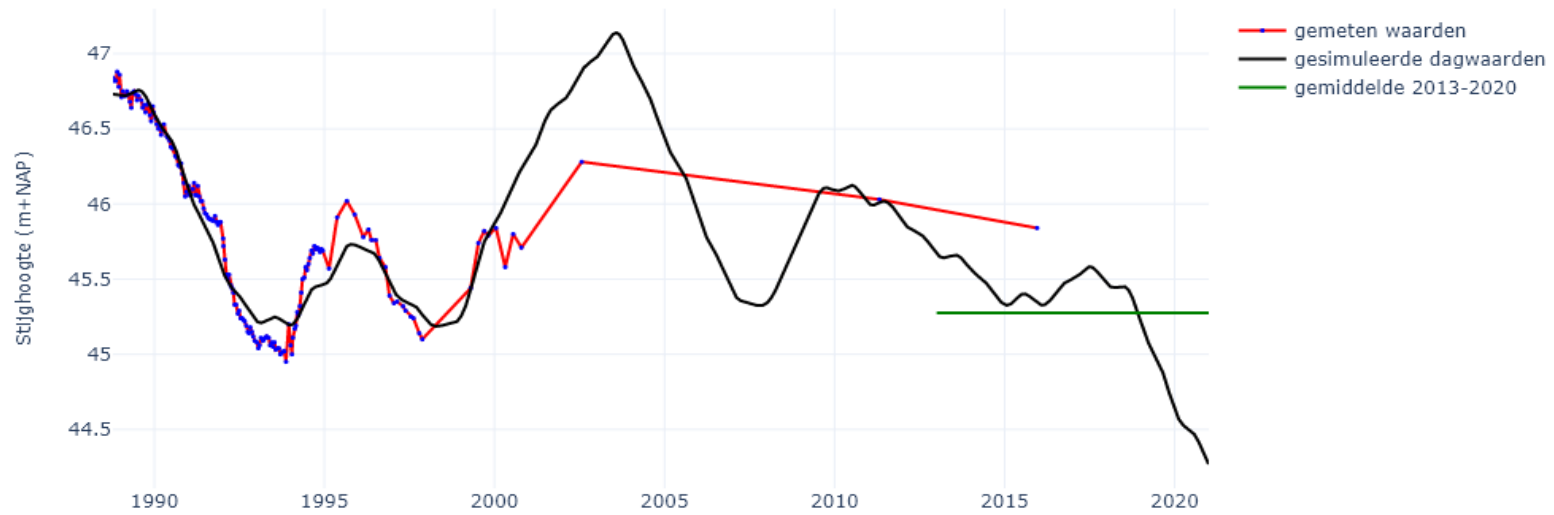
123PB033F1, het gemiddelde is berekend op basis van de simulatie



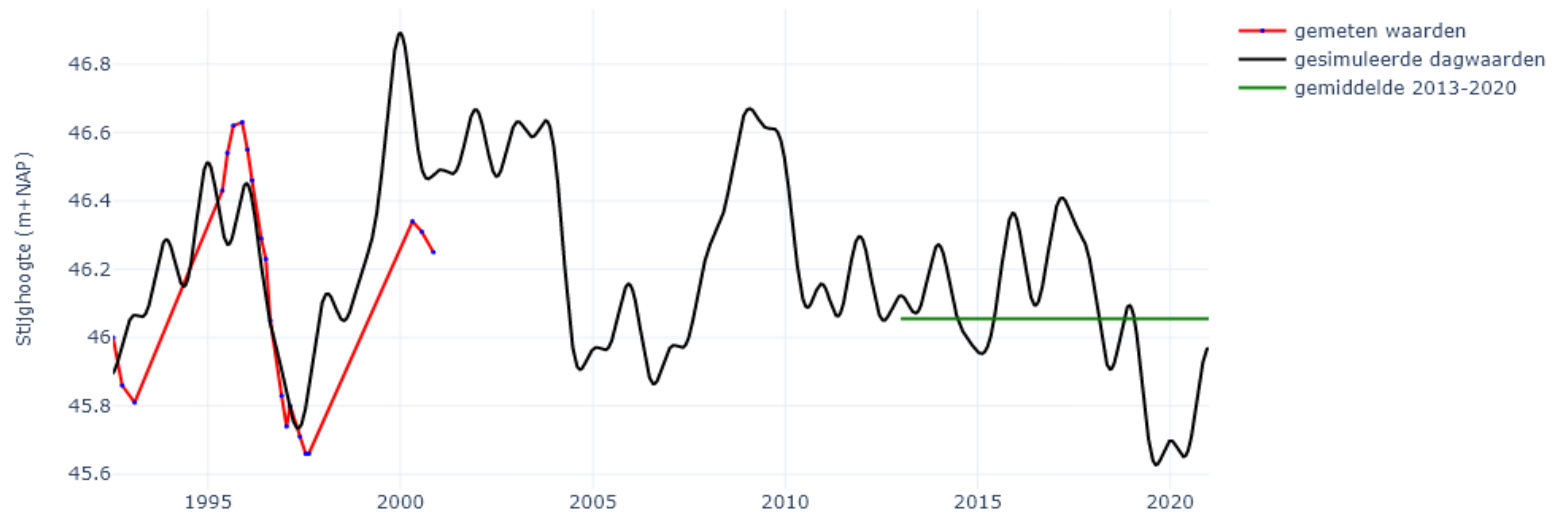
136PB070F2, het gemiddelde is berekend op basis van de simulatie



145PB004F1, het gemiddelde is berekend op basis van de simulatie



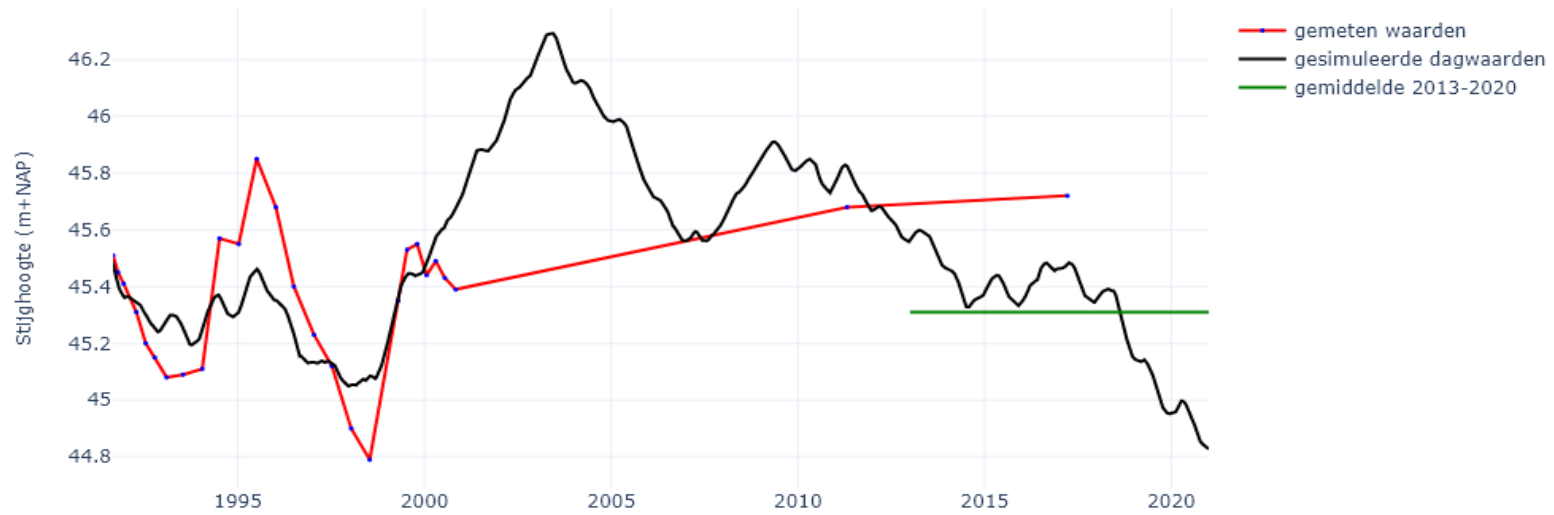
147PB017F1, het gemiddelde is berekend op basis van de simulatie



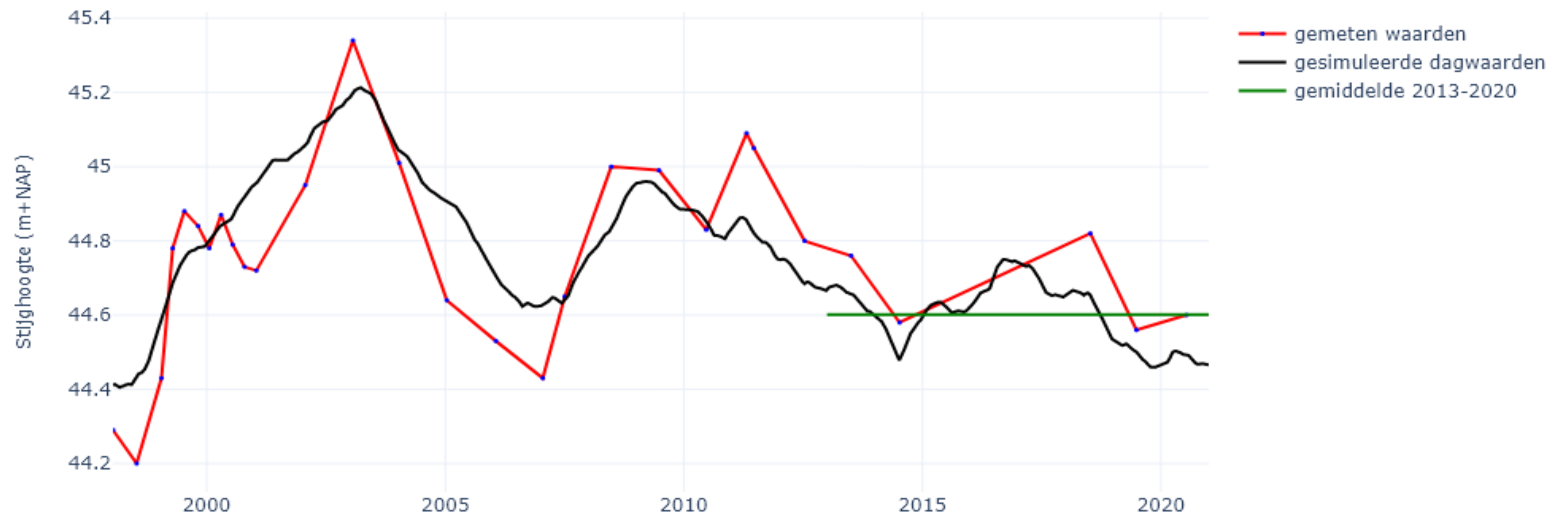
167PB117F1, het gemiddelde is berekend op basis van de simulatie



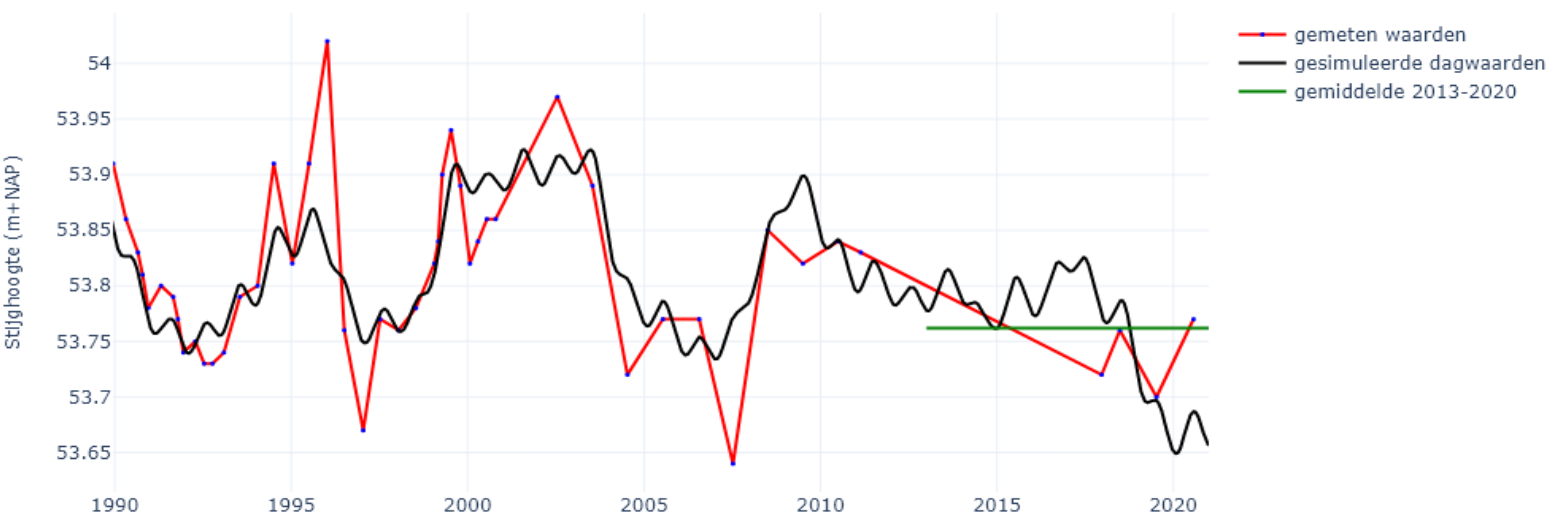
000PB109F1, het gemiddelde is berekend op basis van de simulatie



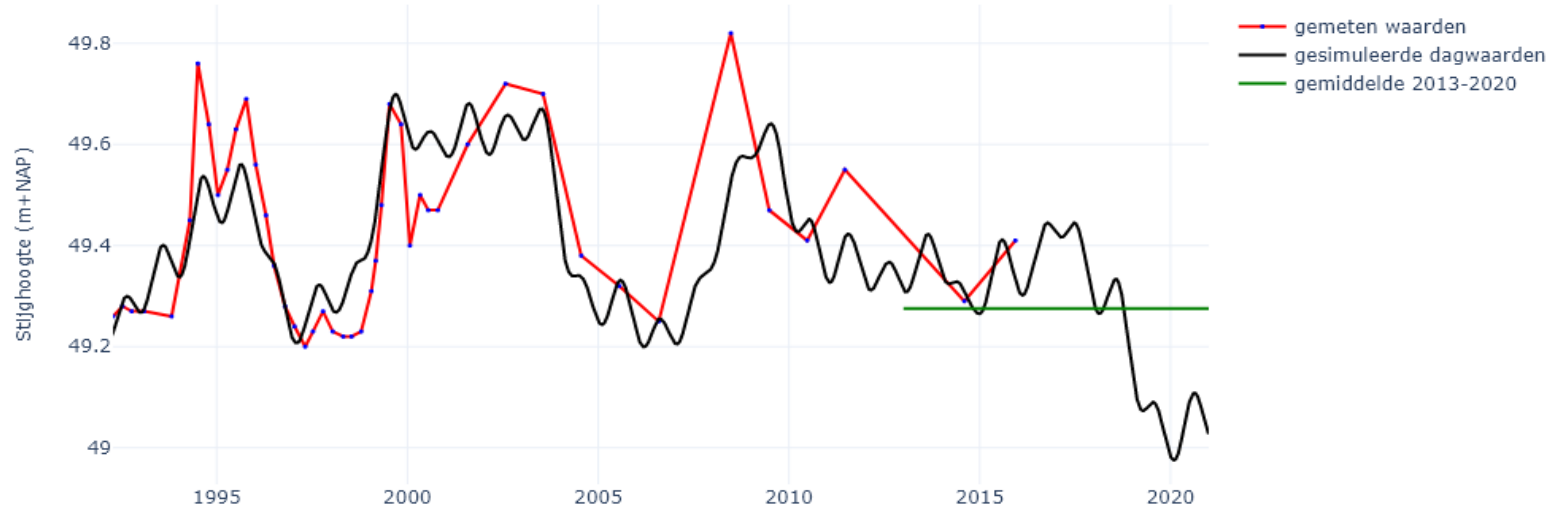
000PB234F1, het gemiddelde is berekend op basis van de simulatie



023PB020F1, het gemiddelde is berekend op basis van de simulatie



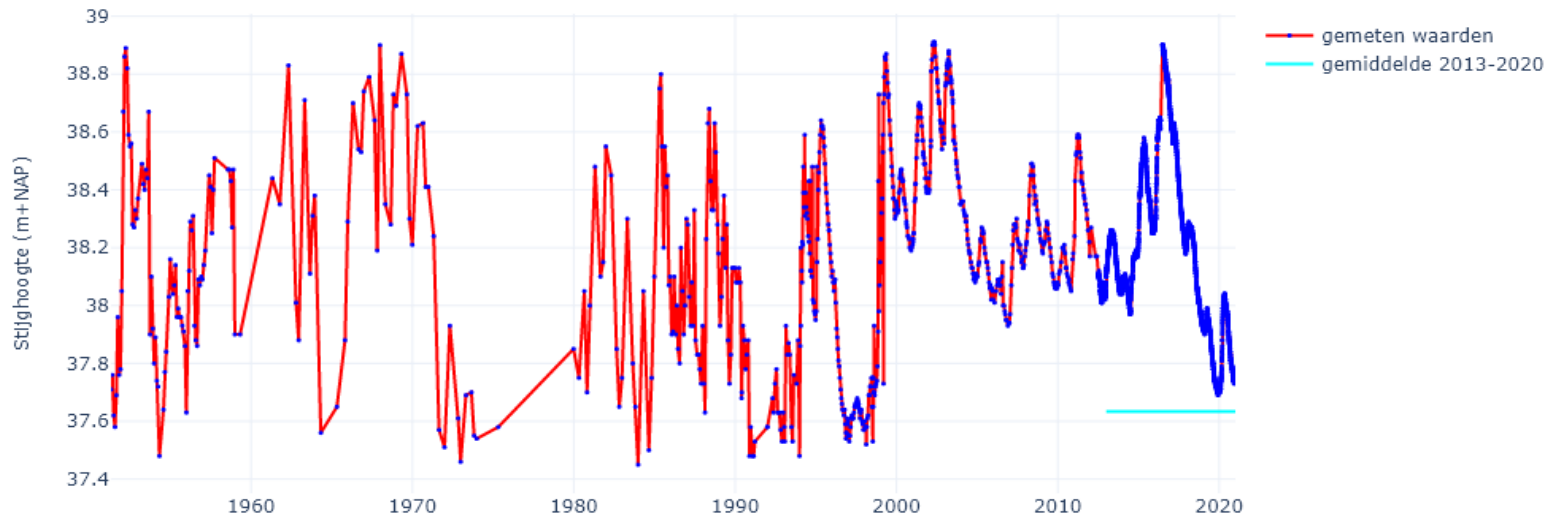
023PB021F1, het gemiddelde is berekend op basis van de simulatie



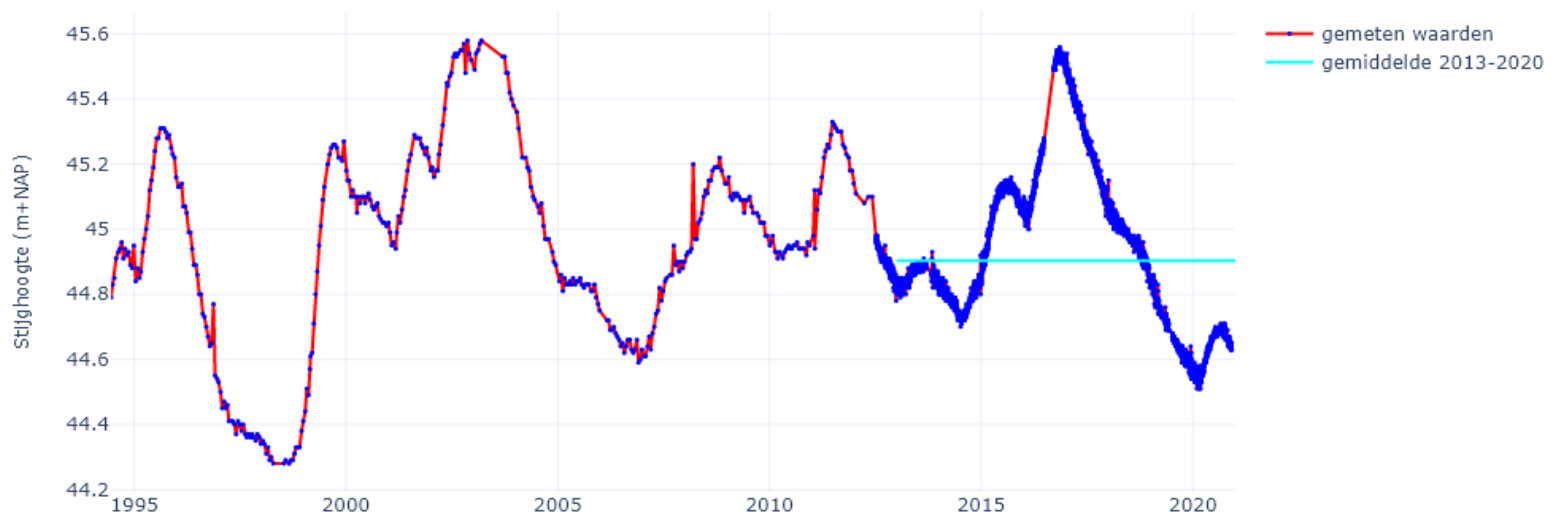
Bijlage

5. Grafieken van overige peilbuizen, met de geïnterpoleerde waarde uit isohypsenkaart

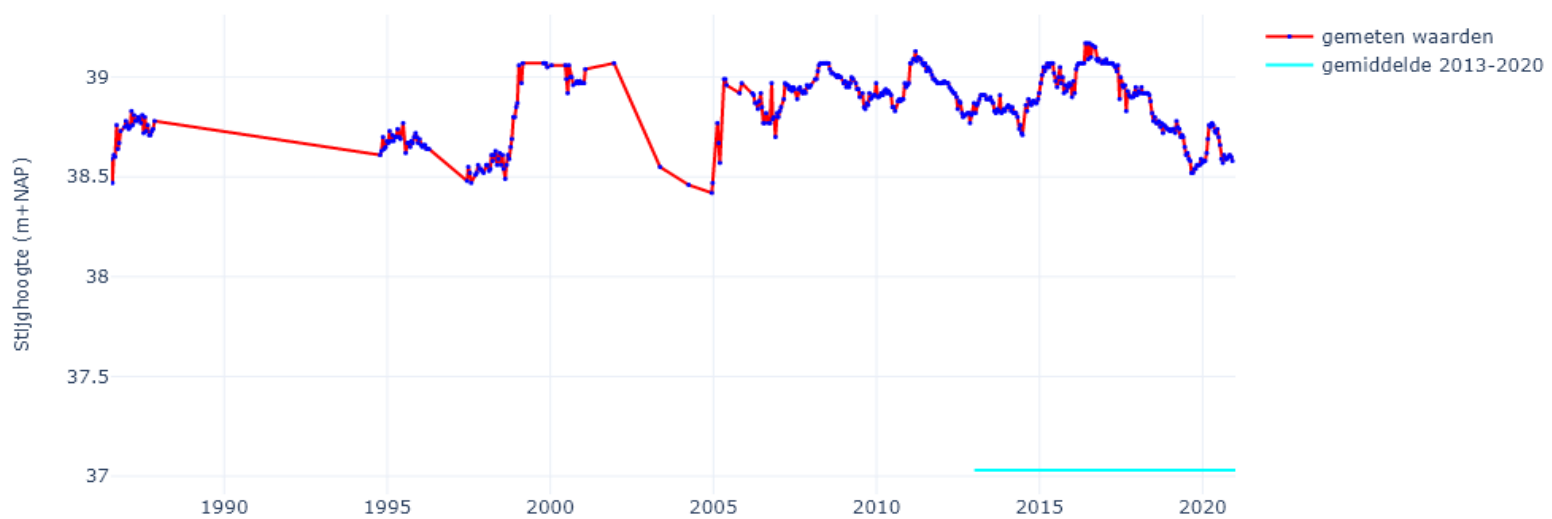
B60C0035F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



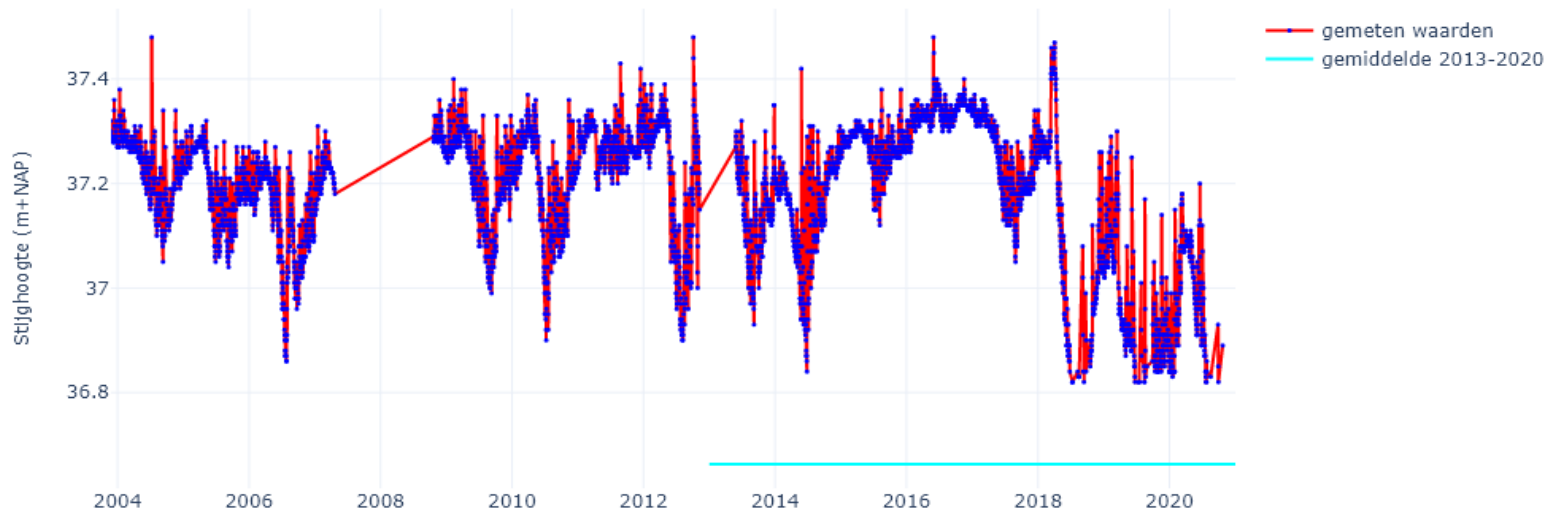
B60C0990F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



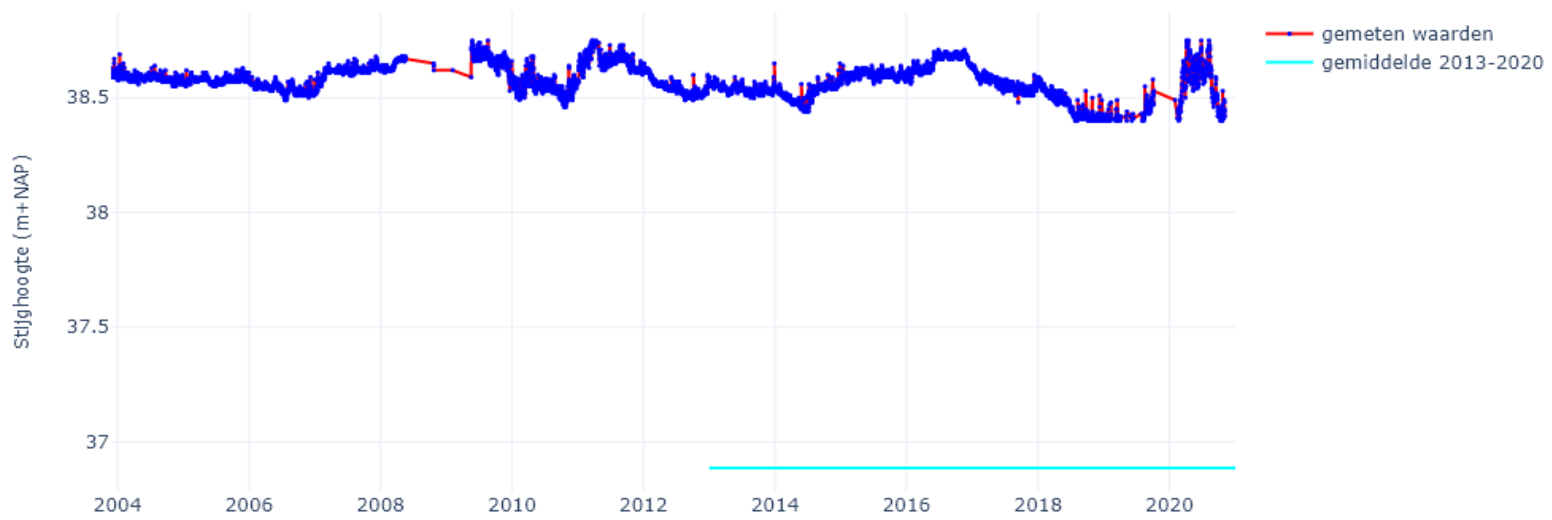
B60C2299F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



B60C3135F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



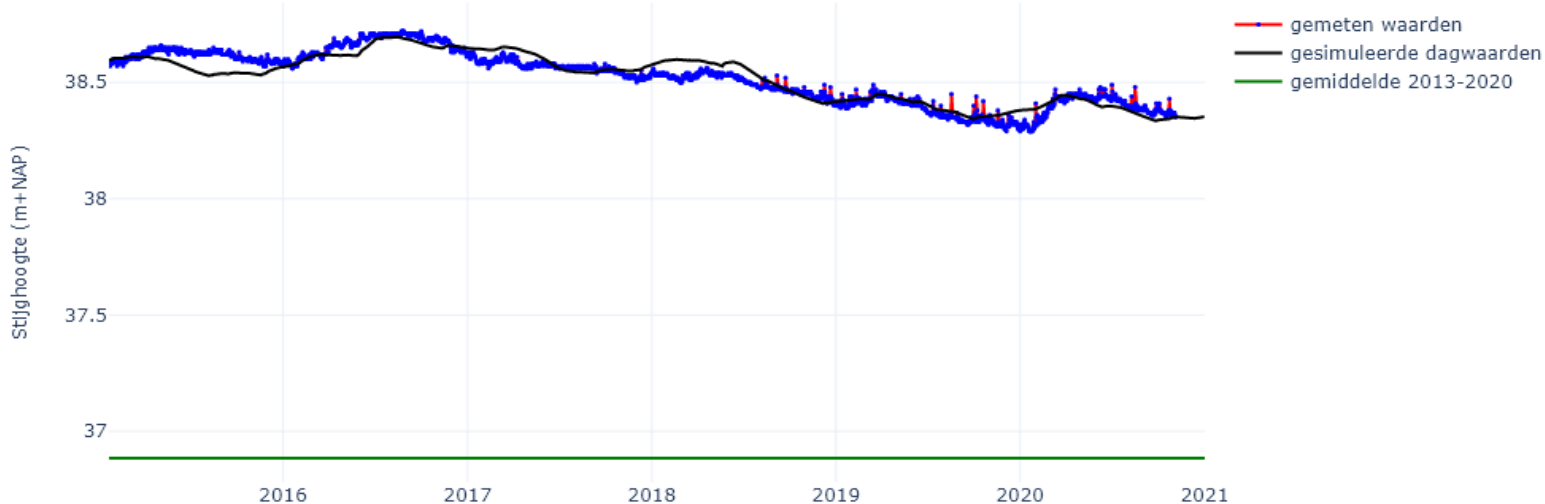
B60C3136F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



B60C3750F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



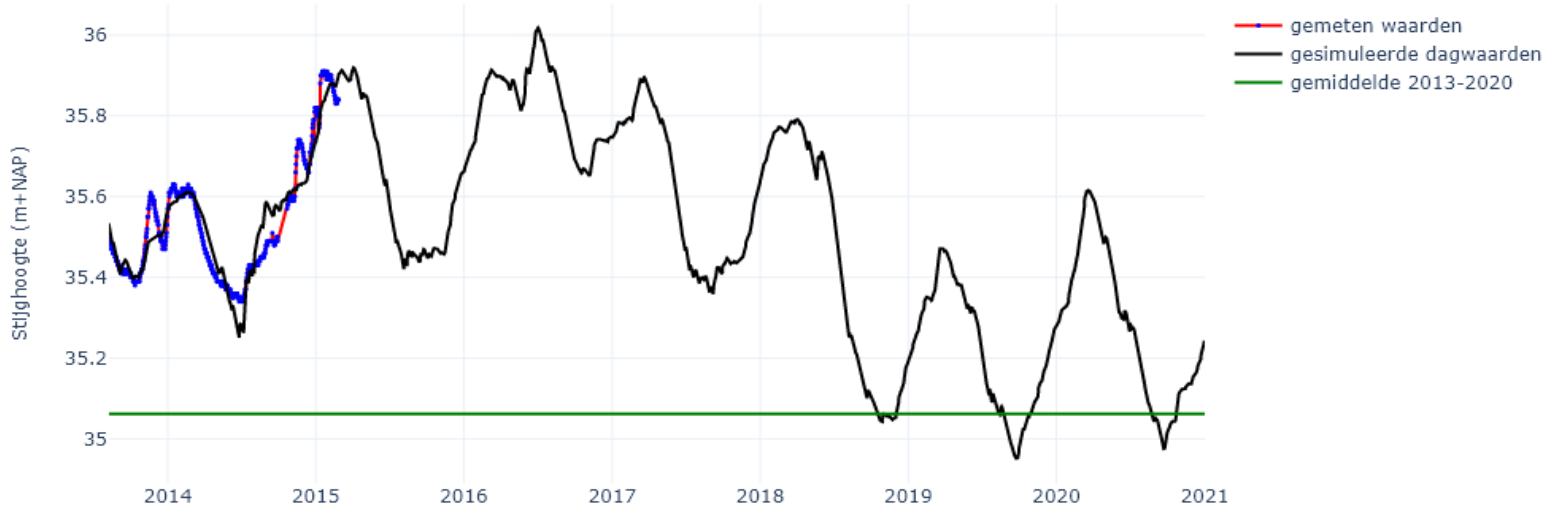
B60C3757F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



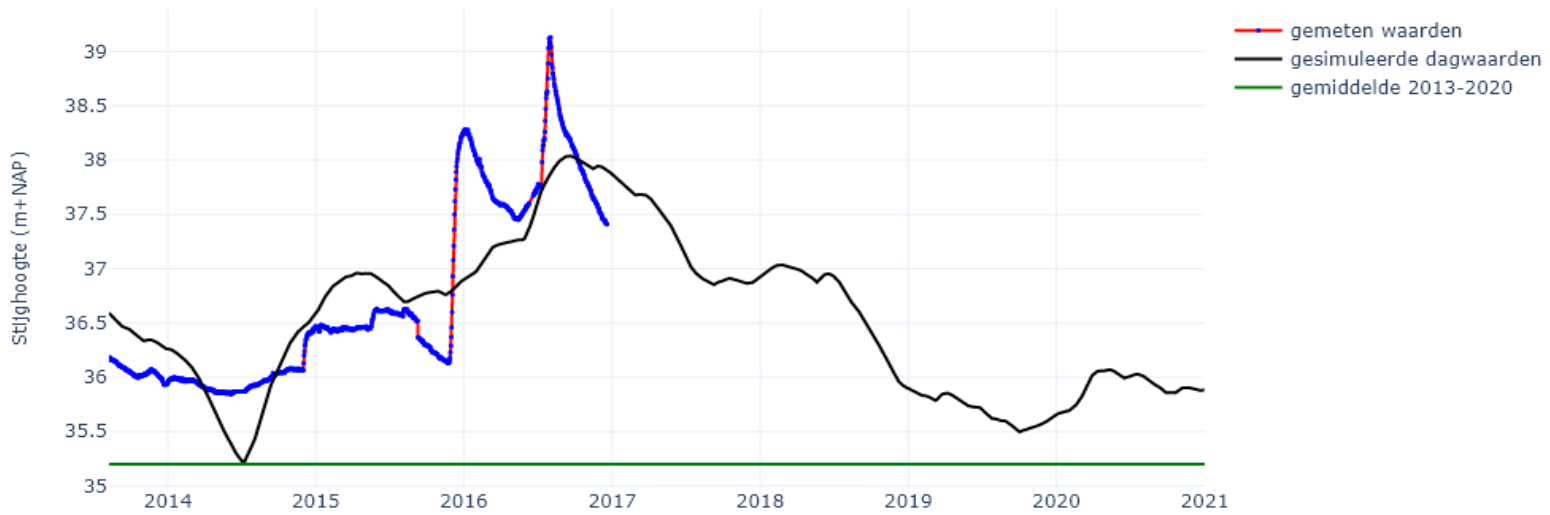
B60C3798F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



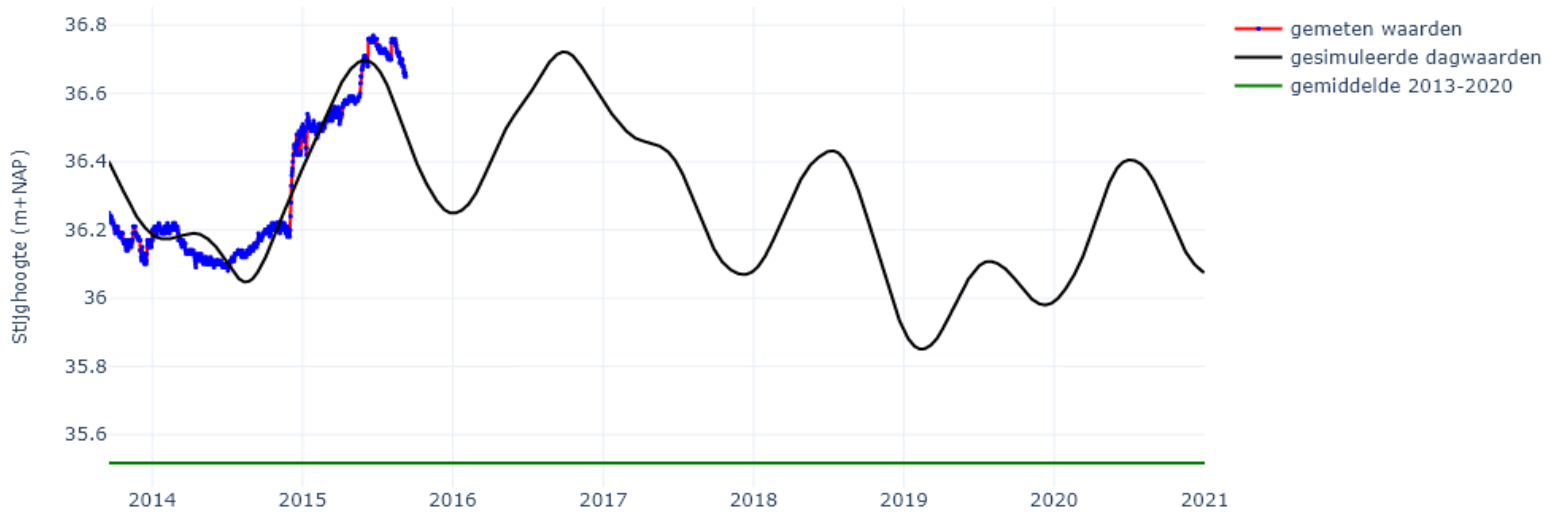
B60C3810F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



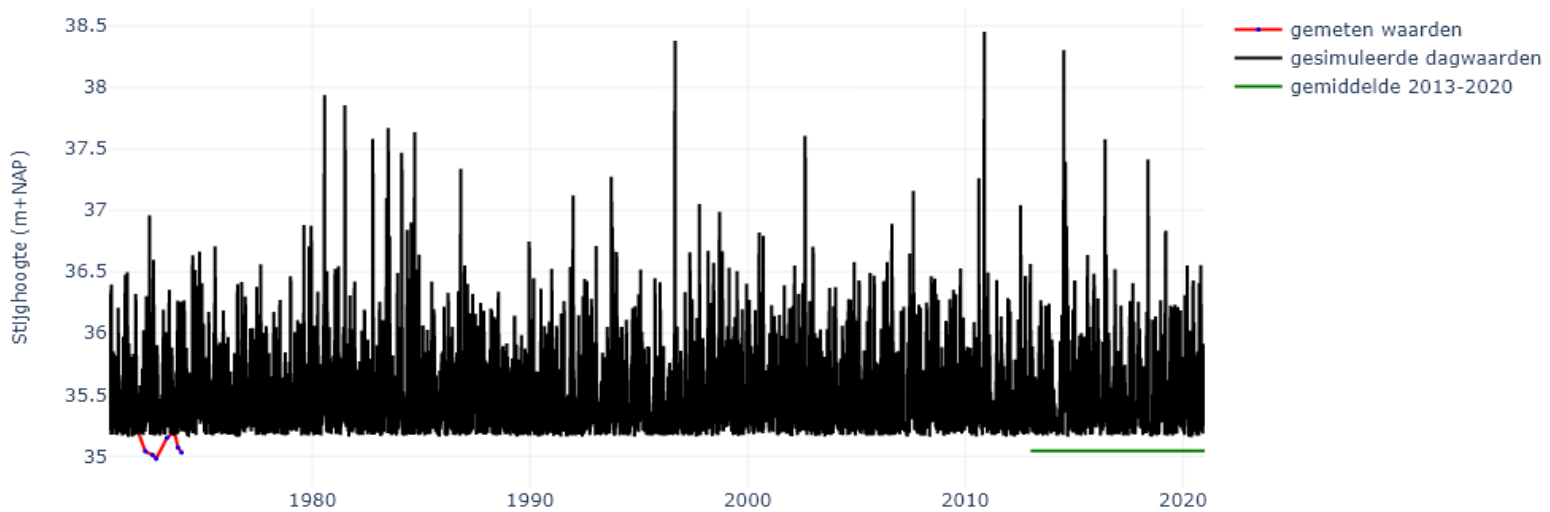
B60C3812F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



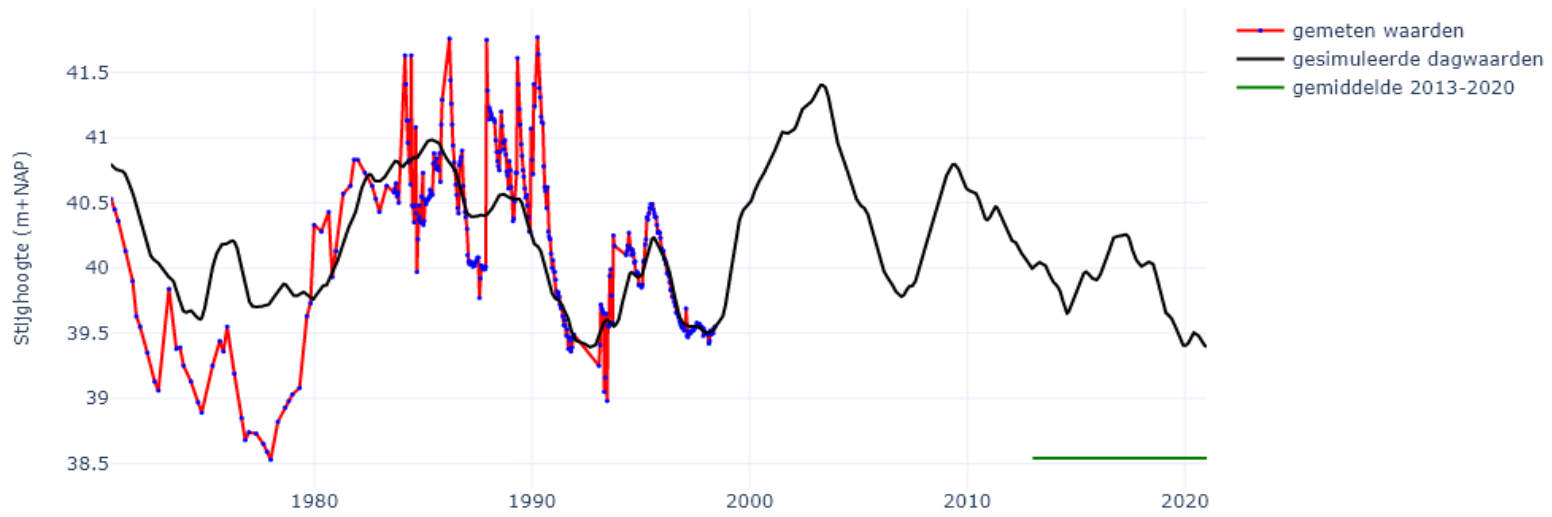
B60C3826F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



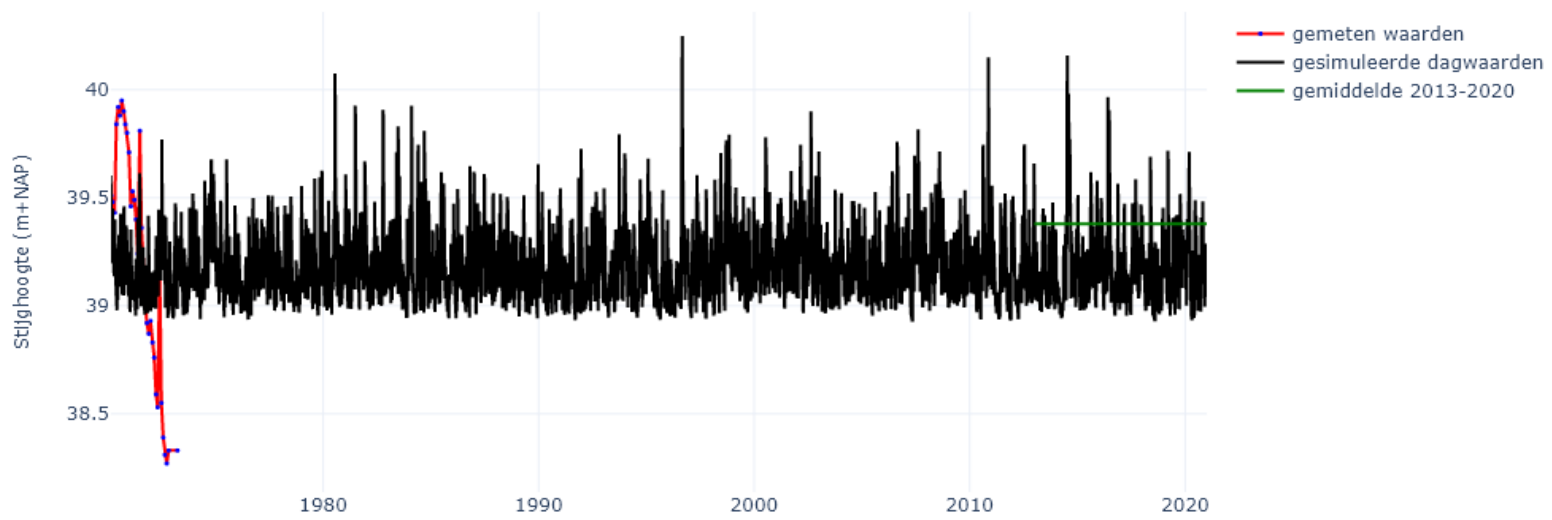
B60C0026F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



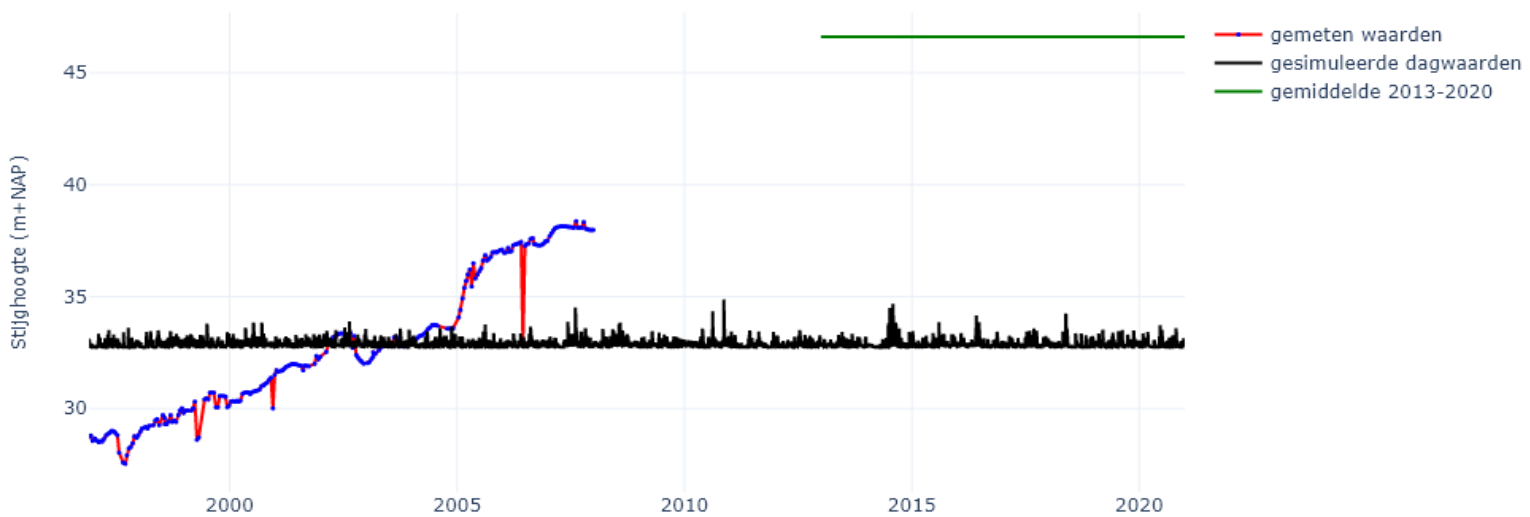
B60C0046F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



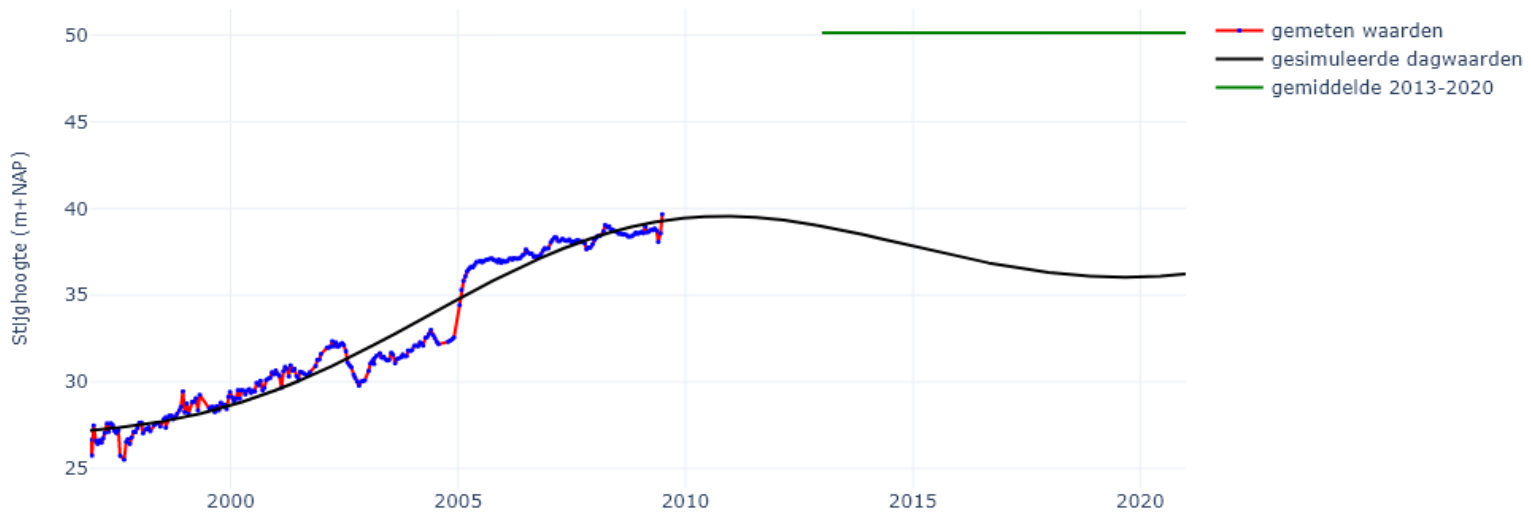
B60C0065F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



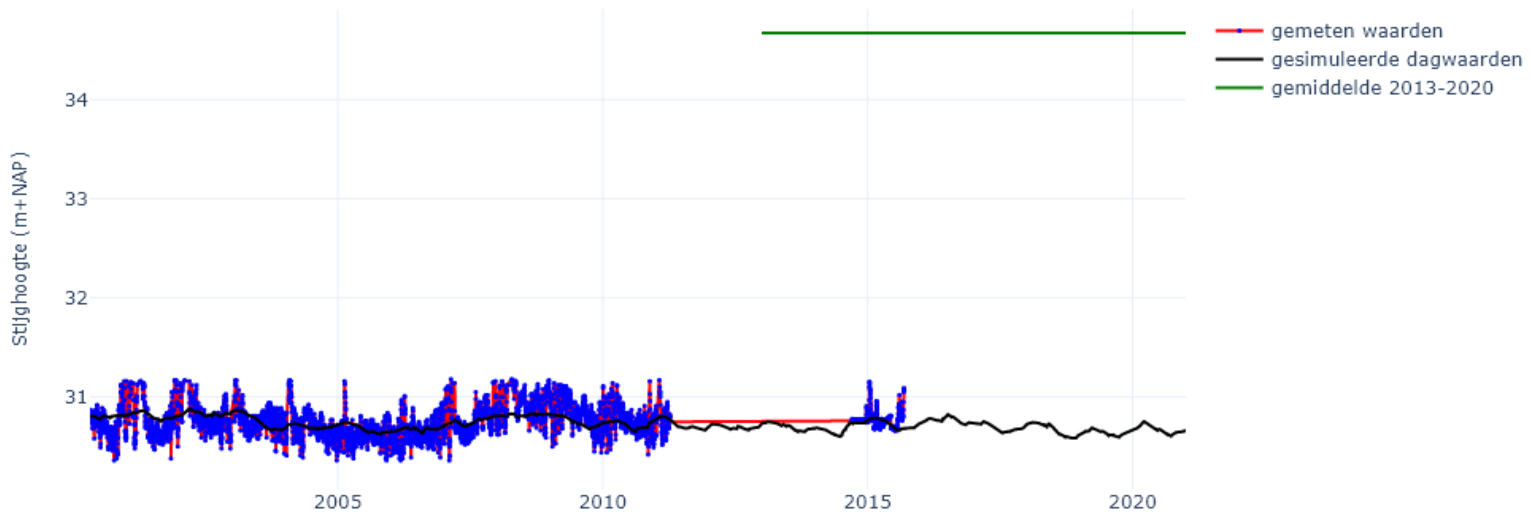
B60C0237F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



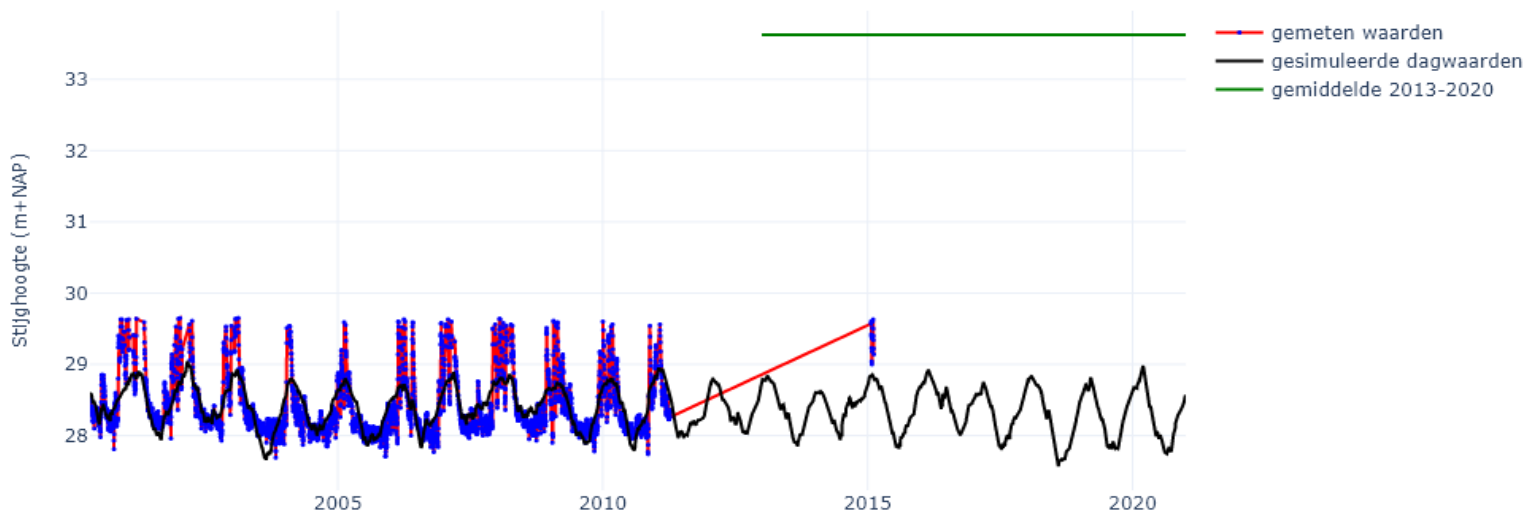
B60C0749F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



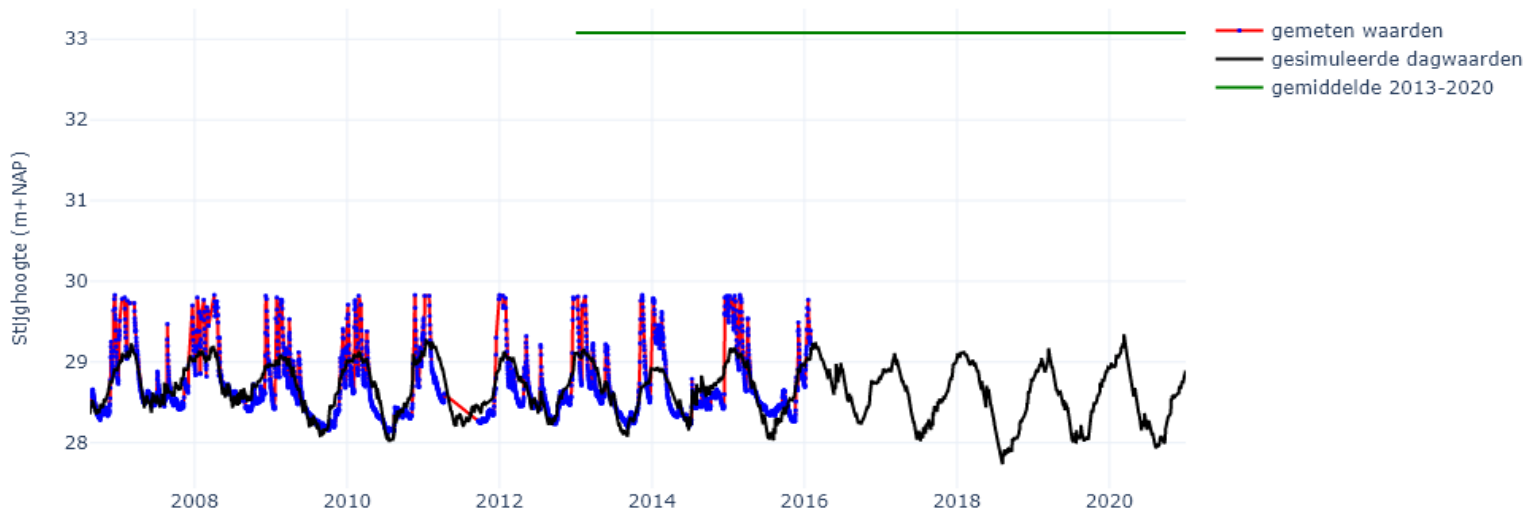
B60C1474F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



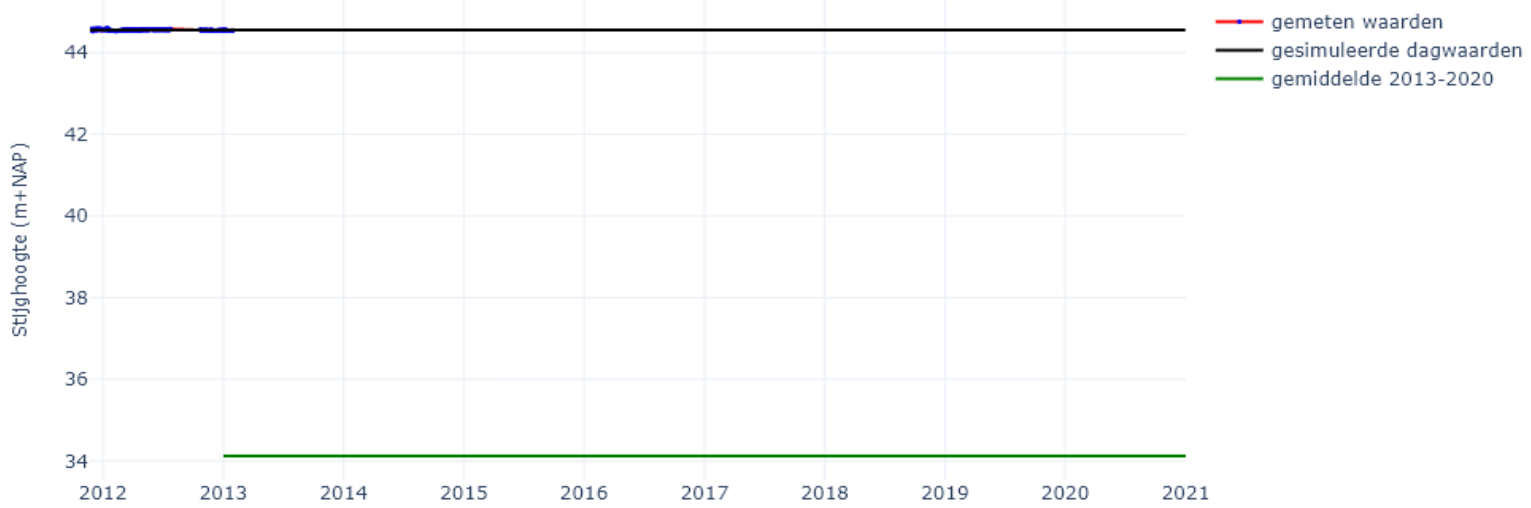
B60C1479F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



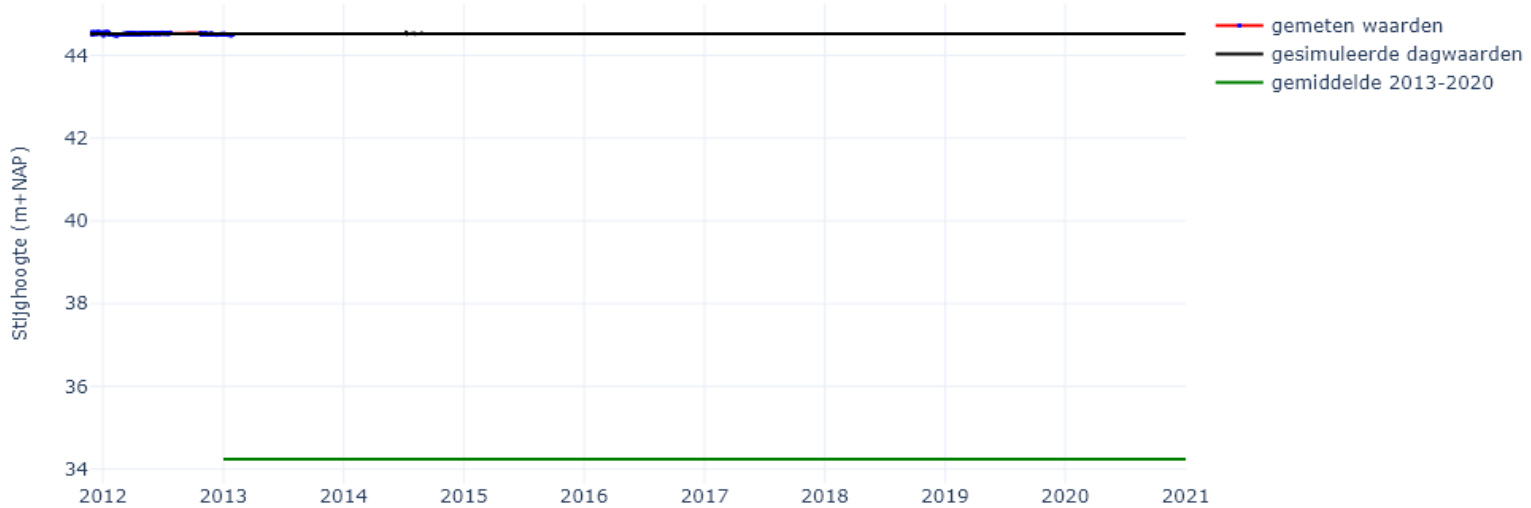
B60C2335F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



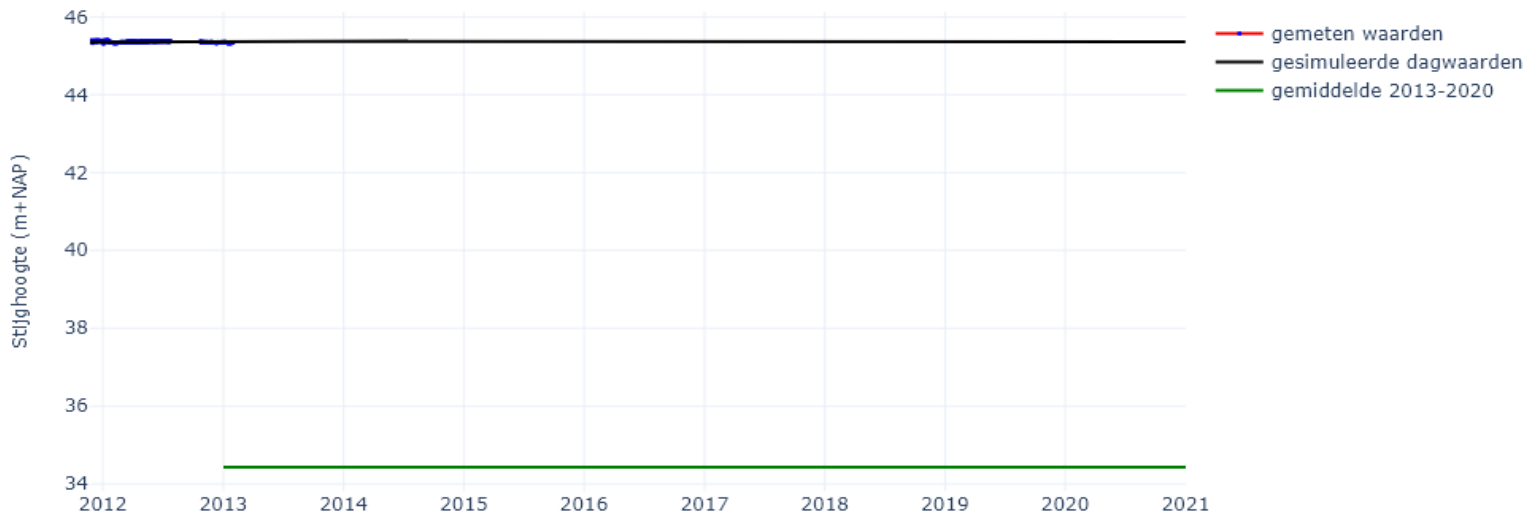
B60C3592F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



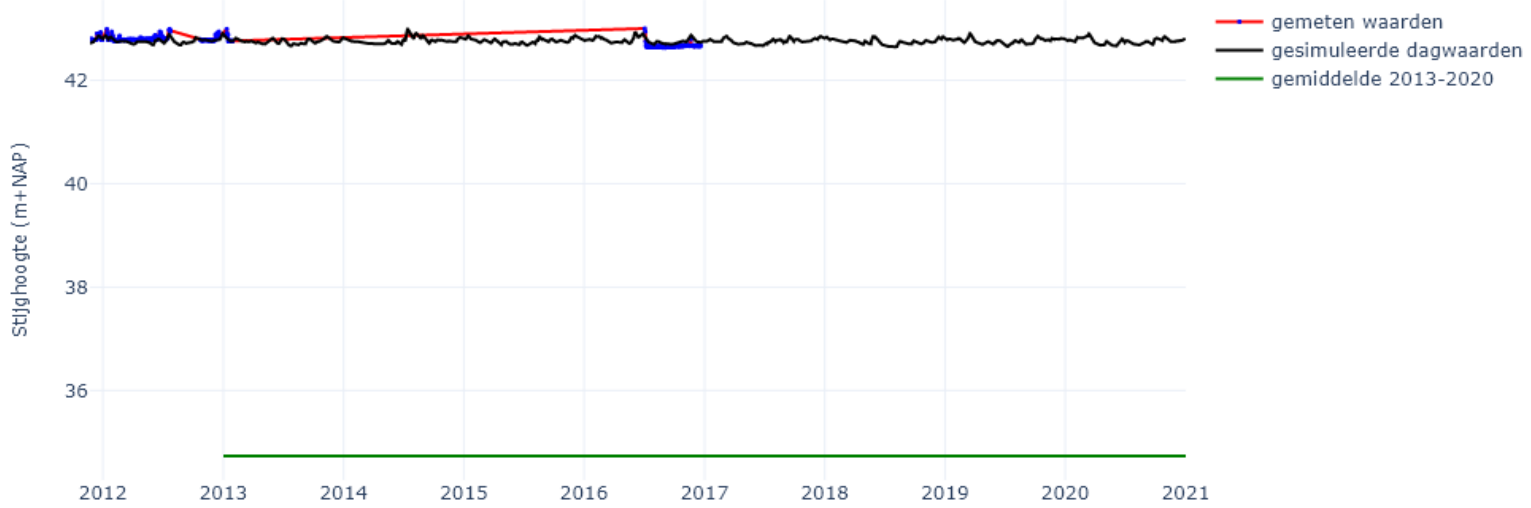
B60C3593F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



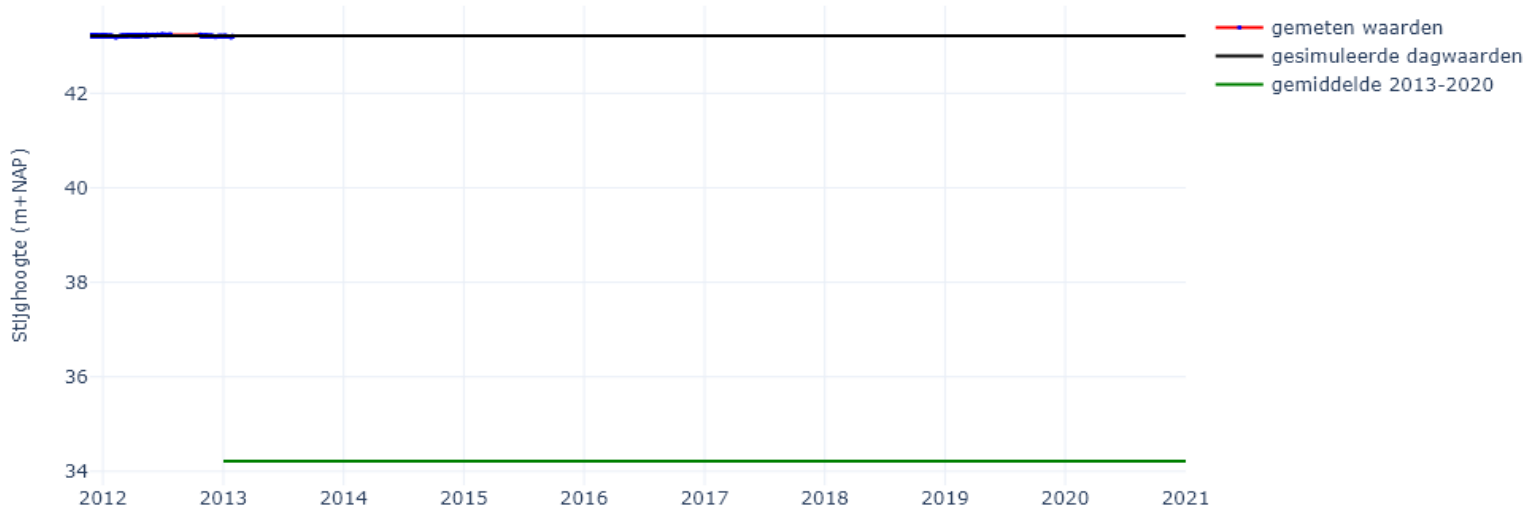
B60C3594F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



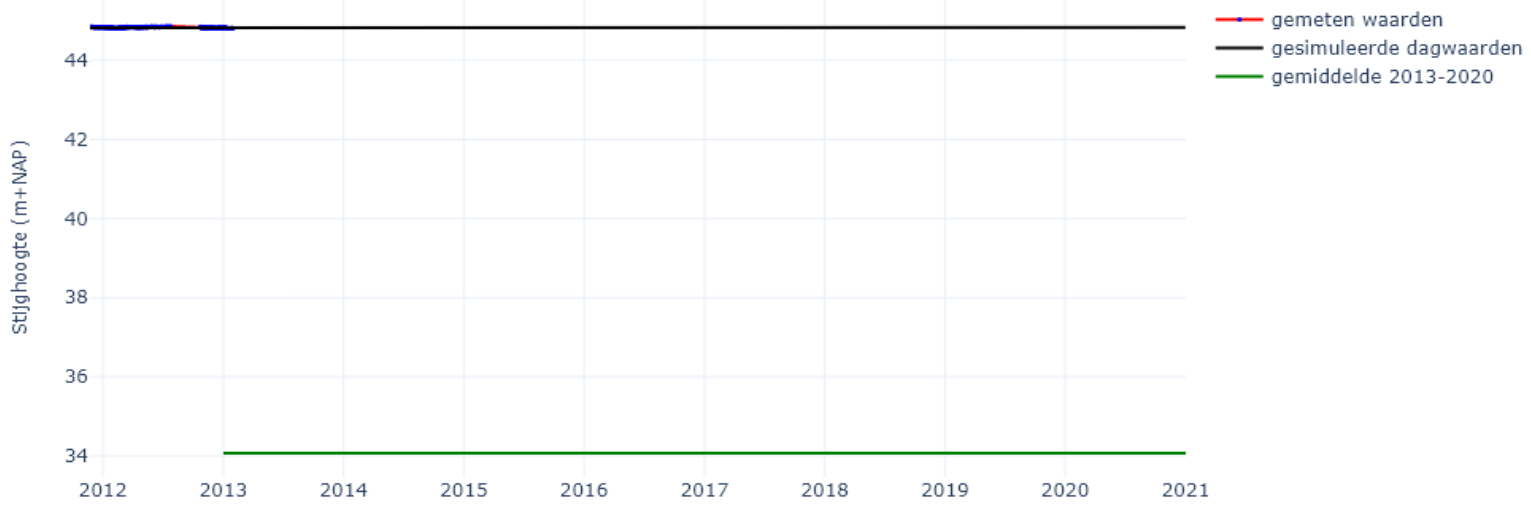
B60C3595F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



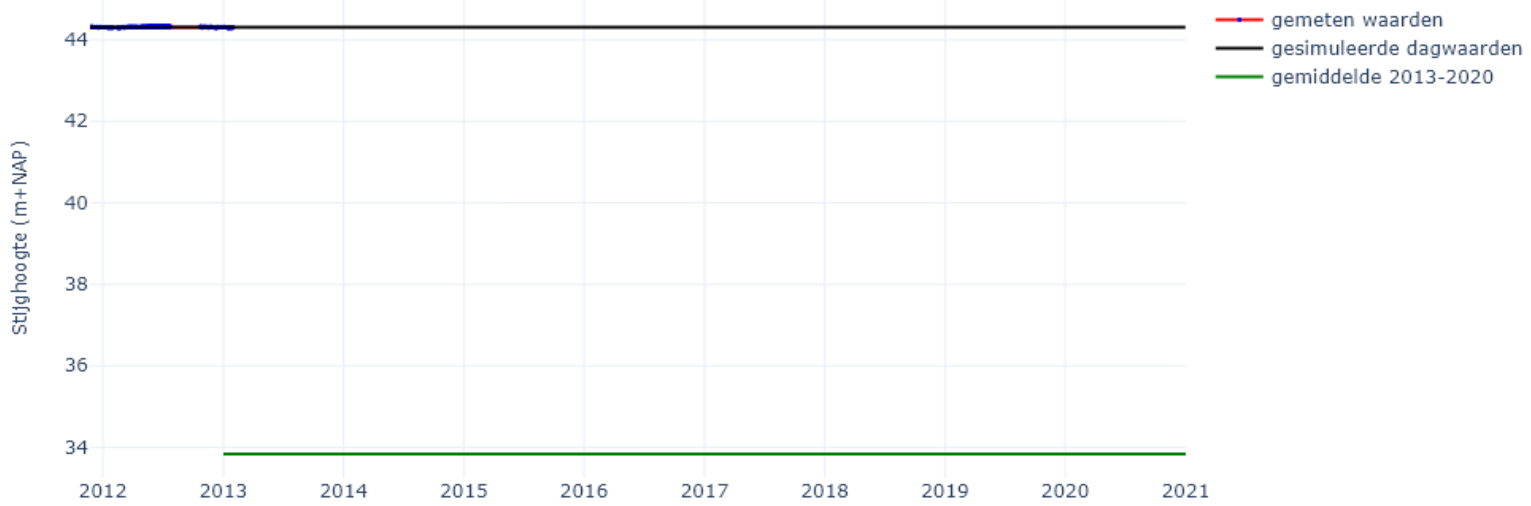
B60C3596F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



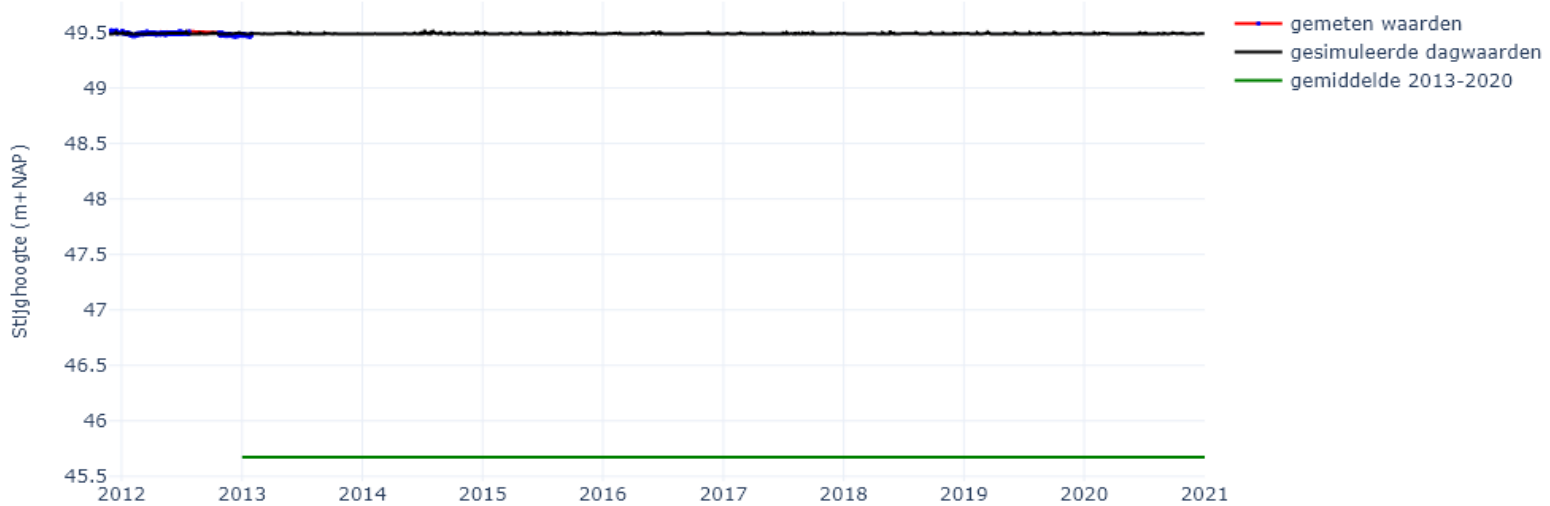
B60C3597F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



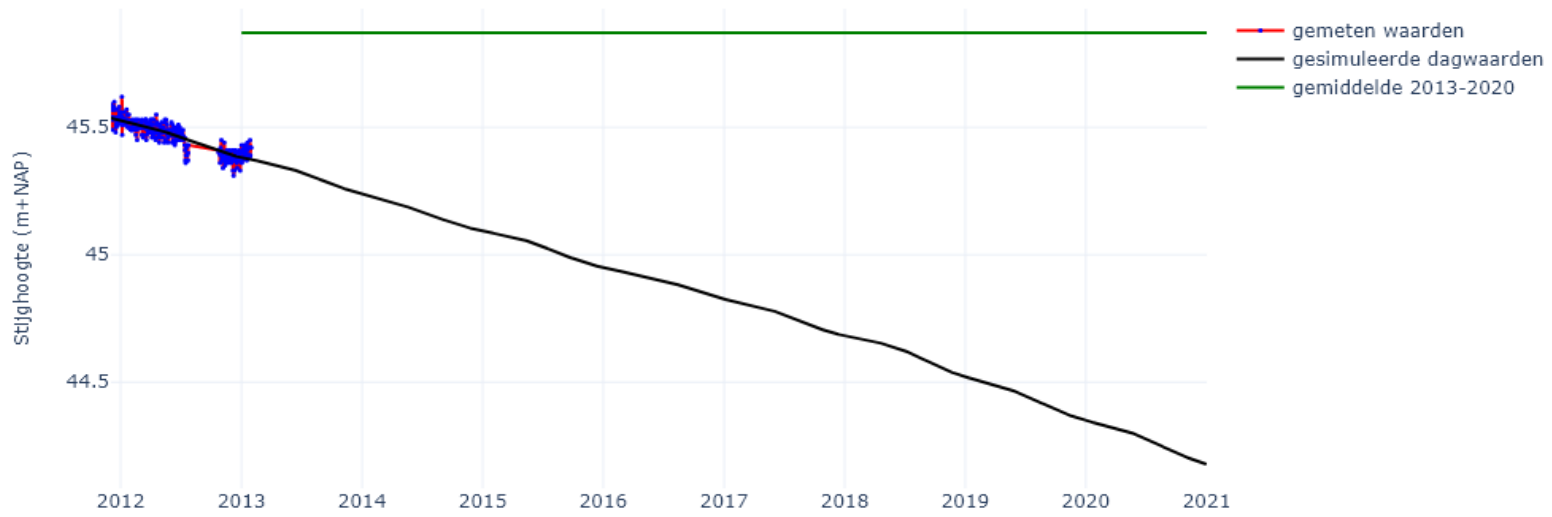
B60C3598F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



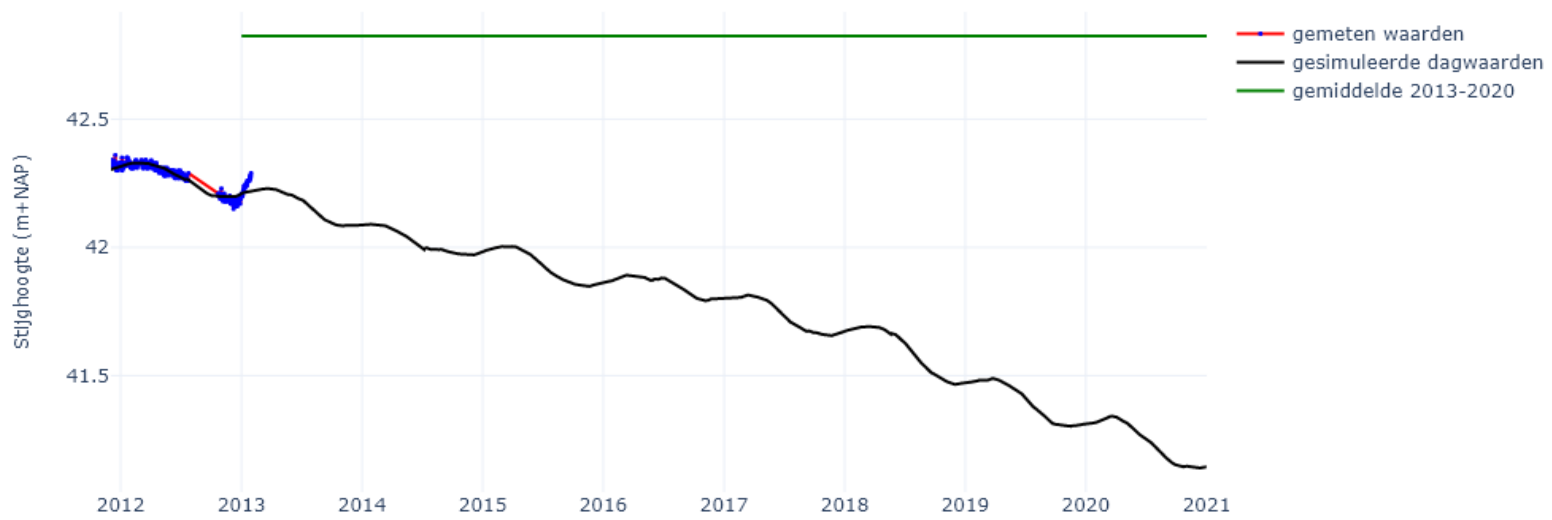
B60C3603F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



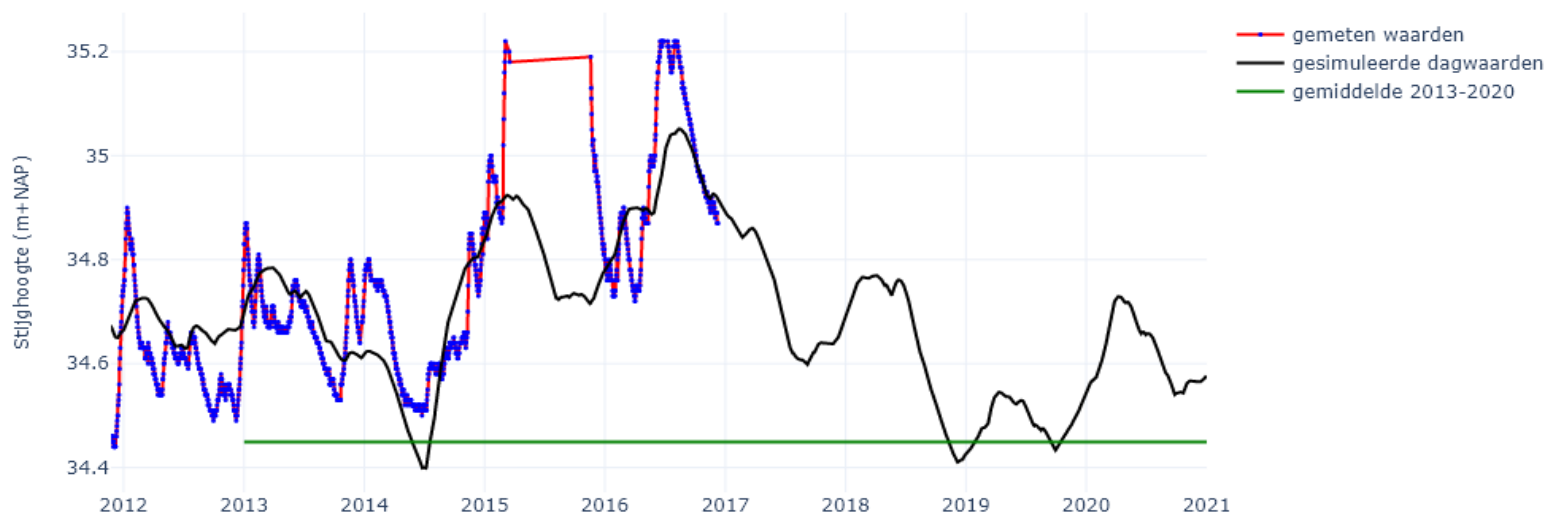
B60C3604F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



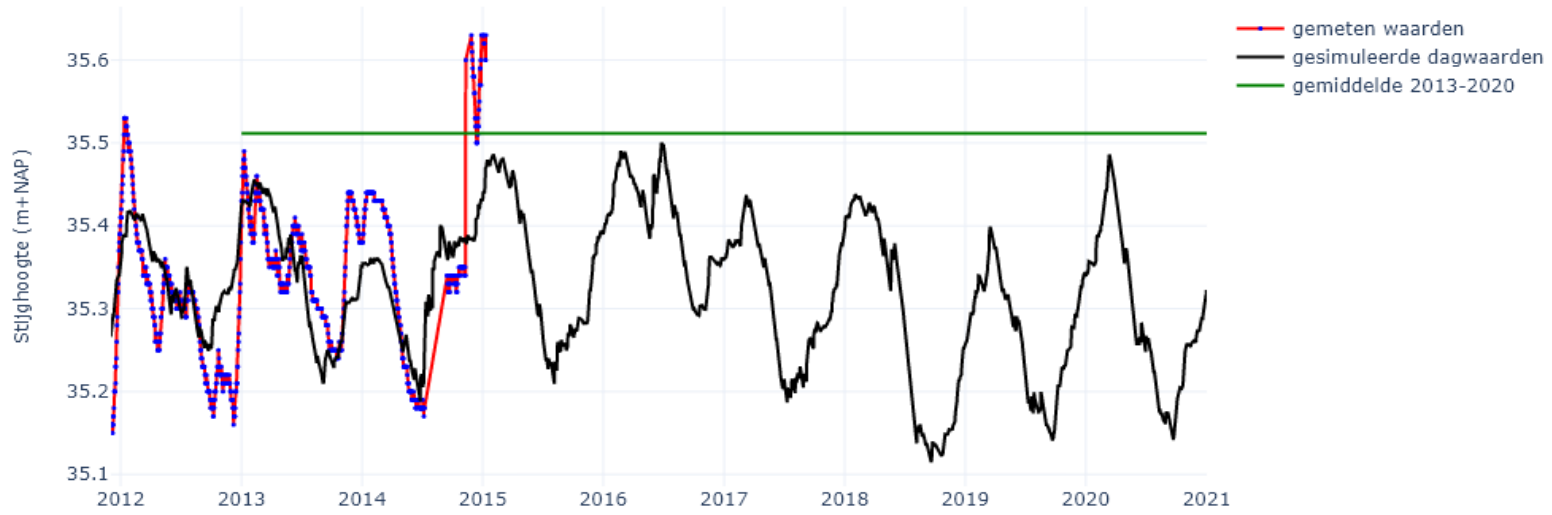
B60C3650F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



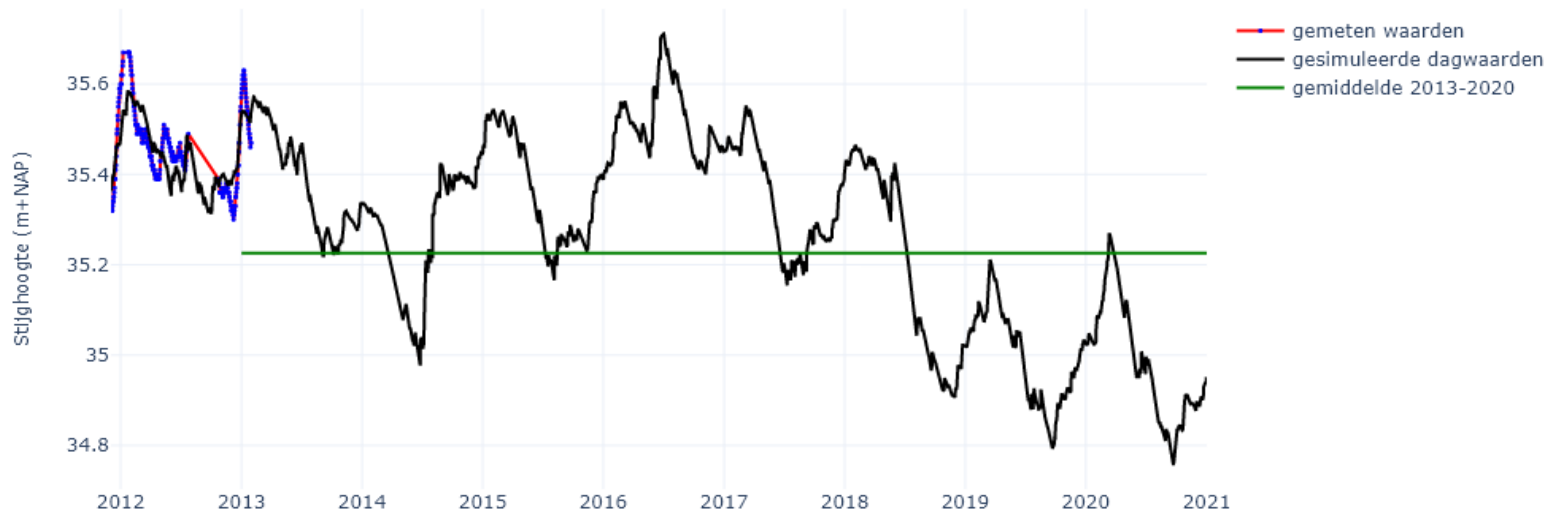
B60C3652F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



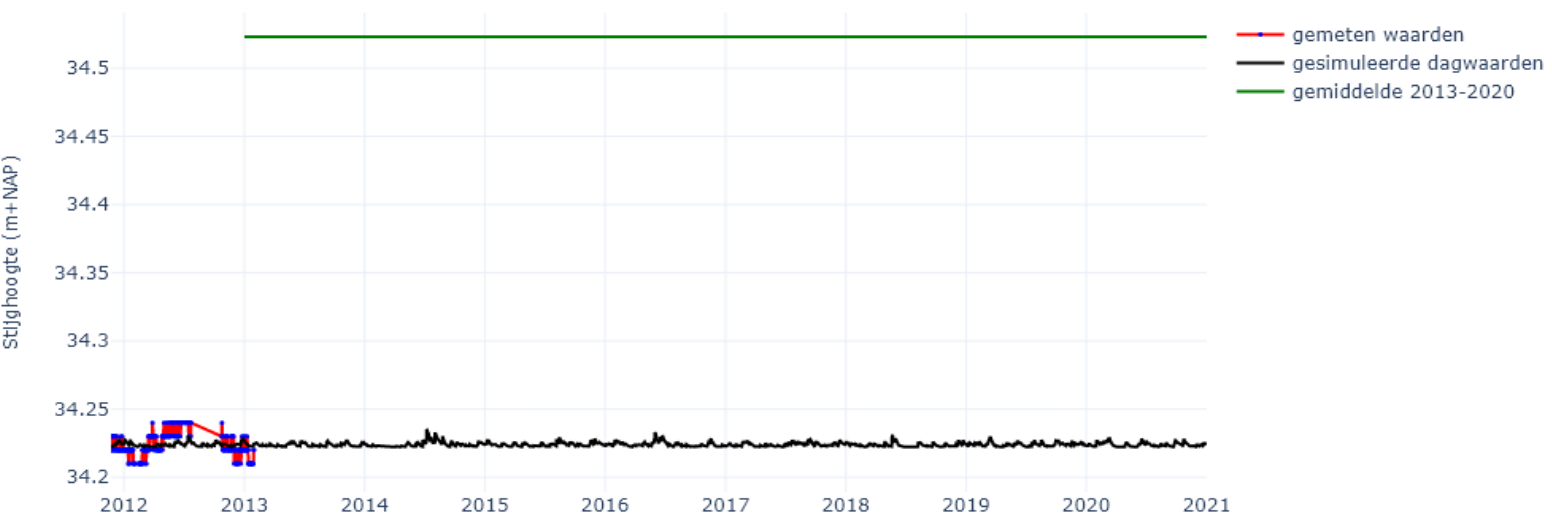
B60C3653F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



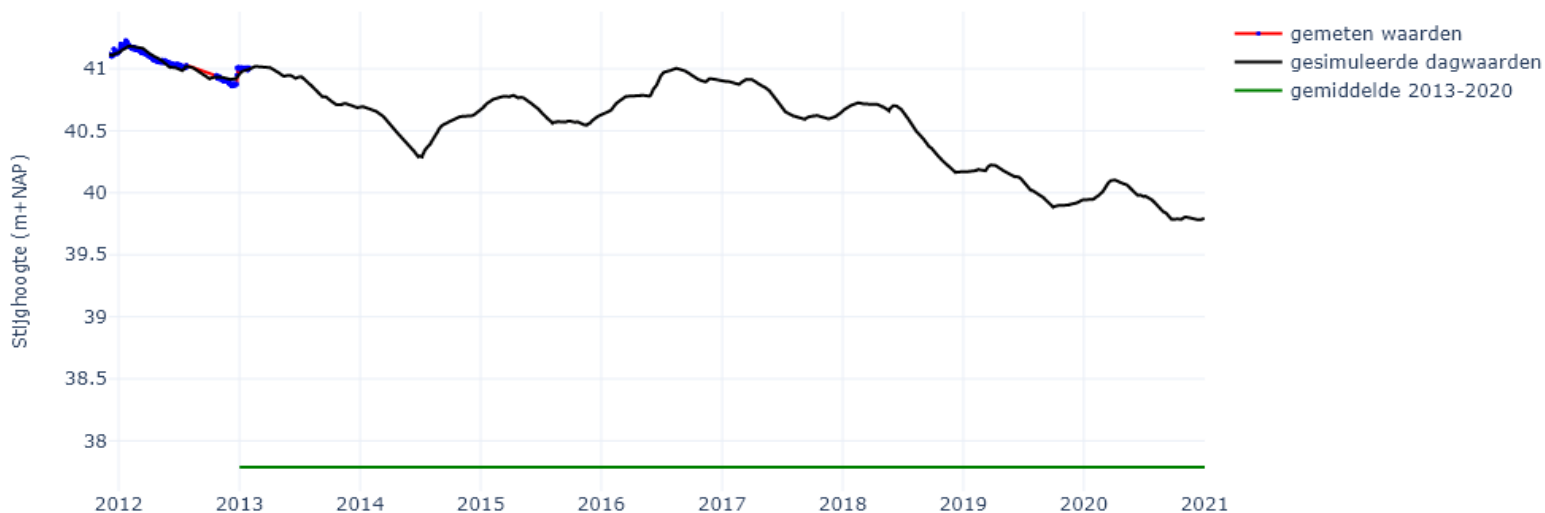
B60C3654F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



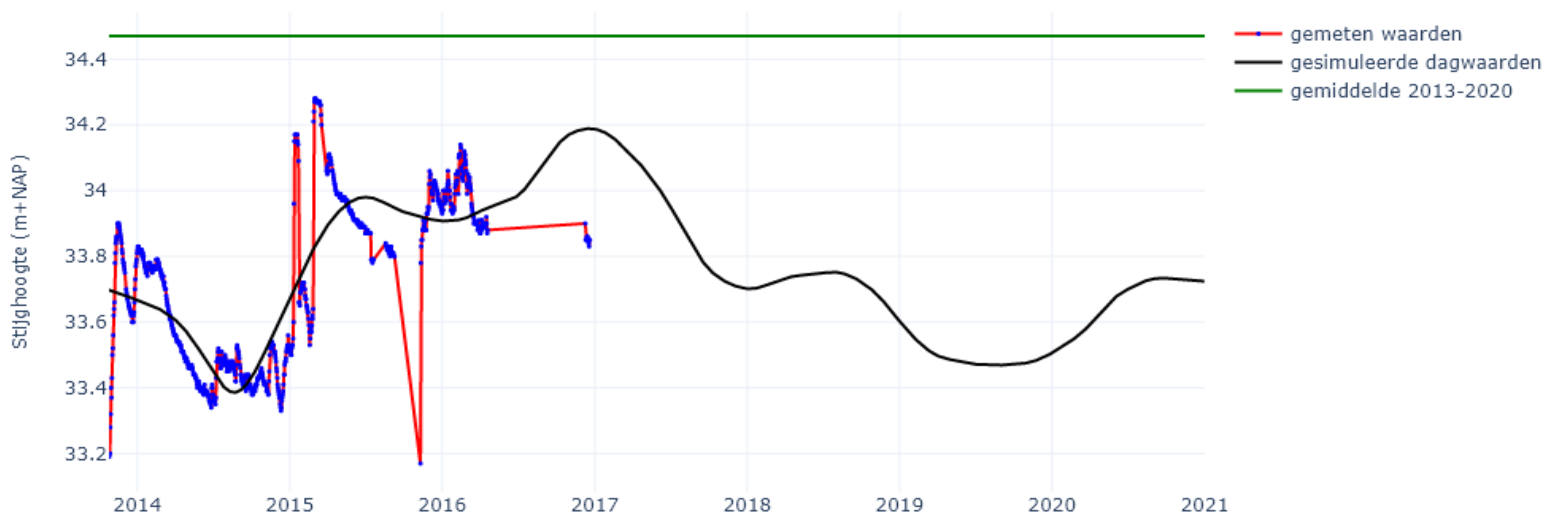
B60C3656F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



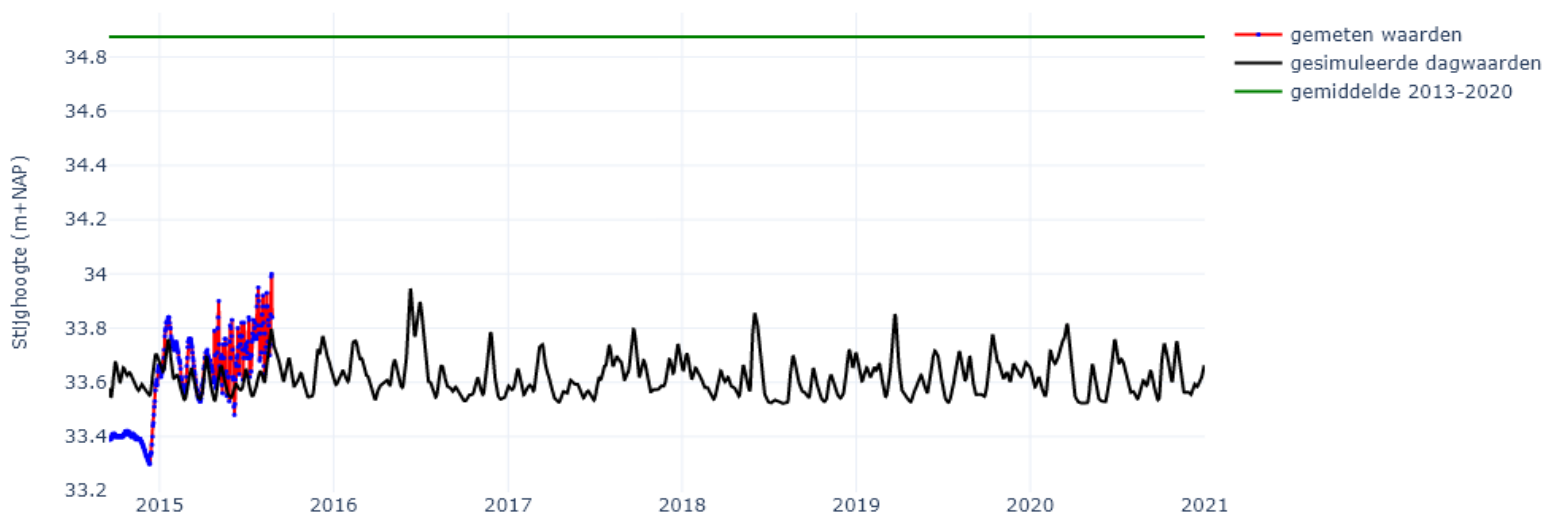
B60C3661F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



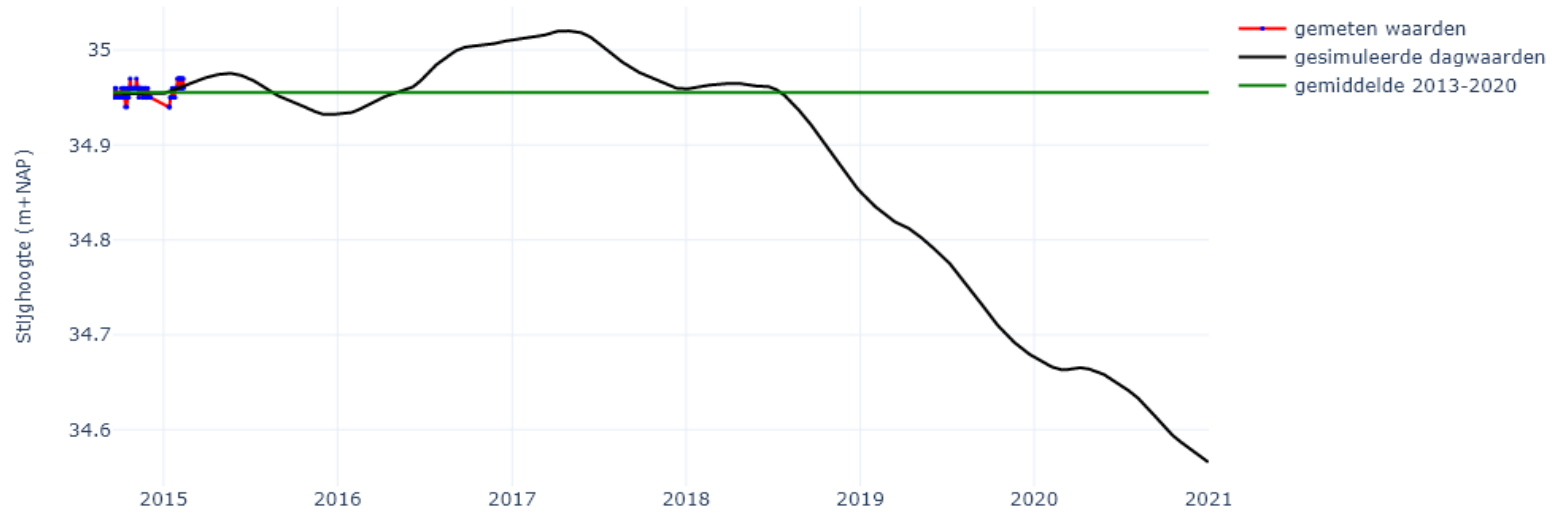
B60C3756F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



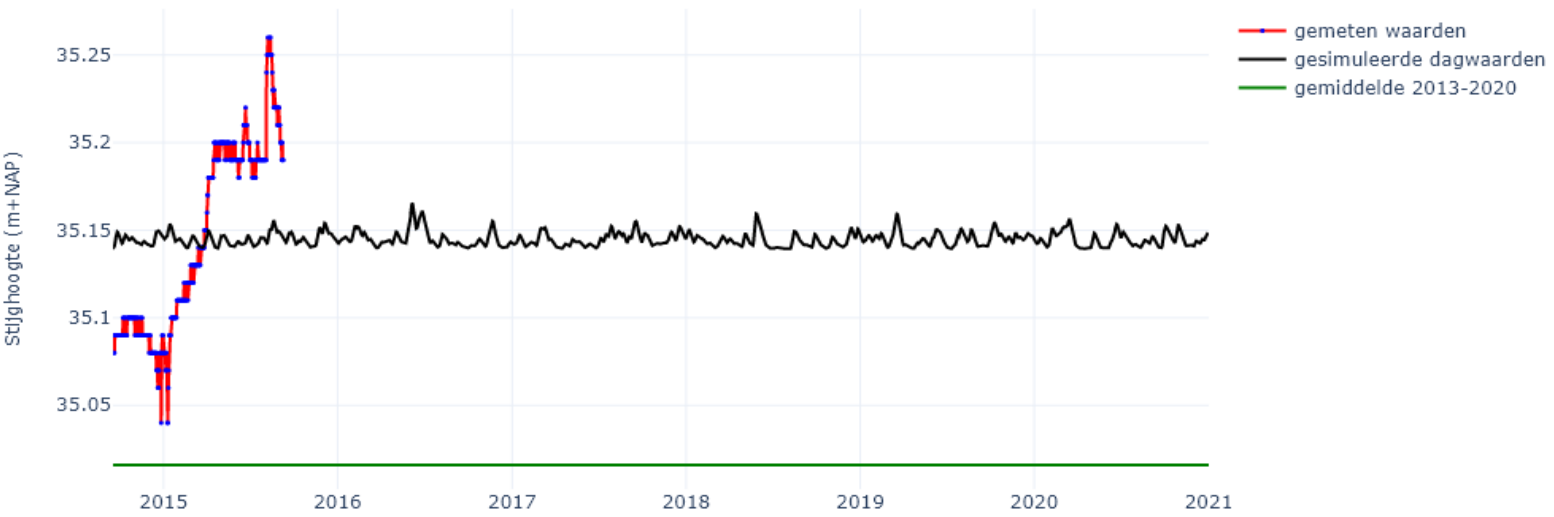
B60C3770F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



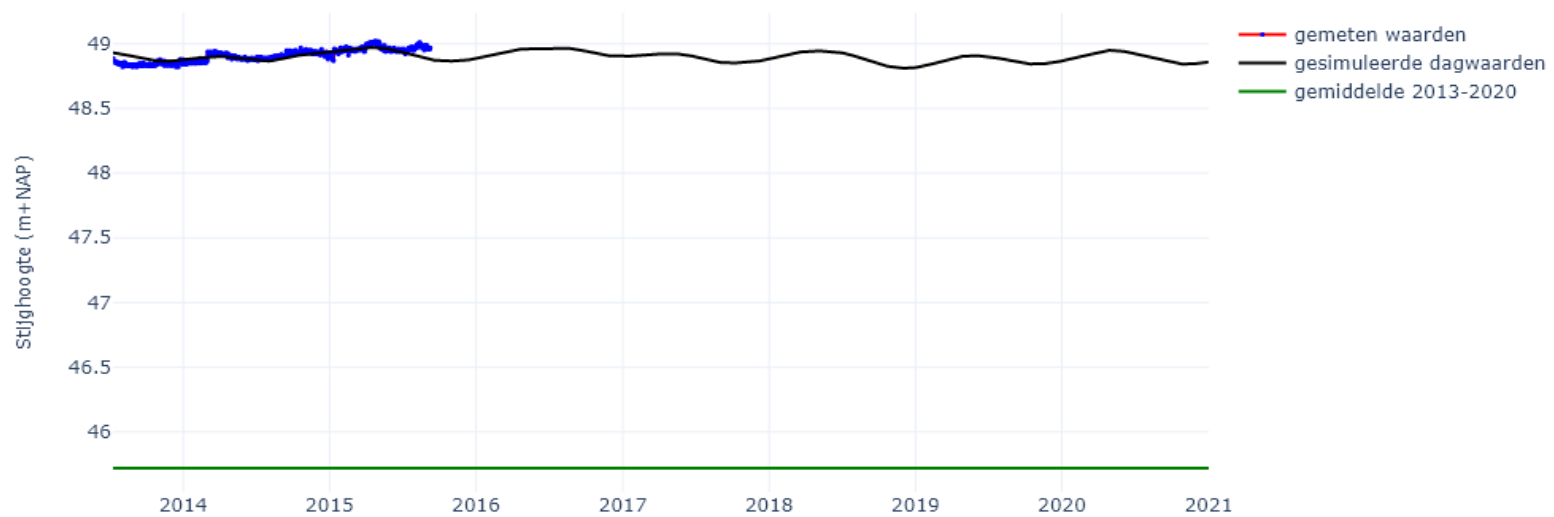
B60C3771F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



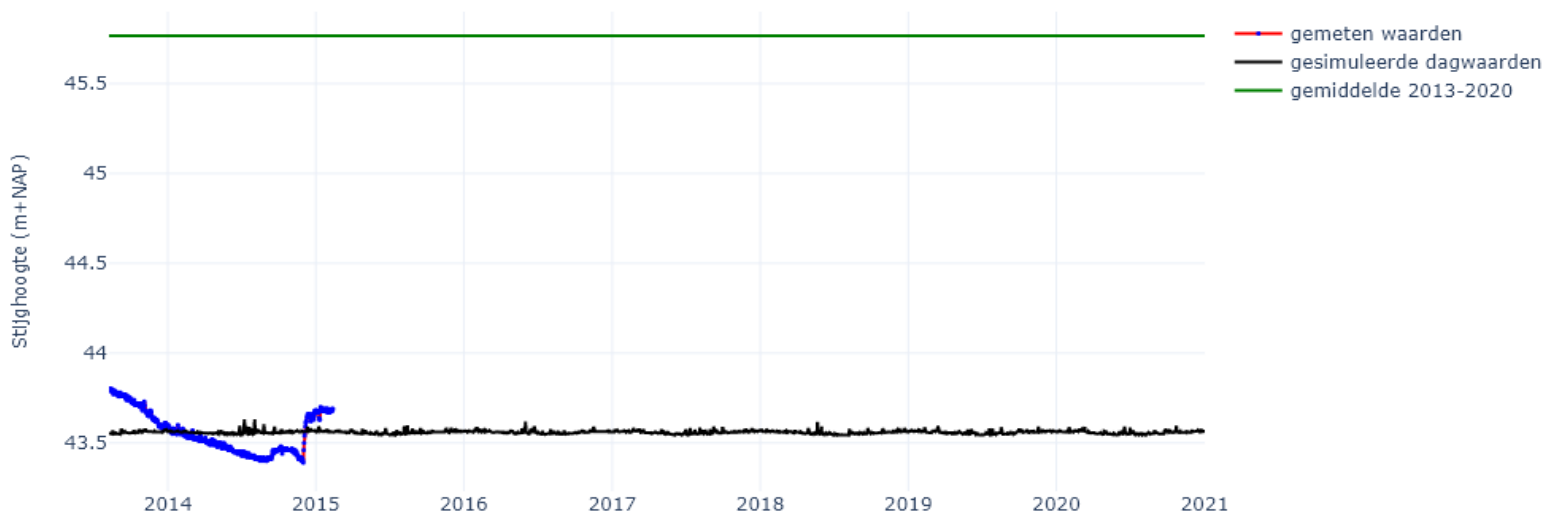
B60C3772F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



B60C3782F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



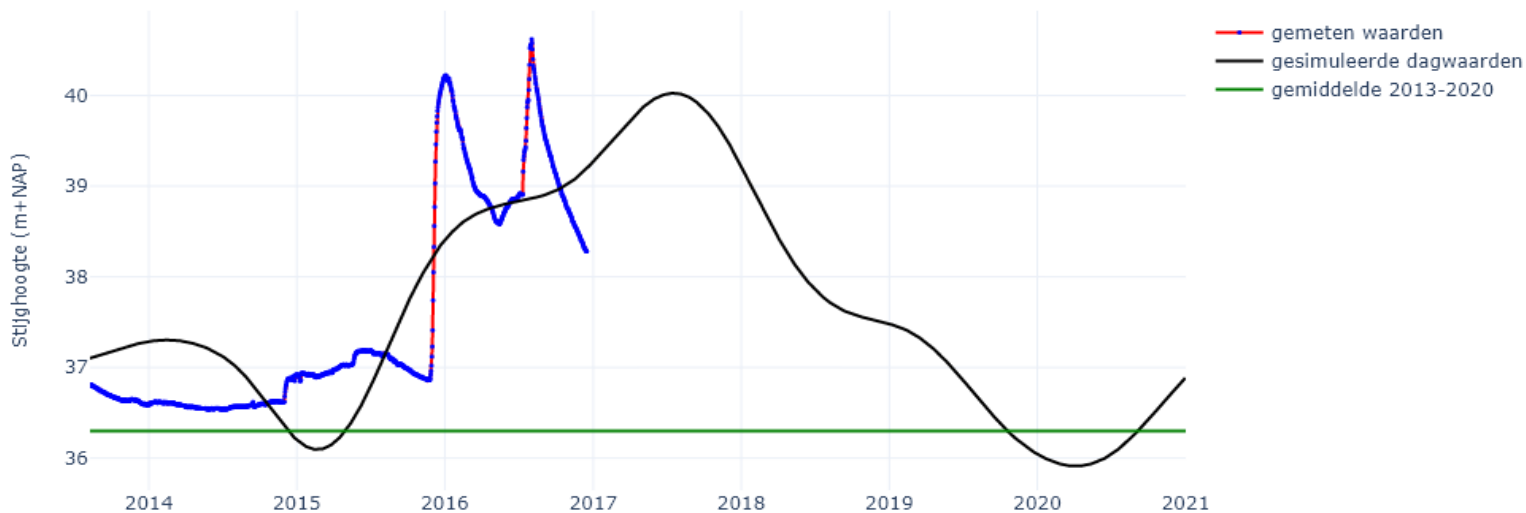
B60C3784F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



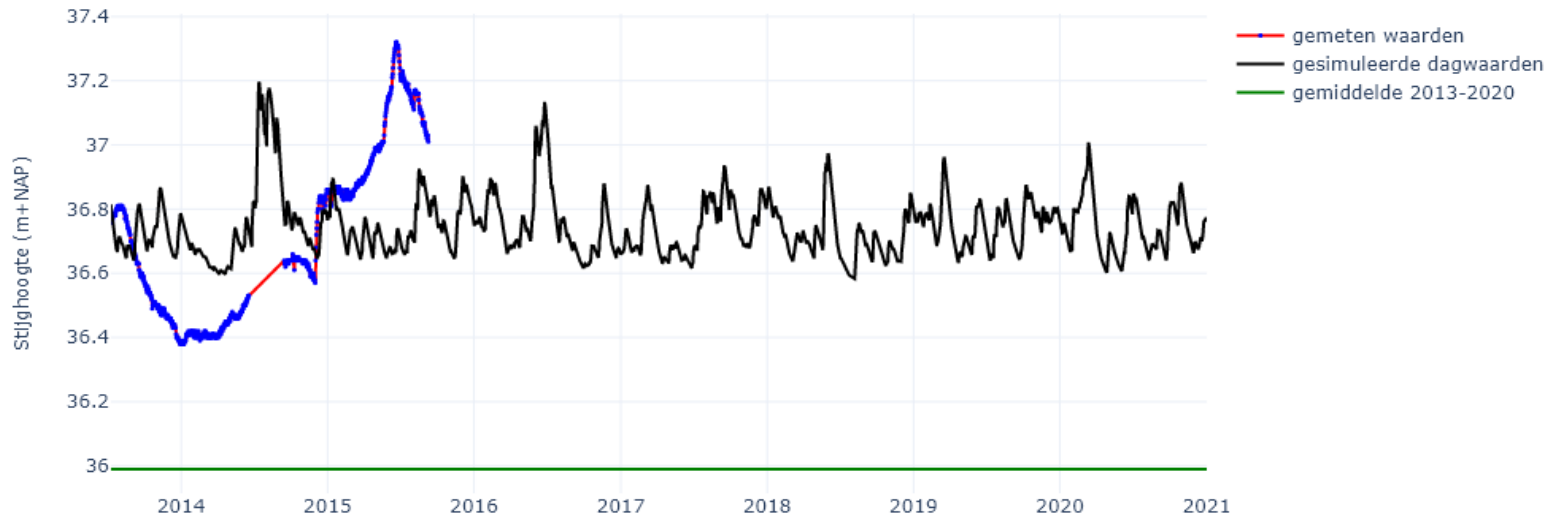
B60C3791F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



B60C3792F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



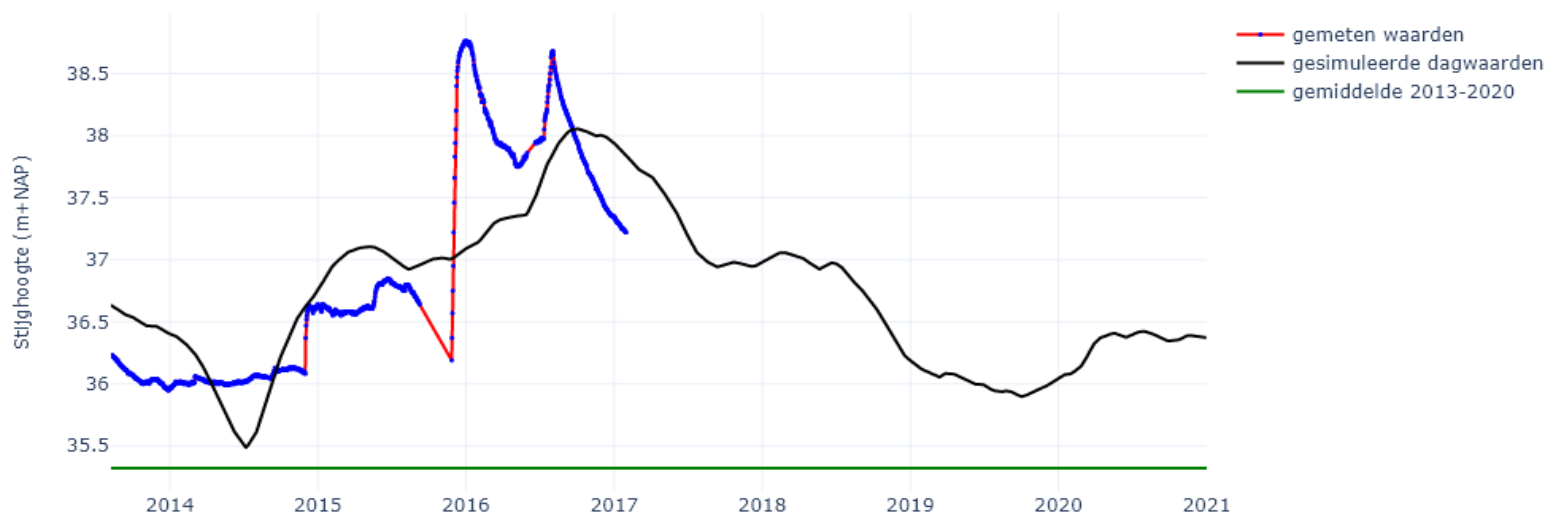
B60C3793F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



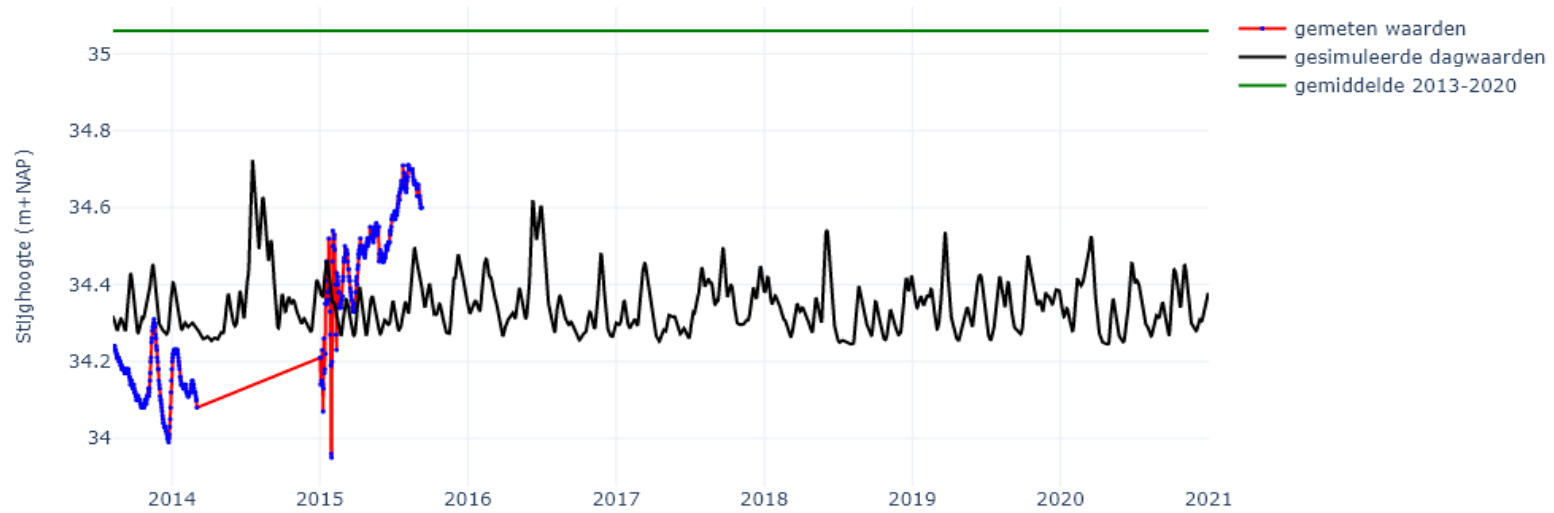
B60C3794F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



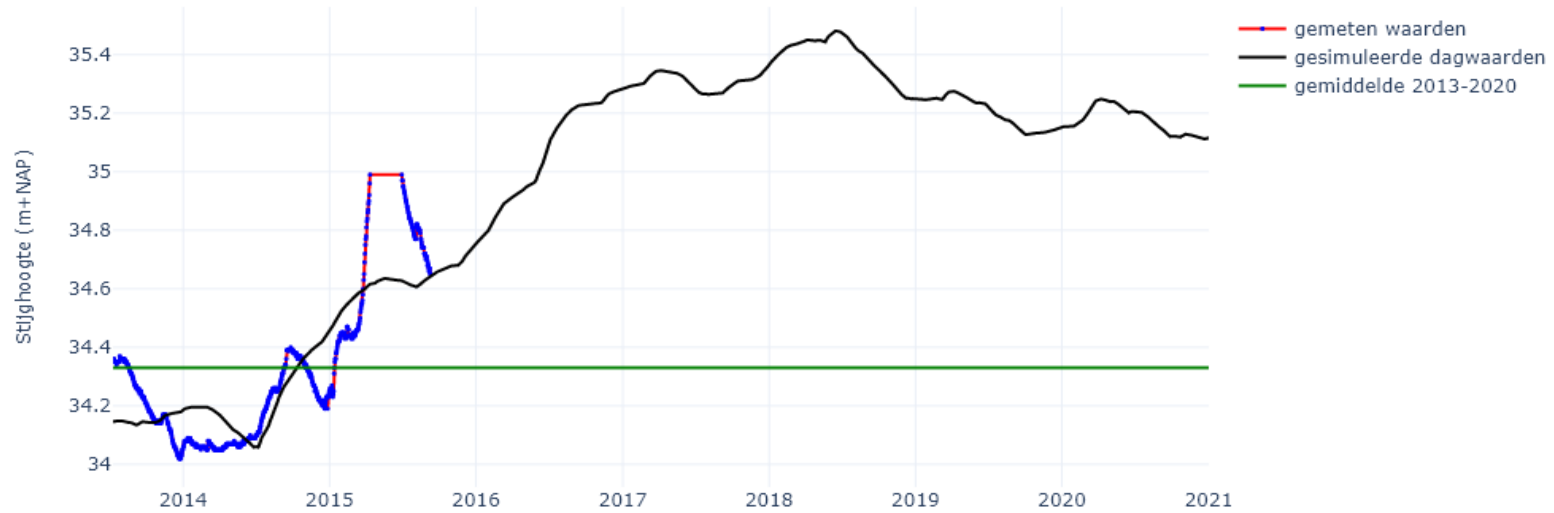
B60C3813F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



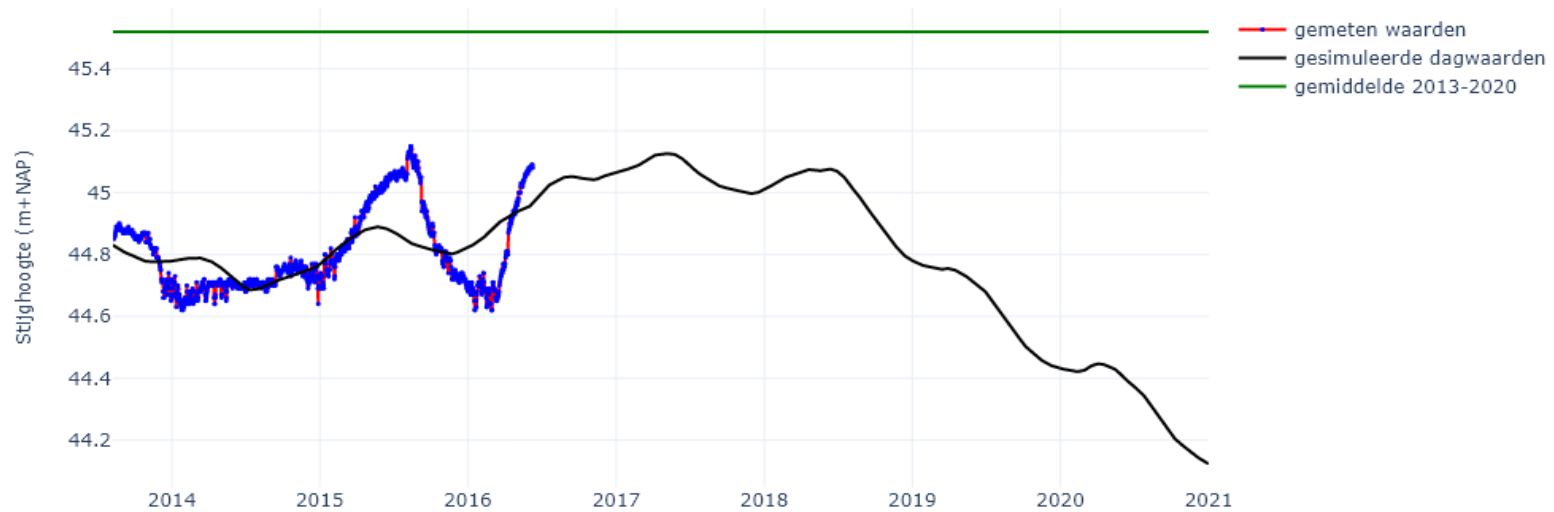
B60C3819F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



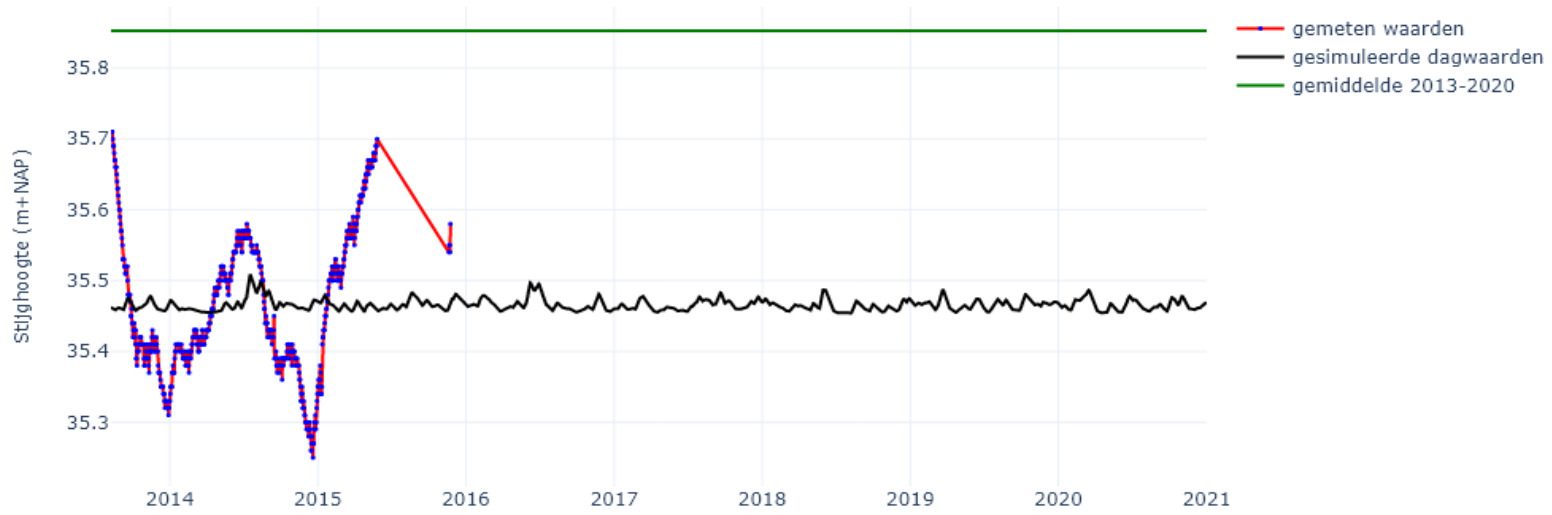
B60C3822F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



B60C3825F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



B60C3827F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



B60C3828F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



B60C3845F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



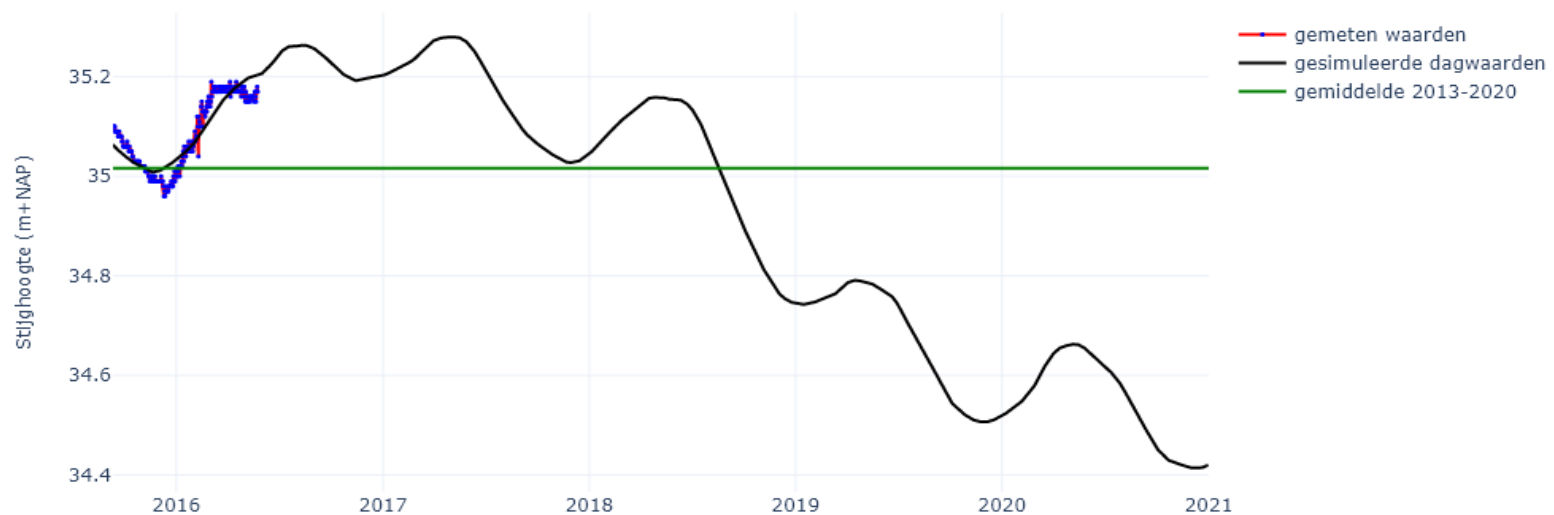
B60C3847F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



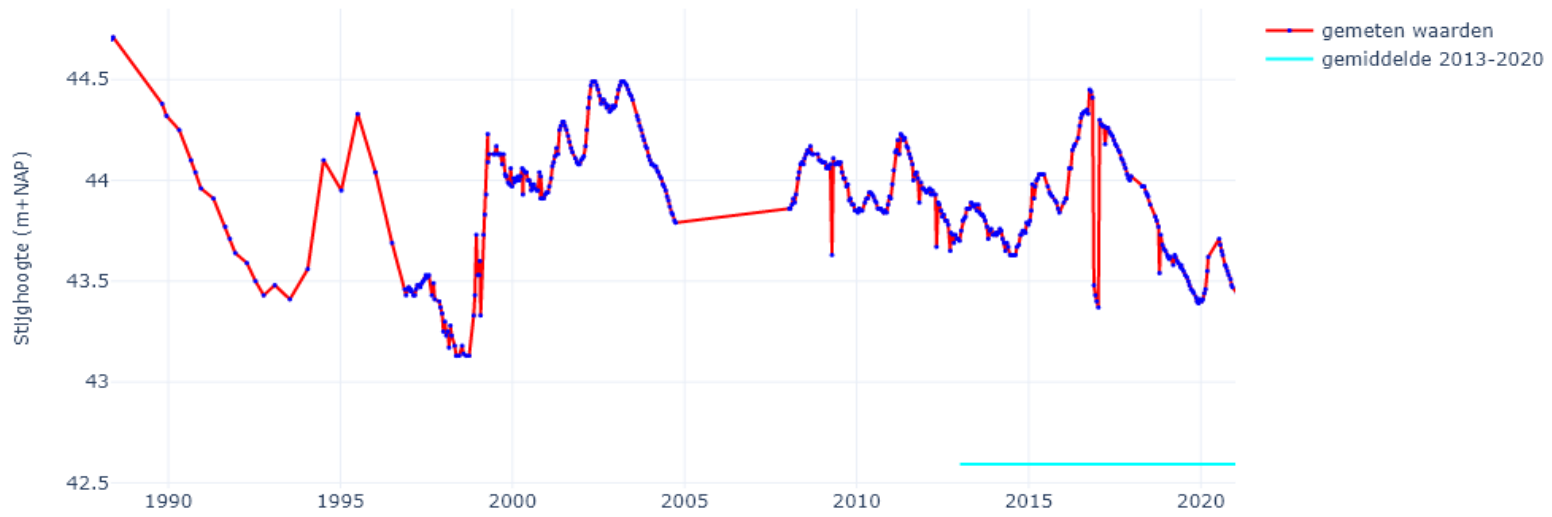
B60C3848F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



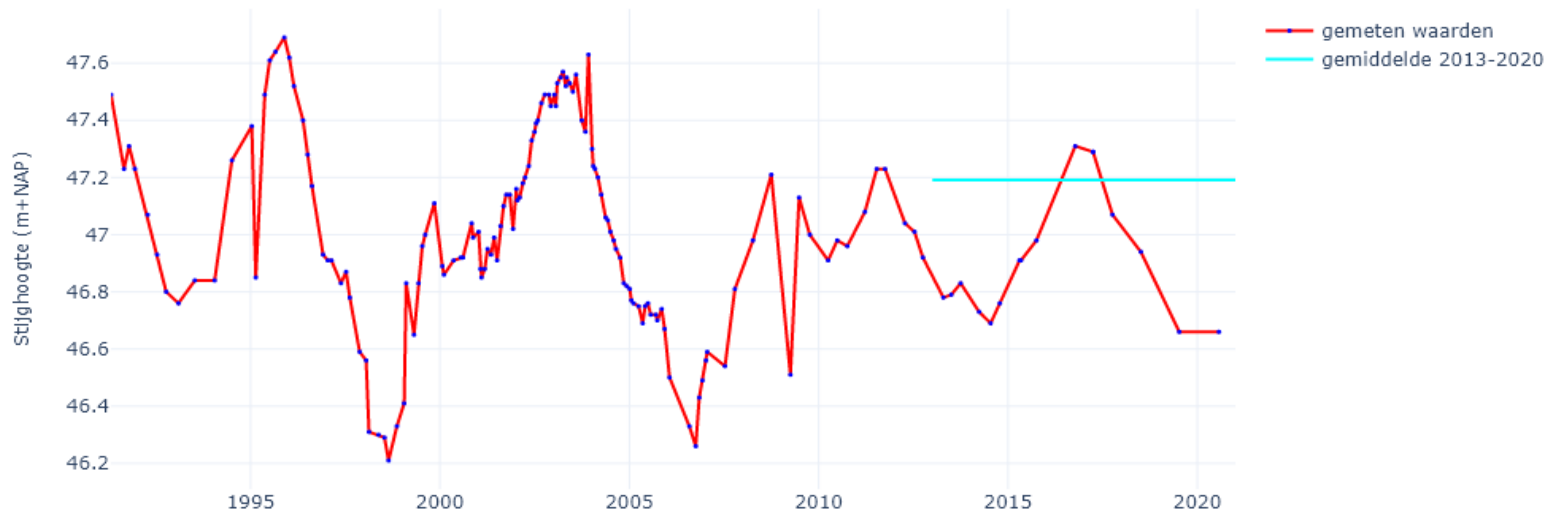
B60C3849F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



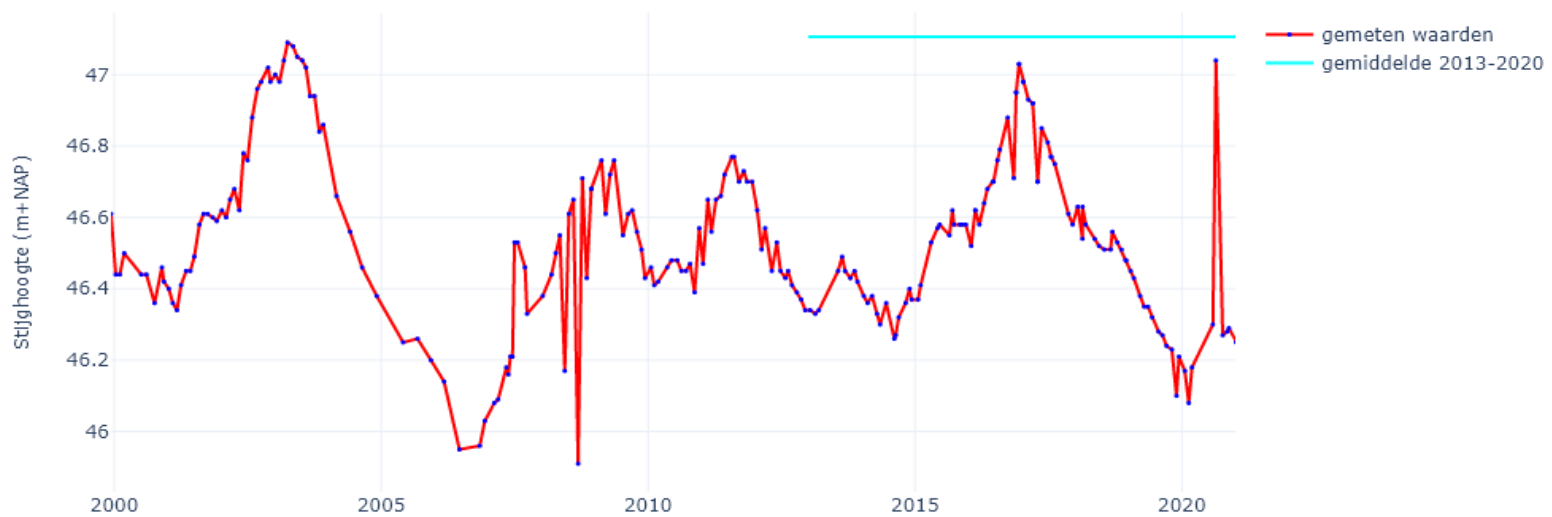
000PB028F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



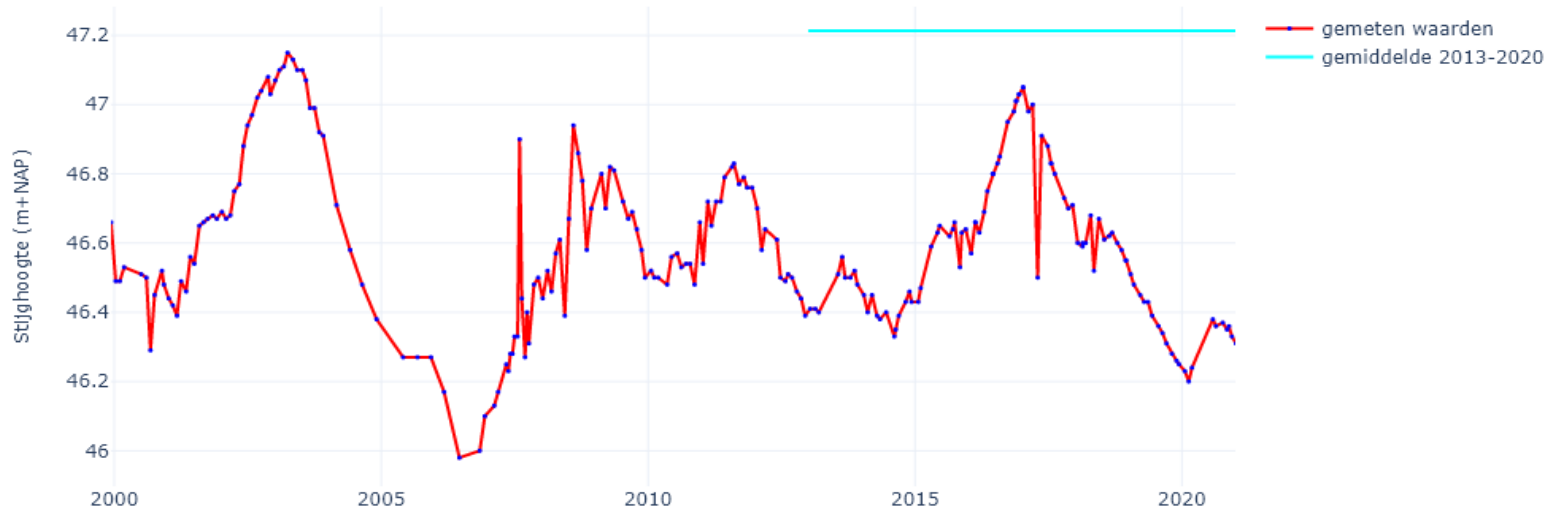
036PB003F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



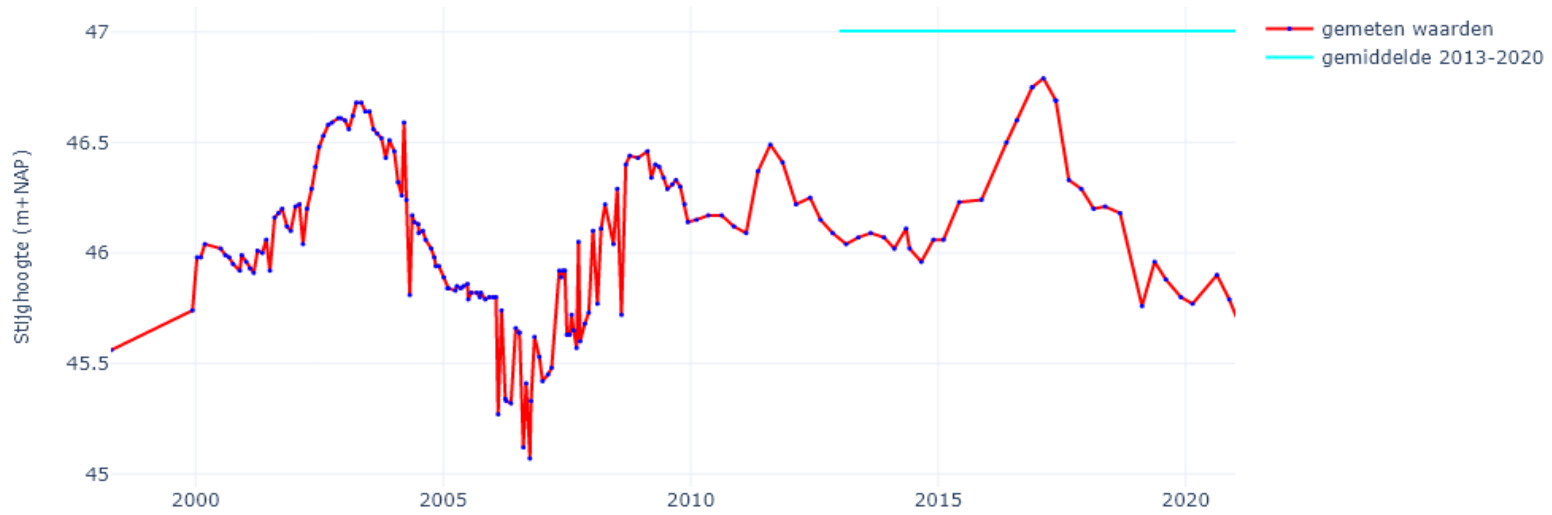
036PB083F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



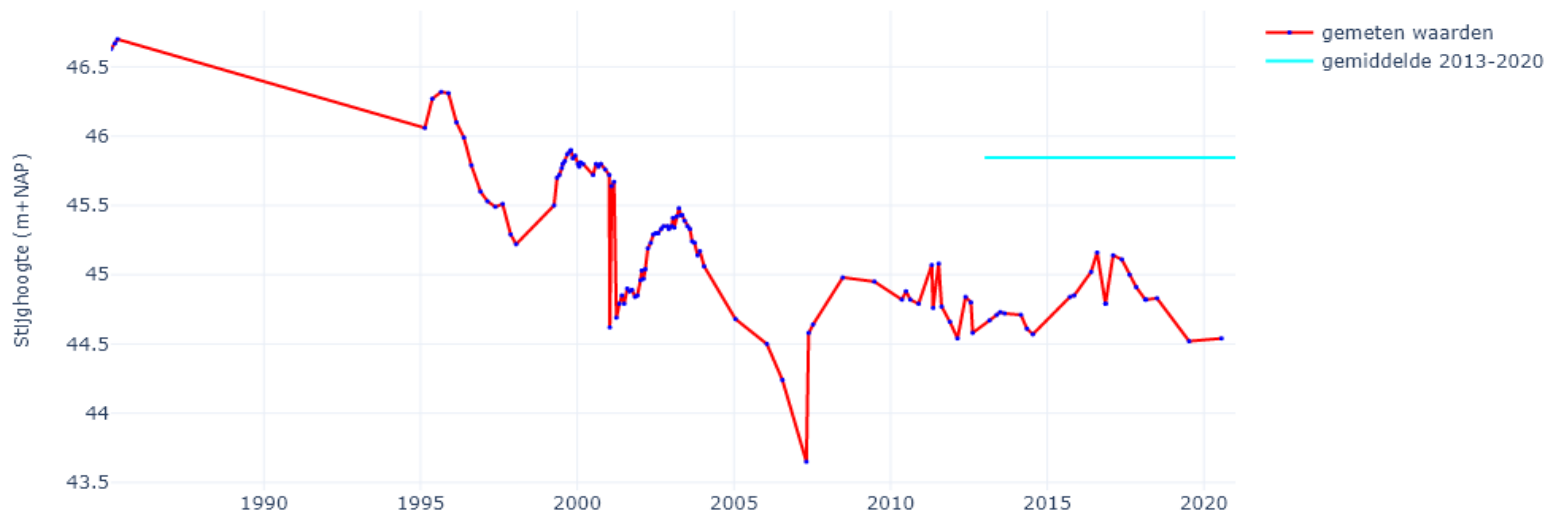
036PB084F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



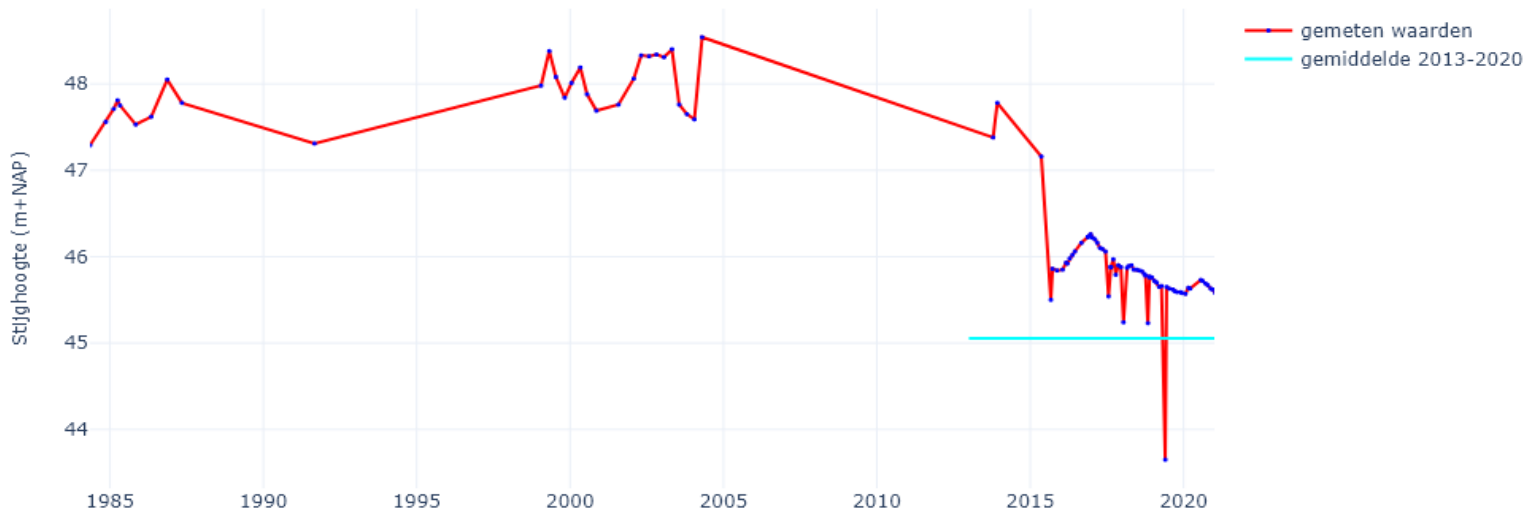
038PB074F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



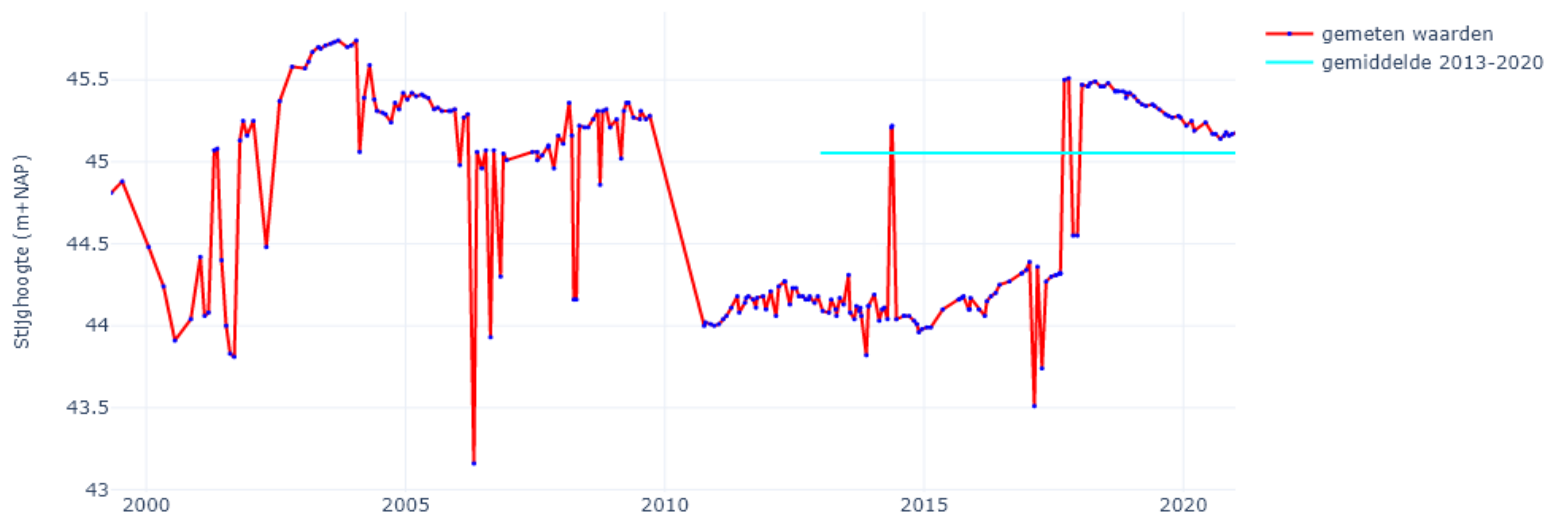
048PB006F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



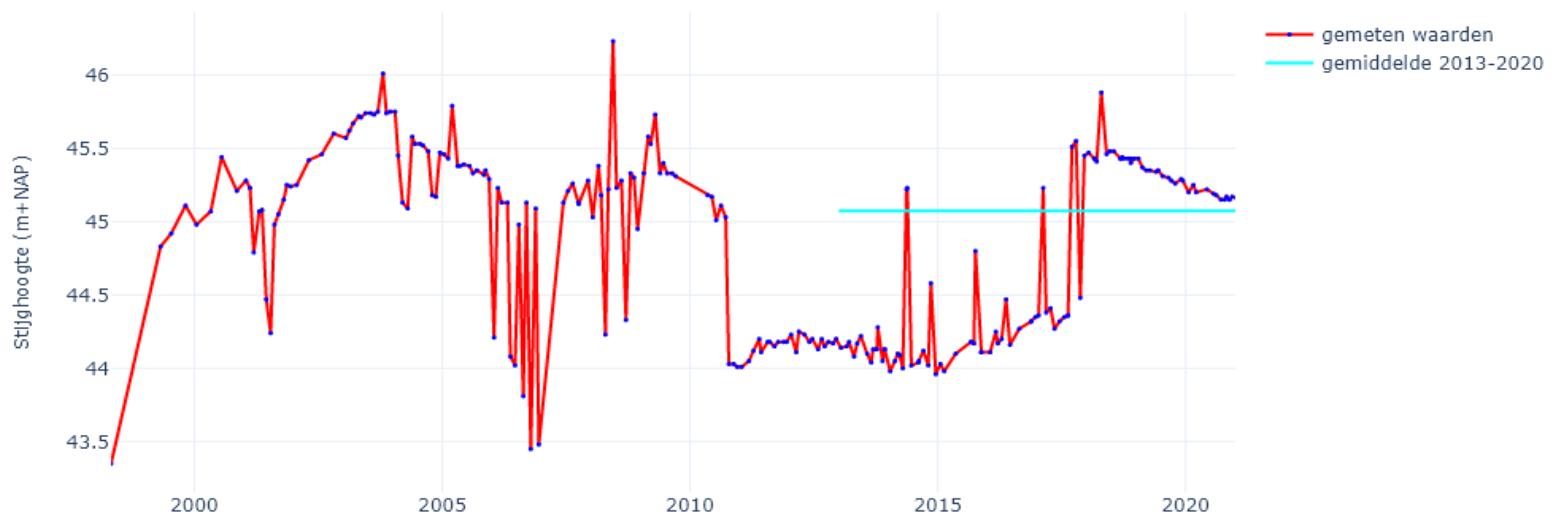
106PB016F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



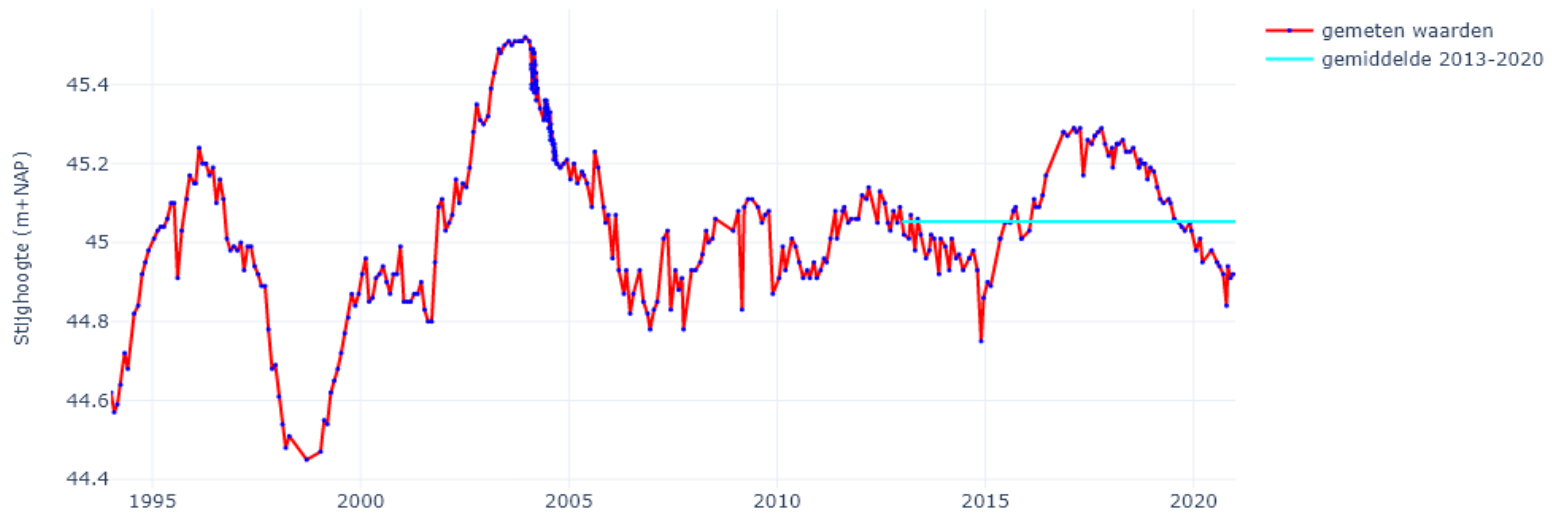
106PB034F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



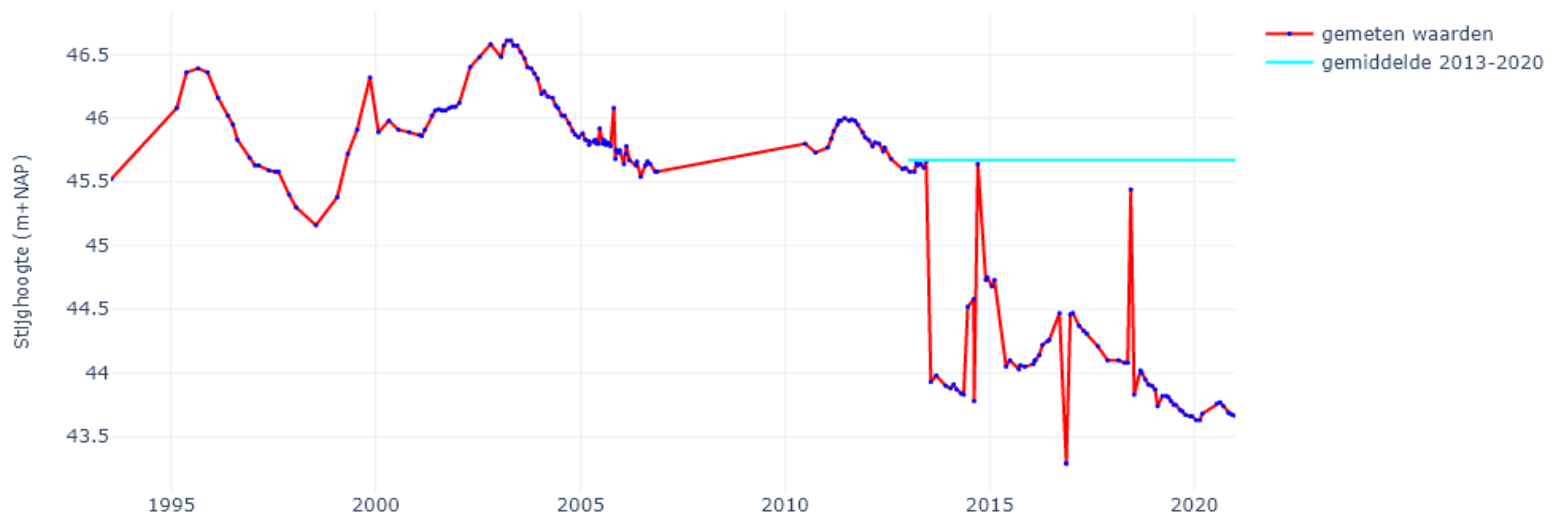
106PB035F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



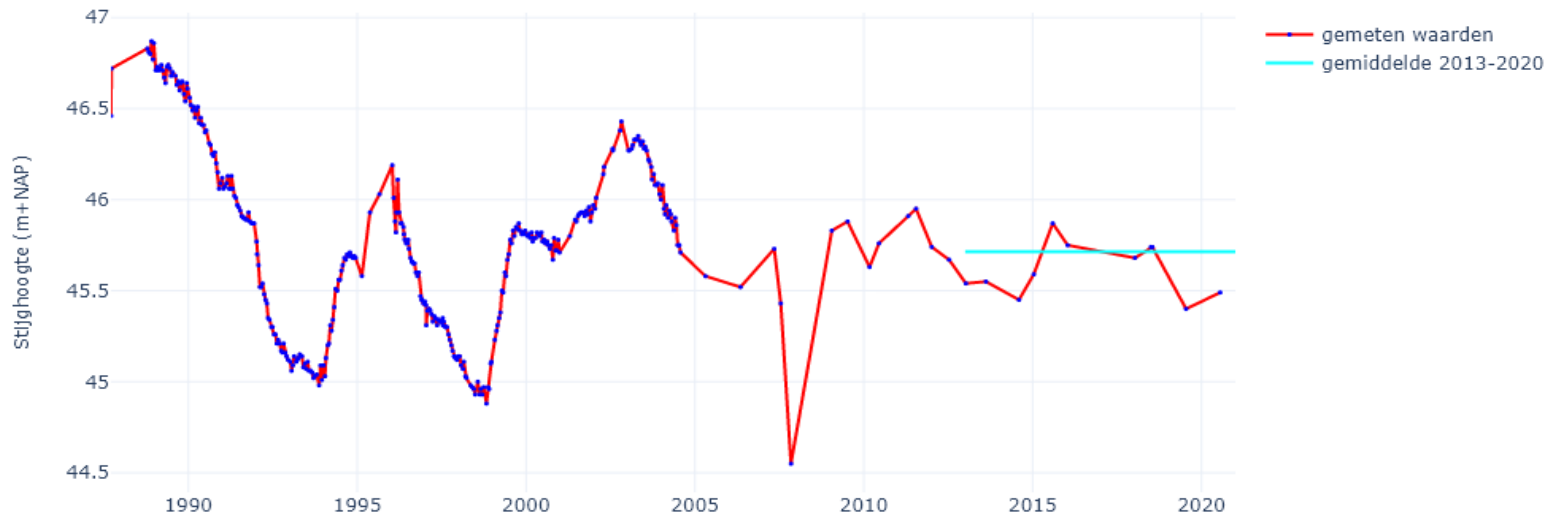
106PB264F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



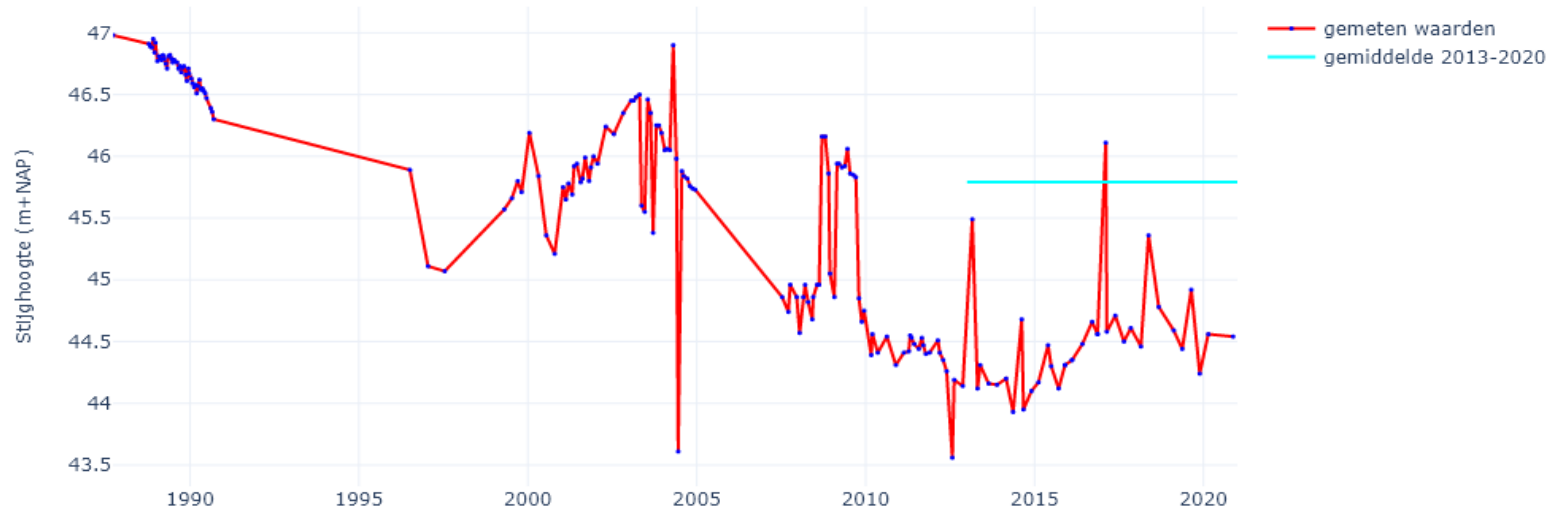
143PB049F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



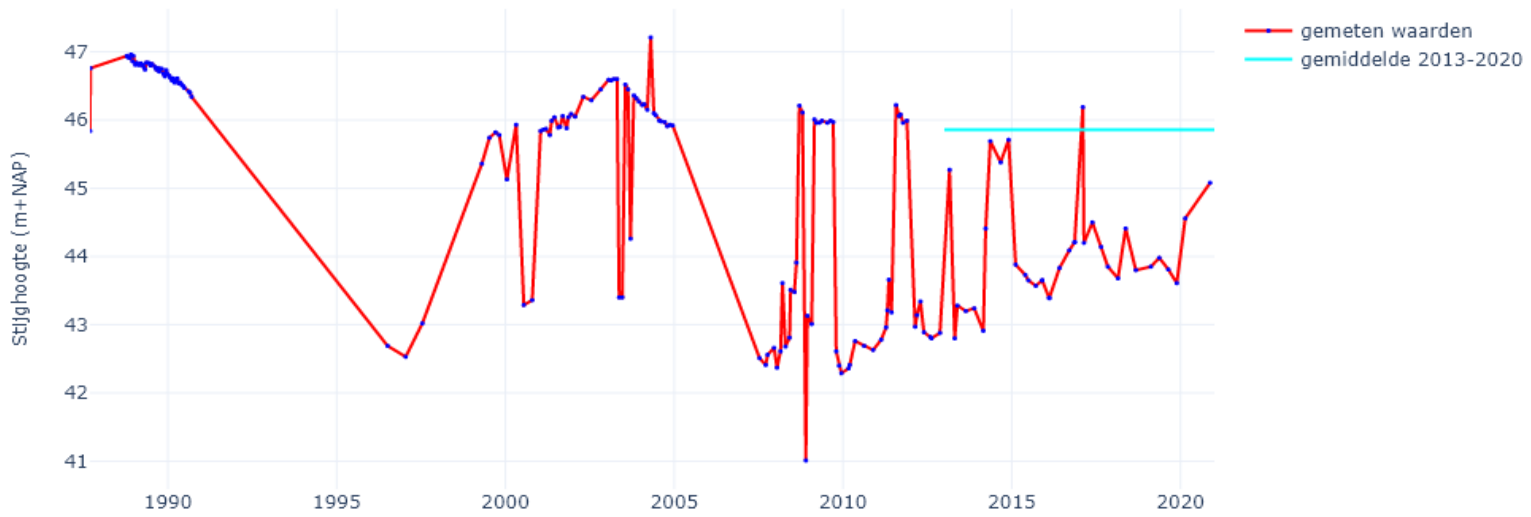
144PB009F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



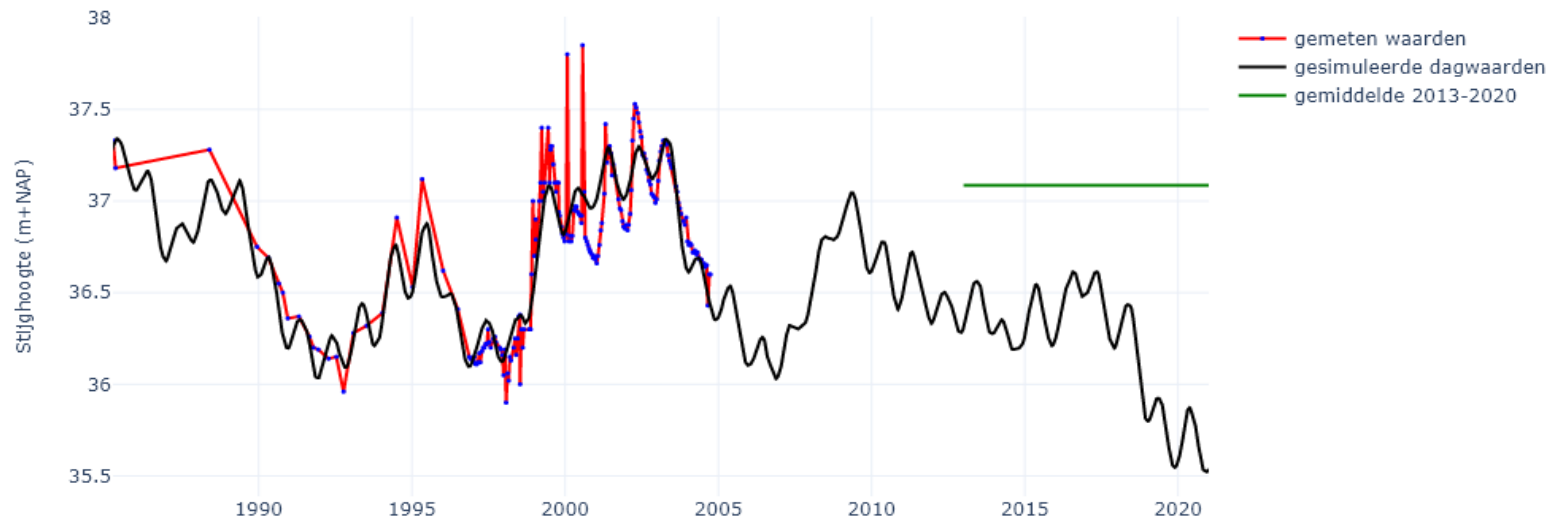
144PB010F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



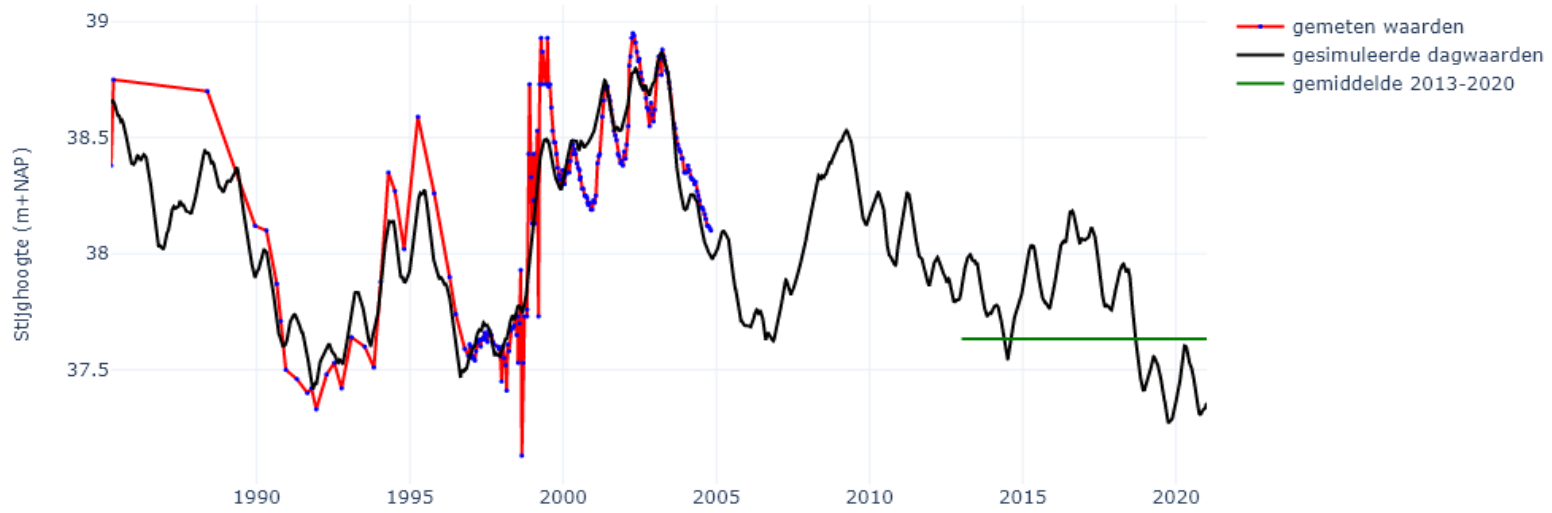
144PB011F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



000PB039F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



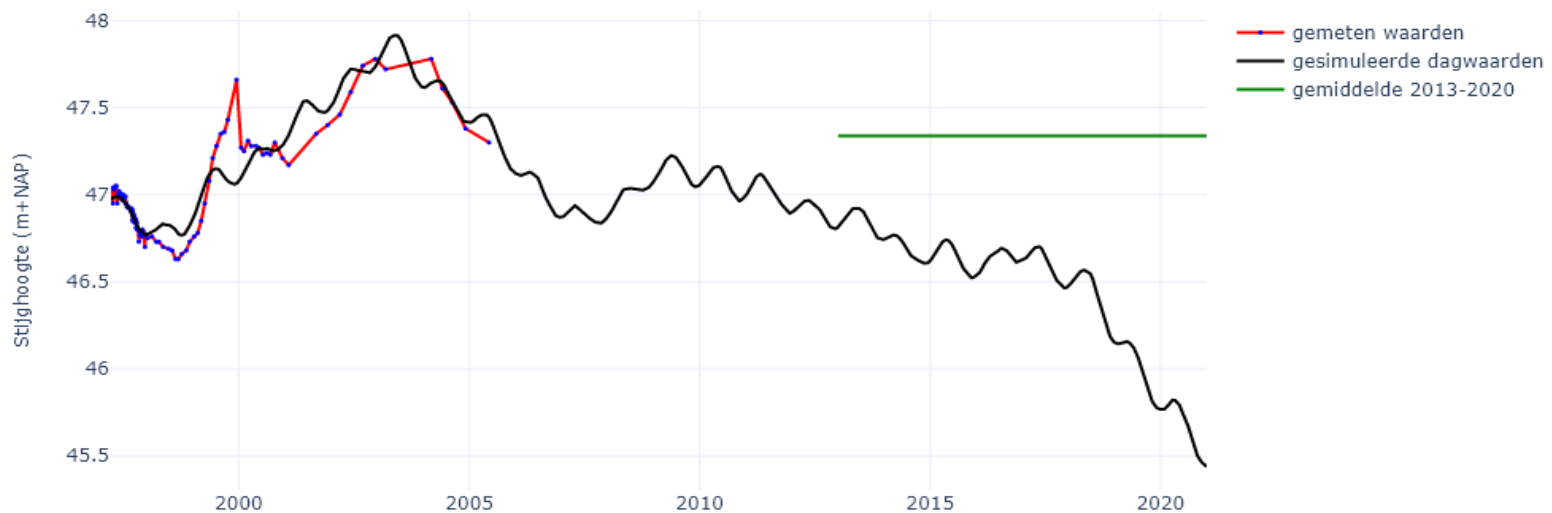
000PB040F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



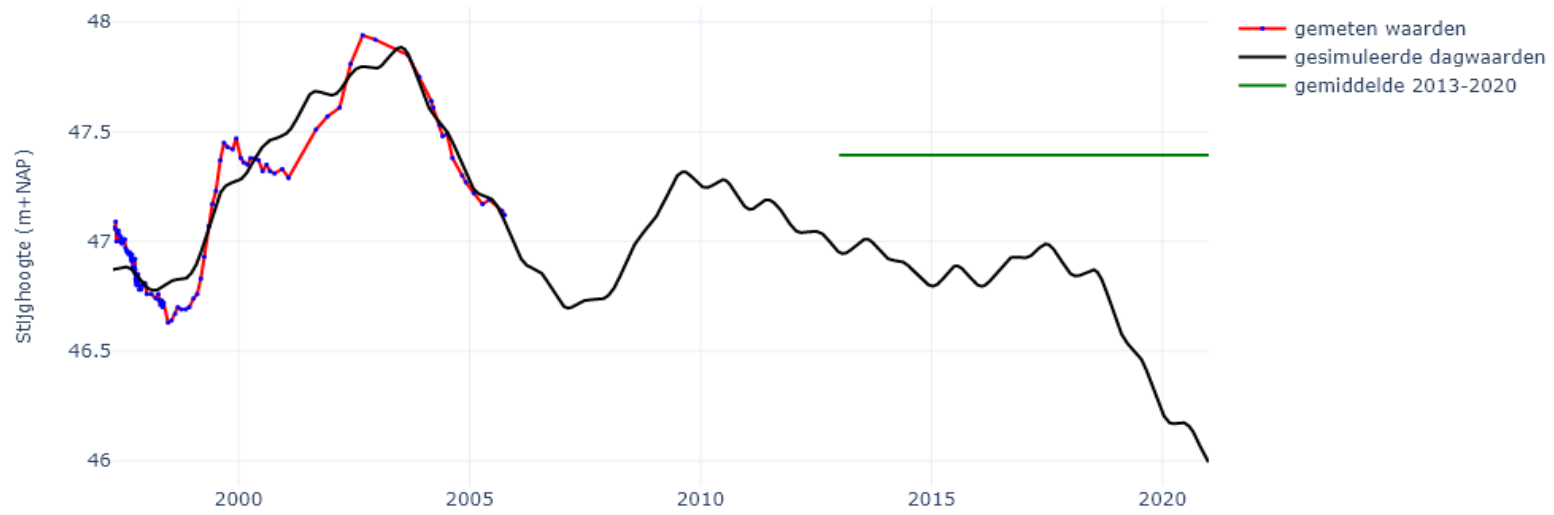
031PB082F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



031PB083F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



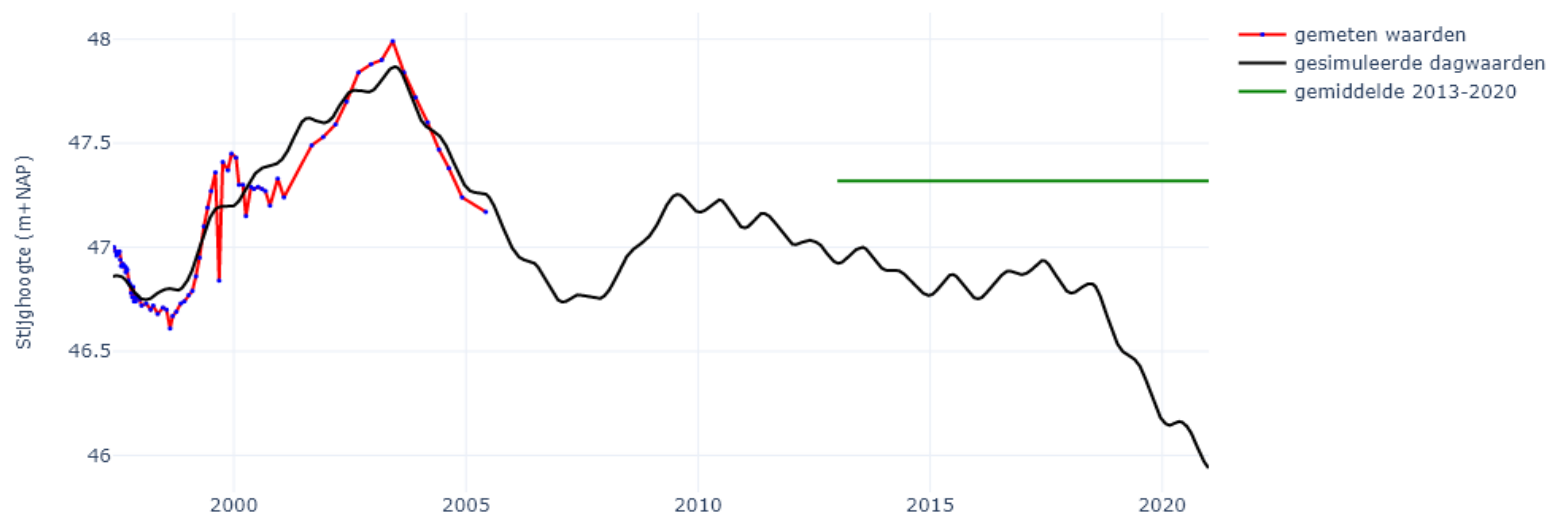
031PB085F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



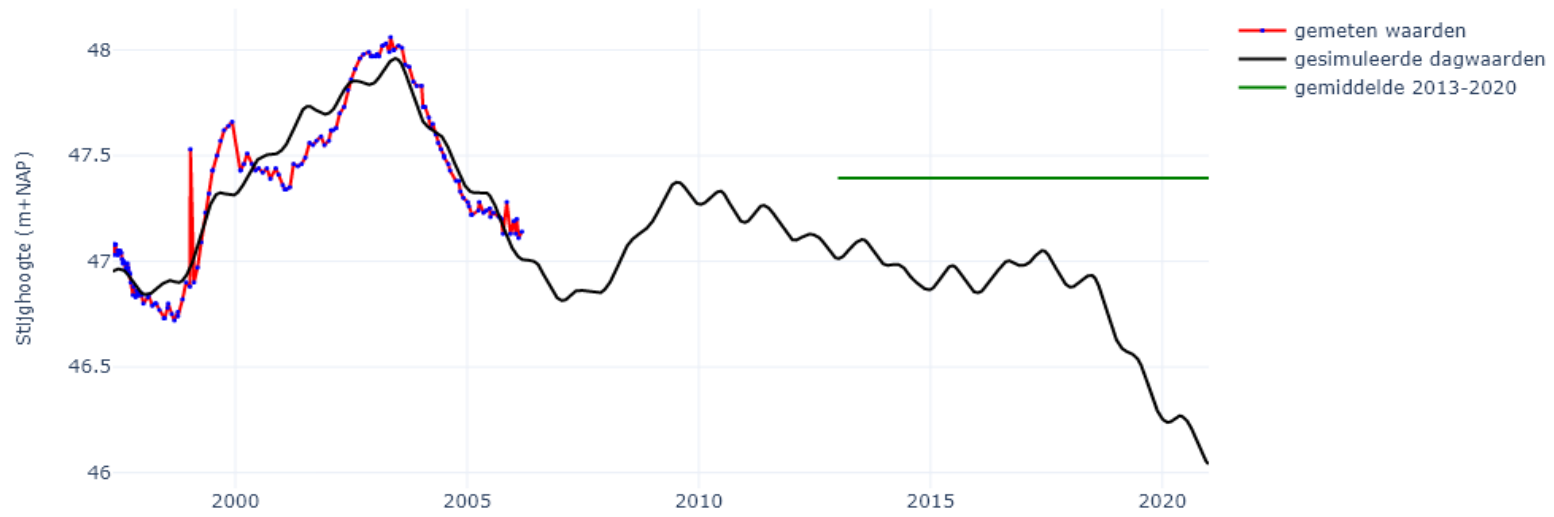
031PB086F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



031PB087F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



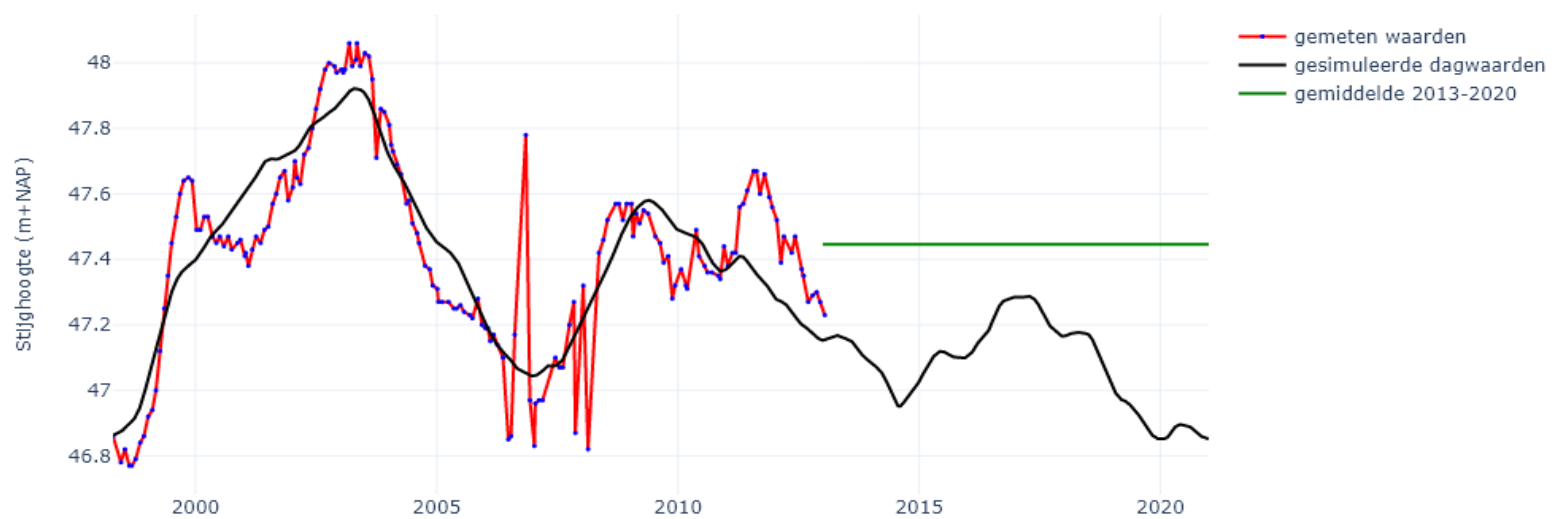
031PB088F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



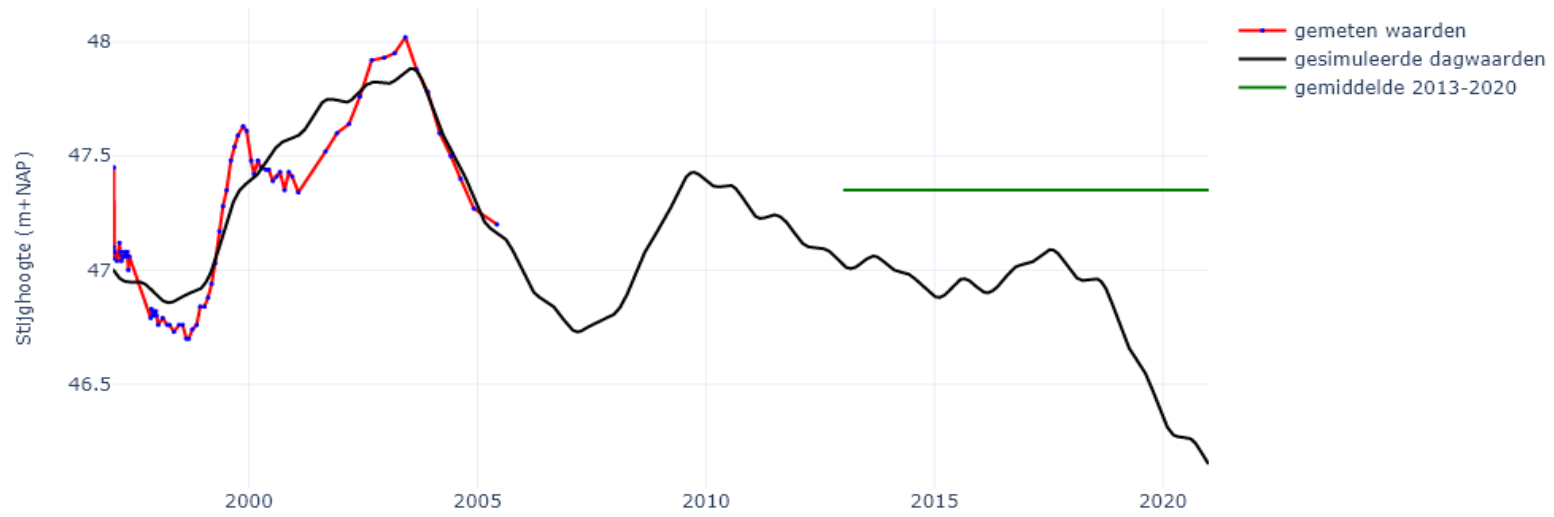
031PB089F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



031PB090F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



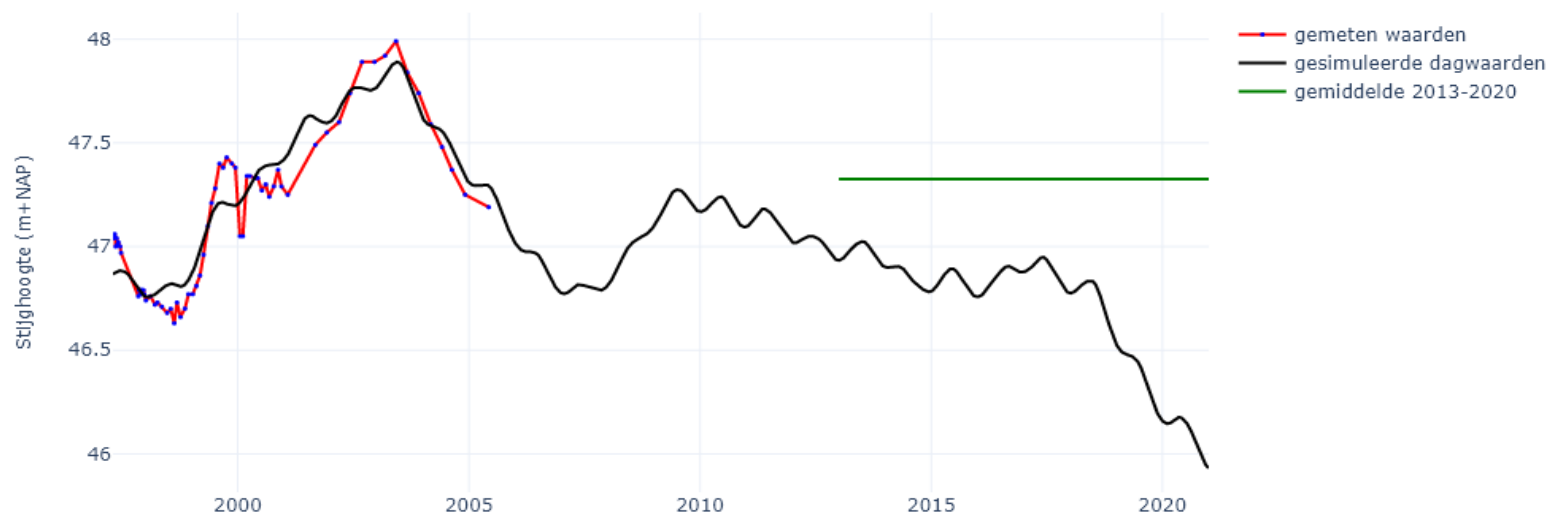
032PB141F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



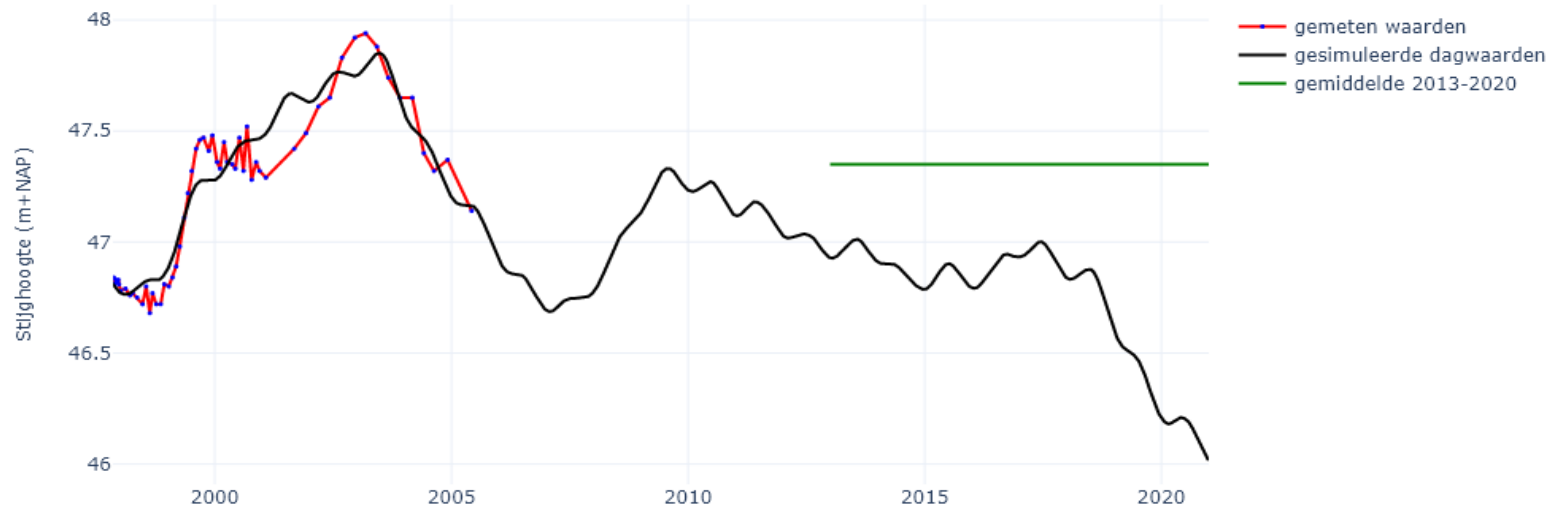
032PB142F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



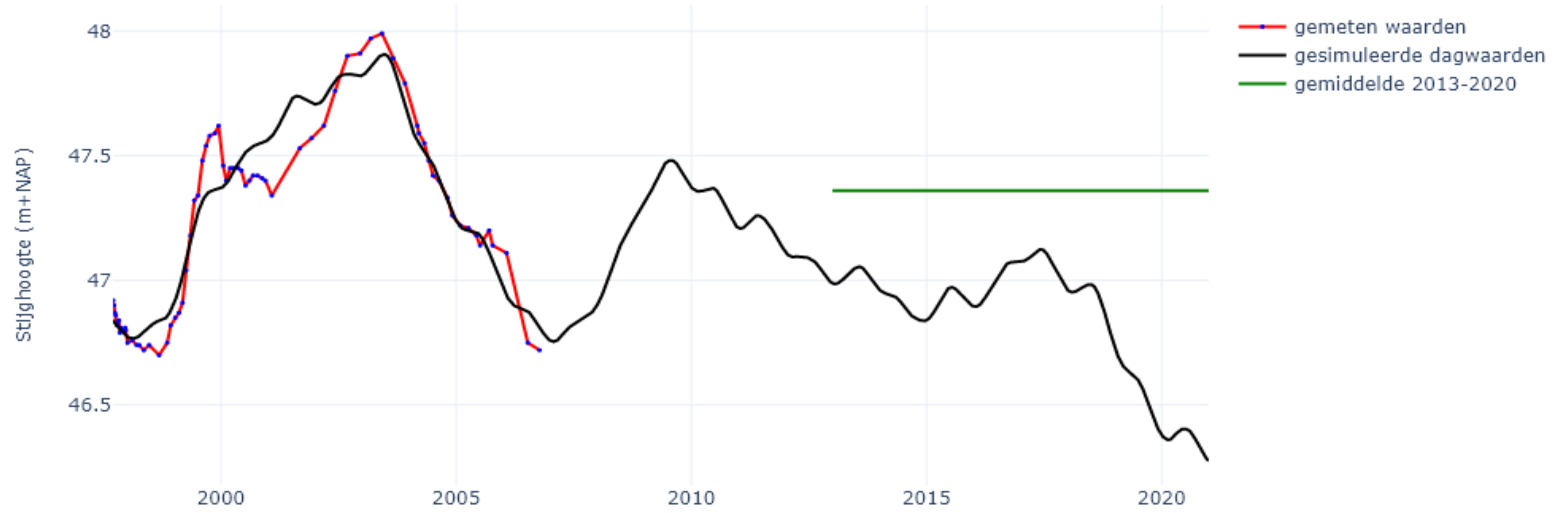
032PB143F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



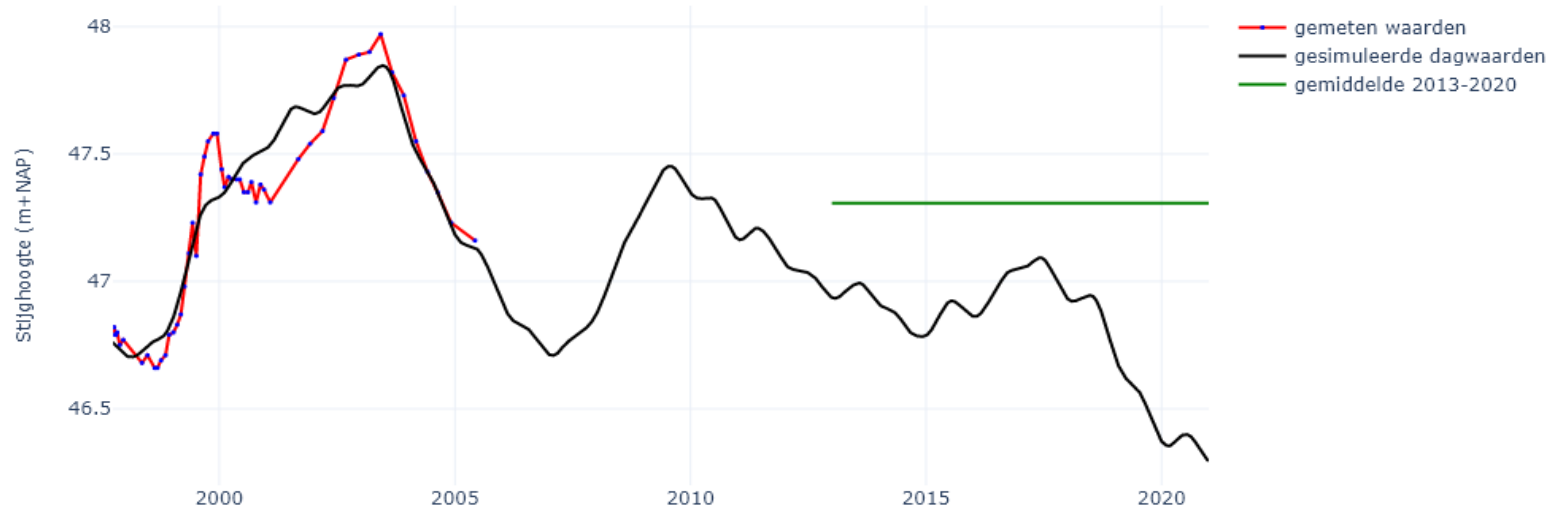
032PB144F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



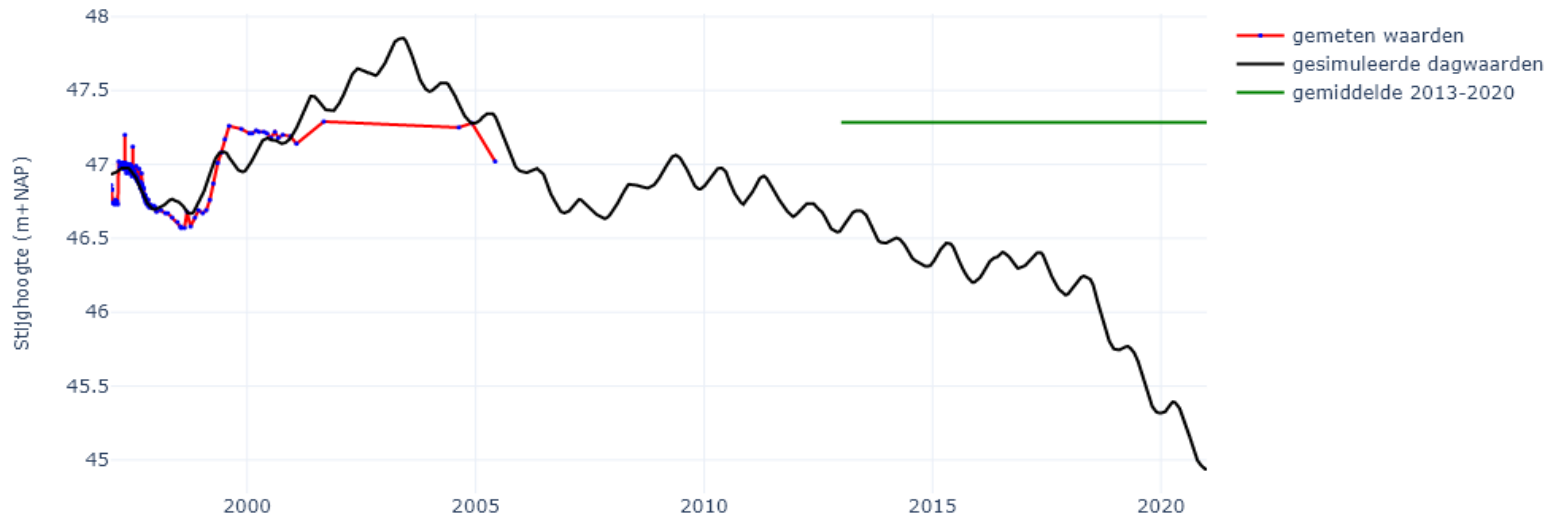
032PB146F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



032PB147F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



036PB033F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



036PB034F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



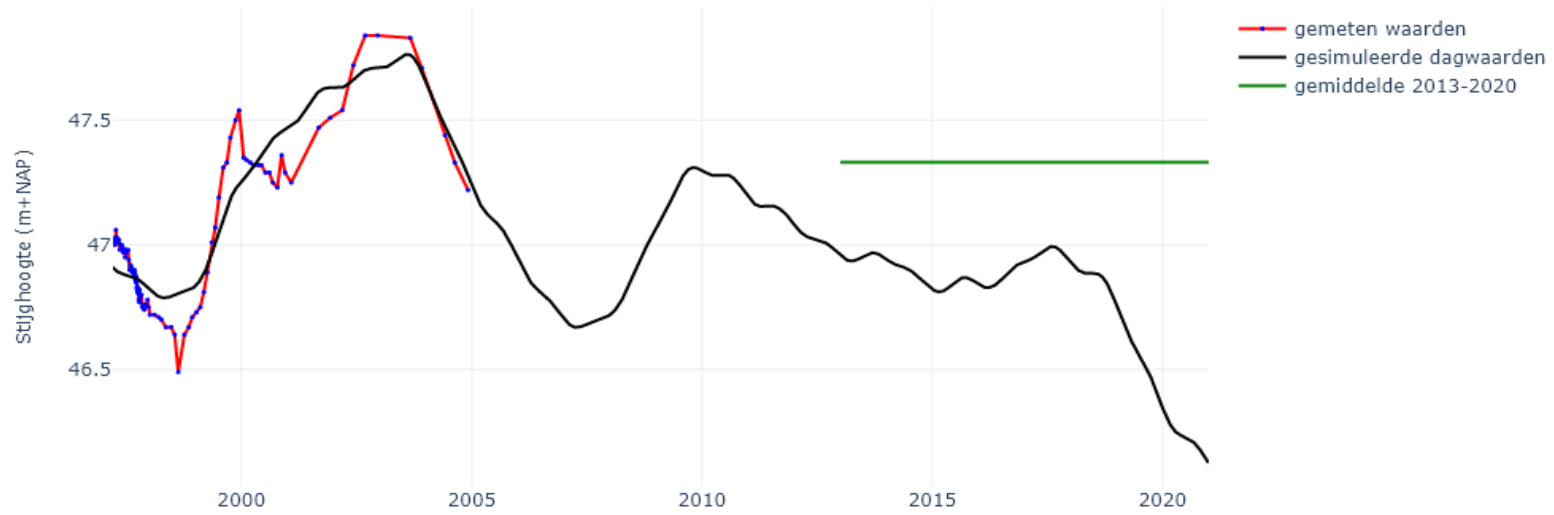
036PB036F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



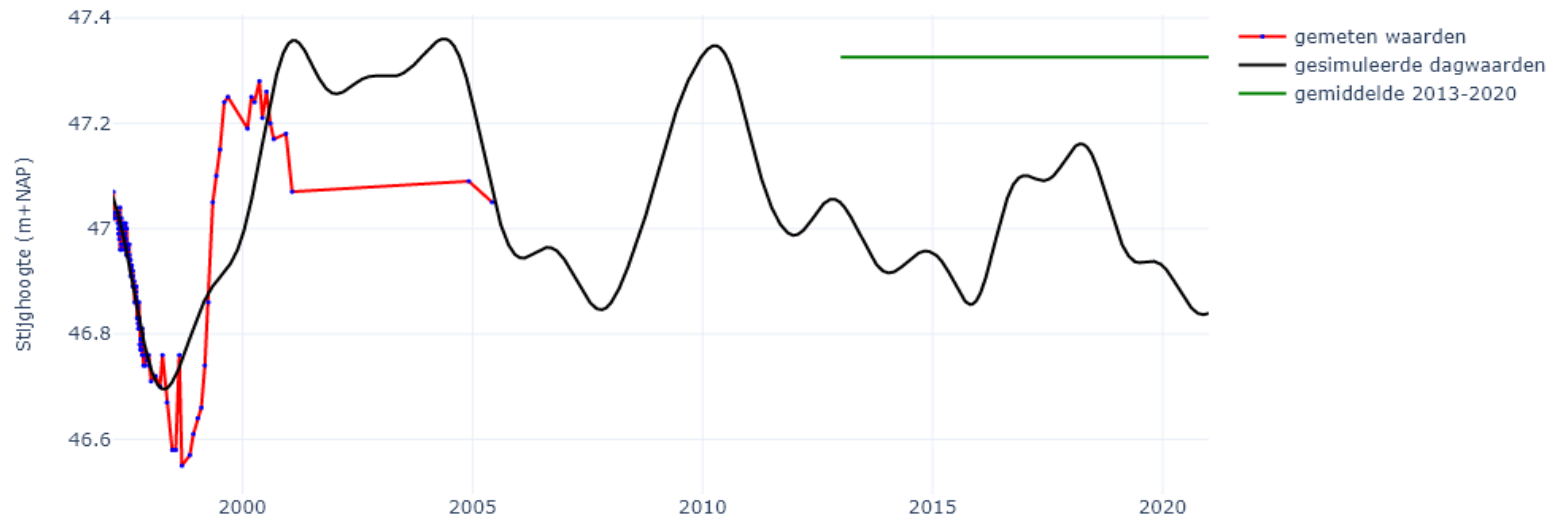
036PB037F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



036PB038F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



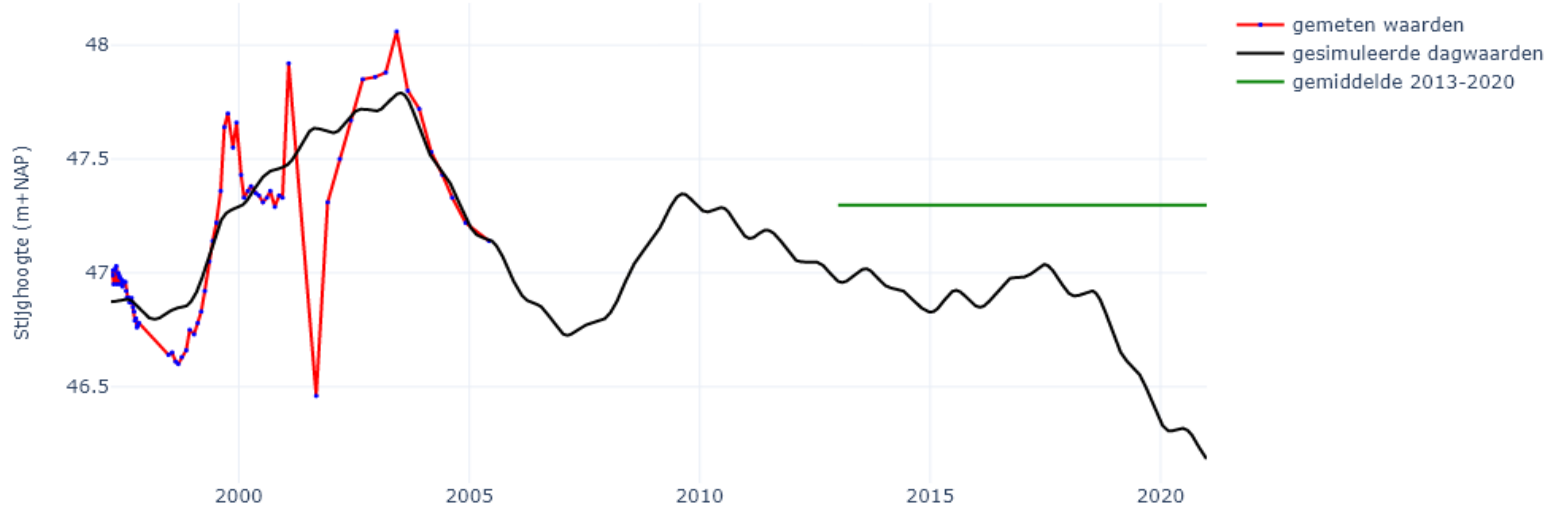
036PB039F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



036PB040F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



036PB043F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



036PB044F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



036PB045F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



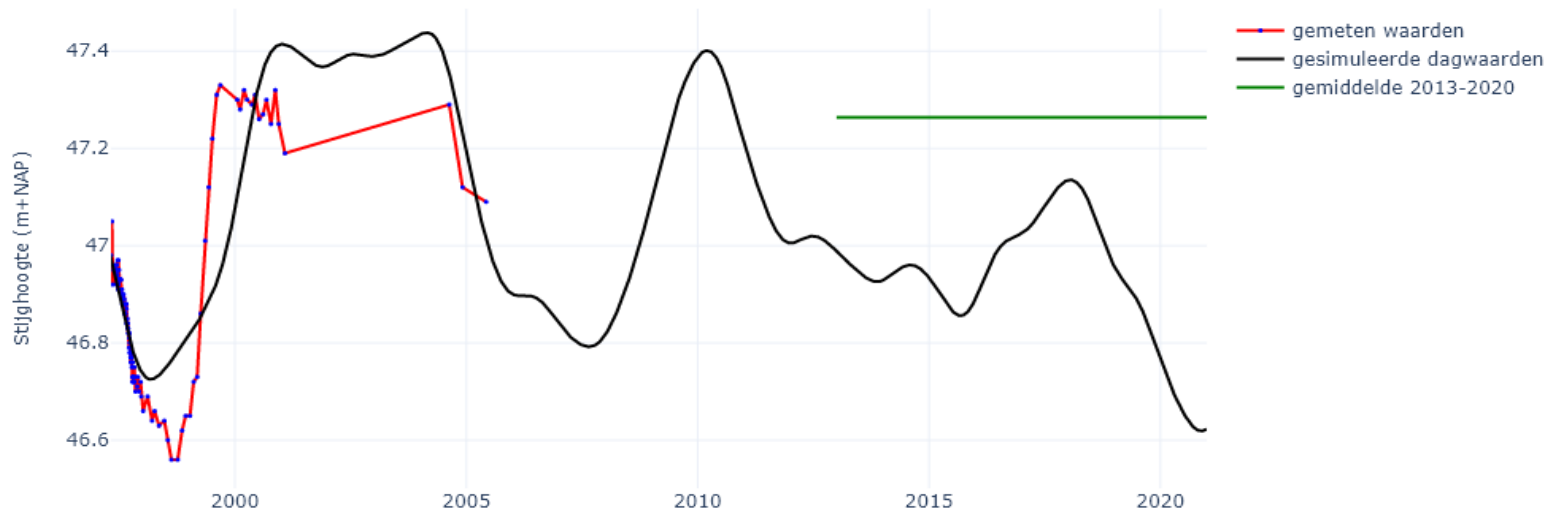
036PB046F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



036PB047F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



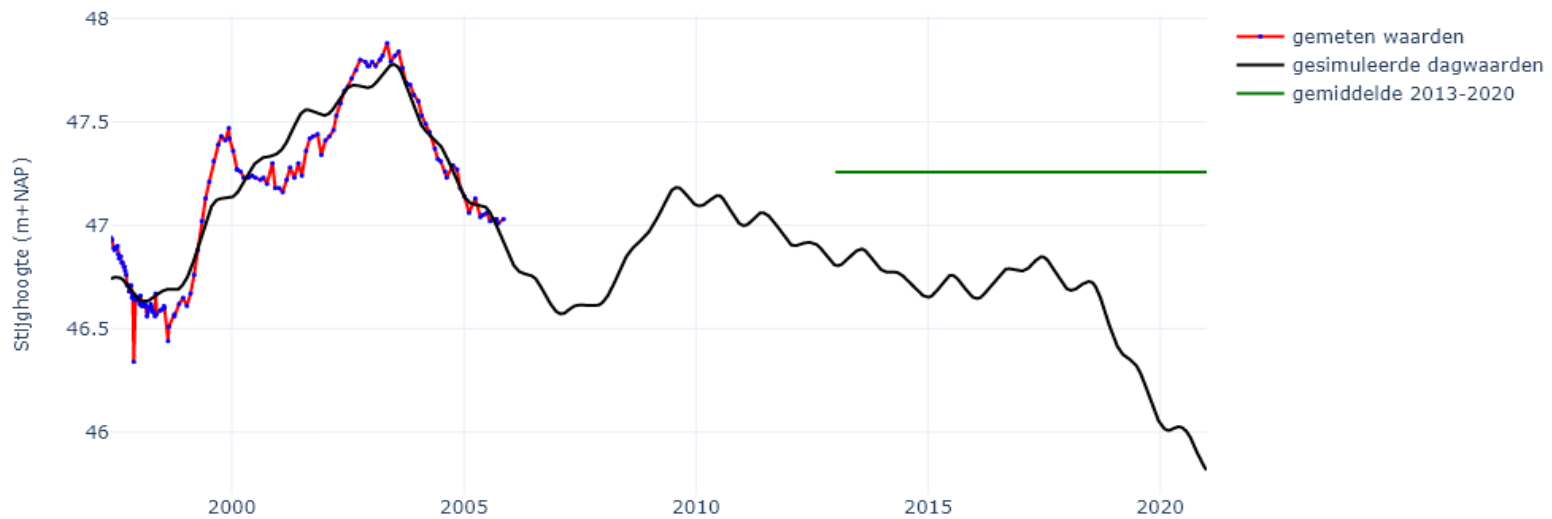
036PB048F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



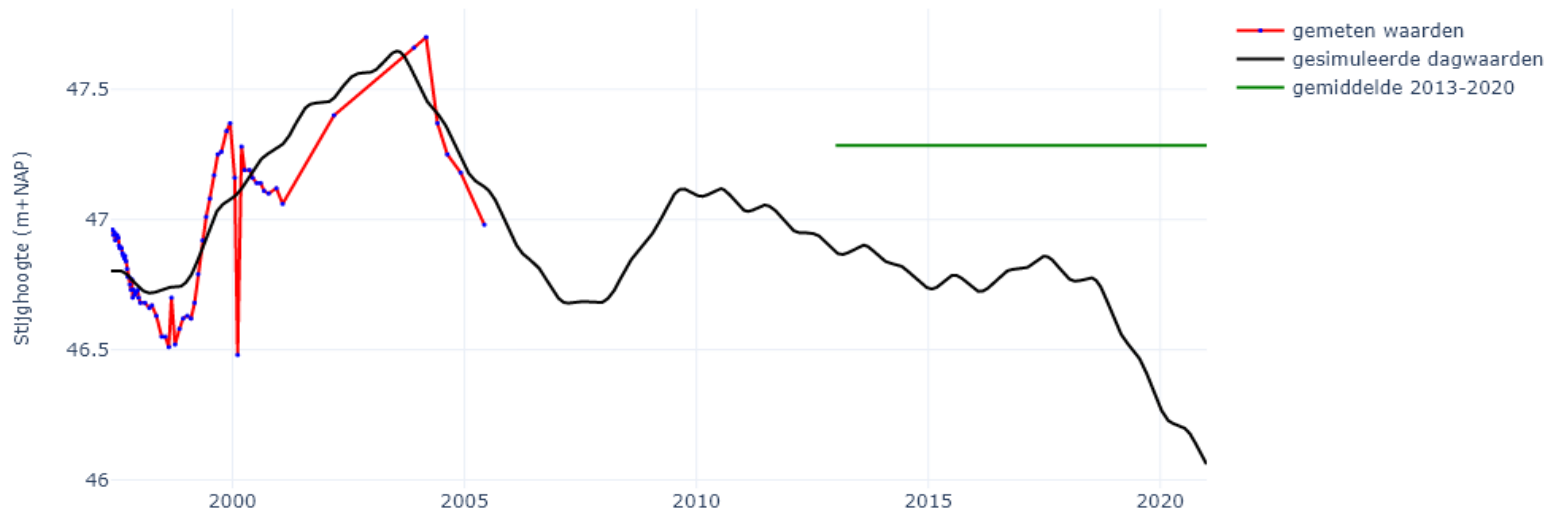
036PB050F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



036PB052F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



036PB054F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



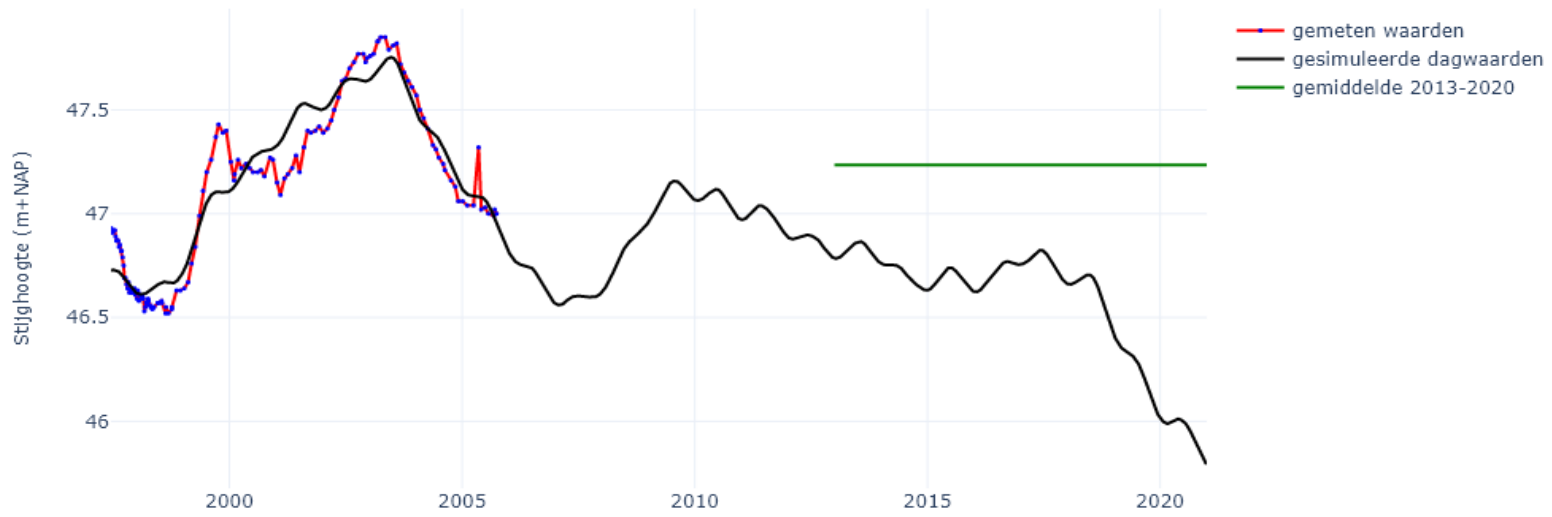
036PB055F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



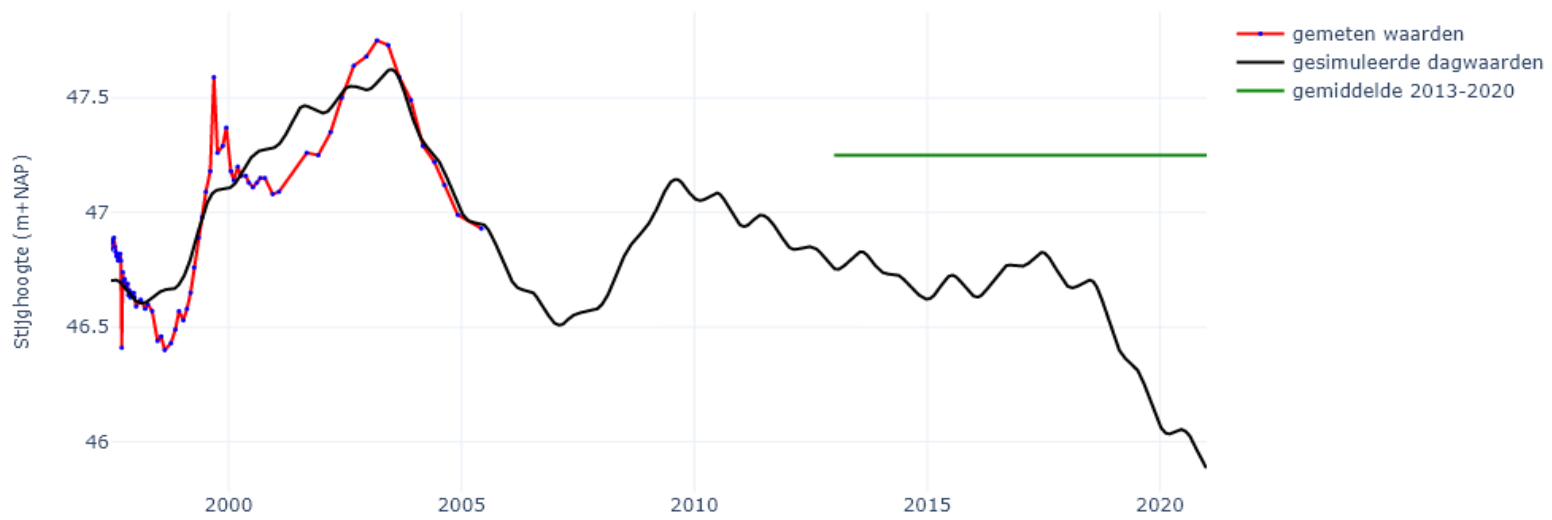
036PB056F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



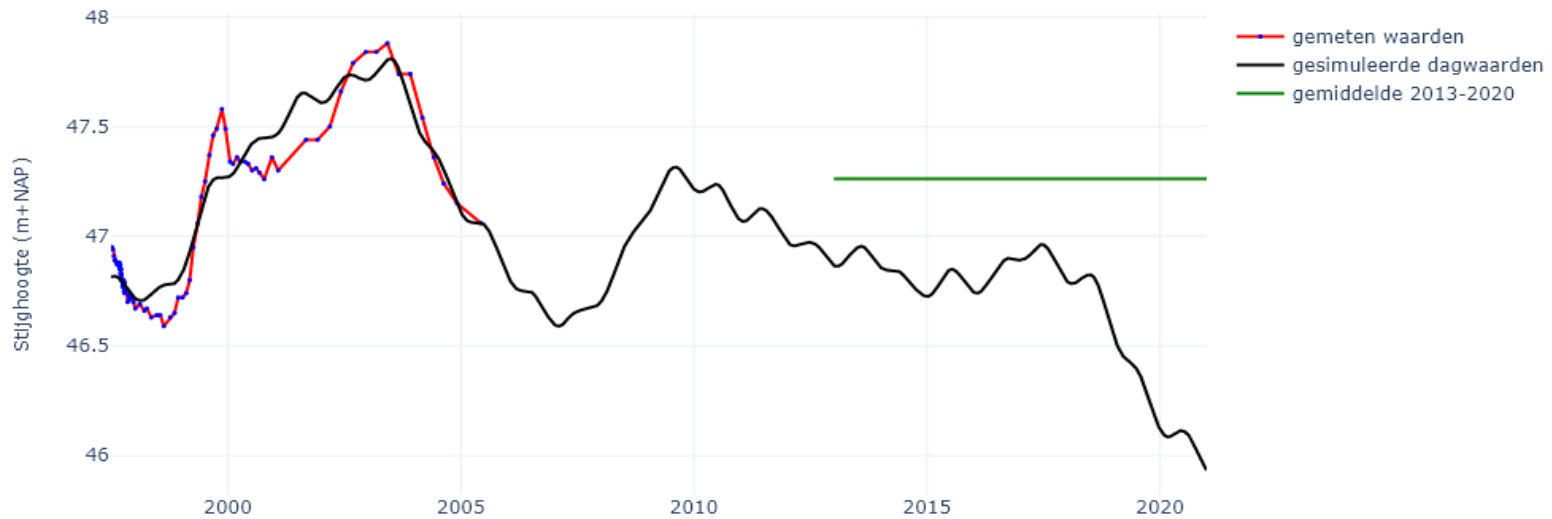
036PB057F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



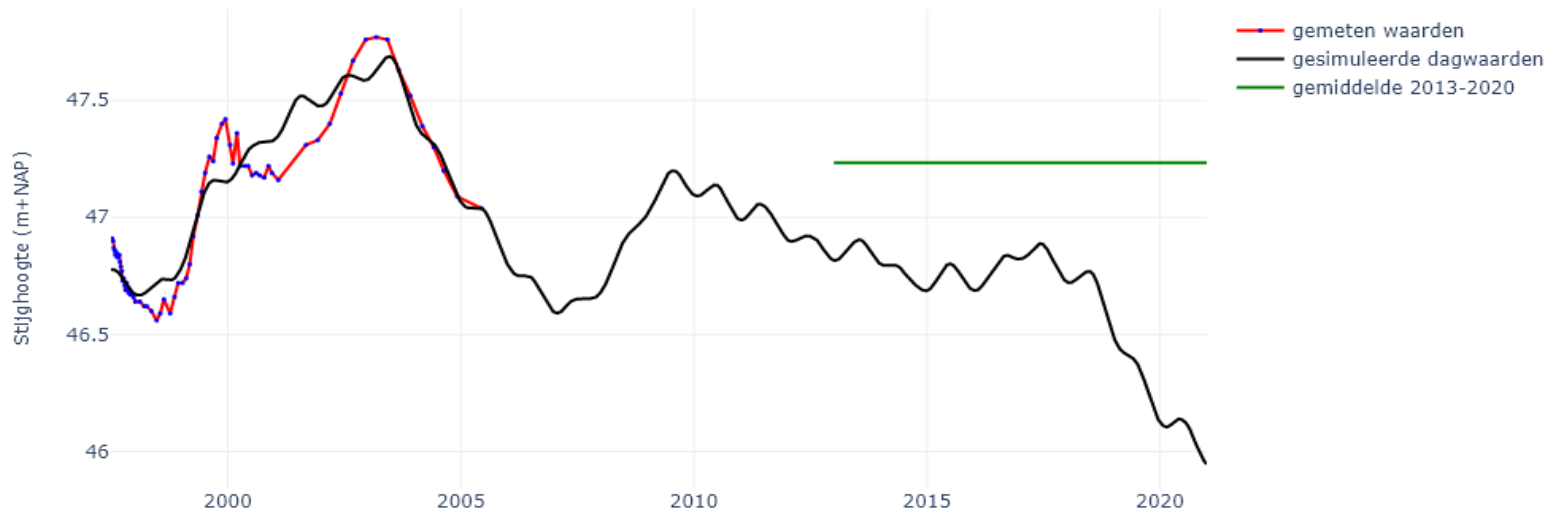
036PB058F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



036PB059F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



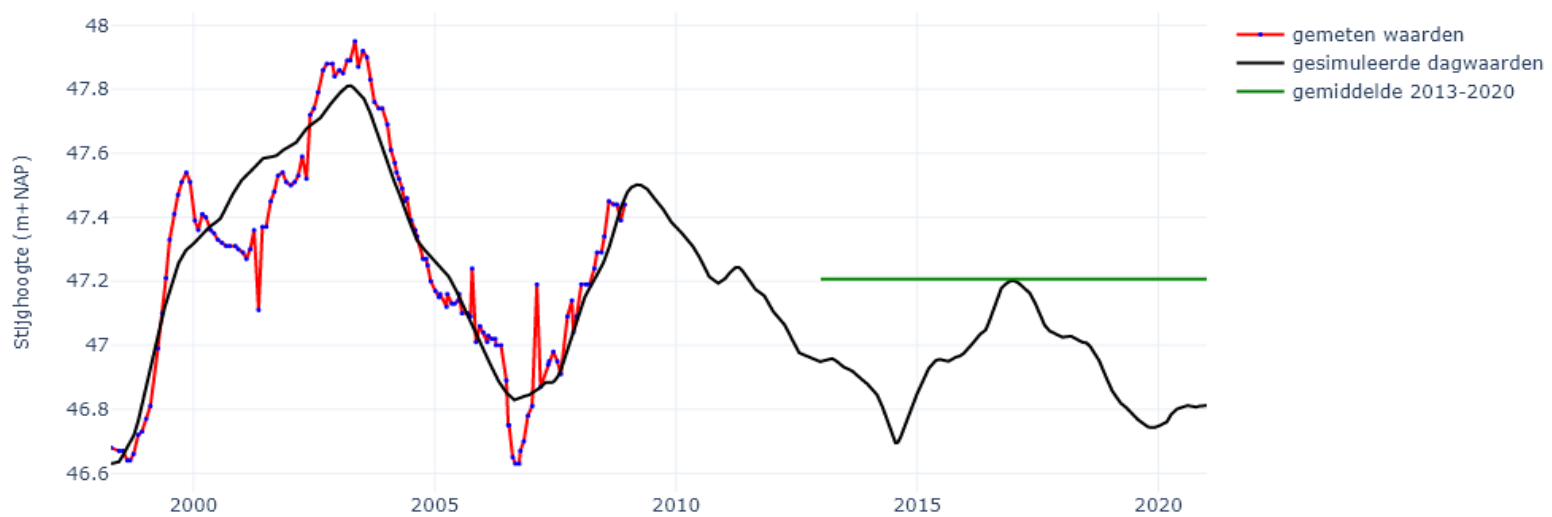
036PB060F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



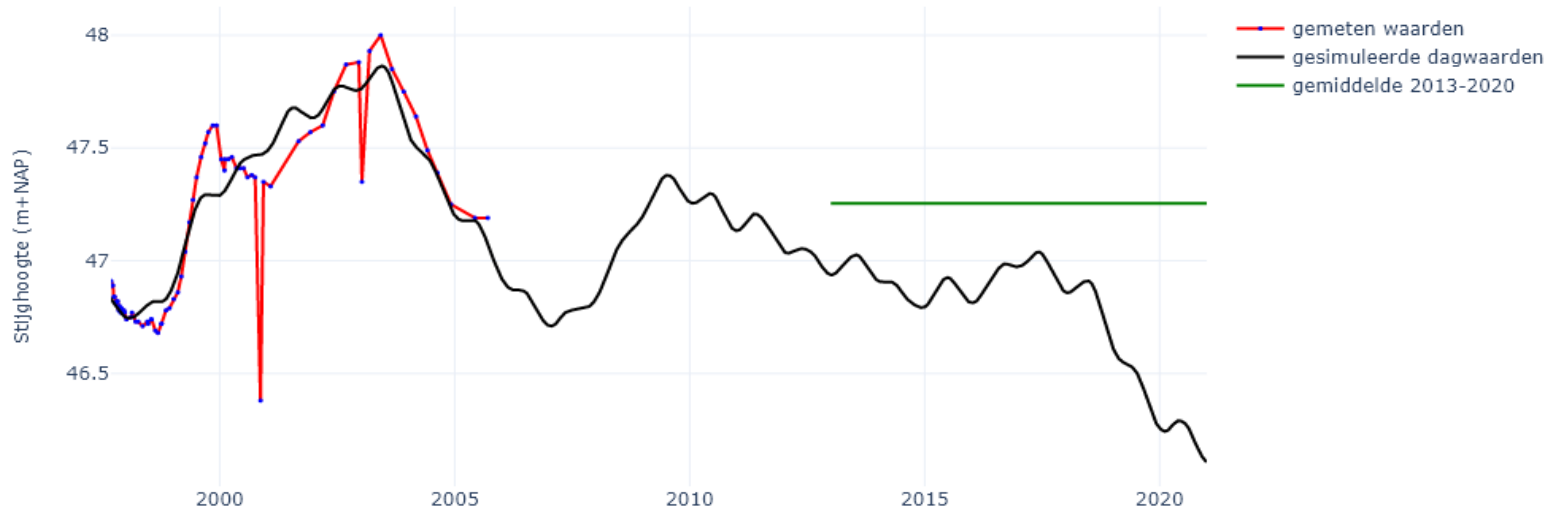
036PB061F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



036PB062F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



036PB064F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



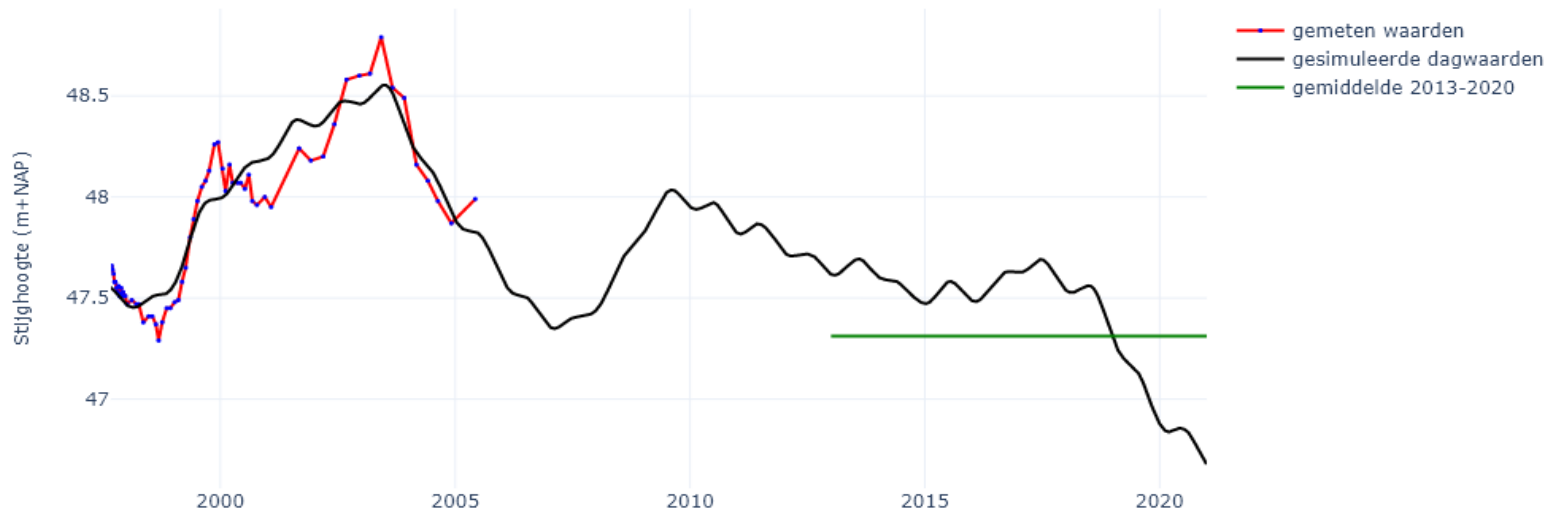
036PB065F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



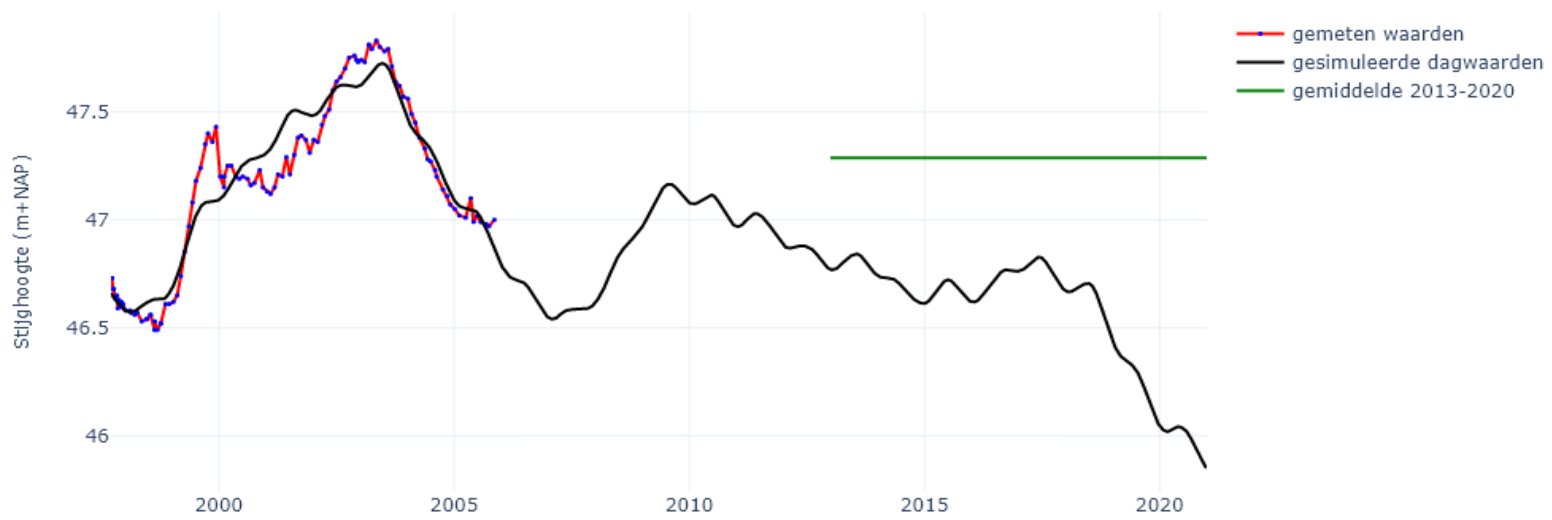
036PB066F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



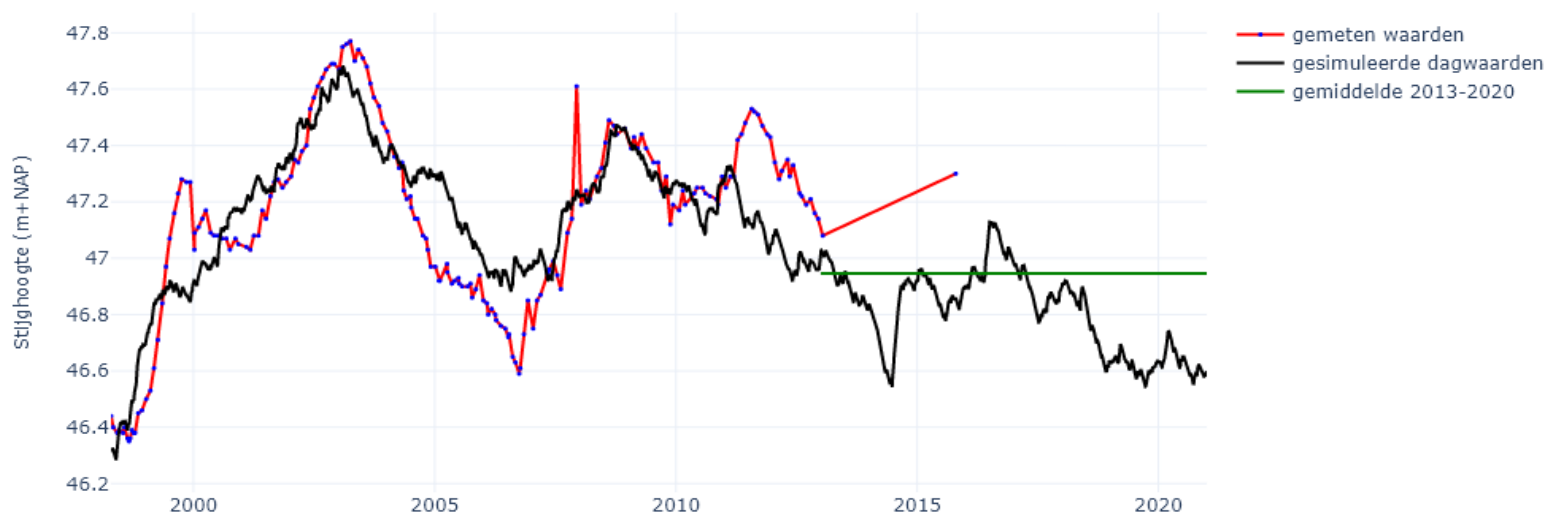
036PB071F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



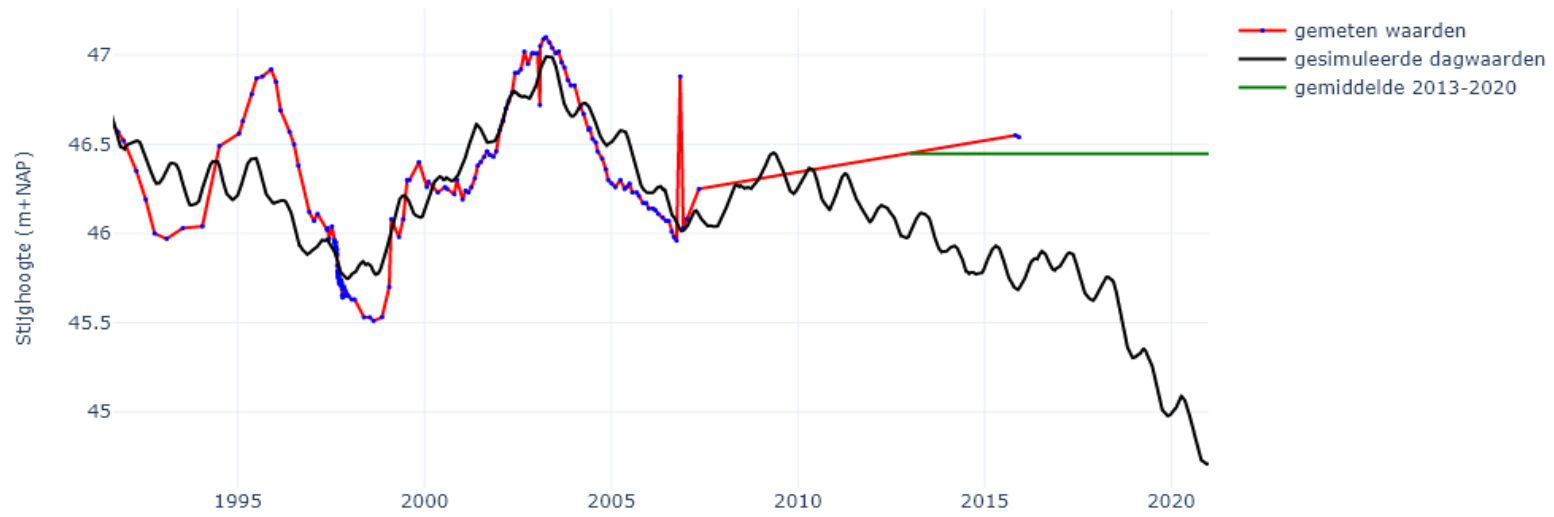
036PB072F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



038PB085F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



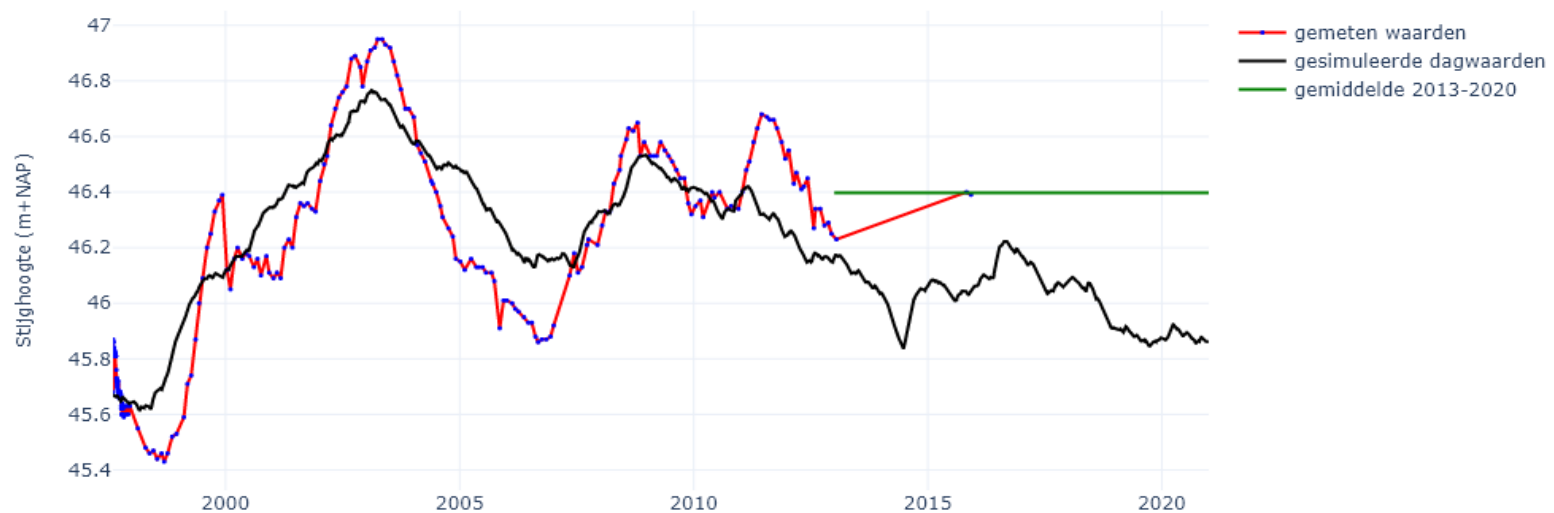
041PB003F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



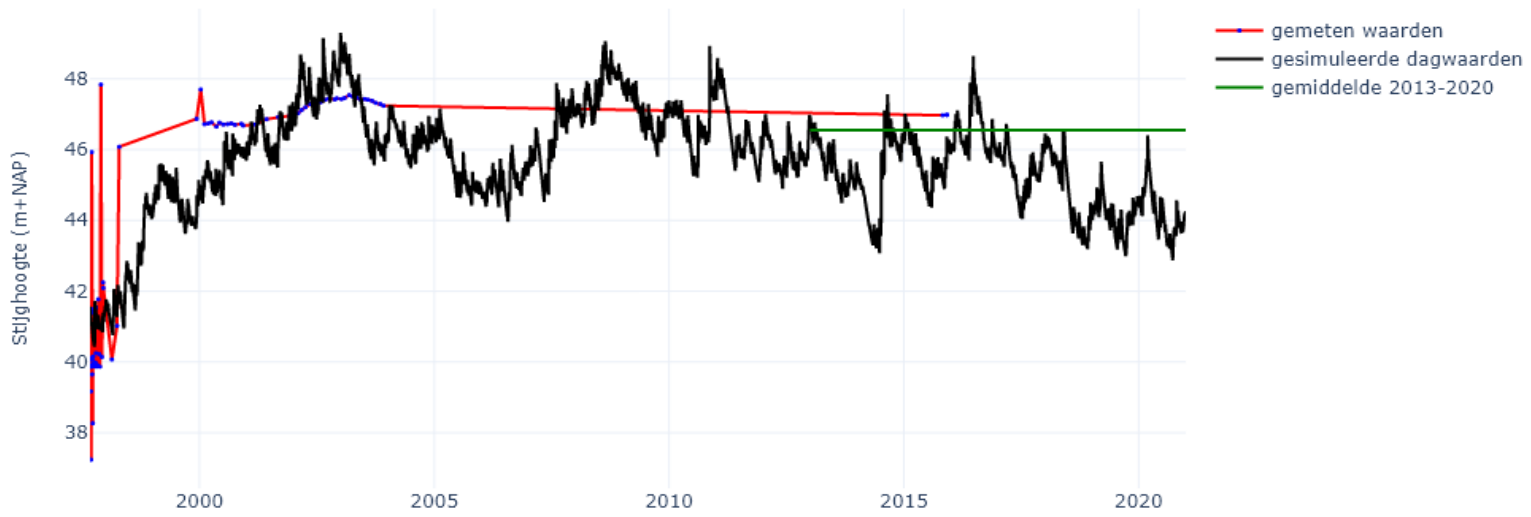
041PB007F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



041PB009F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



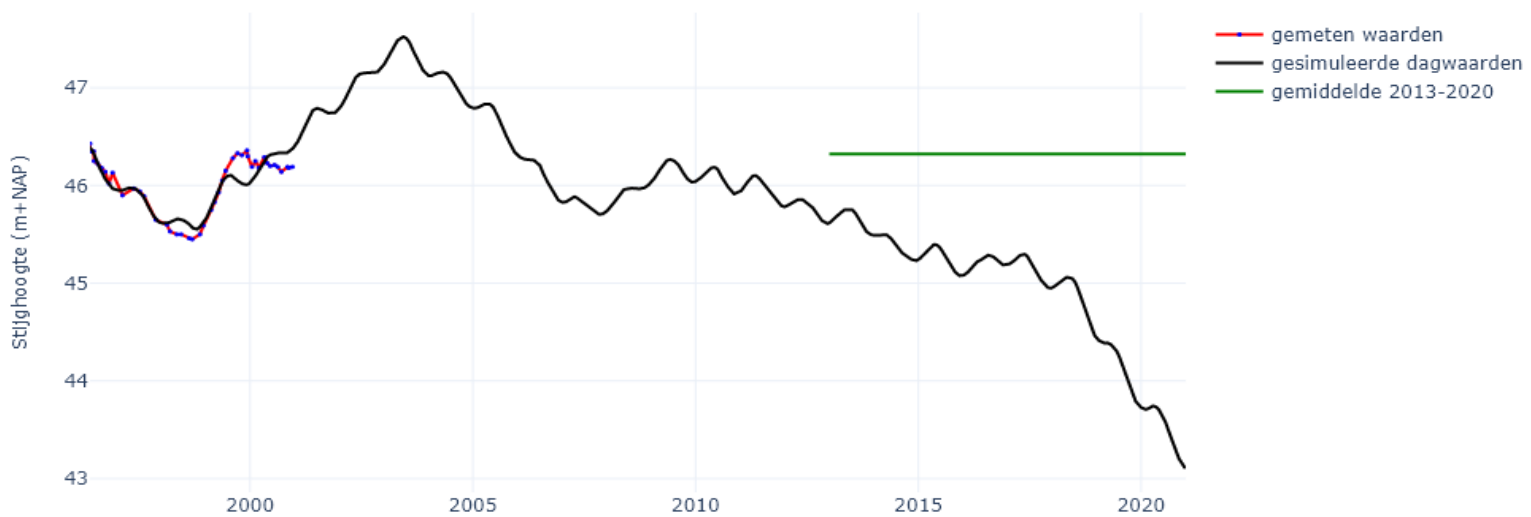
041PB011F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



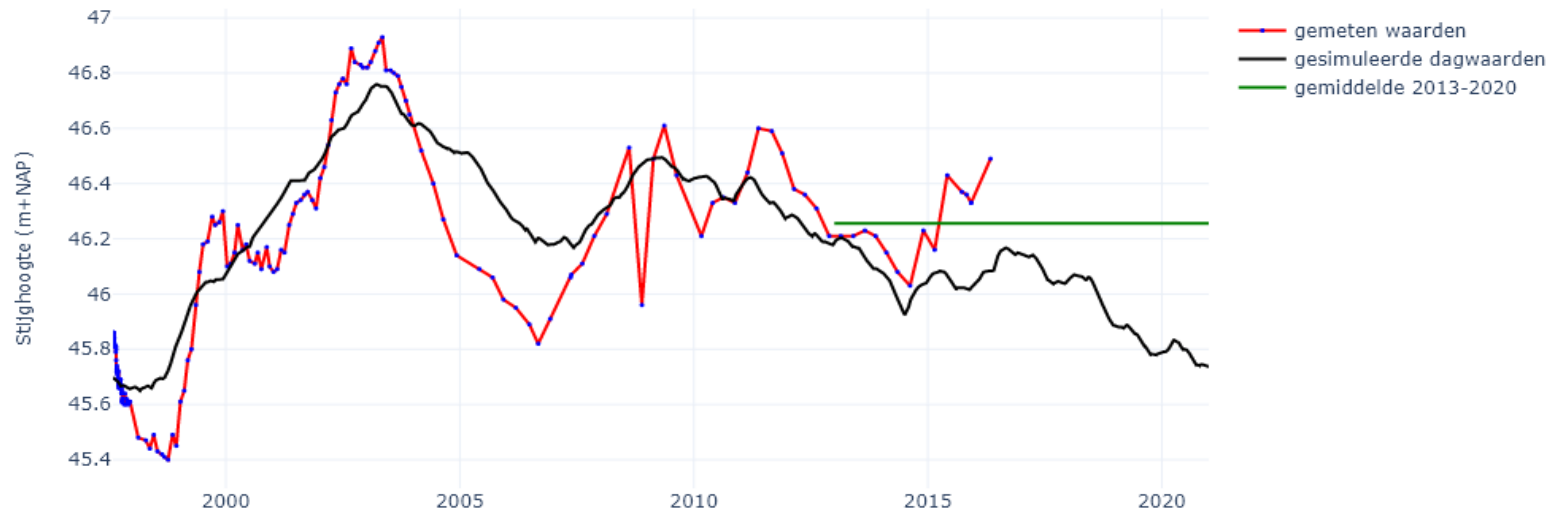
042PB009F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



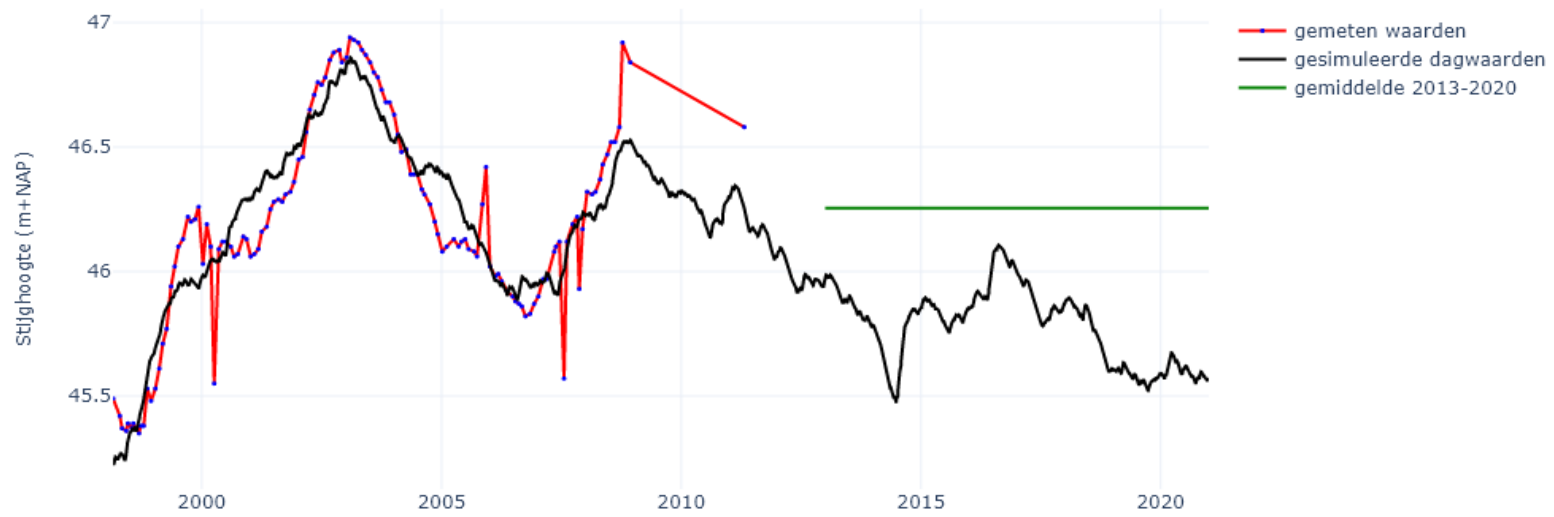
045PB030F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



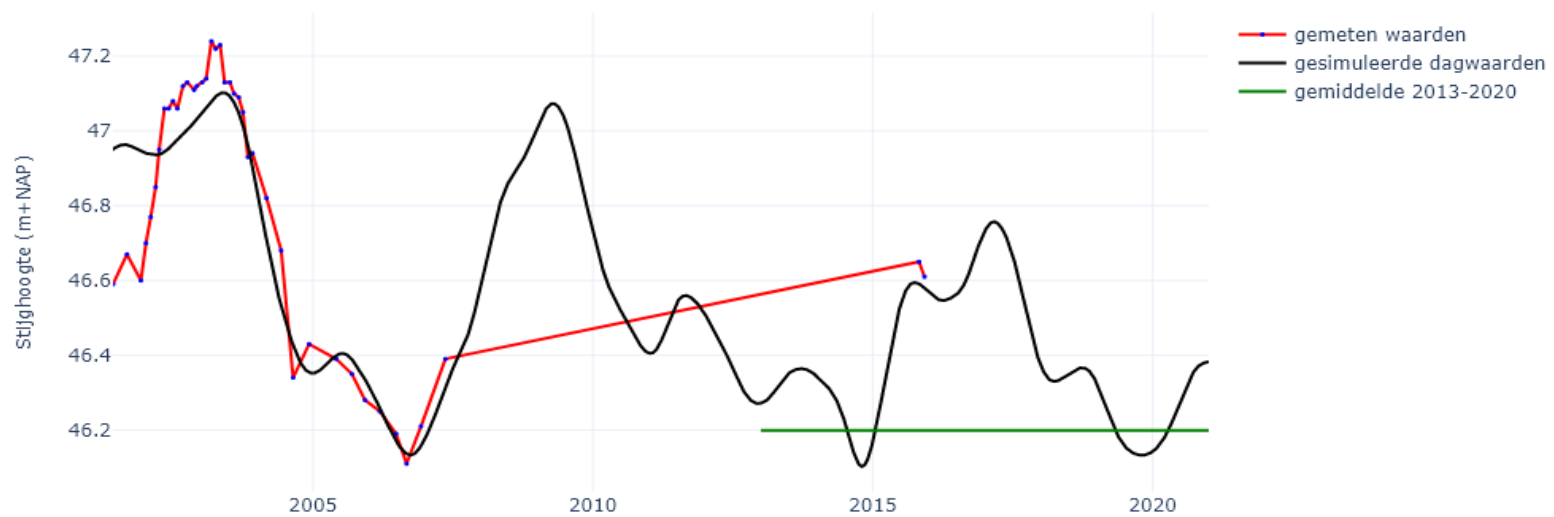
045PB068F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



045PB069F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



045PB086F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



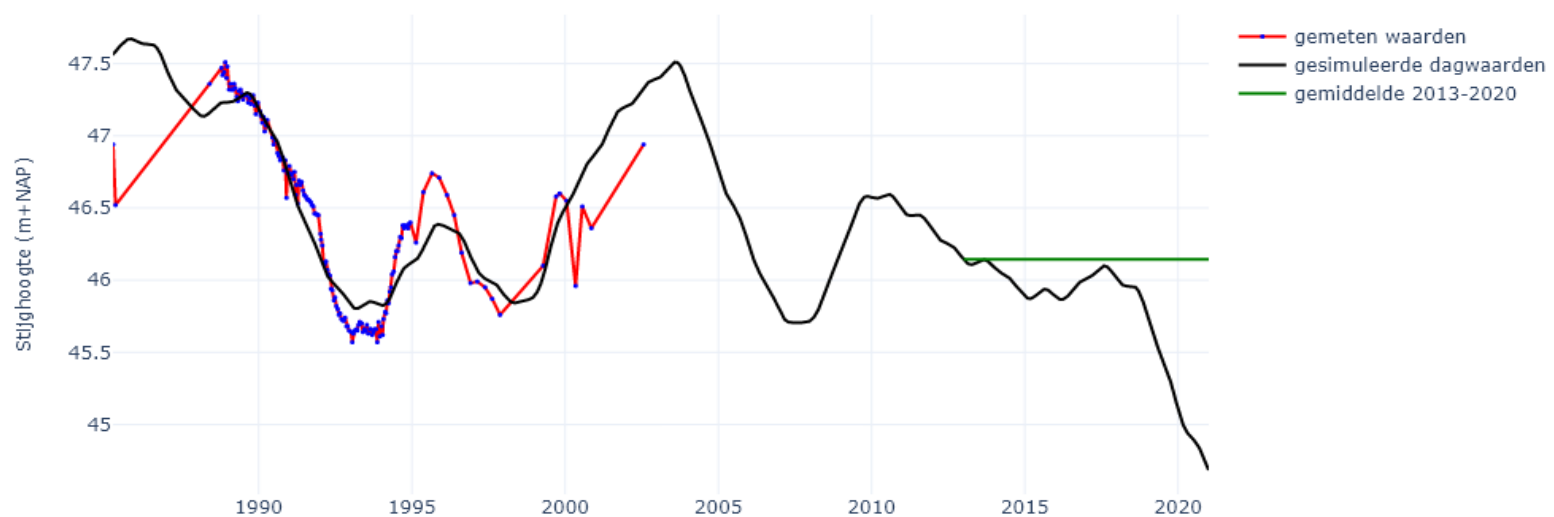
047PB157F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



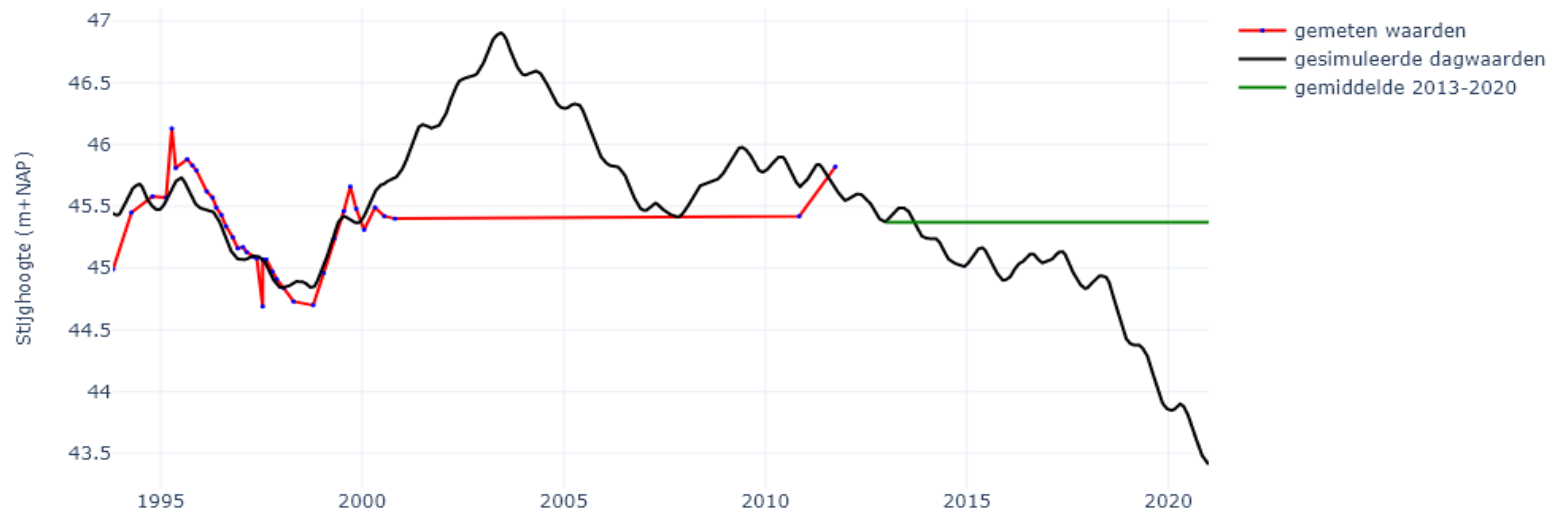
048PB020F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



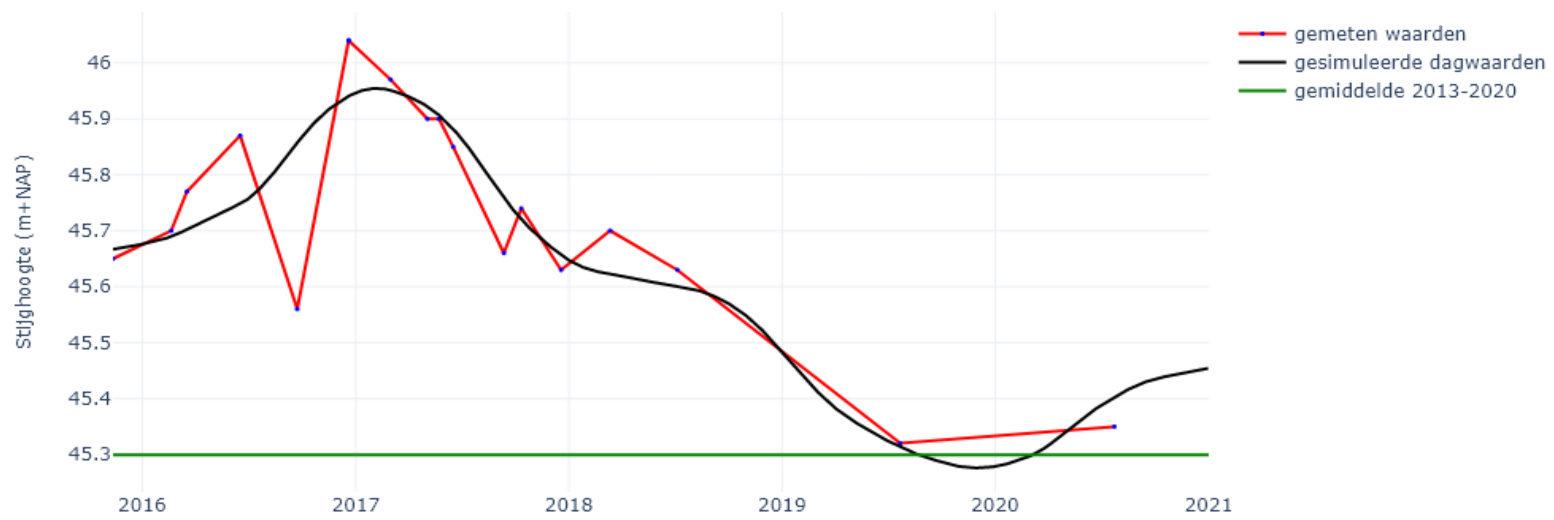
078PB024F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



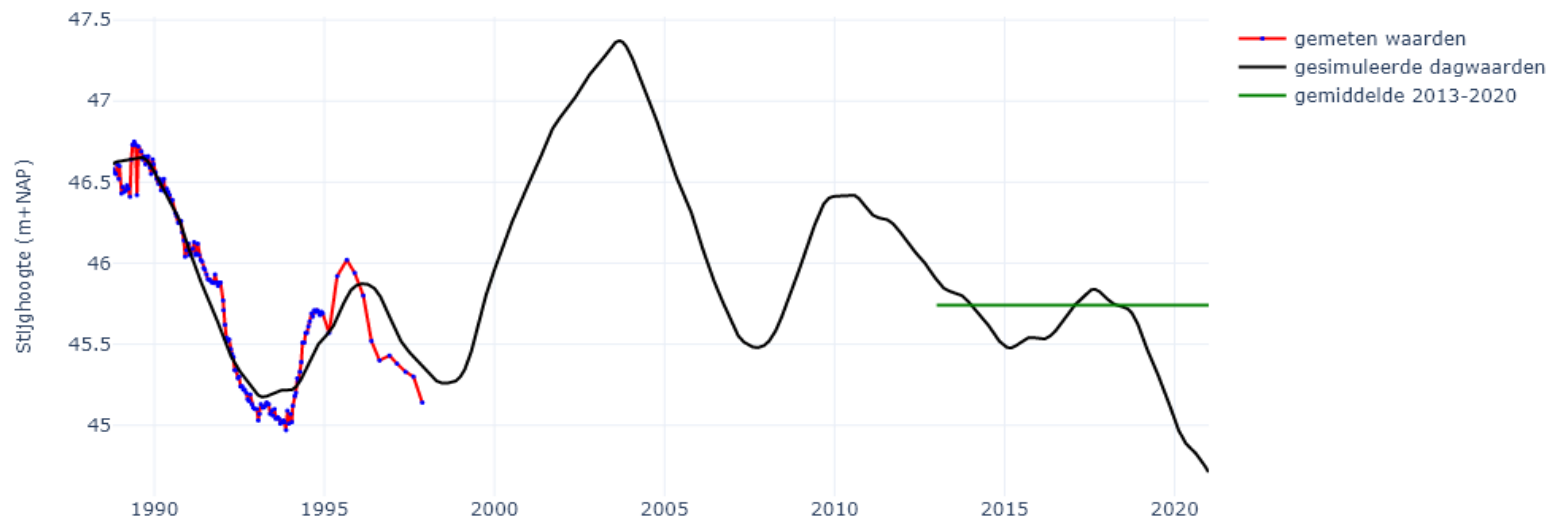
142PB076F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



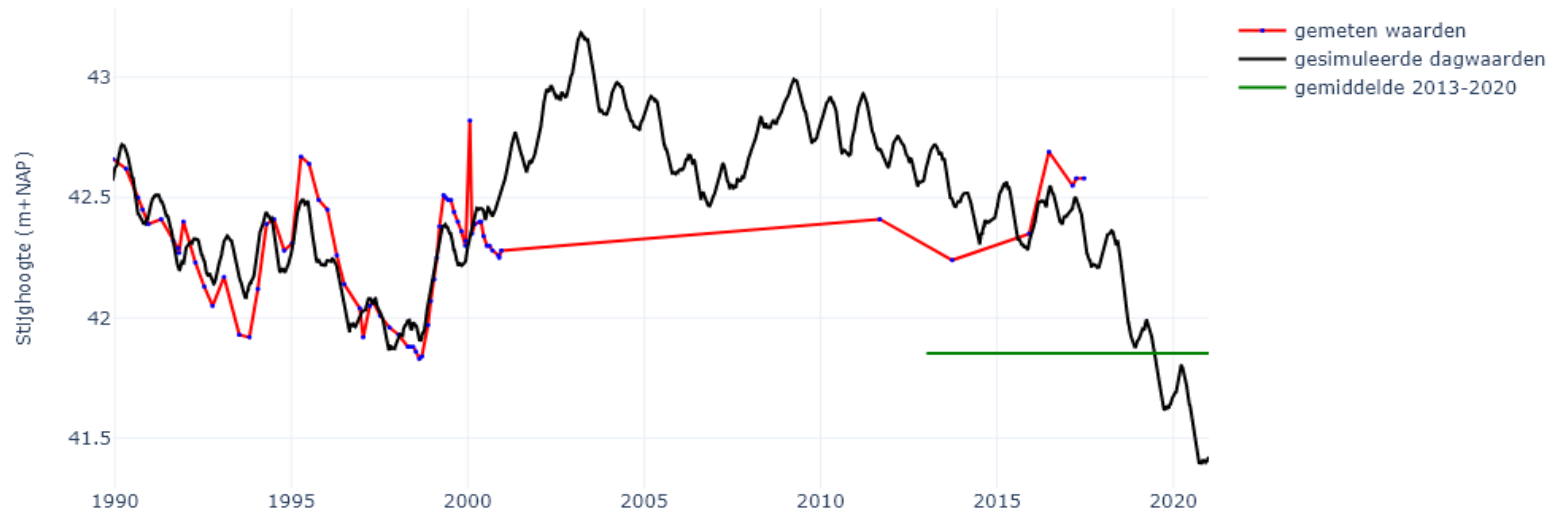
142PB620F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



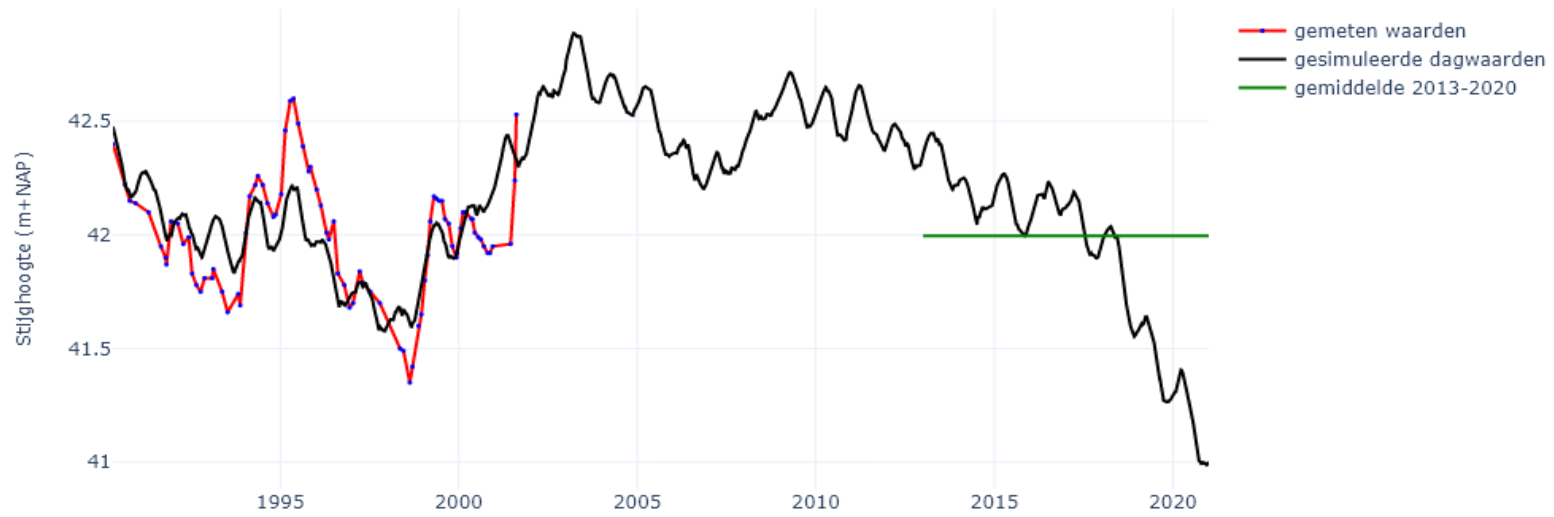
144PB008F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



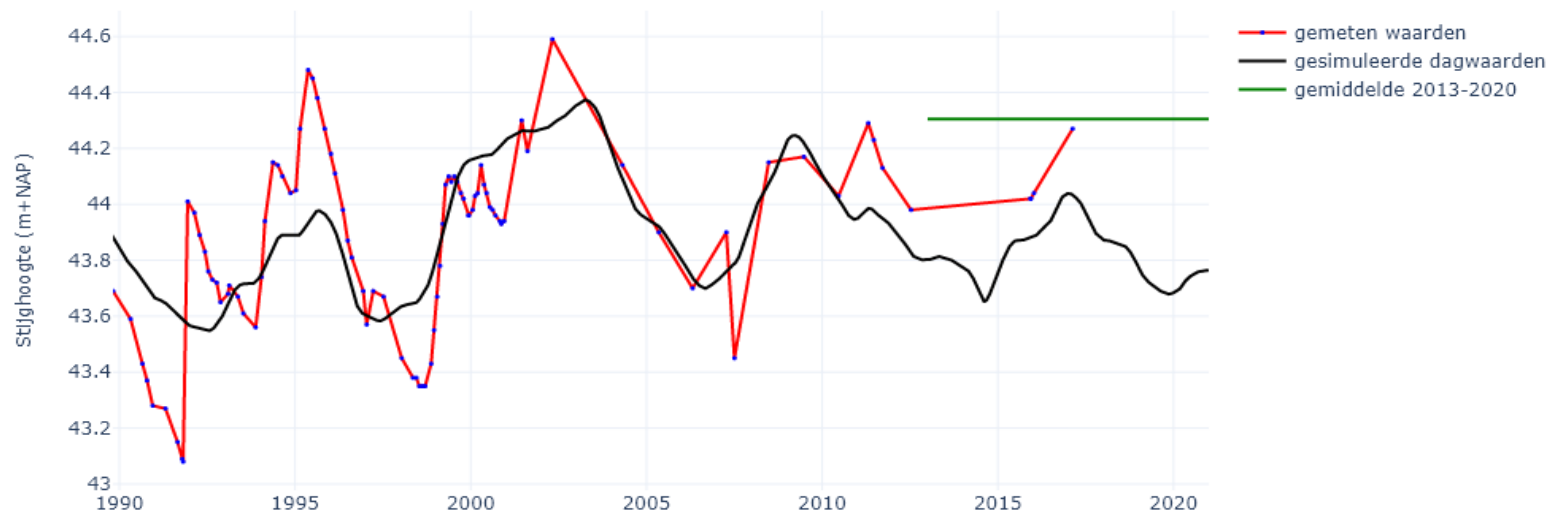
000PB003F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



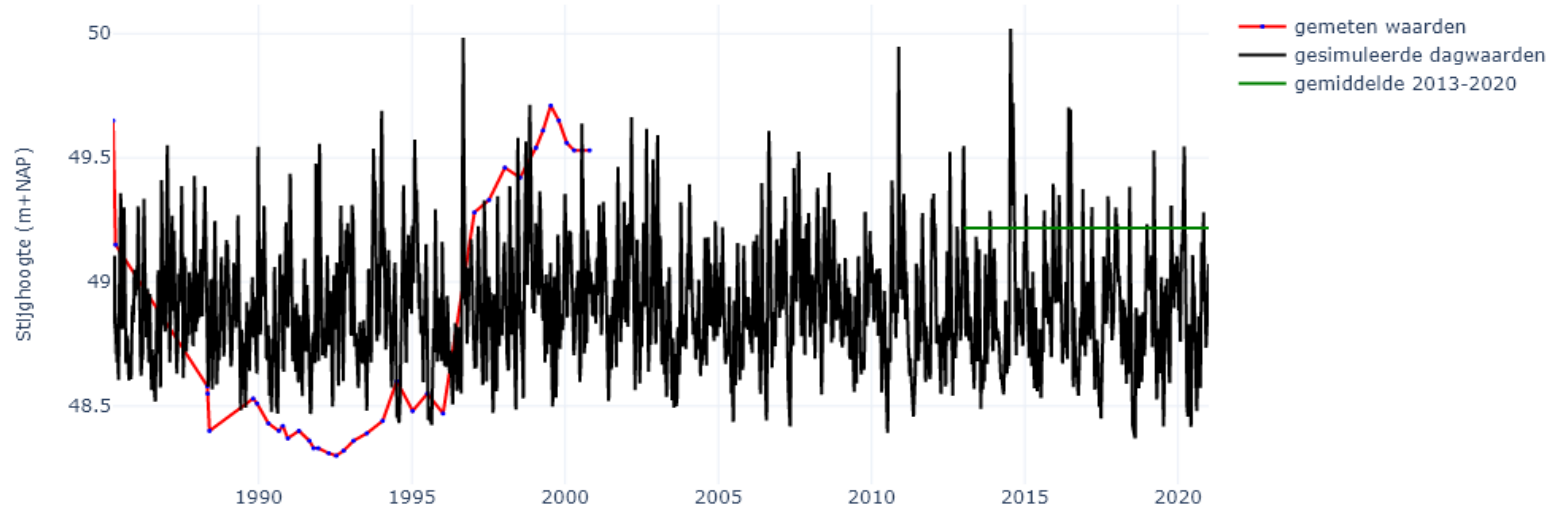
000PB009F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



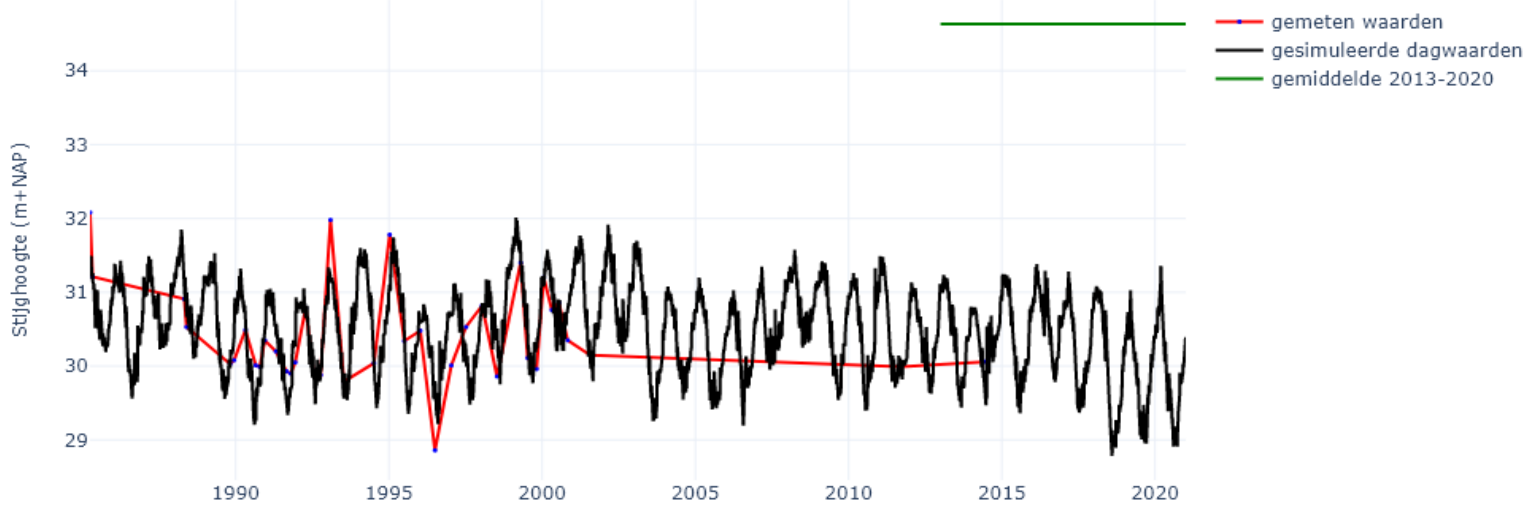
000PB010F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



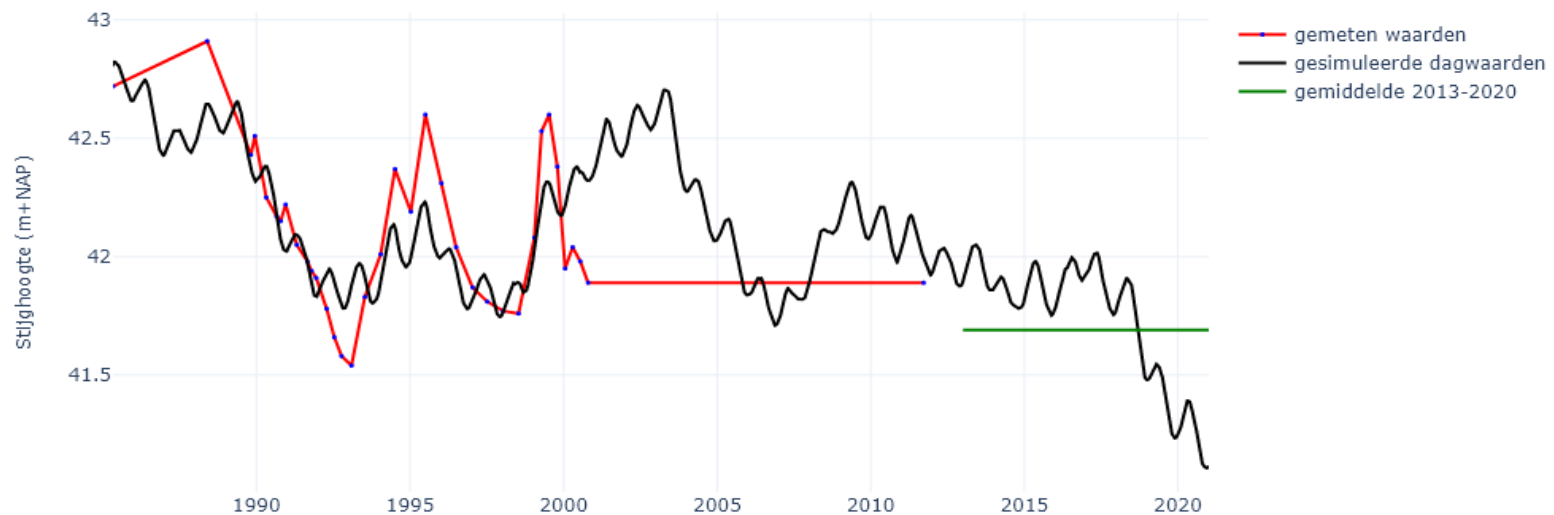
000PB012F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



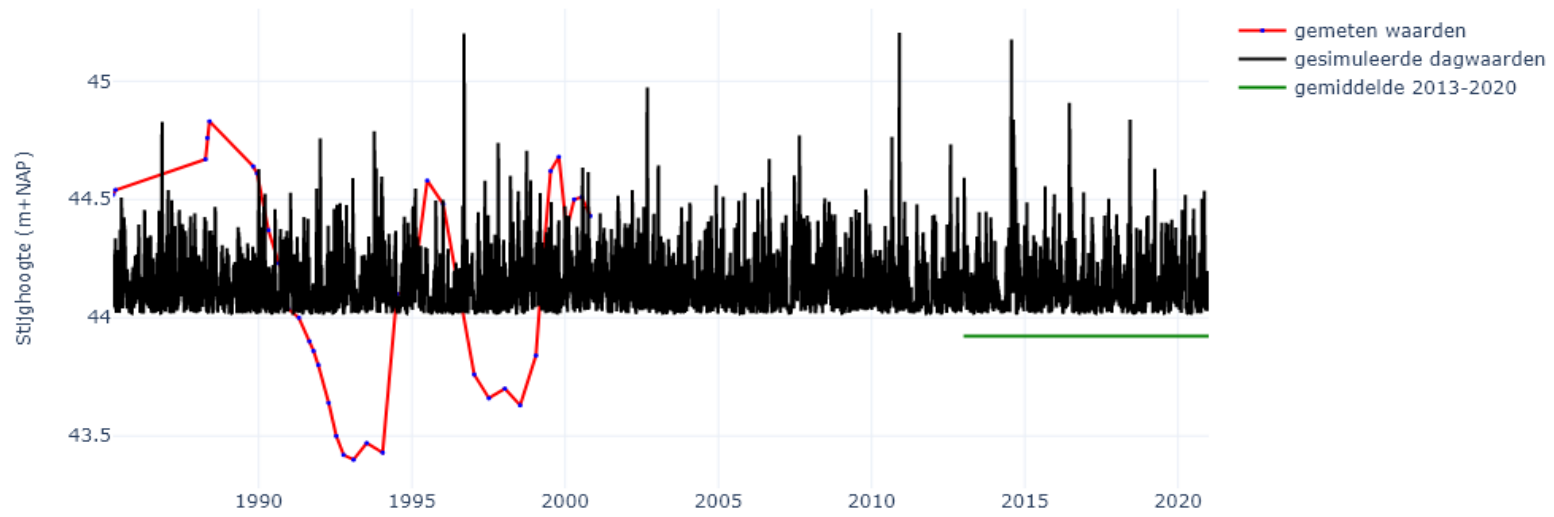
000PB015F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



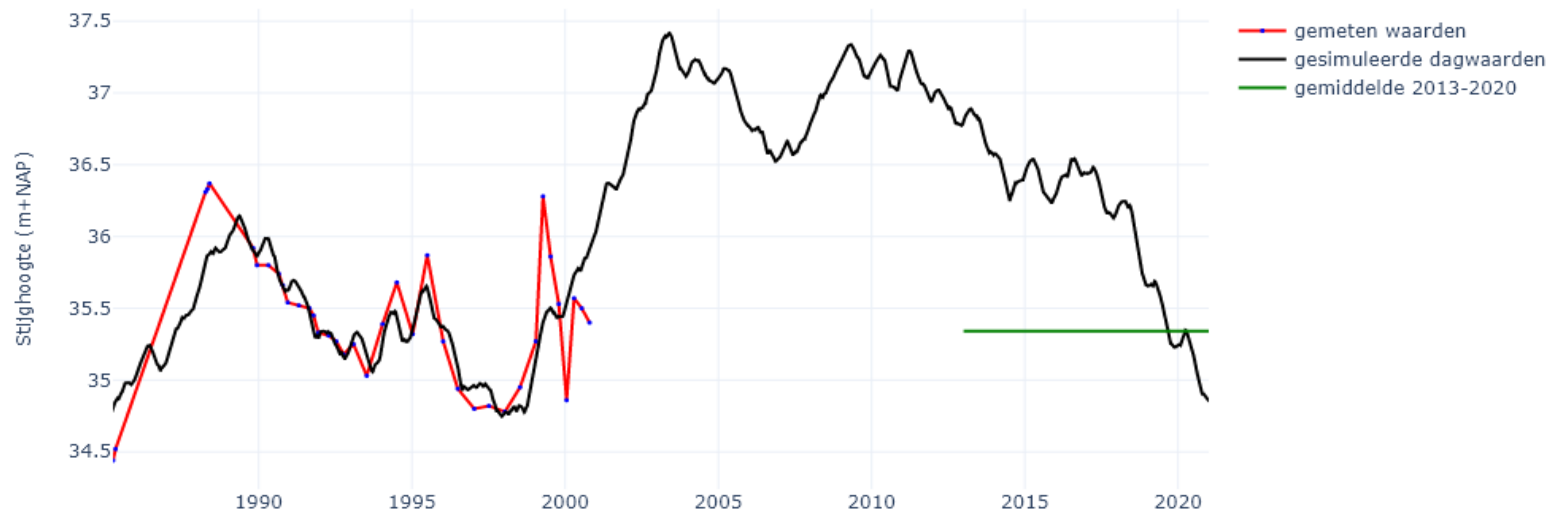
000PB017F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



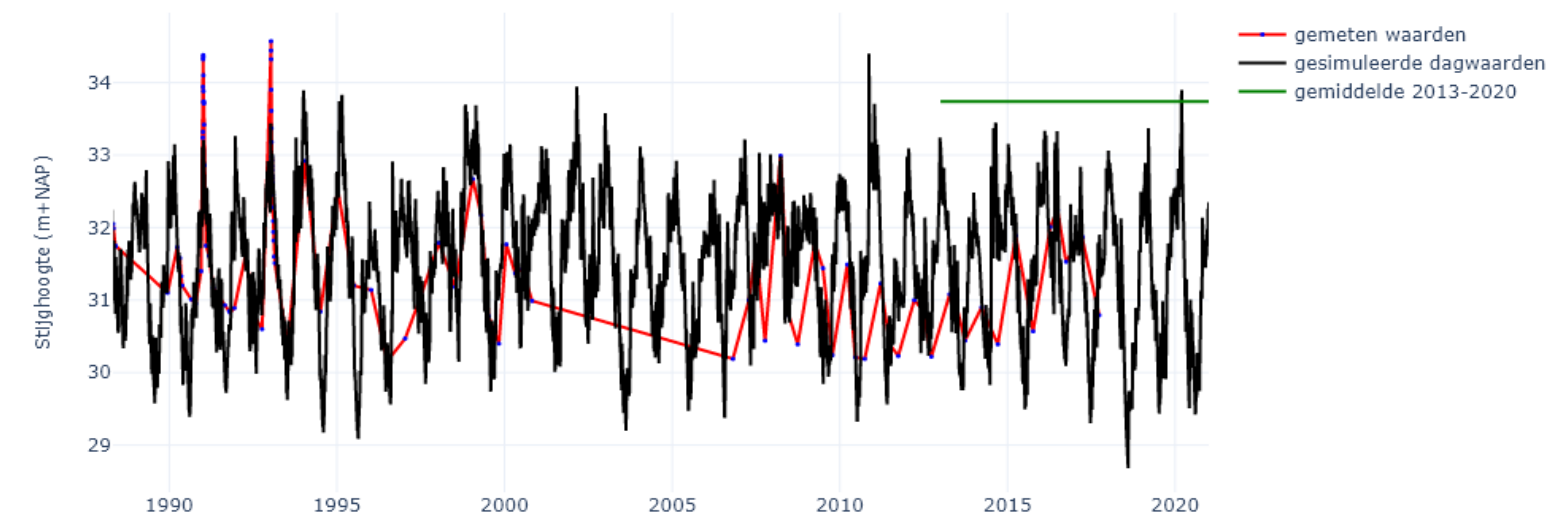
000PB018F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



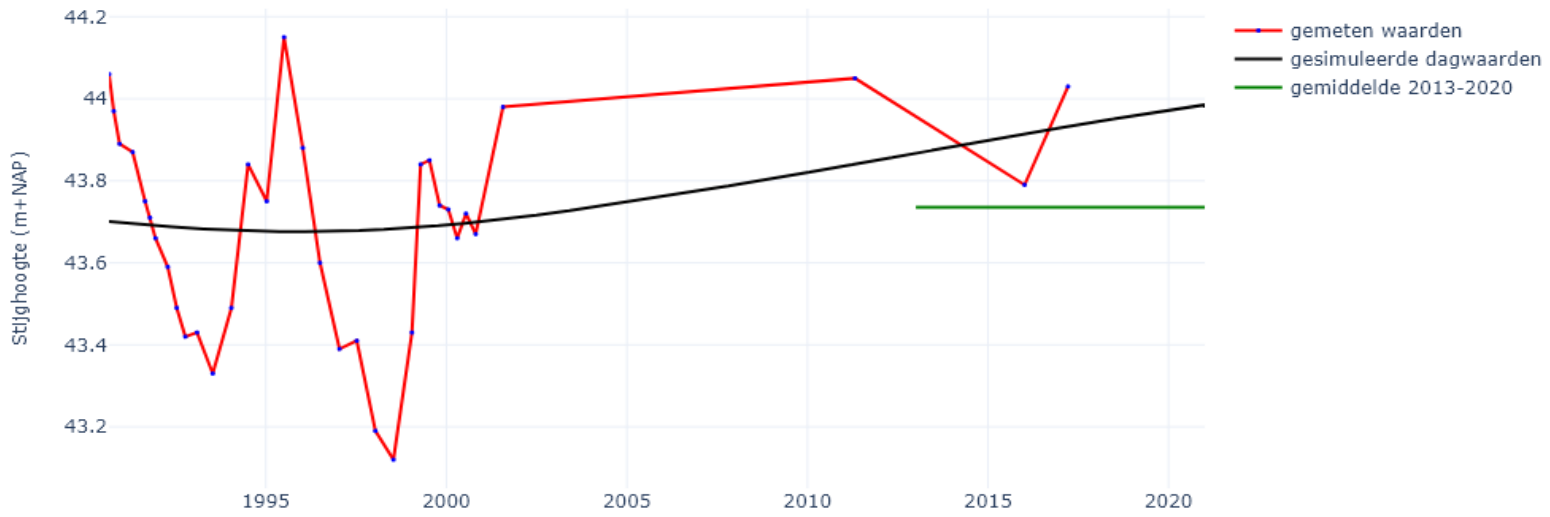
000PB019F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



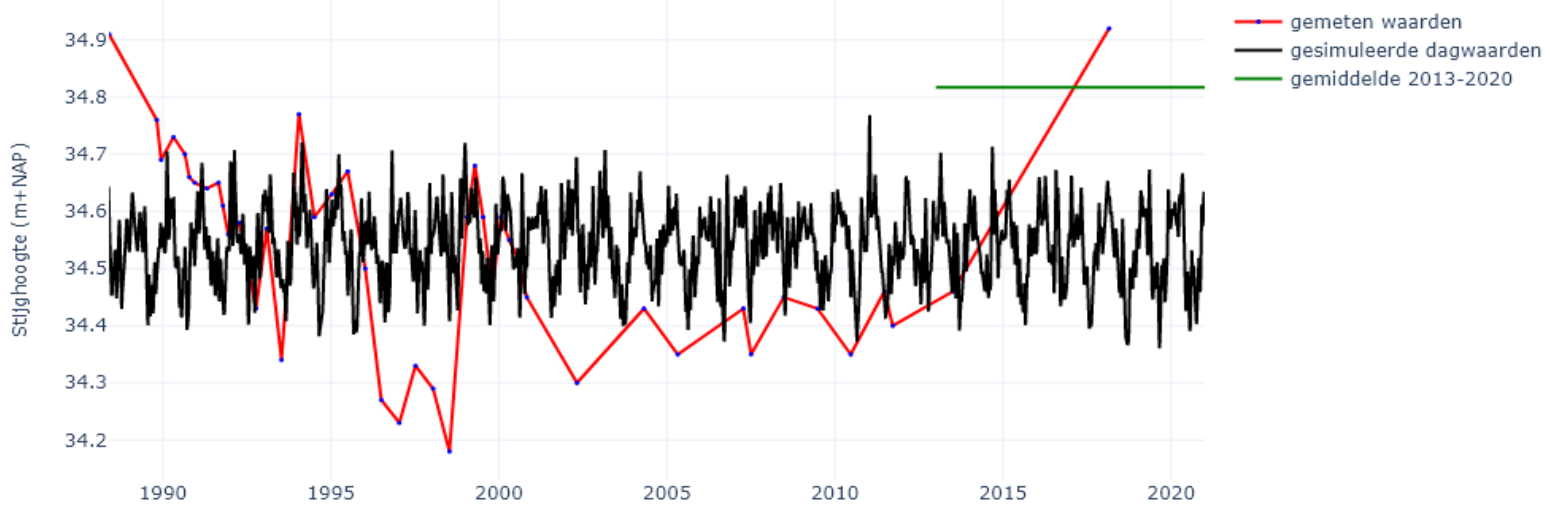
000PB025F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



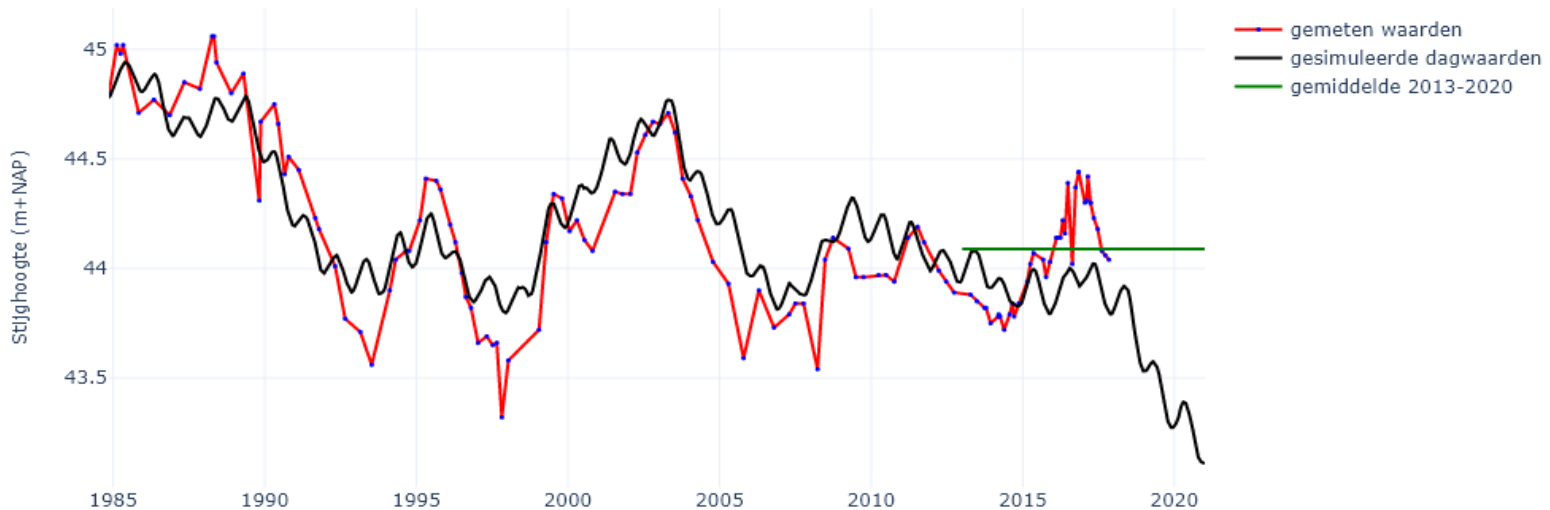
000PB033F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



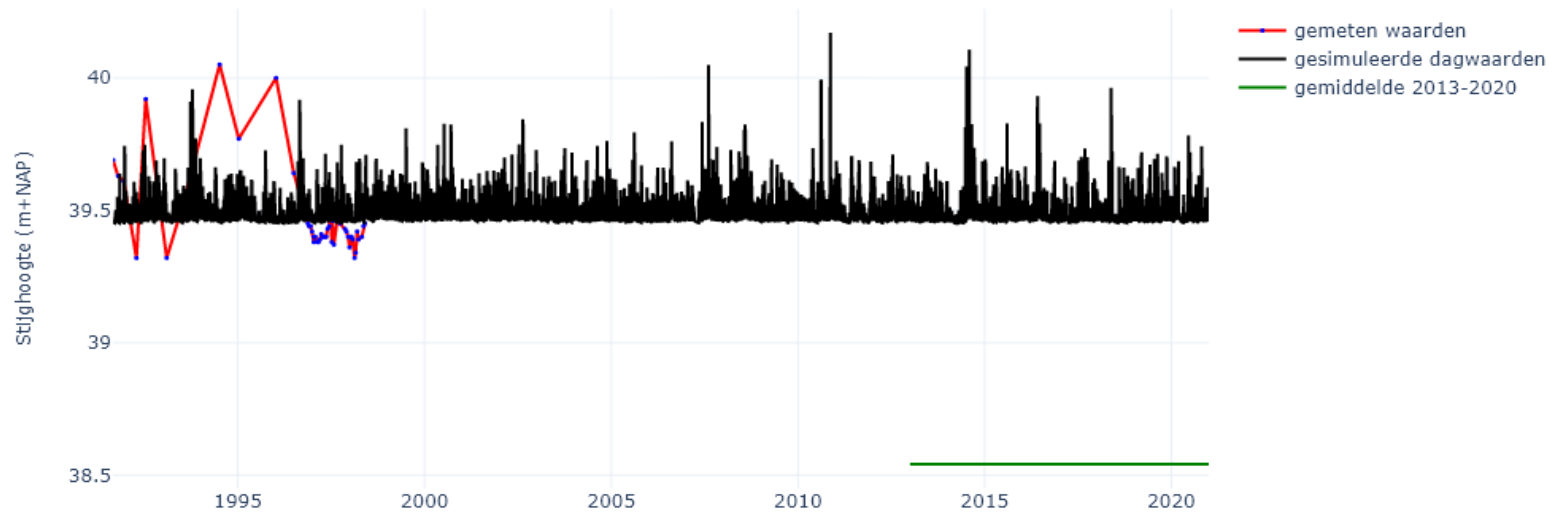
000PB034F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



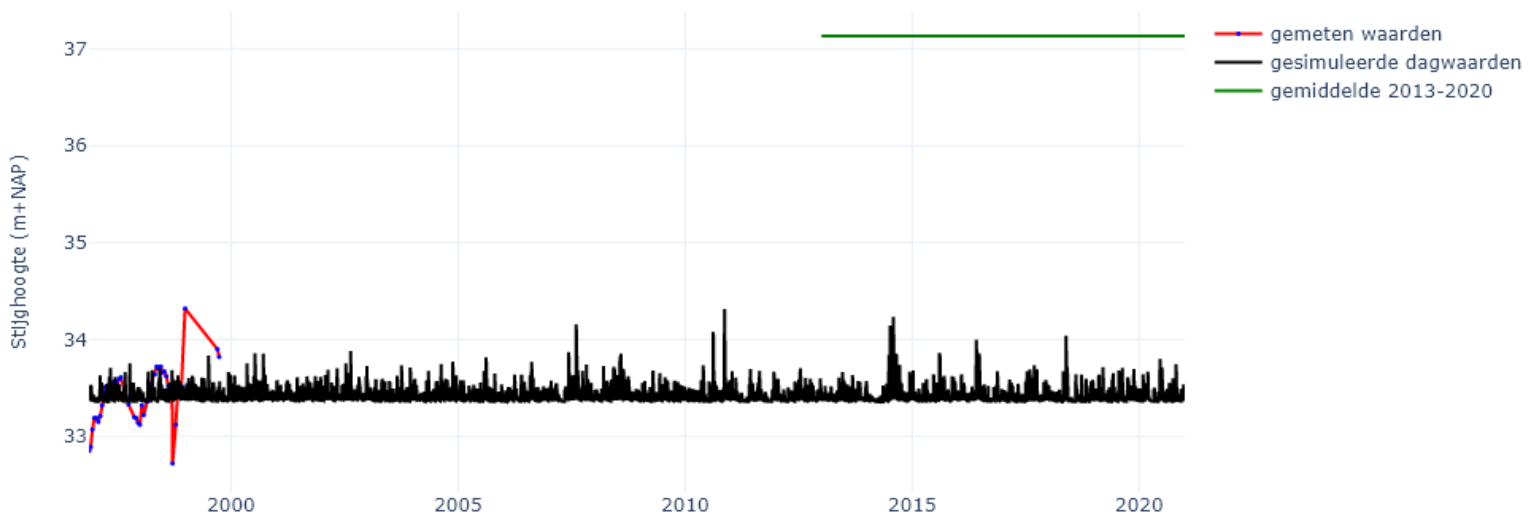
000PB037F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



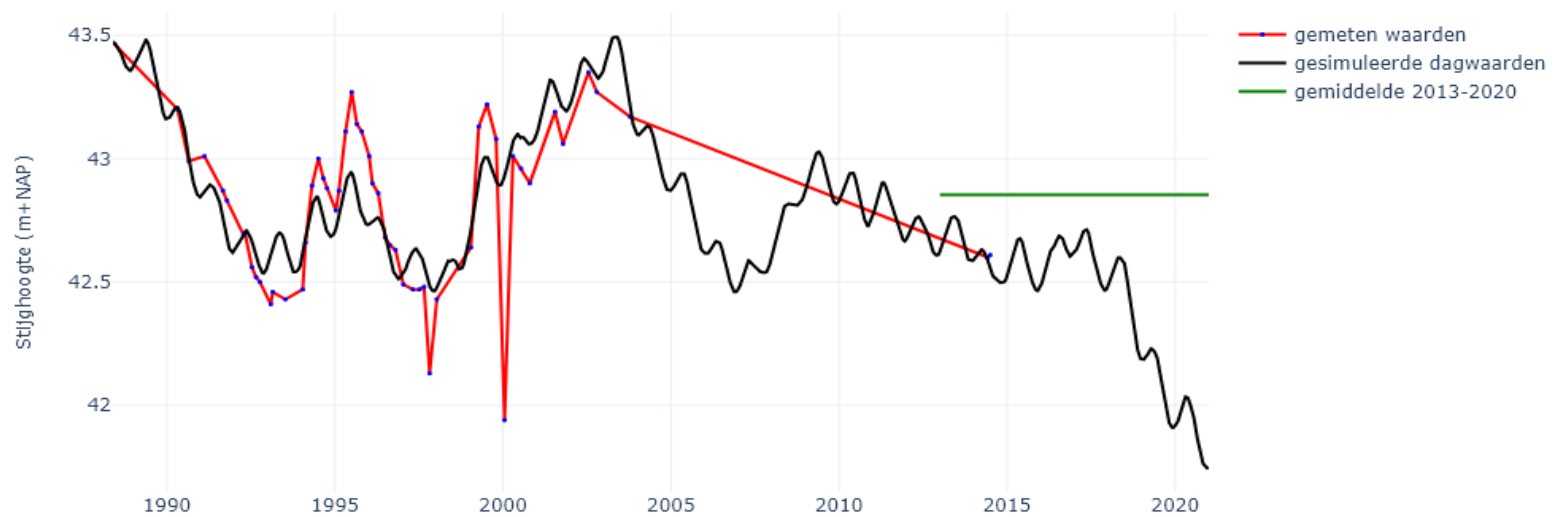
000PB041F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



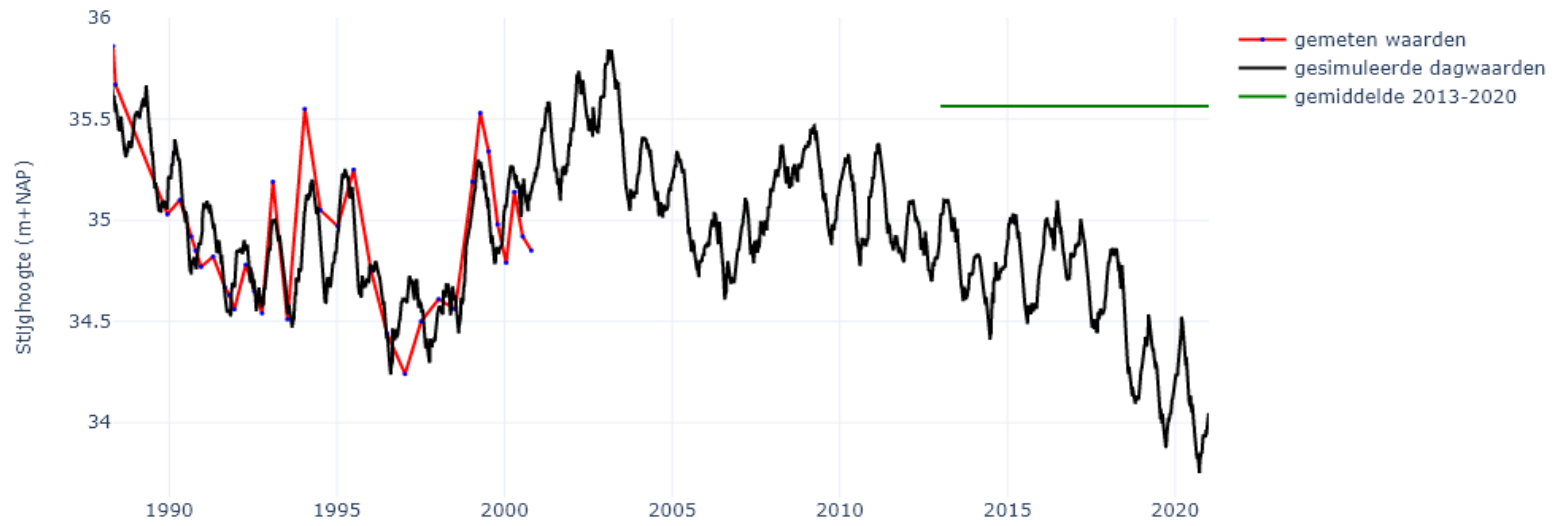
000PB042F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



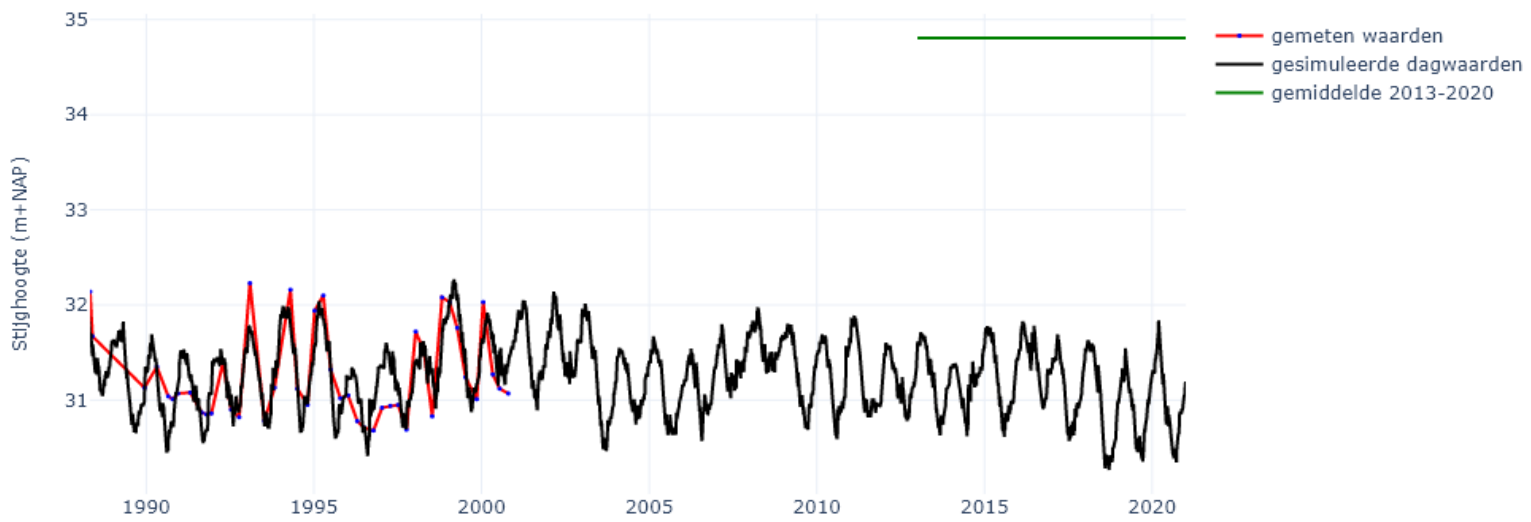
000PB053F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



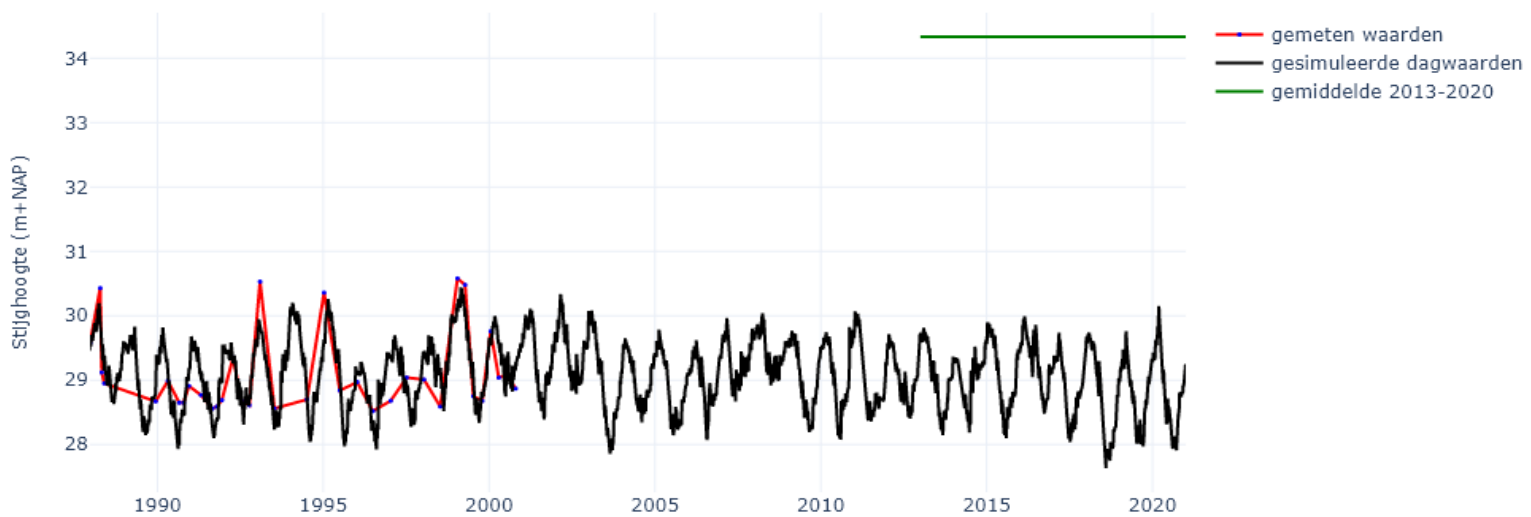
000PB057F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



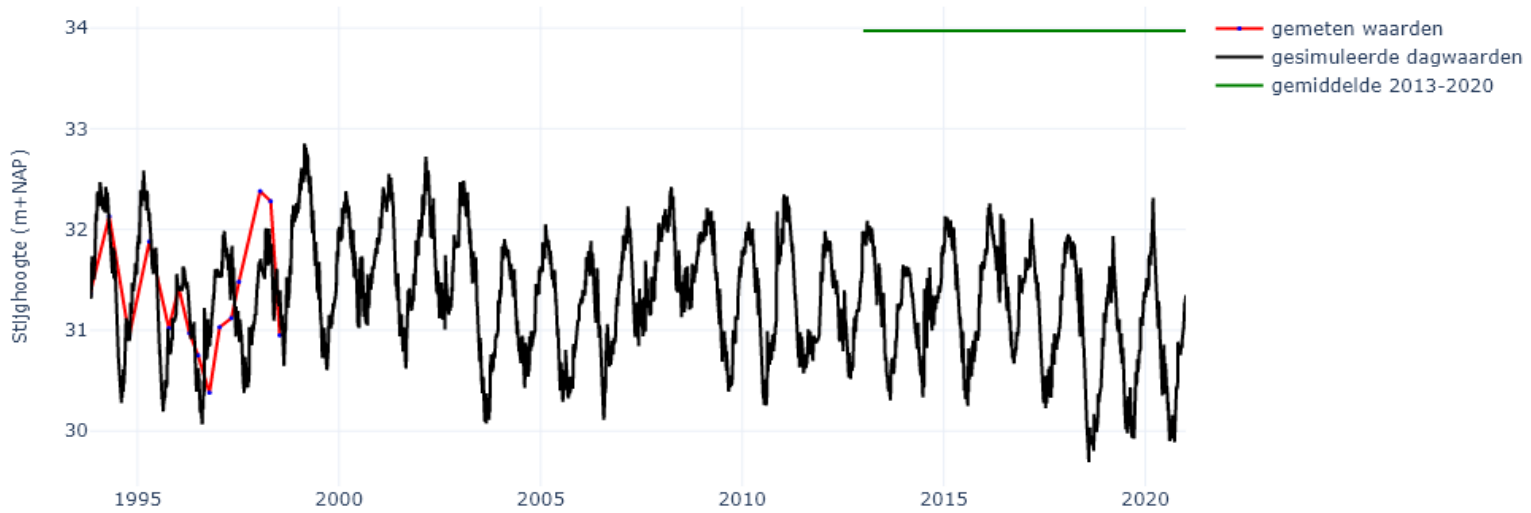
000PB063F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



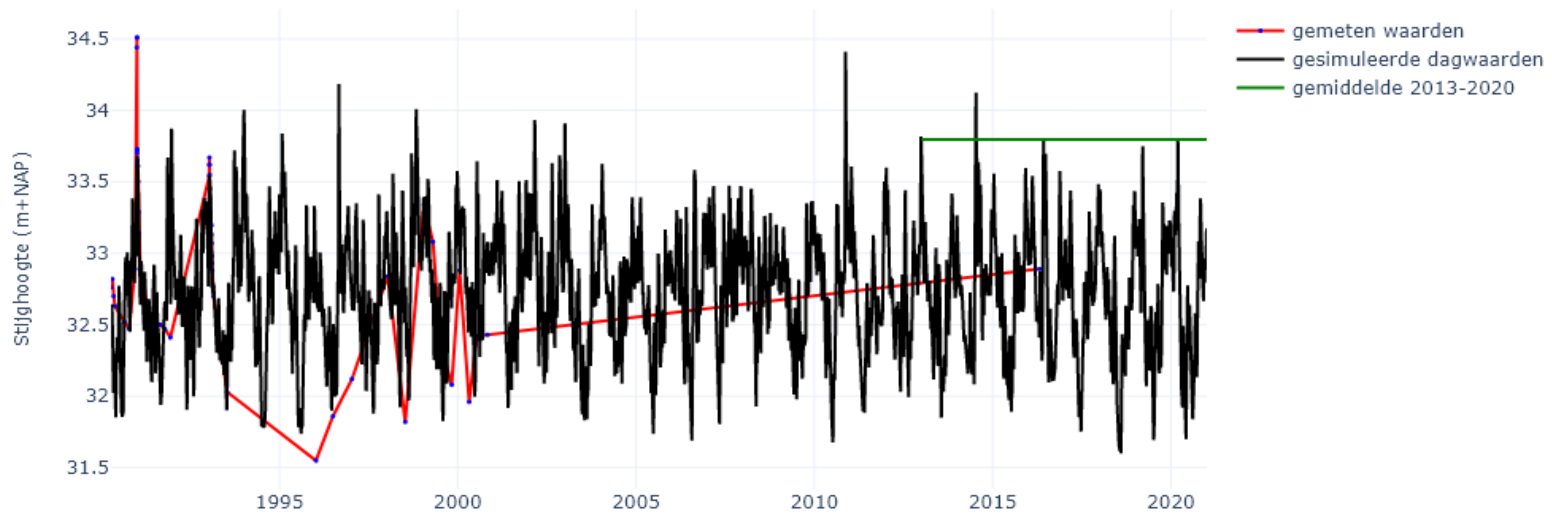
000PB065F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



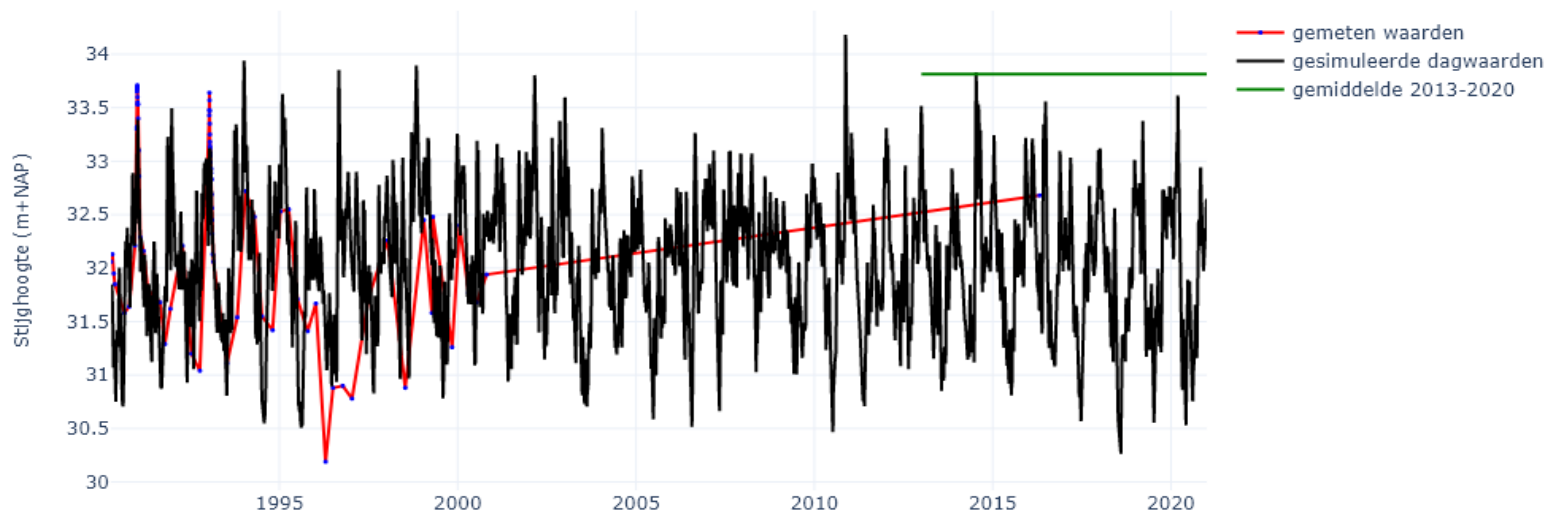
000PB073F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



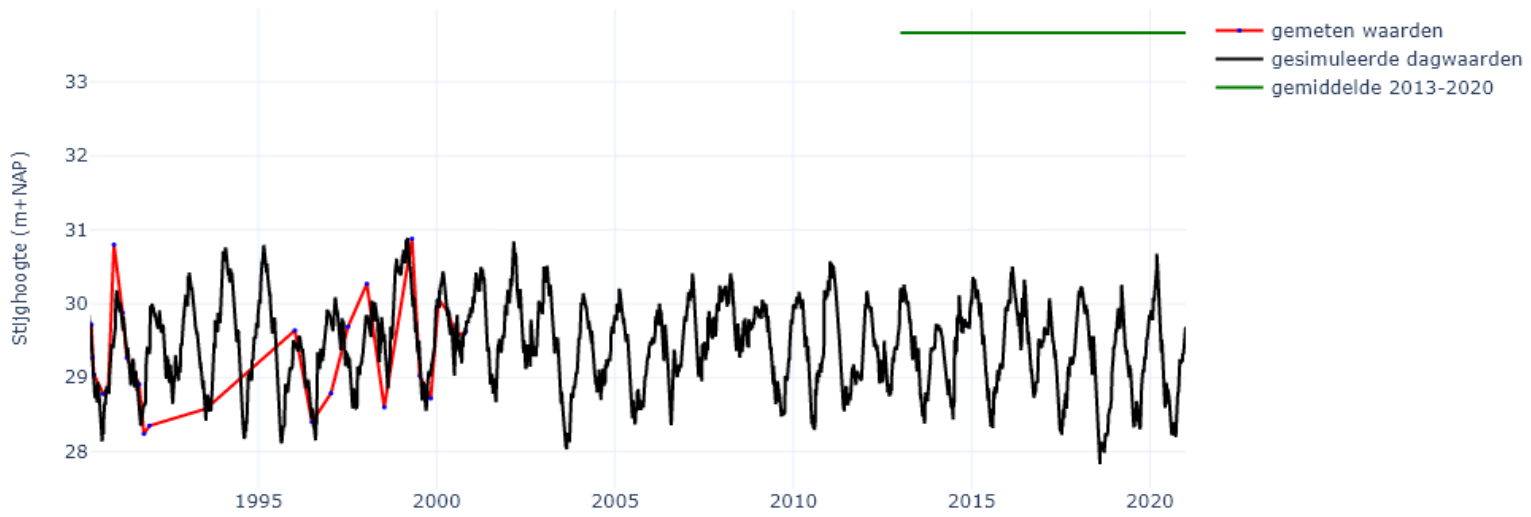
000PB074F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



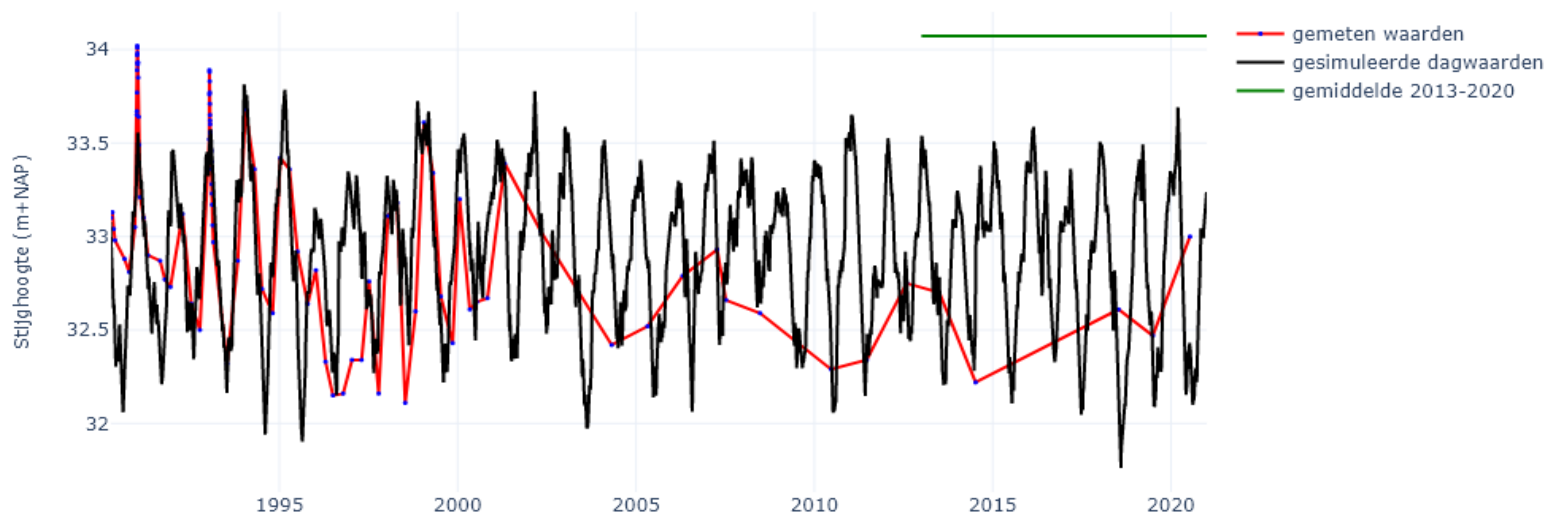
000PB094F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



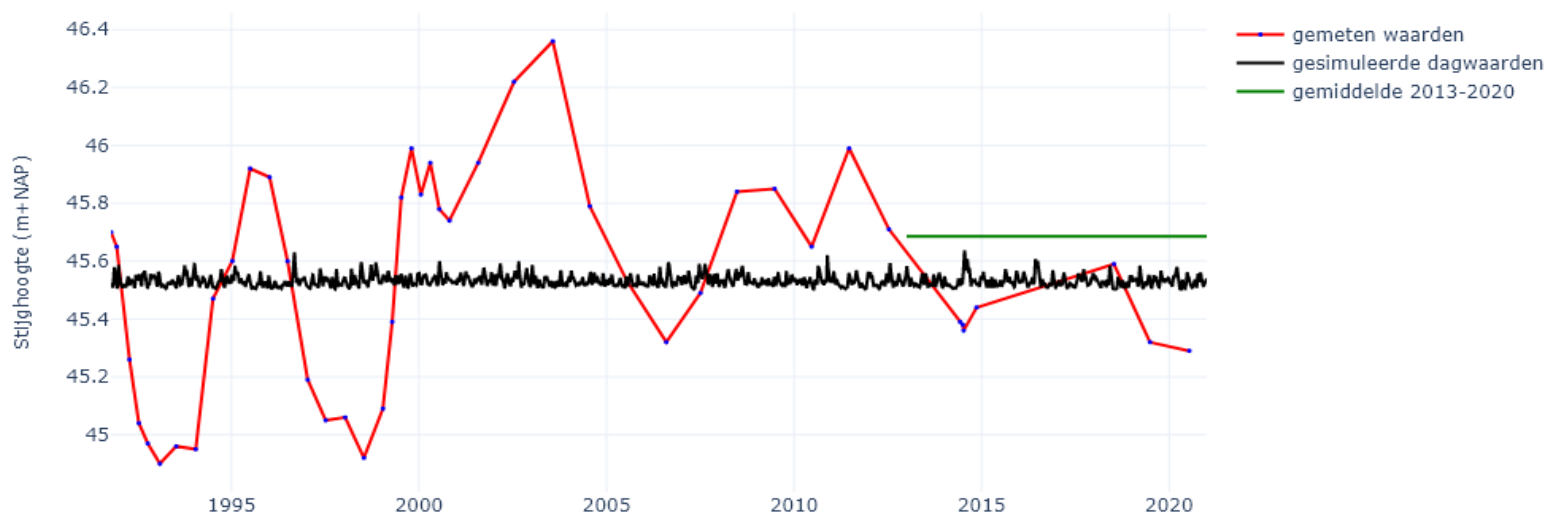
000PB098F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



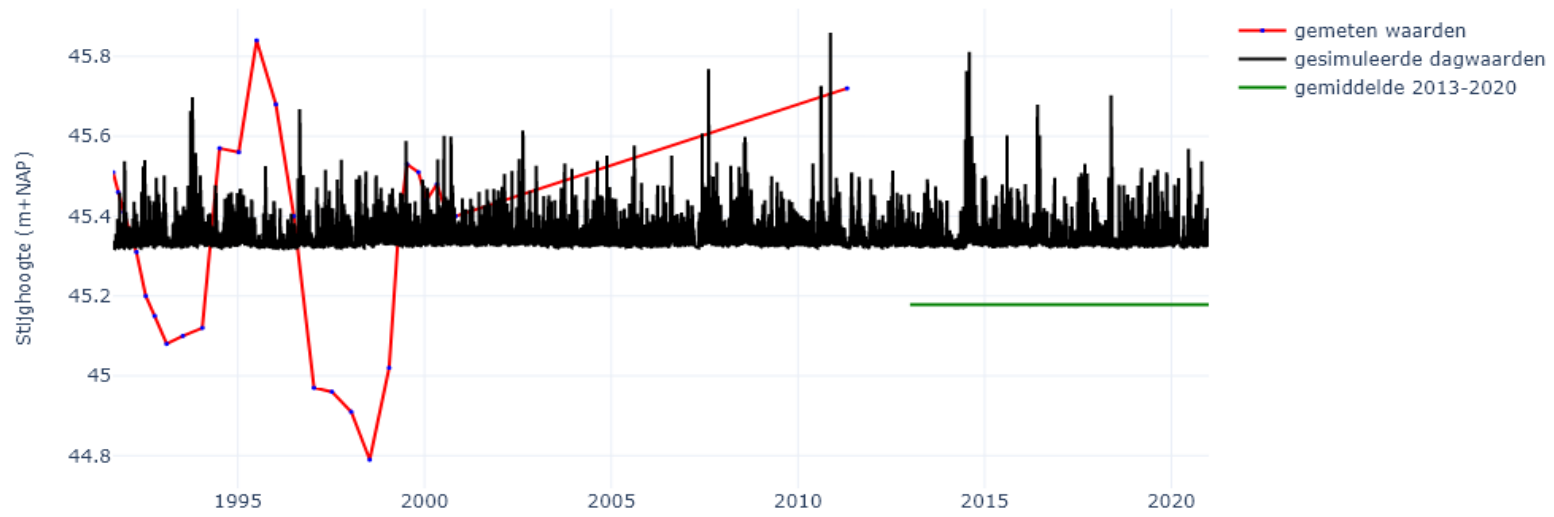
000PB099F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



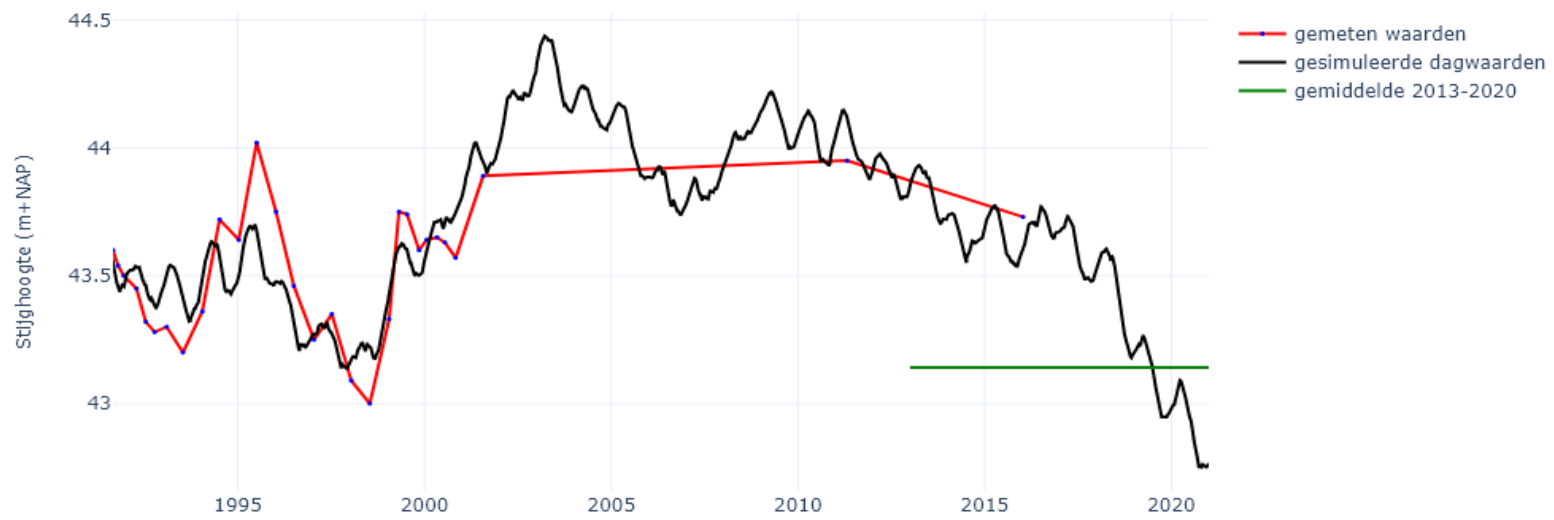
000PB107F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



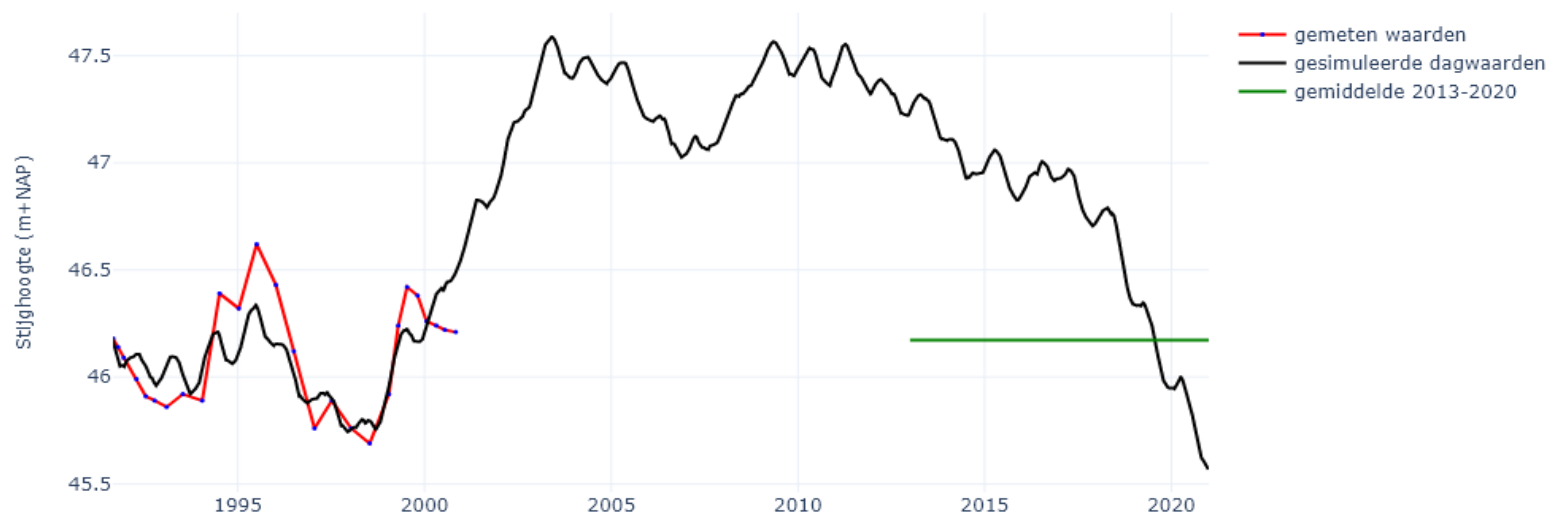
000PB108F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



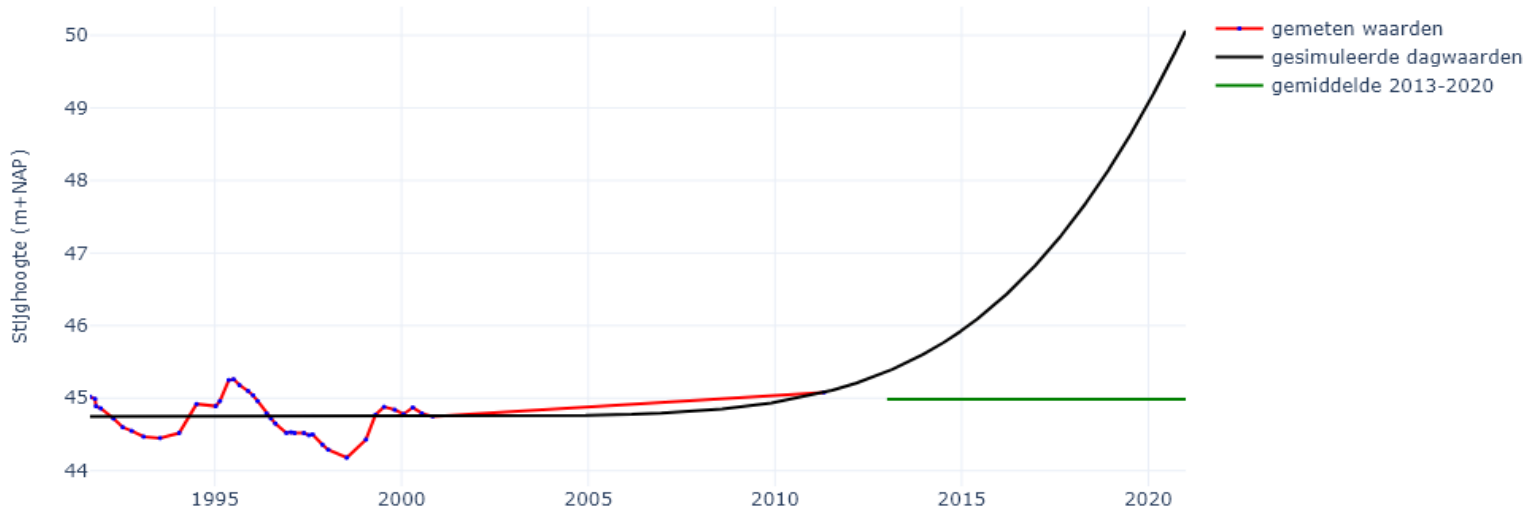
000PB110F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



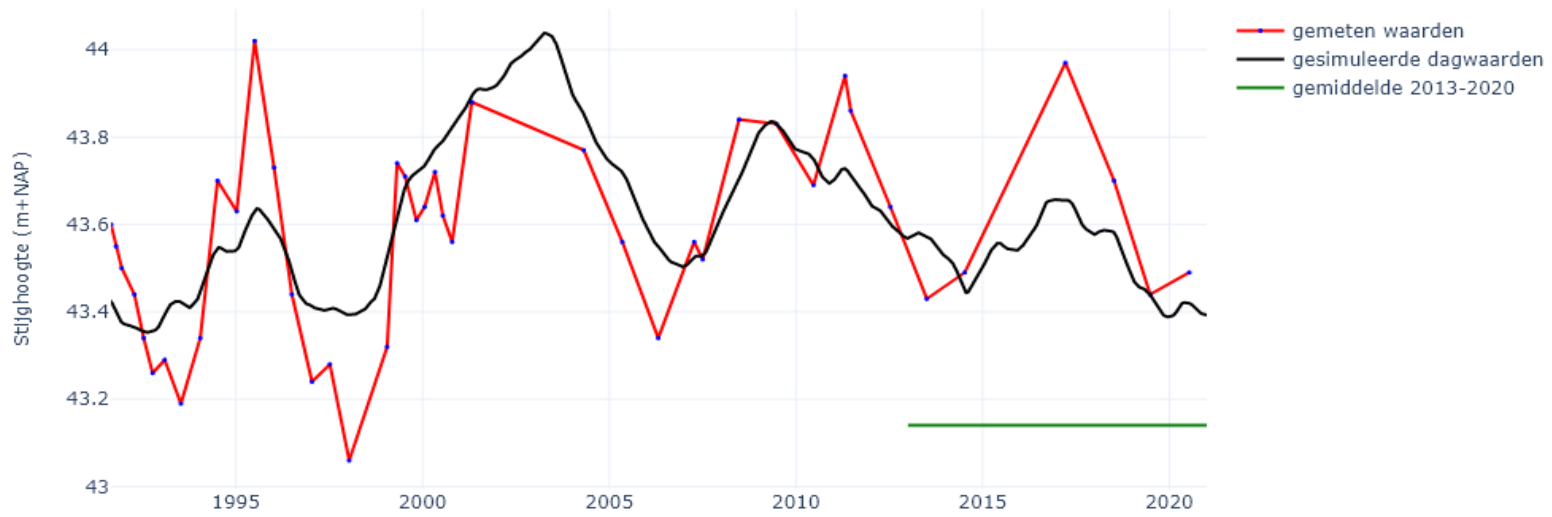
000PB111F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



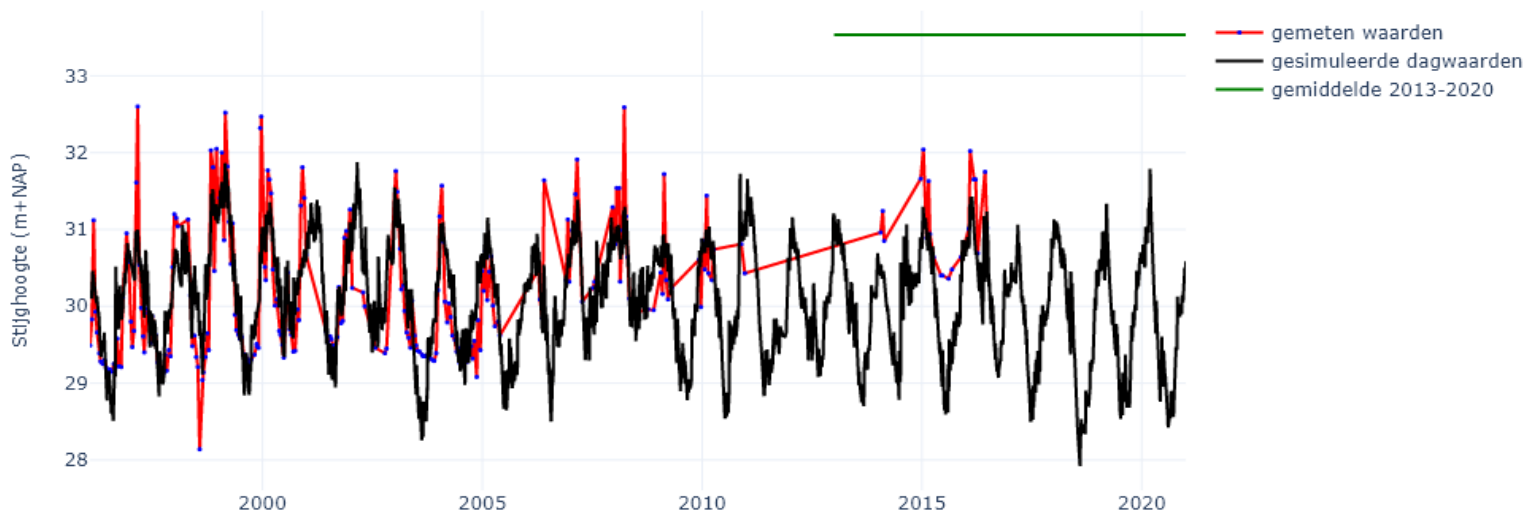
000PB113F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



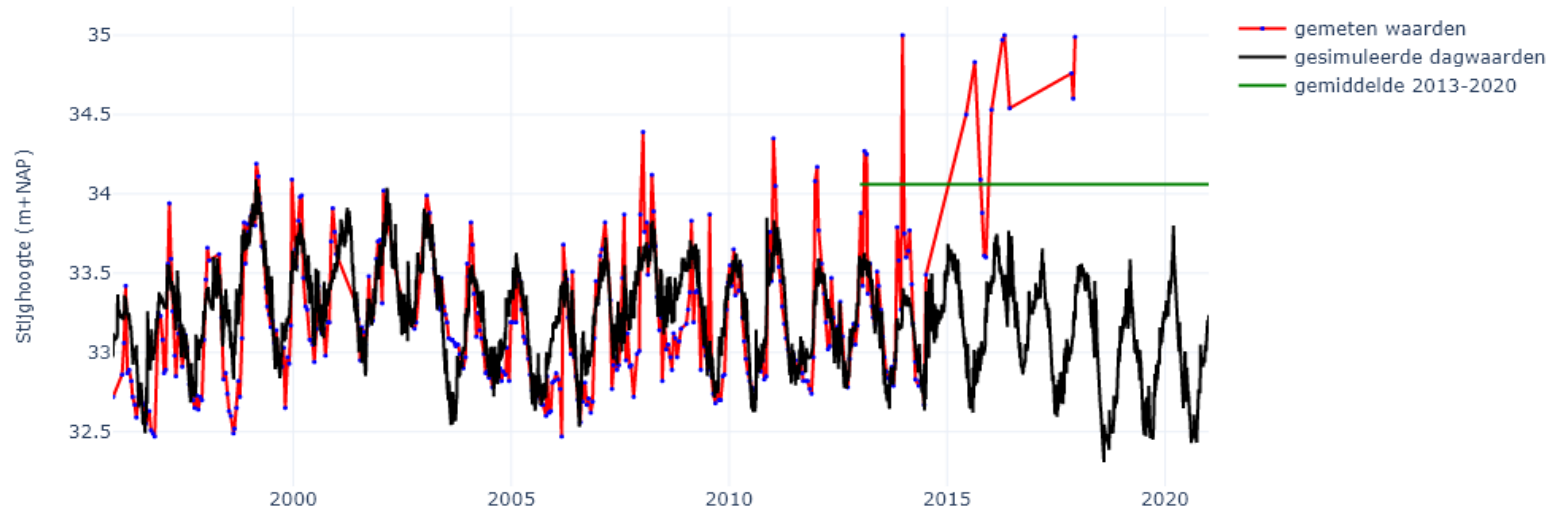
000PB115F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



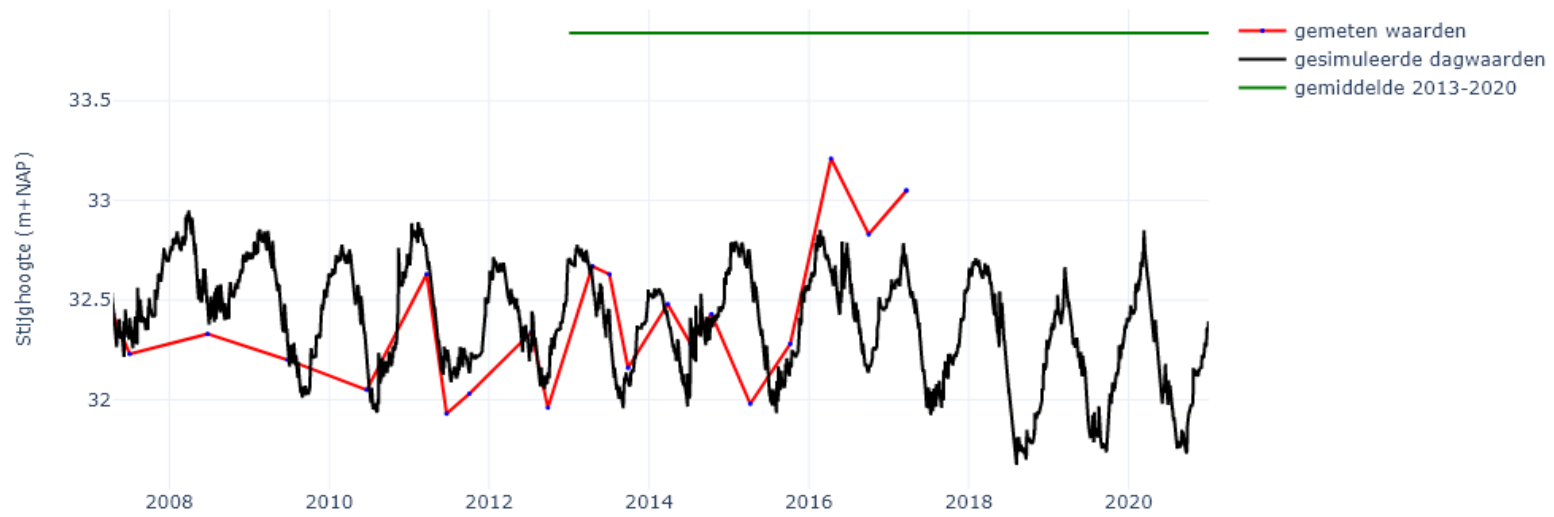
000PB212F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



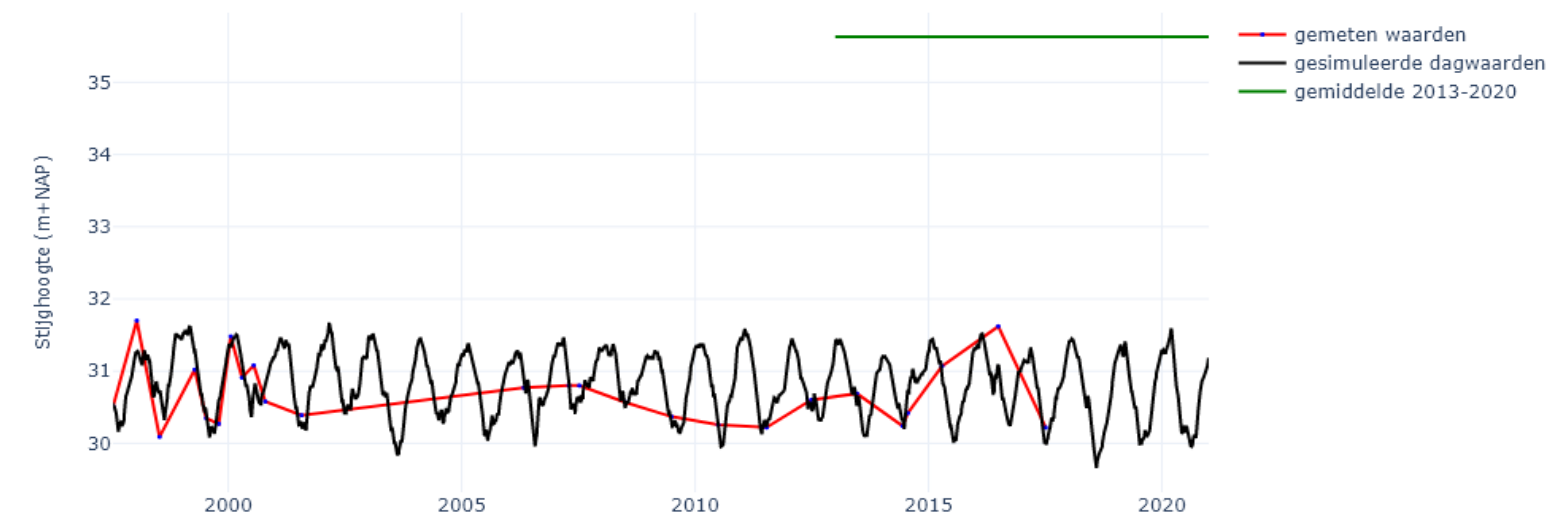
000PB213F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



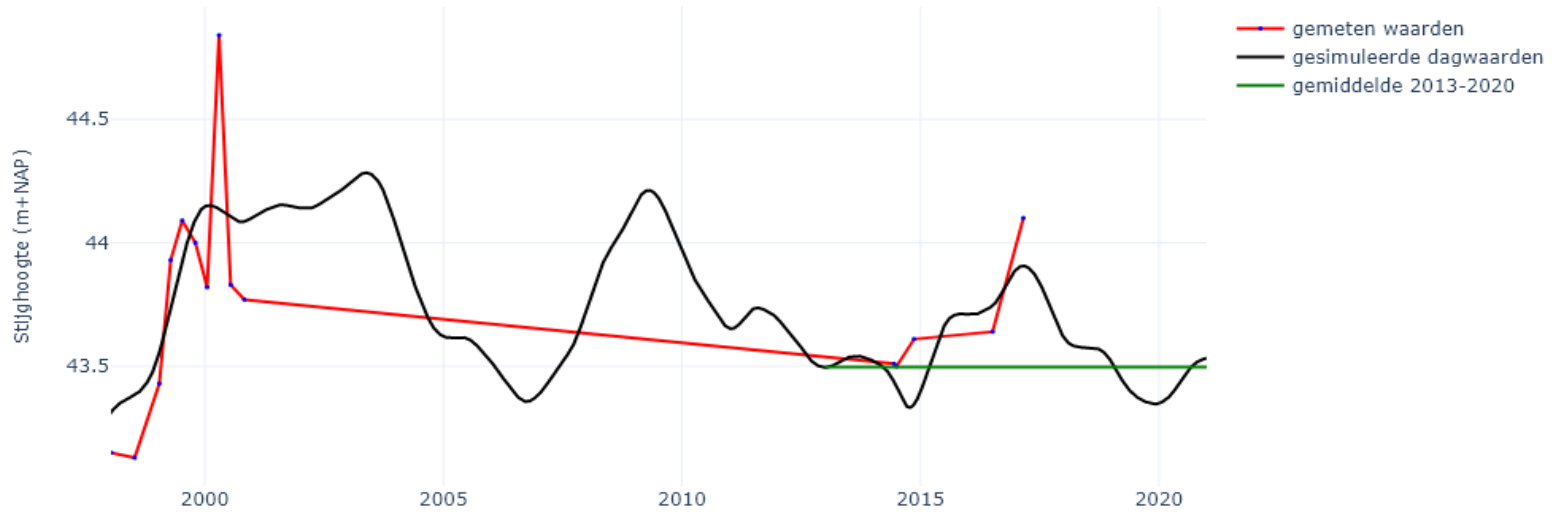
000PB221F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



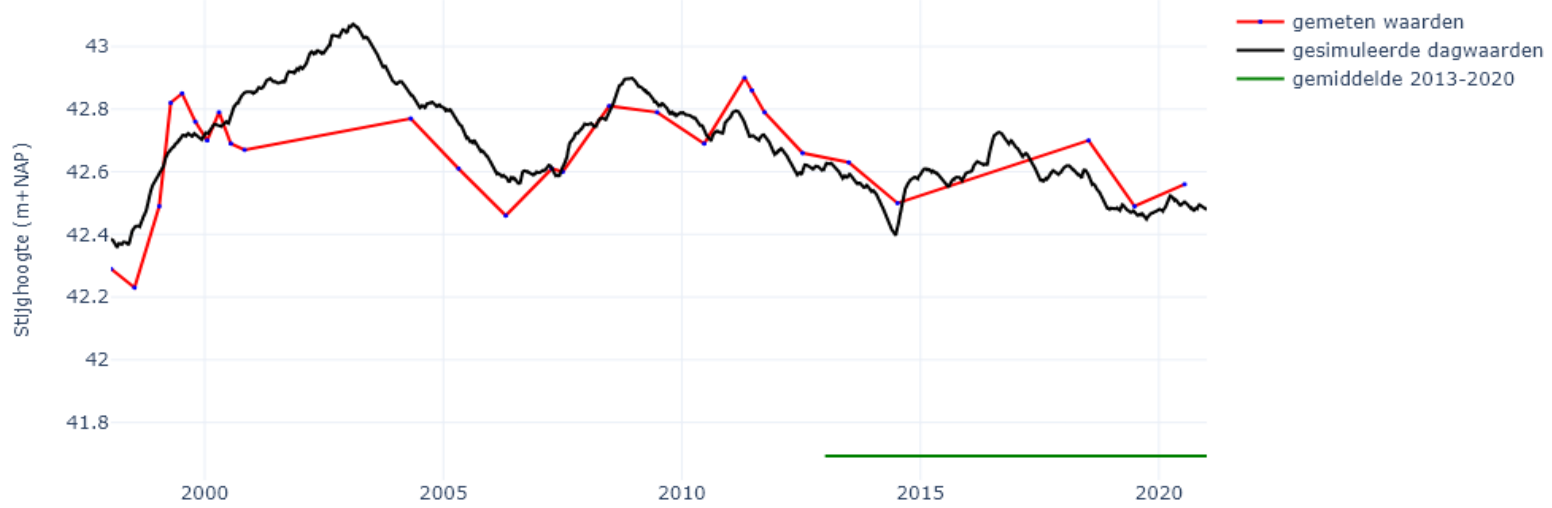
000PB223F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



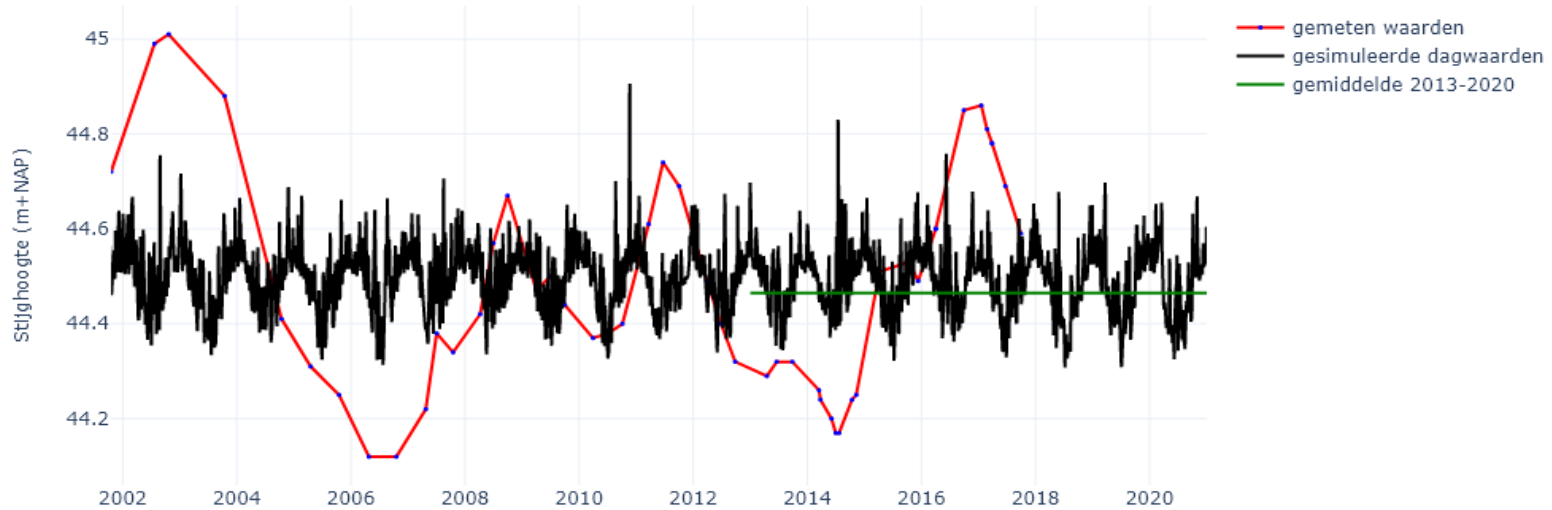
000PB236F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



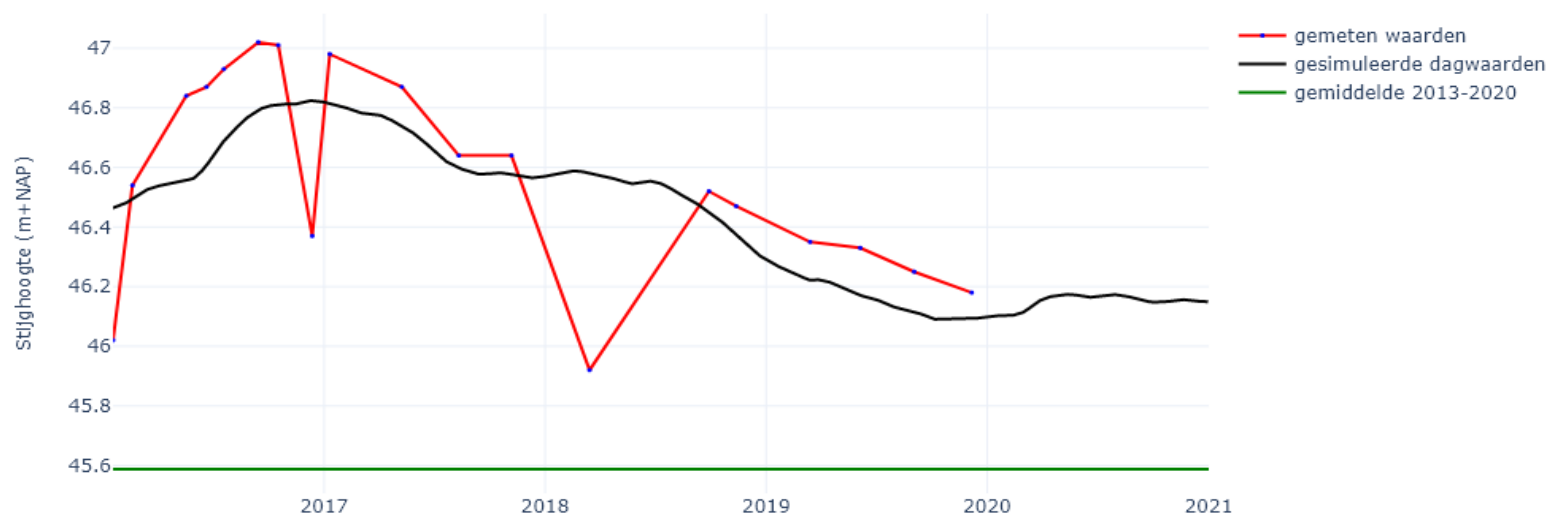
000PB241F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



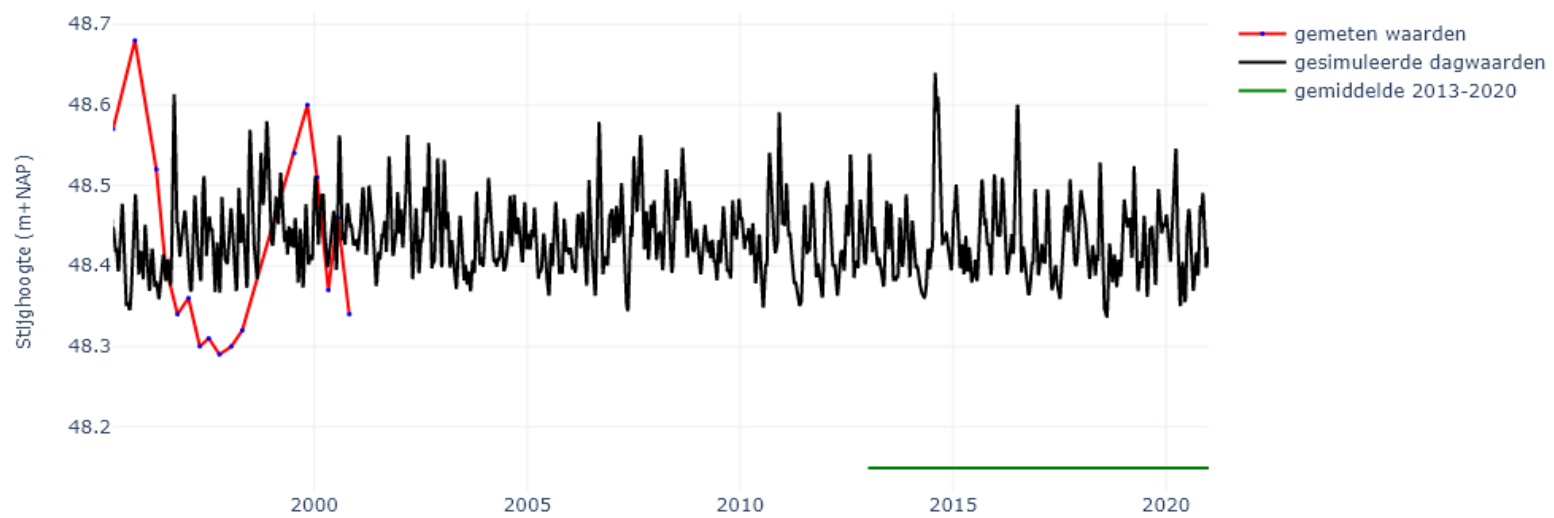
000PB360F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



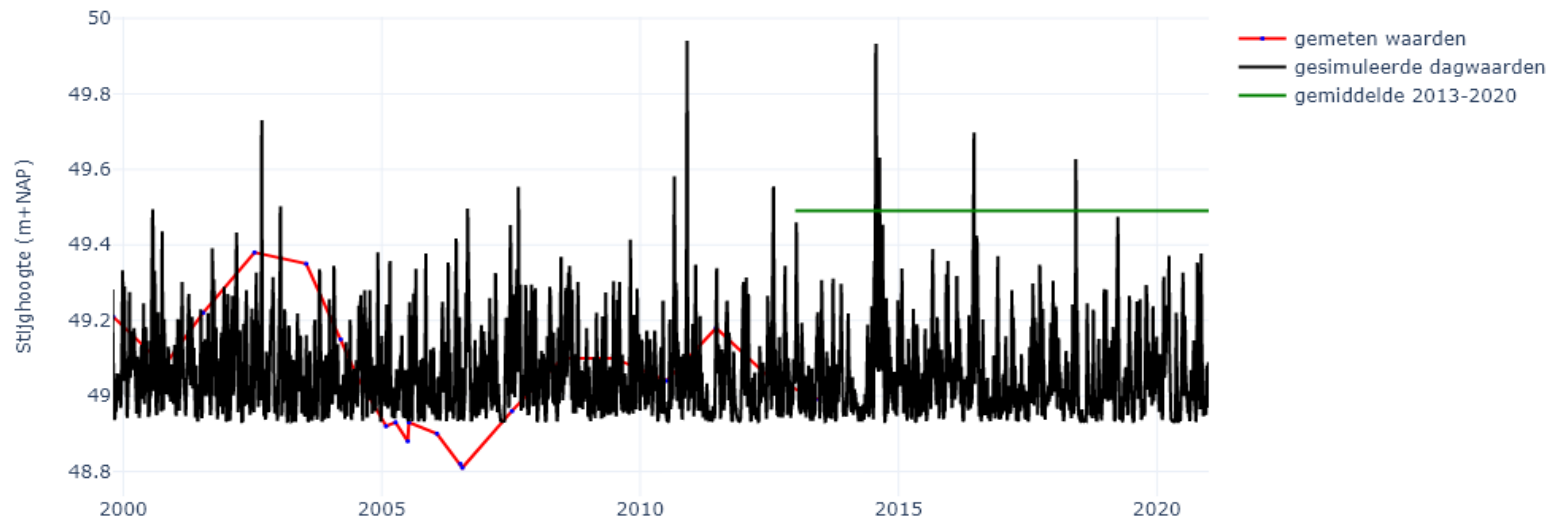
000PB455F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



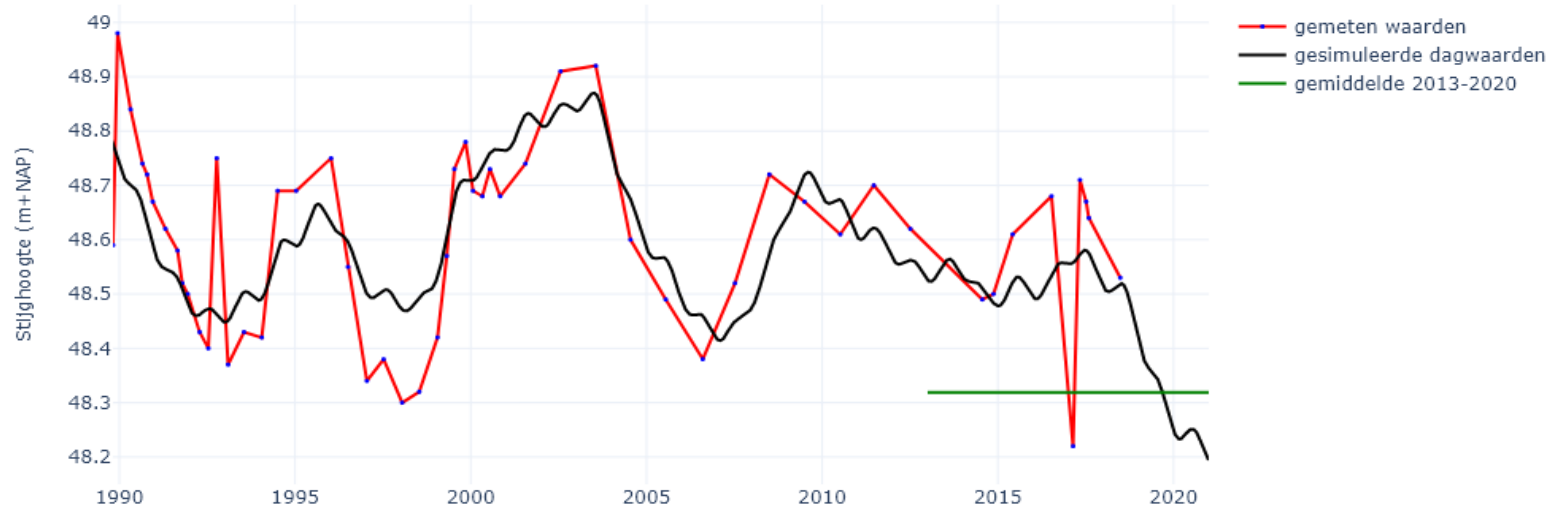
002PB004F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



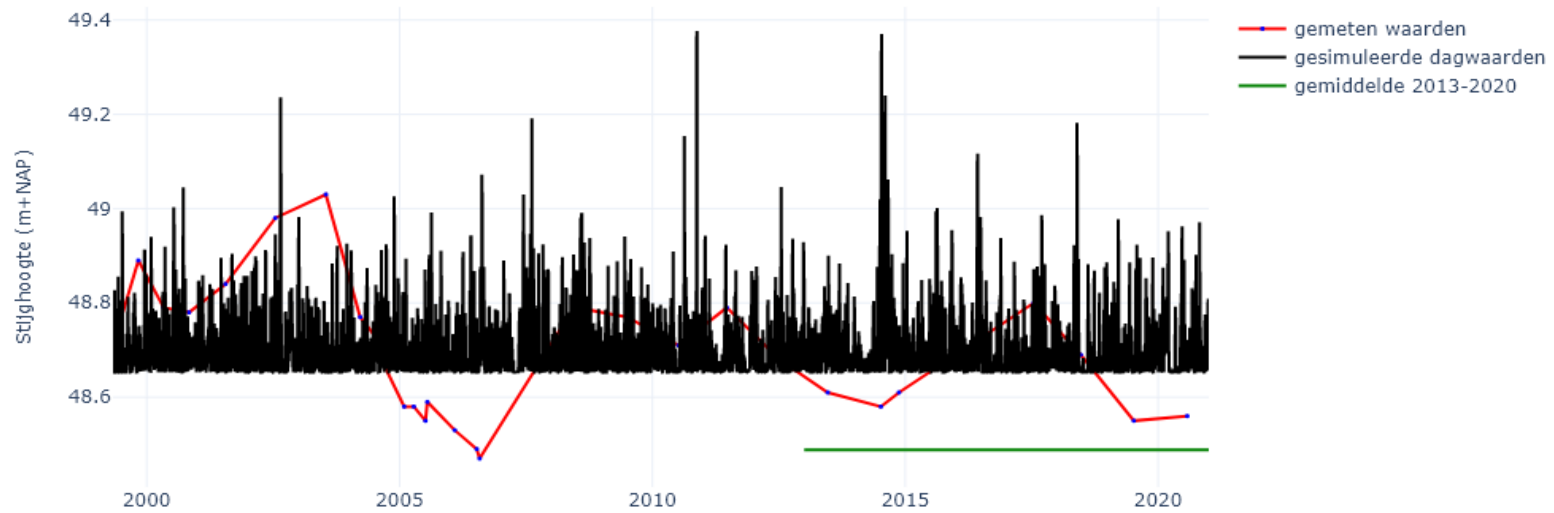
004PB063F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



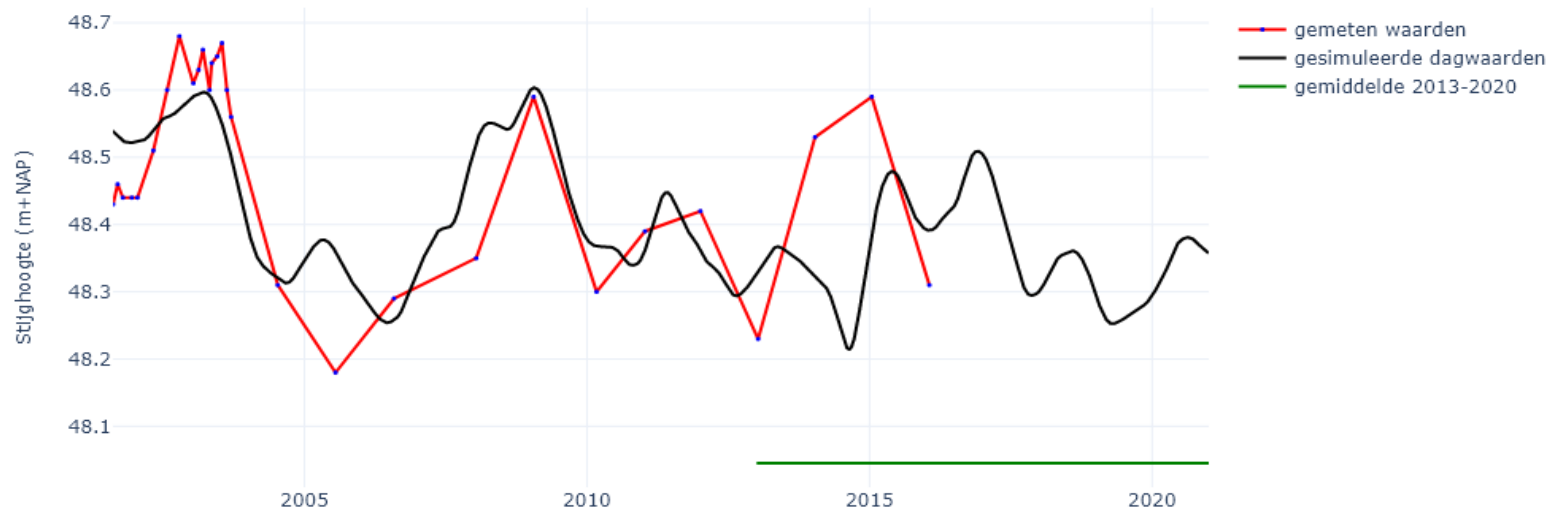
005PB018F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



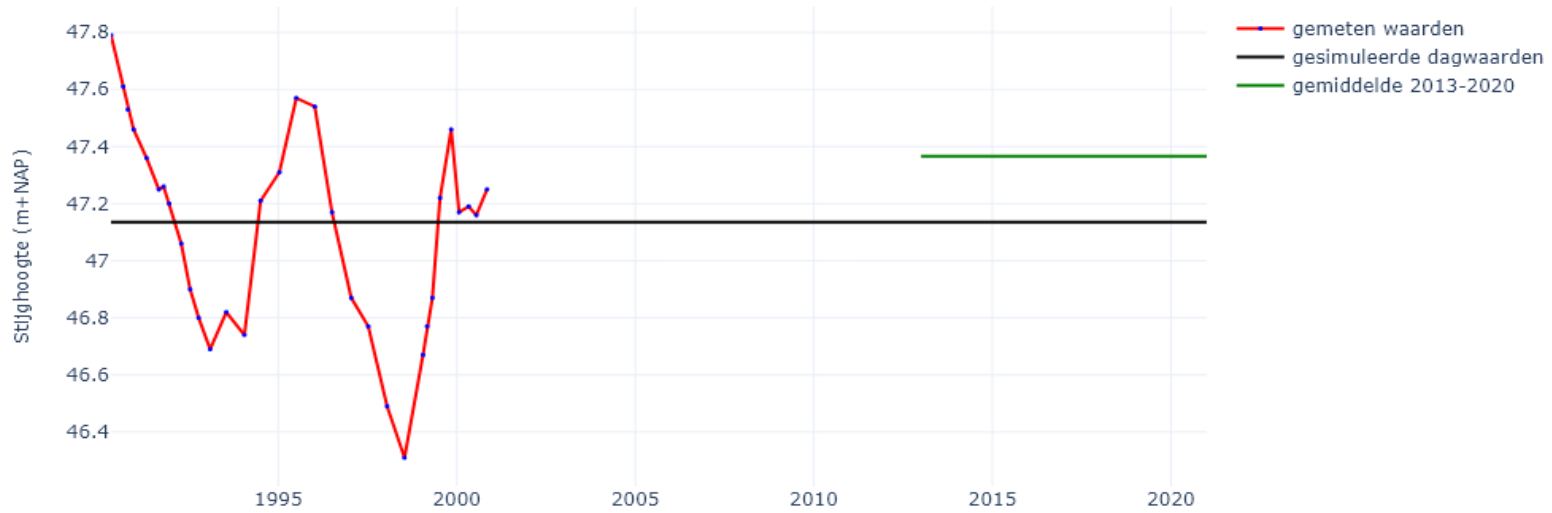
005PB134F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



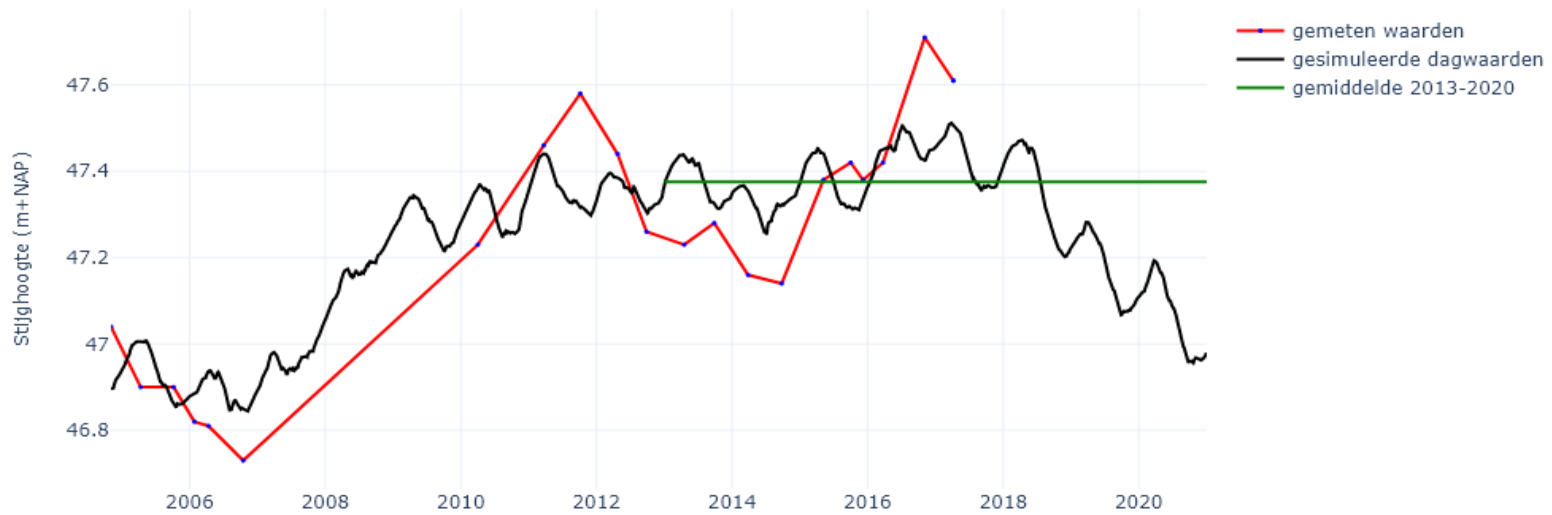
006PB135F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



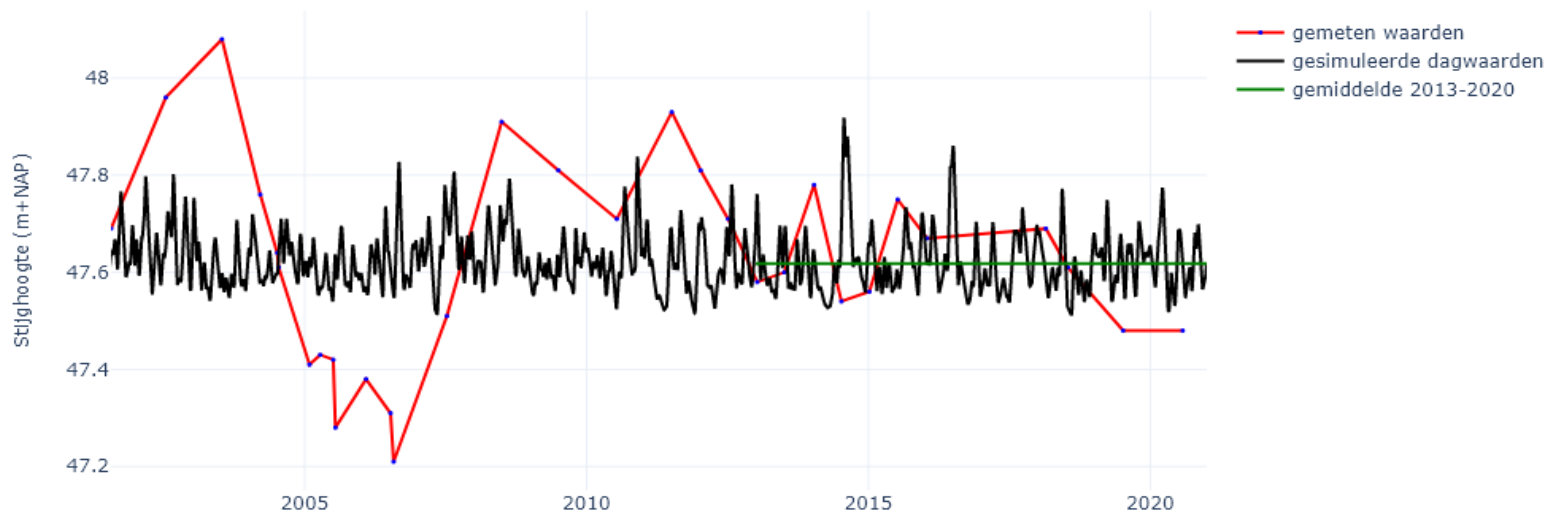
013PB016F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



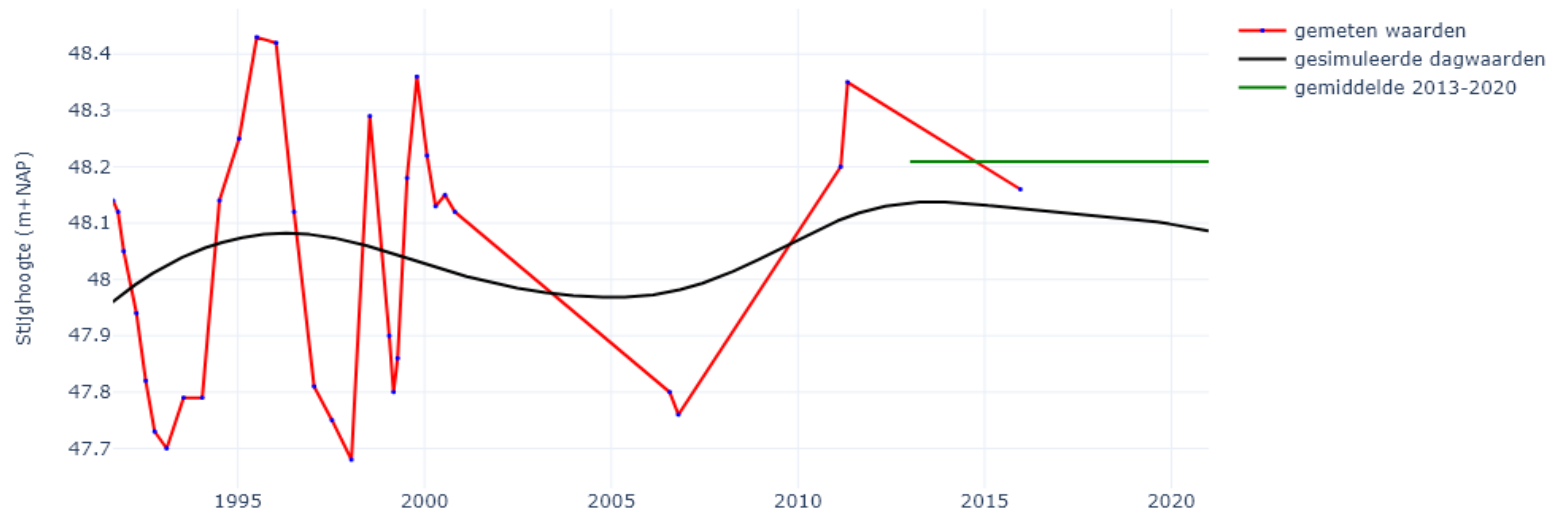
013PB128F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



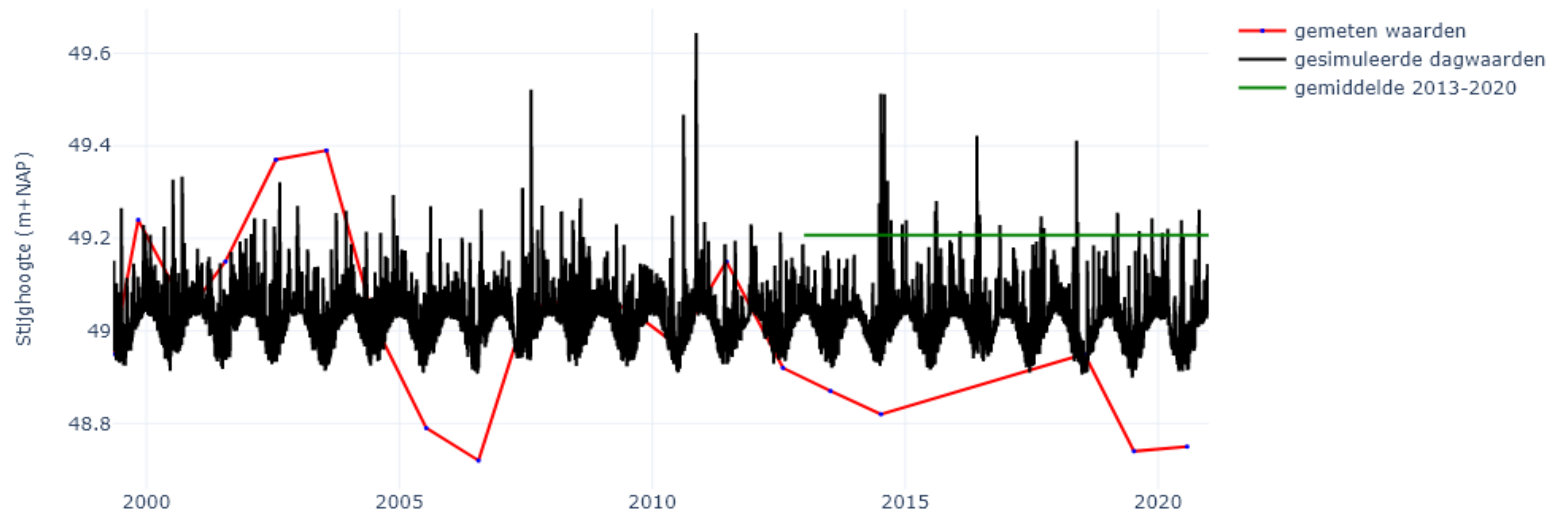
016PB244F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



017PB013F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



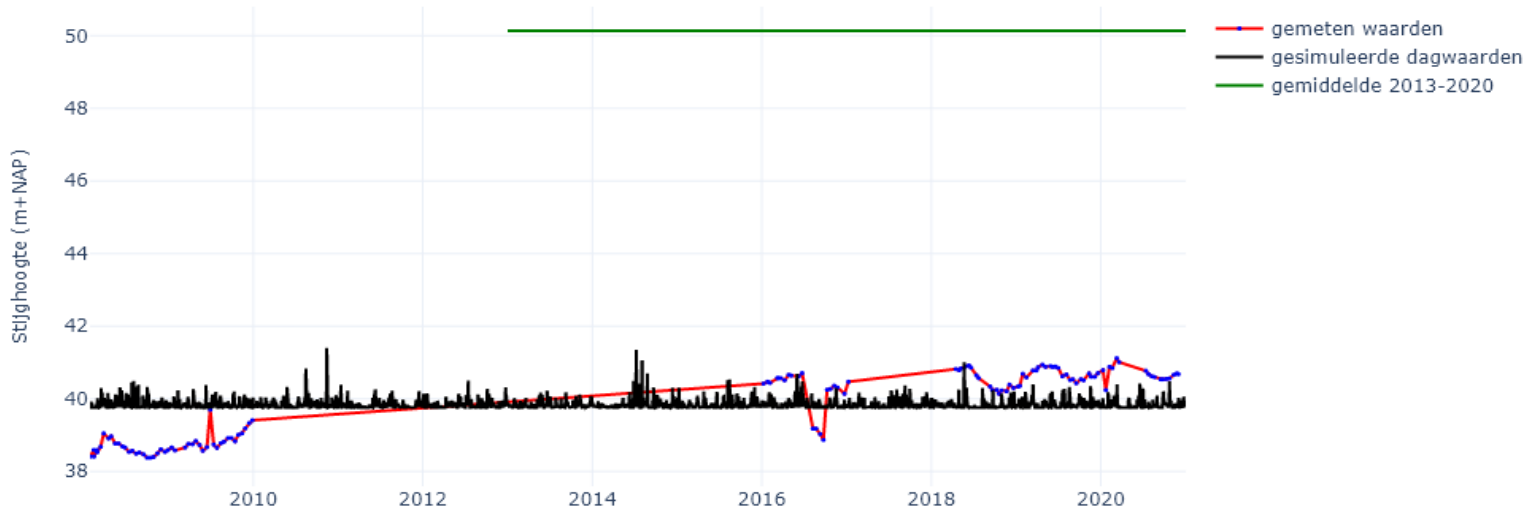
020PB248F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



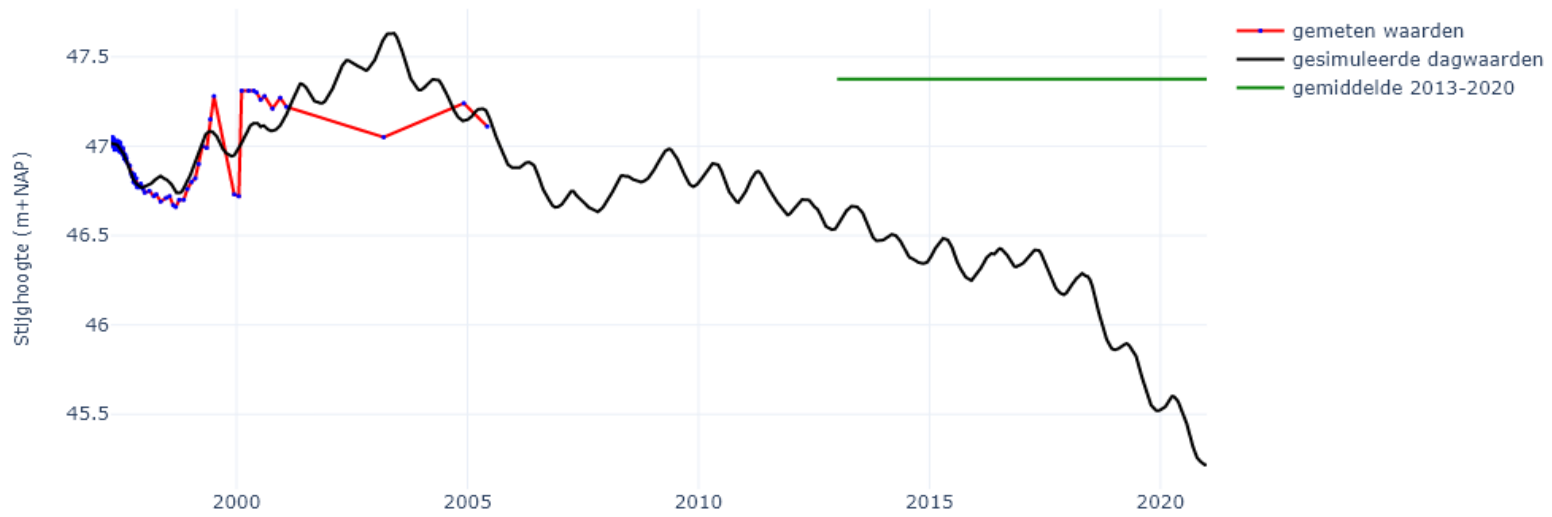
022PB161F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



022PB236F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



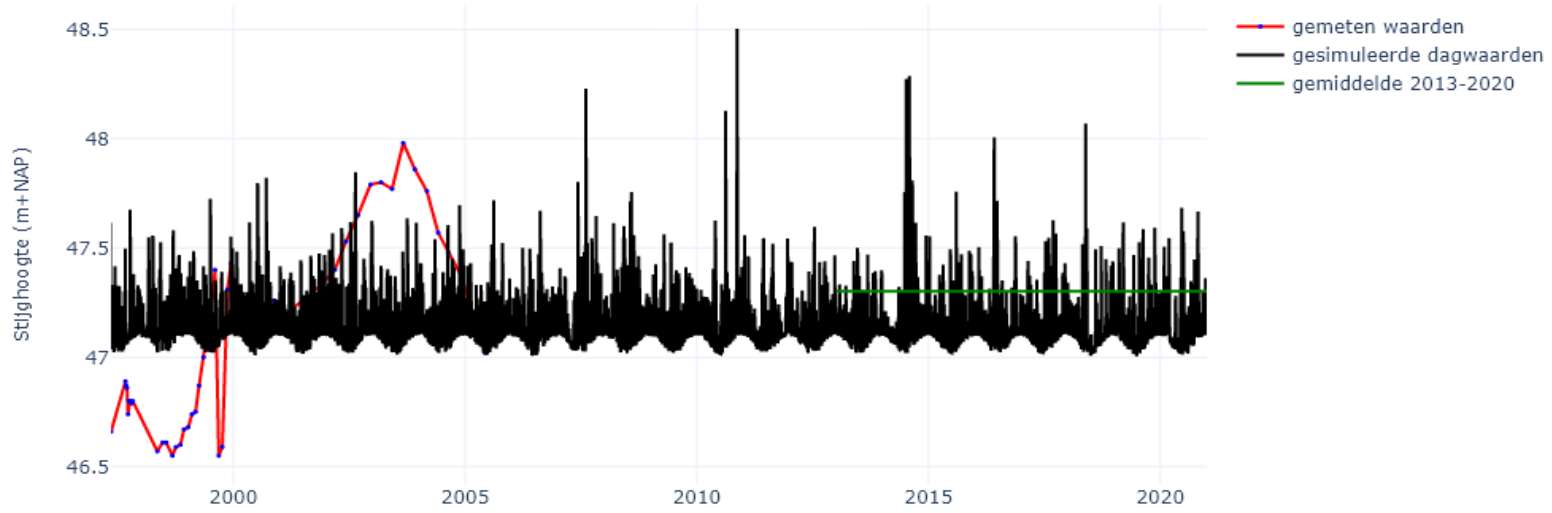
031PB084F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



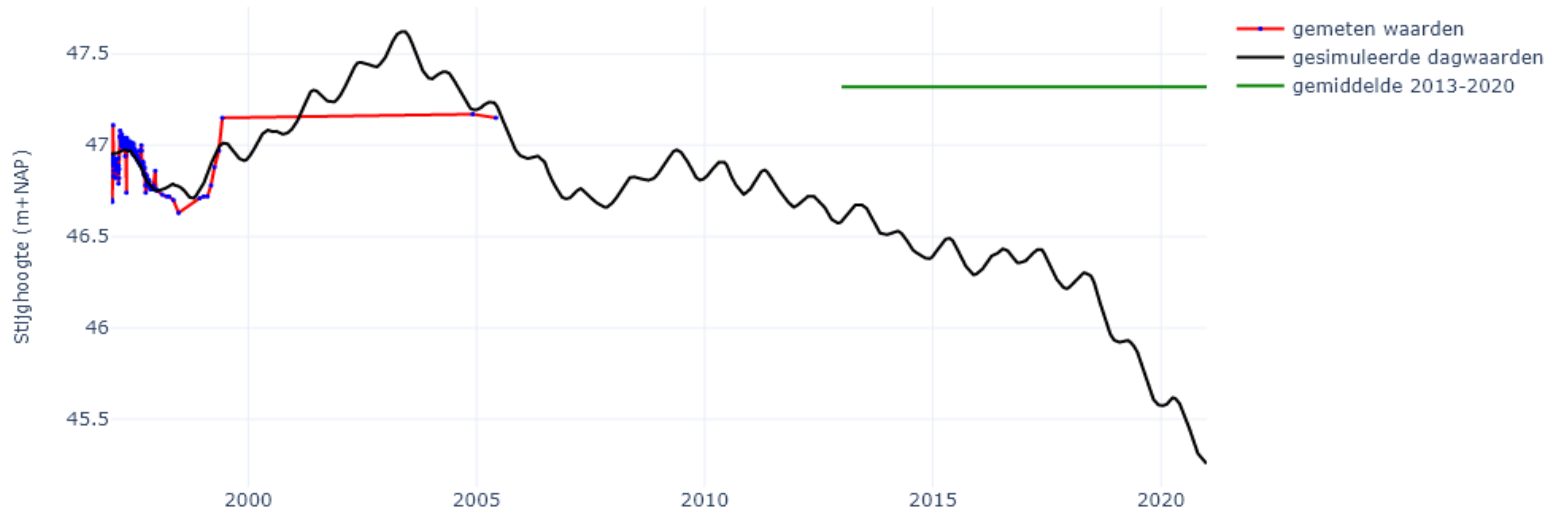
032PB140F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



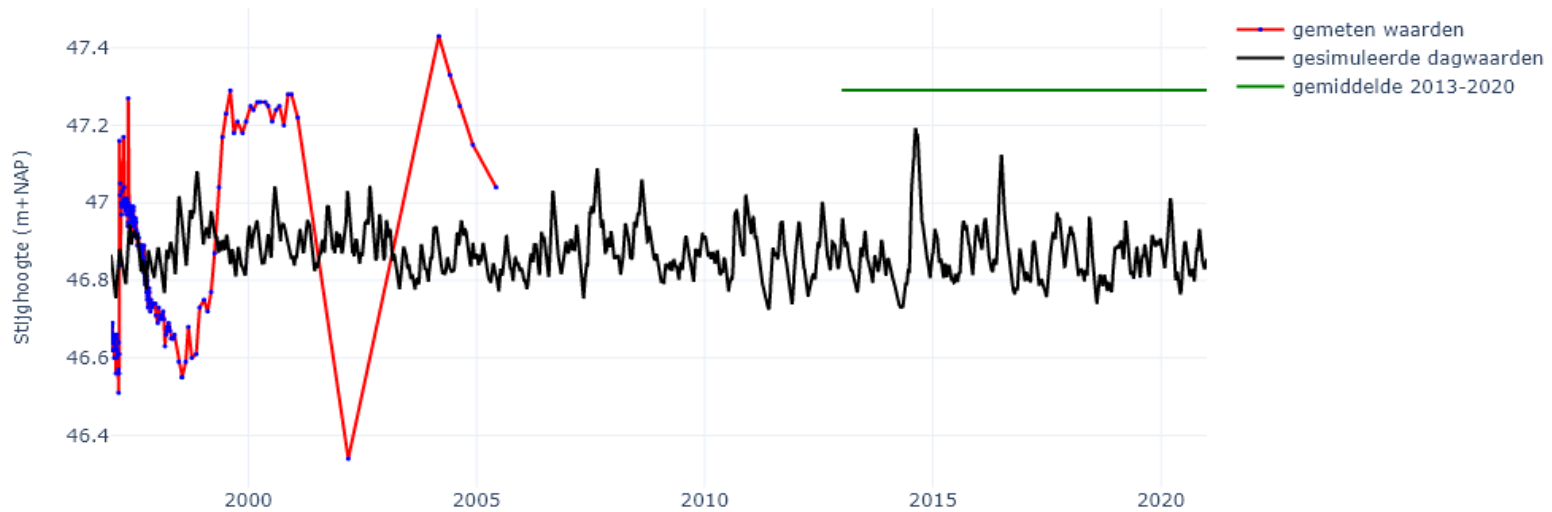
032PB145F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



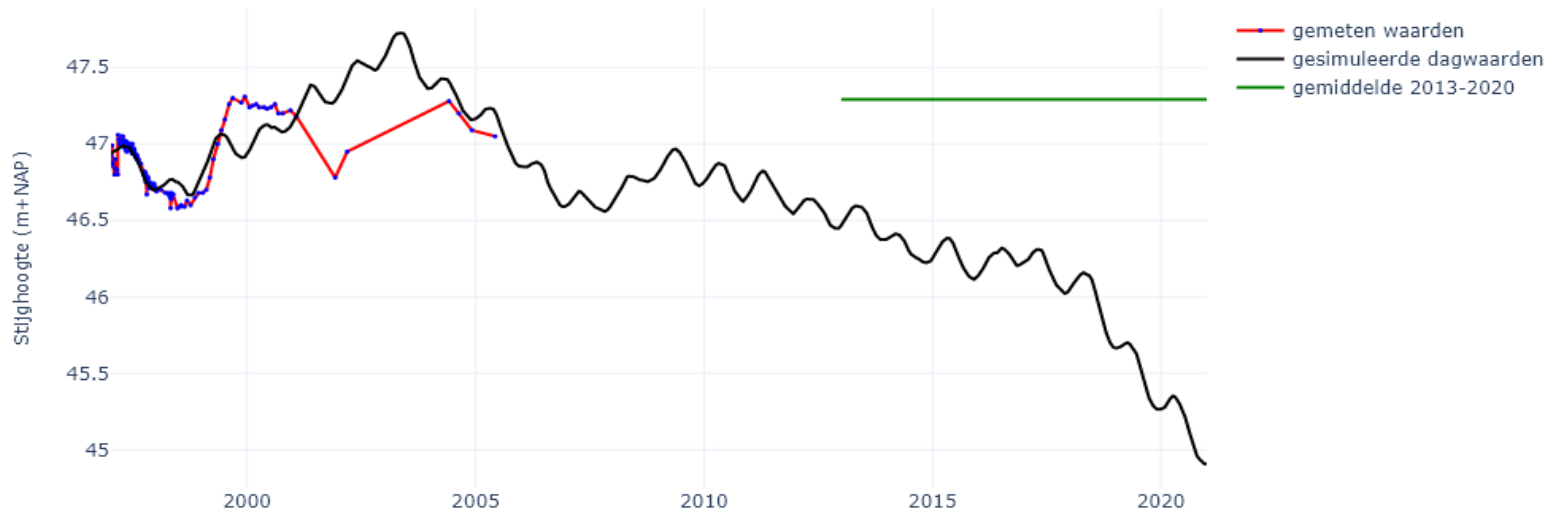
036PB030F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



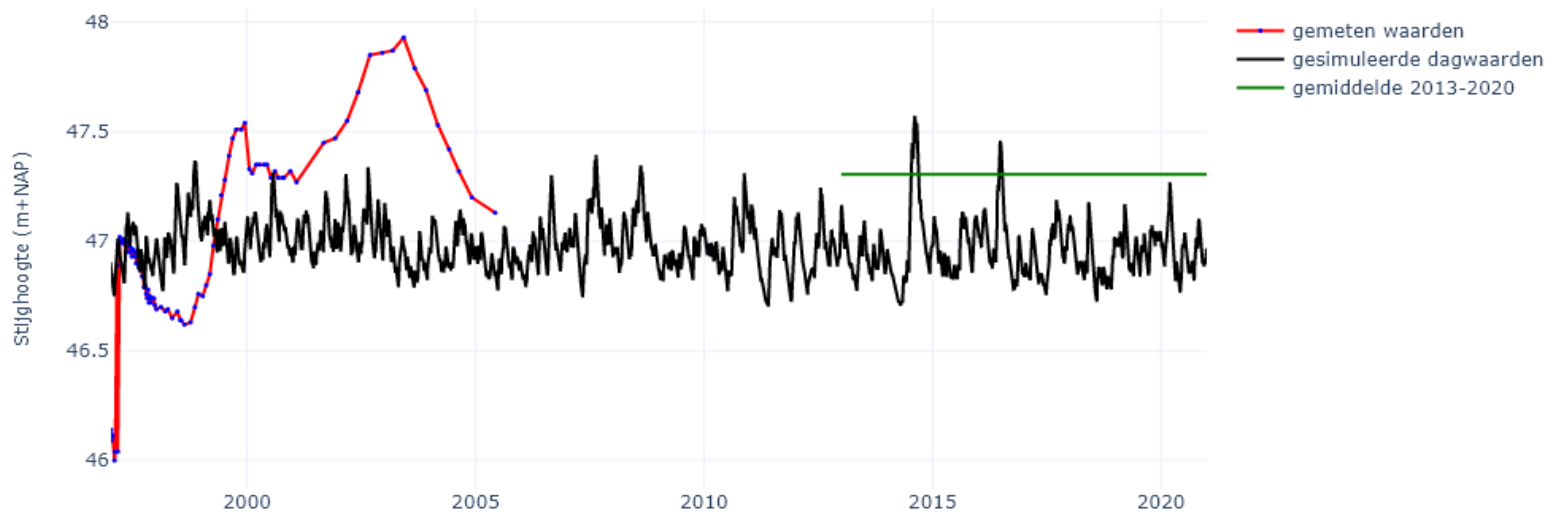
036PB031F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



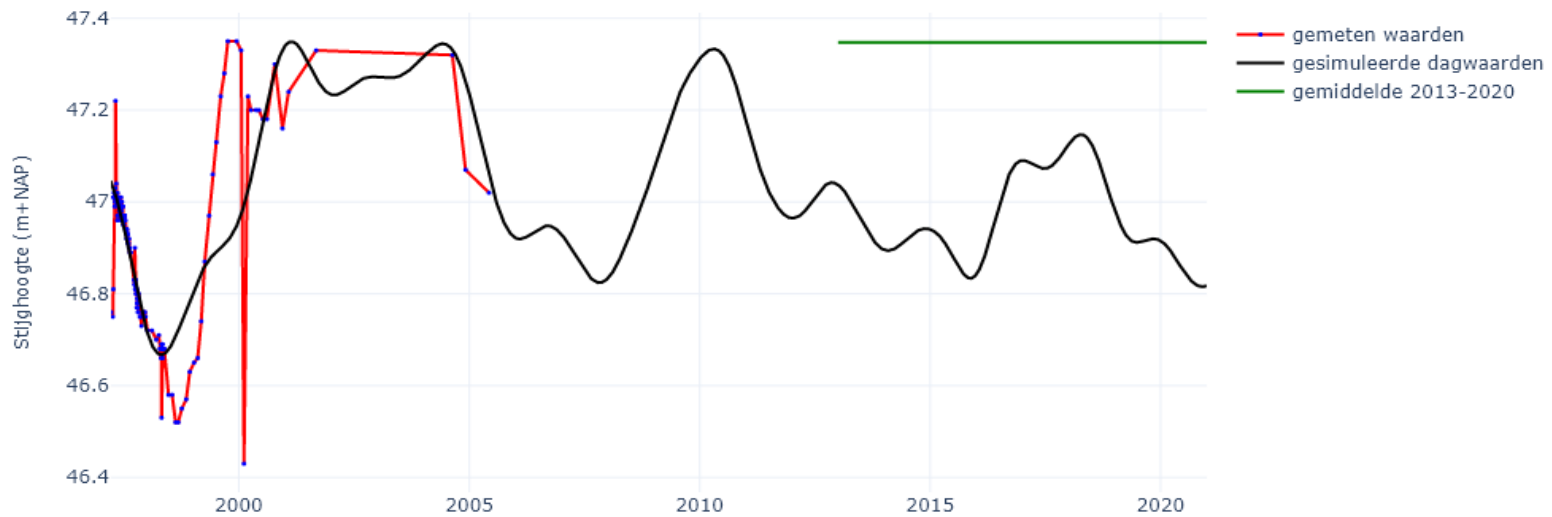
036PB032F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



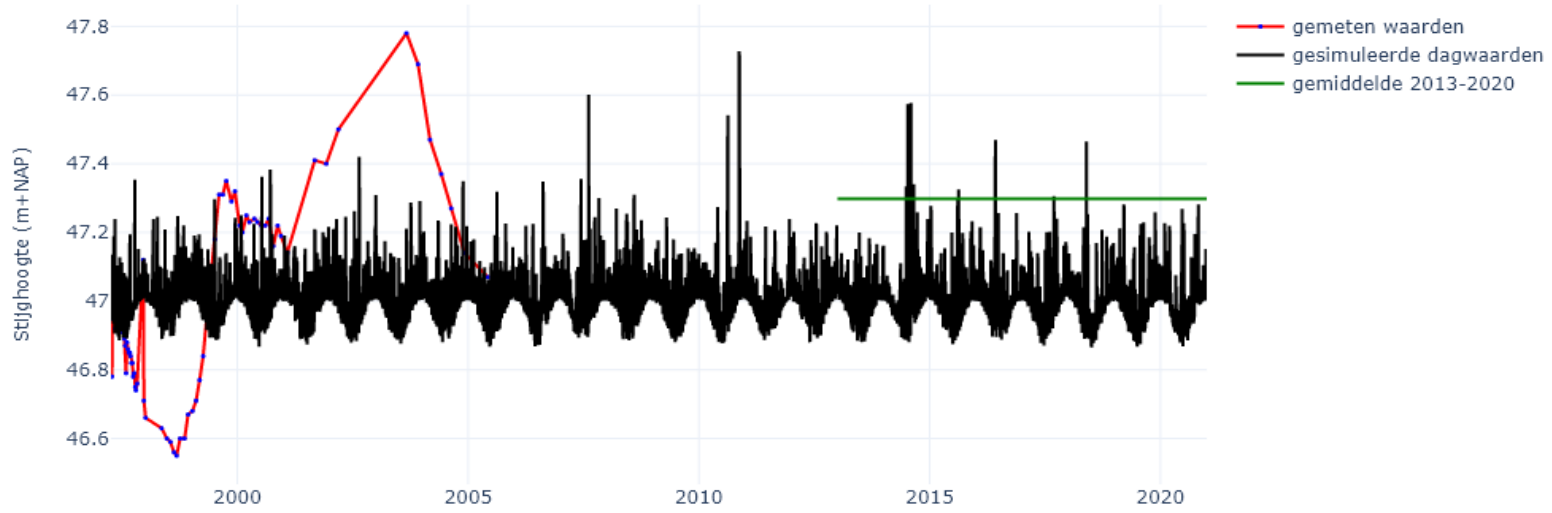
036PB035F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



036PB041F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



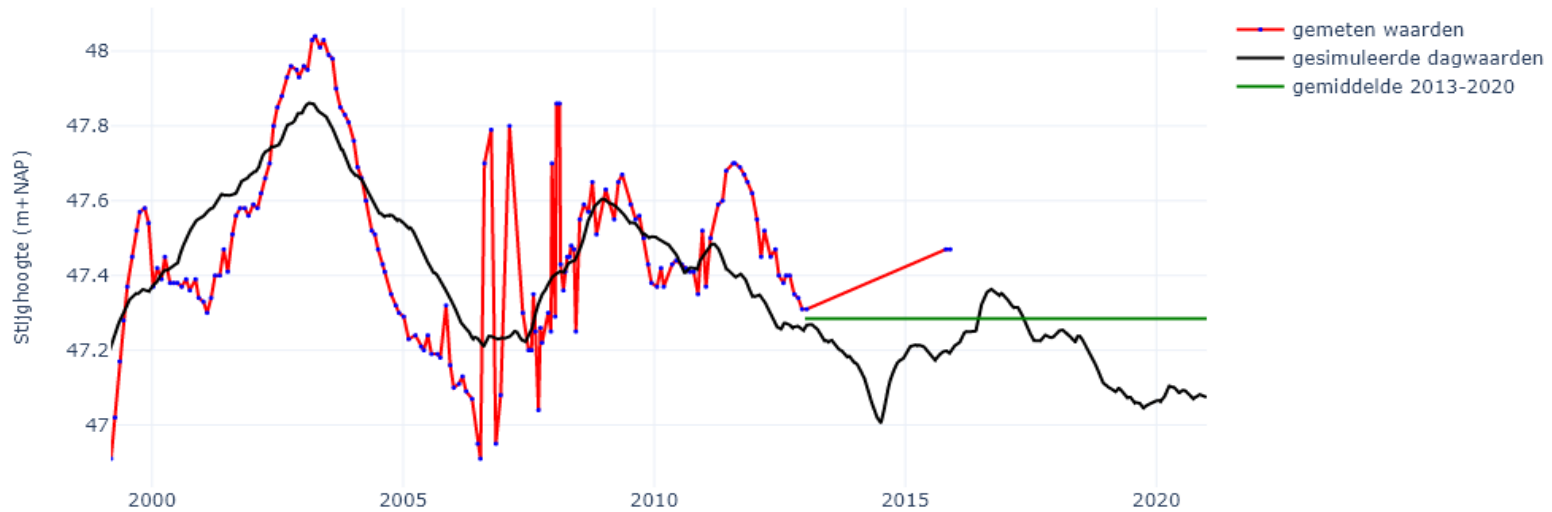
036PB042F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



036PB049F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



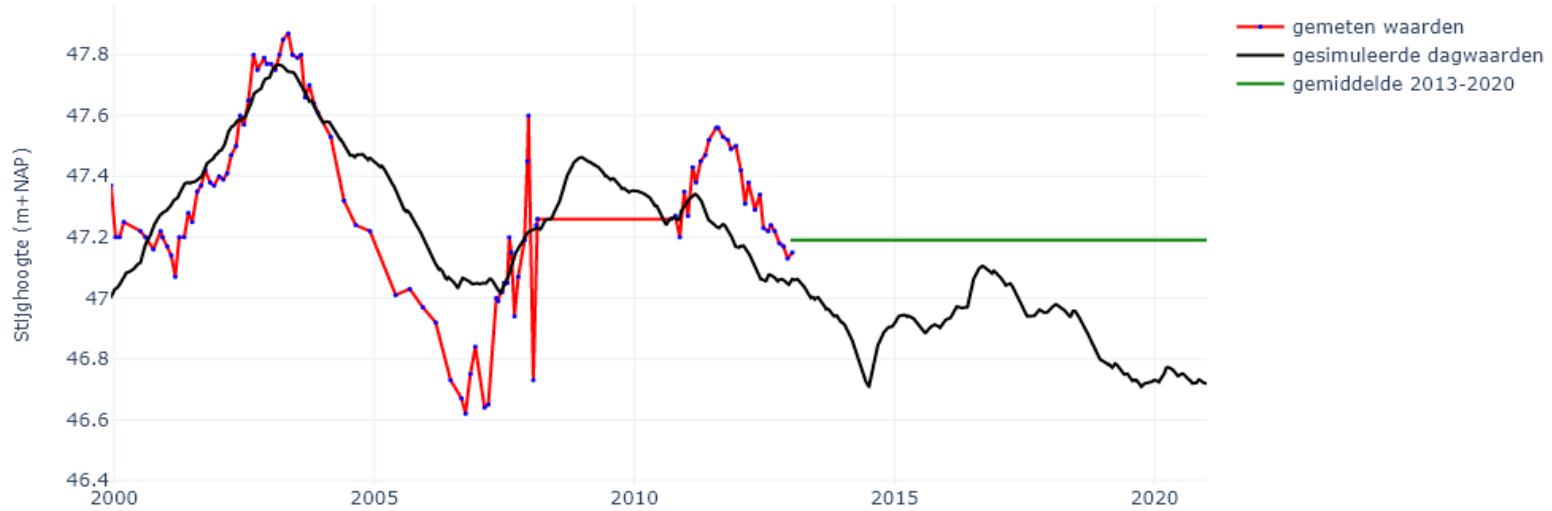
036PB051F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



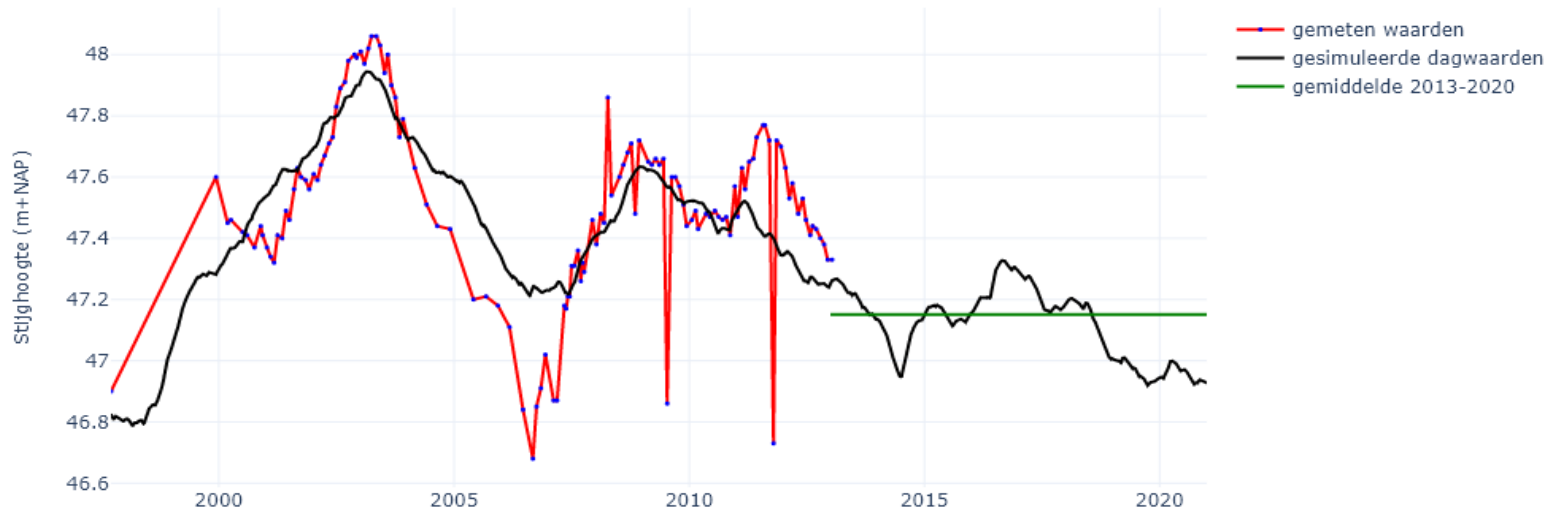
036PB053F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



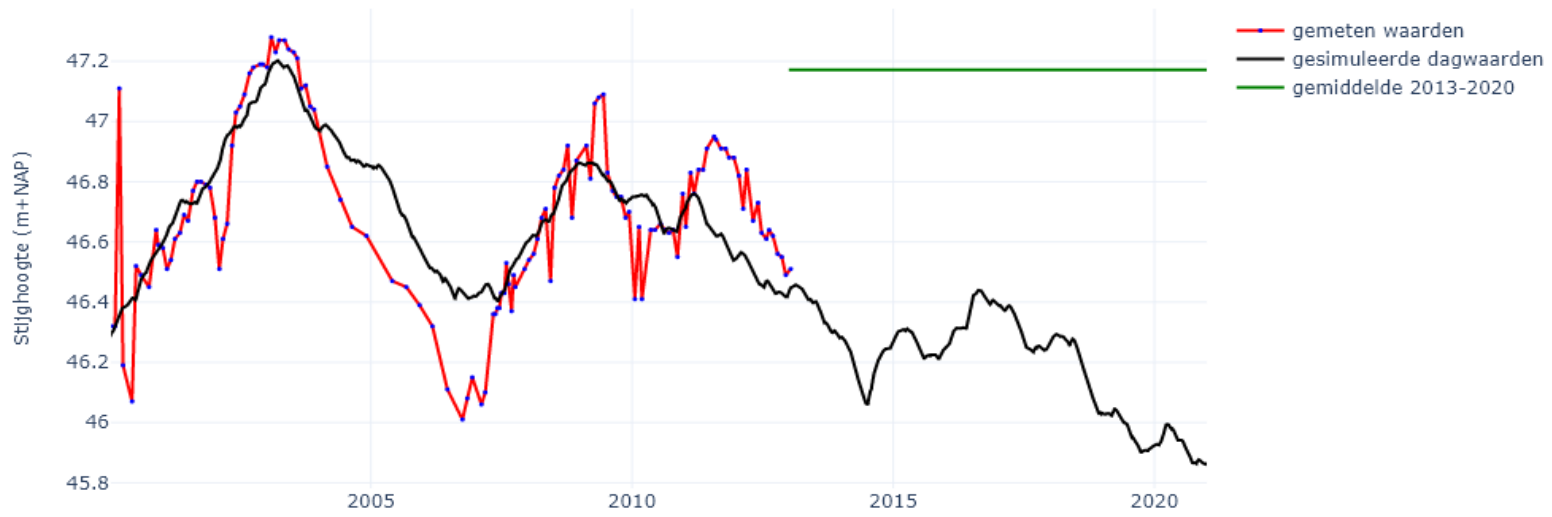
036PB068F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



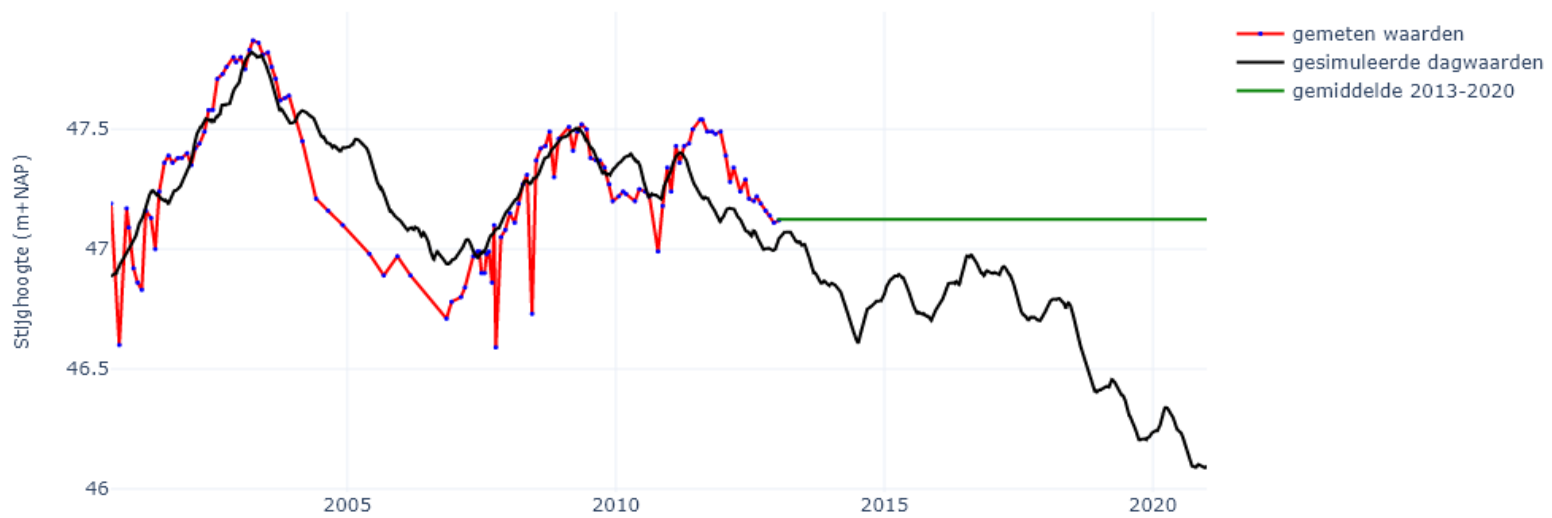
036PB079F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



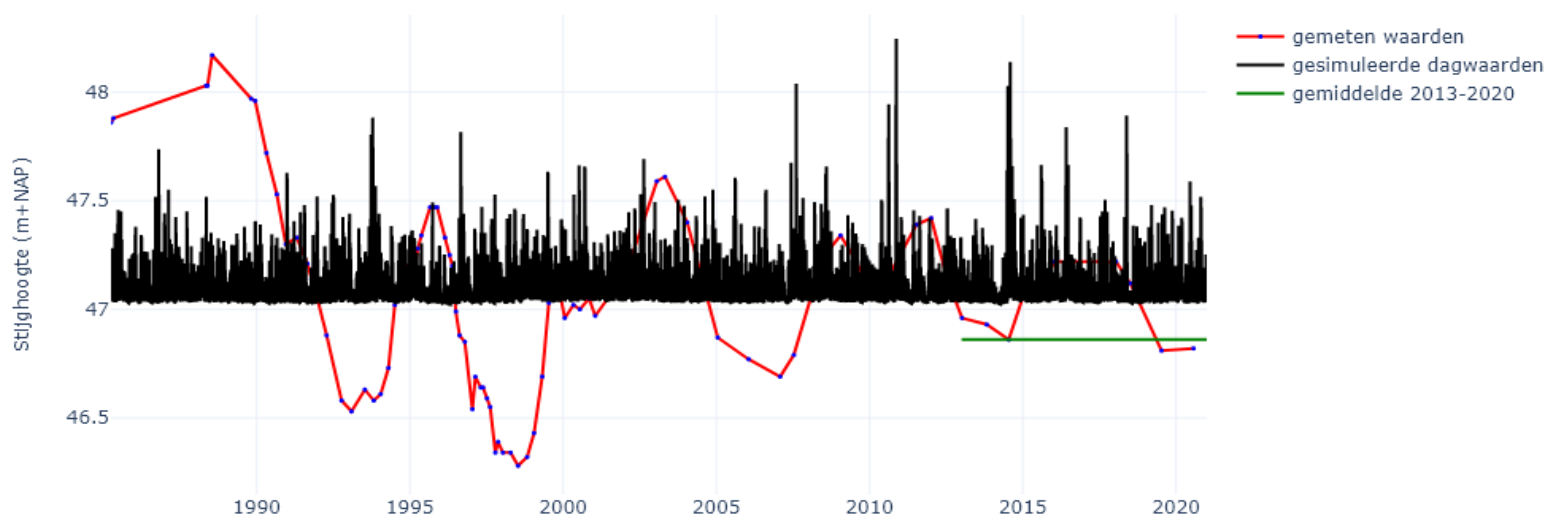
036PB082F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



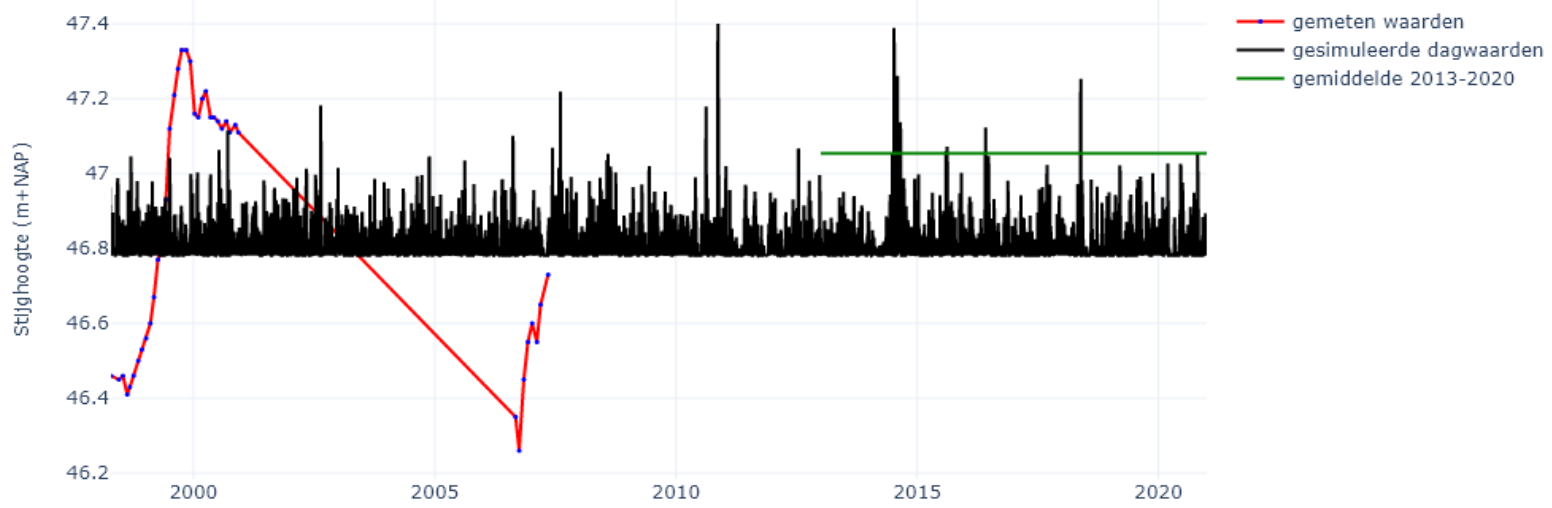
036PB092F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



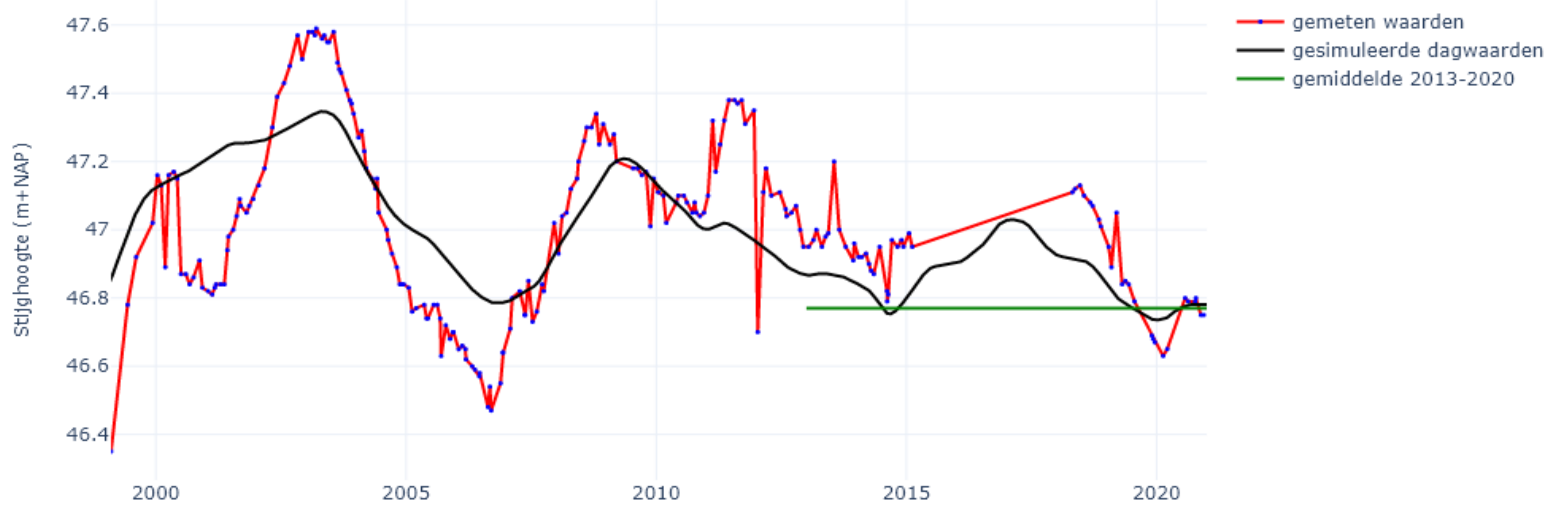
037PB001F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



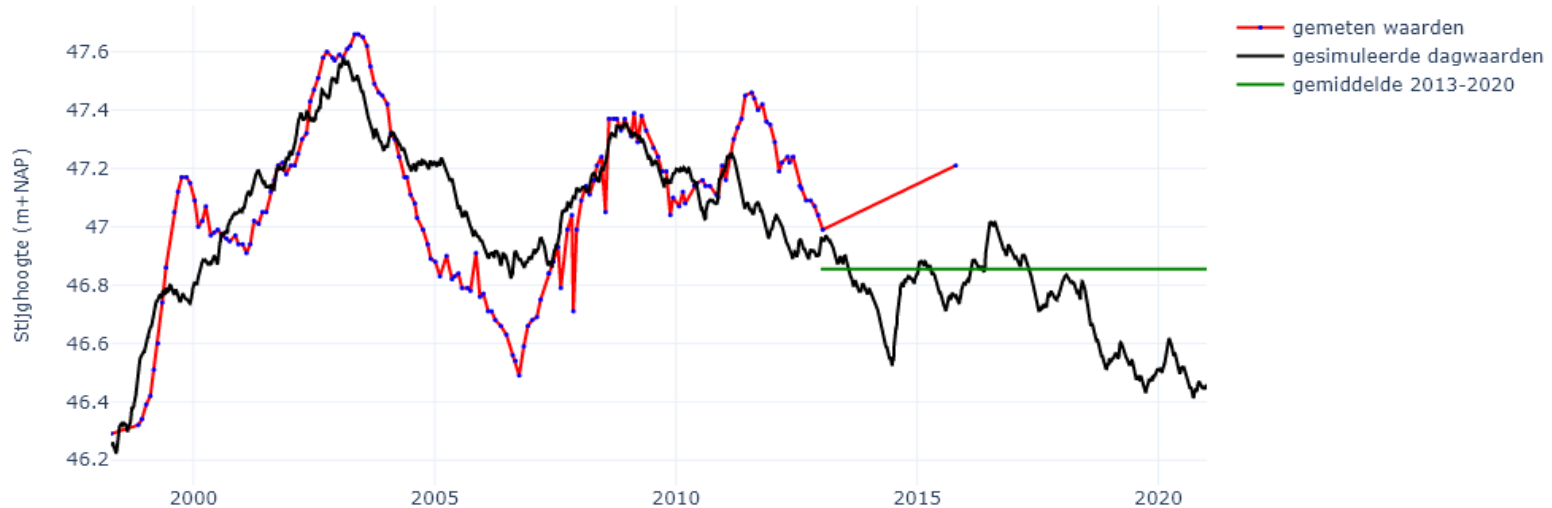
037PB041F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



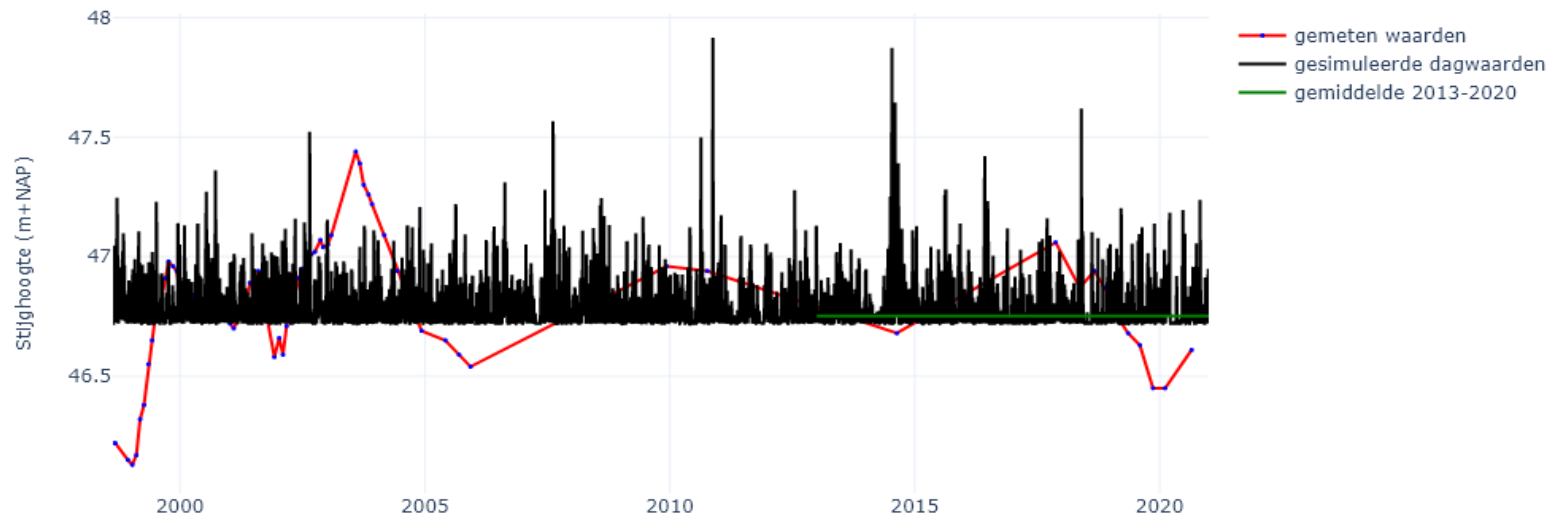
039PB109F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



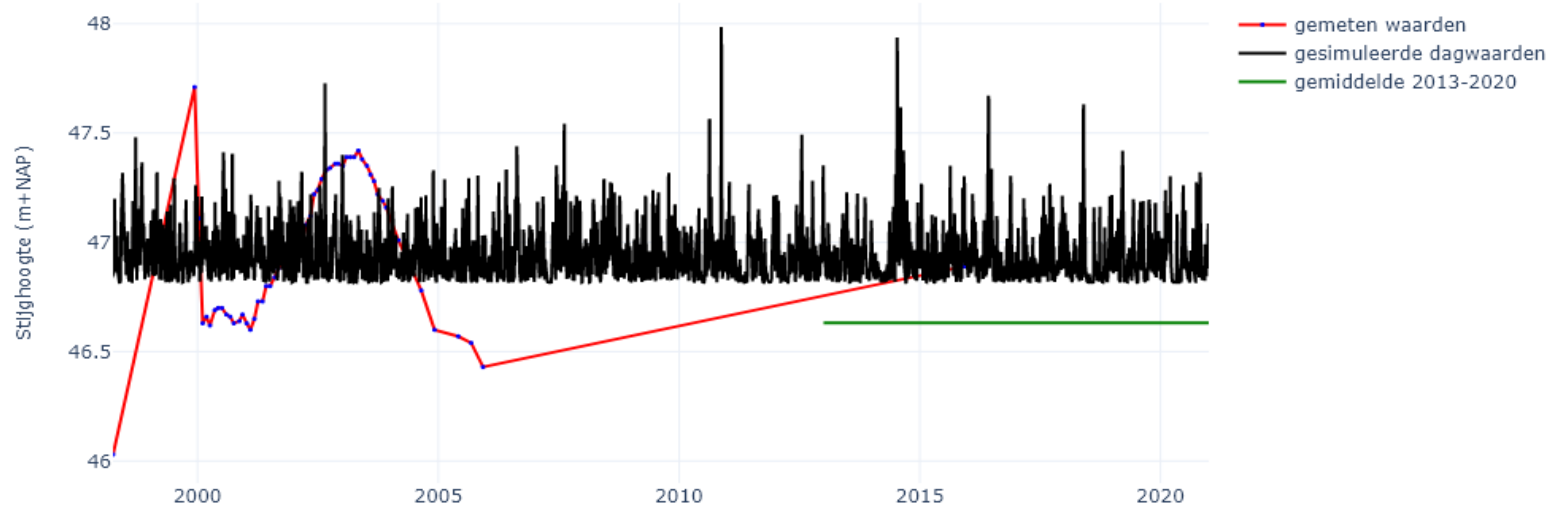
040PB023F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



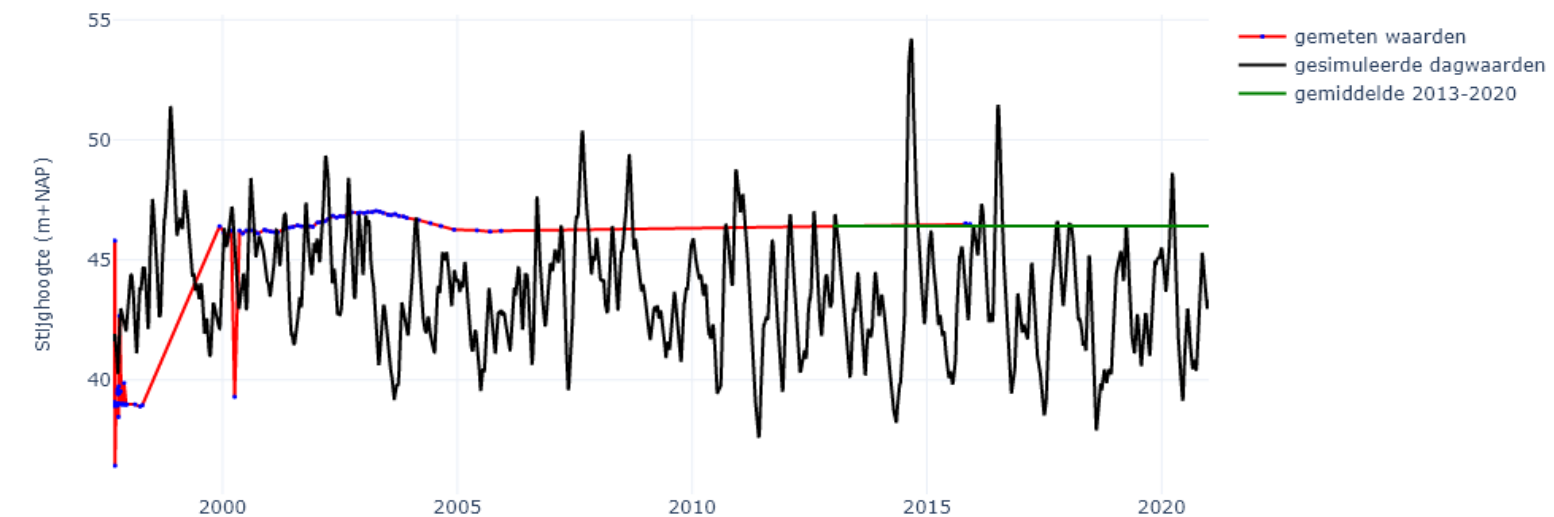
041PB005F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



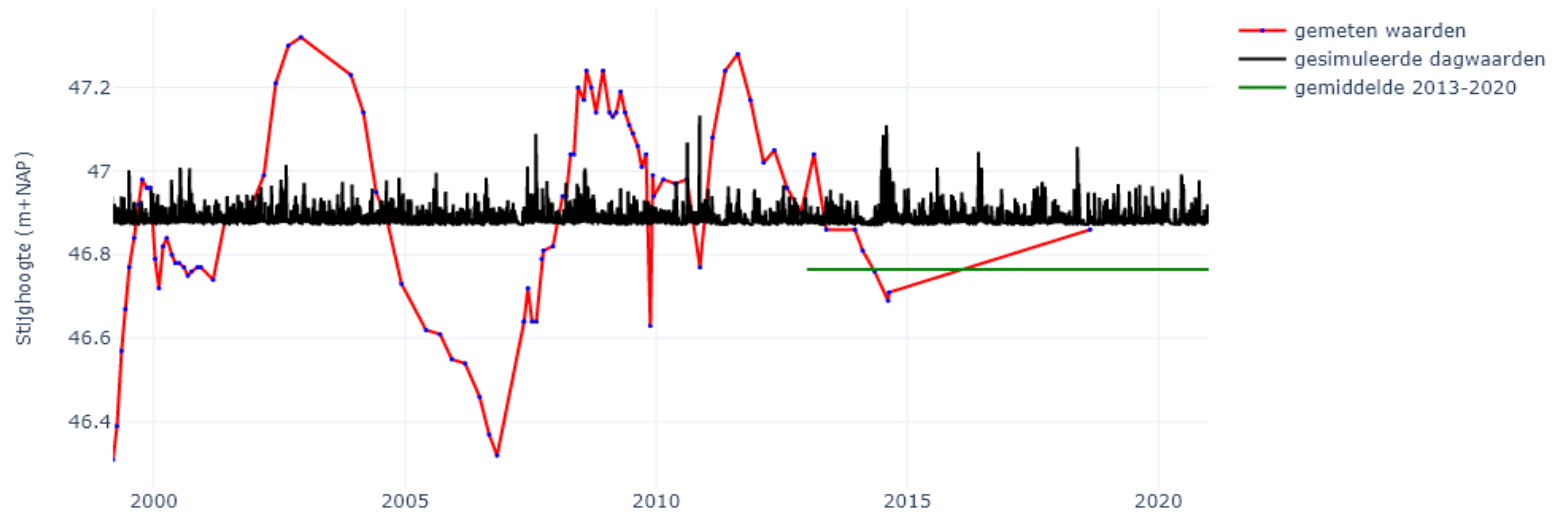
041PB006F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



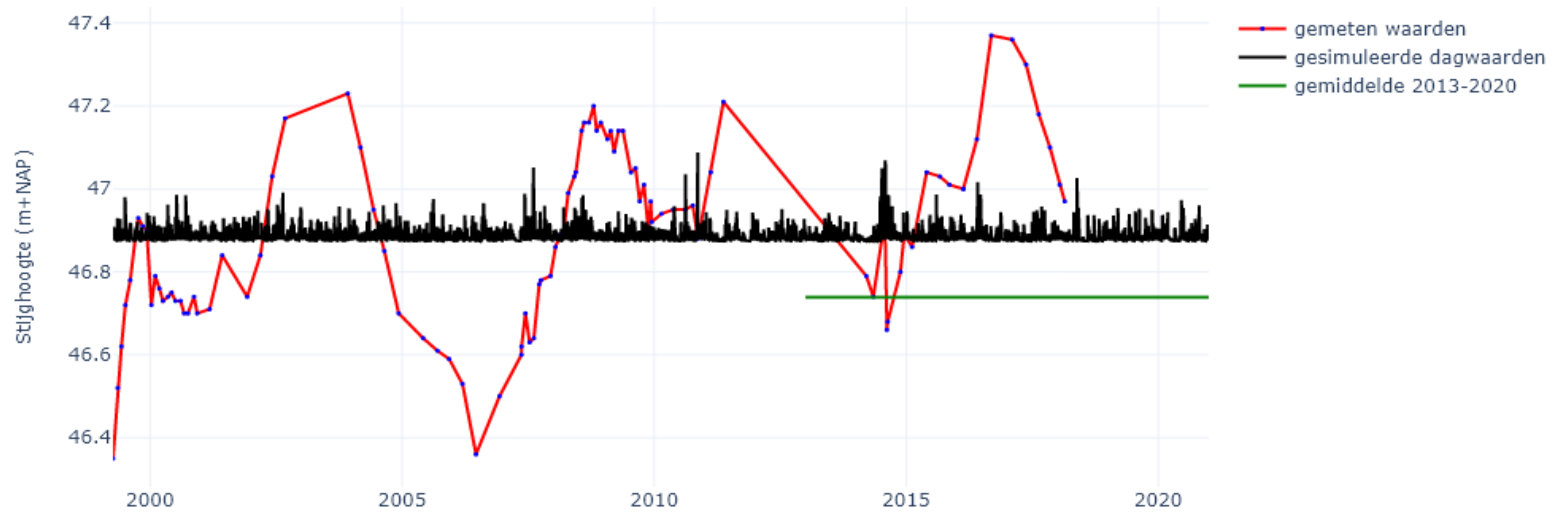
041PB010F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



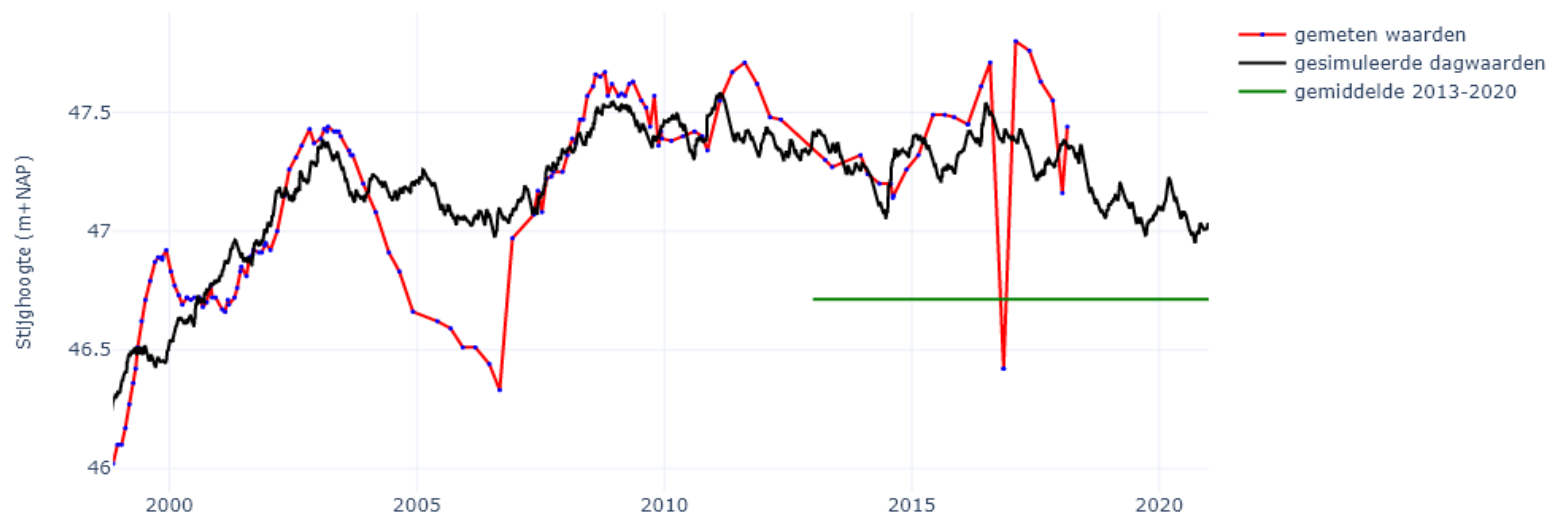
041PB015F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



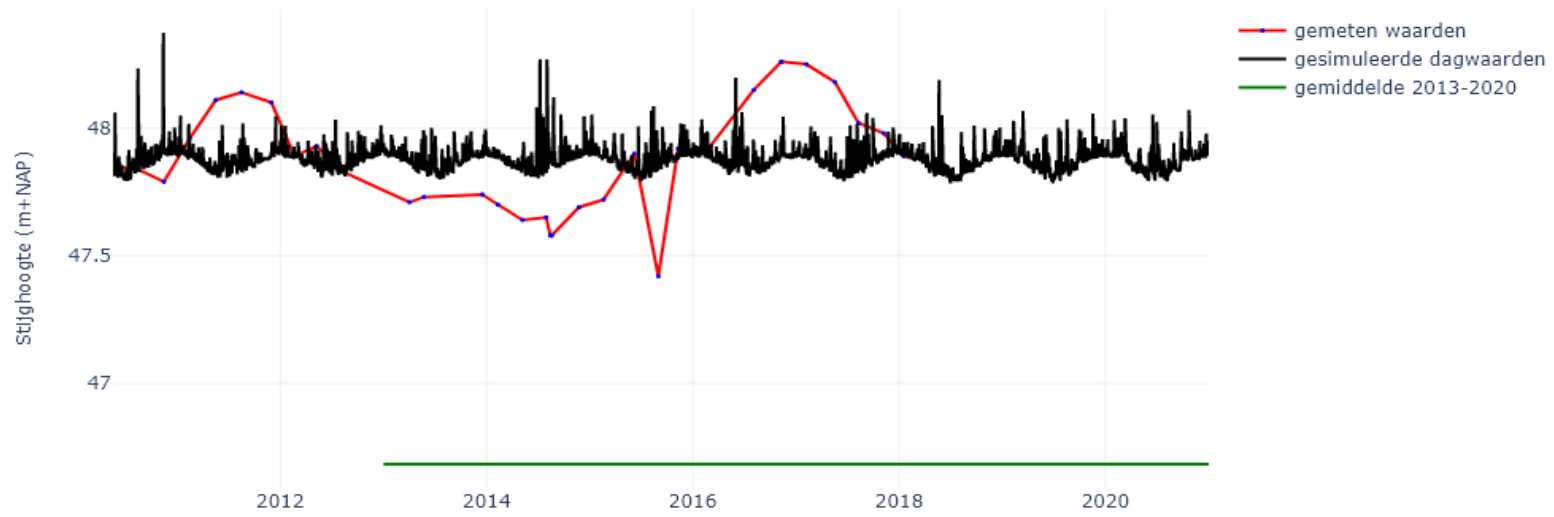
041PB016F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



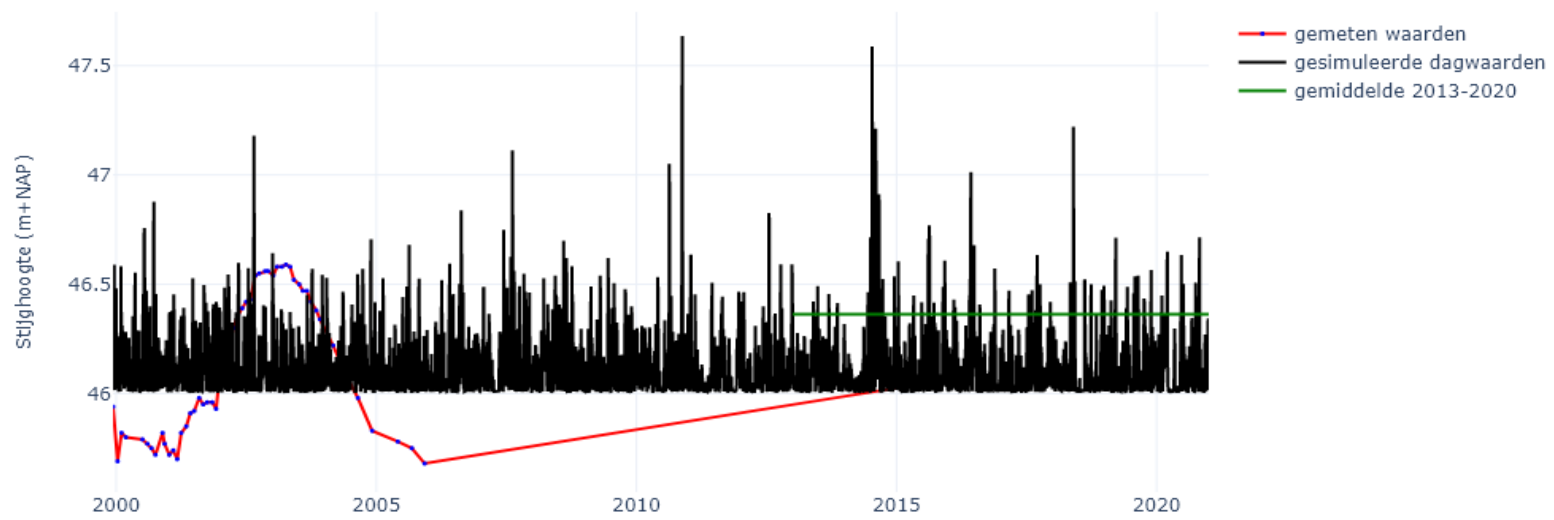
041PB017F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



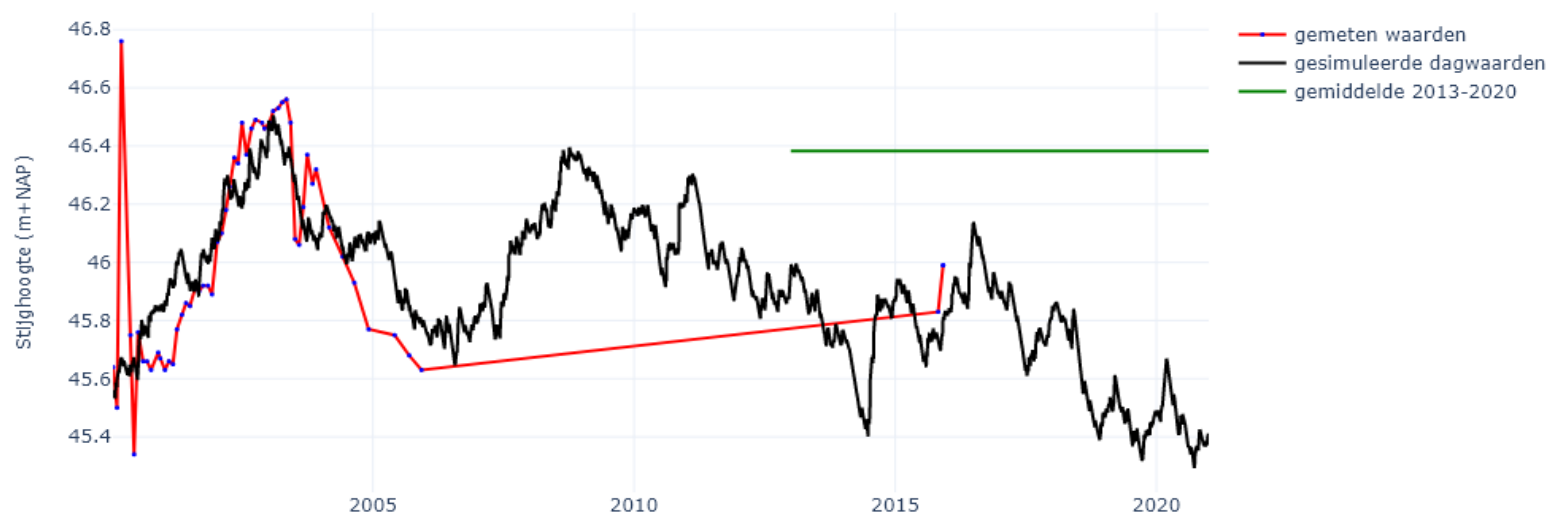
041PB018F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



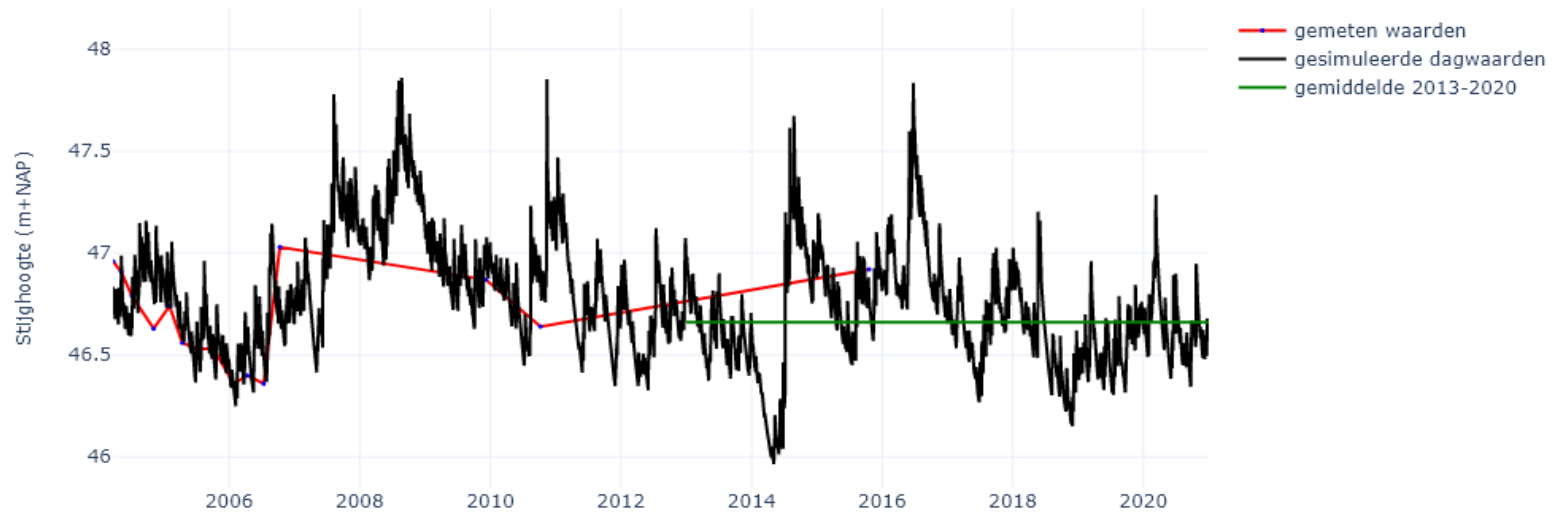
041PB024F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



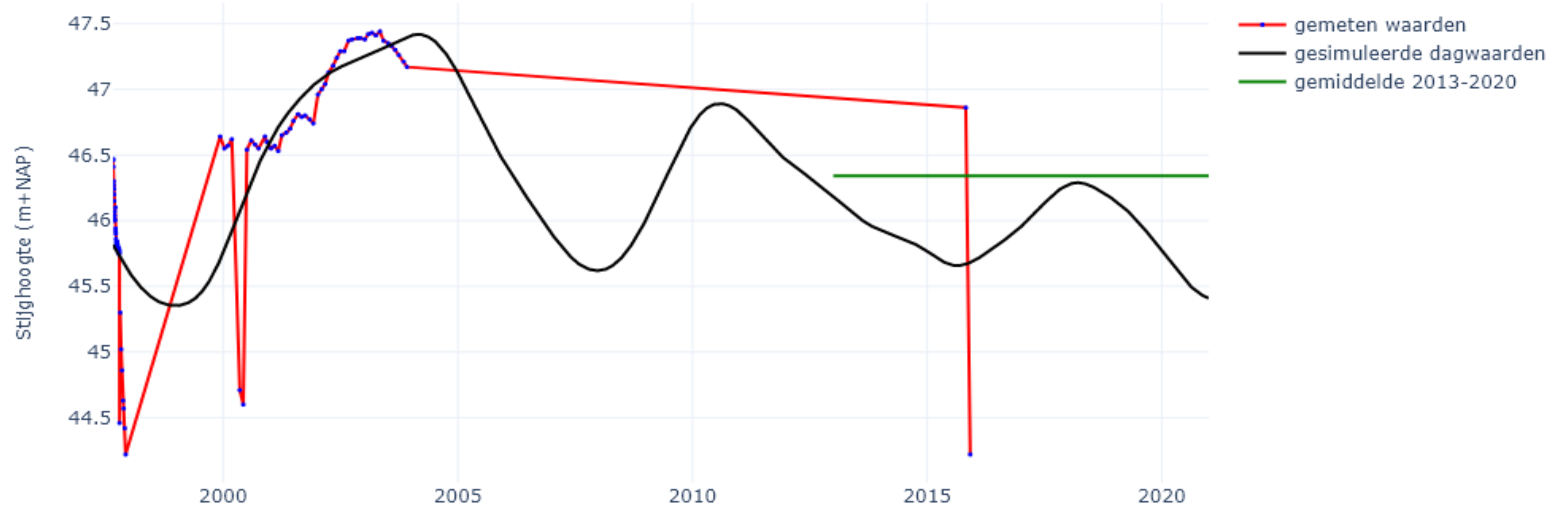
041PB028F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



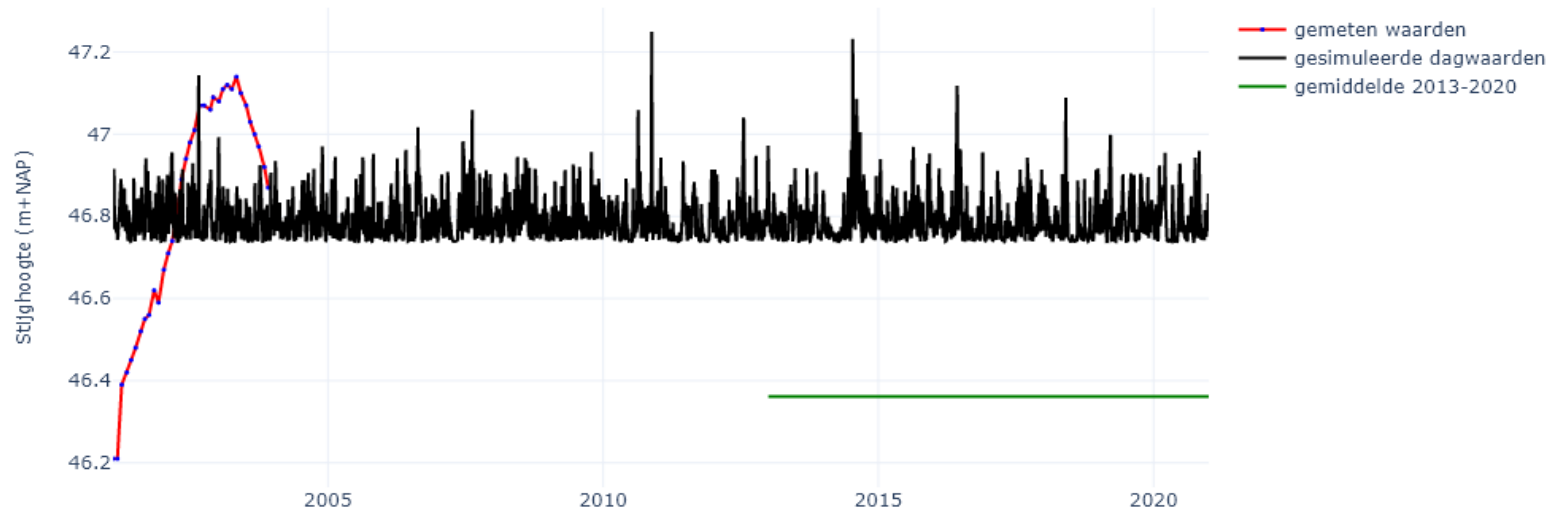
041PB030F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



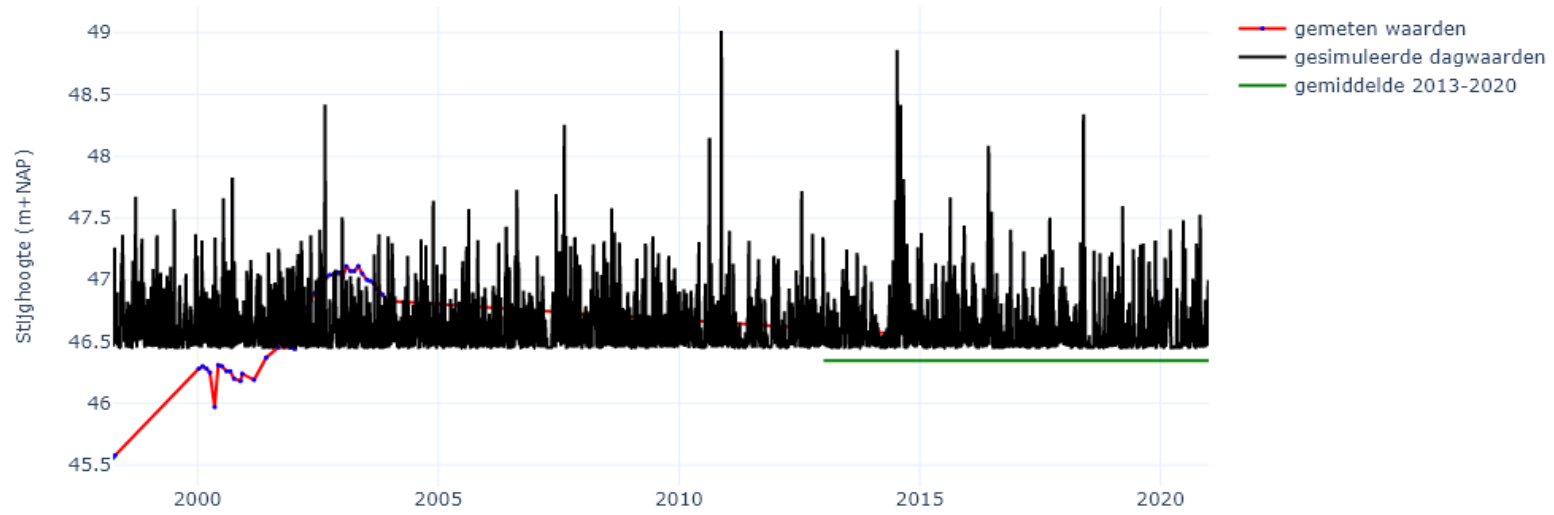
042PB006F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



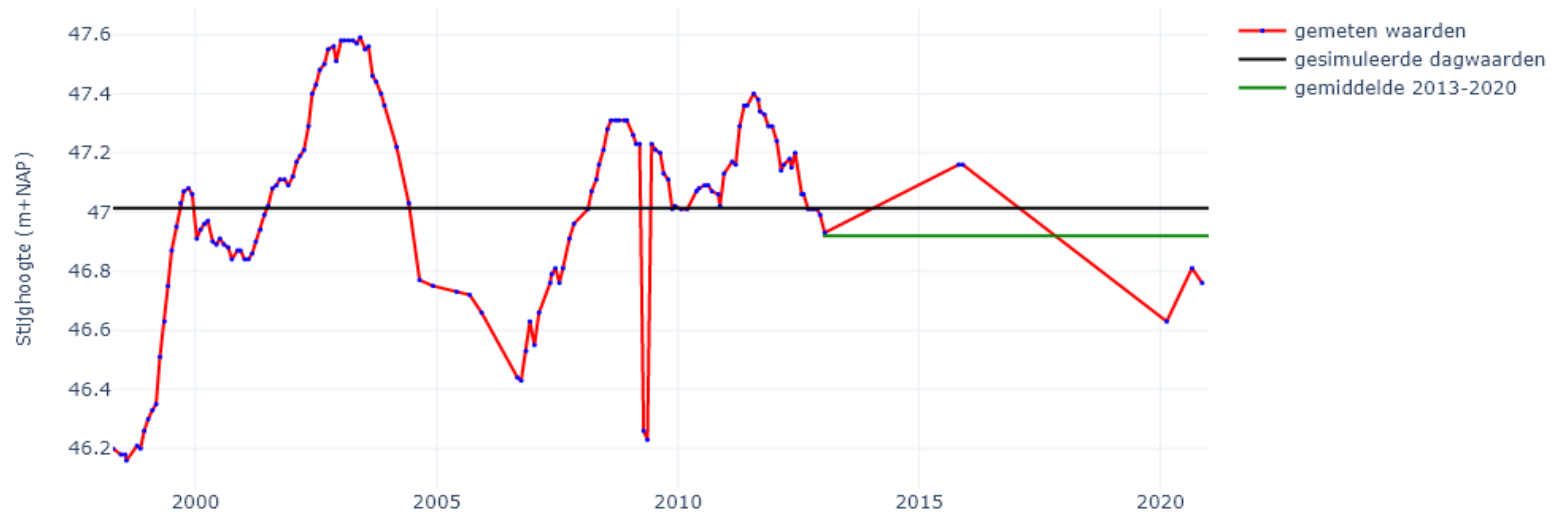
042PB007F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



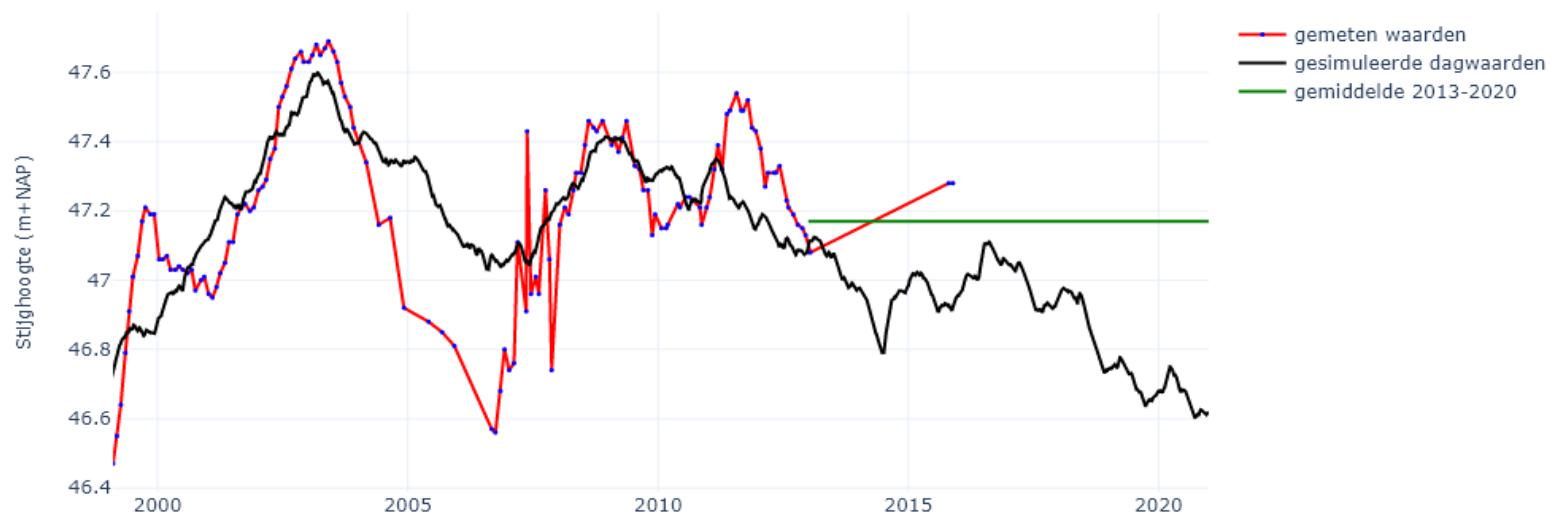
042PB008F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



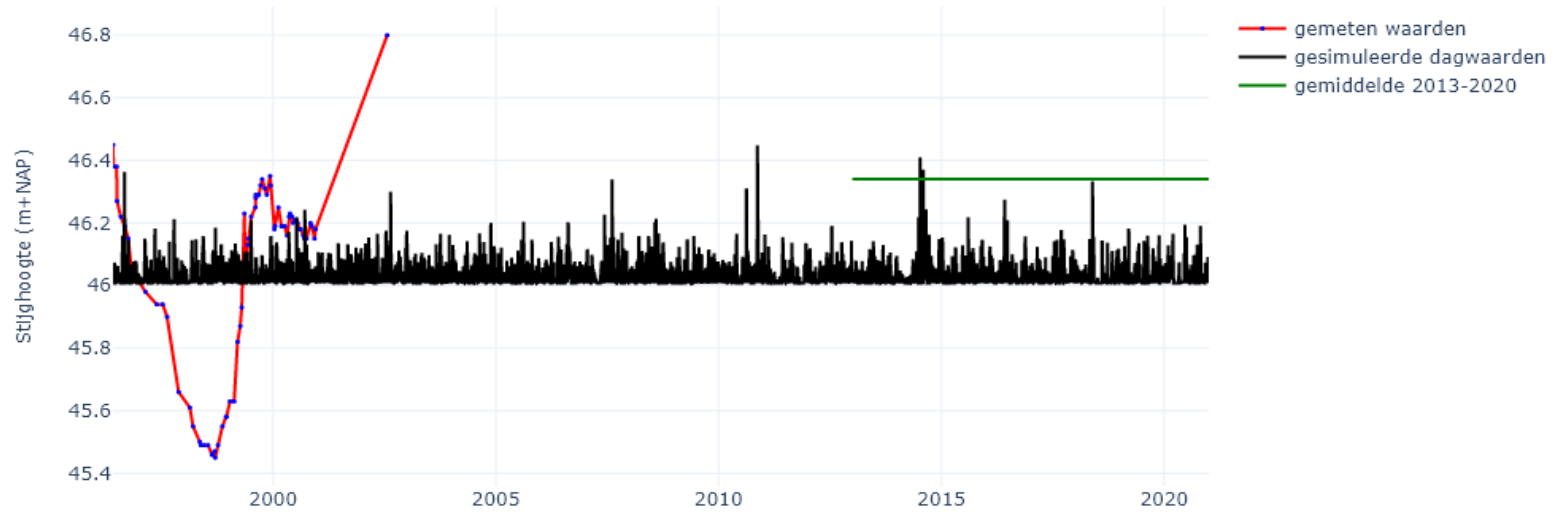
043PB032F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



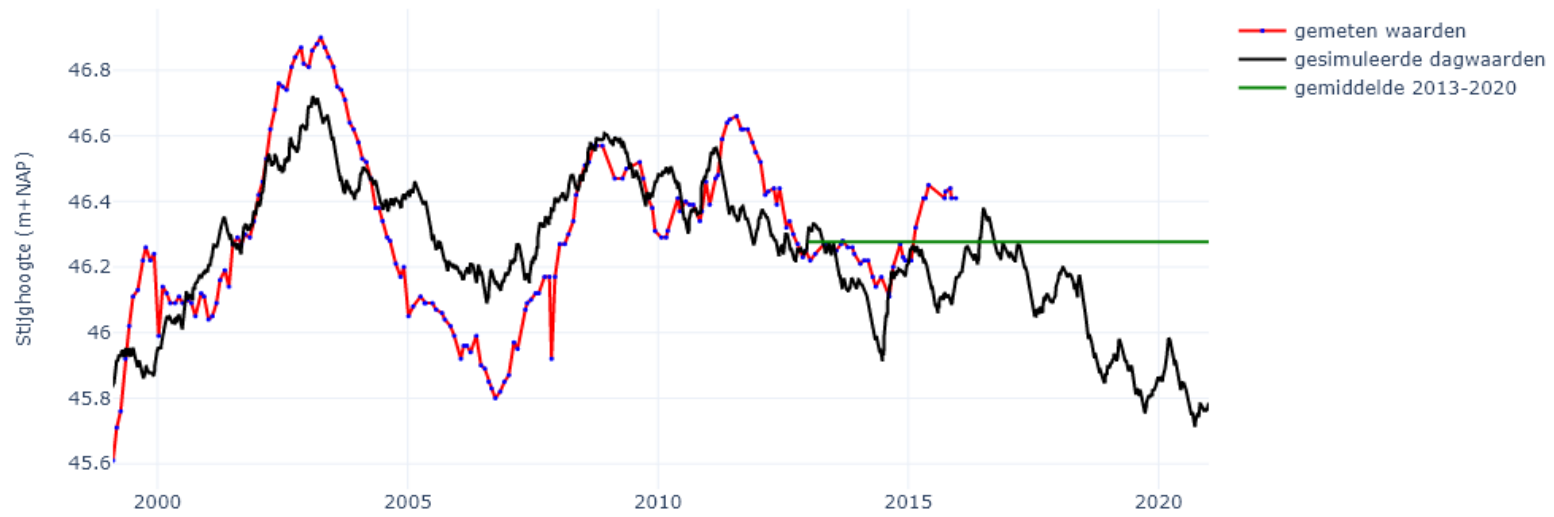
043PB033F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



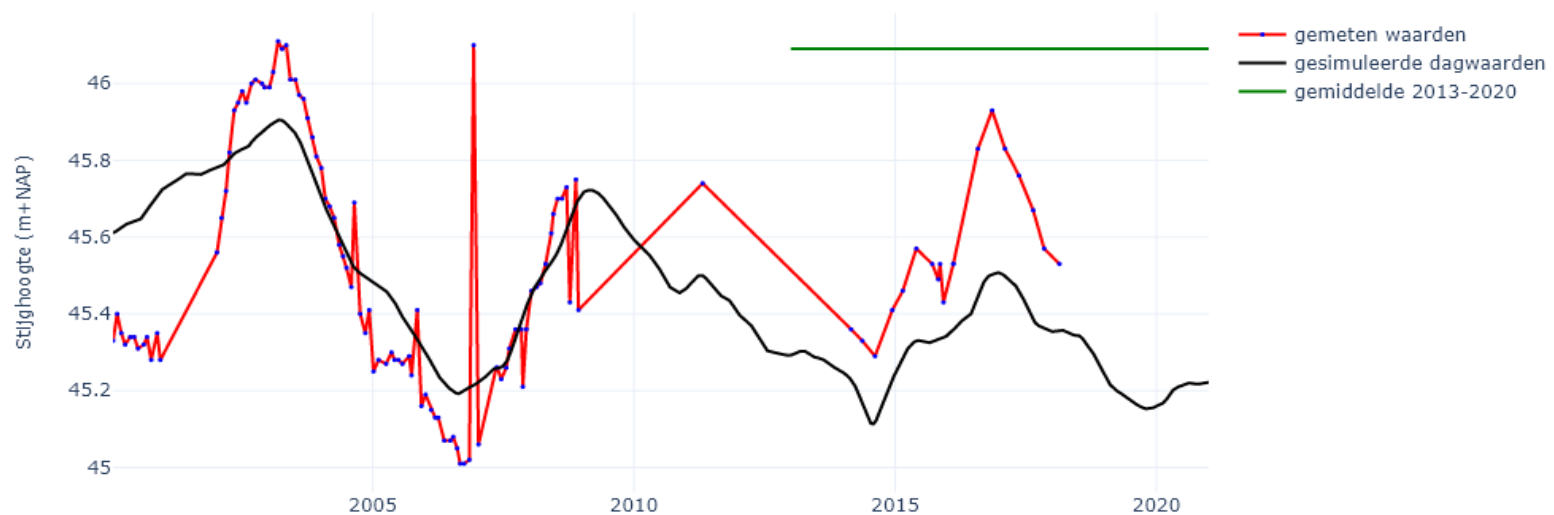
045PB031F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



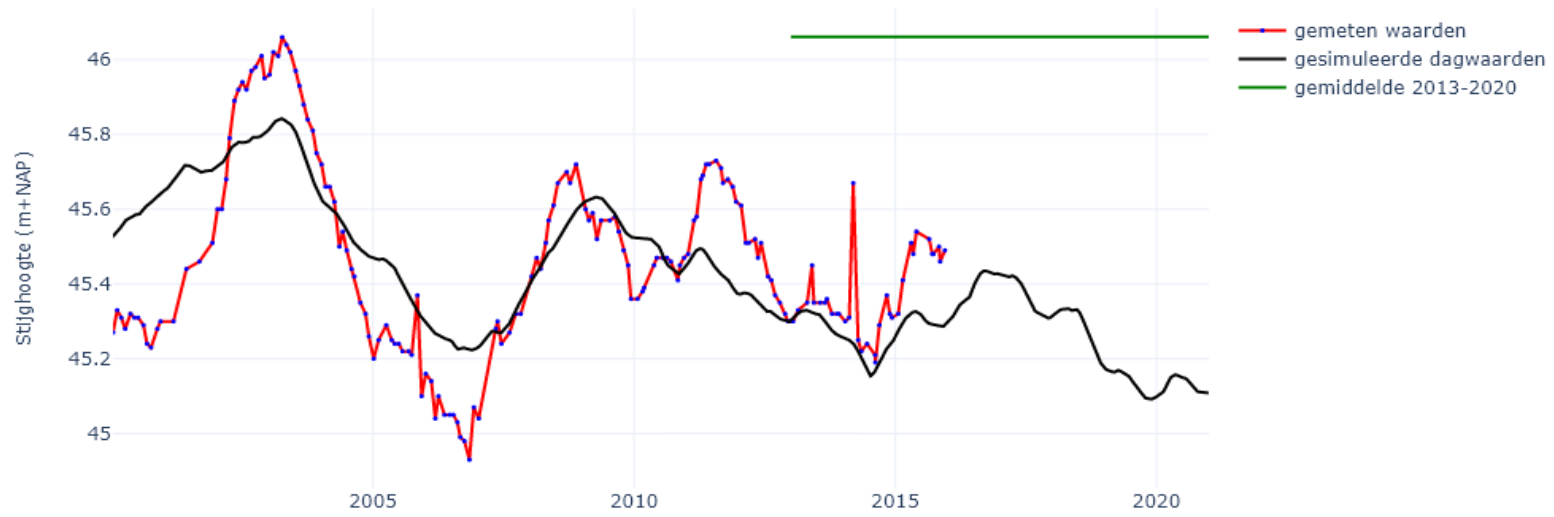
045PB070F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



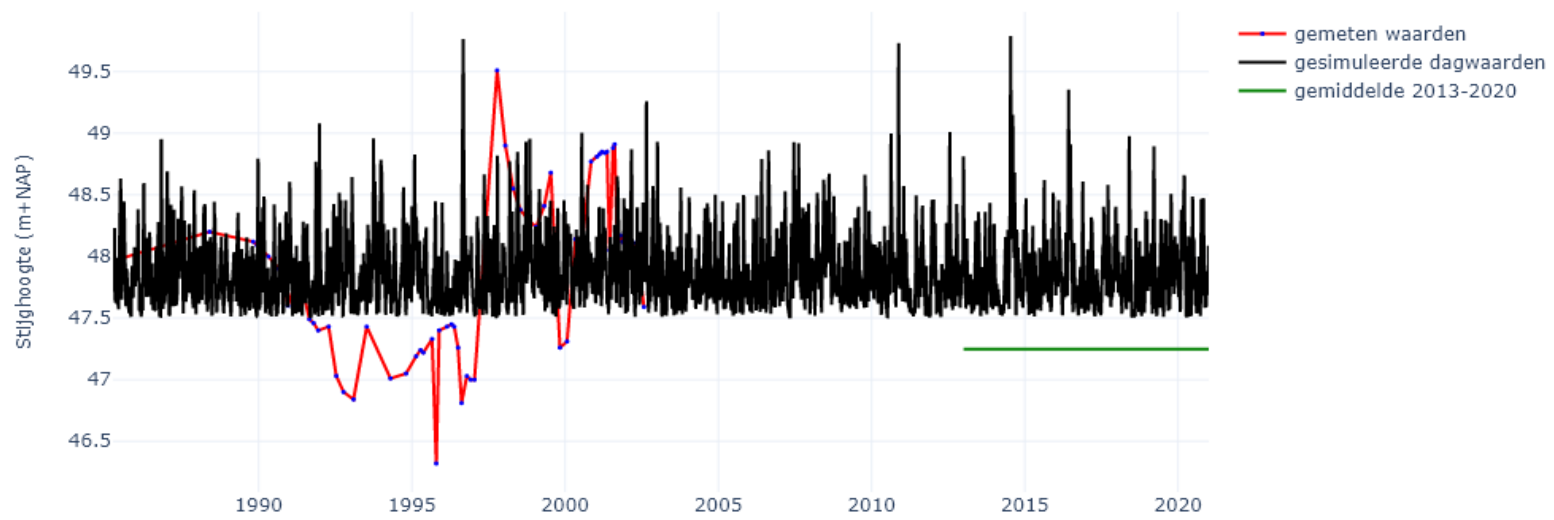
045PB079F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



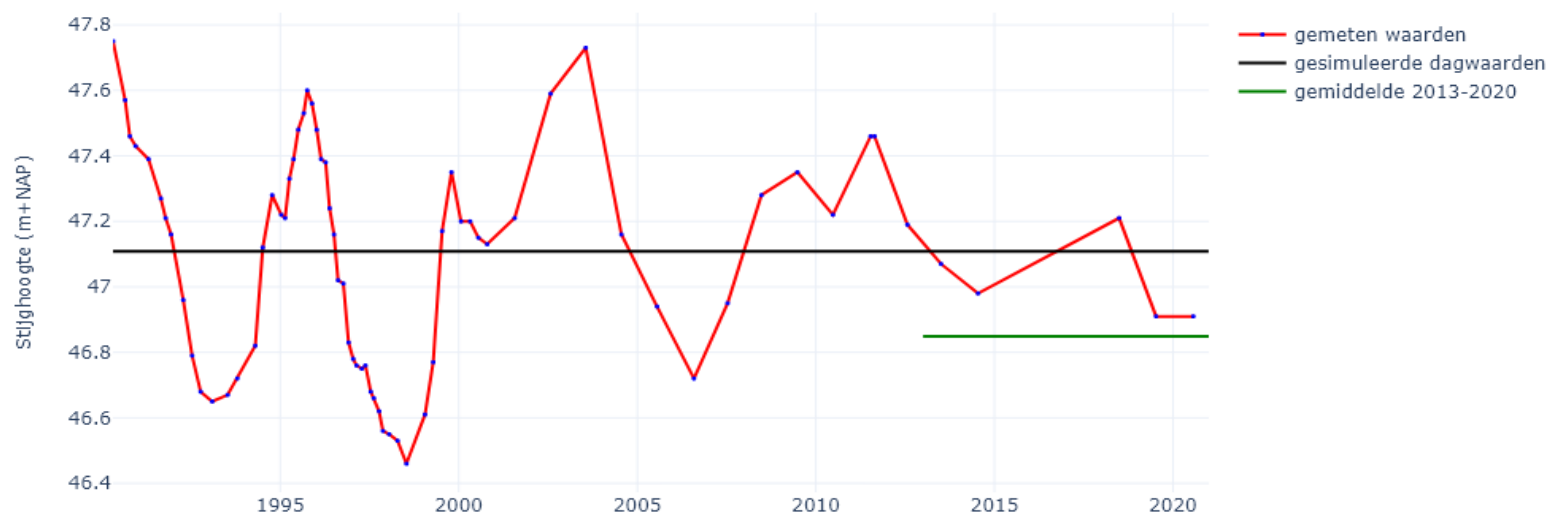
045PB080F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



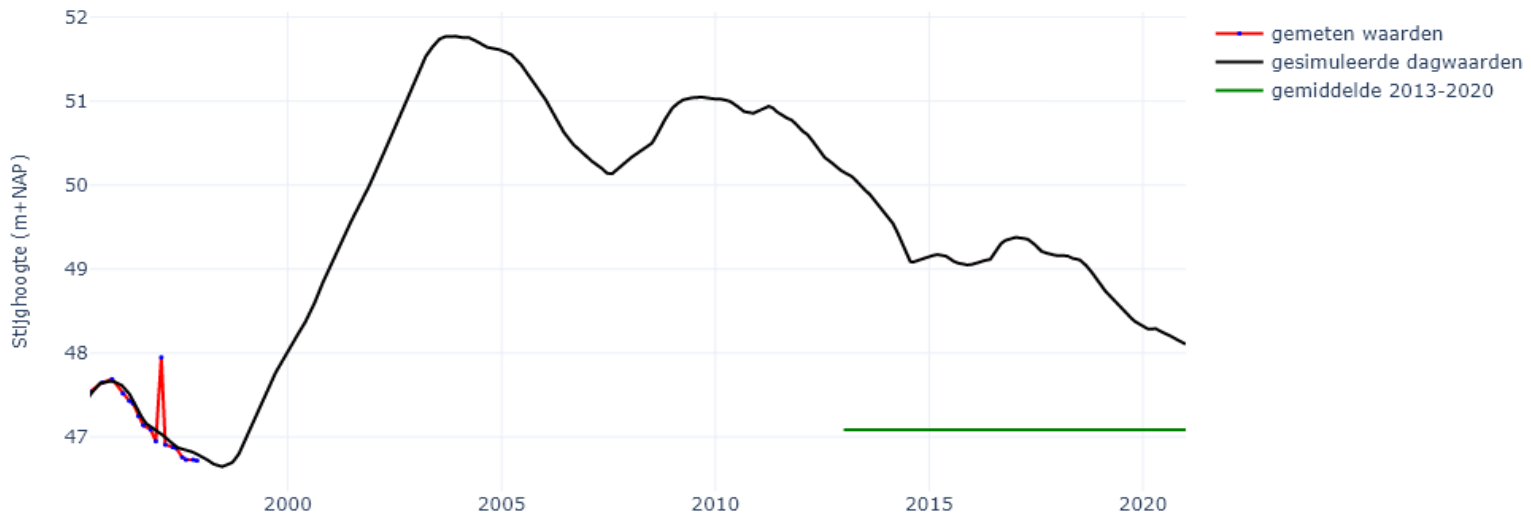
061PB026F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



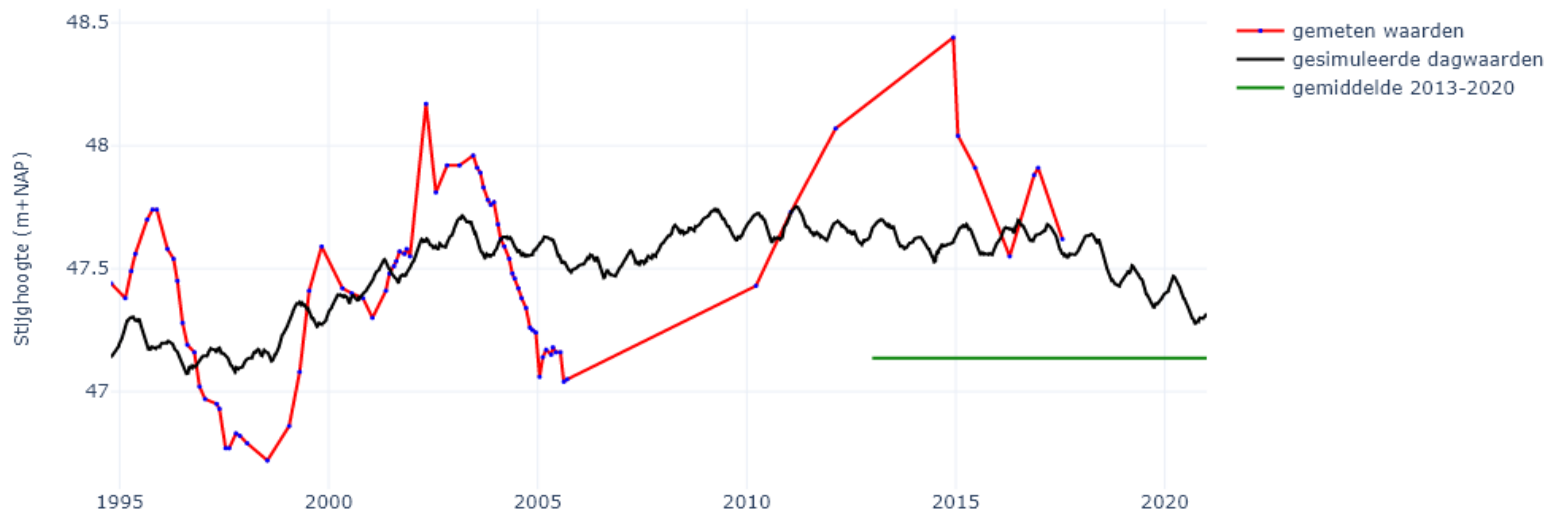
062PB017F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



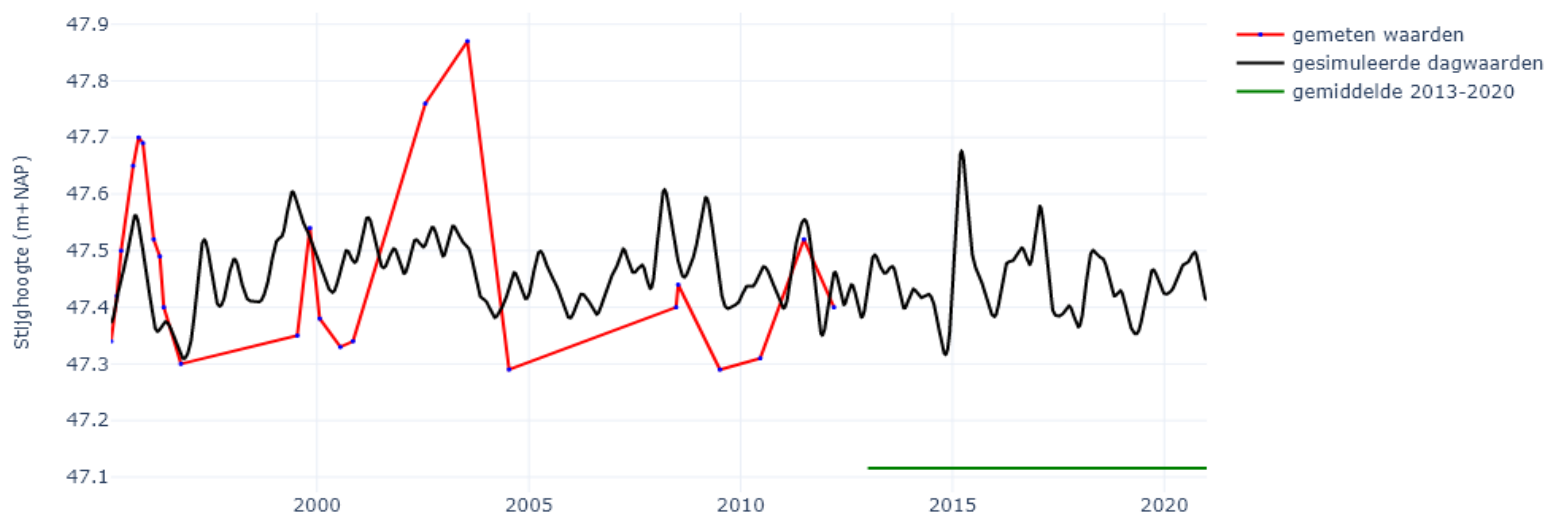
062PB018F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



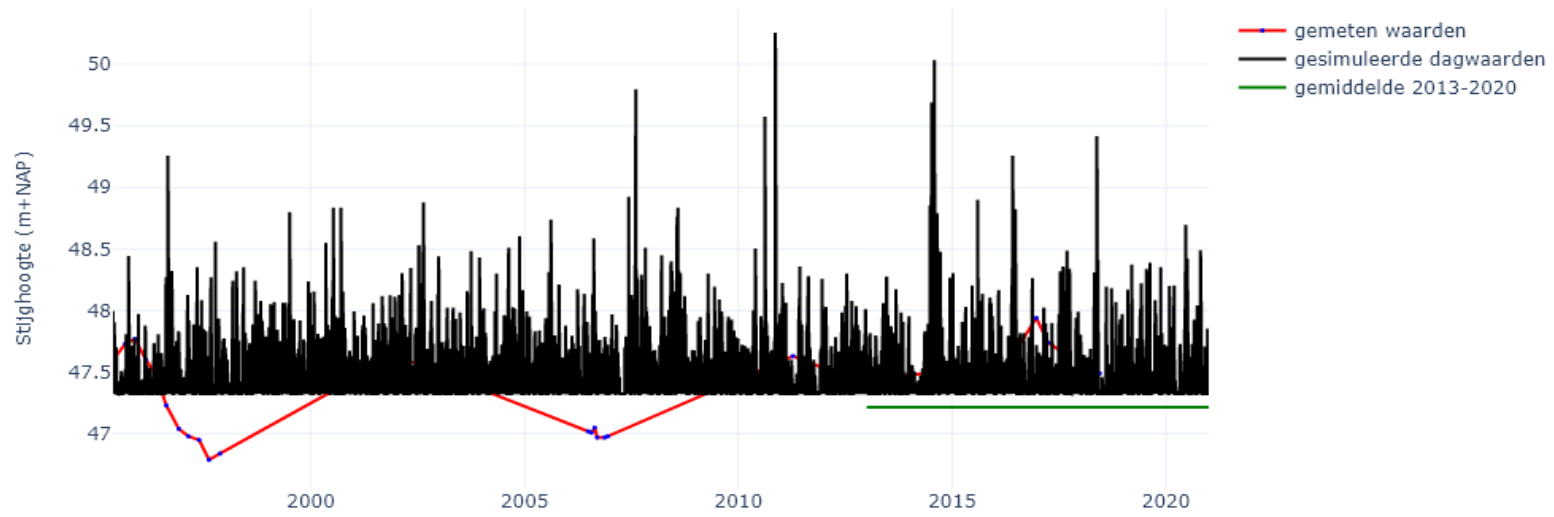
063PB073F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



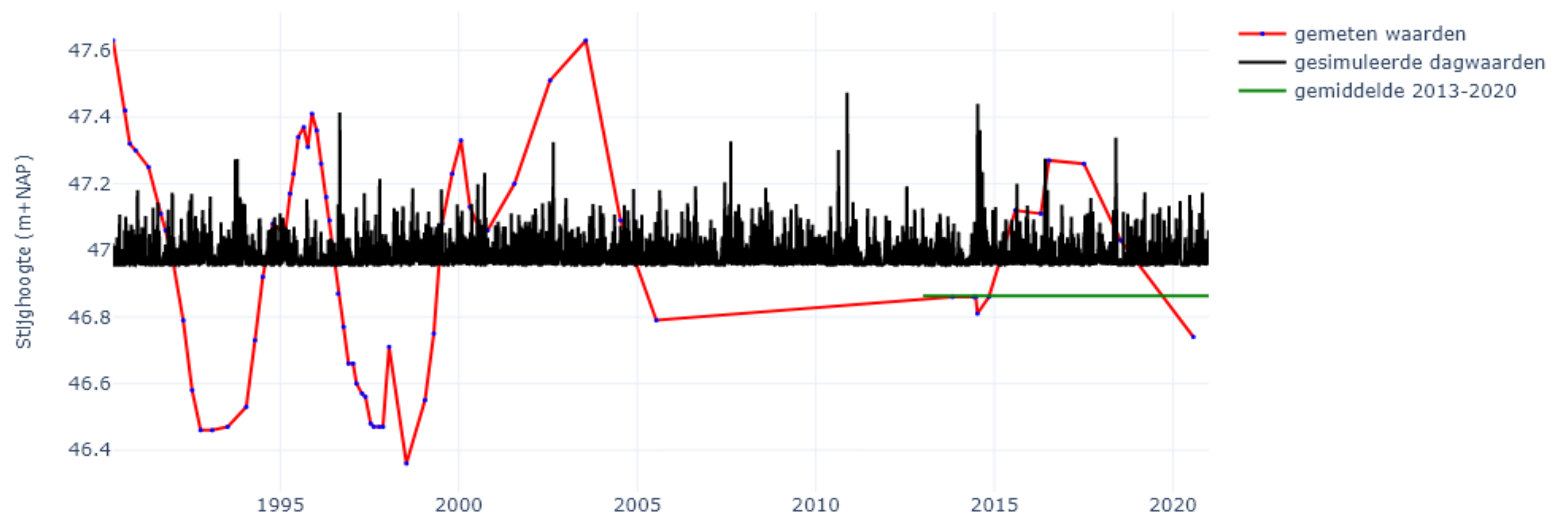
064PB047F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



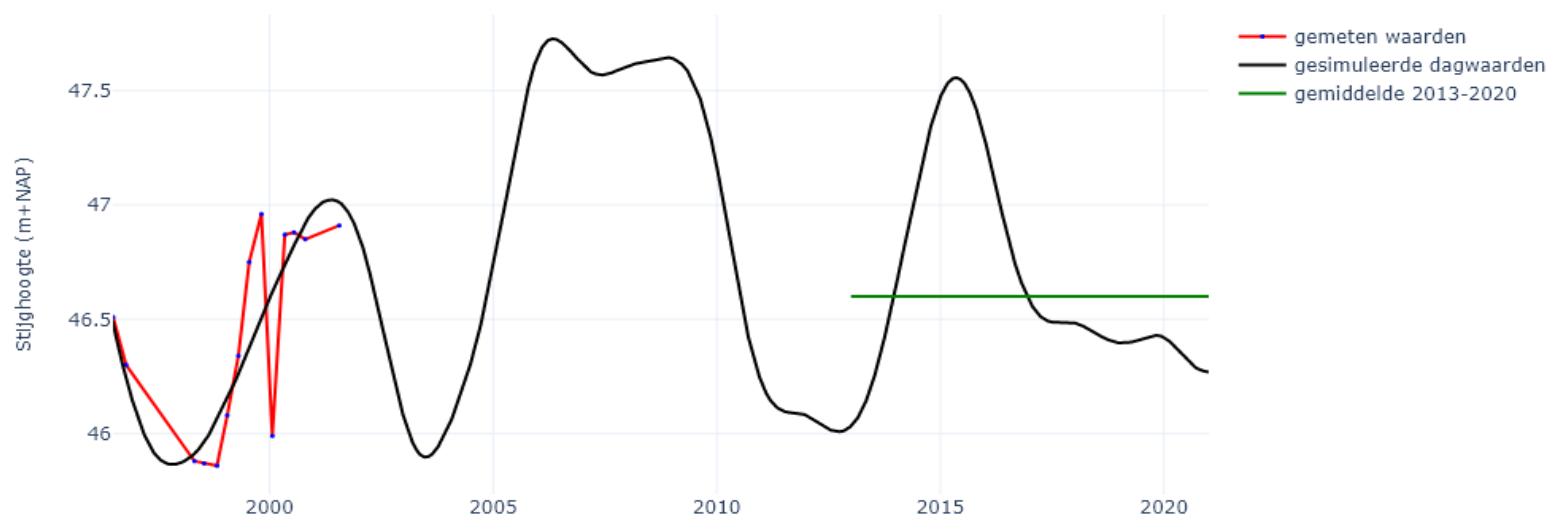
064PB048F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



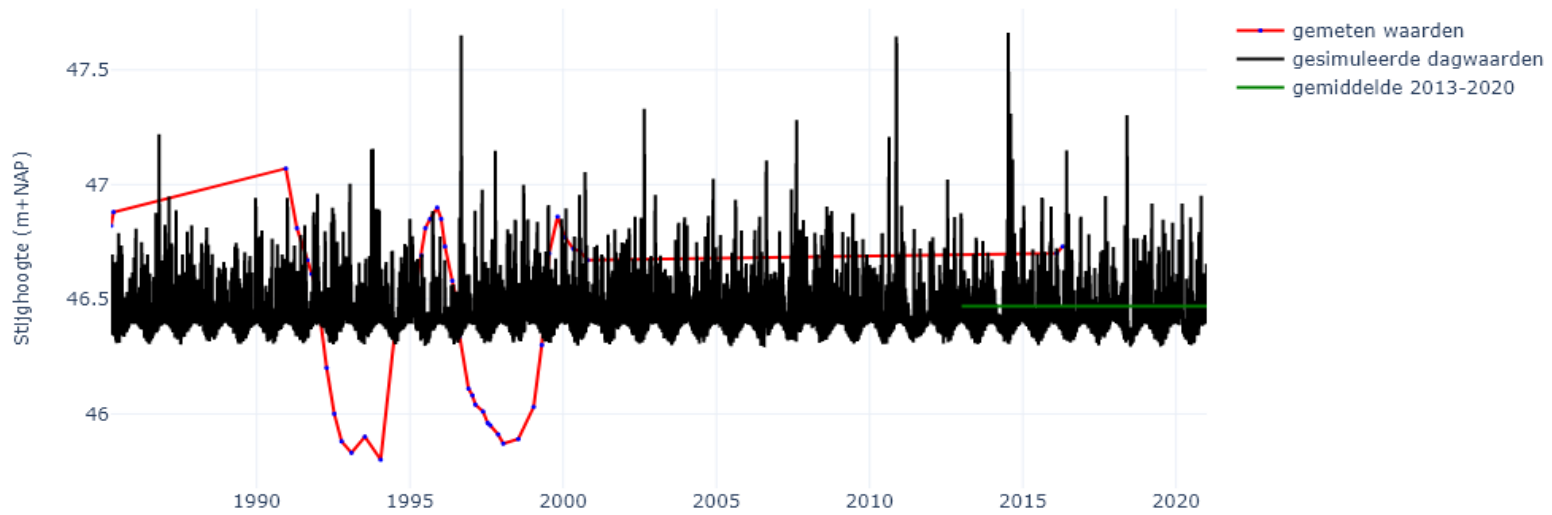
066PB019F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



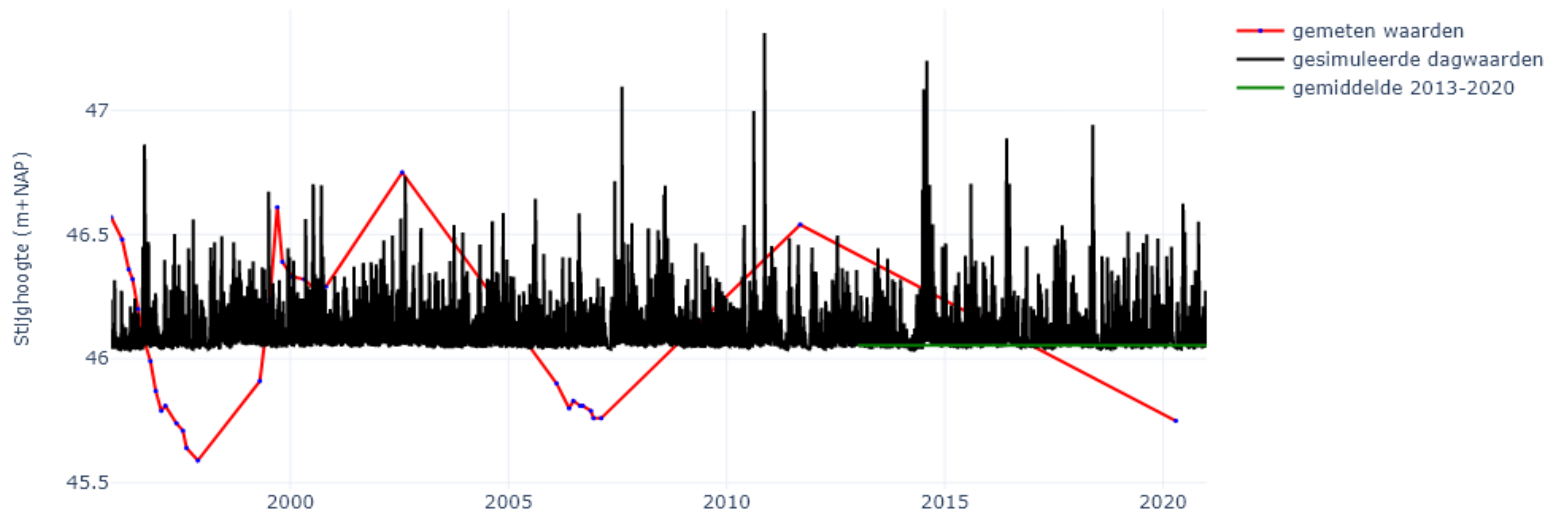
073PB006F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



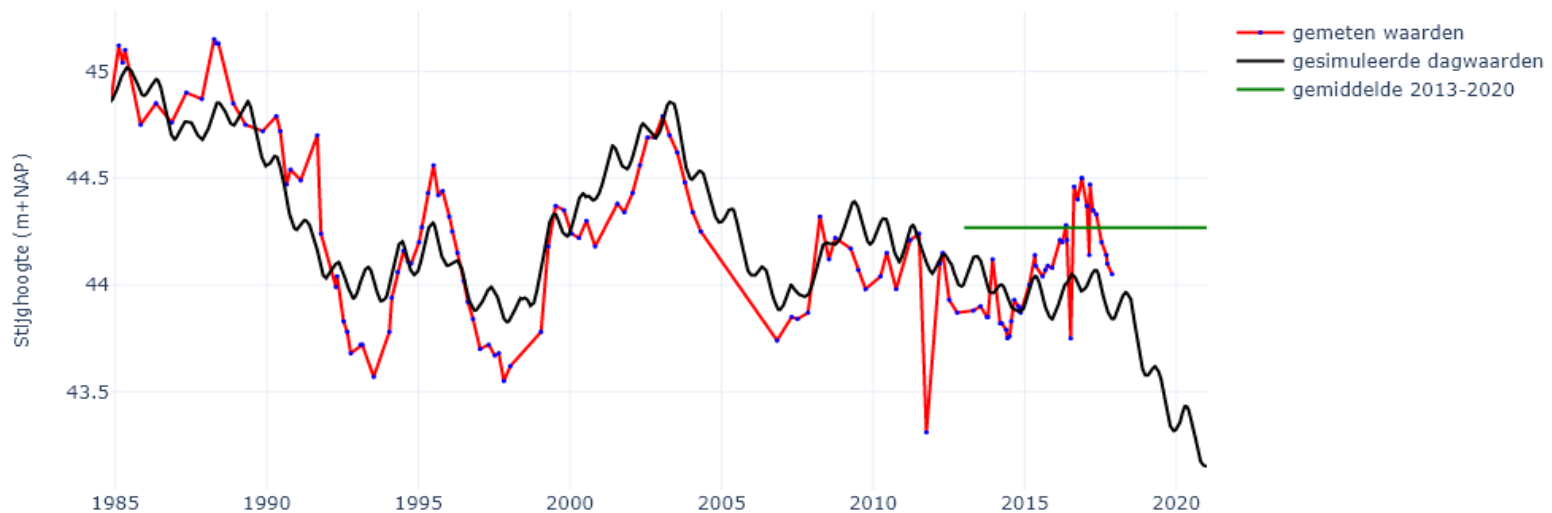
076PB004F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



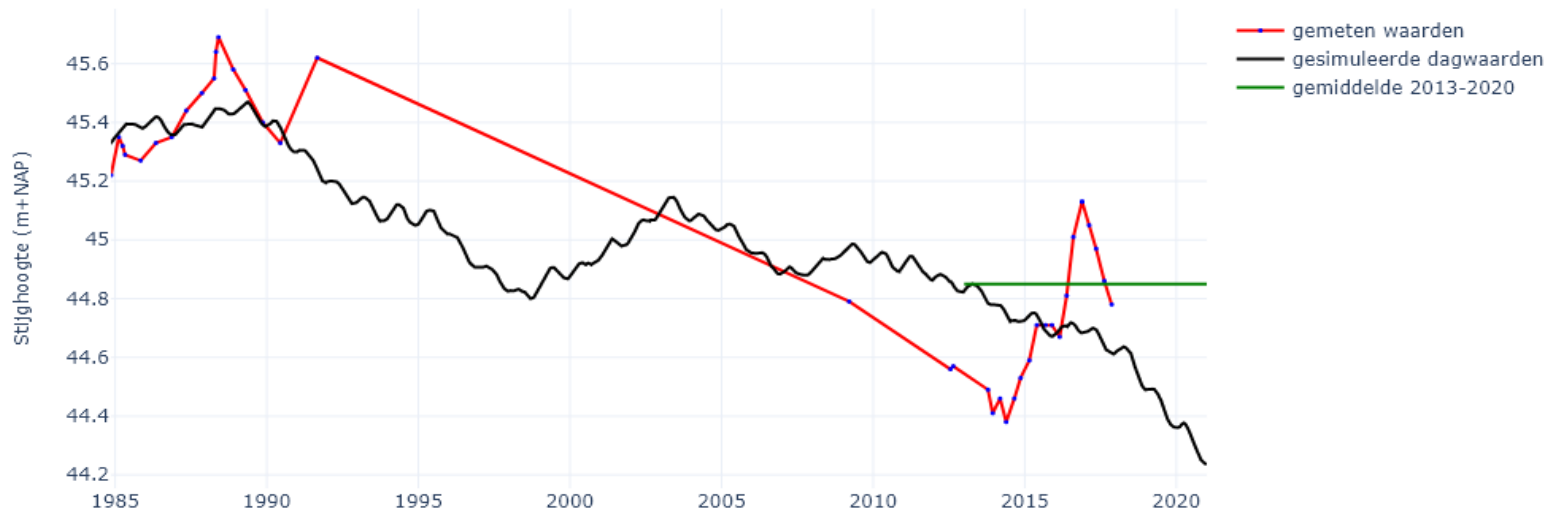
078PB118F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



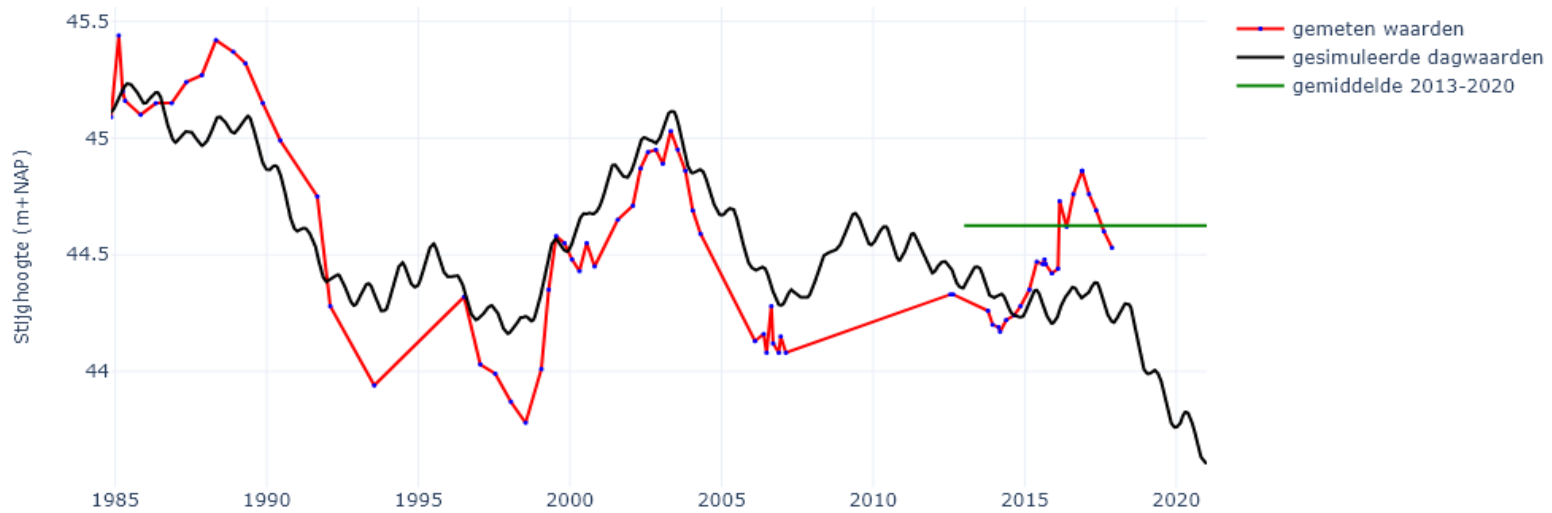
105PB009F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



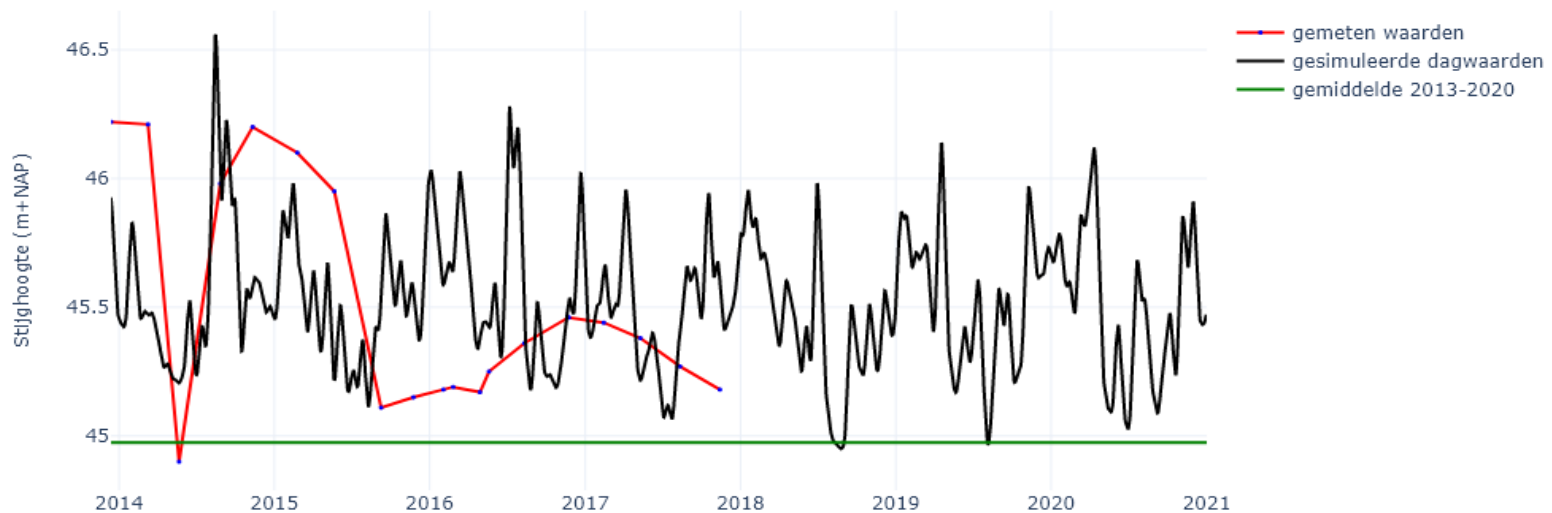
105PB010F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



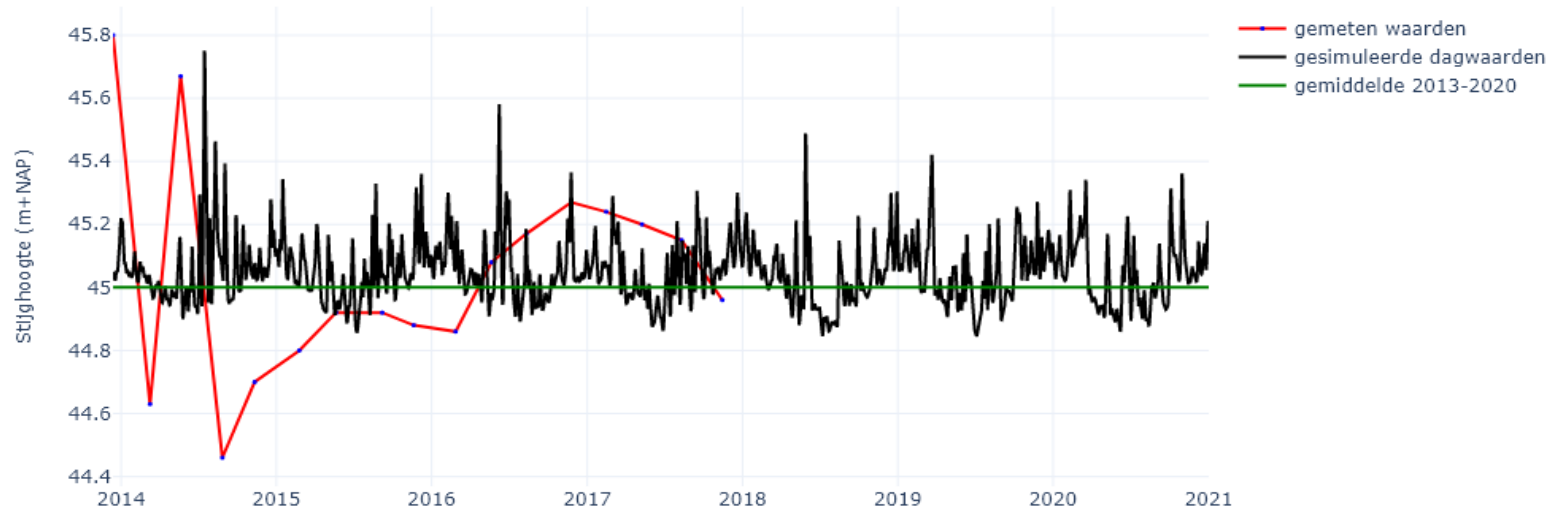
105PB011F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



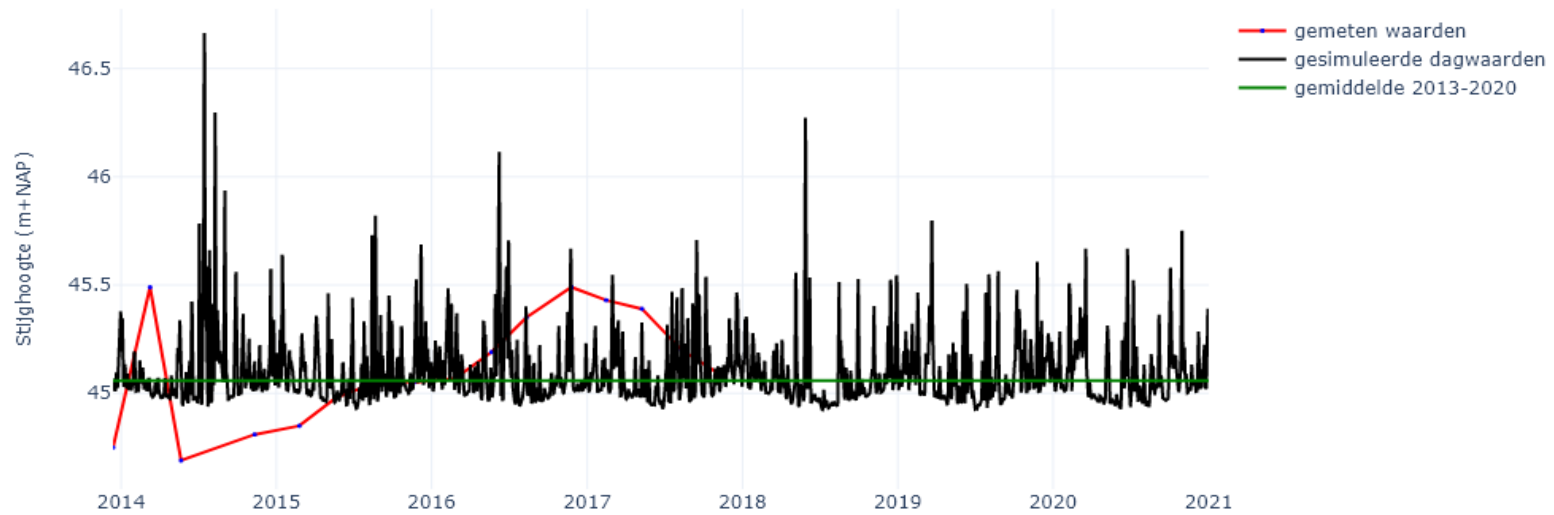
106PB006F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



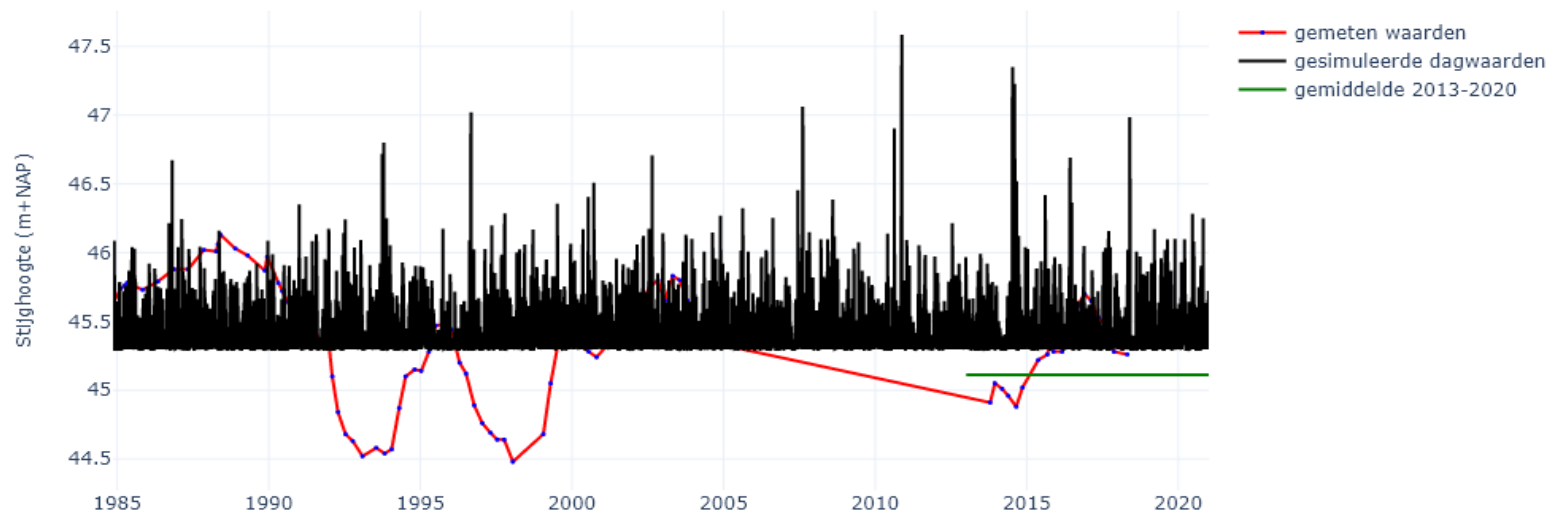
106PB007F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



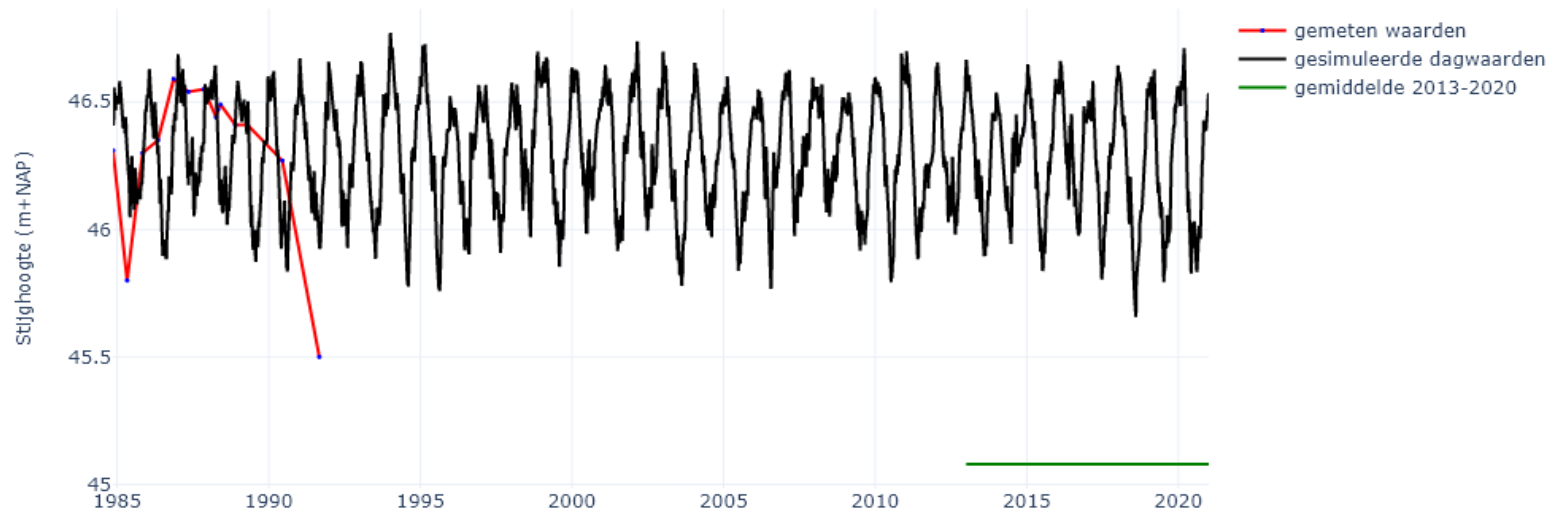
106PB008F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



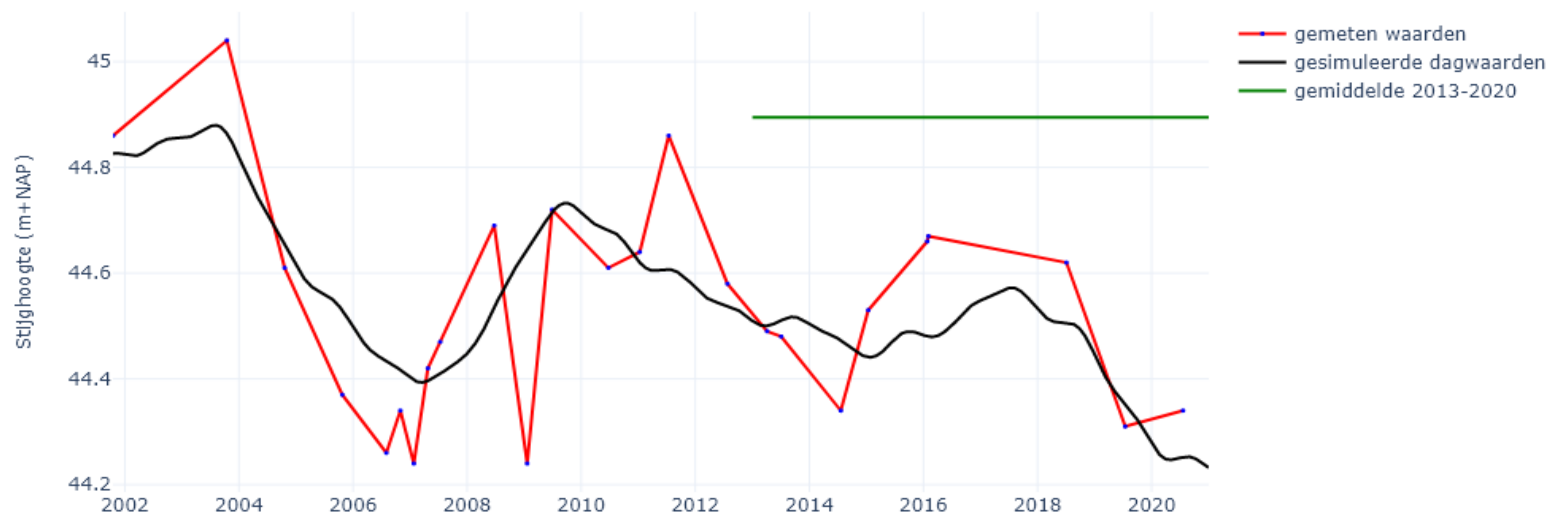
106PB015F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



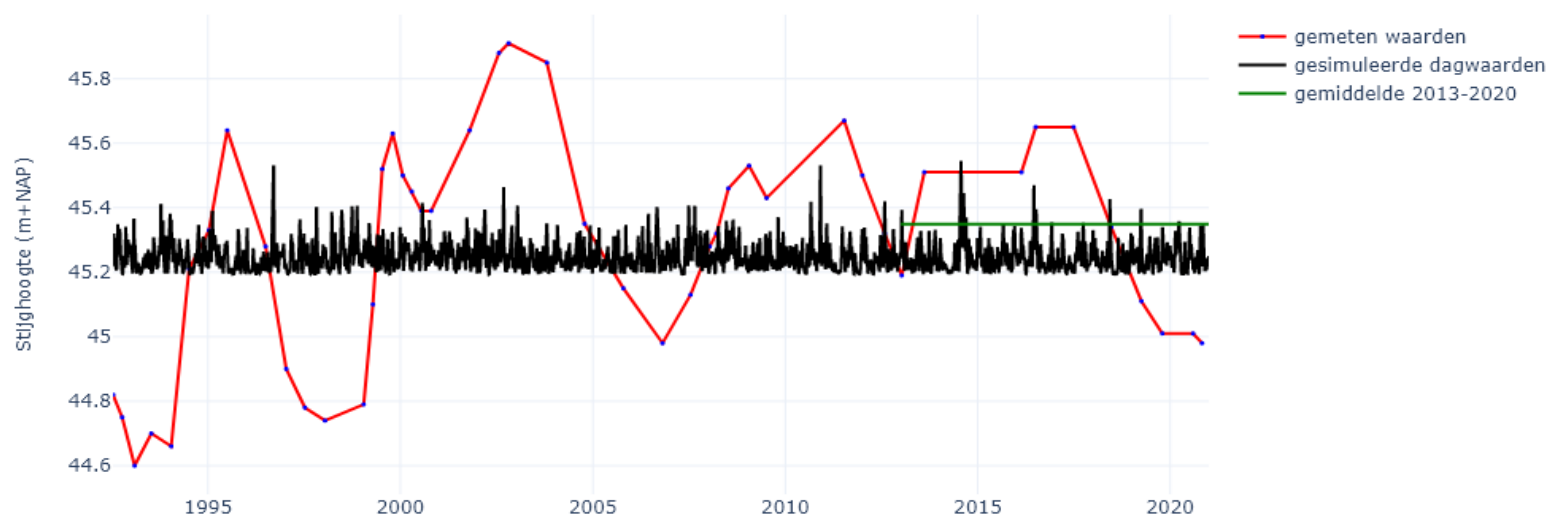
106PB017F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



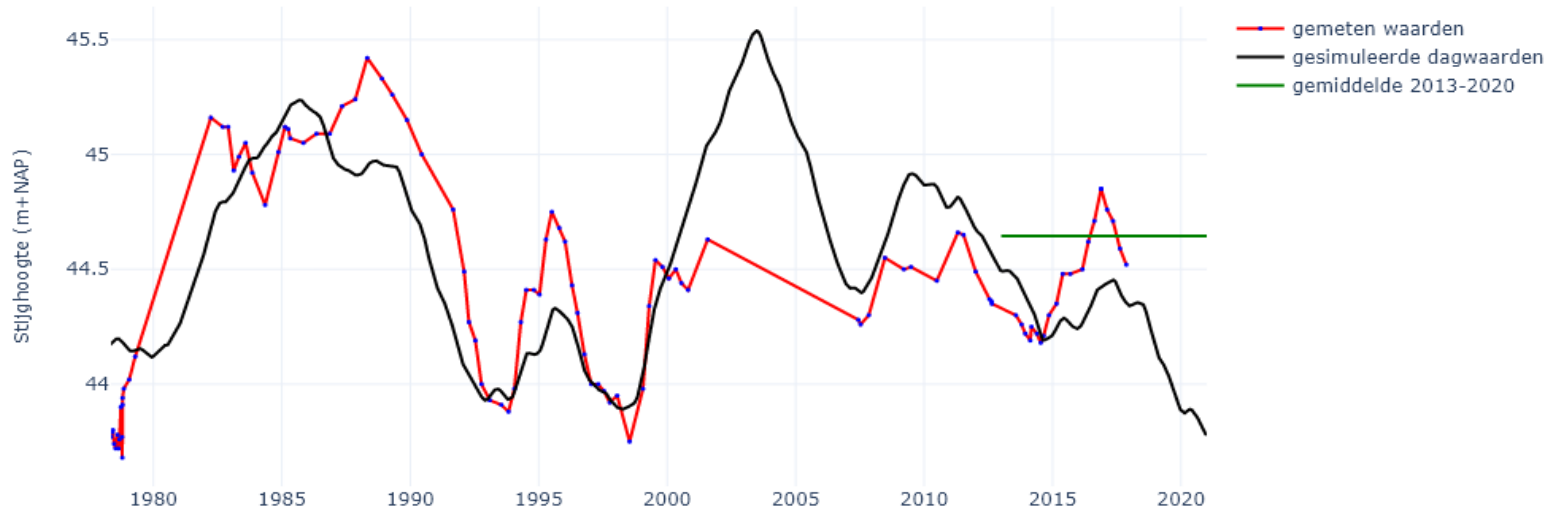
106PB246F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



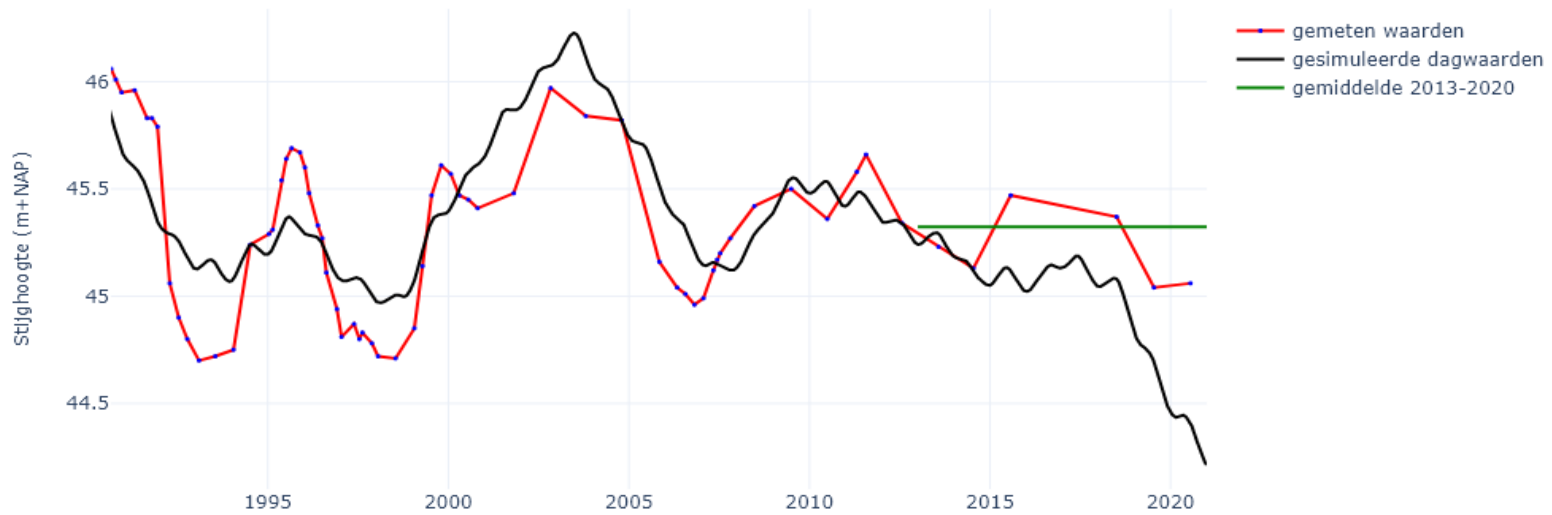
107PB002F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



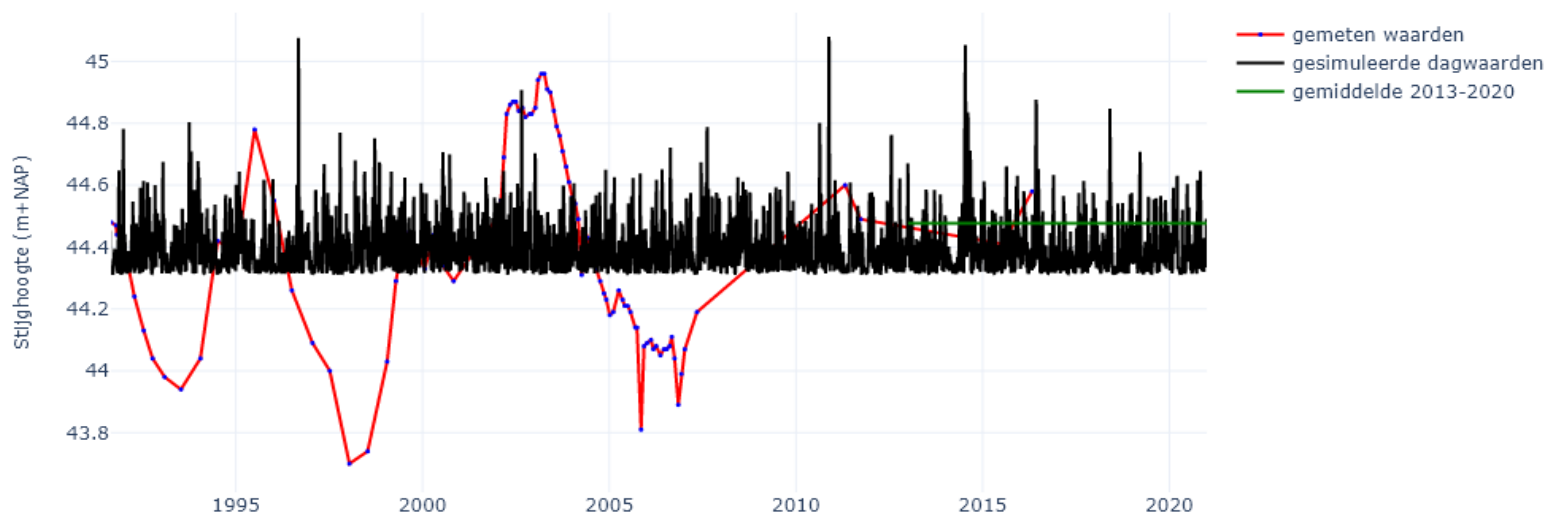
115PB023F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



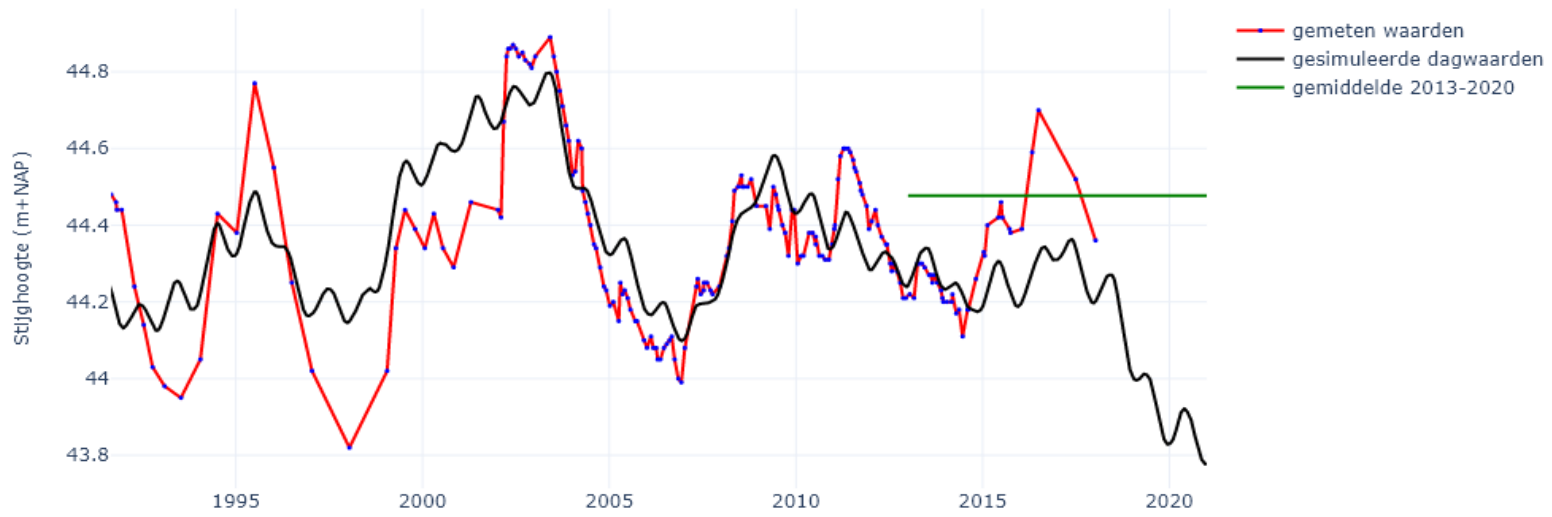
116PB034F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



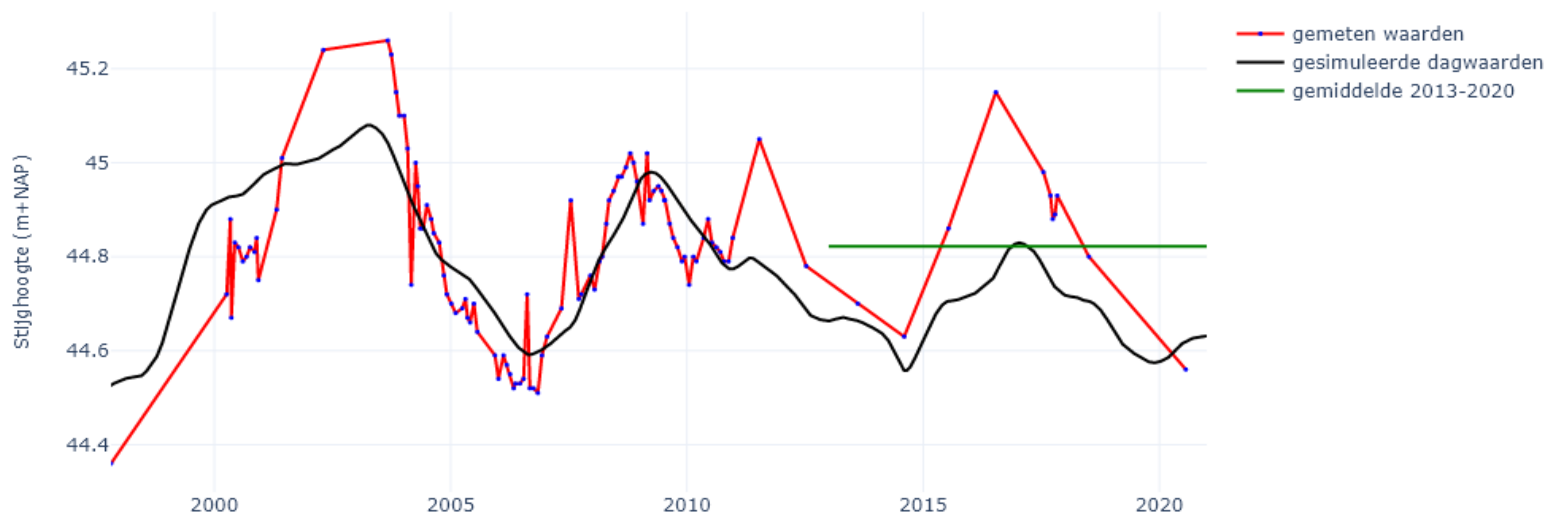
131PB002F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



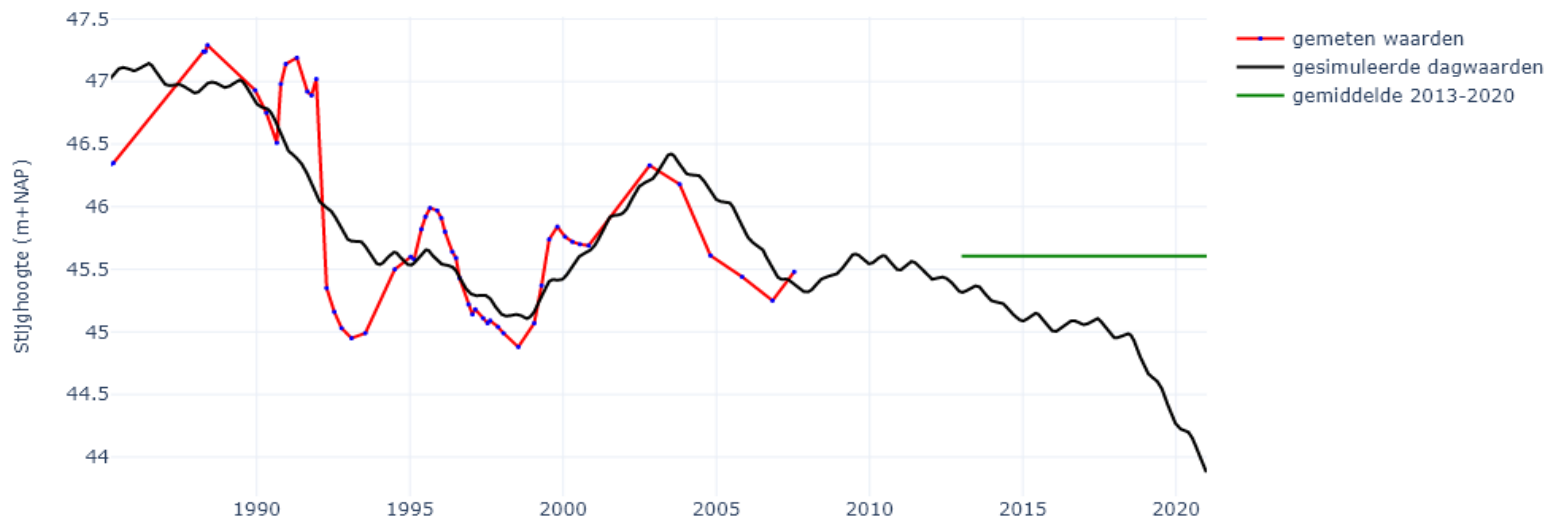
131PB003F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



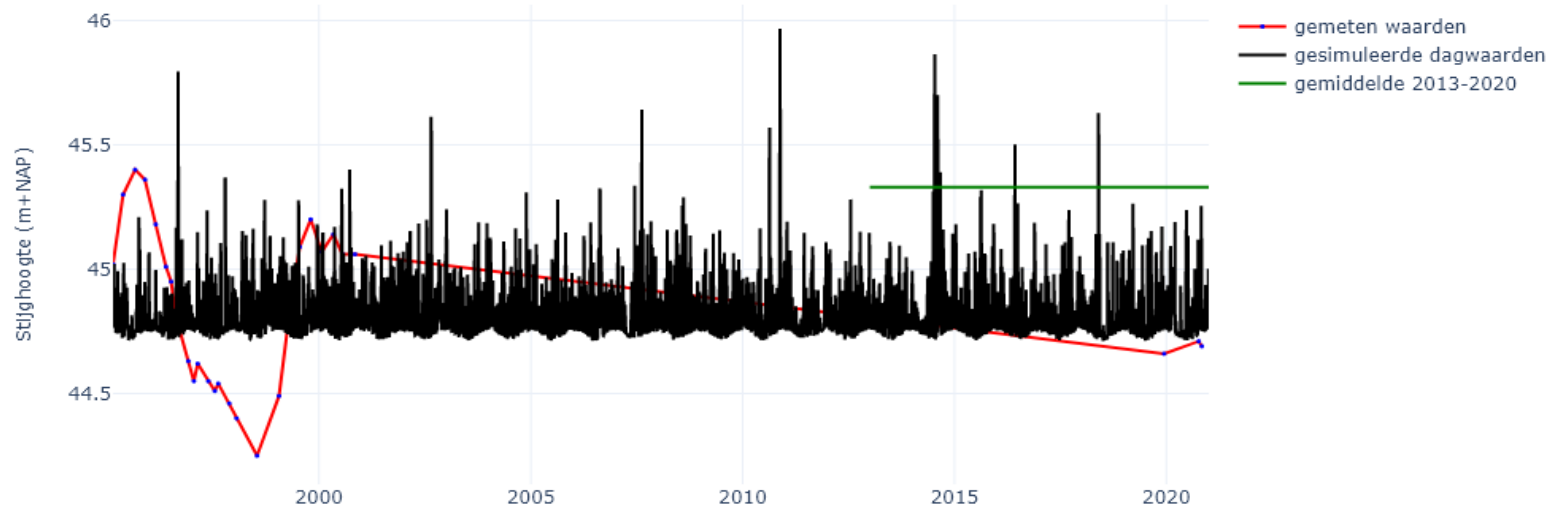
132PB286F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



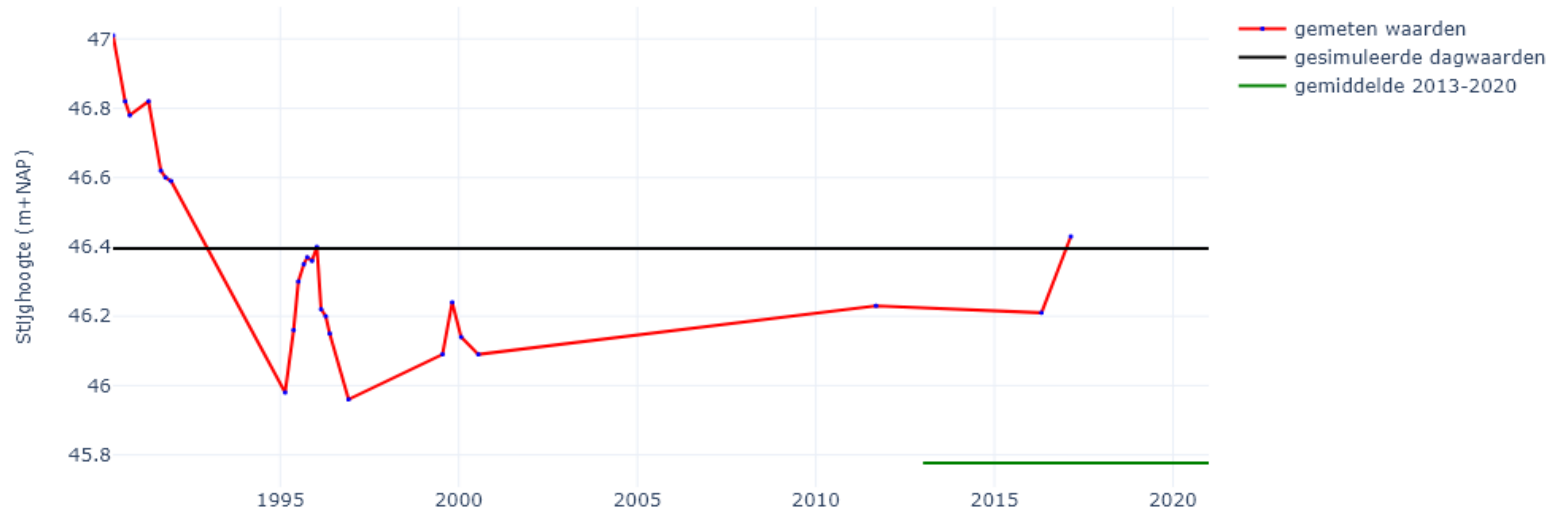
136PB068F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



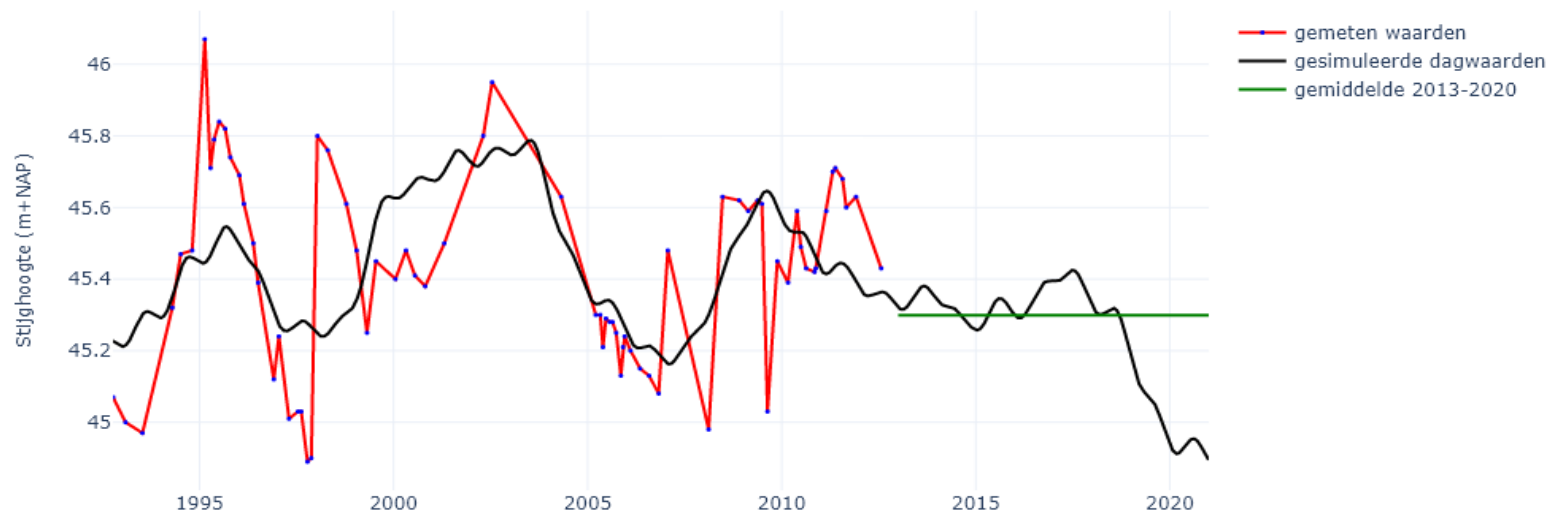
136PB069F2, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



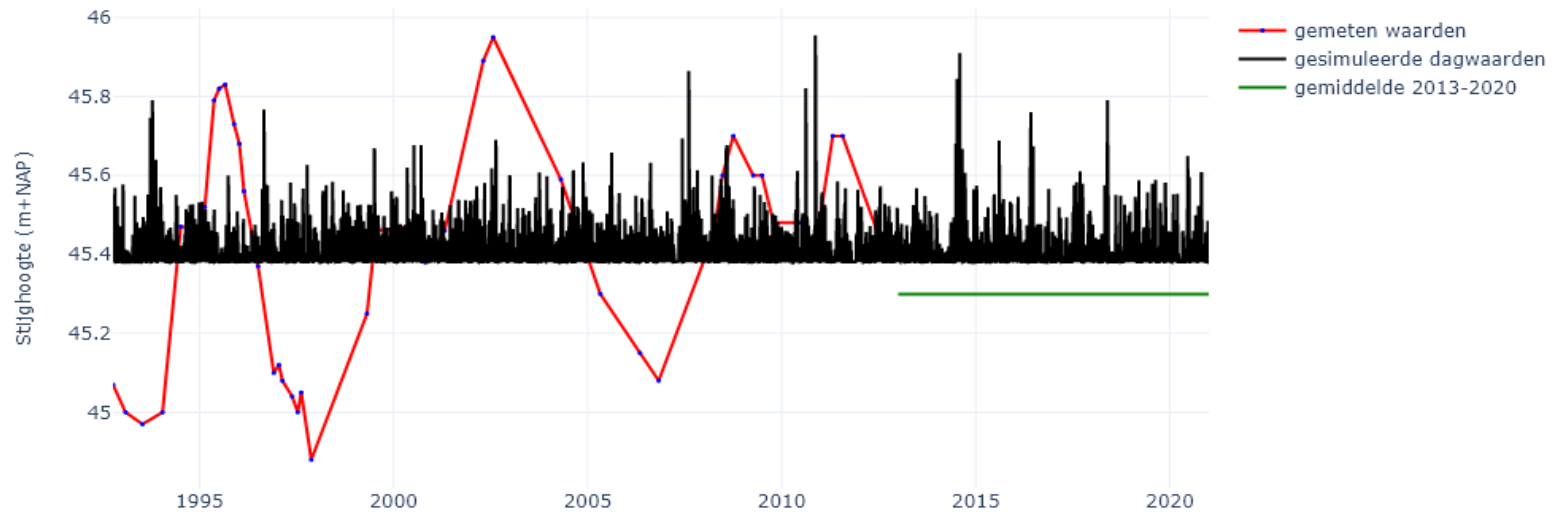
137PB011F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



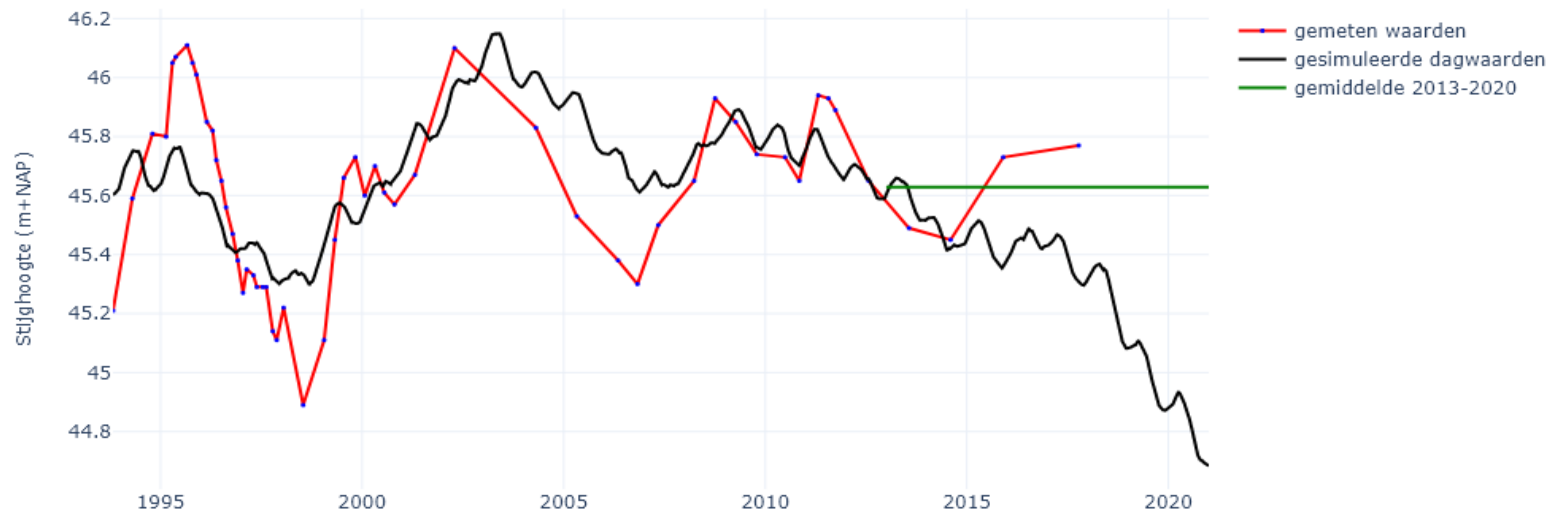
142PB139F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



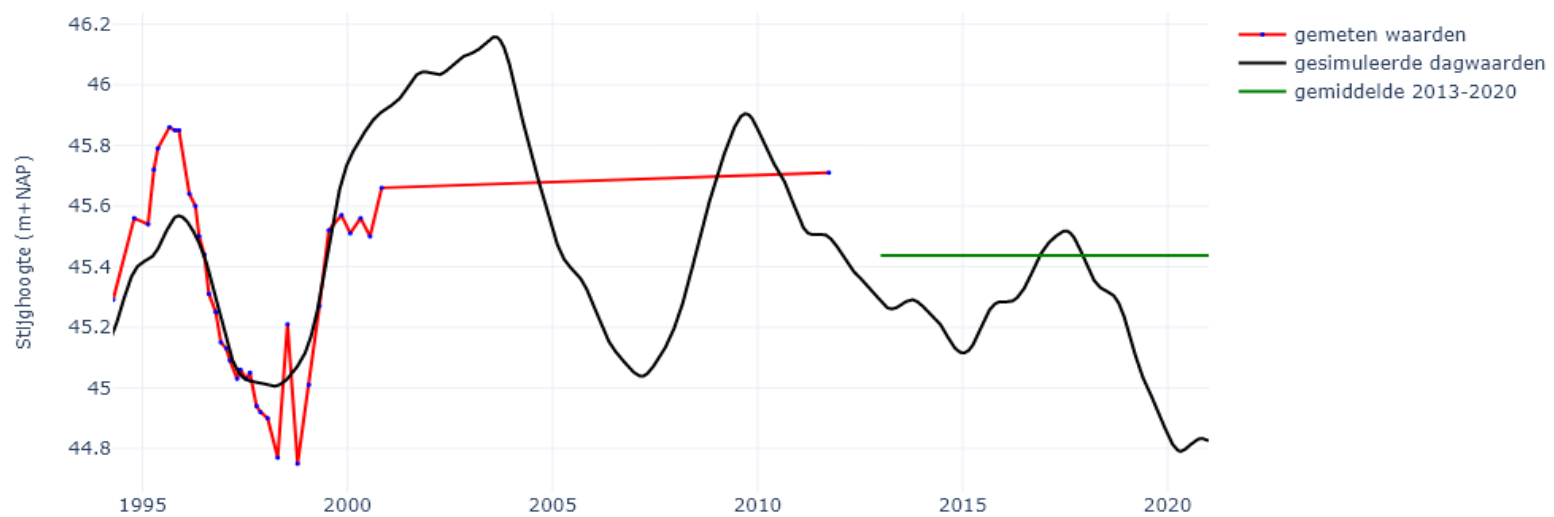
142PB140F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



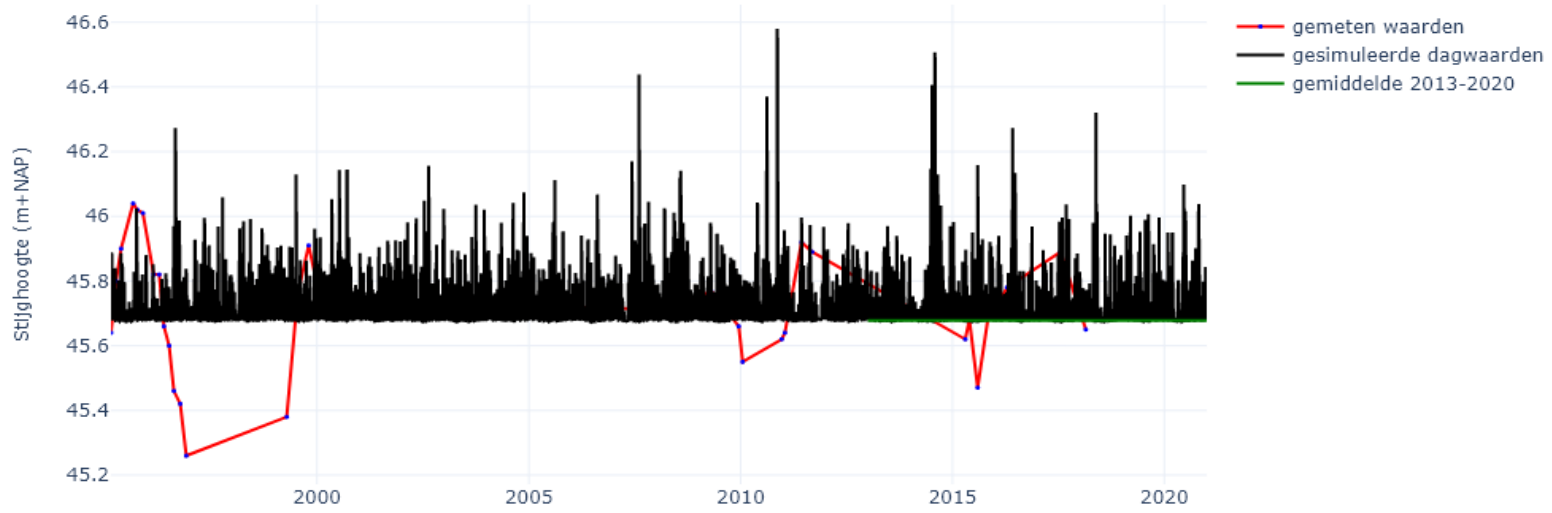
143PB048F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



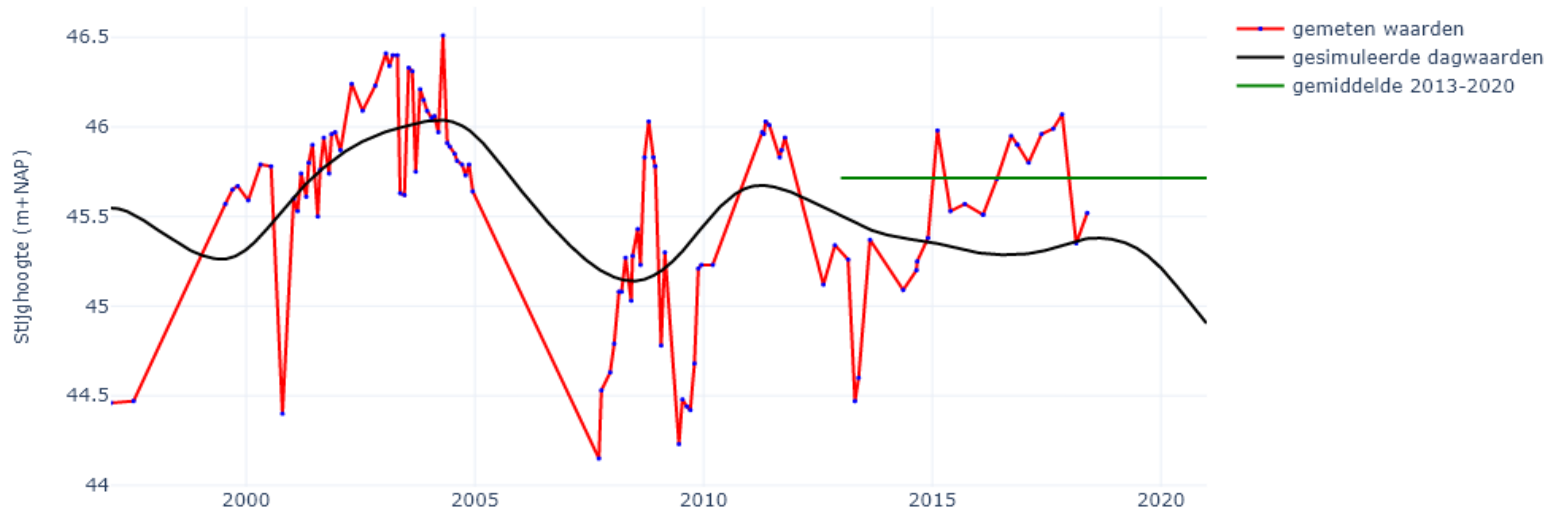
143PB050F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



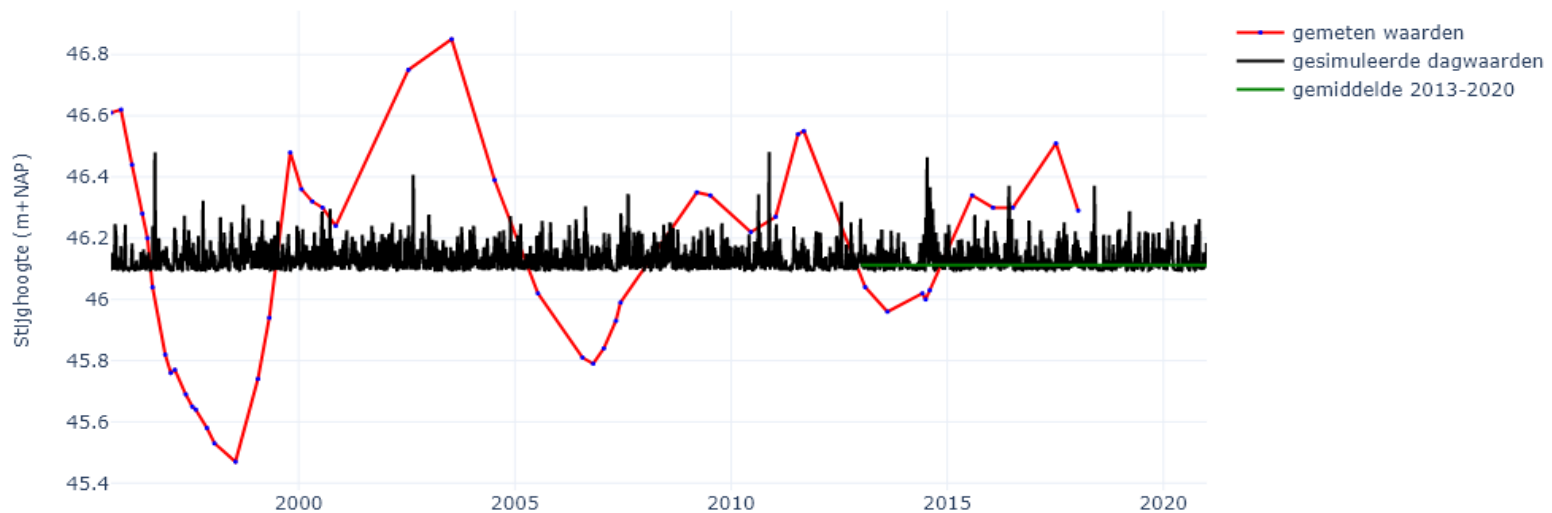
145PB006F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



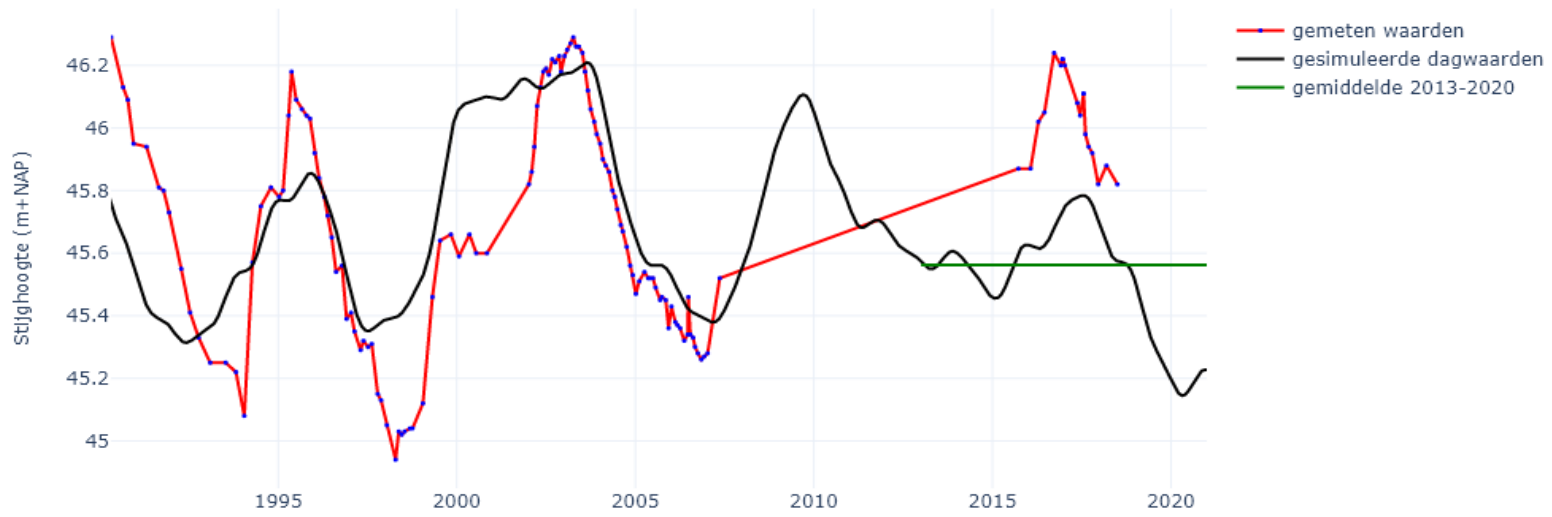
145PB009F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



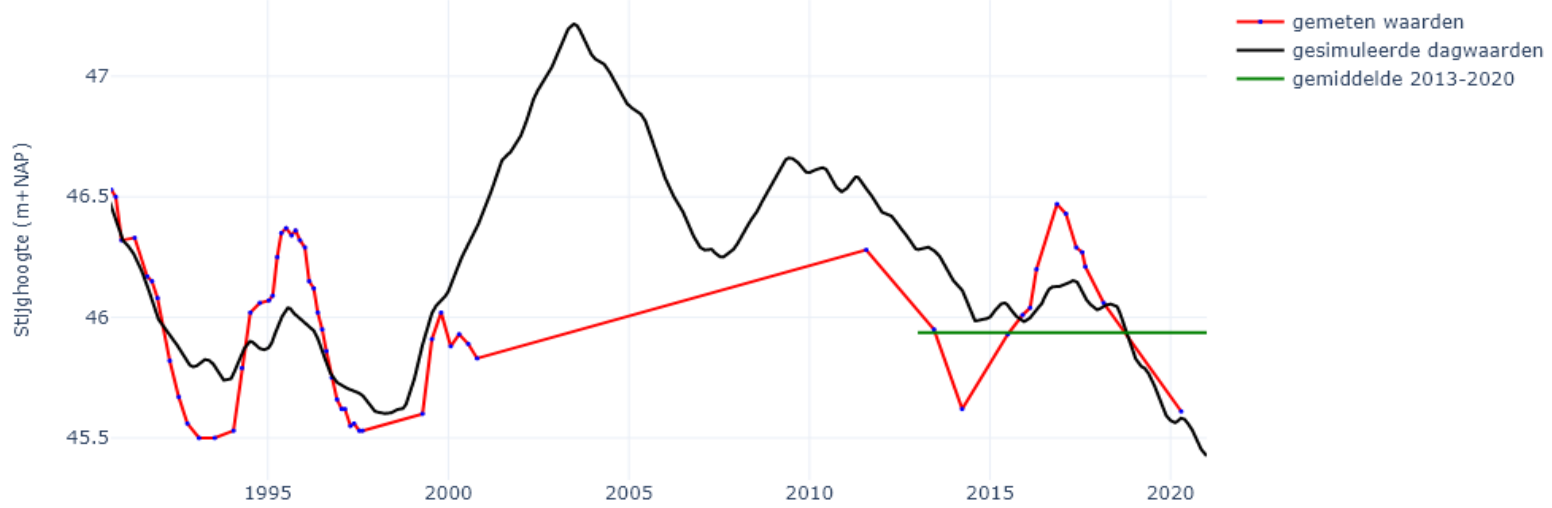
147PB016F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



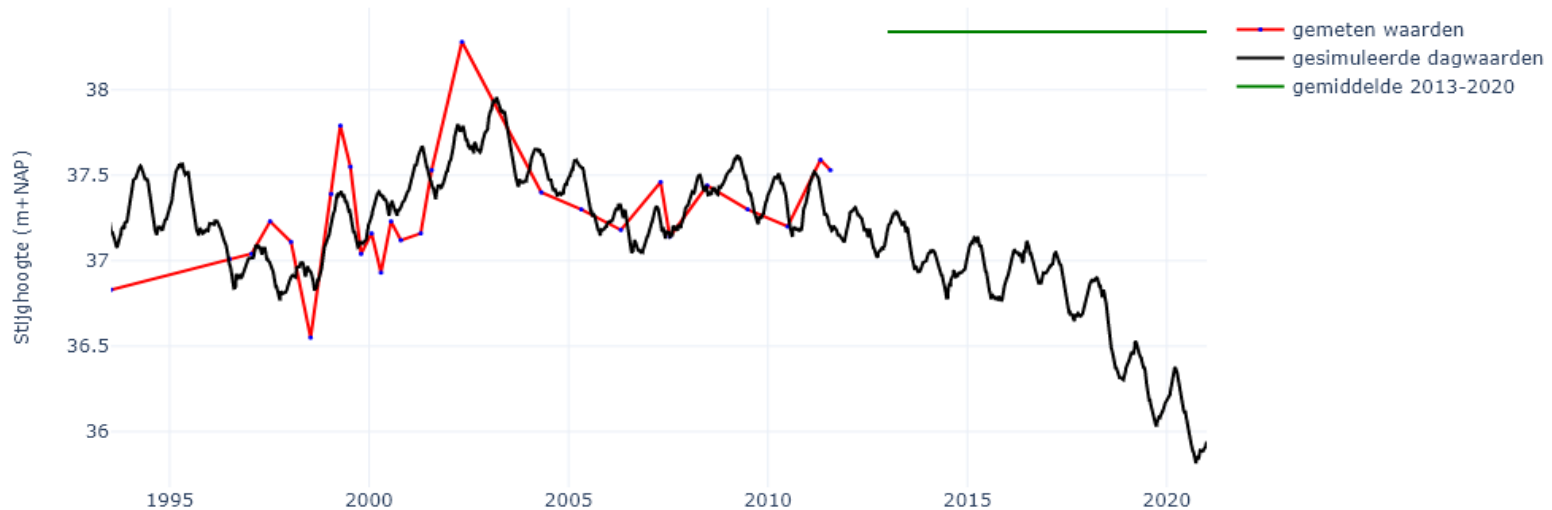
151PB020F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



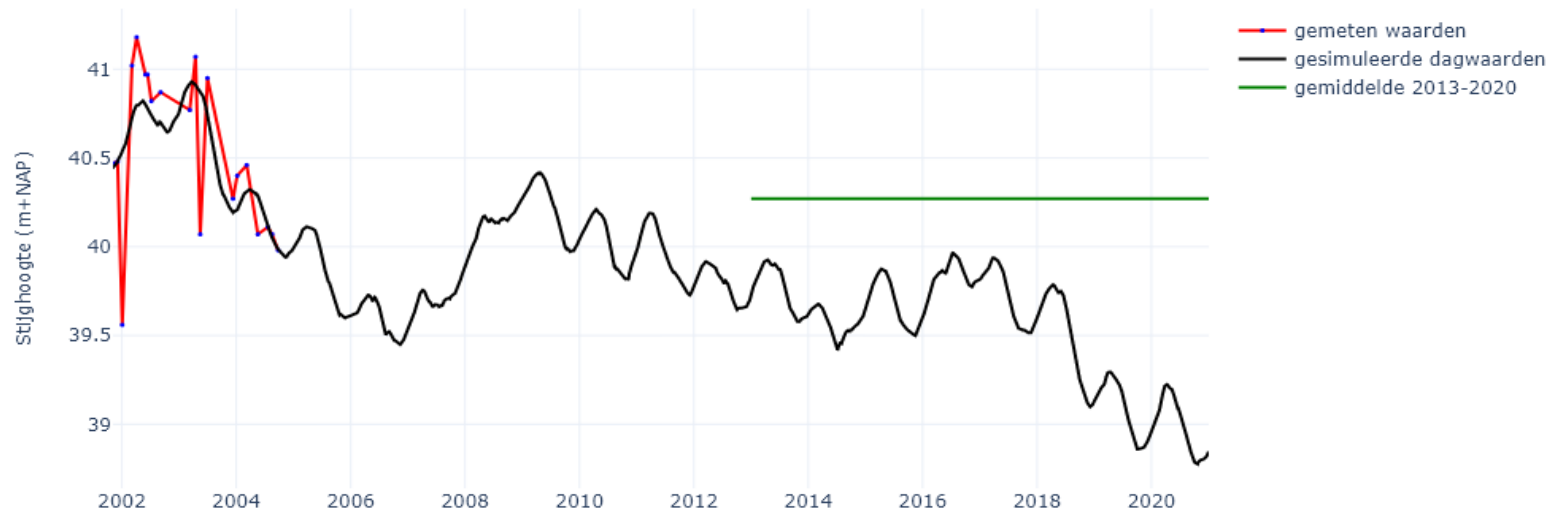
153PB013F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



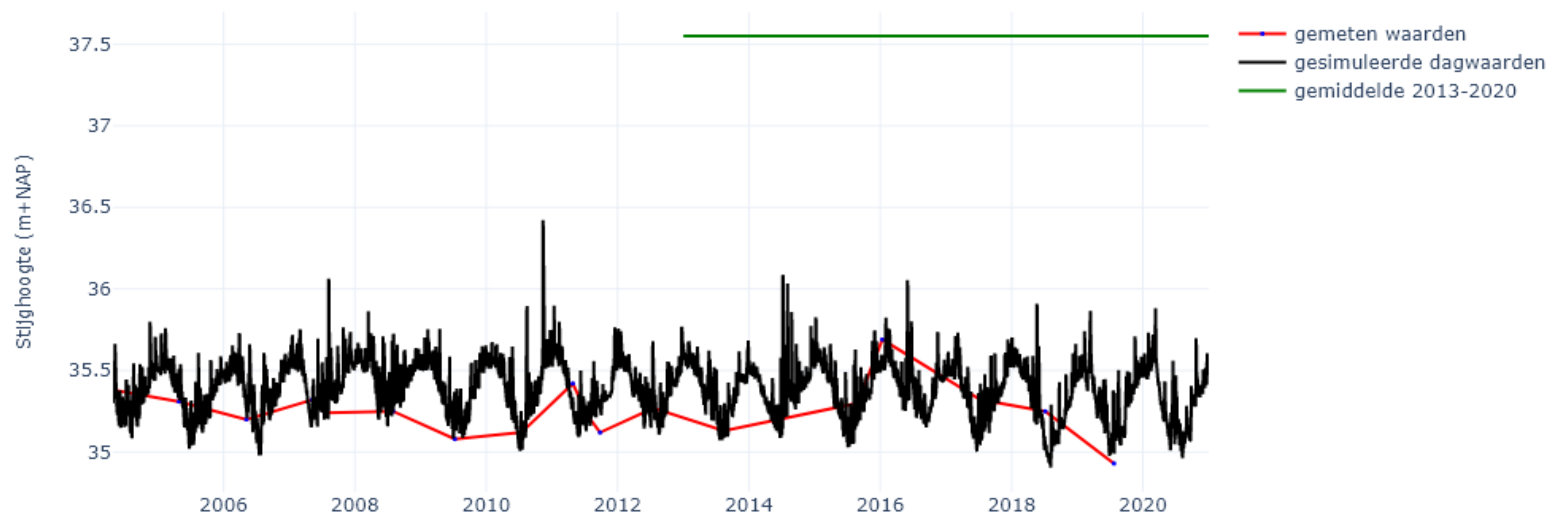
161PB035F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



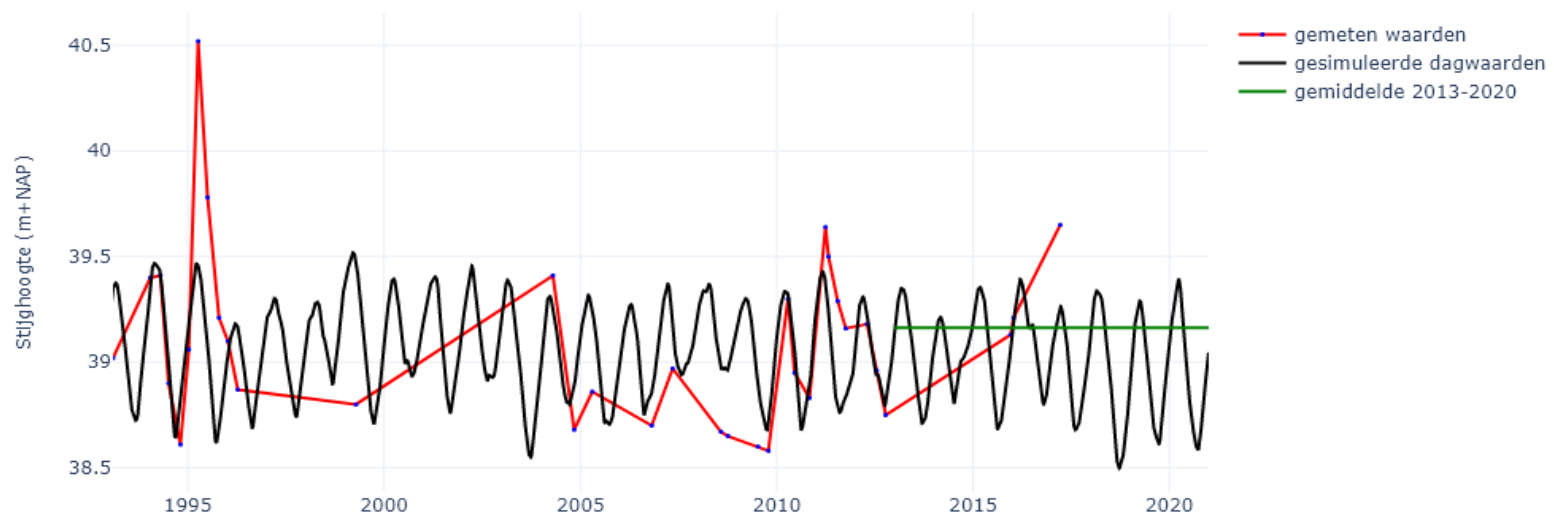
161PB203F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



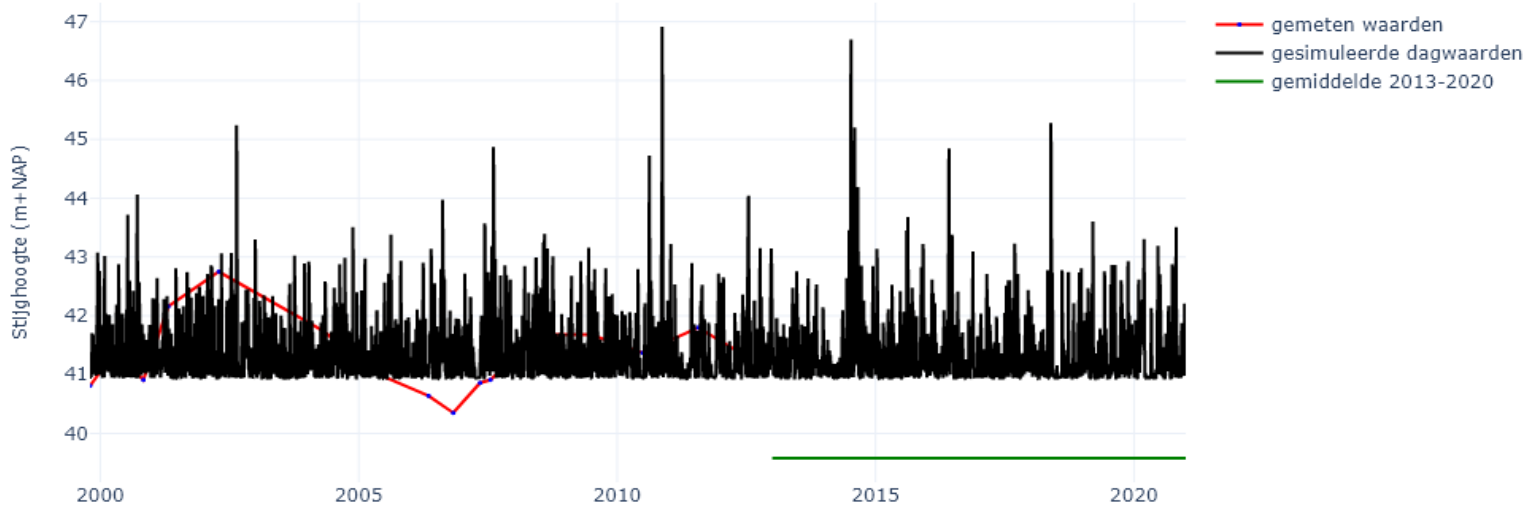
161PB238F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



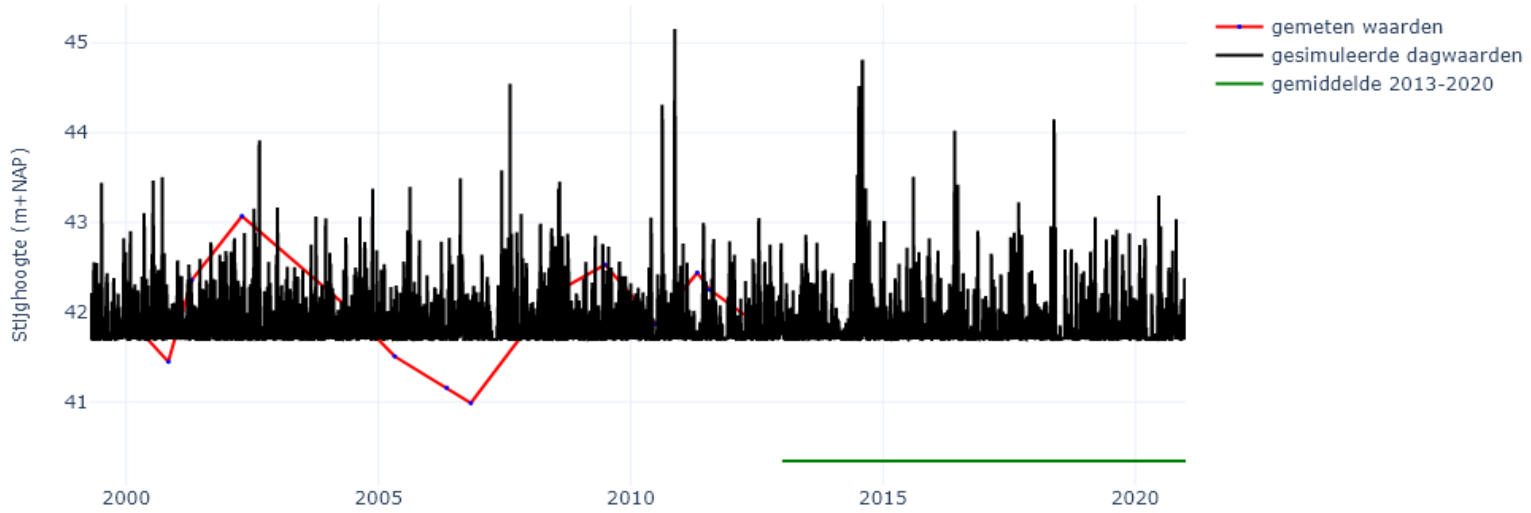
164PB003F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



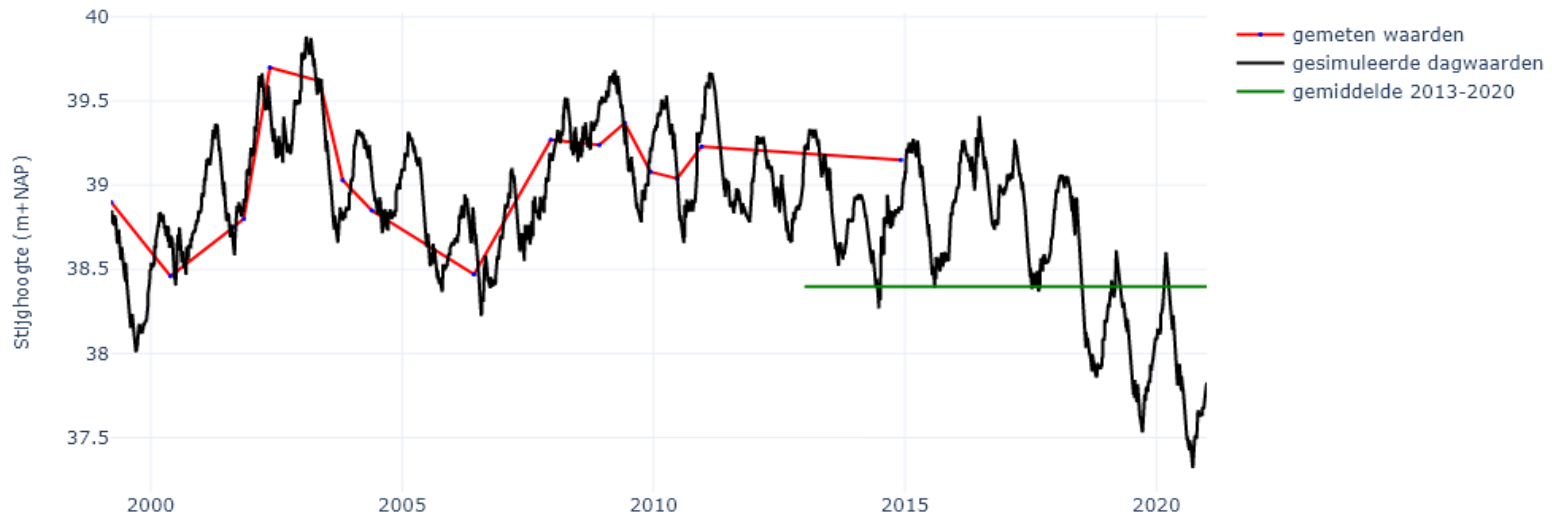
166PB113F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



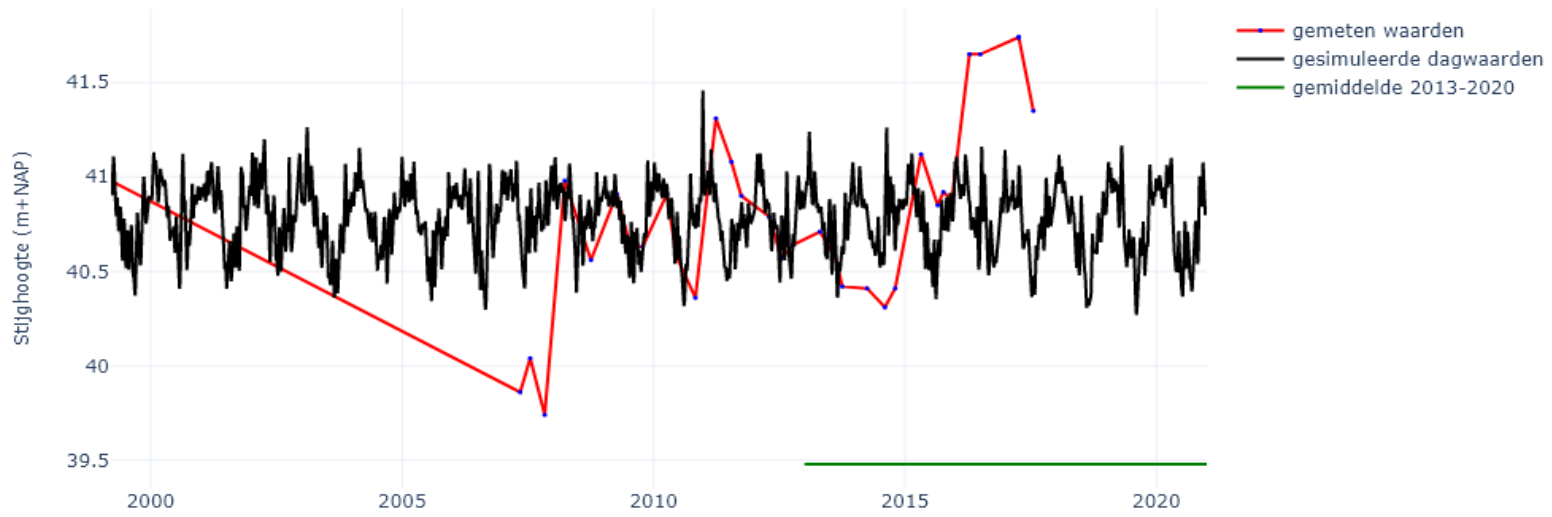
166PB114F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



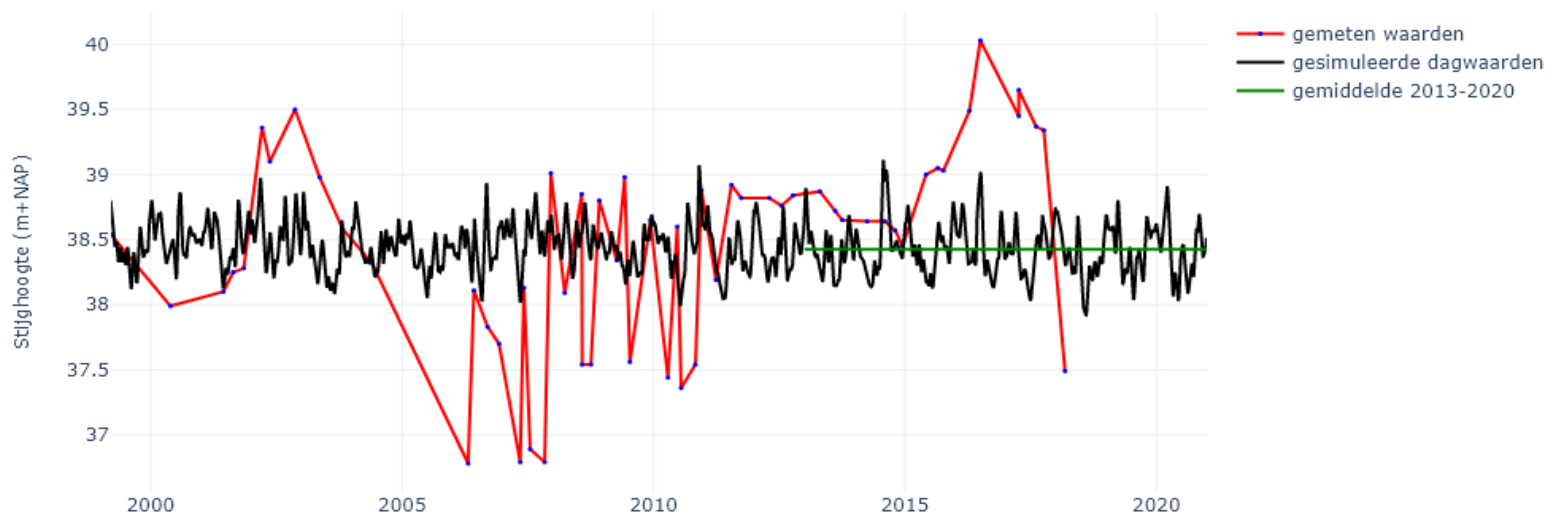
167PB099F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



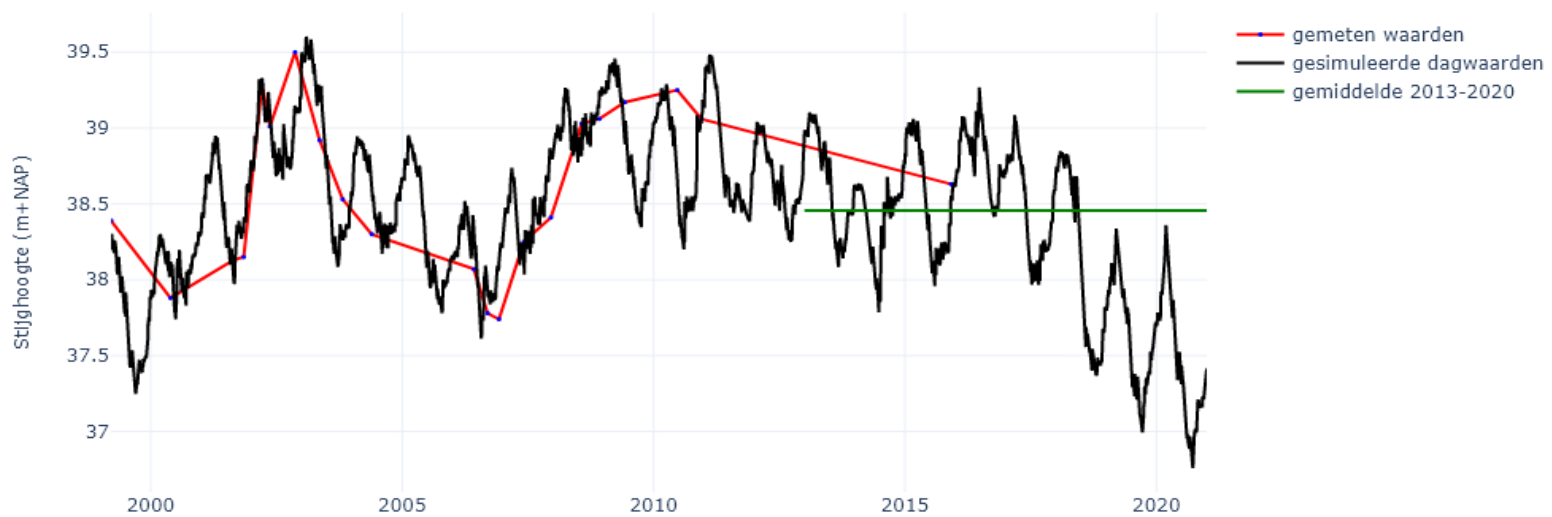
167PB102F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



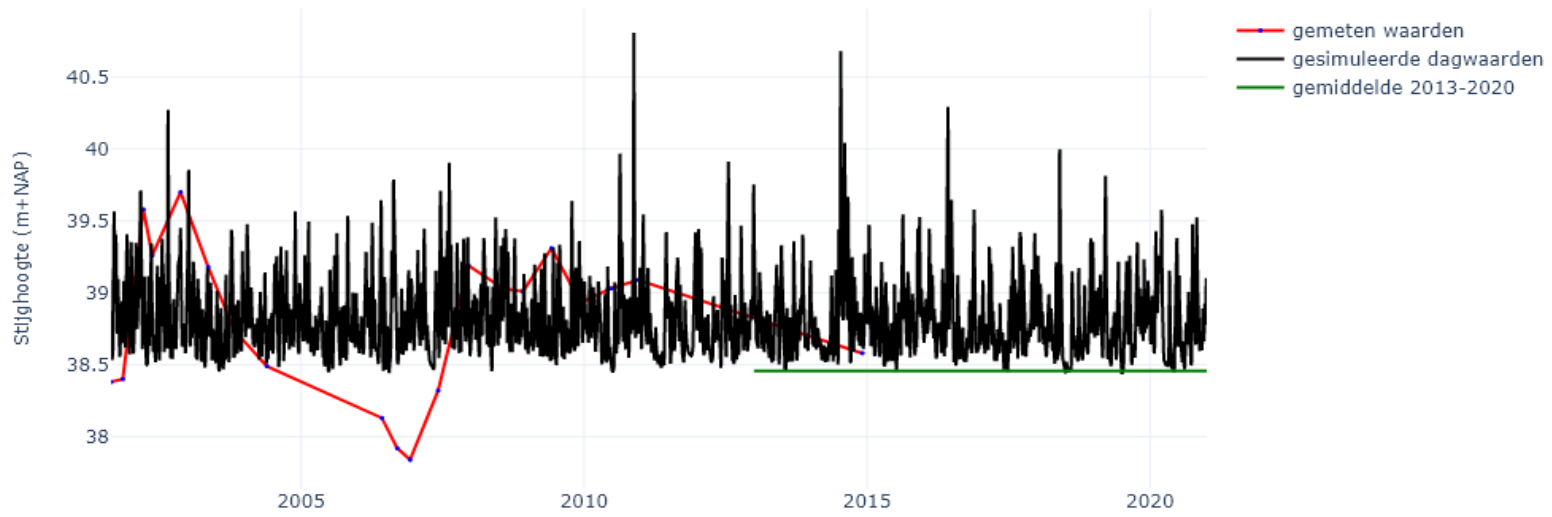
167PB110F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



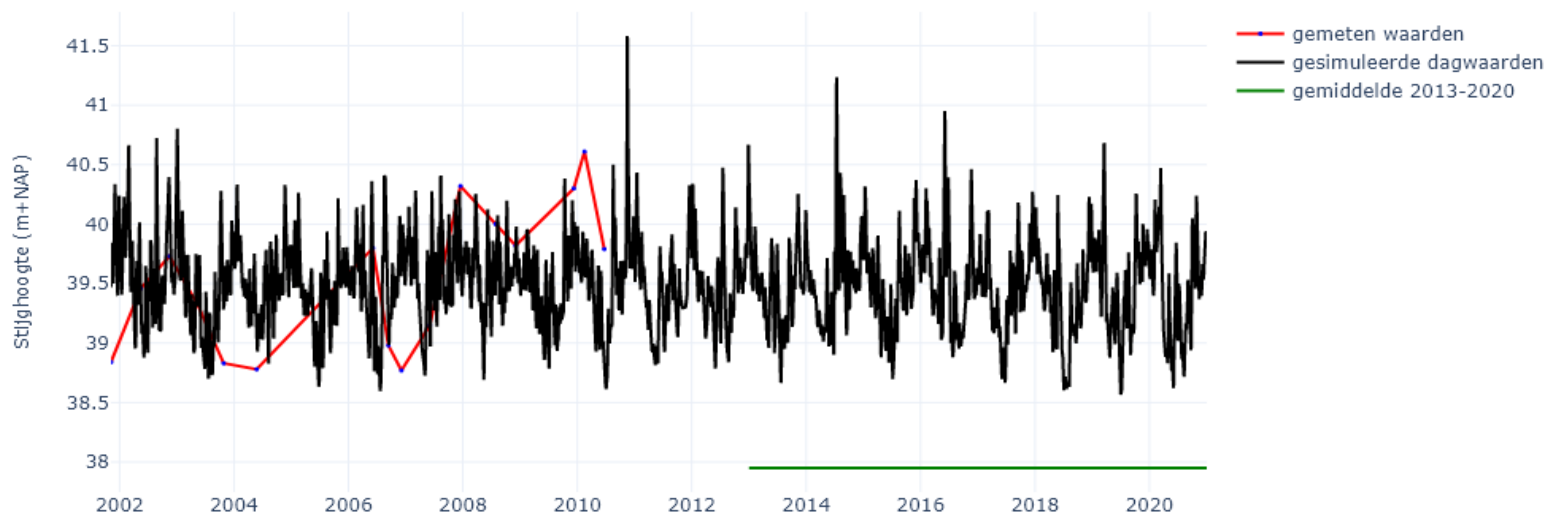
167PB115F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



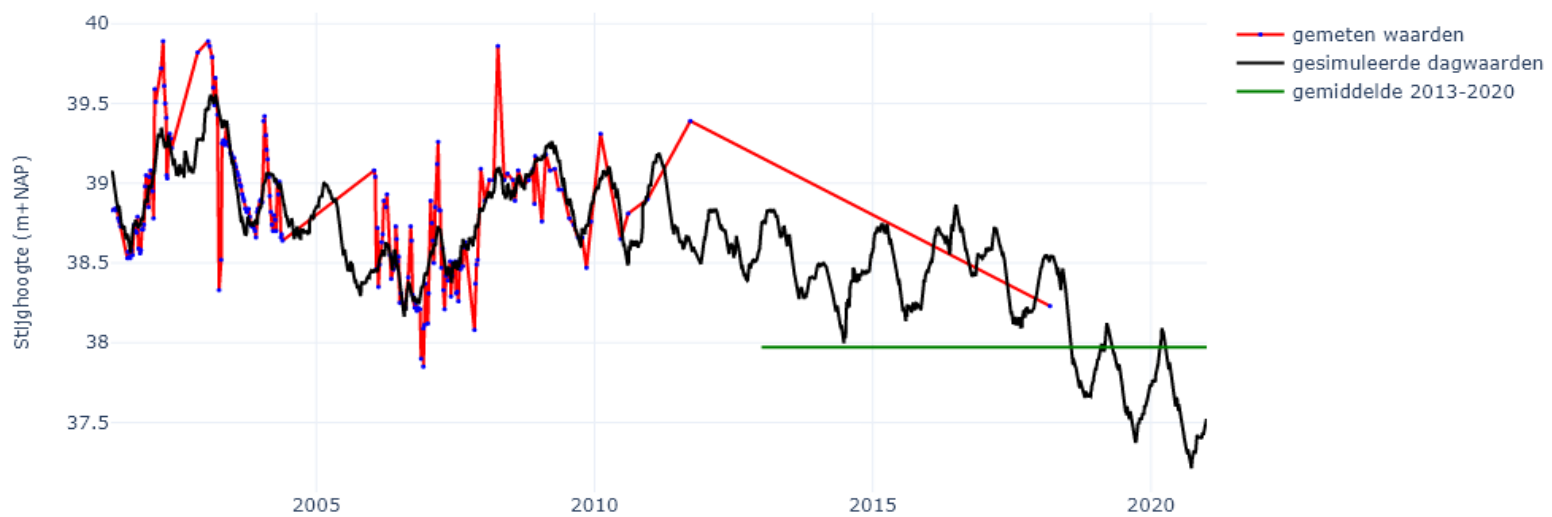
167PB118F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



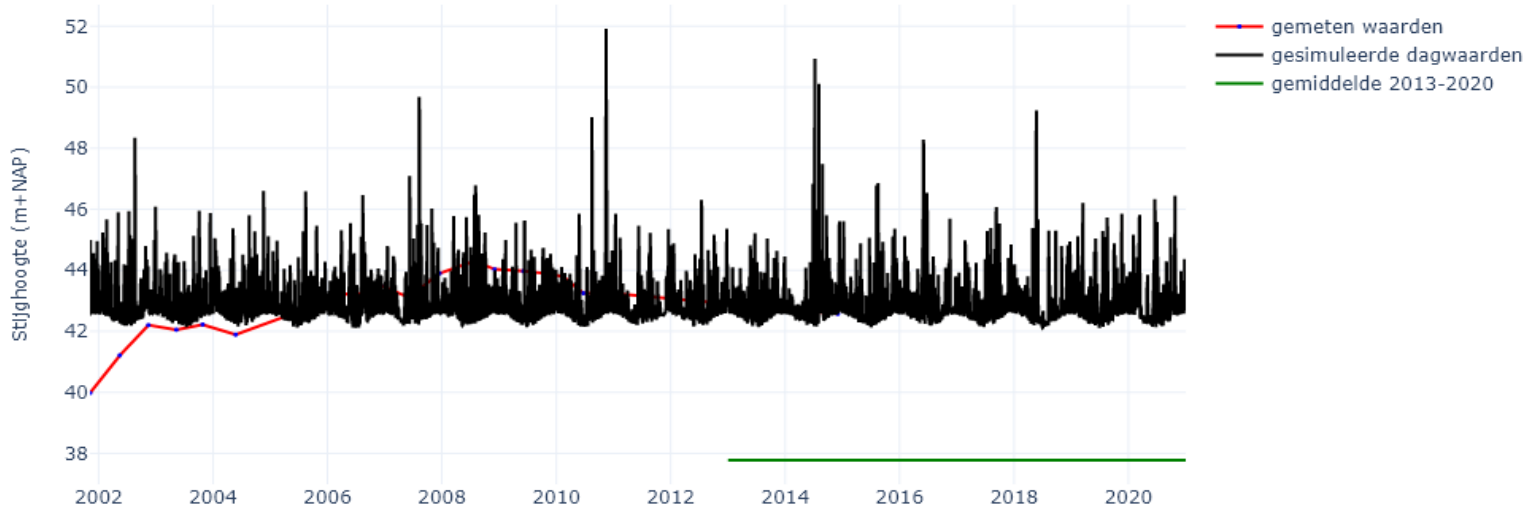
167PB128F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



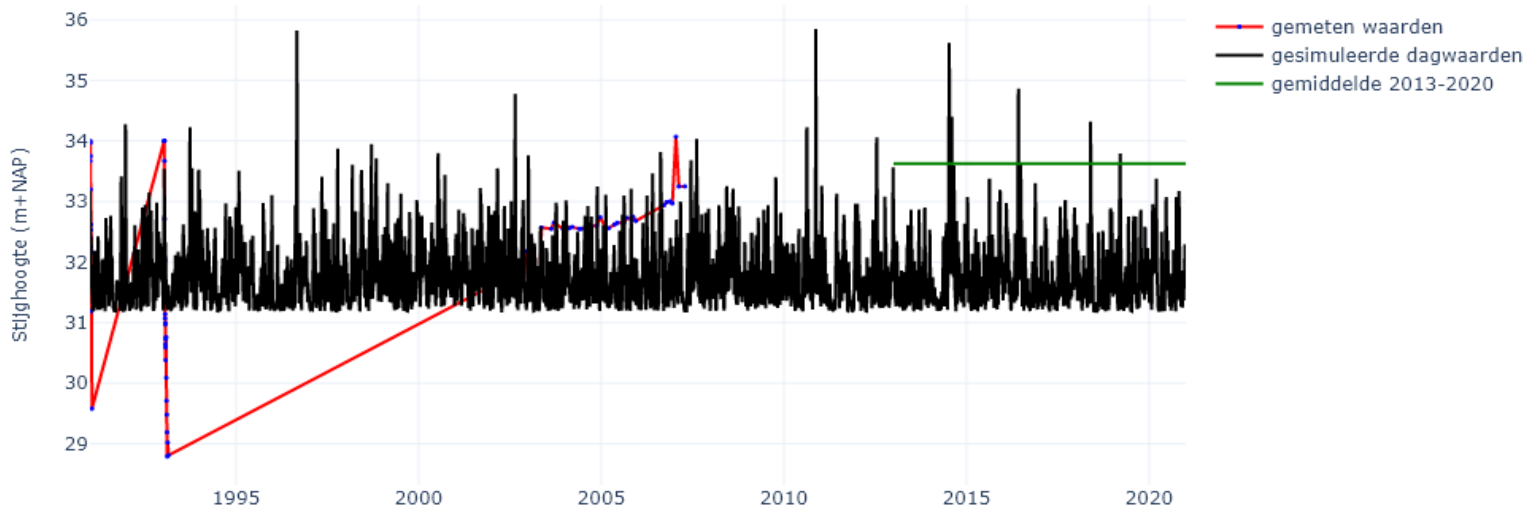
167PB129F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



167PB135F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie

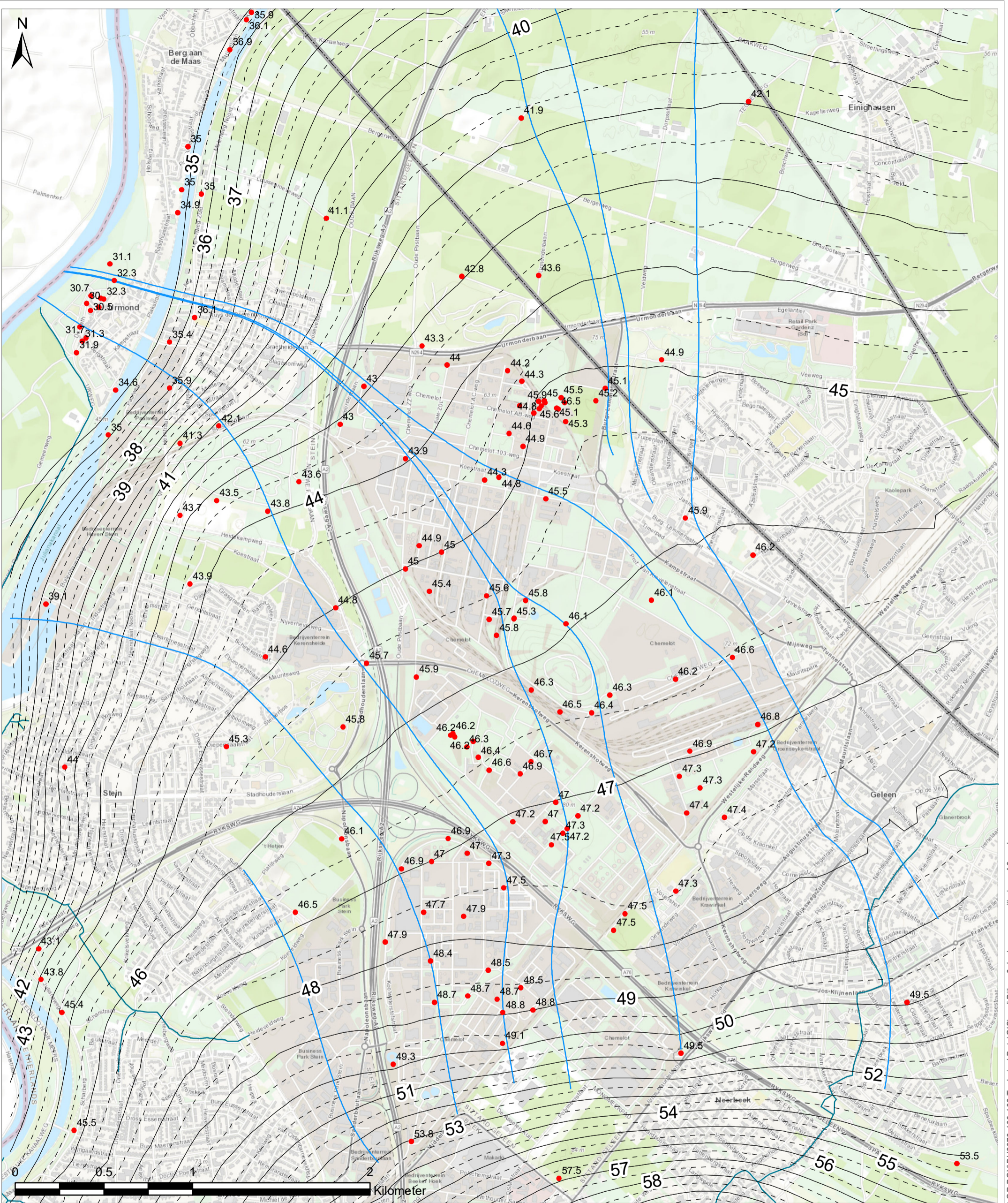


999PB006F1, het gemiddelde is berekend op basis van interpolatie



Bijlage

6. Ruwe isohypsenkaart



Service Layer Credits: Sources: Esri, HERE, Garmin, Intermap, increment P Corp., GEBCO, USGS, FAO, NPS, NRCAN, GeoBase, IGN, Kadaster NL, Ordnance Survey, Esri Japan, METI, Esri China (Hong Kong), (c) OpenStreetMap contributors, and the GIS User Community

- Peilbuizen met geanalyseerde grondwater stijghoogte
- Stroombanen
- Grondwaterisohypsen (1m)
- - - Grondwater isohypsen (0,5m)
- Beken Waterschap
- Breuken

Titel
 Isohyphenpatroon Chemelot site en omgeving
 interpolatie grondwater stijghoogten
 op basis van de metingen

Project
 BC1906-106-102

Opdrachtgever
 DSM

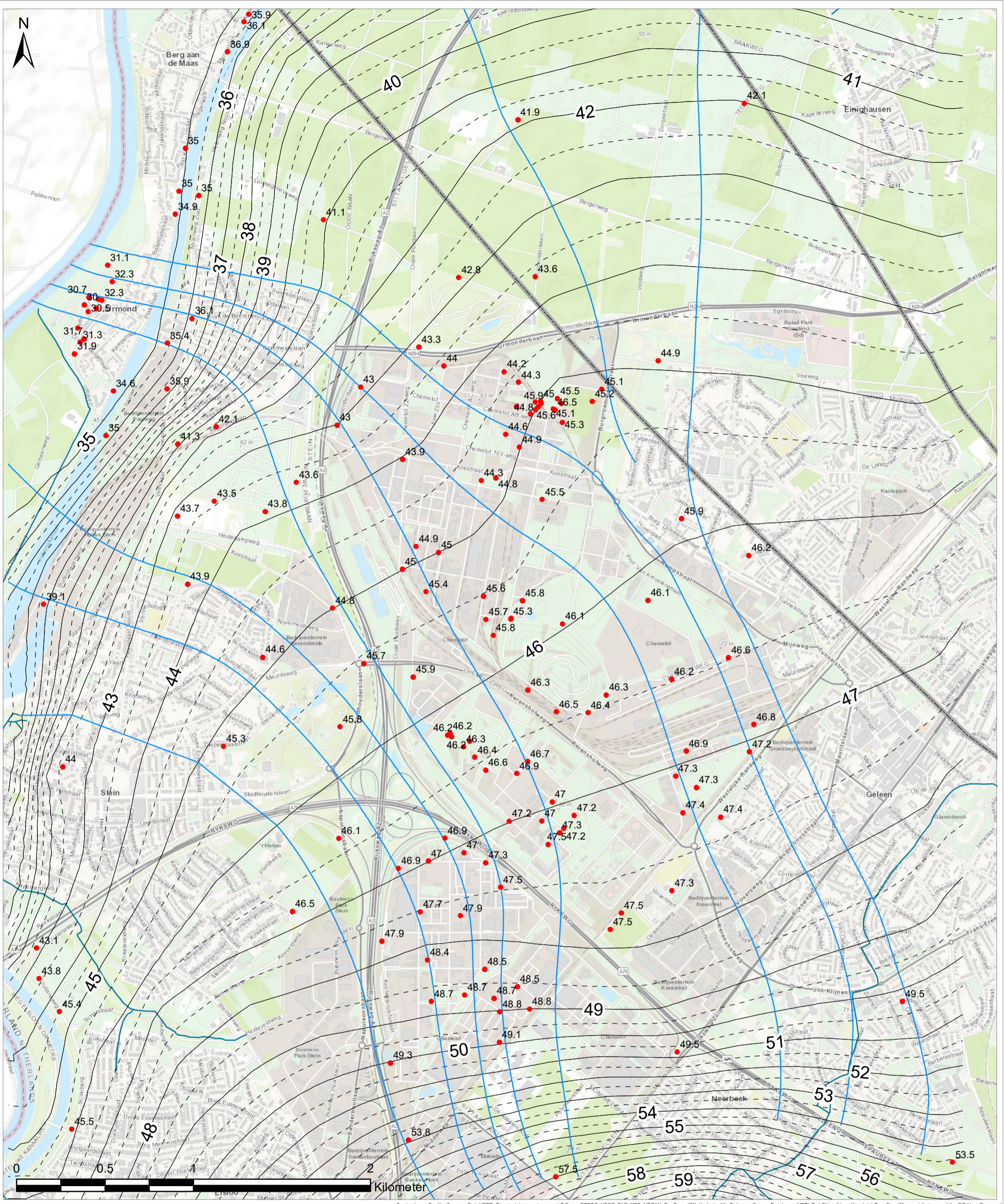
Datum
 21/09/2021

Schaal (A3)
 1:20000

Figuur	
Bijlage 6	
Gecontroleerd door	Volgnummer
WSWI	1

Bijlage

7. Bewerkte isohypsenkaart



Service Layer Credits: Sources: Esri, HERE, Garmin, Intermap, increment P Corp., GEBCO, USGS, FAO, NPS, NRCAN, GeoBase, IGN, Kadaster NL, Ordnance Survey, Esri Japan, METI, Esri China (Hong Kong), (c) OpenStreetMap contributors, and the GIS User Community

- Peilbuizen met geanalyseerde grondwater stijghoogte
- Stroombanen
- Grondwaterisohypsen (1m)
- - - Grondwater isohypsen (0,5m)
- Bekenbestand Waterschap Roer en Overmaas
- Breuken

Titel
 Isohyepsenpatroon Chemelot site en omgeving
 Aangepast t.o.v. oorspronkelijke
 interpolatie grondwater stijghoogten

Project
 DSM Isohyepsen

Opdrachtgever
 DSM

Datum
 21/09/2021

Schaal (A3)
 1:20000

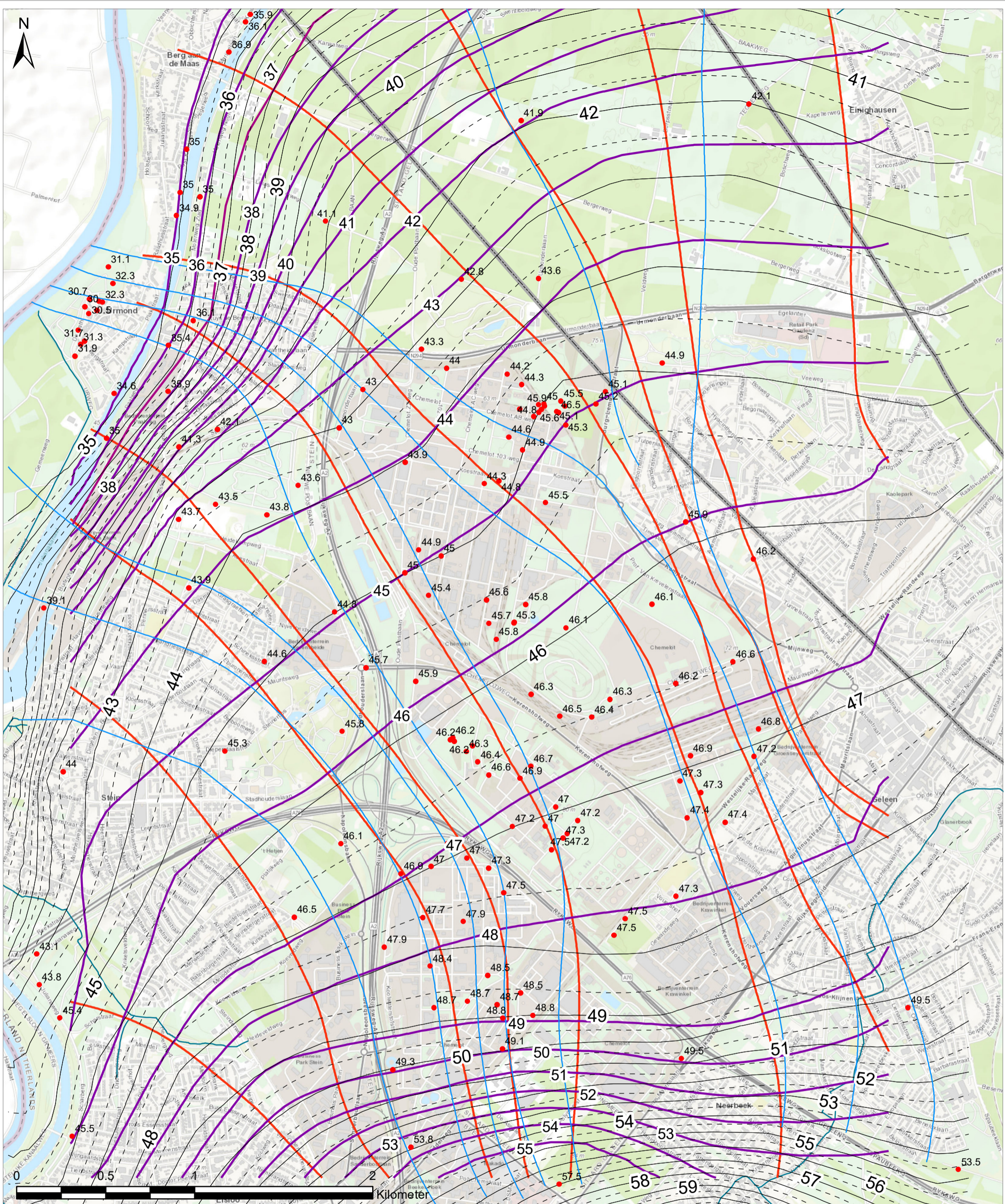
Bijlage 7

Gecontroleerd door WSWI	Volgnummer 1
-----------------------------------	------------------------

Royal HaskoningDHV
 Enhancing Society Together

Bijlage

8. Vergelijking met isohypsenkaart 2013



Service Layer Credits: Sources: Esri, HERE, Garmin, Intermap, increment P Corp., GEBCO, USGS, FAO, NPS, NRCAN, GeoBase, IGN, Kadaster NL, Ordnance Survey, Esri Japan, METI, Esri China (Hong Kong), (c) OpenStreetMap contributors, and the GIS User Community

- Peilbuizen met geanalyseerde grondwater stijghoogte 2021
- Stroombanen 2021
- Stroombanen 2013
- Grondwaterisohypsen (1m) 2021
- - - Grondwater isohypsen (0,5m) 2021
- Grondwater isohypsen (1m) 2013
- Bekenbestand Waterschap Roer en Overmaas
- Breuken

Titel	
Vergelijking Isohyphenpatroon Chemelot site Isohyphenkaart 2021 met Isohyphenkaart 2013	
Project	
DSM Isohyphen	
Opdrachtgever	
DSM	
Datum	Schaal (A3)
07/07/2021	1:20000

Bijlage 8

Gecontroleerd door	Volgnummer
WSWI	1



Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together