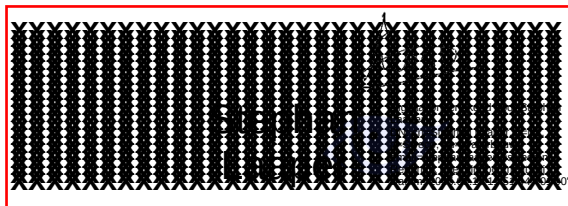


Memo verbeteringen geohydrologisch model (VTW0020)

Aan (WSAM)
Van Sweco (auteur)
– Sweco (kwaliteitsborger)

Onderwerp VERBETERINGEN AAN HET GRONDWATERMODEL VOOR CURA
Datum 13-1-2025
Documentcode WSB.28.3-086
Referentienummer Sweco NL25-648800269-117931

Gecontroleerd door
Vrijgegeven door



1. Inleiding

Voor het dijkversterkingsproject Cuijk-Ravenstein (CuRa) is door Arcadis een geohydrologisch model opgesteld (Arcadis, 2023). Dit model wordt in deze memo verder aangeduid als het uitgangsmodel. Dit model is een combinatie van de twee regionale grondwatermodellen: een model van het waterschap Aa en Maas (GRAM) en een model van het waterschap Rivierenland (MORIA). Om beide modellen goed op elkaar te laten aansluiten zijn in het model van Arcadis de dikten van de modellagen uit het GRAM-model gebruikt. Verder is de weerstand in de uiterwaarden op basis van boringen toegevoegd. Dit is gedaan door de verticale doorlatendheid (Kv) ter plaatse aan te passen.

Deze werkwijze heeft geleid tot fysisch onrealistische Kv-waarden in het uitgangsmodel. Verder blijkt uit boringen en sonderingen dat in het originele lagenmodel de ligging van de deklaag niet juist was verwerkt. Dat kan leiden tot onjuist berekende grondwaterstanden en stijghoogten.

Deze memo beschrijft de manier waar het uitgangsgroundwatermodel op de bovenstaande punten is verbeterd. Met het resulterende model kunnen naar verwachting de effecten van de voorgenomen dijkversterkingsmaatregelen bevredigend worden berekend.

2. Verbetering van de ligging van de deklaag

Inventarisatie en filtering van de ondergrondgegevens

Om de ligging van de deklaag in het model te verbeteren zijn eerst ondergrondgegevens verzameld. Daartoe is langs het dijktraject de volgende informatie bijeengebracht:

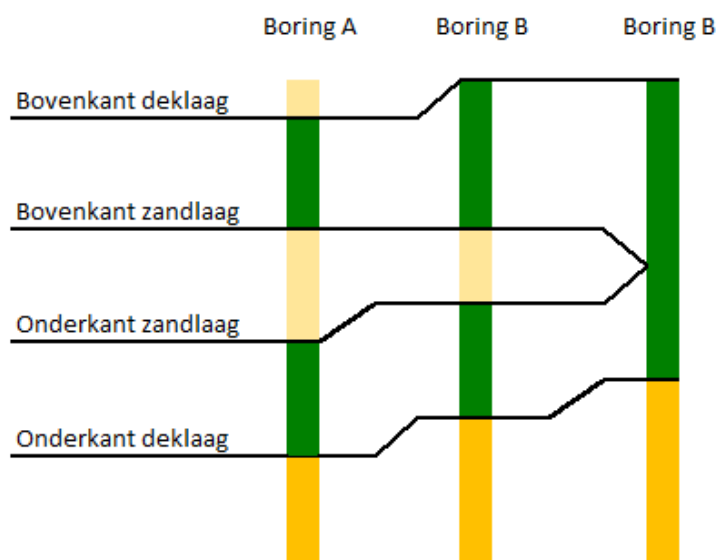
- boringen en sonderingen uit DINOloket;
- boringen en sonderingen uit BROloket;
- boringen en sonderingen die zijn verkregen uit veldwerk.

Deze gegevens zijn als volgt gecorrigeerd:

1. Alle boringen voor 1940 zijn verwijderd uit de dataset omdat deze niet meer representatief zijn voor de huidige ligging van de Maas. In 1940 zijn namelijk de grootschalige aanpassingen aan de Maas afgerond. De boringen in de Maasmeander bij Keent zijn wél gehandhaafd in de dataset omdat deze meander in recente jaren weer is hersteld (uitgegraven).
2. De laatste uitbreiding van de Kraaijenbergse Plassen is na 1998 afgerond. Alle boringen binnen de huidige plassen ouder dan 1999 zijn daarom verwijderd uit de dataset. Boringen waarvan geen datum bekend is en waarvan het genoteerde maaiveld hoger is dan de verwachte bodemhoogte in NAP van de plas zijn verwijderd.
3. Boring B46A0869 is verwijderd vanwege een onrealistisch hoog maaiveldniveau.

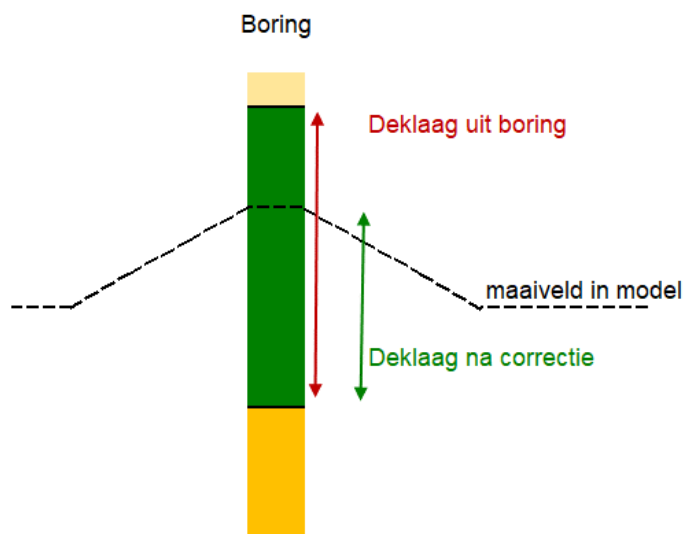
Vaststellen van de deklaagligging

Op basis van de (gefilterde) ondergrondgegevens is in een tweede stap de deklaagdikte bepaald over een zoekdiepte van 10 m-mv. Dit is gedaan door in alle boringen respectievelijk de ondiepste en de diepste klei-, leem- of veenlaag te identificeren. Hieruit volgt voor iedere boring de bovenkant, de onderkant en de dikte van de deklaag. Figuur 1 geeft dit schematisch weer. Later worden eventueel aanwezige tussenzandlagen geïdentificeerd. Dit wordt verder in deze memo toegelicht.



Figuur 1 Schematische indeling van de deklaag en de eventueel aanwezige zandlagen op basis van de boringen

Veel boringen zijn gezet ter plaatse van de dijk. Deze boringen bestaan meestal uit een dikke laag klei tot diep onder het maaiveld. In de analyse wordt dan een zeer dikke deklaag geïdentificeerd, terwijl in werkelijkheid de boring voor een groot deel uit het dijklichaam bestaat. Daarnaast is het maaiveld ter plaatse van de boringen in werkelijkheid meestal hoger dan het maaiveld in het model. In het model is het maaiveld namelijk gemiddeld tot cellen met een grootte van 25x25 meter. Om te voorkomen dat er onterecht een zeer dikke deklaag ter plaatse van het dijklichaam in het model terechtkomt, zijn de boringen 'afgekapt' op het maaiveldniveau uit het model. Vervolgens is de deklaagdikte bepaald vanaf dit niveau. Dit is gedaan voor alle boringen en schematisch weergegeven in Figuur 2. Op deze manier wordt voorkomen dat er ter plaatse van de dijk onterecht een dikke deklaag wordt toegewezen.



Figuur 2 Schematische weergave van een boring boven maaiveld uit het model

Verder is de geïdentificeerde deklaag van een aantal boringen handmatig gecorrigeerd, vanwege diep (circa 9 m-mv) aangetroffen slecht doorlatende lagen die met de gebruikte tools onterecht tot de deklaag toegekend werden. Het gaat om de volgende boringen: B45F0597, B45F0173, B46A0122, B46A0195, B46A0197, B45F0118, B45F0191, B45F0151, B46A0149, B46A0194, B46A0198, B46A2117, B46A0214, B46A0235, B46A0288, B46A0457, B46A0226, B45F0995, B46A0287 en B46A0289.

Vasstellen van tussenzandlagen

Op een aantal plaatsen zijn er aaneengesloten zand- en grindlagen aanwezig in de deklaag. Lagen van zand- en grind in de deklaag met een dikte van minimaal 0,5 m zijn daarom als tussenzandlaag geïdentificeerd. Hierbij zijn tussenliggende klei-, leem- of veenlagen dunner dan 0,2 m genegeerd. Daar waar deze tussenzandlagen aanwezig zijn in de deklaag, is de deklaag opgesplitst in een bovenste deel en onderste deel. Dit is schematisch weergegeven in Figuur 1.

Interpolatie

Na het identificeren van de tussenzandlagen ter plaatse van de boringen en het splitsen van de deklaag op die plaatsen is door middel van interpolatie de dikte van de deklaag vastgesteld en is de ligging van de tussenzandlagen hierin vlakdekkend vastgesteld. De resultaten uit de interpolatie zijn gecontroleerd op uitschieters en er is gecontroleerd of de resultaten een realistisch geologisch patroon laten zien.

Hiervoor is de "Spline with barriers" interpolatie methode uit ArcGISpro gebruikt. Met deze interpolatiemethode wordt een inschatting van de celwaarden gemaakt op basis van nabijgelegen puntdata. De methode levert een vlakdekkend raster op waarin de kromming van het vlak geminimaliseerd wordt. Dit is gewenst aangezien de ondergrond in het modelgebied uit sedimenten bestaat die van nature relatief vlak afgezet zijn. Er is een (maximale) smoothing factor van 1 gehanteerd.

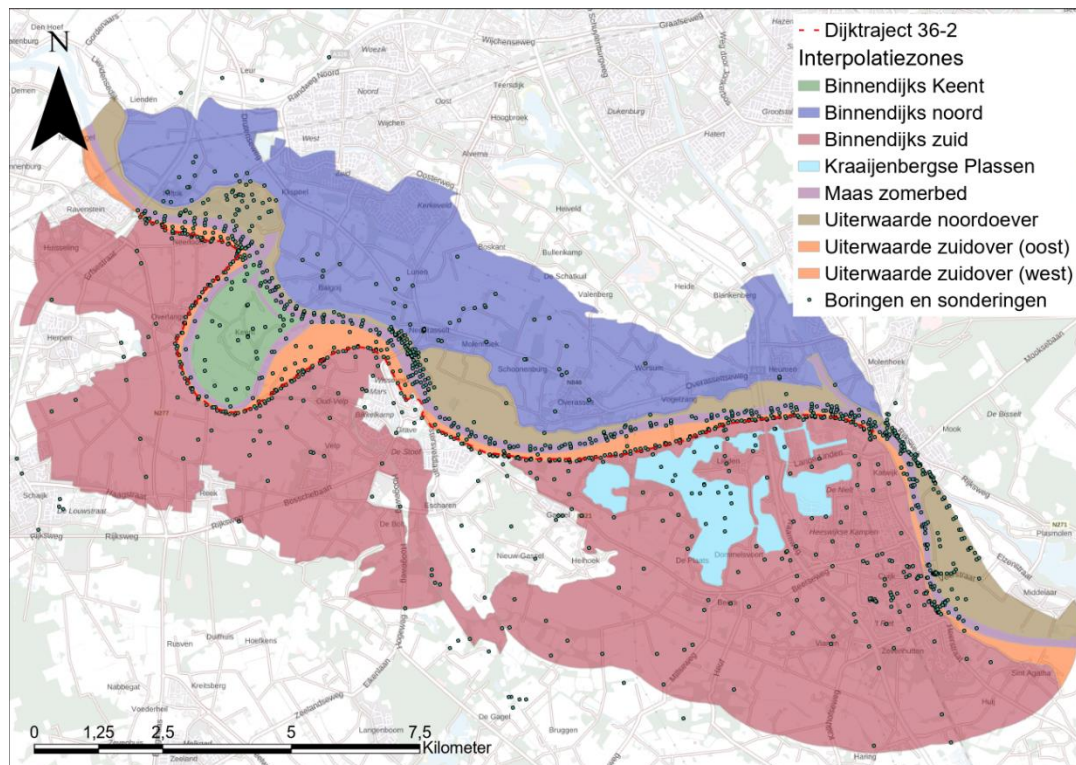
De opbouw en samenstelling van de ondergrond in het gebied blijkt sterk te verschillen. Dat geldt bijvoorbeeld voor het binnendijkse gebied en het buitendijkse gebied (uiterwaarde). Daarom is er een verdeling gemaakt van interpolatiegebieden. In deze gebieden is de opbouw van de ondergrond relatief uniform in vergelijking met naastgelegen gebieden.

De interpolatiezones zijn bepaald aan de hand van de geomorfologische kaart van Nederland (Alterra, 2004) en de Bodemkaart van Nederland (WENR, 2024). Dekzandruggen zijn buiten de interpolatiegebieden gehouden zodat er alleen gebieden overblijven waar naar verwachting Maasafzettingen aan het oppervlak aanwezig zijn.

De volgende interpolatiezones zijn onderscheiden:

- de uiterwaarden;
- het zomerbed van de Maas;
- binnendijks gebied ten noorden en zuiden van de Maas;
- het gebied binnendijks bij Keent;
- de Kraaijenbergse Plassen.

De grenzen tussen deze gebieden zijn opgegeven als 'barriers' in de interpolatiemethode. Deze methode maakt scherpe overgangen tussen de interpolatiezones mogelijk. De interpolatiezones, inclusief de boringen en sonderingen, zijn weergegeven in Figuur 3.

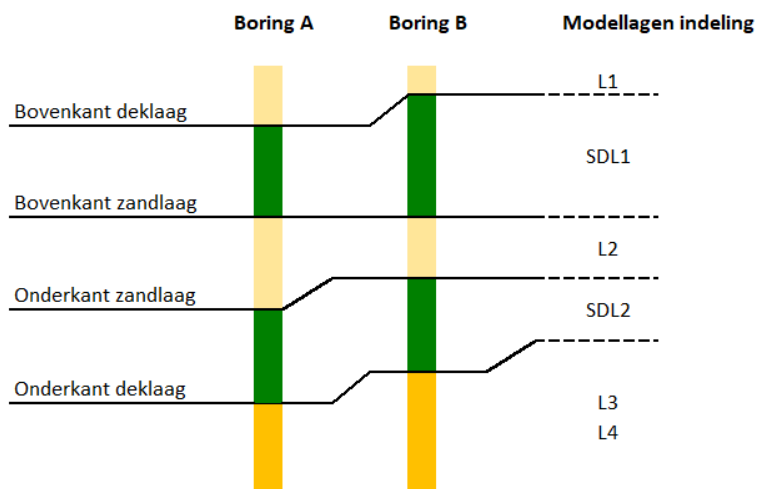


Figuur 3 Gehanteerde interpolatiezones en de gebruikte boringen en sonderingen

Lagenmodel aanpassen

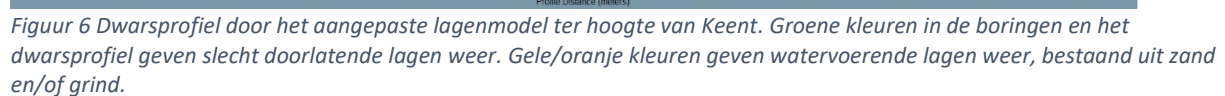
Vervolgens is het lagenmodel van het uitgangsmodel aangepast door de geïnterpoleerde laagdiktes toe te kennen aan de modellagen. Daarbij is de bovenkant van modellaag 1 gehanteerd als referentie. De deklaagdikte uit de boringen is toegevoegd onder modellaag 1 (SDL1). Eventueel aanwezige tussenzandlagen zijn toegevoegd aan modellaag 2 en het resterende deel van de deklaag onder deze zandbanen is toegevoegd onder modellaag 2 (SDL2). Dit heeft geleid tot een aangepast lagenmodel. Een schematisch voorbeeld hiervan is weergegeven in Figuur 4.

Daar waar geen deklaag is aangetroffen, is het oorspronkelijke uitgangslagenmodel niet gewijzigd. Onder de onderkant van de geïnterpoleerde deklaag is eveneens het oorspronkelijke uitgangslagenmodel ongewijzigd.



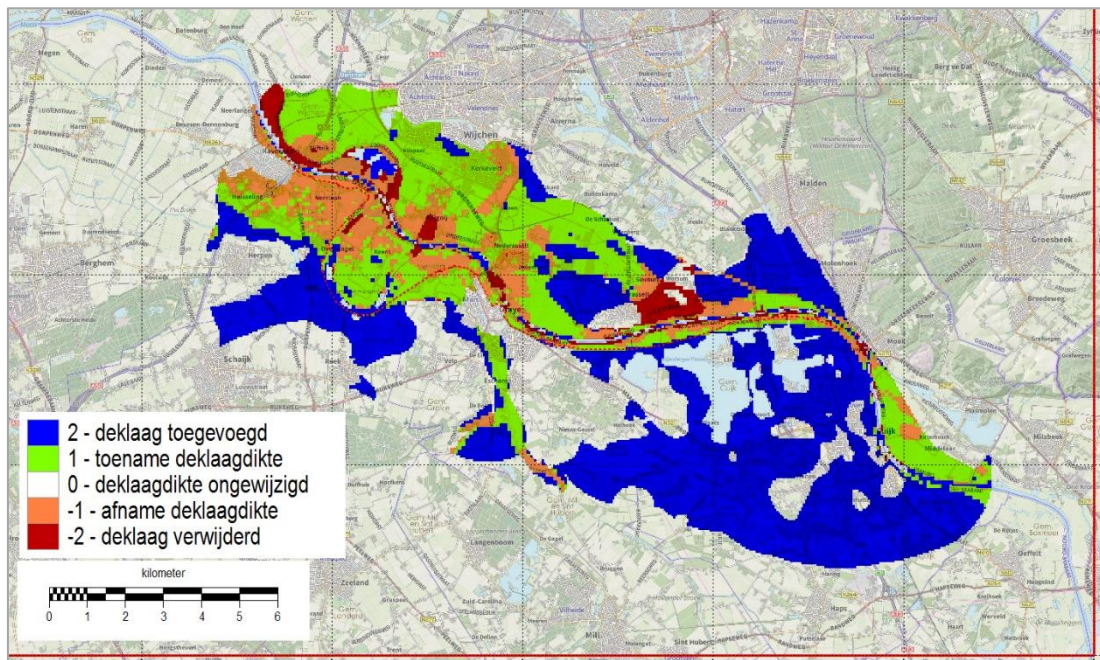
Figuur 4 Toewijzing van de geïnterpoleerde ligging van de deklaag in het model

Verder zijn er locaties waar wel een deklaag in het originele model aanwezig is, zoals rechts in Figuur 5, maar waar de dikte niet overeenkomt met de gegevens uit de boringen. Op deze plekken is de deklaagdikte aangepast conform de gegevens uit de boringen (zie rechts in Figuur 6).



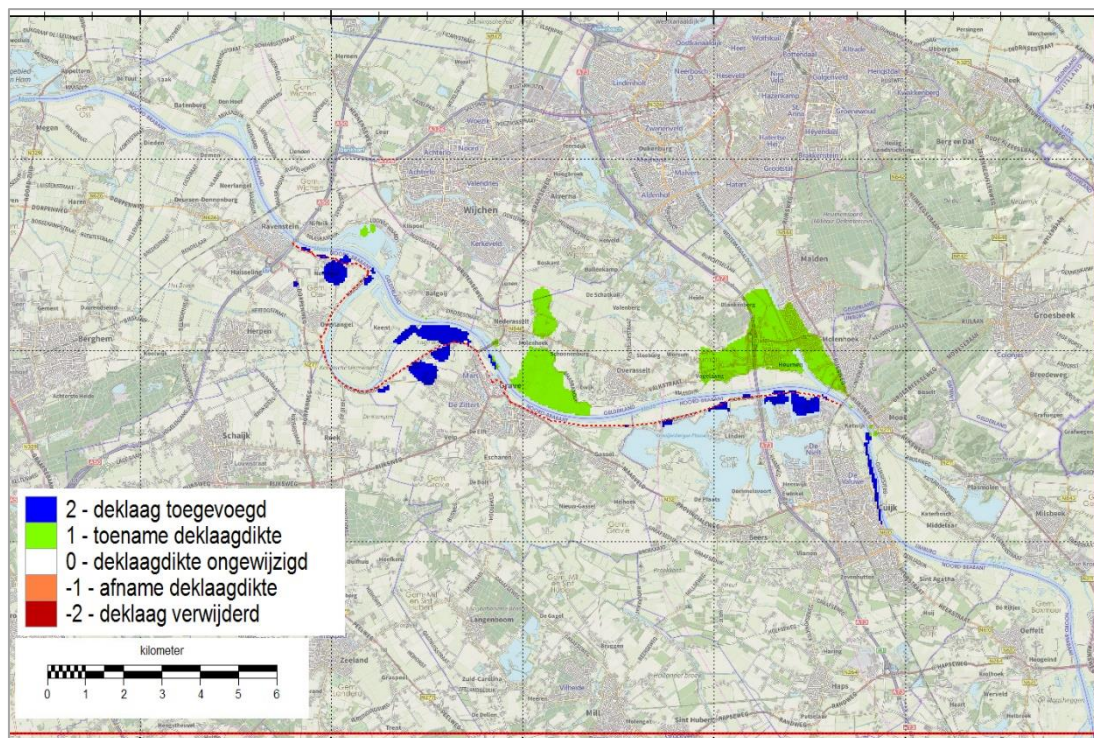
3. Correctie van de deklaagweerstand

Na de aanpassingen van het lagenmodel is ook de deklaagweerstand gecorrigeerd. In een aantal gebieden in het uitgangsmodel is geen deklaag aanwezig terwijl hier in de boringen wel aanwijzingen voor zijn. Daarnaast zijn er gebieden waar uit de boringen blijkt dat de deklaag niet aanwezig is terwijl dat in het uitgangsmodel juist wel het geval is. Ten slotte komt het voor dat de boringen aangeven dat de deklaag dunner is dan in het uitgangsmodel. Figuur 7 geeft een overzicht van deze correcties van de deklaag.



Figuur 7 Correcties van de deklaag (SDL1)

Zoals gezegd is in een aantal boringen een tussenzandlaag in de deklaag aangetroffen. Het deel van de deklaag onder deze tussenzandlaag is toegevoegd onder modellaag 2 (SDL2). In Figuur 8 zijn gebieden in het model weergegeven waar dit het geval is.



Figuur 8 Correcties van de scheidende laag onder modellaag 2 (SDL2)

Omdat er tijdens de bouw van het uitgangsmodel door Arcadis al aandacht besteed is aan het juist inbrengen van de deklaagweerstand, is deze deklaagweerstand in het model alleen lokaal aangepast. In gebieden waar uit de boringen blijkt dat er geen deklaag aanwezig is (en het uitgangsmodel er dus aantoonbaar naast zit), is de deklaagweerstand uit het model verwijderd.

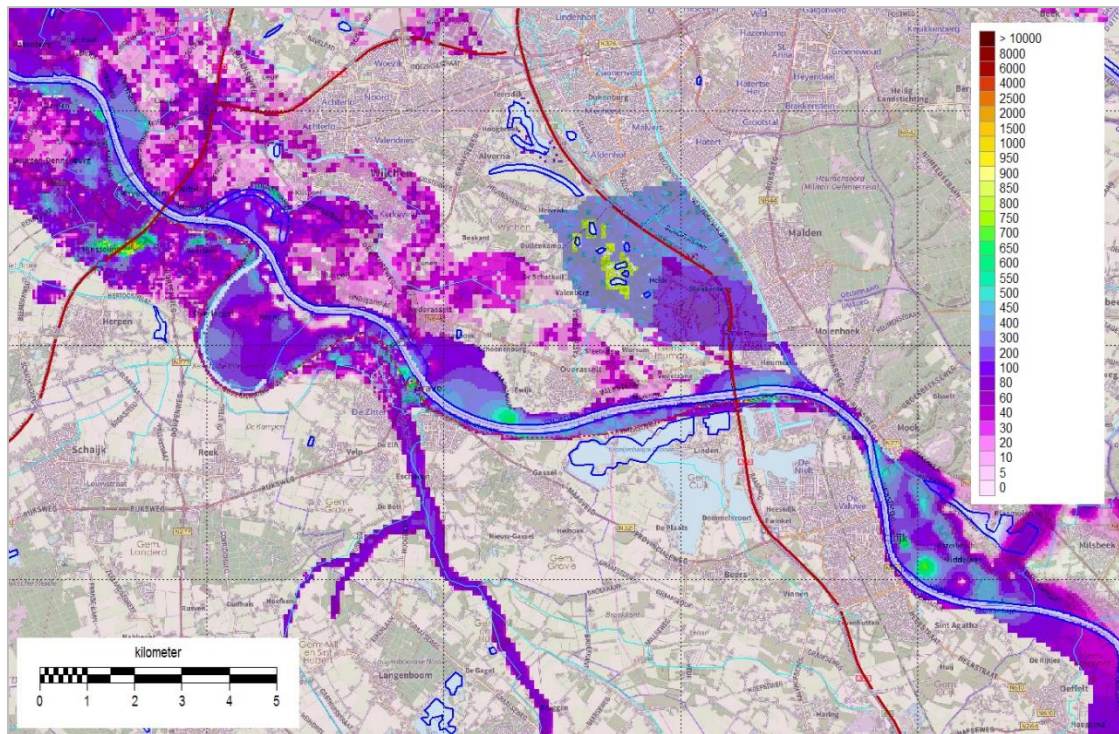
Verder zijn er gebieden waar uit de boringen blijkt dat er een deklaag aanwezig is terwijl deze niet in het uitgangsmodel zit. Op deze plekken is de deklaag in het lagenmodel verwerkt en is weerstand aan het model toegevoegd.

Om op deze locaties tot een nieuwe deklaagweerstand in het model te komen, is de dikte van de slecht doorlatende lagen in de boringen gebruikt. Per boring is de dikte van de klei-, veen-, leem- en gytjalagen bepaald. Vervolgens is per lithologie de weerstand berekend aan de hand van de generieke K-waarden uit Tabel 1. Deze weerstand is gesommeerd tot de cumulatieve weerstand per boring. Ten slotte is deze cumulatieve weerstand geïnterpoleerd tot een vlakdekkend weerstand raster. Dit raster is gebruikt om weerstand aan het lagenmodel toe te kennen op locaties waar in het uitgangsmodel nog geen deklaagweerstand aanwezig is.

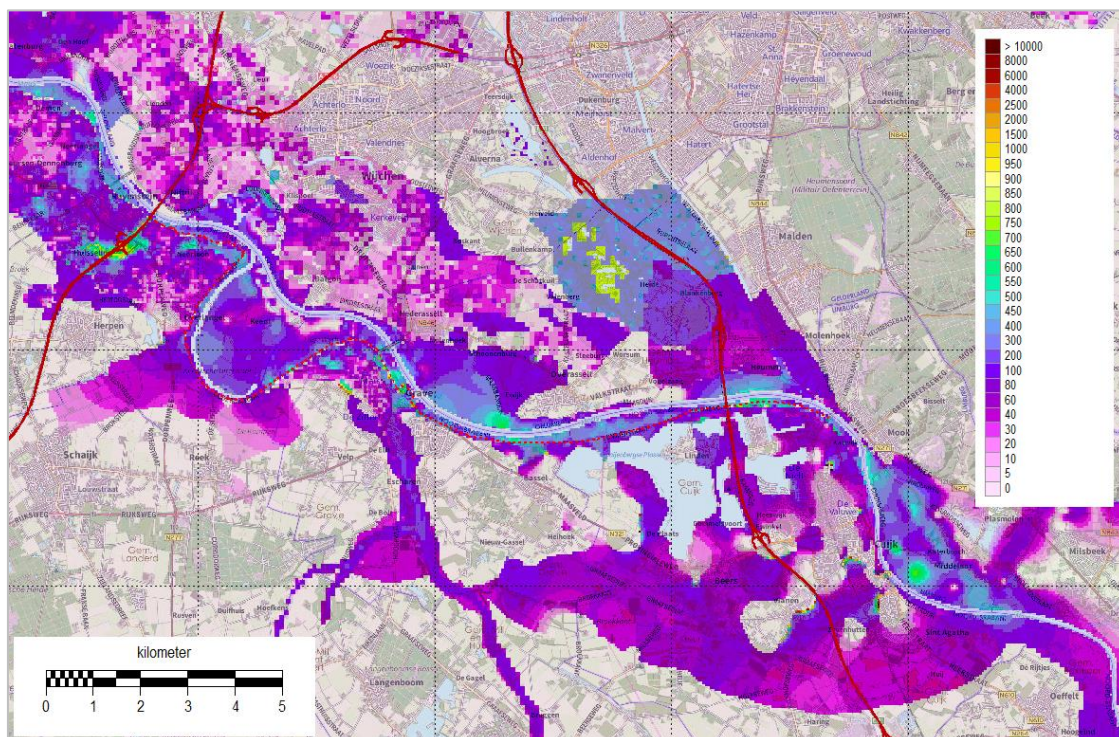
Tabel 1 Gehanteerde generieke K-waarden per lithoklasse

Lithoklasse	K-waarde [m/d]
Klei	0,01
Veen	0,01
Gytja	0,001
Leem	0,05

De oorspronkelijke weerstand in het uitgangsmodel is weergegeven in Figuur 9. De weerstand na de correctie van het lagenmodel is weergegeven in Figuur 10. Hierin is te zien dat op locaties waar een nieuwe deklaag is toegevoegd, eveneens weerstand is toegevoegd. Dit is voornamelijk het geval langs de Graafse Raam, ten zuiden van de oude Maasmeander bij Keent en ten zuiden van de Kraaienbergse Plassen.



Figuur 9 Deklaagweerstand (SDL1) [dagen] in het uitgangsgroundwatermodel



Figuur 10 Deklaagweerstand (SDL1) [dagen] na correcties van het lagenmodel (BASIS4)

Het doorlaatvermogen (KD) van de modellagen uit het uitgangsmoedel is gehandhaafd in het nieuwe model. Dit betekent dat de Kh-waarden zijn aangepast op basis van de nieuwe laagdikte (na het corrigeren van de deklaag) en het oorspronkelijke doorlaatvermogen.

4. Correctie berging op maaiveld buitendijks

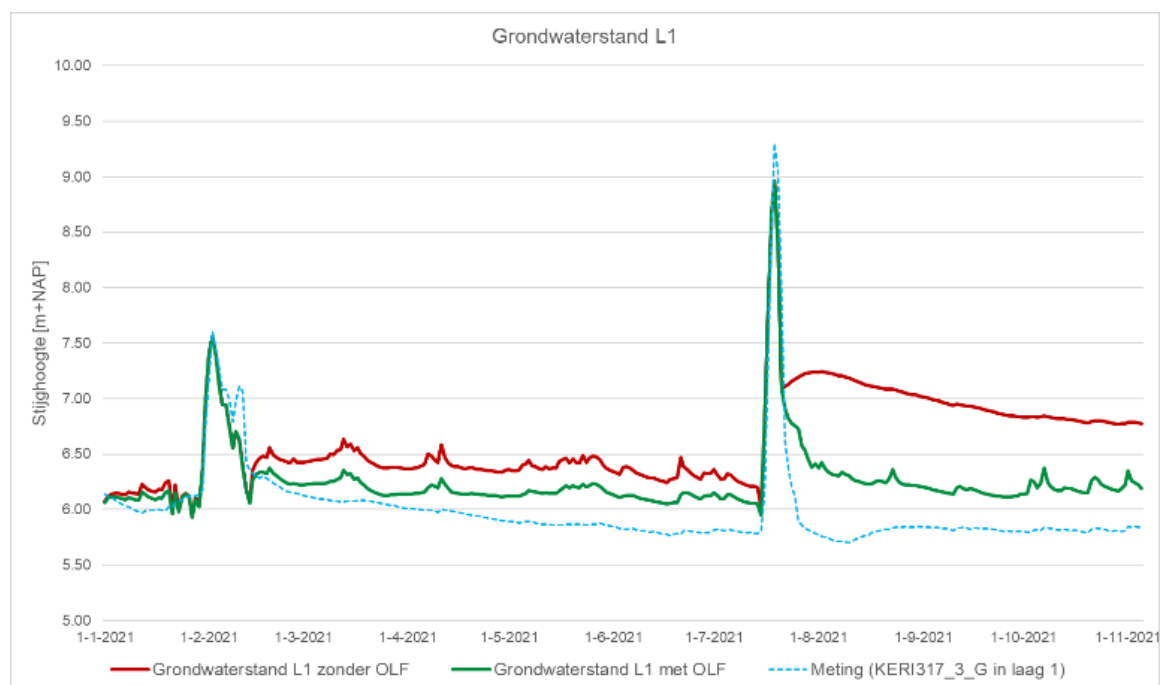
Na de correctie van de deklaag zijn de grondwaterstanden opnieuw berekend. Uit deze berekeningen bleek dat, na het optreden van hoogwater, er buitendijks 'water boven het maaiveld bleef hangen'.

Dat is niet realistisch: in werkelijkheid stroomt het water na het hoogwater weg over het maaiveld naar het laagste punt, meestal de Maas-hoofdgeul.

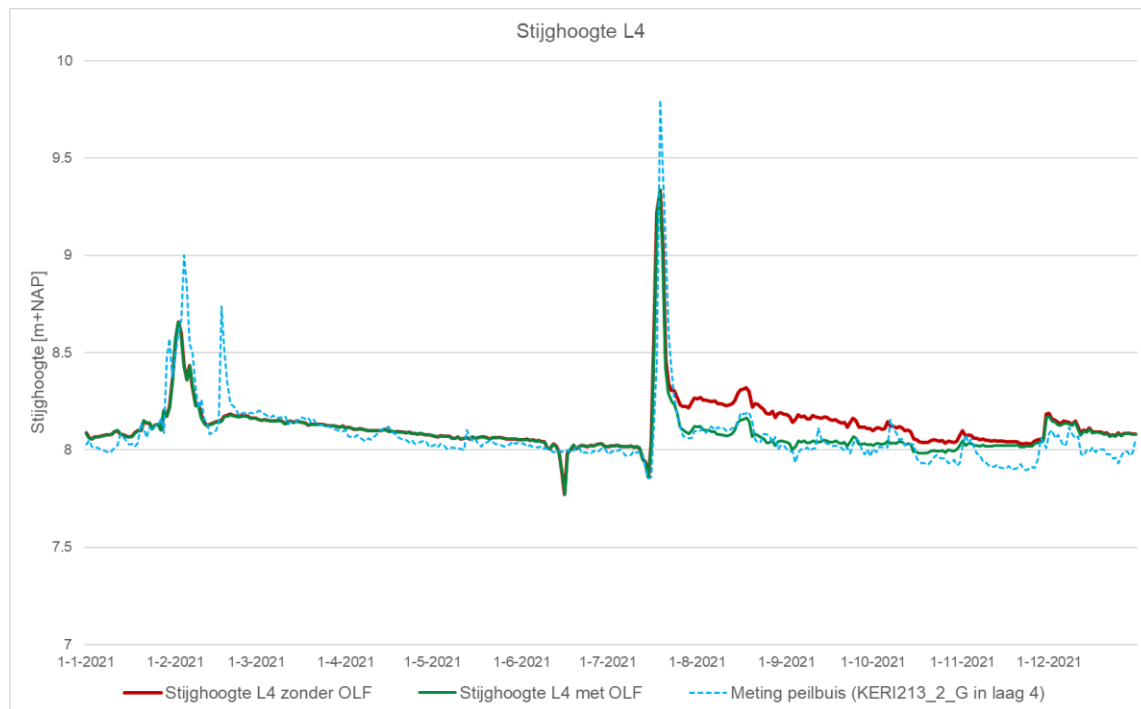
Om in het model het wegstromen van het water na hoogwater realistisch te simuleren is de 'overlandflow' (OLF) module gebruikt in het hele uiterwaardengebied. Daarbij is het maaiveldniveau als afstromingsniveau gehanteerd.

De OLF-module wordt inactief op momenten waarop er in de desbetreffende modelcel een rivierpeil is aanwezig is (via de ICONCHK-optie). Zo wordt voorkomen dat er tijdens hoogwater onterecht water wordt afgevoerd.

In Figuur 11 en Figuur 12 is het berekende stijghoogteverloop in de uiterwaarden weergegeven ter plaatse van de peilbuizen KERI317 en KERI213. Deze figuren laten het berekende stijghoogteverloop zien met en zonder het toepassen van de OLF-module. De figuren maken duidelijk dat de OLF-module ervoor zorgt dat de grondwaterstanden na een hoogwaterpiek relatief snel lager worden. Met andere woorden: het stijghoogteverloop van de grondwaterstanden is door toepassing van de OLF-module in de uiterwaarden realistischer geworden.



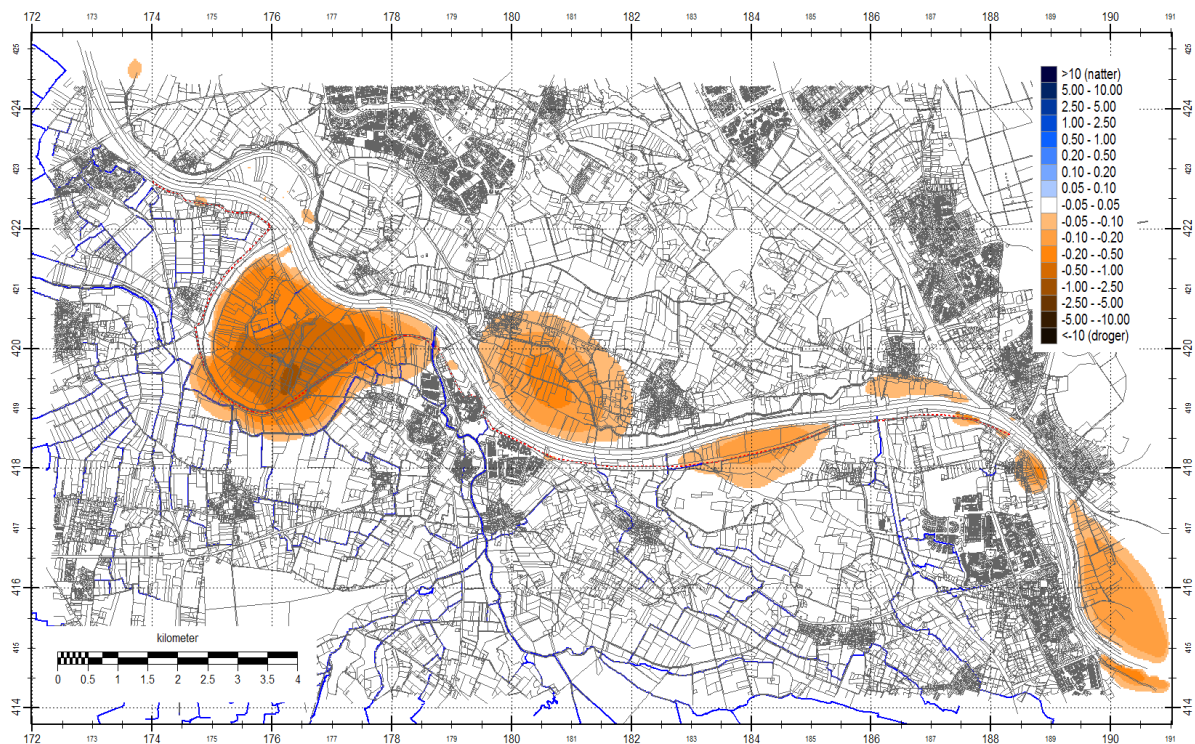
Figuur 11 Berekende en gemeten stijghoogten (laag 1) bij peilbuis KERI317_3_G mét en zónder het toepassen van de OLF-module



Figuur 12 Berekende en gemeten stijghoogten (laag 4) bij peilbuis KERI213_2_G mét en zónder het toepassen van de OLF-module

In Figuur 13 is ruimtelijk het verschil in de berekende freatische grondwaterstand vóór en ná het toepassen van de OLF-module weergegeven. De figuur heeft betrekking op een situatie twee weken na het optreden van de hoogwaterpiek.

Ook uit deze figuur blijkt dat het toepassen van de OLF-module ervoor zorgt dat de freatische grondwaterstand relatief snel daalt na een hoogwaterperiode. De OLF-module heeft voornamelijk effect op delen van de uiterwaarden op enige afstand van de Maas-hoofdgeul. Dicht langs de Maas wordt de grondwaterstand ook zonder de OLF-module reeds sterk beïnvloed door het rivierpeil.



Figuur 13 Effect (m) van het toepassen van de OLF-module op de stijghoogte in het eerste watervoerende pakket twee weken na het optreden van een hoogwatergolf in juli 2021.

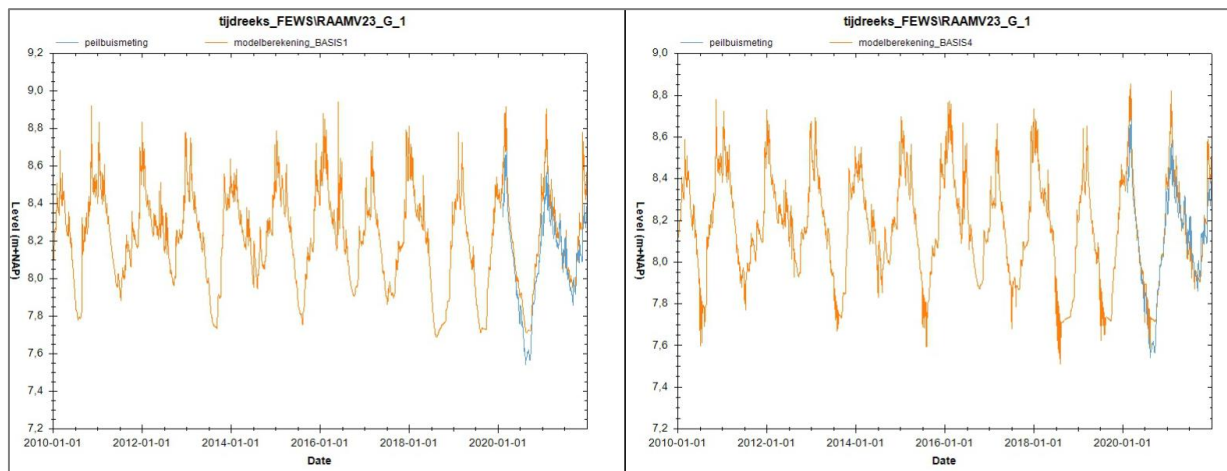
5. Effecten van de modelaanpassingen

De effecten van de aanpassingen van het Arcadis-grondwatermodel is geanalyseerd door de verschillen tussen de berekende GxG's te analyseren.

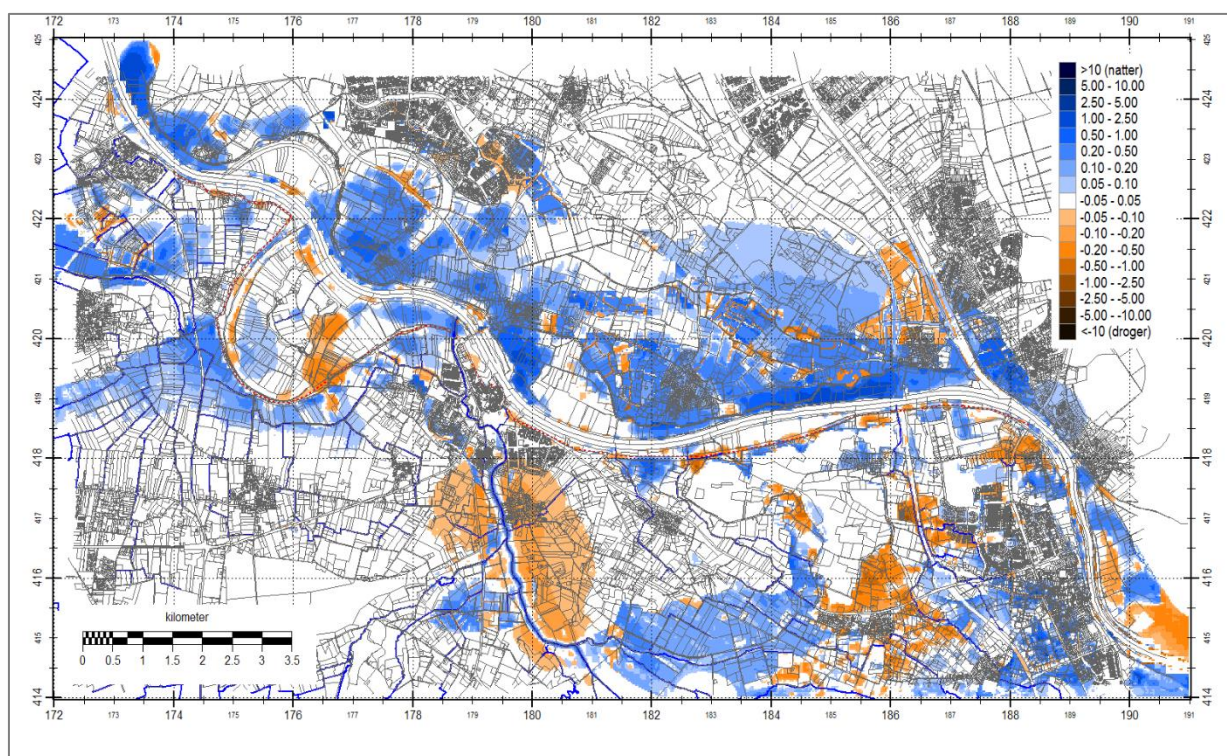
In Figuur 15 en Figuur 16 zijn de effecten op de GHG weergegeven (freatisch en voor het eerste watervoerende pakket). In bijlage 2 zijn eveneens de effecten van de aanpassingen op de GVG en GLG opgenomen.

Er zijn plekken waar het model natter wordt door een toename van de deklaagdikte in een gebied waar overwegend wegzijging plaatsvindt. Dit is het geval ten zuidwesten van Keent.

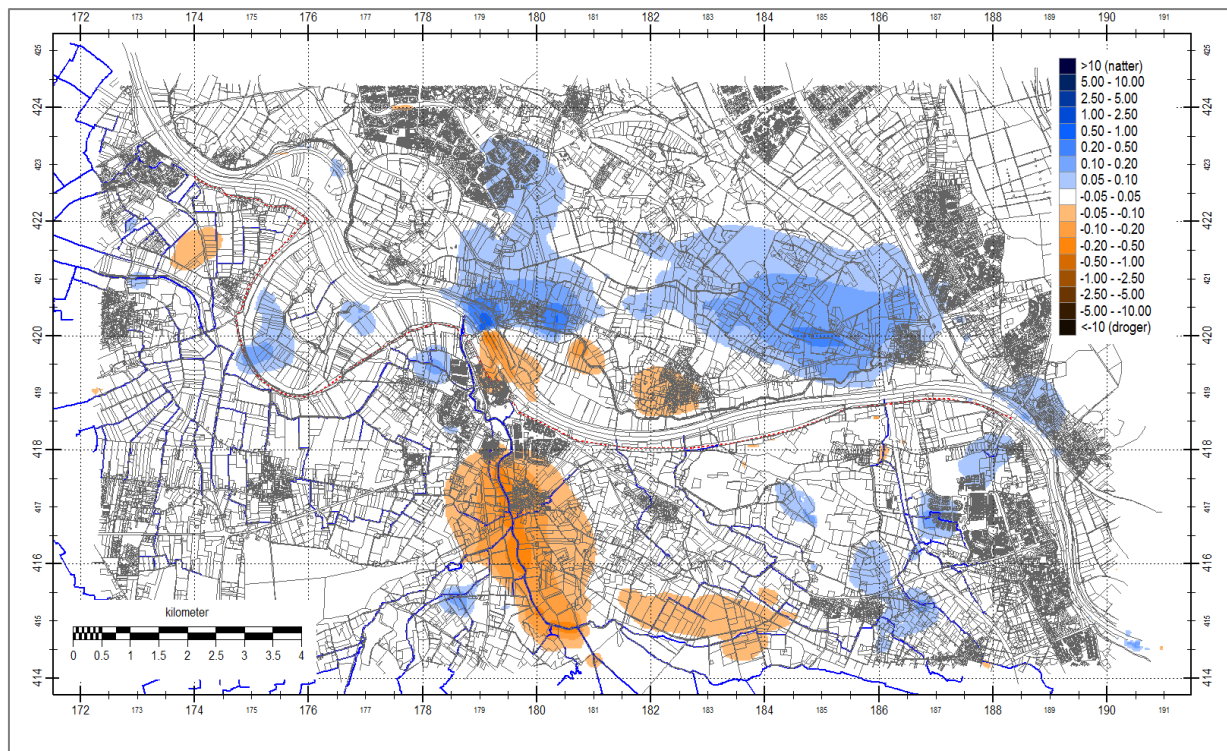
Ook zijn er plekken waar het model droger is geworden. Langs de Graafse Raam ten zuiden van Grave komt dit doordat de waterloop (na aanpassingen van het lagenmodel) meer modellagen 'aansnijdt'. De ontwaterende werking van deze waterloop wordt daardoor groter. Het verschil tussen de gemeten en berekende stijghoogte in nabijgelegen peilbuizen (RAAMV20_G t/m RAAMV_24_G) is hierdoor kleiner geworden, met andere woorden: na de aanpassingen presteert het model hier beter (Figuur 14).



Figuur 14 Gemeten en berekende stijghoogten ter plaatse van peilbuis RAAMV23_G; links vóór de deklaagcorrectie; rechts: ná de deklaagcorrectie; zie bijlage 3 voor de ligging en metadata van de peilbuizen en bijlage 5 voor de overige reeksen.



Figuur 15 Effect van de deklaagcorrectie op de berekende GHG voor laag 1 (freatisch)



Figuur 16 Effect van de deklaagcorrectie op de berekende GHG voor laag 4 (watervoerend pakket)

6. Modelvalidatie

Na de aanpassingen aan het uitgangsgroundwatermodel is gecontroleerd of de correcties hebben geleid tot betere modelprestaties. Dit is allereerst gedaan door de modelafwijking tussen de gemeten en berekende GxG-waarden te vergelijken. Hiervoor is de validatieset gebruikt die geleverd is bij het uitgangsmodel. Het gaat om de peilbuisdata uit DINOlaket, BR-laket en FEWS (zie bijlage 3).

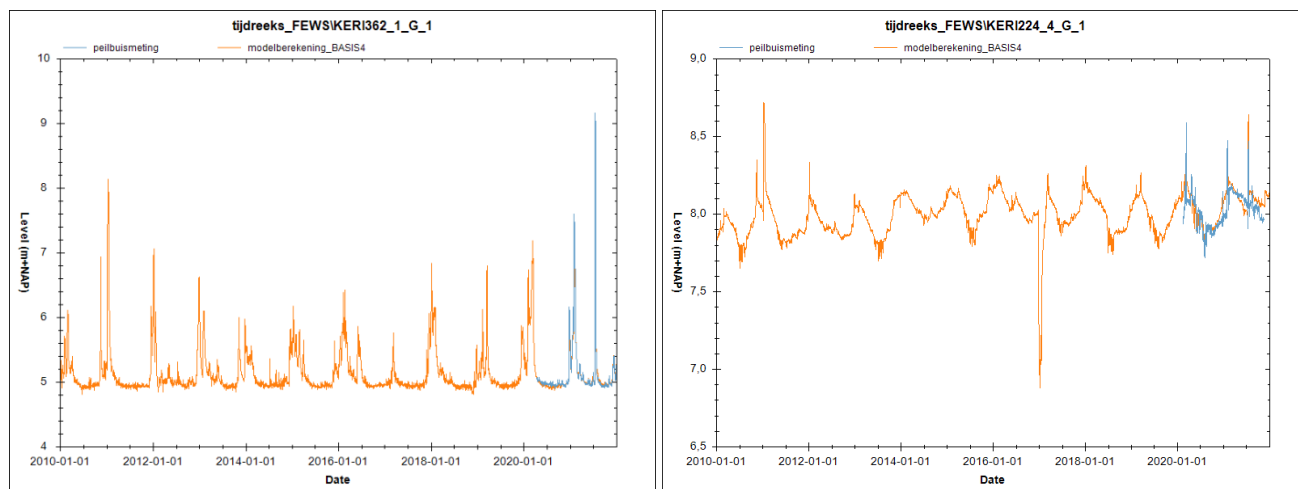
Daarnaast is de modelprestatie tijdens een hoogwatersituatie gecontroleerd. Hiervoor zijn meetreeksen van de hoogwaterperiode in juli 2021 geanalyseerd.

Validatie gemiddelde situatie

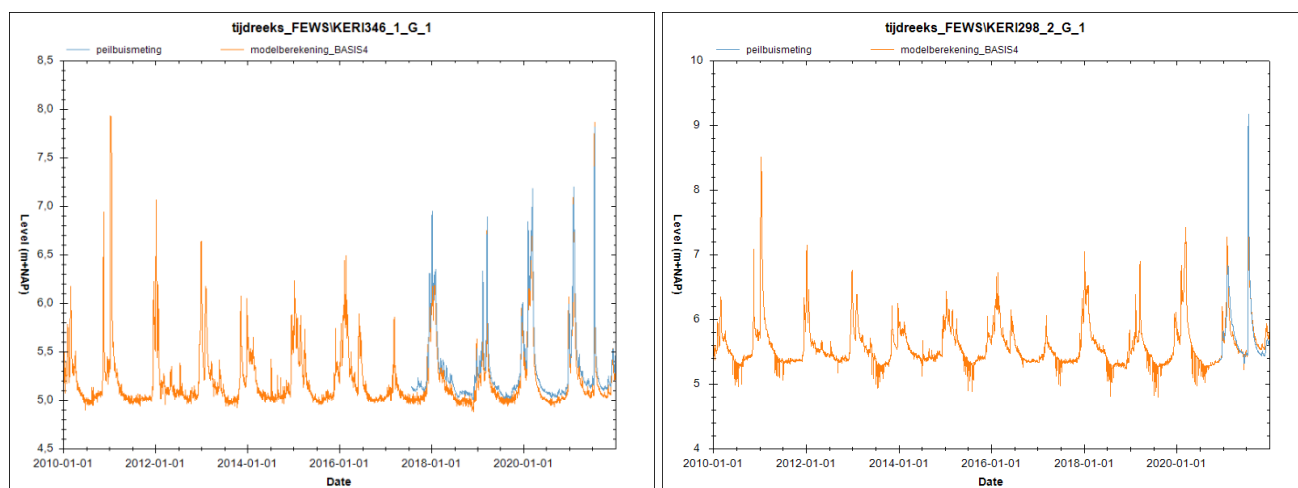
Om een GxG te berekenen is een meetperiode van minimaal acht jaar nodig. Veel van de peilbuismetingen zijn echter gedaan over kortere periodes. Om zoveel mogelijk waarnemingen bij de analyse te kunnen betrekken zijn ook 'gemeten' GxG's gebruikt die zijn gebaseerd op een kortere meetperiode: vanaf zes jaar.

De ijkresultaten van het uitgangsmodel zijn opgenomen in bijlage 4. Uit deze validatie blijkt dat het uitgangsmodel reeds goed in staat is om ter plaatse van de meeste peilbuizen langs het dijktraject Cuijk-Ravenstein de gemeten gemiddelde stijghoogten en de dynamiek nauwkeurig te simuleren.

Vervolgens zijn de prestaties van het aangepaste model beoordeeld. In verband met de (te) korte meetperiode bij een groot aantal peilbuizen is volstaan met een visuele controle van de gemeten en berekende stijghoogten. In Figuur 17 en Figuur 18 zijn figuren opgenomen van de tijdstijghoogtereeksen van een aantal van deze peilbuizen. Bijlage 6 bevat de totale set van figuren en in bijlage 3 is de ligging en metadata van de peilbuizen opgenomen. Uit deze visuele controle blijkt dat de stijghoogten langs de Maas, evenals in de berekeningen met het uitgangsmodel, goed gesimuleerd worden met het aangepaste grondwatermodel.



Figuur 17 Gemeten- en berekende stijghoogten ná de aanpassingen van de deklaag in peilbuizen KERI362_1_G en KERI224_4_G



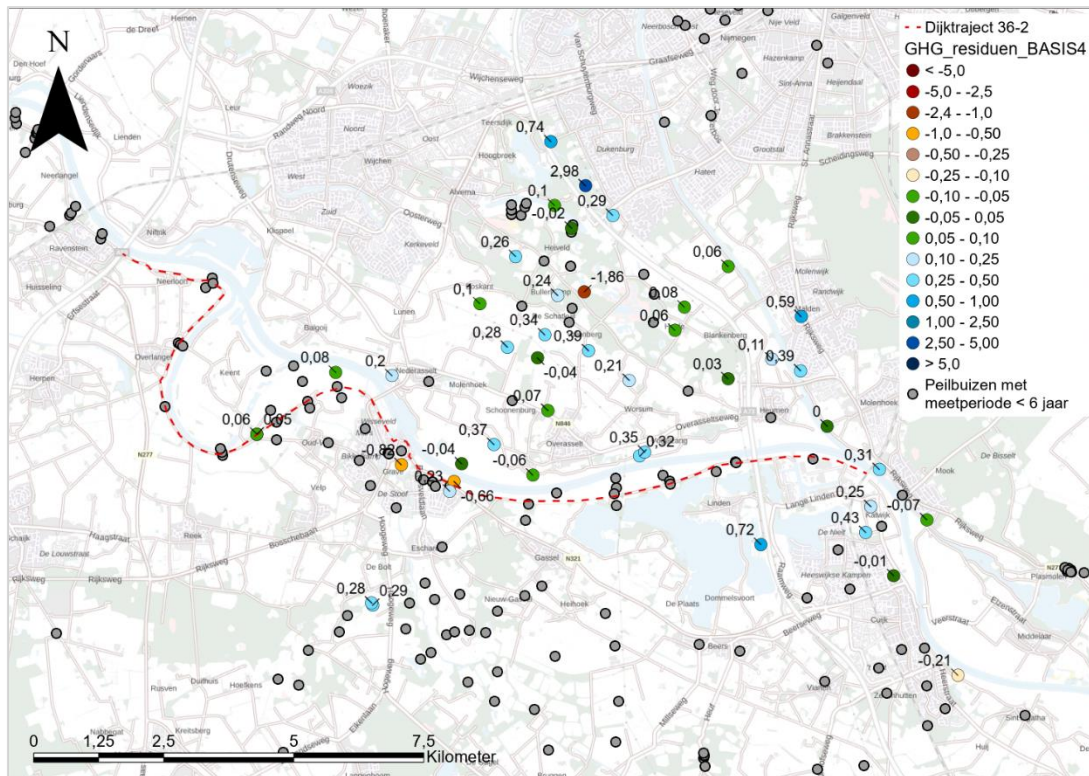
Figuur 18 Gemeten- en berekende stijghoogten ná de aanpassingen van de deklaag in peilbuizen KERI346_1_G en KERI298_2_G

In Figuur 19 zijn de verschillen tussen de berekende en gemeten GHG ná de correctie van de deklaag (modelvariant BASIS4) weergegeven. In Bijlage 4 zijn de kaarten met de modelafwijkingen *per modellaag* (1 t/m 4) opgenomen, inclusief de GVG- en GLG-afwijkingen. Daarnaast zijn in bijlage 5 de grafieken van de gemeten en de berekende stijghoogten van de peilbuizen weergegeven.

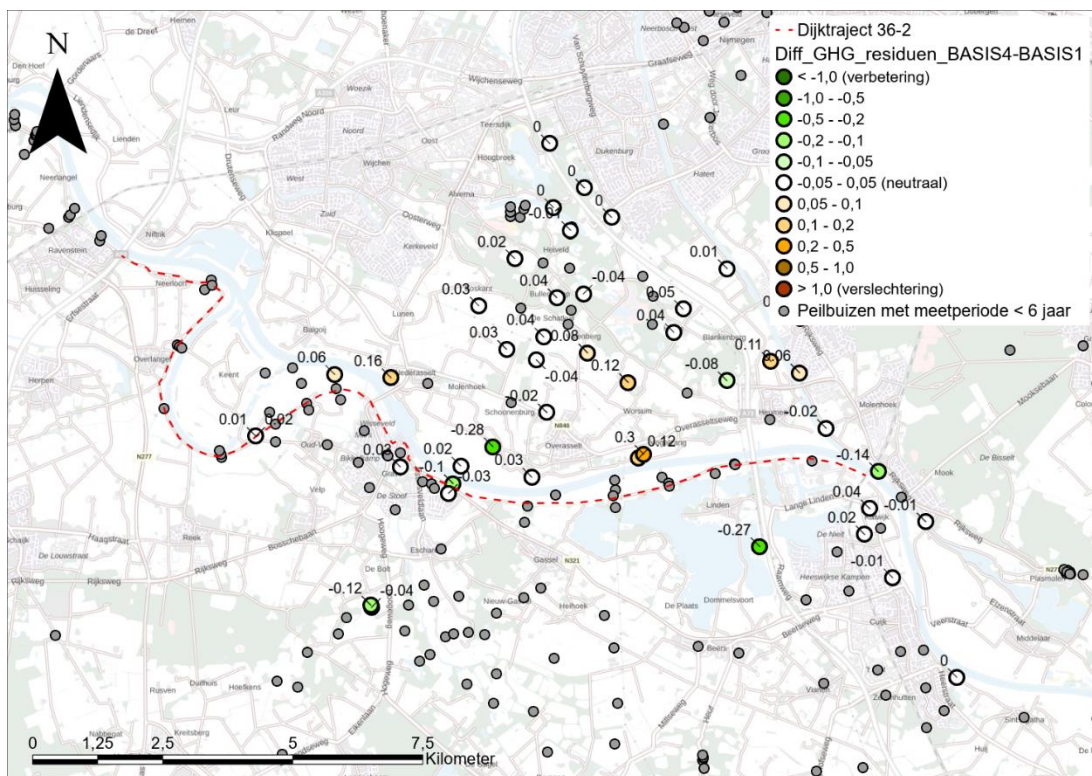
Uit Figuur 19 blijkt dat de modelafwijkingen na de deklaagaanpassingen grotendeels hetzelfde zijn gebleven als de afwijkingen van het uitgangsmodel. Dit komt omdat:

- de kD- en c-waarden in beide modellen gelijk zijn;
- veel peilbuisfilters in het watervoerende pakket staan en de aanpassingen van de deklaagaanpassingen maar beperkt invloed hebben op de stijghoogten in dit pakket.

In een aantal gevallen hebben de deklaagaanpassingen voor een verkleining van de modelafwijkingen gezorgd (negatieve modelafwijking-verschillen in Figuur 20). De meetperiode van meerdere peilbuizen langs het dijktraject is te kort om nauwkeurig een GxG-waarde te bepalen. Voor deze peilbuizen is een visuele controle uitgevoerd om te bepalen in hoeverre de gemeten reeksen overeenkomen met de modelberekeningen. Uit deze analyse blijkt dat in veel gevallen de berekende stijghoogten ter plaatse van de peilbuizen langs het dijktraject goed overeenkomen met de meetreeksen.



Figuur 19 Afwijking [m] tussen de gemeten GHG-waarden en de berekende GHG met modelvariant BASIS4 (na aanpassing van de deklaag) voor de peilbuizen in modellagen 1 t/m 4 (deklaag, tussenzandlaag en watervoerende pakket)



Figuur 20 Verschil [m] tussen de berekende GHG afwijkingen tussen modelvarianten BASIS1 (vóór de deklaag correctie) en BASIS4 (ná de deklaag correctie). Negatieve waarden staan voor een verkleining van de modelafwijking en positieve waarden staan voor een vergroting van de modelafwijking.

Validatie hoogwatersituatie

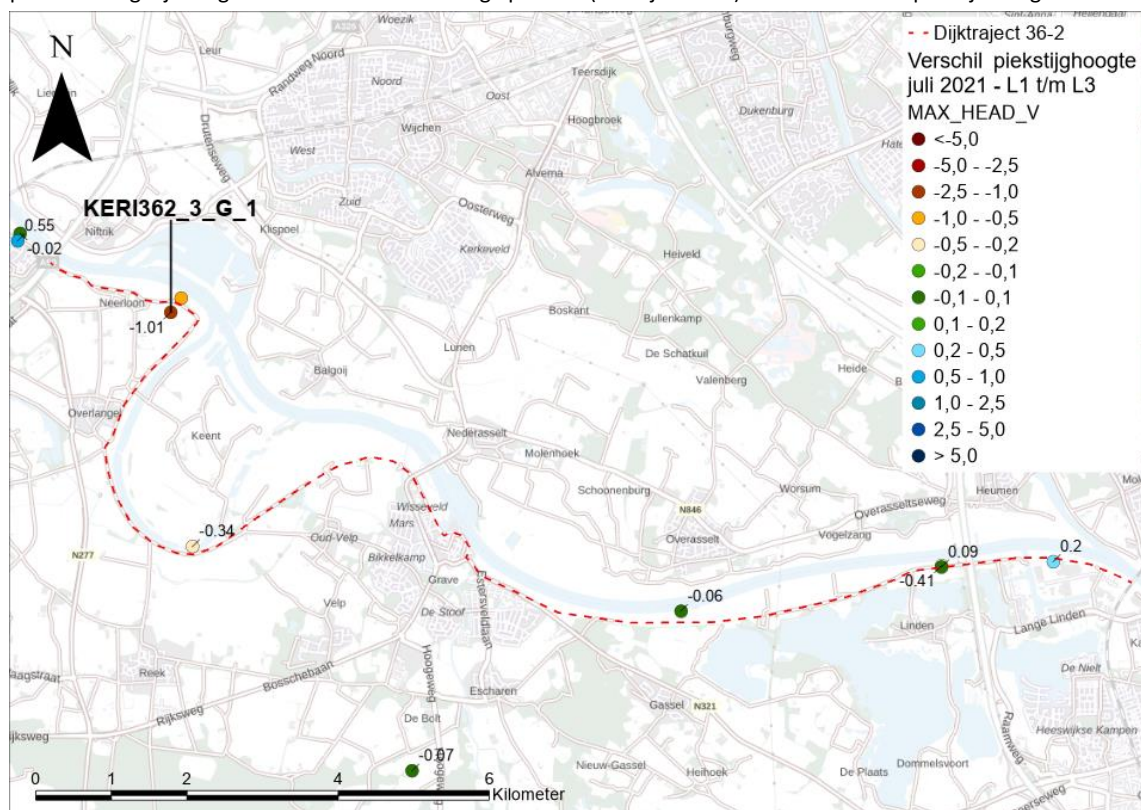
De meetreeksen van de hoogwatersituaties in 2021 (februari en juli) zijn gebruikt om de modelprestaties bij hoogwater te onderzoeken. In deze periode hebben zich twee hoogwatersituaties voorgedaan, namelijk in februari 2021 en juli 2021. De gemeten en berekende reeksen in deze periode zijn opgenomen in bijlage 6.

Bij de onderstaande resultaten moet rekening worden gehouden met het feit dat het grondwatermodel zowel in de tijd als de ruimte een grove resolutie kent. Zo is de ruimtelijke heterogeniteit van de bodem in het model vereenvoudigd opgenomen: modelcellen van 25x25 meter. Daarnaast zijn onderdelen zoals de oppervlaktewaterpeilen in primaire en secundaire watergangen vereenvoudigd opgenomen, namelijk als twee waterpeilen (een winter- en een zomerpeil). Getroffen noodmaatregelen tijdens hoogwater komen daardoor niet terug in het model. Bovendien rekent het model in tijdstappen van één dag terwijl de grondwaterstand in de praktijk op uurbasis wordt gemeten. Deze zaken beïnvloeden de dynamiek van de berekende tijd-stijghoogtereeksen.

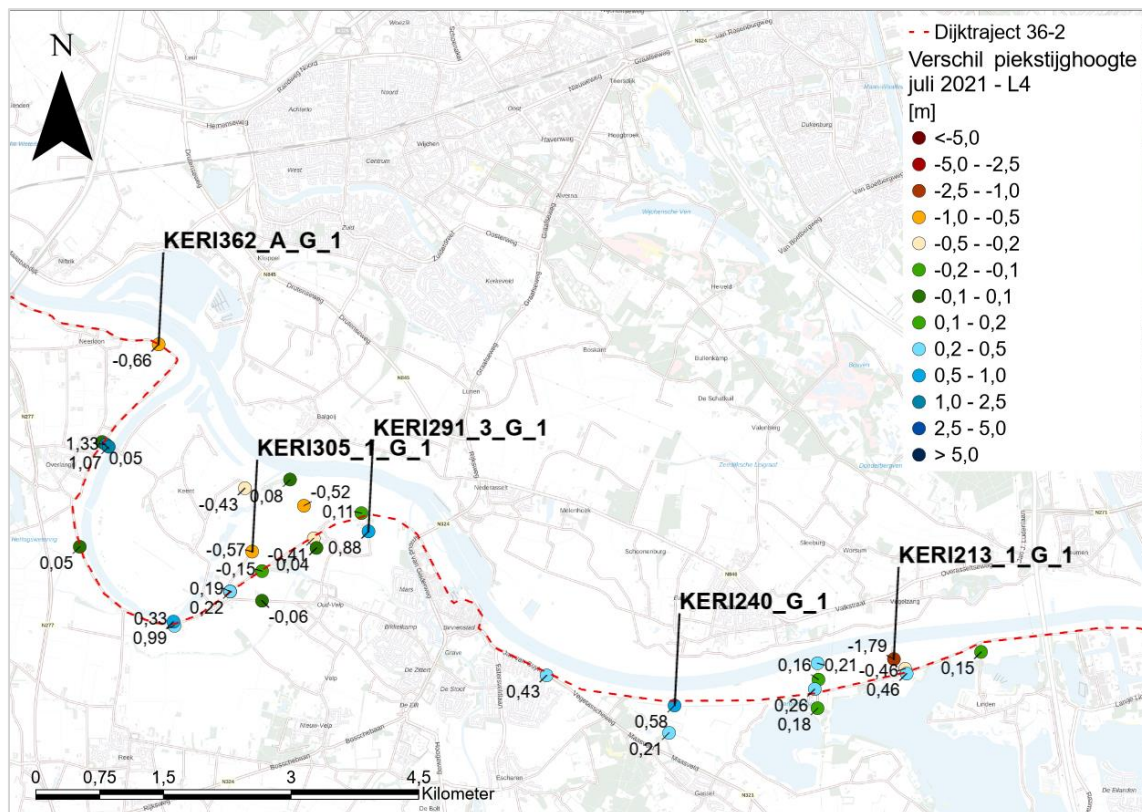
In de hoogwatervalidatie zijn de berekende en gemeten piekstijghoogten in de periode juli 2021 met elkaar vergeleken. Het verschil tussen beiden, het residu, is weergegeven in Figuur 21 en Figuur 22. Bovenstreams van Grave berekent het model bij de meeste peilbuizen een hogere piekstijghoogte in het watervoerend pakket in vergelijking met de metingen in juli 2021. Benedenstreams van Grave zijn de resultaten wisselend. Op de ene locatie is de berekende piekstijghoogte hoger terwijl op een andere locatie een lagere piekstijghoogte wordt berekend vergeleken met de metingen.

In februari 2021 heeft zich een minder extreme hoogwatersituatie voorgedaan. Uit de vergelijking tussen de metingen en de berekeningsresultaten (zie bijlage 6) blijkt dat de afwijkingen in de piekstijghoogten niet structureel zijn.

Daarnaast blijkt uit meerdere peilbuizen dat het hoogwater in februari 2021 relatief nauwkeurig wordt gesimuleerd in vergelijking met resultaten van juli 2021: in die laatste periode berekent het model voornamelijk te hoge stijghoogten. Dit heeft mogelijk te maken met de periode waarin het hoogwater zich voordoet. In juli 2021 ontstaat het hoogwater door regenval in de Ardennen tijdens een droge periode in Nederland. Het hoogwater in februari 2021 gebeurt in een natte periode. Mogelijk reageert het model in een droge periode (zoals juli 2021) sneller dan in de praktijk het geval is.



Figuur 21 Afwijking [m] tussen de gemeten en berekende piekstijghoogte in modellen 1 t/m 3 (freatisch pakket, deklaag en tussenzandlagen) tijdens de hoogwatersituatie in juli 2021. De berekeningen zijn gedaan met modelvariant BASIS4 (na aanpassing van de deklaag). Een positieve waarde betekent dat het model een hogere piekstijghoogte berekend dan gemeten.



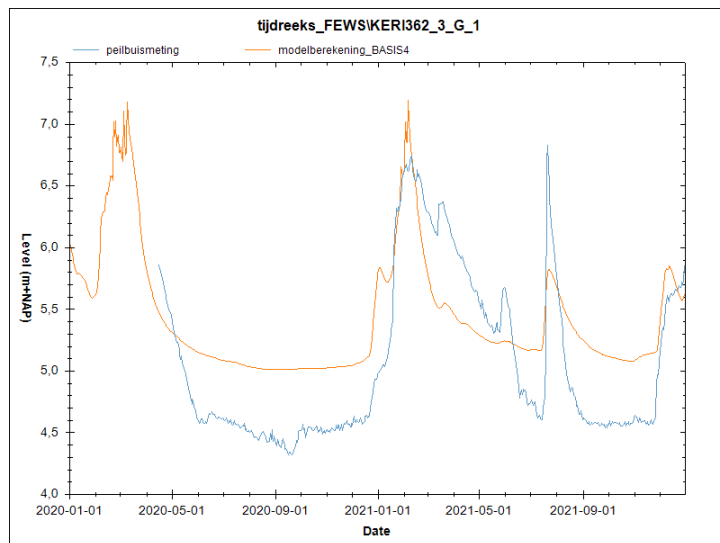
Figuur 22 Afwijking [m] tussen de berekende en gemeten piekstijghoogte in modellaag 4 (watervoerend pakket) tijdens de hoogwatersituatie in juli 2021. De berekeningen zijn gedaan met modelvariant BASIS4 (na aanpassing van de deklaag). Een positieve waarde betekent dat het model een hogere piekstijghoogte berekend dan gemeten.

De peilbuizen waar de modelafwijking in Figuur 21 en Figuur 22 groter is dan 0,5 m worden hieronder besproken.

KERI362_3_G_1

In de metingen valt op dat de piekstijghoogte in juli 2021 een stuk lager is dan de piekwaterstand in de Maas. Daarnaast valt op dat de stijghoogte langzaam uitzakt na het hoogwater in februari 2021 en dat tijdens de zomermaanden de stijghoogte verder uitzakt dan het gemiddelde rivierpeil in de Maas tijdens deze maanden, dat gemiddeld op NAP +4,9 m ligt. Deze observaties duiden erop dat de peilbuis mogelijk in een tussenzandlaag in de deklaag is geplaatst.

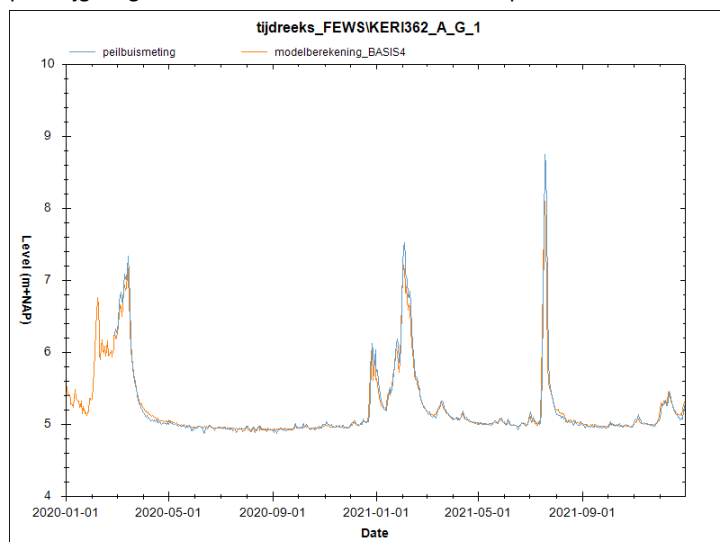
Dichtbij de peilbuis zijn geen boringen die duiden op een tussenzandlaag. In het model is hier dan ook geen tussenzandlaag opgenomen, waardoor het model het gemeten verloop van de stijghoogte hier niet goed simuleert. Aanvullende boringen moeten uitwijzen of hier inderdaad een tussenzandlaag aanwezig is zodat het model erop kan worden aangepast.



Figuur 23 Gemeten en berekende stijghoogte peilbuis KERI362_3_G_1

KERI362_A_G_1

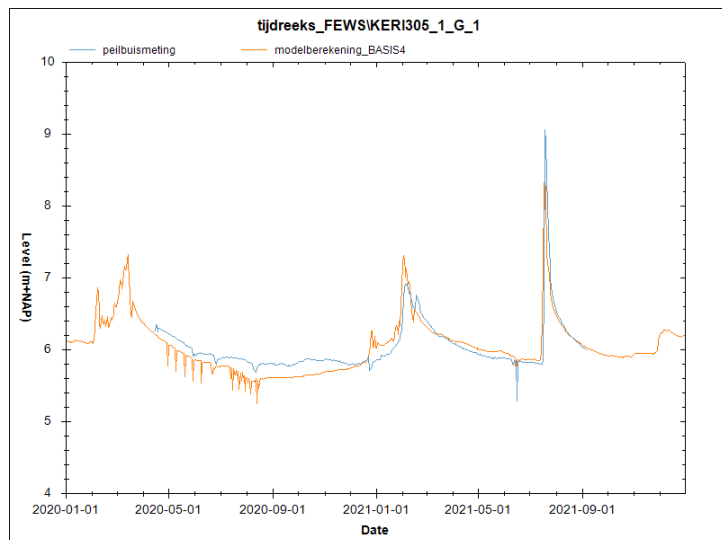
De berekende piekstijghoogte bij peilbuis KERI362_A_G_1 is circa 0,7 m lager dan de gemeten piekstijghoogte. De gemeten piekstijghoogte toont grote overeenkomsten met het (opgegeven) waterpeil in de Maas gedurende het hoogwater. Waarschijnlijk komt de afwijking door een te hoge weerstand tussen de Maaswaterstand en het watervoerend pakket tijdens hoogwater. Dit heeft mogelijk te maken met de tussenzandlaag zoals eerder besproken bij peilbuis KERI362_3_G_1. Vermoedelijk is er een tussenzandlaag aanwezig die momenteel niet in het model opgenomen is. Het toevoegen van deze zandlaag vermindert de totale weerstand tussen het Maaswater en het watervoerend pakket. Naar verwachting zal de piekstijghoogte dan sterker overeenkomen met de piek Maaswaterstand.



Figuur 24 Gemeten- en berekende stijghoogte bij peilbuis KERI362_A_G_1

KERI305_1_G_1

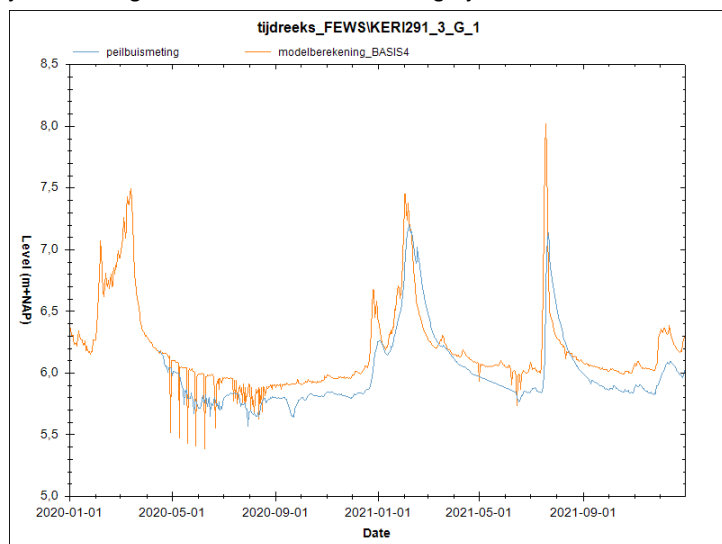
De afwijking tussen de berekende en gemeten piekstijghoogte in peilbuis KERI305_1_G_1 is wisselend tussen beide hoogwaterperioden in 2021. Er is geen structurele afwijking in de berekeningen te zien.



Figuur 25 Gemeten- en berekende stijghoogte bij peilbuis KERI305_1_G_1

KERI291_3_G_1

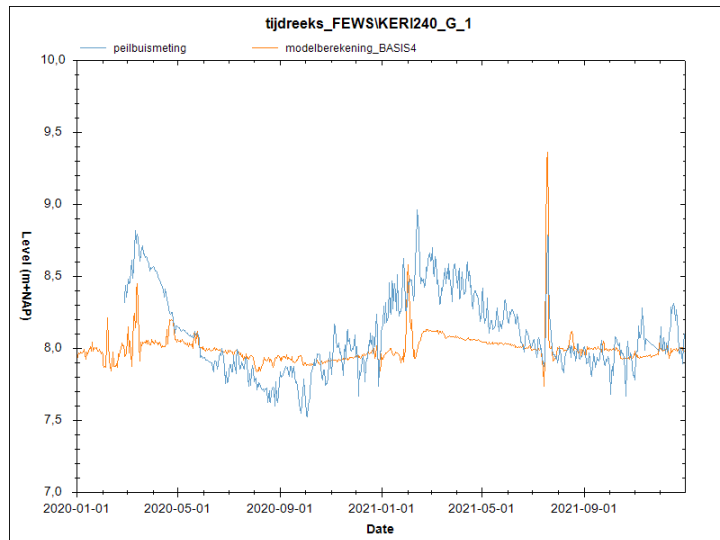
In de gemeten stijghoogten in peilbuis KER291_3_G_1 valt op dat de stijghoogten tijdens het hoogwater in juli 2021 lager zijn dan de stijghoogten tijdens het hoogwater in februari 2021. Dit is opvallend omdat de waterstanden tijdens het hoogwater in juli hoger zijn geweest dan in februari 2021. Daarnaast vertonen andere peilbuizen zoals verwacht een hogere stijghoogte in juli 2021 vergeleken met februari 2021. Mogelijk heeft er dan ook een meetfout plaatsgevonden in deze peilbuis in juli 2021.



Figuur 26 Gemeten- en berekende stijghoogte bij peilbuis KERI291_3_G_1

KERI240_G_1

Volgens het grondwatermodel staat peilbuis KER240_G_1 in het watervoerende pakket (modellaag 4). De verwachting is dat de stijghoogten hier sterk overeen zullen komen met het waterstandsverloop in de Maas. De gemeten stijghoogten komen echter niet goed overeen met de Maaswaterstanden. Dit impliceert dat de peilbuis mogelijk in een slecht doorlatende laag staat. Dit is echter niet te bevestigen op basis van de beschikbare boringen. Aanvullende boringen dienen dit uit te wijzen.

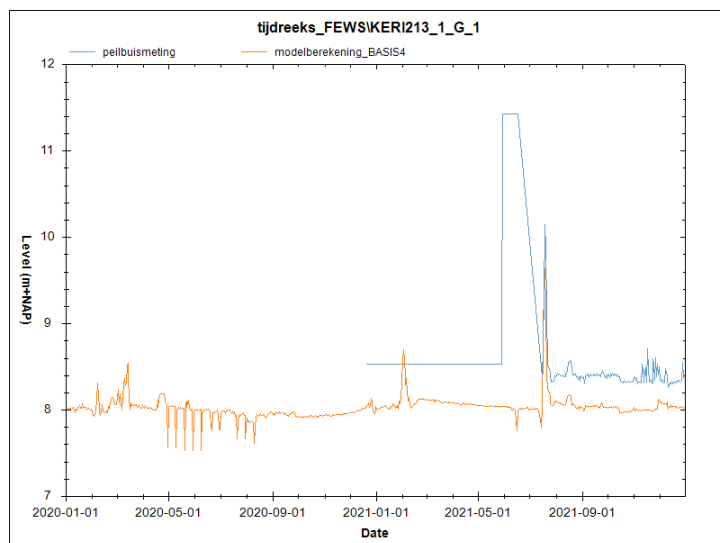


Figuur 27 Gemeten- en berekende stijghoogte bij peilbuis KERI240_G_1

KERI213_1_G_1

Deze peilbuis bevat een meetfout voorafgaand aan het hoogwater in juli 2021. Daarom is de vergelijking tussen de pieken incorrect.

Daarnaast valt op dat de gemeten stijghoogte structureel circa 0,5 m hoger ligt dan de berekening. De berekende stijghoogten komen sterk overeen met het ingebrachte waterpeil in de Maas, dat na het hoogwater in juli rond circa NAP +8,0 m fluctueert. Een logisch resultaat, de peilbuis ligt dichtbij de Maas-rivierbedding. Toch wijken de gemeten stijghoogten relatief veel af van de berekende stijghoogten. De reden daarvan is onbekend.



Figuur 28 Gemeten- en berekende stijghoogte bij peilbuis KERI213_1_G_1

7. Conclusie + aanbevelingen

Alle beschikbare gegevens van de ondergrond zijn gebruikt om de deklaagligging en de ligging van zandbanen langs het dijktraject Cuijk-Ravenstein realistisch in het model te brengen. Dit heeft geleid tot een beter onderbouwde schematisatie van de ondiepe ondergrond ten opzichte van het uitgangsmodel.

Vervolgens is gecontroleerd of de modelaanpassingen hebben geleid tot een verbetering van de modelprestaties. Hiervoor zijn de gemeten stijghoogten in het interessegebied vergeleken met de berekende stijghoogten. Er is gecontroleerd of het model in staat is de gemiddelde condities (GxG's) en de hoogwatersituaties goed te simuleren.

Prestatie uitgangsmodel en modelverbeteringen

Uit de modelvalidatie voor de gemiddelde situaties blijkt dat het uitgangsmodel, tot op een afstand van circa 150 m vanaf de Maas reeds goed in staat is om de stijghoogten goed te simuleren¹. Toch hebben de modelaanpassingen op enkele plekken in het model geleid tot verbeteringen van de modelprestaties.

Het uitgangsmodel is op deze punten gecorrigeerd:

- Zo bleek er onterecht water op het maaiveld te blijven hangen nadat zich hoogwater heeft voorgedaan. De stijghoogten in het watervoerend pakket bleven daardoor onrealistisch hoog na een hoogwatergolf. Dit is gecorrigeerd met de OLF-module in het model.
- Verder bleken er locaties in het model te zitten waar geen deklaag(weerstand) aanwezig is ondanks dat boringen uitwijzen dat er wel degelijk slecht doorlatende lagen aanwezig zijn. Hier zijn aan de hand van de boringen de deklaag en bijbehorende weerstand in het model gebracht. Op veel van deze plekken is het door afwezigheid van peilbuismetingen niet mogelijk om de invloed van deze aanpassingen op de berekende stijghoogten te valideren.

Modelprestatie na verbeteringen

Het verbeterde model is gevalideerd aan de hand van stijghoogtemetingen. Het model is na de verbeteringen in staat om de stijghoogten langs het dijktraject goed te simuleren voor het berekenen van de effecten van de voorgenomen dijkversterkingsmaatregelen in de planuitwerkingsfase van dijkversterkingsproject Cuijk-Ravenstein. Het model bootst de gemiddelde grondwaterstanden (GxG) en de dynamiek van de gemeten stijghoogten goed na. Na de aanpassingen is de gemiddelde restafwijking tussen de gemeten en berekende GXG's: GHG: 0,12 m, GVG: 0,05 m en GLG: 0,13 m.

Vervolgens is de modelprestatie tijdens hoogwater geanalyseerd. Dit is gedaan door de berekende en gemeten stijghoogten tijdens de hoogwaters in januari 2011 en juli 2021 met elkaar te vergelijken.

Uit de simulatie van het hoogwater in juli 2021 blijkt het model bij 26 peilbuizen een lagere piekstijghoogte te berekenen dan de gemeten piekstijghoogte, met een gemiddelde afwijking van -0,42 m. Bij 36 peilbuizen berekent het model juist een hogere piekstijghoogte dan gemeten, gemiddeld +0,42 m hoger. Daarnaast zijn er acht peilbuizen waar het verschil tussen de berekende en gemeten piekstijghoogte kleiner is dan 0,05 m. De gemiddelde afwijking is daarmee nagenoeg nul. Ook ruimtelijk blijkt er geen structurele afwijking tussen de berekende en gemeten piekstijghoogte te zijn.

Aanbevelingen

Naar aanleiding van deze memo volgen de onderstaande aanbevelingen.

1. Verlengen van de meetreeksen via tijdreeksanalyse

Veel tijdreeksen waarmee het model gecontroleerd is betreffen een relatief korte meetperiode (< 4 jaar). Dat is te kort om een 'gemeten' GxG te kunnen bepalen. Het gaat om 165 van de in totaal 288 peilbuislocaties. Deze gegevens zijn niet volledig meegenomen in de modelvalidatie (enkel visueel gecontroleerd). Door de meetreeksen op basis van tijdreeksmodelleren te verlengen kunnen ze wel meegenomen worden bij het beoordelen van de prestaties van het grondwatermodel.

2. Lokale afwijkingen in het uitgangsmodel:

Er zijn aanwijzingen dat er lokaal drainage of onttrekkingen aanwezig zijn die niet in het model zijn opgenomen². Aanbevolen wordt om hier nader onderzoek naar te doen, op basis waarvan het grondwatermodel eventueel kan worden aangepast.

¹ Gemiddelde afwijking (n=78) GHG: 0,1 m, GVG: 0,15 m; GLG: 0,14 m.

² Dit blijkt uit de analyse van peilbuizen B46A1638 en B46A1639.

3. Gebruik van modelresultaten in piping- en stabiliteit analyses:

Het model kan gebruikt worden voor het bepalen van uitgangspunten in piping- en stabiliteit analyses. In deze analyses dient uitgezocht te worden wat de invloed van de modelafwijkingen op de gehanteerde uitgangspunten is. Daarnaast zijn met het model geen gevoeligheidsberekeningen op basis van de bodemparameters zoals het doorlaatvermogen en de deklaagweerstand uitgevoerd. Het wordt aanbevolen om aandacht te besteden aan dit soort gevoeligheidssommen in de piping- en stabiliteit analyses

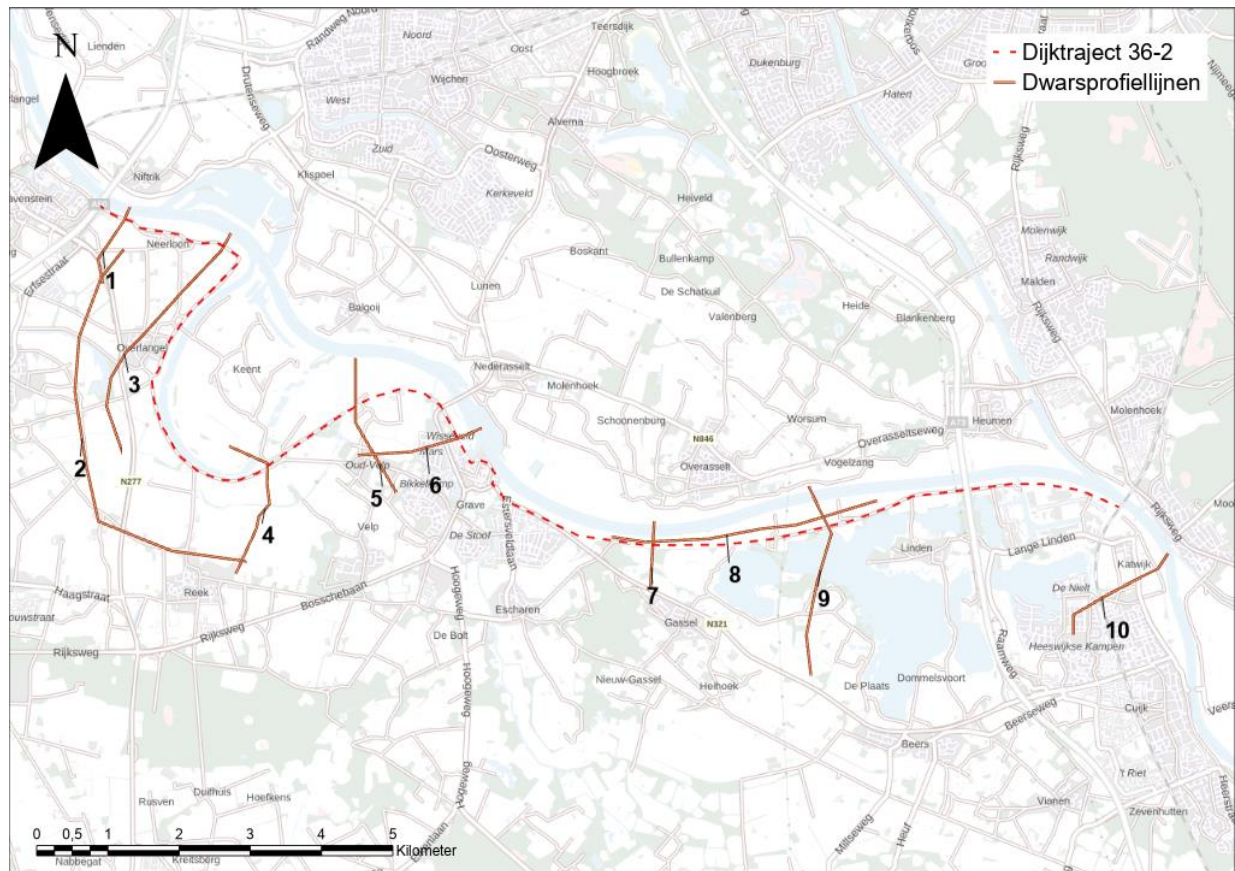
4. Aanvullende boringen plaatsen

Ten oosten van Neerloon, ter hoogte van peilbuis KERI362_3_G_1, zijn aanwijzingen dat er een tussenzandlaag op circa NAP +6,0 m aanwezig is in de deklaag. Er zijn geen beschikbare boringen om dit te bevestigen. Daarom wordt geadviseerd om hier aanvullende boringen uit te voeren.

8. Referenties

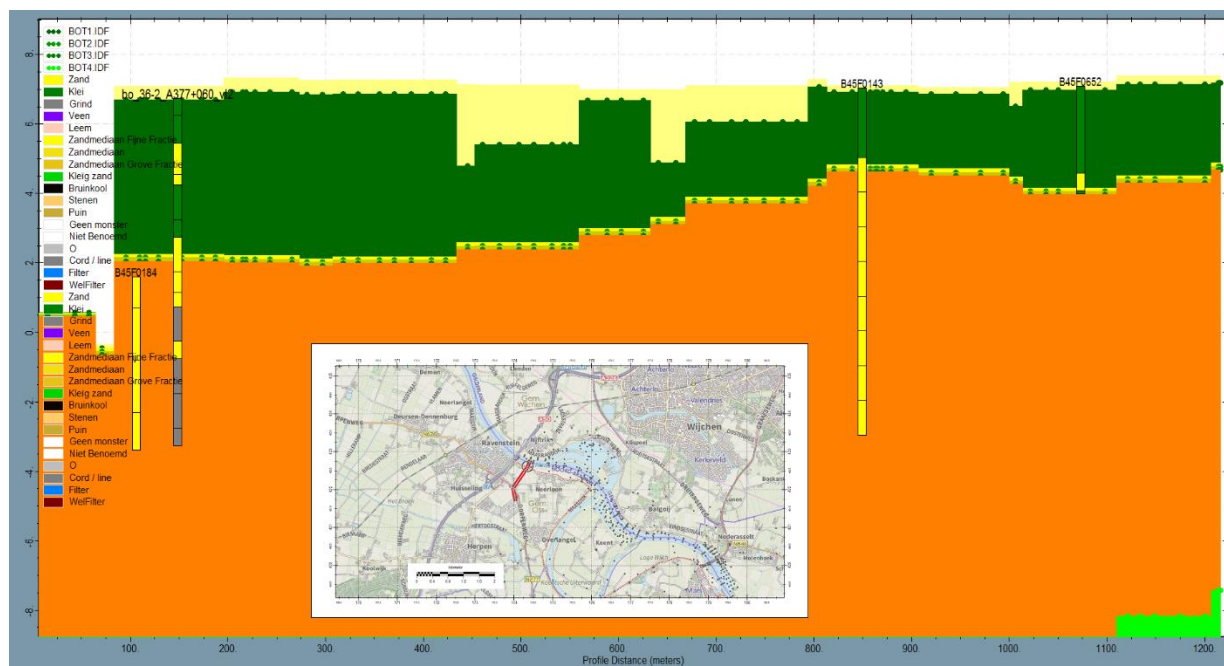
- Bodemkaart van Nederland, Wageningen Environmental Research (WENR), geraadpleegd via BRO loket 5-2024;
- Geomorfologische kaart van Nederland, Alterra, 2004;
- Grondwatermodel: Cuijk-Ravenstein, UYYXVHPT2WVX-1538662905-1470:1. Arcadis. 3-10-2023;
- Grondwaterzakboekje Gwx2016, B. Bot, 2016, 2^{de} druk januari 2022, ISBN-EAN:978-90-817869-1-1.

Bijlage 1 Dwarsprofielen

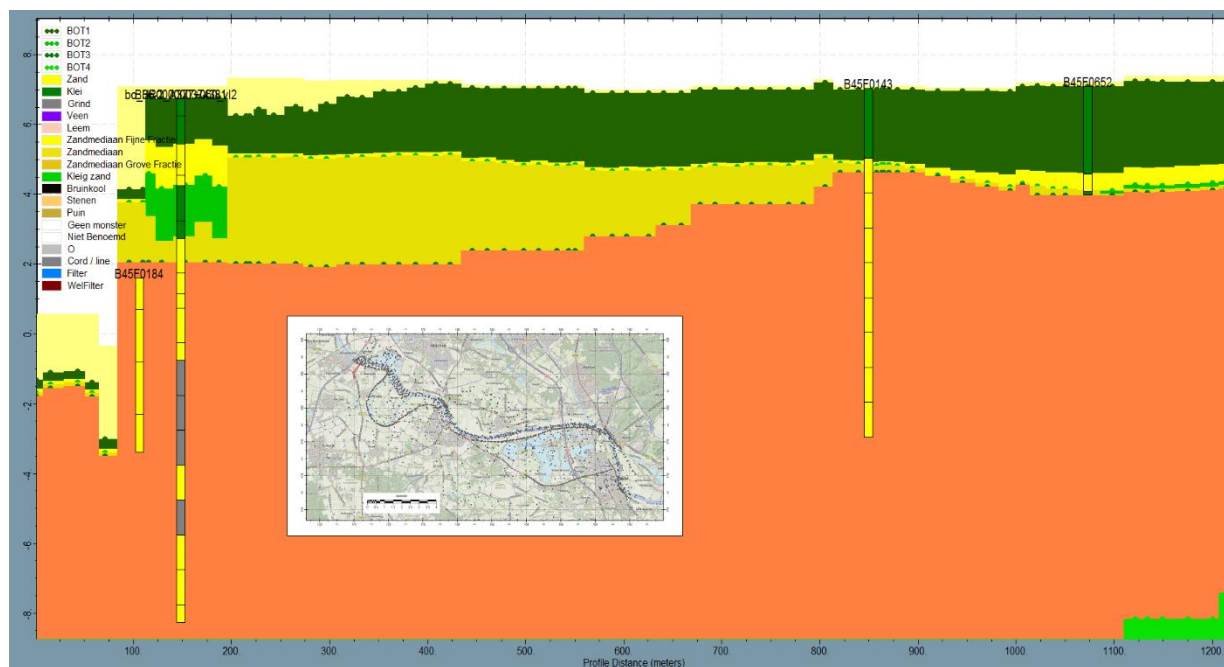


B1.1 Ligging van de dwarsprofielen langs het dijktraject

Dwarsprofiel 1

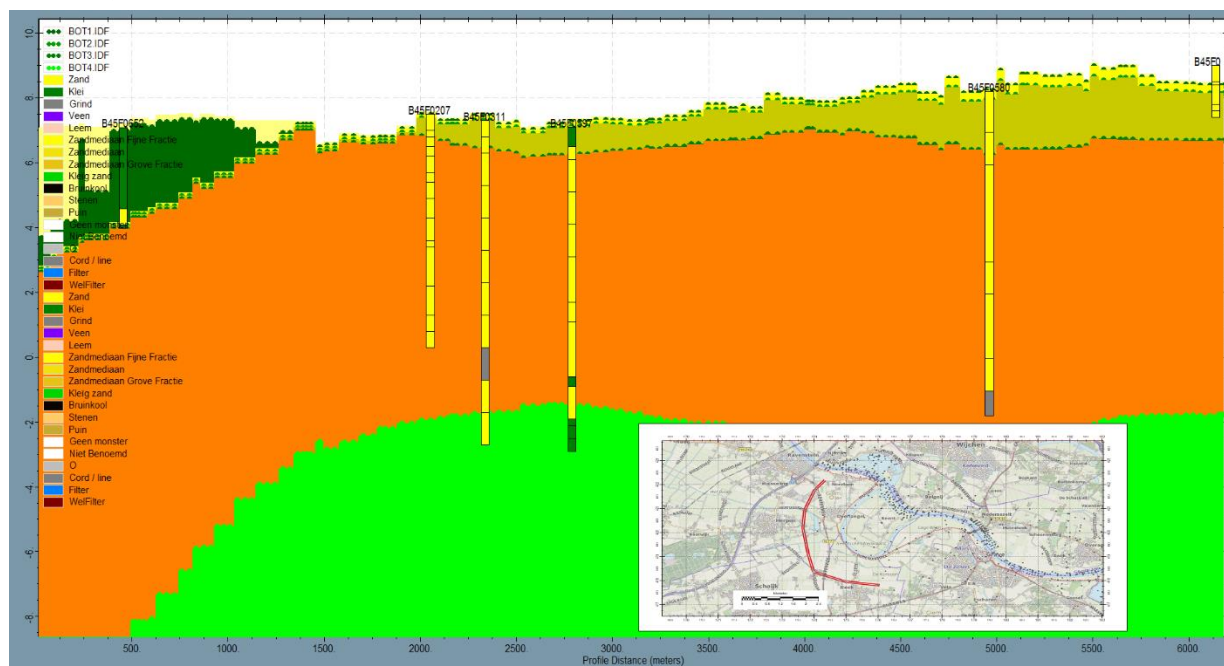


B1.2 Dwarsprofiel 1 – origineel lagenmodel. Groene kleuren in de boringen en het dwarsprofiel geven slecht doorlatende lagen weer. Gele/oranje kleuren geven watervoerende lagen weer, bestaand uit zand en/of grind.

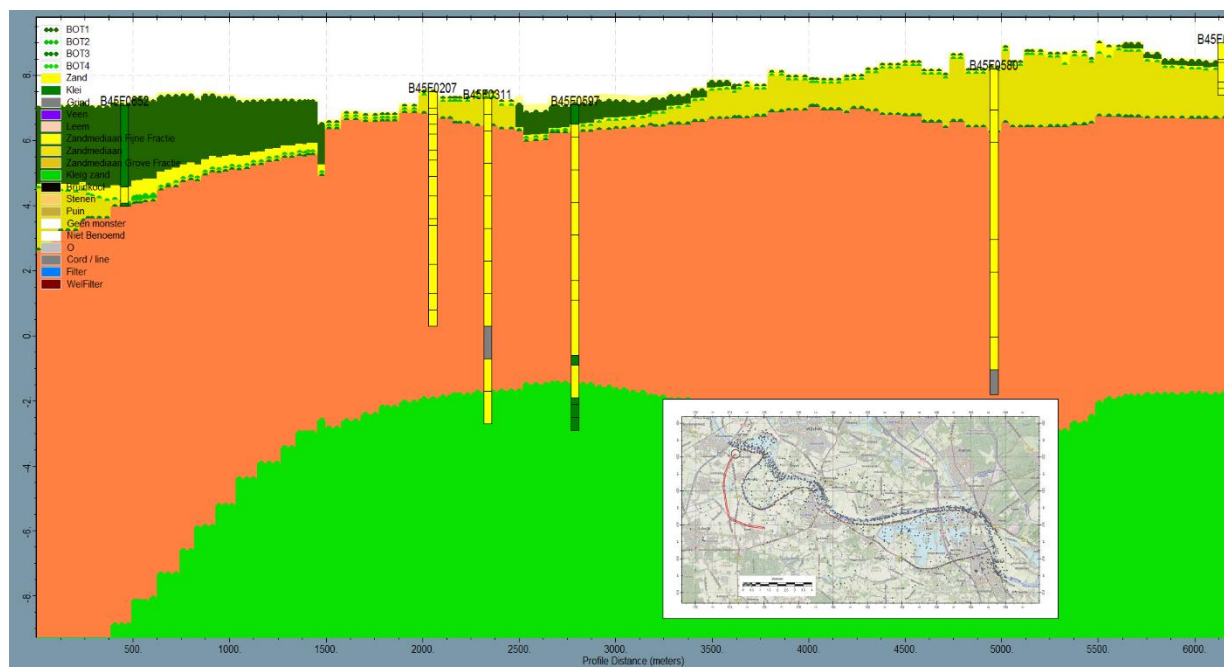


B1.3 Dwarsprofiel 1 – aangepast lagenmodel. Groene kleuren in de boringen en het dwarsprofiel geven slecht doorlatende lagen weer. Gele/oranje kleuren geven watervoerende lagen weer, bestaand uit zand en/of grind.

Dwarsprofiel 2

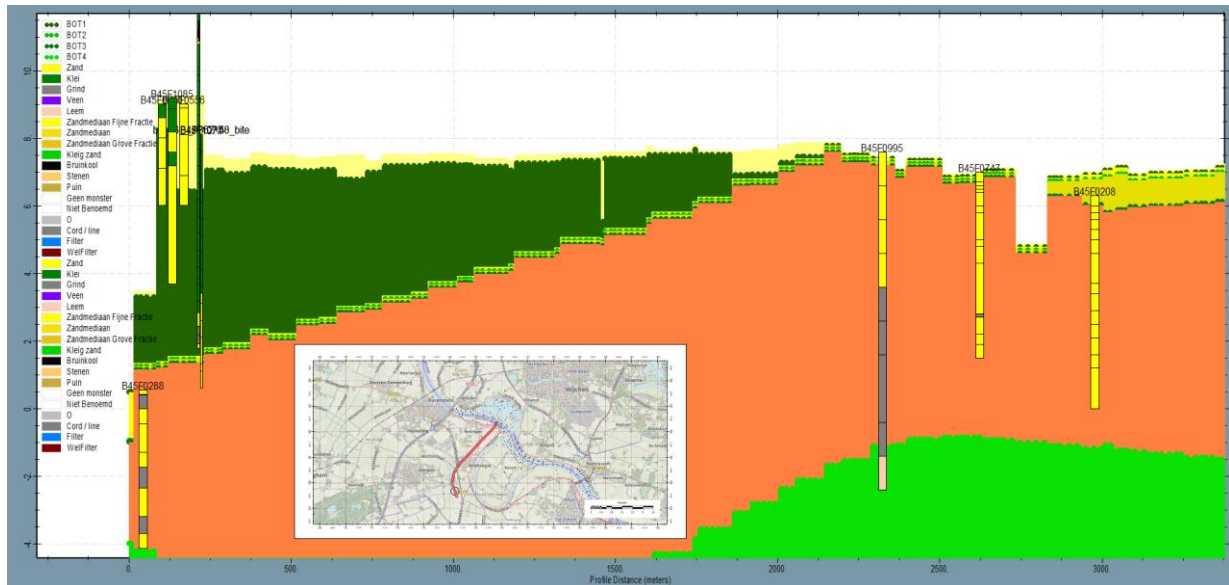


B1.4 Dwarsprofiel 2 – origineel lagenmodel. Groene kleuren in de boringen en het dwarsprofiel geven slecht doorlatende lagen weer. Gele/oranje kleuren geven watervoerende lagen weer, bestaand uit zand en/of grind.

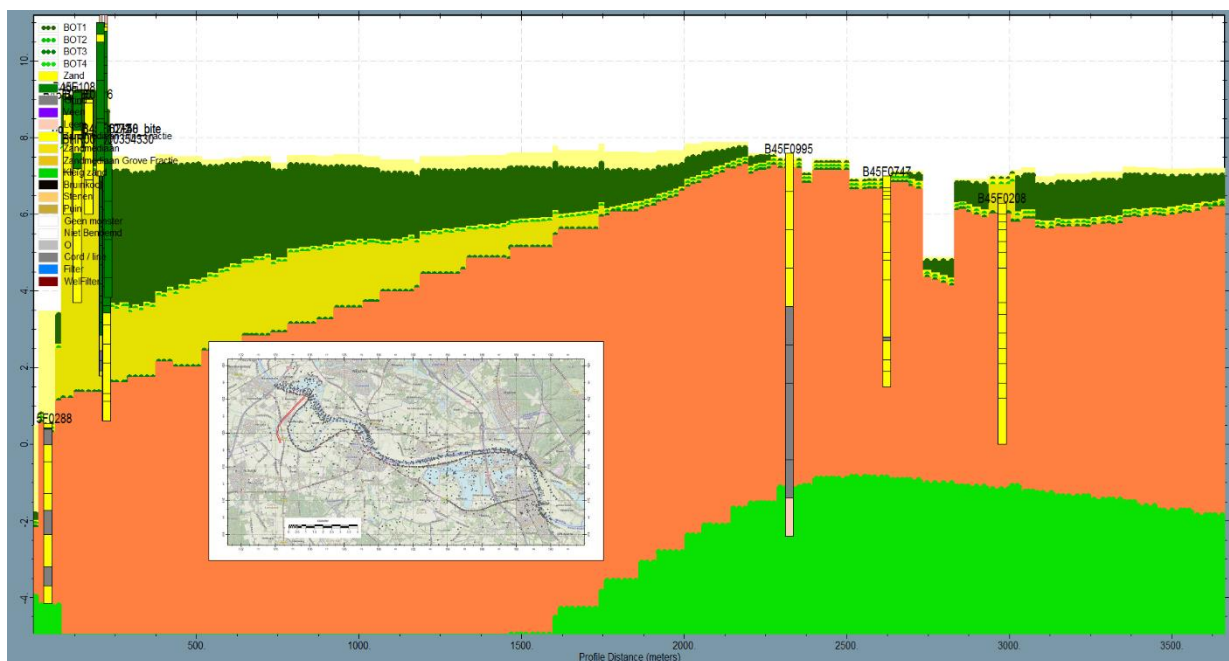


B1.5 Dwarsprofiel 2 – aangepast lagenmodel. Groene kleuren in de boringen en het dwarsprofiel geven slecht doorlatende lagen weer. Gele/oranje kleuren geven watervoerende lagen weer, bestaand uit zand en/of grind.

Dwarsprofiel 3:

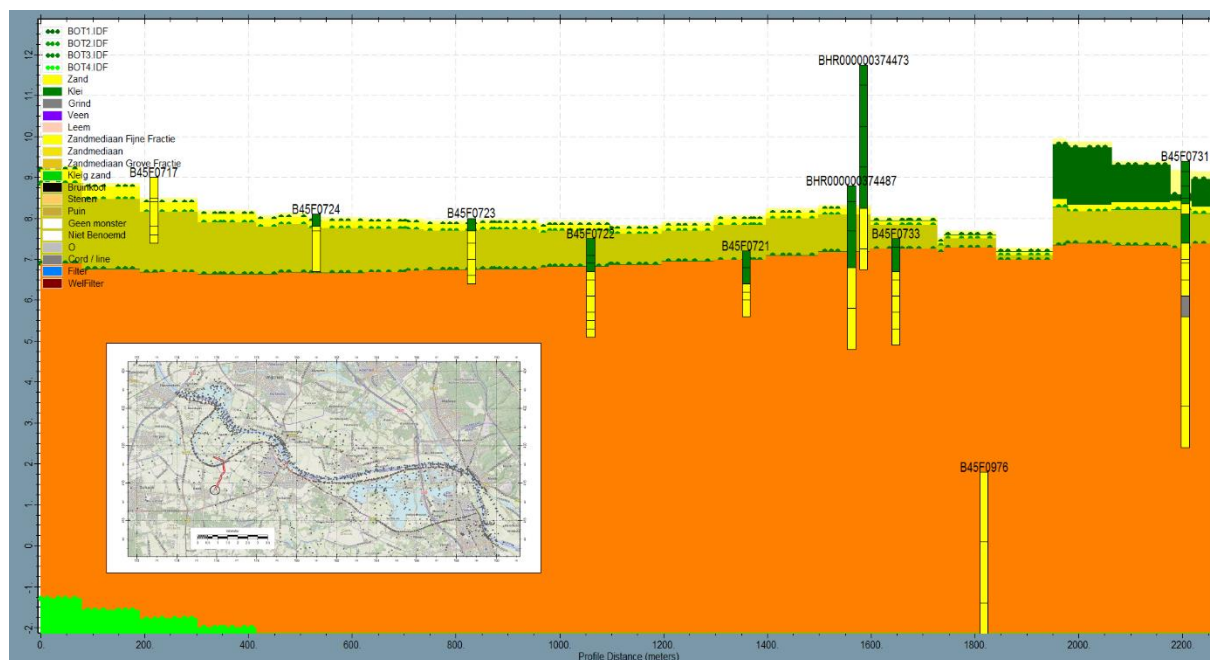


B1.6 Dwarsprofiel 3 – originele lagenmodel. Groene kleuren in de boringen en het dwarsprofiel geven slecht doorlatende lagen weer. Gele/oranje kleuren geven watervoerende lagen weer, bestaand uit zand en/of grind.

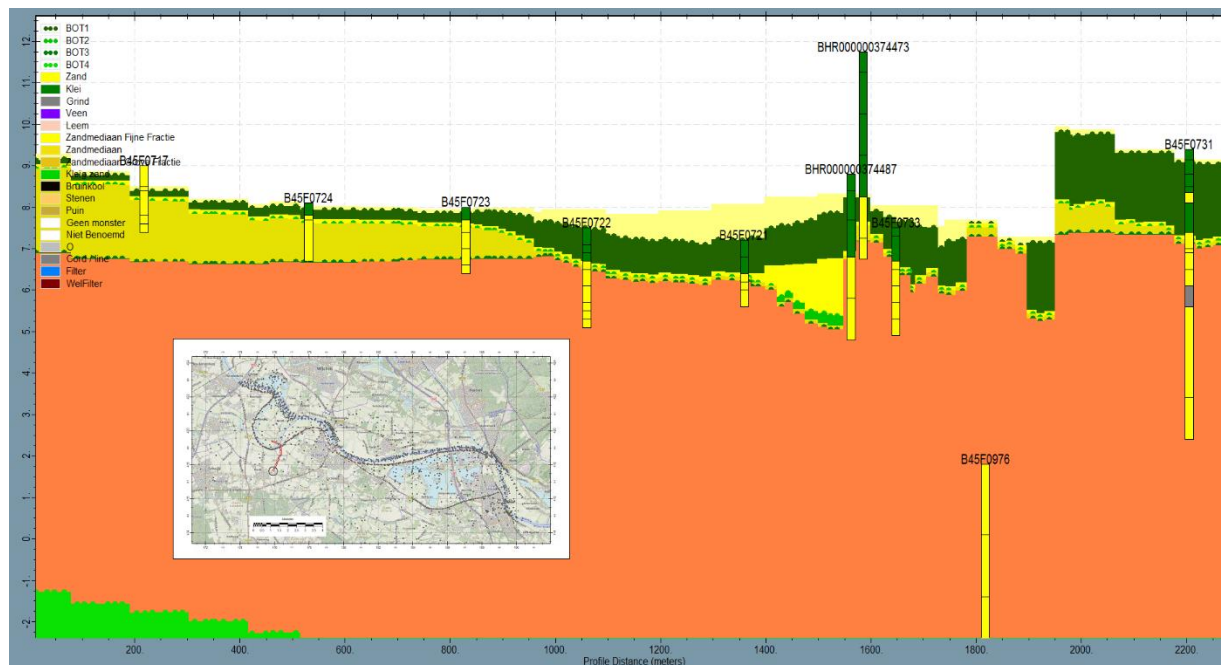


B1.7 Dwarsprofiel 3 – aangepast lagenmodel. Groene kleuren in de boringen en het dwarsprofiel geven slecht doorlatende lagen weer. Gele/oranje kleuren geven watervoerende lagen weer, bestaand uit zand en/of grind.

Dwarsprofiel 4:

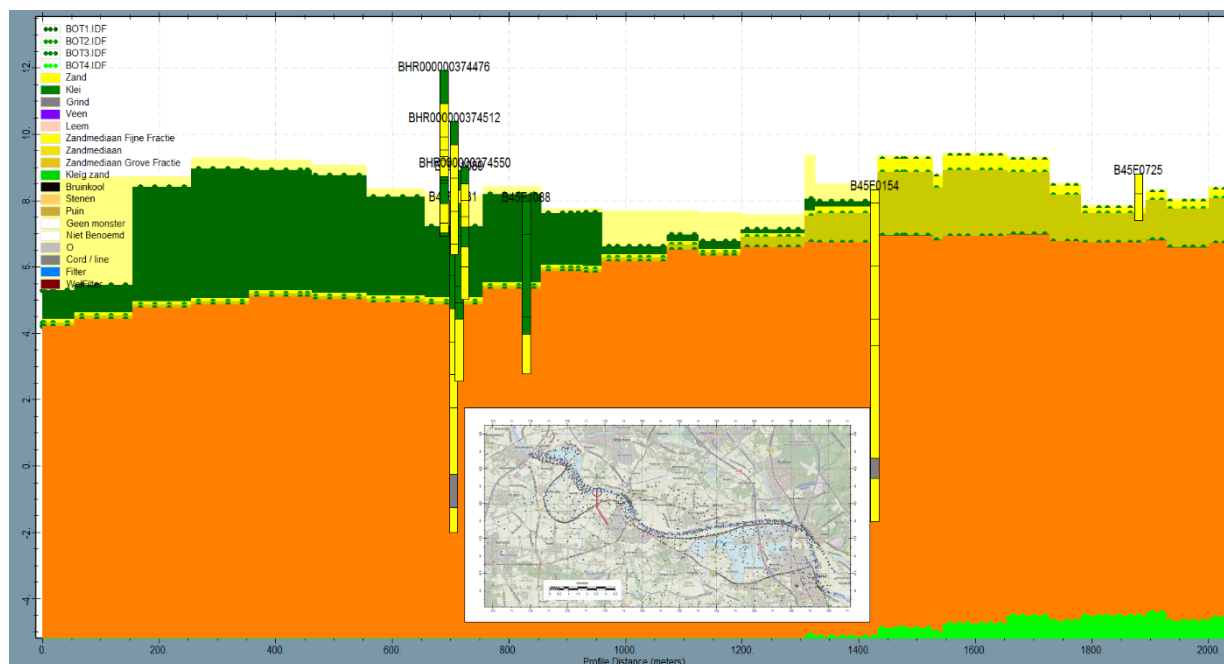


B1.8 Dwarsprofiel 4 – originele lagenmodel. Groene kleuren in de boringen en het dwarsprofiel geven slecht doorlatende lagen weer. Gele/oranje kleuren geven watervoerende lagen weer, bestaand uit zand en/of grind.

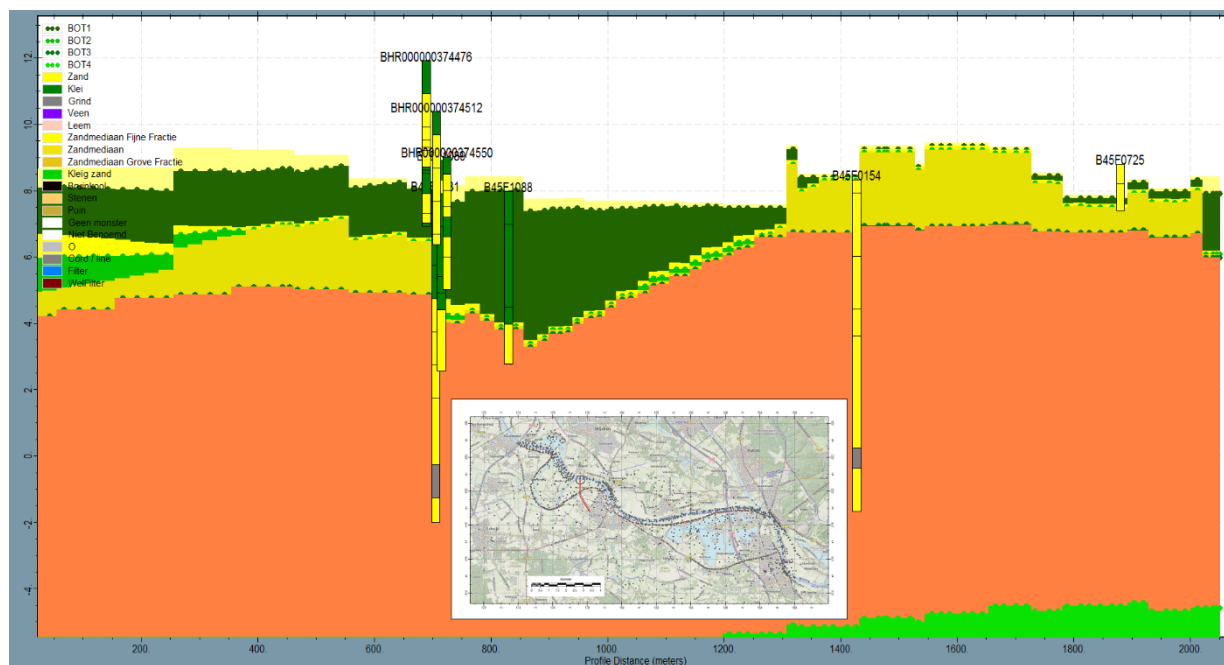


B1.9 Dwarsprofiel 4 – aangepast lagenmodel. Groene kleuren in de boringen en het dwarsprofiel geven slecht doorlatende lagen weer. Gele/oranje kleuren geven watervoerende lagen weer, bestaand uit zand en/of grind.

Dwarsprofiel 5

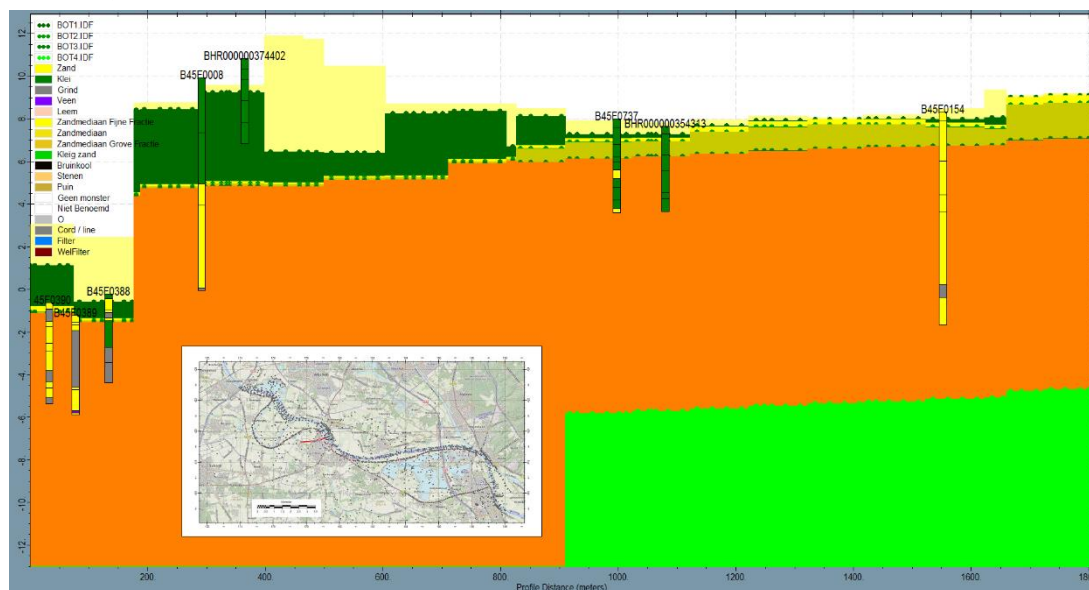


B1.10 Dwarsprofiel 5 – origineel lagenmodel. Groene kleuren in de boringen en het dwarsprofiel geven slecht doorlatende lagen weer. Gele/oranje kleuren geven watervoerende lagen weer, bestaand uit zand en/of grind.

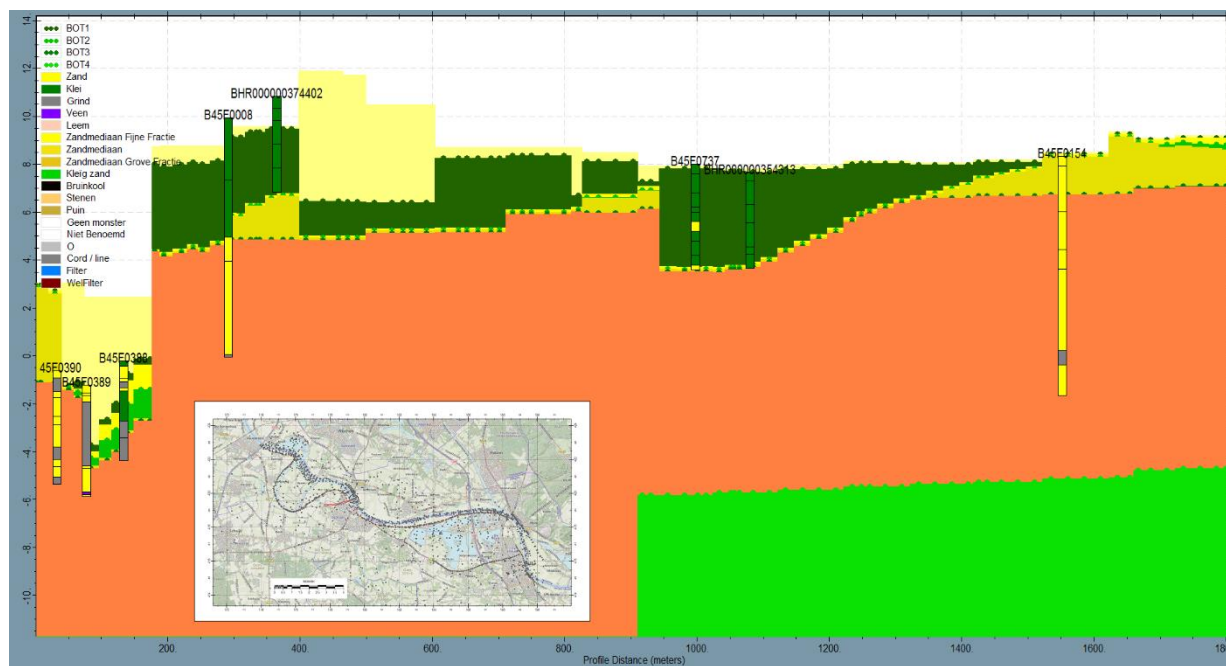


B1.11 Dwarsprofiel 5 – aangepast lagenmodel. Groene kleuren in de boringen en het dwarsprofiel geven slecht doorlatende lagen weer. Gele/oranje kleuren geven watervoerende lagen weer, bestaand uit zand en/of grind.

Dwarsprofiel 6:

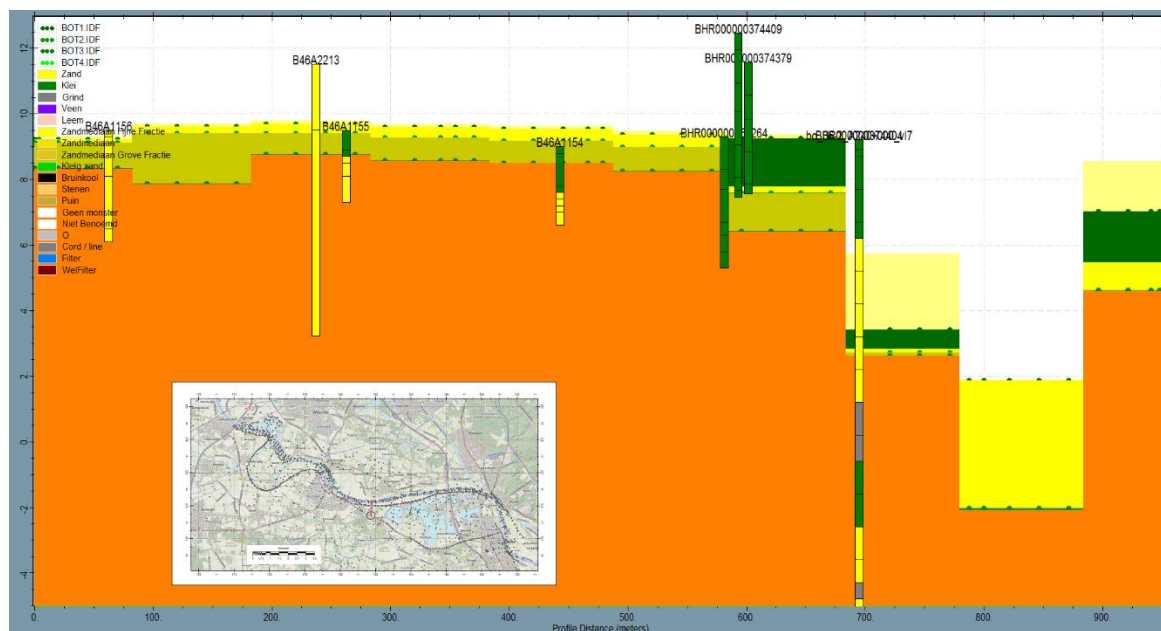


B1.12 Dwarsprofiel 6 – originele lagenmodel. Groene kleuren in de boringen en het dwarsprofiel geven slecht doorlatende lagen weer. Gele/oranje kleuren geven watervoerende lagen weer, bestaand uit zand en/of grind.

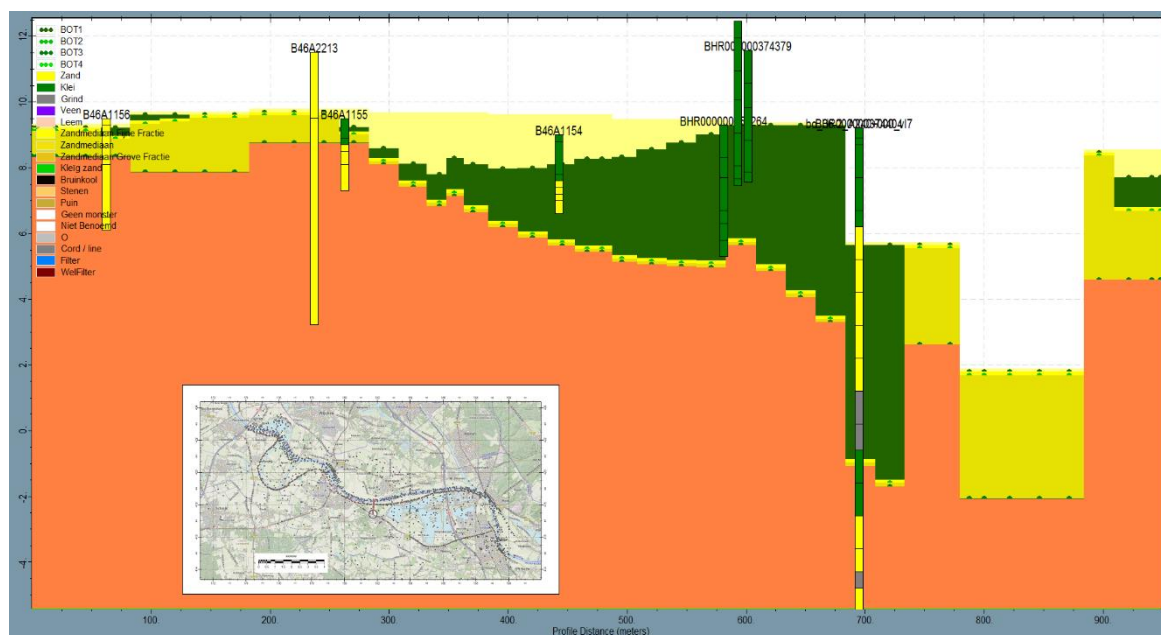


B1.13 Dwarsprofiel 6 – aangepast lagenmodel. Groene kleuren in de boringen en het dwarsprofiel geven slecht doorlatende lagen weer. Gele/oranje kleuren geven watervoerende lagen weer, bestaand uit zand en/of grind.

Dwarsprofiel 7:

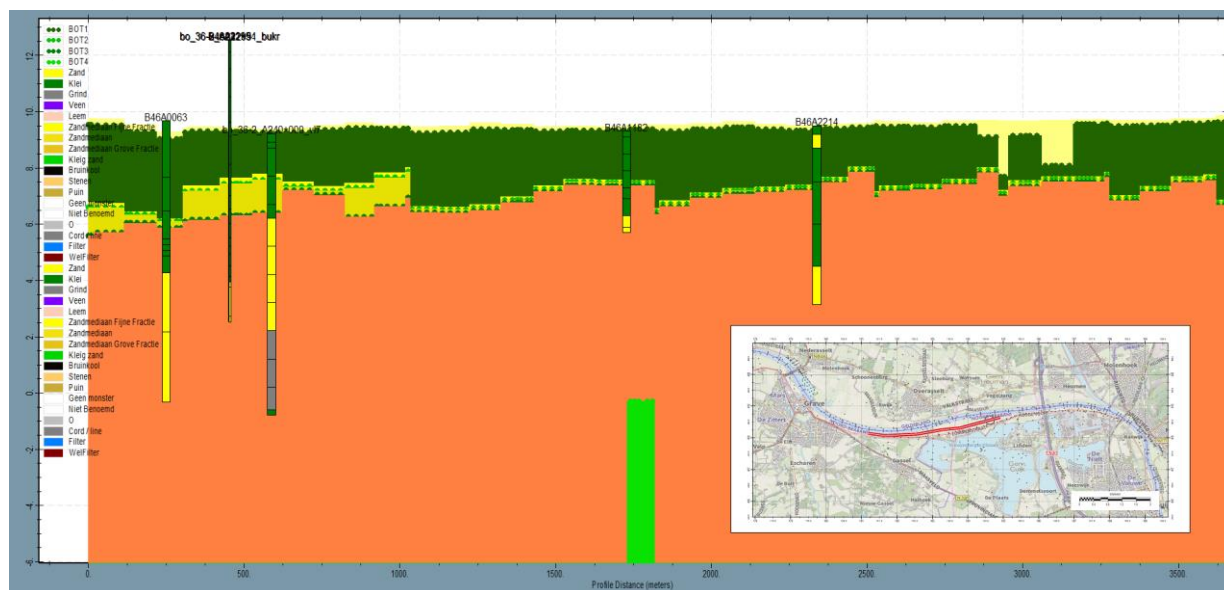


B1.14 Dwarsprofiel 7 – originele lagenmodel. Groene kleuren in de boringen en het dwarsprofiel geven slecht doorlatende lagen weer. Gele/oranje kleuren geven watervoerende lagen weer, bestaand uit zand en/of grind.

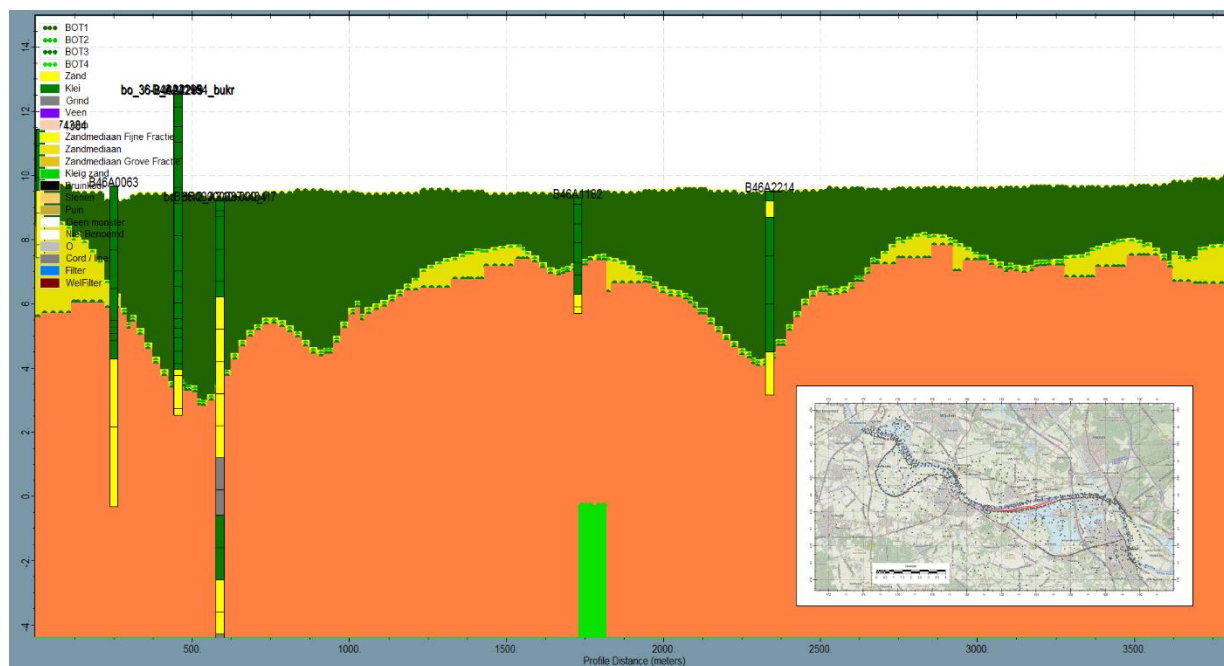


B1.15 Dwarsprofiel 7 – aangepast lagenmodel. Groene kleuren in de boringen en het dwarsprofiel geven slecht doorlatende lagen weer. Gele/oranje kleuren geven watervoerende lagen weer, bestaand uit zand en/of grind.

Dwarsprofiel 8:



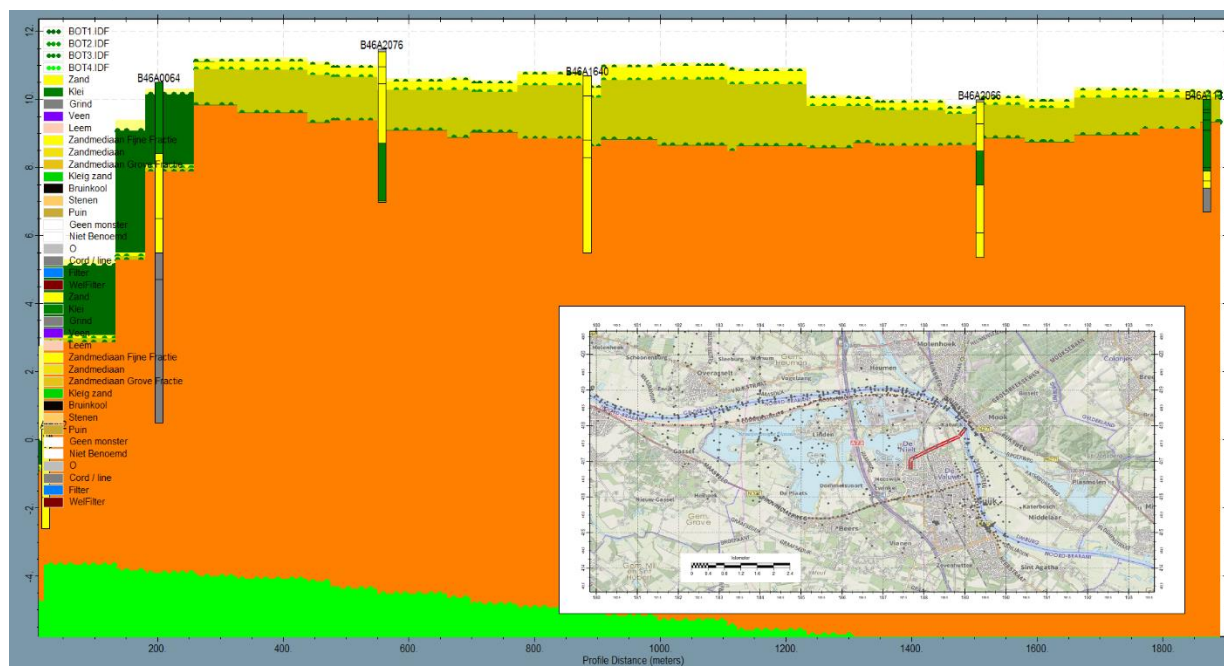
B1.16 Dwarsprofiel 8 – originele lagenmodel. Groene kleuren in de boringen en het dwarsprofiel geven slecht doorlatende lagen weer. Gele/oranje kleuren geven watervoerende lagen weer, bestaand uit zand en/of grind.



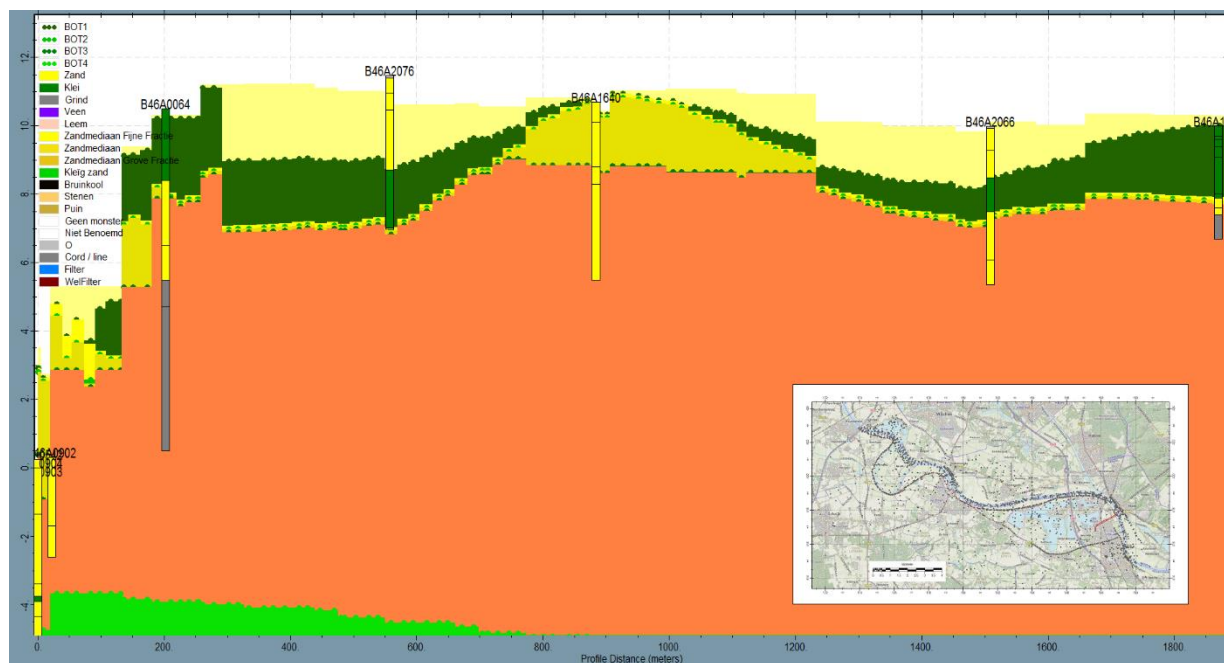
B1.17 Dwarsprofiel 8 – aangepast lagenmodel. Groene kleuren in de boringen en het dwarsprofiel geven slecht doorlatende lagen weer. Gele/oranje kleuren geven watervoerende lagen weer, bestaand uit zand en/of grind.

B1.19 Dwarsprofiel 9 – aangepast lagenmodel. Groene kleuren in de boringen en het dwarsprofiel geven slecht doorlatende lagen weer. Gele/oranje kleuren geven watervoerende lagen weer, bestaand uit zand en/of grind.

Dwarsprofiel 10

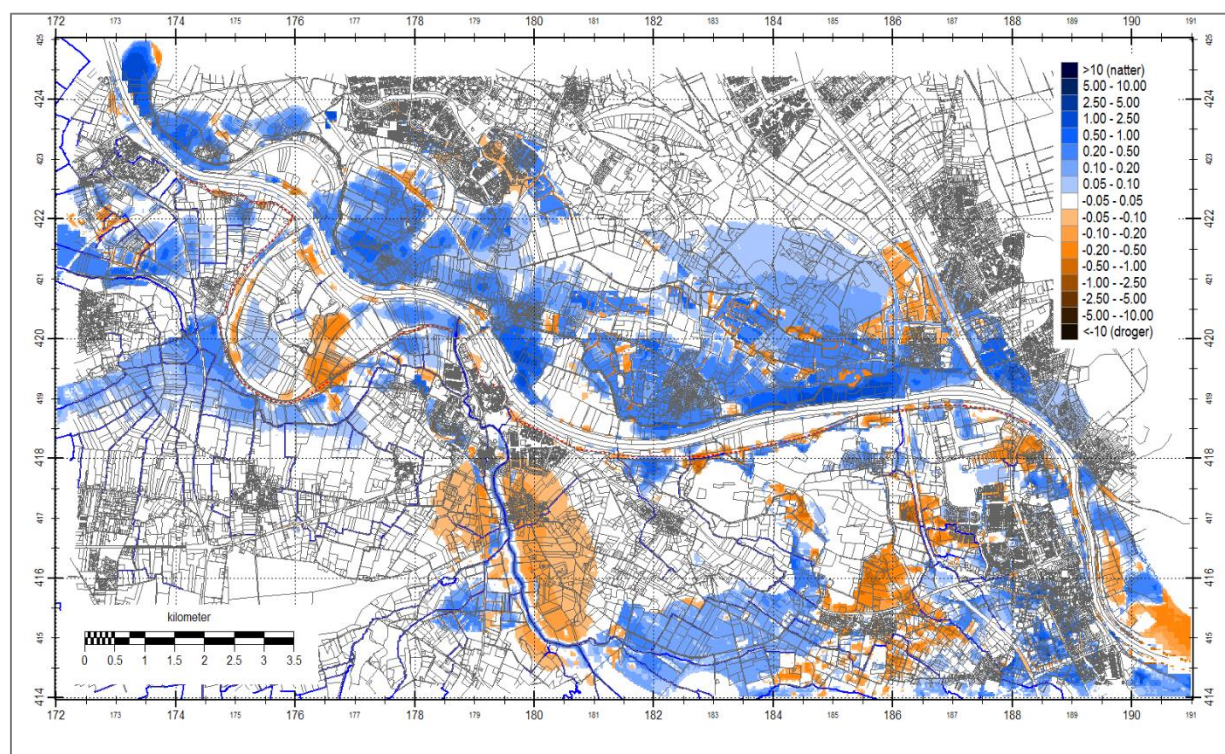


B1.20 Dwarsprofiel 10 – origineel lagenmodel. Groene kleuren in de boringen en het dwarsprofiel geven slecht doorlatende lagen weer. Gele/oranje kleuren geven watervoerende lagen weer, bestaand uit zand en/of grind.

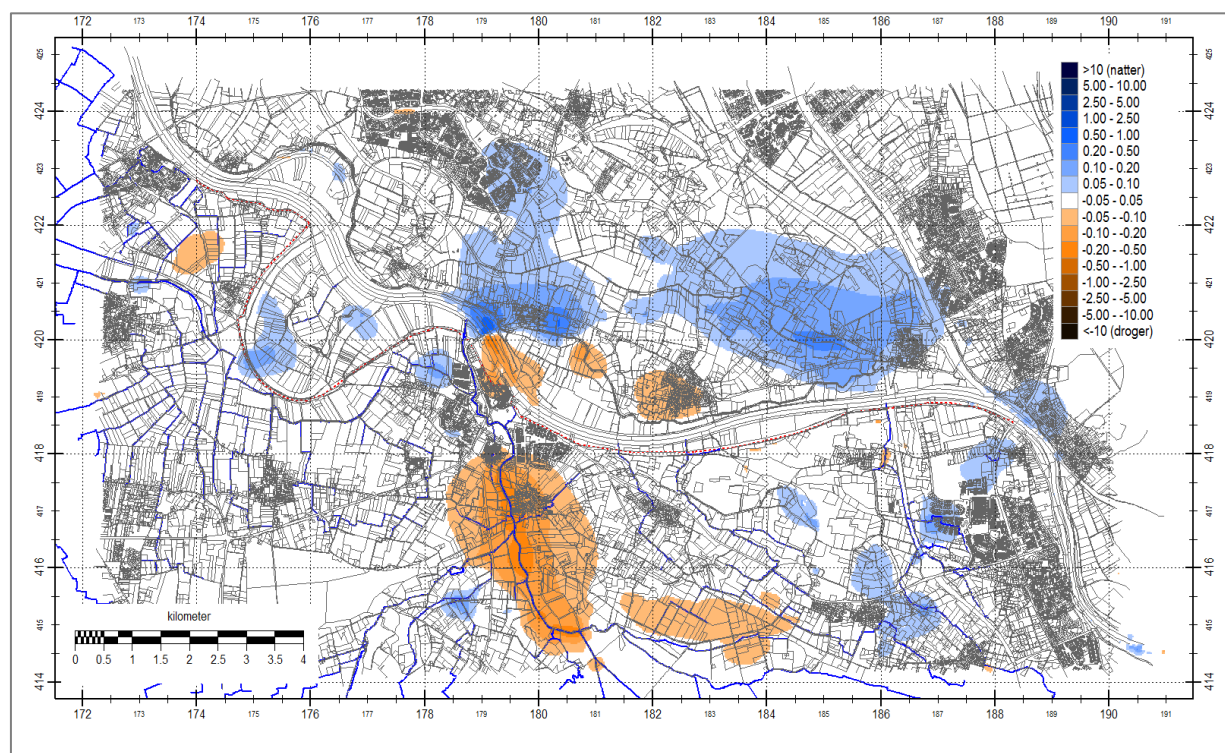


B1.21 Dwarsprofiel 10 – aangepast lagenmodel. Groene kleuren in de boringen en het dwarsprofiel geven slecht doorlatende lagen weer. Gele/oranje kleuren geven watervoerende lagen weer, bestaand uit zand en/of grind.

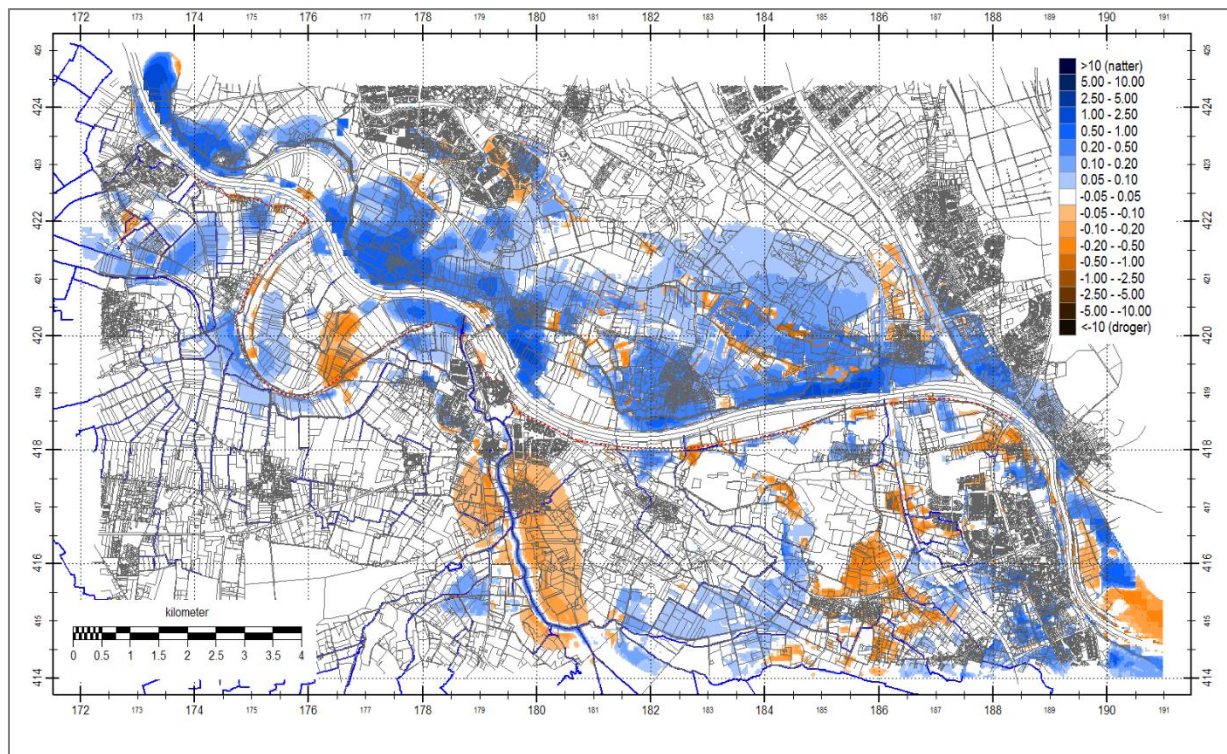
Bijlage 2 Effect van deklaagaanpassingen op de GXG



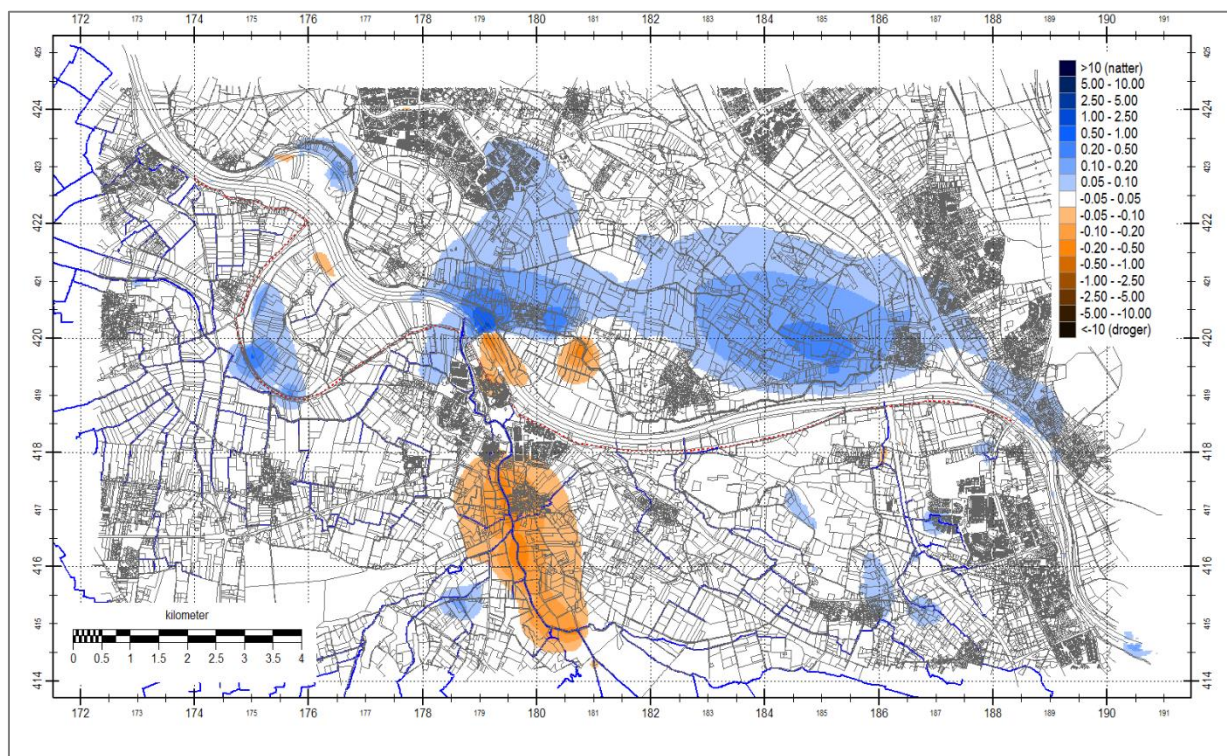
B2.1 Effect van de deklaagcorrectie op de berekende GHG voor laag 1 (freatisch)



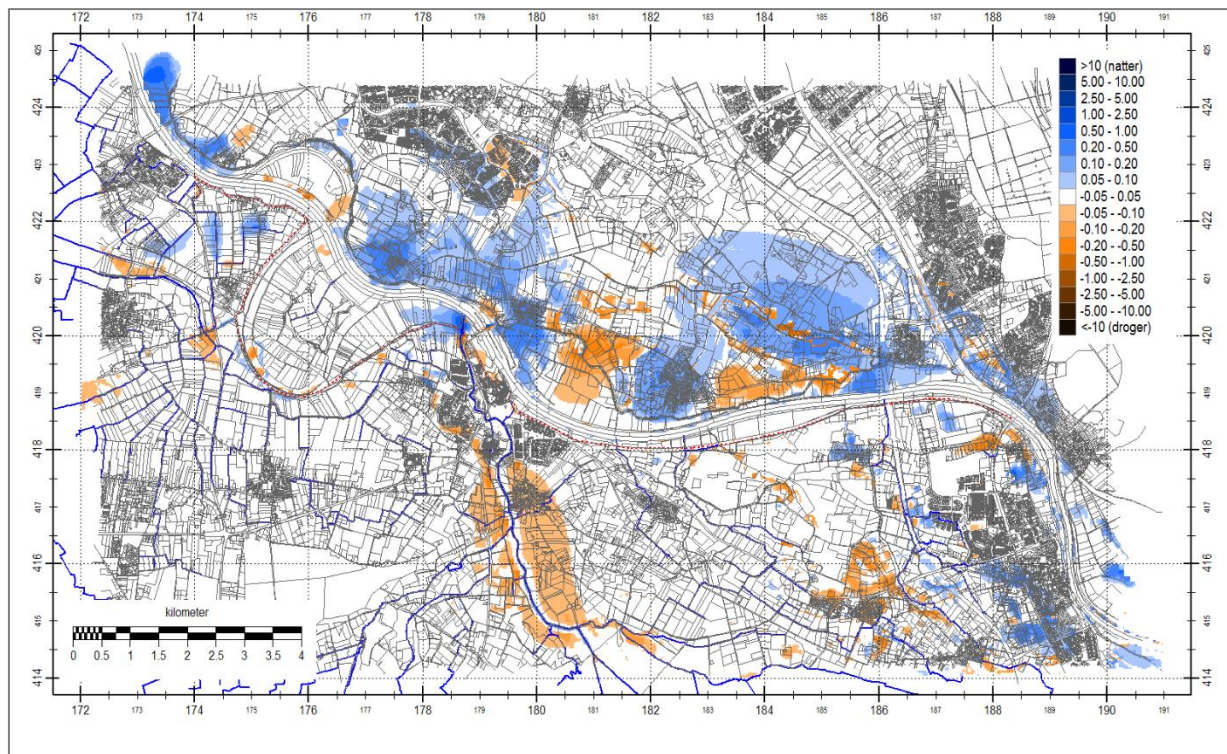
B2.2 Effect van de deklaagcorrectie op de berekende GHG voor laag 4 (watervoerend pakket)



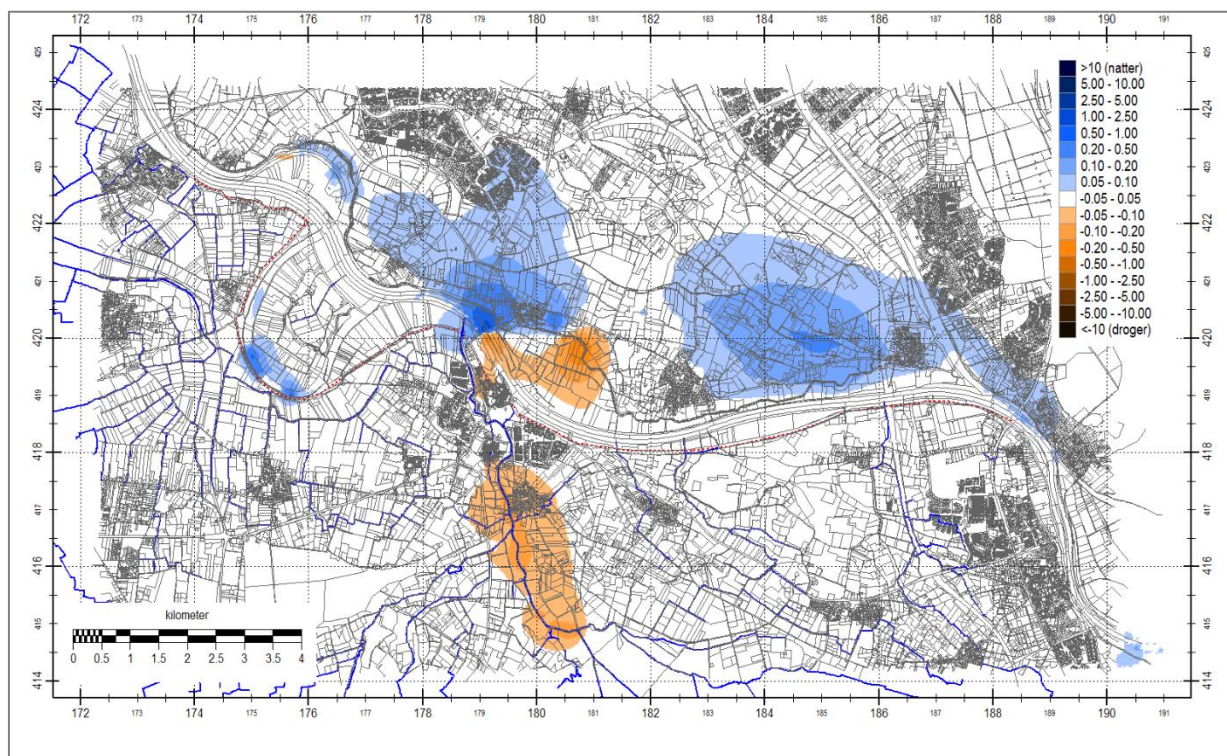
B2.3 Effect van de deklaagcorrectie op de berekende GVG voor laag 1 (freatisch)



B2.4 Effect van de deklaagcorrectie op de berekende GVG voor laag 4 (watervoerend pakket)

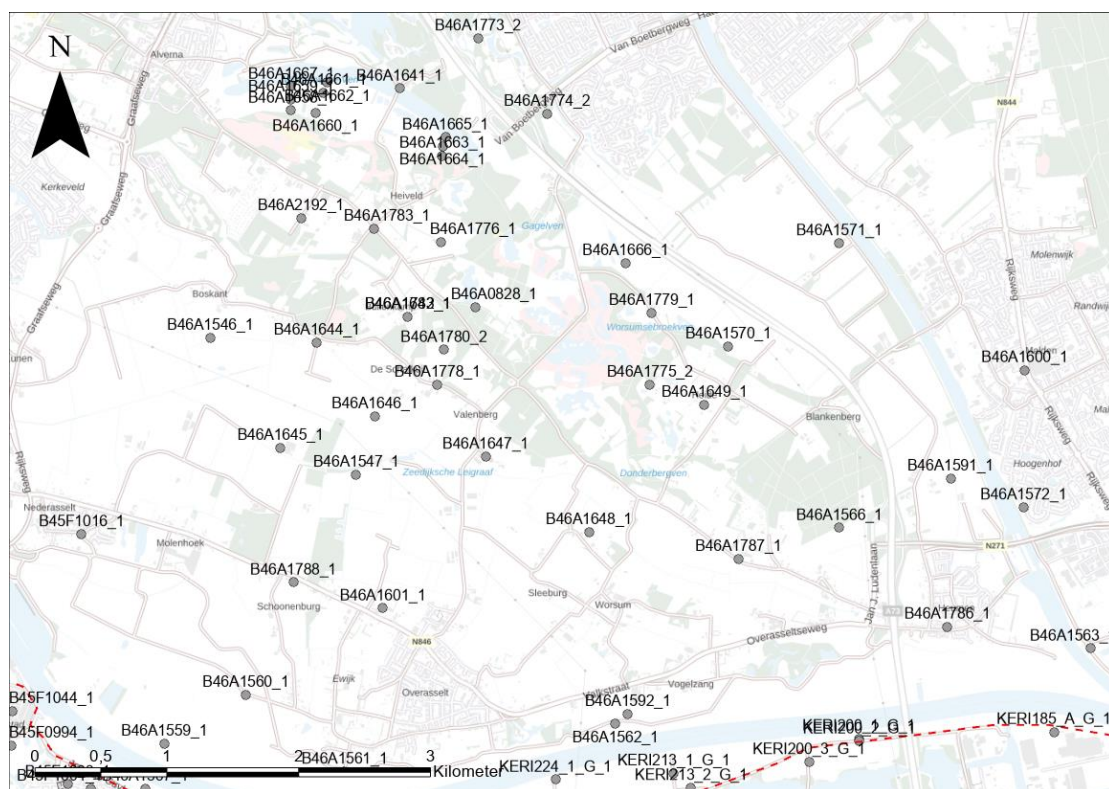
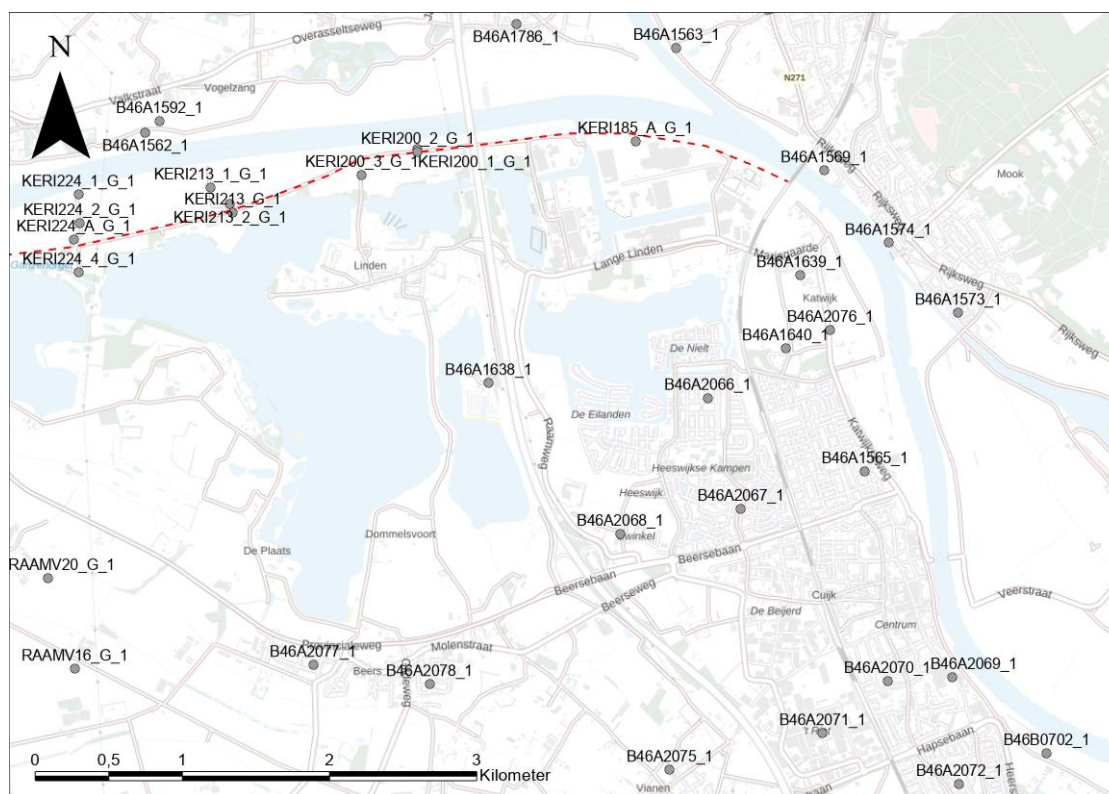


B2.5 Effect van de deklaagcorrectie op de berekende GLG voor laag 1 (freatisch)



B2.6 Effect van de deklaagcorrectie op de berekende GLG voor laag 4 (watervoerend pakket)

B3.2 Ligging peilbuizen langs het dijktraject Cuijk-Ravenstein



Metadata validatieset

Peilbuis ID	X	Y	BKF [m+NAP]	OKF [m+NAP]	MV [m+NAP]	Modellaag (BASIS4)
B40C2844_1	185543	428655	6.35	5.35	9.43	4
B40C2846_1	184824	427180	7.34	6.34	9.74	4
B40C3079_1	188560	427718	-4.23	-5.23	37.77	5
B40C3079_2	188560	427718	-12.8	-13.8	37.77	5
B40C3081_1	188248	428309	-2.94	-3.94	32.06	5
B40C3081_2	188248	428309	-7.46	-8.46	32.06	5
B40C3131_1	187355	426796	0.24	-0.76	30.04	4
B40C3151_1	187950	427666	-14.78	-16.78	34.22	5
B40C3151_2	187950	427666	-25.78	-27.78	34.22	5
B40C3307_1	185840	427559	-24.98	-26.98	11.62	5
B40C3312_1	186071	428286	-25.3	-27.3	10.7	5
B40C3316_1	186407	427464	-15.94	-16.94	23.06	5
B40C3384_1	184671	427257	-3.7	-4.7	9.23	4
B40C3384_2	184671	427257	-16.72	-17.72	9.23	5
B40C3385_1	185583	427278	-3.6	-4.6	15.8	4
B40C3385_2	185583	427278	-16.11	-17.11	15.8	5
B40C3386_1	185318	425440	-2.25	-3.25	11.71	5
B40C3386_2	185318	425440	-14.23	-15.23	11.71	5
B40C3387_1	185911	426260	-4.1	-5.1	21.81	5
B40C3388_1	185188	426923	-2.72	-3.73	18.17	4
B40C3388_2	185188	426923	-13.73	-14.73	18.17	5
B40C3389_1	185305	427497	-4.1	-5.1	9.9	5
B40C3389_2	185305	427497	-16.1	-17.1	9.9	5
B40C3535_1	184428	425315	6.5	5.5	9.69	4
B40C3749_2	187560	426450	-0.21	-0.23	nan	4
B40C3749_3	187560	426450	-34.89	-36.89	nan	5
B40D2280_1	190891	427616	6.04	5.04	10.41	4
B45E0886_1	168136	423717	4.8	4.05	6.19	1
B45E0937_1	165680	424223	7.18	6.18	10.44	0
B45F0992_1	178098	420506	4.67	3.67	8.68	2
B45F0993_1	179182	420440	5.24	4.24	8.04	3
B45F0994_1	179361	418728	7.48	6.48	10.36	2
B45F0998_1	179114	418945	6.6	5.6	8.7	1
B45F1001_1	178811	416024	6.83	6.33	9.5	4
B45F1003_1	179789	418435	nan	3.9	8.71	4
B45F1004_1	179963	418403	nan	4.01	8.91	4
B45F1010_1	177961	419154	6.37	5.37	10.17	4
B45F1011_1	178665	419420	6.41	5.41	8.41	4
B45F1012_1	178548	418806	6.6	5.6	8.8	4
B45F1013_1	178768	418330	6.47	5.47	8.47	4
B45F1014_1	179265	417897	5.18	4.18	8.68	4
B45F1016_1	179895	420332	4.64	3.64	8.73	4
B45F1019_1	179116	418944	5.71	4.71	8.59	1
B45F1044_1	179371	418991	2.3	1.3	10.91	4
B45F1045_1	178791	416067	8.01	7.01	9.21	3
B45F1046_1	178167	415518	9.96	8.96	11.41	1
B45F1047_1	177569	415154	12.36	11.36	14.59	4
B45F1048_1	177386	414491	13.32	12.32	15.72	4
B45F1049_1	176990	414610	12.32	11.32	14.31	5
B45F1050_1	179527	416071	6.09	5.09	8.9	4
B46A0828_1	182882	422055	9.06	8.06	10.45	4
B46A0828_3	182882	422055	7.41	6.41	10.45	4
B46A0865_1	180984	415501	7.08	6.58	8.42	4
B46A0865_2	180984	415501	3.19	2.69	8.42	4
B46A1546_1	180872	421822	3.9	3.4	6.46	4
B46A1547_1	181979	420783	4.44	3.94	7.17	4
B46A1559_1	180523	418745	5.97	4.97	9.65	2
B46A1560_1	181141	419115	6.29	5.29	9.16	1
B46A1561_1	181889	418531	6.45	5.45	9.24	4
B46A1562_1	183945	418894	6.17	5.17	9.05	3
B46A1563_1	187552	419466	6.94	5.94	11.19	4

B46A1564_1	180289	418218	8.07	7.07	8.94	3
B46A1565_1	188831	416591	7.54	6.54	10.57	4
B46A1566_1	185644	420381	7.35	6.35	9.99	4
B46A1567_1	180378	418404	5.77	4.77	9.78	1
B46A1568_1	189475	413705	7.03	6.03	11.03	4
B46A1569_1	188555	418635	6.48	5.48	8.88	3
B46A1570_1	184803	421758	6.65	5.65	9.01	4
B46A1571_1	185644	422539	5.66	4.66	8.34	4
B46A1572_1	187042	420535	7.33	6.33	10.64	4
B46A1573_1	189466	417668	8.54	7.54	11.34	4
B46A1574_1	188992	418143	6.33	5.33	9.37	0
B46A1591_1	186489	420756	6.22	5.22	8.73	4
B46A1592_1	184040	418970	5.75	4.75	9.21	3
B46A1600_1	187051	421578	6.03	5.03	11.67	4
B46A1601_1	182180	419771	7.05	6.05	9.28	4
B46A1604_1	185198	412928	7.85	6.85	10.15	4
B46A1638_1	186276	417191	7.57	6.57	9.97	3
B46A1639_1	188391	417922	5.8	4.8	10.6	4
B46A1640_1	188293	417425	6.52	5.52	10.71	4
B46A1641_1	182307	423713	5.25	4.25	7.53	4
B46A1643_1	182370	421982	5.28	4.28	6.77	4
B46A1644_1	181680	421786	3.69	2.69	6.34	4
B46A1645_1	181404	420986	4.6	3.6	7.19	4
B46A1646_1	182120	421227	4.66	3.66	7.15	4
B46A1647_1	182961	420919	5.52	4.52	8.75	4
B46A1648_1	183745	420349	6.53	5.53	9.44	4
B46A1649_1	184622	421314	6.78	5.78	9.55	4
B46A1658_1	181486	423546	6.54	4.54	7.38	4
B46A1659_1	181485	423631	6.98	4.98	7.27	4
B46A1660_1	181670	423530	6.98	4.98	7.15	4
B46A1661_1	181730	423680	5.79	4.79	7.15	4
B46A1662_1	181760	423760	5.15	4.15	7.21	4
B46A1663_1	182633	423204	6.74	5.74	8.53	4
B46A1664_1	182634	423277	6.41	5.41	7.37	4
B46A1665_1	182656	423343	5.84	4.84	7.22	4
B46A1666_1	184023	422390	7.51	6.51	7.69	4
B46A1667_1	181486	423728	5.45	3.45	6.98	4
B46A1742_1	180023	418313 nan		4.45	9.29	4
B46A1772_1	182238	424943	4.81	3.81	7.66	4
B46A1772_2	182238	424943	-1.34	-2.34	7.66	4
B46A1773_2	182903	424092	-2.09	-3.09	6.92	4
B46A1774_2	183427	423522	-0.34	-1.34	8.61	4
B46A1775_2	184207	421466	7.22	6.22	10.82	4
B46A1776_1	182623	422549	6.67	5.67	9.27	4
B46A1778_1	182595	421467	6.29	5.29	8.39	4
B46A1779_1	184223	422010	9.3	8.3	10.19	4
B46A1779_2	184223	422010	8.01	7.01	10.19	4
B46A1780_2	182644	421731	6.56	5.56	8.54	4
B46A1782_1	182371	421983	5.81	4.81	7.83	4
B46A1783_1	182111	422651	6.18	5.18	8.32	4
B46A1785_1	180142	417142	5.86	4.86	9.77	4
B46A1786_1	186464	419632	7.62	6.62	11.44	4
B46A1787_1	184879	420145	5.38	4.38	10.49	4
B46A1788_1	181502	419967	5.12	4.12	8.25	4
B46A2066_1	187765	417090	6.32	5.32	9.99	4
B46A2067_1	187989	416336	7.75	6.75	10.53	4
B46A2068_1	187171	416166	7.53	6.53	10.32	4
B46A2069_1	189424	415194	7.31	6.31	12.02	4
B46A2070_1	188985	415167	8.7	7.7	11.07	4
B46A2071_1	188544	414812	7.95	6.95	10.93	4
B46A2072_1	189473	414469	8.01	7.01	12.1	4
B46A2073_1	188692	414337	9.42	8.42	11.87	4

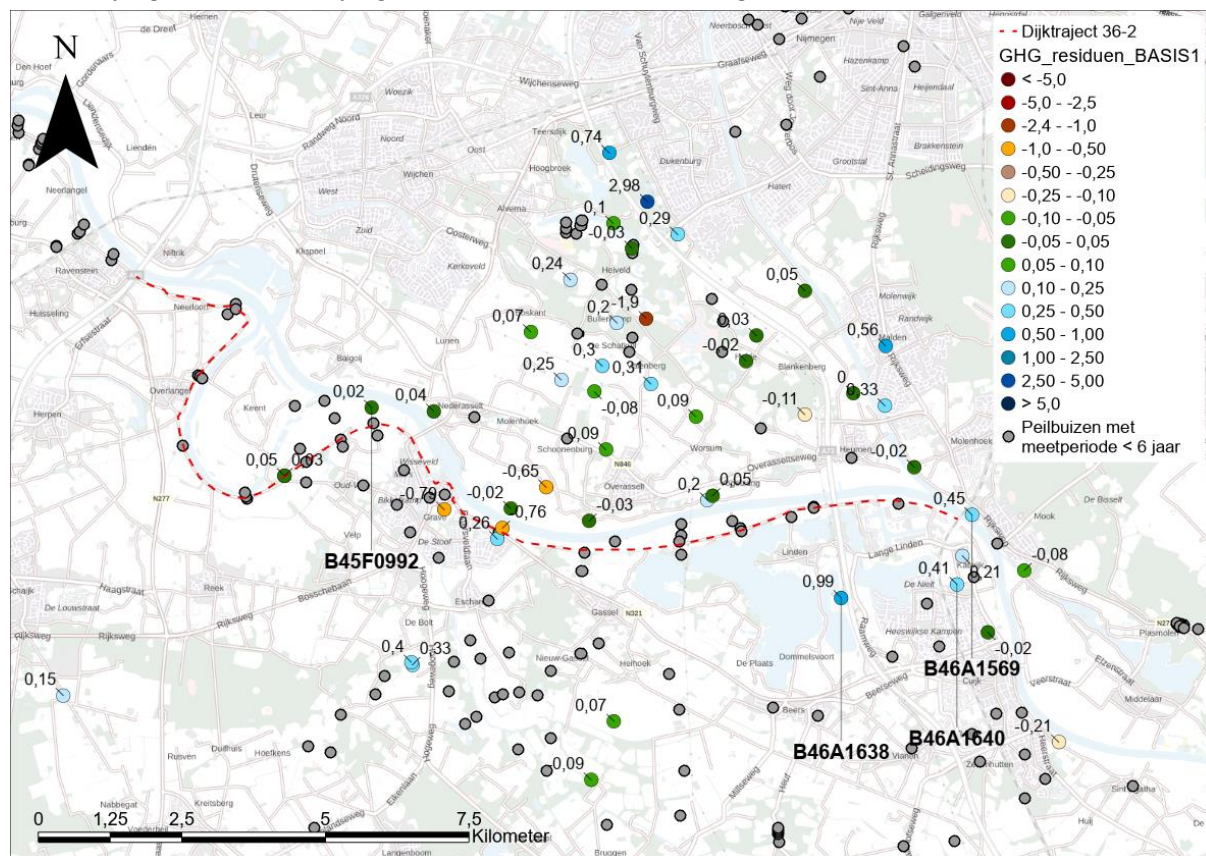
B46A2074_1	189826	414029	8.39	7.39	12.07	4
B46A2075_1	187507	414563	8.44	7.44	11.15	4
B46A2076_1	188596	417551	8	7	11.47	2
B46A2077_1	185085	415276	7.46	6.46	10.13	4
B46A2078_1	185875	415145	7.68	6.68	10.36	4
B46A2181_2	189805	424158	-4.15	-5.15 nan		4
B46A2192_1	181560	422730	-4.15	-5.15	8.19	4
B46B0702_1	190066	414676	7.94	6.94	10.84	4
B46B0703_1	192767	413885	7.1	6.1	9.84	4
B46B0705_1	192488	416644	9.65	8.65	12.9	4
B46B0720_1	192242	416712	11.62	11.32	12.33	4
B46B0721_1	192193	416732	11.9	11.4	12.77	4
B46B0722_1	192121	416743	10.97	10.47	13.53	4
B46B0723_1	192168	416678	11.62	10.82	13.12	4
B46B0734_1	192490	421058	30.2	28.2	37.3	4
B46B0738_1	192766	420330	28.99	27.99	31.88	4
B46B0742_1	192120	416744	12.77	12.47	13.53	3
B46B0744_1	192186	416708	11.93	11.63	12.62	4
B46B0745_1	192181	416708	10.11	9.81	12.61	4
B46B0746_1	191089	420963	25.25	23.25	53.97	4
B46B1048_1	191582	423232	40.18	38.18	86.18	4
B46B1048_2	191582	423232	28.18	26.18	86.18	4
B46B1048_3	191582	423232	4.18	2.18	86.18	4
B46B1058_1	191361	413908	8.73	7.73	12.41	4
B46B1316_1	192245	416664	12.16	11.16	12.61	4
B46B1317_1	192244	416664	10.66	9.66	12.96	4
B45F0153-002_	176585	419315	-0.663	-1.663	8.702	4
B45F0153-001_	176585	419315	1.792	0.792	8.692	4
B45F0175-001_	176759	420530	-1.683	-2.683	12.249	4
B45F0175-002_	176759	420530	-18.987	-19.987	12.249	5
B45F0175-003_	176759	420530	-37.179	-38.179	12.249	5
B45F0175-004_	176759	420530	-52.689	-53.689	12.249	5
B45F0175-005_	176759	420530	-85.529	-86.529	12.249	5
B46B0747-001_	193516	413172	8.686	7.686	10.626	4
B46B0747-002_	193515	413171	5.559	4.559	10.539	4
DEDI001_G_1	172312	425001	3.842	2.842	7.392	4
DEDI002_G_1	172351	425104	3.785	2.785	7.335	4
DEDI003_G_1	172365	425135	2.771	1.771	8.601	4
DEDI004_G_1	172378	425176	4.889	3.889	8.889	1
DEDI005_G_1	170949	425596	3.375	2.375	7.845	1
DEDI006_G_1	170886	425439	5.032	5.032	6.832	1
DEDI007_G_1	170932	425552	5.033	4.033	8.823	1
DEDI008_G_1	170922	425531	4.262	3.262	8.392	1
DEDI009_G_1	170041	425748	3.824	2.824	7.224	1
DEDI010_G_1	170102	425905	4.665	3.665	8.435	1
DEDI011_G_1	170078	425874	3.901	2.901	8.231	1
DEDI012_G_1	170077	425841	3.64	2.64	8.73	1
HORA001_G_1	178791	416067	8.009	7.009	9.889	3
HORA006_G_1	179527	416071	6.941	5.941	9.451	4
HORA015_G_1	178326	415828	8.659	7.659	11.499	4
KERI185_A_G_1	187273	418834	7.09	6.09	10.515	1
KERI200_1_G_1	185793	418783	8.737	7.737	10.539	2
KERI200_2_G_1	185795	418762	8.786	7.786	10.47	3
KERI200_3_G_1	185415	418603	4.896	3.896	10.287	4
KERI213_1_G_1	184388	418520	5.786	4.786	9.694	4
KERI213_2_G_1	184521	418407	6.662	5.662	9.949	4
KERI213_G_1	184539	418348	6.108	5.108	9.277	4
KERI224_1_G_1	183491	418471	4.271	3.271	9.579	4
KERI224_2_G_1	183500	418279	4.168	3.16	9.498	4
KERI224_4_G_1	183494	417942	5.493	4.493	8.819	4
KERI224_A_G_1	183458	418165	3.887	2.887	12.827	4
KERI240_1_G_1	182347	418179	7.442	6.442	9.633	3

KERI240_3_G_1	181748	417654	4.251	3.251	11.555	4
KERI240_G_1	181812	417976	4.488	3.488	9.025	4
KERI256_2_G_1	180307	418330	3.867	2.867	9.118	4
KERI287_1_G_1	173574	423075	4.509	3.509	7.26	1
KERI287_2_1_G	173606	423177	3.75	2.75	8.14	1
KERI287_2_2_G	173606	423177	5.137	4.137	8.14	0
KERI291_2_G_1	178126	420236	4.659	3.659	8.897	4
KERI291_3_G_1	178210	420020	3.04	2.04	8.378	4
KERI298_1_G_1	177288	420629	4.7	3.7	6.922	4
KERI298_2_G_1	177455	420324	5.108	4.108	8.838	4
KERI298_3_G_1	177566	419940	3.592	2.592	8.992	4
KERI298_4_G_1	177598	419825	3.908	2.908	8.021	4
KERI305_1_G_1	176846	419782	4.758	3.758	9.073	4
KERI305_3_G_1	176959	419207	4.267	3.267	8.433	4
KERI305_A_G_1	176960	419555	1.966	0.966	11.91	4
KERI317_1_G_1	175927	418911	5.869	4.869	8.903	4
KERI317_2_G_1	175917	418959	3.436	2.436	6.622	4
KERI317_3_G_1	175888	419033	3.224	2.224	6.419	1
KERI333_1_G_1	174817	419841	4.569	3.569	8.646	4
KERI346_1_G_1	175079	421072	5.002	4.002	8.561	4
KERI346_2_G_1	175121	421045	3.599	2.599	7.014	4
KERI346_3_G_1	175155	421016	3.39	2.39	6.802	4
KERI362_1_G_1	175733	422317	4.683	3.683	9.158	3
KERI362_3_G_1	175600	422134	4.509	3.509	7.053	1
KERI362_A_G_1	175743	422220	1.735	0.735	11.773	4
KERI394_1_1_G	172605	423313	5.457	4.457	7.078	1
KERI394_1_2_G	172605	423312	4.248	3.248	7.078	1
KERI394_2_G_1	172981	423532	3.831	2.831	8.266	3
KERI394_3_G_1	173018	423570	6.05	5.05	9.093	3
KERI394_5_G_1	173093	423700	4.013	3.013	7.103	3
KERI409_1_1_G	172137	424733	5.022	4.022	6.664	1
KERI409_1_2_G	172137	424732	3.799	2.799	6.664	4
KERI417_1_G_1	171957	425290	3.514	2.514	6.93	4
KERI417_2_G_1	171936	425409	4.014	3.014	7.5	4
KERI417_3_G_1	171953	425498	2.371	1.371	7.52	4
KERI444_1_G_1	169535	426050	2.271	1.271	6.819	1
KERI444_2_G_1	169518	426160	4.295	3.295	7.345	1
KERI444_3_G_1	169633	426411	4.154	3.154	7.183	1
KERI458_2_1_G	170658	425376	4.956	3.956	6.336	1
KERI458_2_2_G	170659	425375	3.805	2.805	6.336	1
KERI470_1_G_1	168509	424795	2.758	1.758	7	4
KERI470_2_G_1	168540	424872	-0.338	-0.338	5.39	4
KERI470_3_G_1	168573	424937	2.812	1.812	5.28	4
KERI471_1_G_1	168712	425455	3.439	2.439	8.102	1
KERI492_1_G_1	167334	426273	4.433	3.433	9.43	1
KERI492_2_G_1	167438	426351	2.899	1.899	7.22	4
KERI492_3_G_1	167425	426425	3.268	2.268	7.05	4
KERI516_1_1_G	166947	425998	5.142	4.142	6.602	1
KERI516_1_2_G	166947	425999	3.59	2.59	6.602	1
KERI517_1_G_1	166865	424766	2.254	1.254	6.16	4
KERI517_2_G_1	166739	424835	1.078	0.078	5.62	4
KERI517_3_G_1	166627	424824	1.525	1.525	5.96	4
KERI519_1_1_G	167037	424648	4.734	3.734	6.33	1
KERI519_1_2_G	167037	424648	3.167	2.167	6.33	2
KERI519_2_G_1	166009	425227	2.759	1.759	7.368	1
LAAR001_G_1	185182	413080	8.591	7.591	11.121	3
LAAR002_G_1	185184	413121	8.664	7.664	11.234	3
LAAR004_G_1	185184	413146	8.655	7.655	11.195	3
LAAR005_G_1	185177	413184	8.708	7.708	11.188	3
LAAR008_G_1	188256	412948	9.739	8.739	11.109	3
LAAR009_G_1	188355	412230	8.555	7.555	12.105	4
LAAR010_G_1	187364	412865	8.389	7.389	11.488	4

RAAMV01_G_1	180237	415455	6.977	5.977	10.767	4
RAAMV02_G_1	180383	415516	7.011	6.011	10.911	4
RAAMV03_G_1	180674	415546	7.148	6.148	10.108	4
RAAMV04_G_1	181218	415911	7.613	6.613	10.593	4
RAAMV05_G_1	181733	416212	6.708	5.708	9.668	4
RAAMV06_G_1	179926	415119	6.725	5.725	9.705	4
RAAMV07_G_1	179734	414989	7.506	6.506	10.466	4
RAAMV09_G_1	180649	414544	7.113	6.113	10.063	4
RAAMV10_G_1	181214	414744	7.281	6.281	9.841	4
RAAMV11_G_1	183716	412178	7.225	6.225	9.695	4
RAAMV12_G_1	182195	413238	7.462	6.462	10.412	4
RAAMV13_G_1	184932	411765	7.808	6.806	10.551	4
RAAMV14_G_1	183478	413402	7.33	6.33	9.99	4
RAAMV15_G_1	183542	414177	7.582	6.582	10.392	4
RAAMV16_G_1	183464	415249	7.283	6.283	9.948	4
RAAMV17_G_1	181156	414175	7.629	6.629	9.149	1
RAAMV18_G_1	183733	412548	7.847	6.847	10.807	4
RAAMV19_G_1	182059	416393	6.636	5.636	9.596	4
RAAMV20_G_1	183287	415867	6.81	5.81	9.61	4
RAAMV21_G_1	179998	416136	6.259	5.259	9.269	4
RAAMV22_G_1	179822	416446	5.163	4.163	9.683	4
RAAMV23_G_1	179451	415566	6.987	5.987	9.847	4
RAAMV24_G_1	180490	416240	6.864	5.864	9.694	4
REFV156_1_G_1	182319	415040	7.493	6.493	9.773	4
TONG002_G_1	181926	414019	6.719	5.719	10.149	4
VILT014_G_1	192271	410102	6.806	5.806	11.397	4
VILT102_G_1	192187	410579	9.739	8.739	11.709	4
VILT104_G_1	192260	410212	9.417	8.417	11.958	4
VILT111_G_1	192621	410033	9.35	8.35	11.9	4
B45E0579-001_G_1	168924	415177	14.496	13.496	17.641	4
B45F0667-001_G_1	172730	415490	15.146	14.146	17.256	4
MAAS002_G_1	170679	413992	16.666	15.666	18.606	4
MAAS010_G_1	167998	413516	14.77	13.77	15.955	3
BOVO002_G_1	174578	410705	18.368	17.386	21.006	4
BOVO003_G_1	177267	411515	15.702	14.702	17.952	4
KARL002_G_1	169901	411895	16.499	15.499	18.499	4
KARL003_G_1	169977	411972	16.946	15.946	18.196	4
KARL004_G_1	170023	411948	17	16	18.5	4
GAHU001_G_1	177094	413192	13.99	12.99	17.12	4
STEE006_G_1	162364	413374	5.026	4.026	6.706	3
STEE007_G_1	162364	413375	5.089	4.089	6.309	3
STEE009_G_1	162365	413399	5.343	4.343	6.393	3
STEE010_G_1	162340	413399	5.286	4.286	6.396	3
STEE001_G_1	162467	413413	5.232	4.232	6.482	3

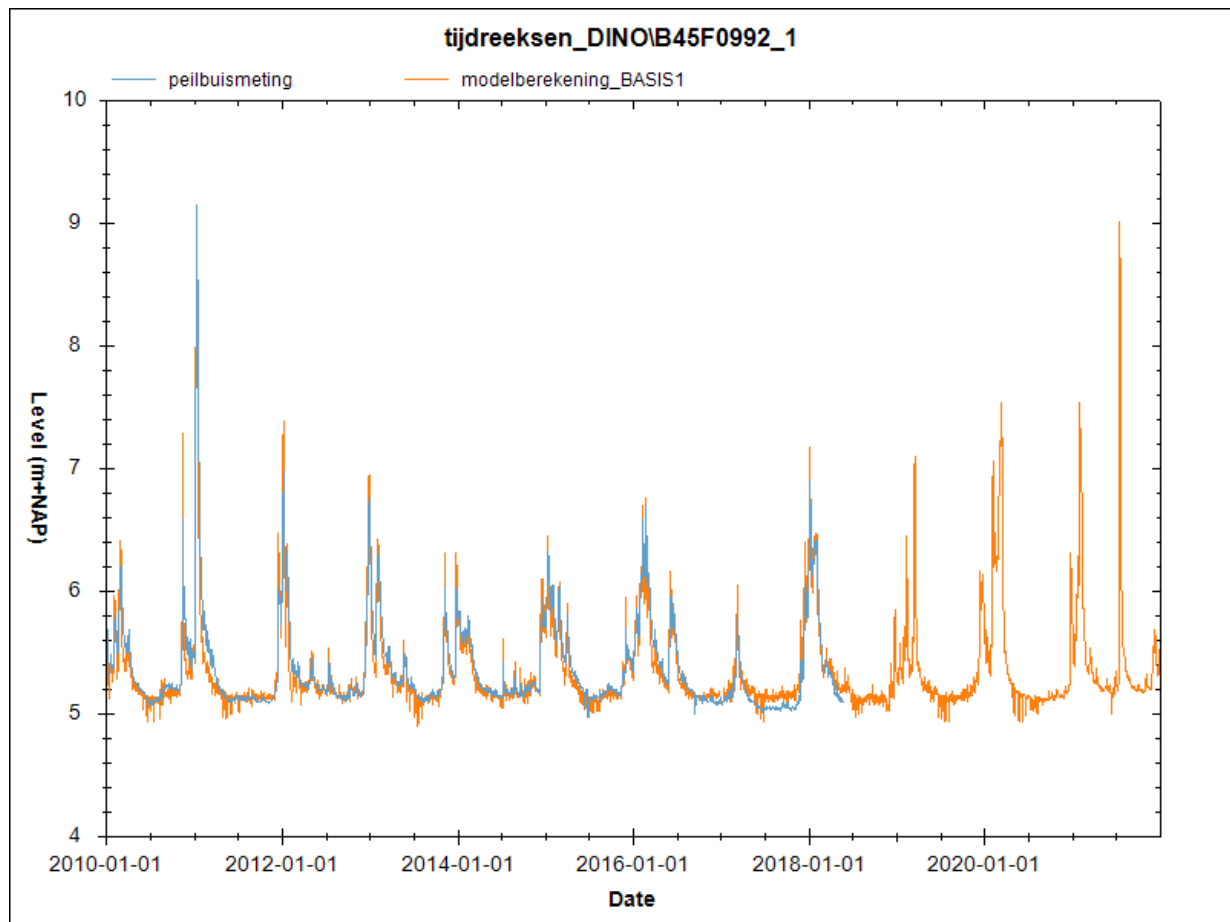
Bijlage 4 IJkresultaten uitgangsmodel

In Figuur B4.1 zijn de modelafwijkingen tussen de gemeten GHG en de met het uitgangsmodel berekende GHG-waarden weergegeven. In bijlage 5 zijn de modelafwijkingen per modellaag (1 t/m 4) opgenomen, inclusief de GVG- en GLG-modelafwijkingen. Een modelafwijking kleiner dan 0,05 m wordt als niet-significant beschouwd.



Figuur B4.1 Afwijking [m] tussen de gemeten GHG-waarden en de berekende GHG met modelvariant BASIS1 (zonder de deklaagaanpassingen) voor de peilbuizen in modellagen 1 t/m 4 (deklaag, tussenzandlaag en watervoerende pakket)

Uit de analyse van de modelafwijkingen blijkt dat het uitgangsmodel op meerdere locaties langs het dijktraject goed in staat is om de GxG-waarden goed te simuleren (afwijking < 0,10 m). Over het algemeen zijn de modelafwijkingen dicht langs de Maas klein (< 0,10 m). Dit blijkt bijvoorbeeld uit peilbuis B45F0992 (zie Figuur B4.1). Hieruit kan opgemaakt worden dat de Maas-rivierstanden langs het grootste deel van het dijktraject goed in het model zijn verwerkt.



Figuur B4.2 Gemeten (in blauw) en berekende (rood) stijghoogten ter plaatse van peilbuis B45F0992. De modelberekening is uitgevoerd met modelvariant BASIS1 (zonder de deklaagaanpassingen).

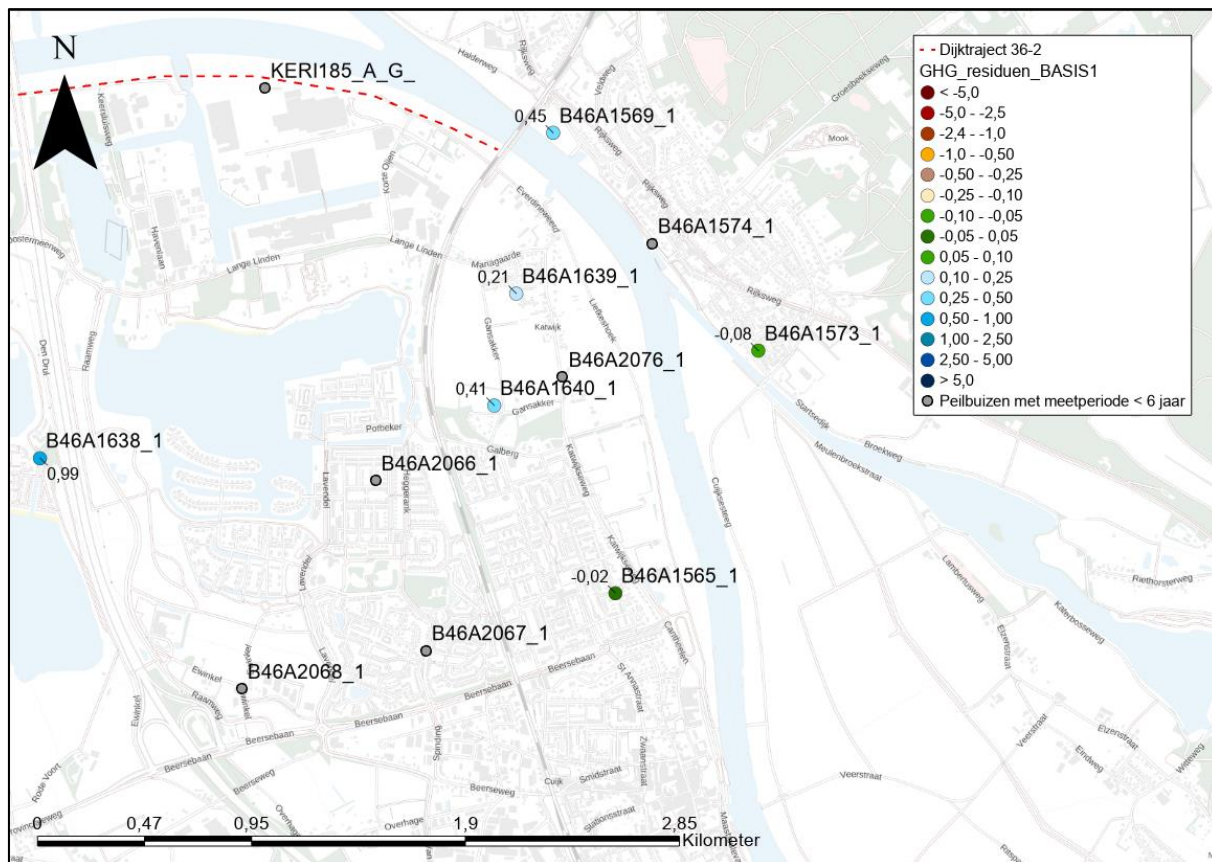
De meetperiode van meerdere peilbuizen langs het dijktraject is te kort om nauwkeurig een GxG-waarde te bepalen. Voor deze peilbuizen is een visuele controle uitgevoerd in hoeverre de gemeten reeksen overeenkomen met de modelberekeningen. Uit deze analyse blijkt dat in veel gevallen de berekende stijghoogten ter plaatse van de peilbuizen langs het dijktraject voldoende overeenkomen met de meetreeksen. De peilbuizen en peilbuisclusters waarvoor dit niet het geval is zijn hieronder in meer detail beschreven.

Peilbuizen in Grave

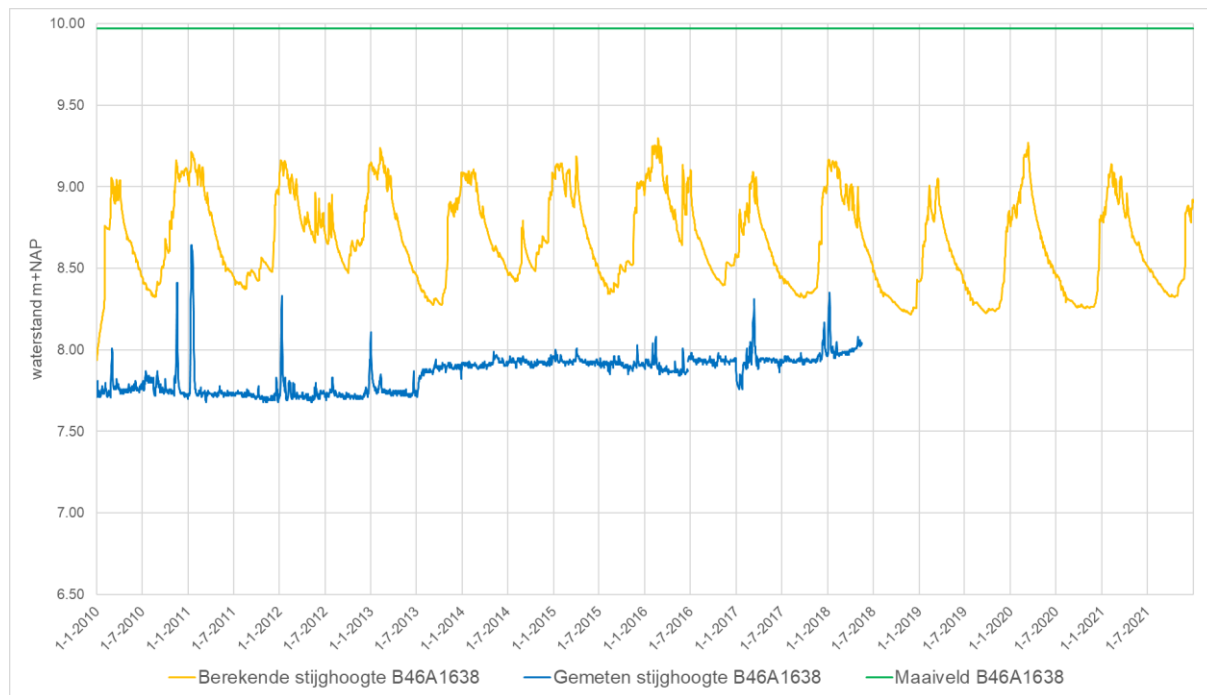
De modelafwijkingen in en rondom het stedelijk gebied van Grave zijn over het algemeen groter. Het is echter bekend dat grondwaterstanden binnen stedelijk gebied moeilijk te simuleren zijn in een regionaal grondwatermodel.

Peilbuizen rondom Cuijk

Het model lijkt rondom Cuijk in het westelijk deel van het dijktraject hogere stijghoogten te berekenen dan gemeten (zie Figuur B4.3). De oorzaak hiervoor is verschillend. Zo zijn er aanwijzingen dat de stijghoogten ter plaatse van peilbuis B46A1638 kunstmatig verlaagd worden door een bemaling. Dit is te zien aan het diepe peil onder maaiveld en de zeer beperkte fluctuaties in de stijghoogte in Figuur B4.4.



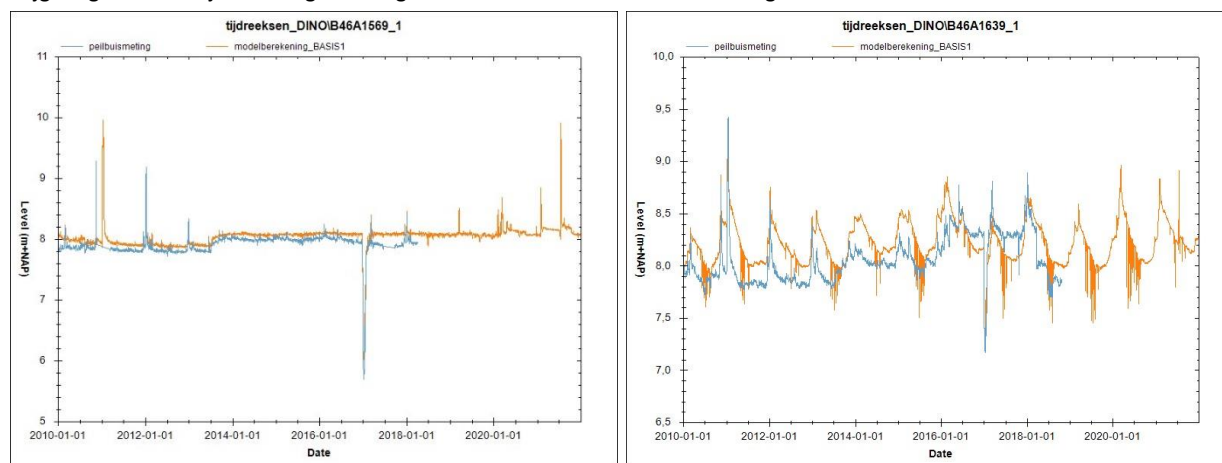
Figuur B4.3 Ligging van de peilbuizen ten noorden van Cuijk, inclusief de GHG-modelafwijkingen van het originele model (BASIS1)



Figuur B4.4 Gemeten en berekende stijghoogte ter plaatse van peilbuis B46A1638 uit figuur B3.3

Verder is de modelafwijking van de GHG in peilbuizen B46A1569 en B46A1639 groot (0,45 m) terwijl uit de tijdreeksen blijkt dat het model wel in staat is de stijghoogten enigszins juist te simuleren (zie Figuur B4.5). De GHG-afwijking is relatief groot omdat de peilbuismetingen een aantal recente hoogwatermomenten niet bevat, terwijl deze wel in de modelberekeningen zitten.

Daarnaast blijken de stijghoogten ter plaatse van peilbuis B46A1639 minder snel uit te zakken in droge jaren vergeleken met de metingen (zie Figuur B3.5). Dit kan meerdere oorzaken hebben, zoals een te laag doorlaatvermogen van het watervoerende pakket. Bij een hoger doorlaatvermogen is de drainerende werking van de Maas groter en zakken de stijghoogten sneller uit. Daarnaast ligt er een volkstuinvereniging dichtbij deze peilbuis. Mogelijk wordt hier grondwater onttrokken, terwijl dit niet in het model verwerkt is. Het berekende verloop bij stijging van de stijghoogte en de maximale stijghoogtewaarde lijken overigens wel goed overeen te komen met de metingen.

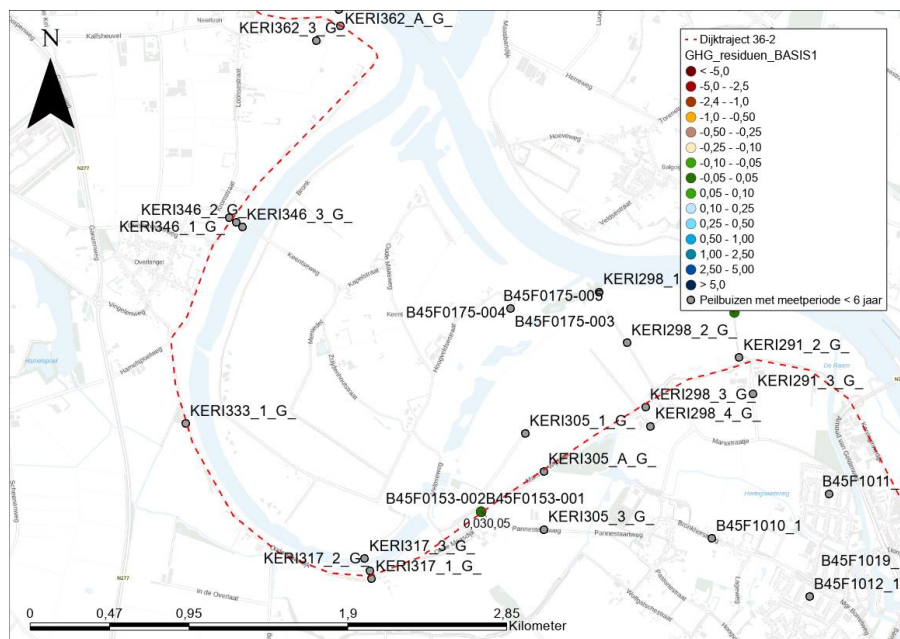


Figuur B4.5 Gemeten en berekende stijghoogte ter plaatse van peilbuis B46A1569 en B46A1639 uit figuur B3.3

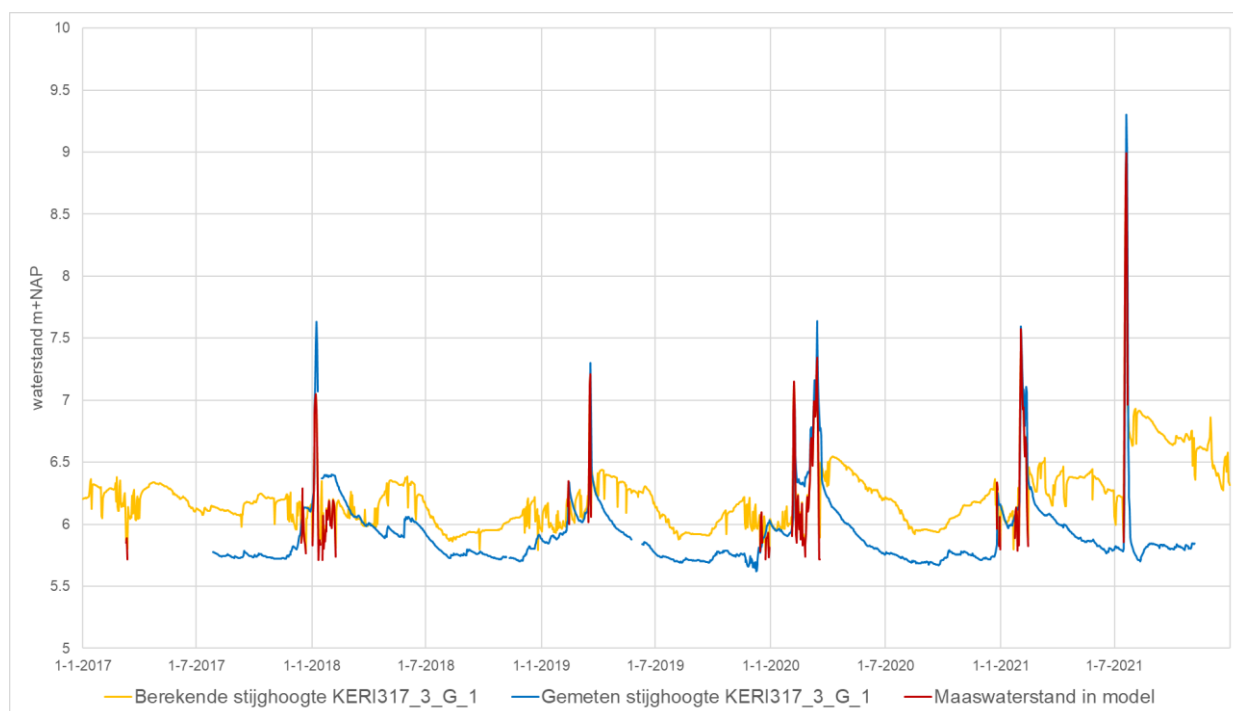
Peilbuizen langs oude Maasmeander bij Keent

In Figuur B4.7 zijn de gemeten- en berekende stijghoogten inclusief het Maaswaterpeil in de verlaten meandergeul ter hoogte van de peilbuisraai KERI317 weergegeven. In deze figuur valt op dat de metingen en berekeningen uit de pas gaan lopen zodra er geen waterstand meer actief is in de meandergeul in het model³. Vanaf dit moment wordt het grondwater alleen nog afgevoerd door wegzijging en grondwaterstroming naar de omgeving. In de praktijk stroomt het grondwater sneller weg dan in de berekeningen. De oorzaak bleek de berging van water op maaiveld in MetaSWAP te zijn. Dit is opgelost door de OLF-module te gebruiken (zie hoofdstuk 4).

³ In het model inundeert de oude Maasmeander afhankelijk van het waterpeil in de Maas. Dit is geschematiseerd via de ISG-package, waarin onder andere een inundatievlak, waterbodemoogte, peil en een intredeweerstand opgegeven worden.



Figuur B4.6 Ligging van peilbuizen langs de verlaten Maasmeander bij Keent

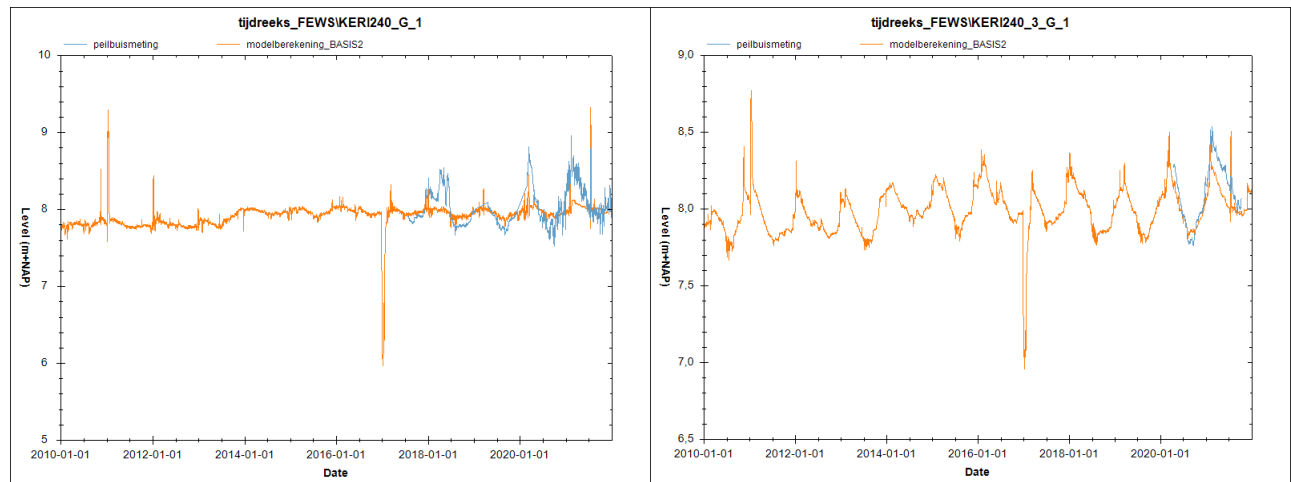


Figuur B4.7 Gemeten- en berekende stijghoogtereeksen van peilbuis KERI317_3_G_1, inclusief de Maaswaterstanden ter hoogte van de peilbuis uit het geohydrologisch model.

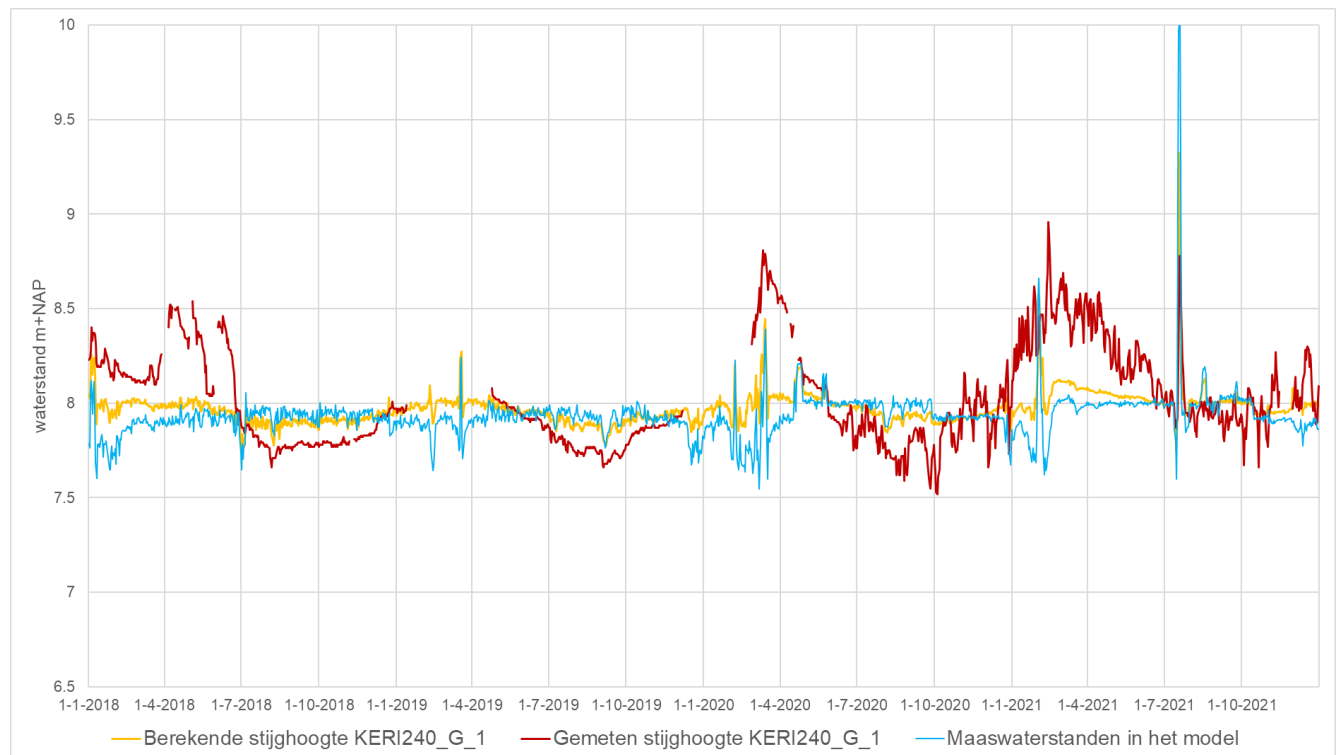
Peilbuis KERI240_G_1

In Figuur B4.8 zijn de berekende en gemeten stijghoogten ter plaatse van peilbuizen KERI240_G_1 en KERI240_3_G_1 weergegeven. De filters van beide peilbuizen liggen in het eerste watervoerend pakket onder de deklaag. Peilbuis KERI240_G_1, links in Figuur B4.8, ligt langs de binnenteen van de dijk en peilbuis KERI240_3_G_1 ligt circa 300 m verder van de dijk richting binnendijs gebied. In de figuur is te zien dat de berekende stijghoogtefluctuaties in peilbuis KERI240_G_1 kleiner zijn dan de gemeten fluctuaties. In peilbuis KERI240_3_G_1 komen de metingen beter overeen met de berekeningen.

In Figuur B4.9 zijn de Maaswaterstanden ter hoogte van de peilbuis uit het model weergegeven samen met de berekende en gemeten stijghoogten. Uit de figuur blijkt dat de stijghoogte in de praktijk veel sterker fluctueert. De stijghoogte stijgt eerder, tot een hoger niveau en daalt langzamer vergeleken met de Maaswaterstanden. De oorzaak hierachter is niet duidelijk. Mogelijk bevindt het filter van de peilbuis zich in een lokale slecht doorlatende laag. Er zijn echter geen ondergrondgegevens van de exacte locatie van de peilbuis beschikbaar om dit te bevestigen.



Figuur B4.8 Gemeten- en berekende stijghoogtereeksen. Links: ter plaatse van peilbuis KERI240_1_G_1. Rechts: ter plaatse van peilbuis KERI240_3_G_1.

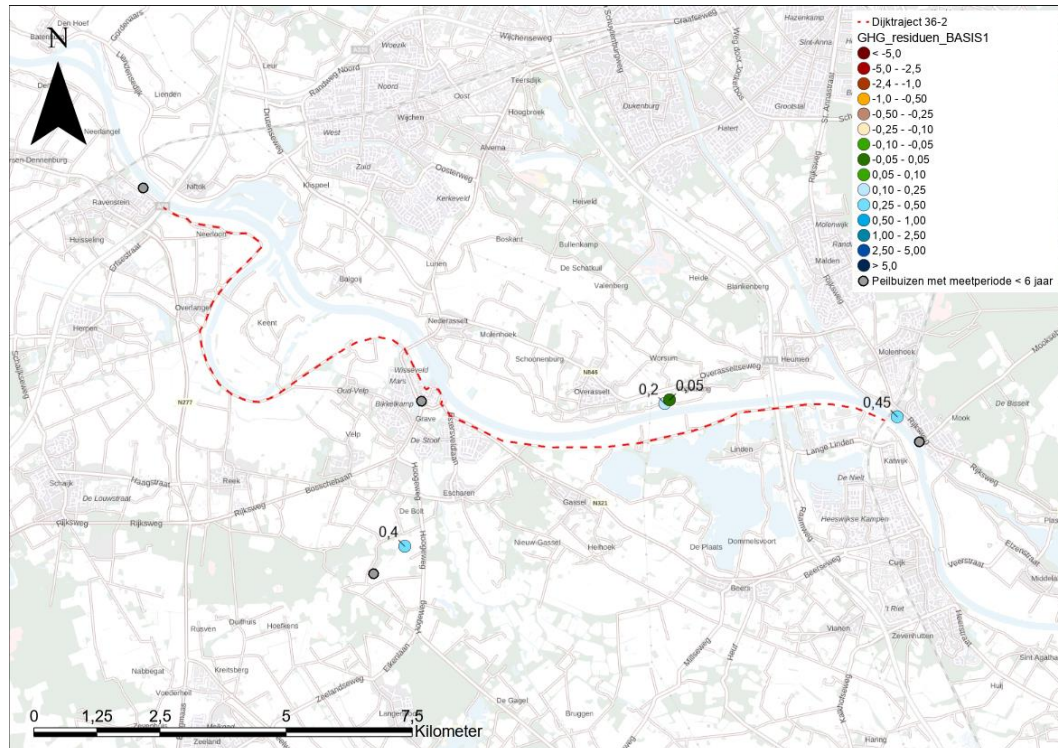


Figuur B4.9 Gemeten- en berekende stijghoogtereeksen van peilbuis KERI240_G_1, inclusief de Maaswaterstanden ter hoogte van de peilbuis uit het geohydrologisch model

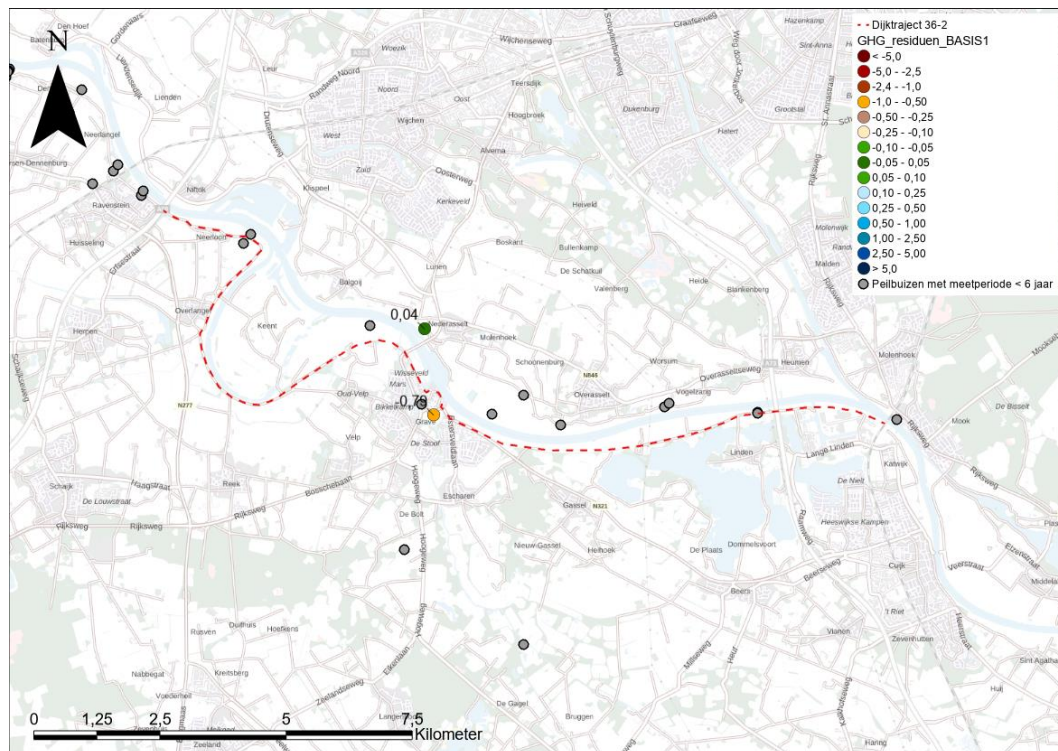
Bijlage 5 Modelresiduen

CURA_BASIS1_BAS_NSTAT_2010-2021_25m

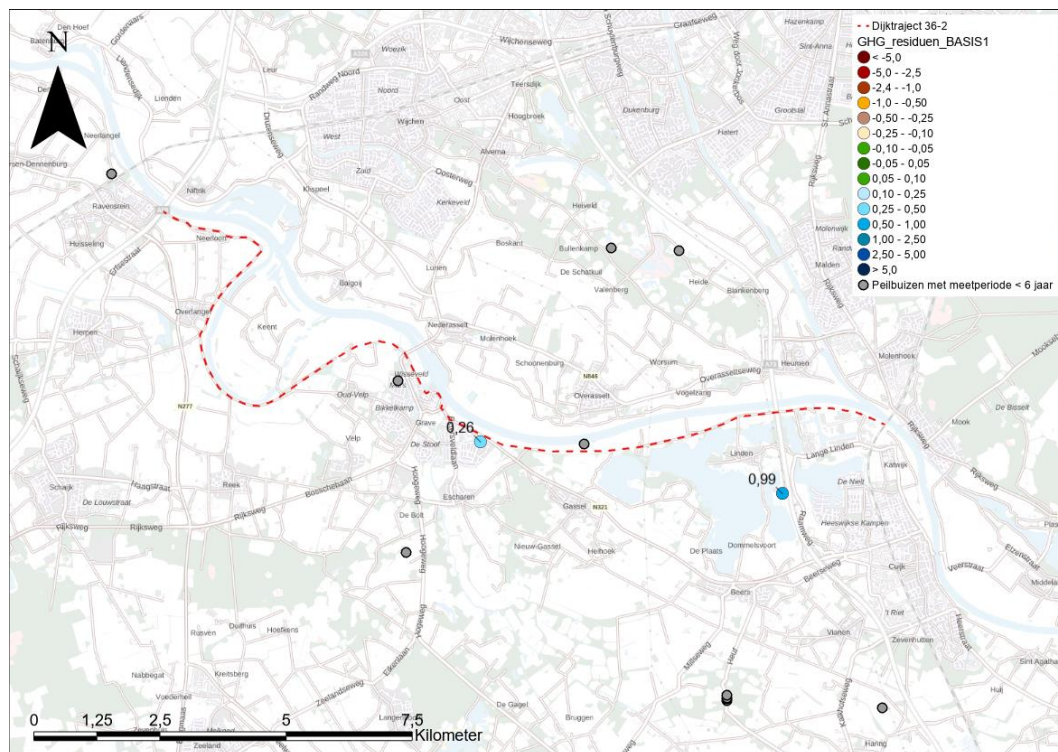
GHG



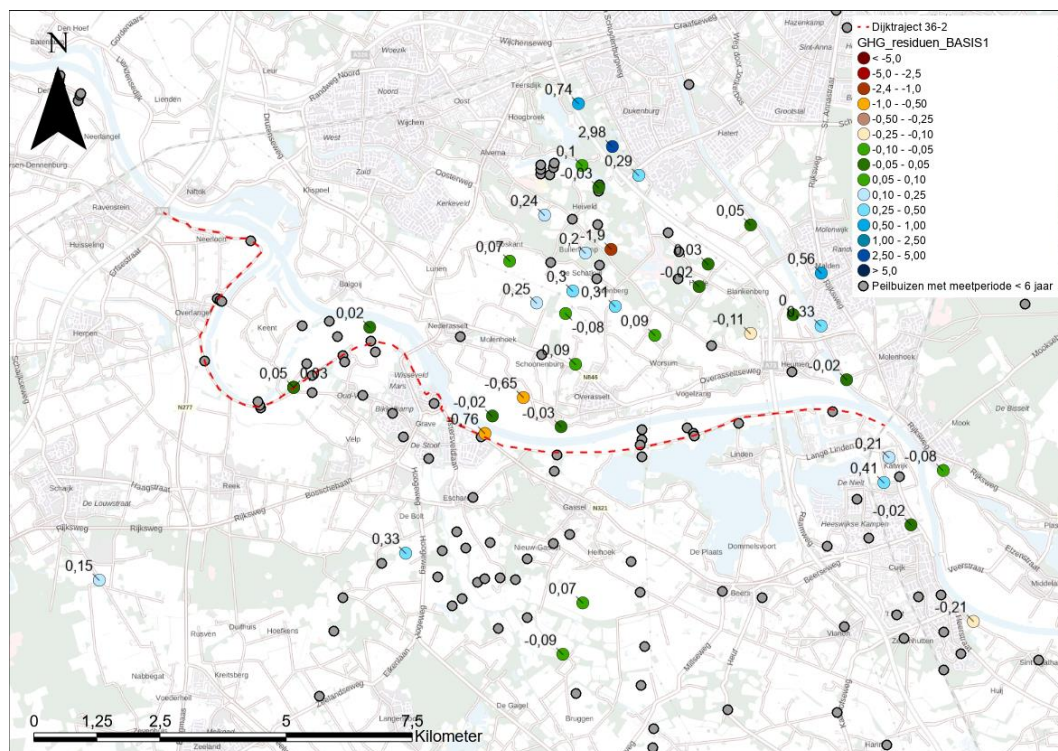
B5.1 GHG-modelresiduen [m] van laag 1 modelvariant CURA_BASIS1_BAS_NSTAT_2010-2021_25m



B5.2 GHG-modelresiduen [m] van laag 2 modelvariant CURA_BASIS1_BAS_NSTAT_2010-2021_25m

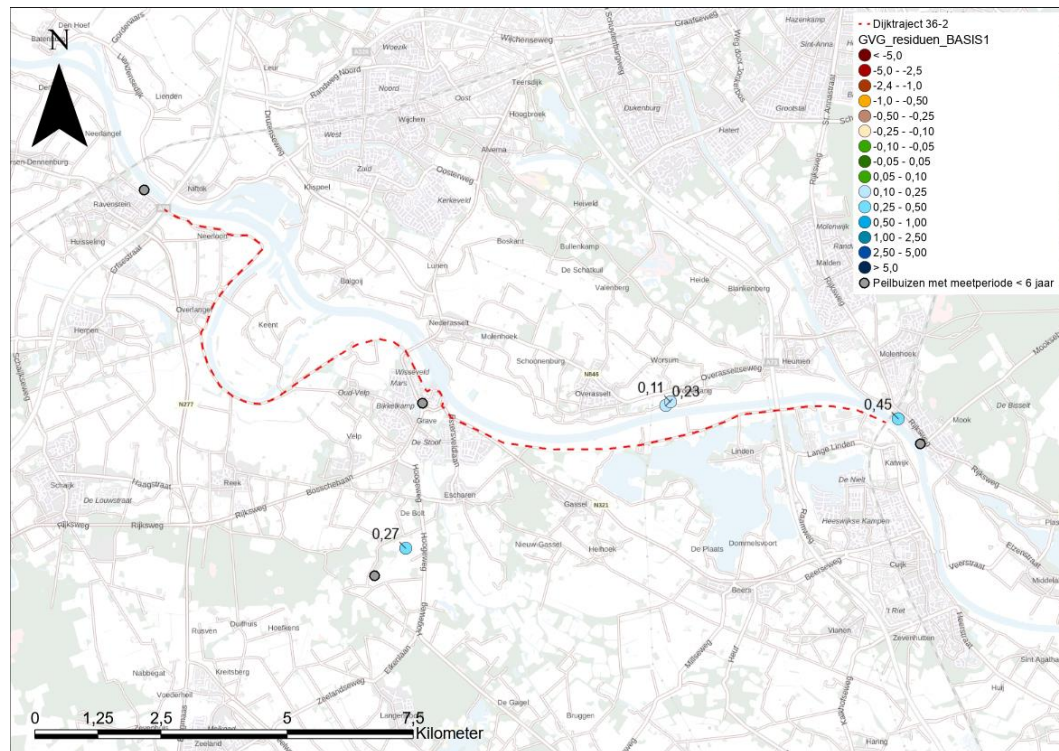


B5.3 GHG-modelresiduen [m] van laag 3 modelvariant CURA_BASIS1_BAS_NSTAT_2010-2021_25m

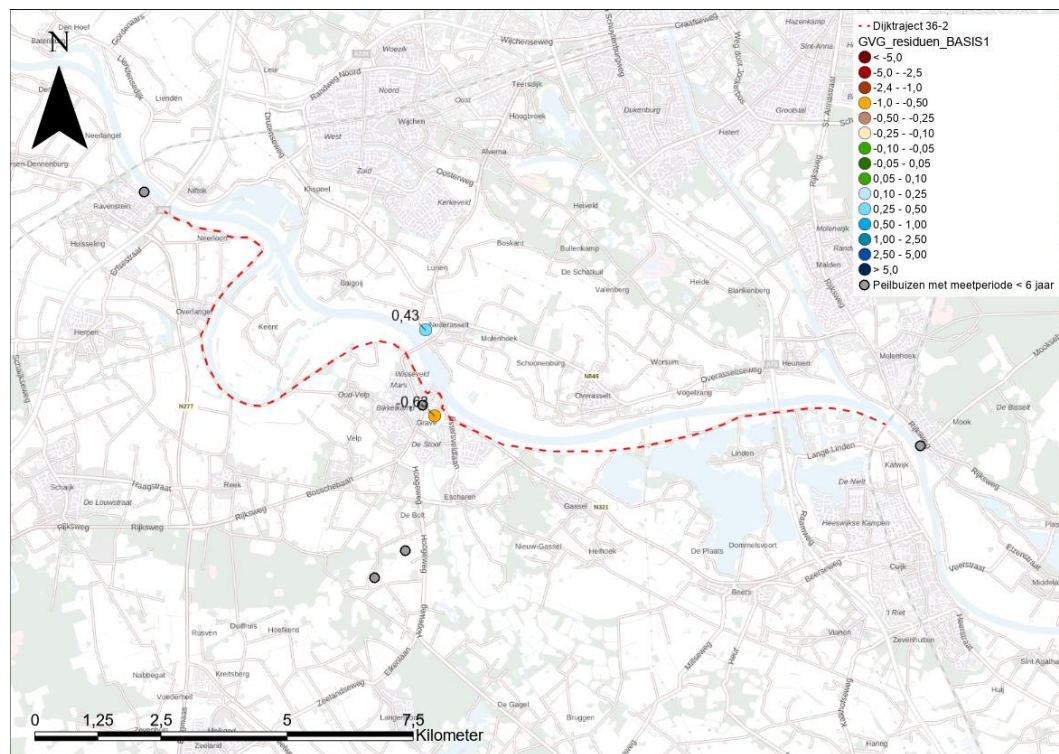


B5.4 GHG-modelresiduen [m] van laag 4 modelvariant CURA_BASIS1_BAS_NSTAT_2010-2021_25m

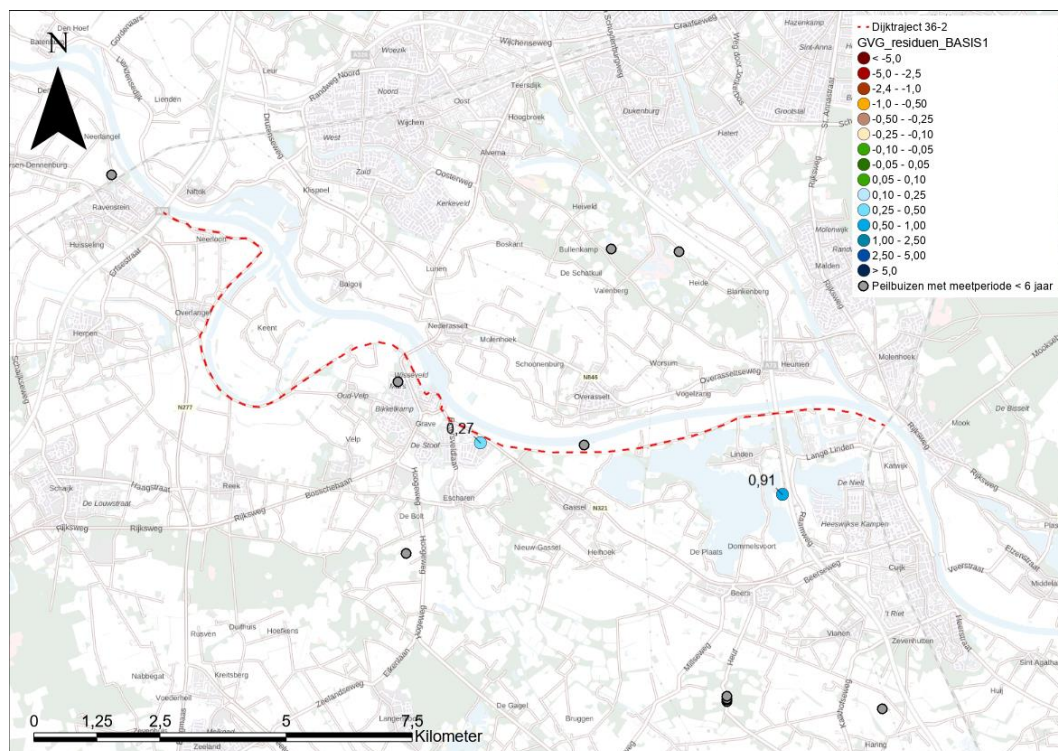
GVG



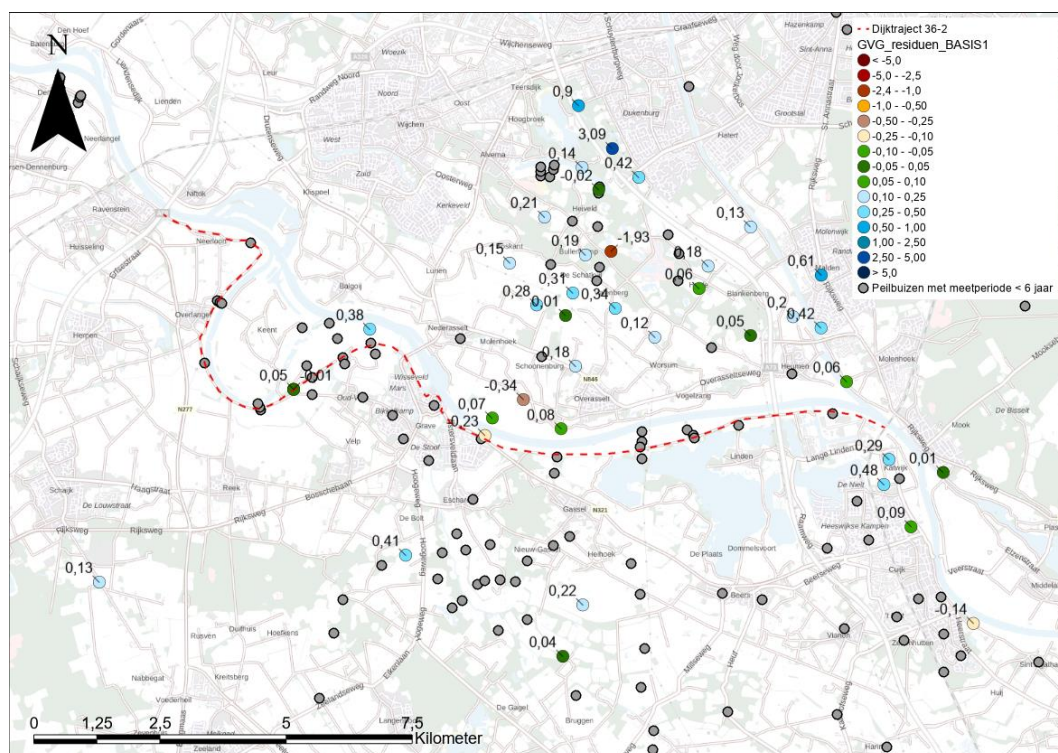
B5.5 GVG-modelresiduen [m] van laag 1 modelvariant CURA_BASIS1_BAS_NSTAT_2010-2021_25m



B5.6 GVG-modelresiduen [m] van laag 2 modelvariant CURA_BASIS1_BAS_NSTAT_2010-2021_25m

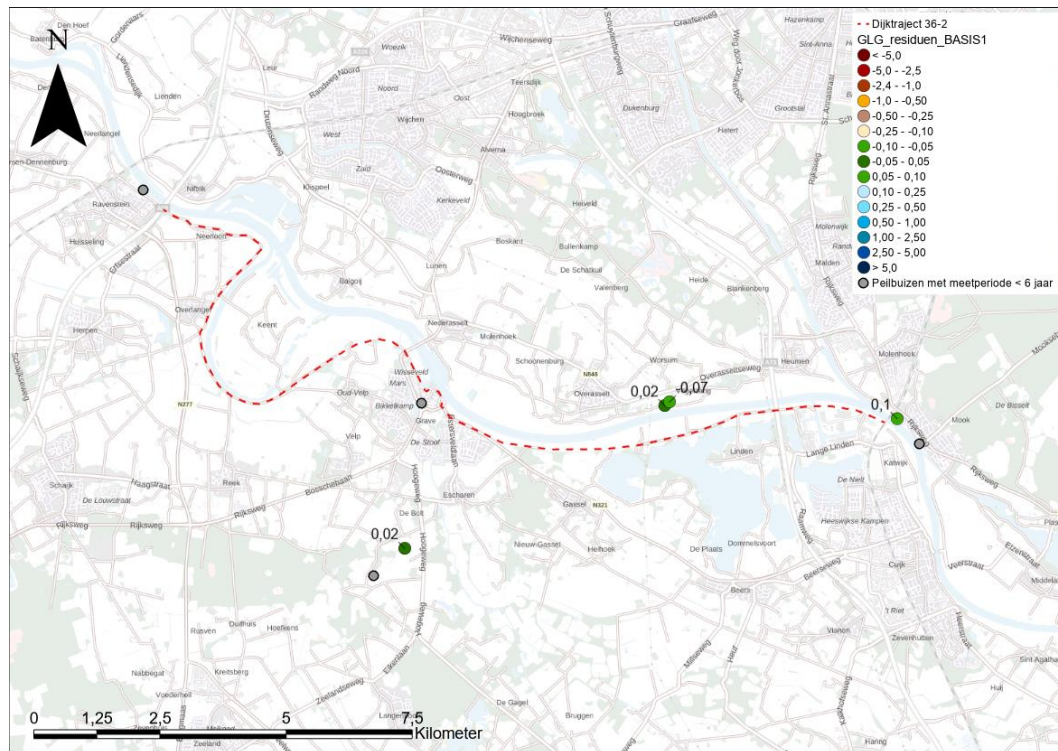


B5.7 GVG-modelresiduen [m] van laag 3 modelvariant CURA_BASIS1_BAS_NSTAT_2010-2021_25m

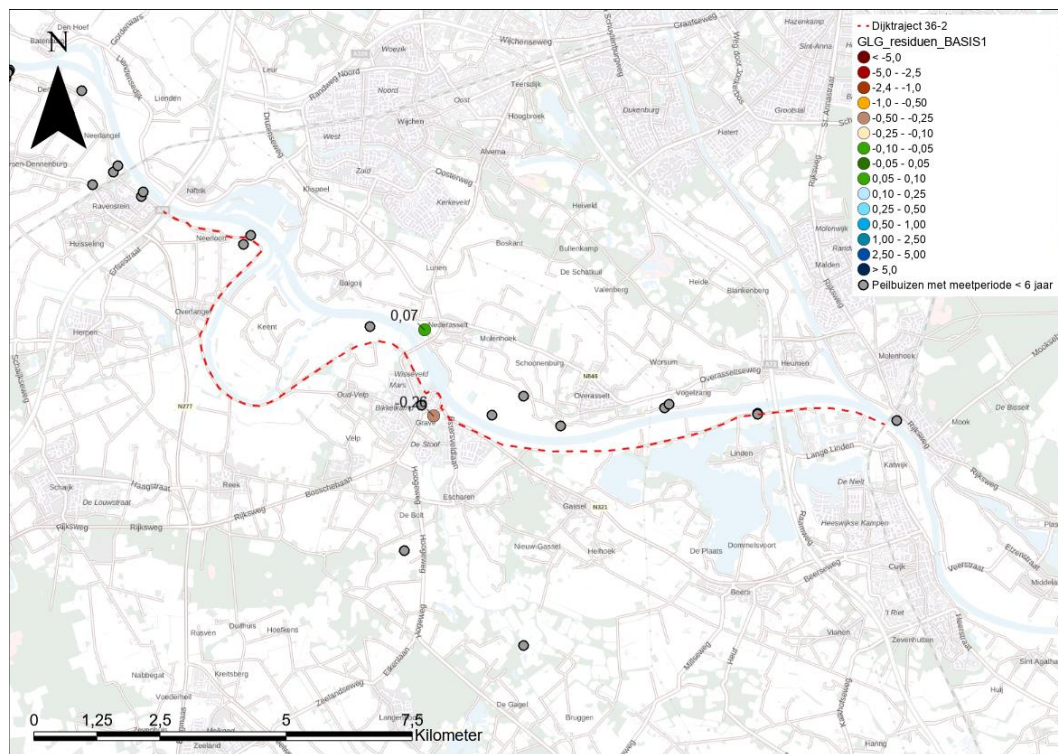


B5.8 GVG-modelresiduen [m] van laag 4 modelvariant CURA_BASIS1_BAS_NSTAT_2010-2021_25m

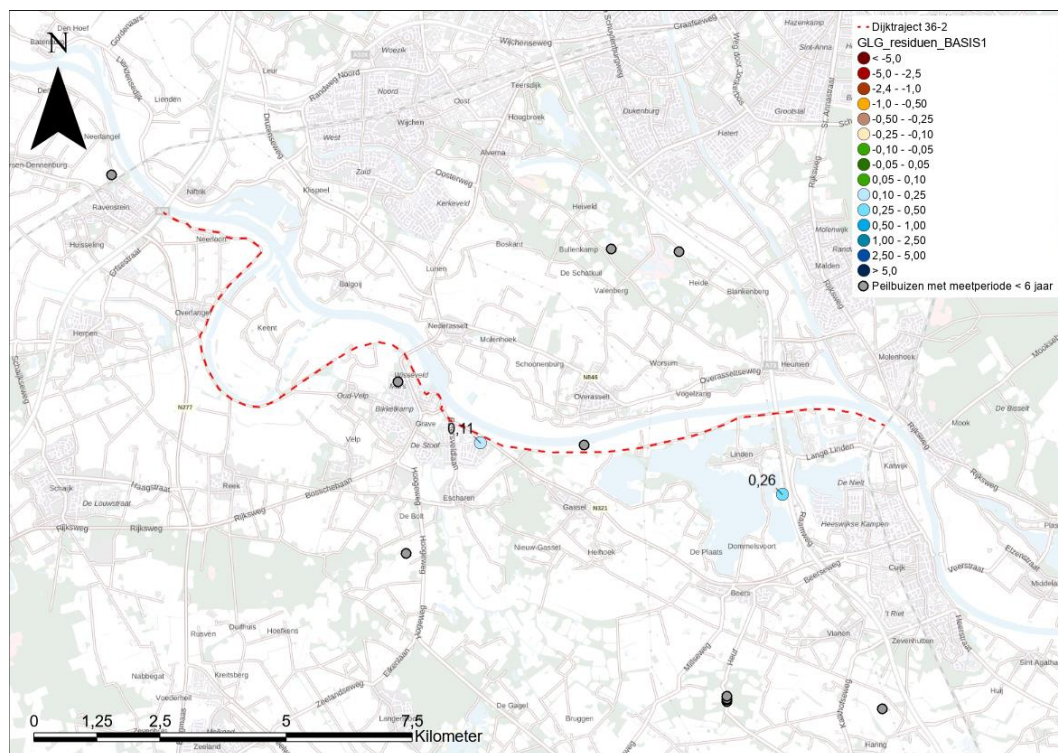
GLG



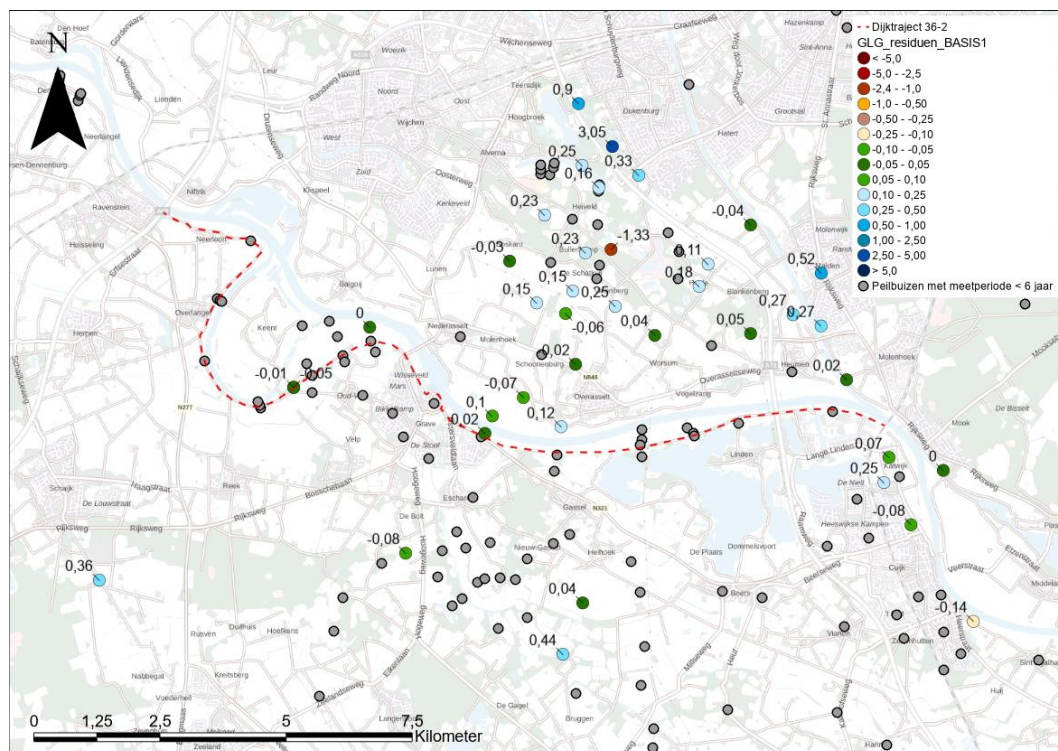
B5.9 GLG-modelresiduen [m] van laag 1 modelvariant CURA_BASIS1_BAS_NSTAT_2010-2021_25m



B5.10 GLG-modelresiduen [m] van laag 2 modelvariant CURA_BASIS1_BAS_NSTAT_2010-2021_25m



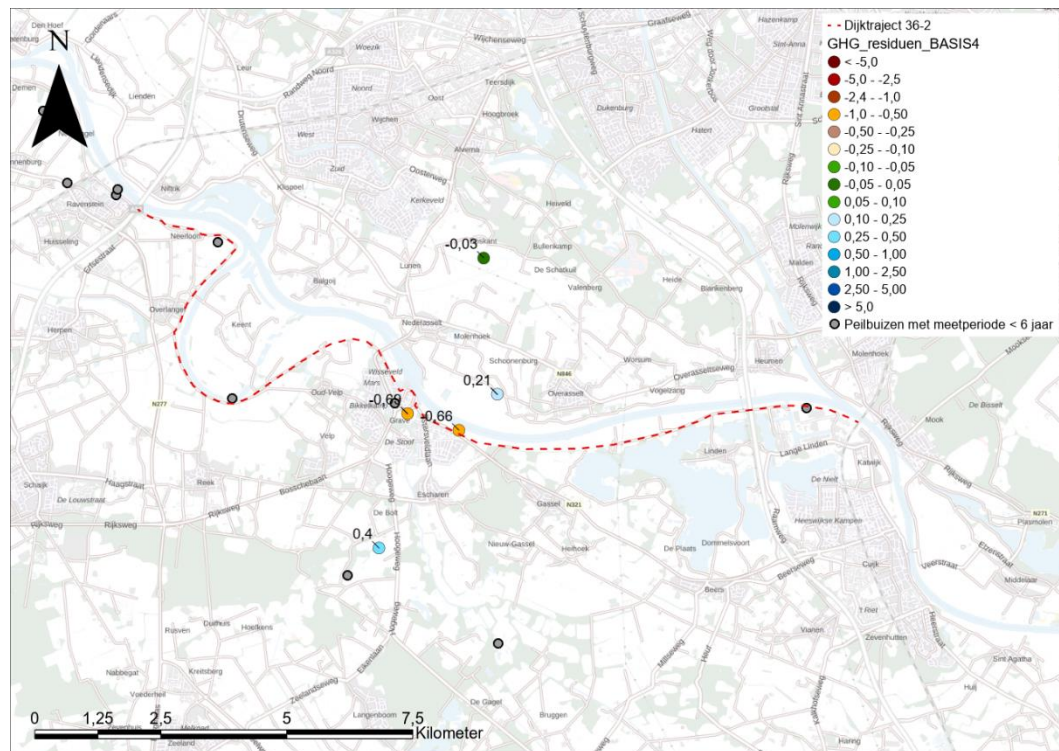
B5.11 GLG-modelresiduen [m] van laag 3 modelvariant CURA_BASIS1_BAS_NSTAT_2010-2021_25m



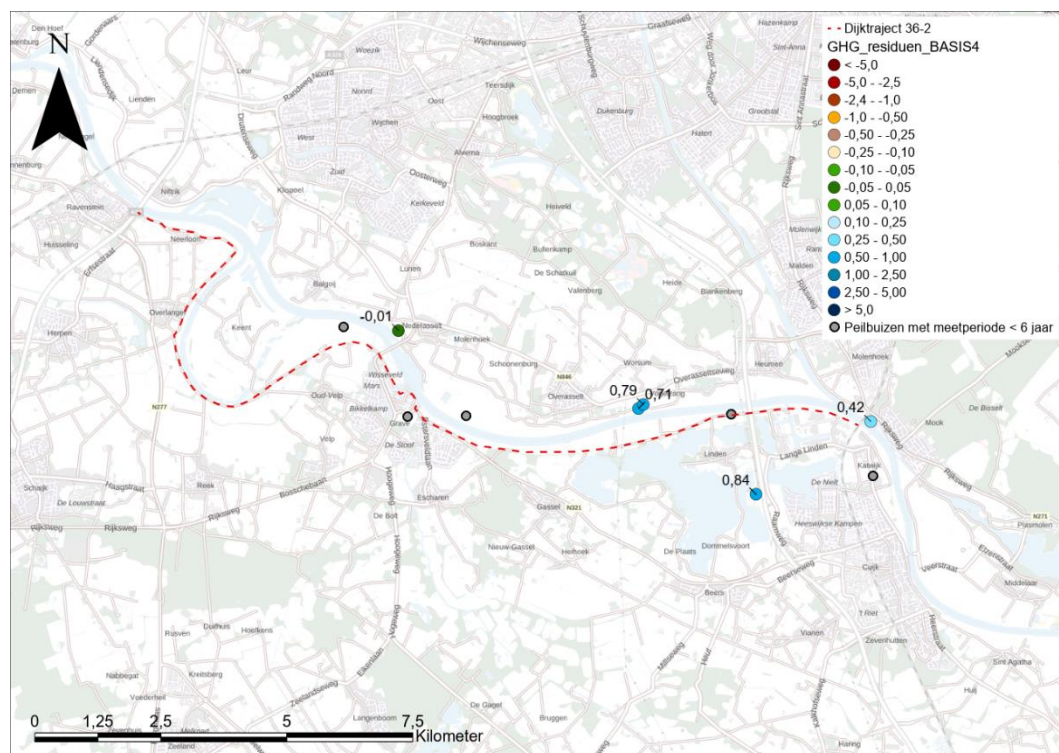
B5.12 GLG-modelresiduen [m] van laag 4 modelvariant CURA_BASIS1_BAS_NSTAT_2010-2021_25m

CURA_BASIS4_BAS3_NSTAT_2010-2021_25m

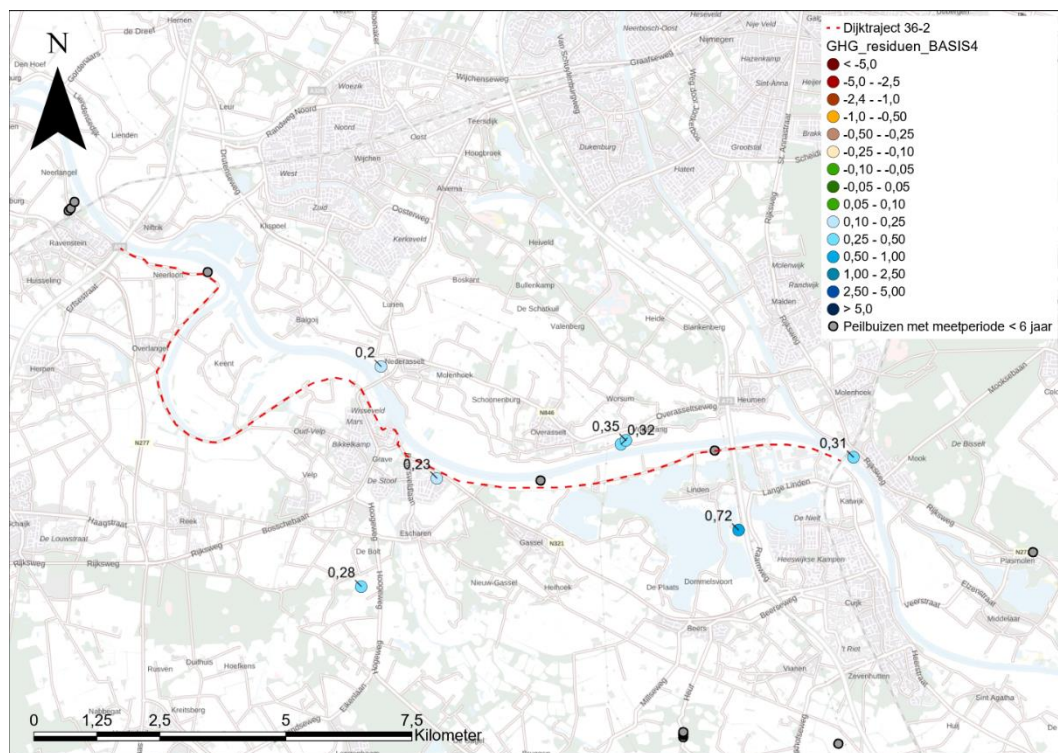
GHG



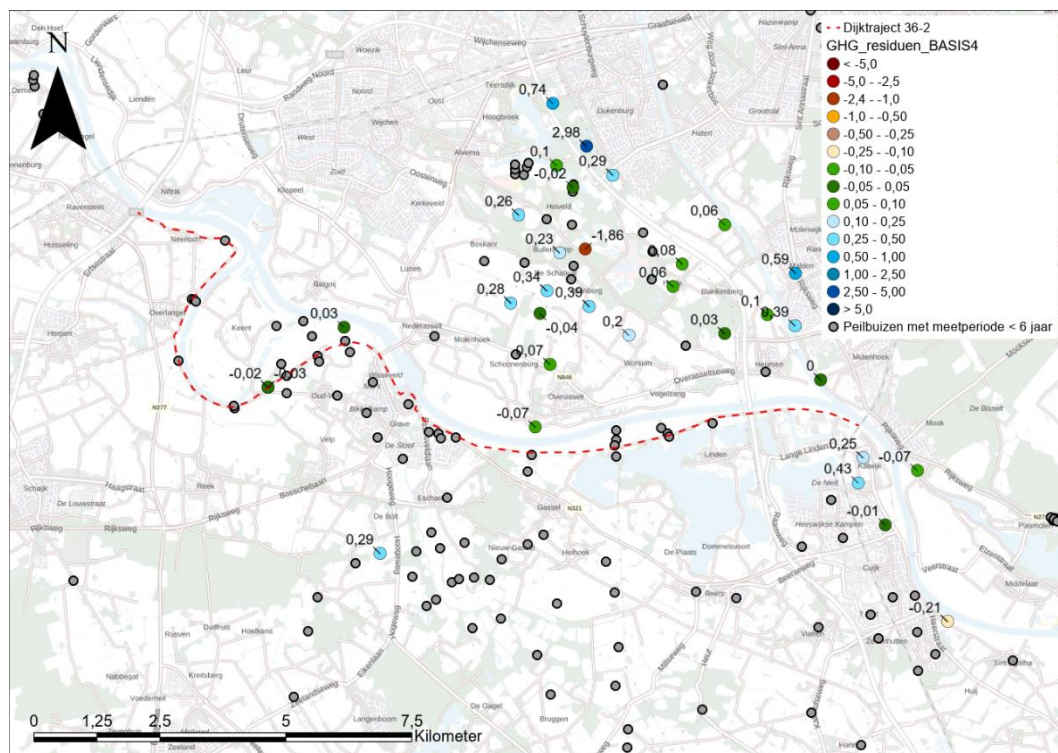
B5.13 GHG-modelresiduen [m] van laag 1 modelvariant CURA_BASIS4_BAS3_NSTAT_2010-2021_25m



B5.14 GHG-modelresiduen [m] van laag 2 modelvariant CURA_BASIS4_BAS3_NSTAT_2010-2021_25m

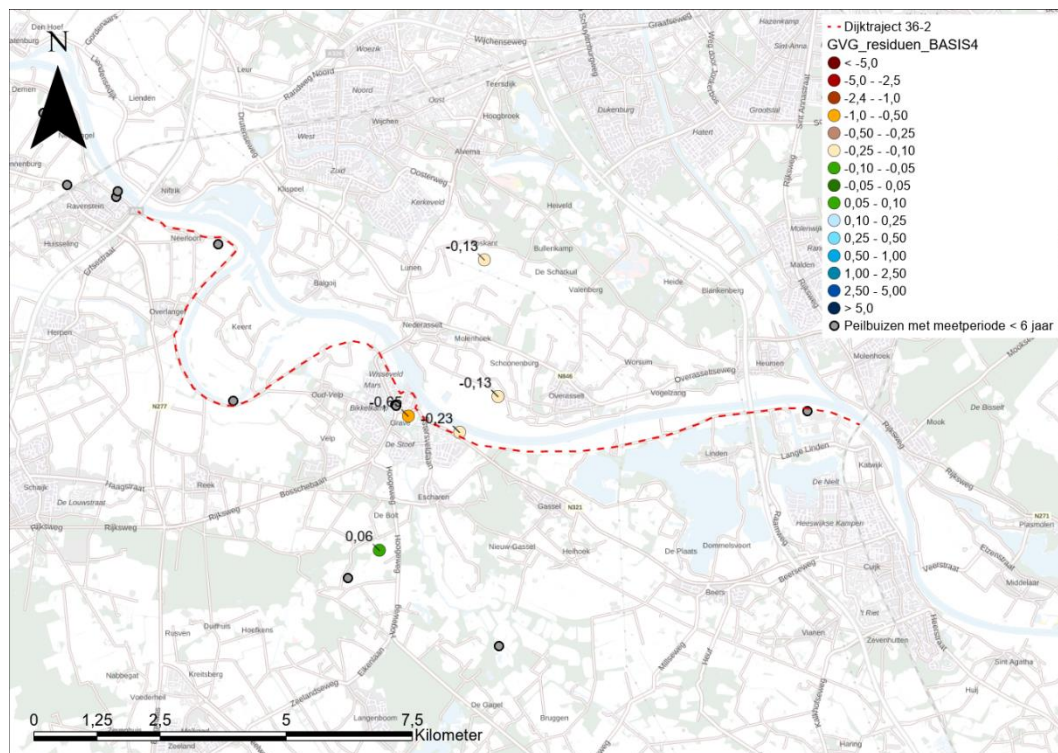


B5.15 GHG-modelresiduen [m] van laag 3 modelvariant CURA_BASIS4_BAS3_NSTAT_2010-2021_25m

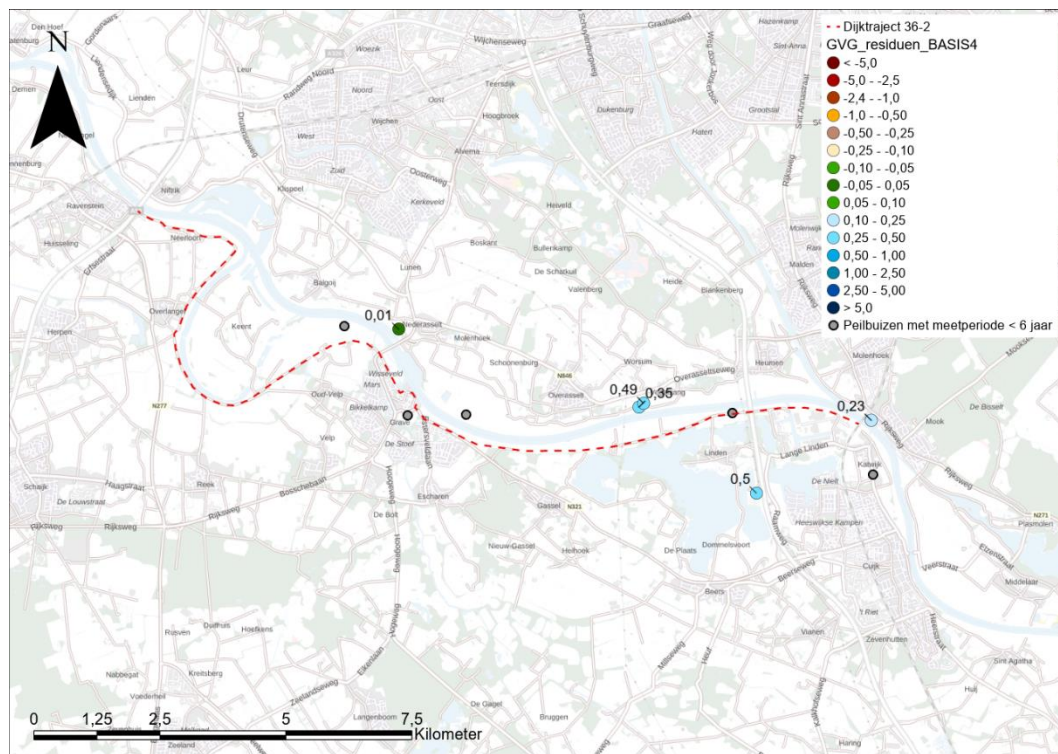


B5.16 GHG-modelresiduen [m] van laag 4 modelvariant CURA_BASIS4_BAS3_NSTAT_2010-2021_25m

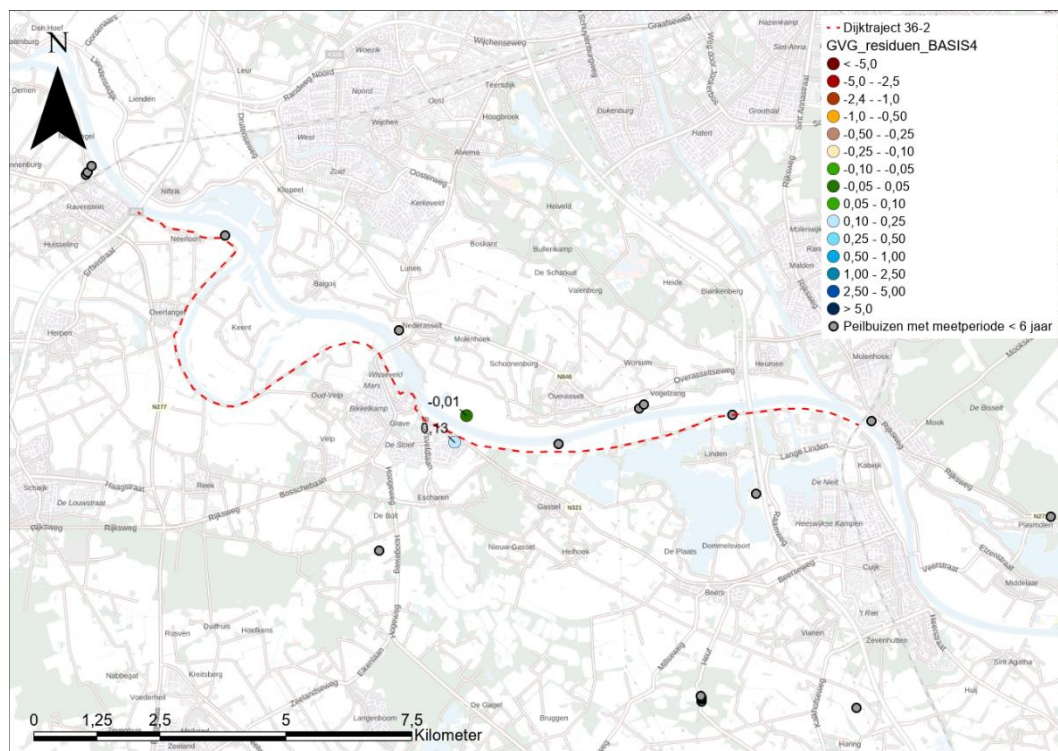
GVG



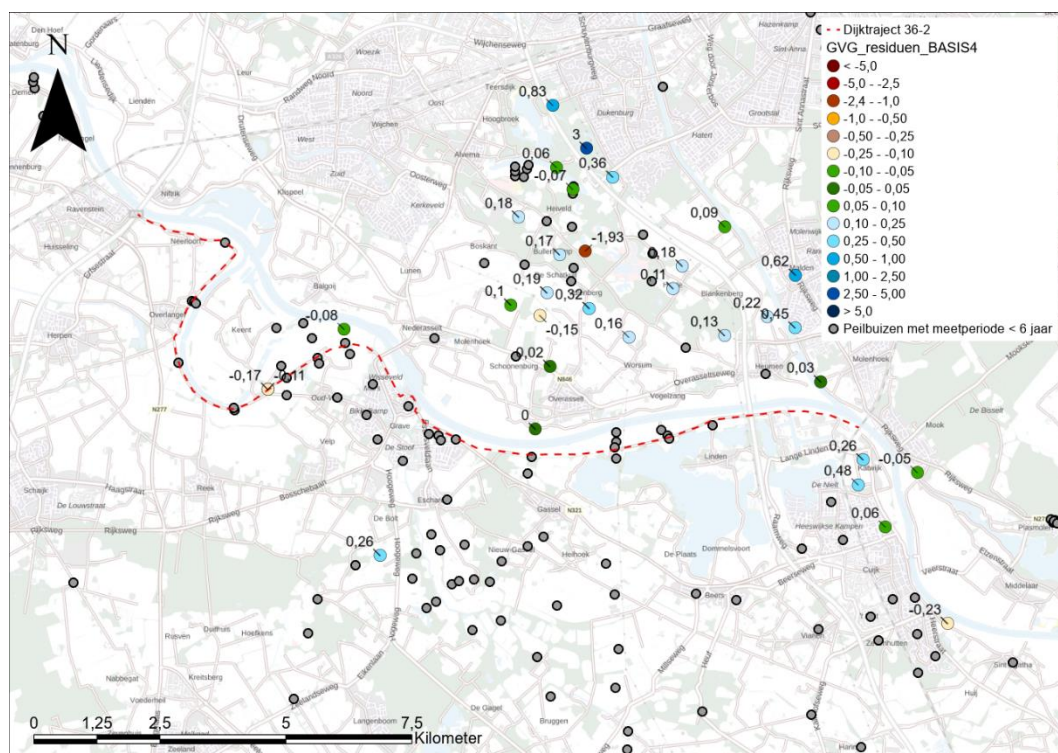
B5.17 GVG-modelresiduen [m] van laag 1 modelvariant CURA_BASIS4_BAS3_NSTAT_2010-2021_25m



B5.18 GVG-modelresiduen [m] van laag 2 modelvariant CURA_BASIS4_BAS3_NSTAT_2010-2021_25m

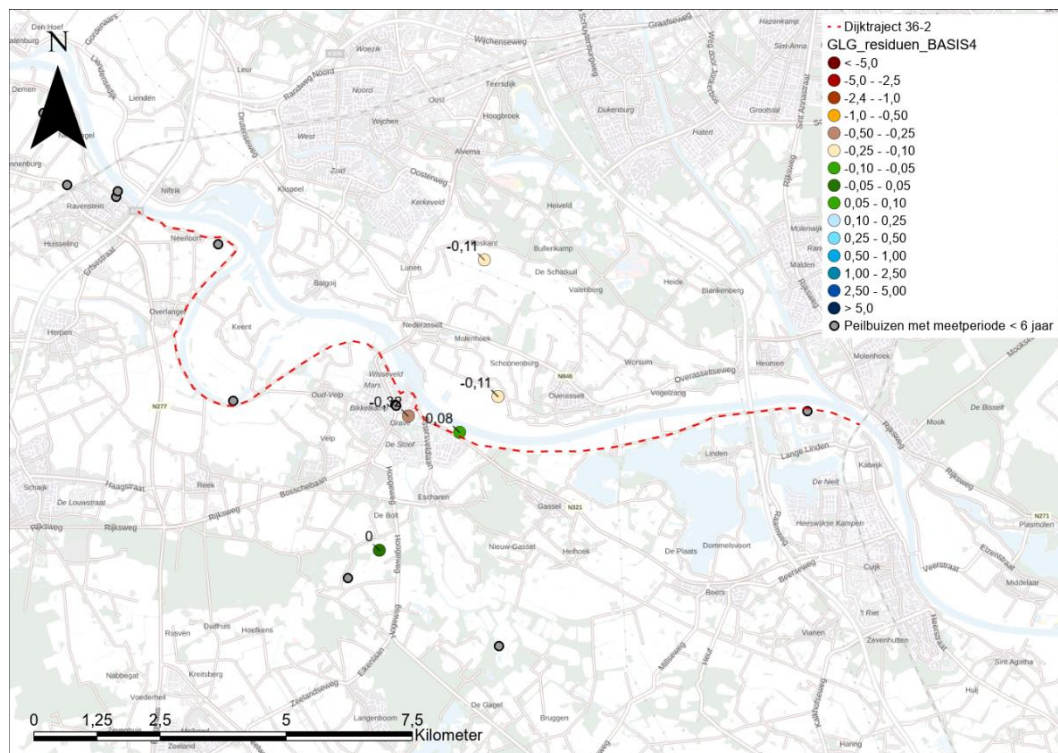


B5.19 GVG-modelresiduen [m] van laag 3 modelvariant CURA_BASIS4_BAS3_NSTAT_2010-2021_25m

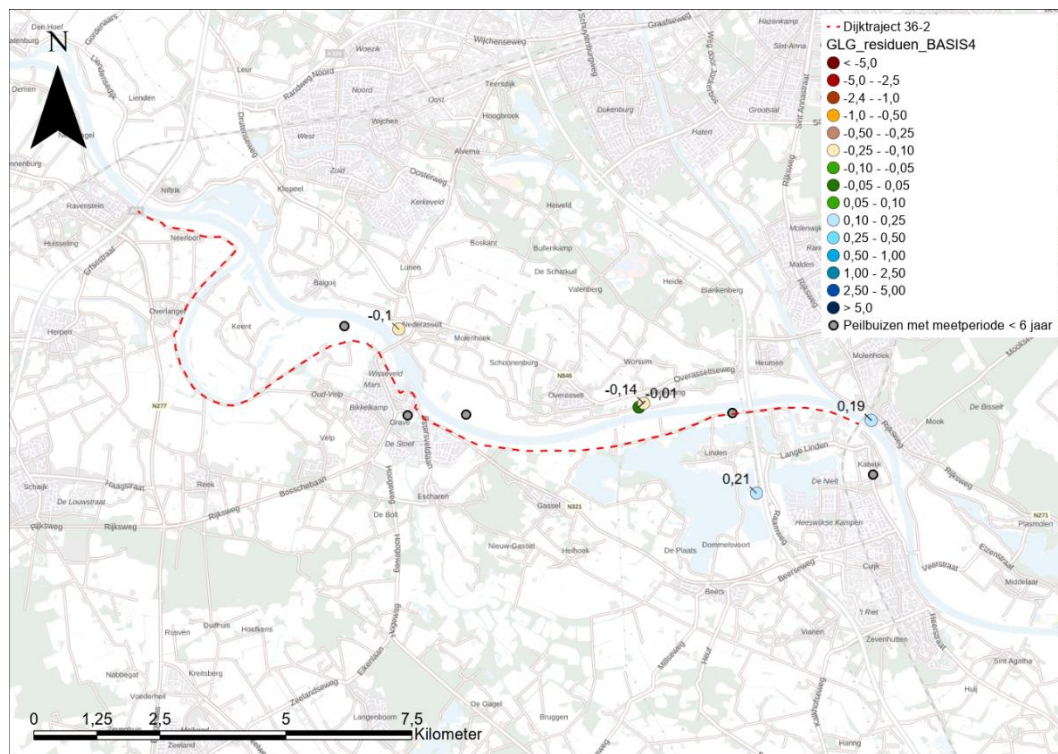


B5.20 GVG-modelresiduen [m] van laag 4 modelvariant CURA_BASIS4_BAS3_NSTAT_2010-2021_25m

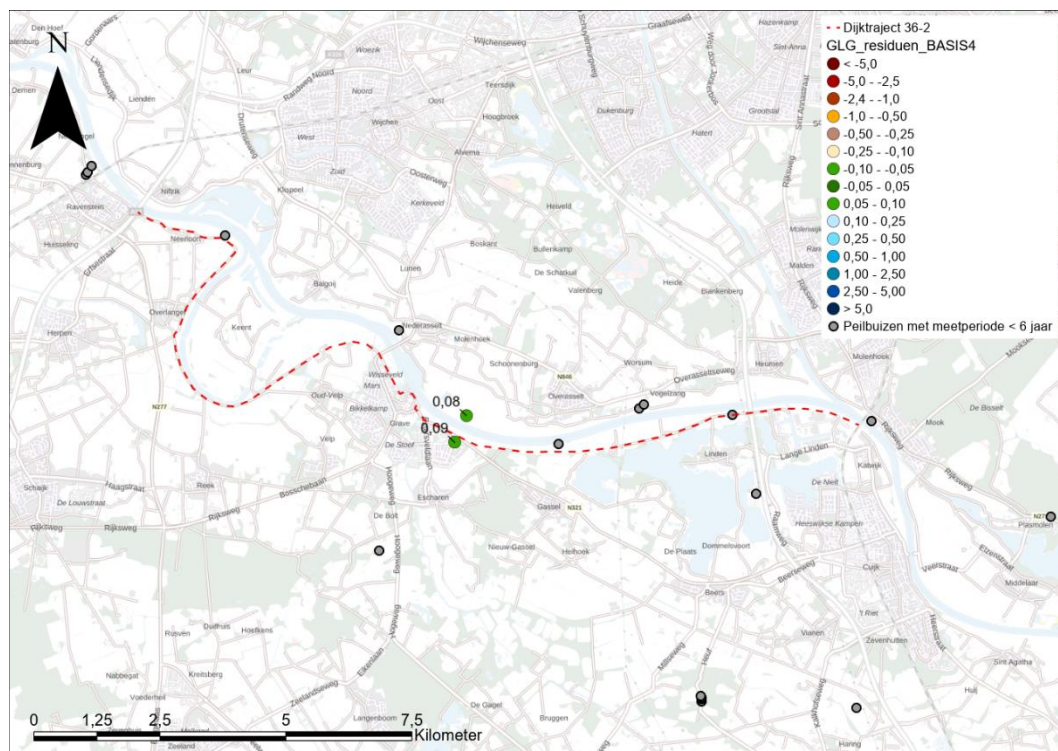
GLG



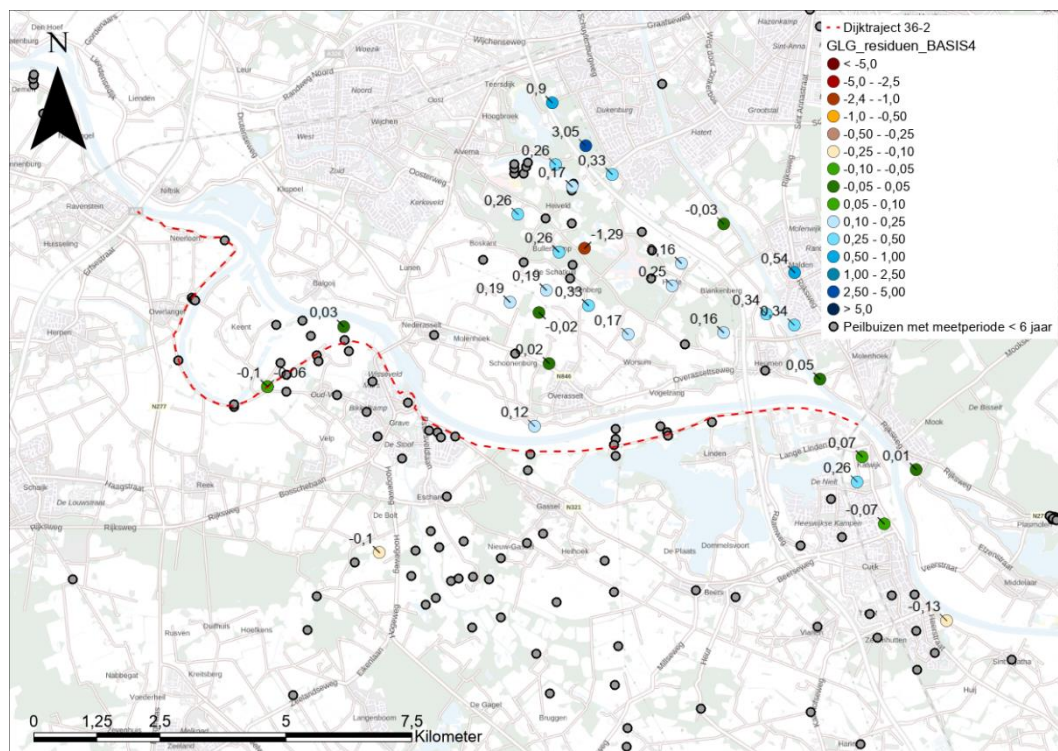
B5.21 GLG-modelresiduen [m] van laag 1 modelvariant CURA_BASIS4_BAS3_NSTAT_2010-2021_25m



B5.22 GLG-modelresiduen [m] van laag 2 modelvariant CURA_BASIS4_BAS3_NSTAT_2010-2021_25m

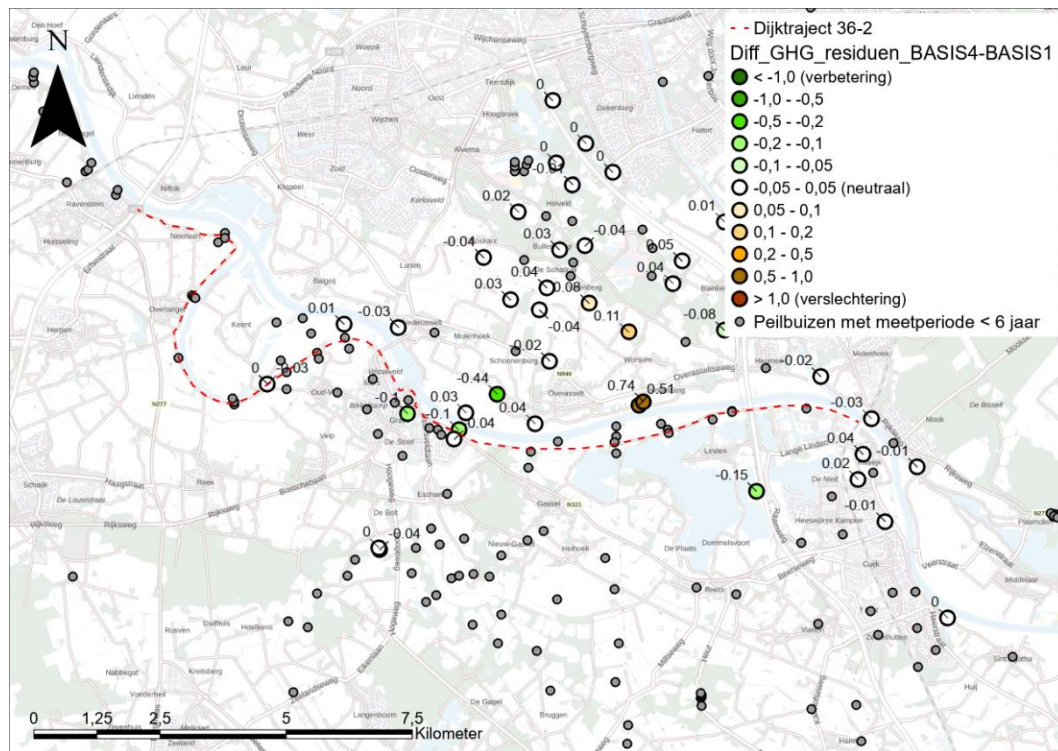


B5.23 GLG-modelresiduen [m] van laag 3 modelvariant CURA_BASIS4_BAS3_NSTAT_2010-2021_25m

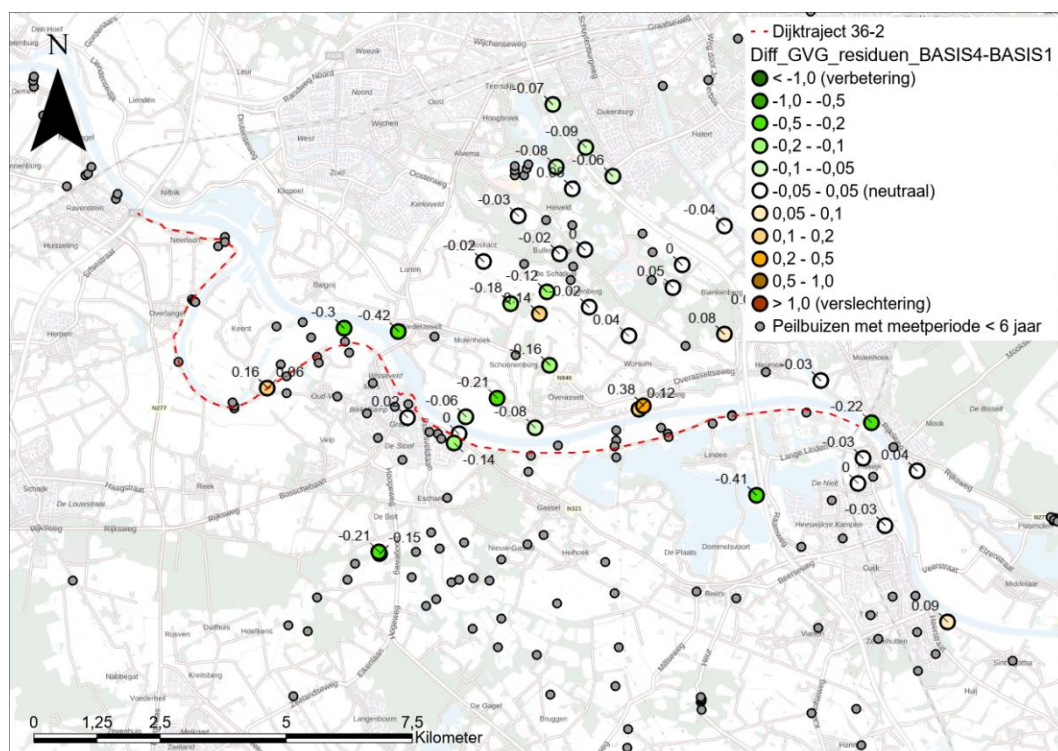


B5.24 GLG-modelresiduen [m] van laag 4 modelvariant CURA_BASIS4_BAS3_NSTAT_2010-2021_25m

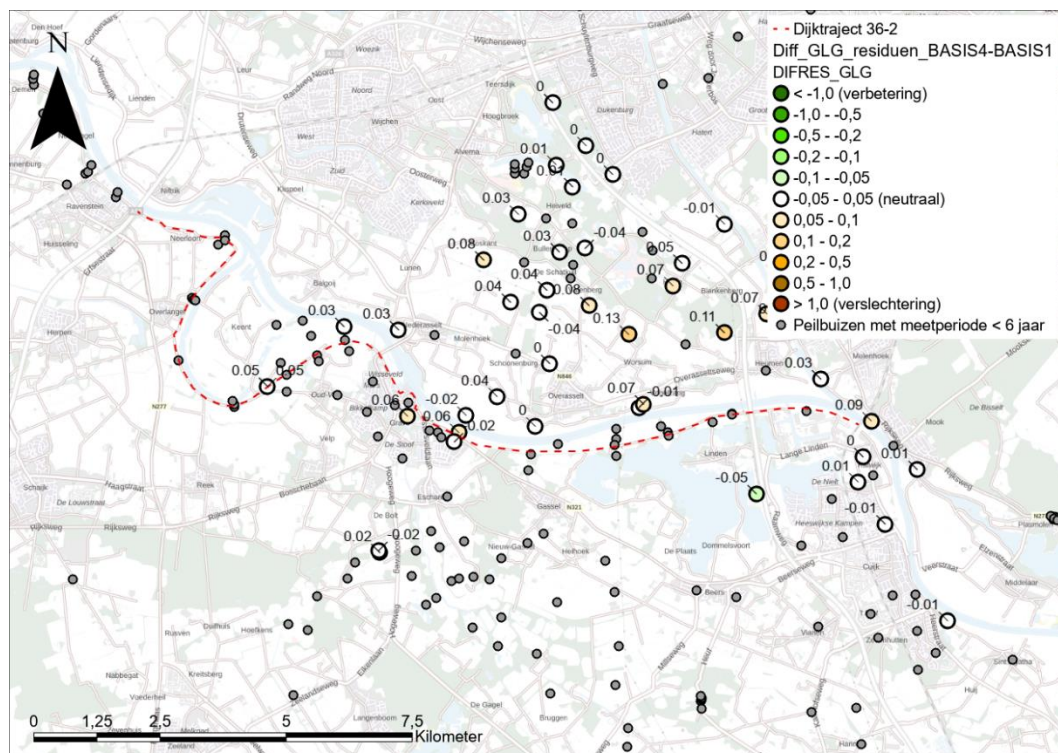
Verschillen tussen modelresiduen BASIS1 en BASIS4



B5.25 Verschil [m] tussen de GHG-modelresiduen in modellagen 1 t/m 4 tussen modelvarianten BASIS1 en BASIS4



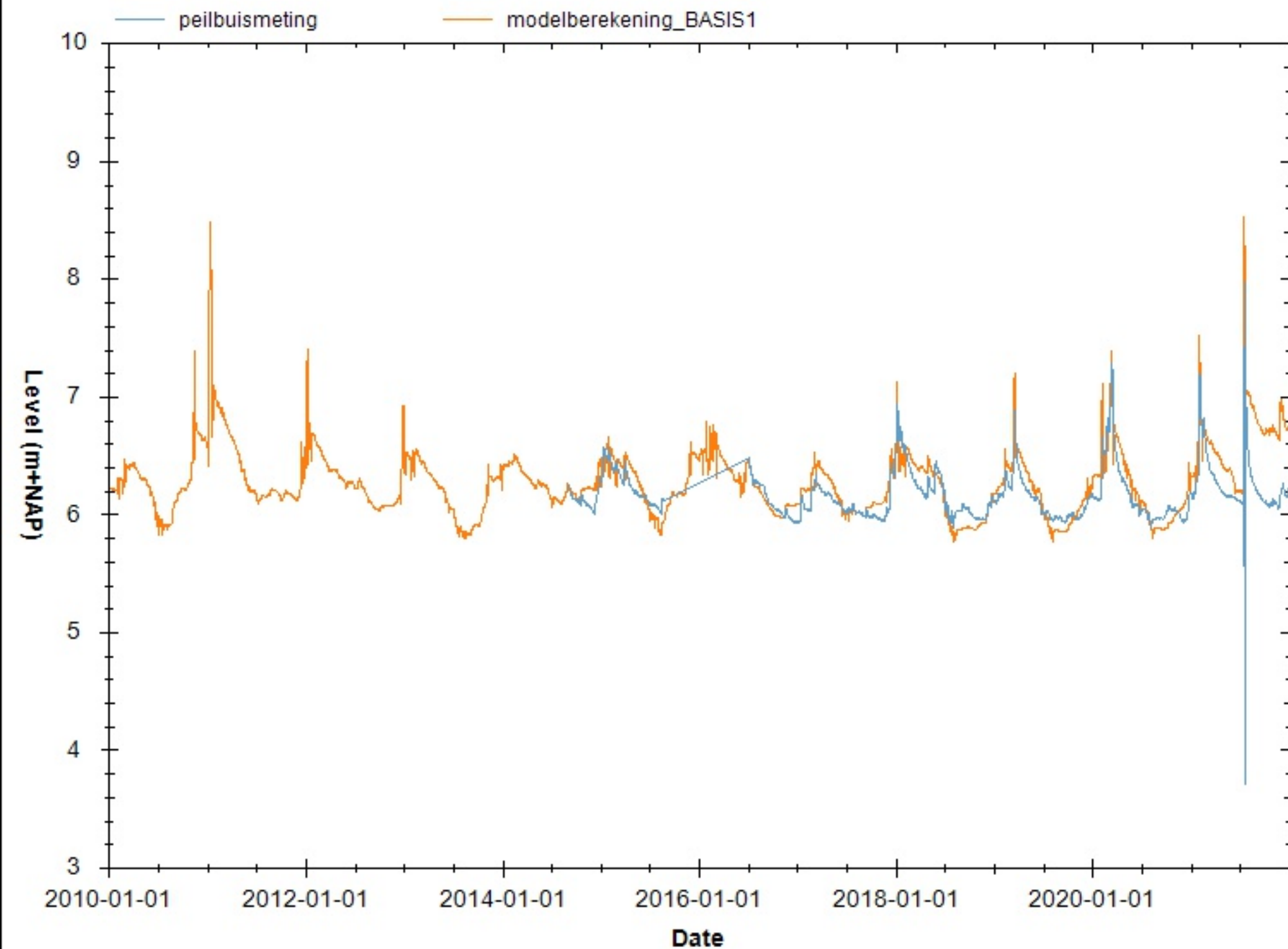
B5.26 Verschil [m] tussen de GVG-modelresiduen in modellagen 1 t/m 4 tussen modelvarianten BASIS1 en BASIS4



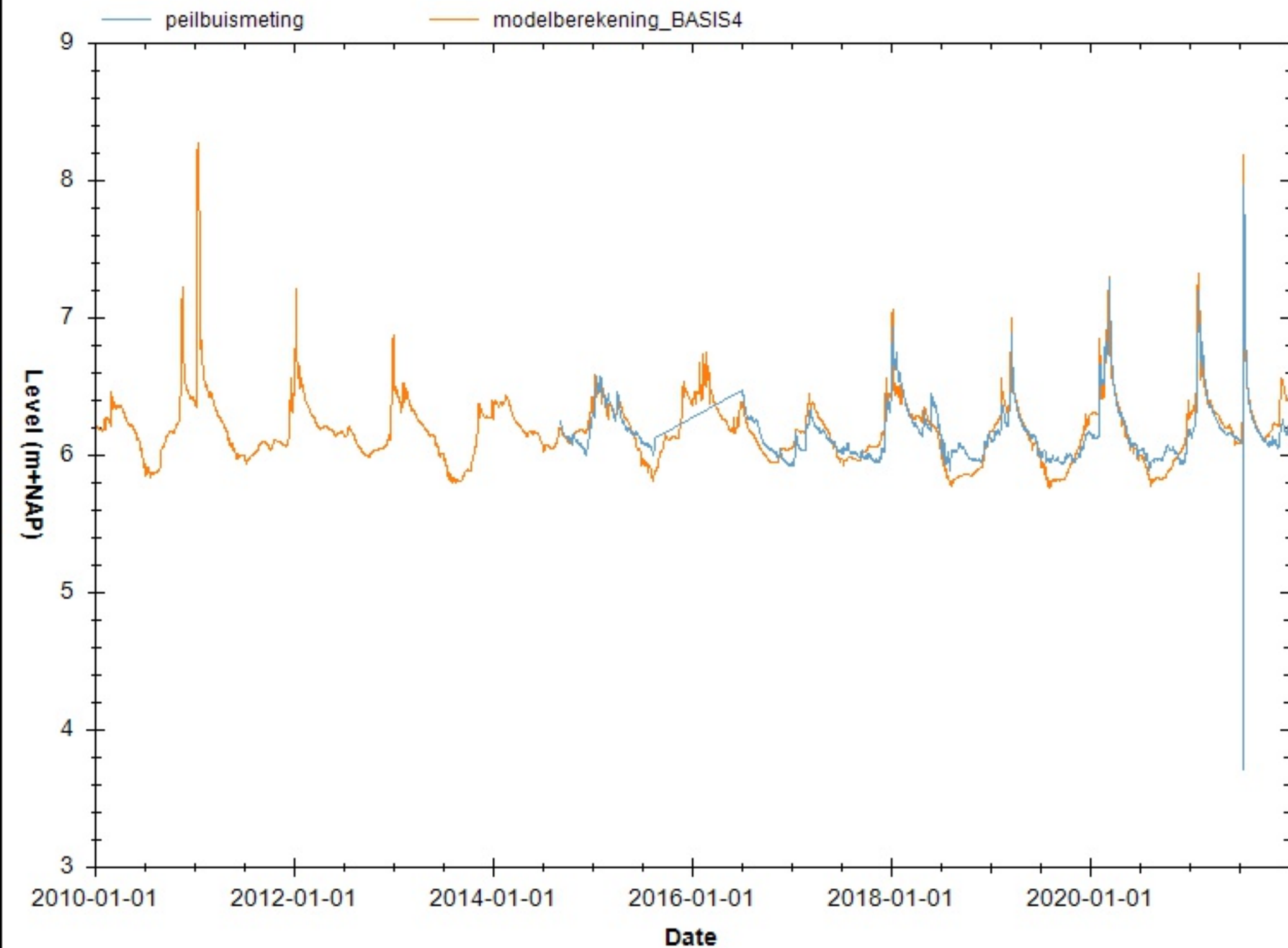
B5.27 Verschil [m] tussen de GLG-modelresiduen in modellagen 1 t/m 4 tussen modelvarianten BASIS1 en BASIS4

Bijlage 5 Gemeten- en berekende stijghoogtereeksen

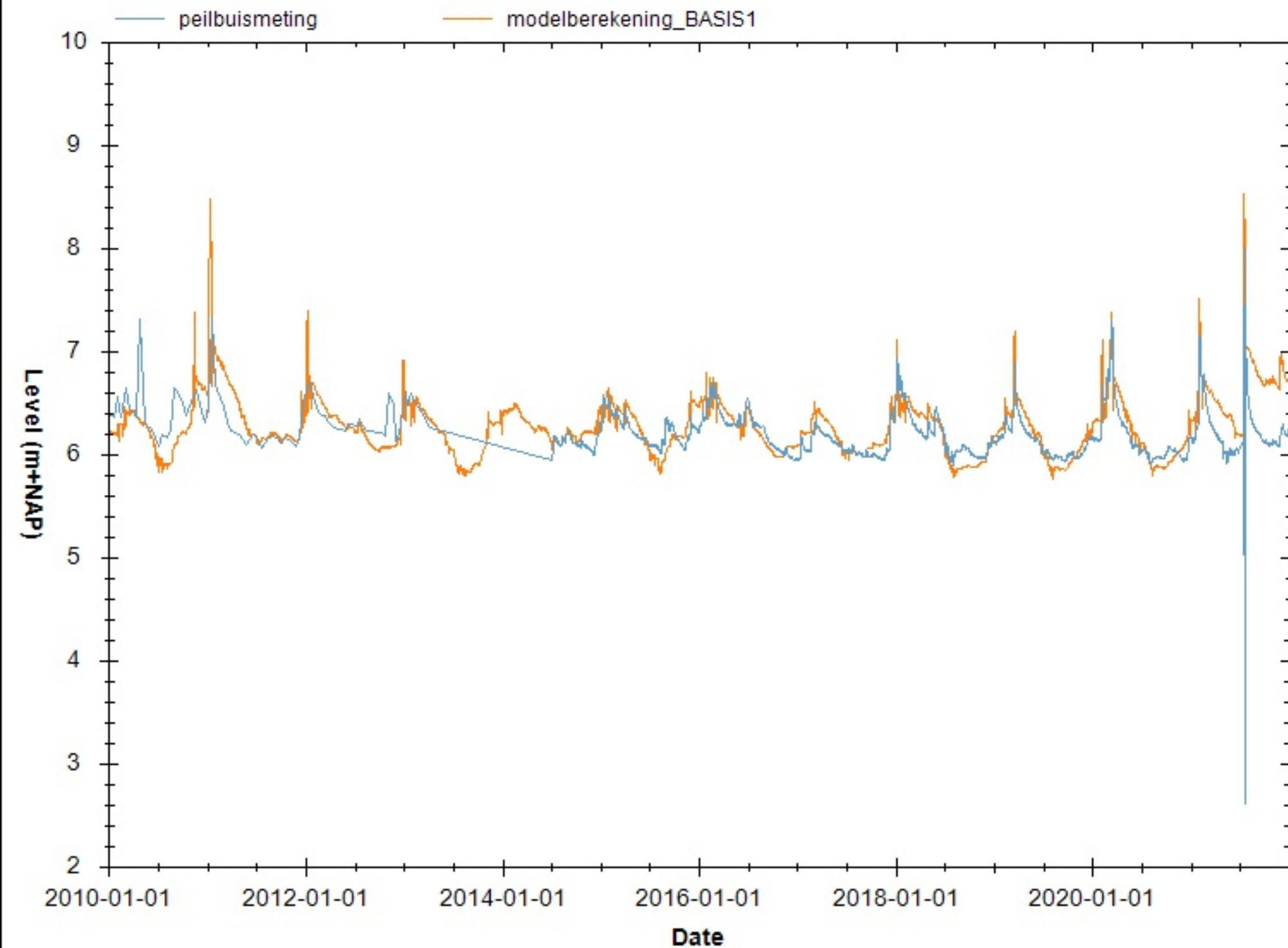
tijdreeks_FEWS\B45F0153-001_1



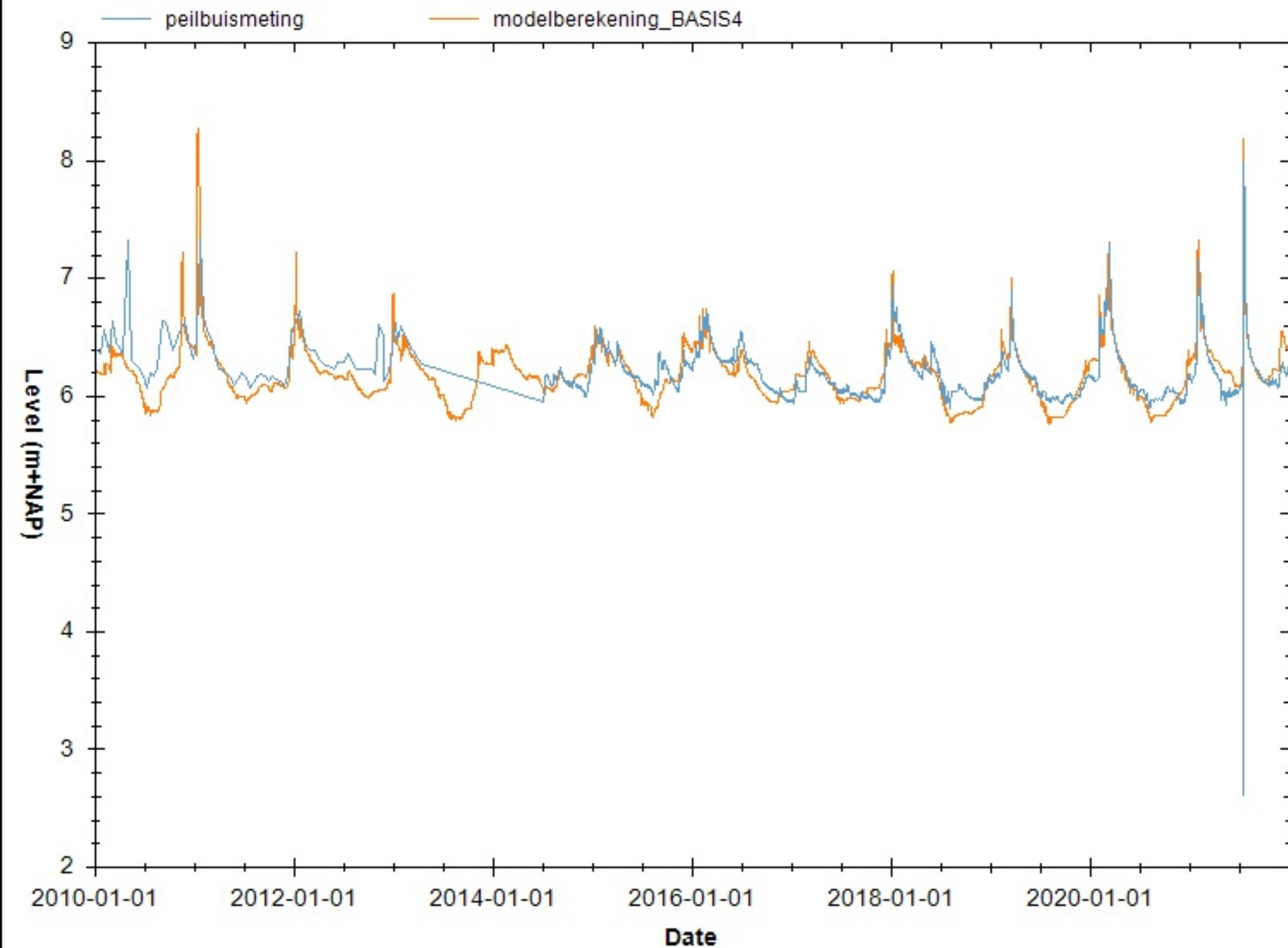
tijdreeks_FEWS\B45F0153-001_1



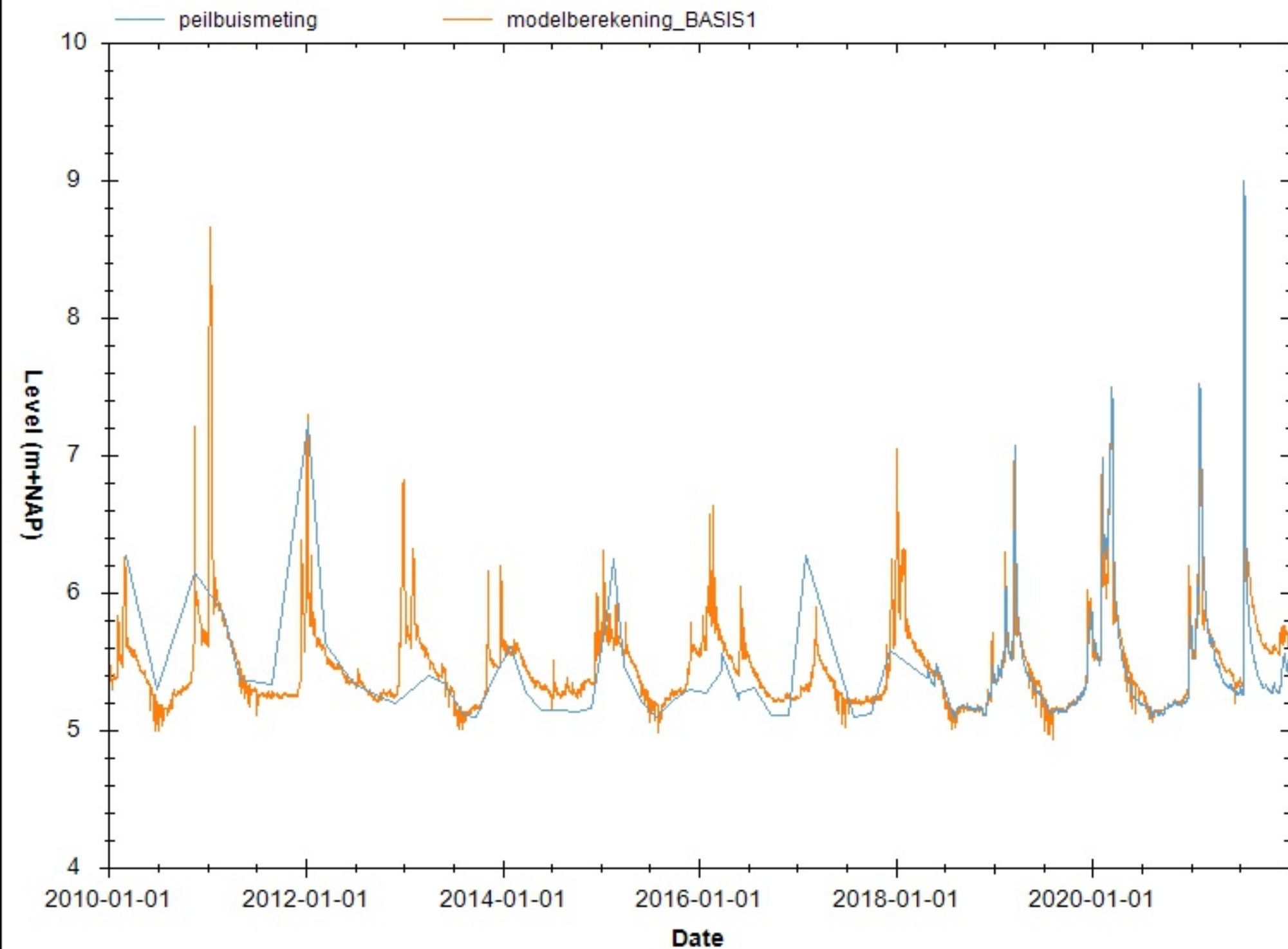
tijdreeks_FEWS\B45F0153-002_1



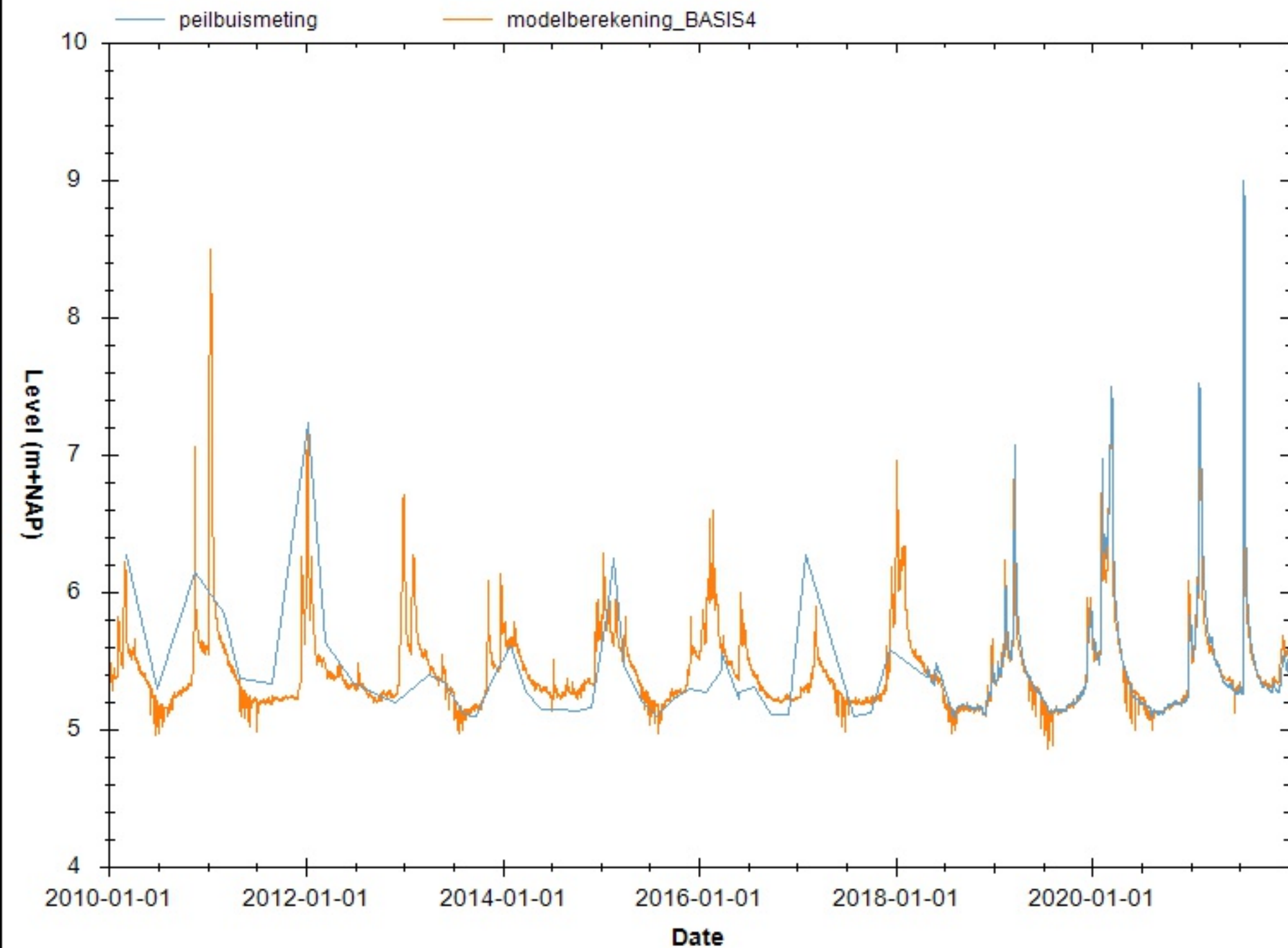
tijdreeks_FEWS\B45F0153-002_1

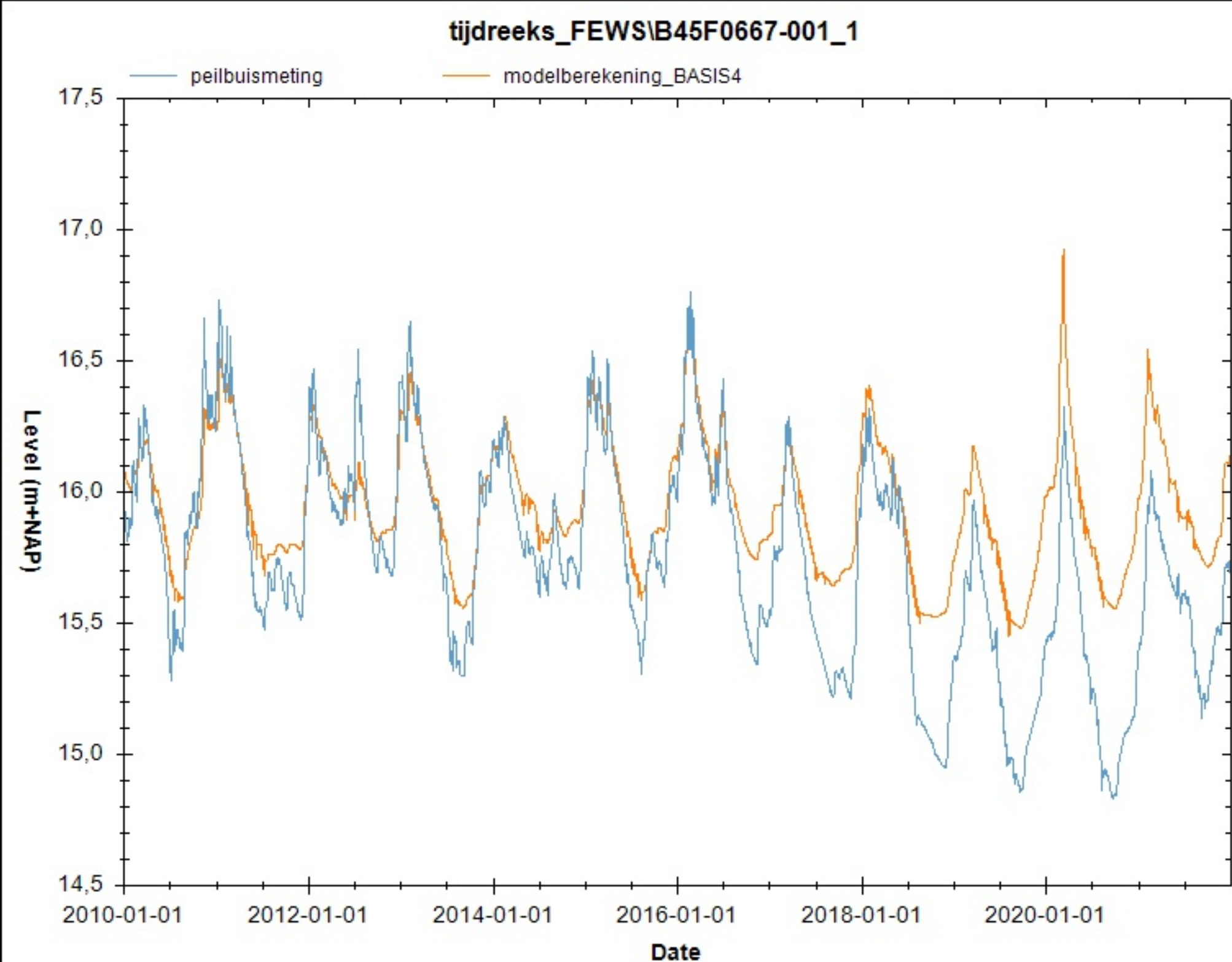
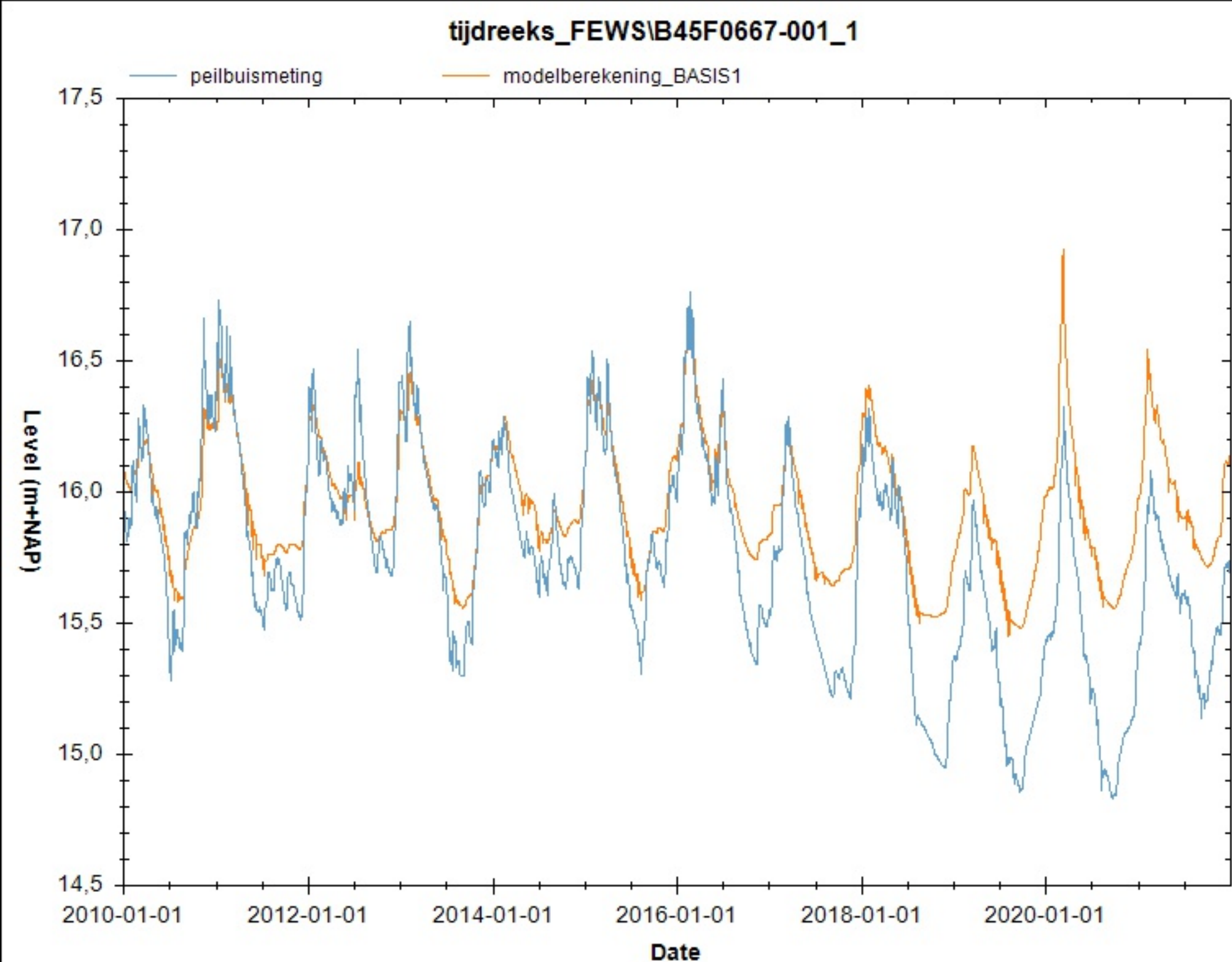


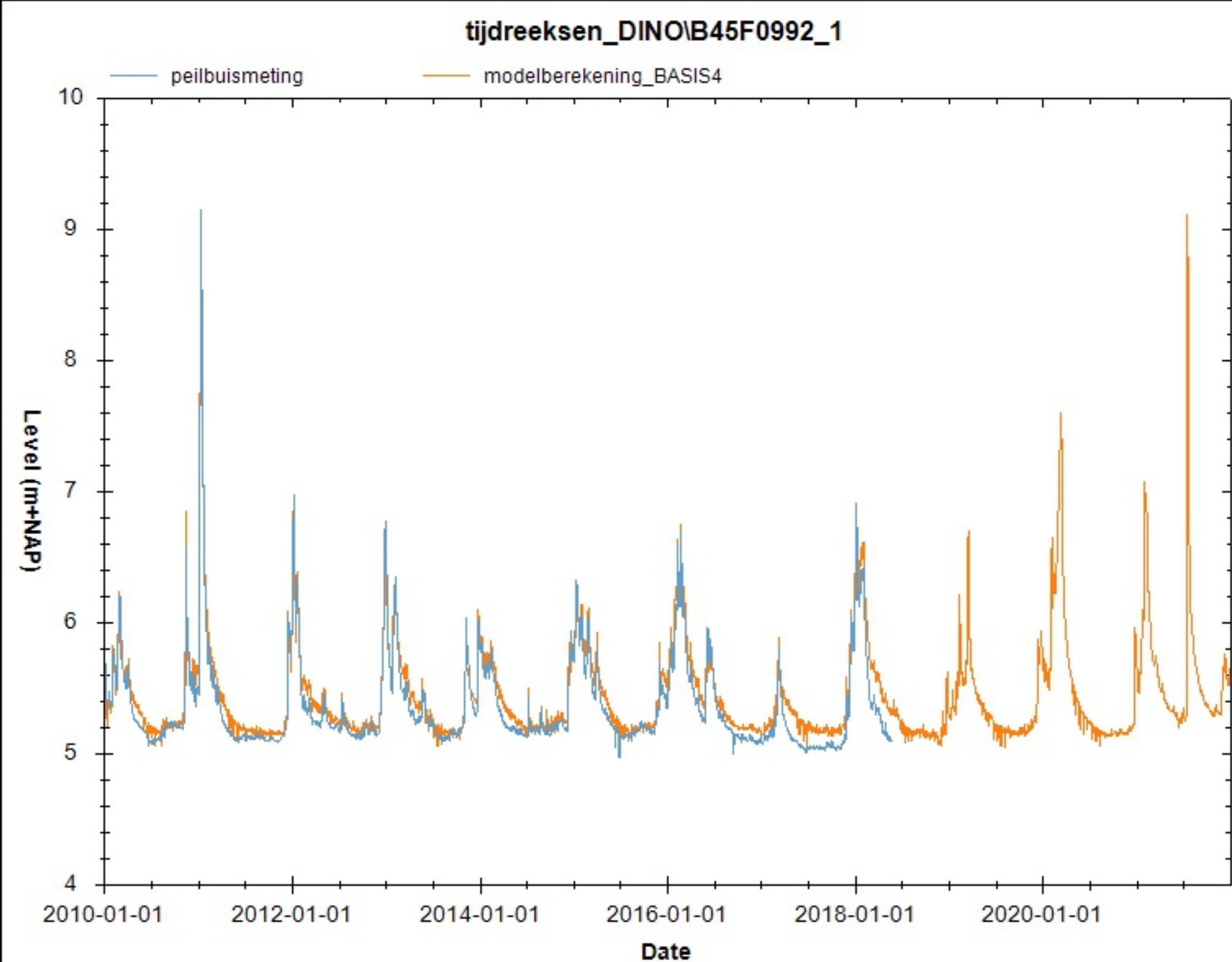
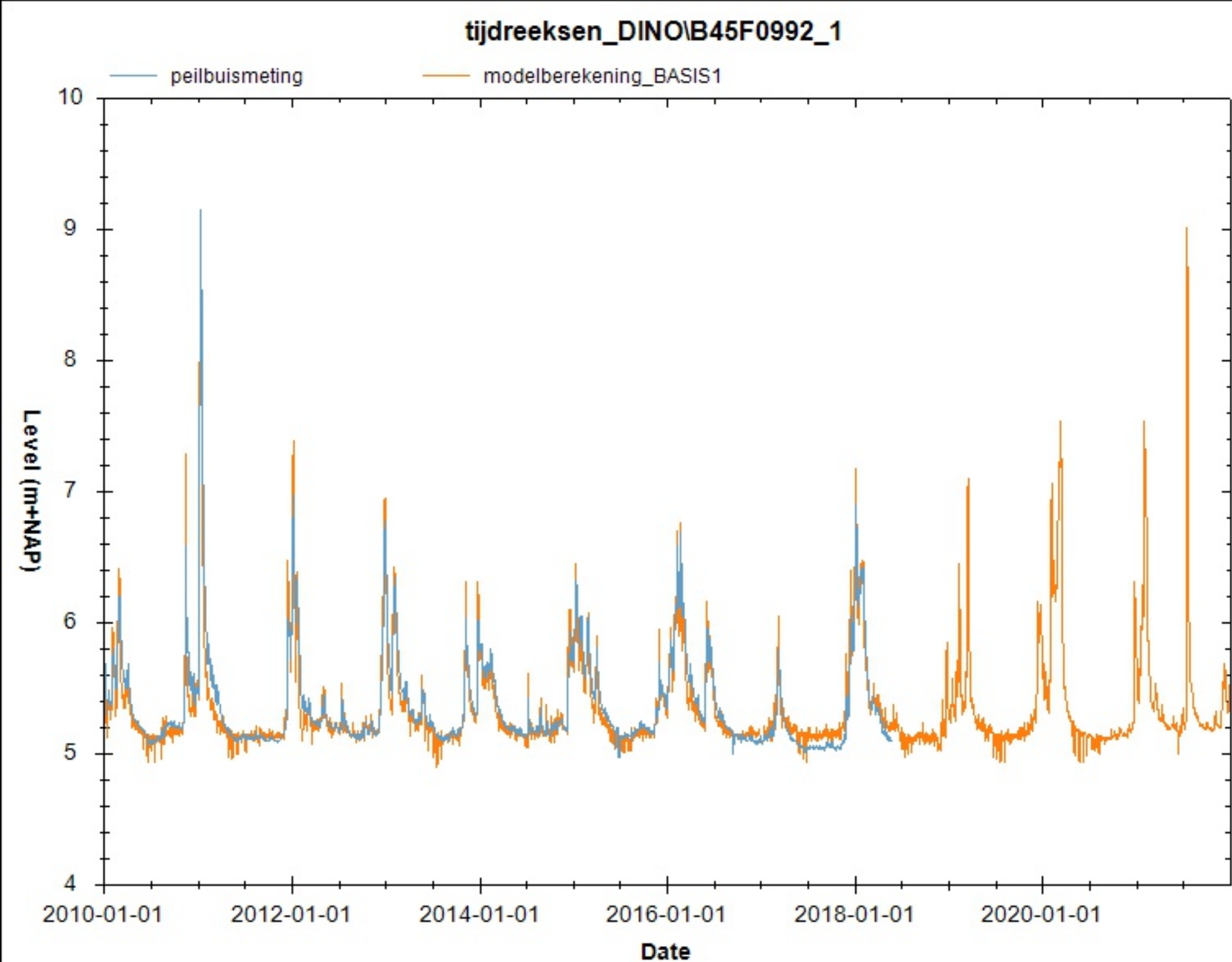
tijdreeks_FEWS\B45F0175-001_1



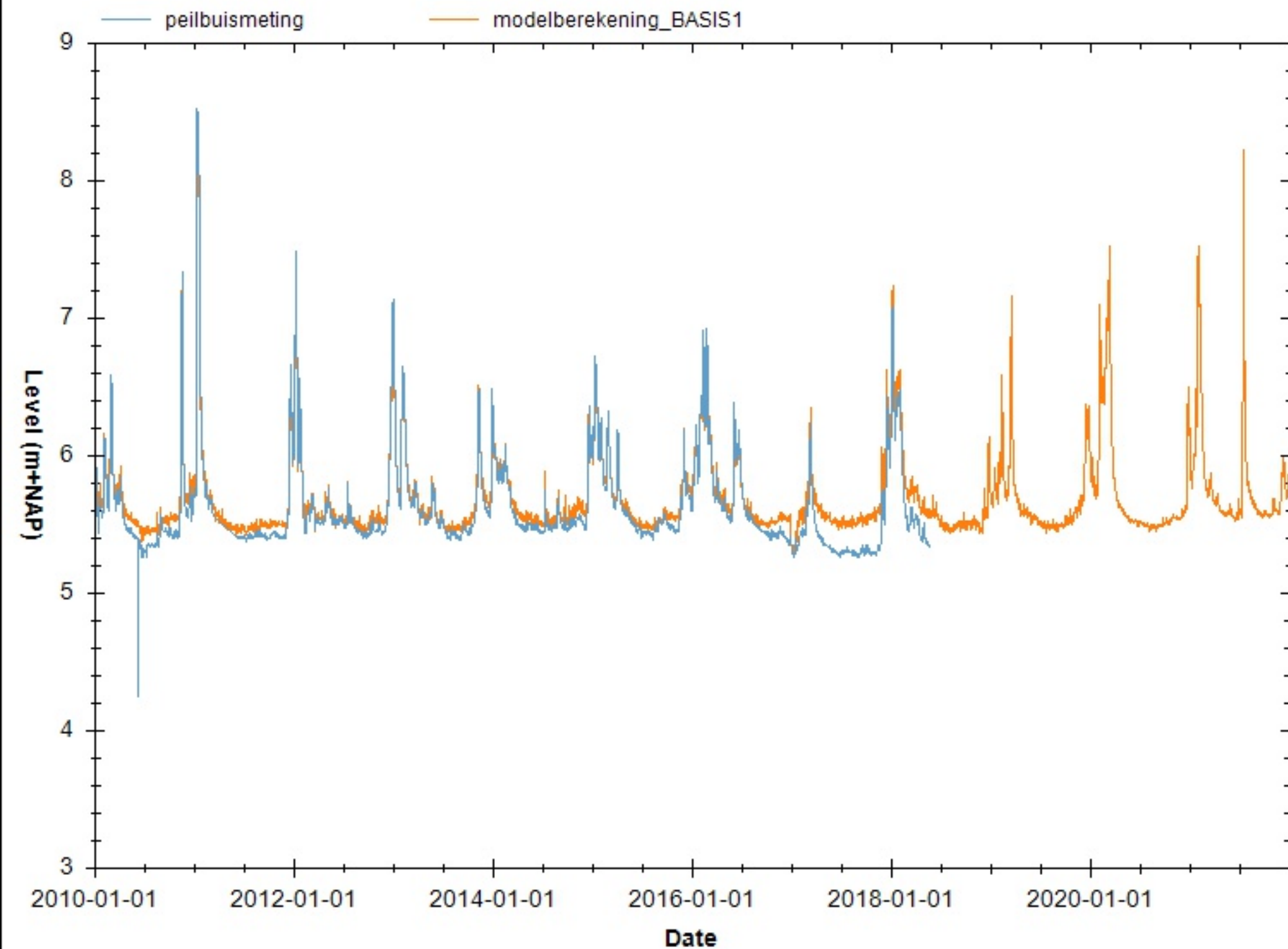
tijdreeks_FEWS\B45F0175-001_1



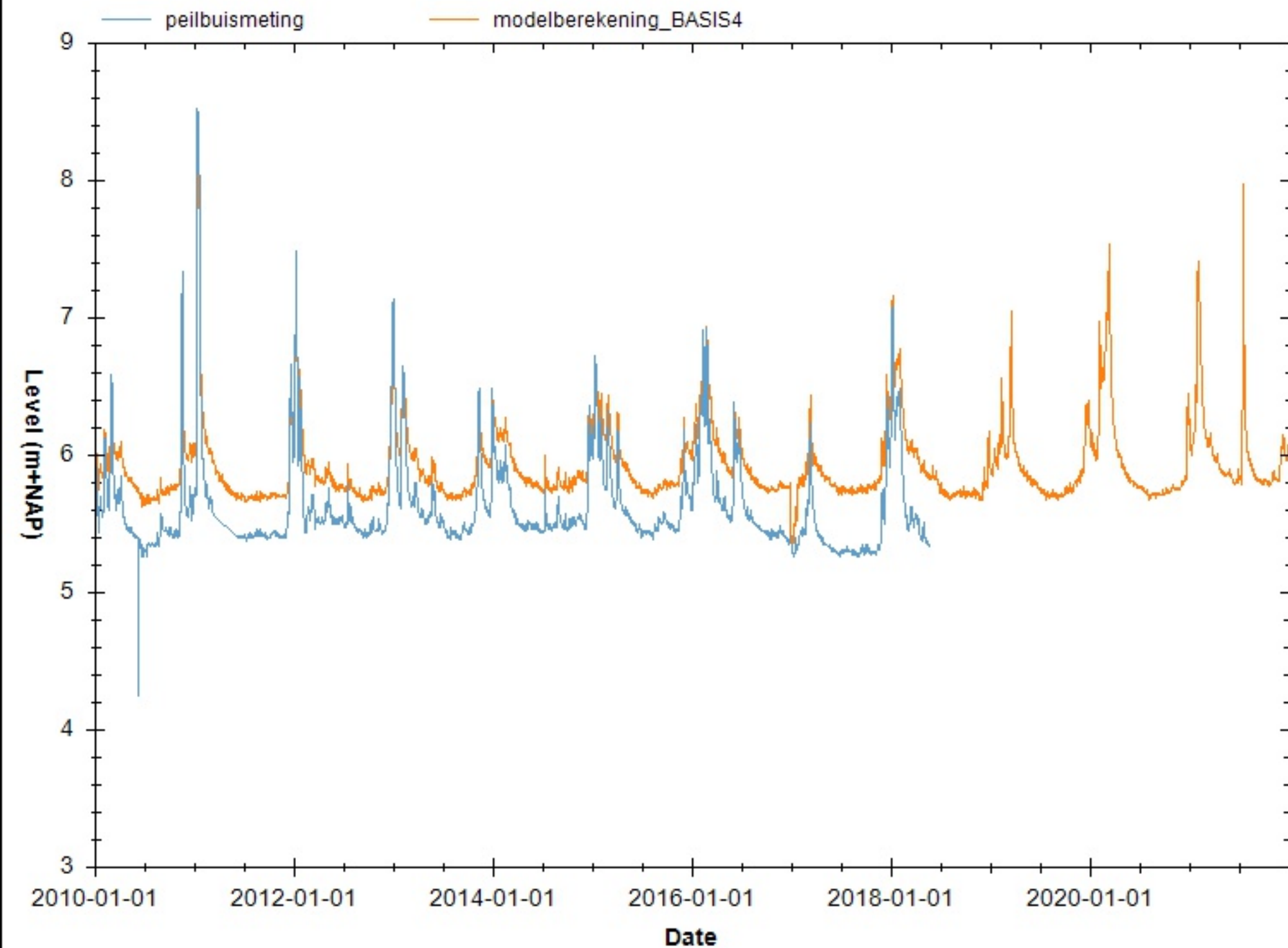




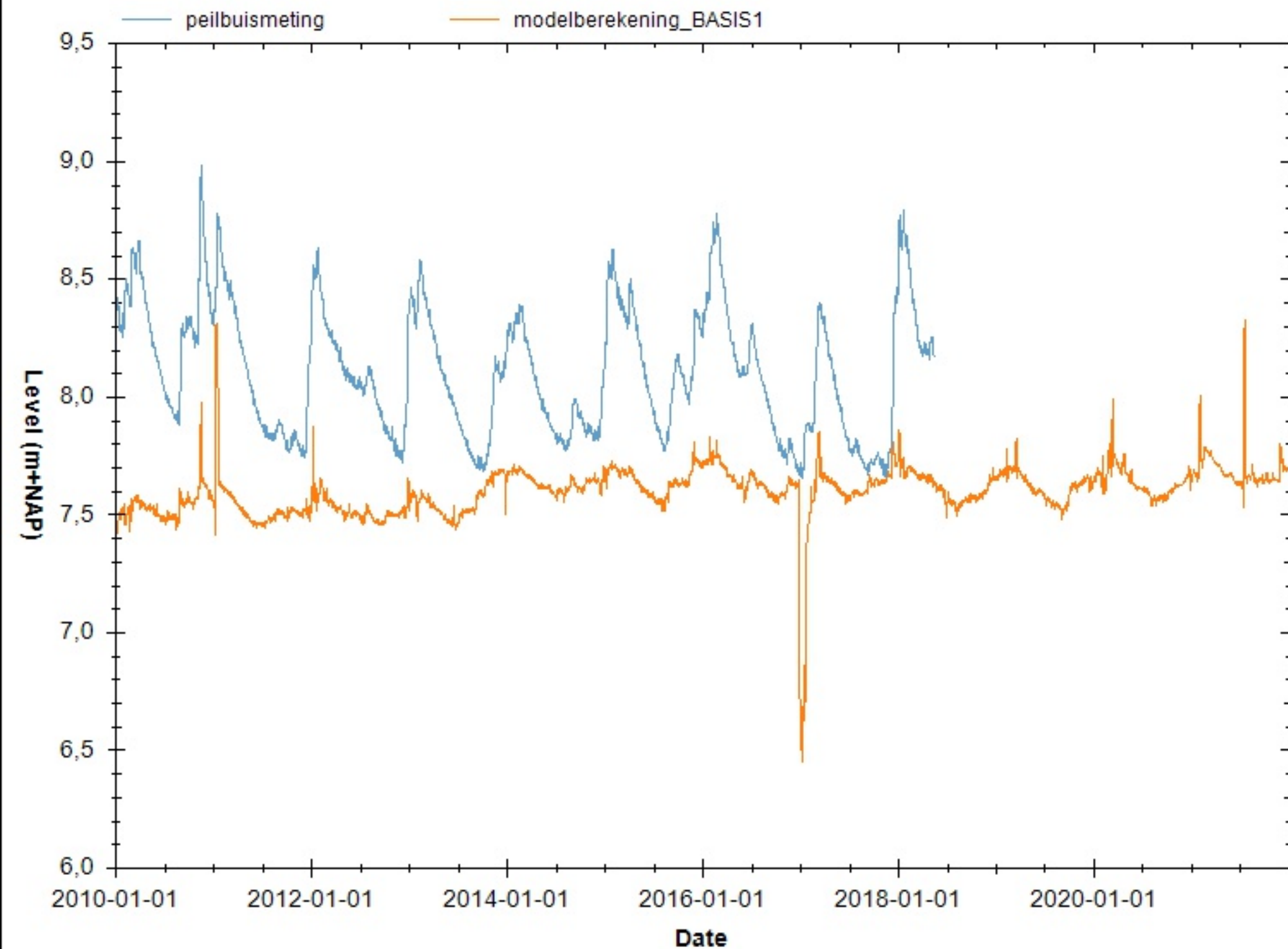
tijdreeksen_DINO\B45F0993_1



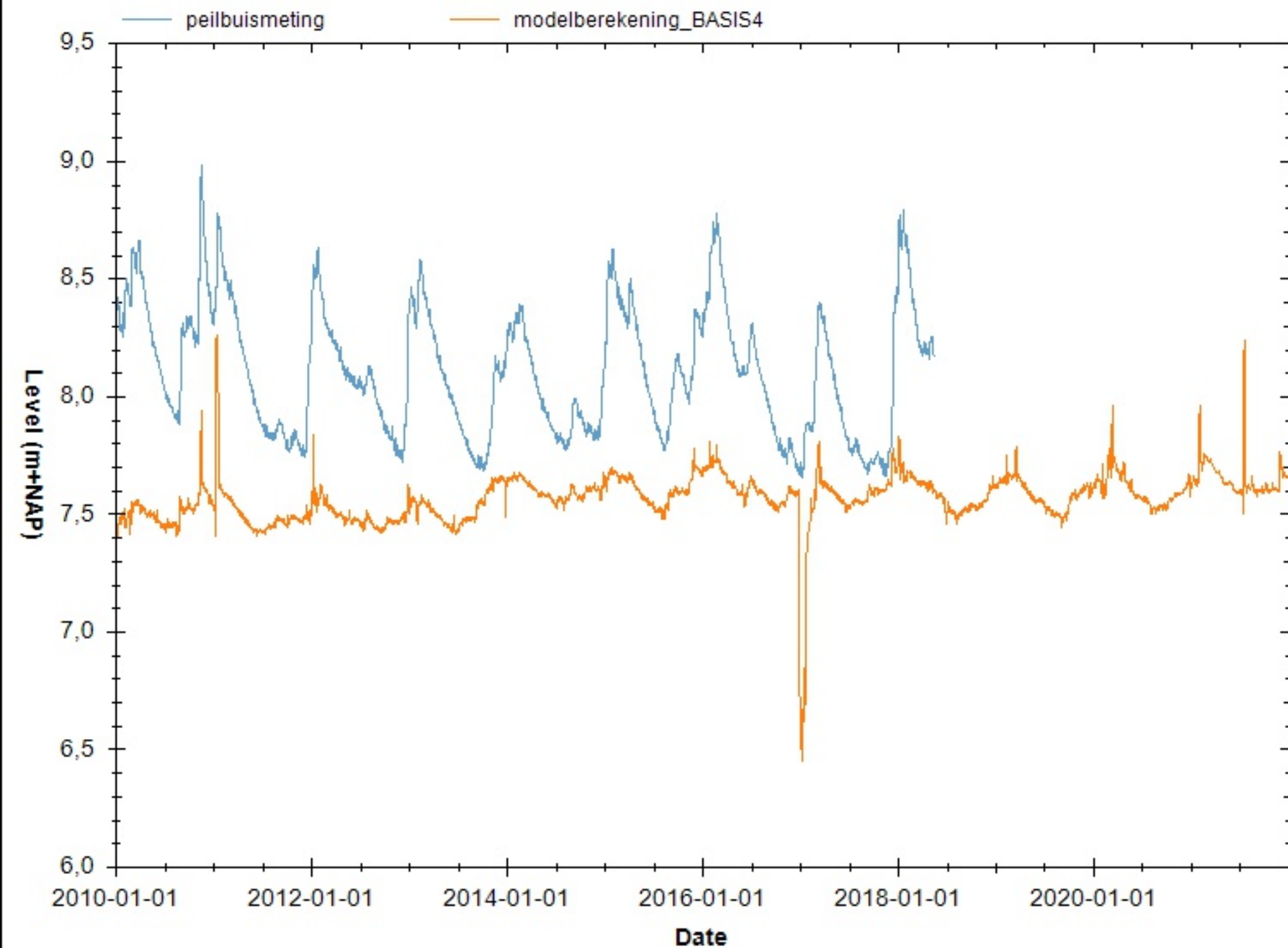
tijdreeksen_DINO\B45F0993_1



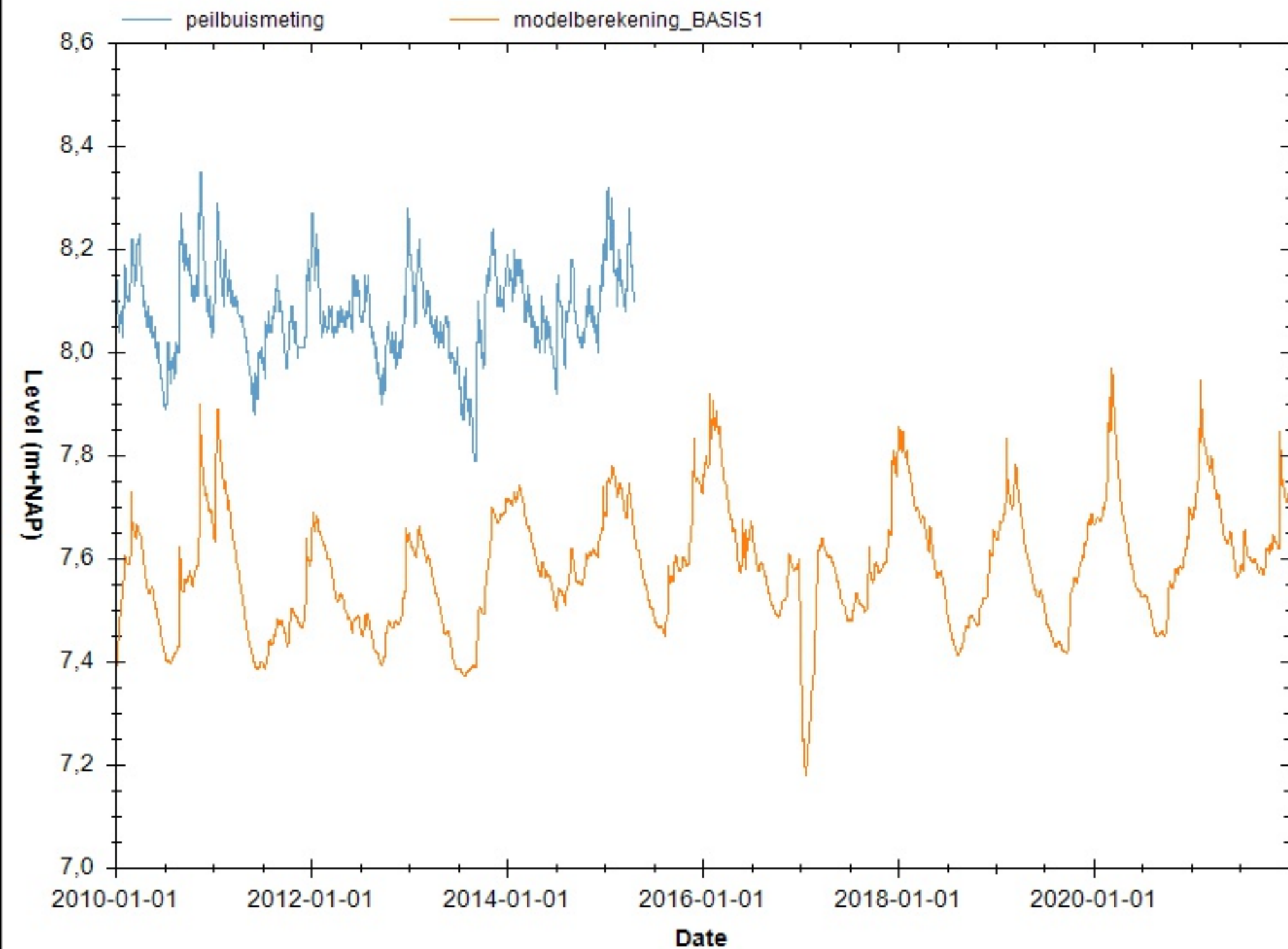
tijdreeksen_DINO\B45F0994_1



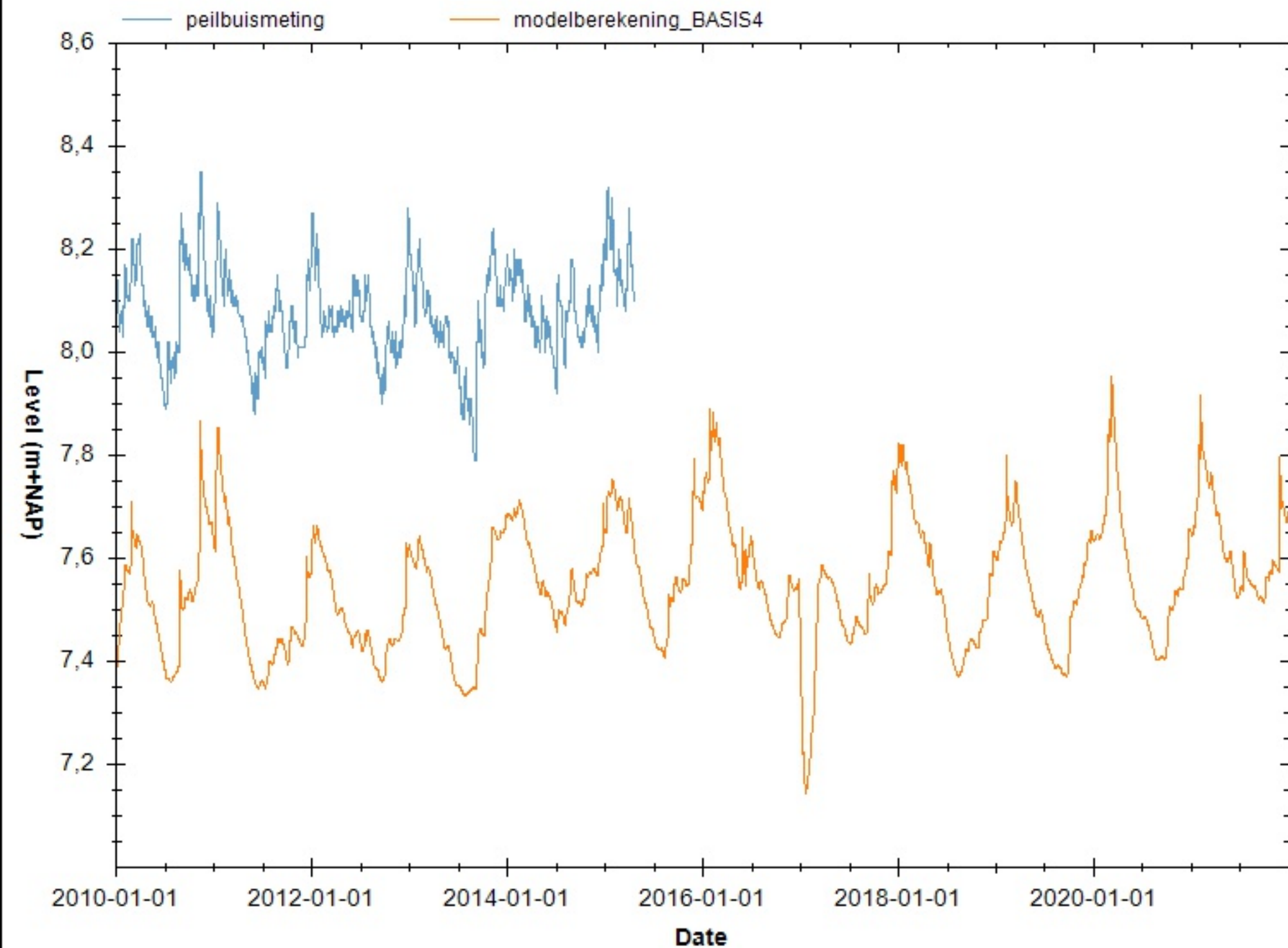
tijdreeksen_DINO\B45F0994_1



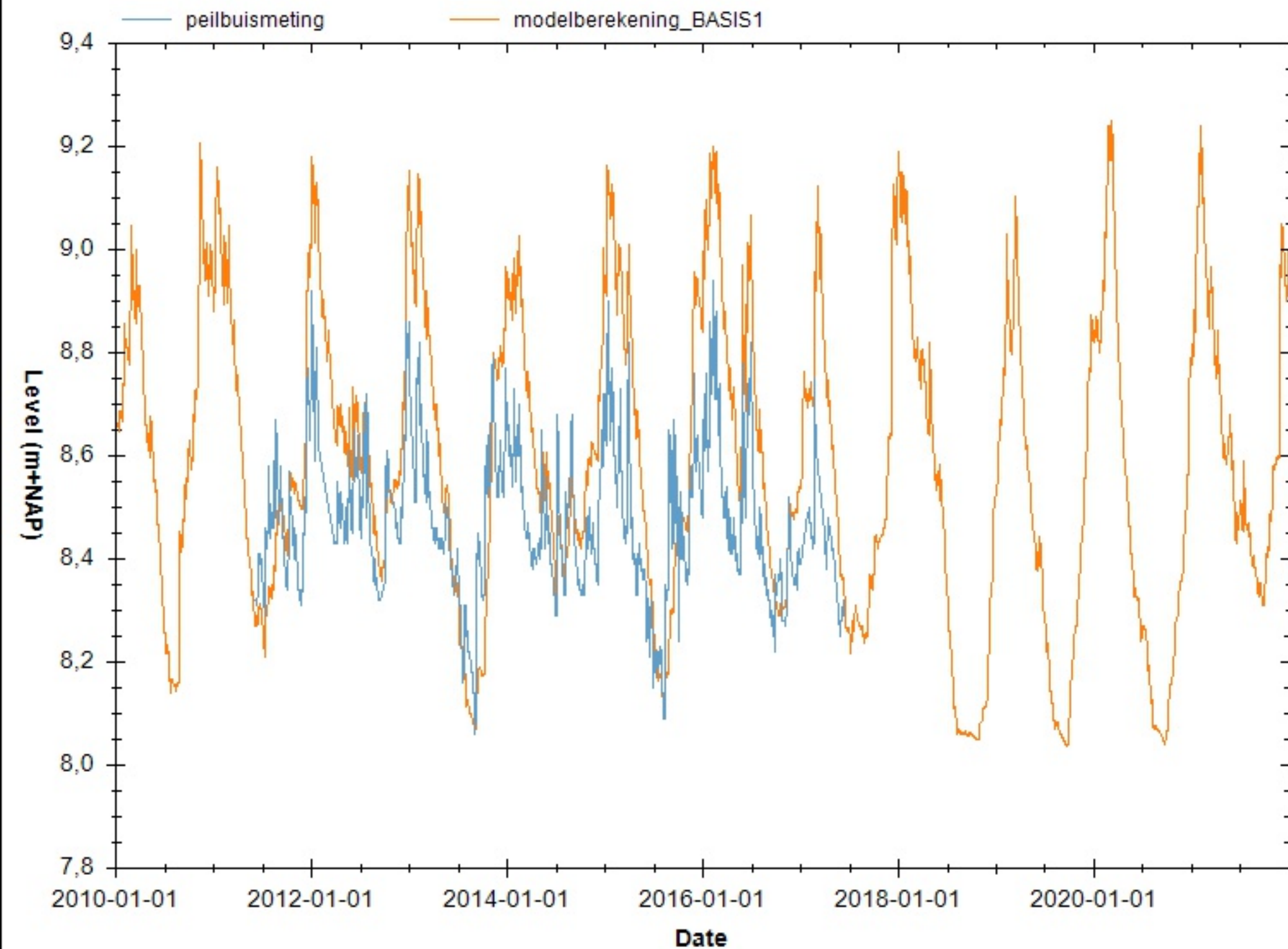
tijdreeksen_DINO\B45F0998_1



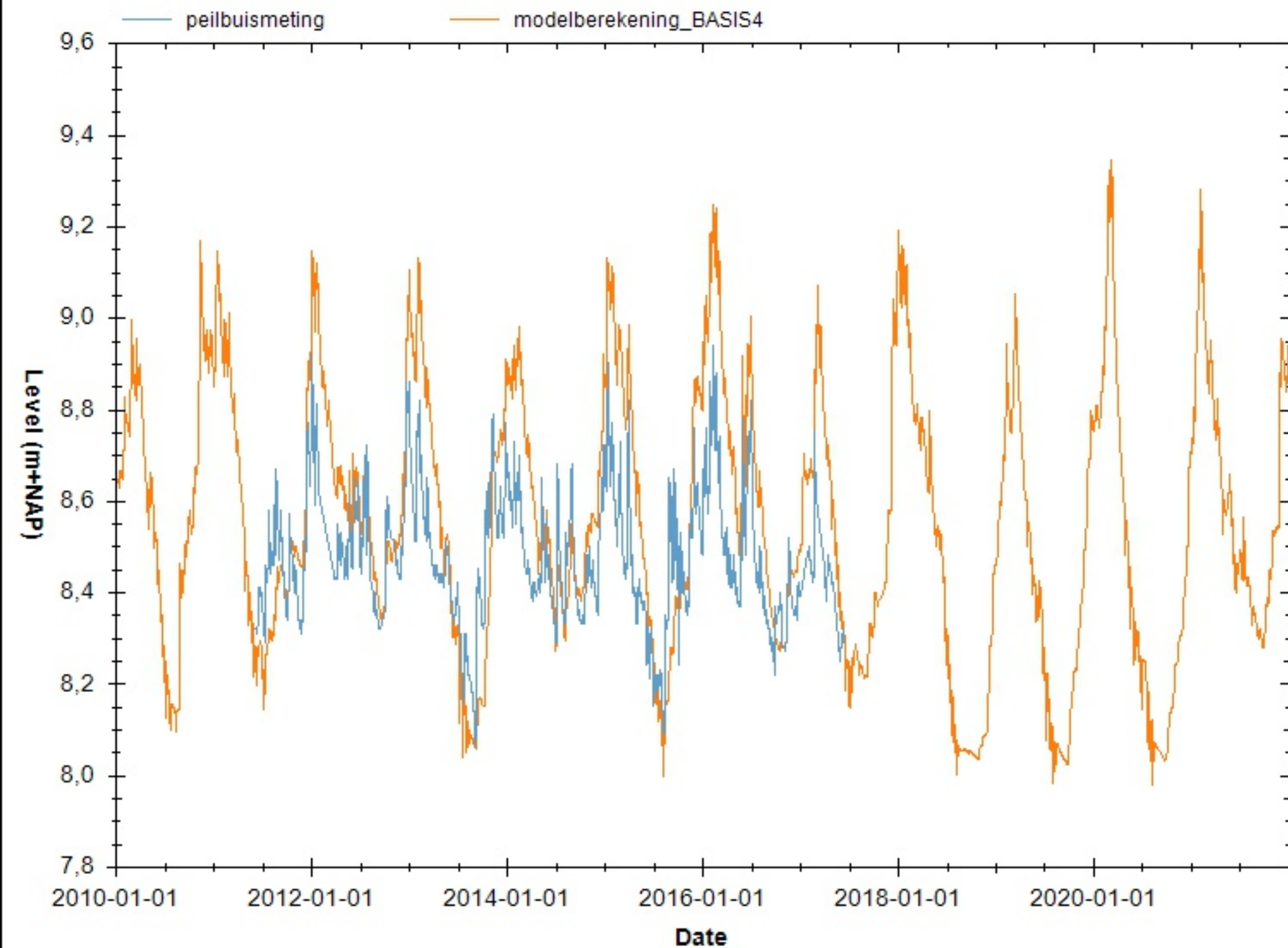
tijdreeksen_DINO\B45F0998_1

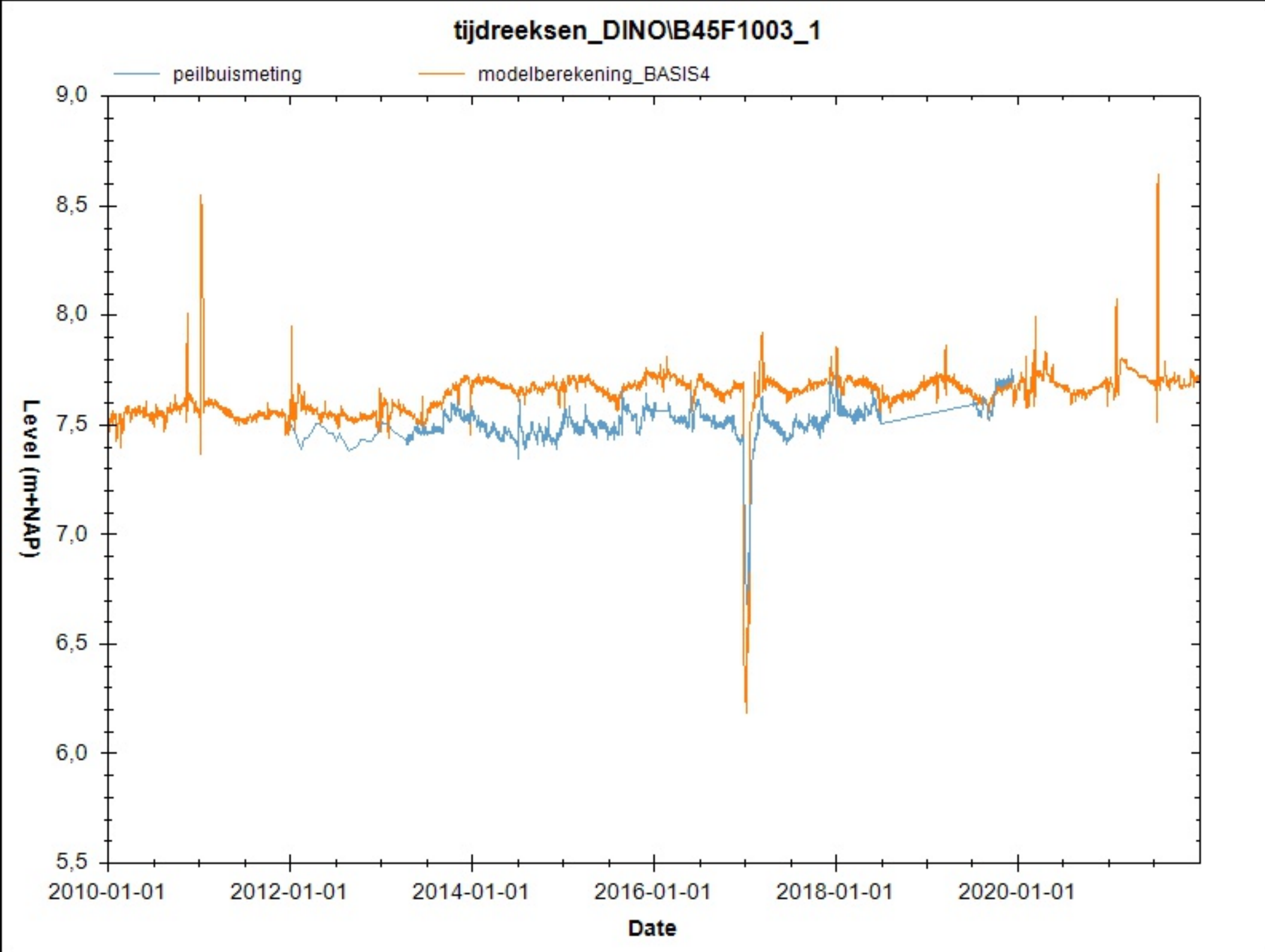
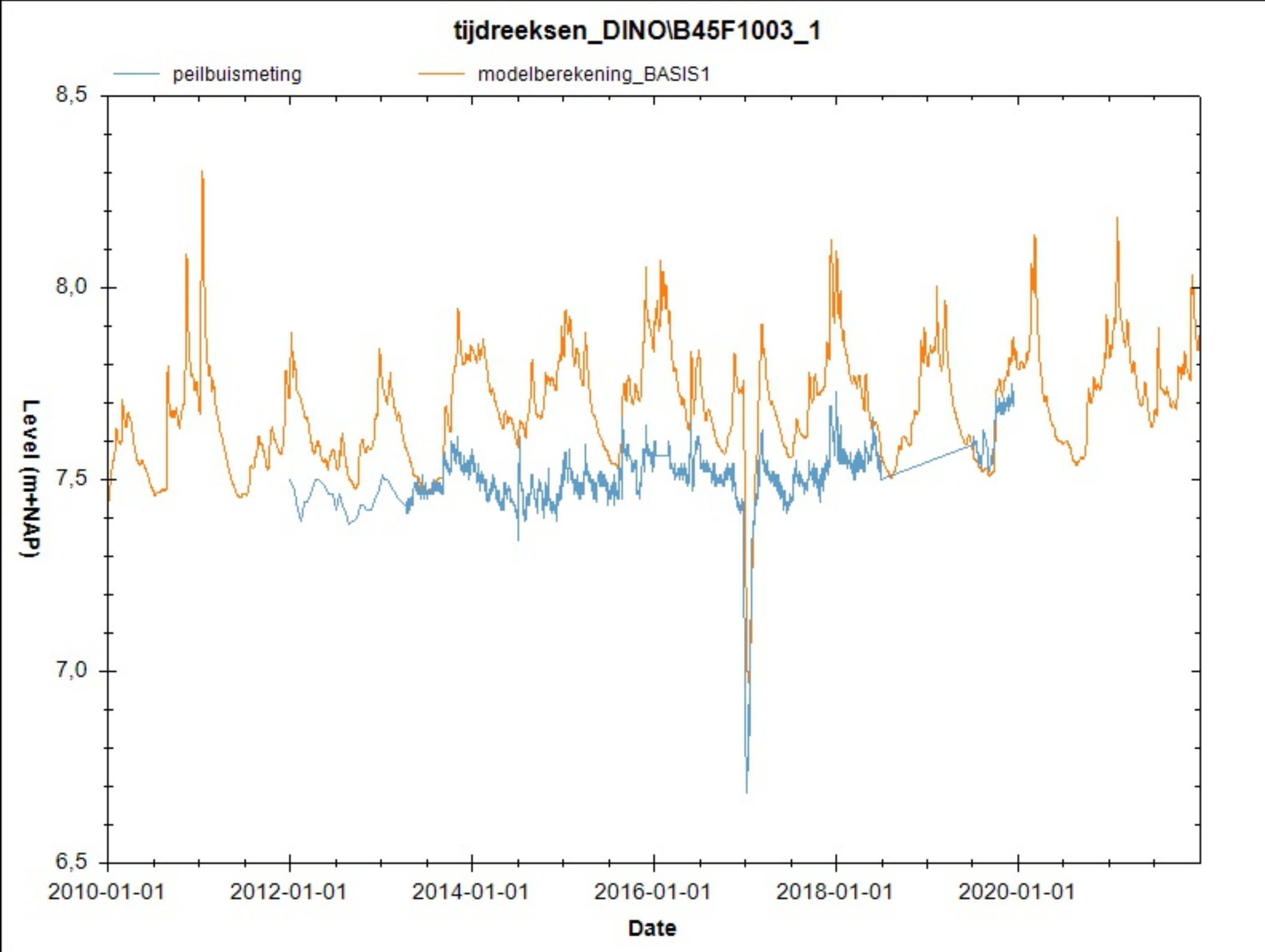


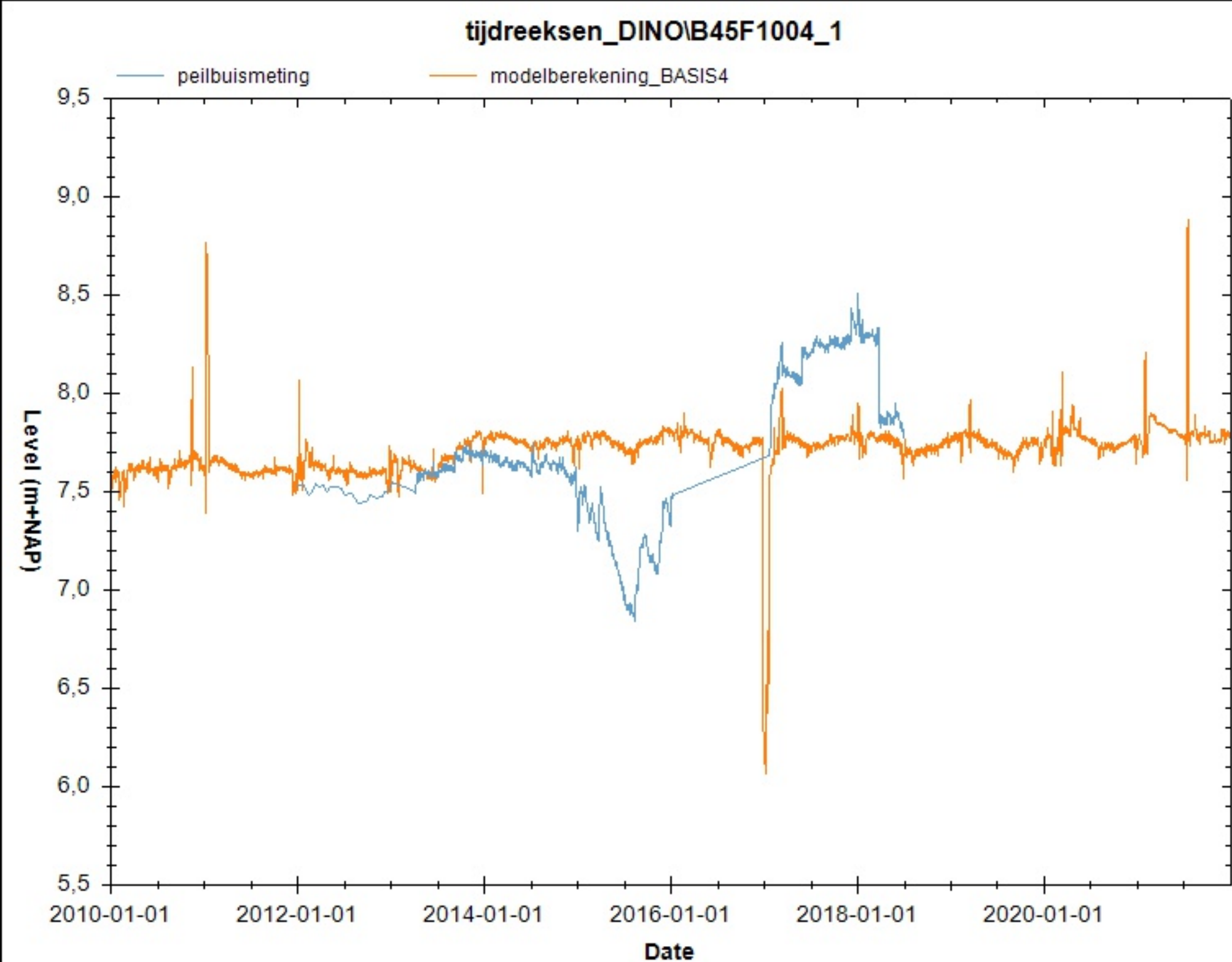
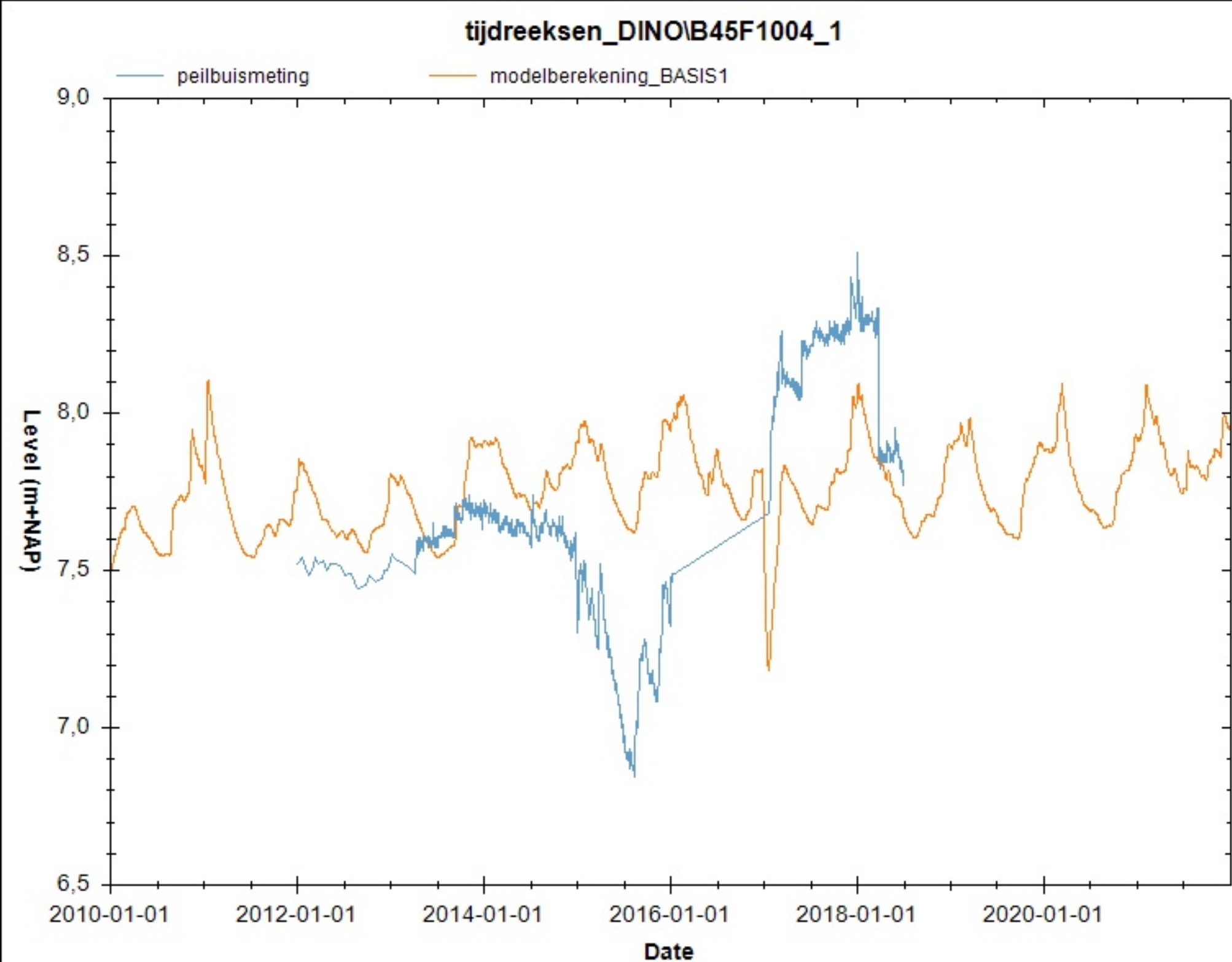
tijdreeksen_DINO\B45F1001_1

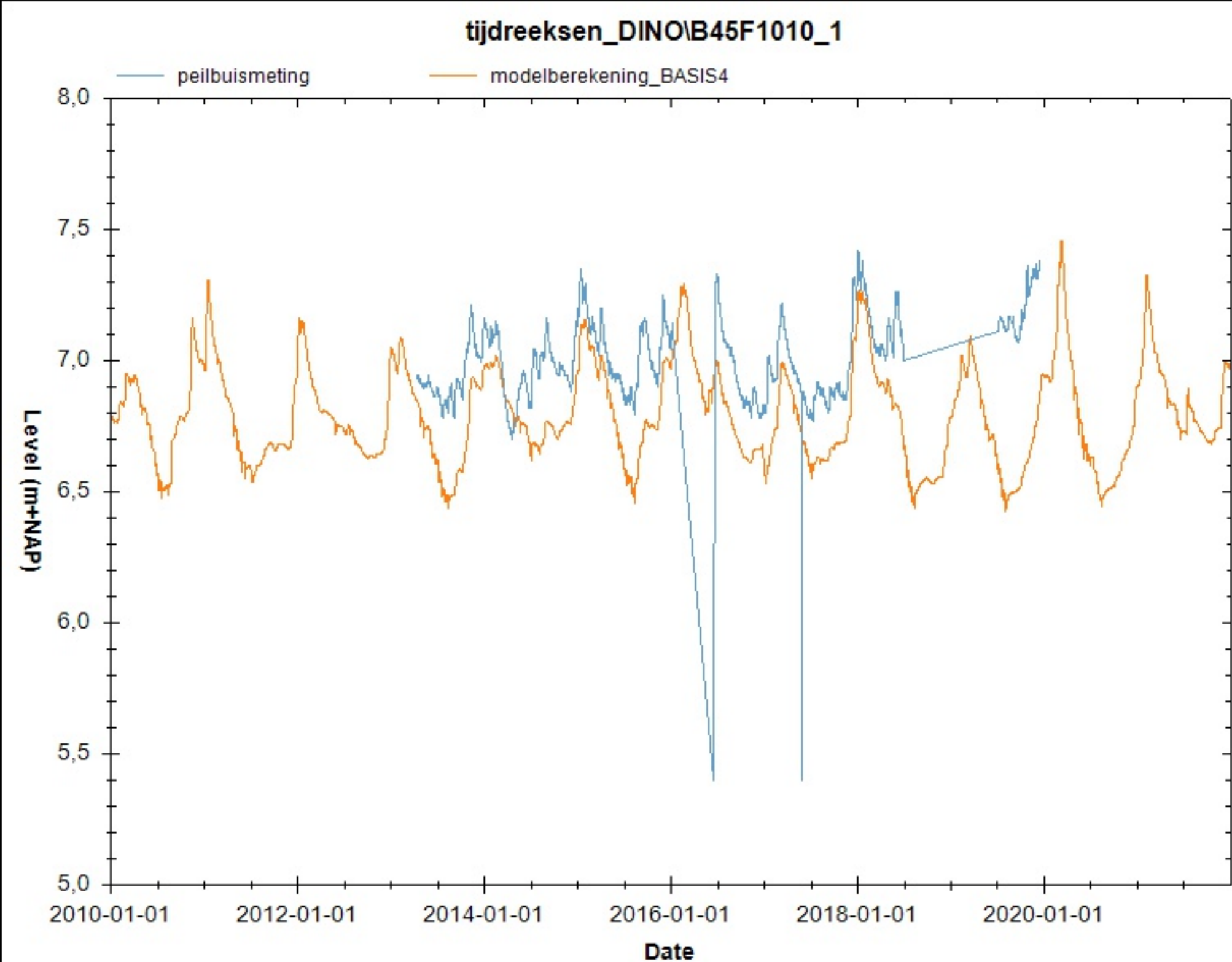
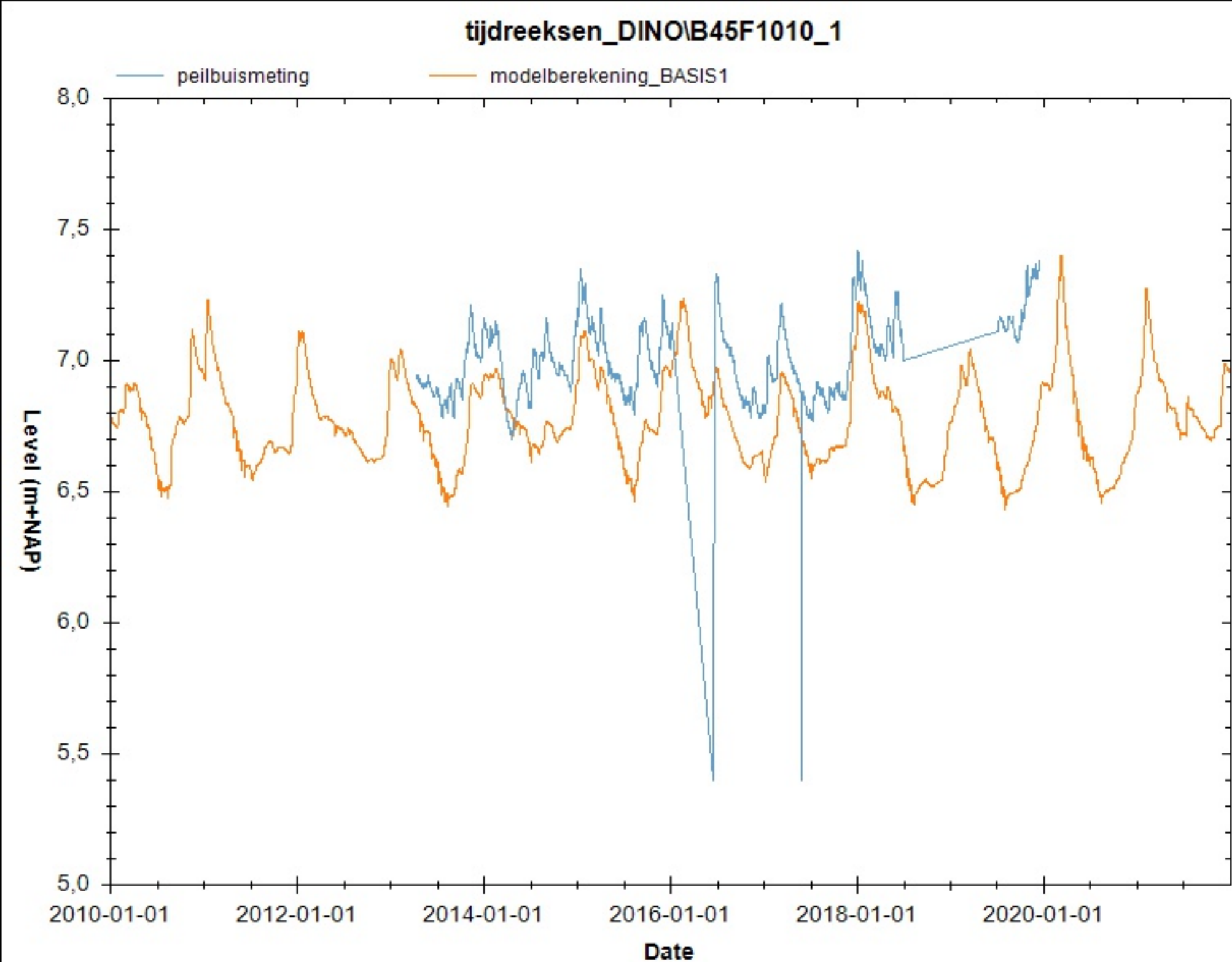


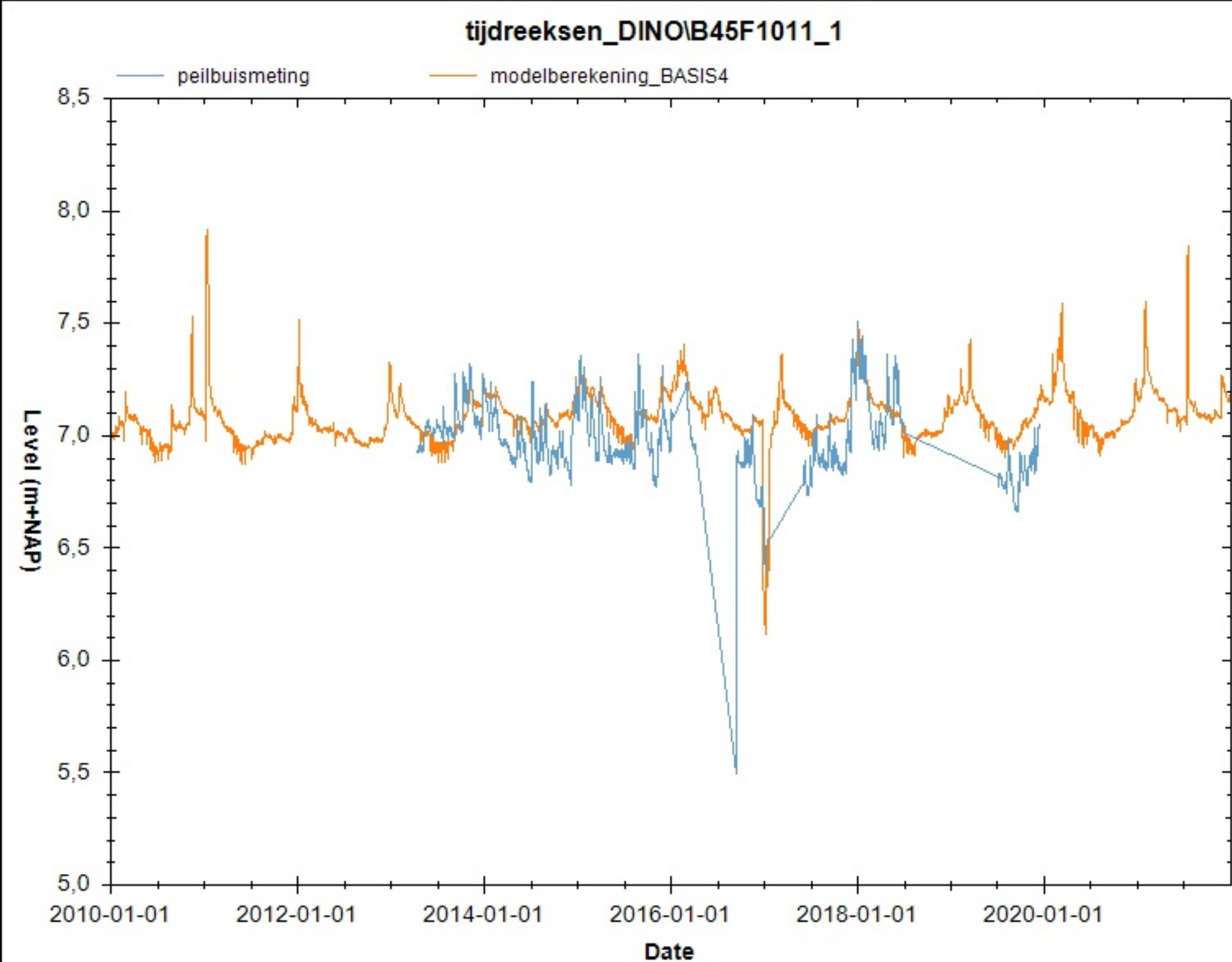
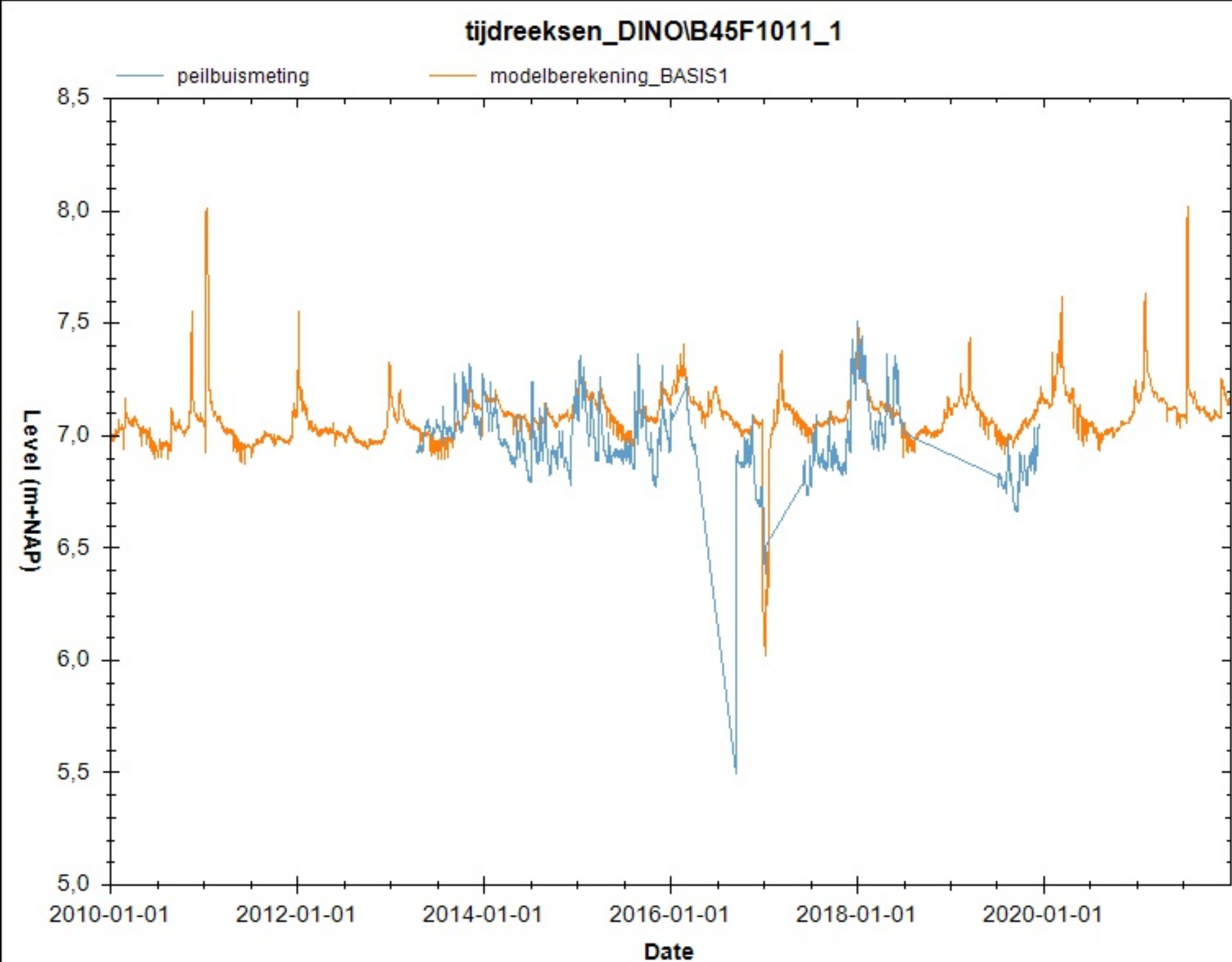
tijdreeksen_DINO\B45F1001_1

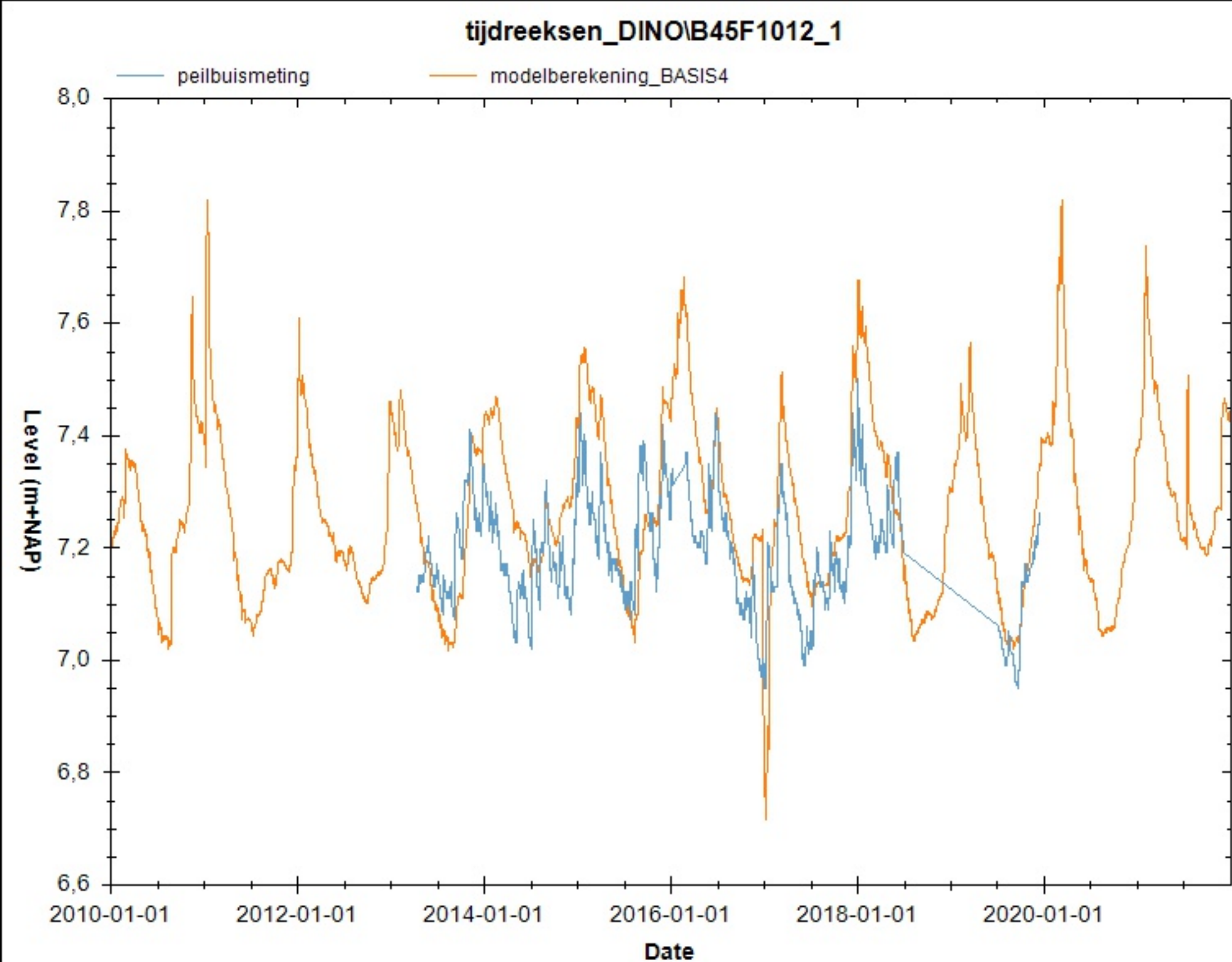
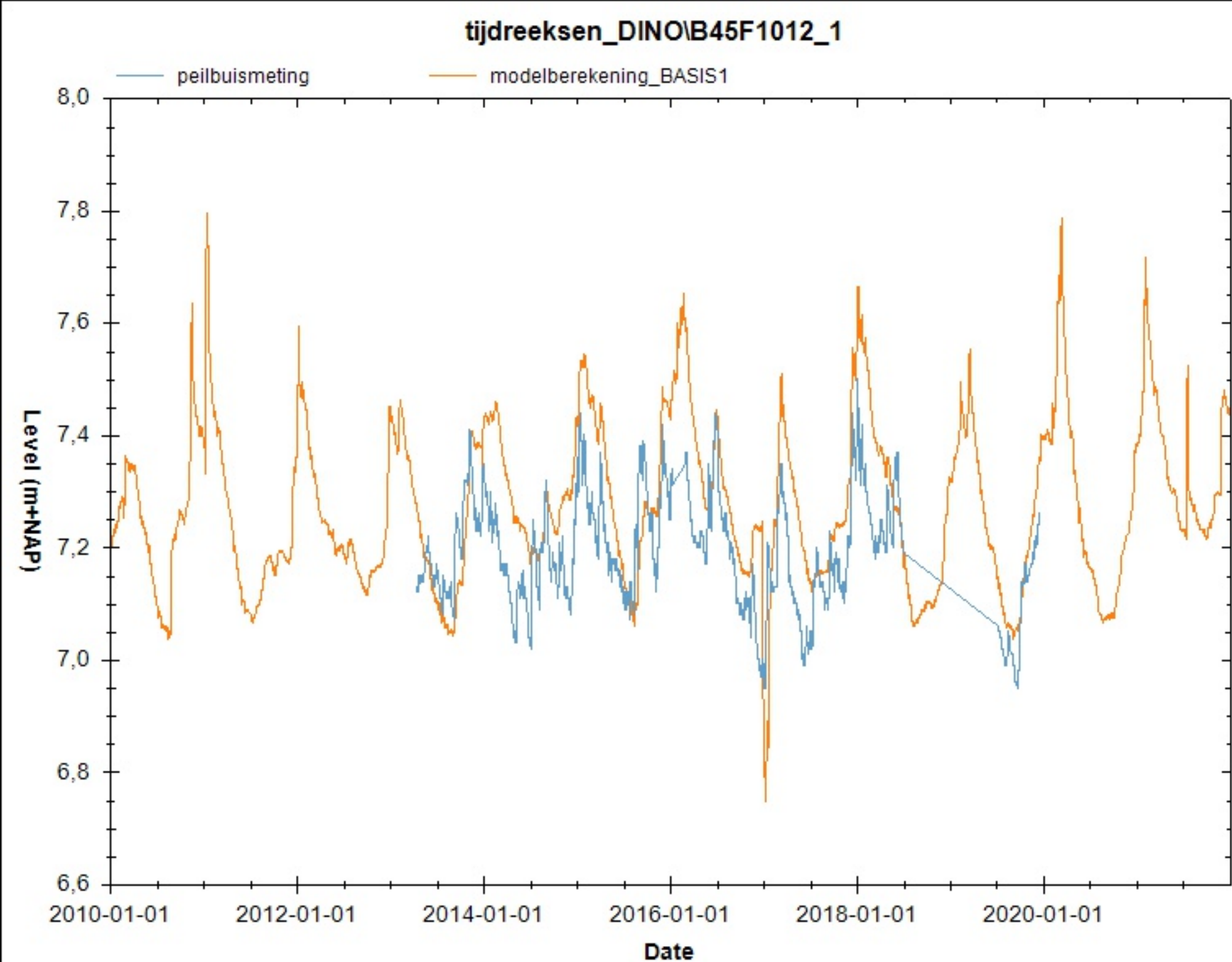


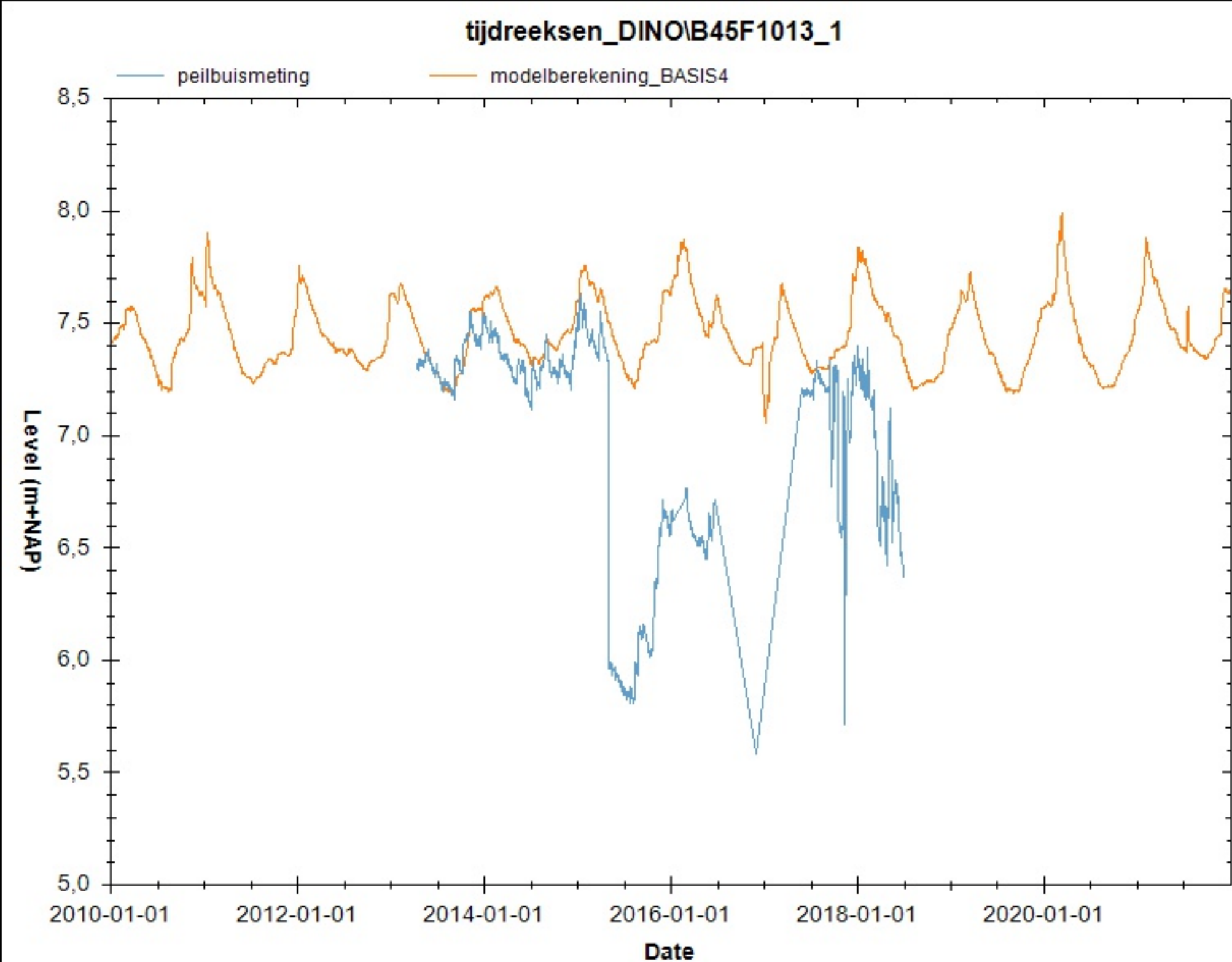
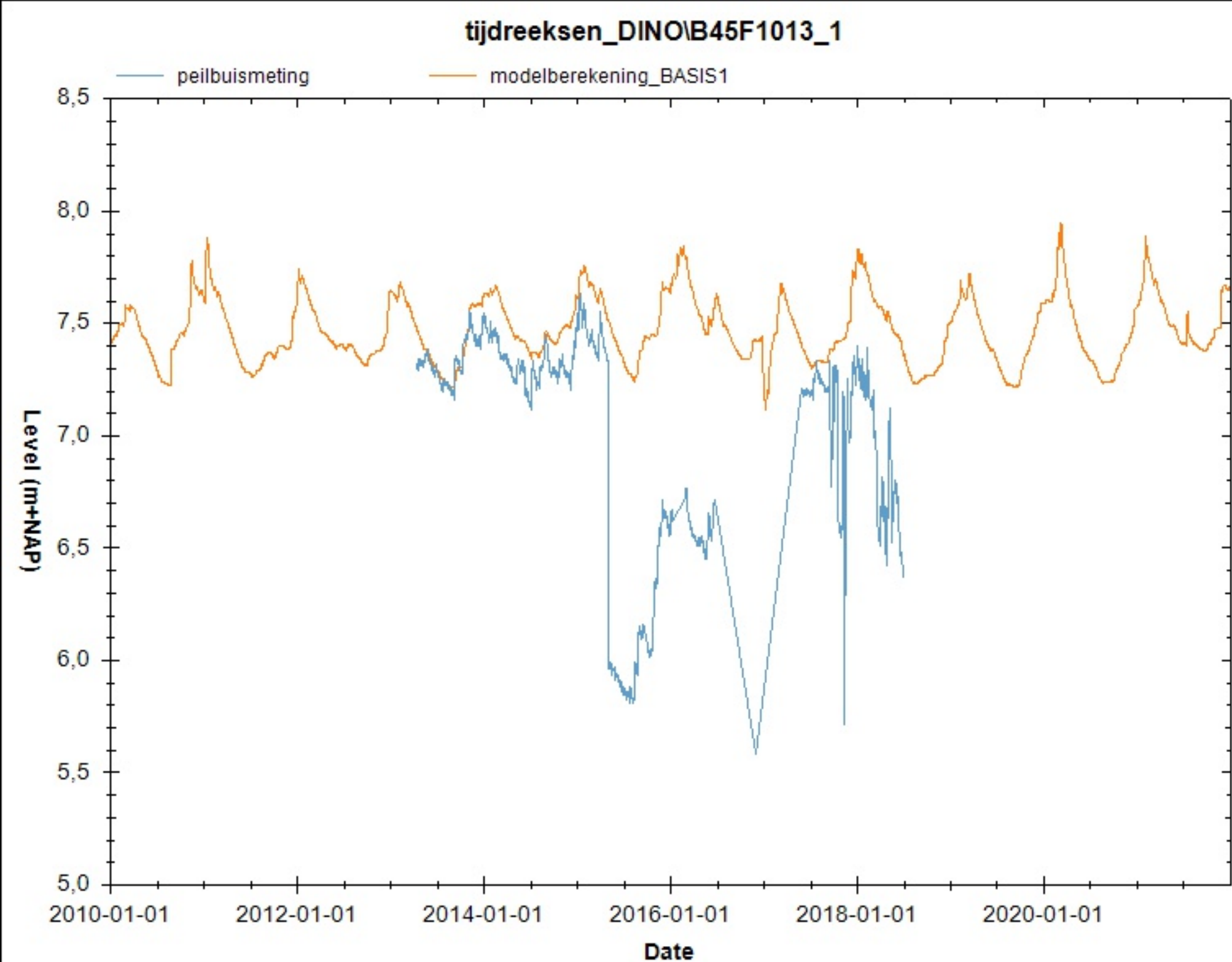




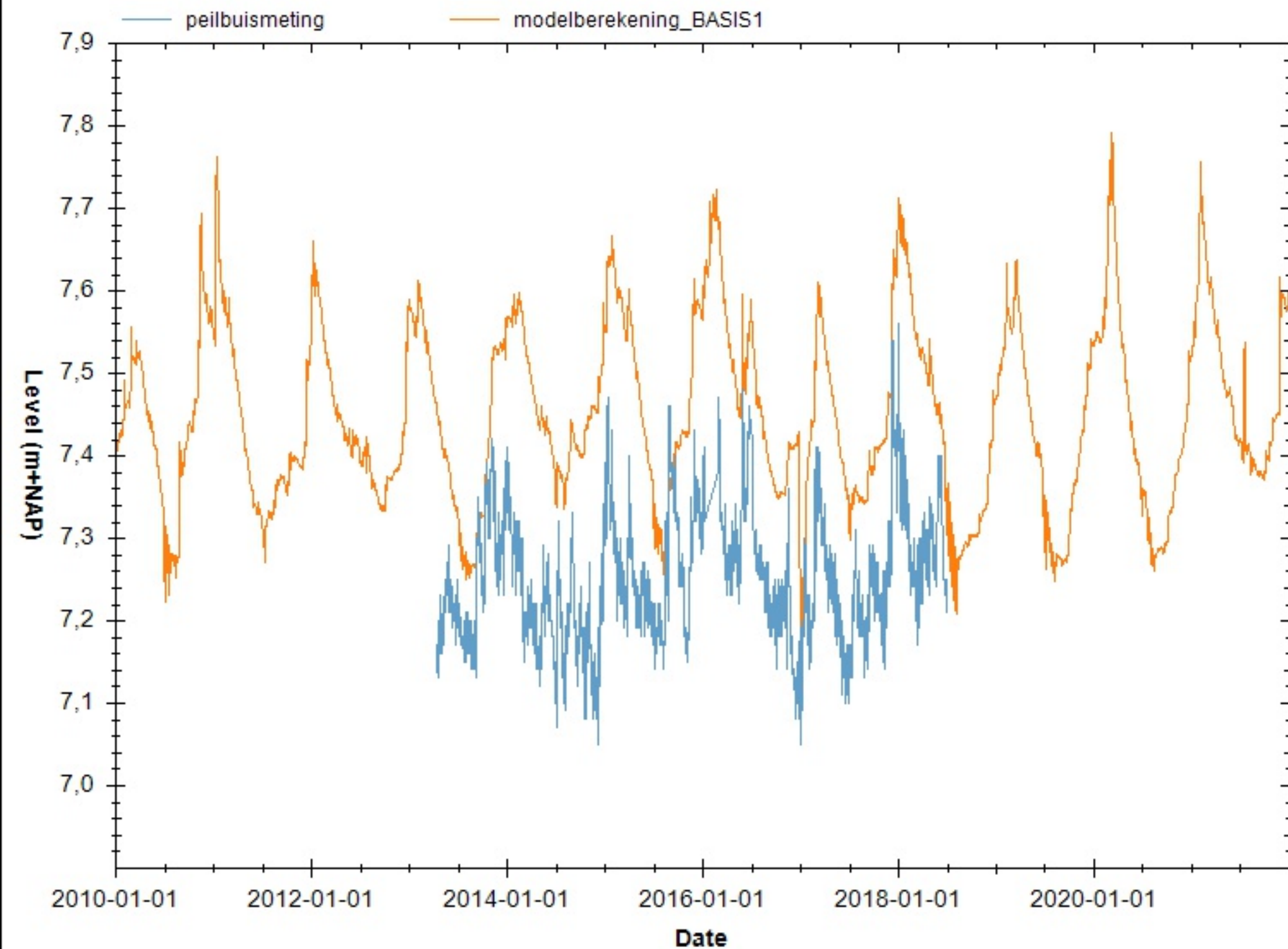




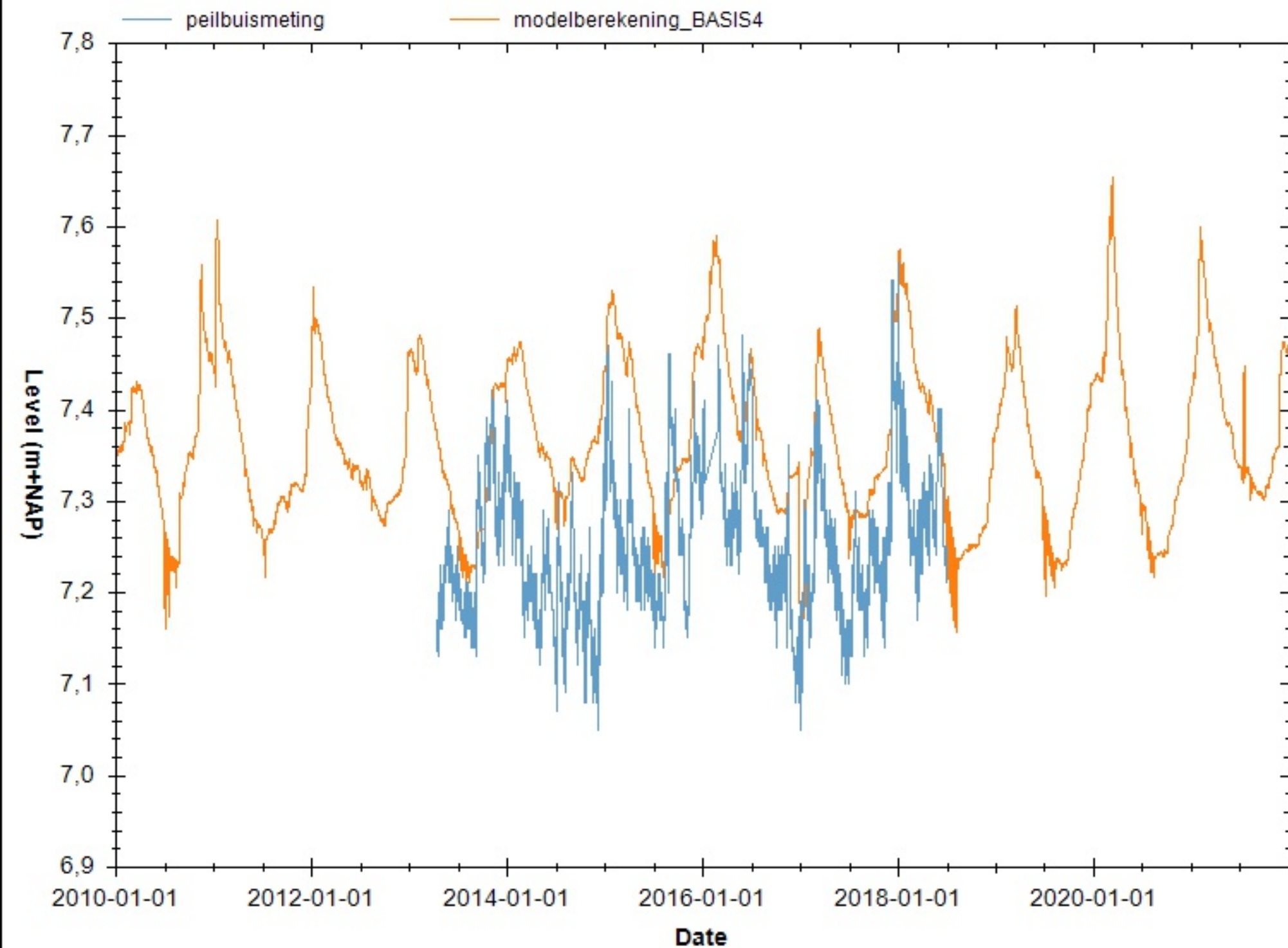




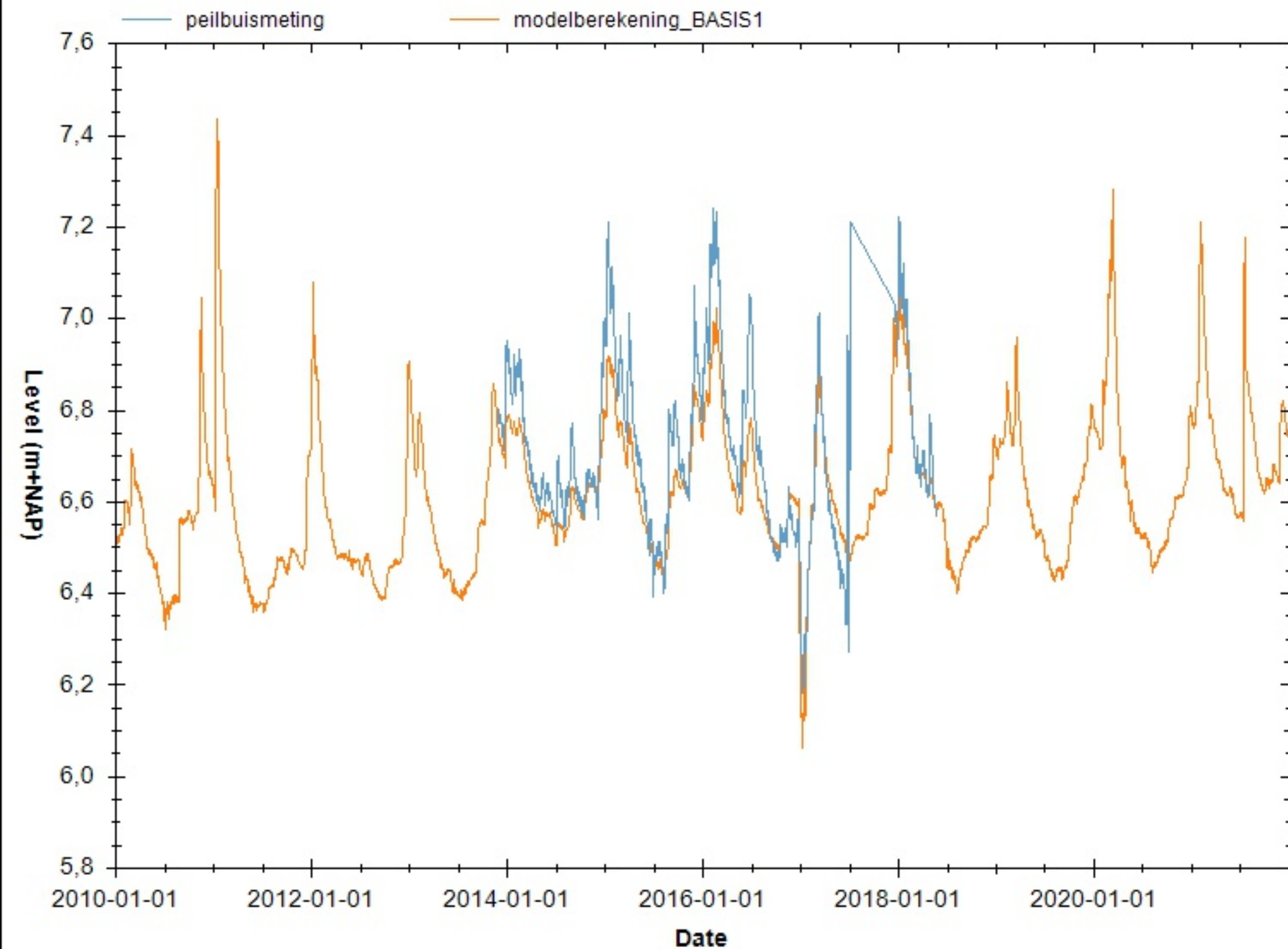
tijdreeksen_DINO\B45F1014_1



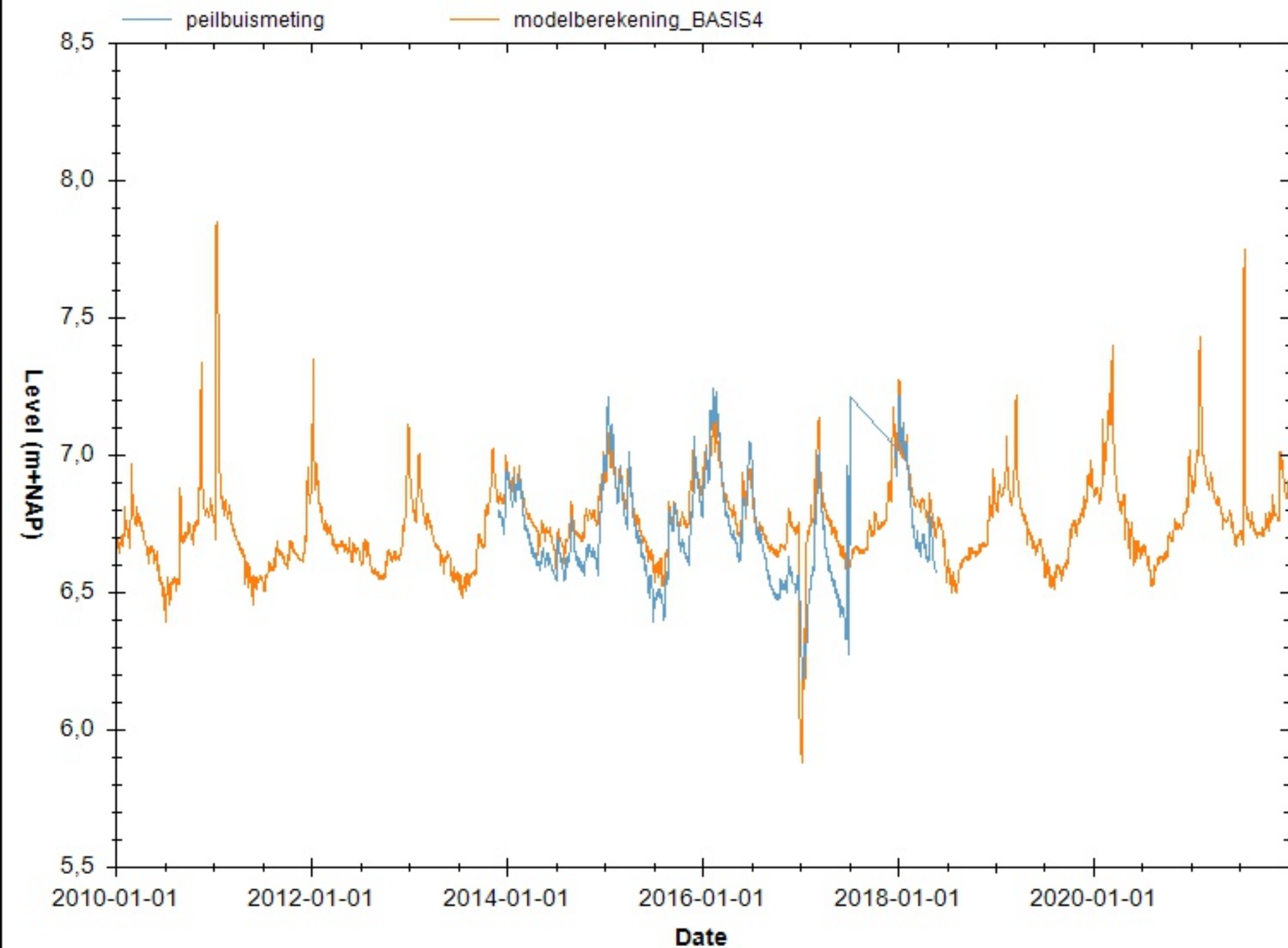
tijdreeksen_DINO\B45F1014_1

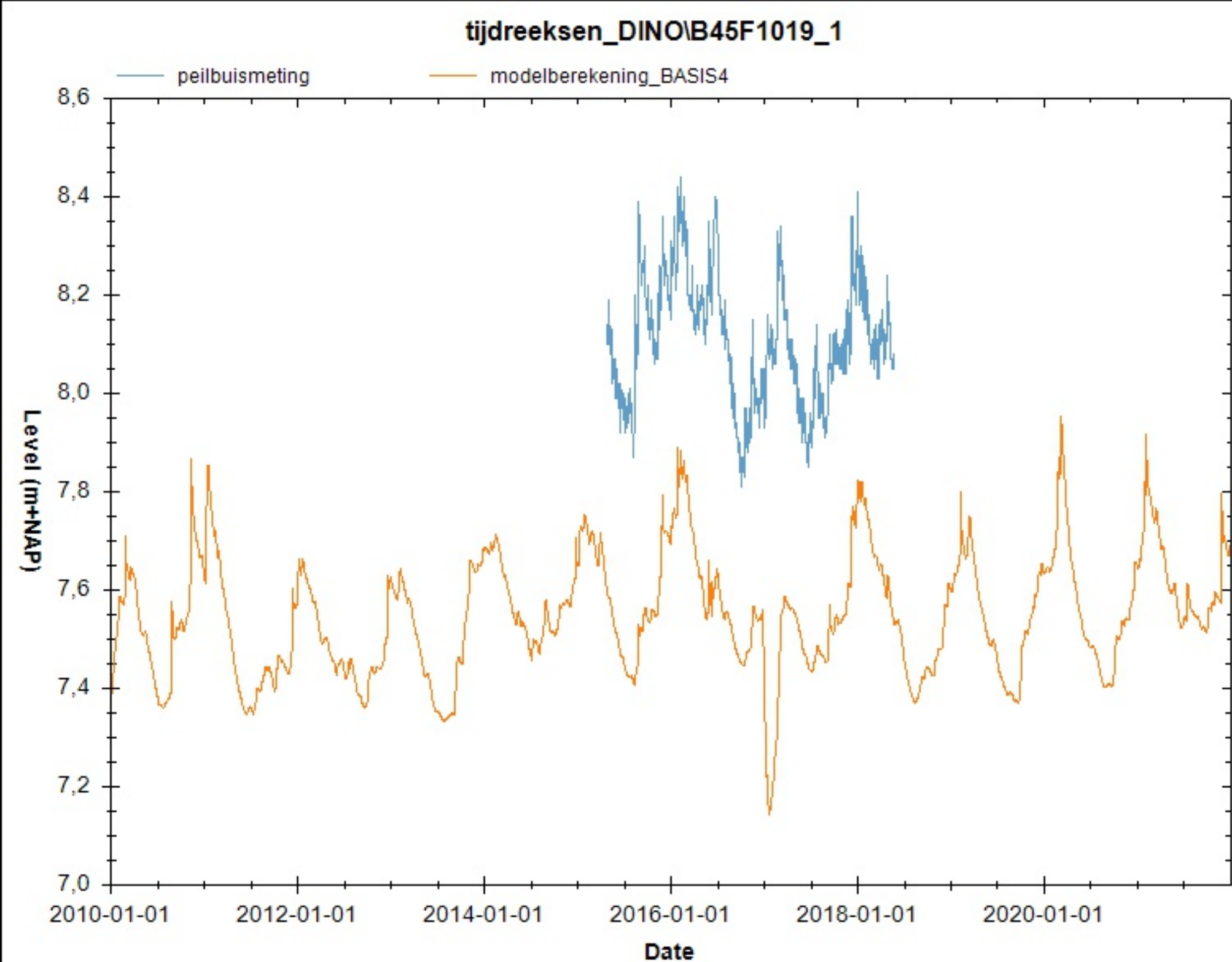
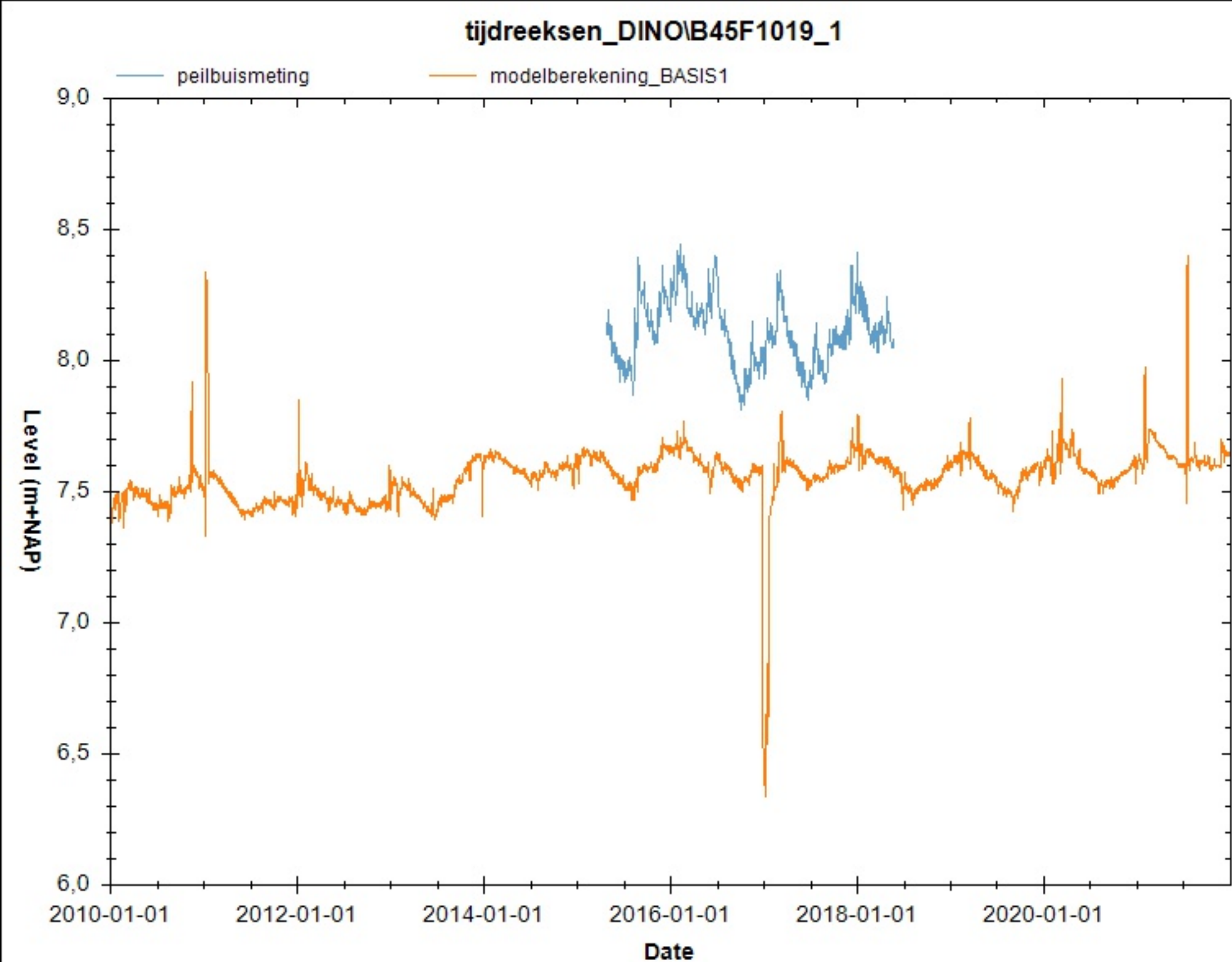


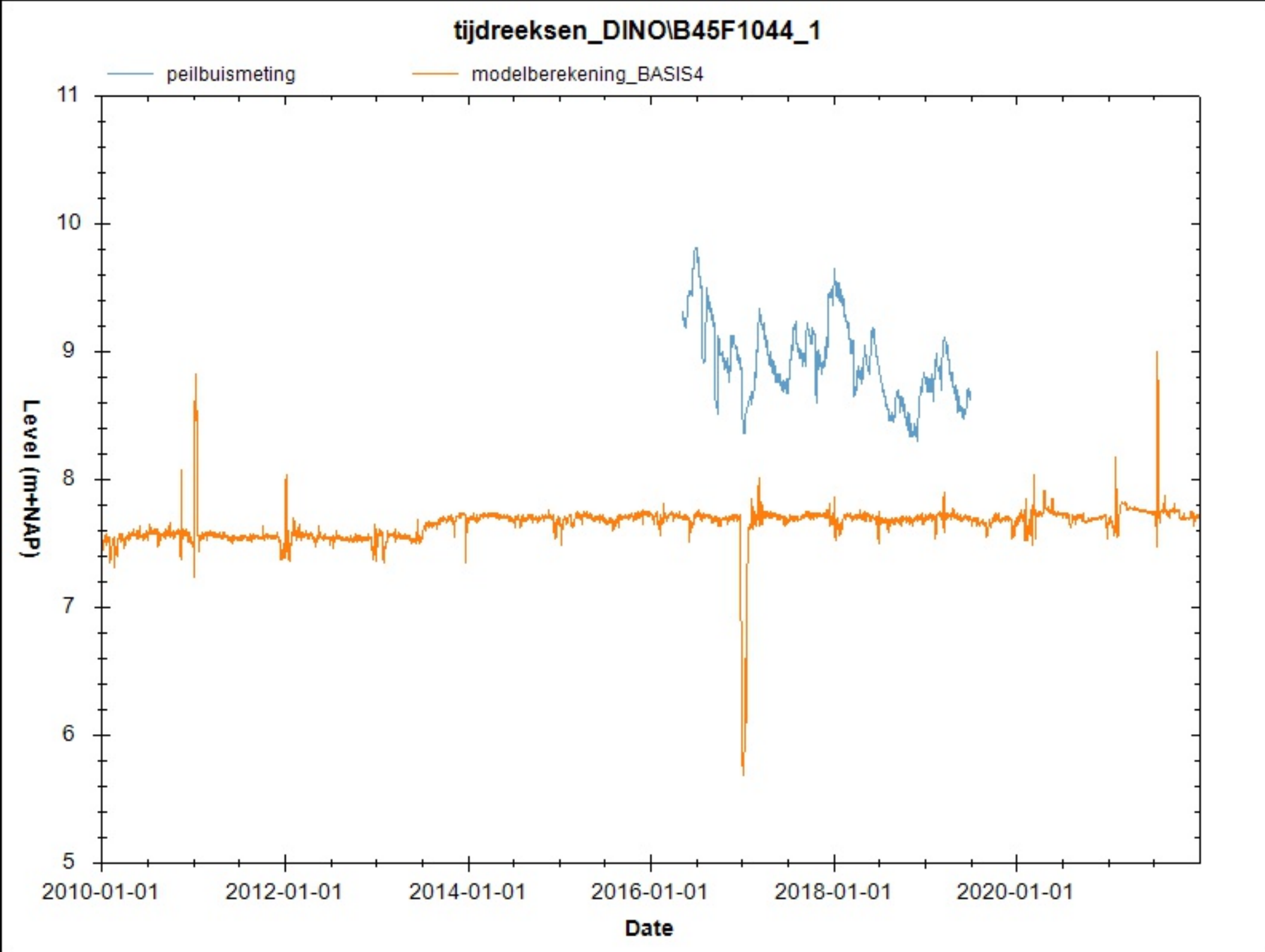
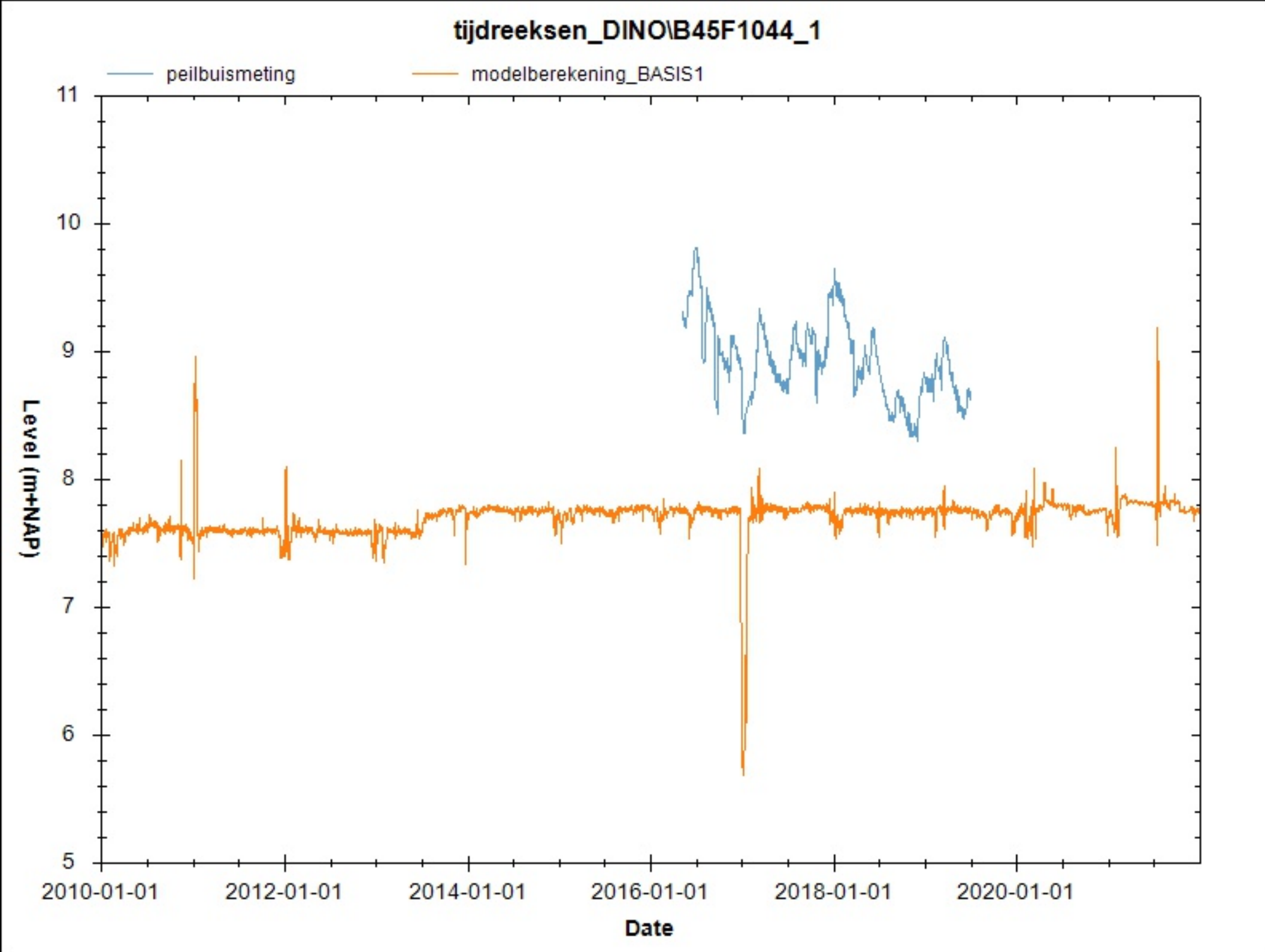
tijdreeksen_DINO\B45F1016_1

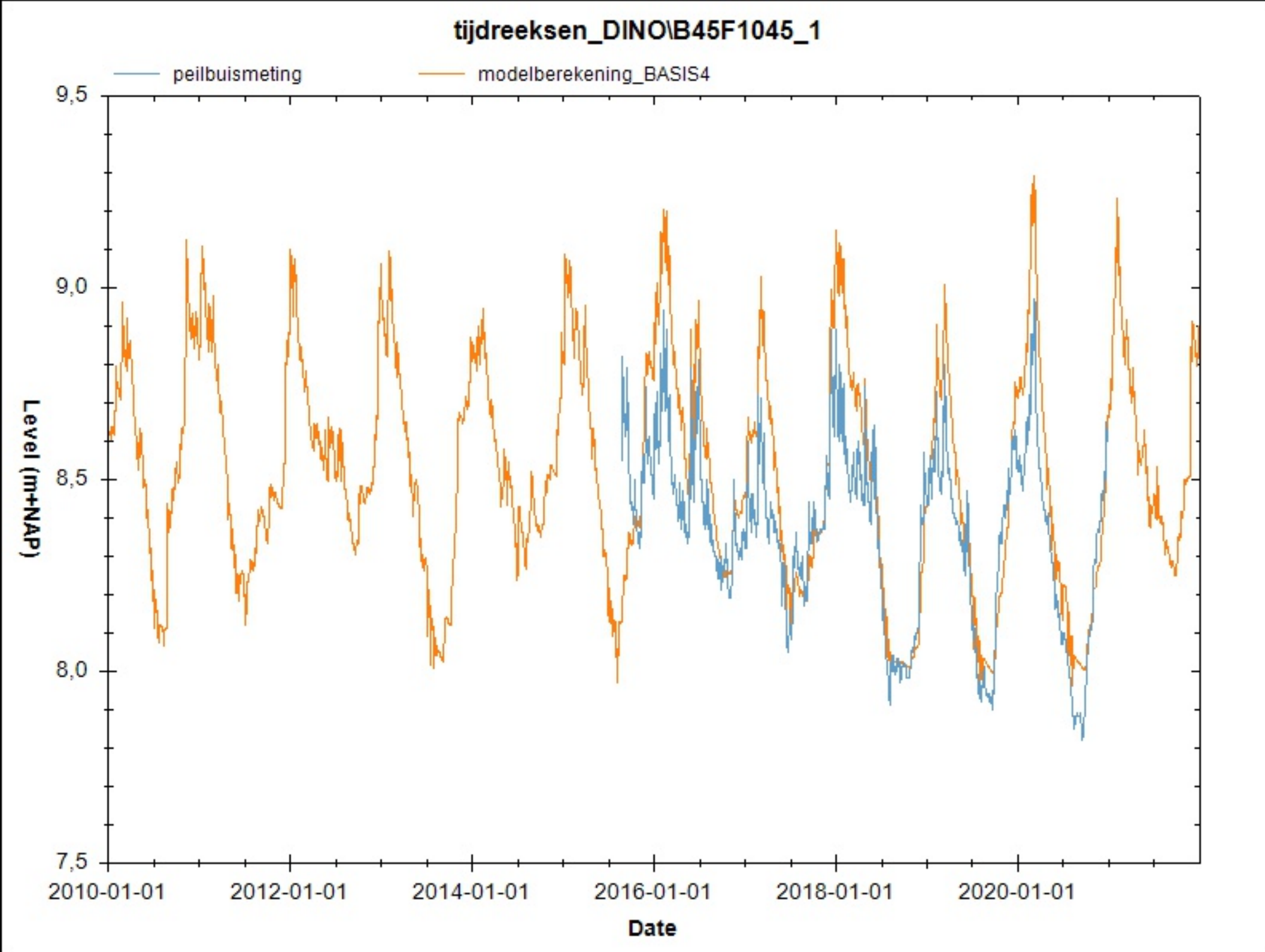
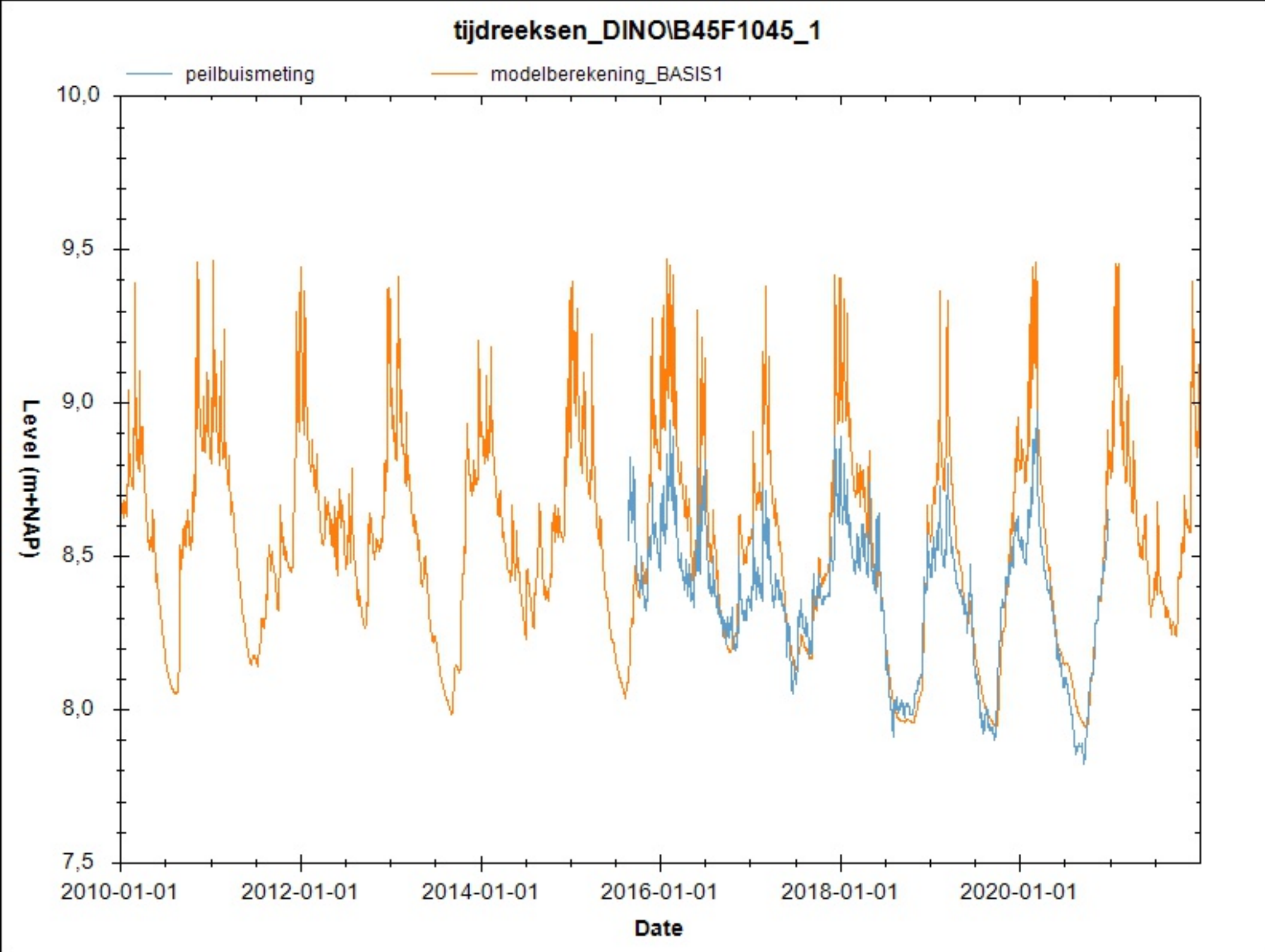


tijdreeksen_DINO\B45F1016_1

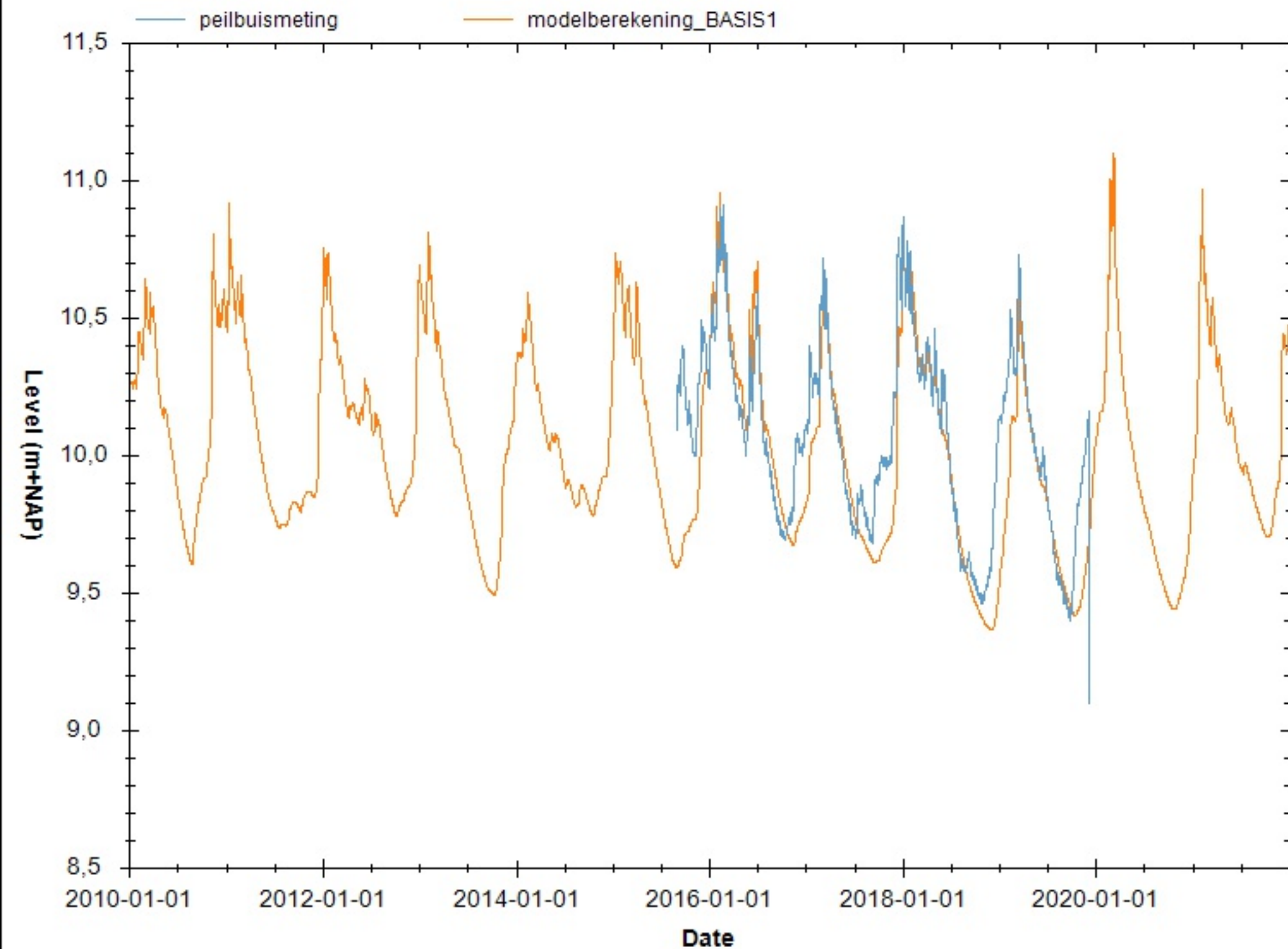




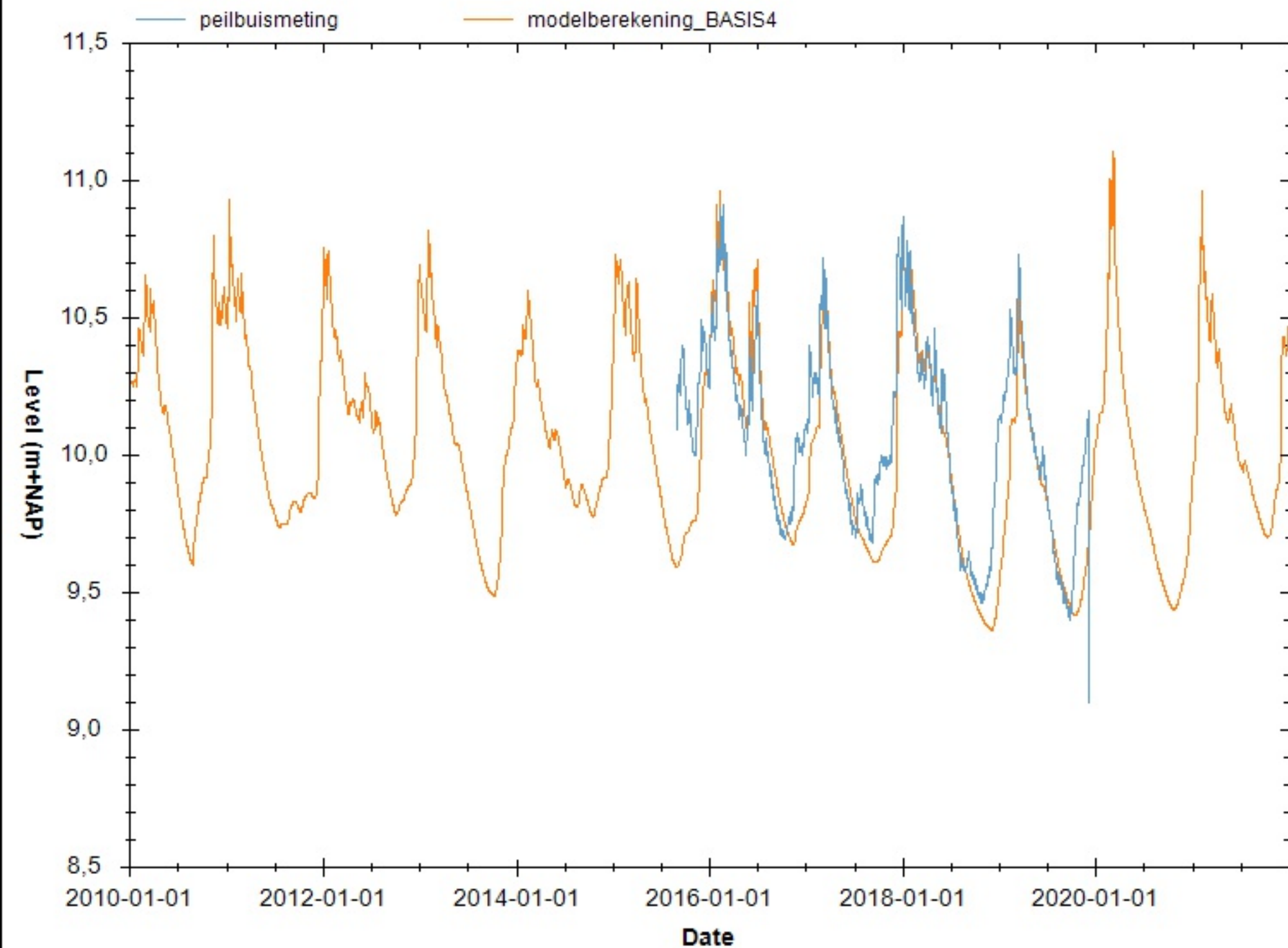


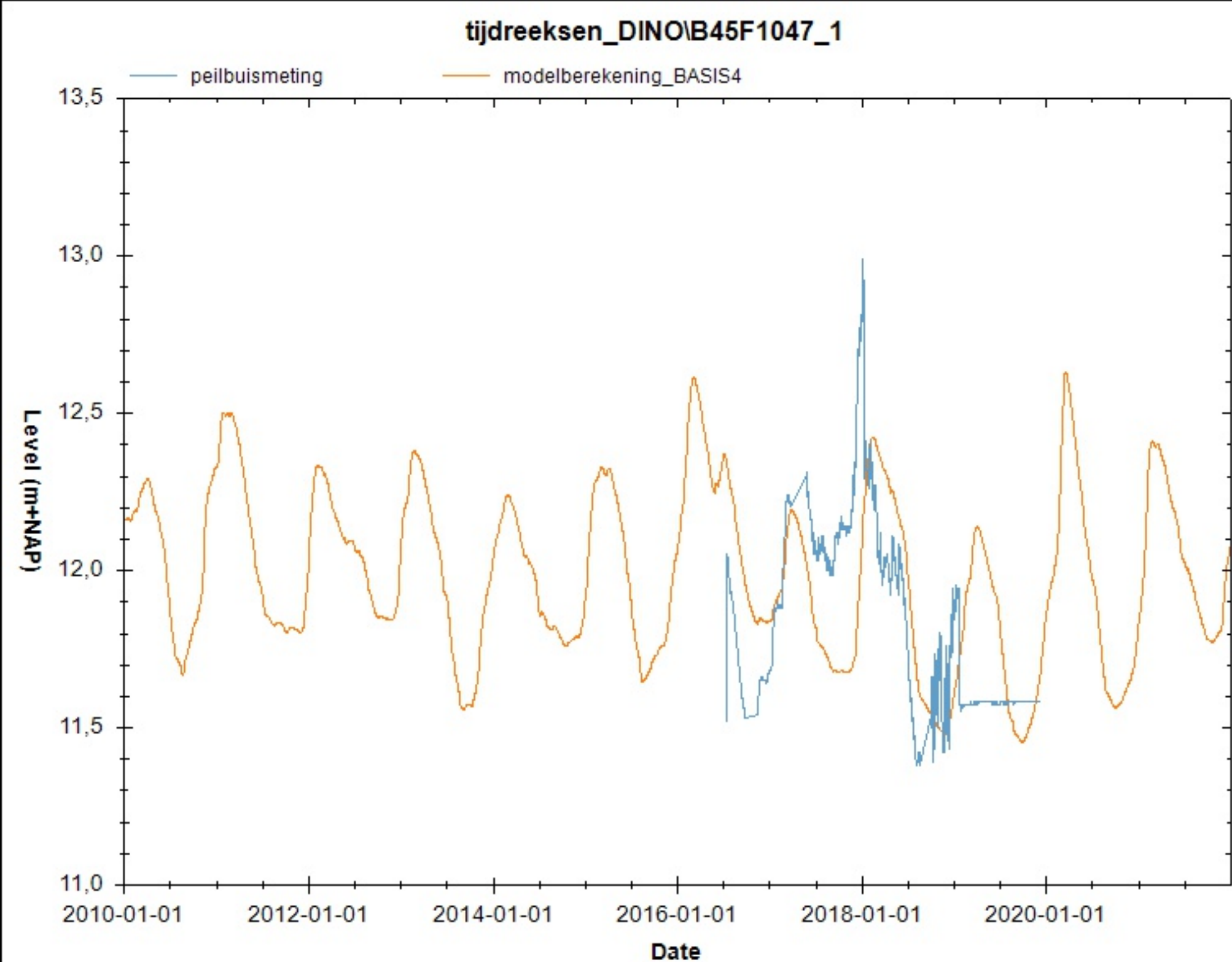
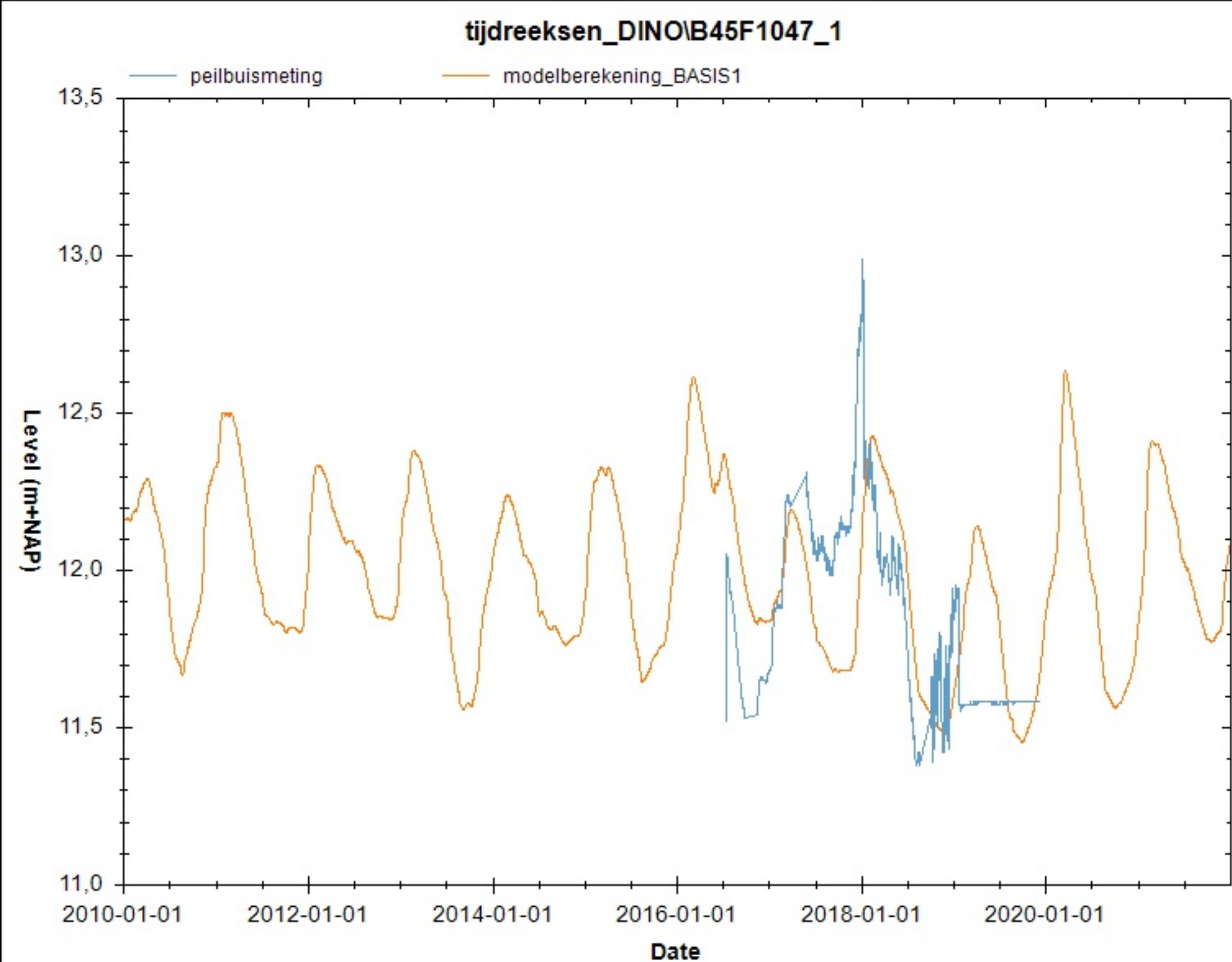


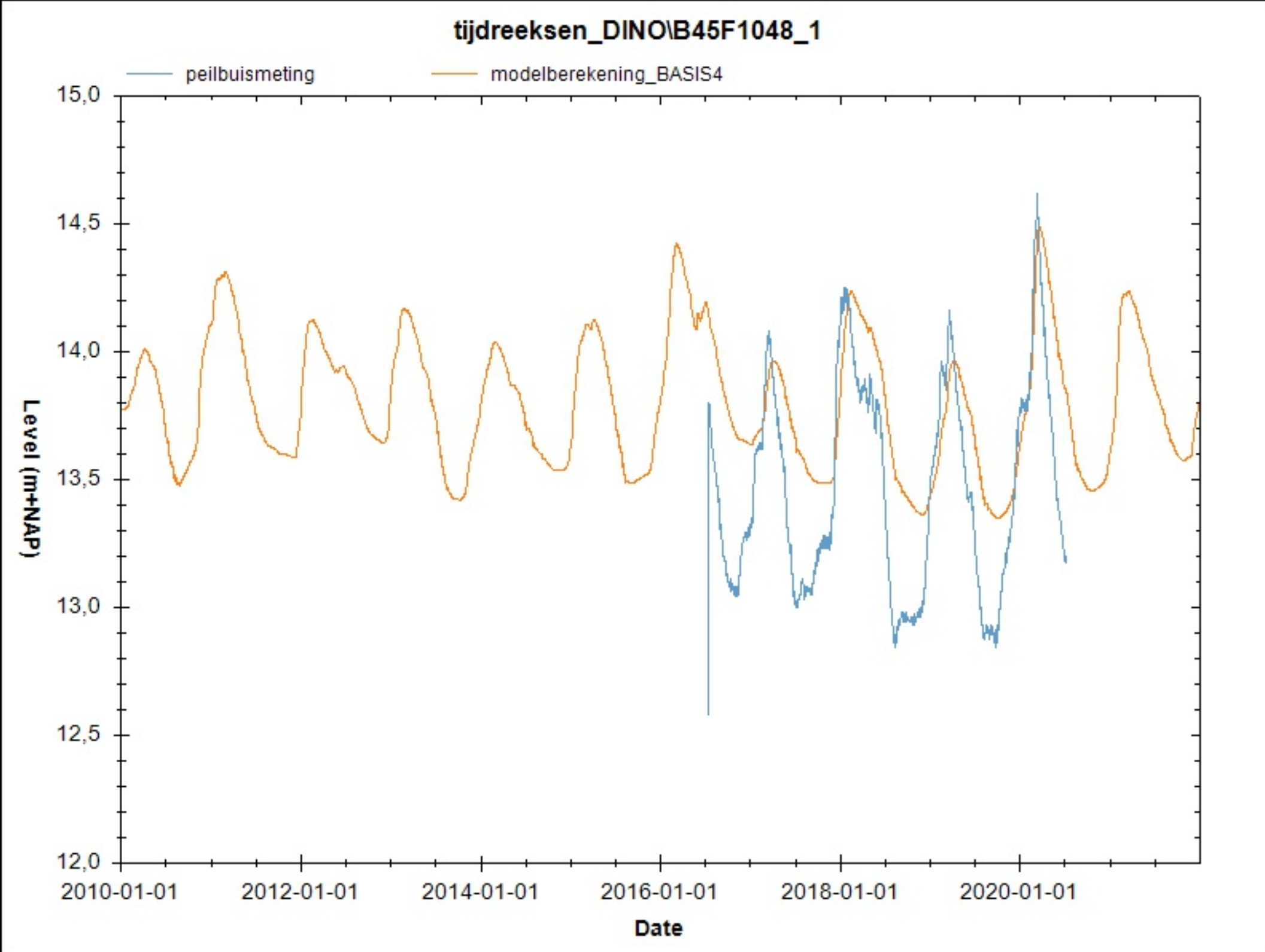
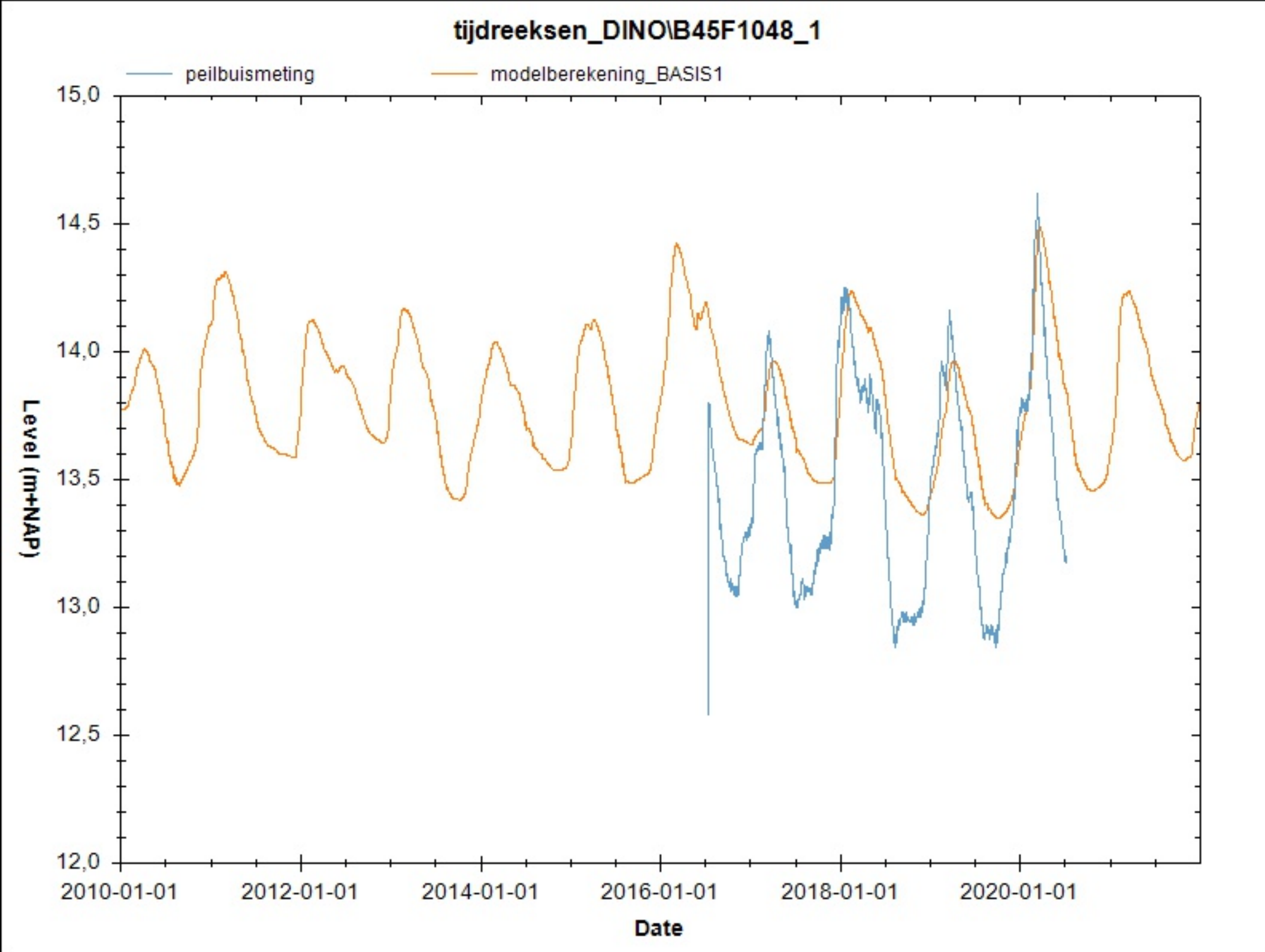
tijdreeksen_DINO\B45F1046_1



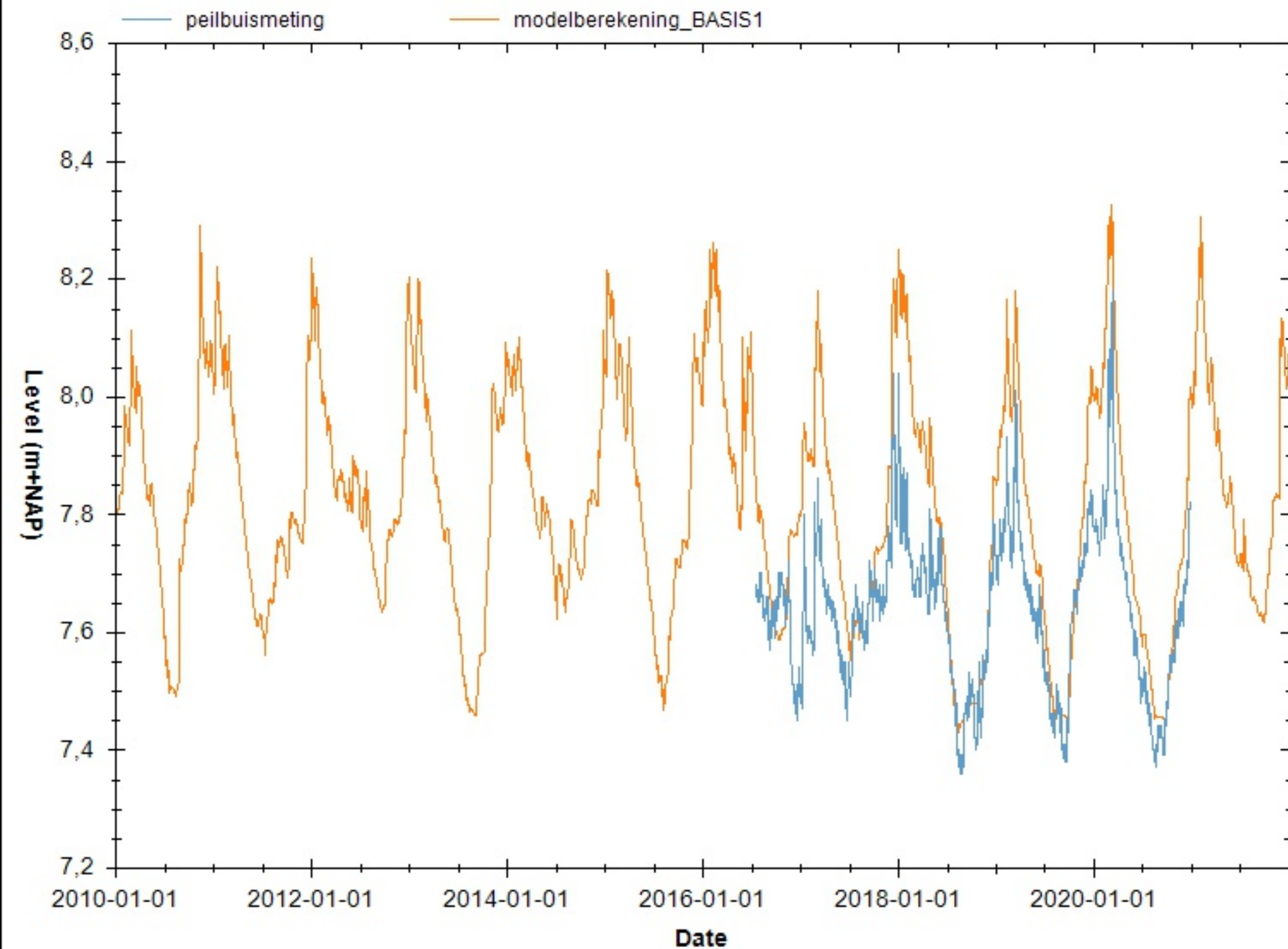
tijdreeksen_DINO\B45F1046_1



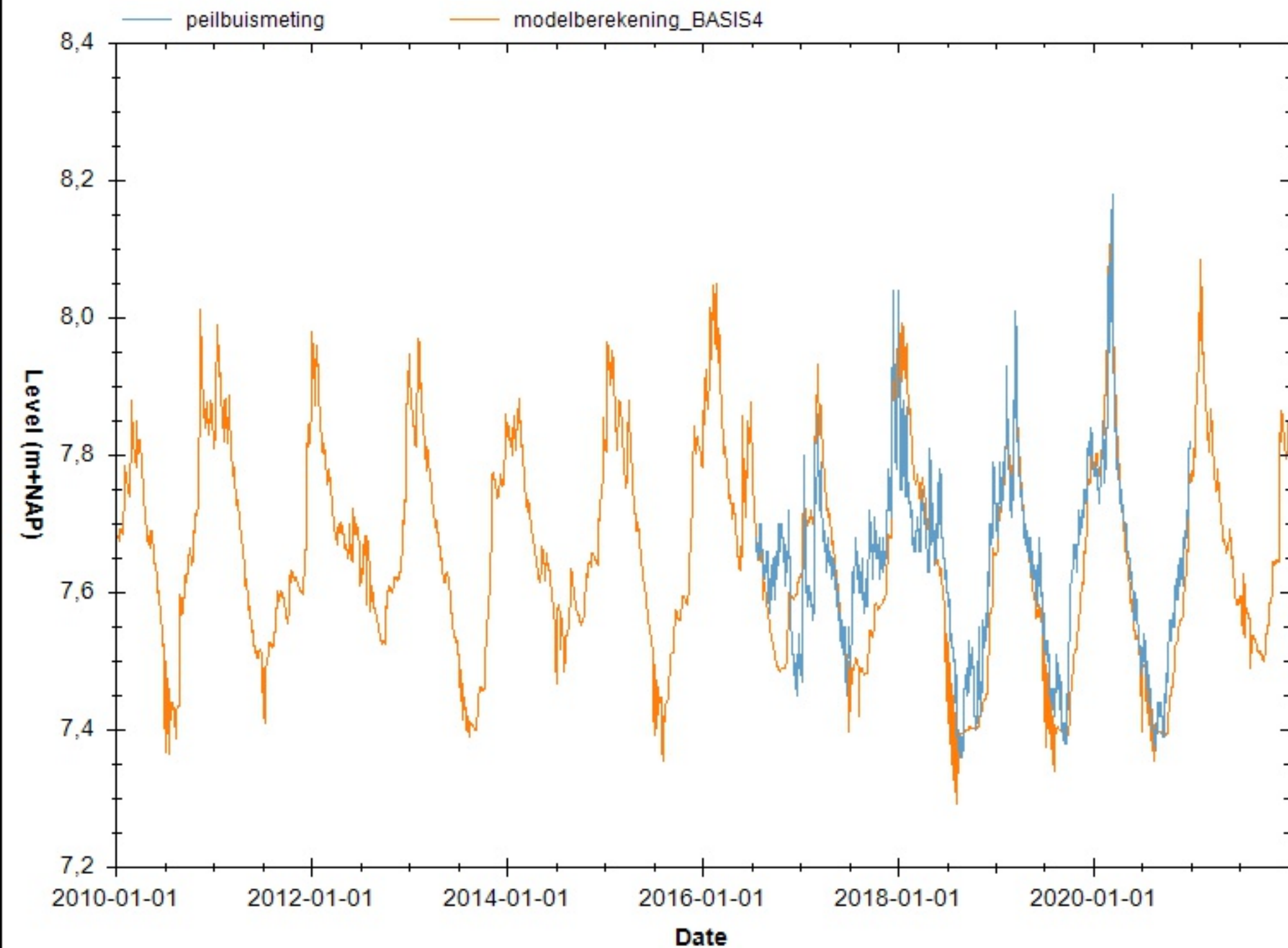




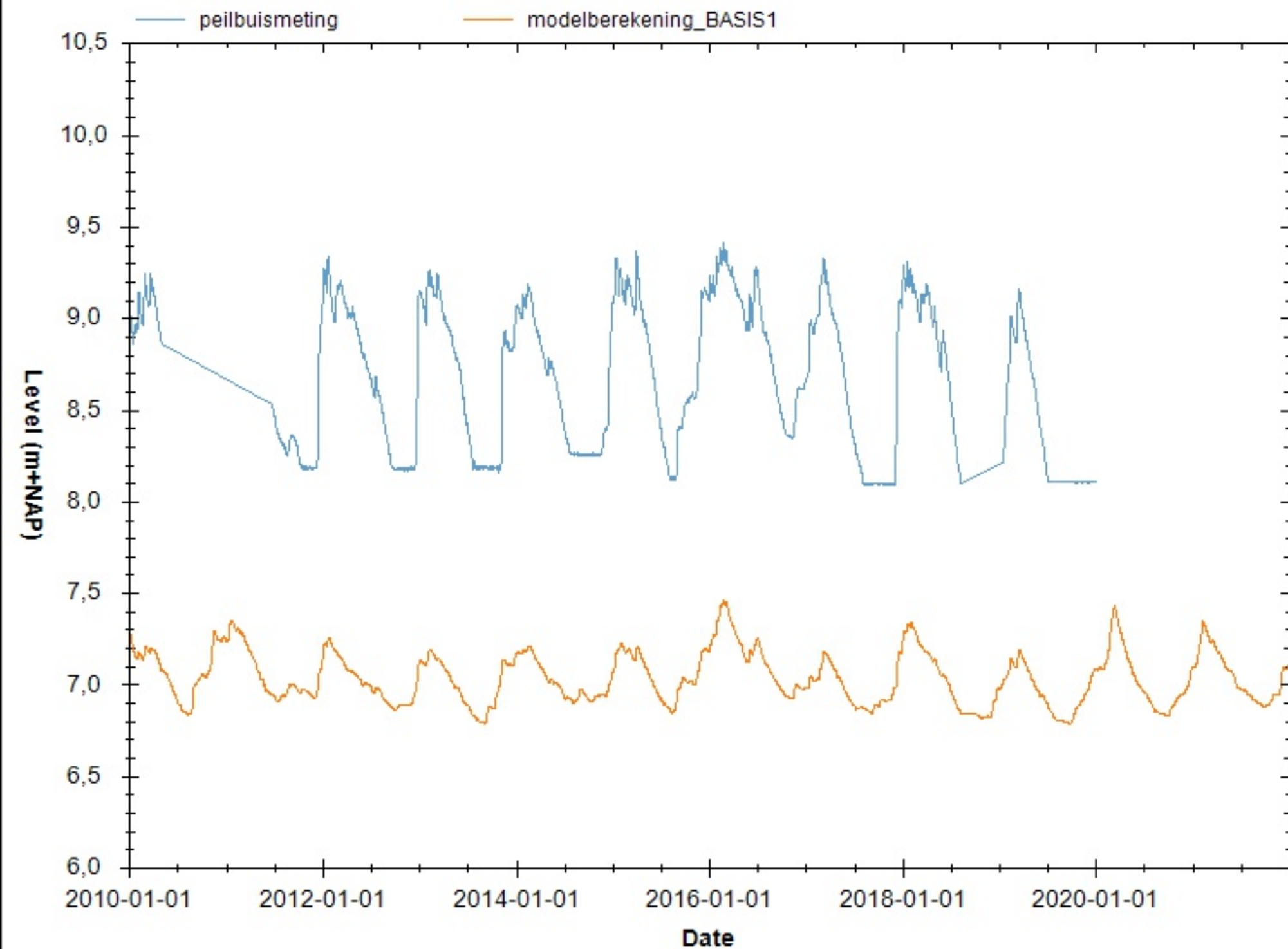
tijdreeksen_DINO\B45F1050_1



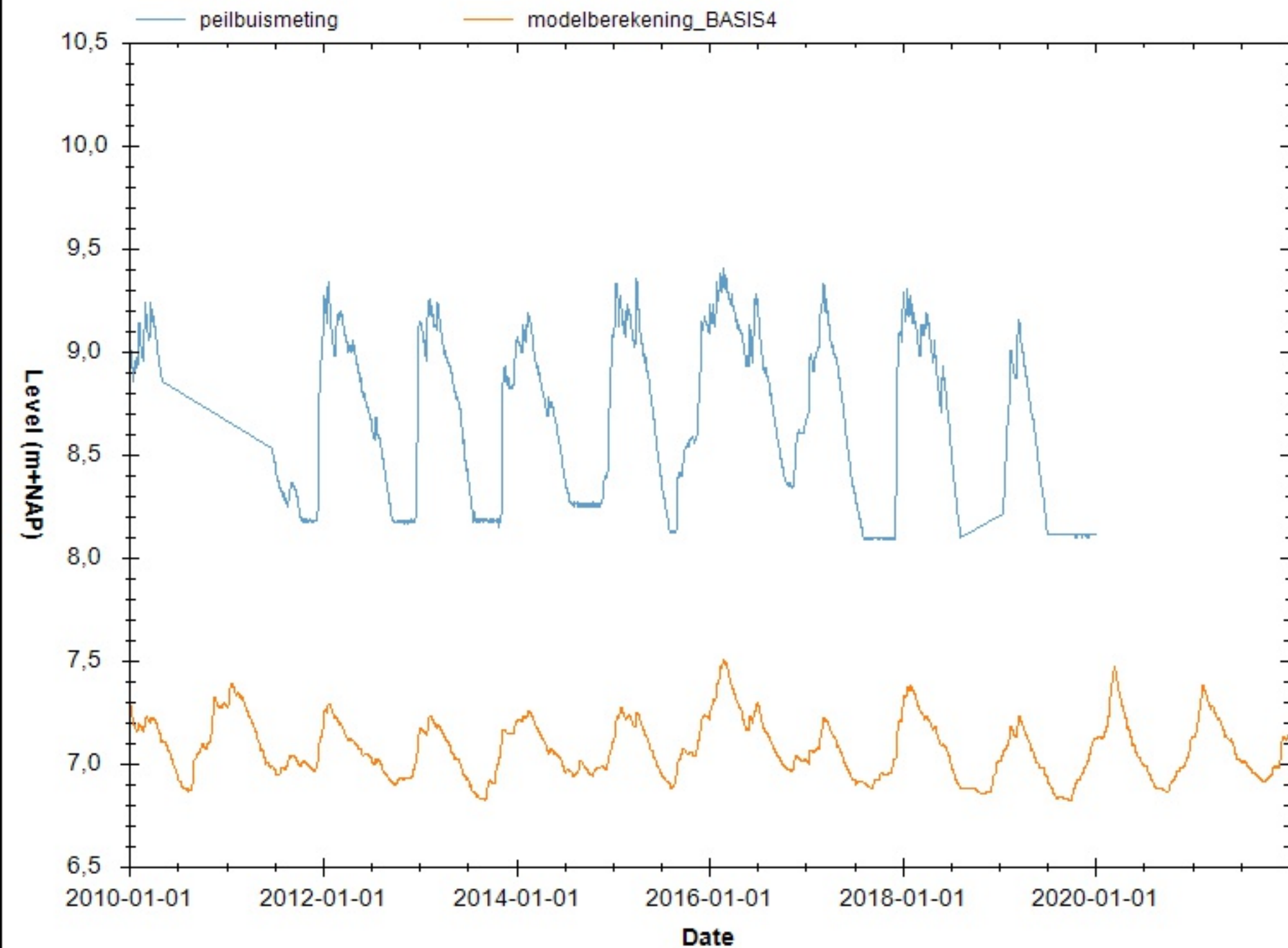
tijdreeksen_DINO\B45F1050_1



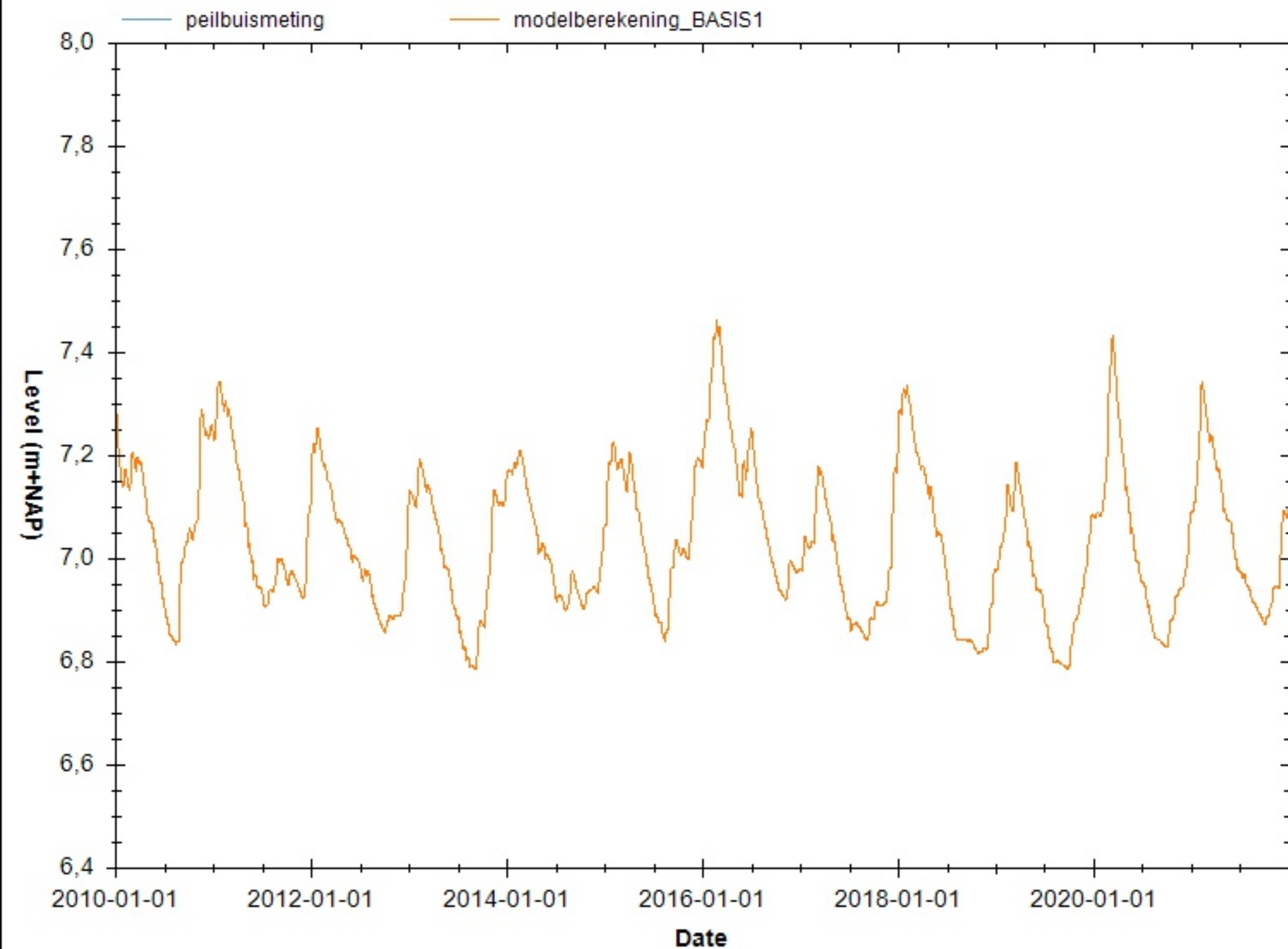
tijdreeksen_DINO\B46A0828_1



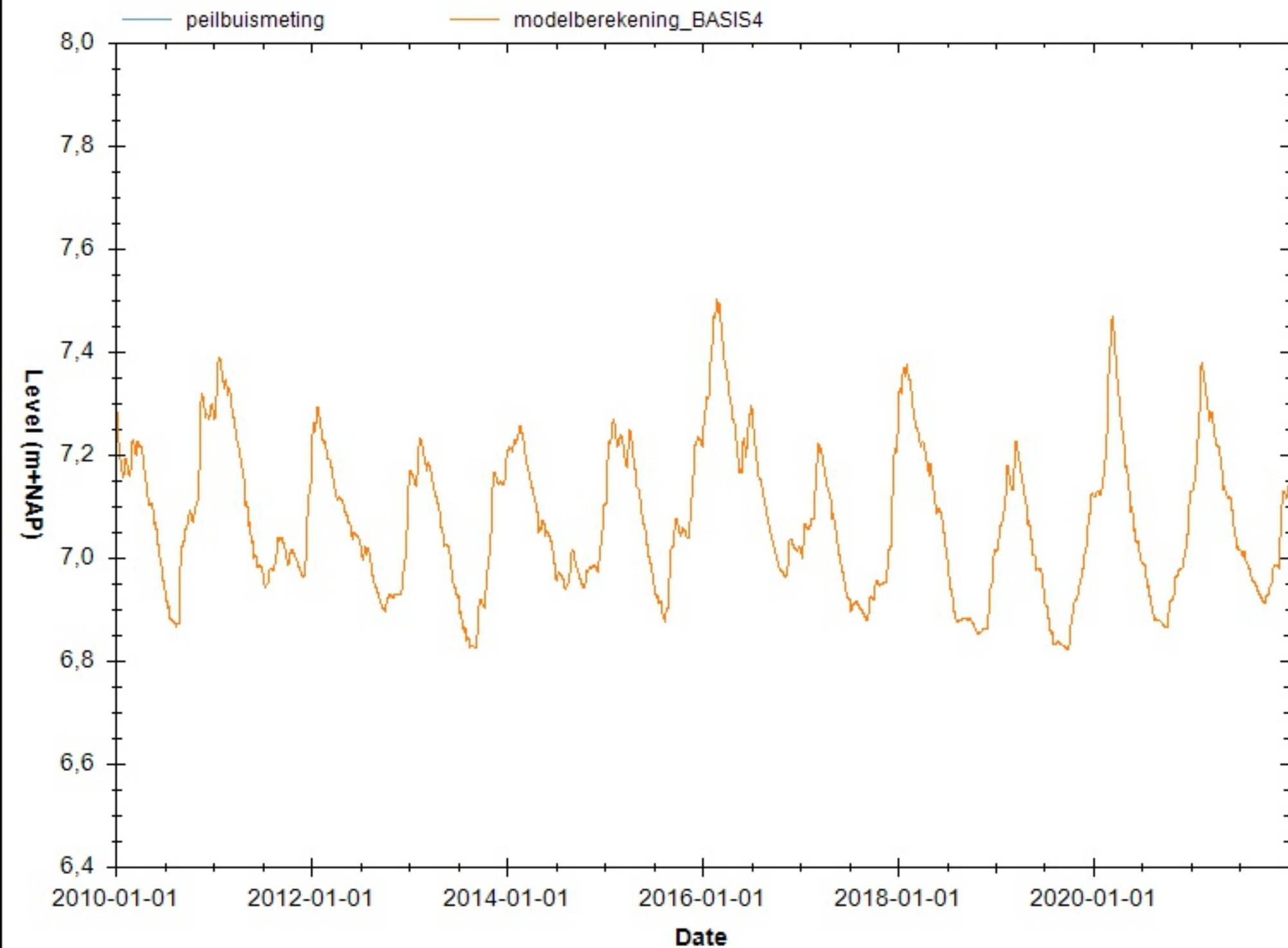
tijdreeksen_DINO\B46A0828_1



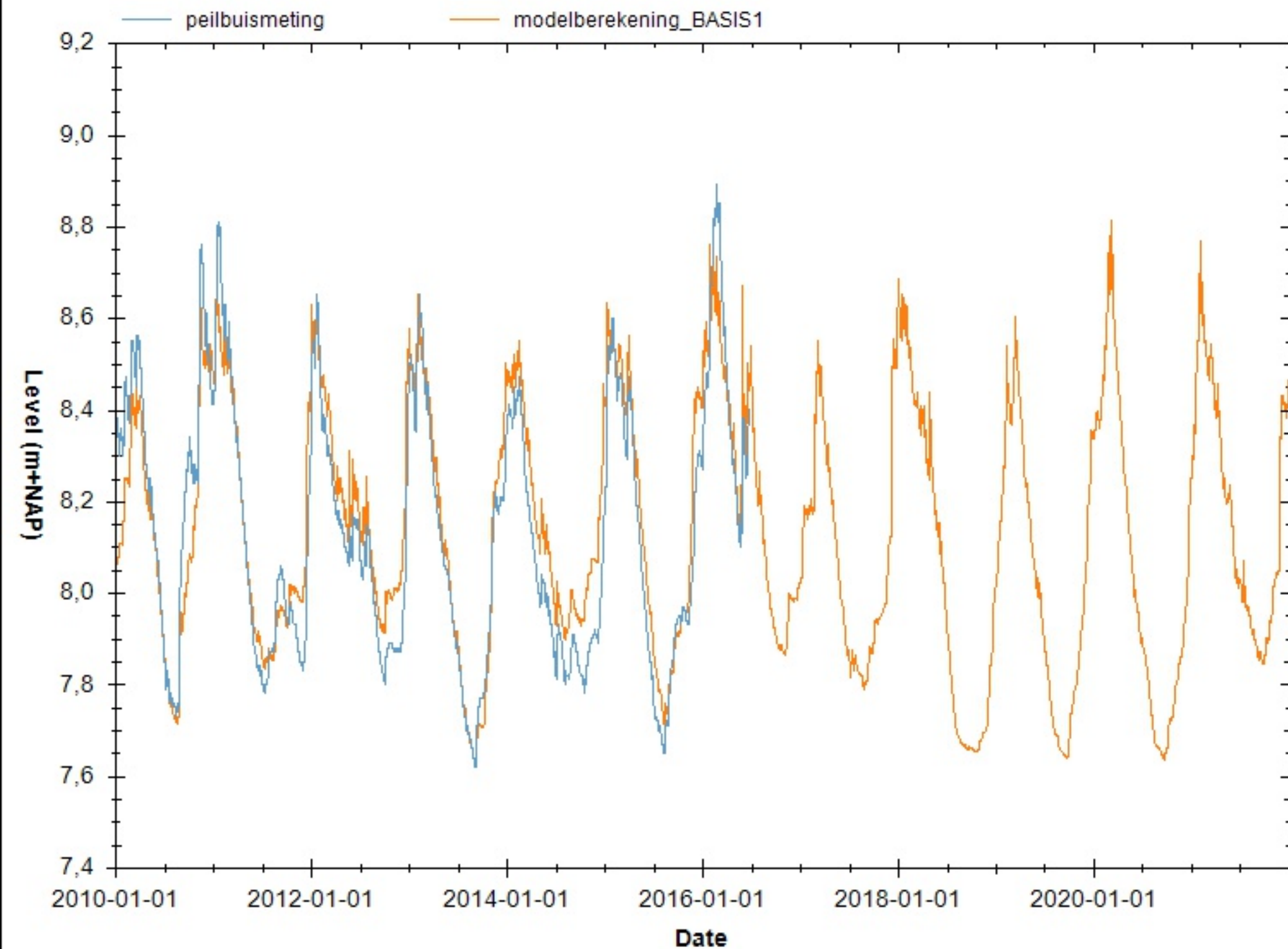
tijdreeksen_DINO\B46A0828_3



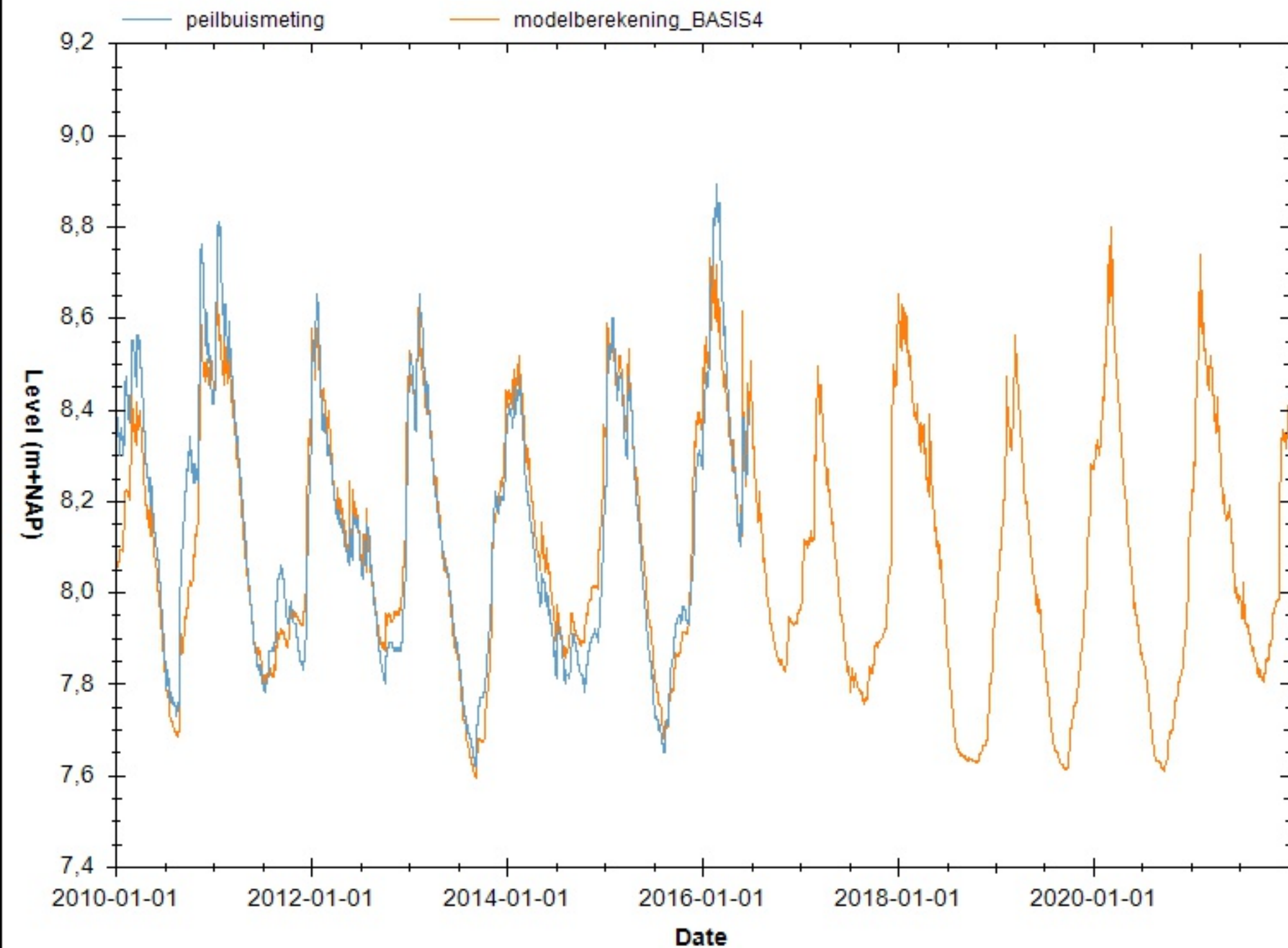
tijdreeksen_DINO\B46A0828_3



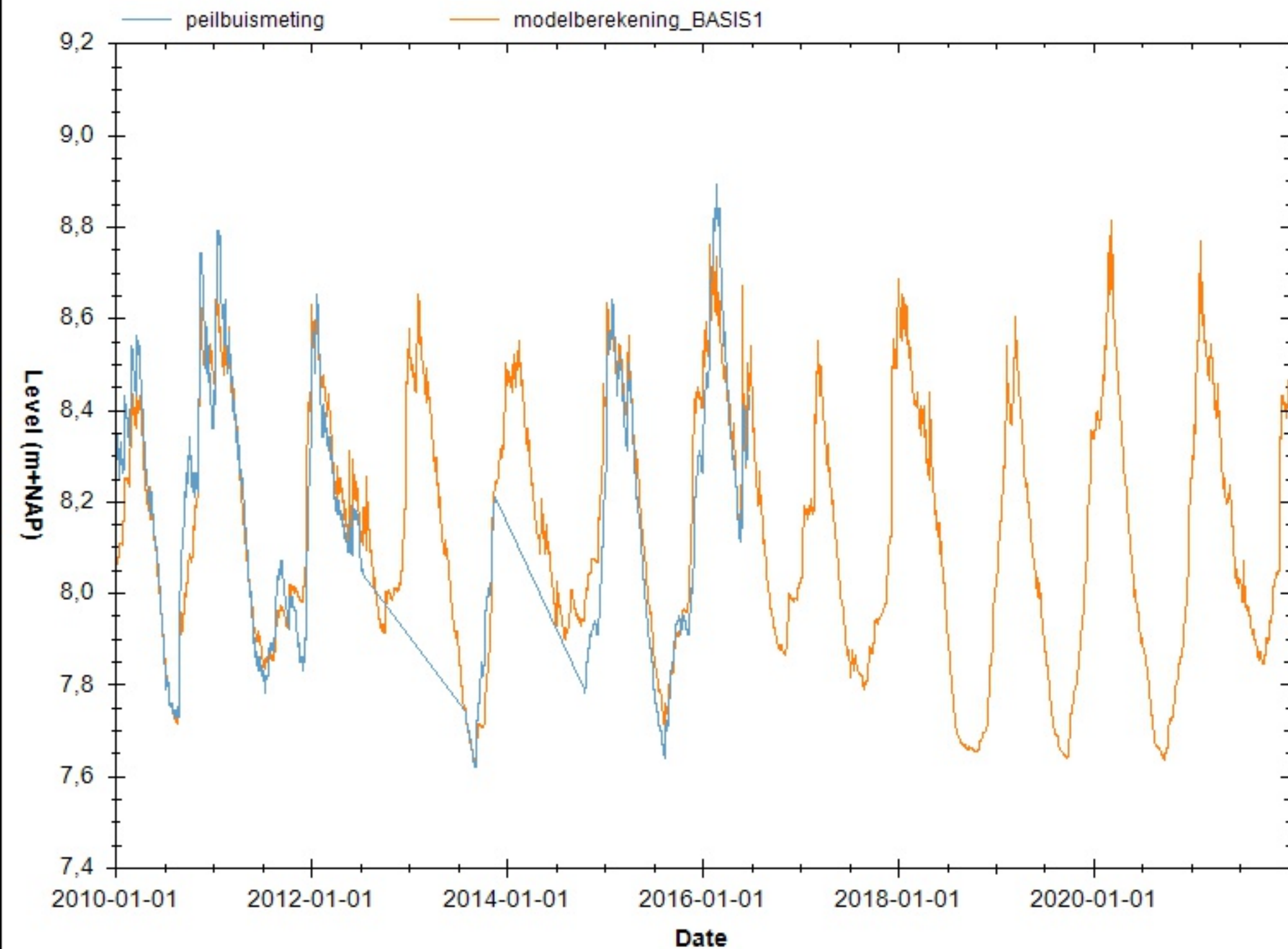
tijdreeksen_DINO\B46A0865_1



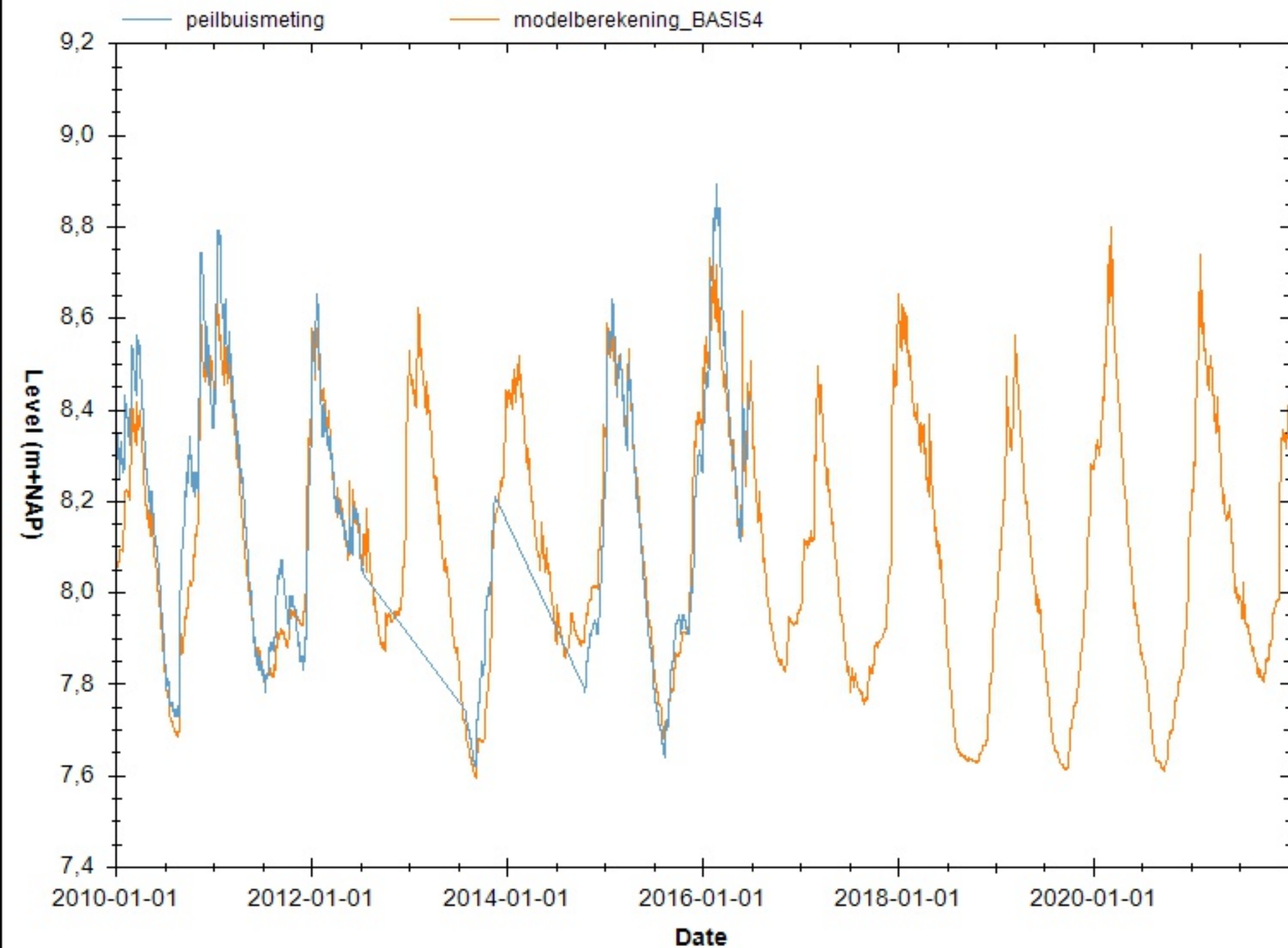
tijdreeksen_DINO\B46A0865_1



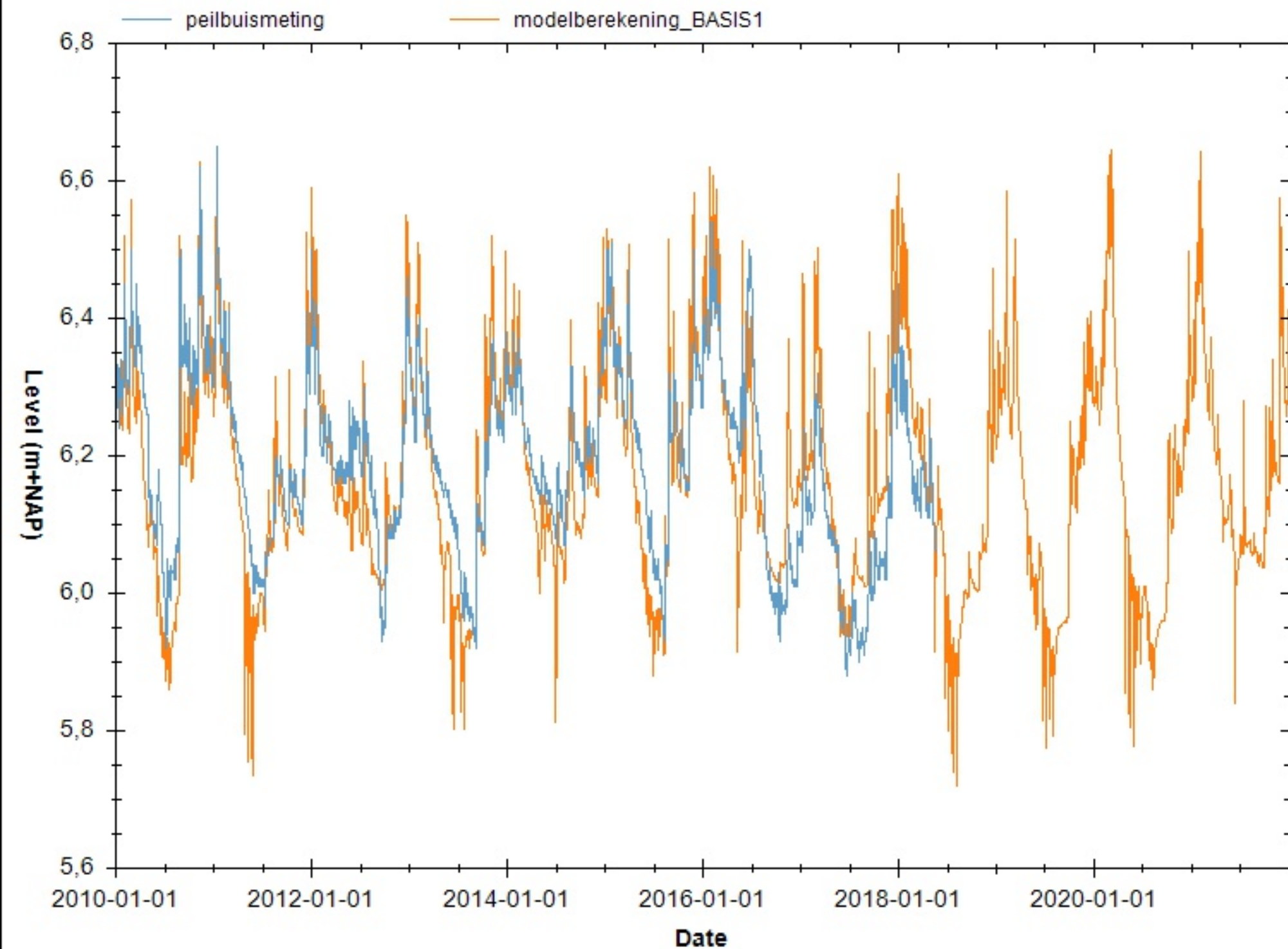
tijdreeksen_DINO\B46A0865_2



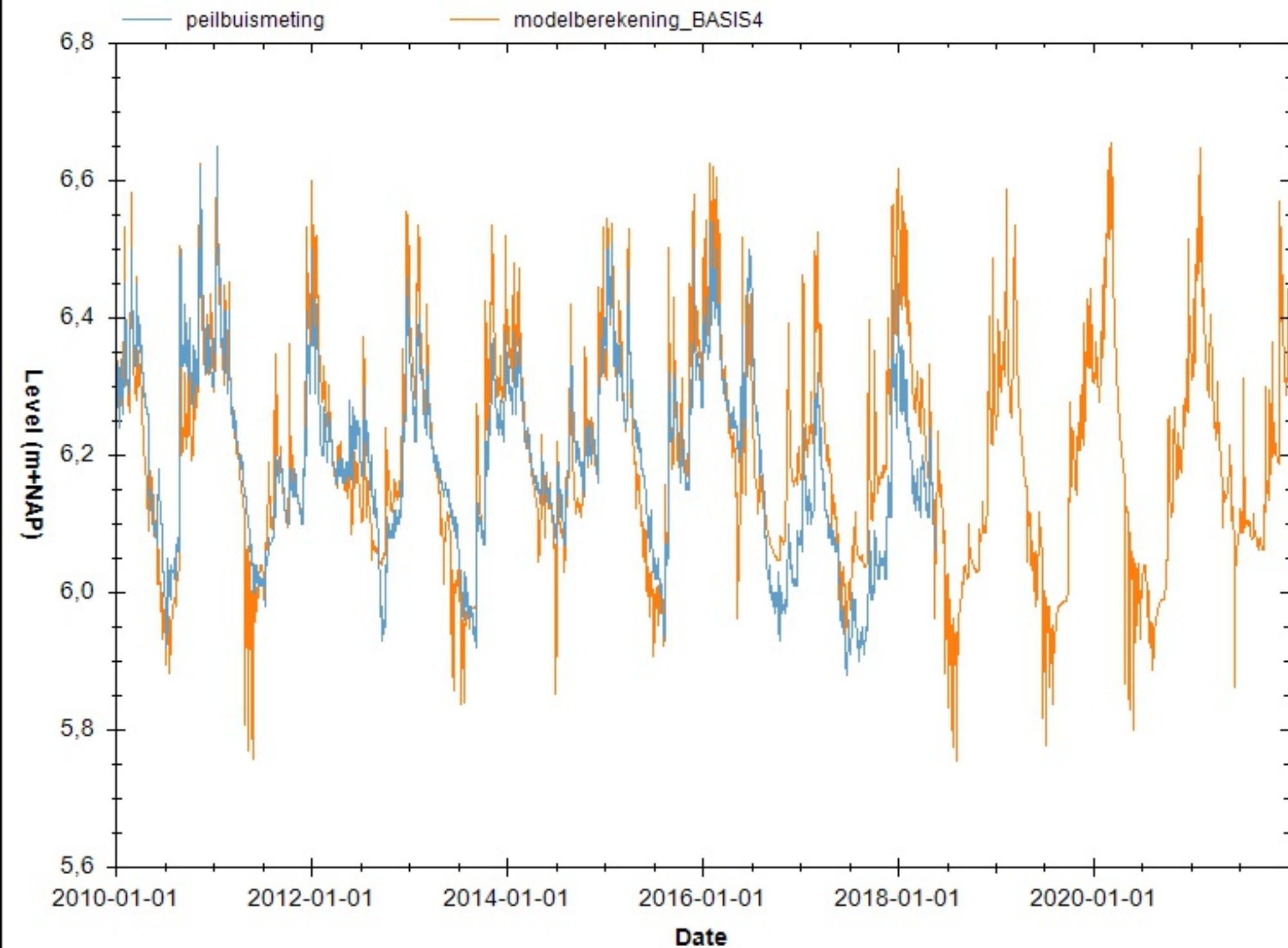
tijdreeksen_DINO\B46A0865_2



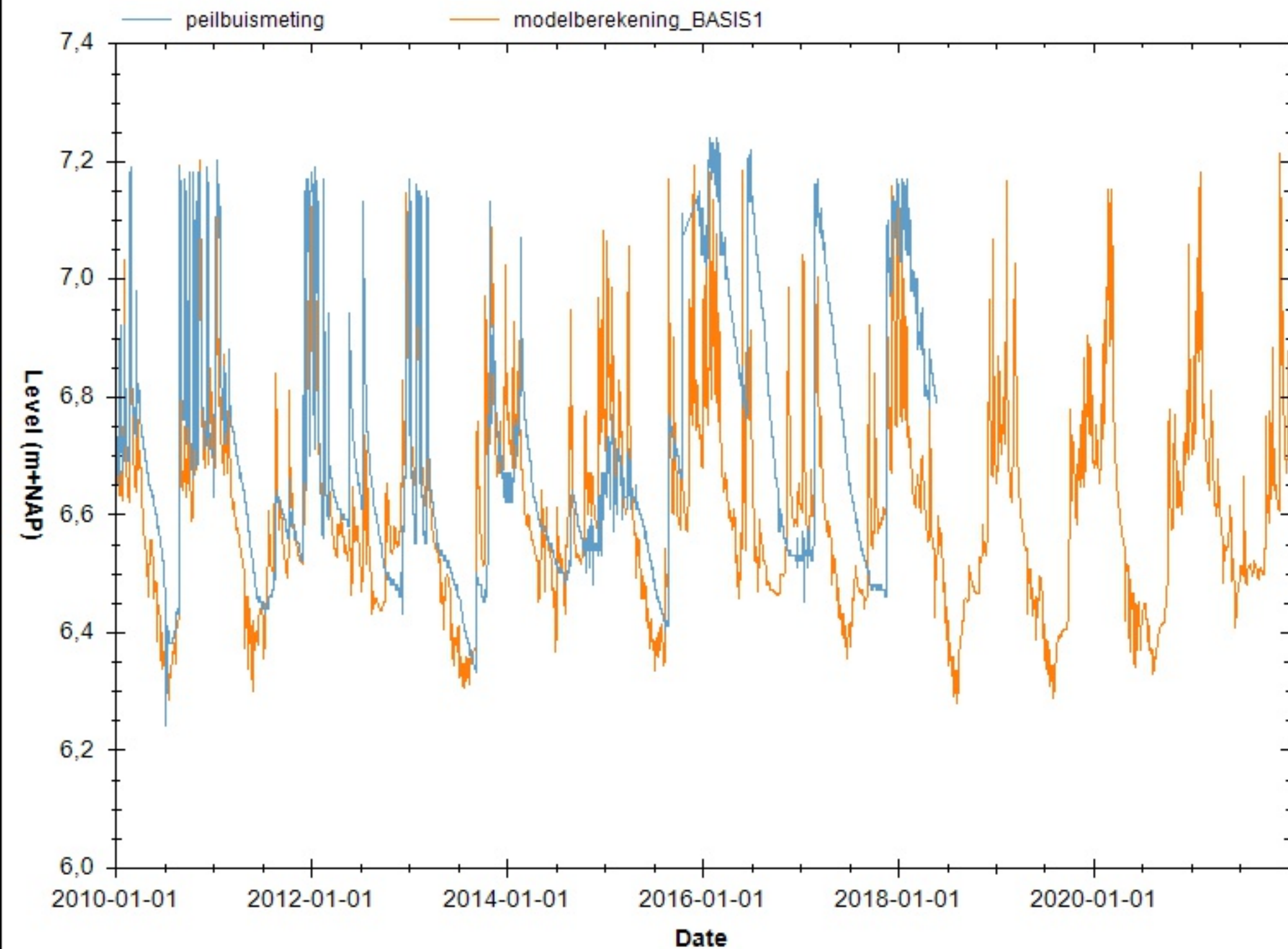
tijdreeksen_DINO\B46A1546_1



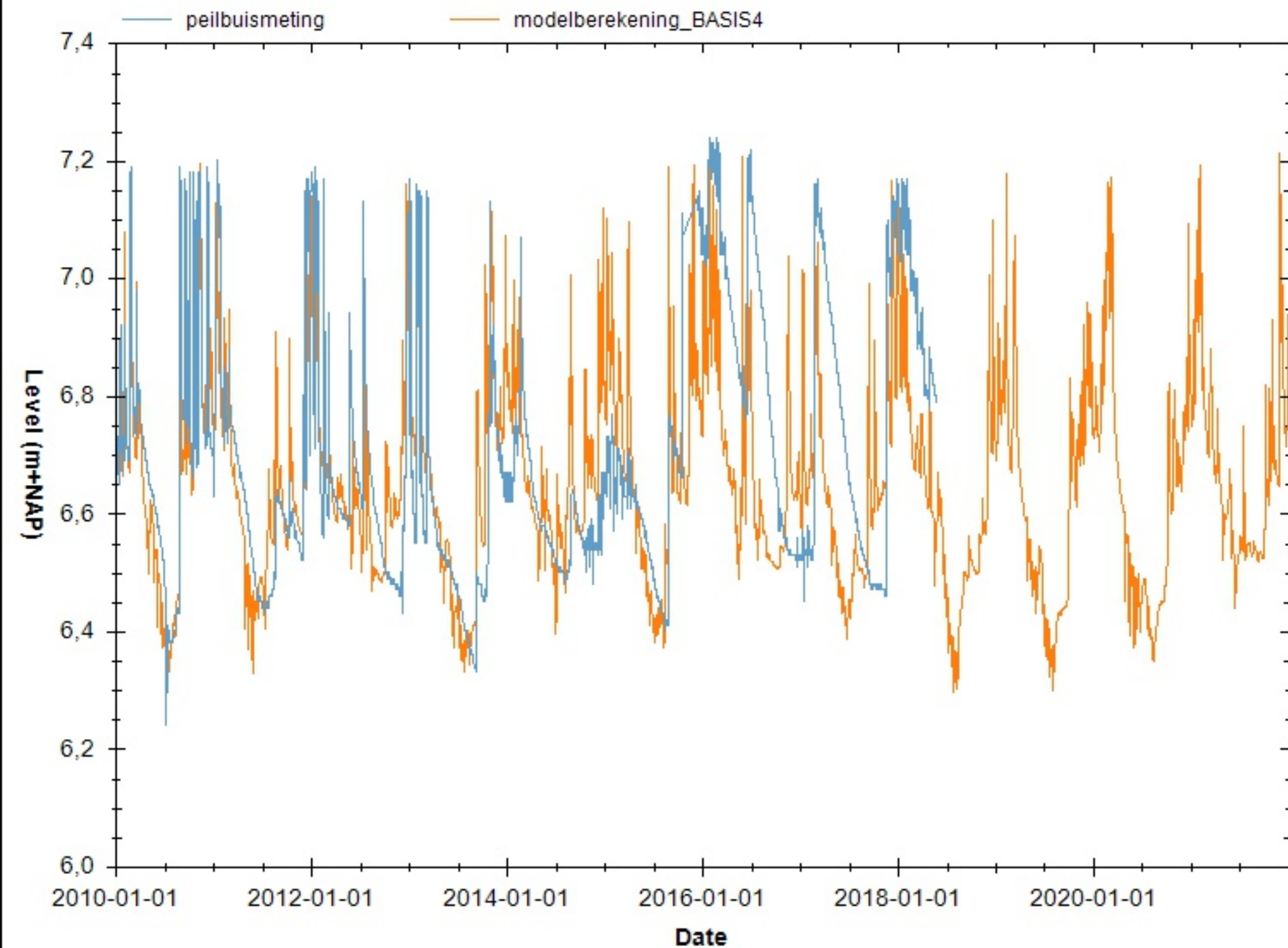
tijdreeksen_DINO\B46A1546_1

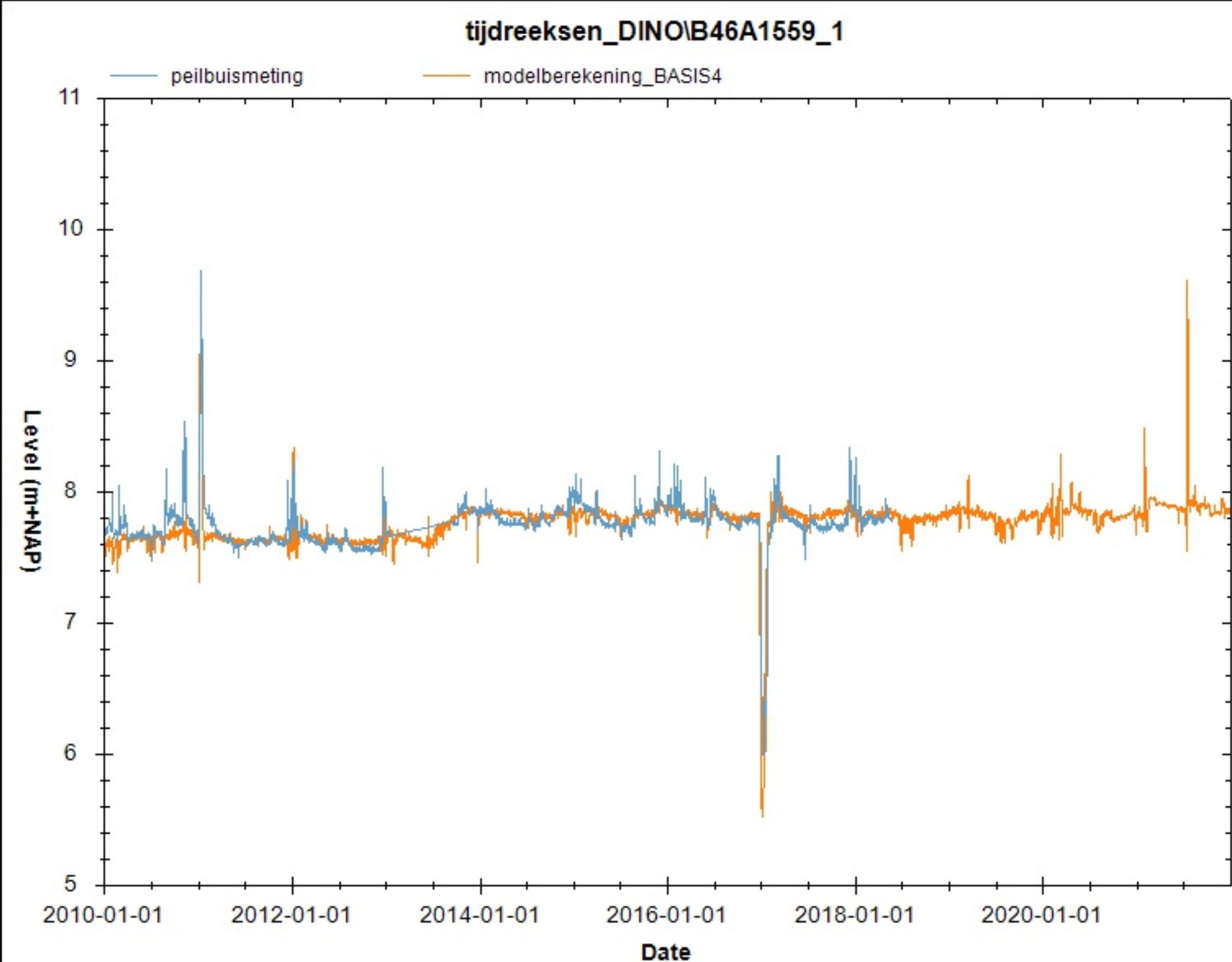
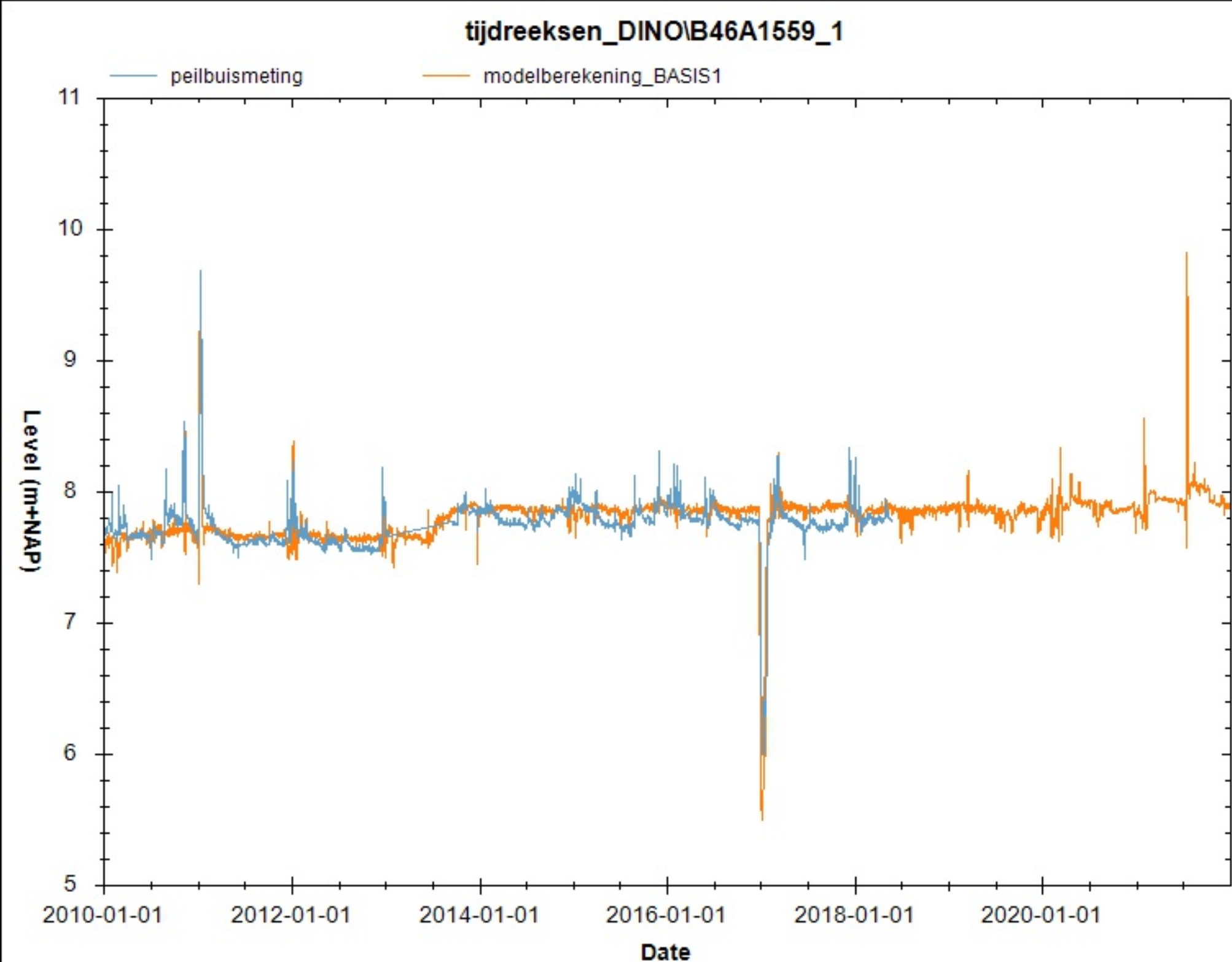


tijdreeksen_DINO\B46A1547_1

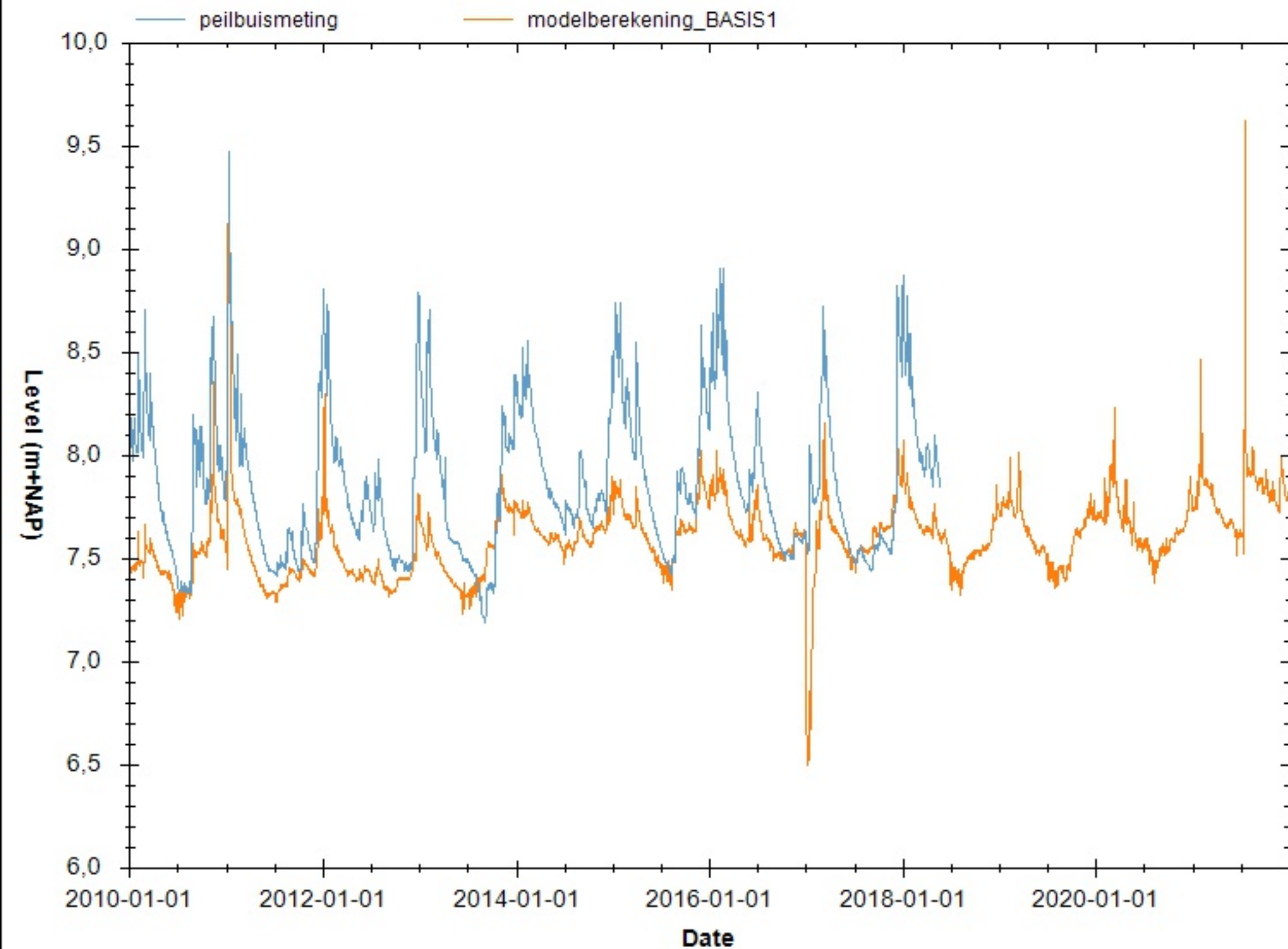


tijdreeksen_DINO\B46A1547_1

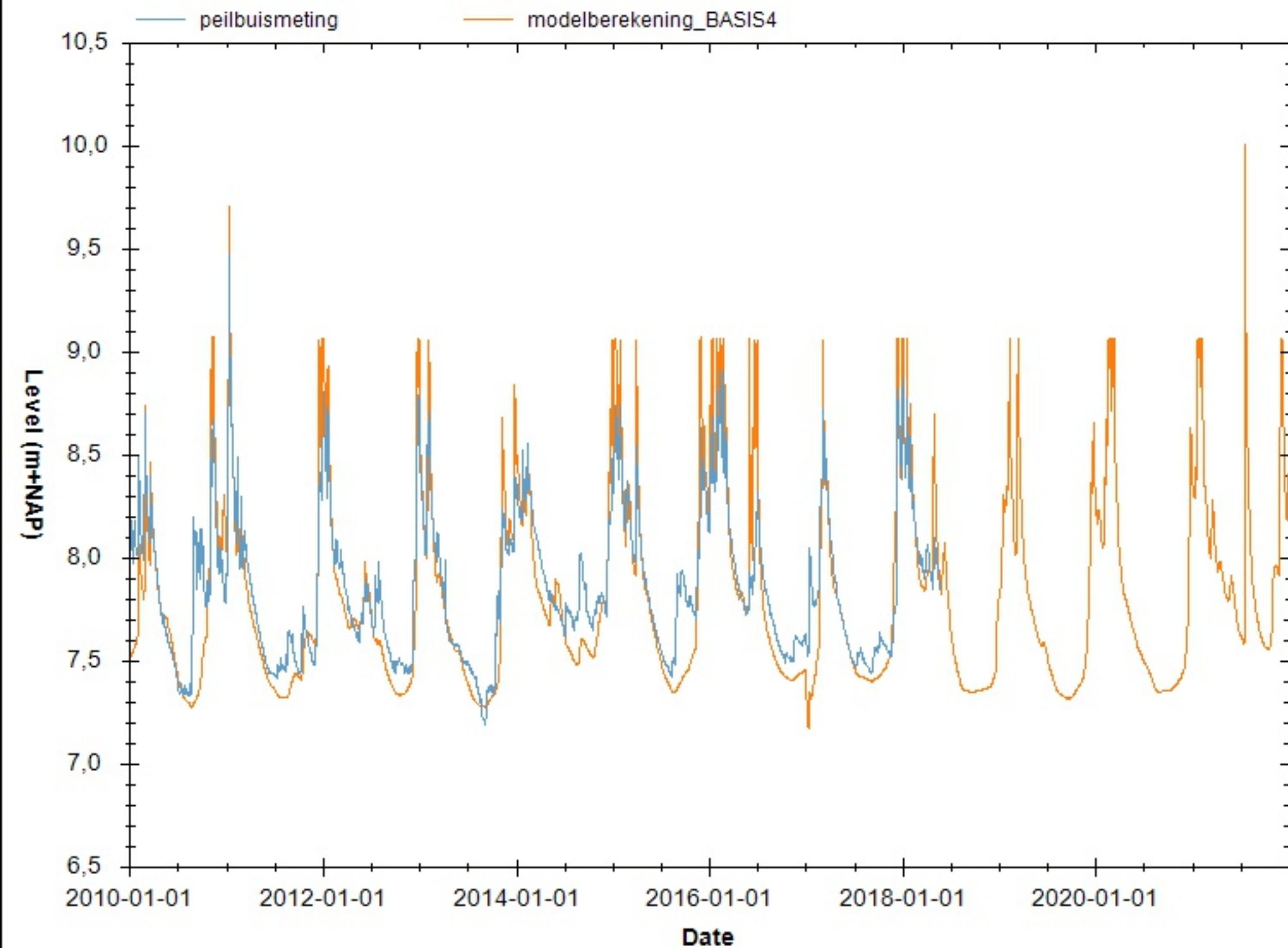




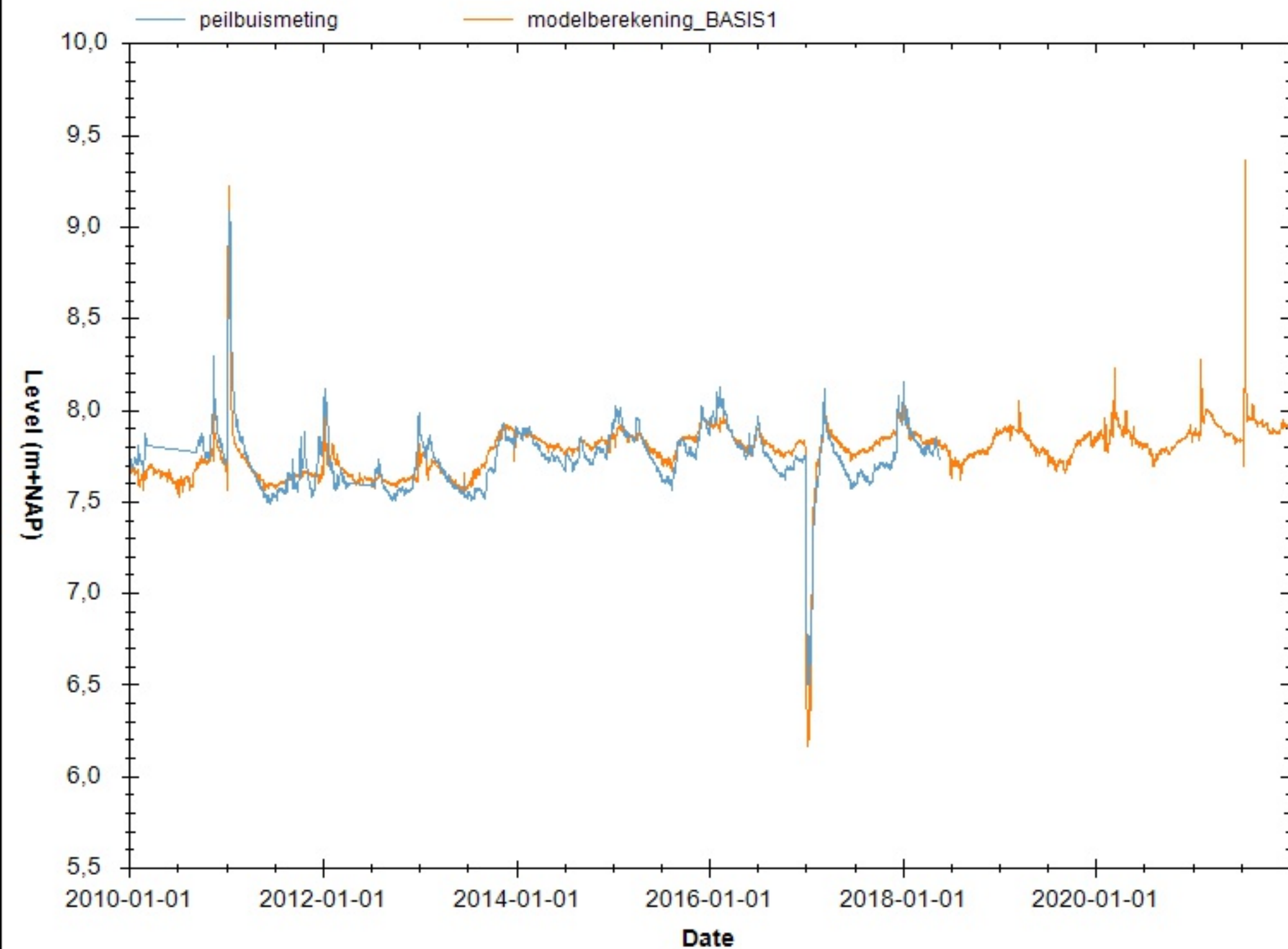
tijdreeksen_DINO\B46A1560_1



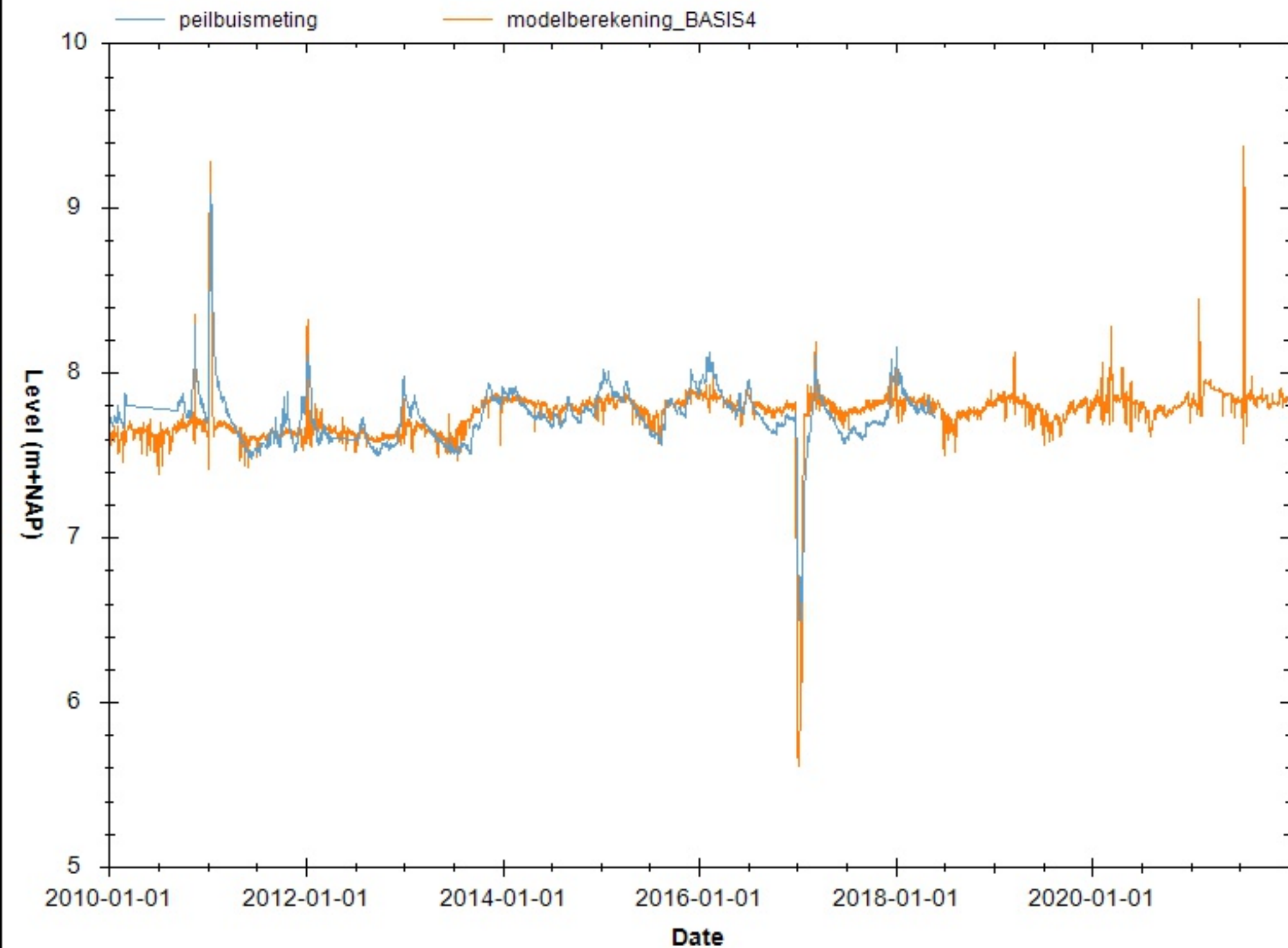
tijdreeksen_DINO\B46A1560_1

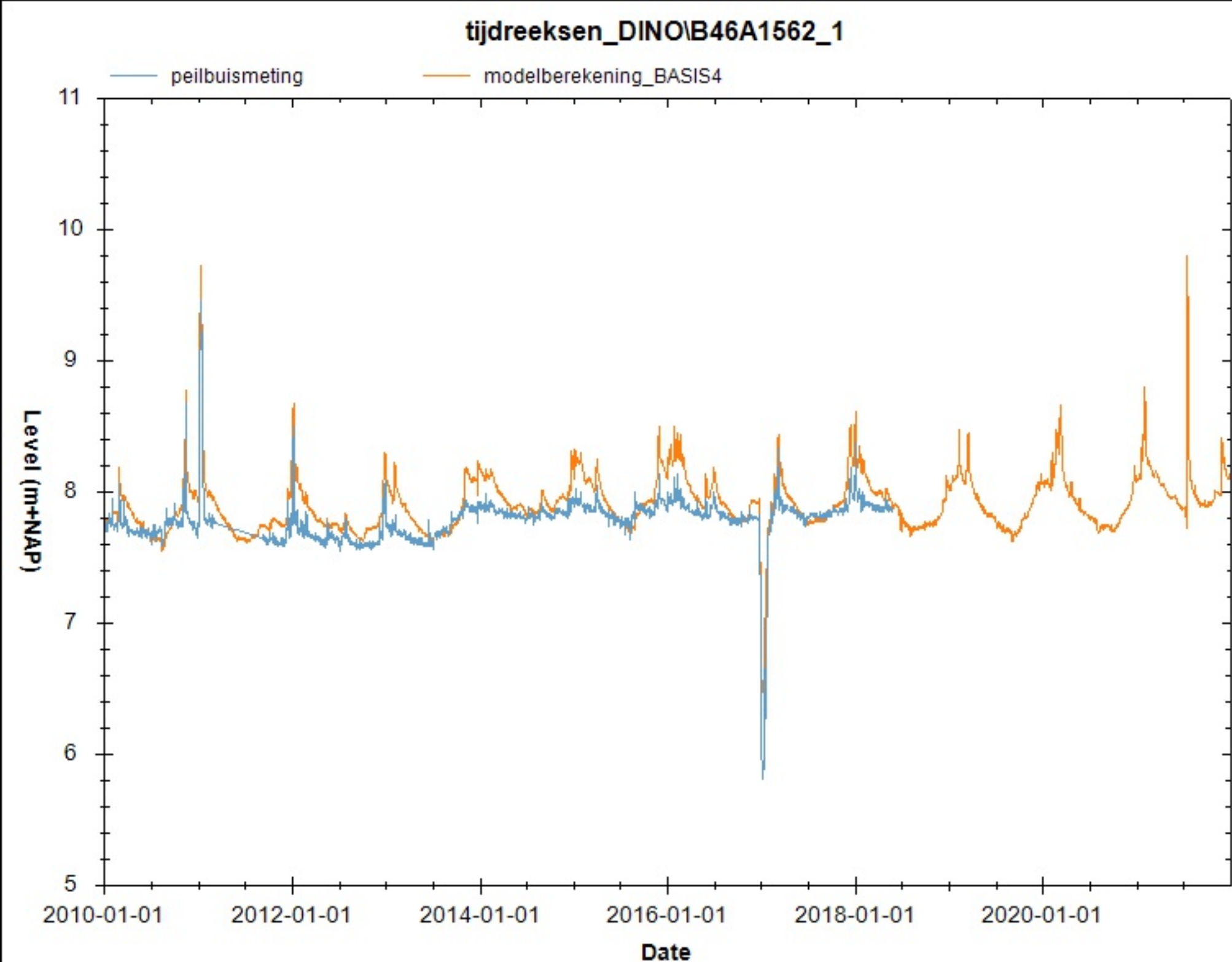
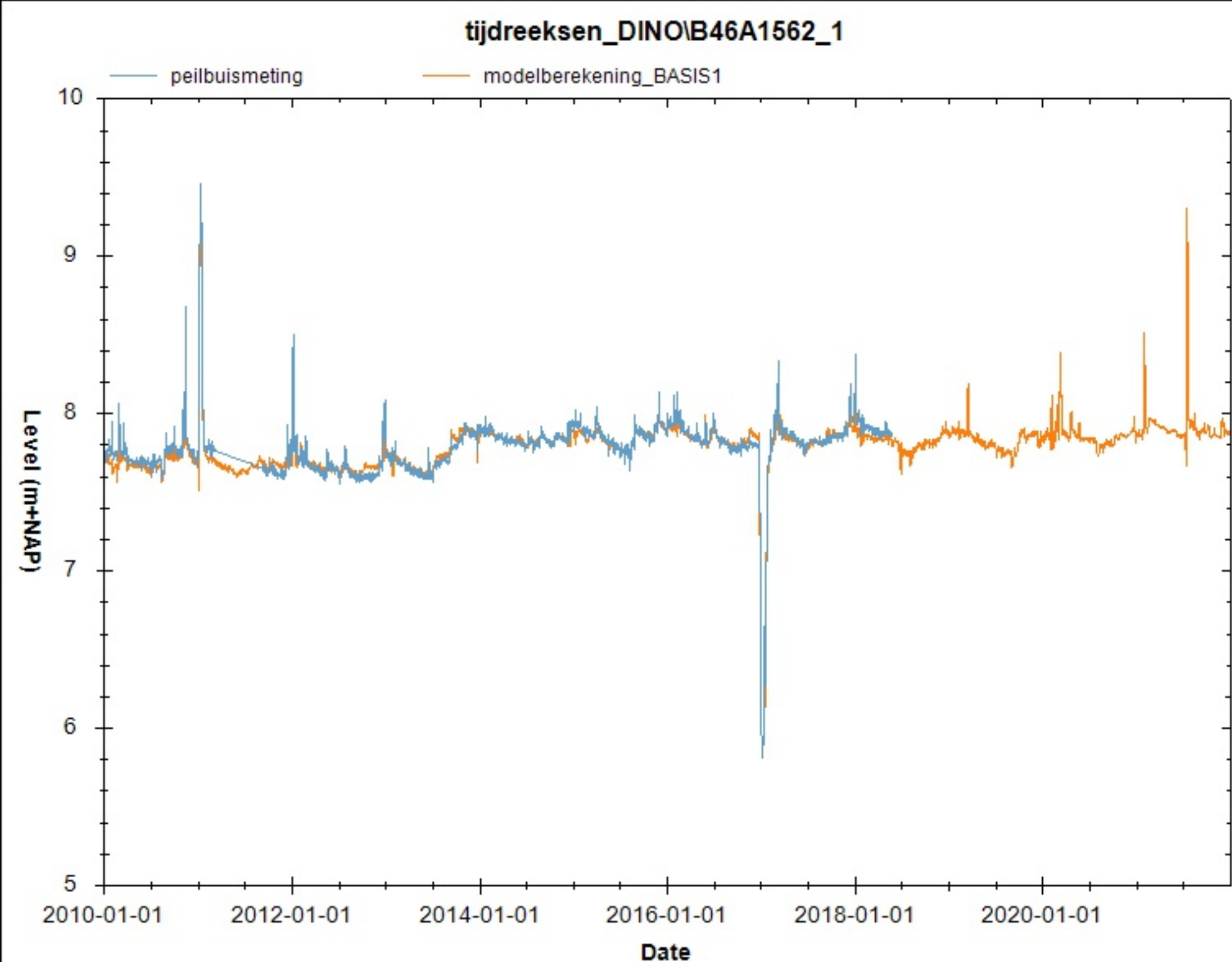


tijdreeksen_DINO\B46A1561_1

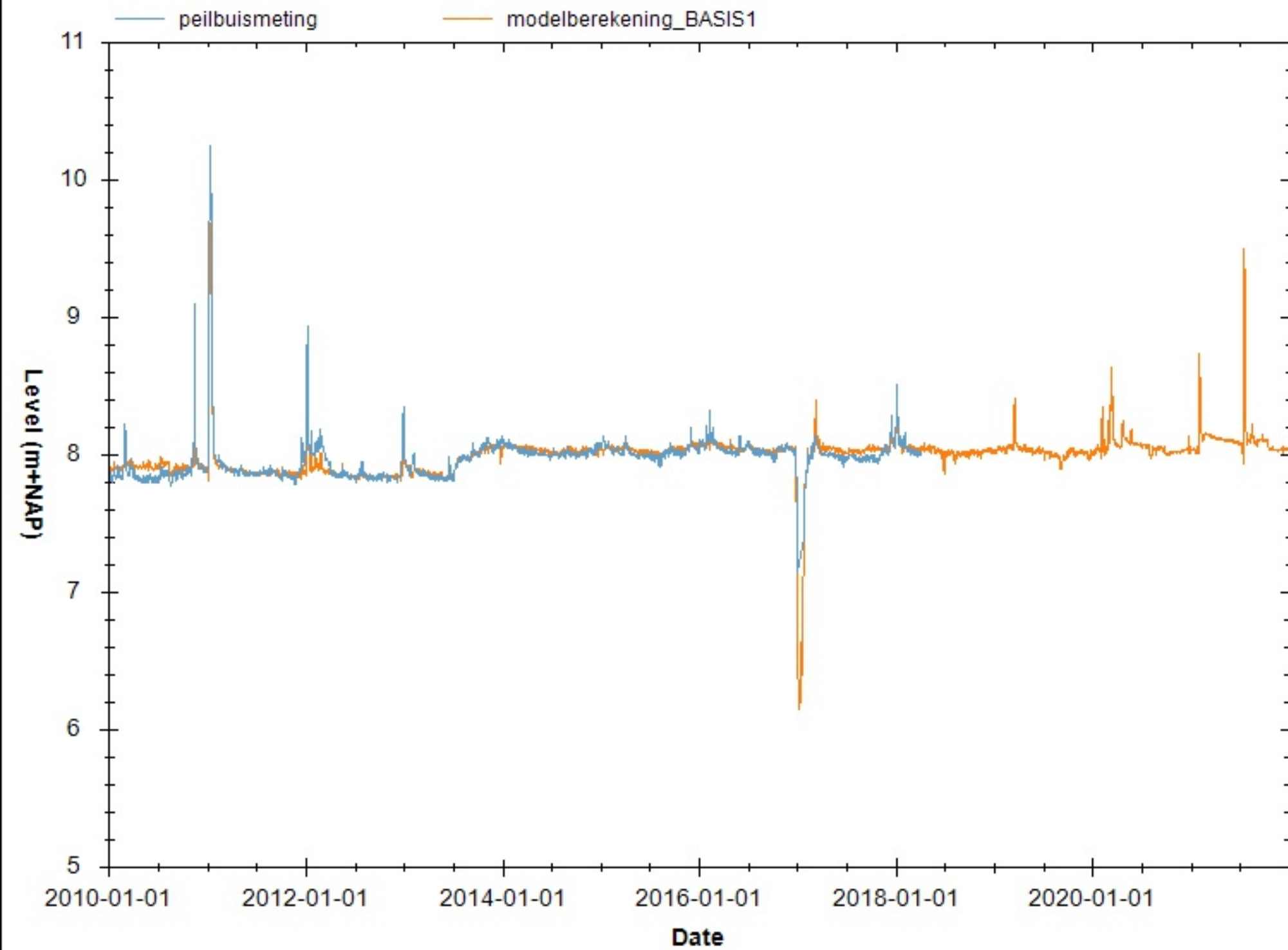


tijdreeksen_DINO\B46A1561_1

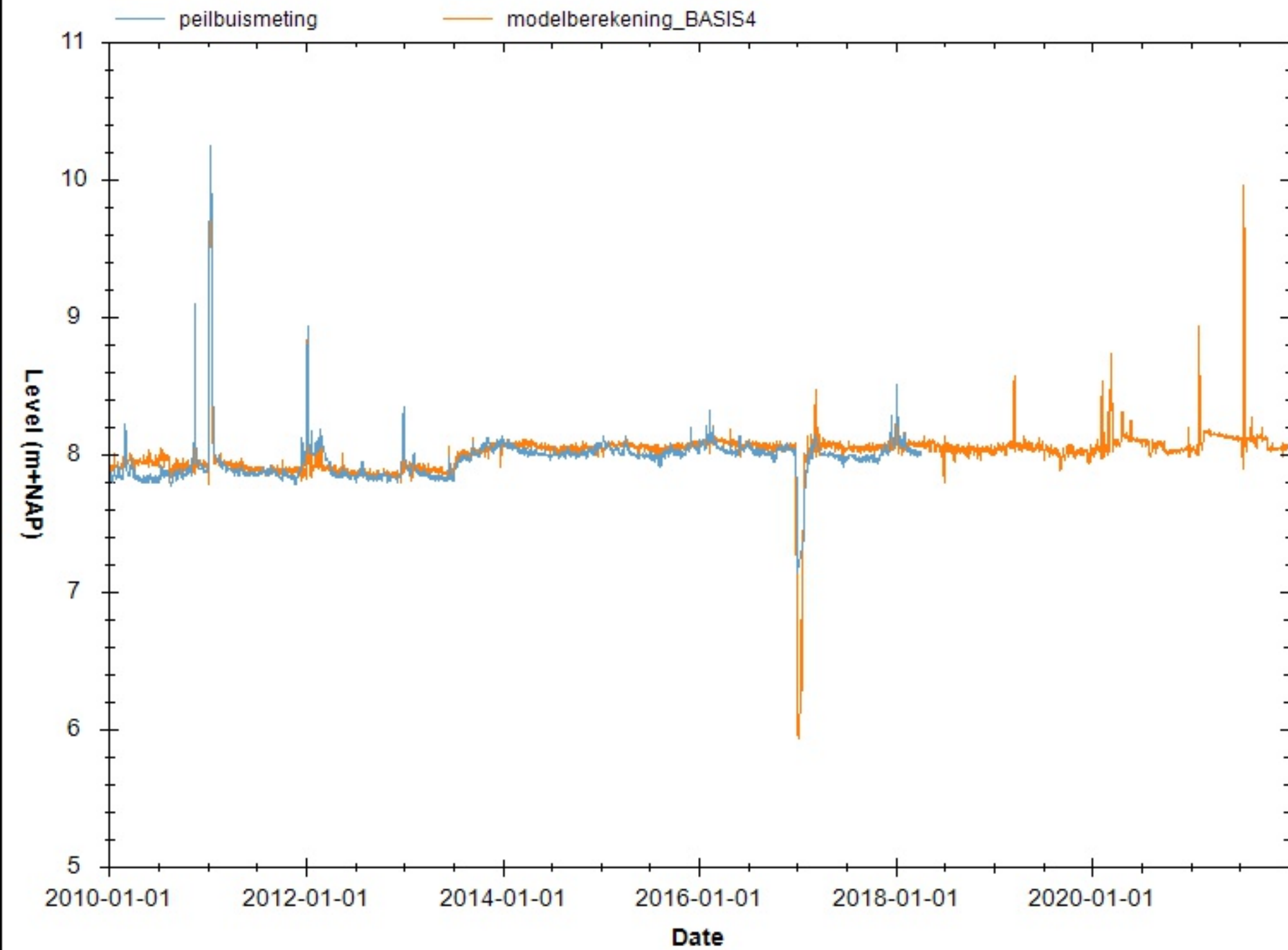




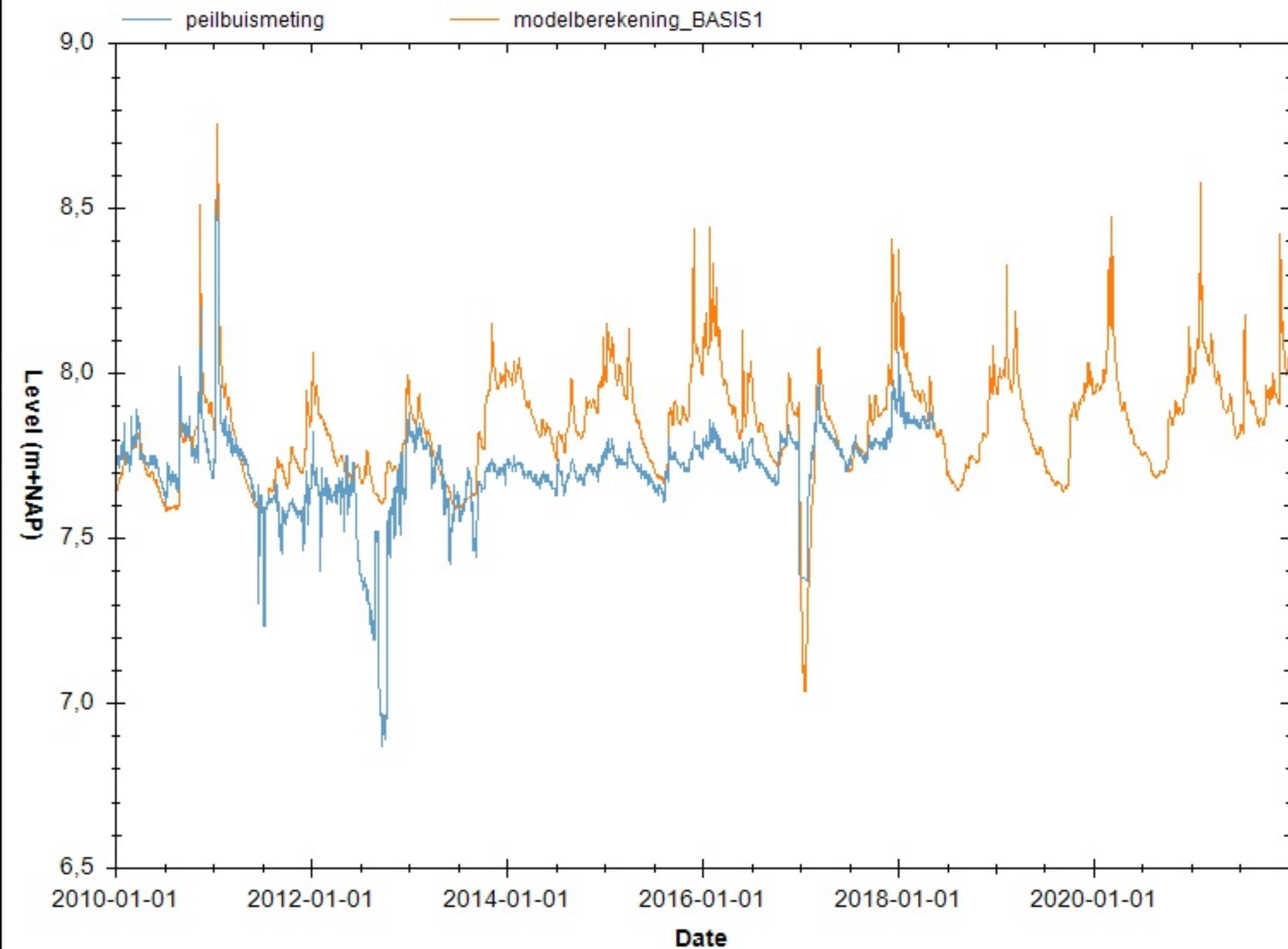
tijdreeksen_DINO\B46A1563_1



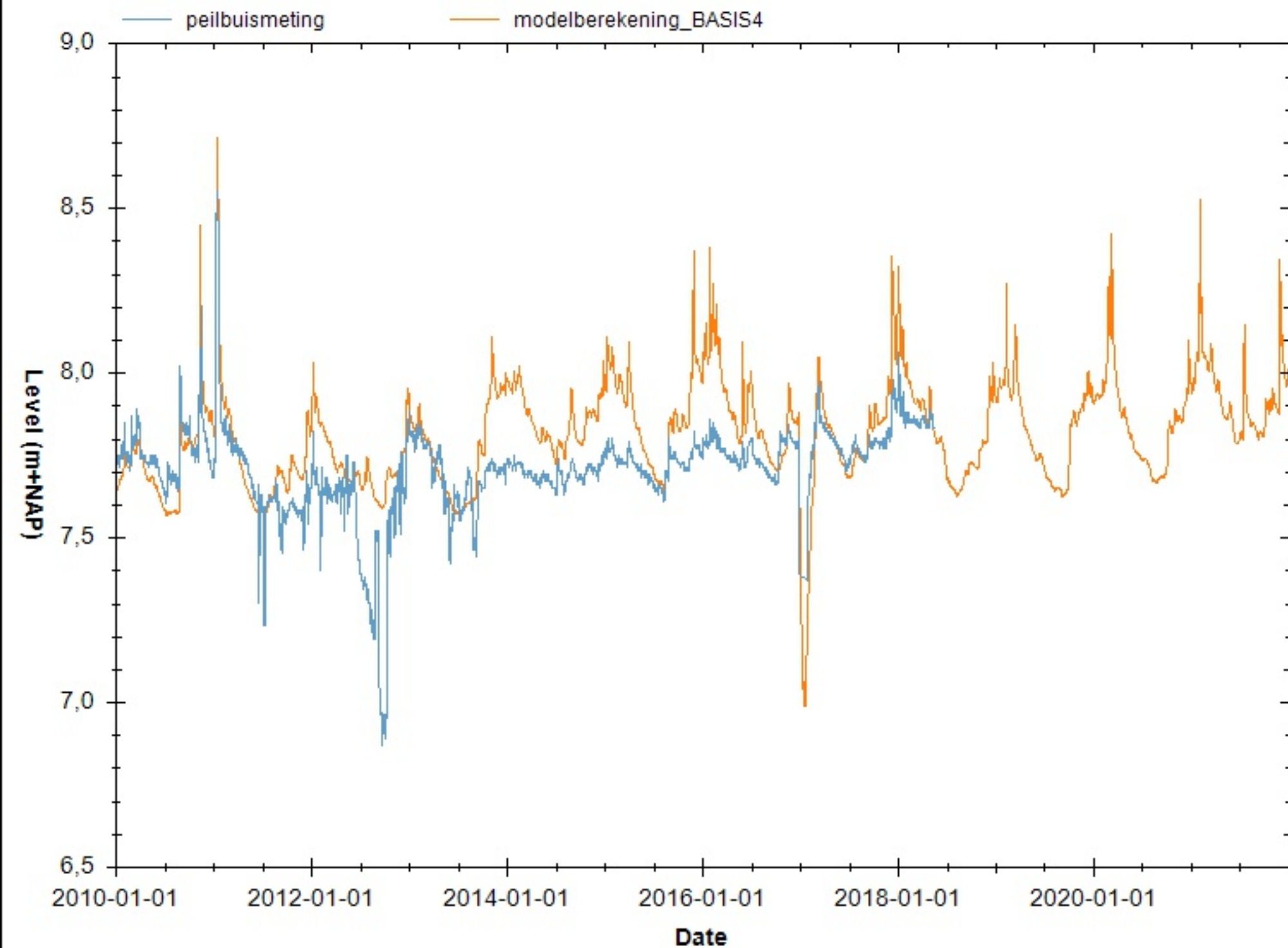
tijdreeksen_DINO\B46A1563_1



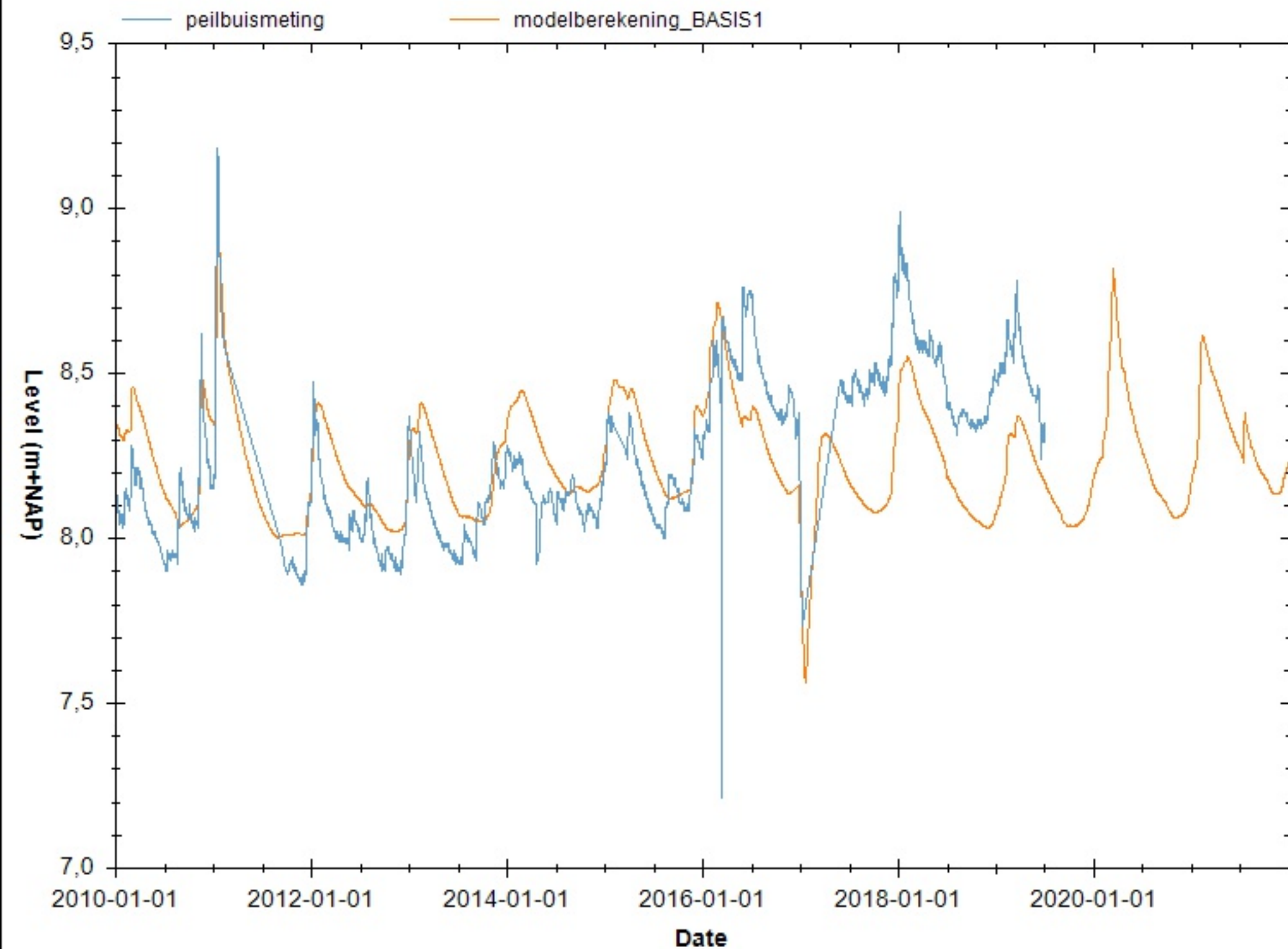
tijdreeksen_DINO\B46A1564_1



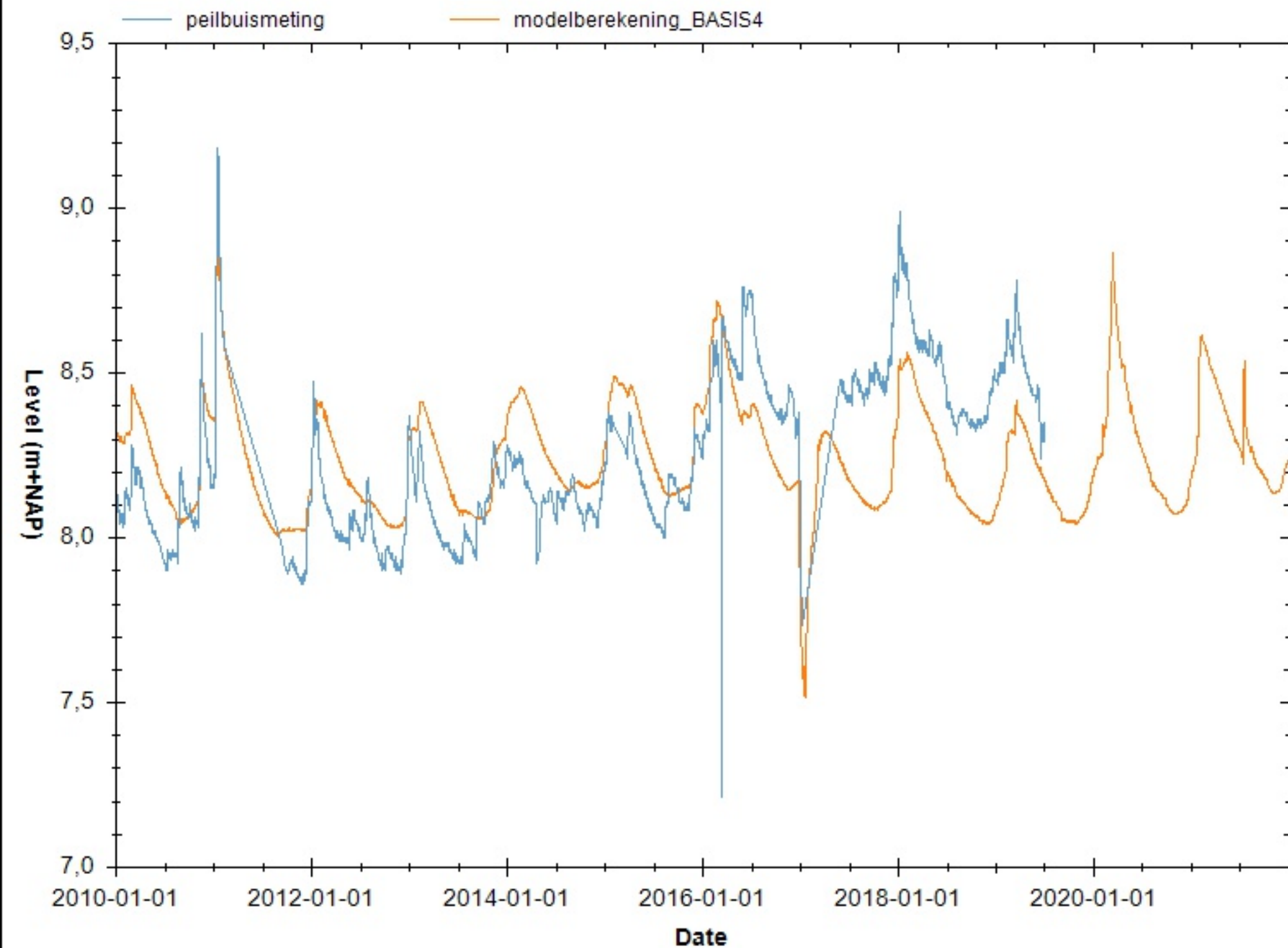
tijdreeksen_DINO\B46A1564_1



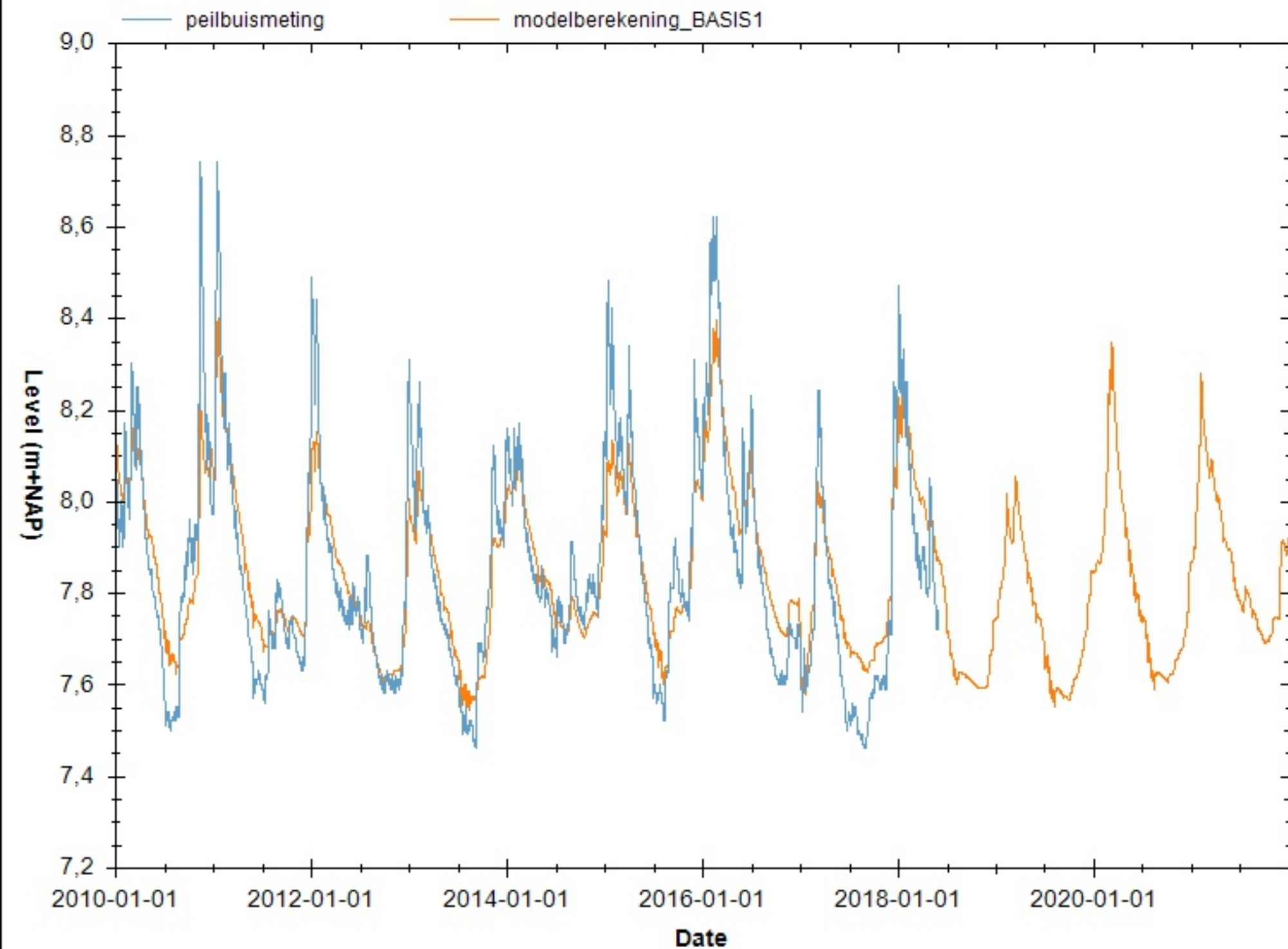
tijdreeksen_DINO\B46A1565_1



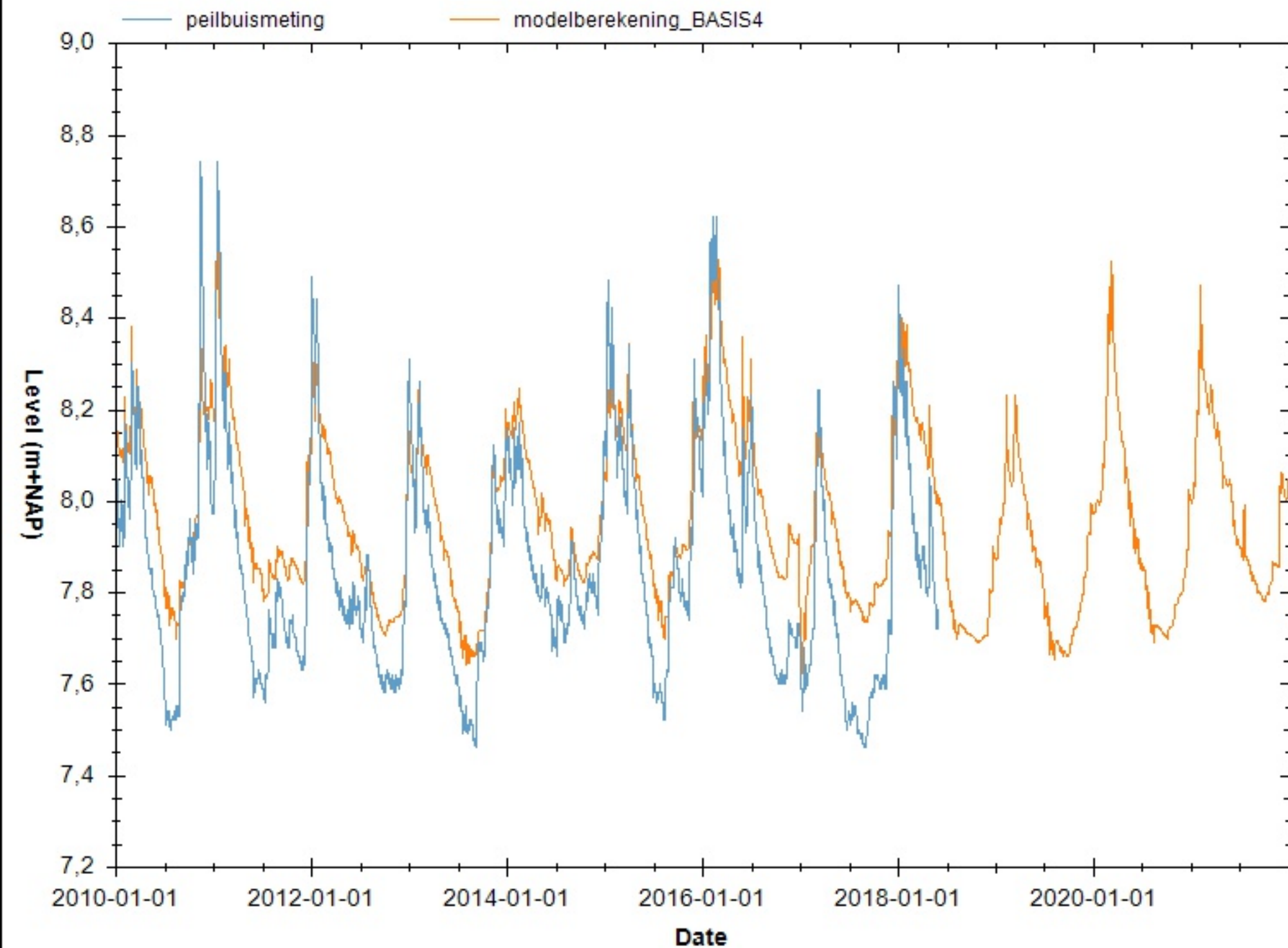
tijdreeksen_DINO\B46A1565_1



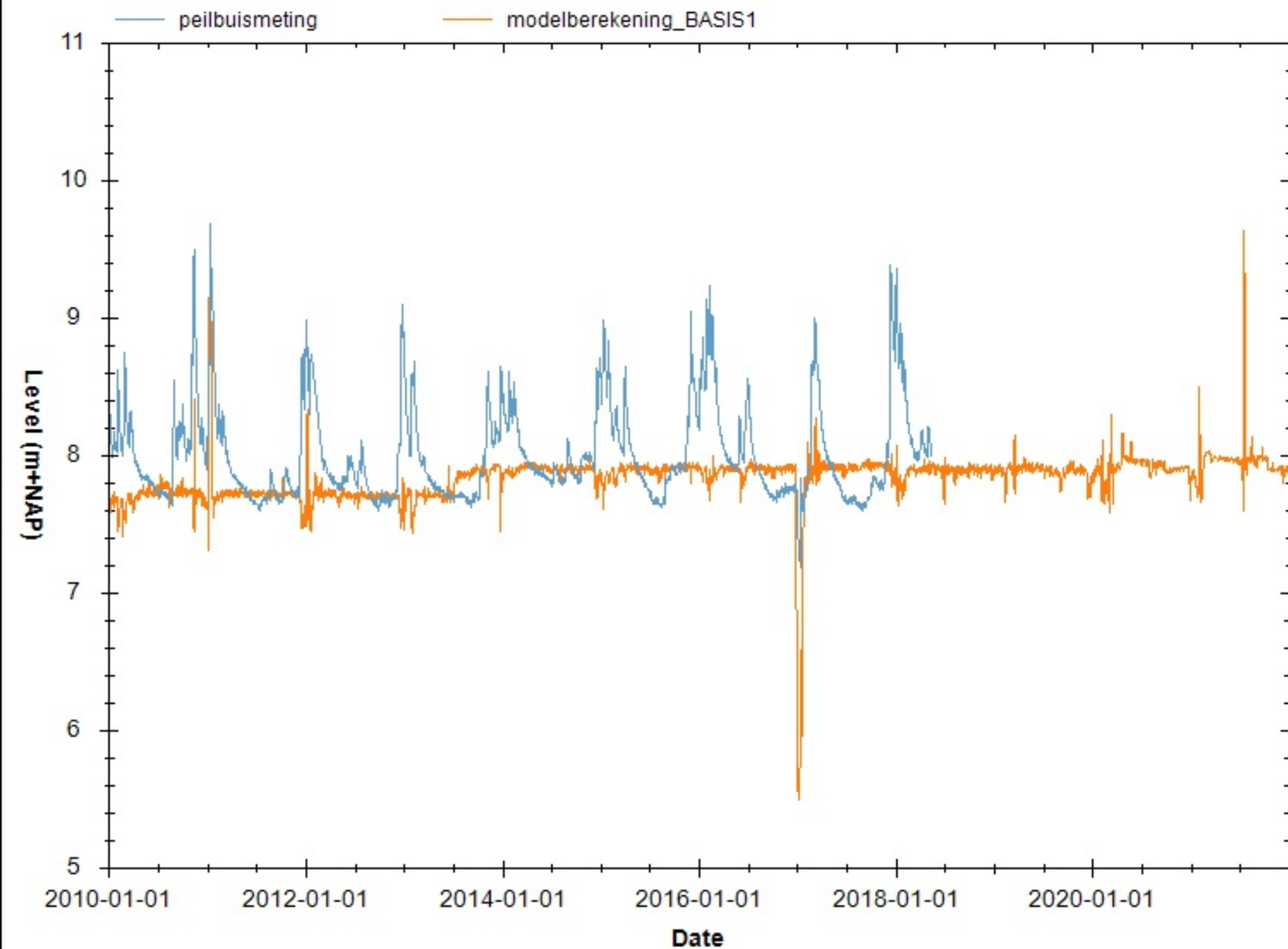
tijdreeksen_DINO\B46A1566_1



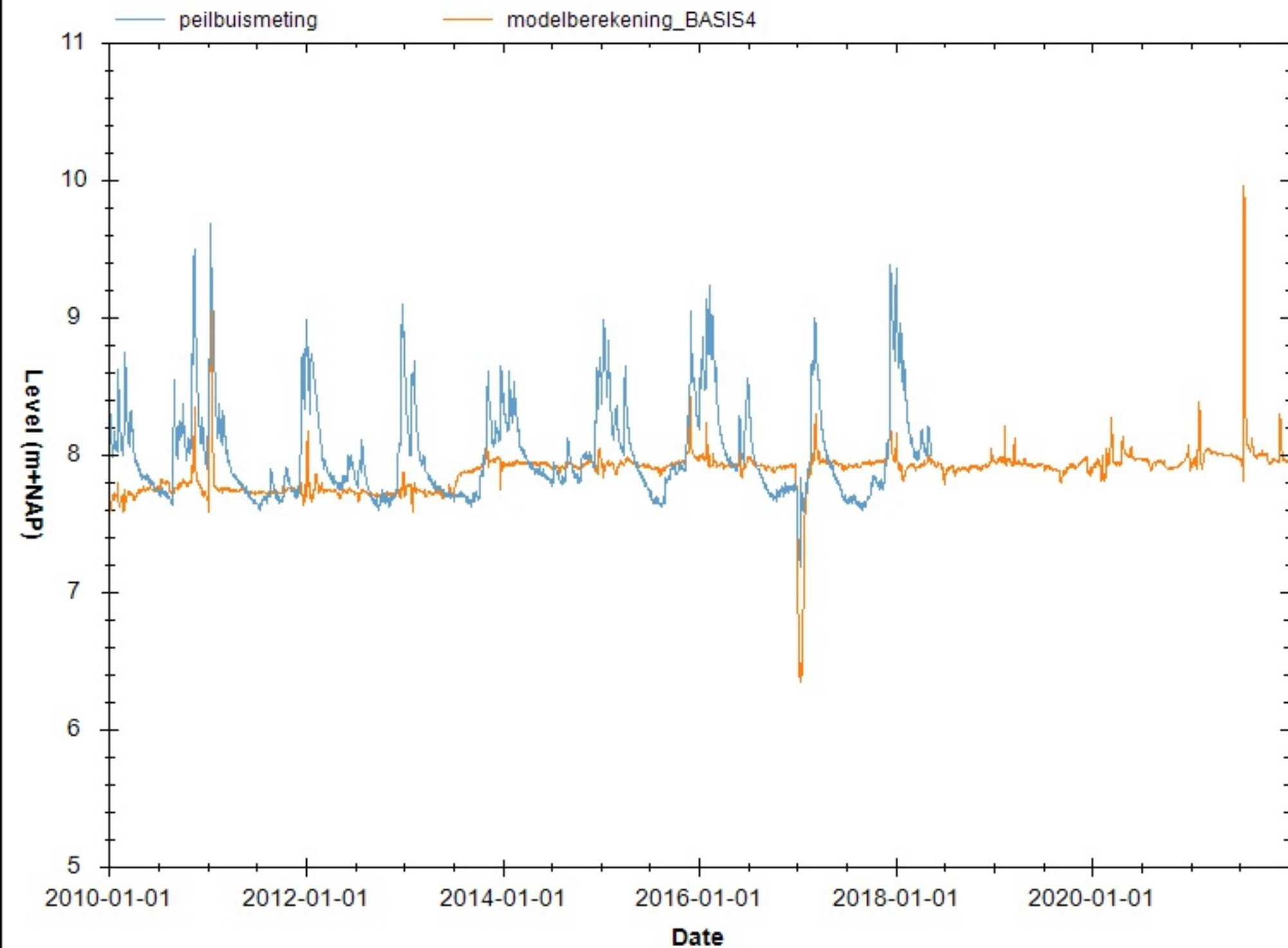
tijdreeksen_DINO\B46A1566_1



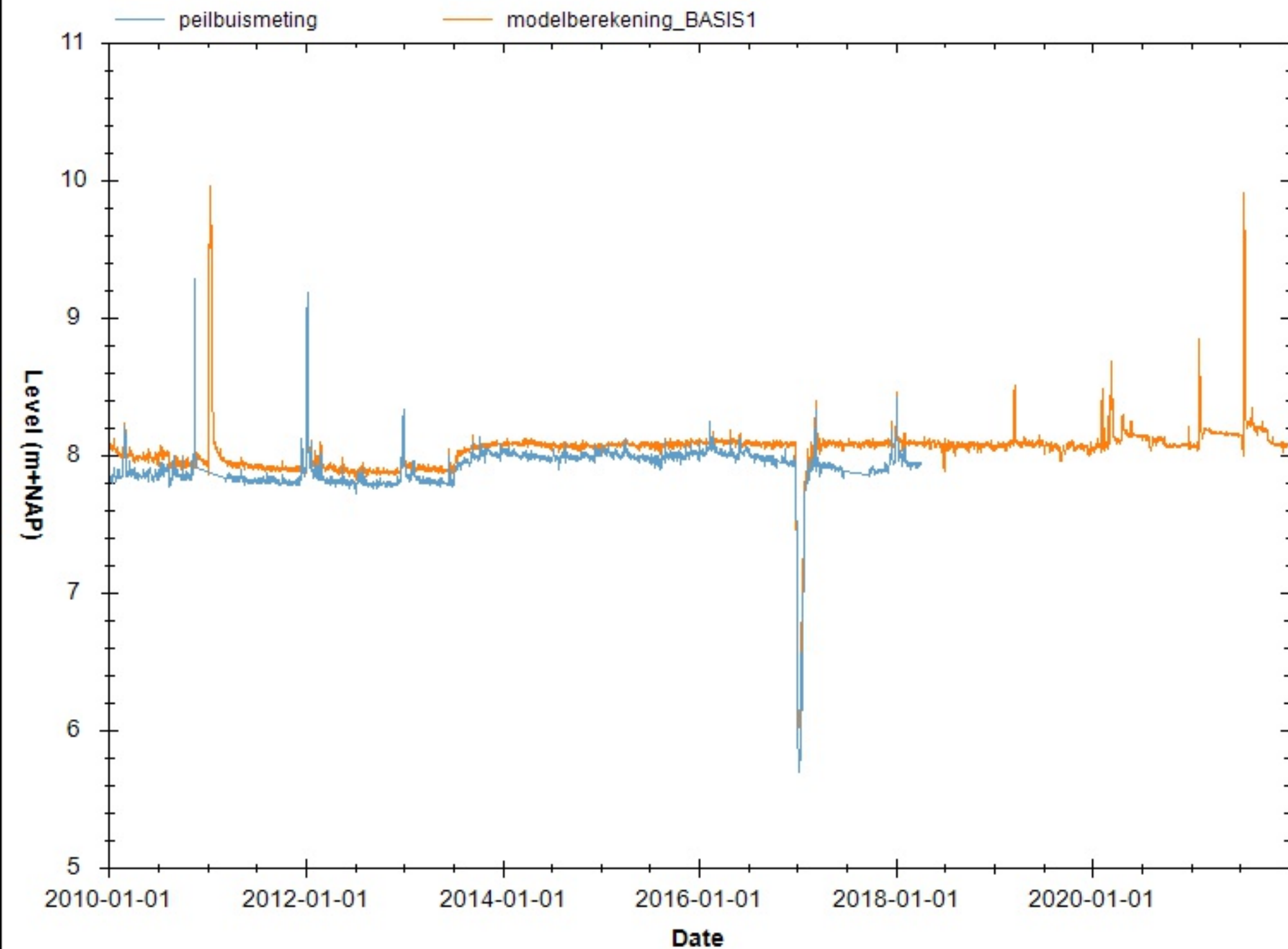
tijdreeksen_DINO\B46A1567_1



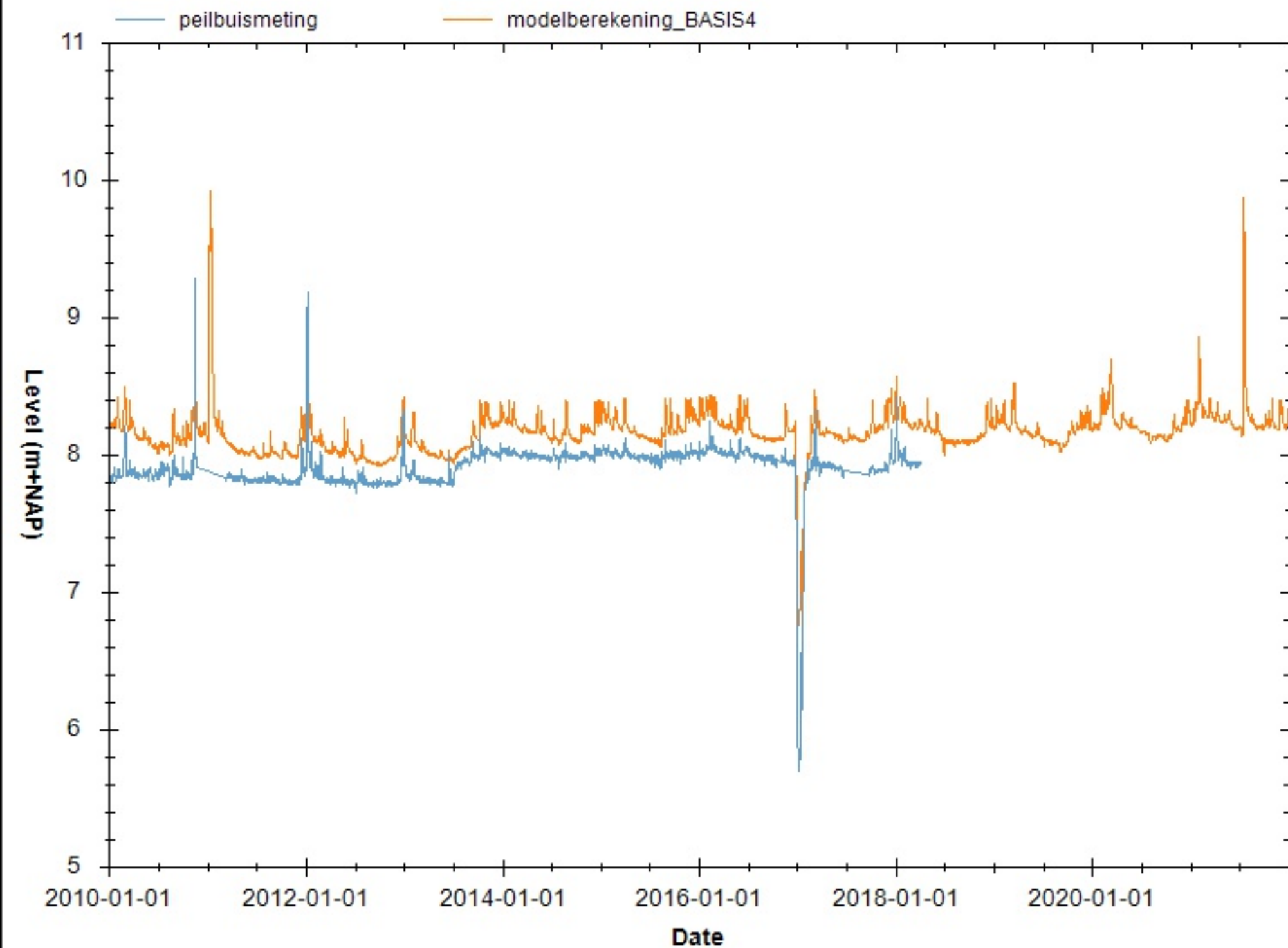
tijdreeksen_DINO\B46A1567_1



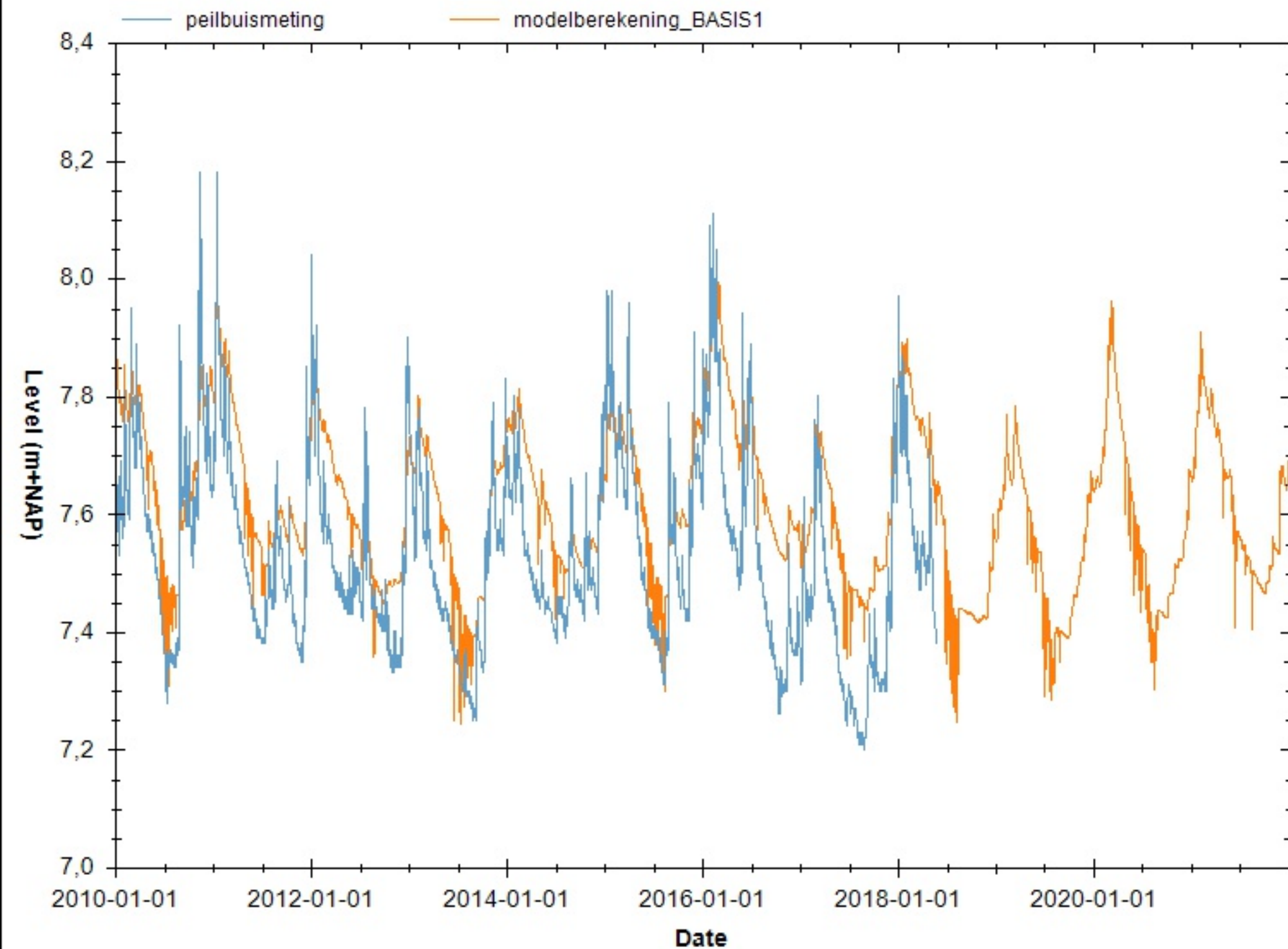
tijdreeksen_DINO\B46A1569_1



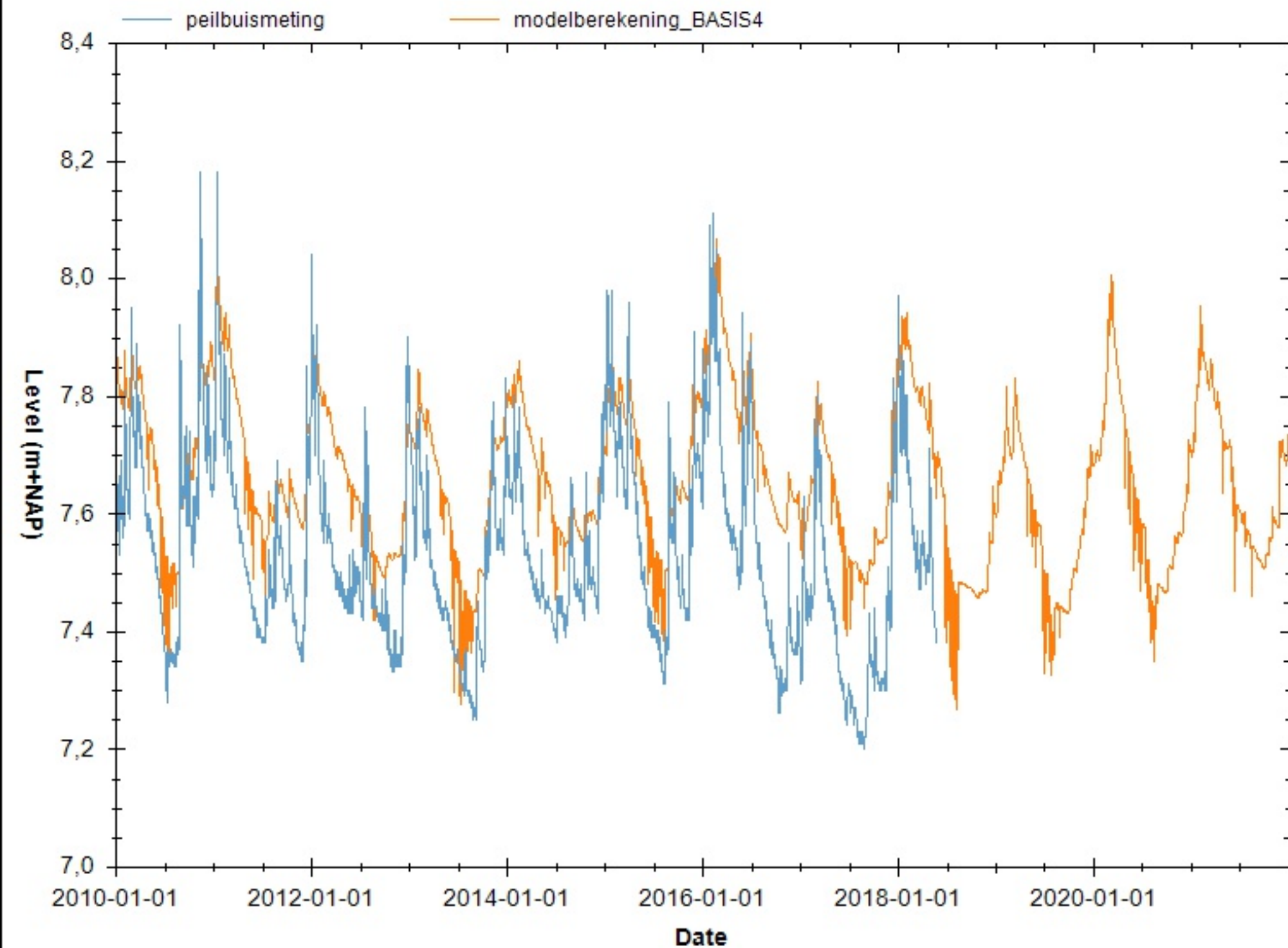
tijdreeksen_DINO\B46A1569_1



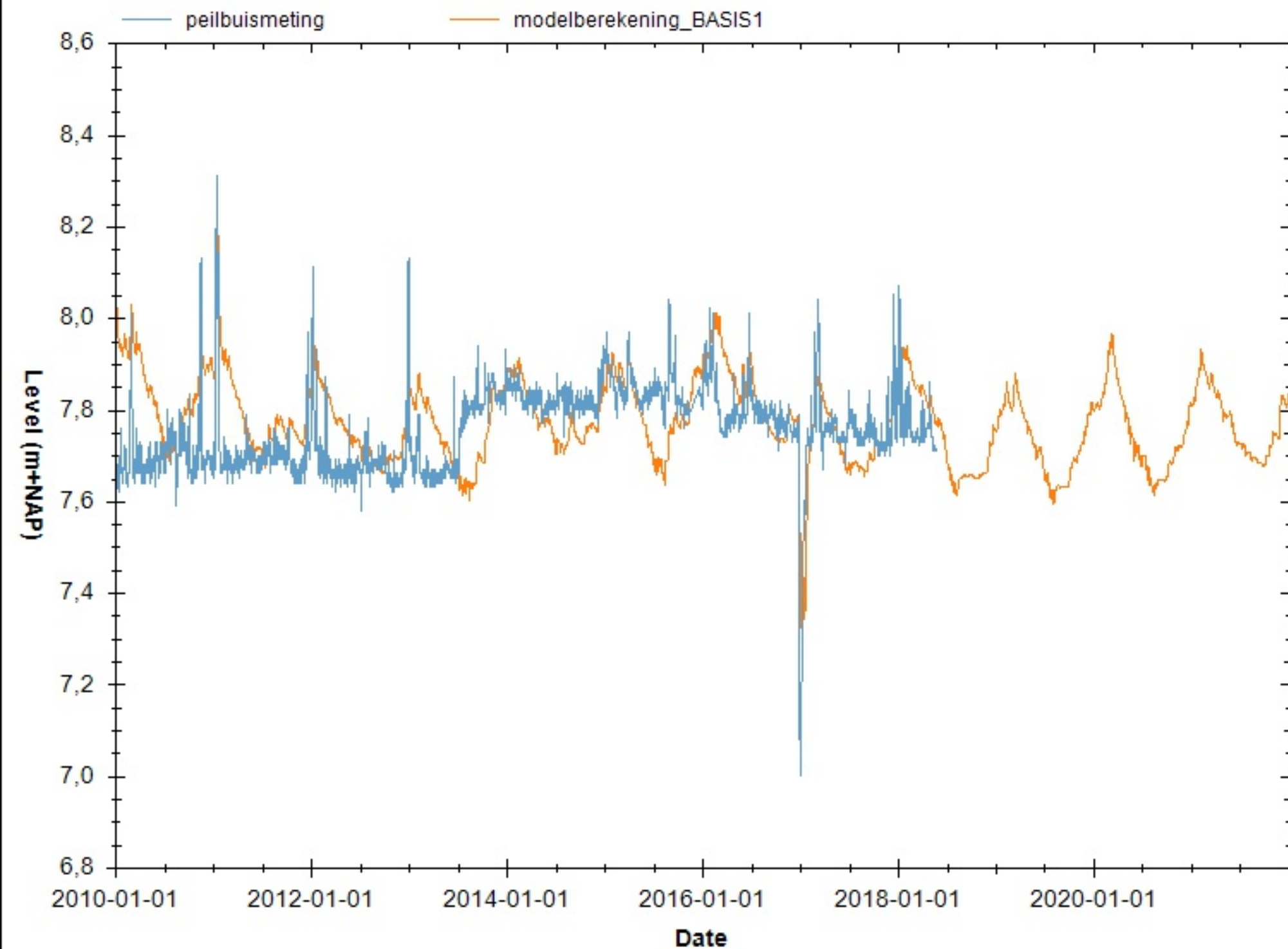
tijdreeksen_DINO\B46A1570_1



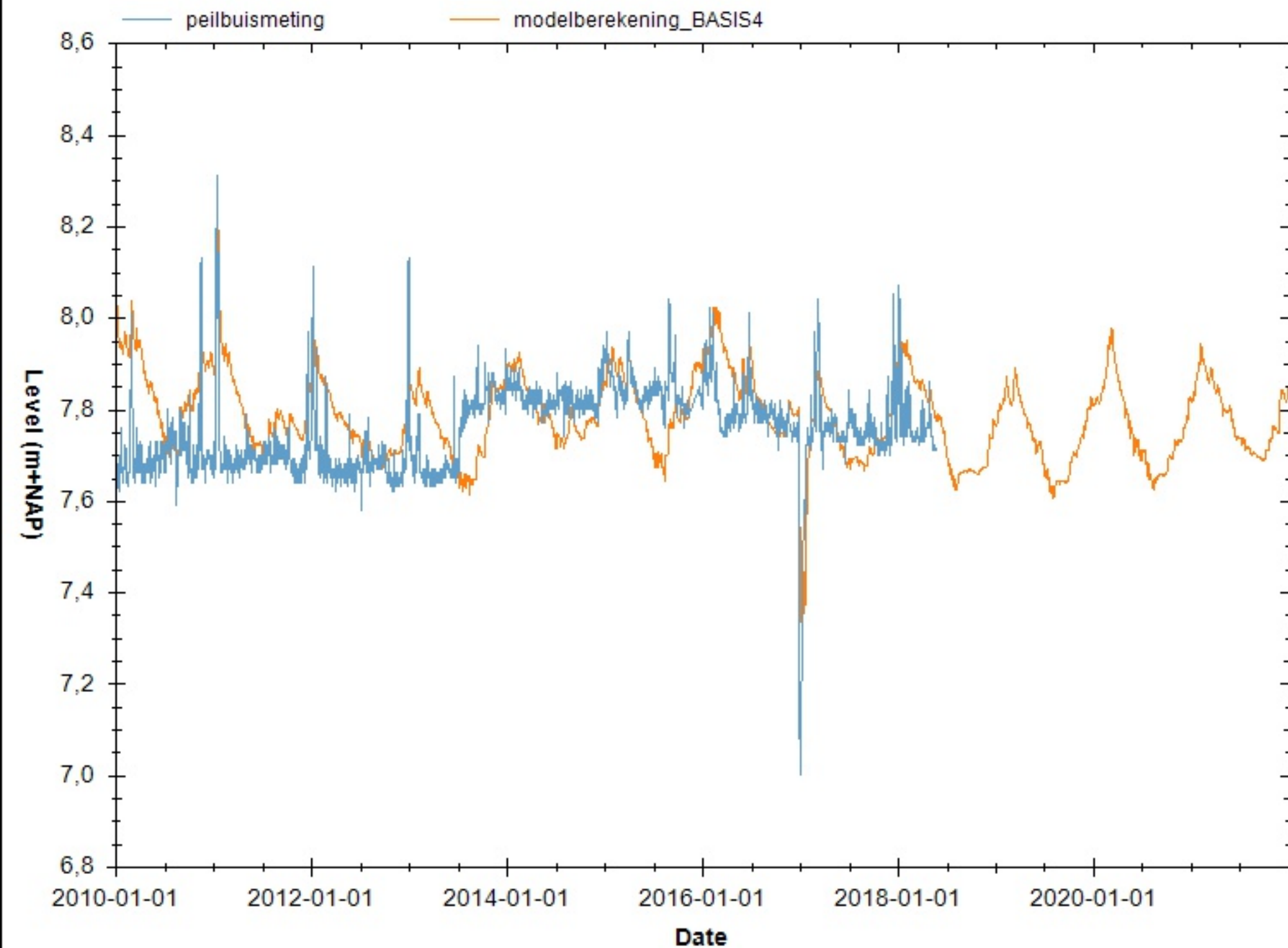
tijdreeksen_DINO\B46A1570_1

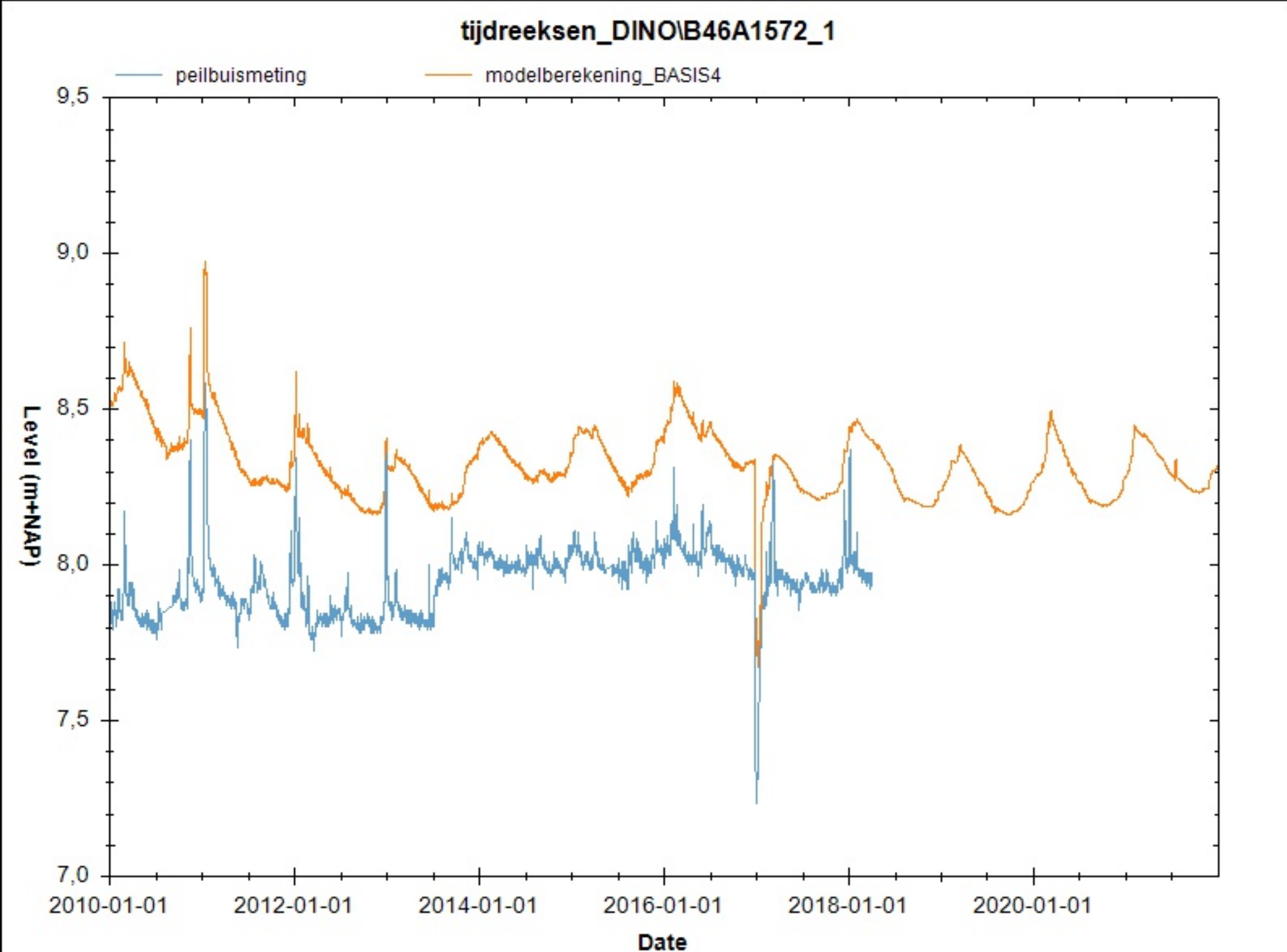
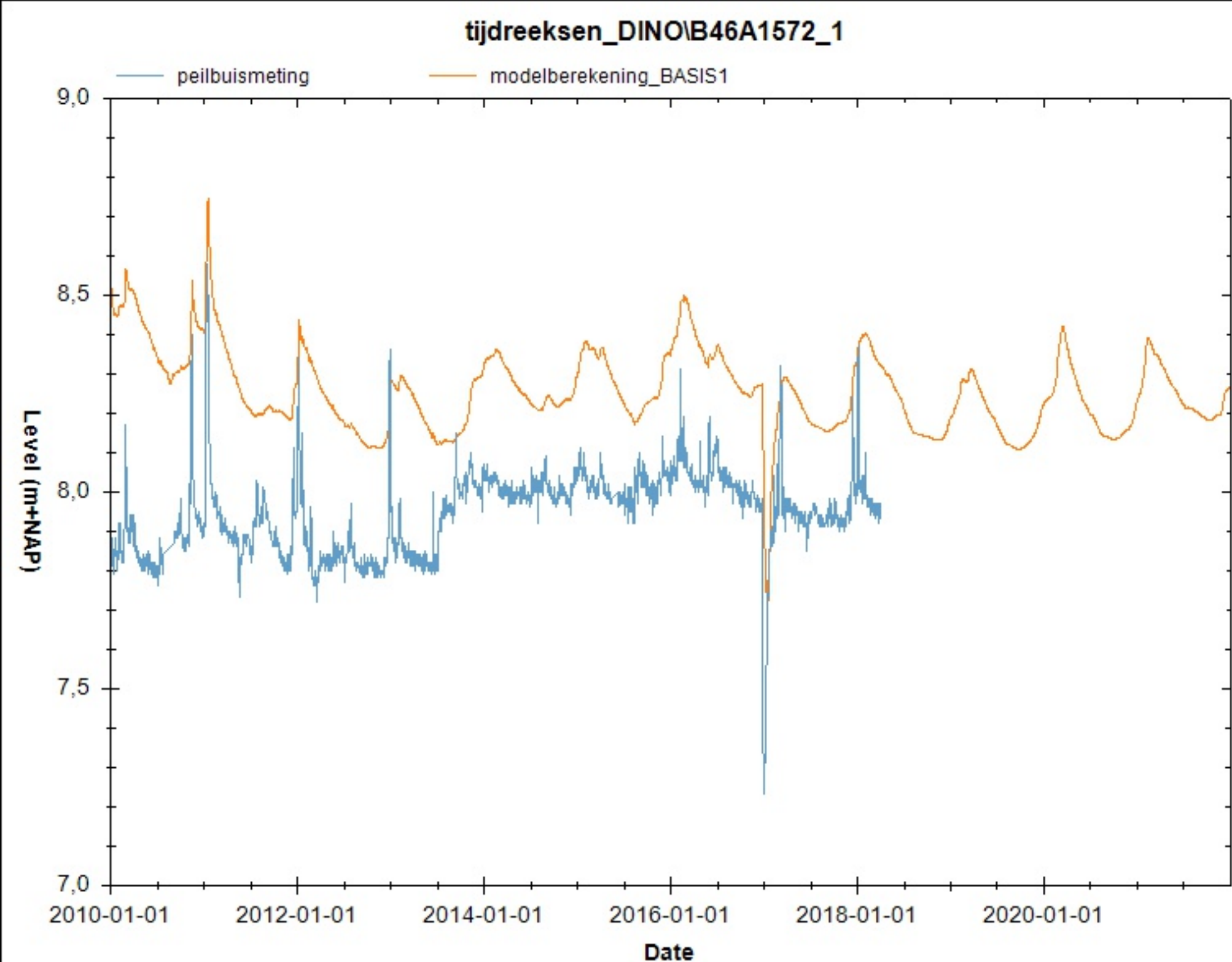


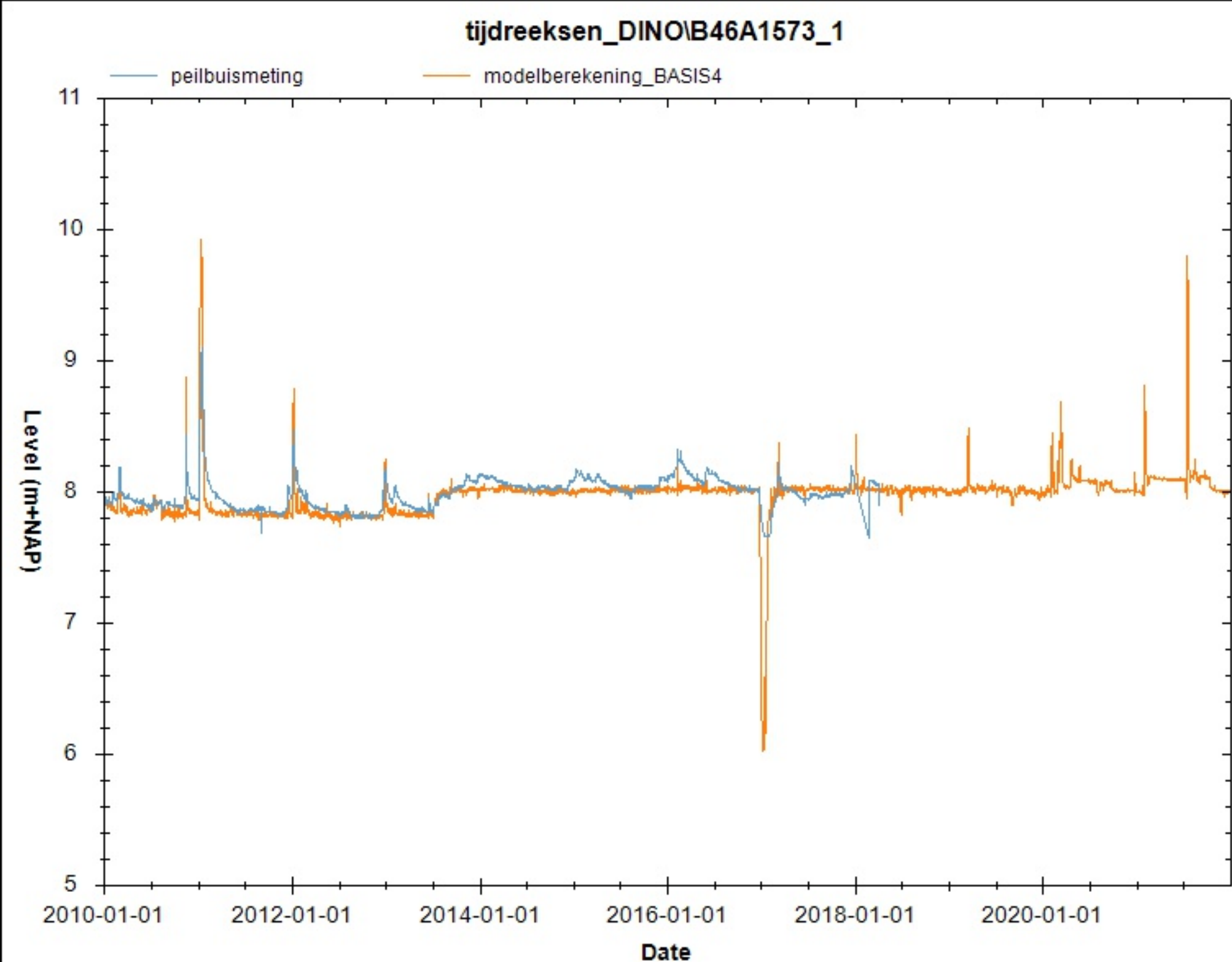
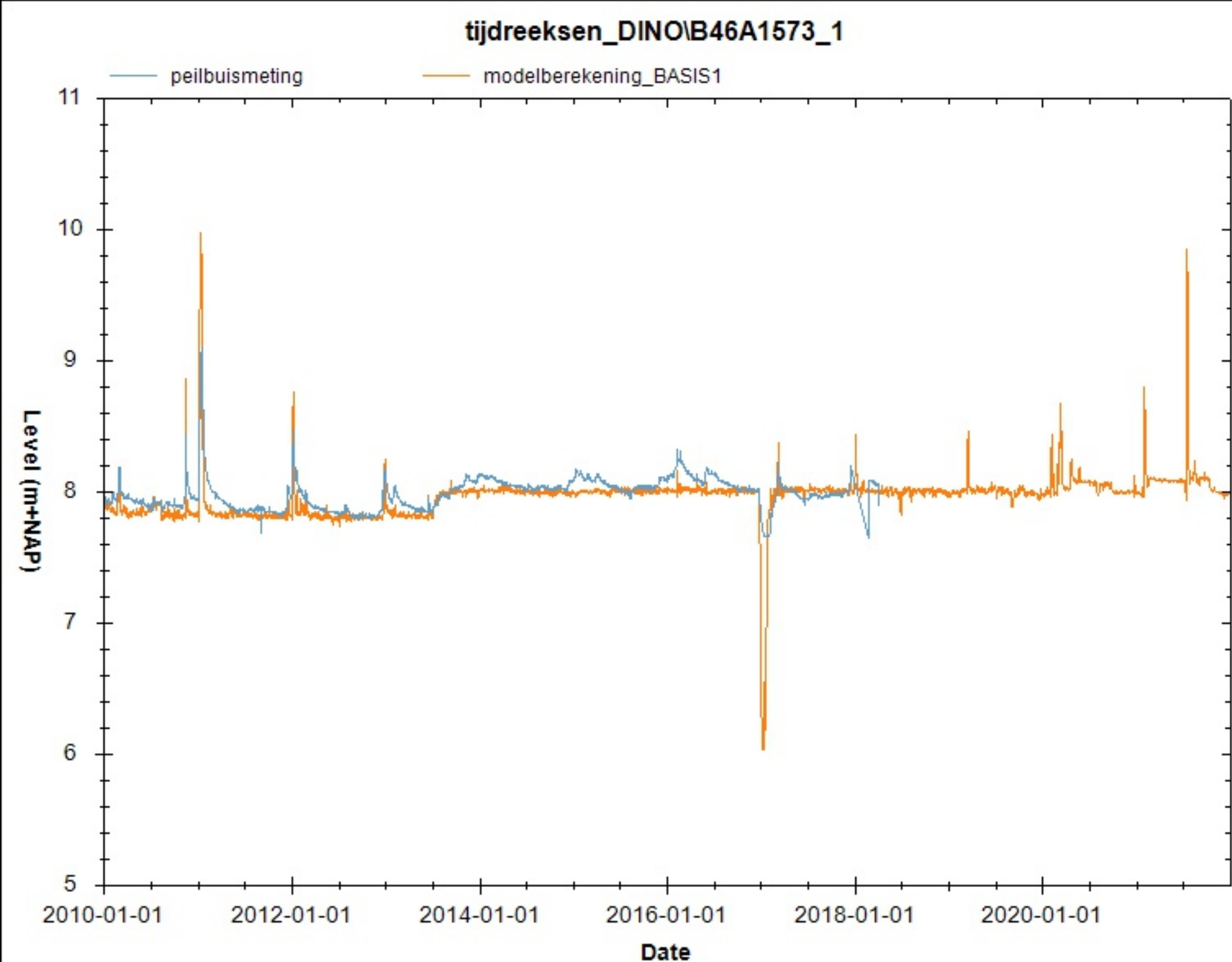
tijdreeksen_DINO\B46A1571_1



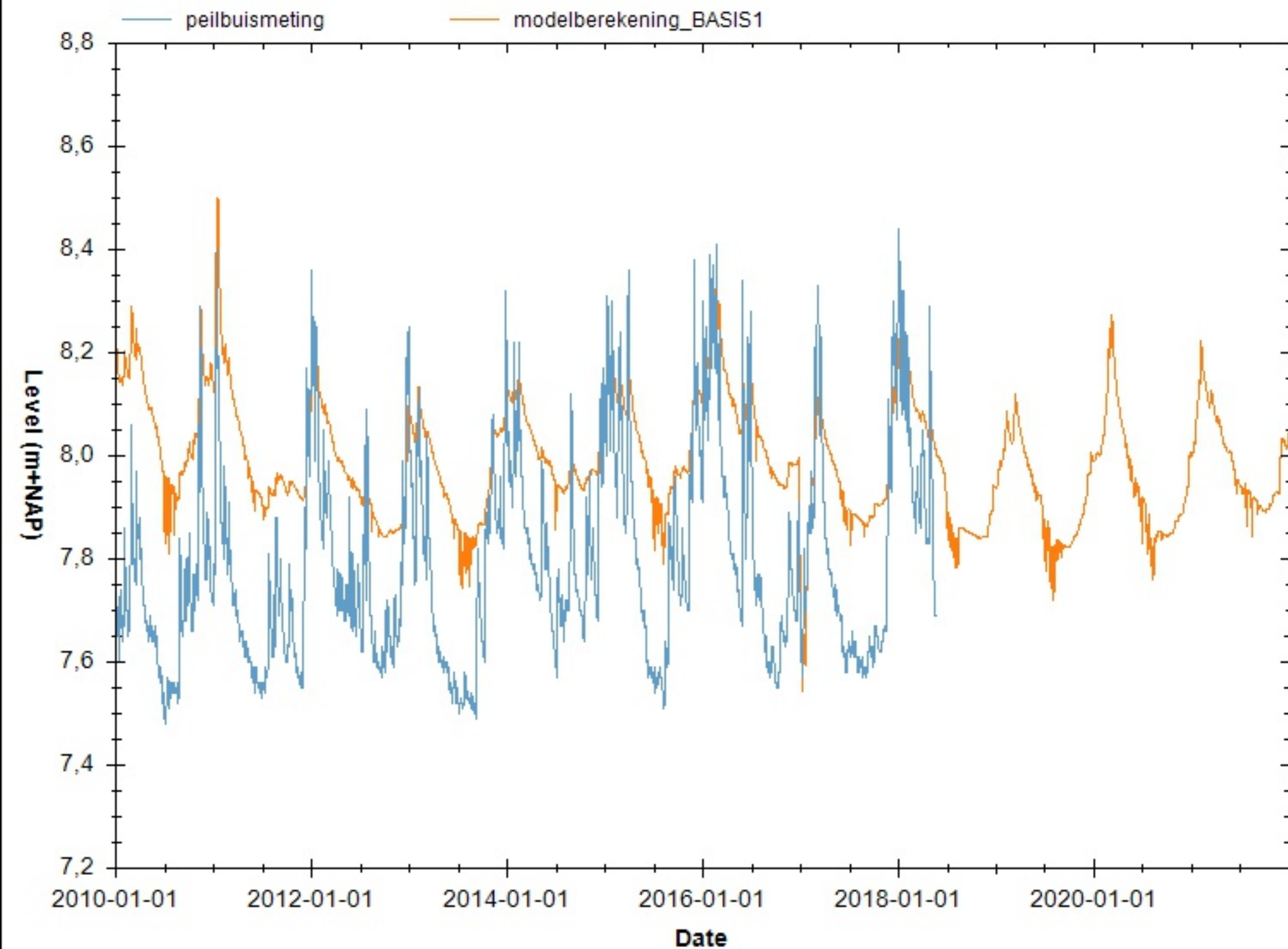
tijdreeksen_DINO\B46A1571_1



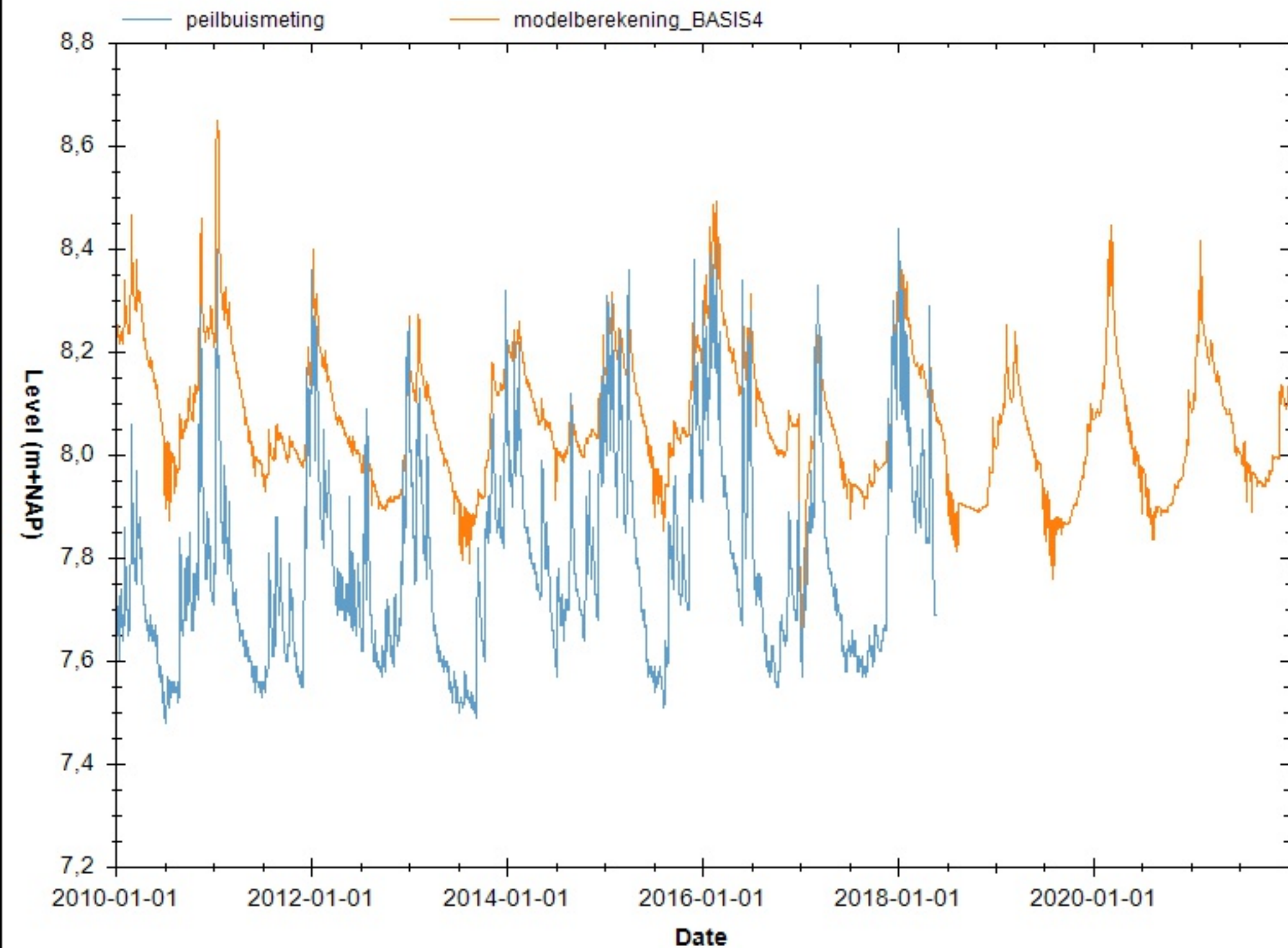


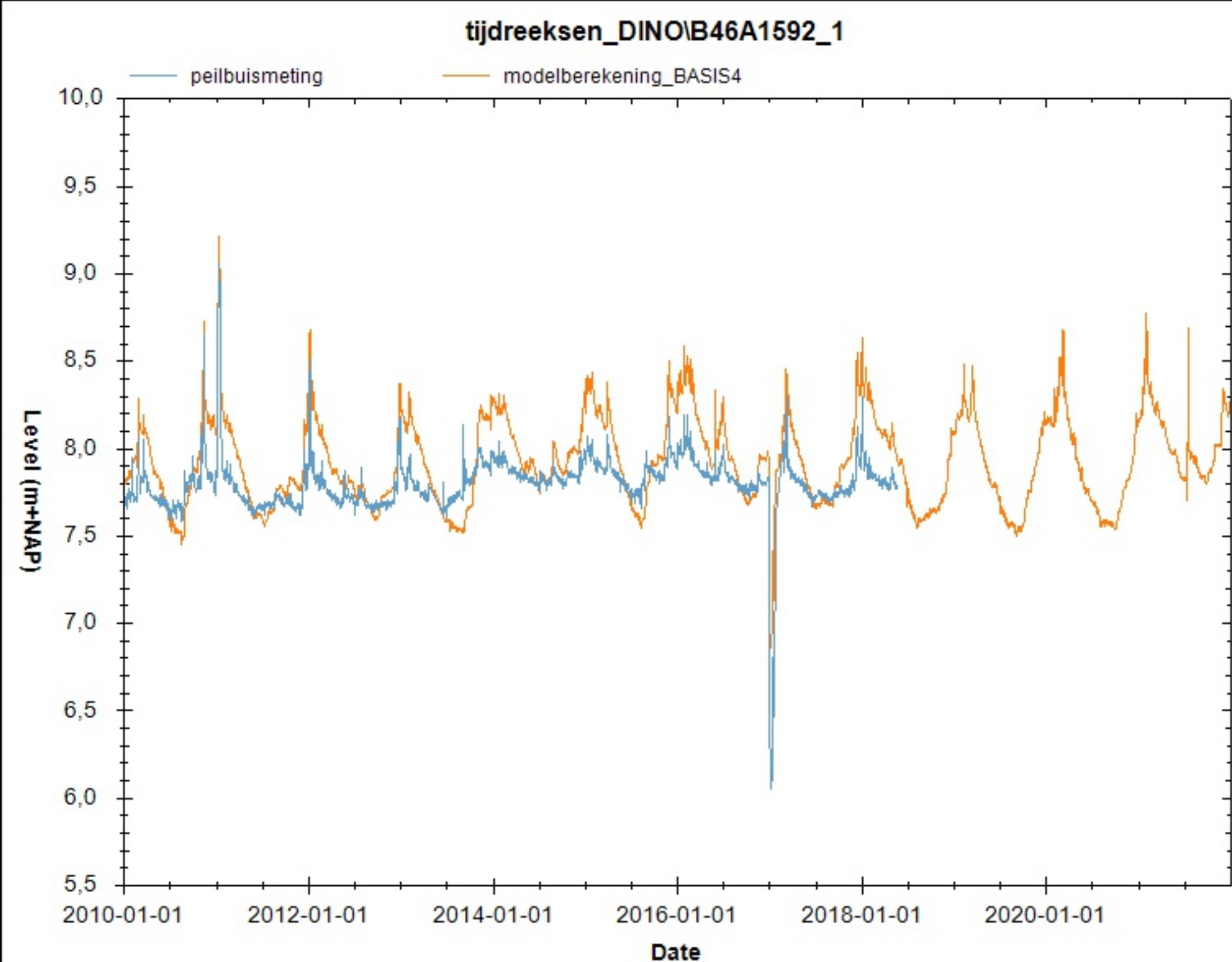
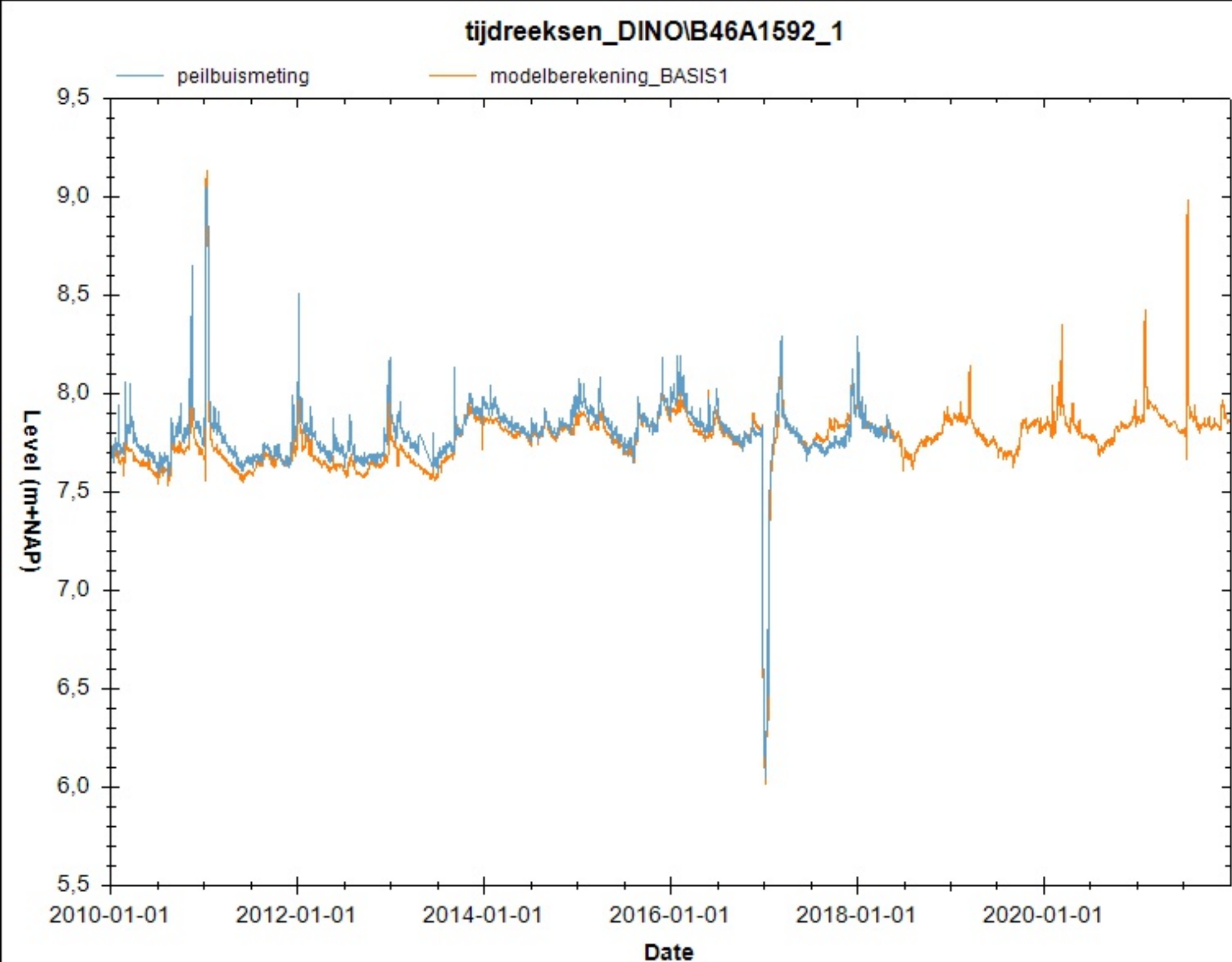


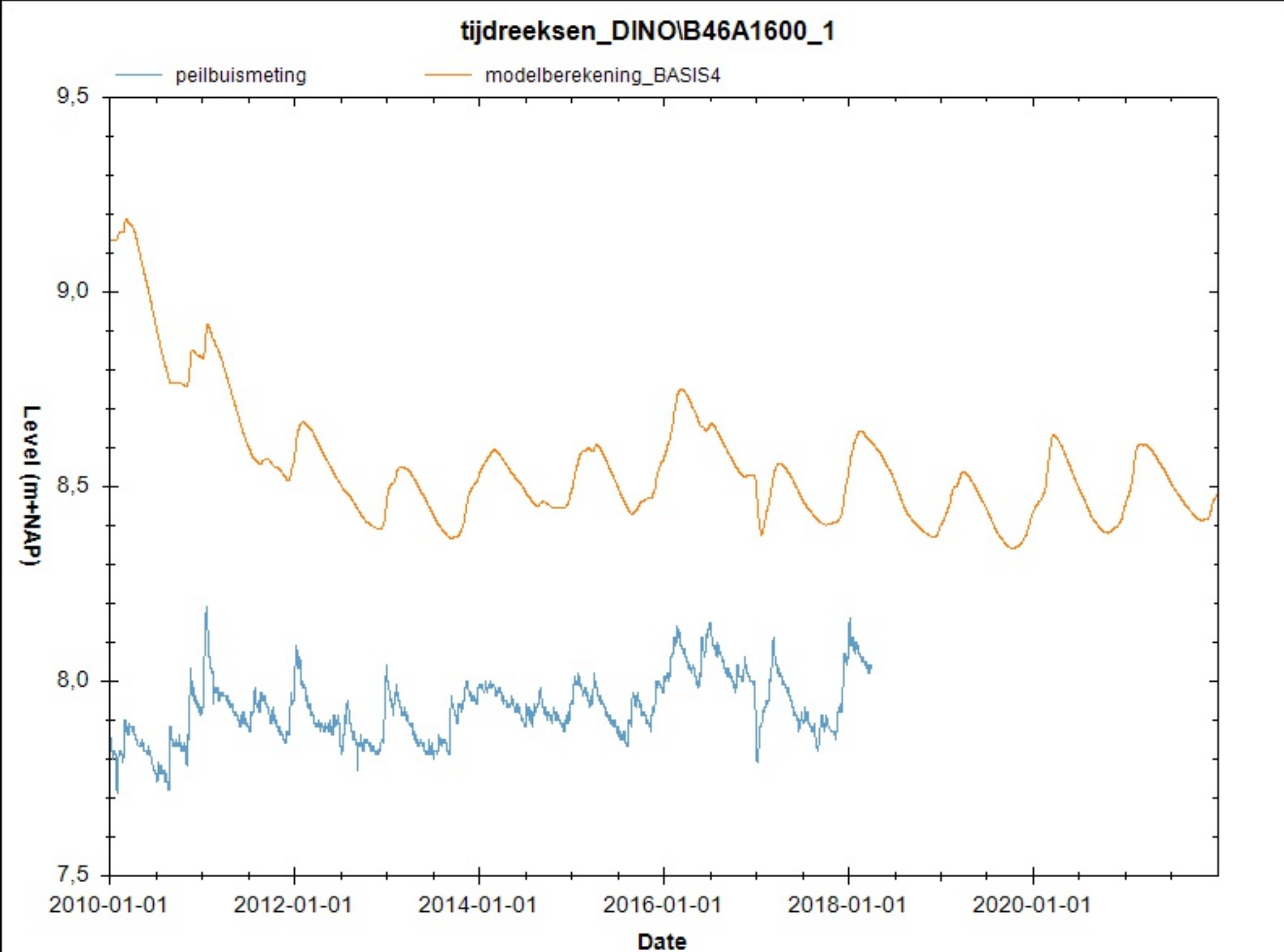
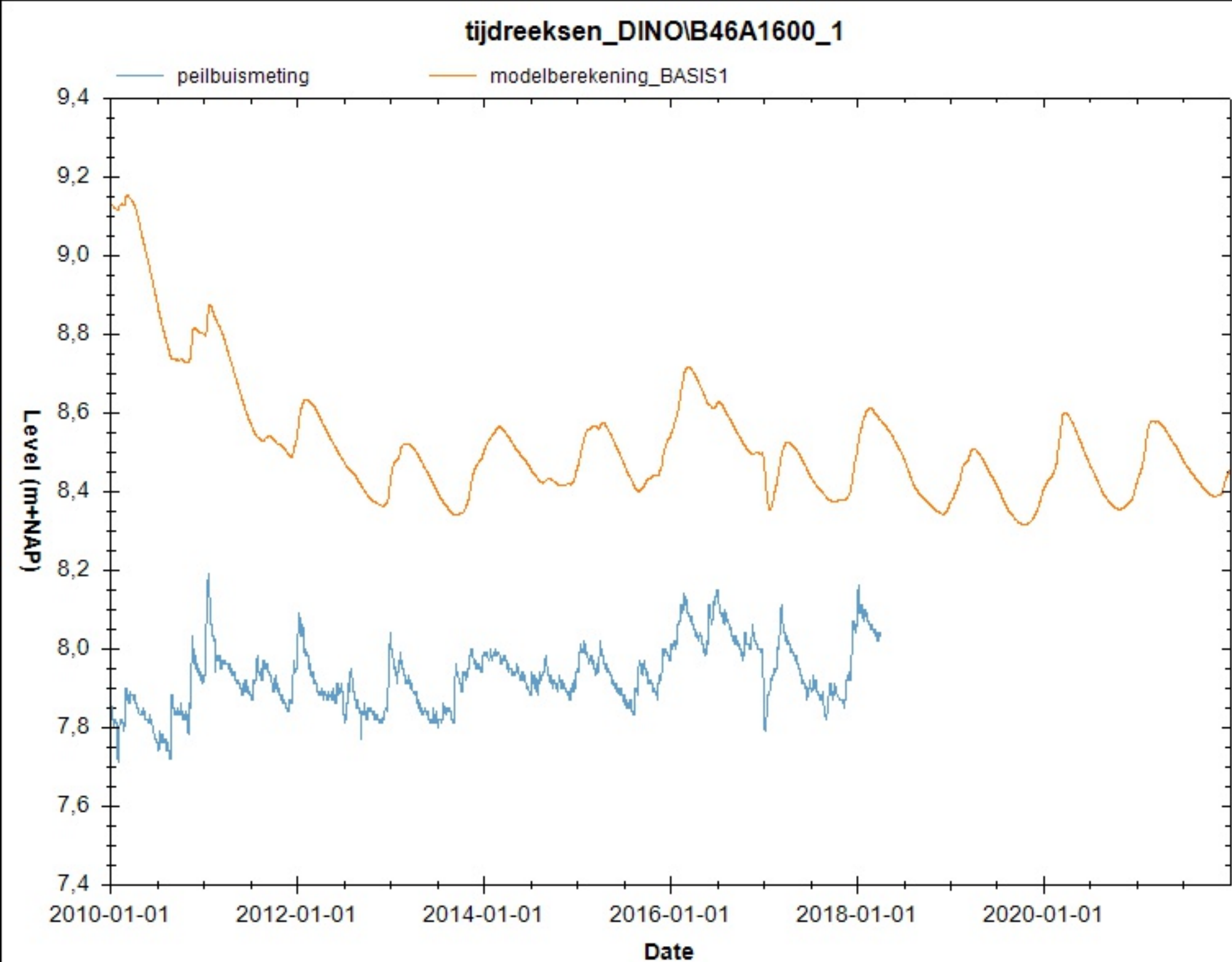
tijdreeksen_DINO\B46A1591_1



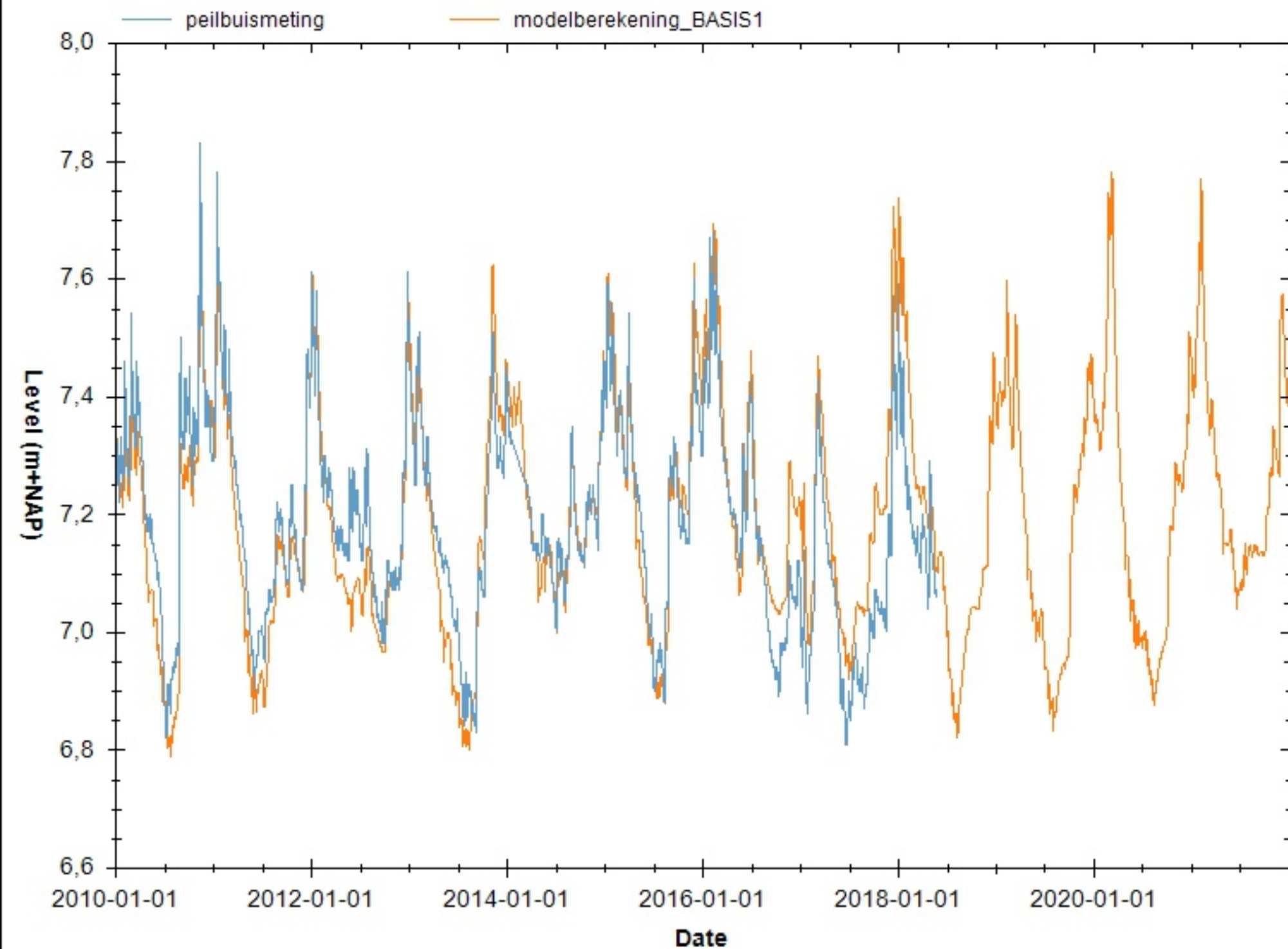
tijdreeksen_DINO\B46A1591_1



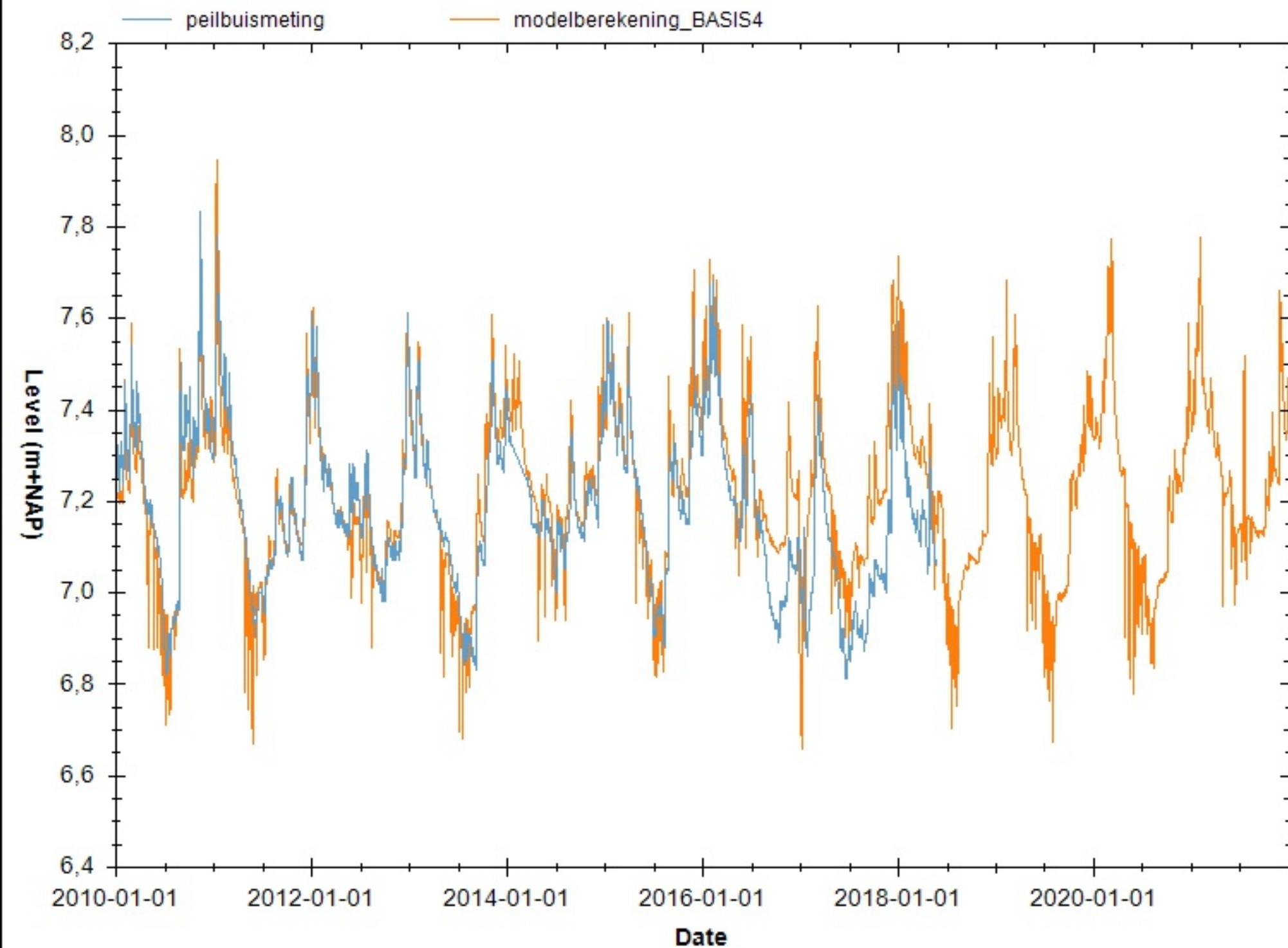


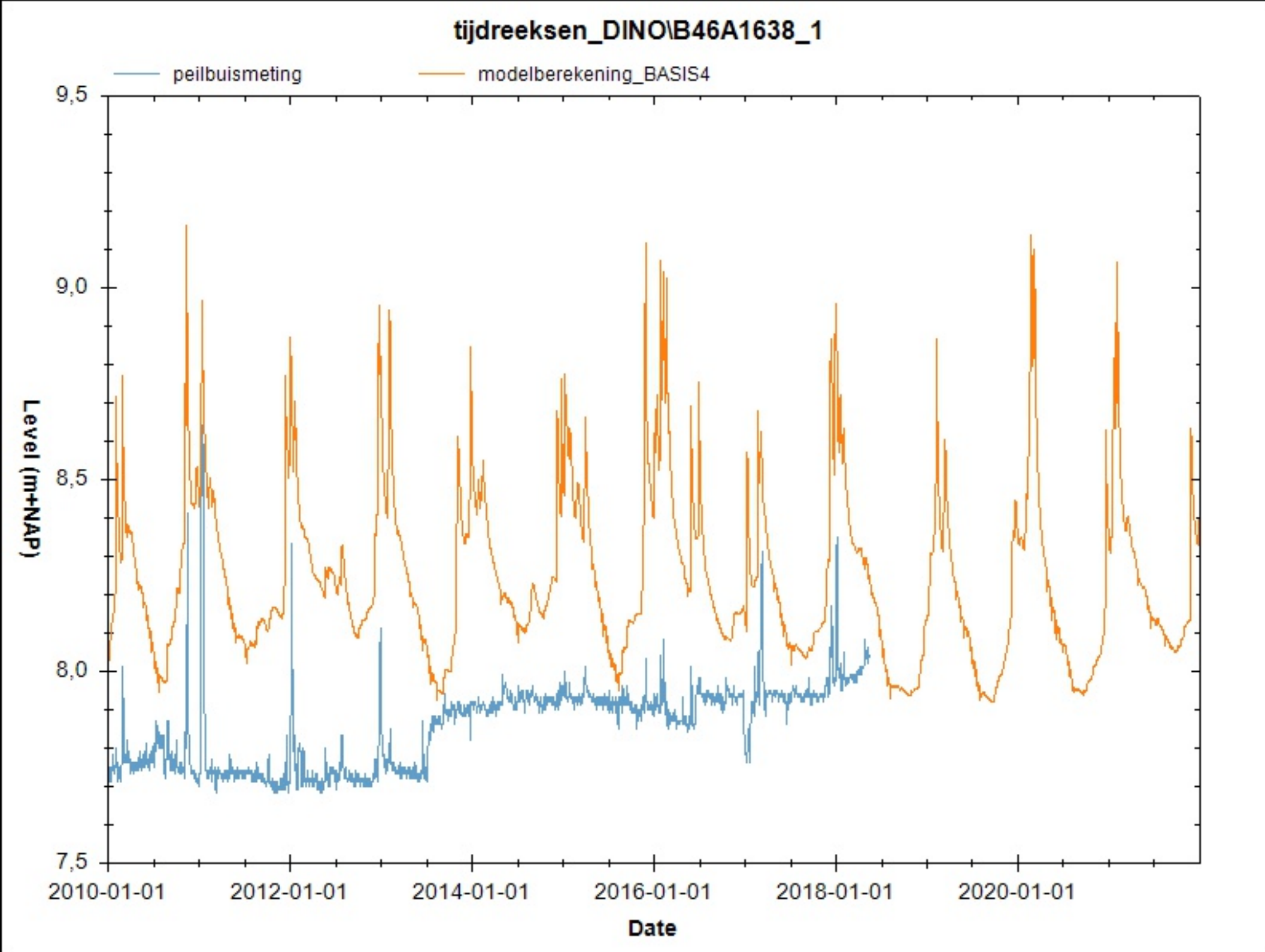
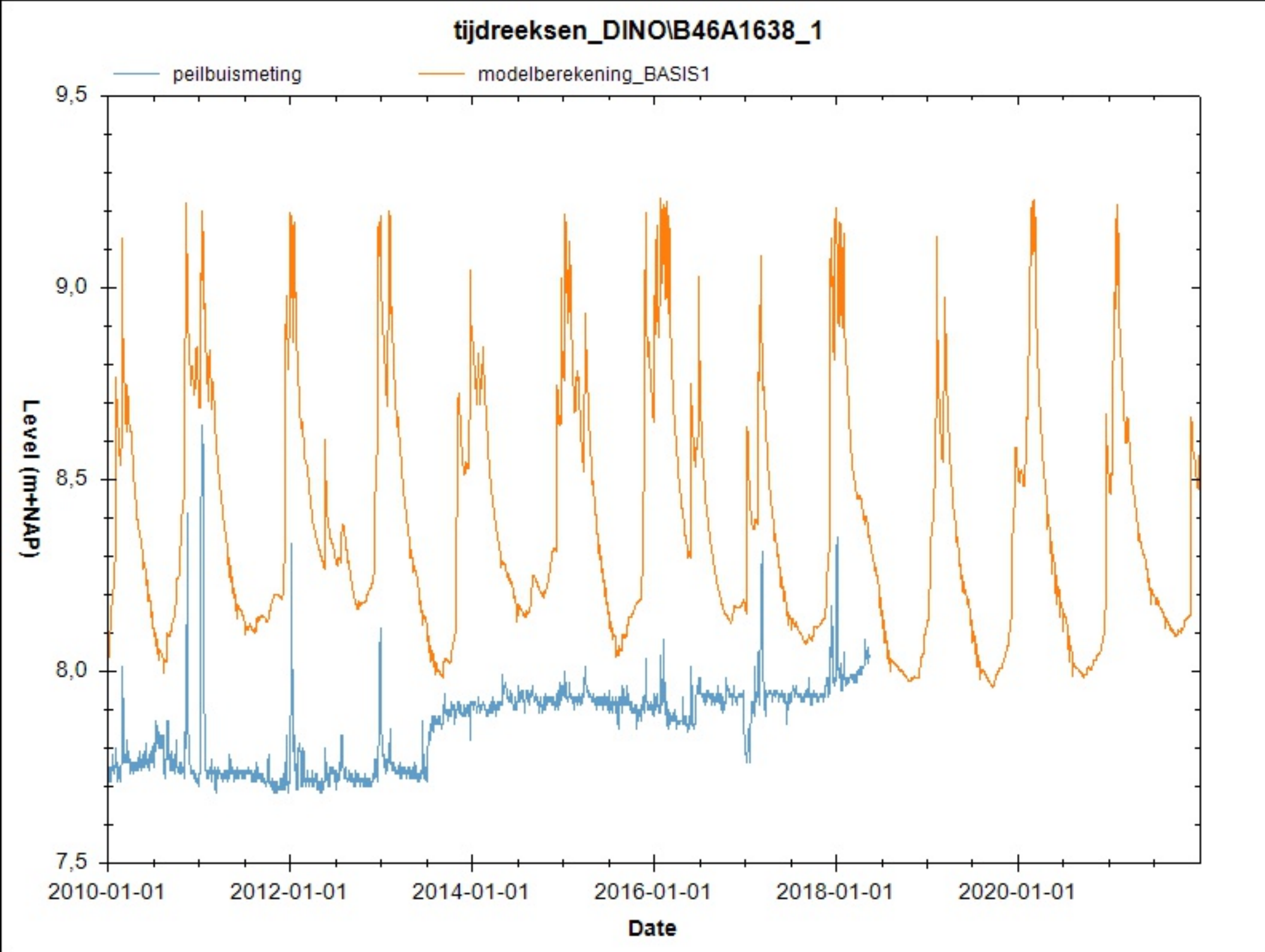


tijdreeksen_DINO\B46A1601_1

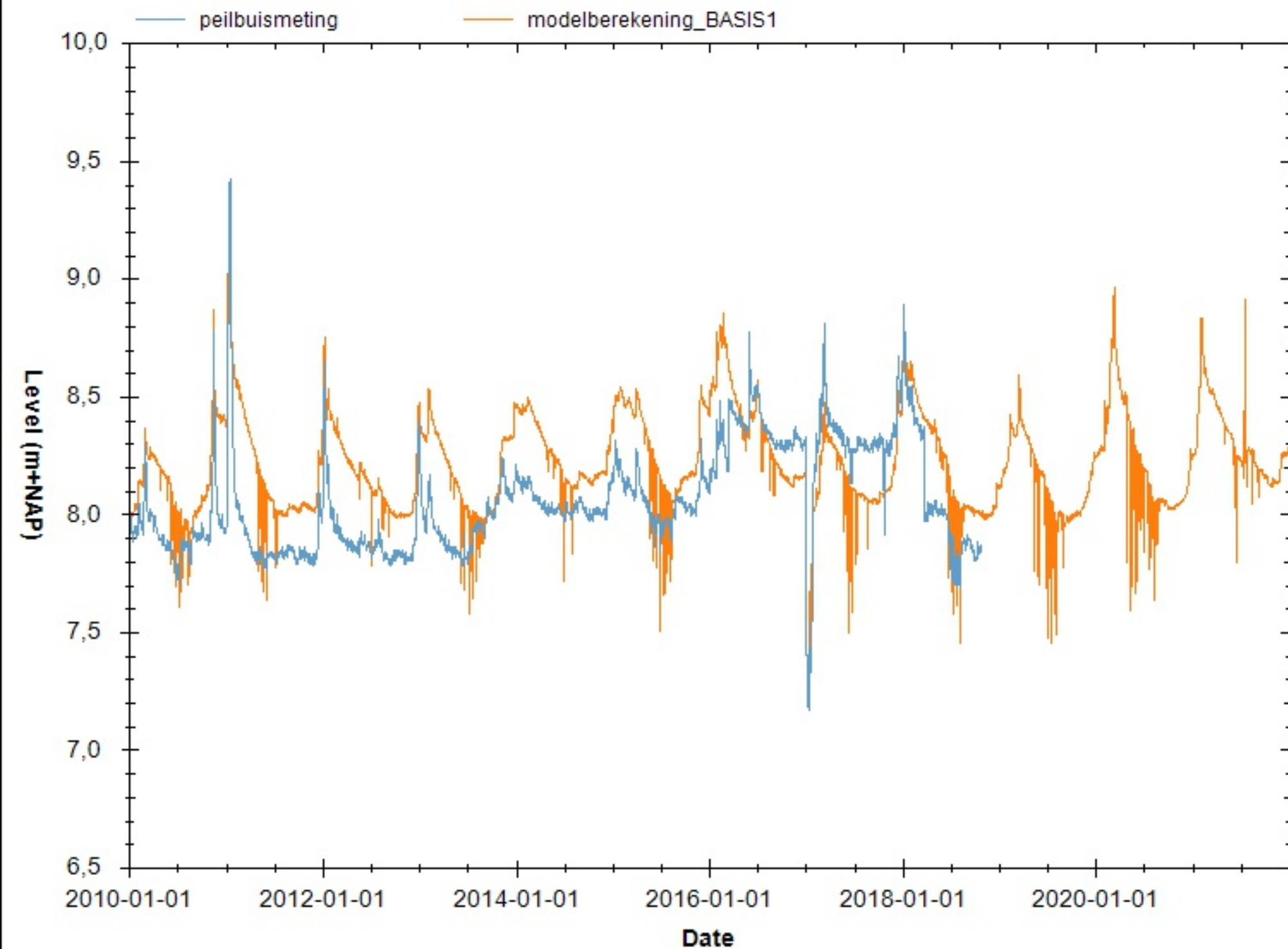


tijdreeksen_DINO\B46A1601_1

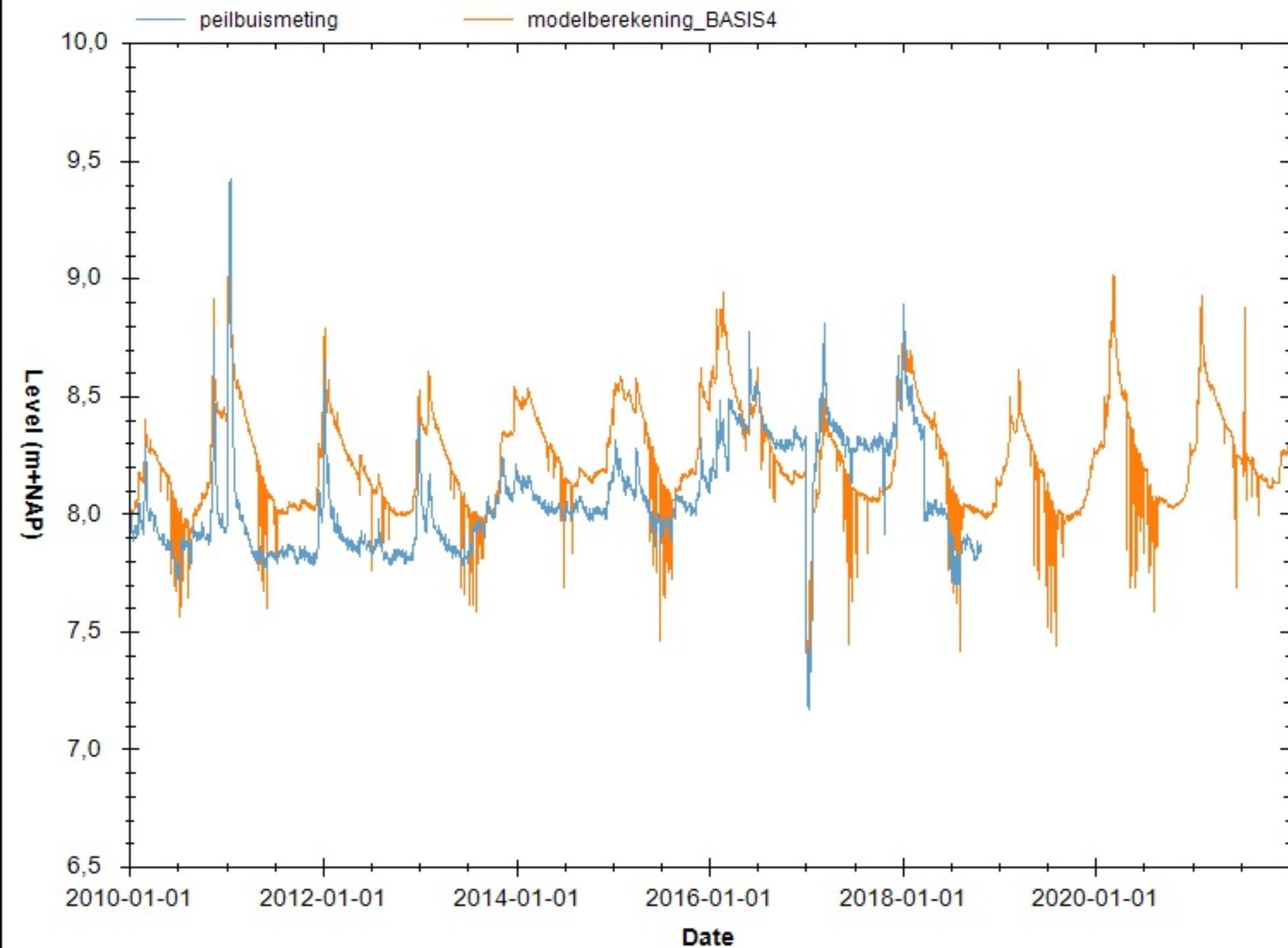




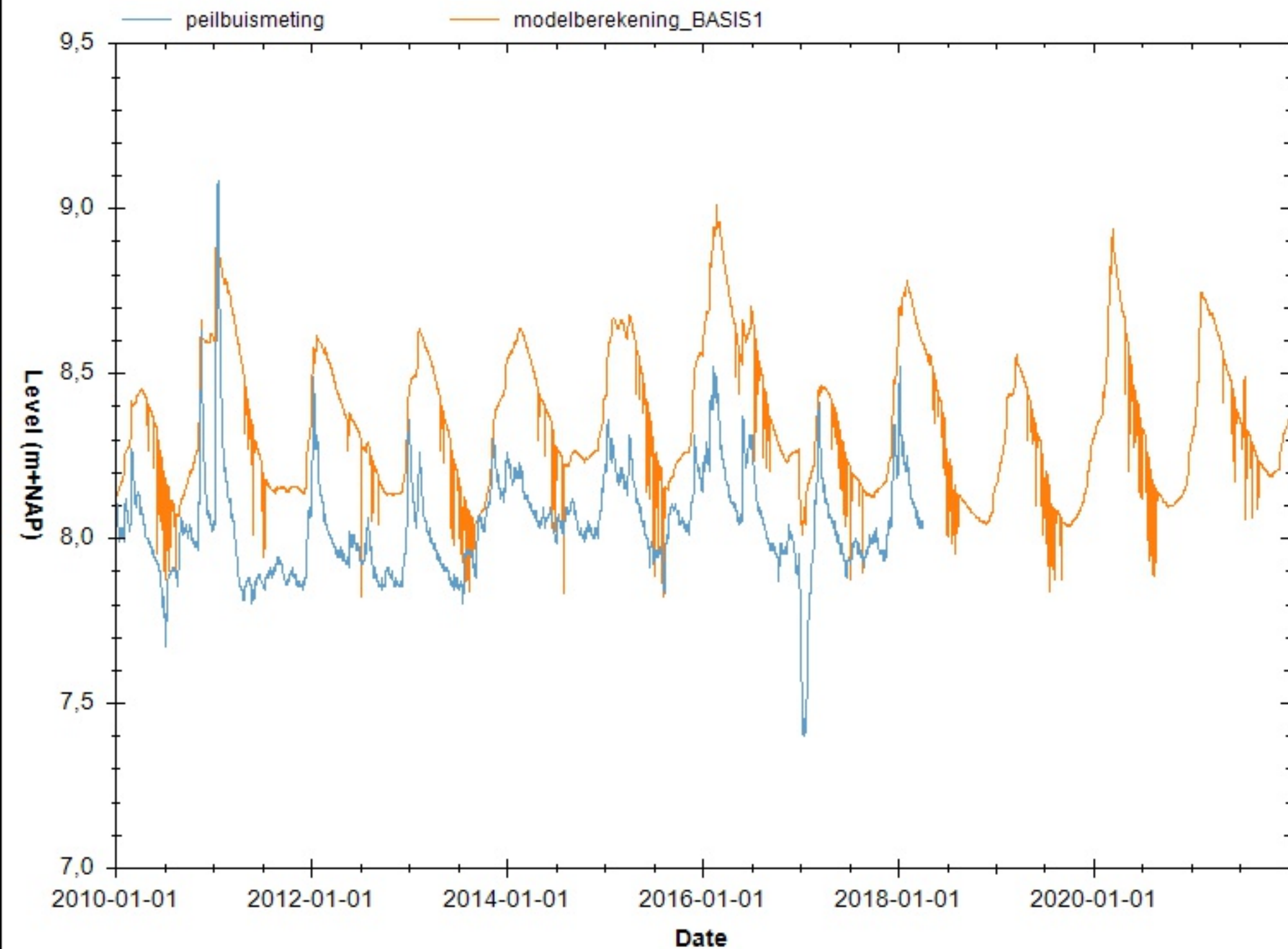
tijdreeksen_DINO\B46A1639_1



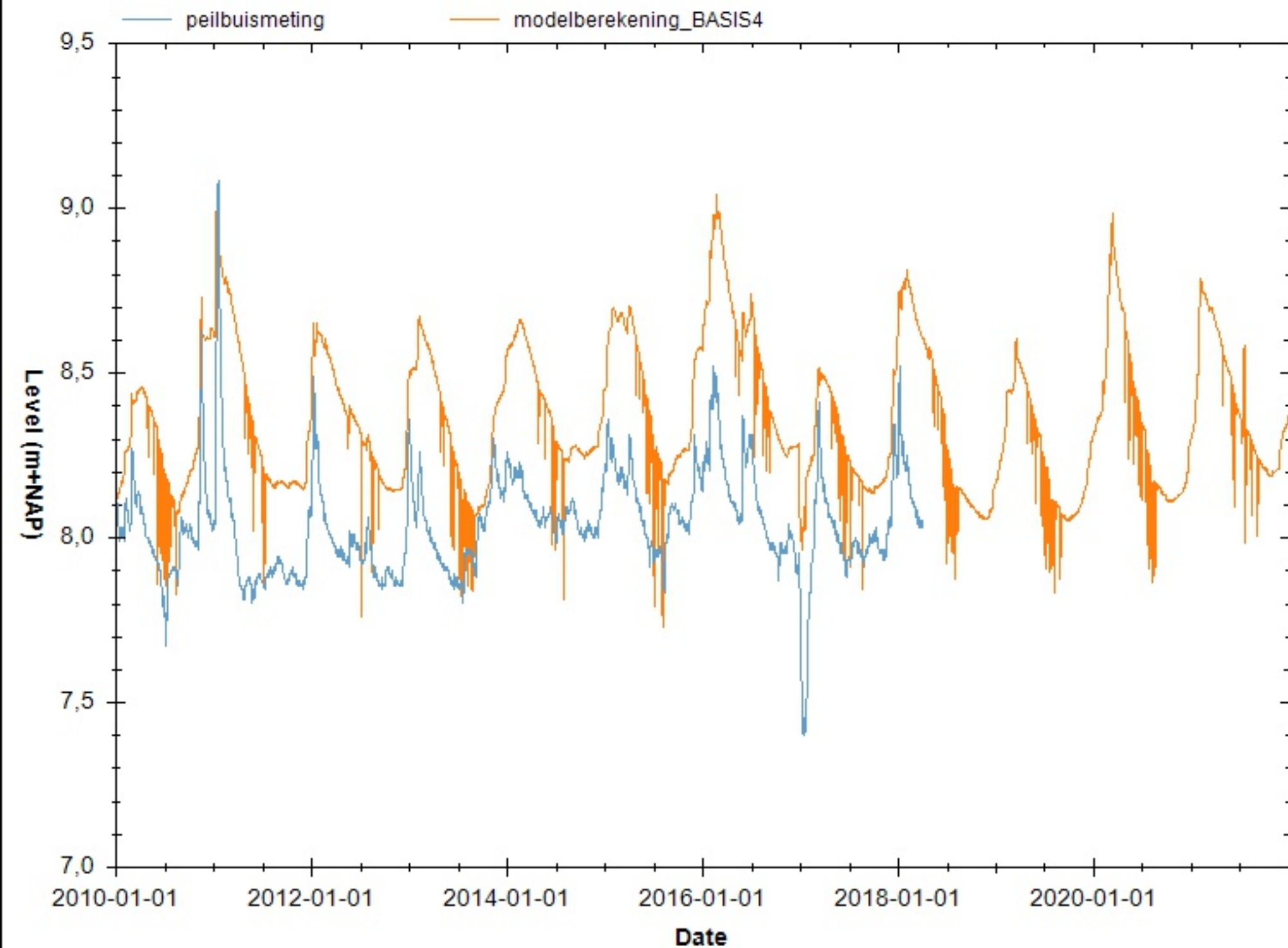
tijdreeksen_DINO\B46A1639_1



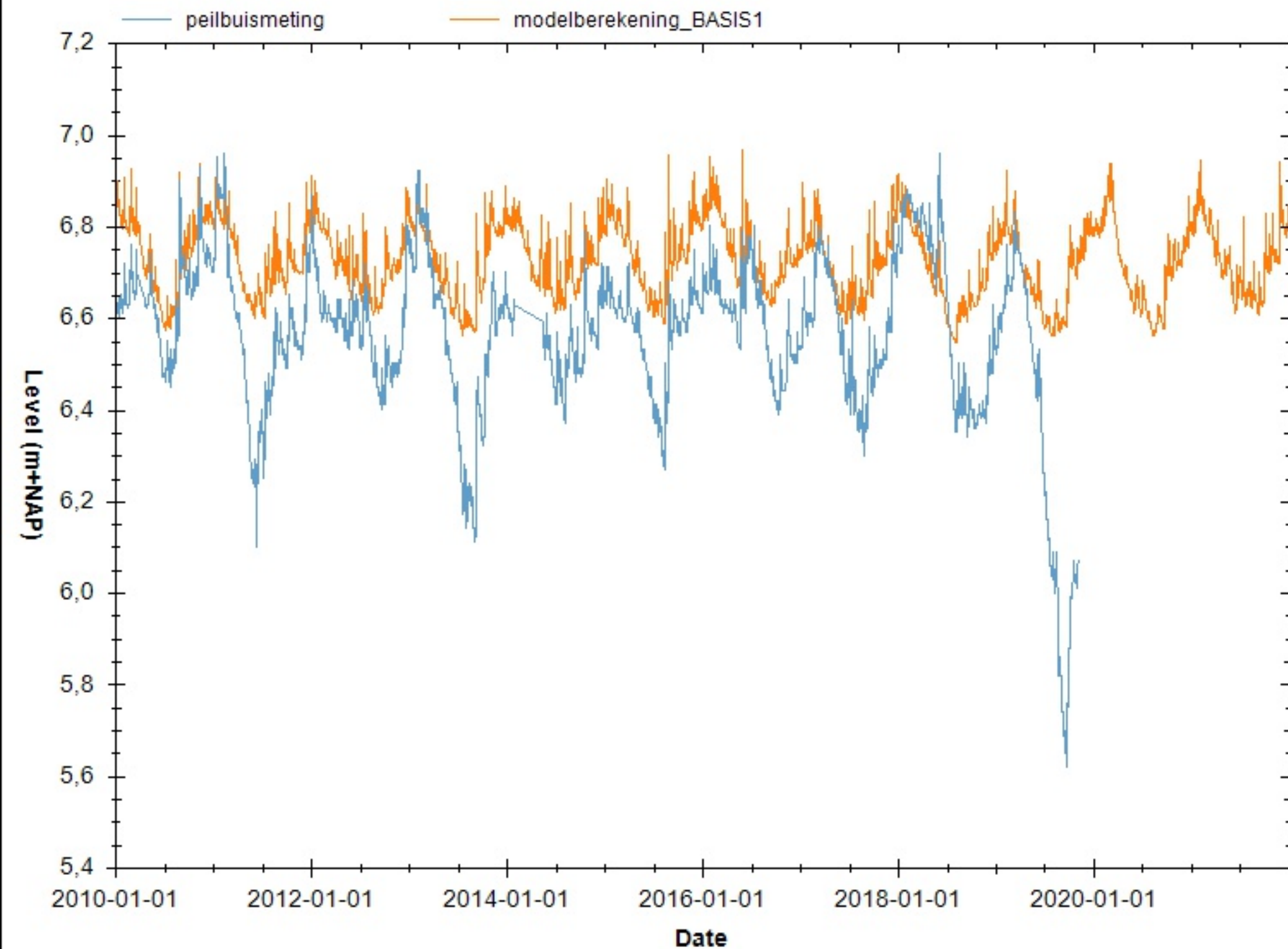
tijdreeksen_DINO\B46A1640_1



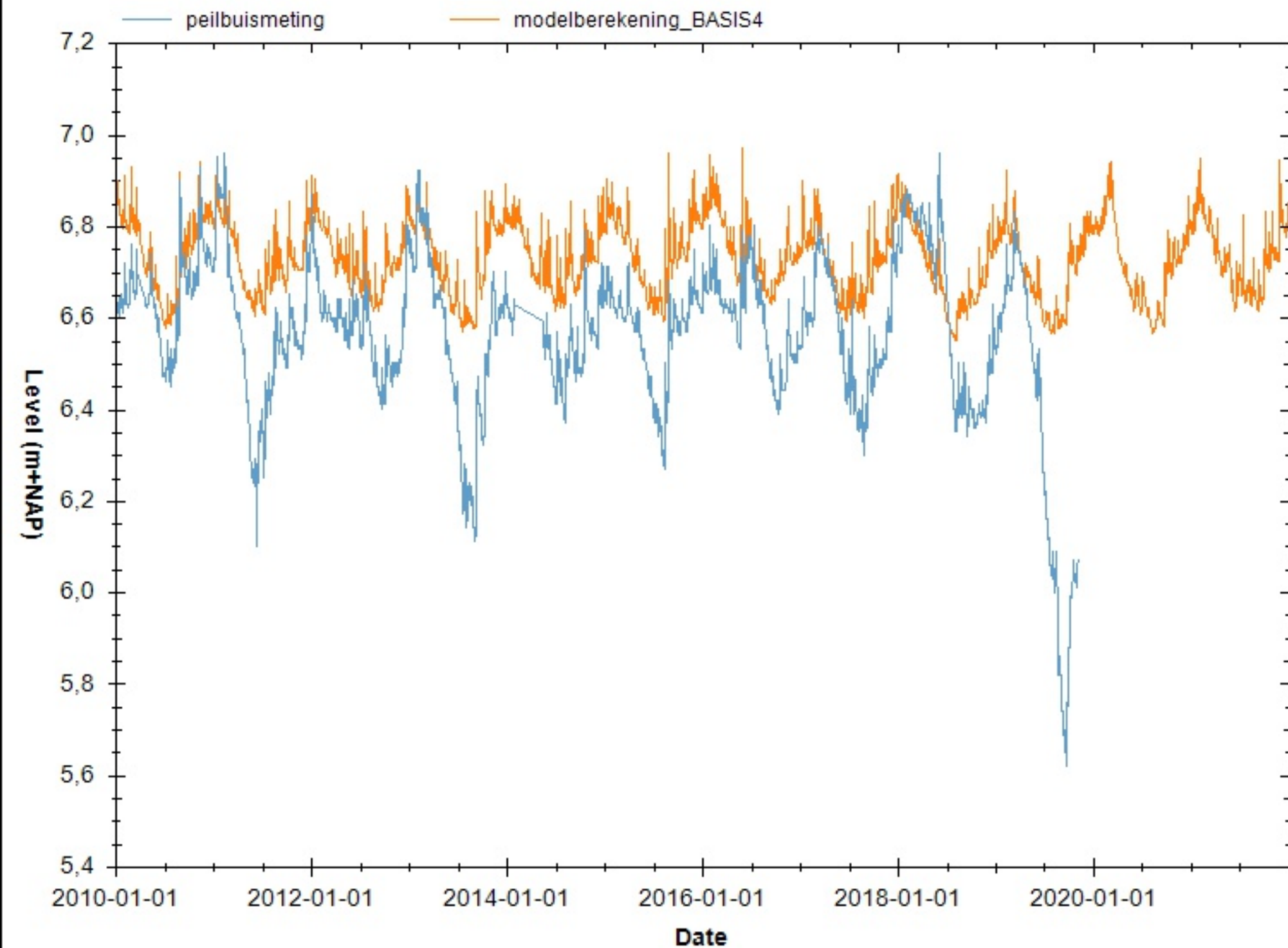
tijdreeksen_DINO\B46A1640_1



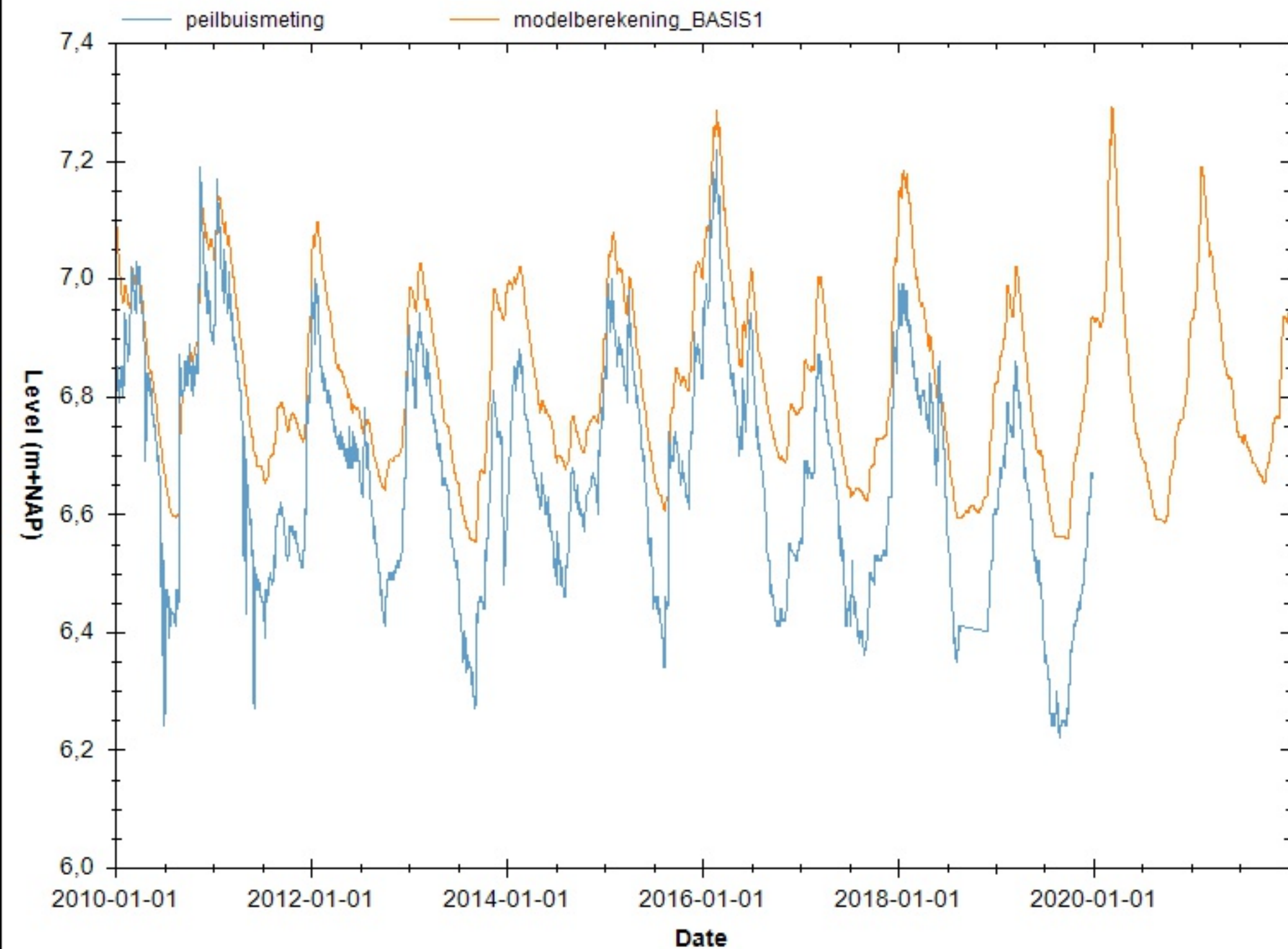
tijdreeksen_DINO\B46A1641_1



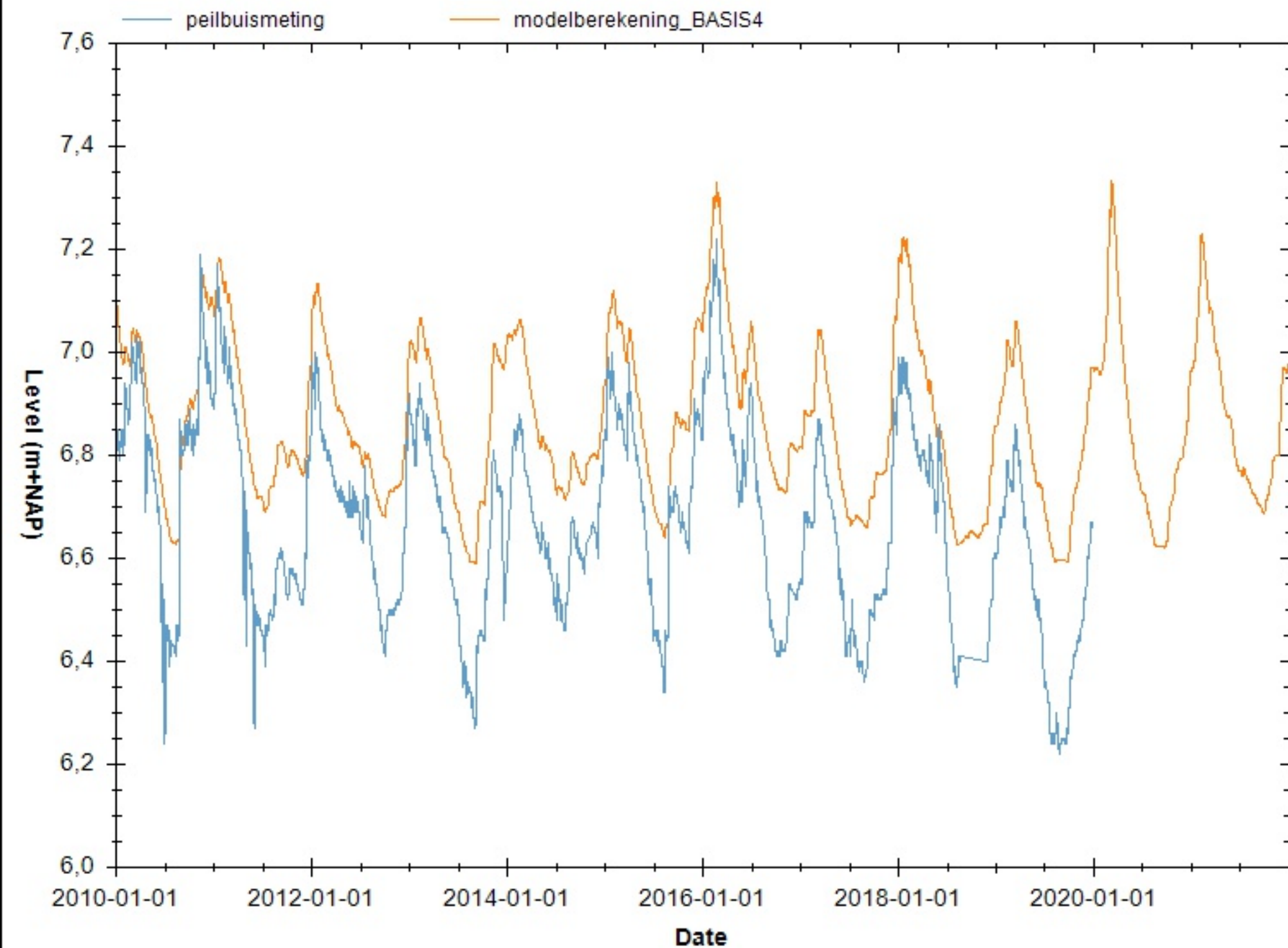
tijdreeksen_DINO\B46A1641_1



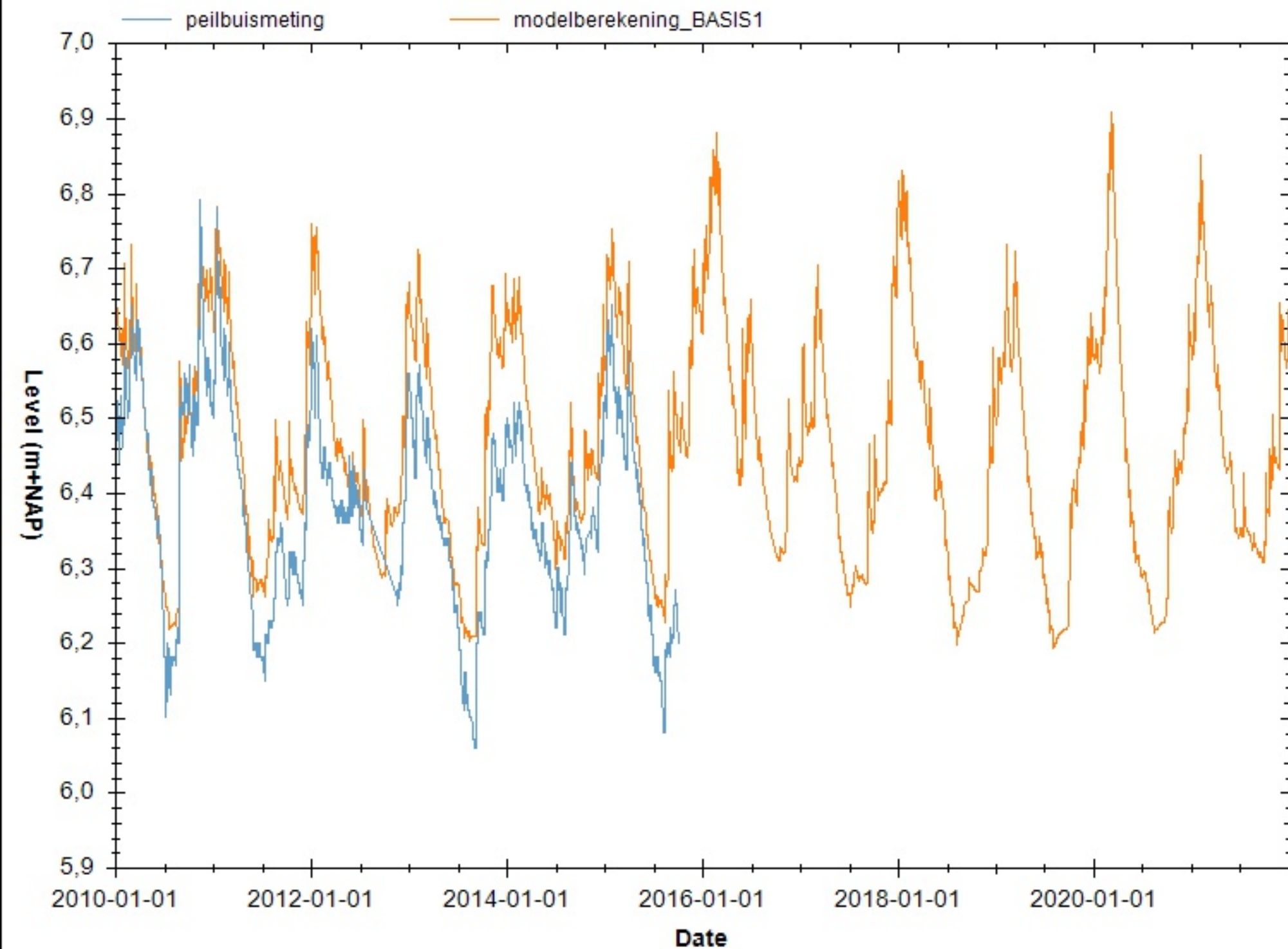
tijdreeksen_DINO\B46A1643_1



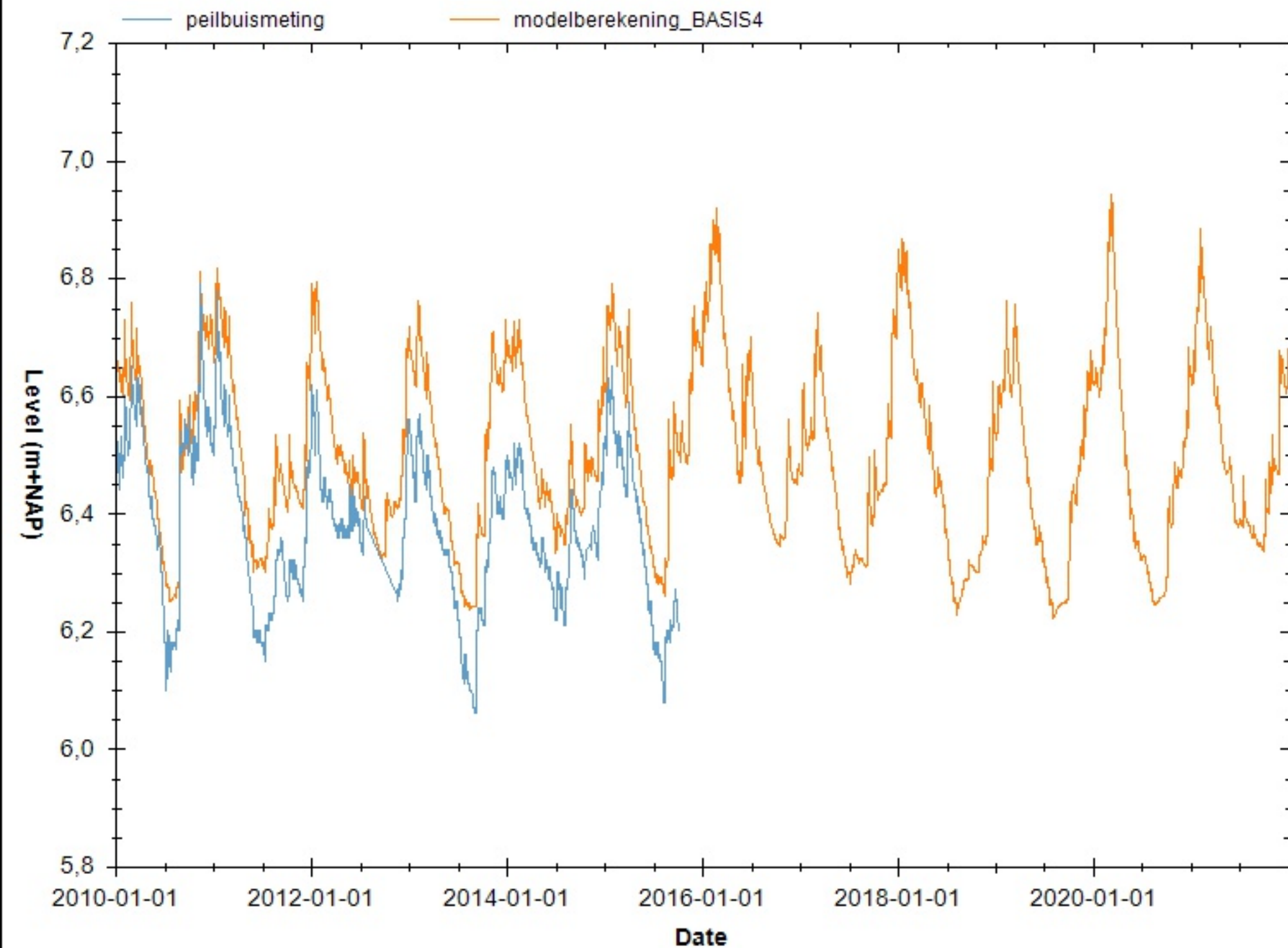
tijdreeksen_DINO\B46A1643_1



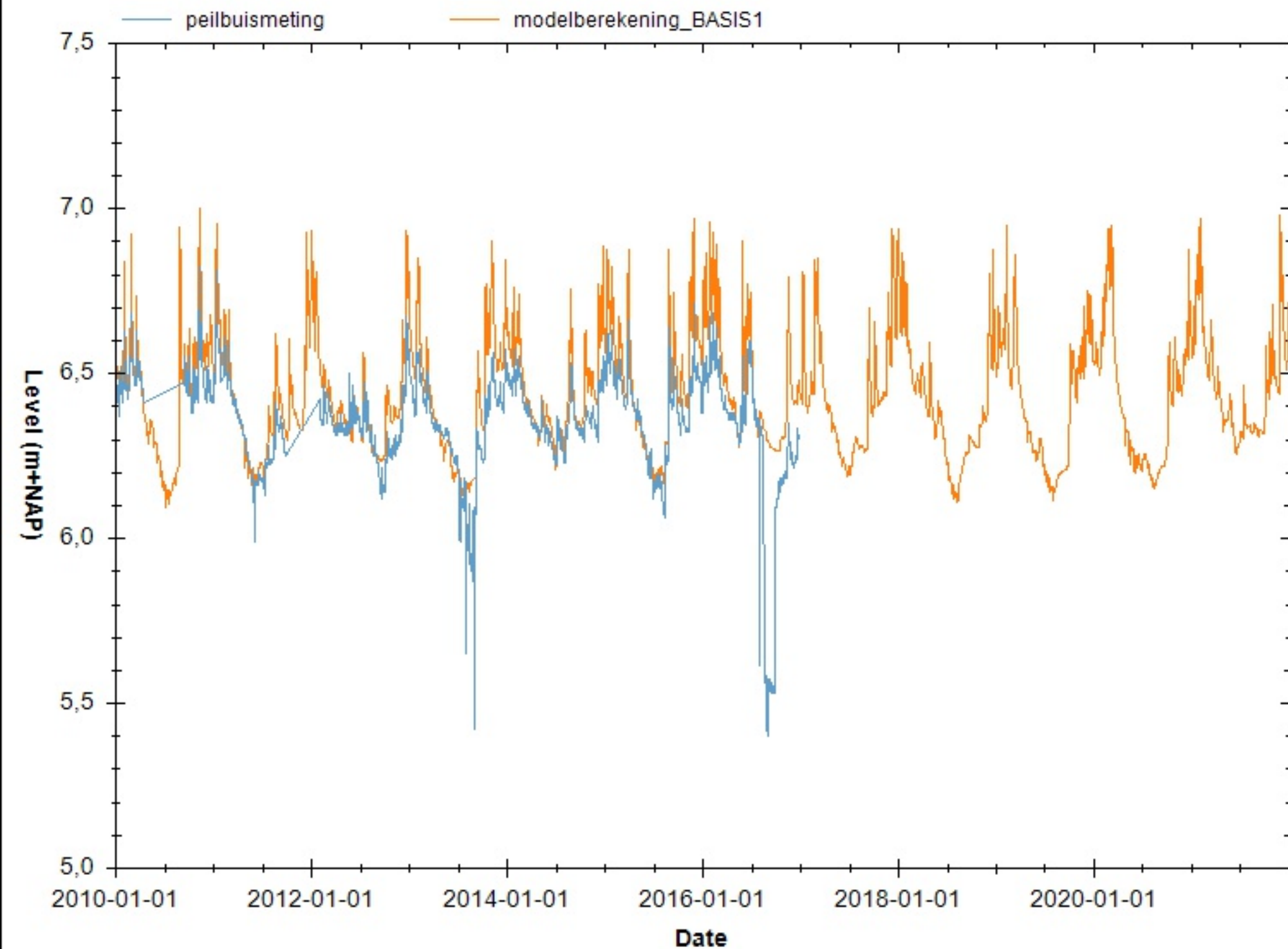
tijdreeksen_DINO\B46A1644_1



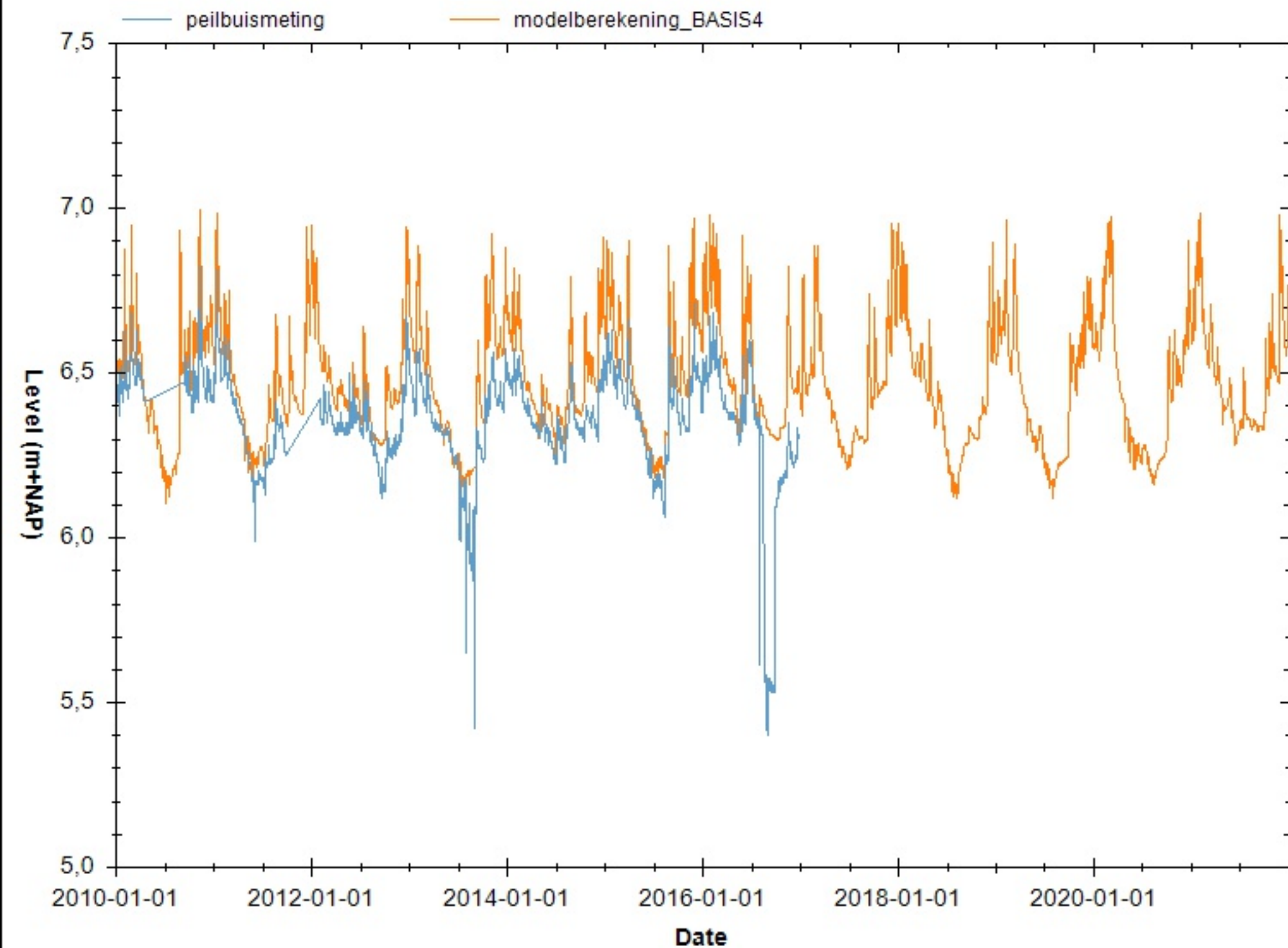
tijdreeksen_DINO\B46A1644_1



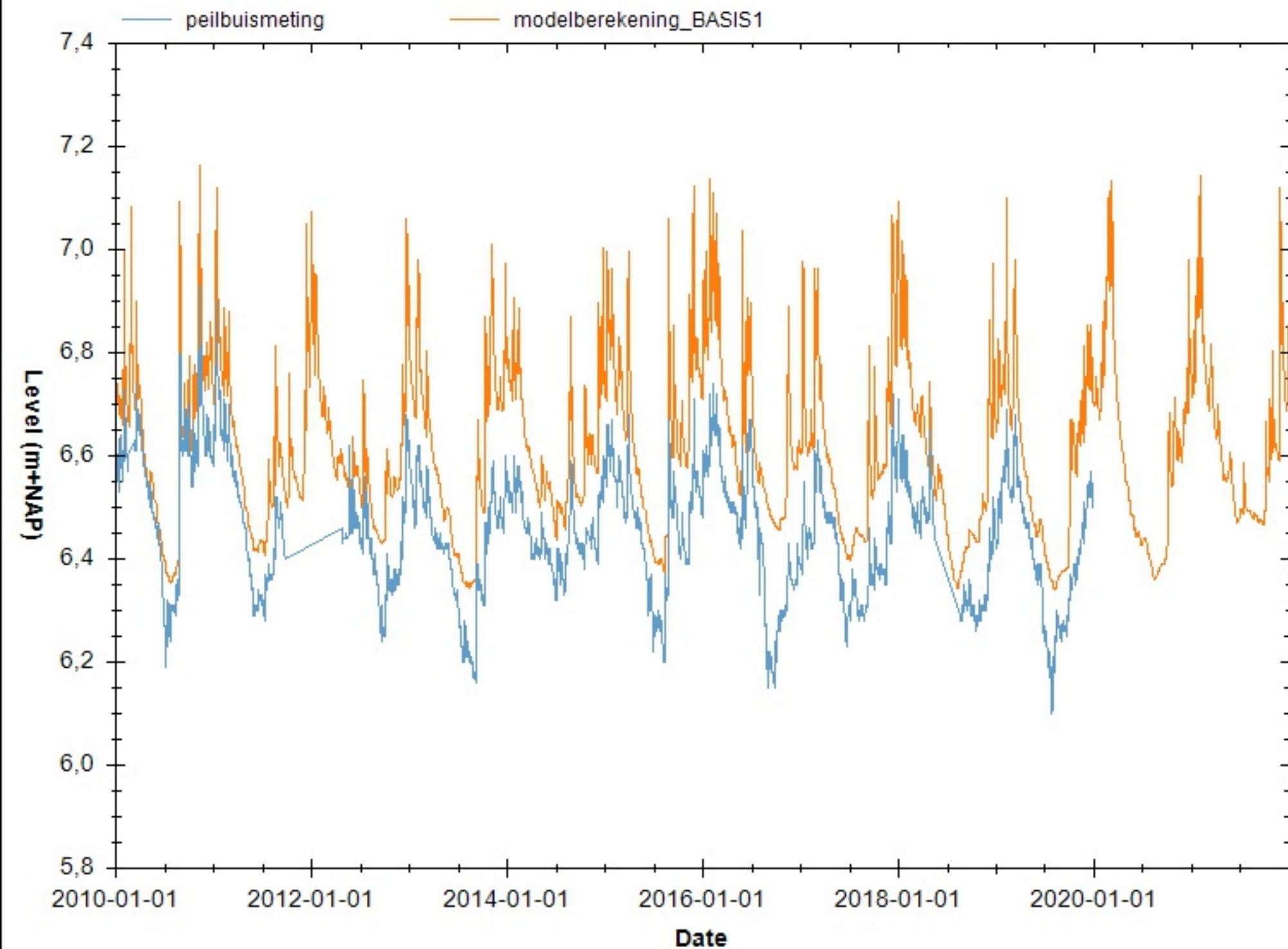
tijdreeksen_DINO\B46A1645_1



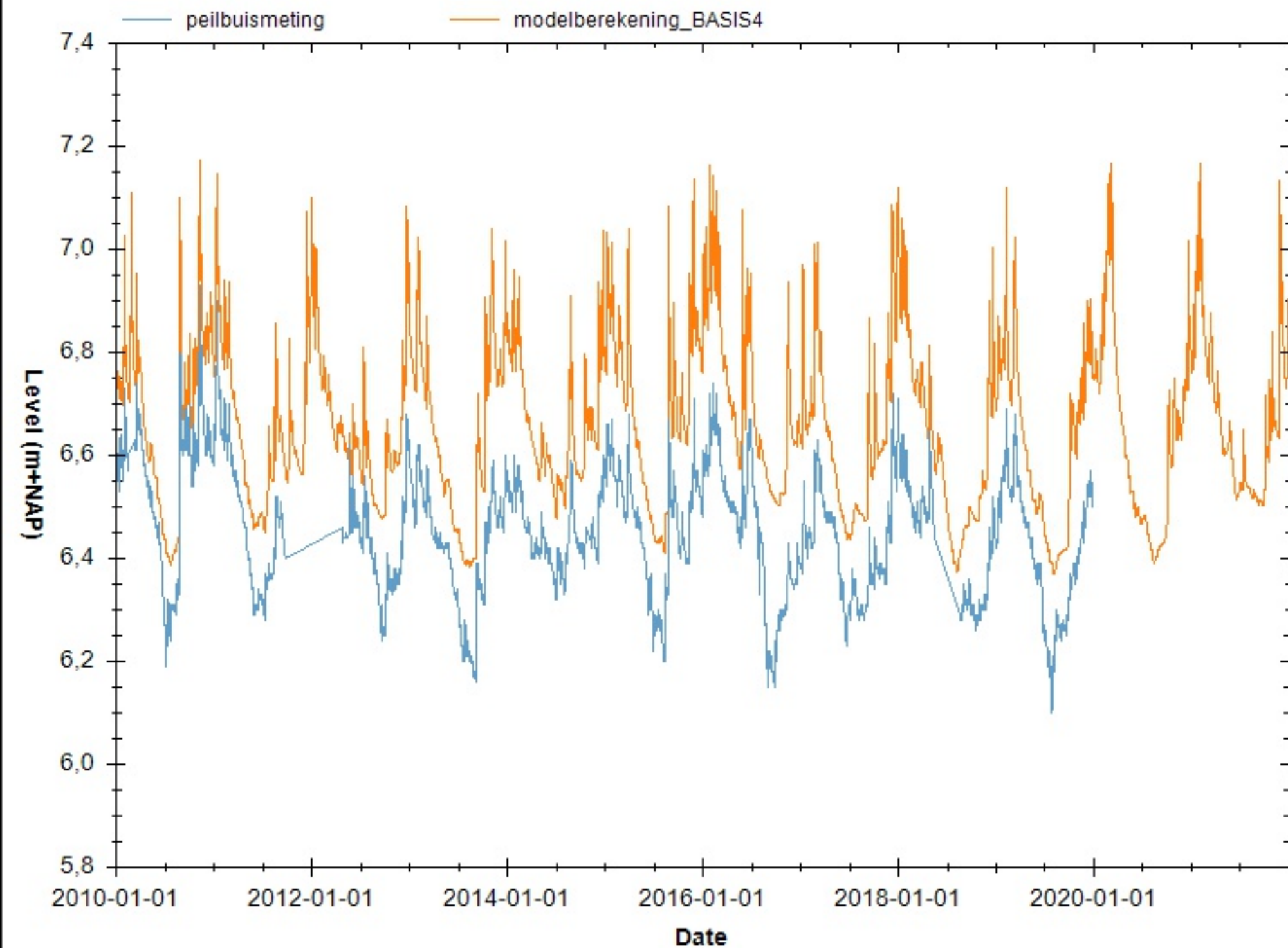
tijdreeksen_DINO\B46A1645_1



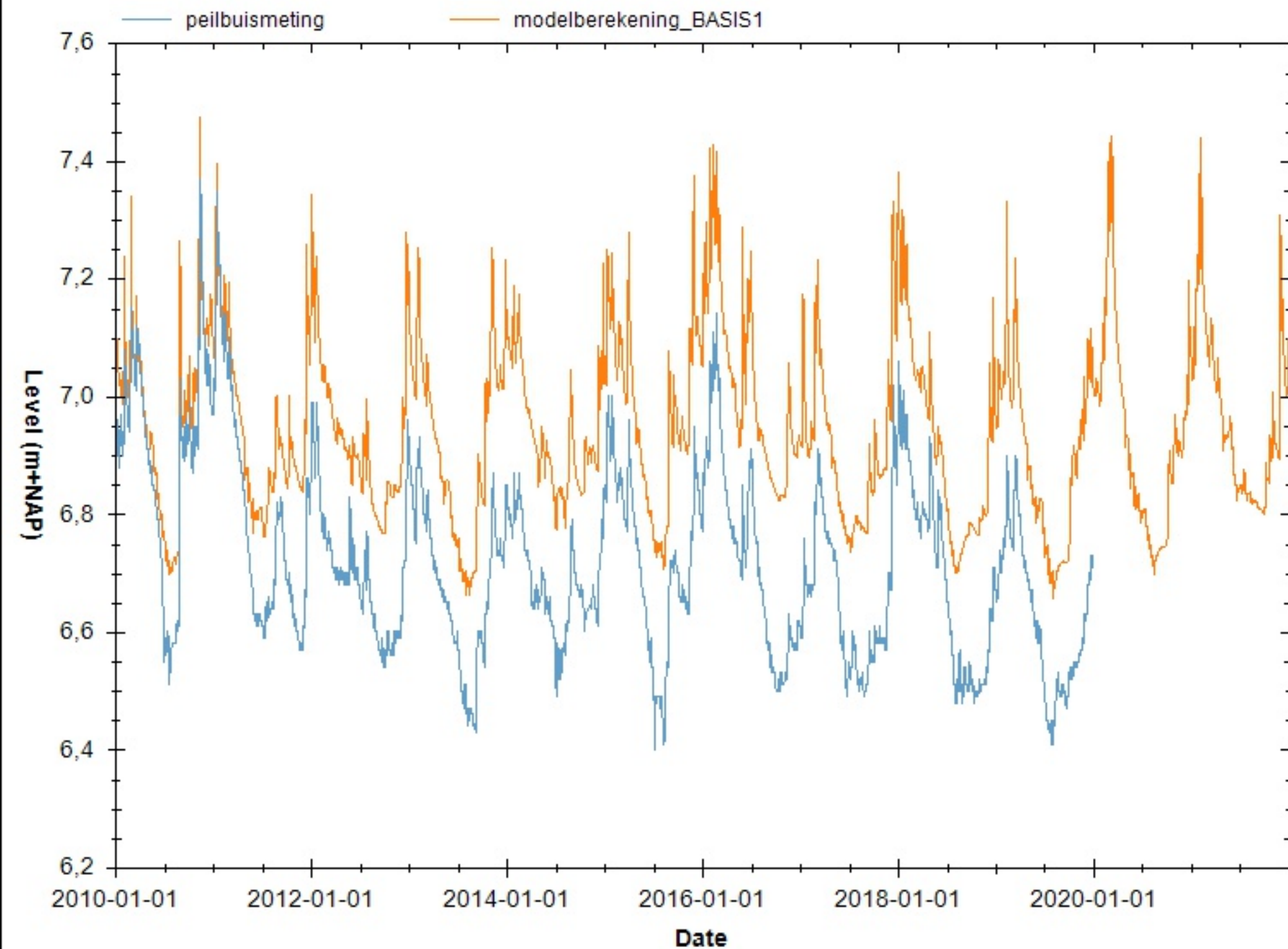
tijdreeksen_DINO\B46A1646_1



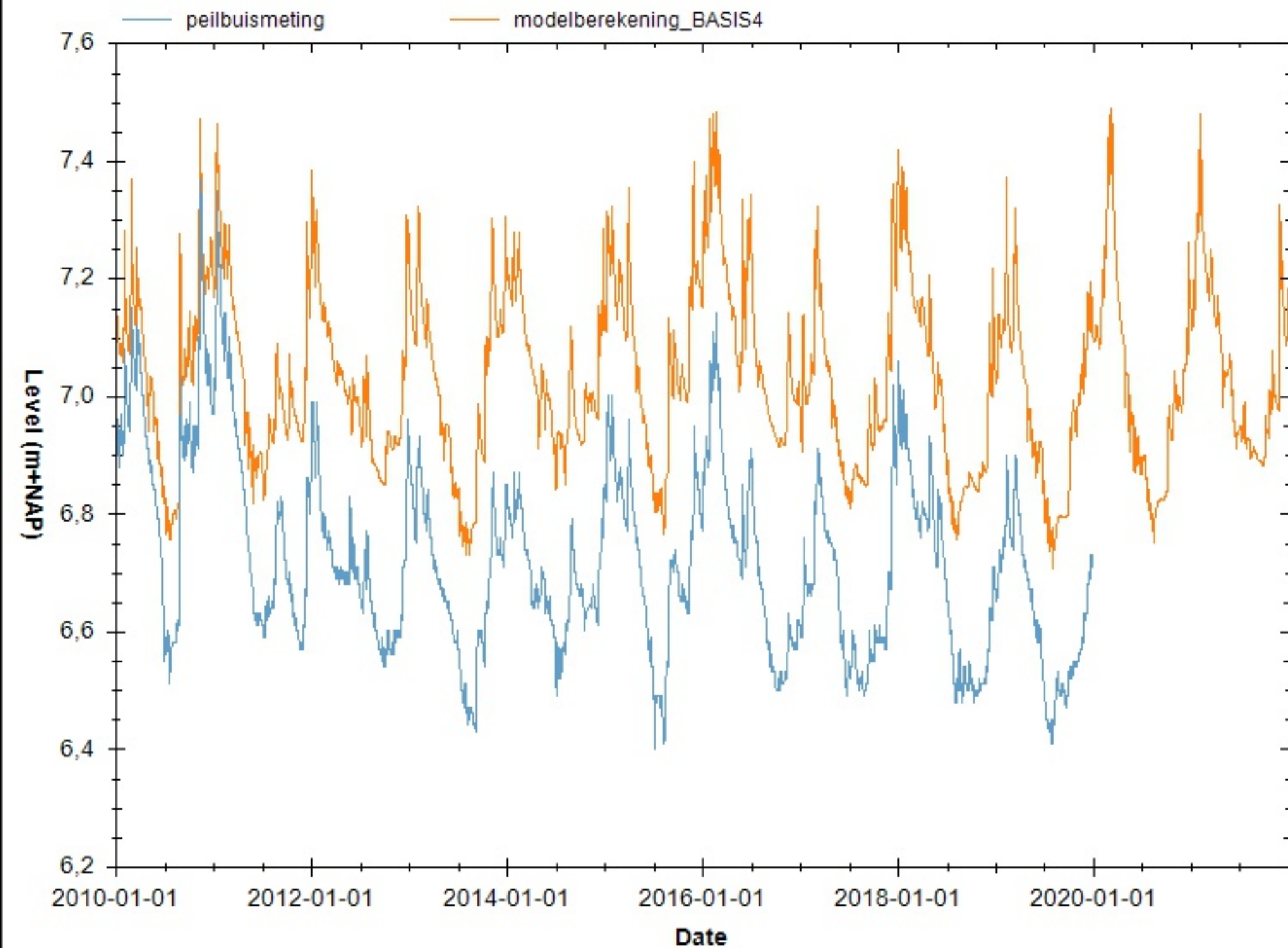
tijdreeksen_DINO\B46A1646_1



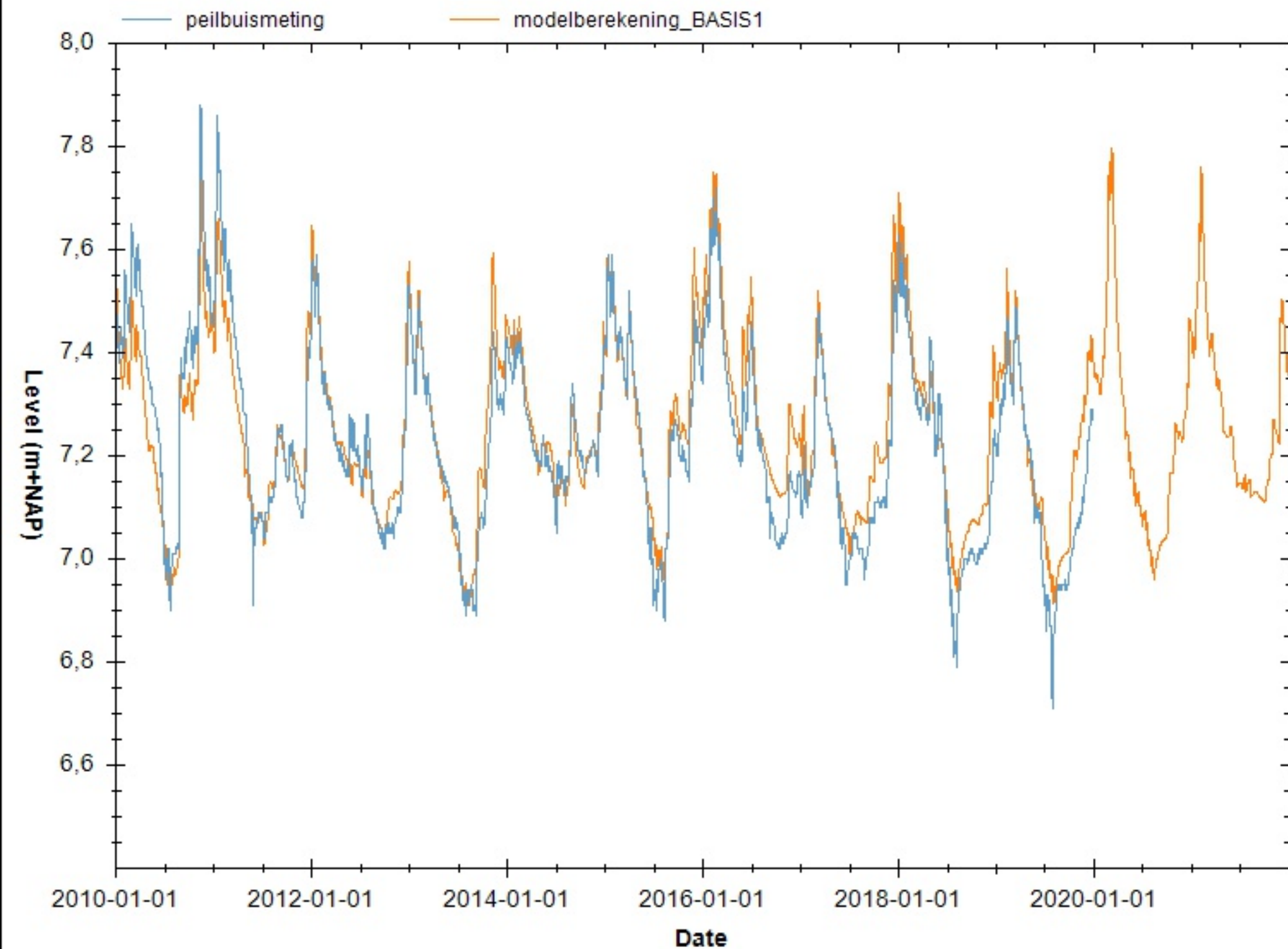
tijdreeksen_DINO\B46A1647_1



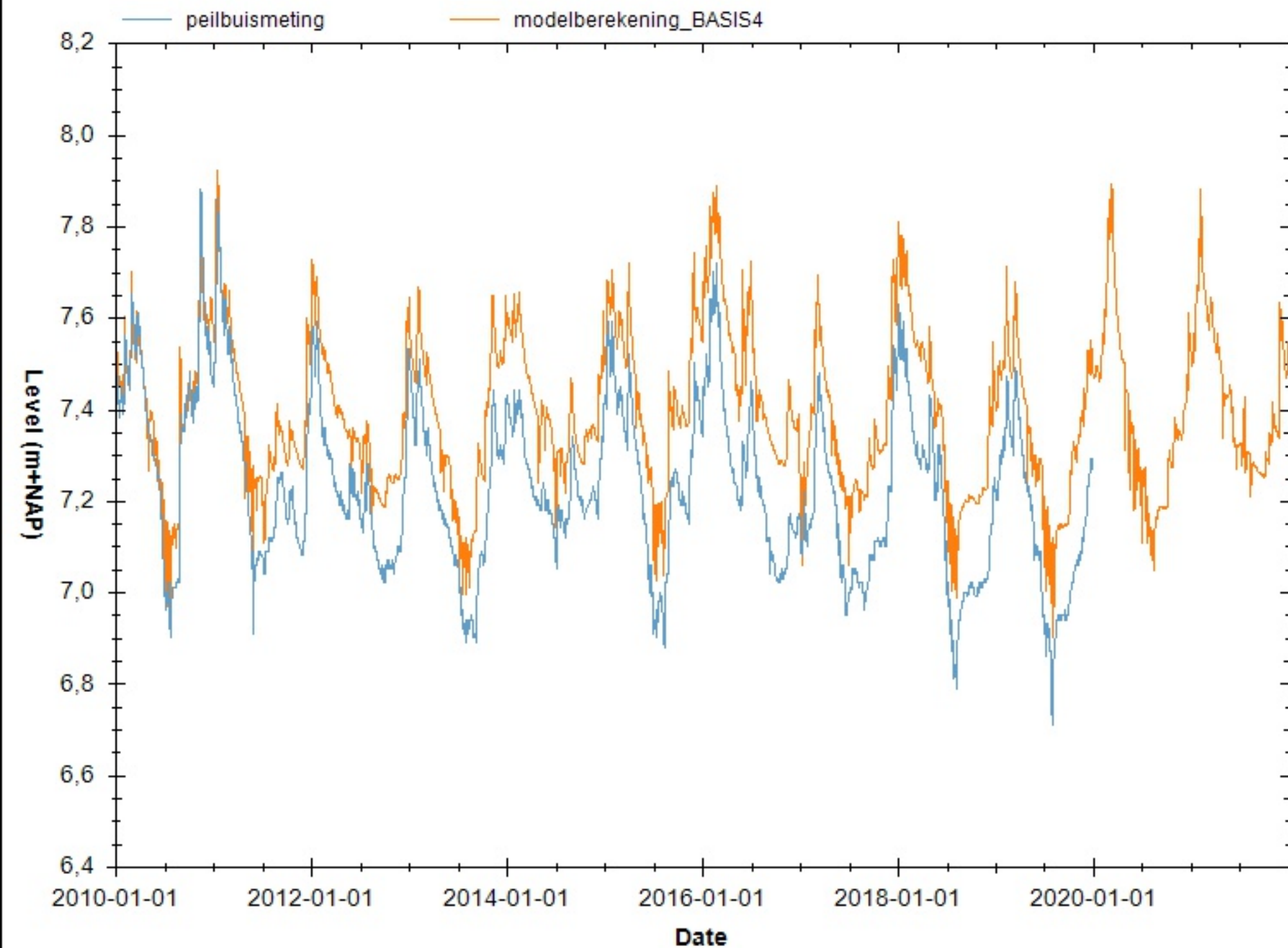
tijdreeksen_DINO\B46A1647_1



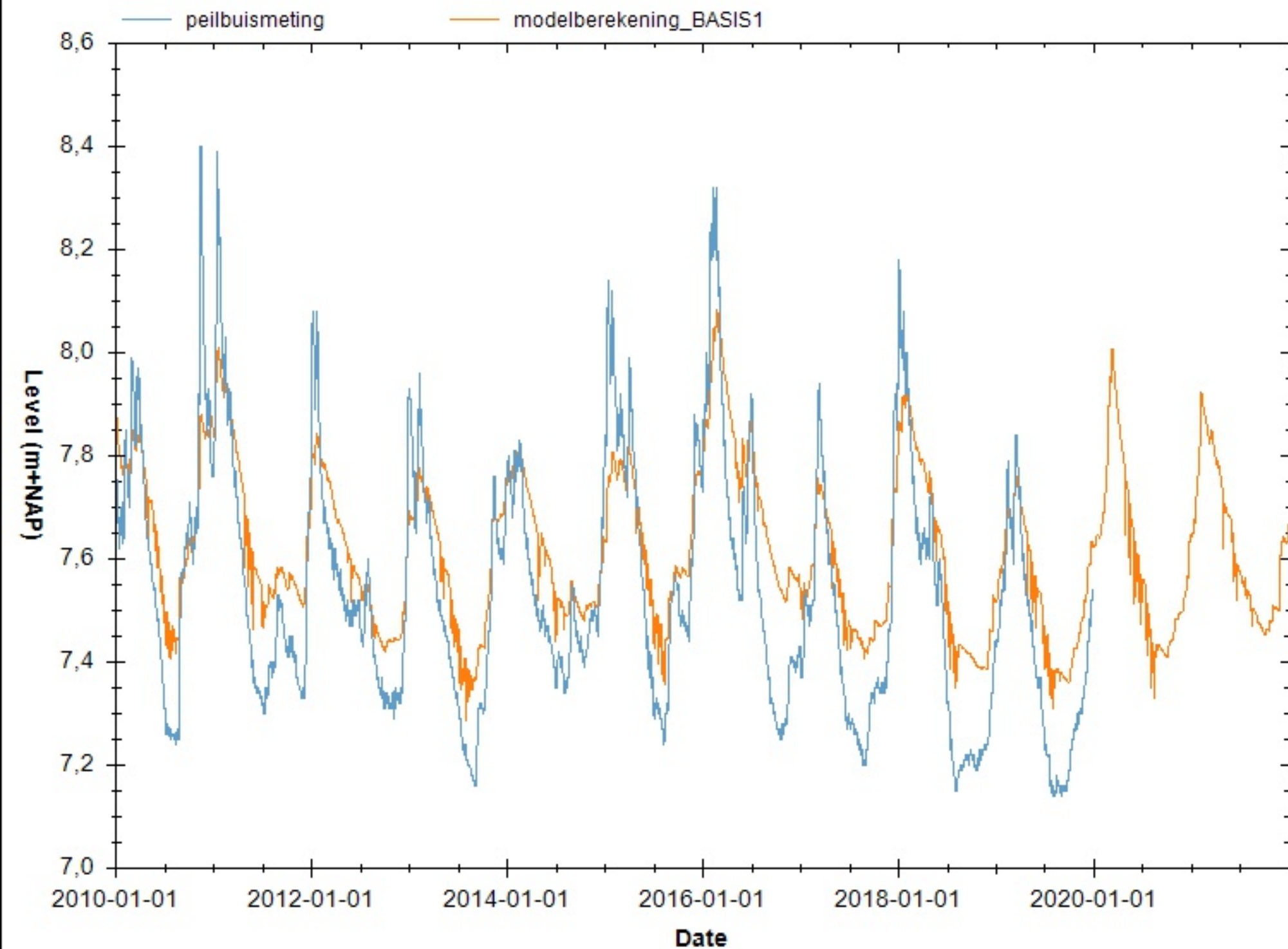
tijdreeksen_DINO\B46A1648_1



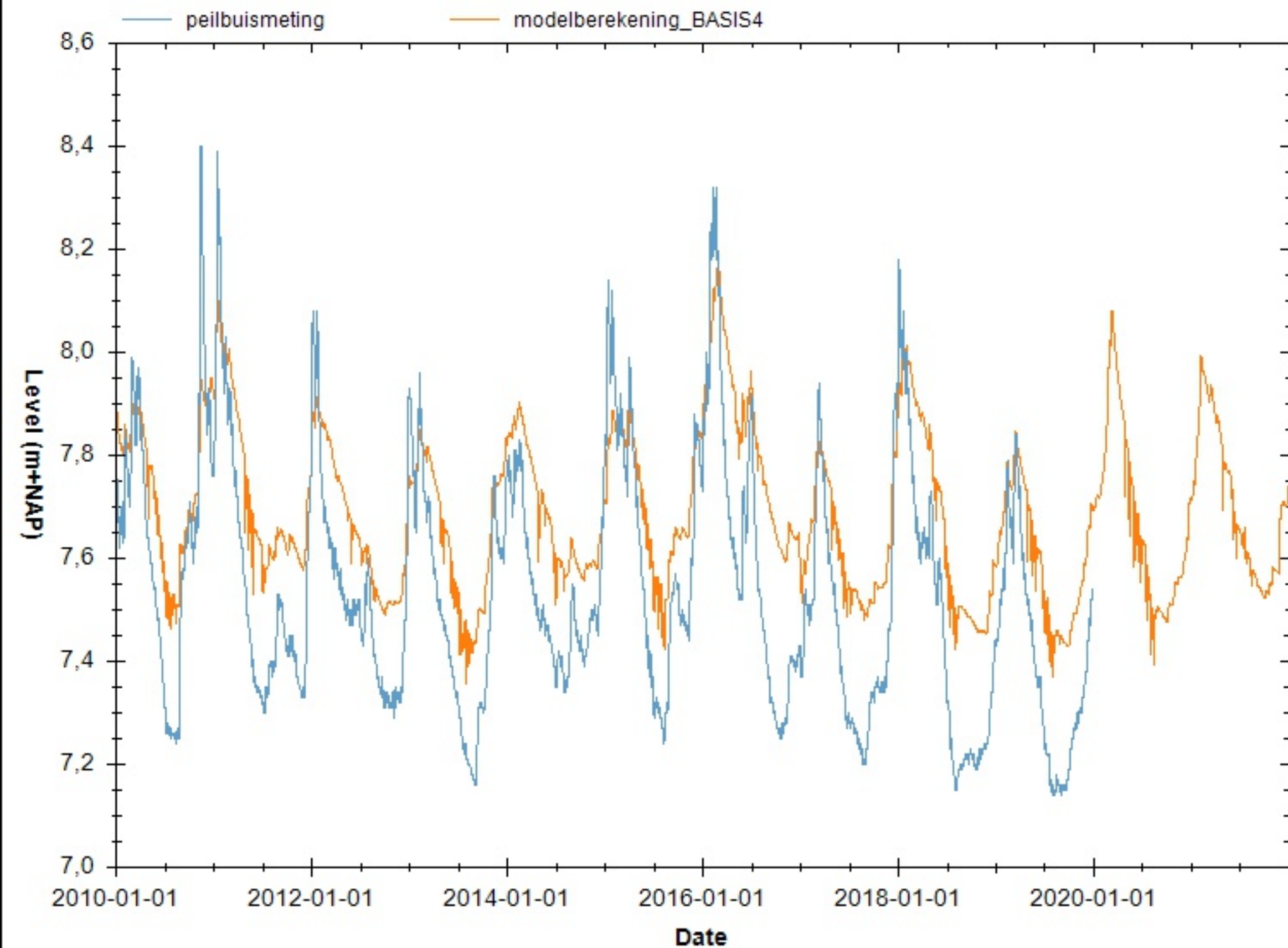
tijdreeksen_DINO\B46A1648_1



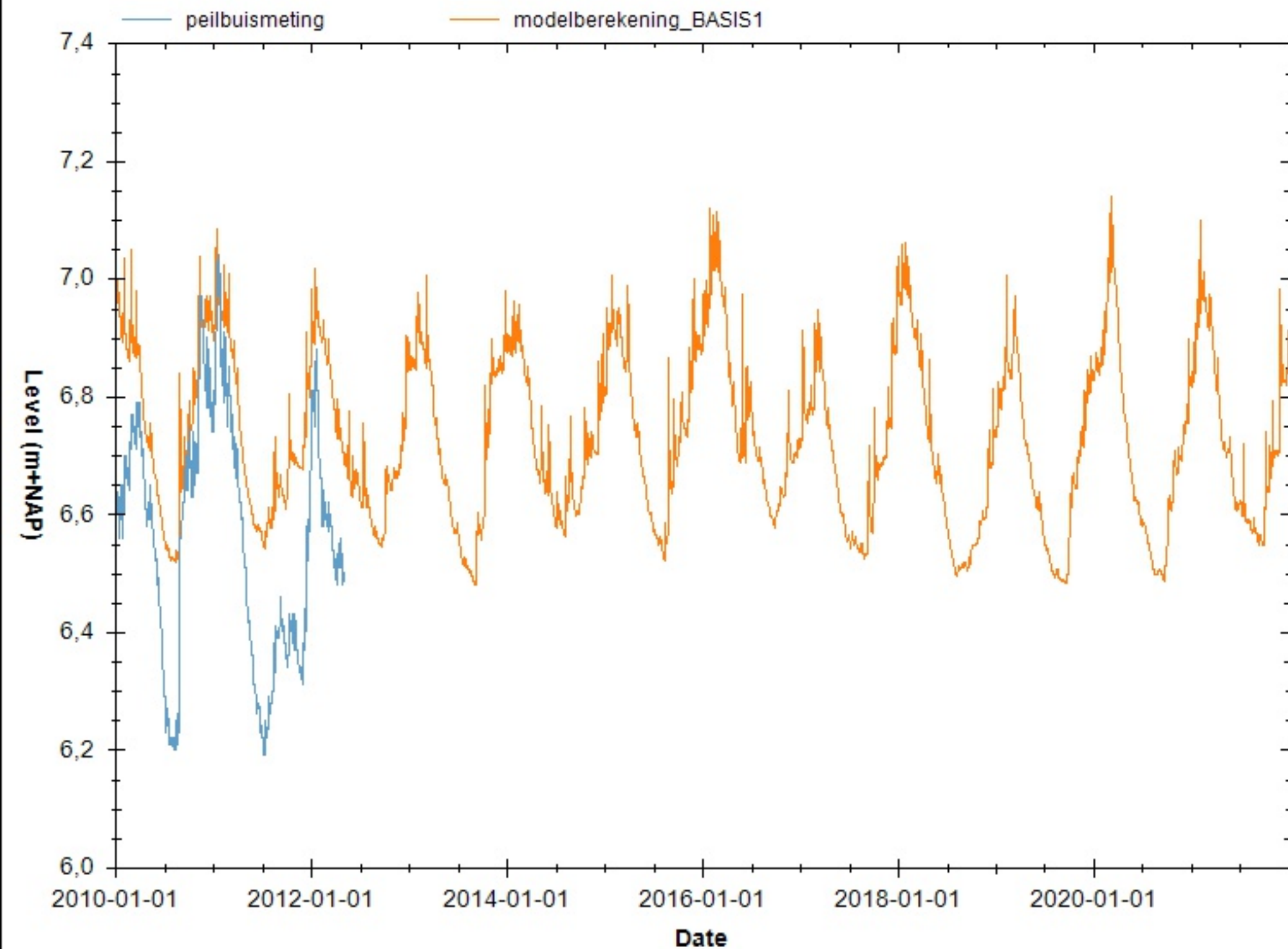
tijdreeksen_DINO\B46A1649_1



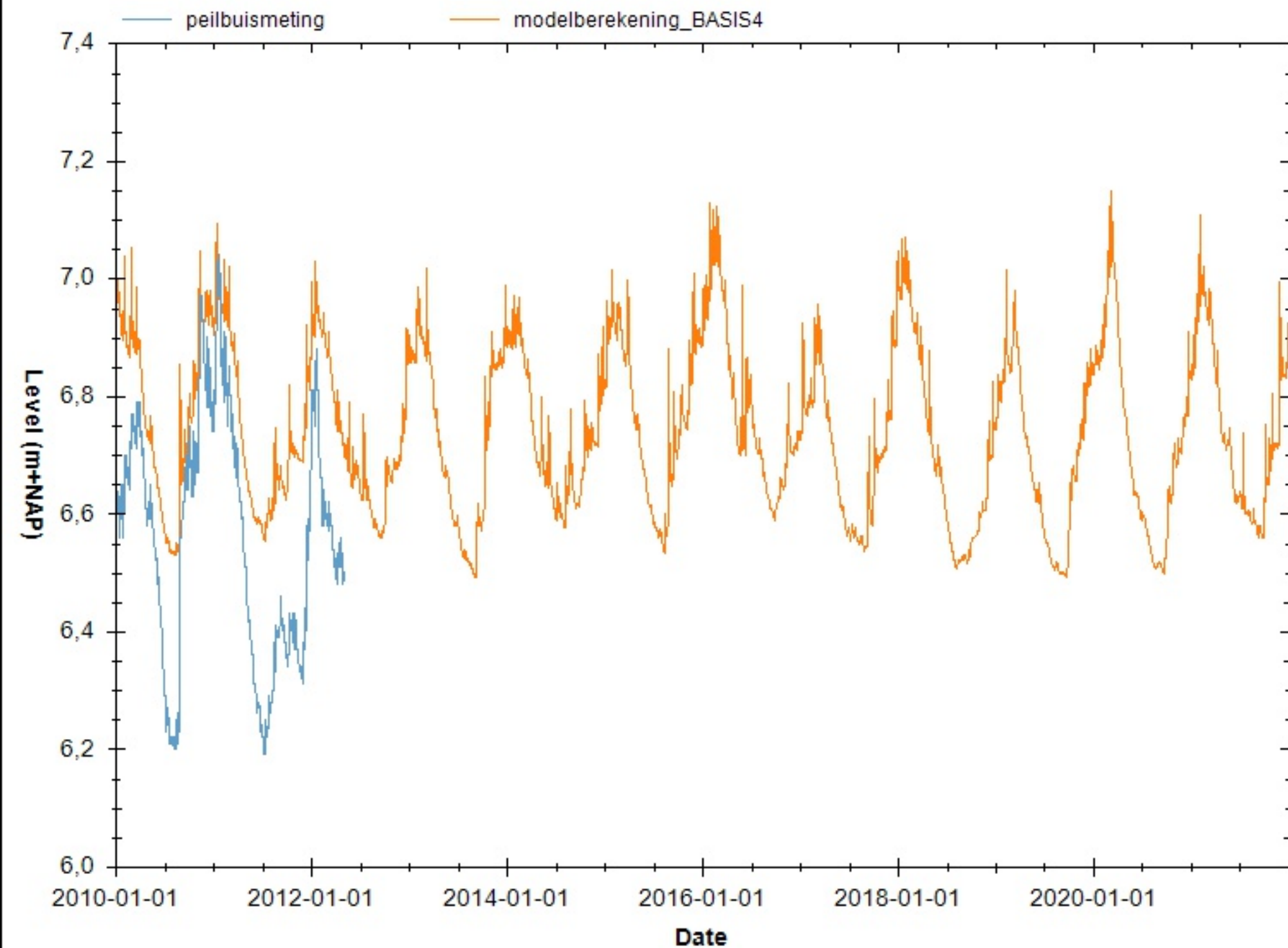
tijdreeksen_DINO\B46A1649_1



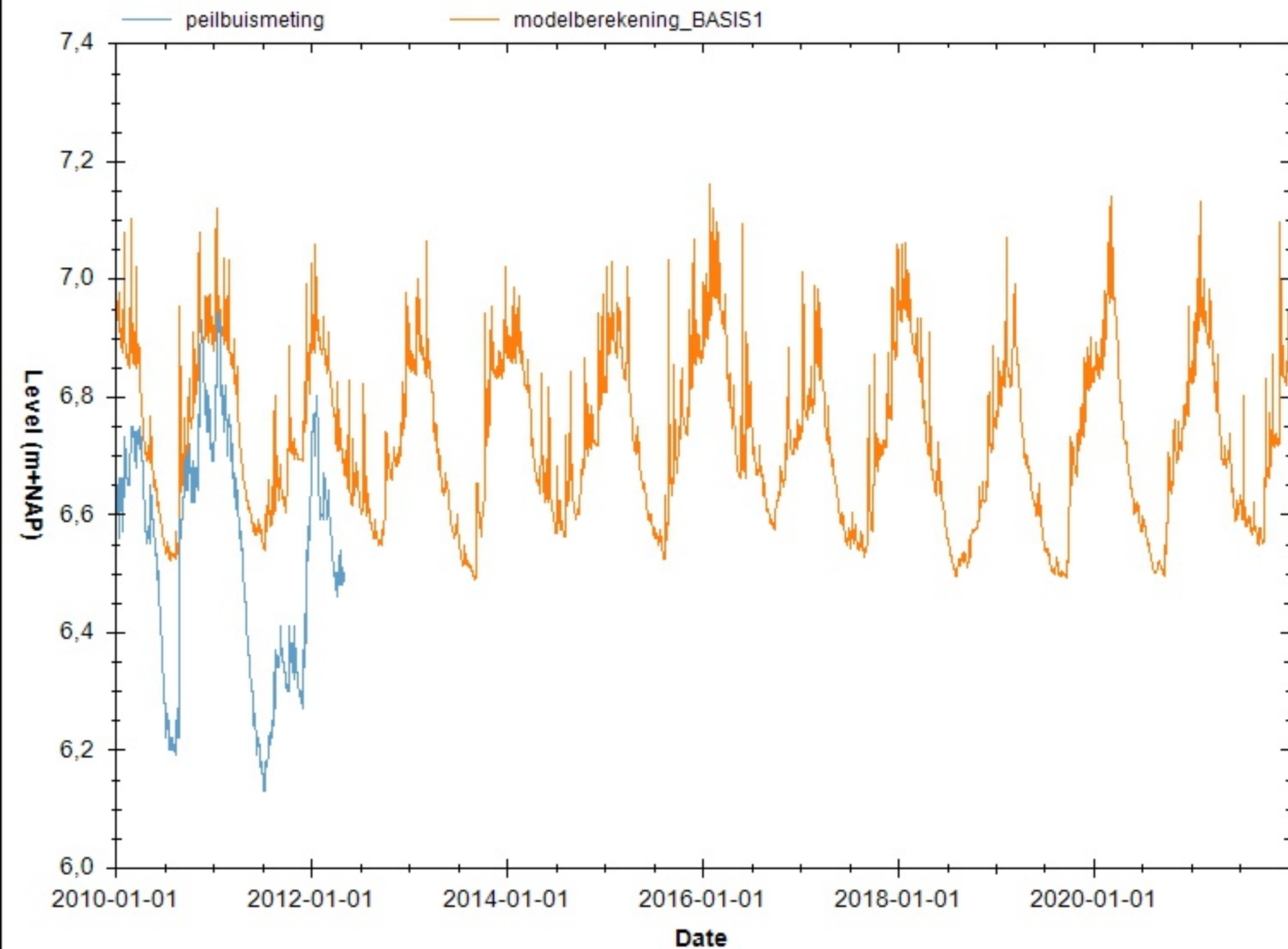
tijdreeksen_DINO\B46A1658_1



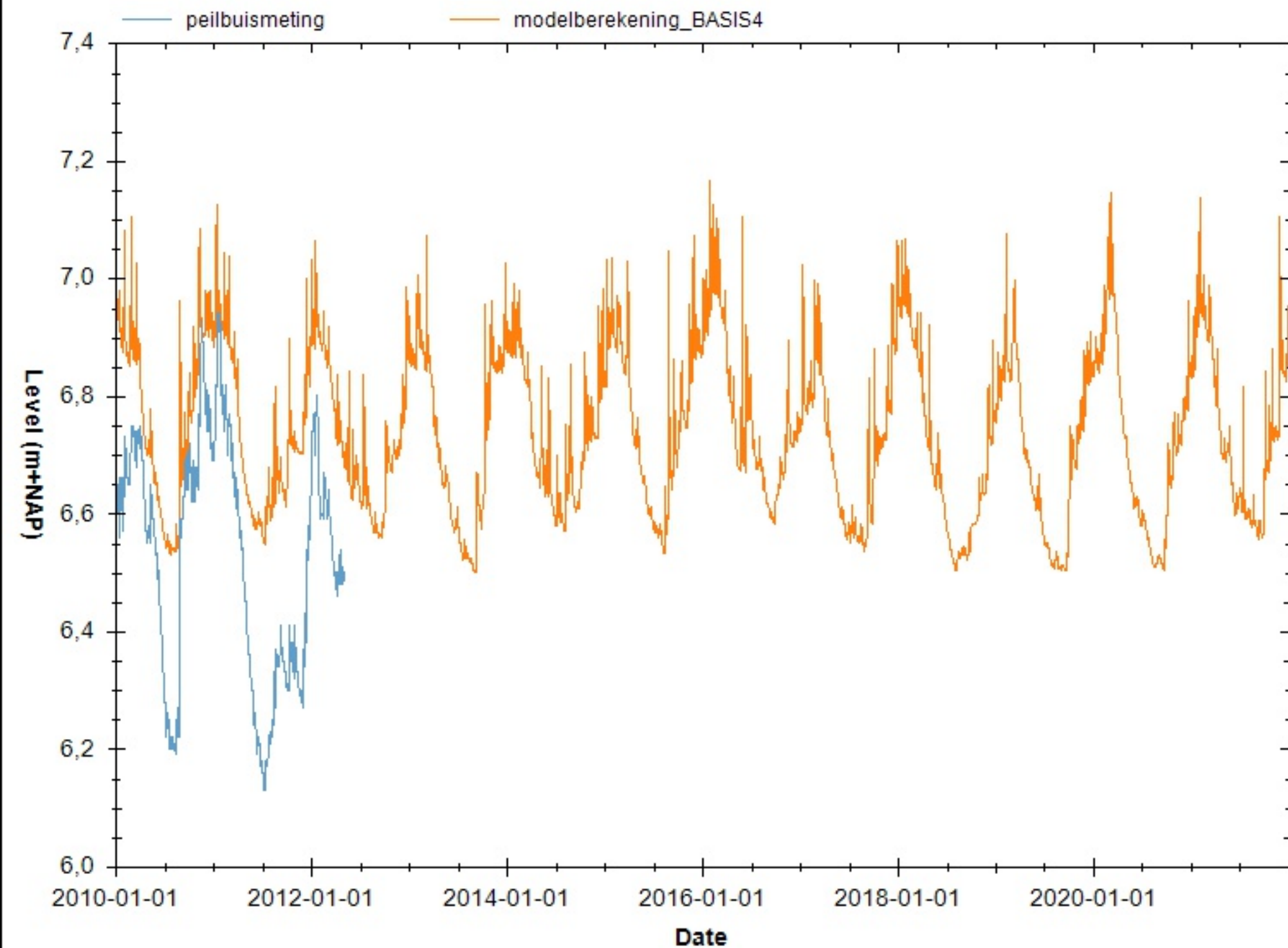
tijdreeksen_DINO\B46A1658_1



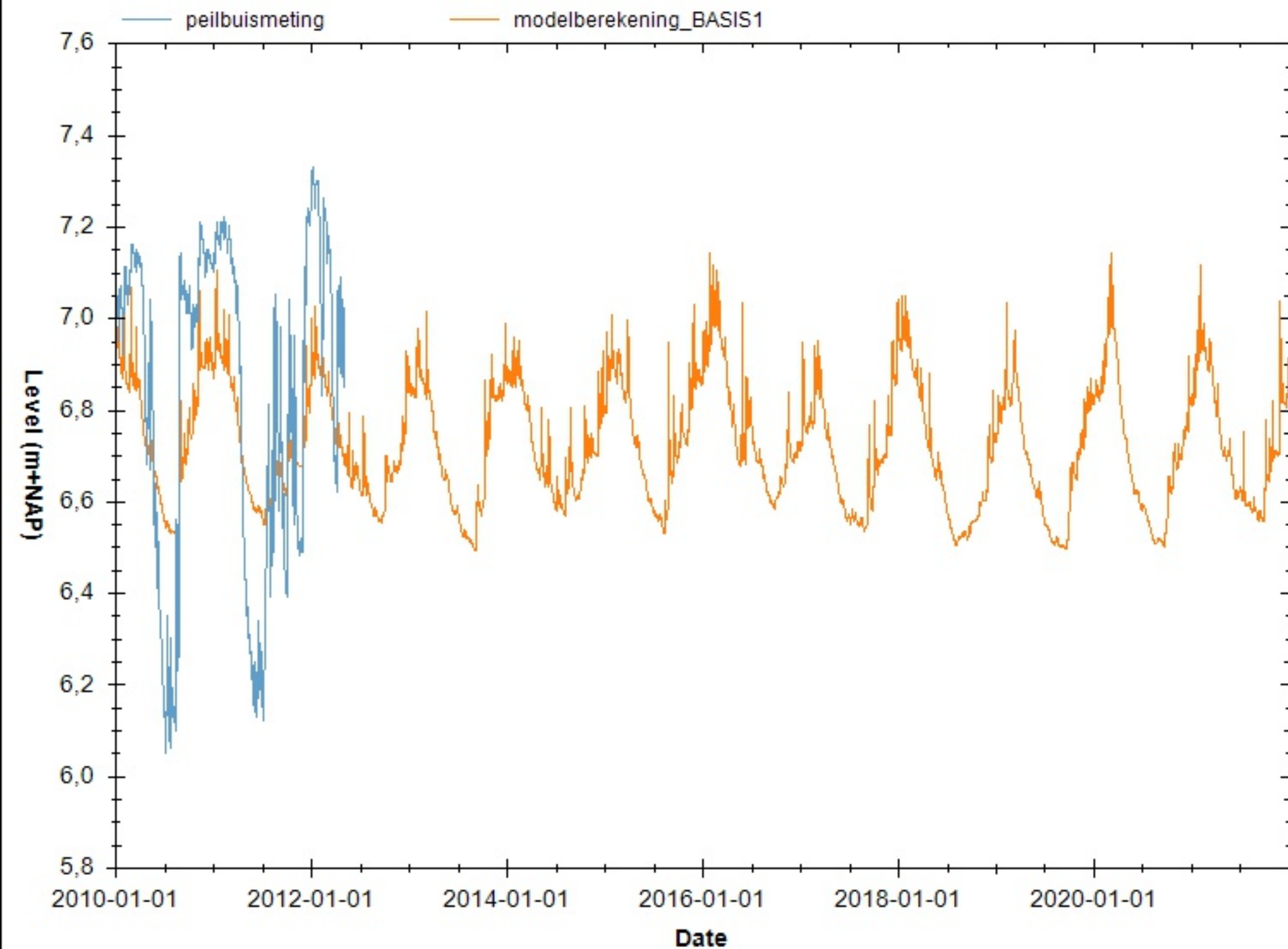
tijdreeksen_DINO\B46A1659_1



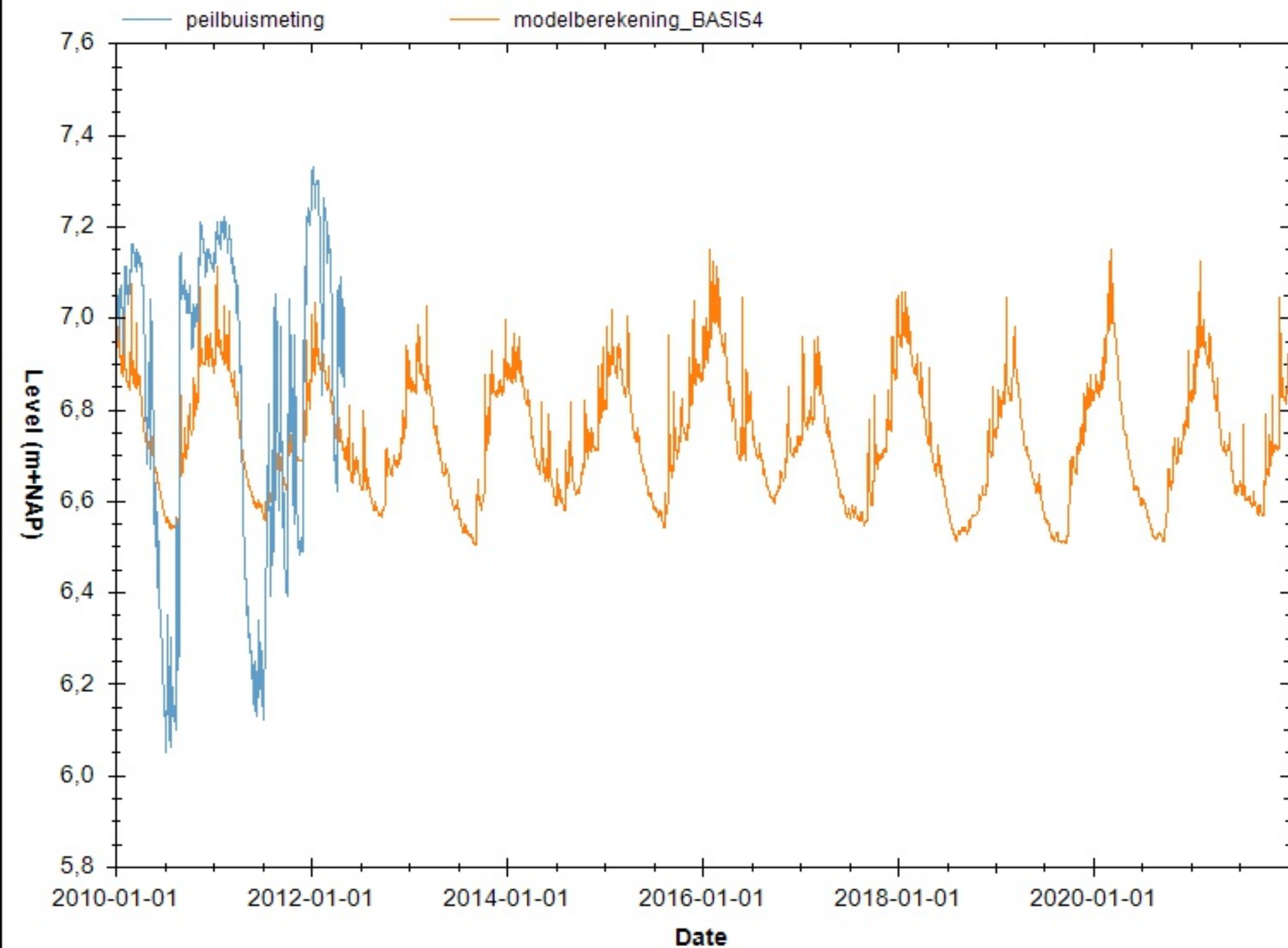
tijdreeksen_DINO\B46A1659_1



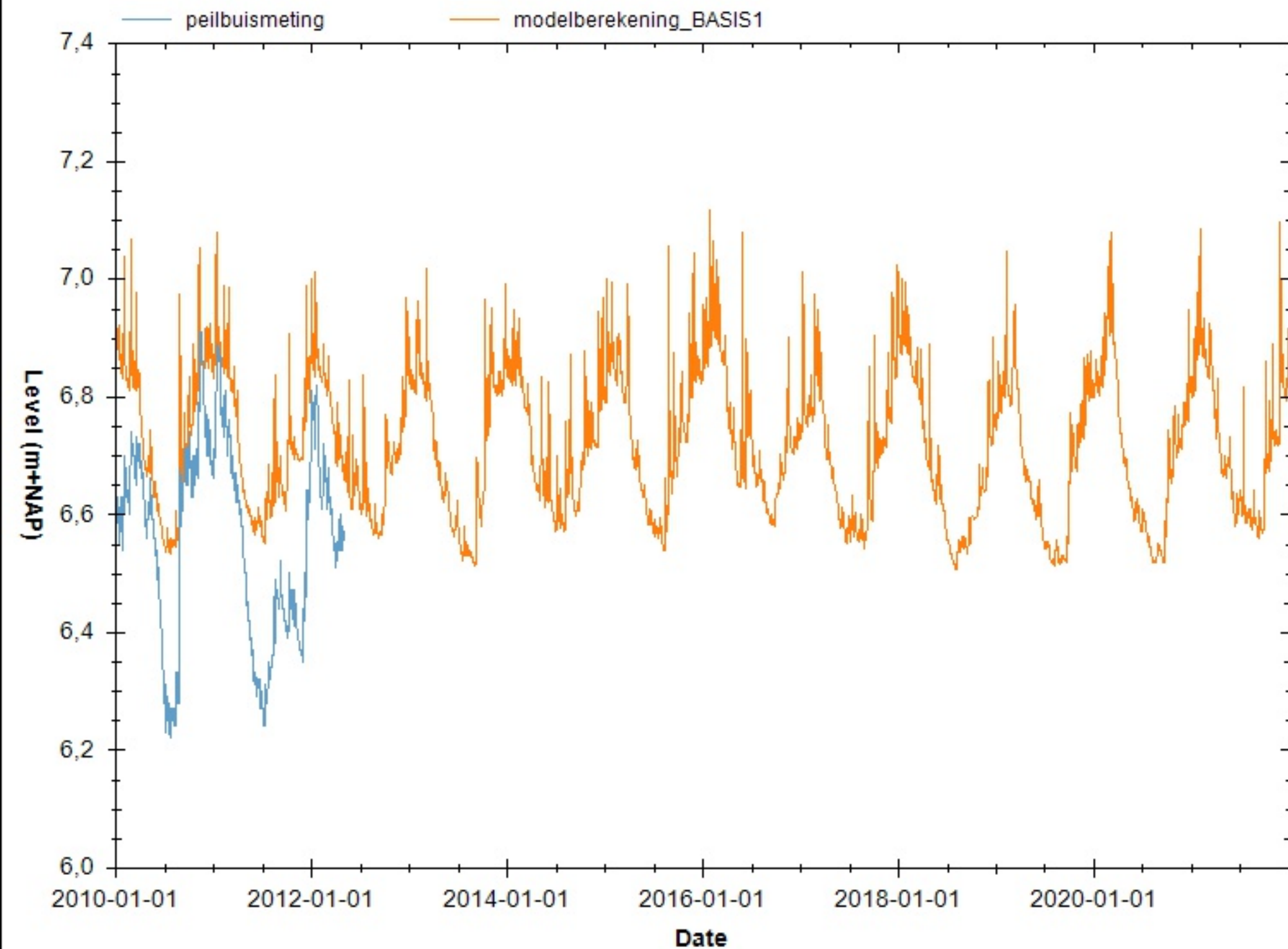
tijdreeksen_DINO\B46A1660_1



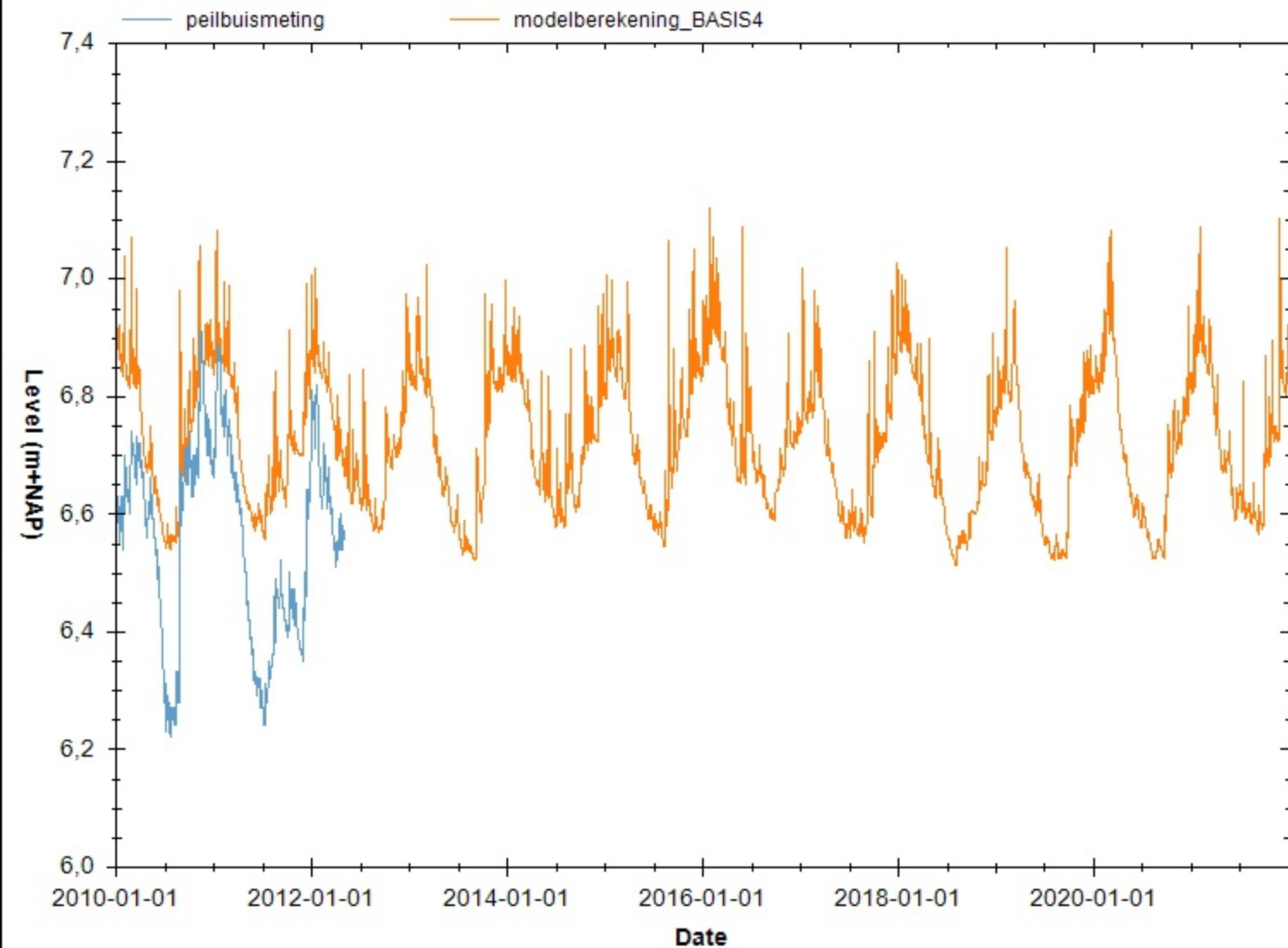
tijdreeksen_DINO\B46A1660_1



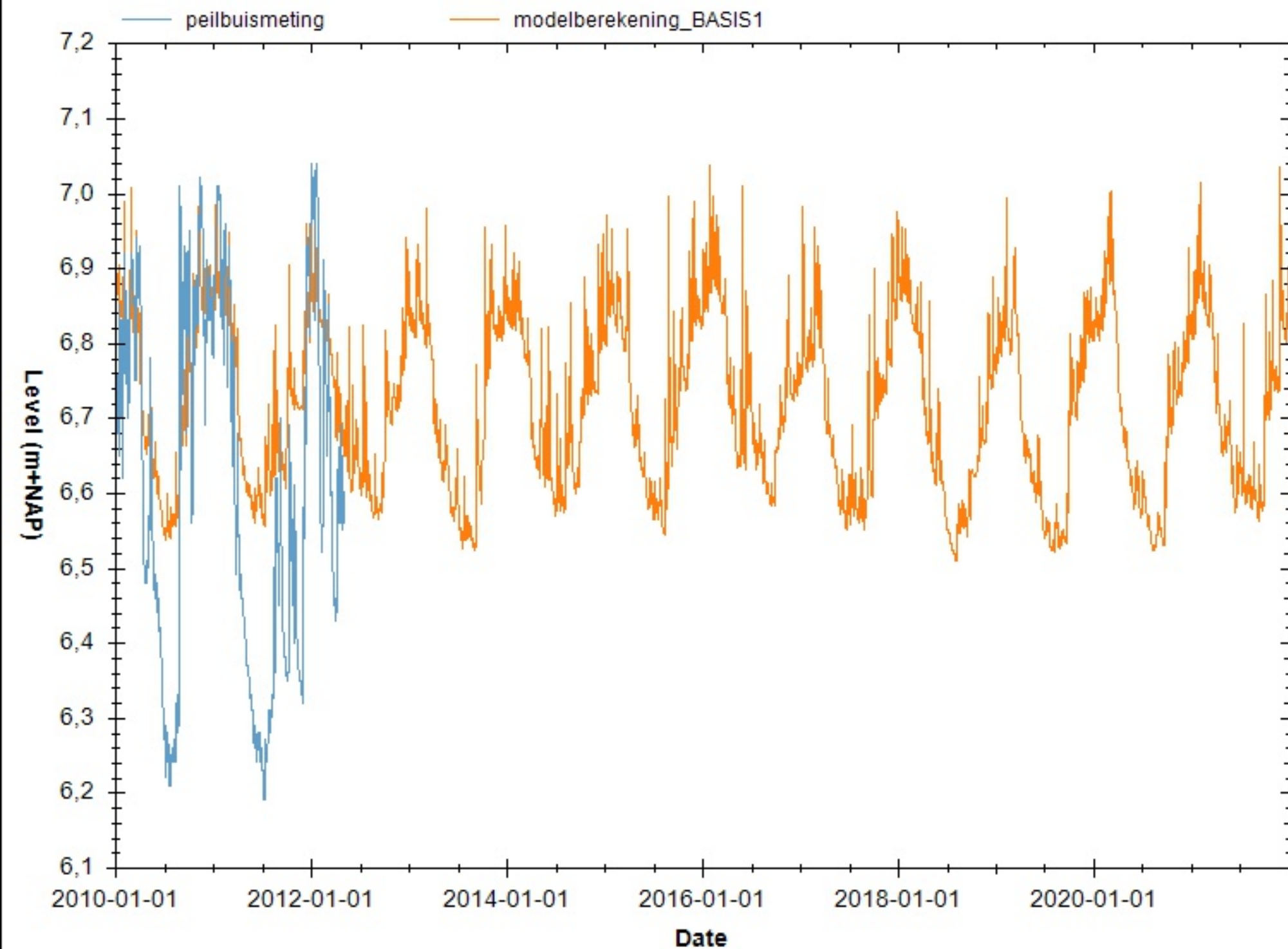
tijdreeksen_DINO\B46A1661_1



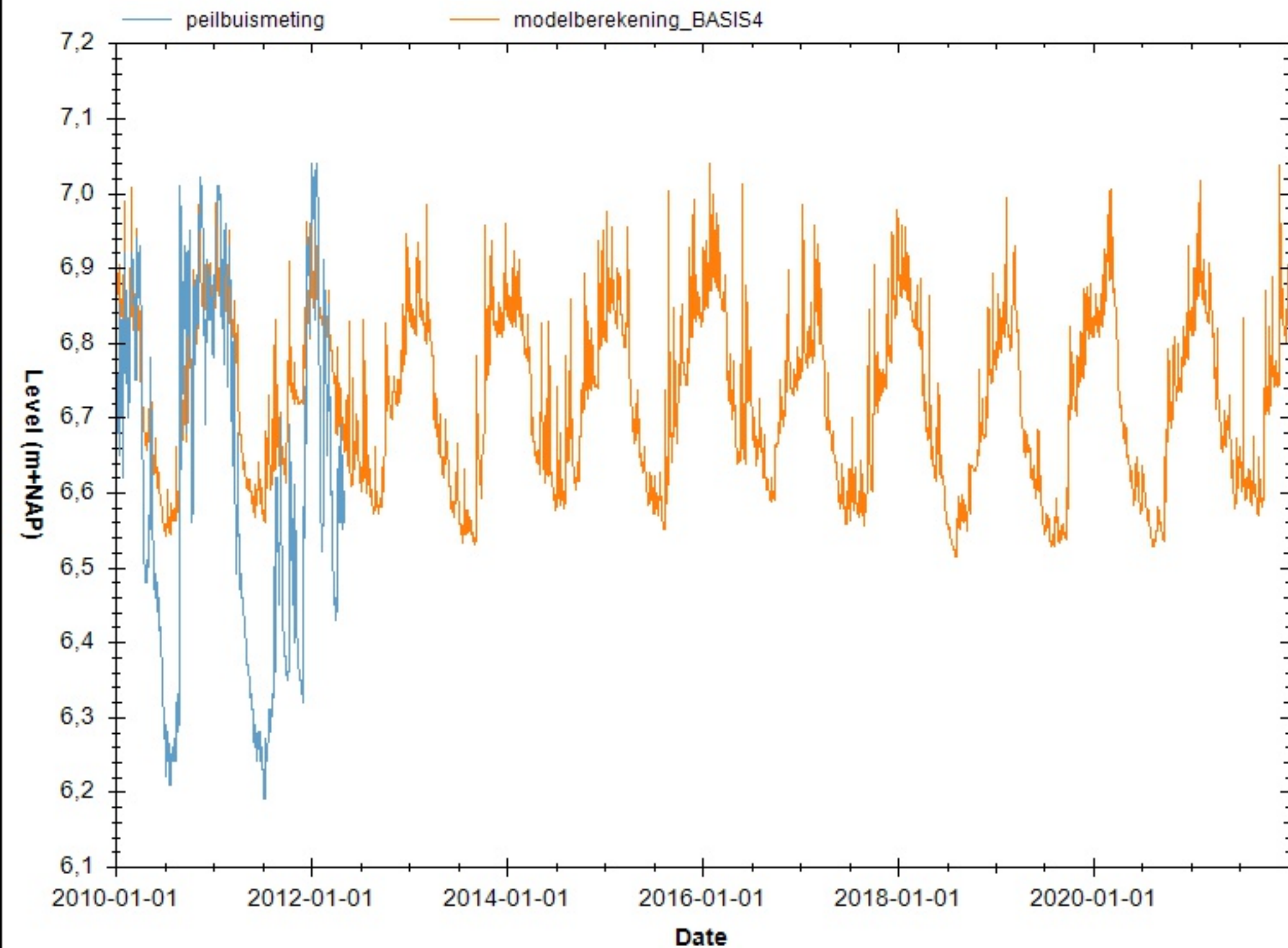
tijdreeksen_DINO\B46A1661_1



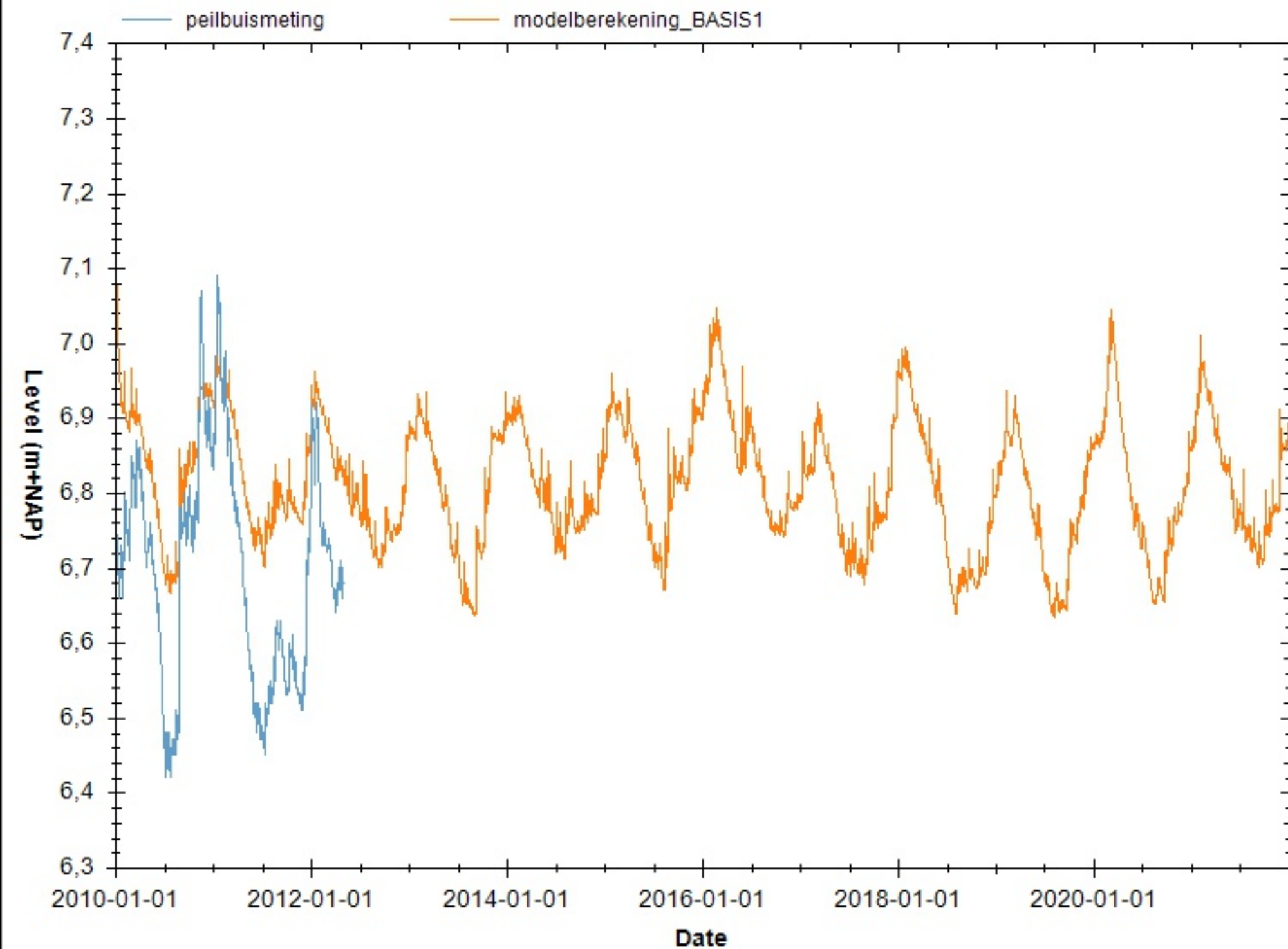
tijdreeksen_DINO\B46A1662_1



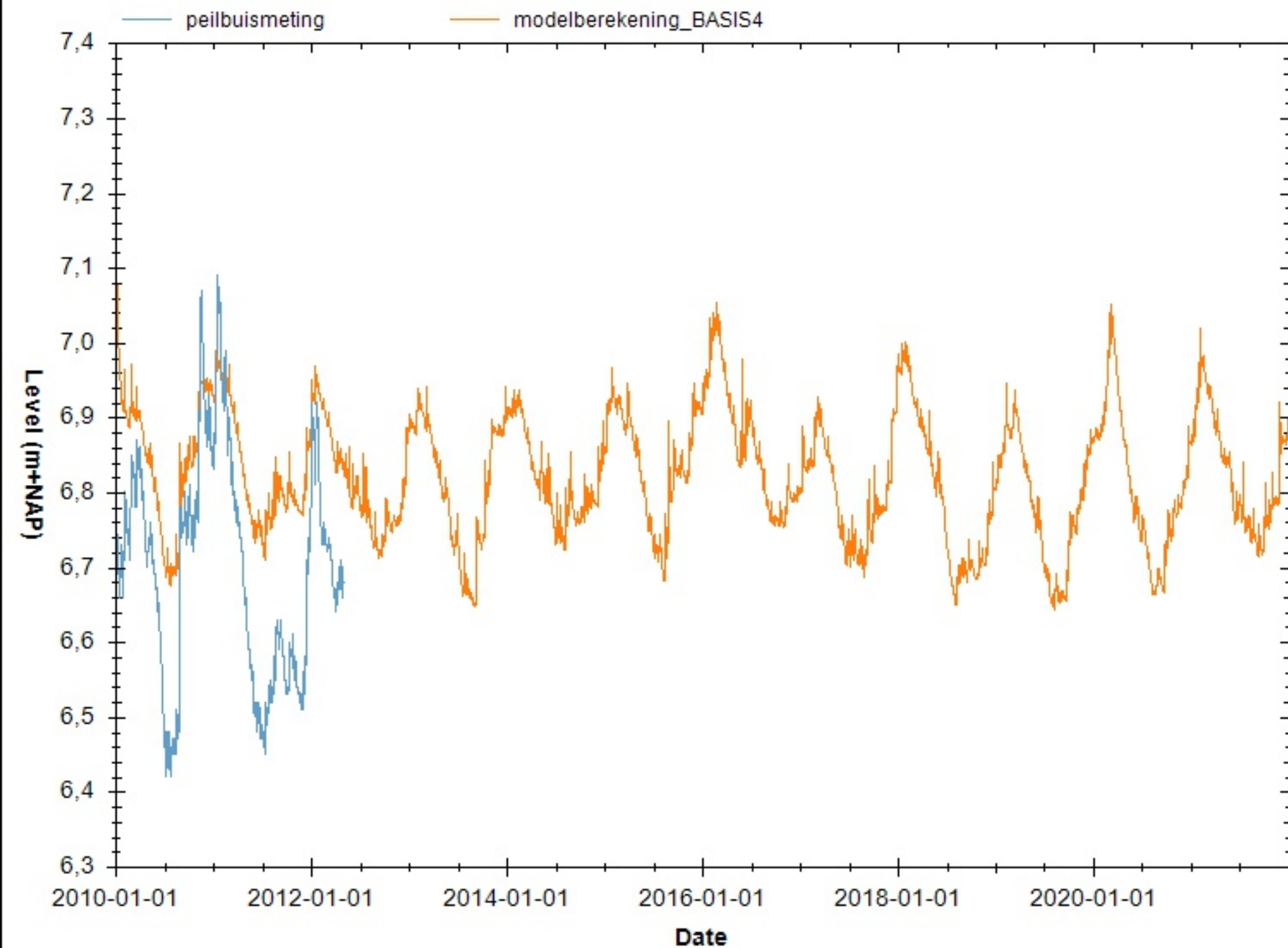
tijdreeksen_DINO\B46A1662_1



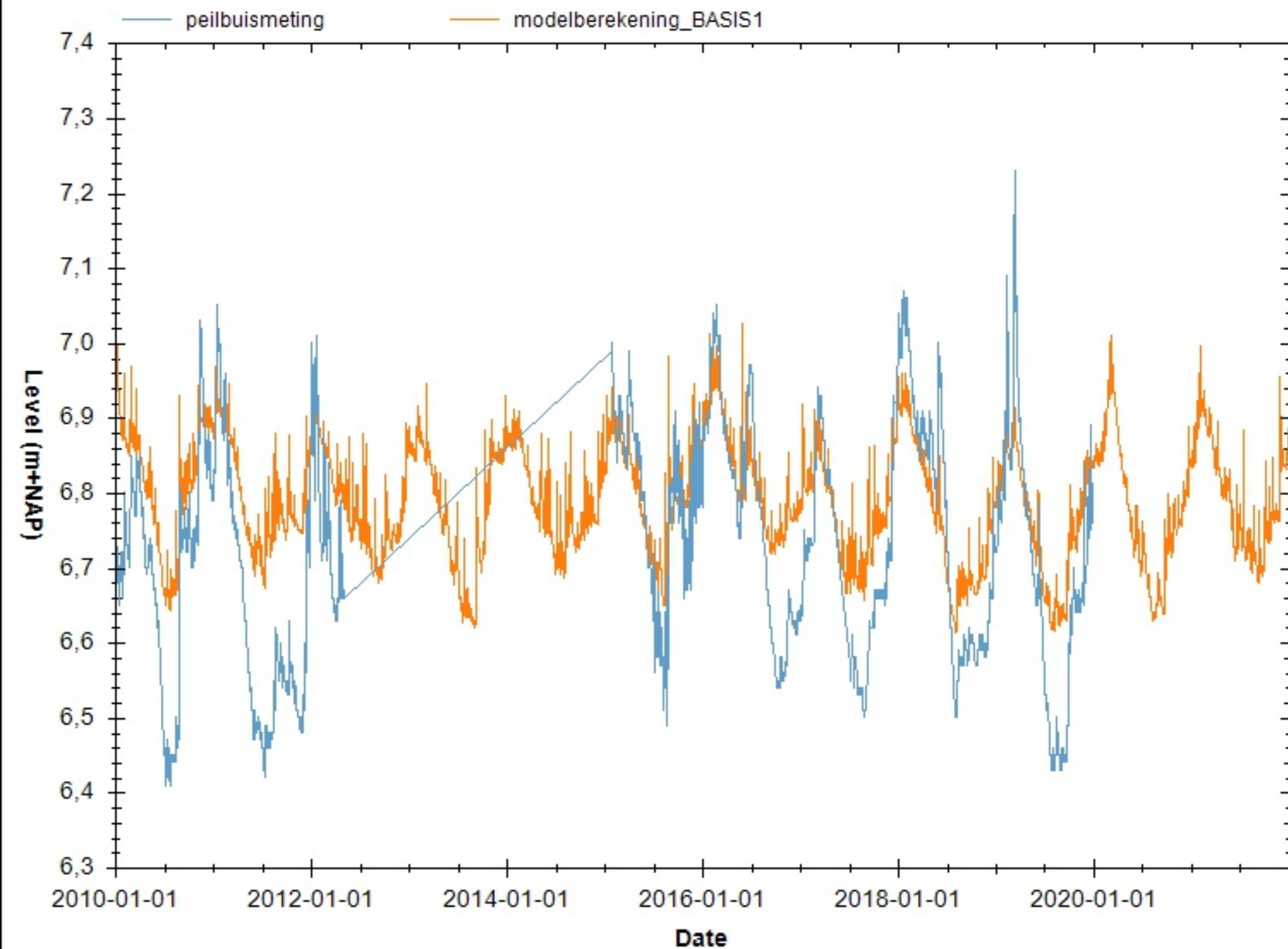
tijdreeksen_DINO\B46A1663_1



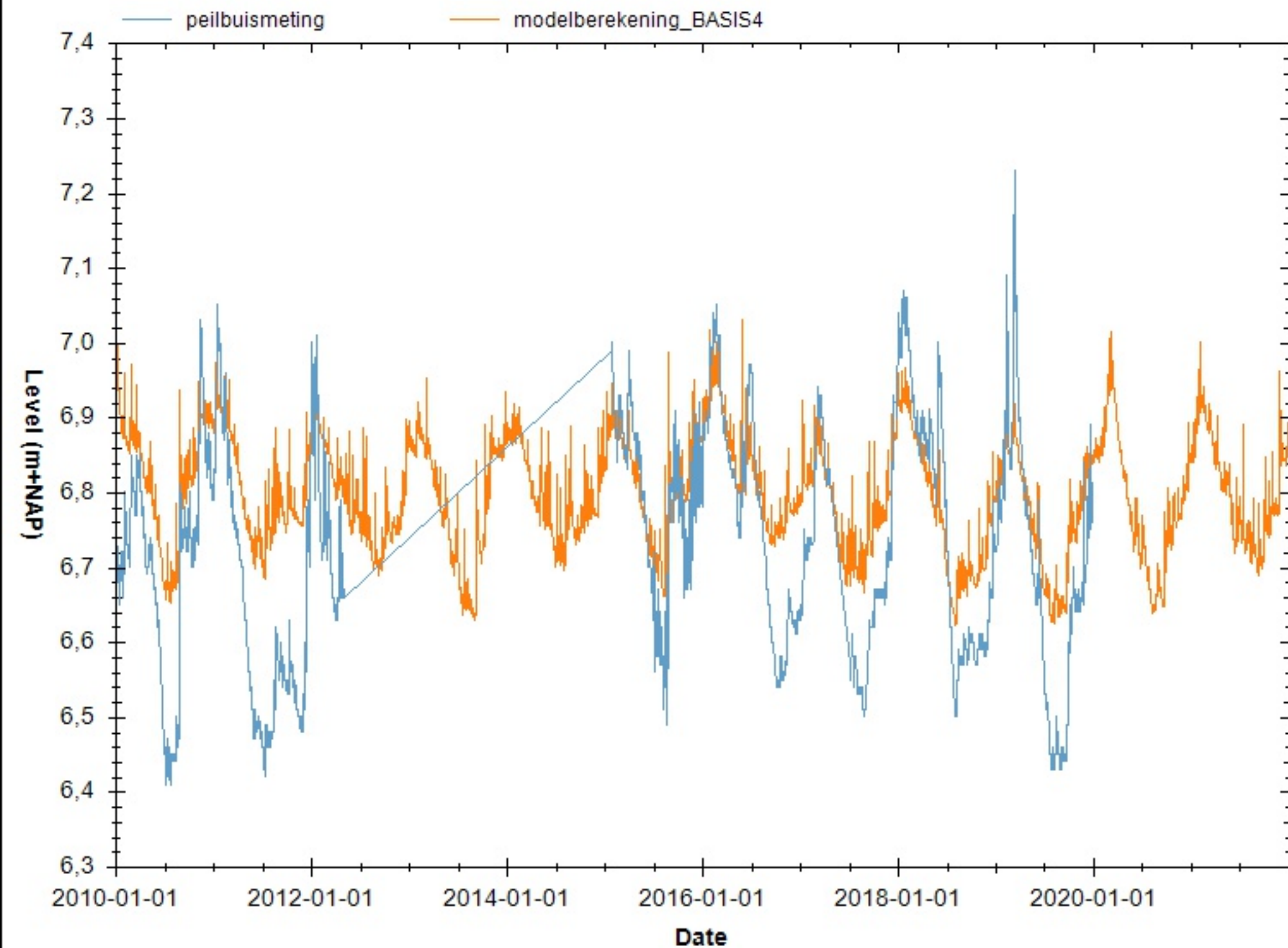
tijdreeksen_DINO\B46A1663_1



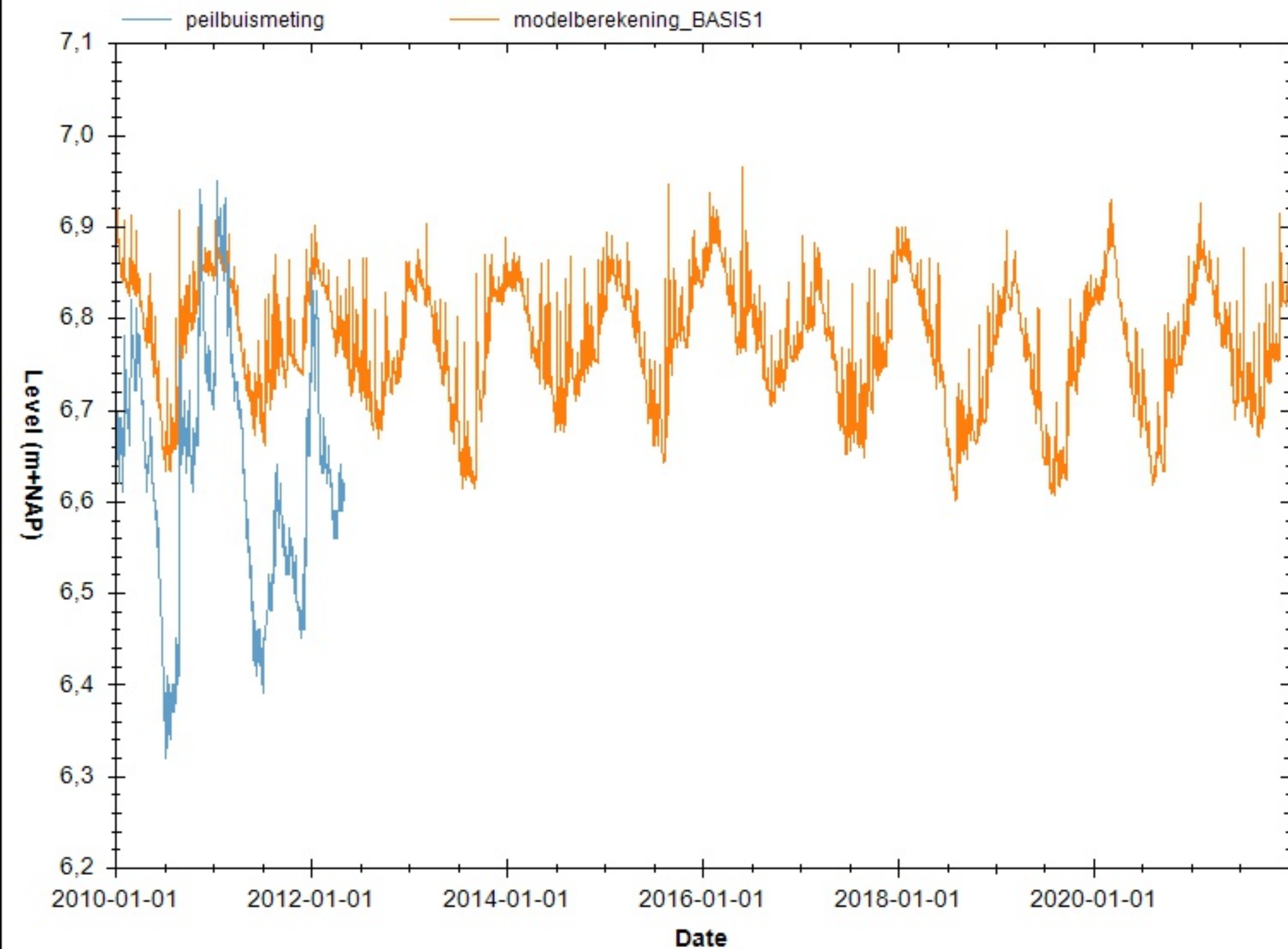
tijdreeksen_DINO\B46A1664_1



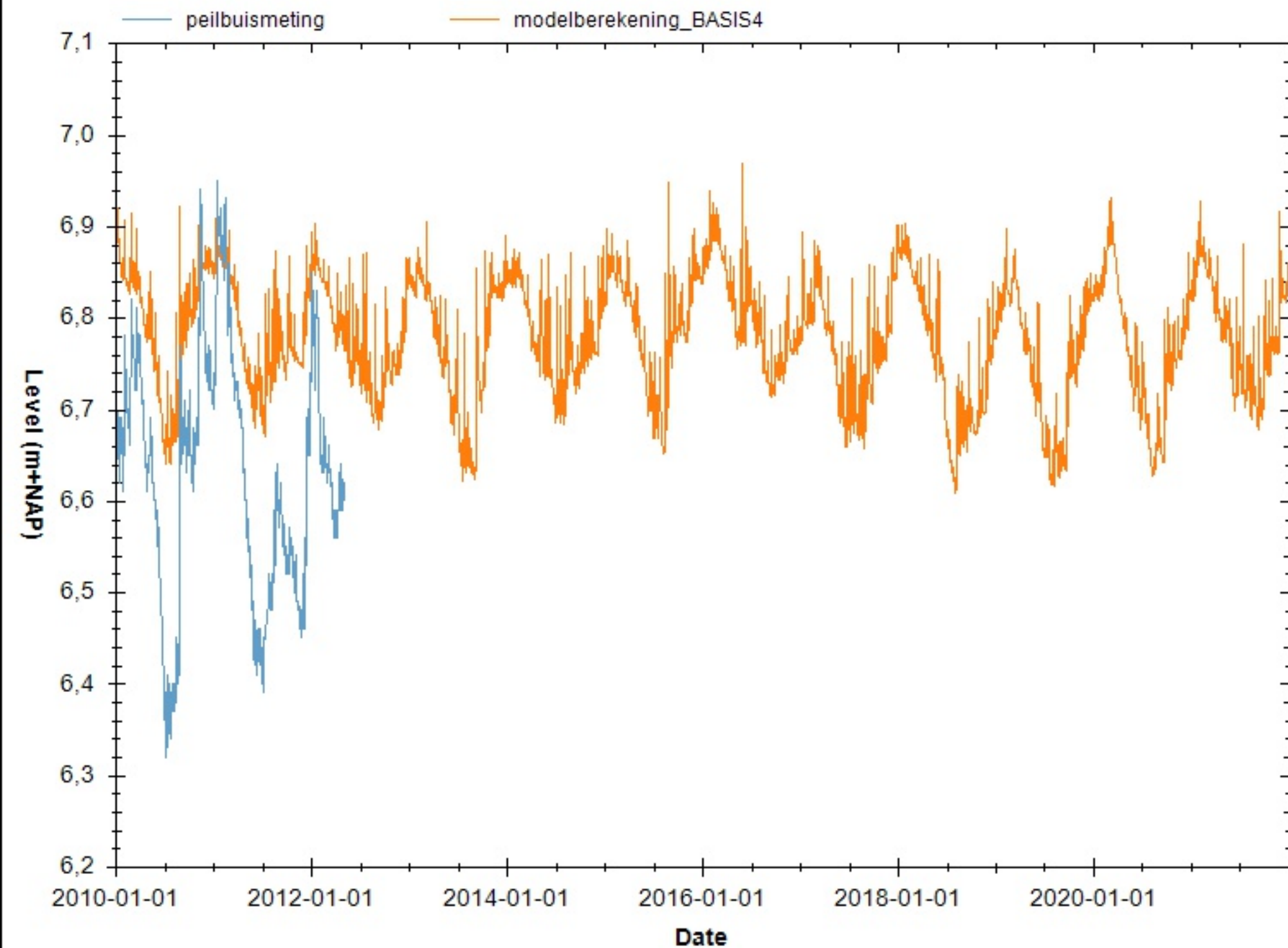
tijdreeksen_DINO\B46A1664_1



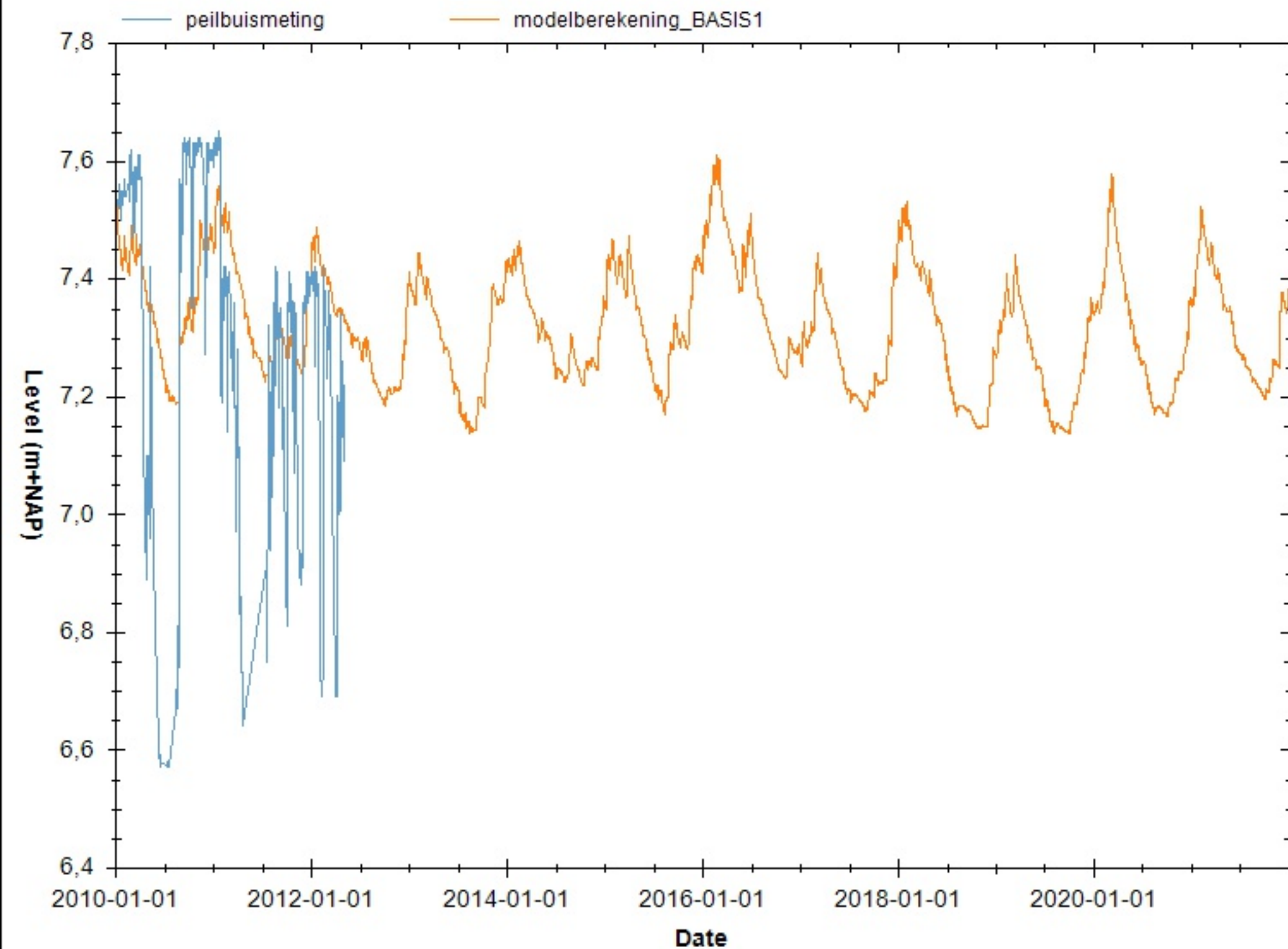
tijdreeksen_DINO\B46A1665_1



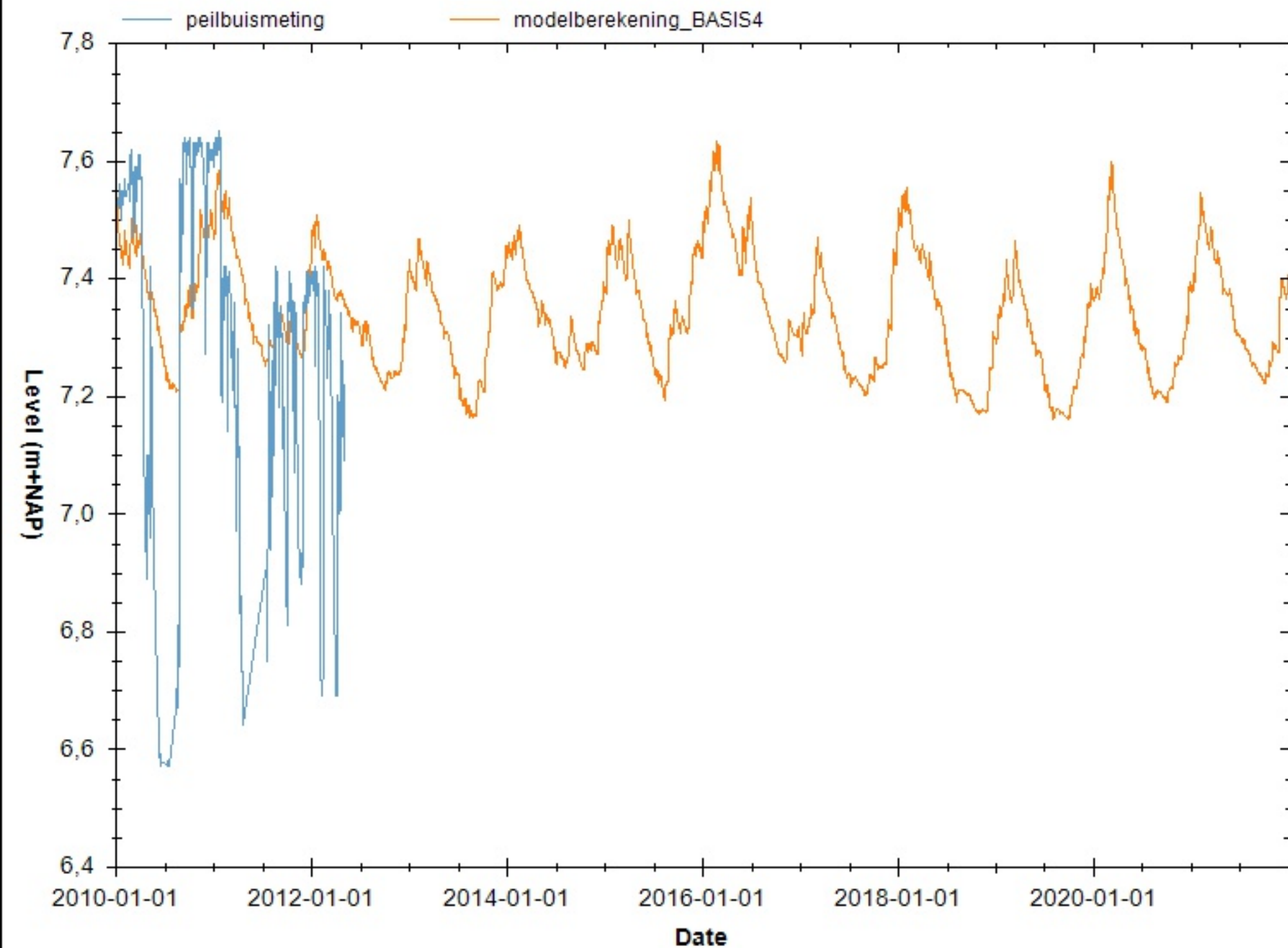
tijdreeksen_DINO\B46A1665_1



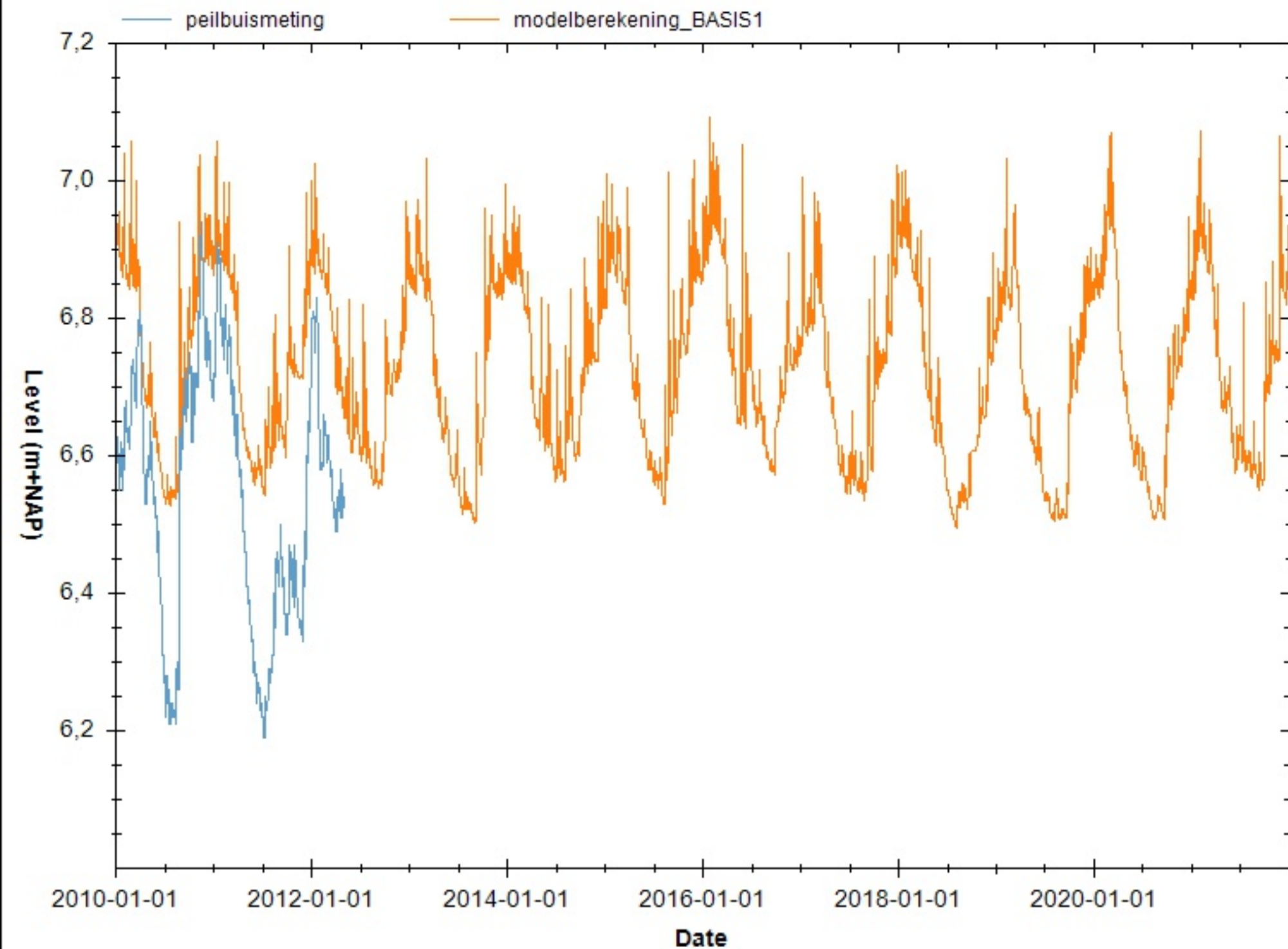
tijdreeksen_DINO\B46A1666_1



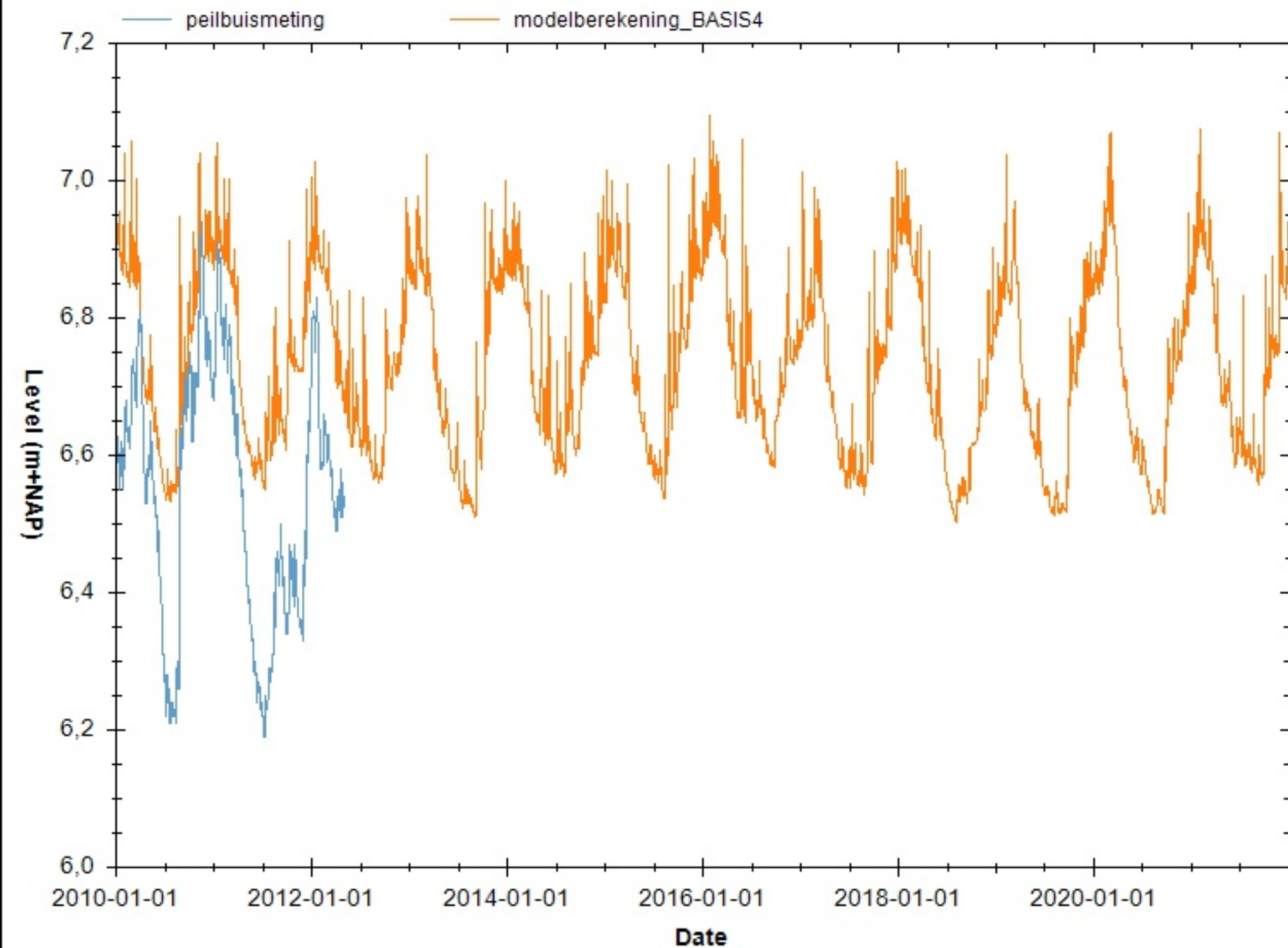
tijdreeksen_DINO\B46A1666_1



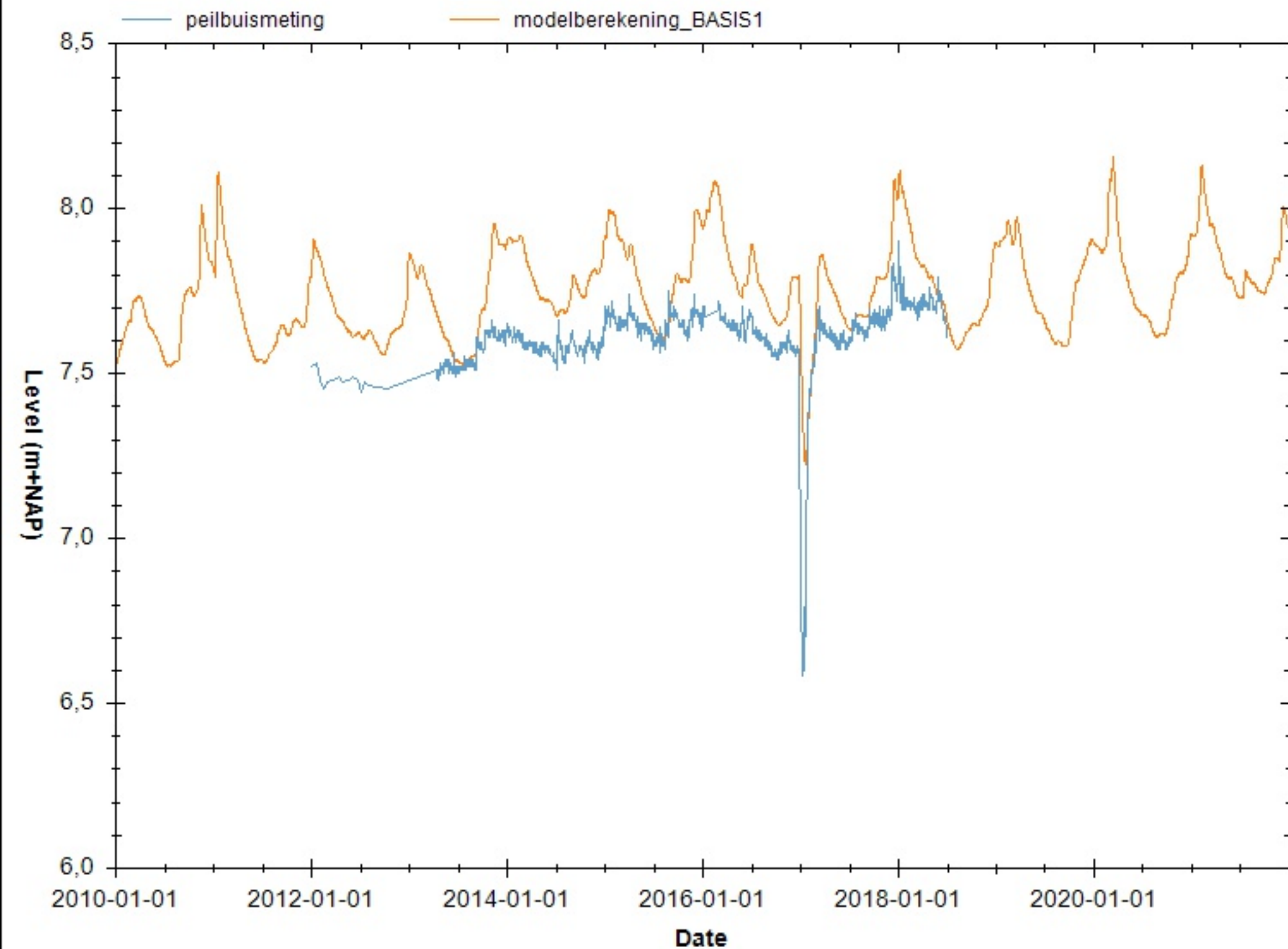
tijdreeksen_DINO\B46A1667_1



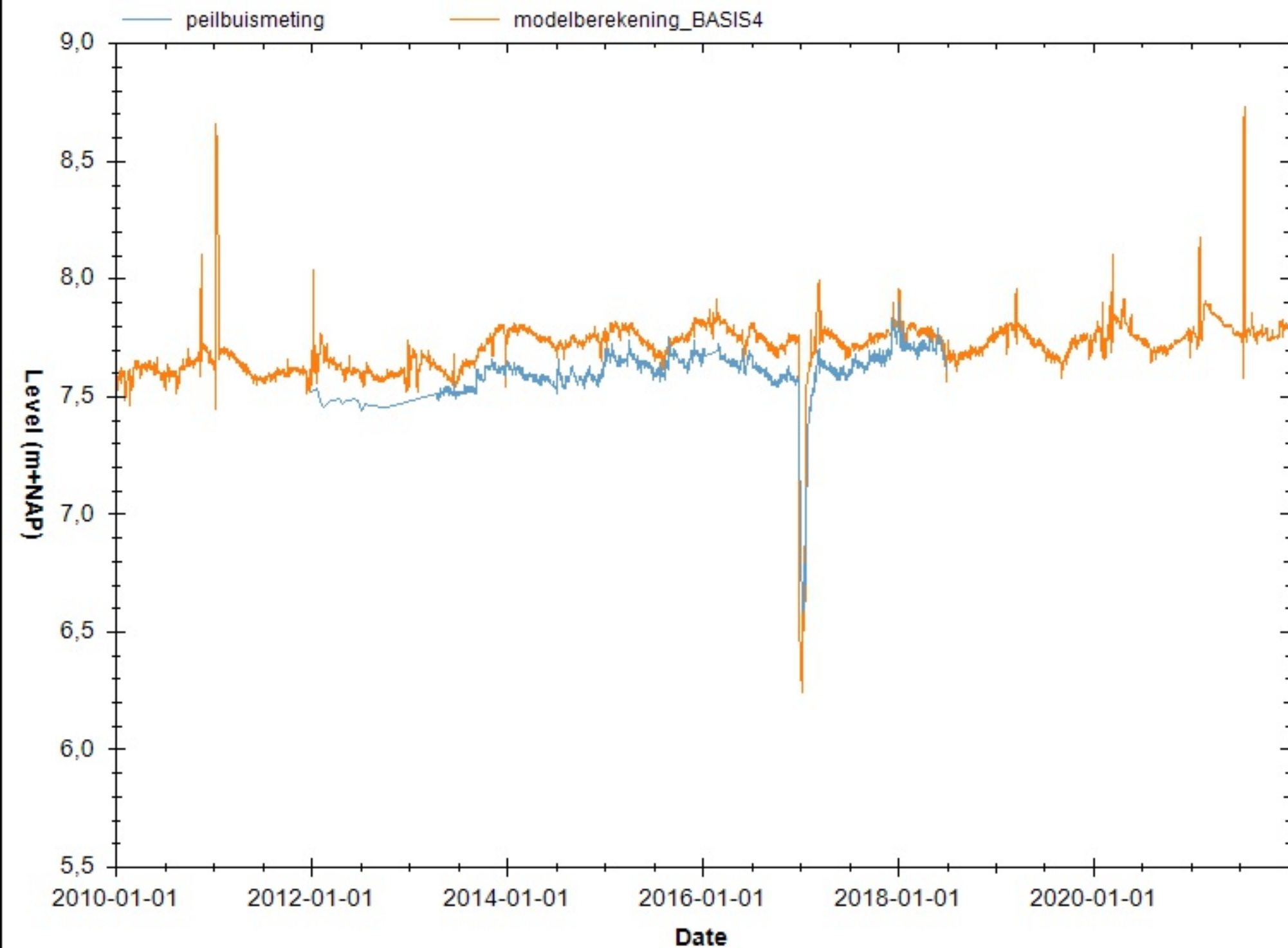
tijdreeksen_DINO\B46A1667_1



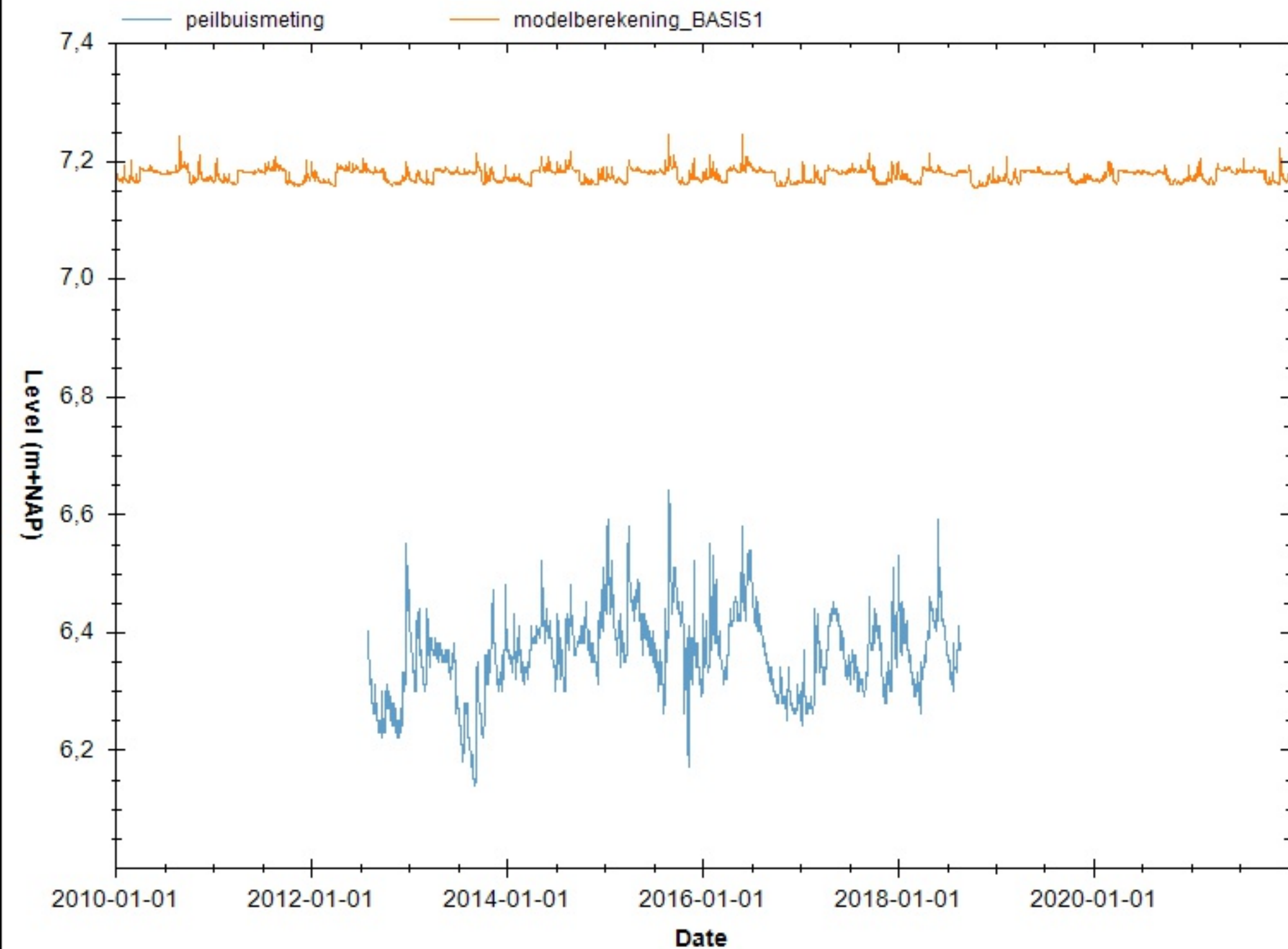
tijdreeksen_DINO\B46A1742_1



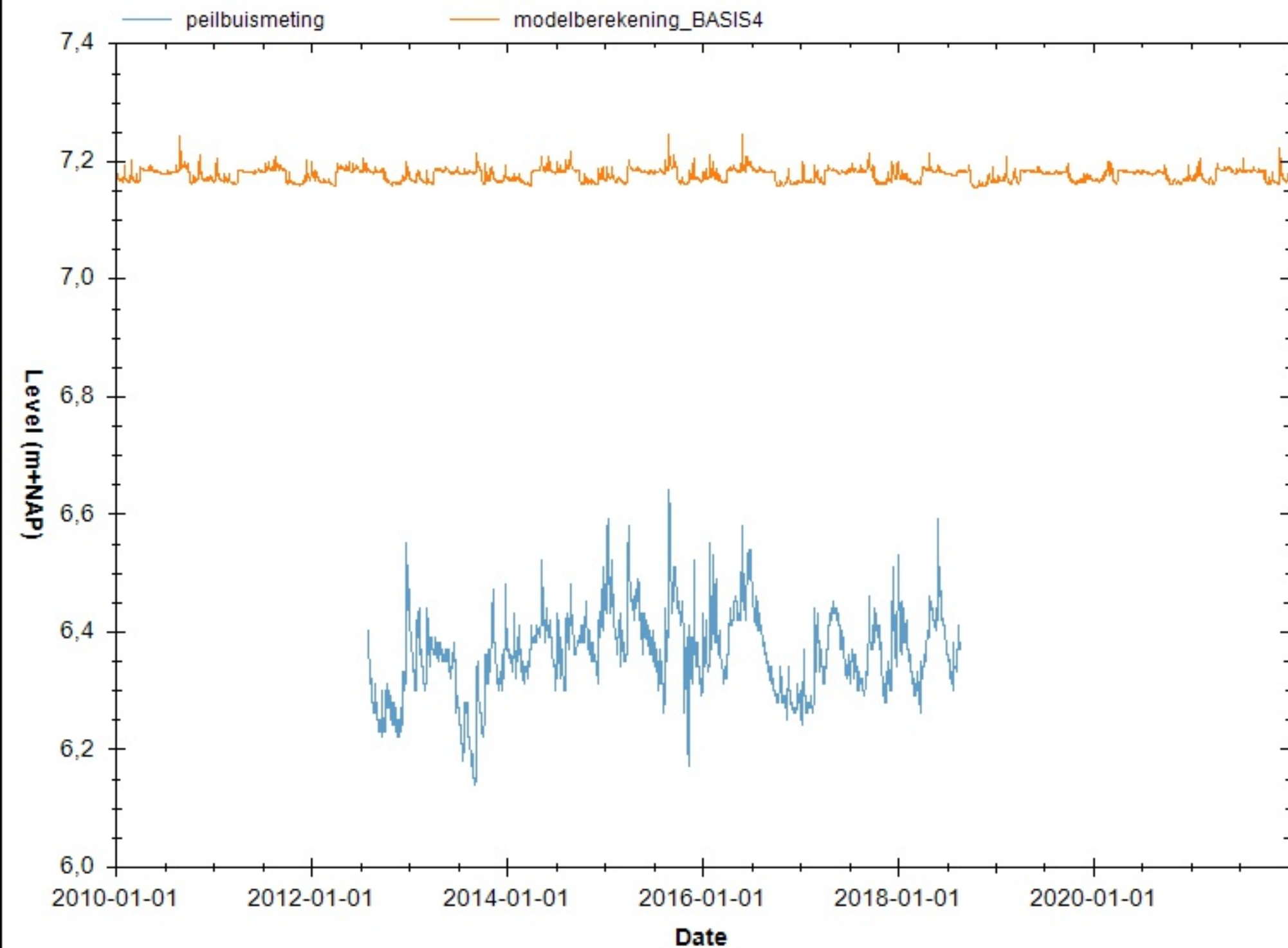
tijdreeksen_DINO\B46A1742_1



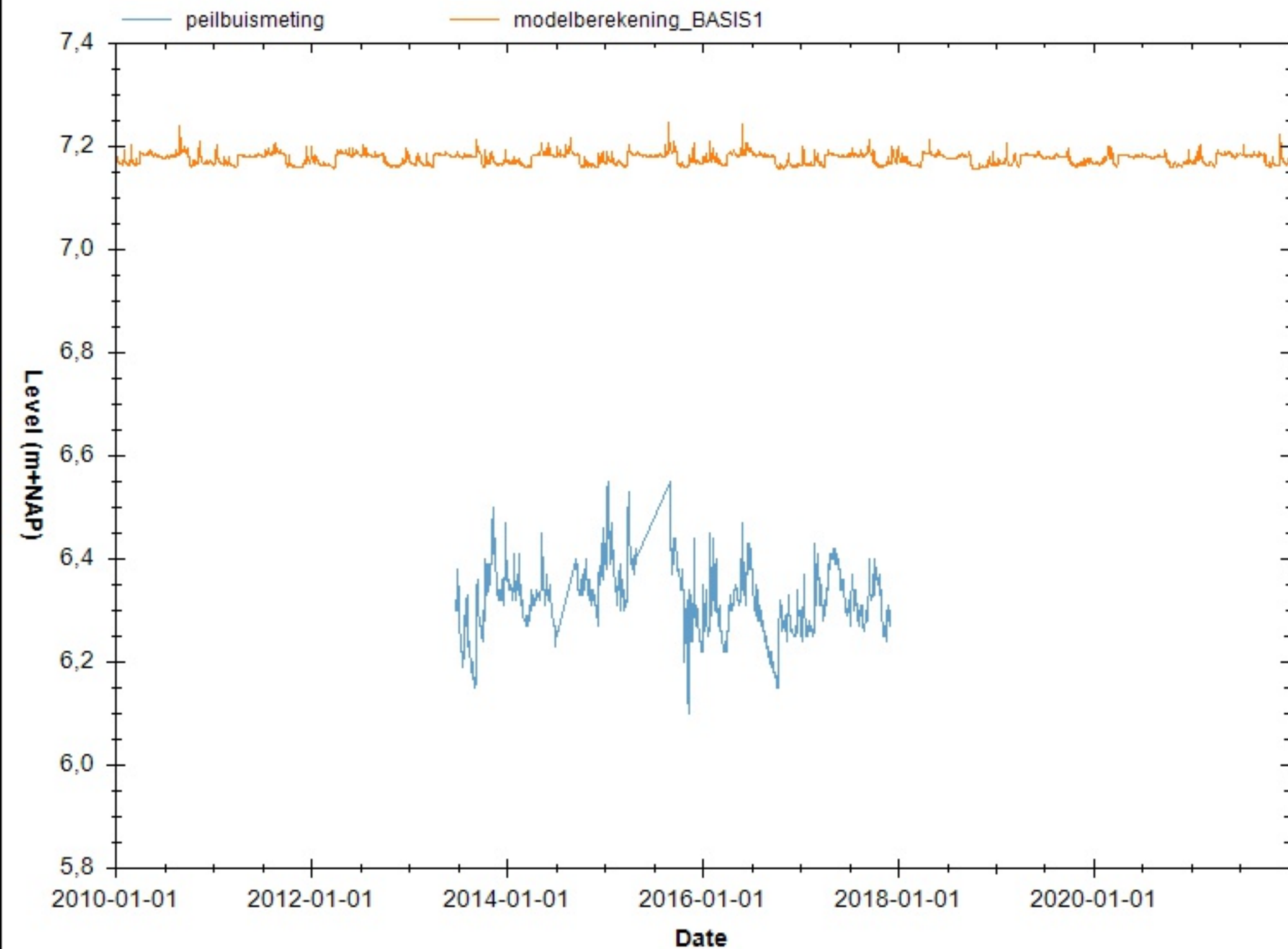
tijdreeksen_DINO\B46A1772_1



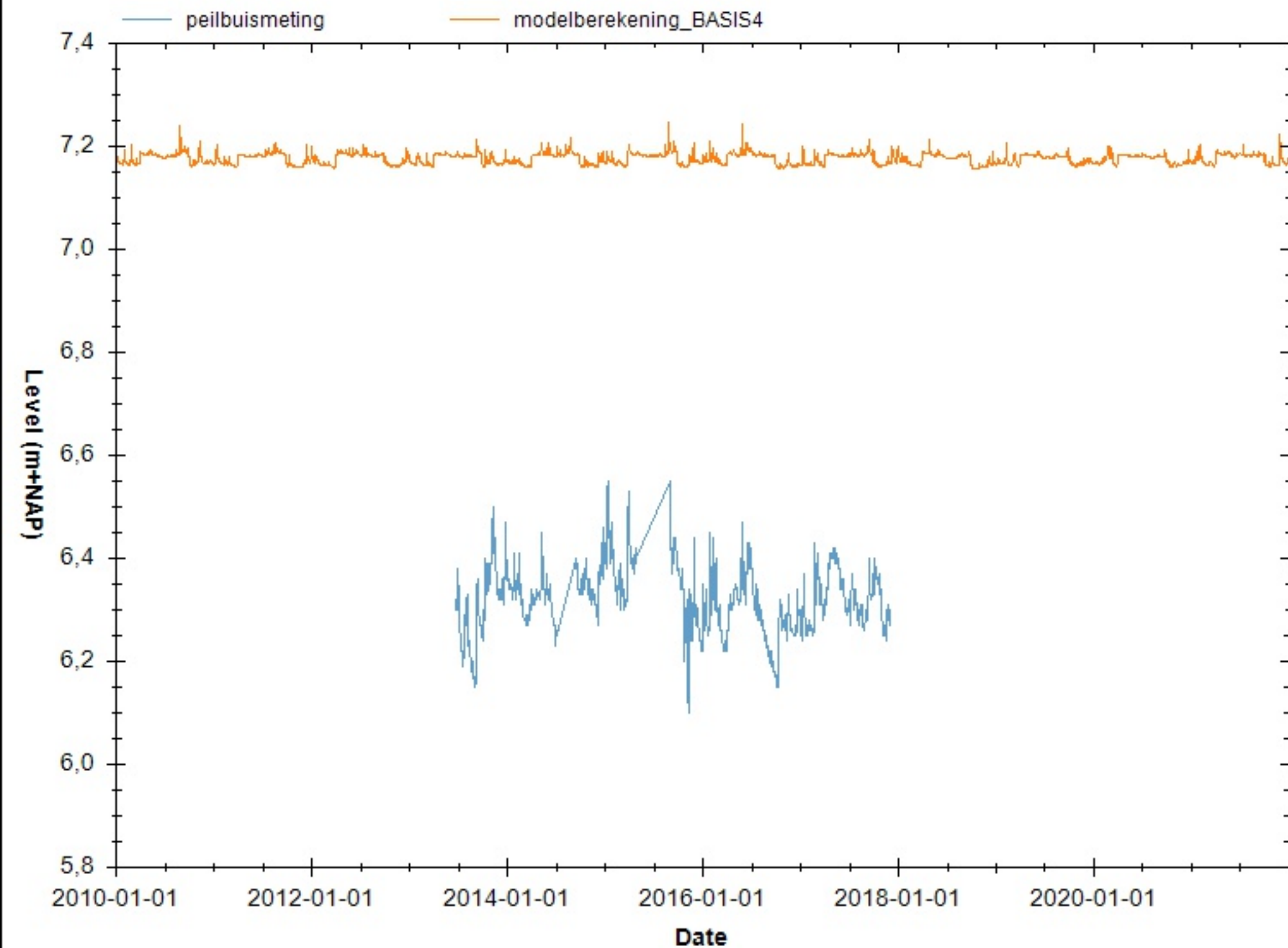
tijdreeksen_DINO\B46A1772_1



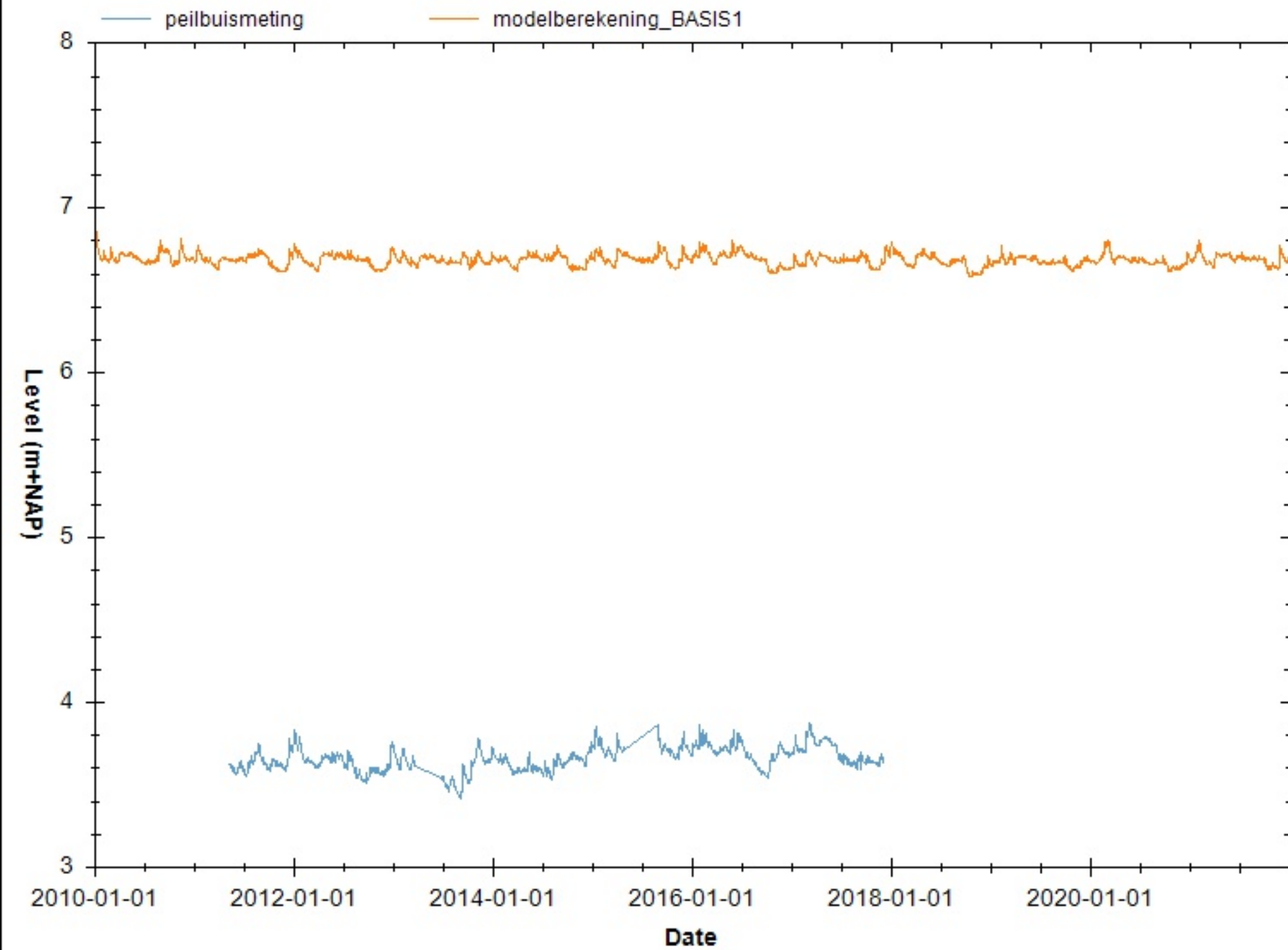
tijdreeksen_DINO\B46A1772_2



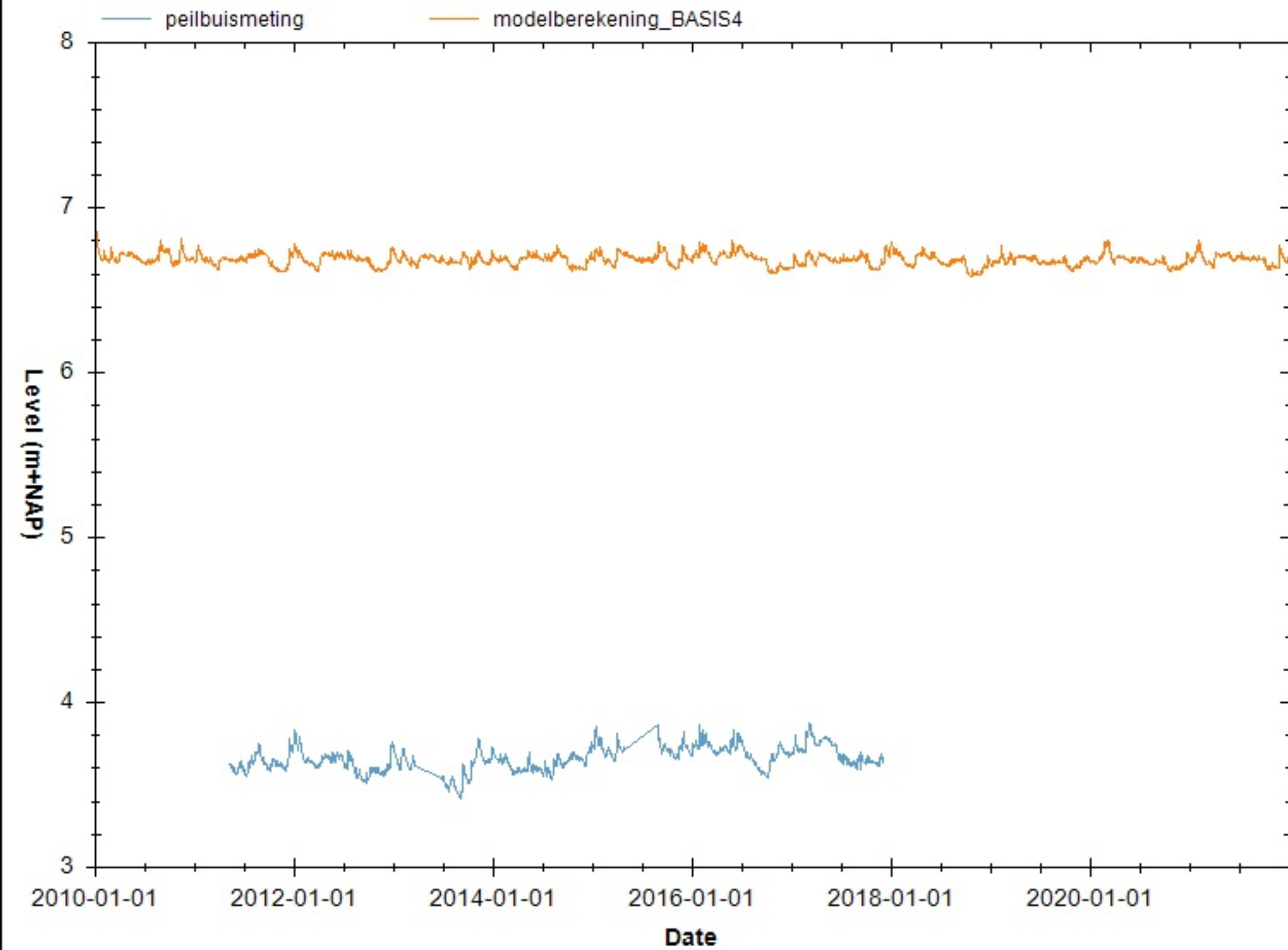
tijdreeksen_DINO\B46A1772_2

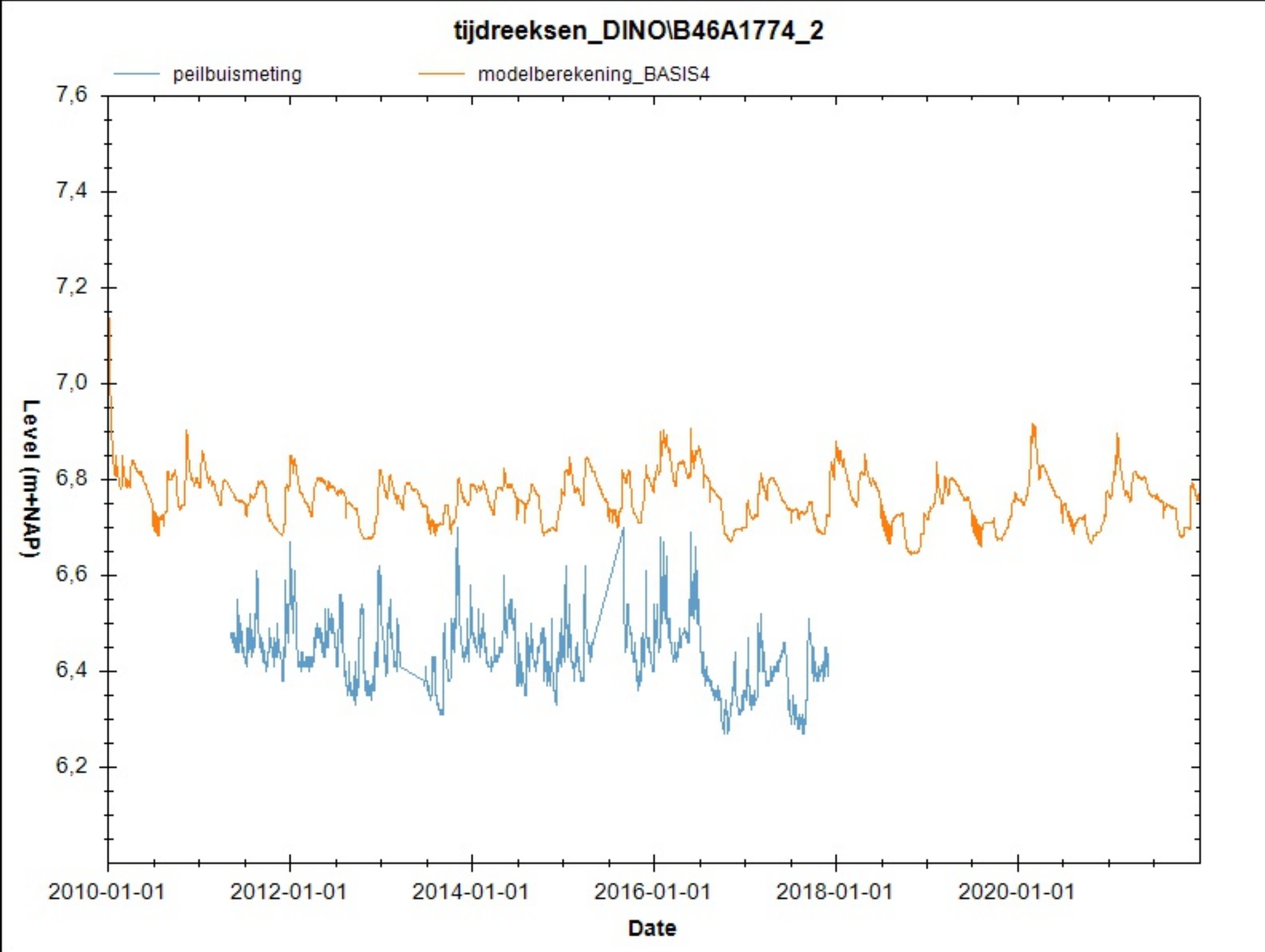
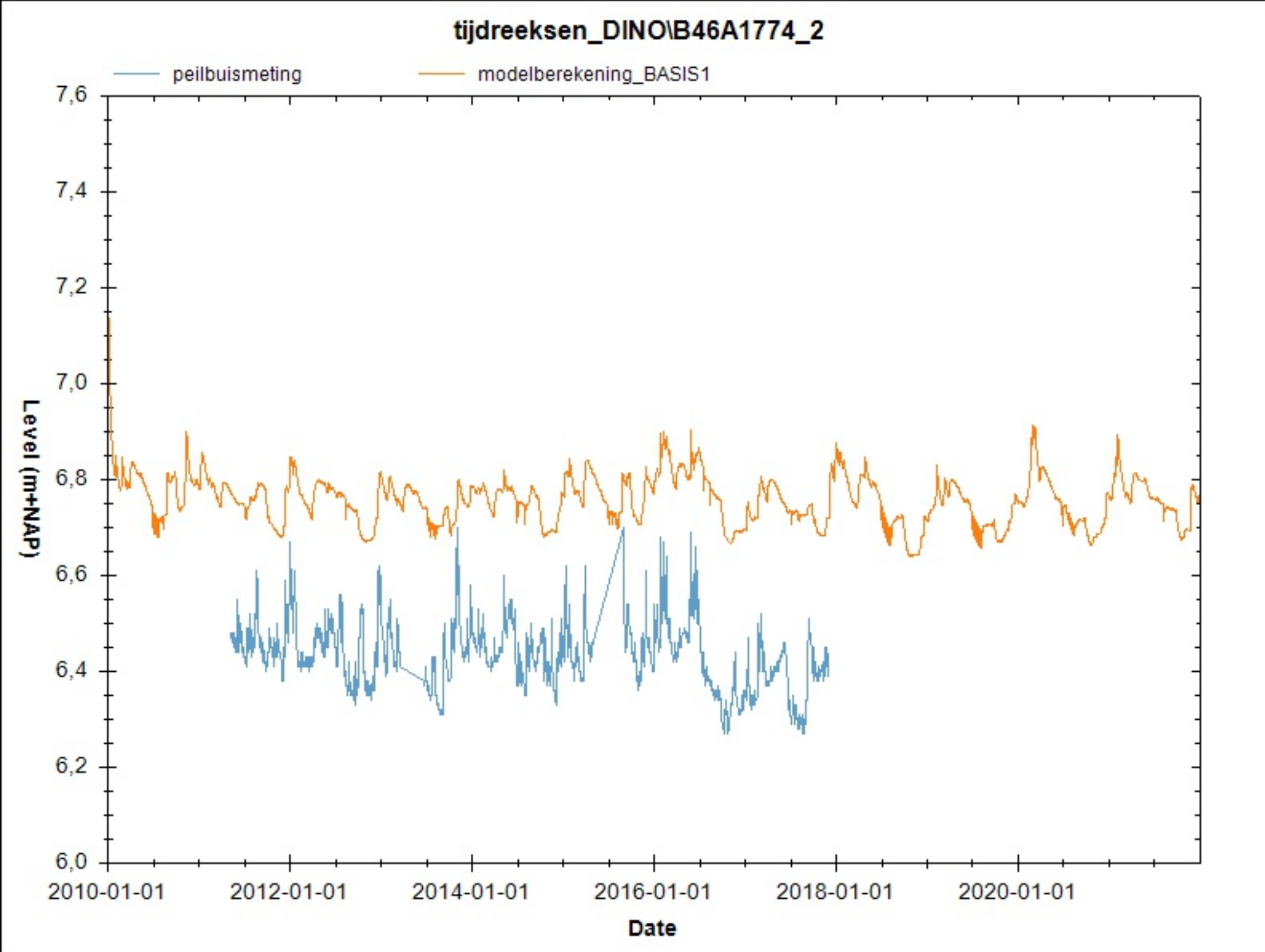


tijdreeksen_DINO\B46A1773_2

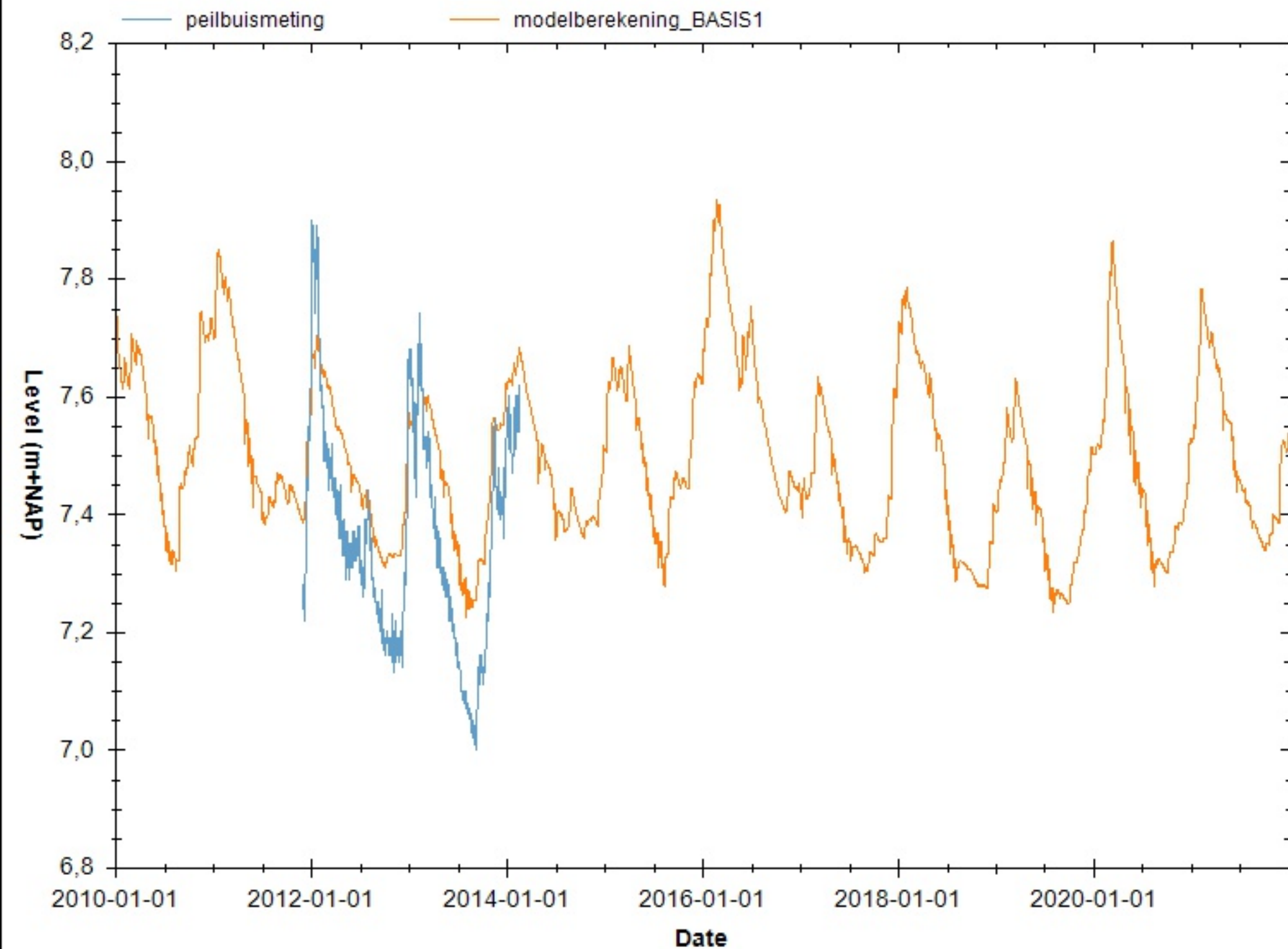


tijdreeksen_DINO\B46A1773_2

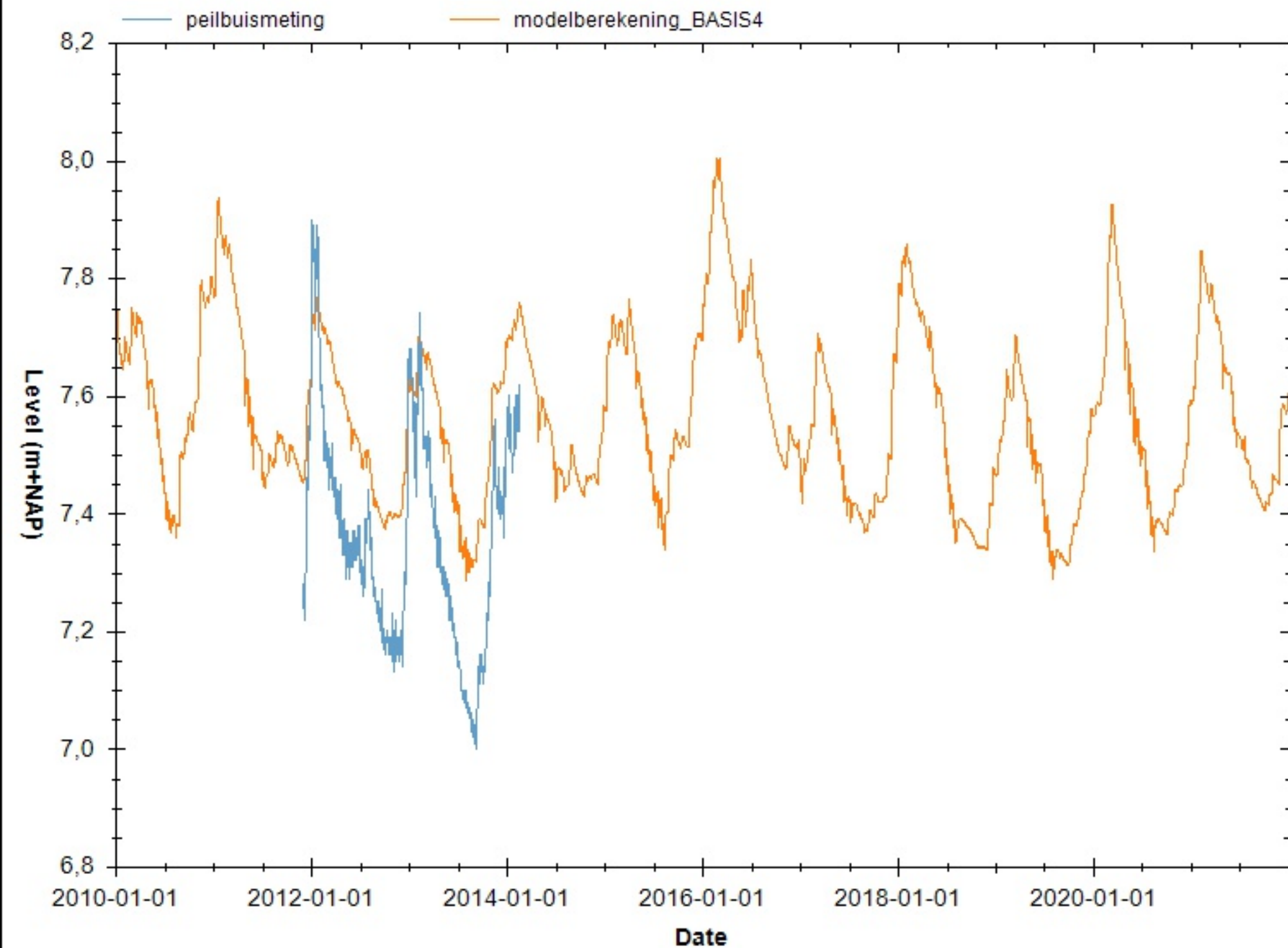




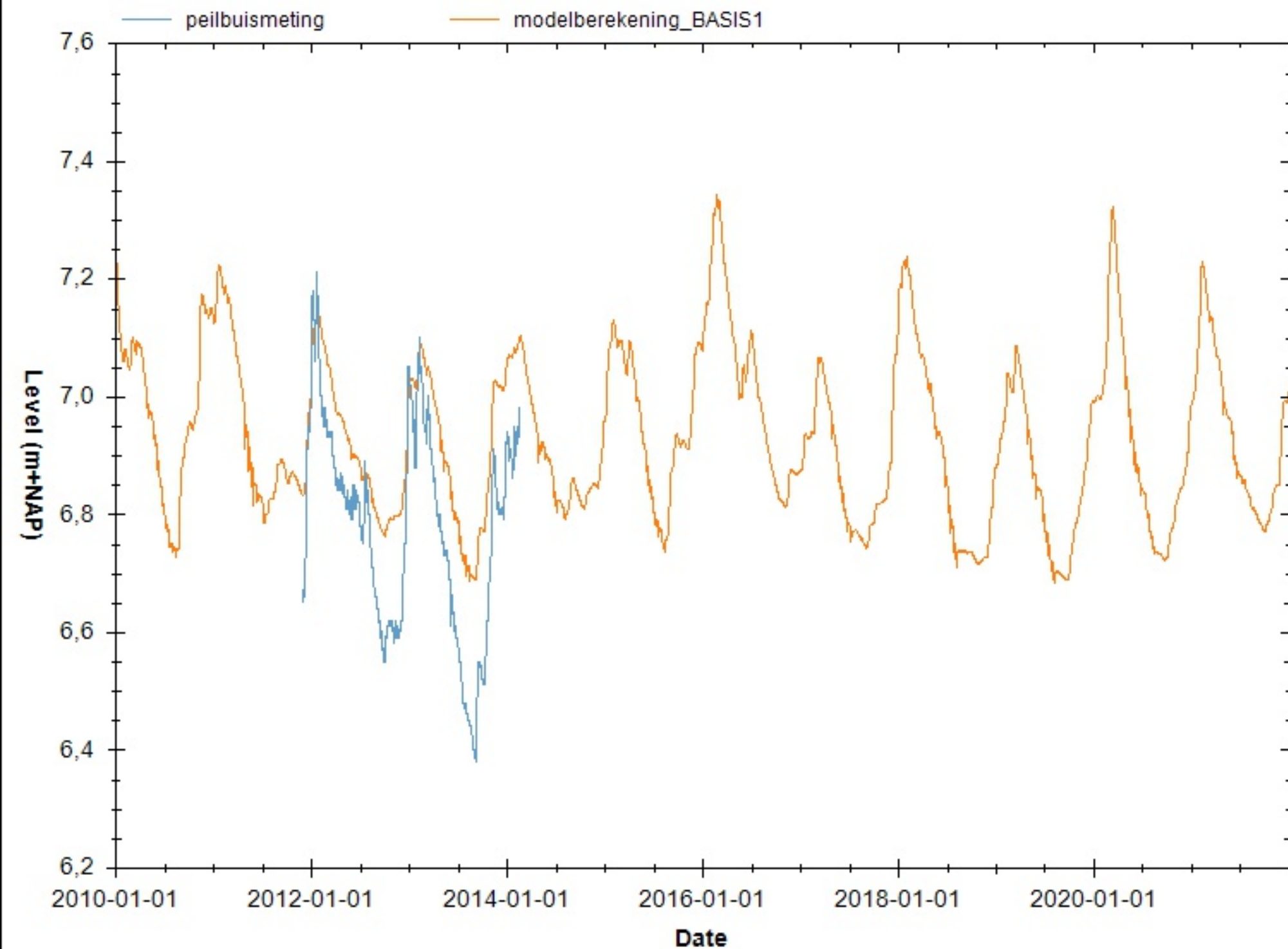
tijdreeksen_DINO\B46A1775_2



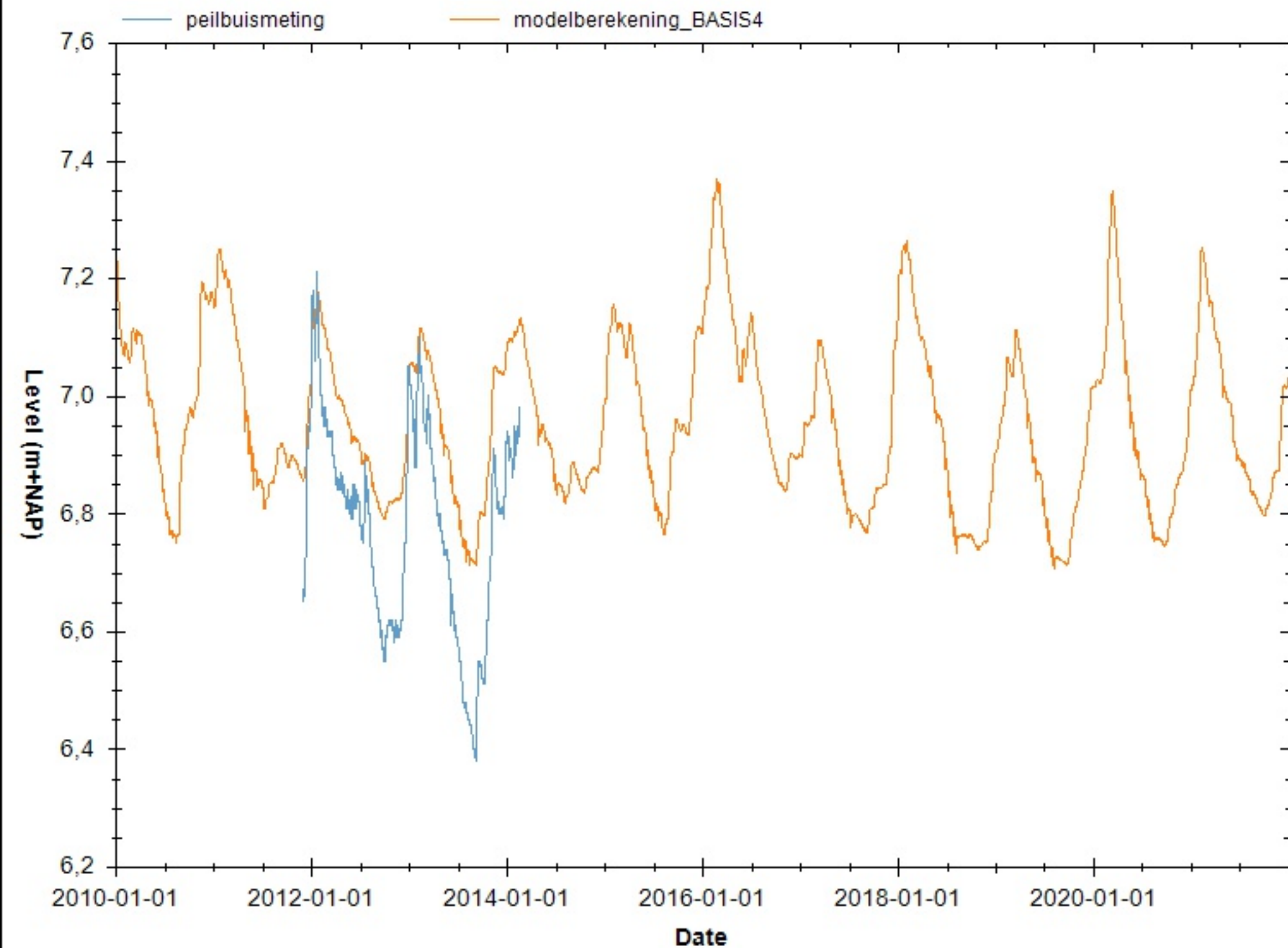
tijdreeksen_DINO\B46A1775_2



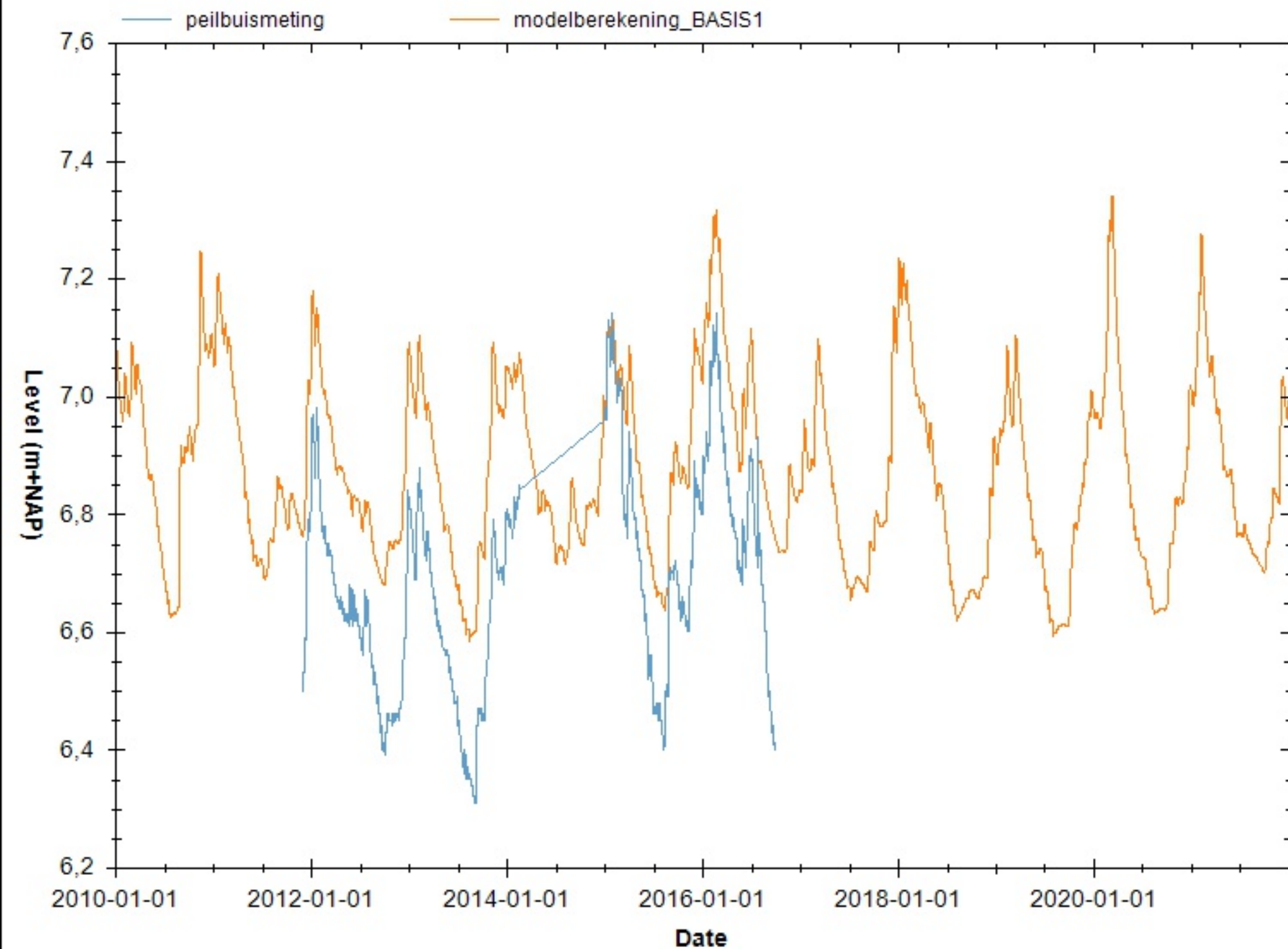
tijdreeksen_DINO\B46A1776_1



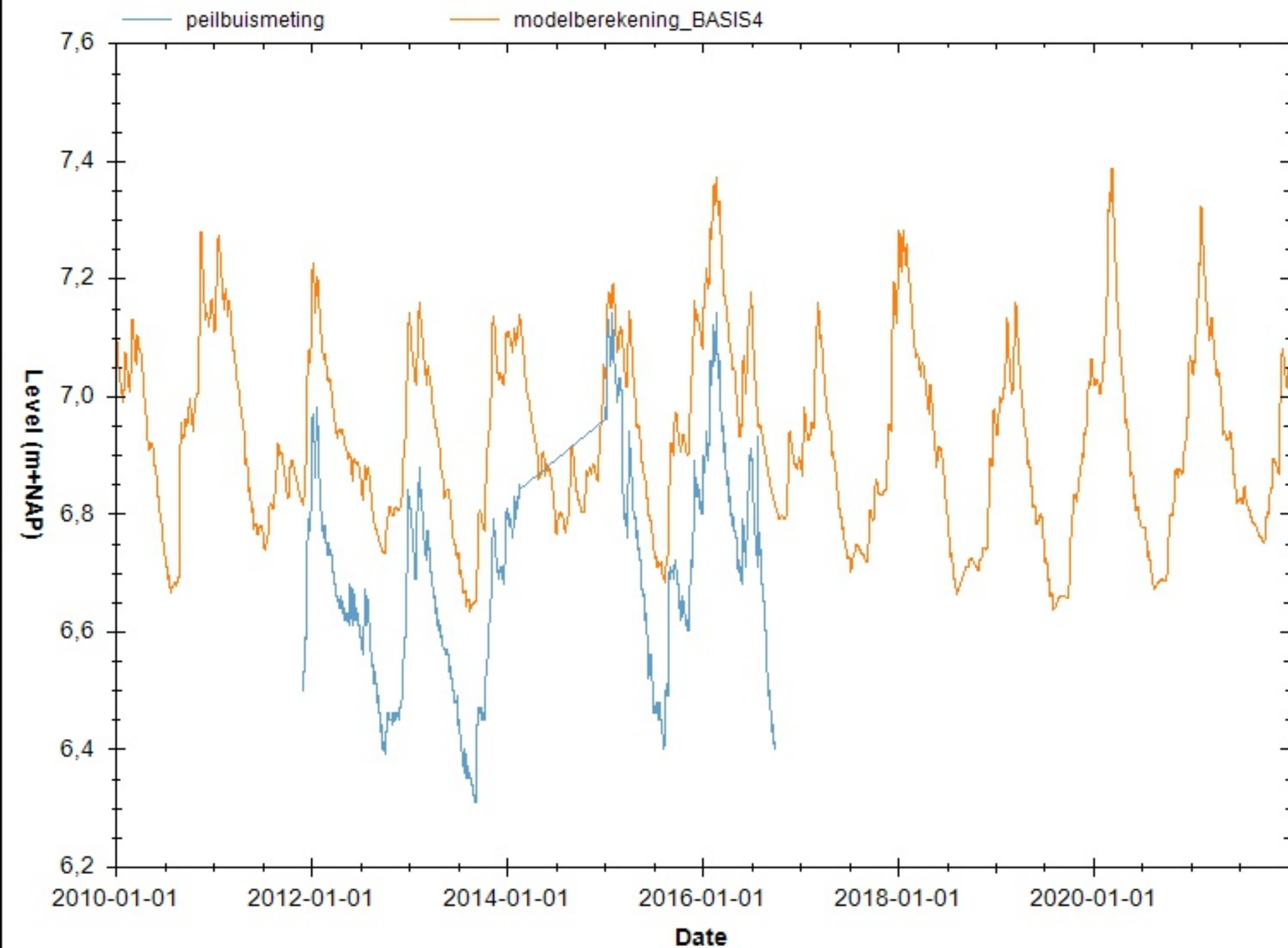
tijdreeksen_DINO\B46A1776_1

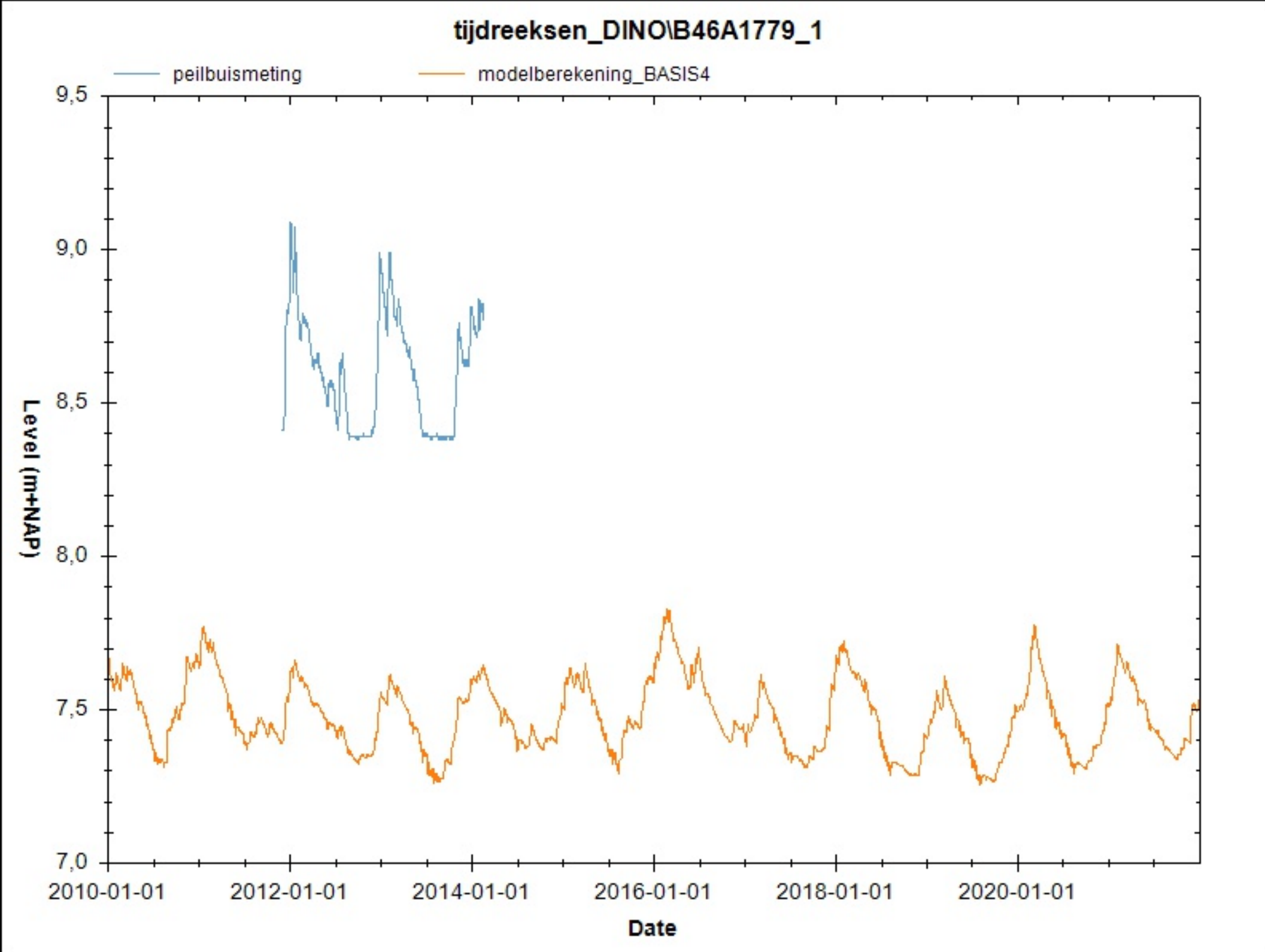
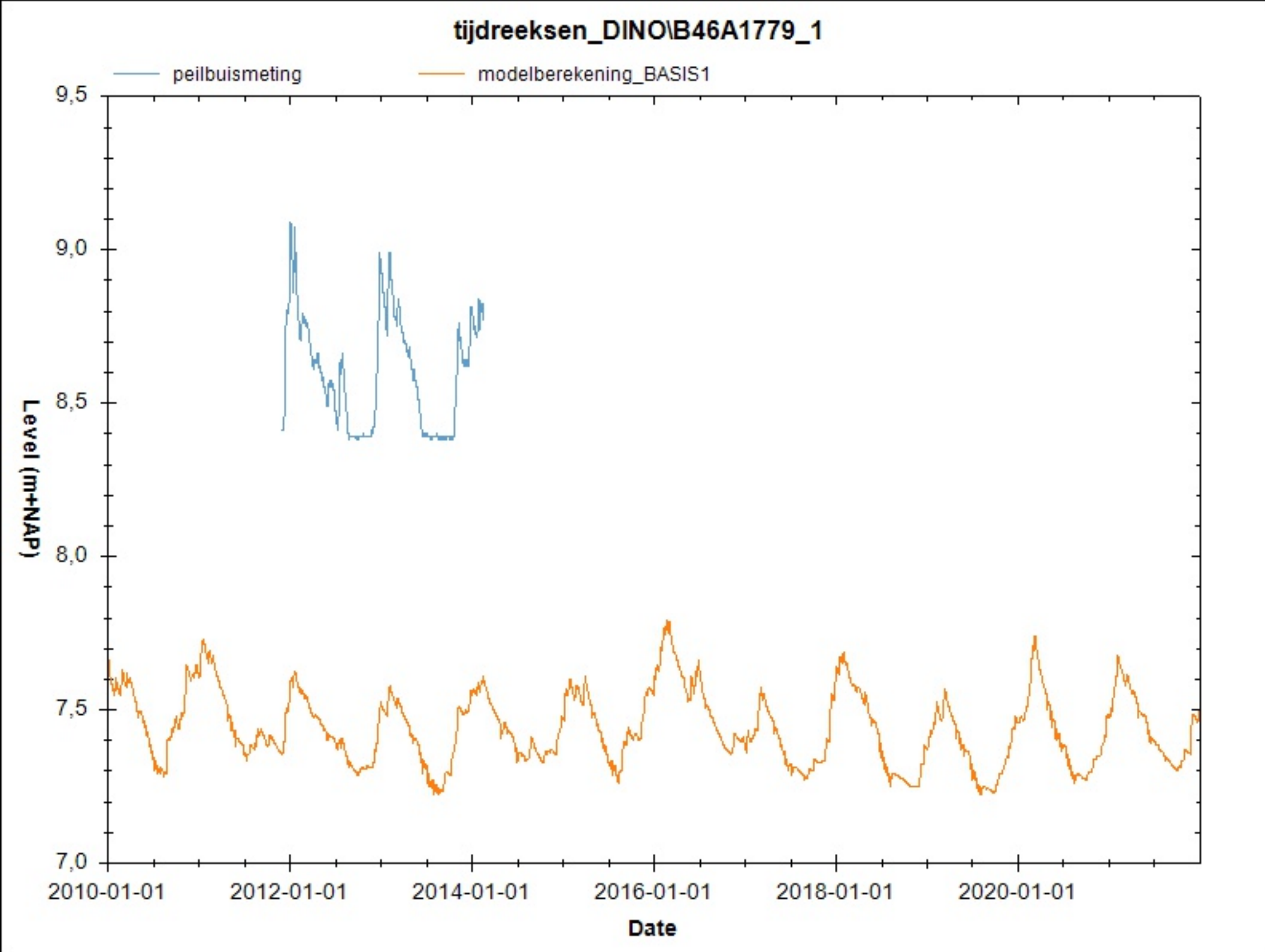


tijdreeksen_DINO\B46A1778_1

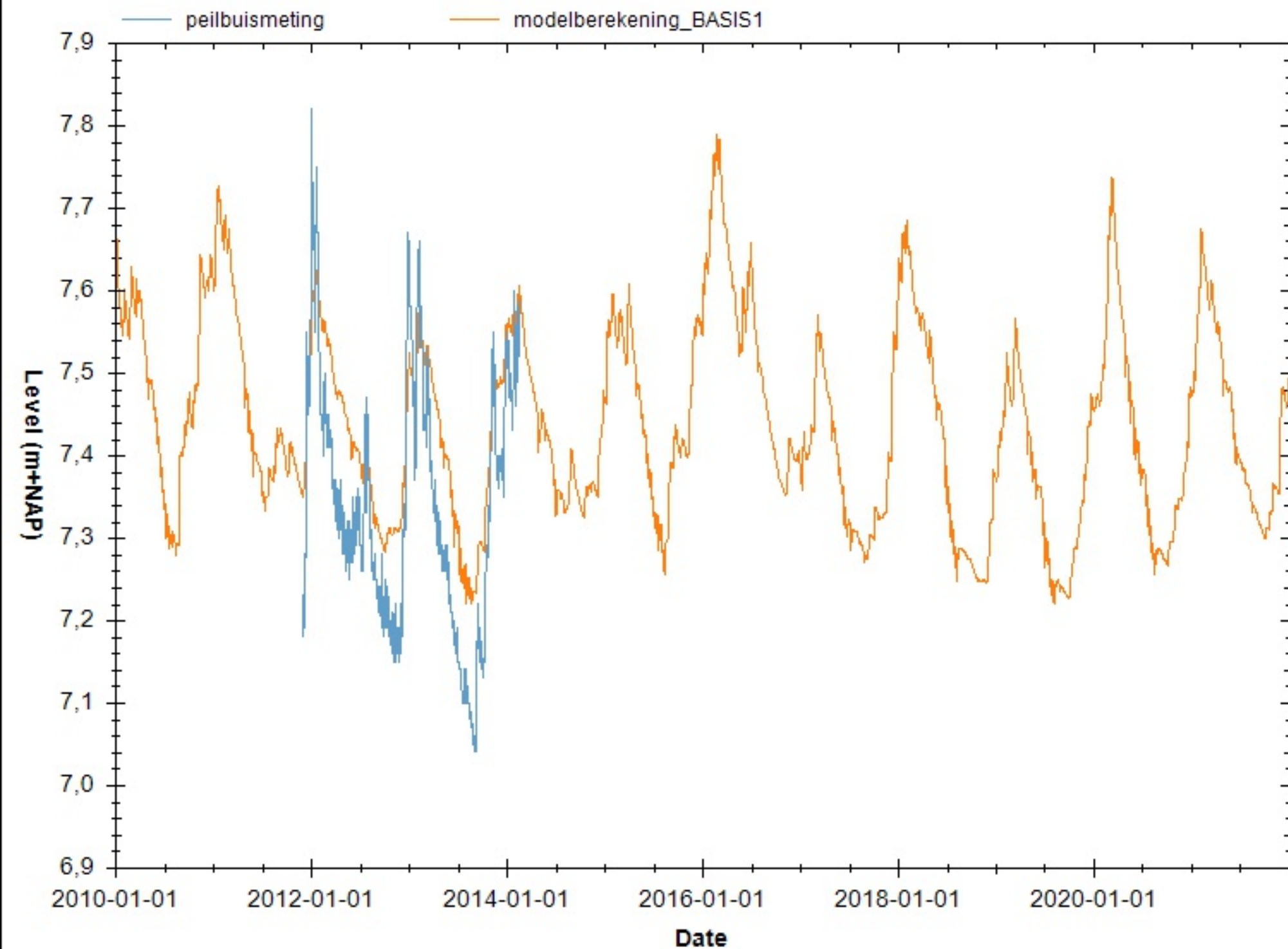


tijdreeksen_DINO\B46A1778_1

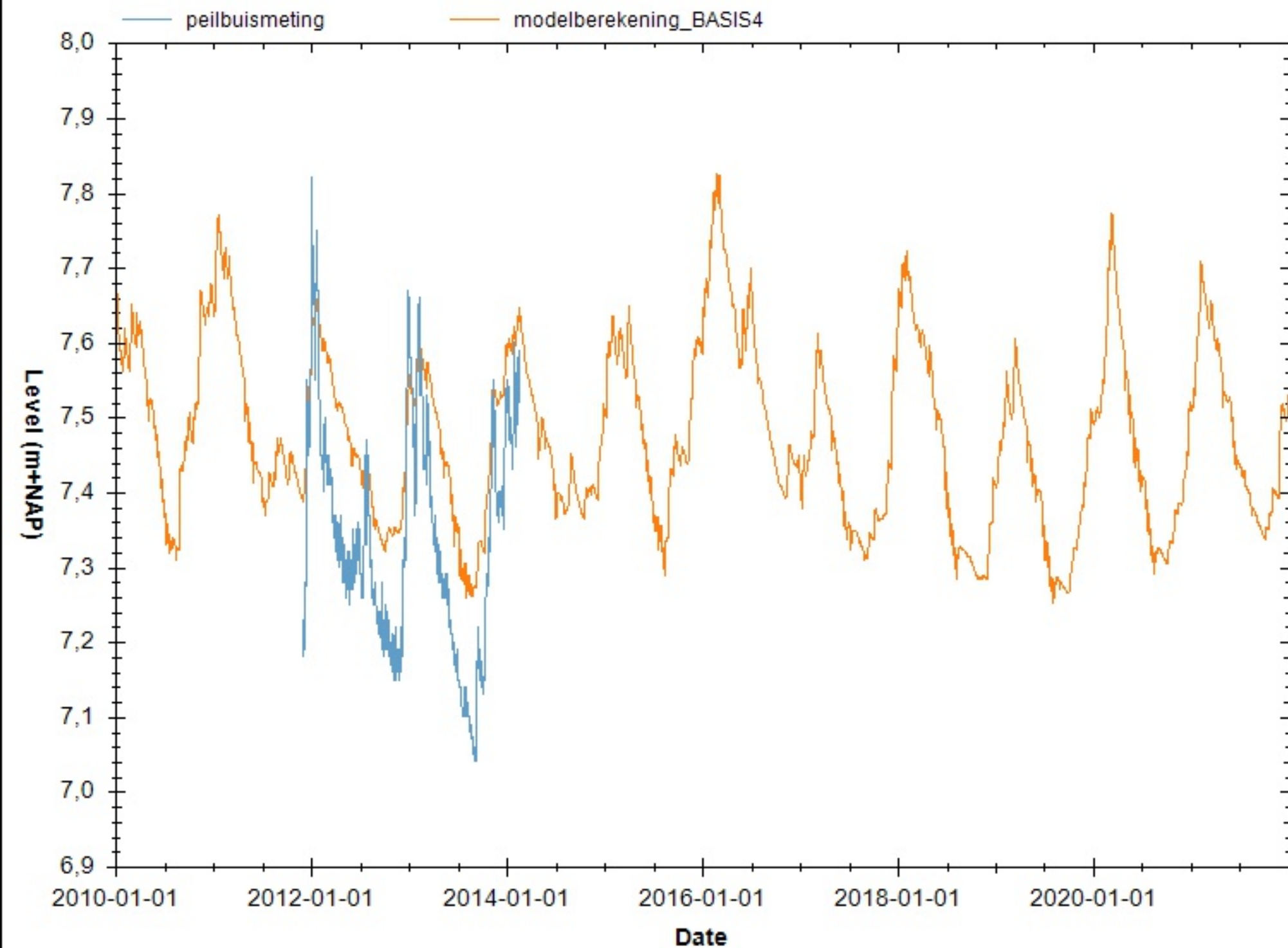




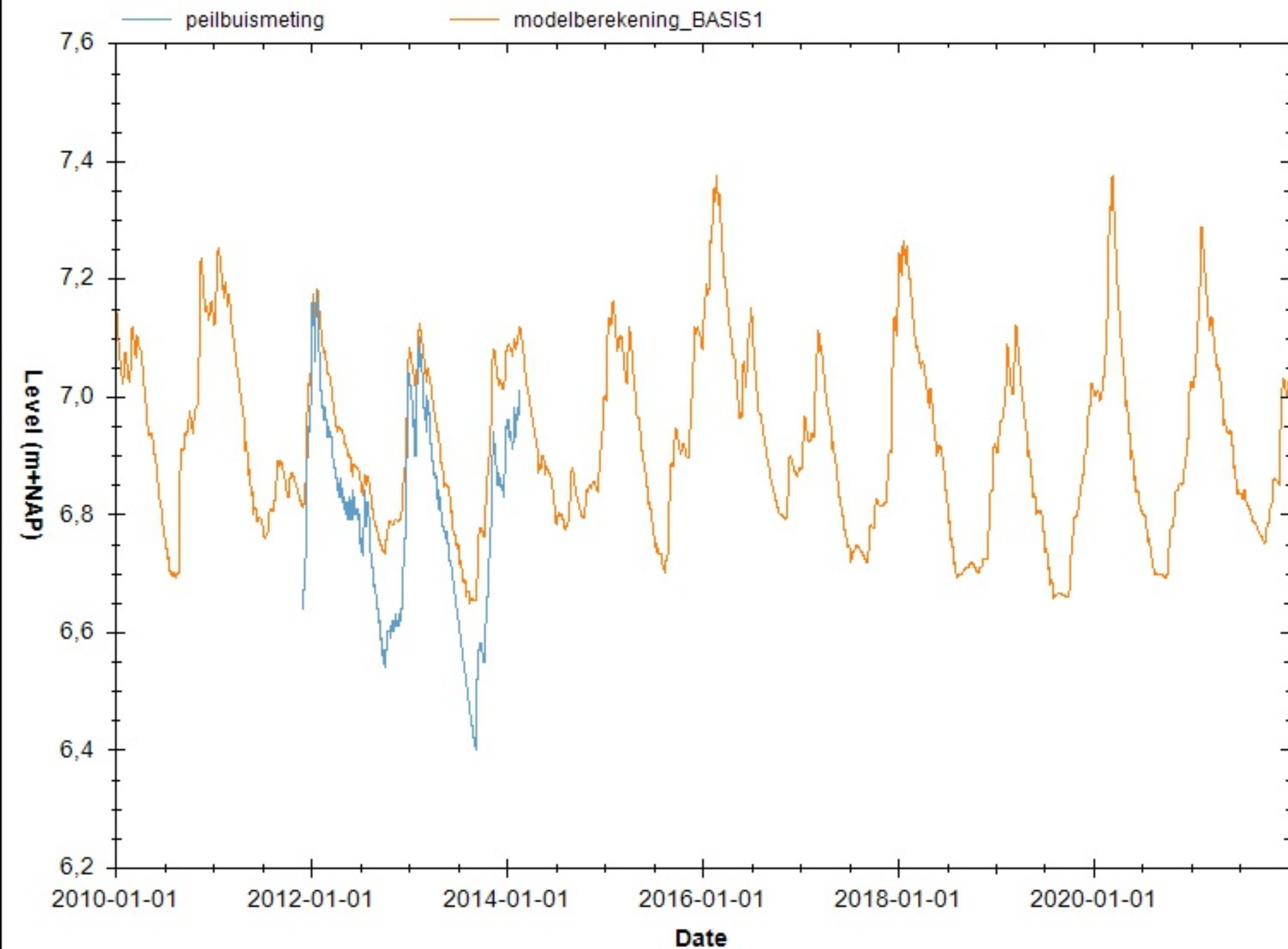
tijdreeksen_DINO\B46A1779_2



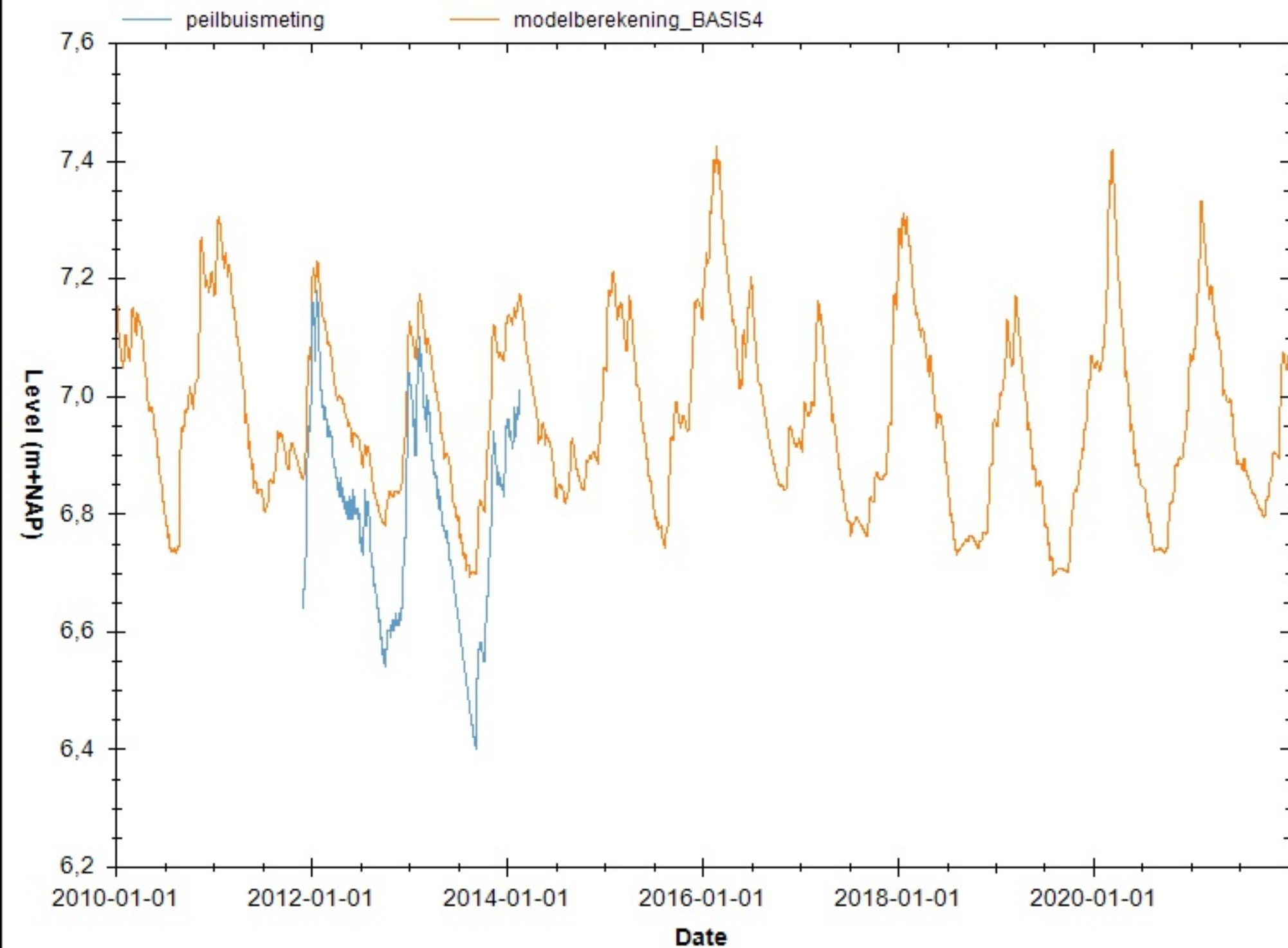
tijdreeksen_DINO\B46A1779_2



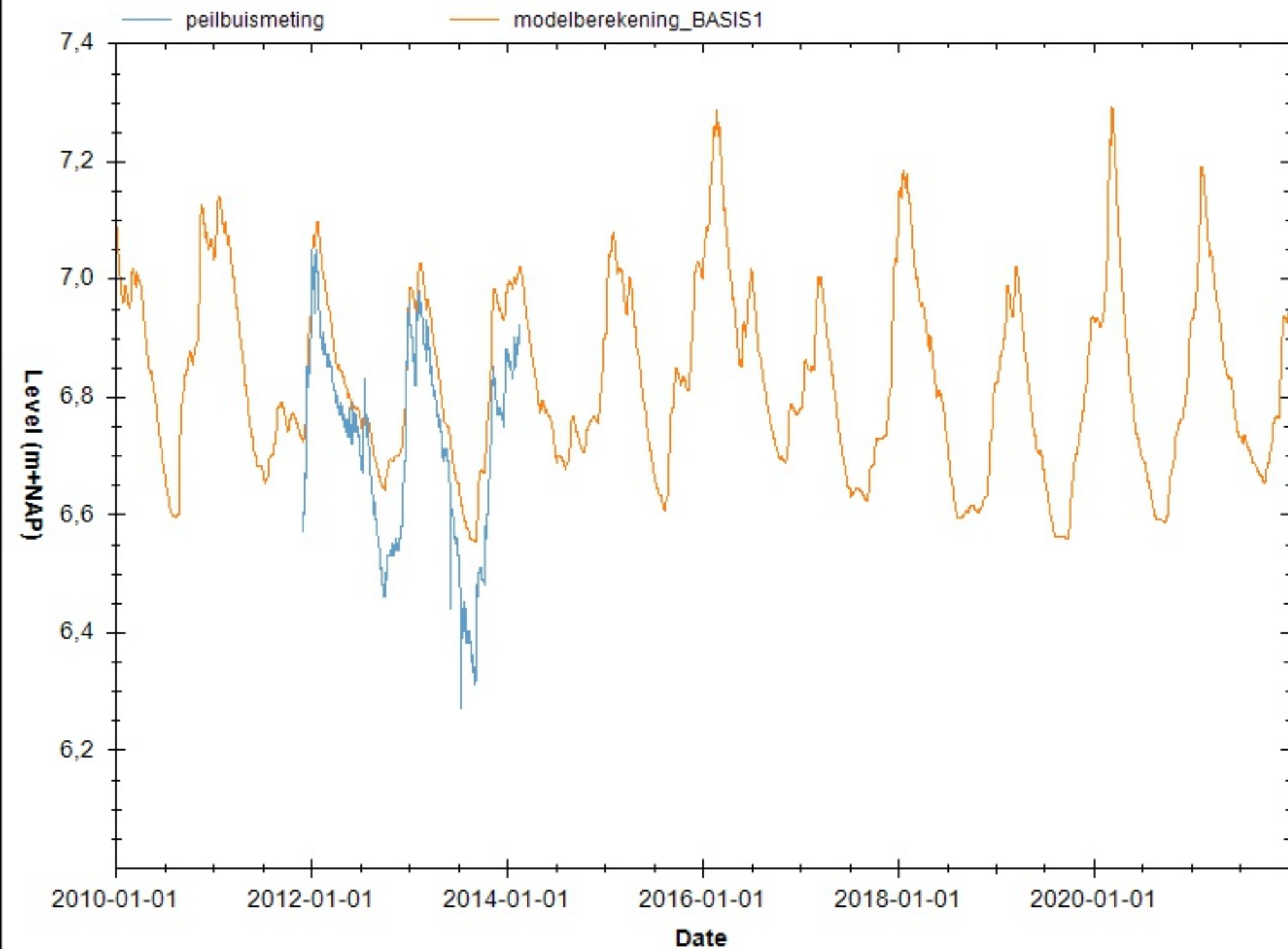
tijdreeksen_DINO\B46A1780_2



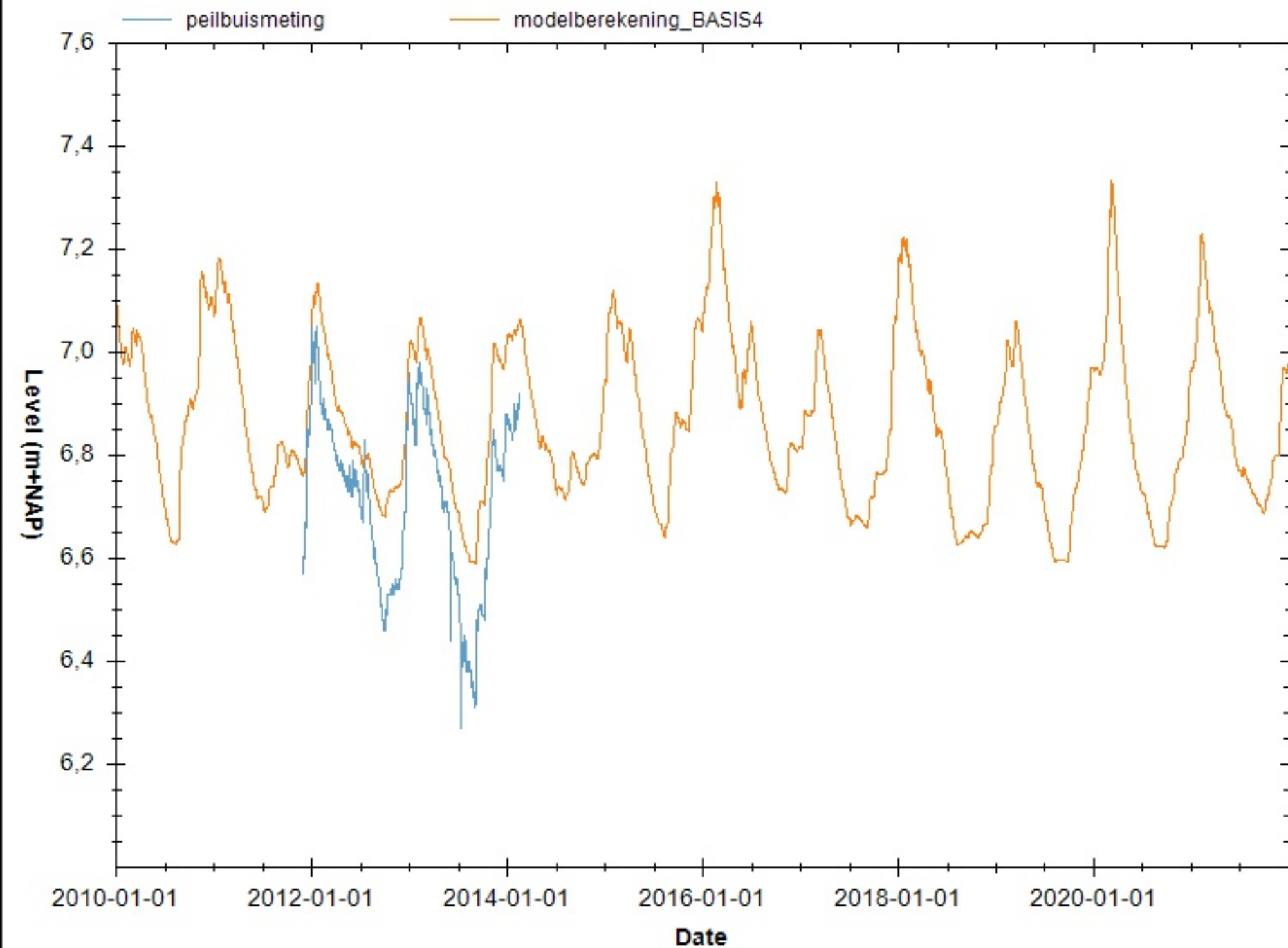
tijdreeksen_DINO\B46A1780_2



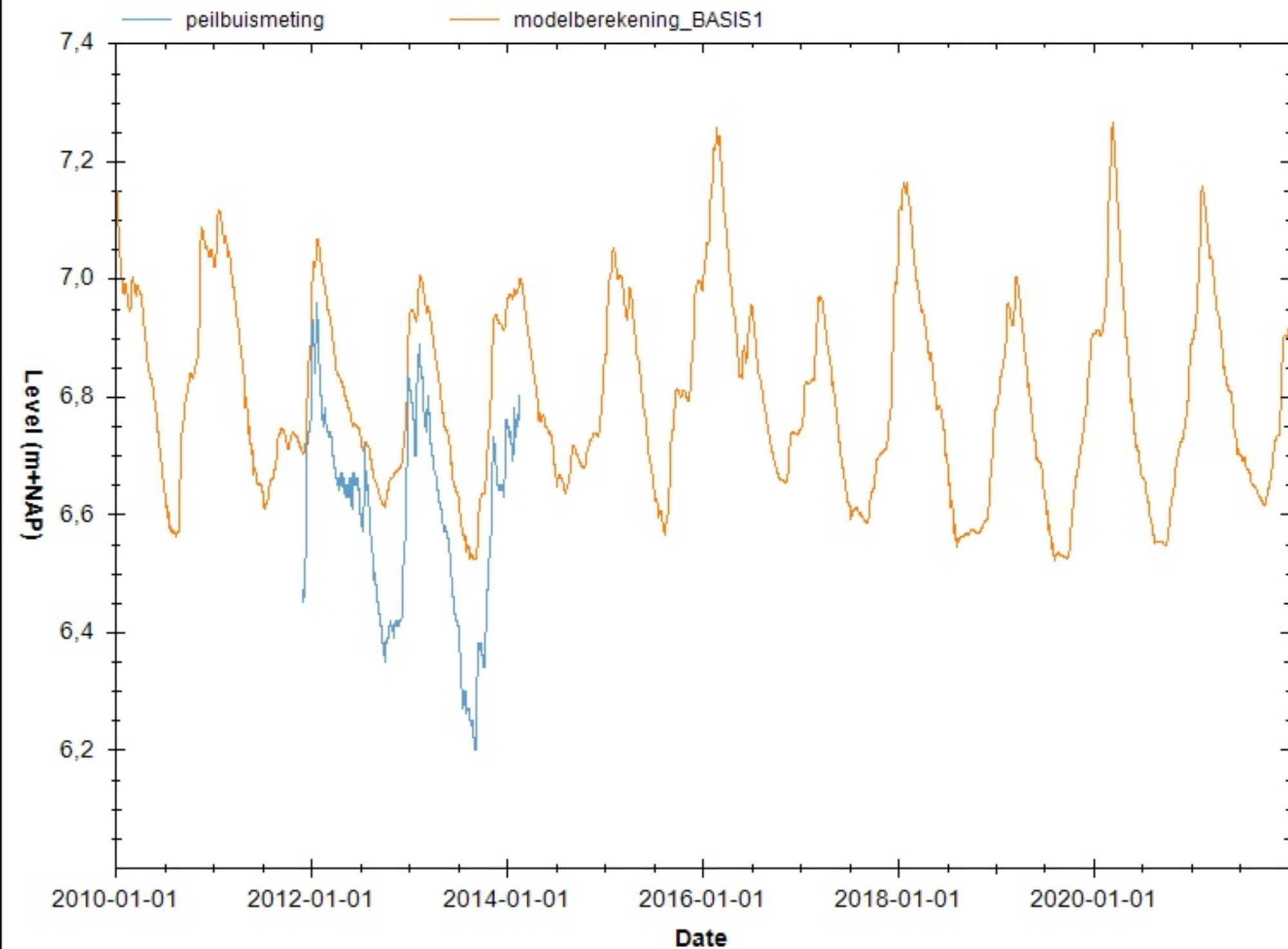
tijdreeksen_DINO\B46A1782_1



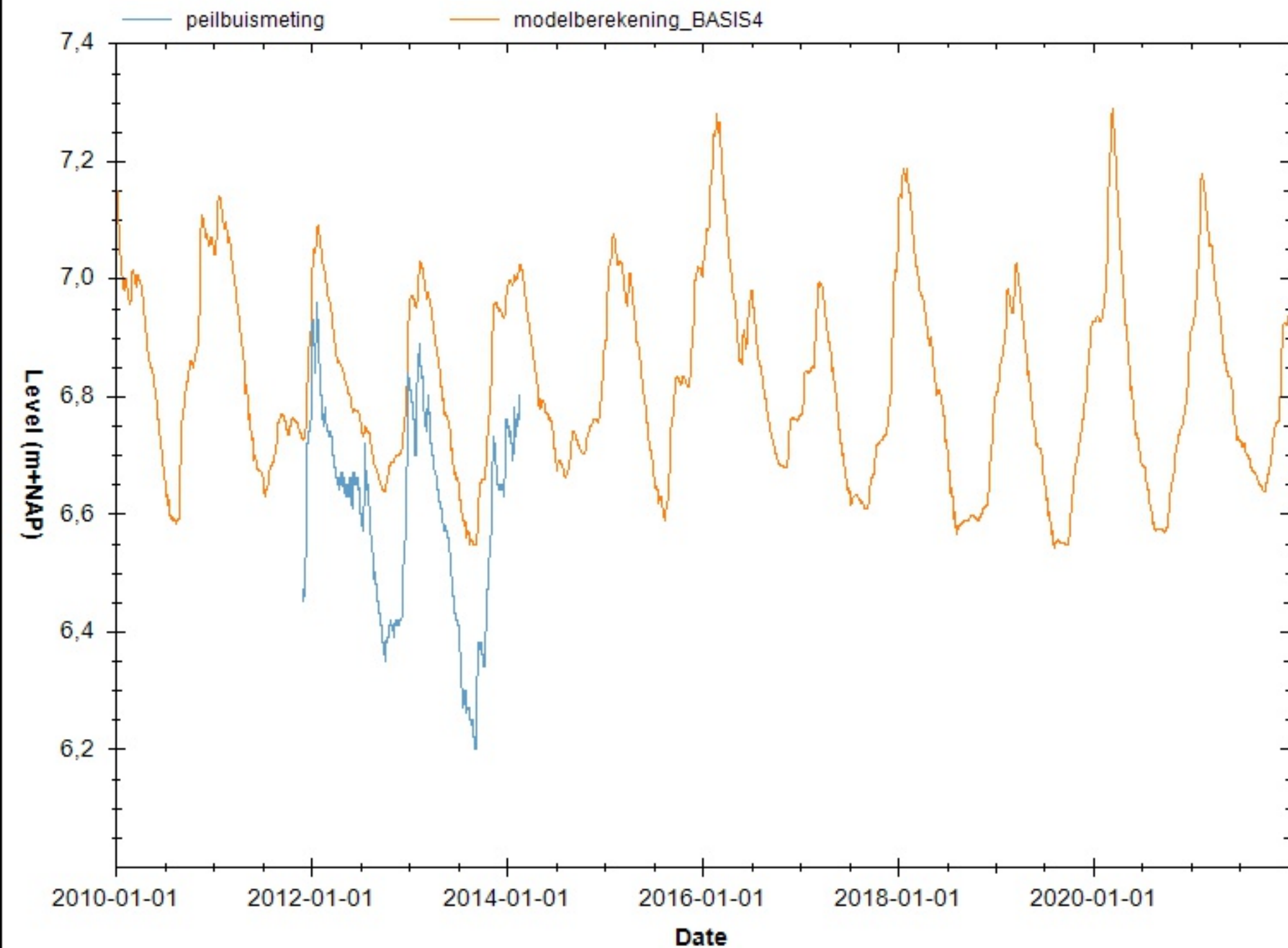
tijdreeksen_DINO\B46A1782_1



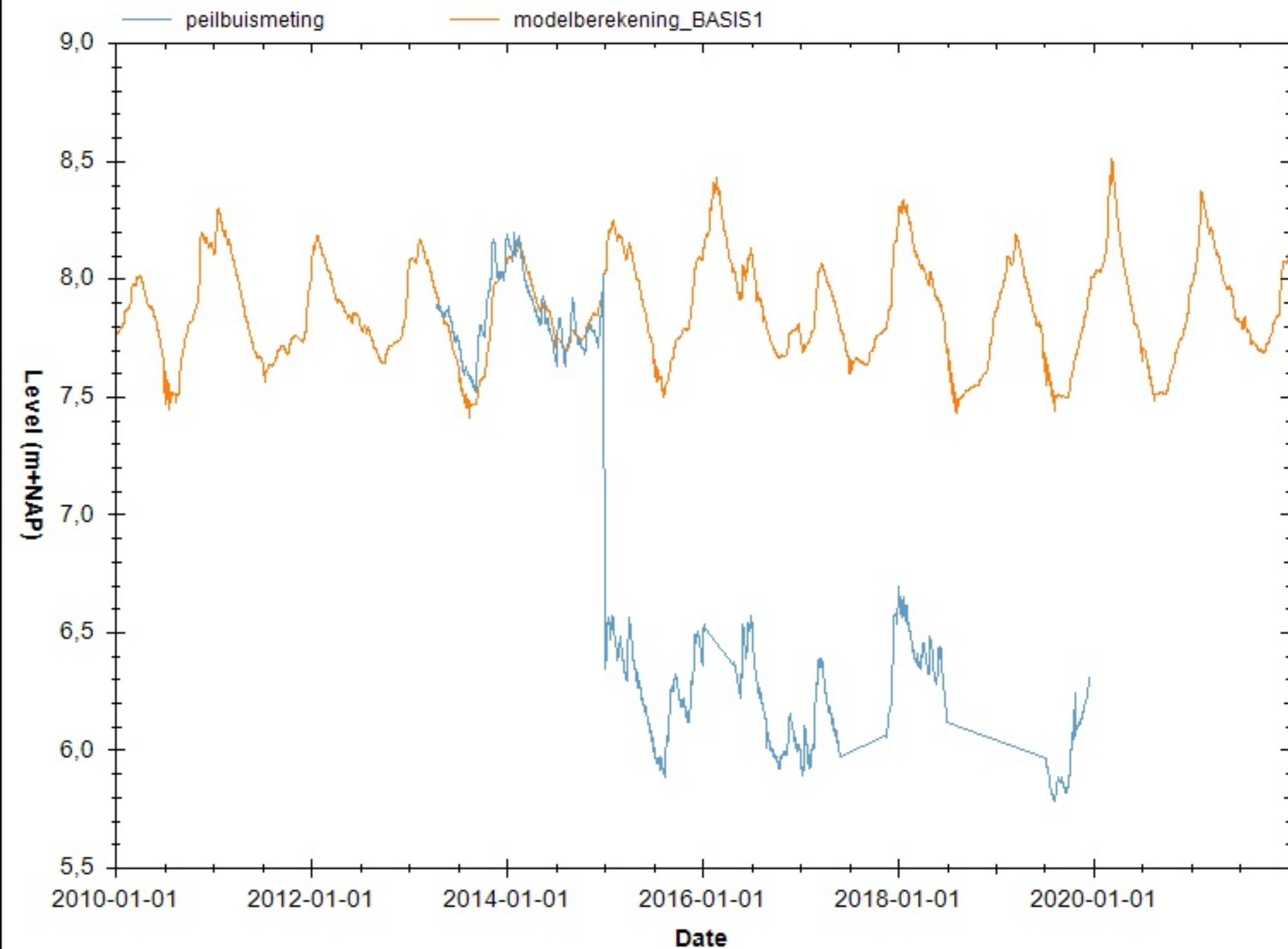
tijdreeksen_DINO\B46A1783_1



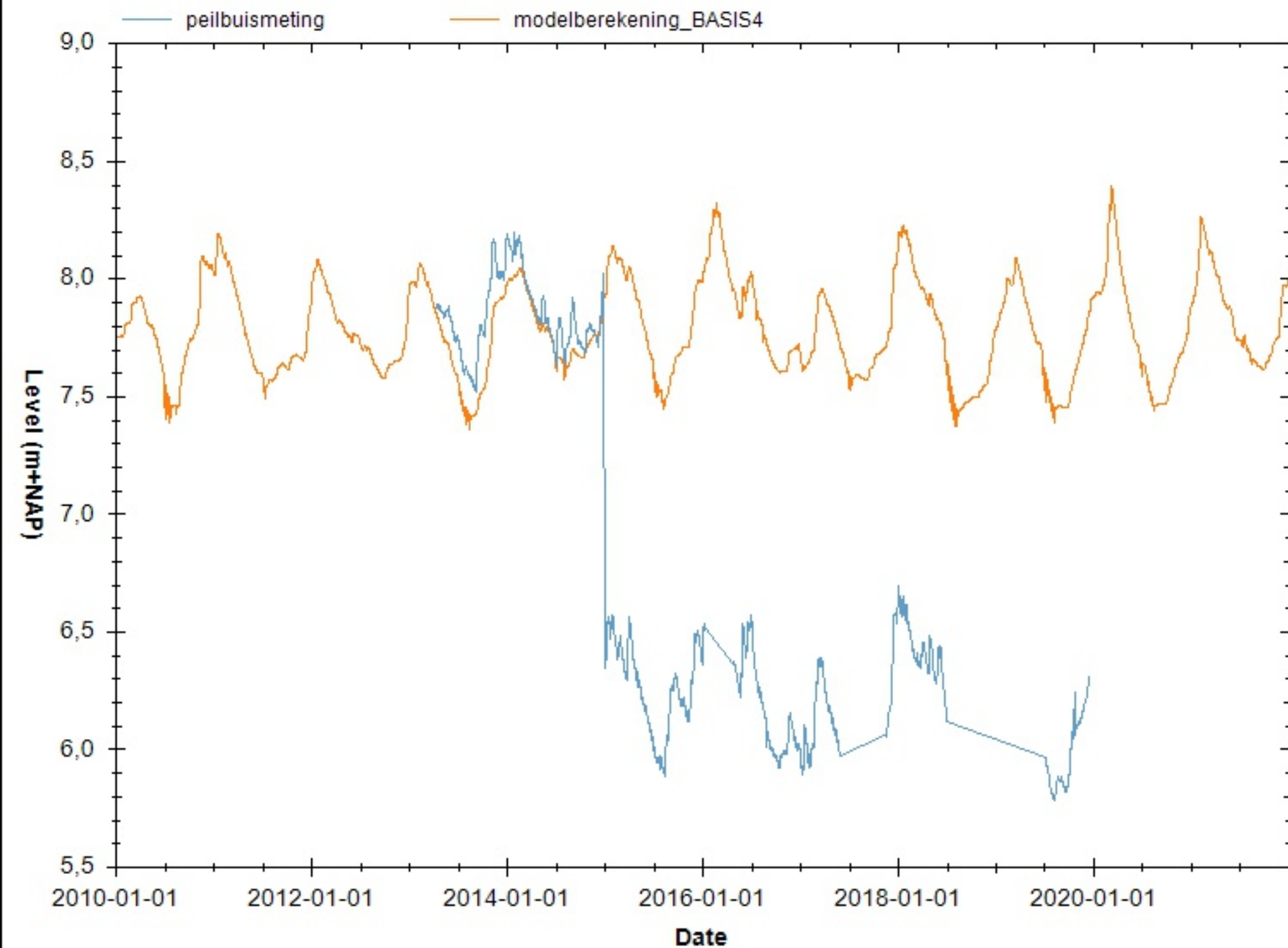
tijdreeksen_DINO\B46A1783_1



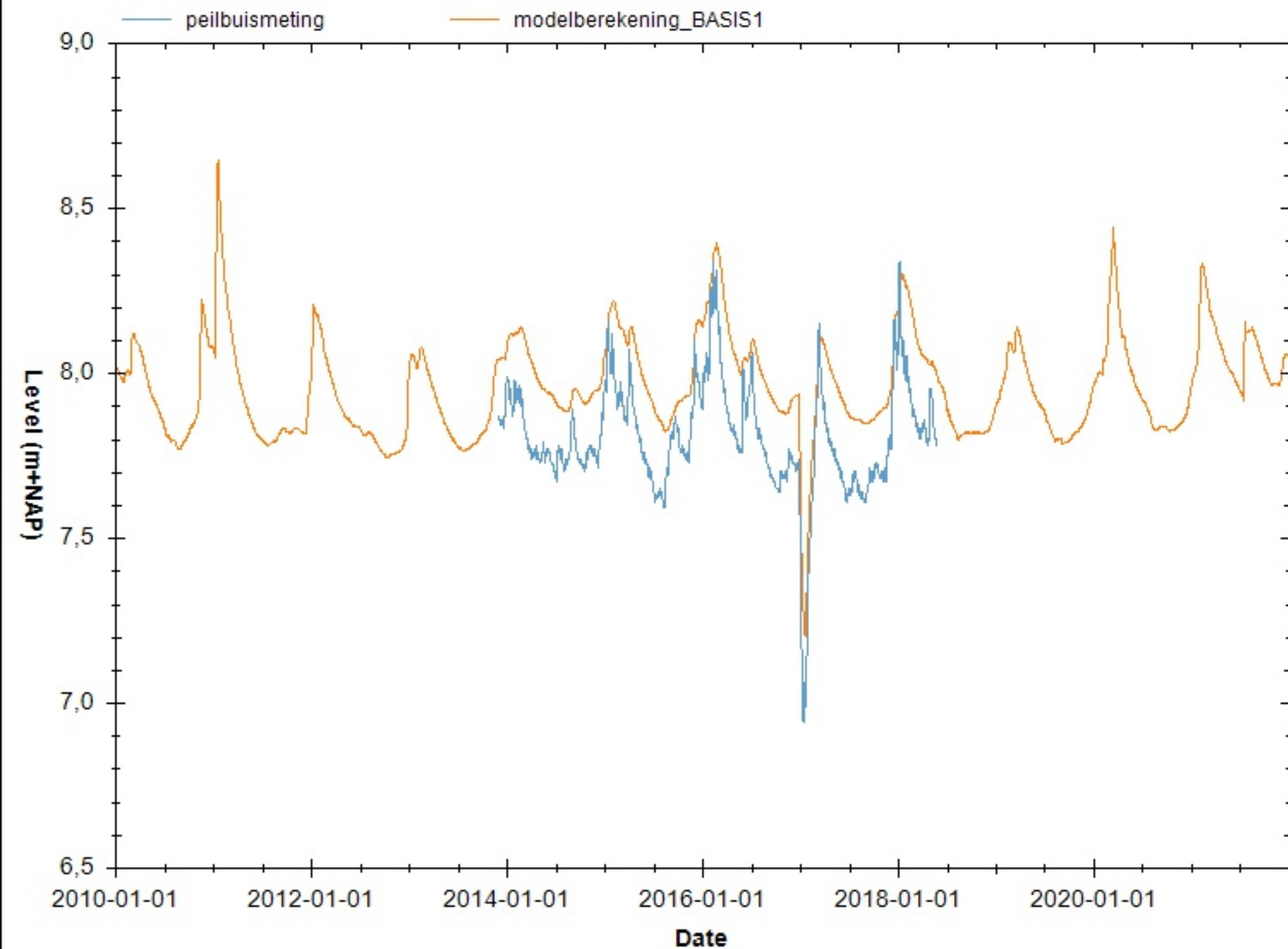
tijdreeksen_DINO\B46A1785_1



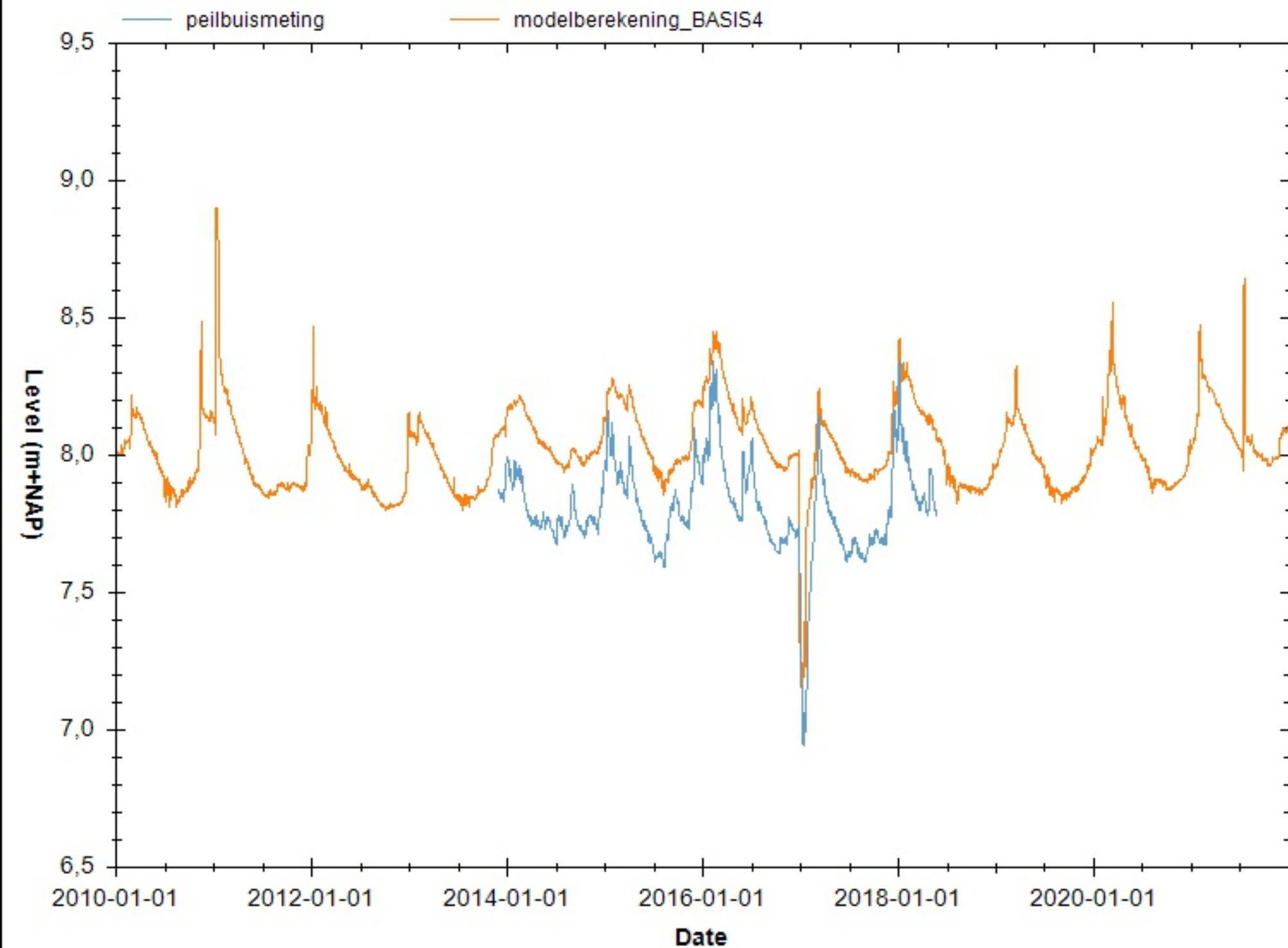
tijdreeksen_DINO\B46A1785_1



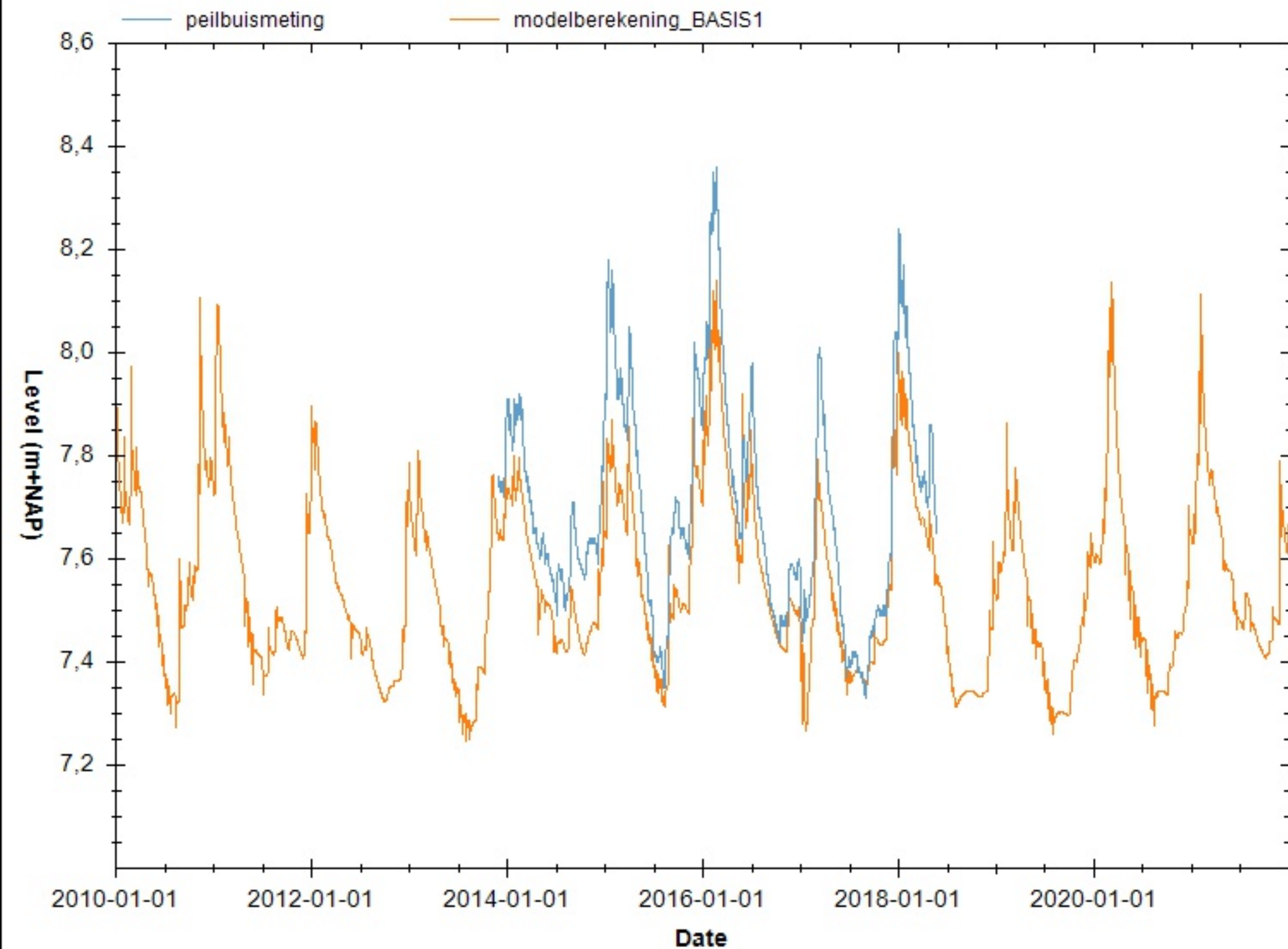
tijdreeksen_DINO\B46A1786_1



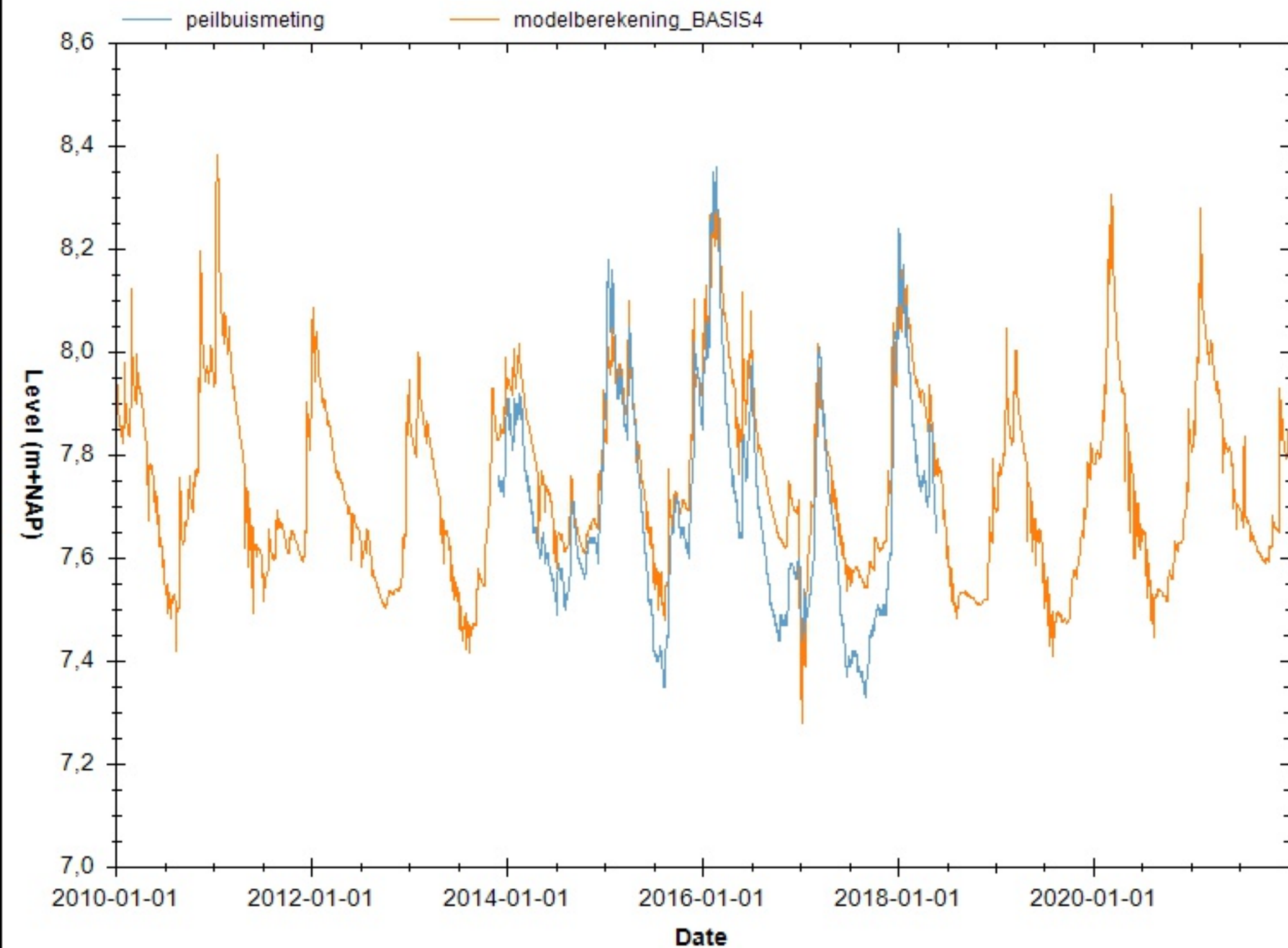
tijdreeksen_DINO\B46A1786_1



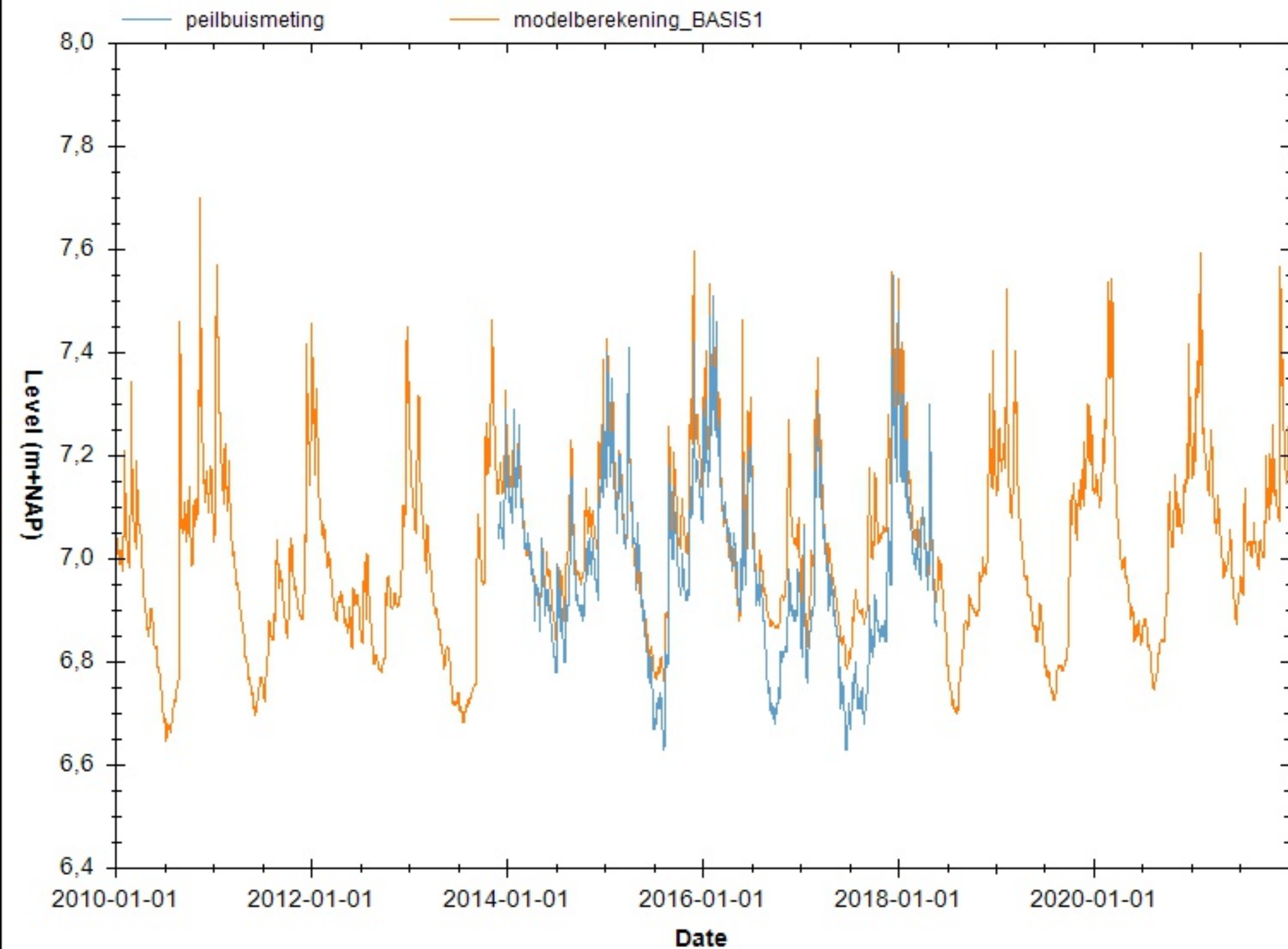
tijdreeksen_DINO\B46A1787_1



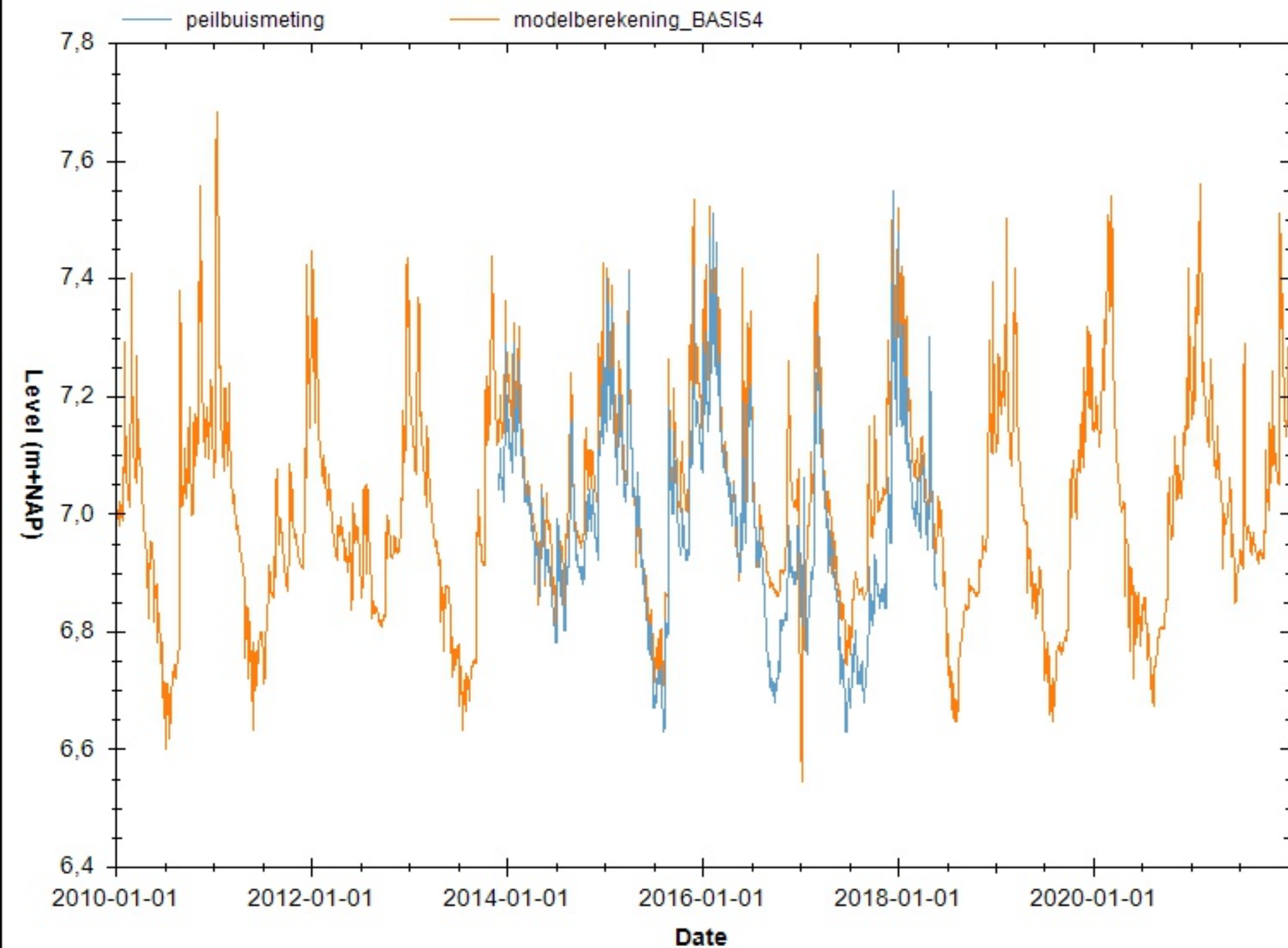
tijdreeksen_DINO\B46A1787_1



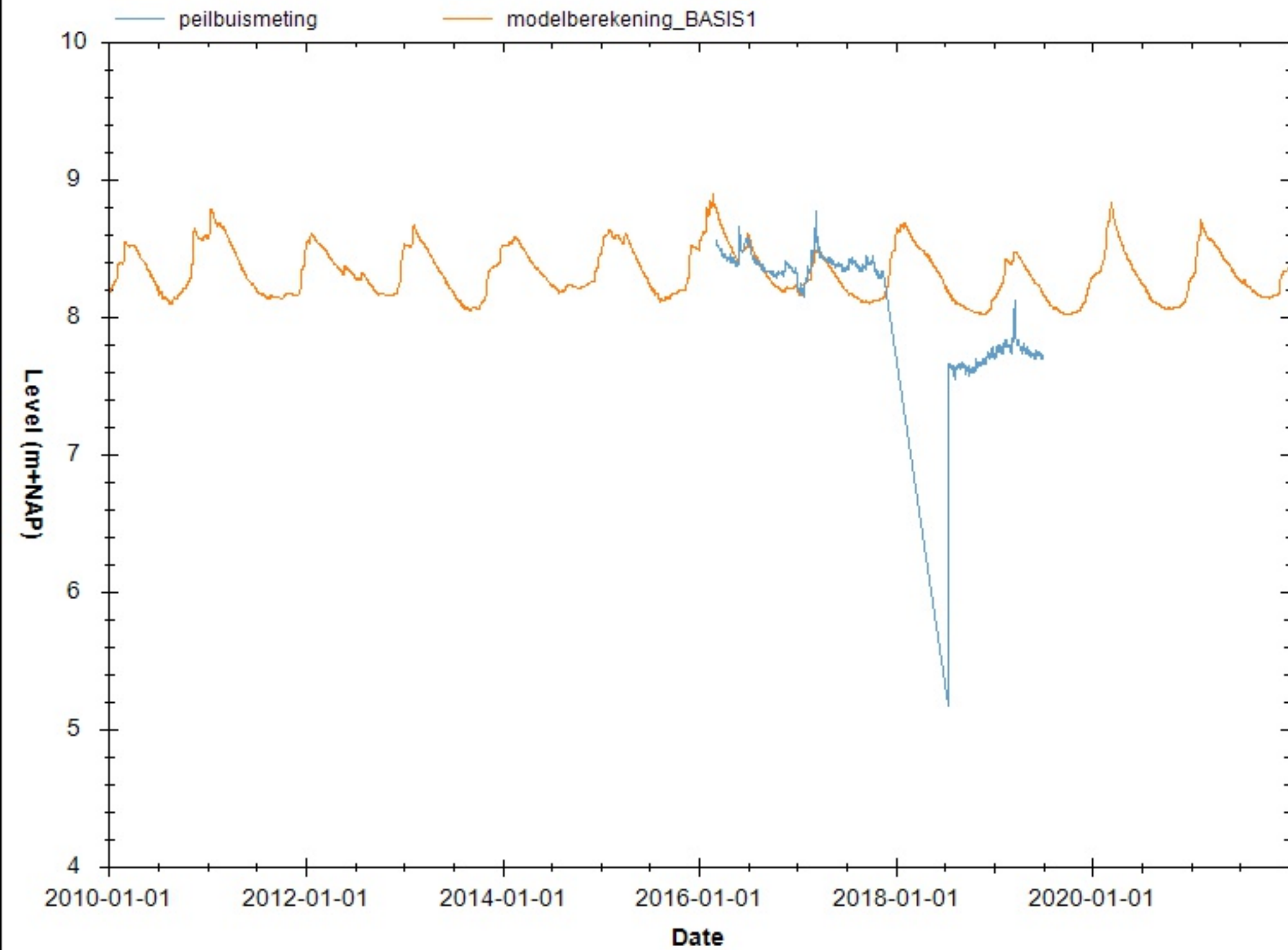
tijdreeksen_DINO\B46A1788_1



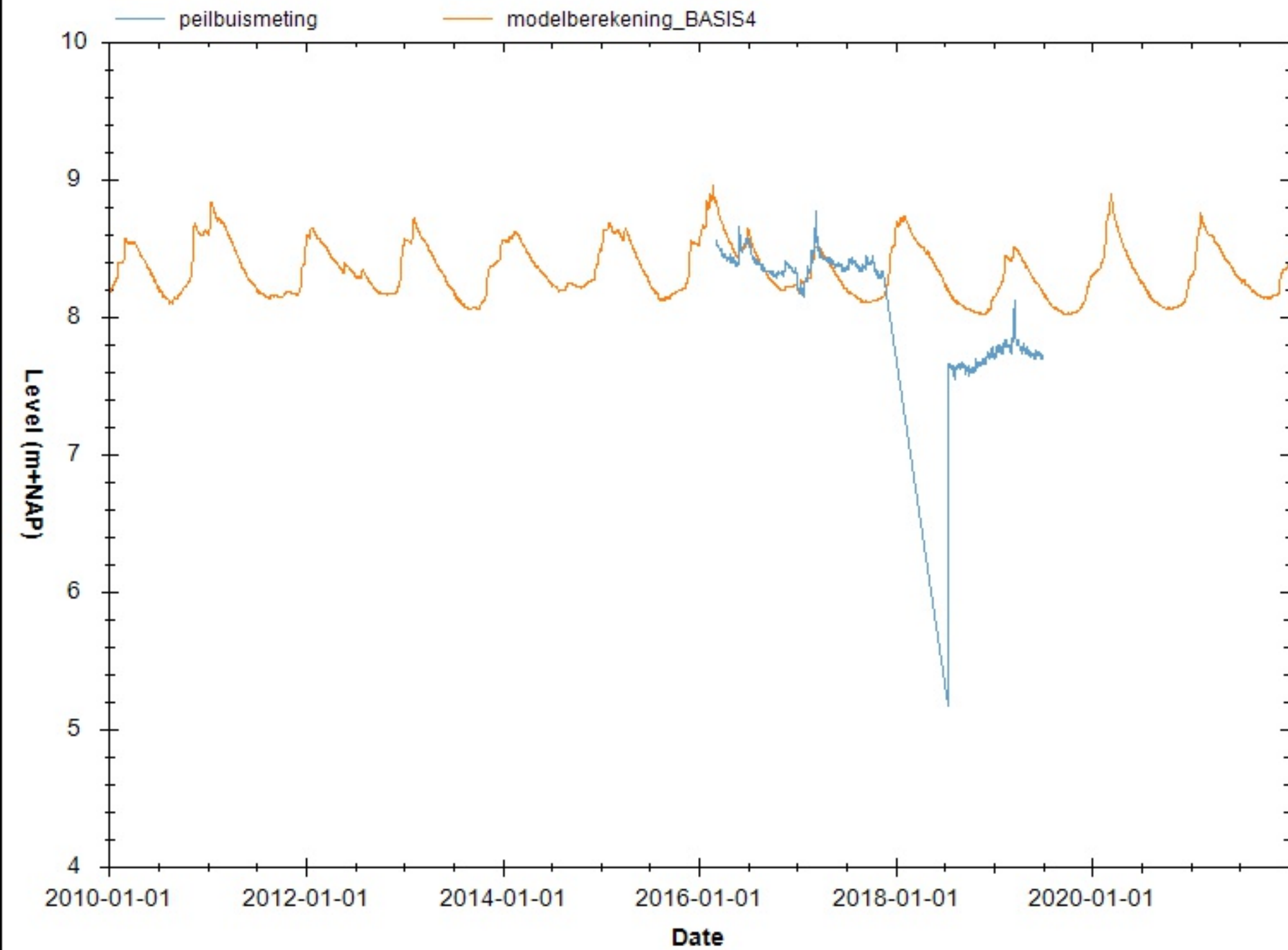
tijdreeksen_DINO\B46A1788_1



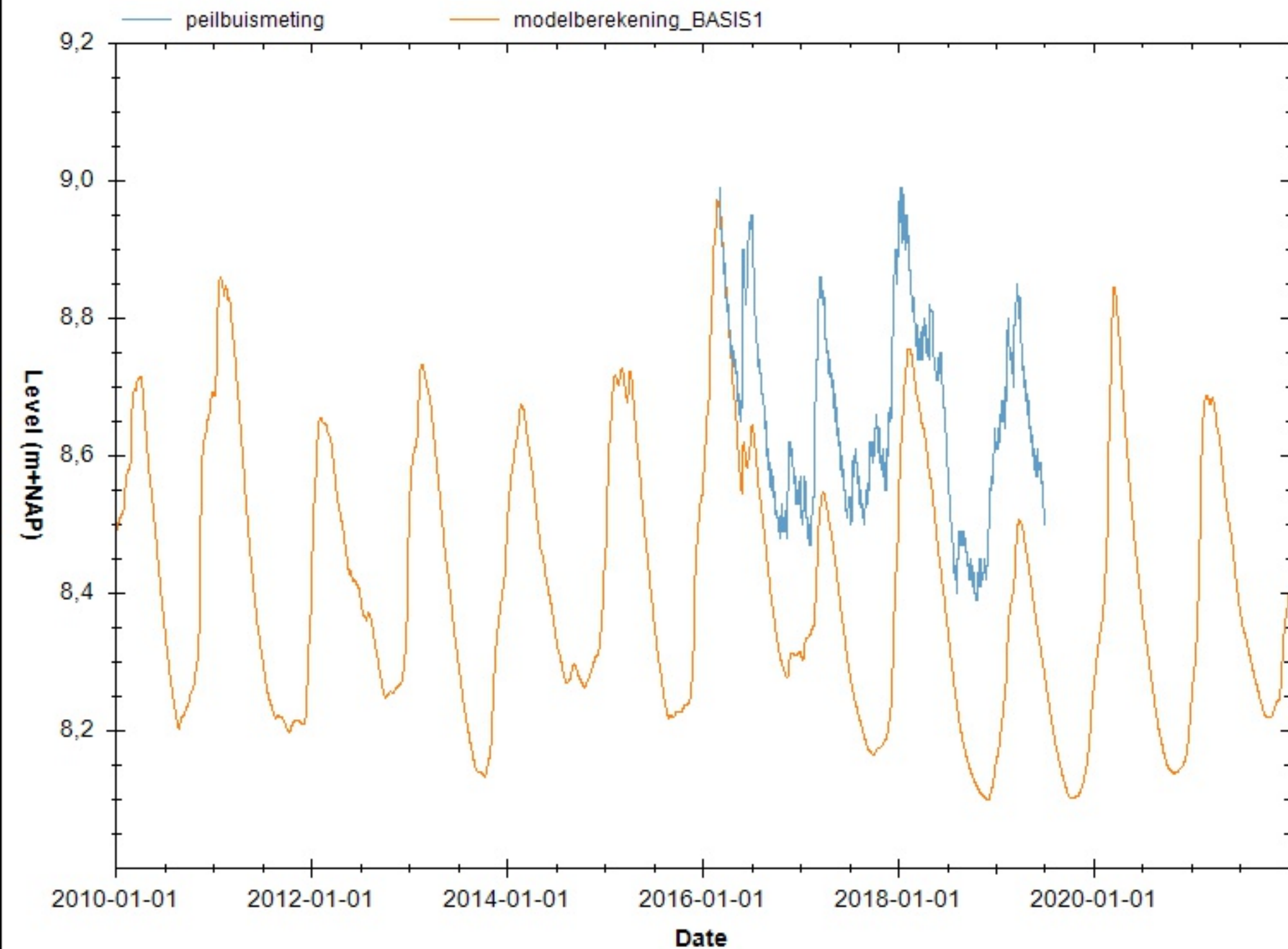
tijdreeksen_DINO\B46A2066_1



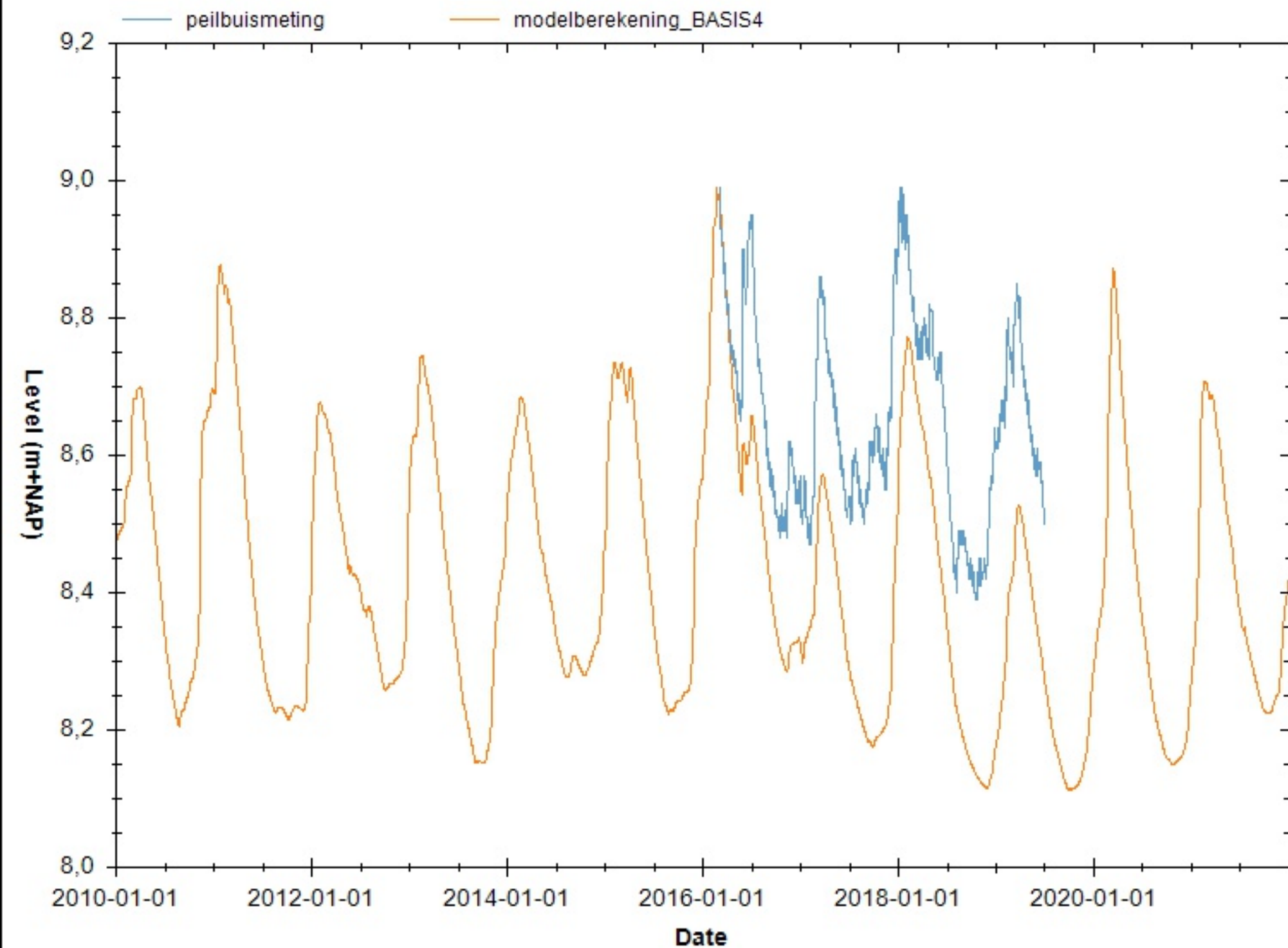
tijdreeksen_DINO\B46A2066_1



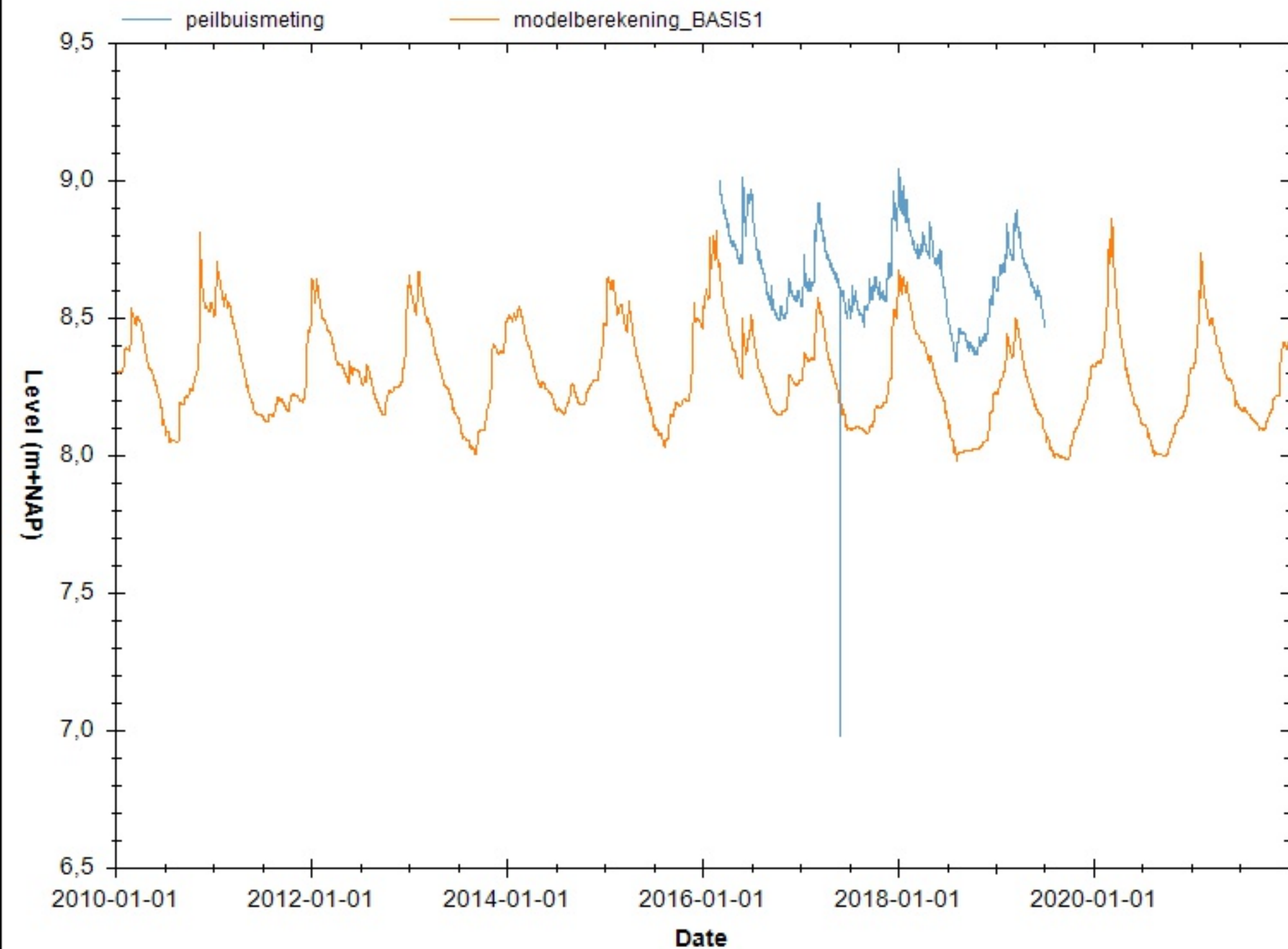
tijdreeksen_DINO\B46A2067_1



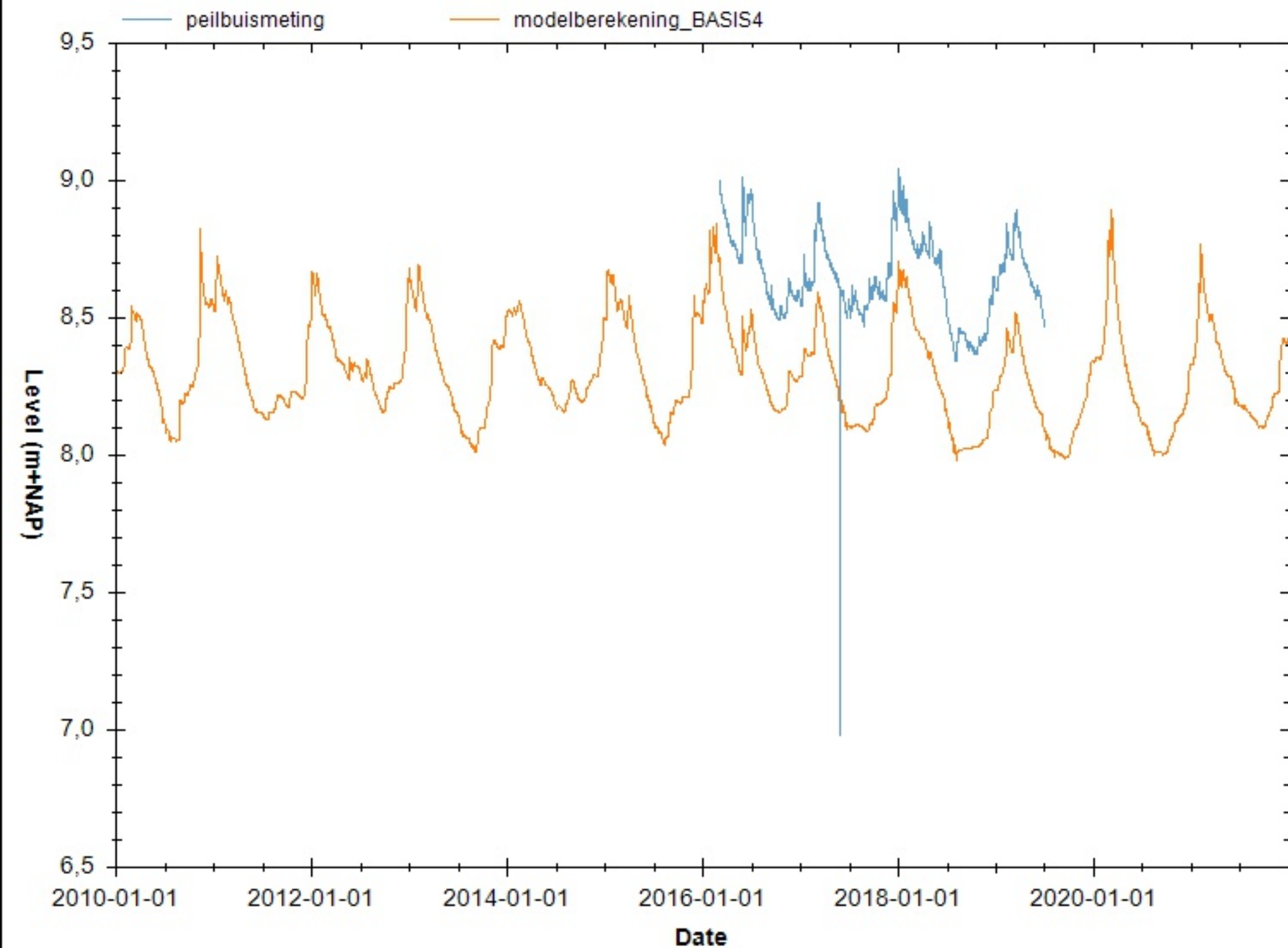
tijdreeksen_DINO\B46A2067_1



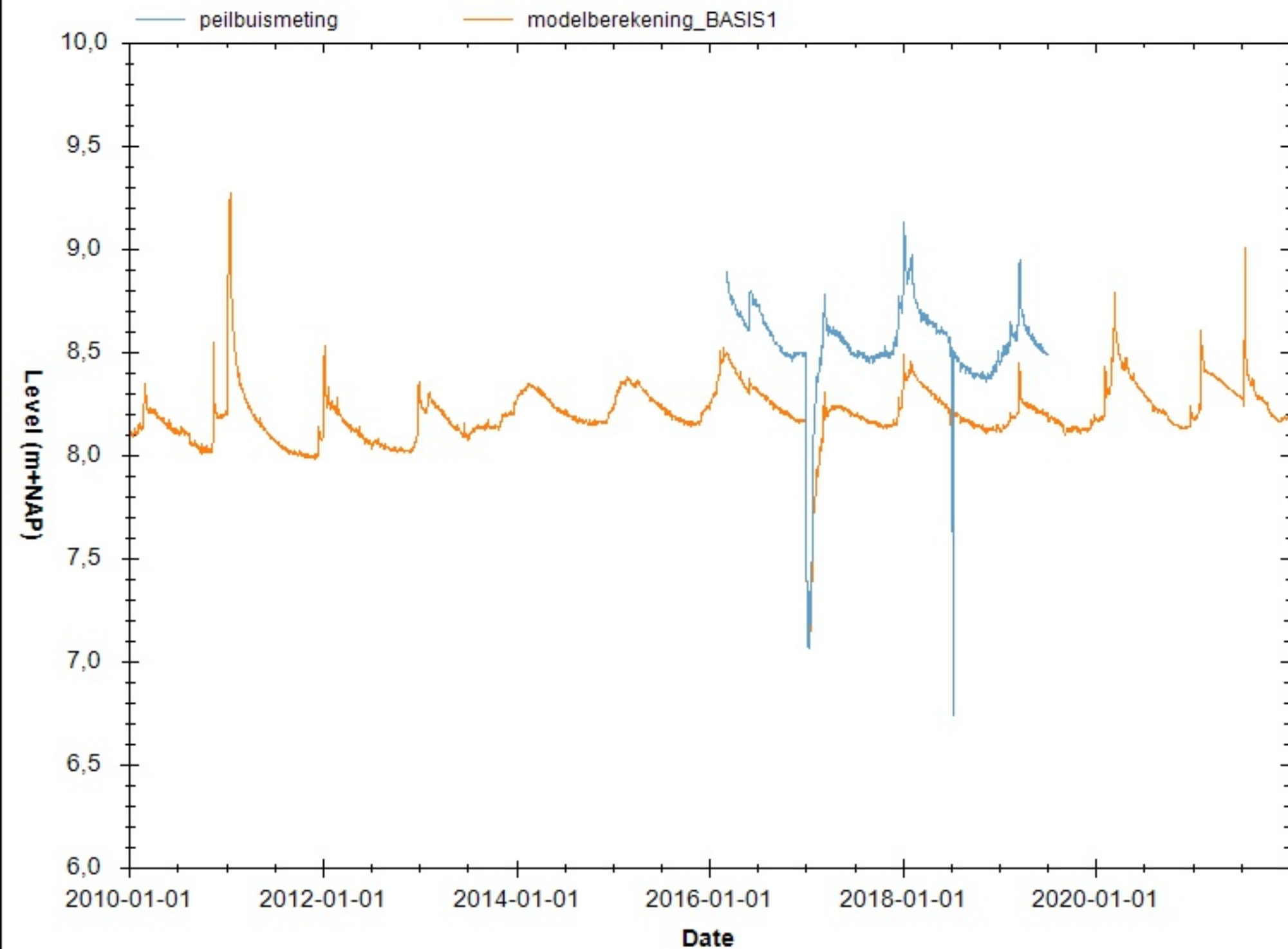
tijdreeksen_DINO\B46A2068_1



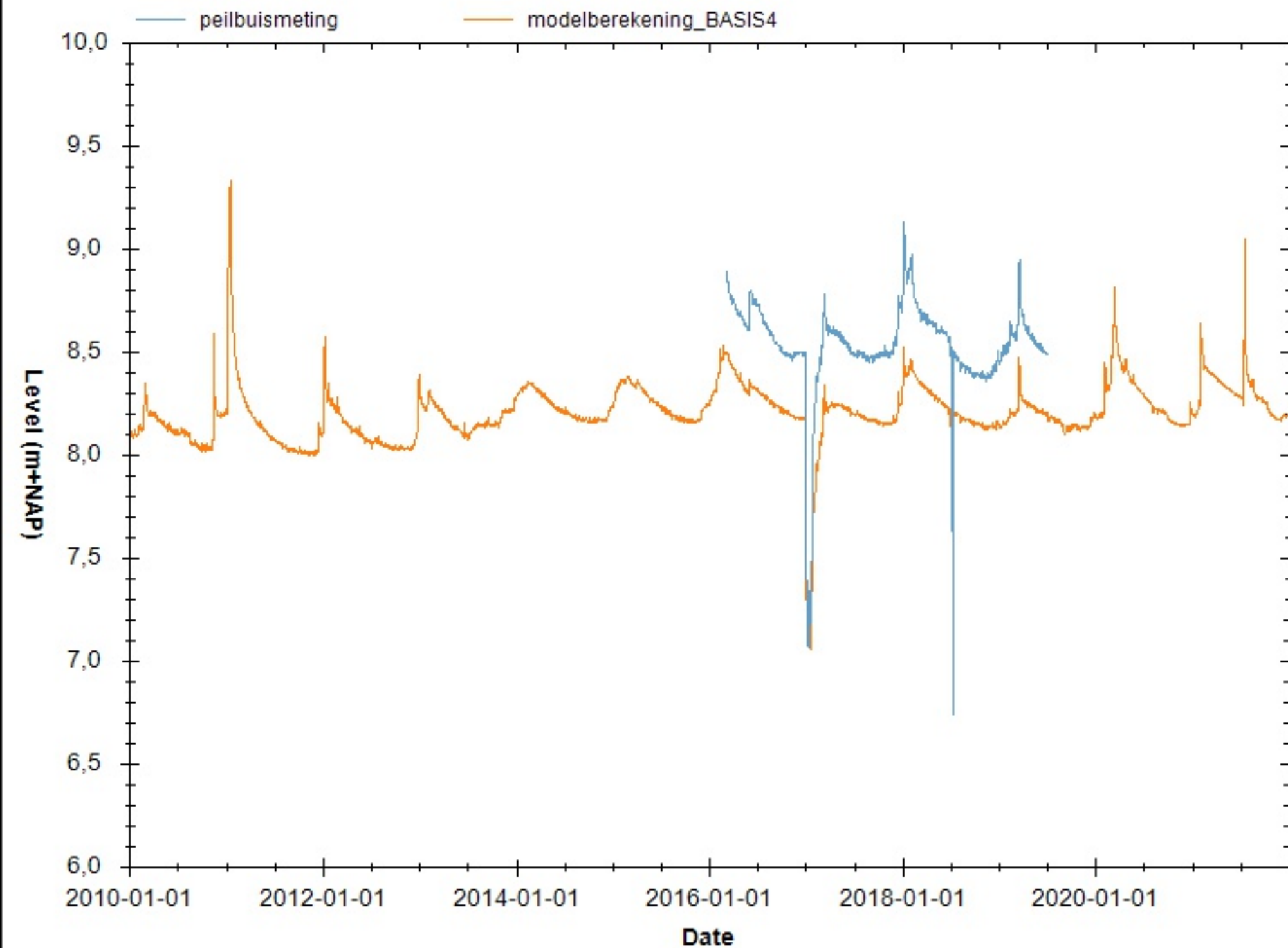
tijdreeksen_DINO\B46A2068_1



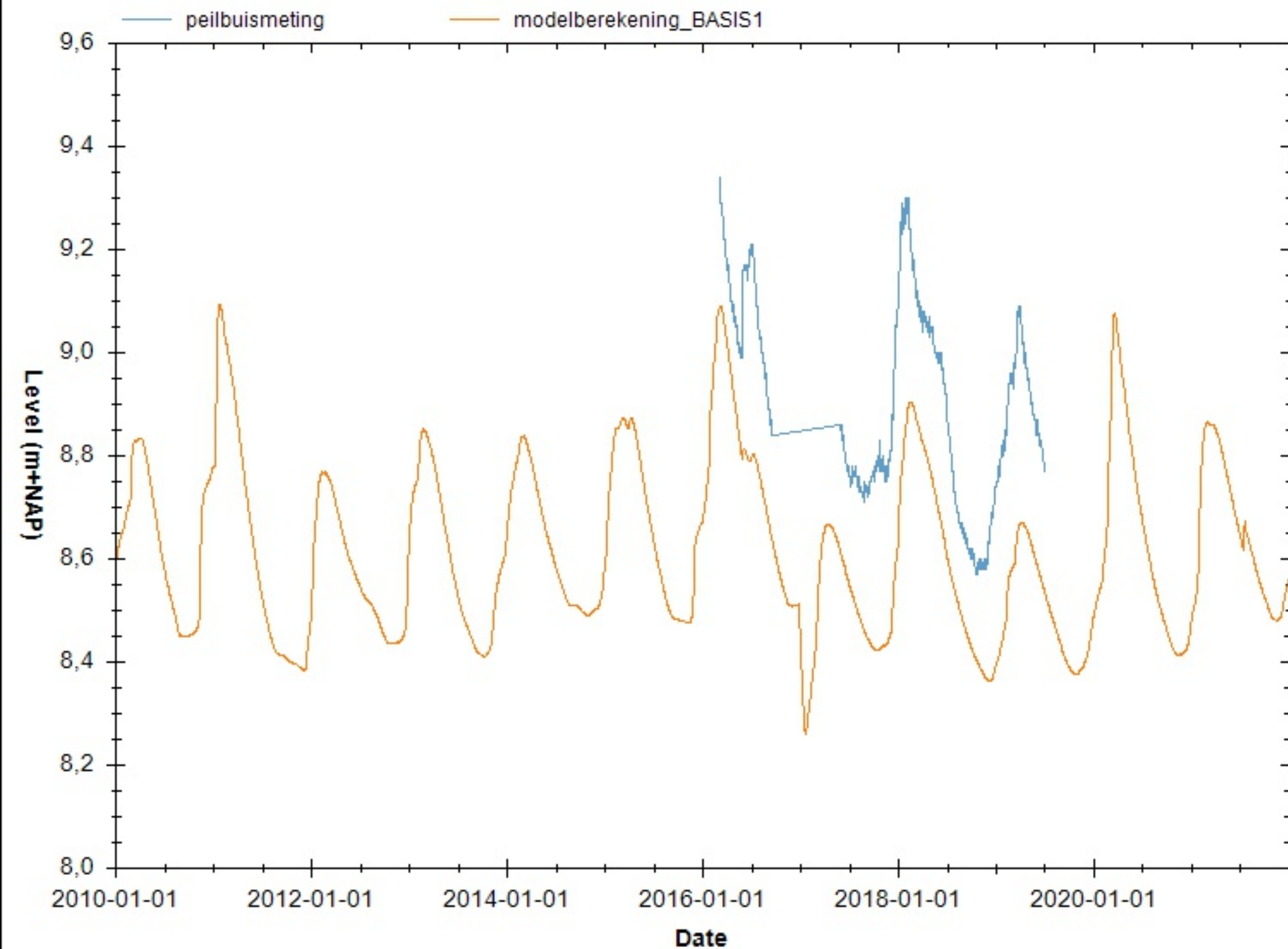
tijdreeksen_DINO\B46A2069_1



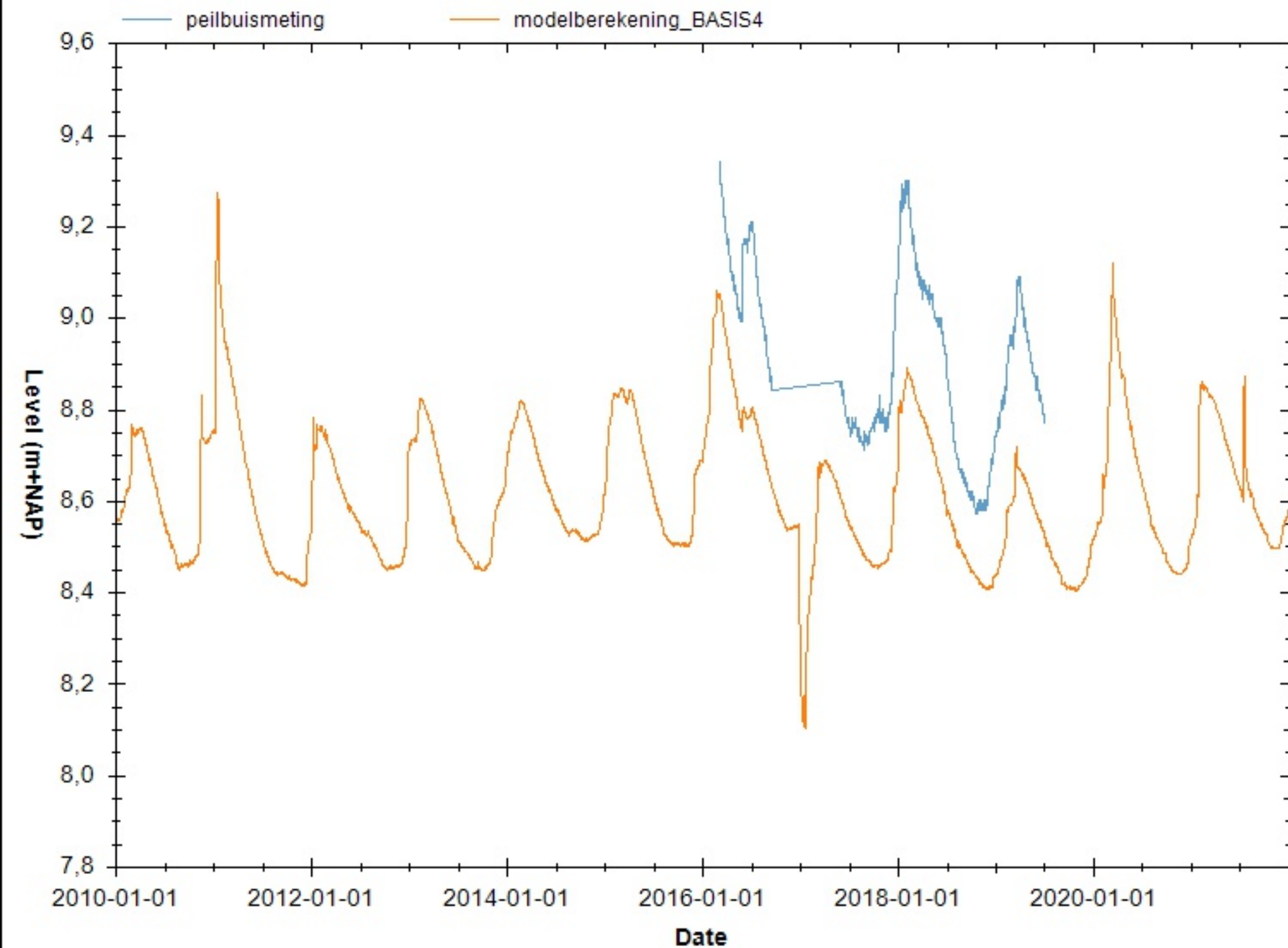
tijdreeksen_DINO\B46A2069_1



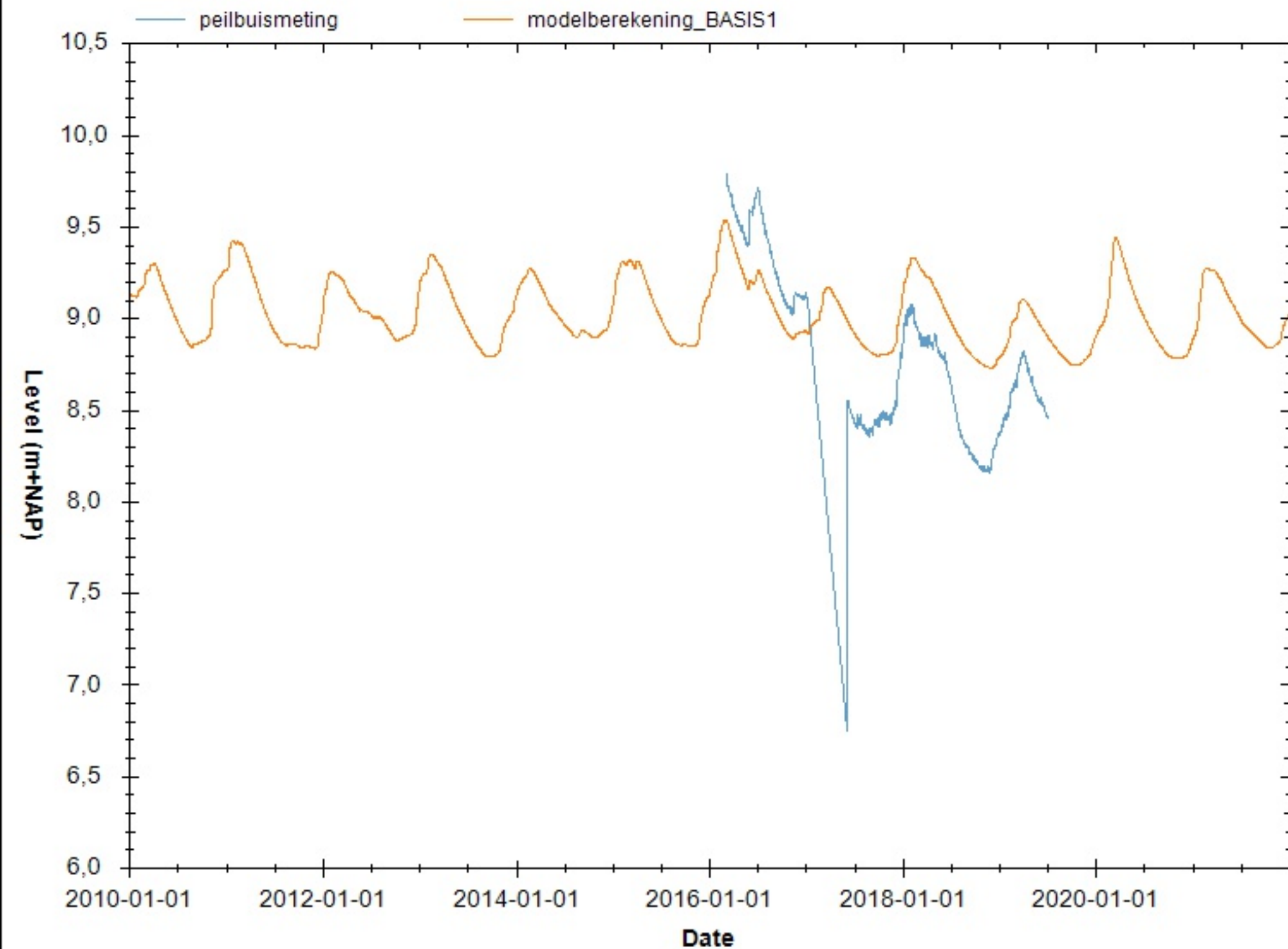
tijdreeksen_DINO\B46A2070_1



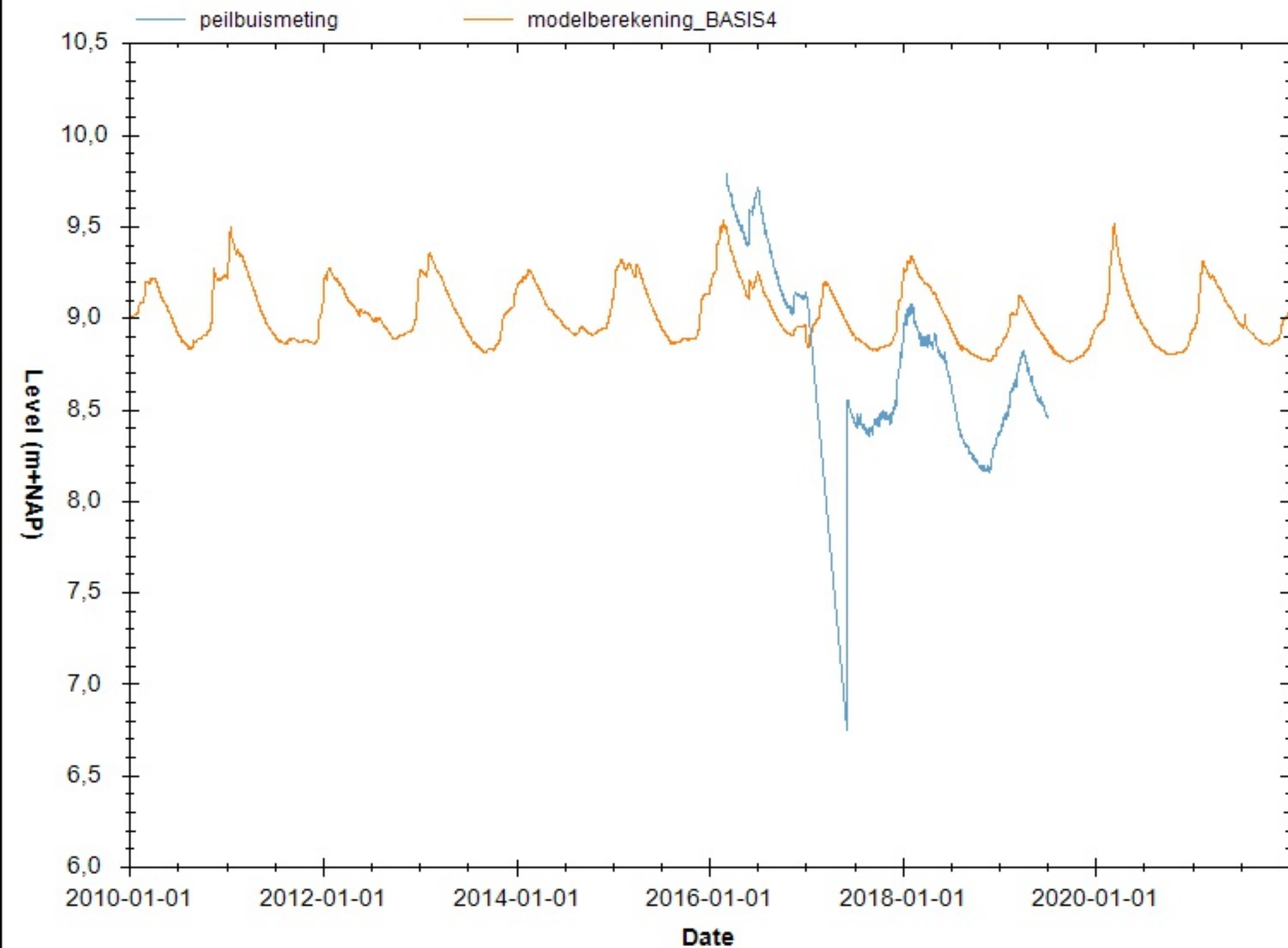
tijdreeksen_DINO\B46A2070_1

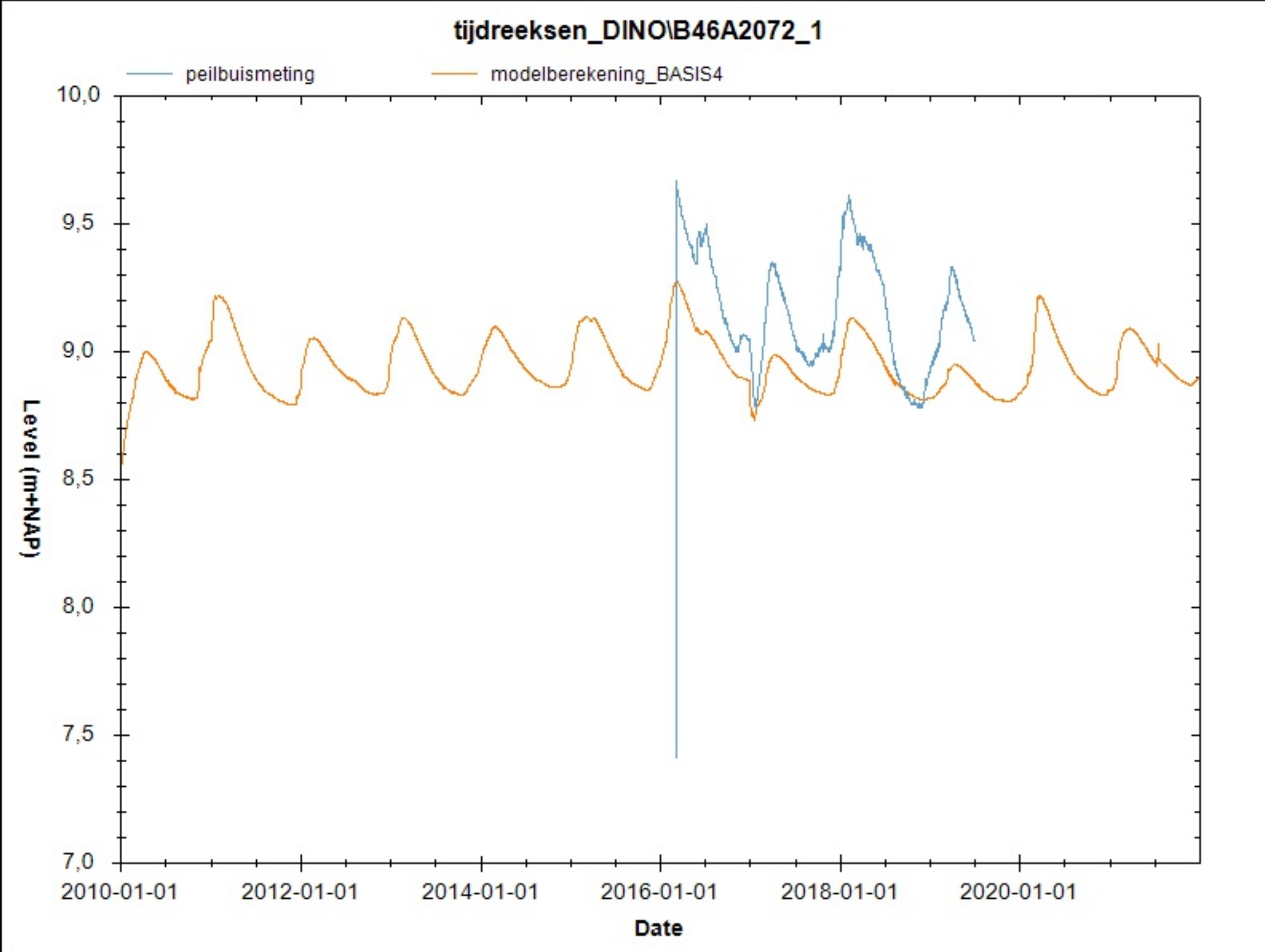
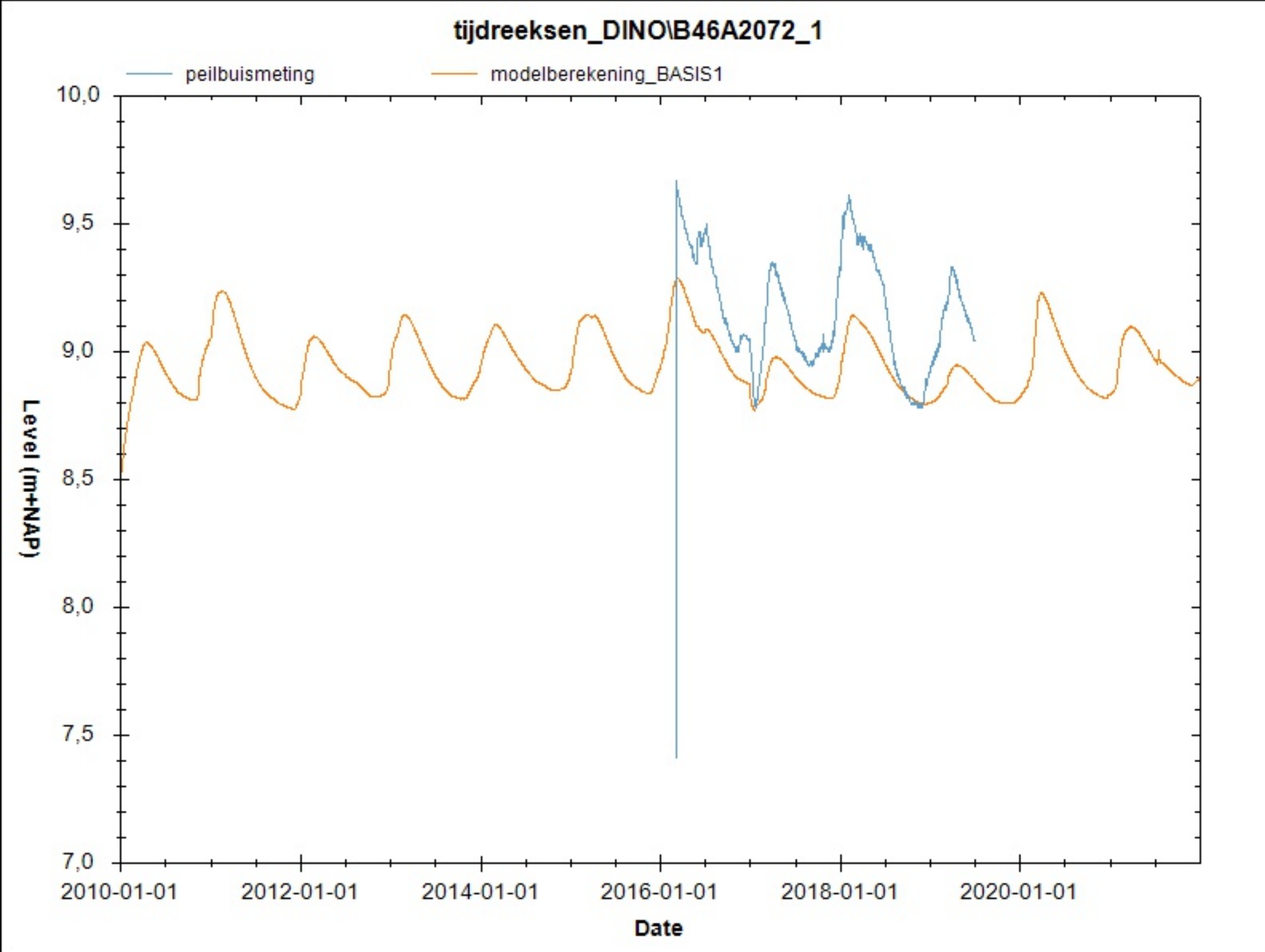


tijdreeksen_DINO\B46A2071_1

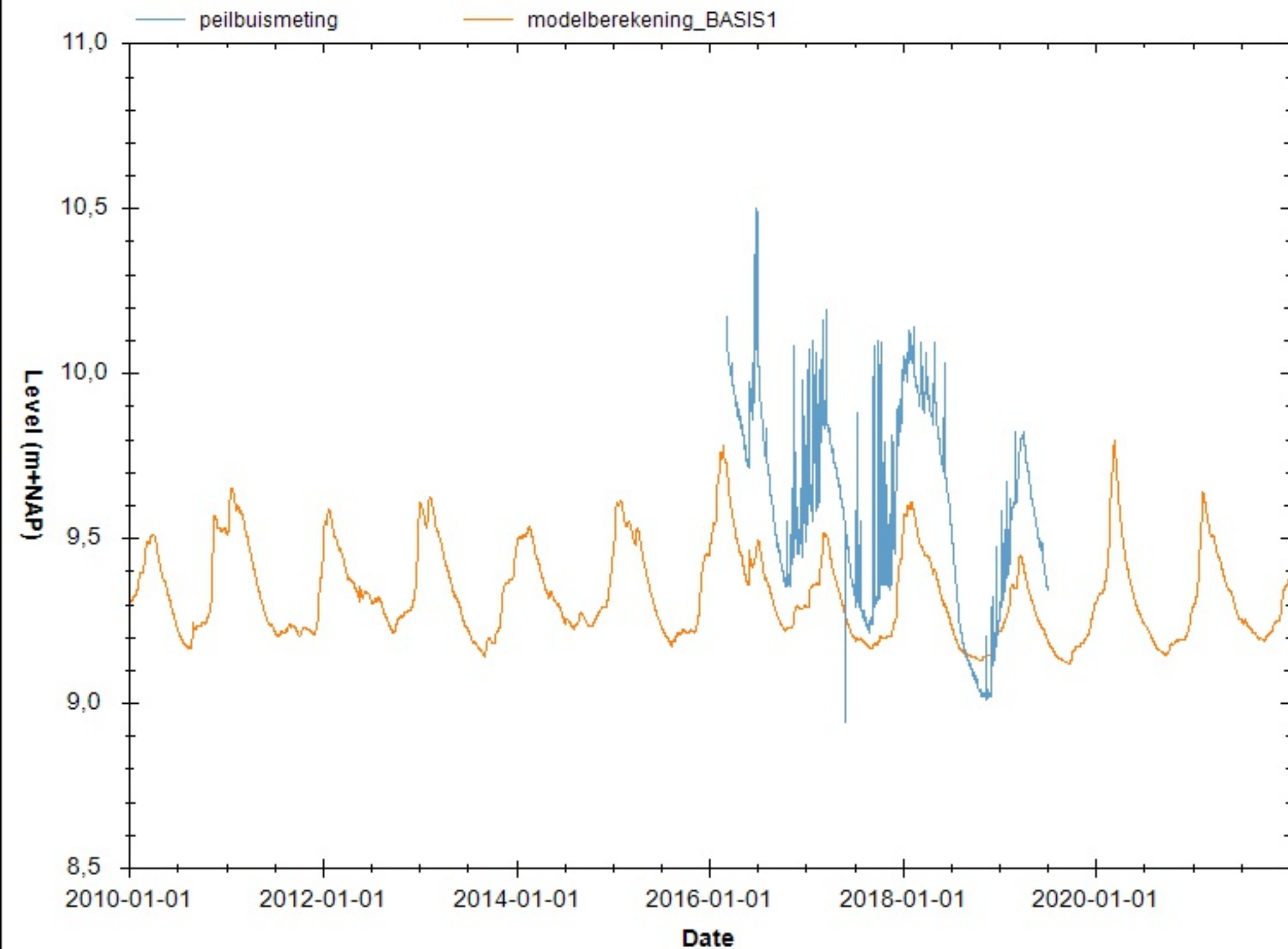


tijdreeksen_DINO\B46A2071_1

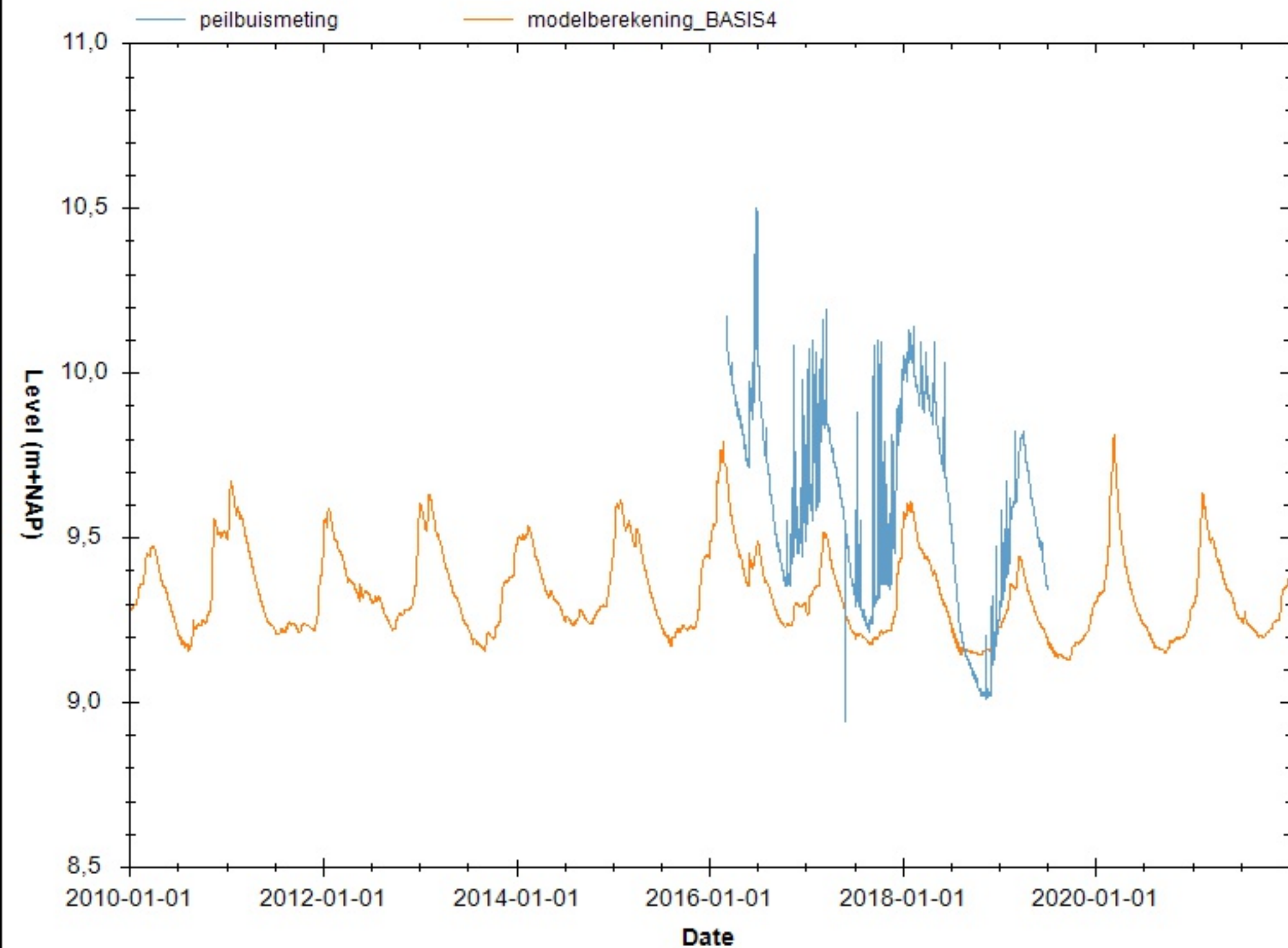


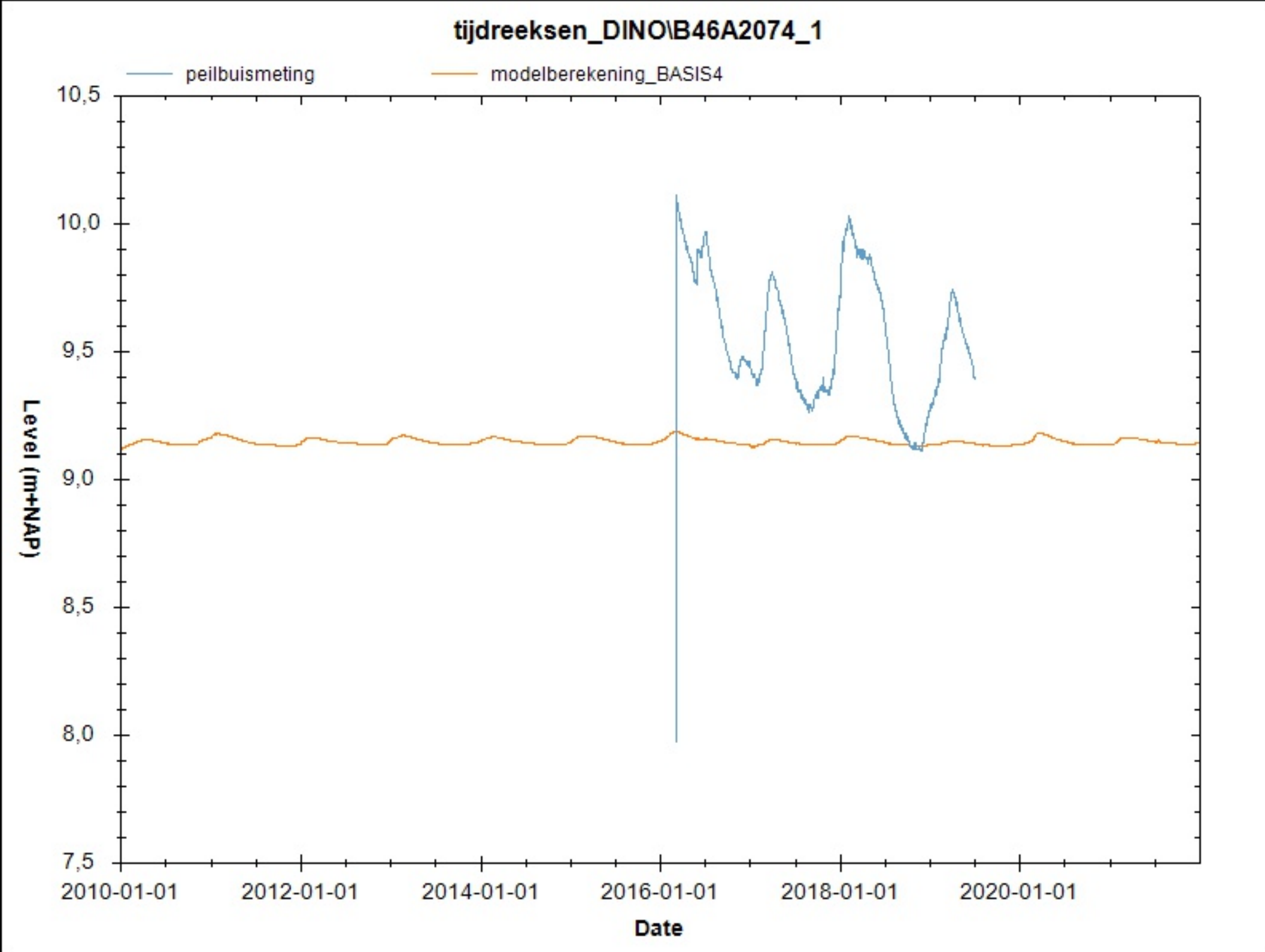
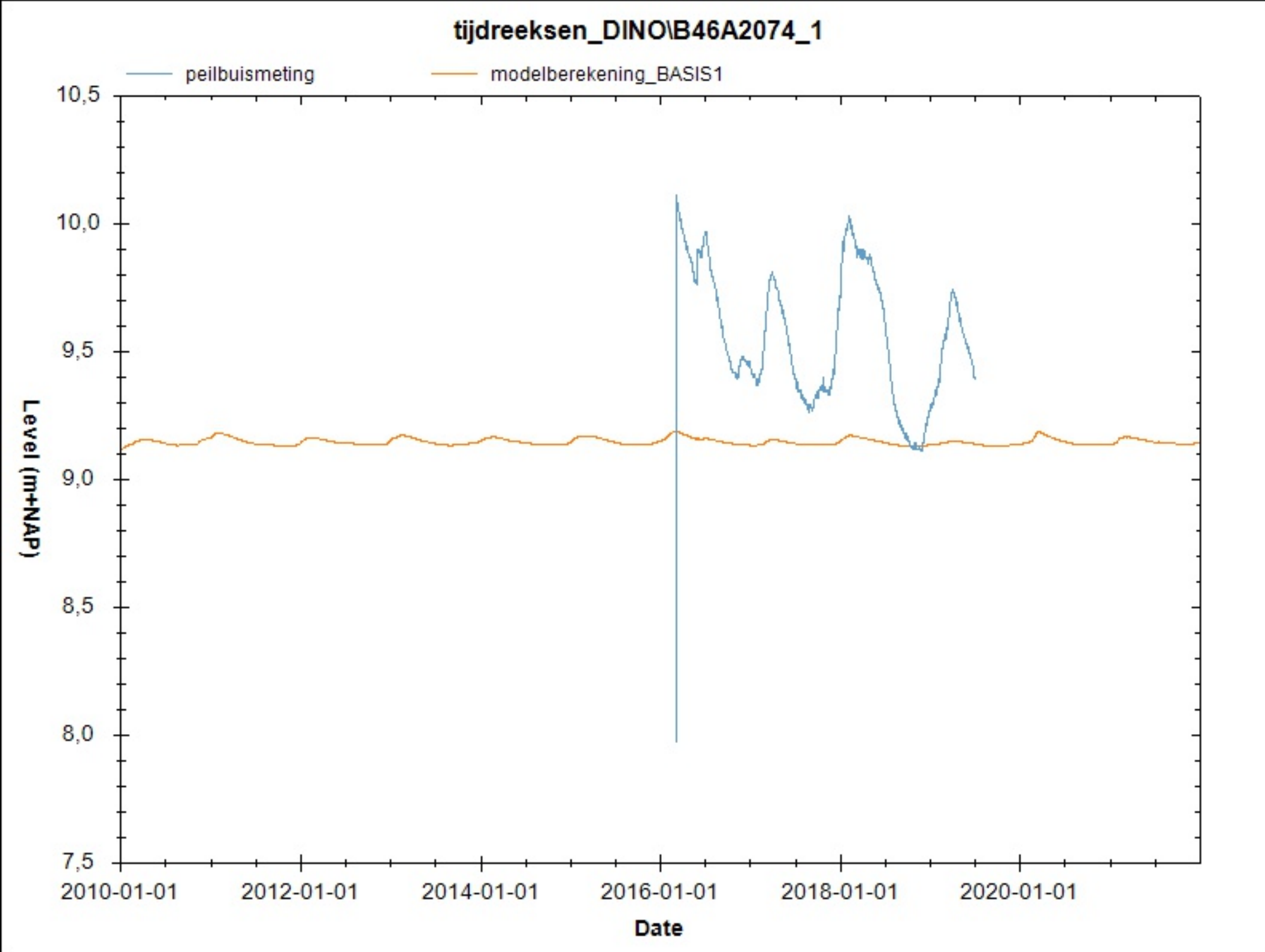


tijdreeksen_DINO\B46A2073_1

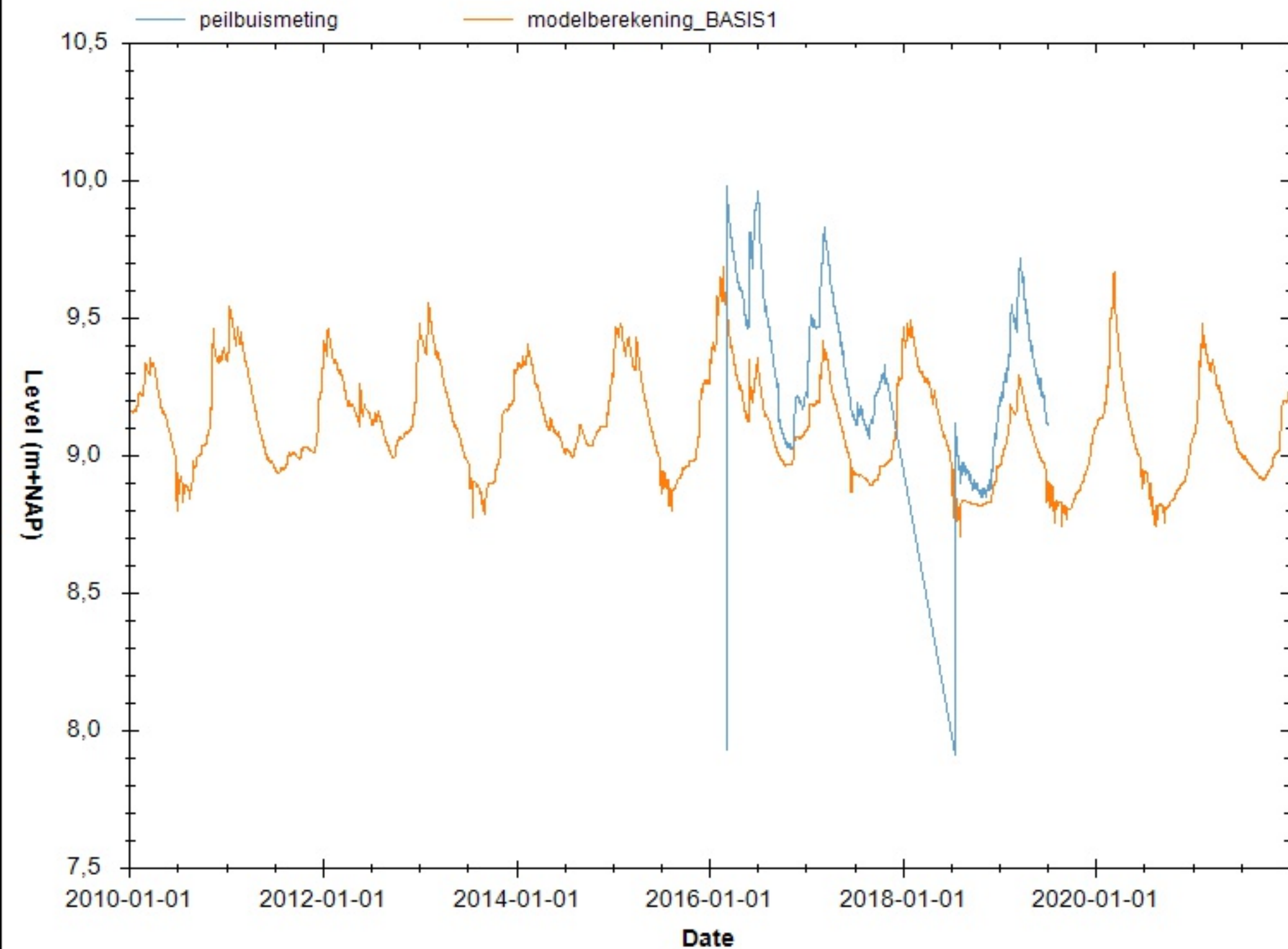


tijdreeksen_DINO\B46A2073_1

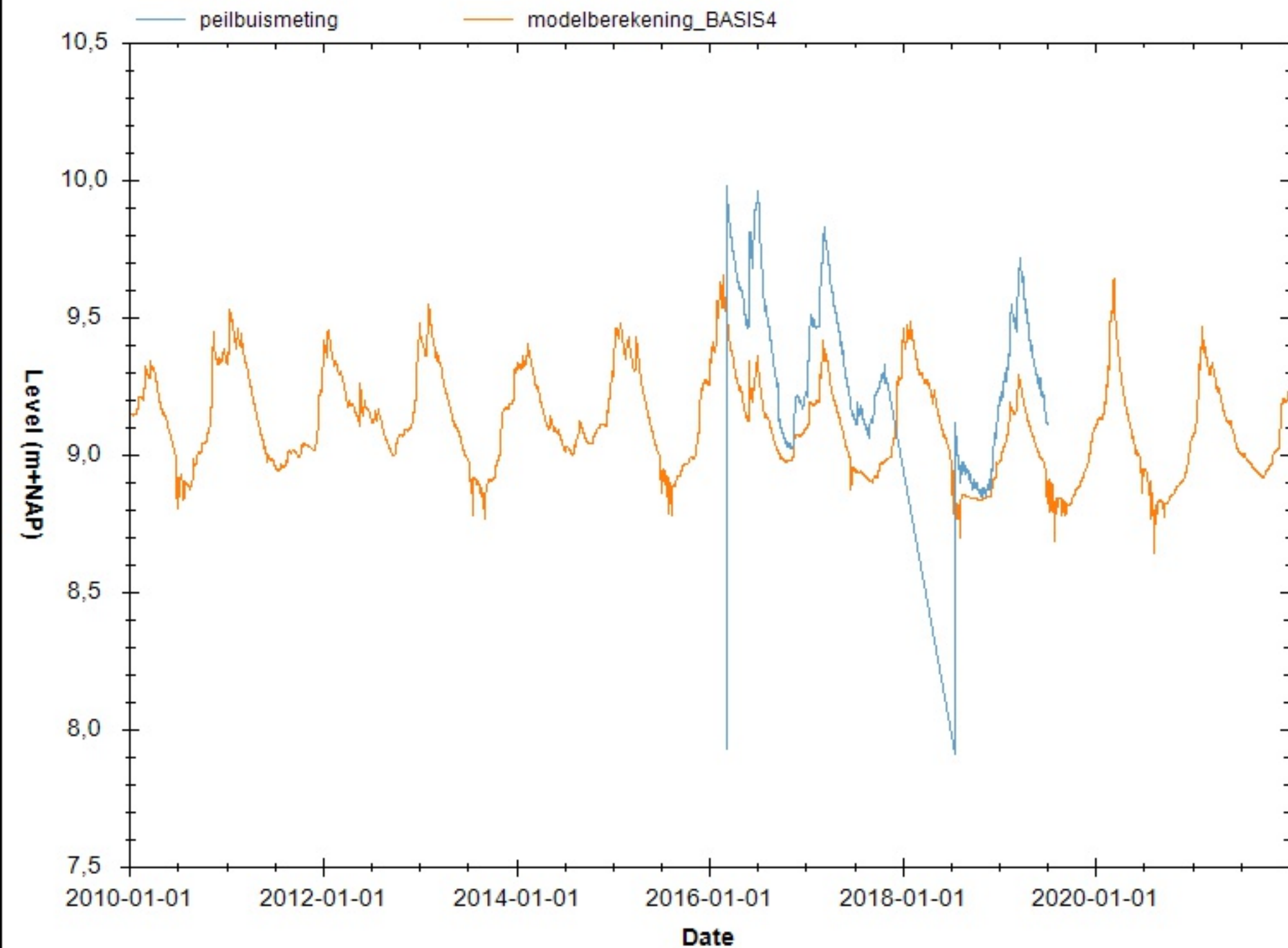




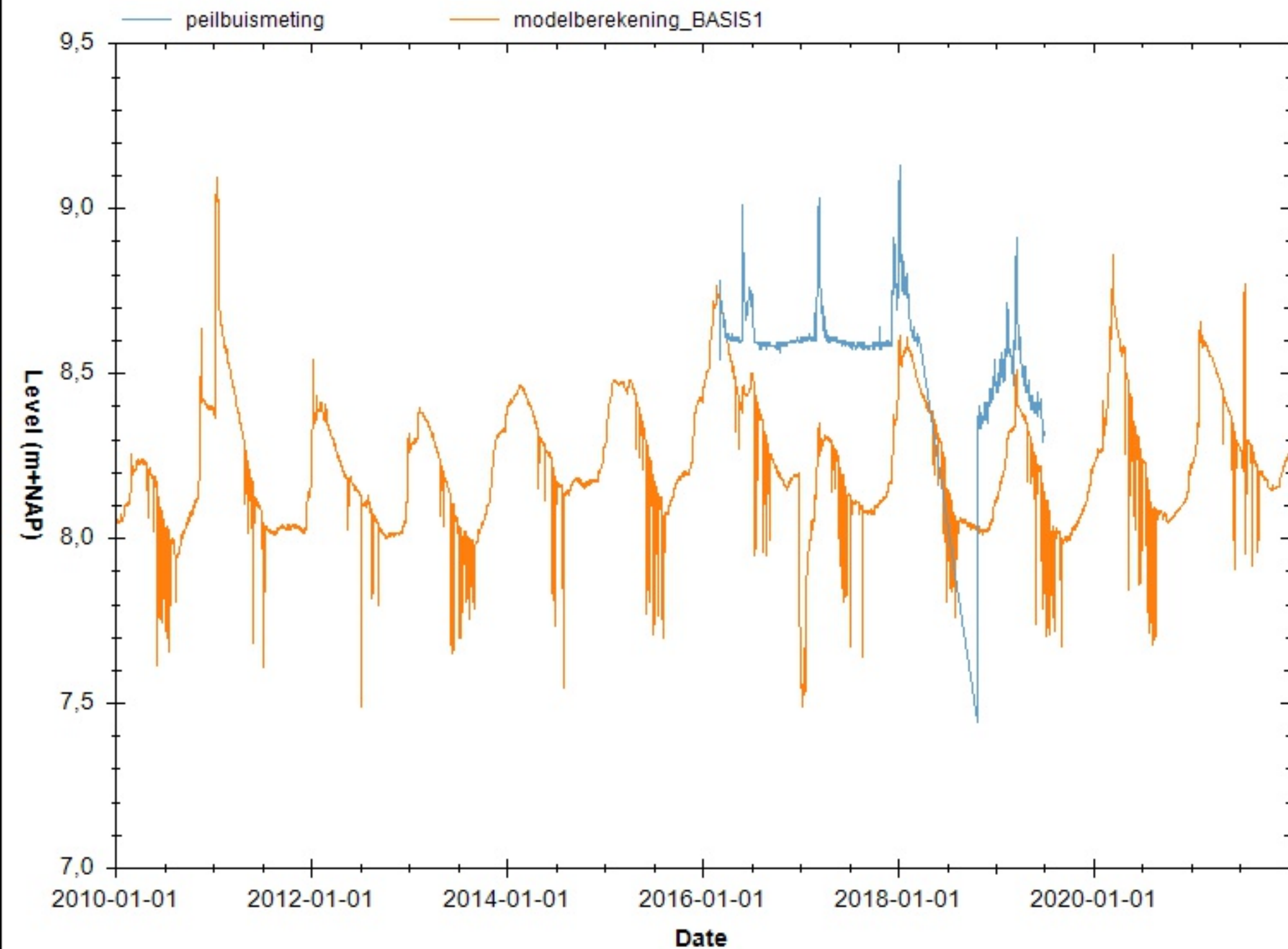
tijdreeksen_DINO\B46A2075_1



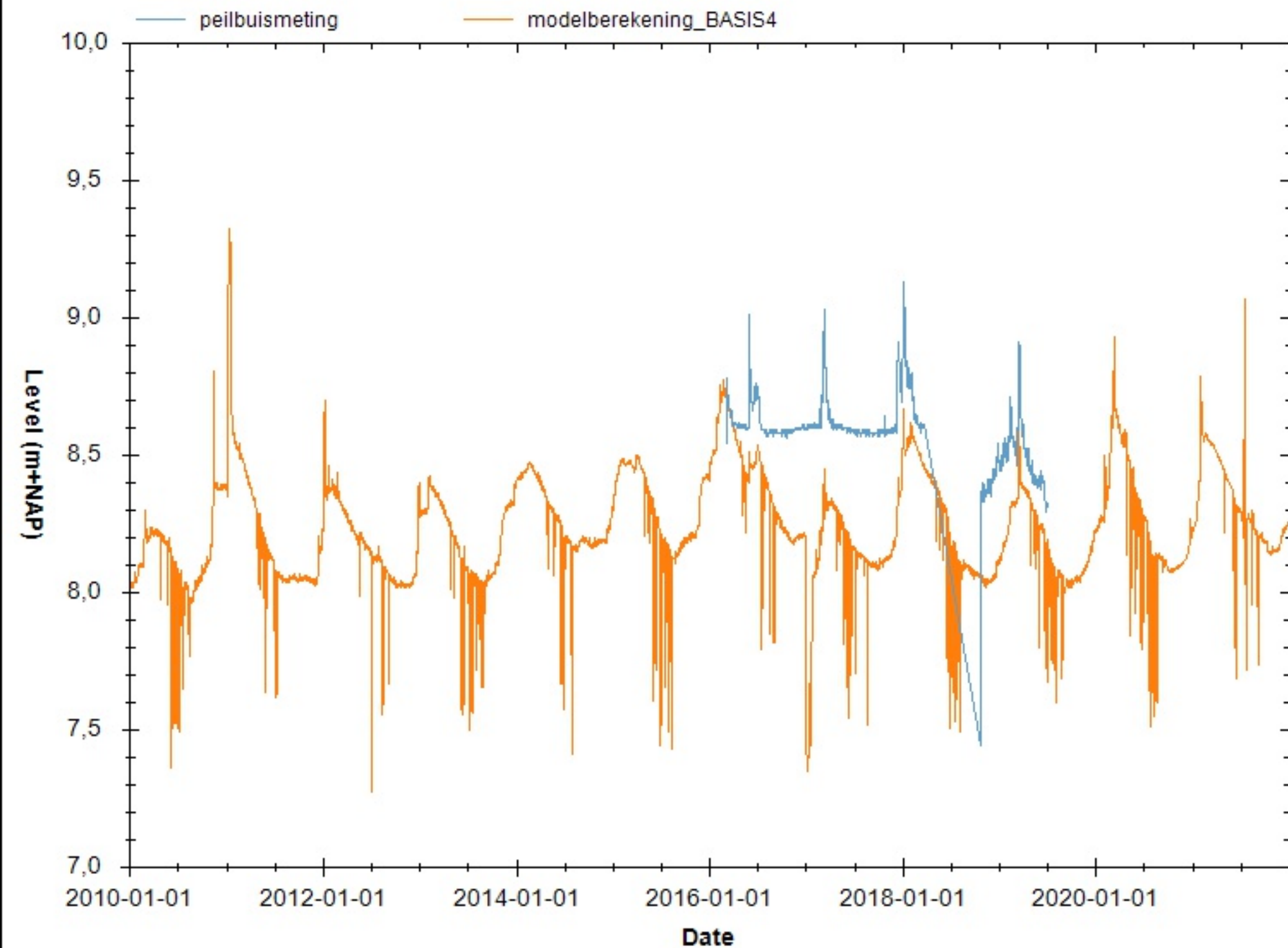
tijdreeksen_DINO\B46A2075_1



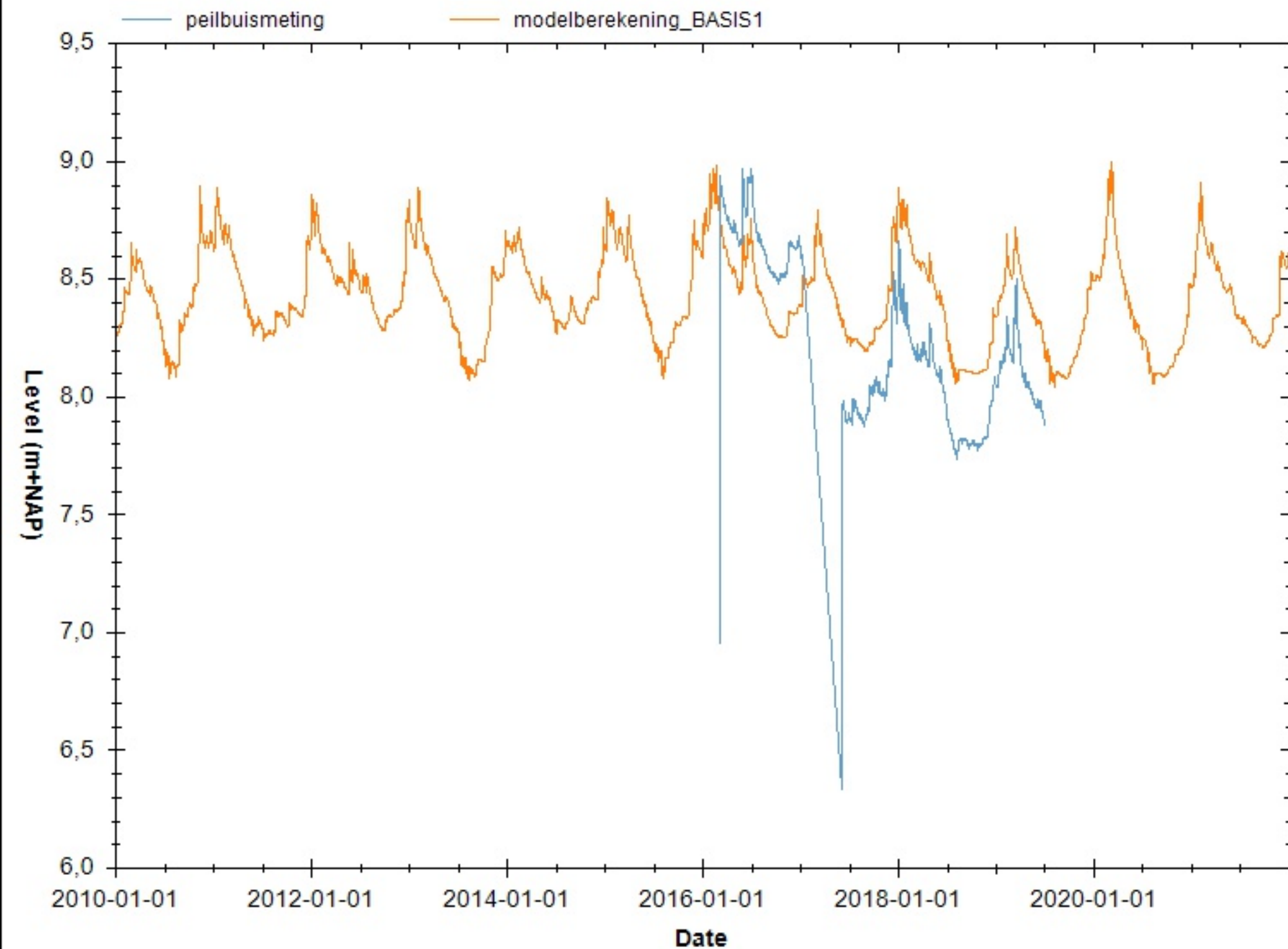
tijdreeksen_DINO\B46A2076_1



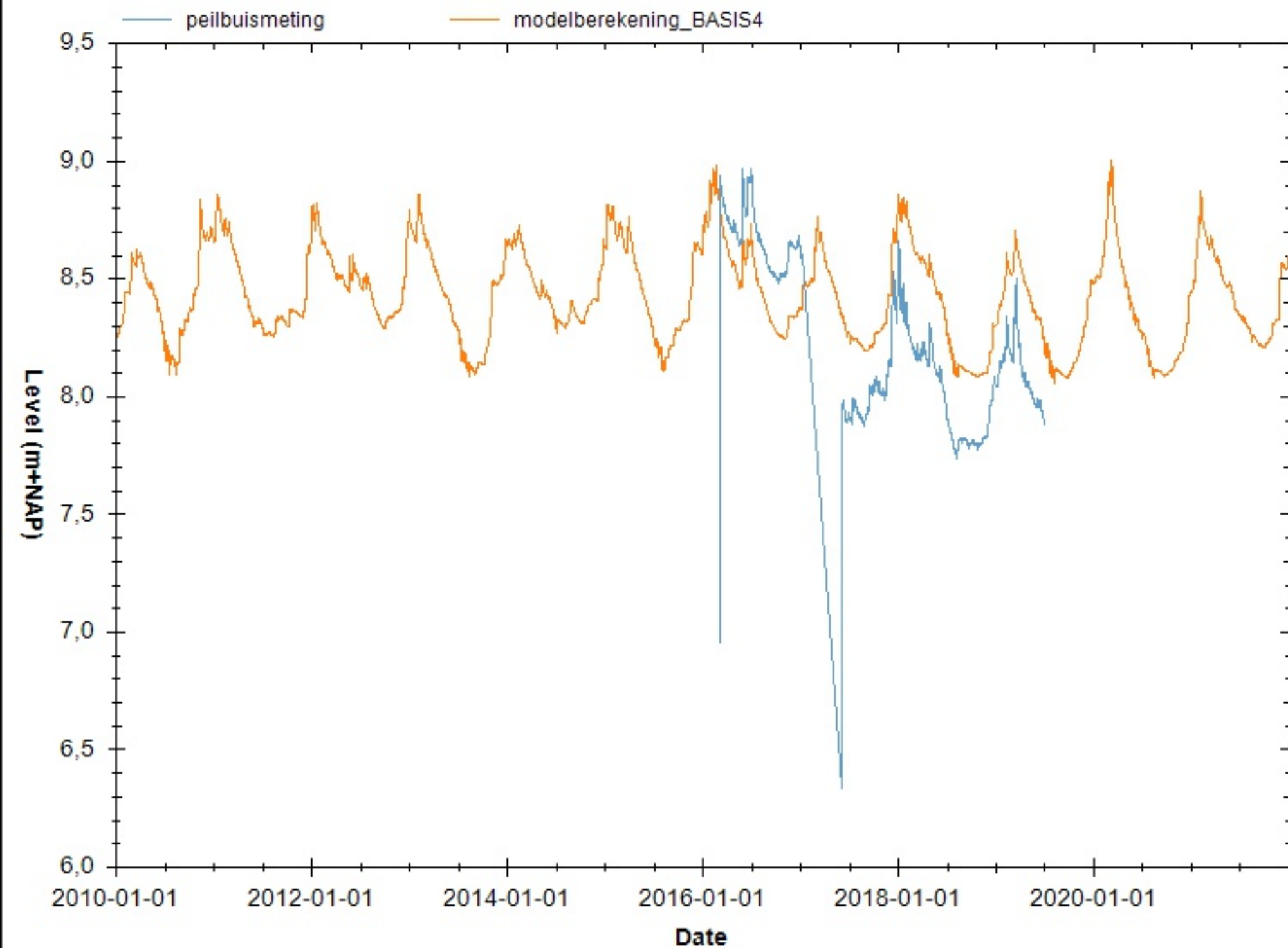
tijdreeksen_DINO\B46A2076_1



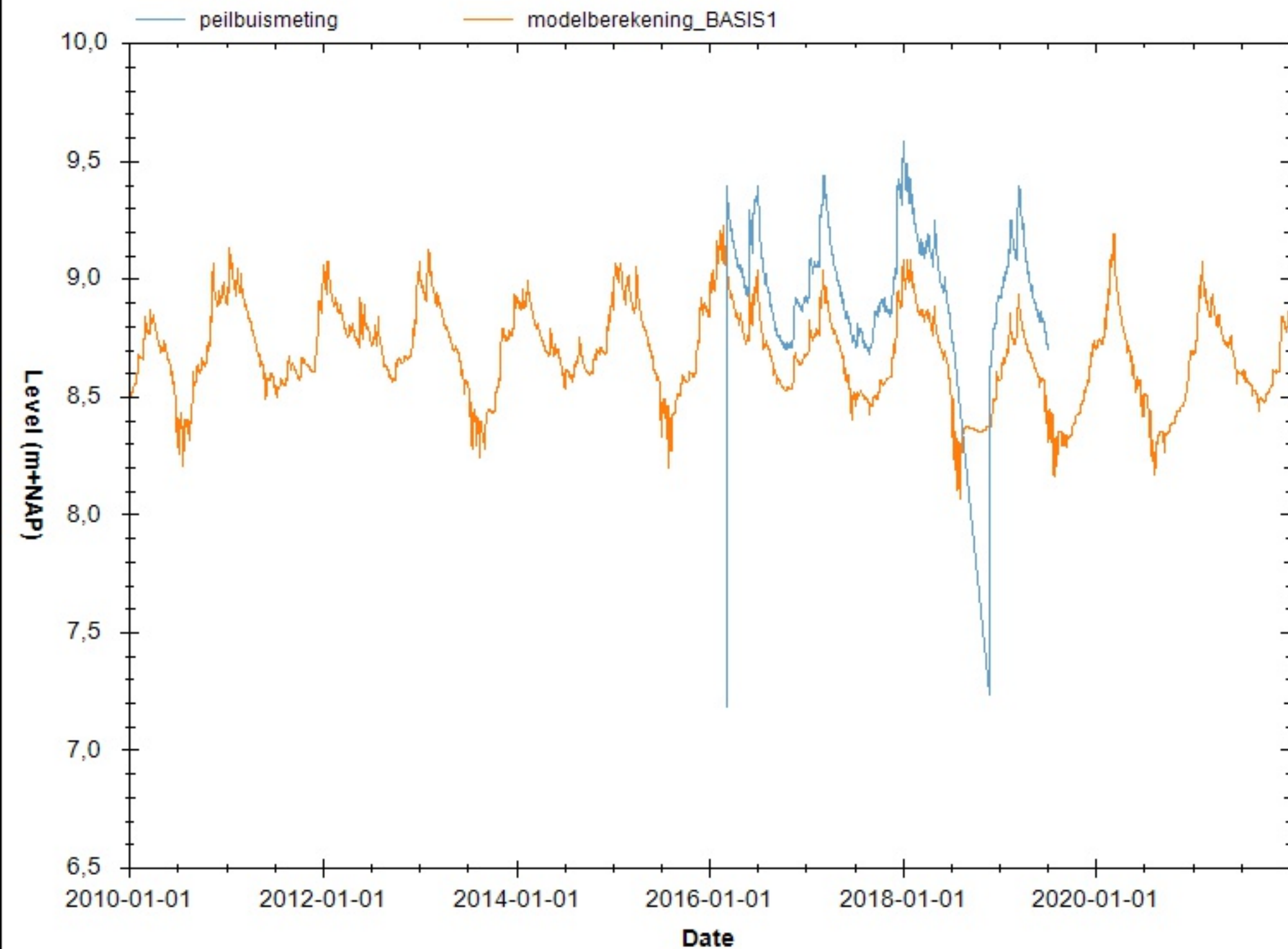
tijdreeksen_DINO\B46A2077_1



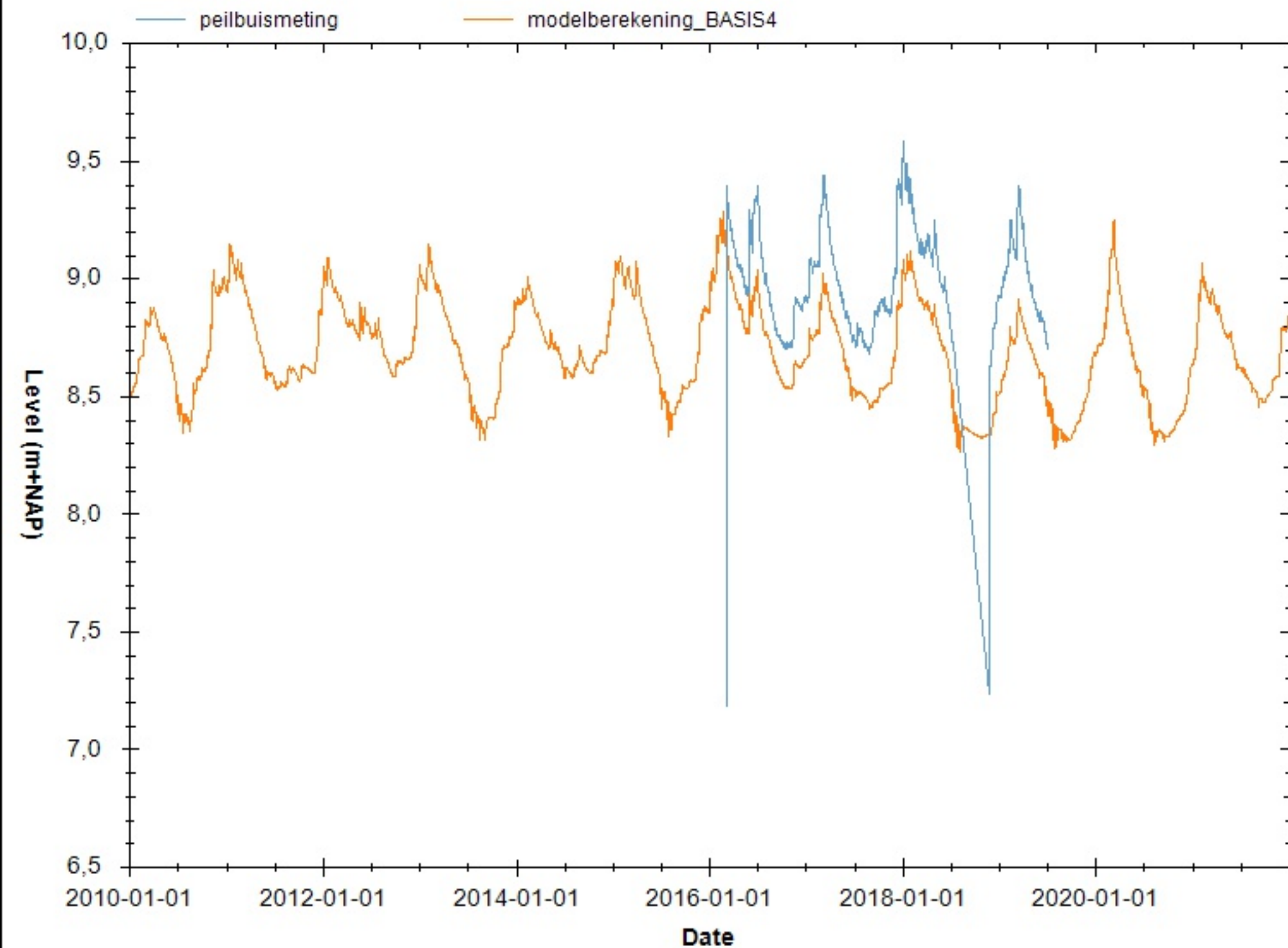
tijdreeksen_DINO\B46A2077_1

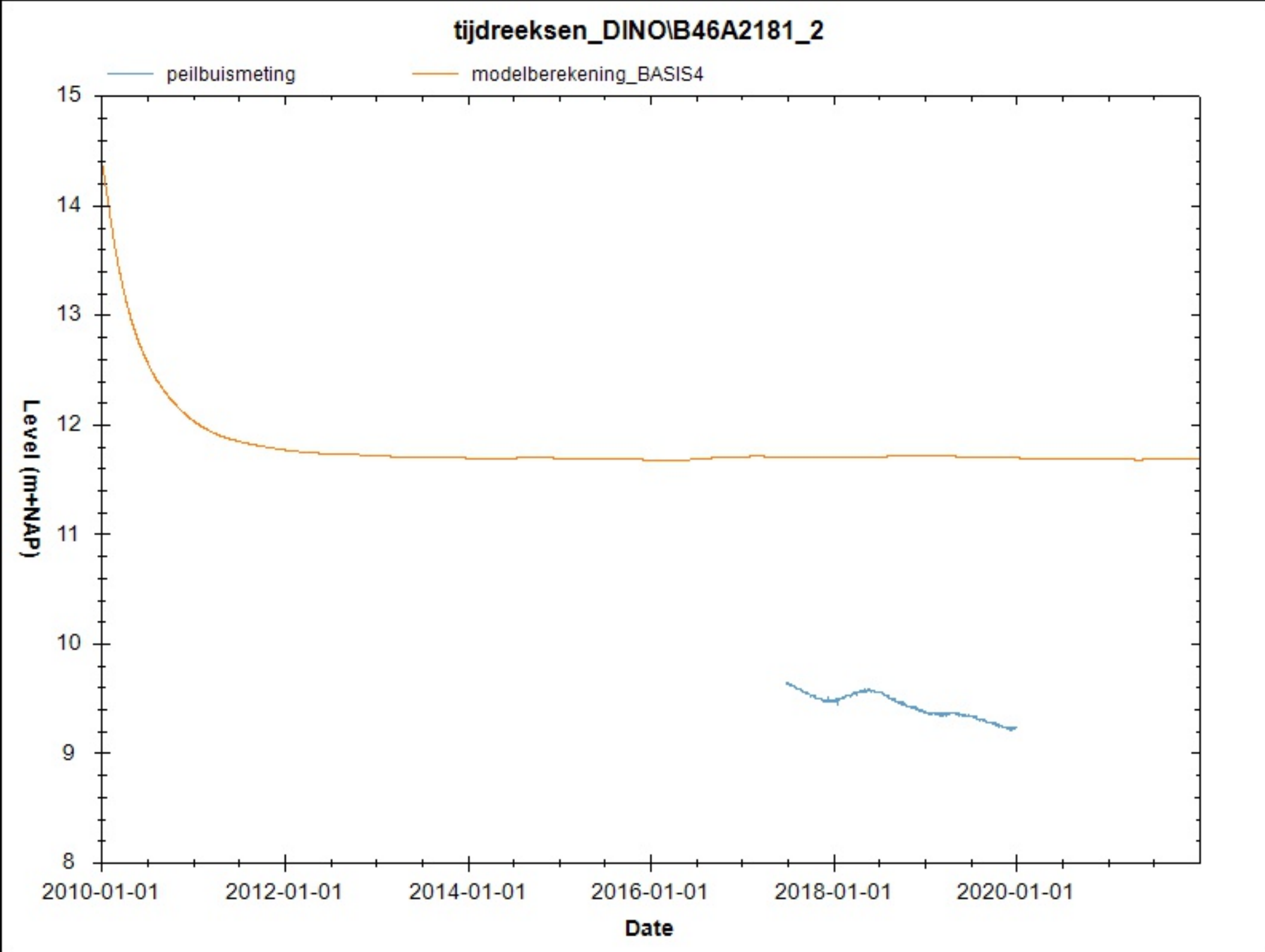
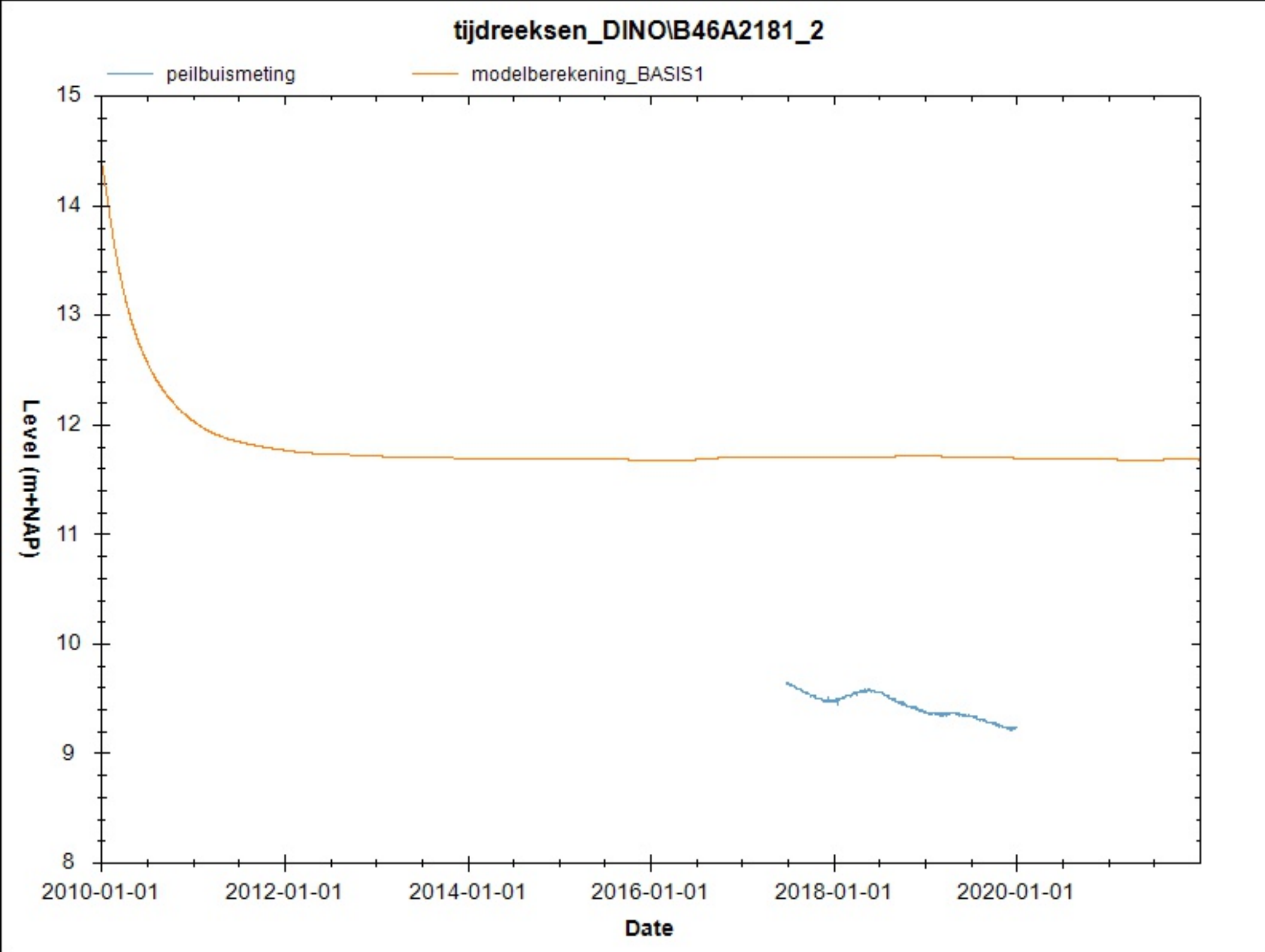


tijdreeksen_DINO\B46A2078_1

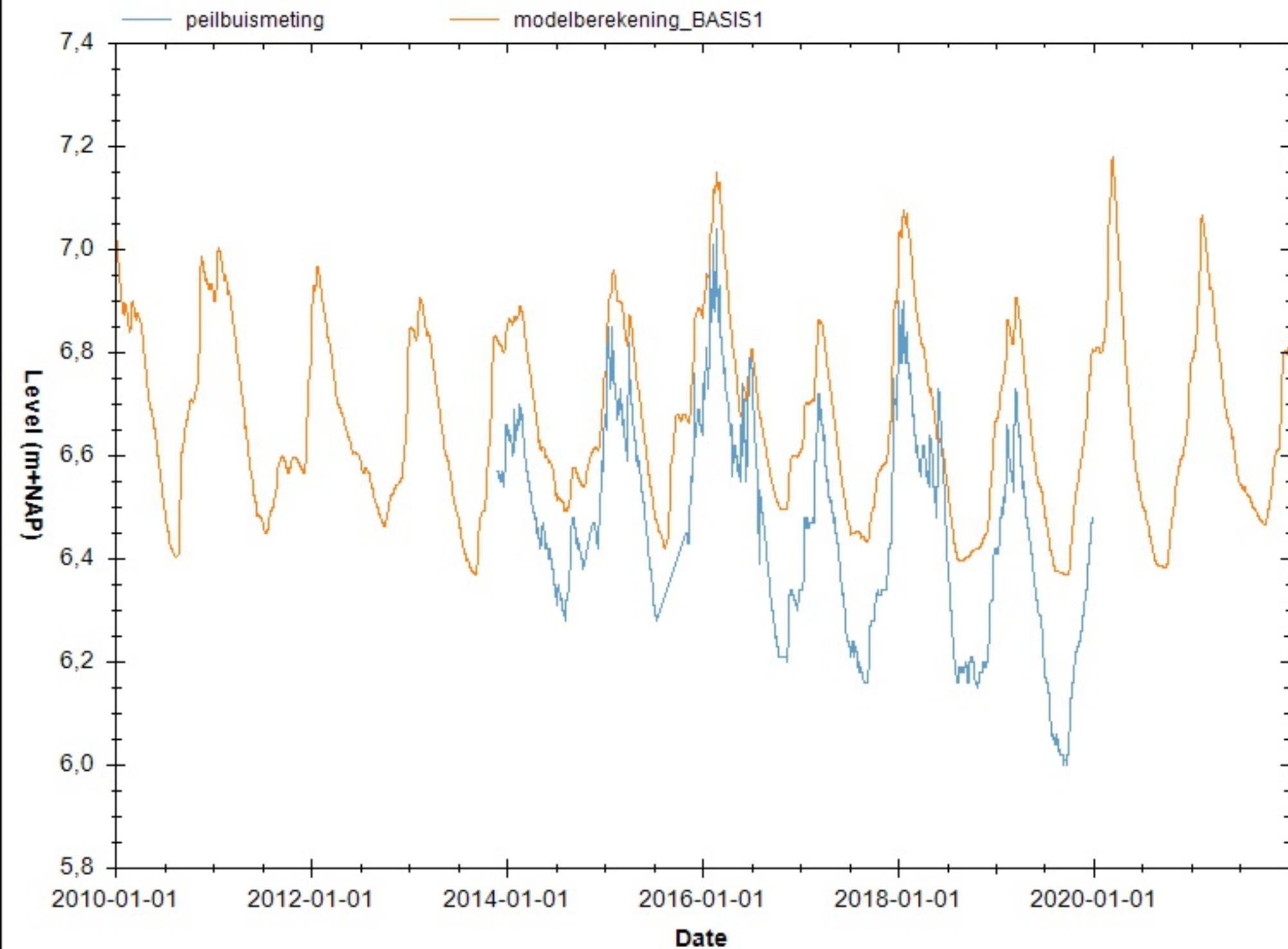


tijdreeksen_DINO\B46A2078_1

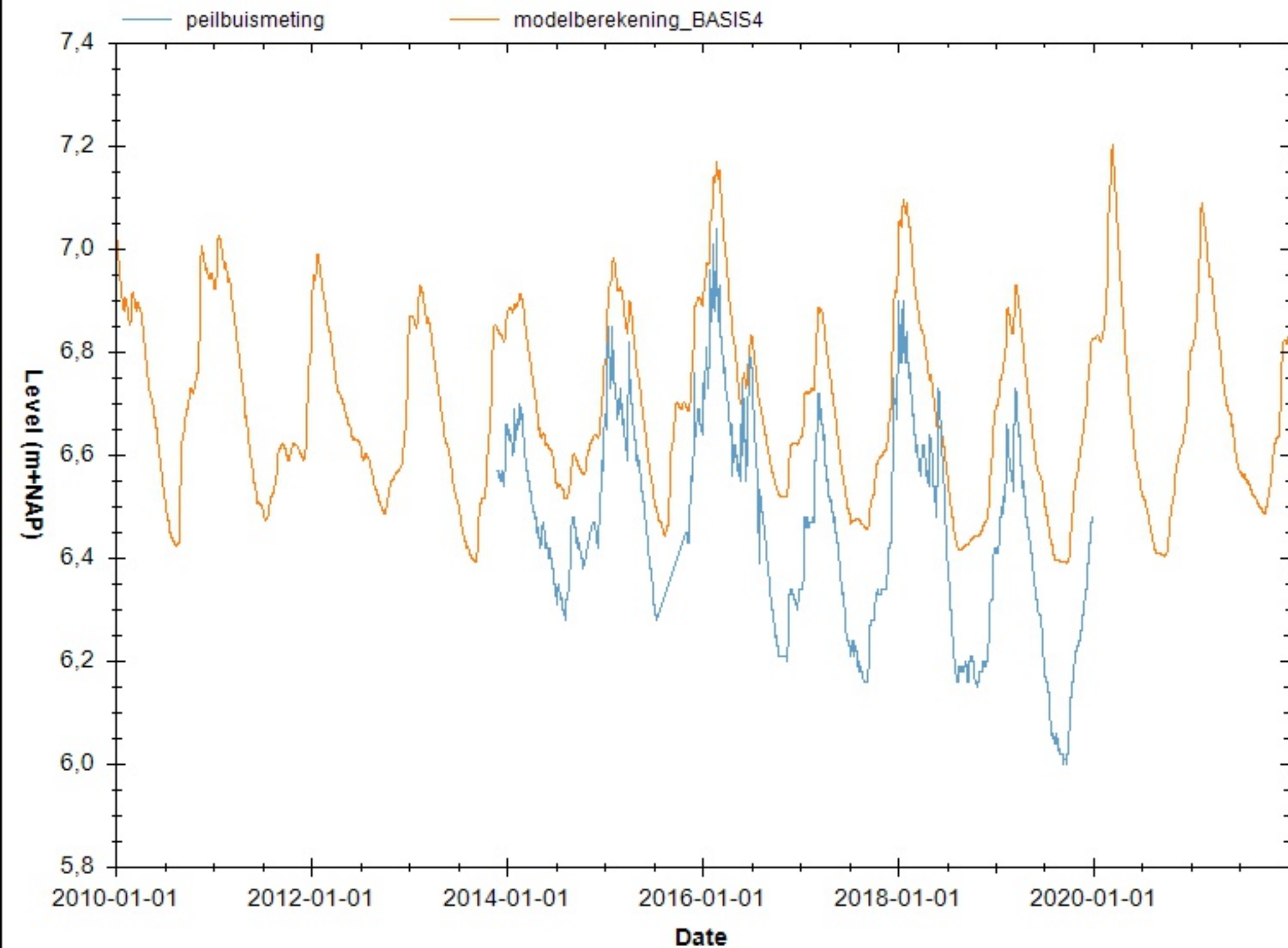


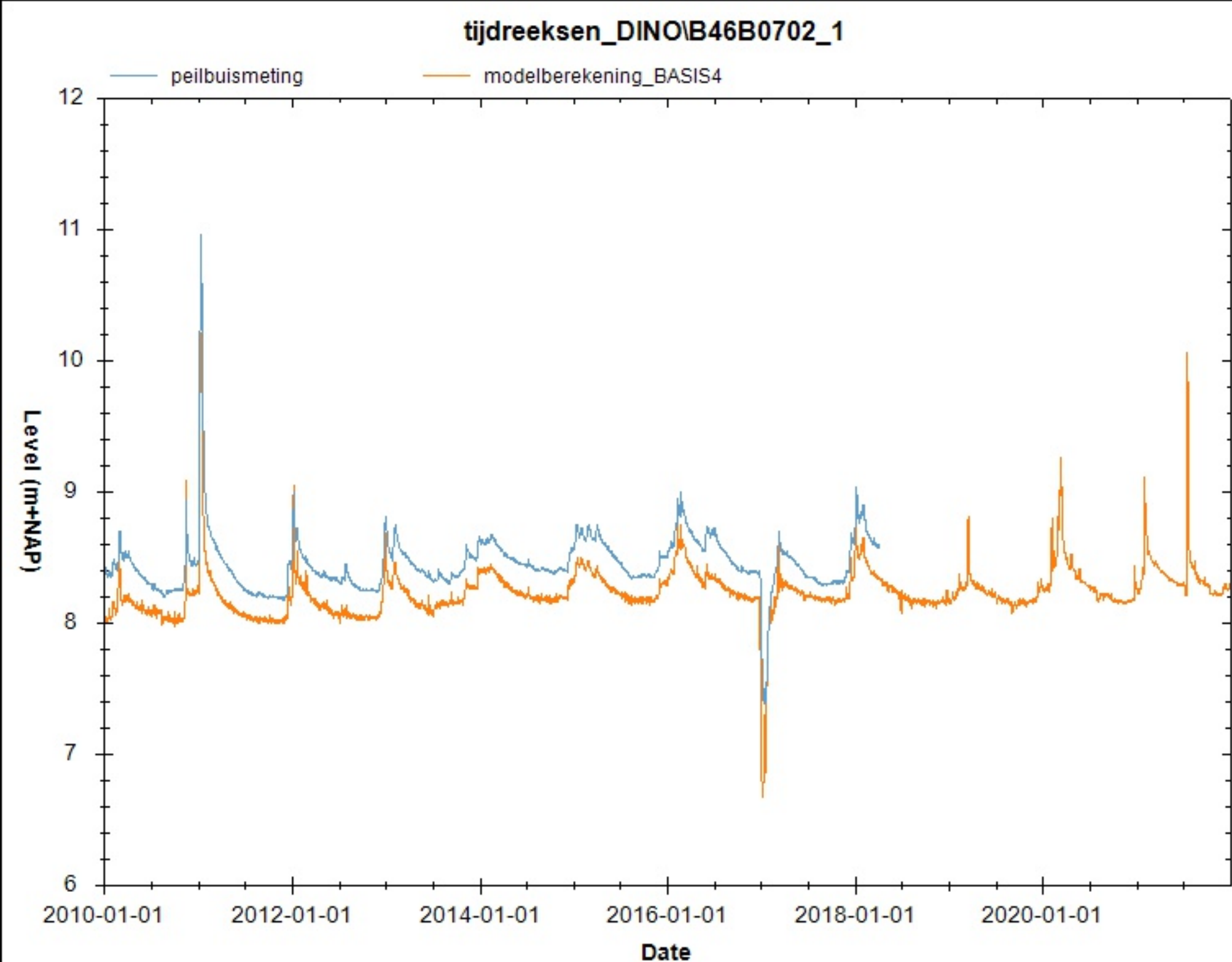
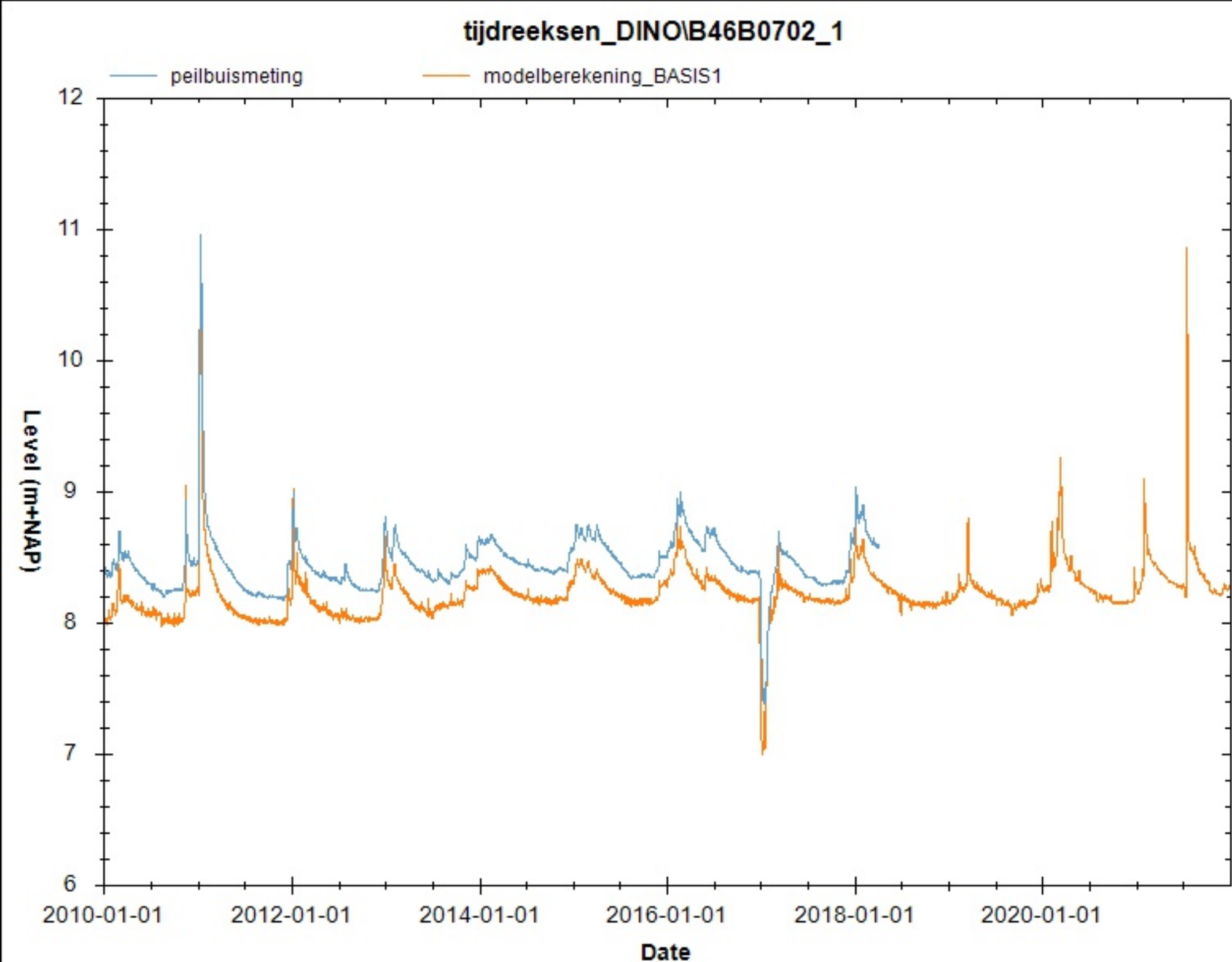


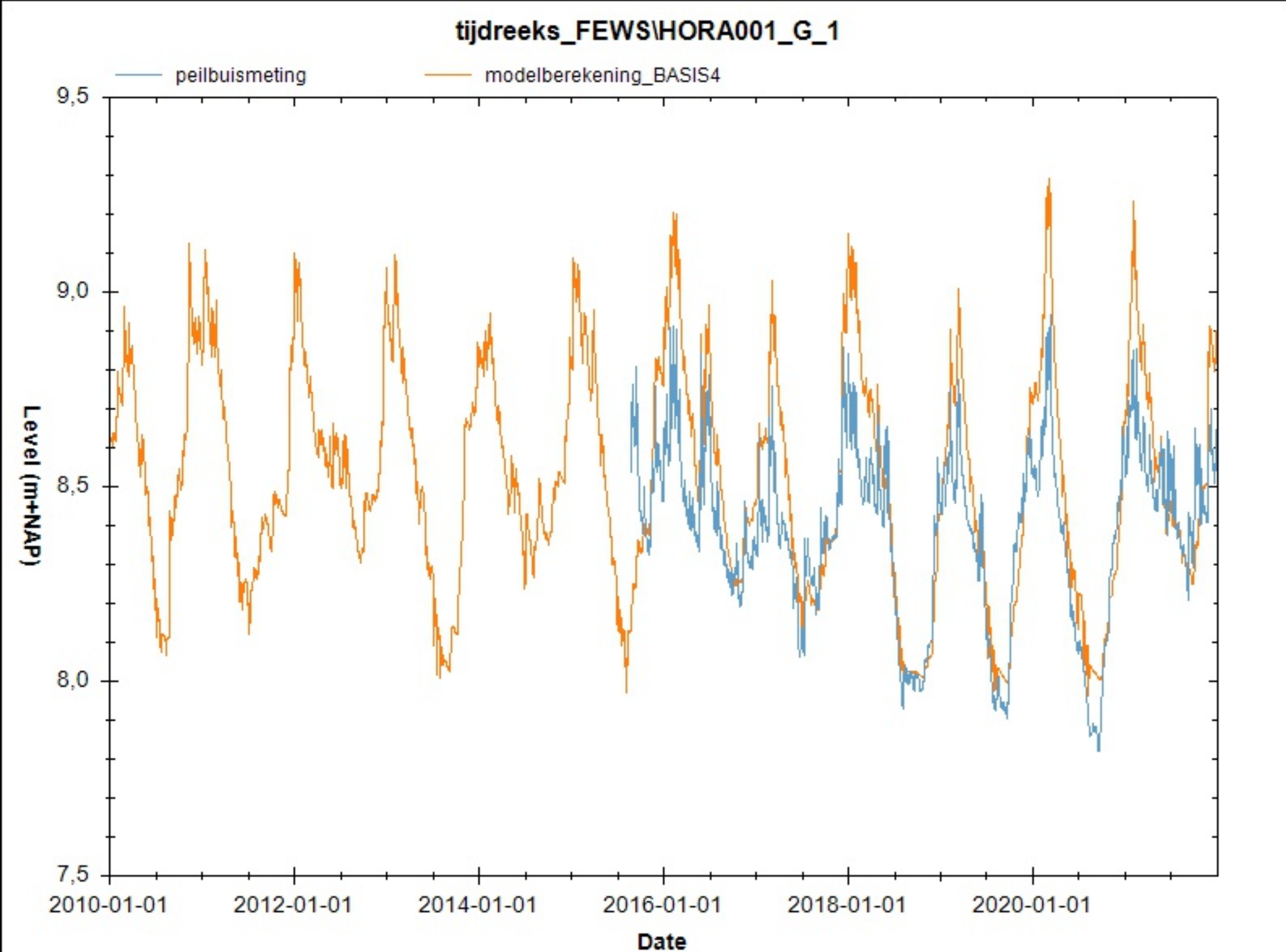
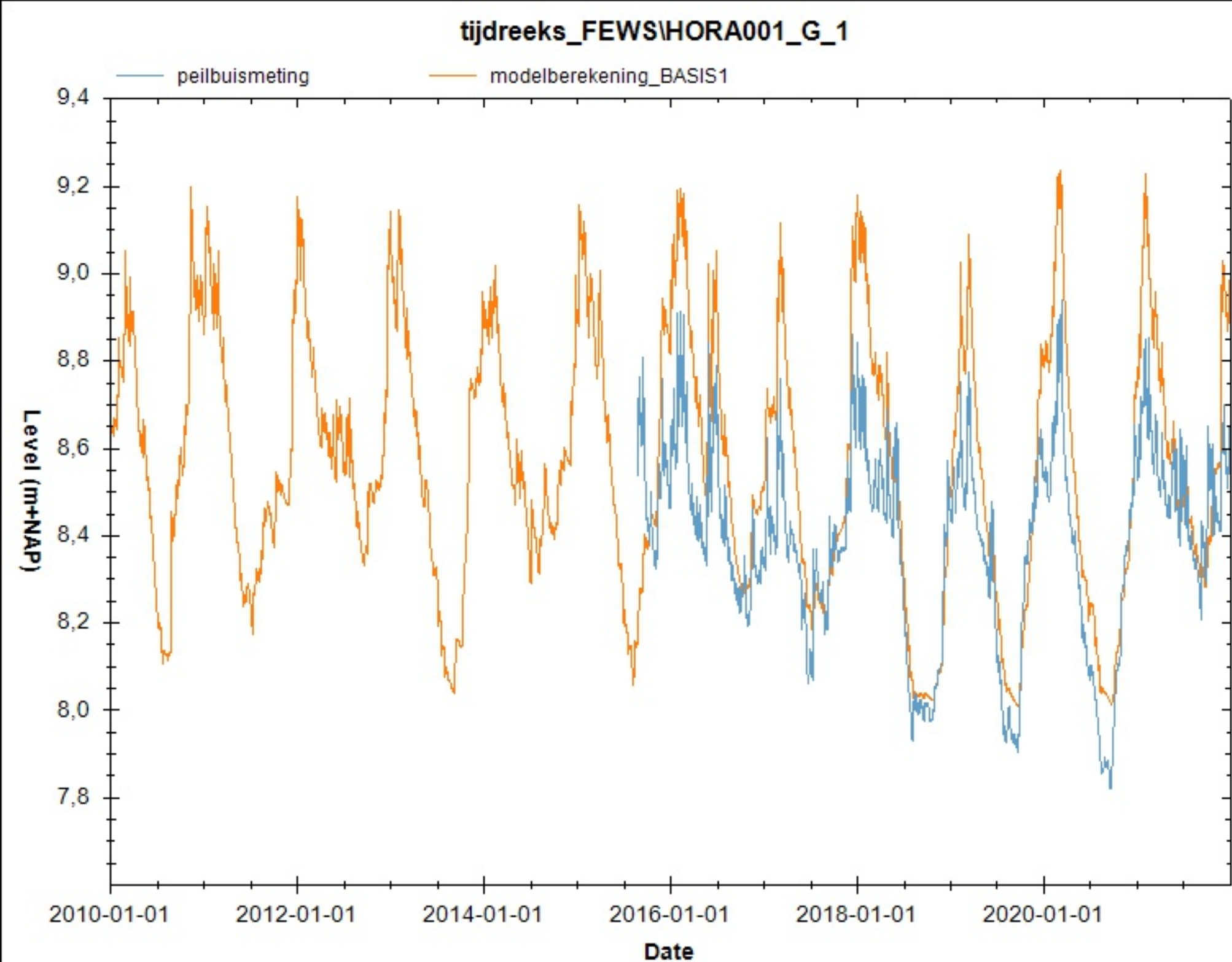
tijdreeksen_DINO\B46A2192_1

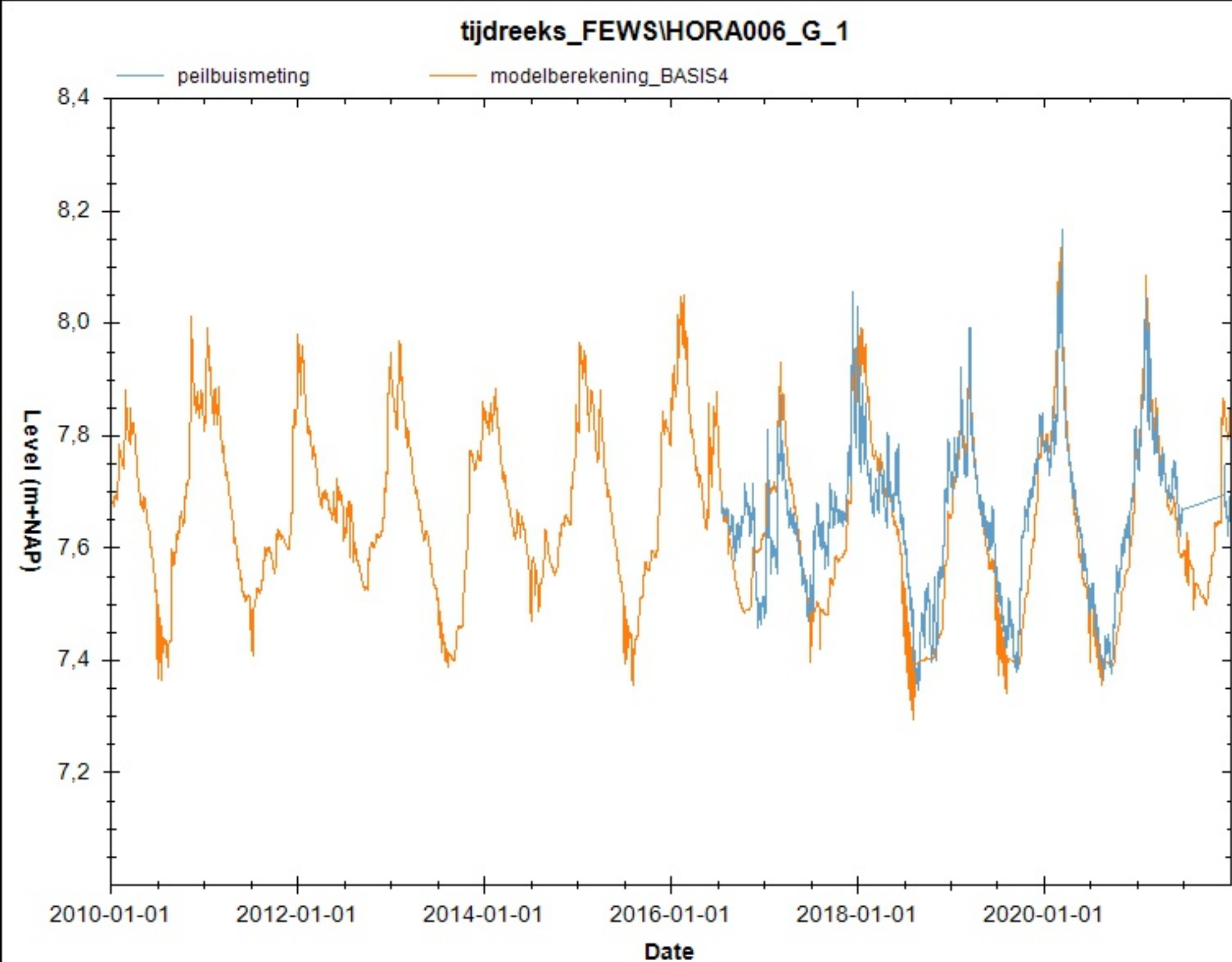
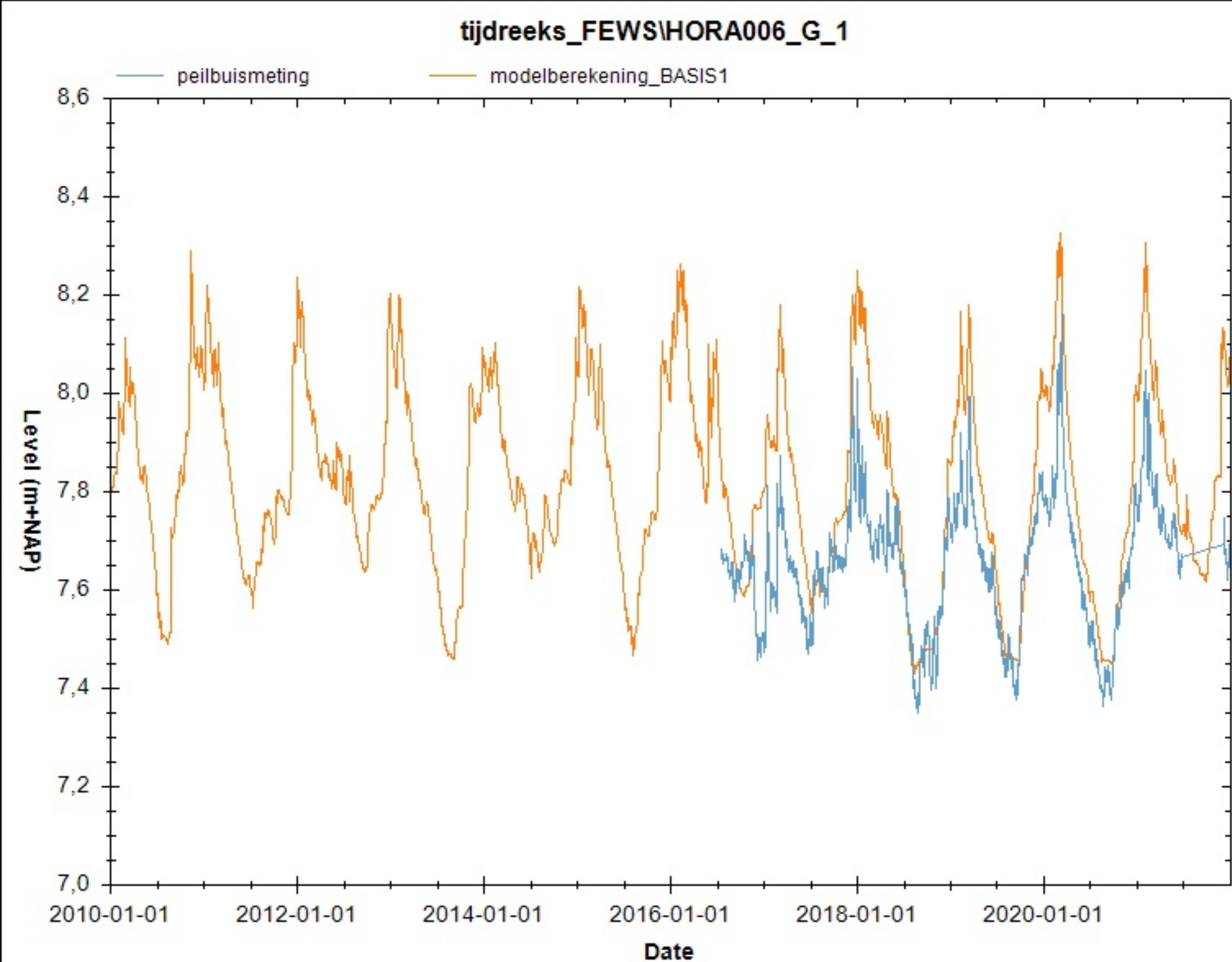


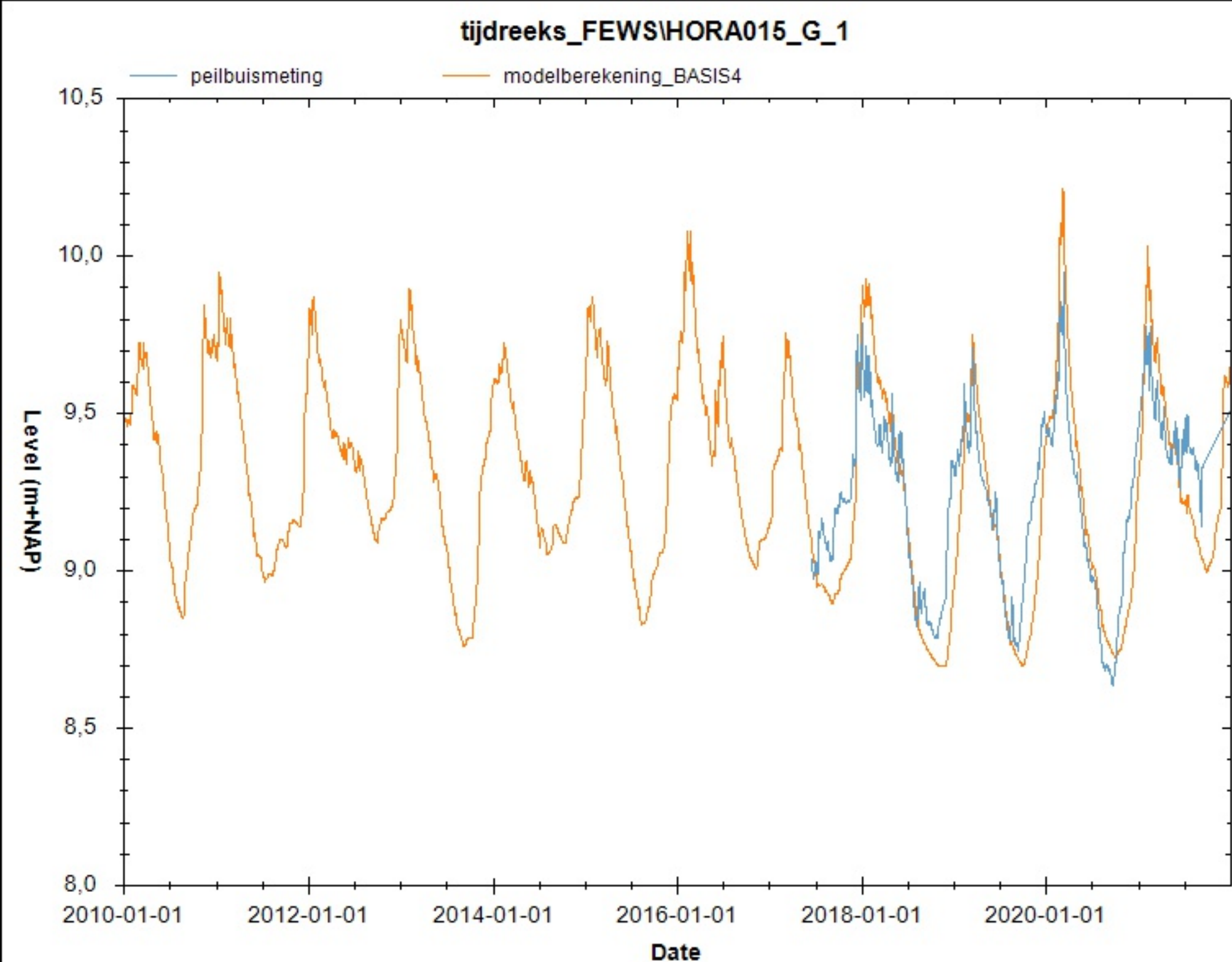
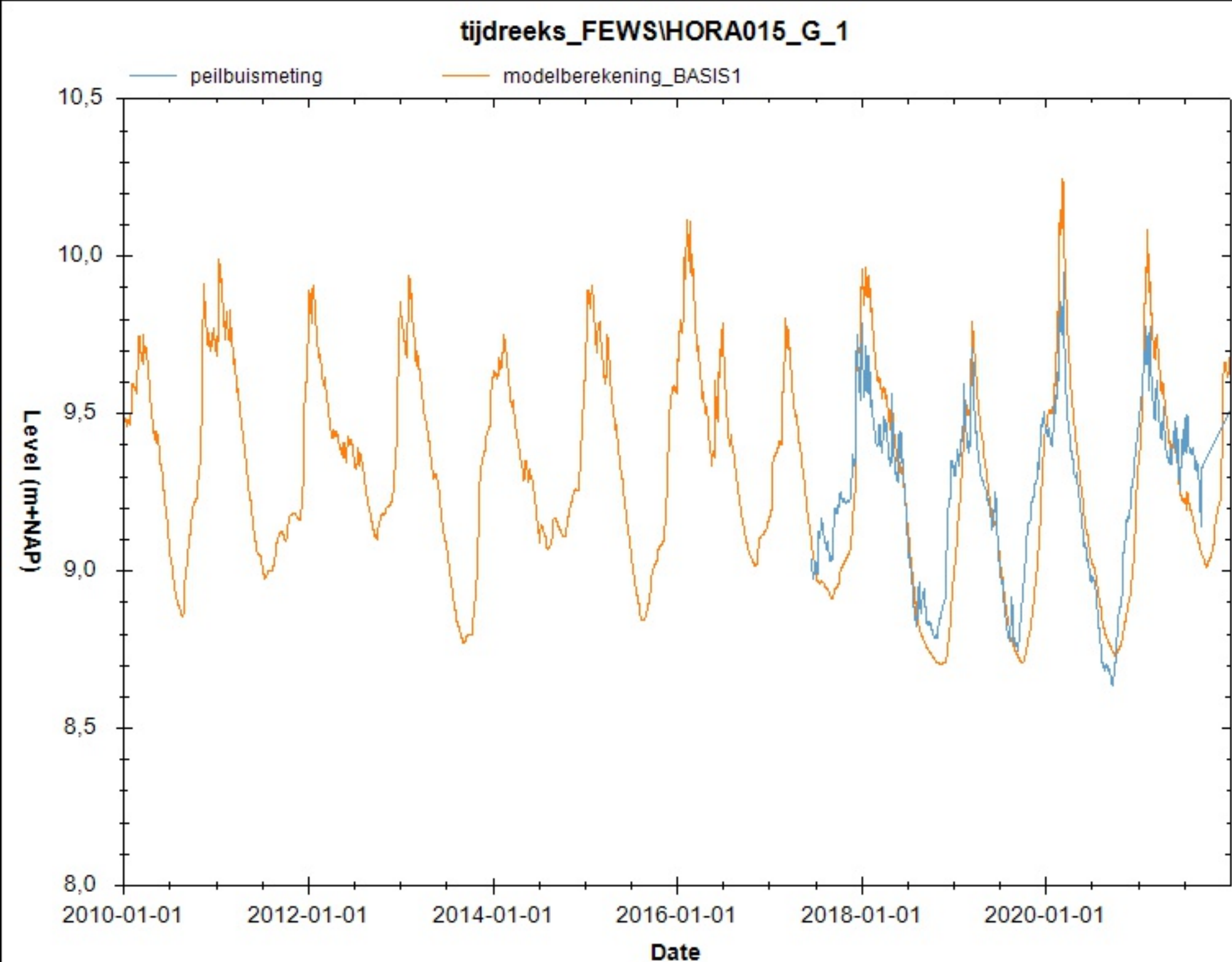
tijdreeksen_DINO\B46A2192_1

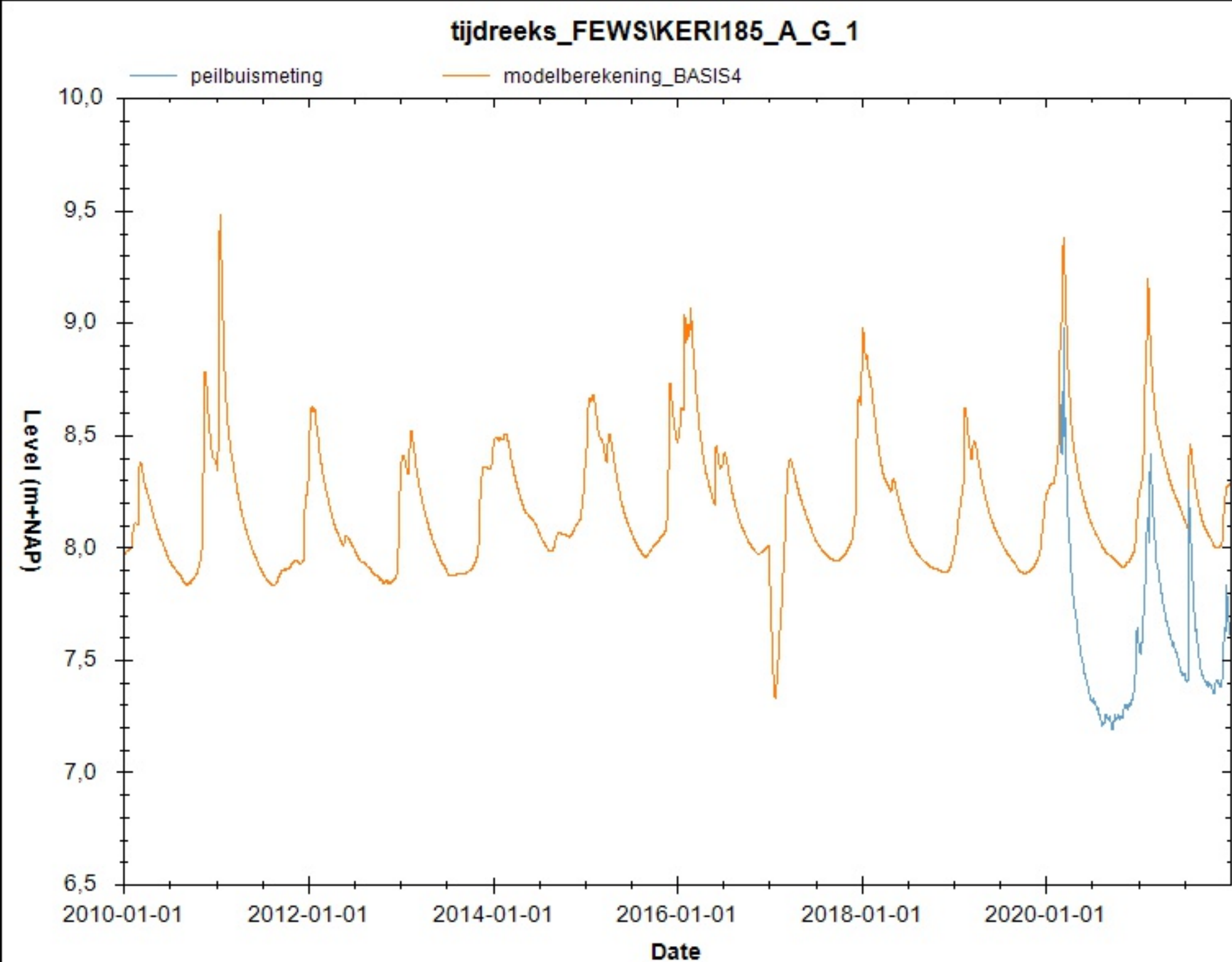
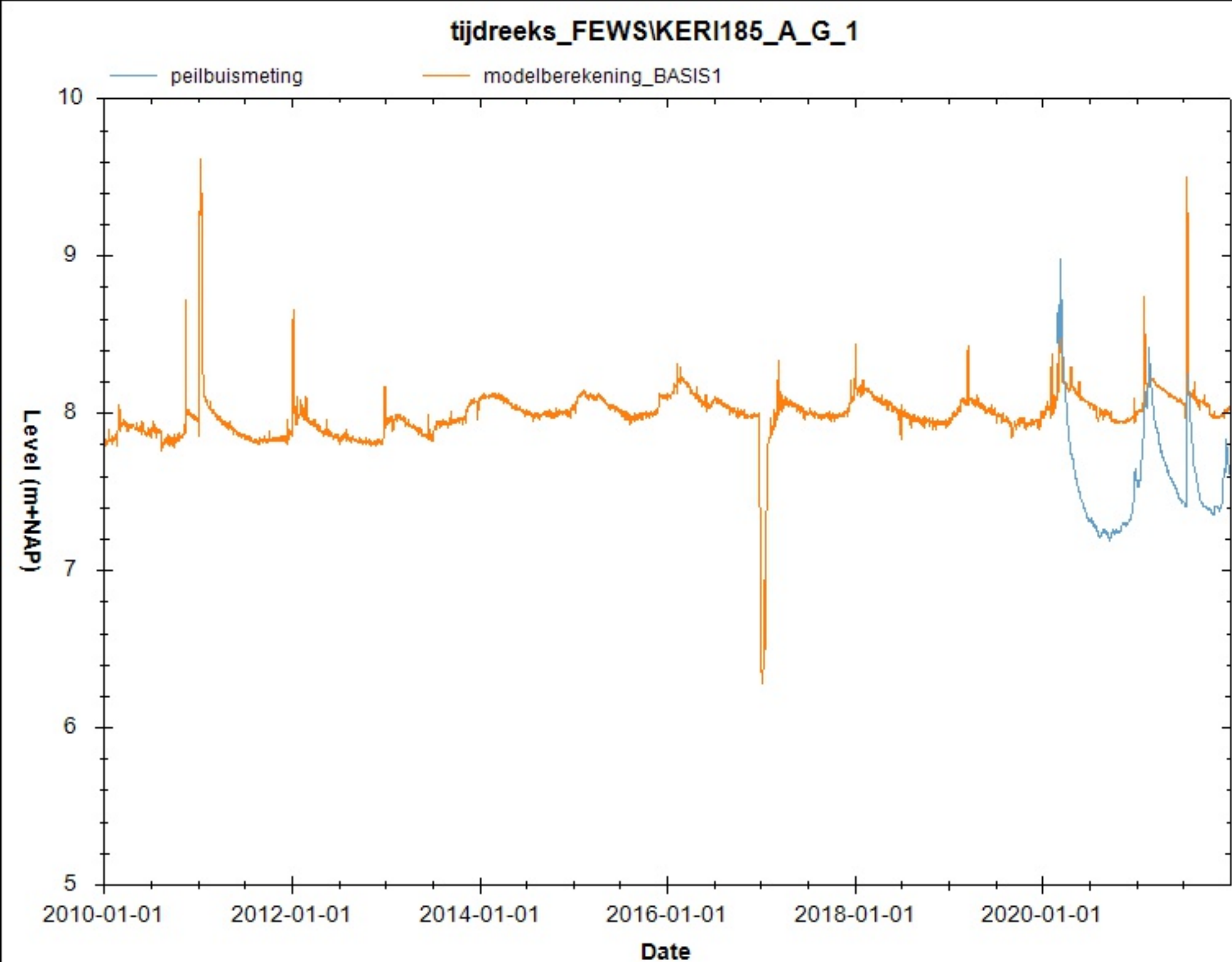


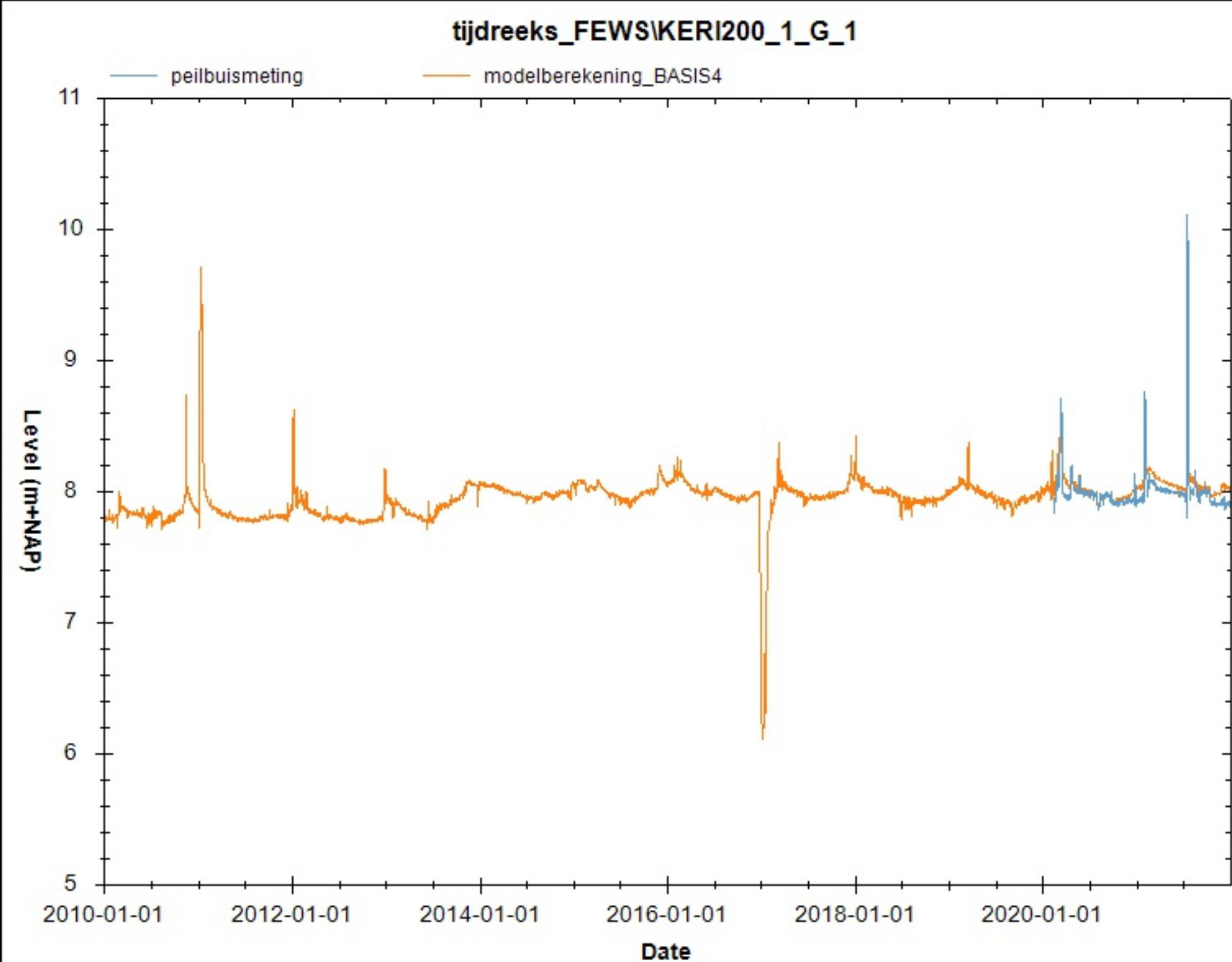
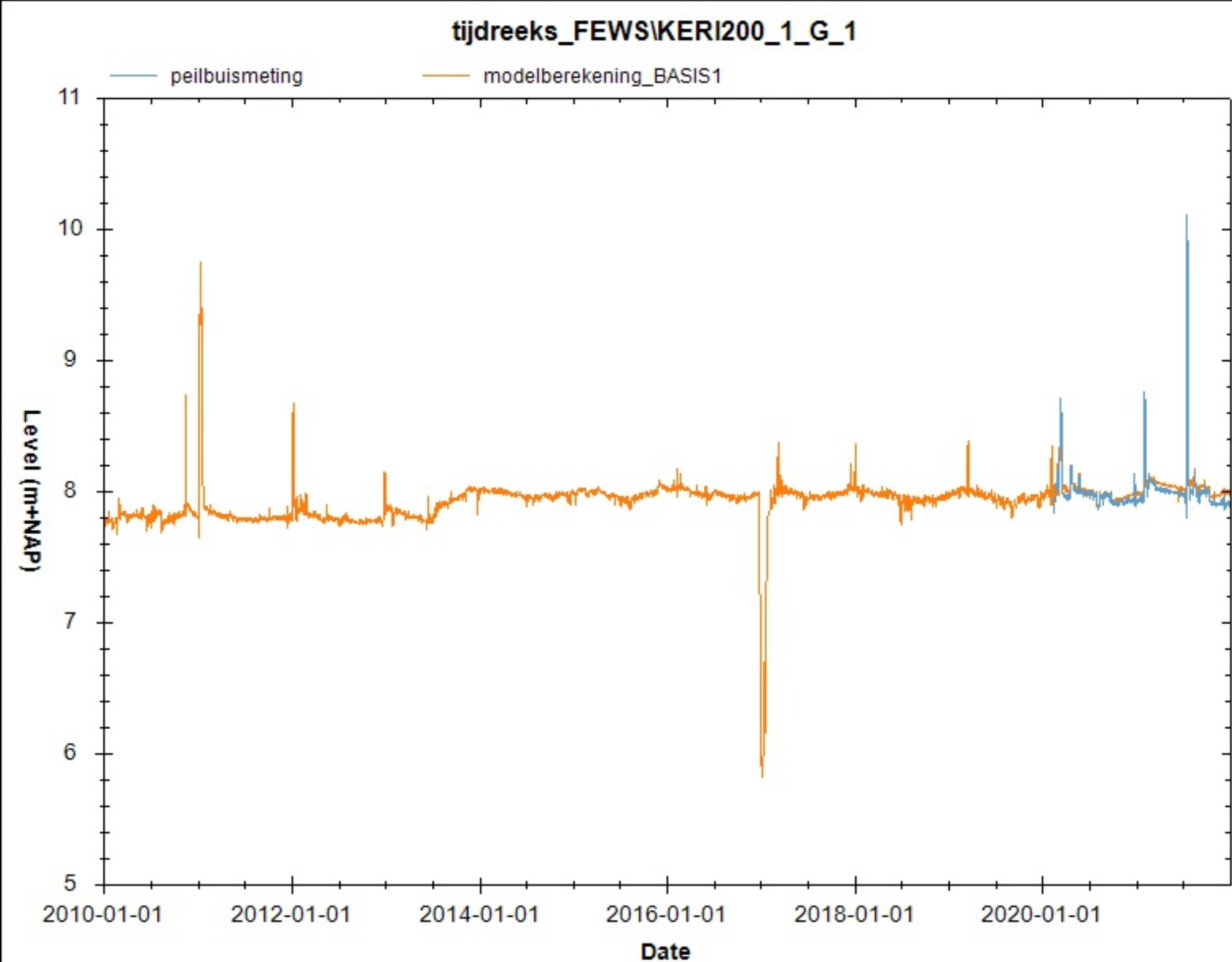


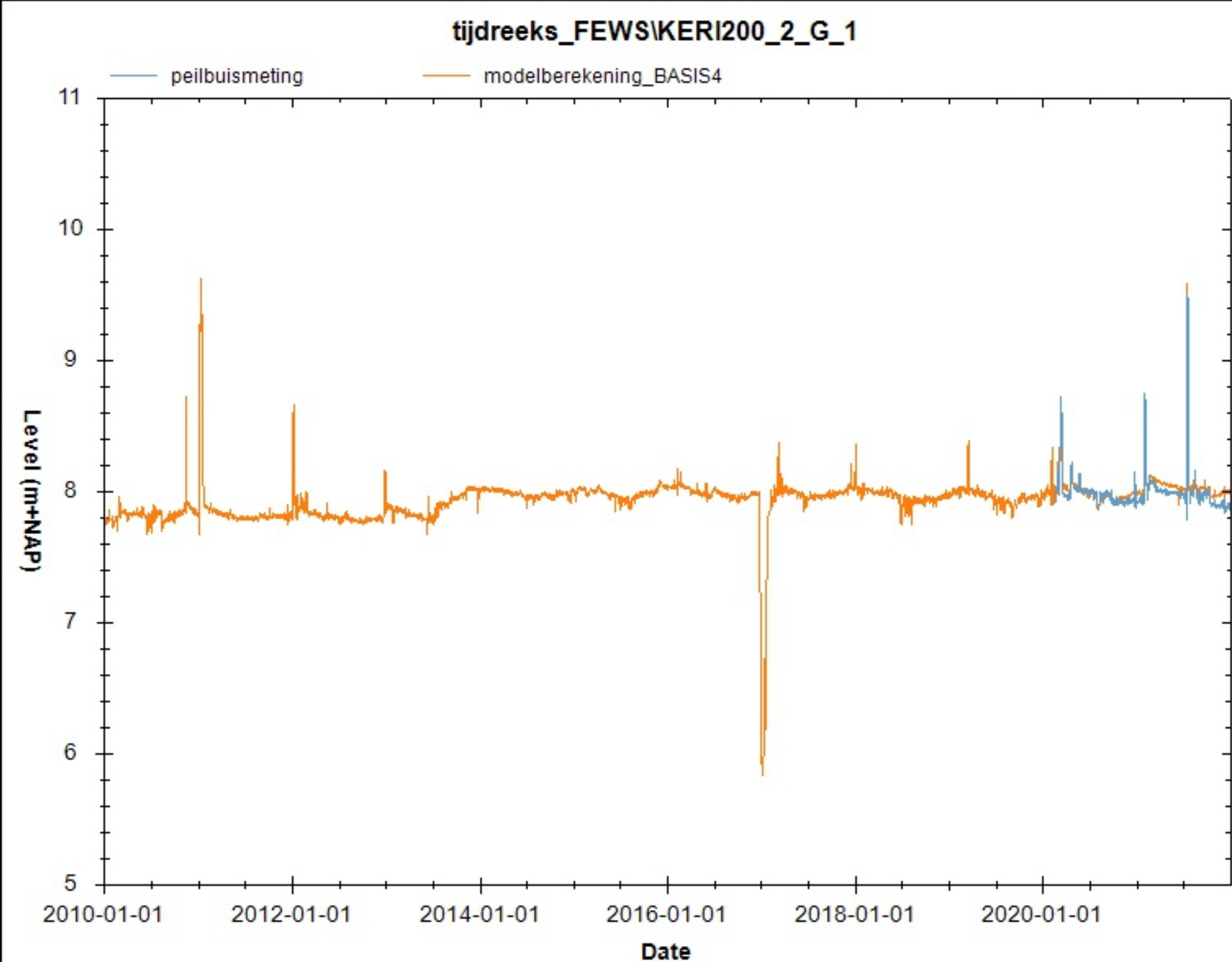
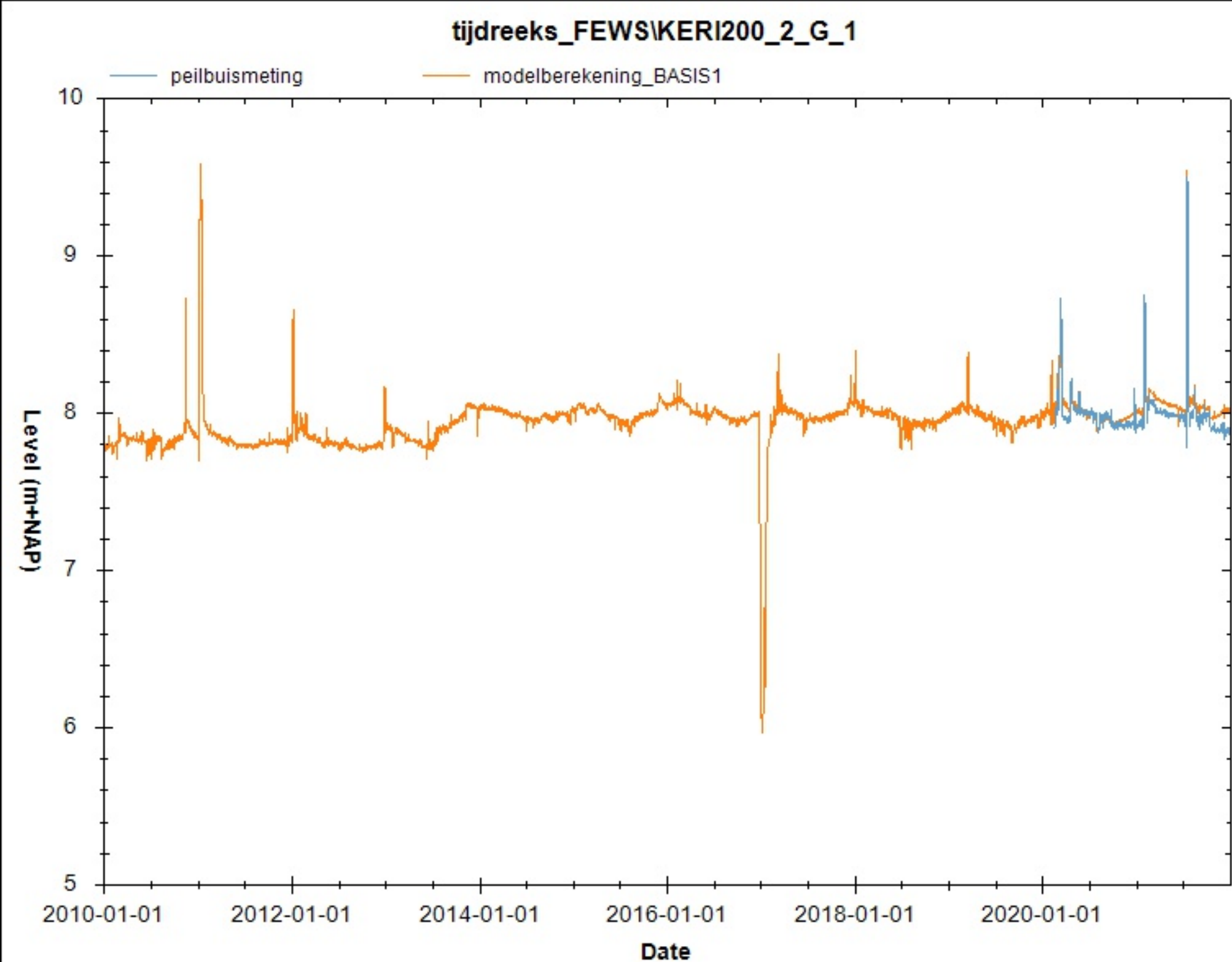


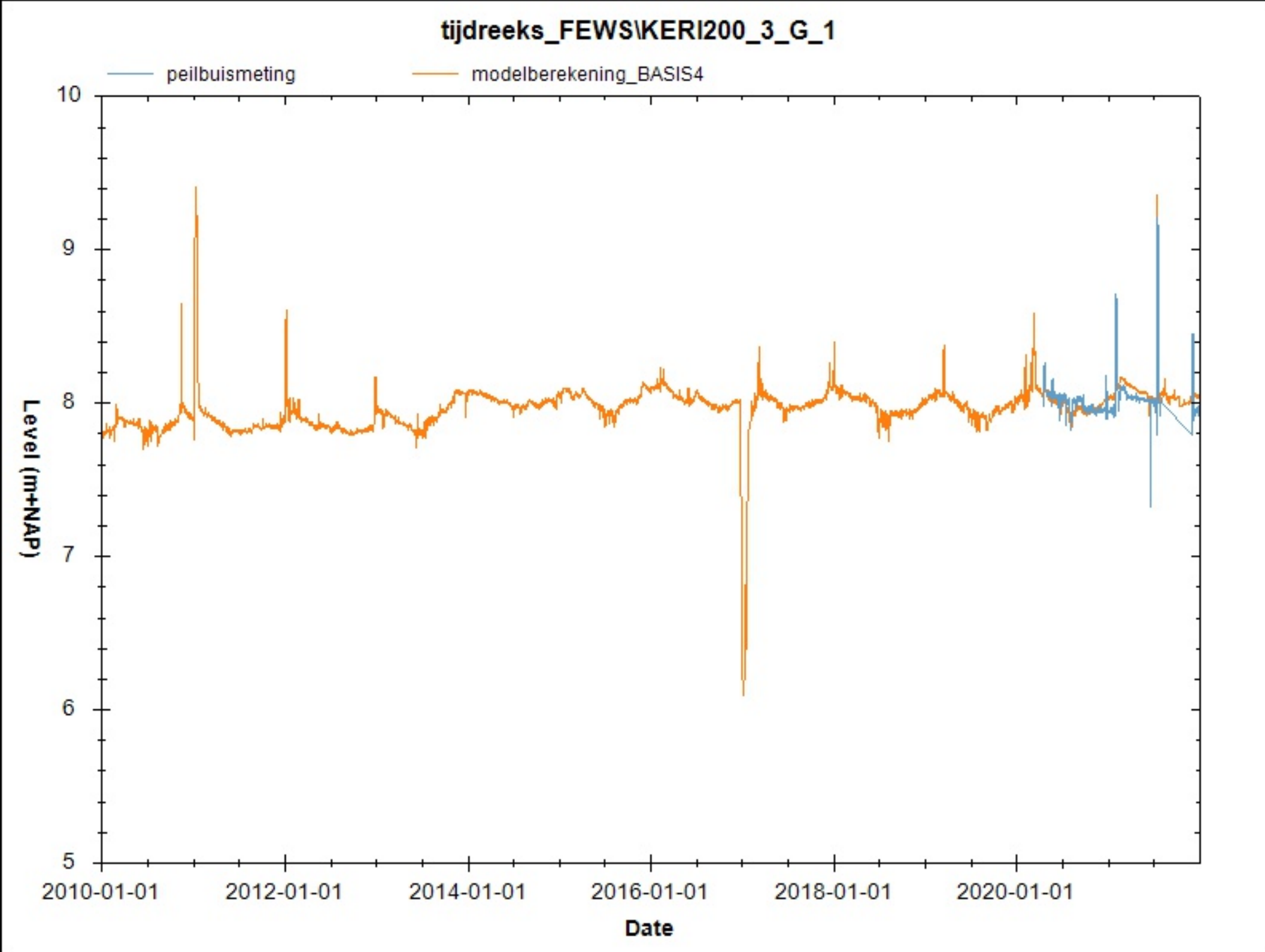
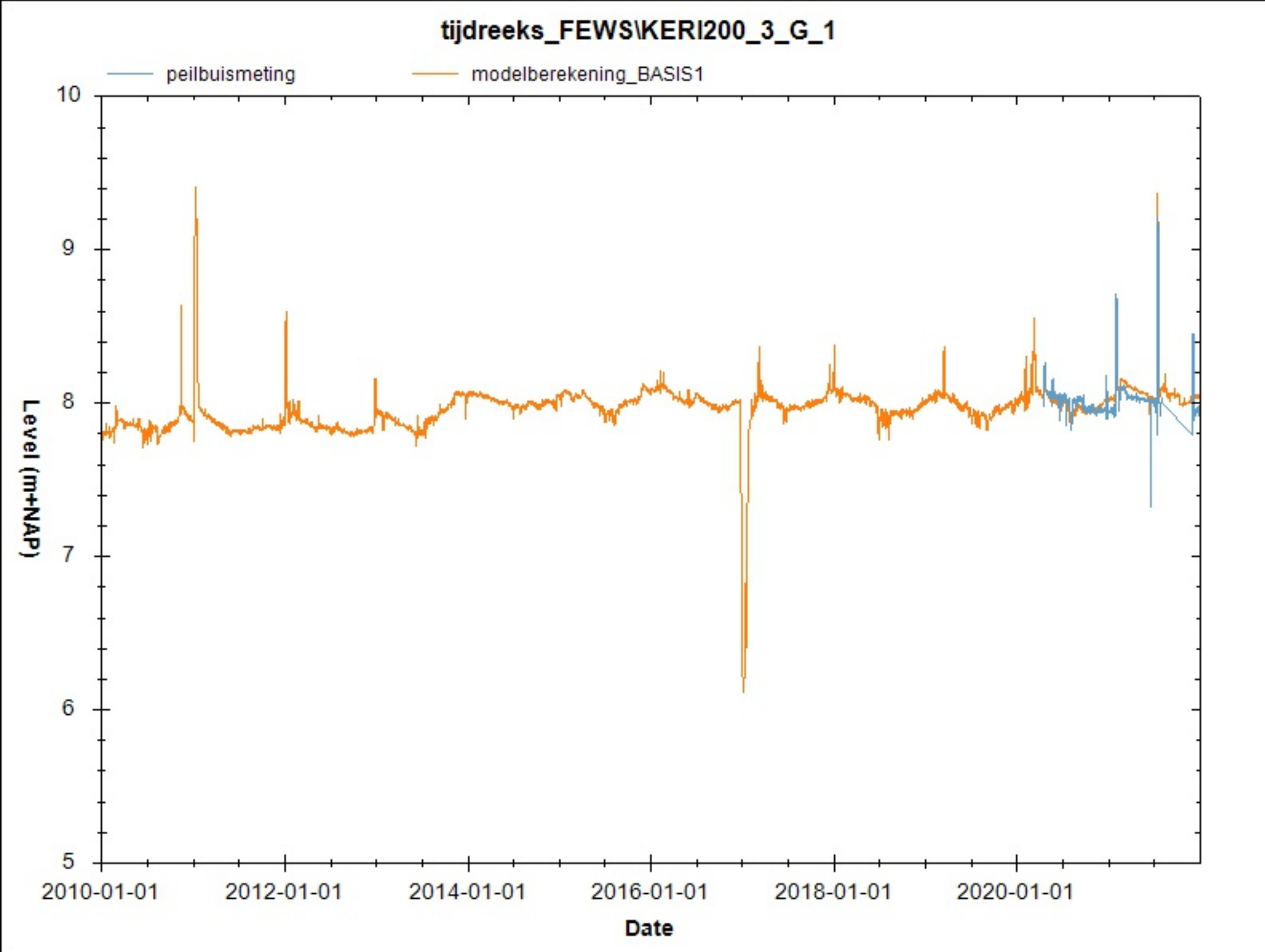


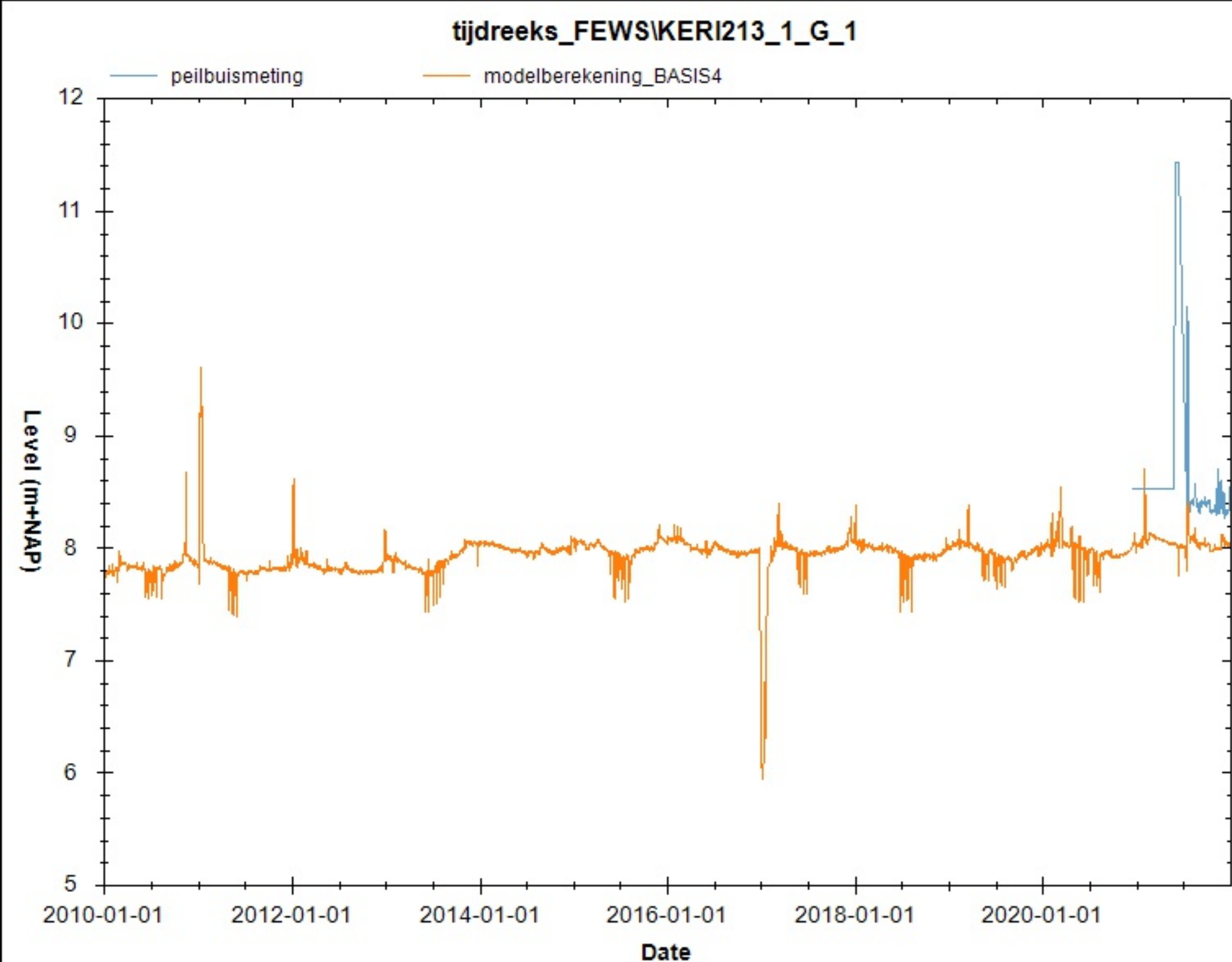
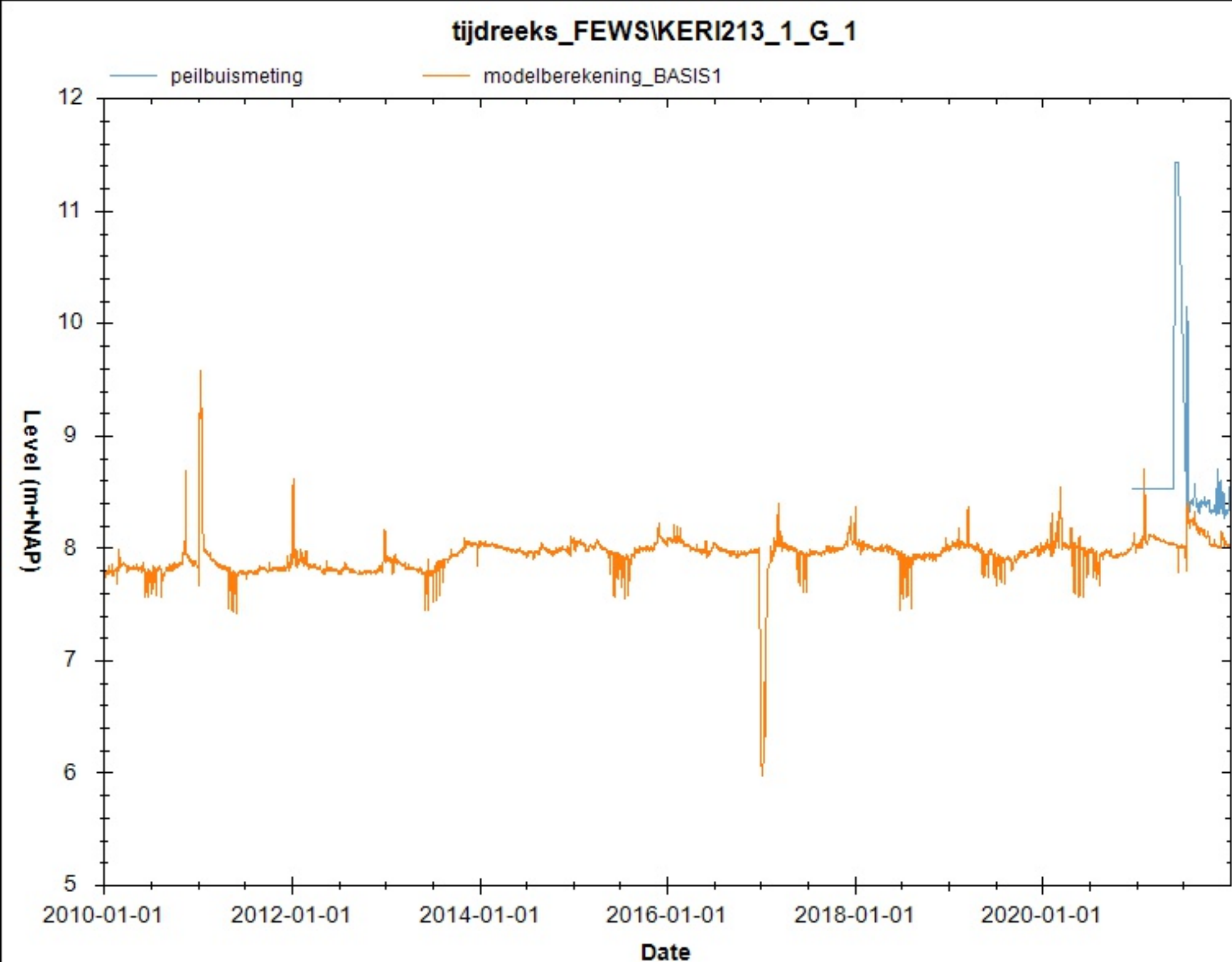




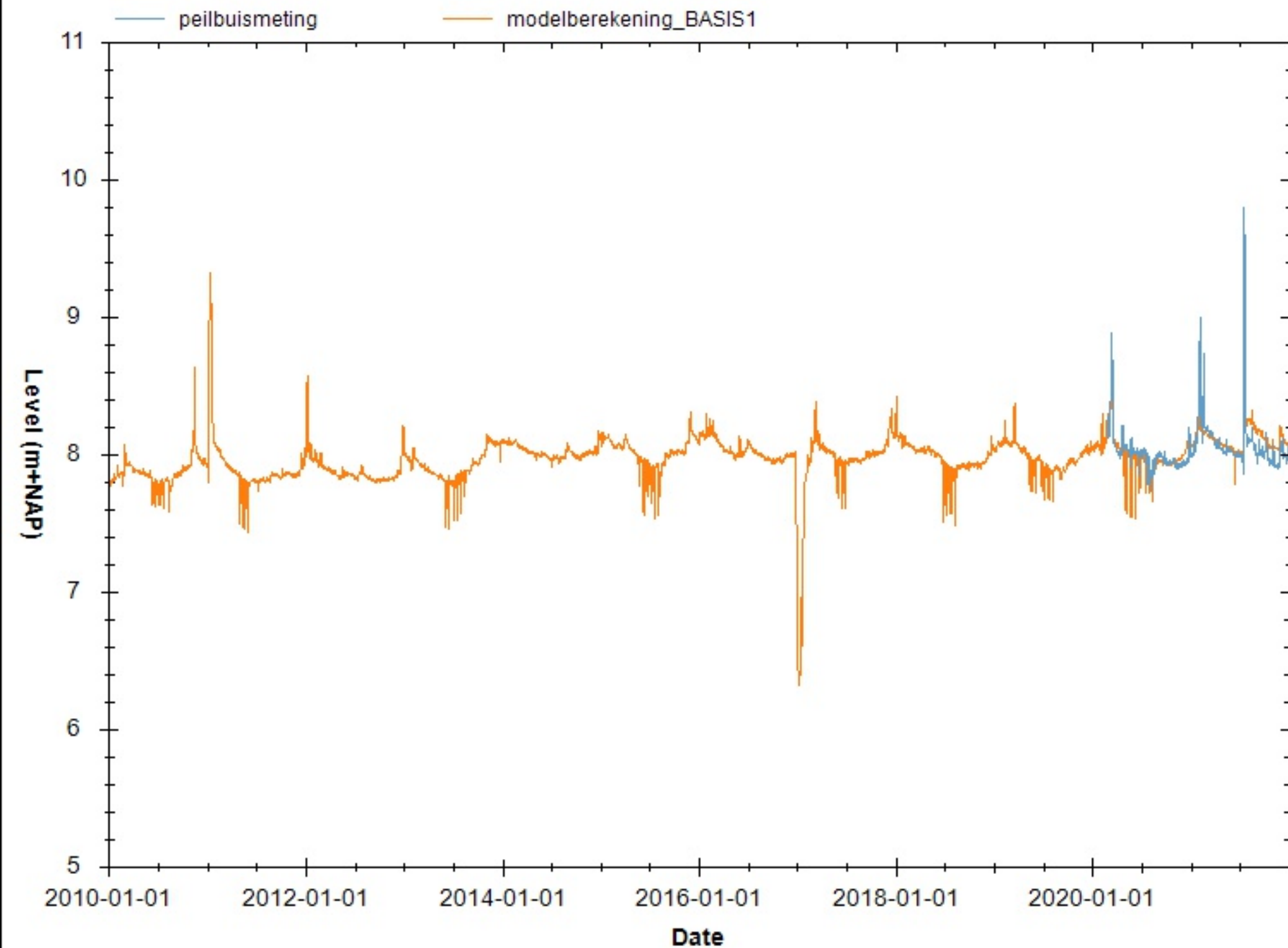




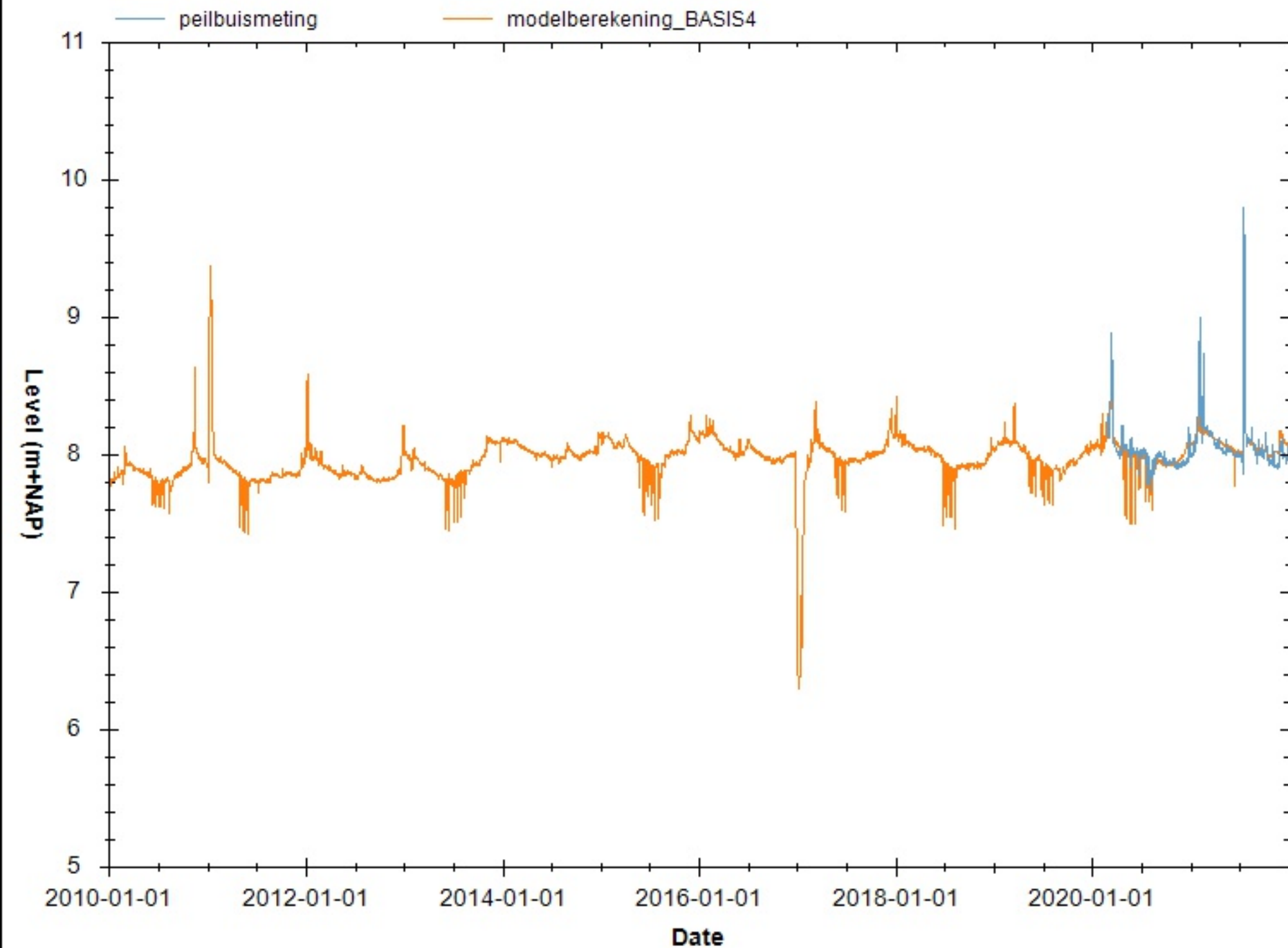


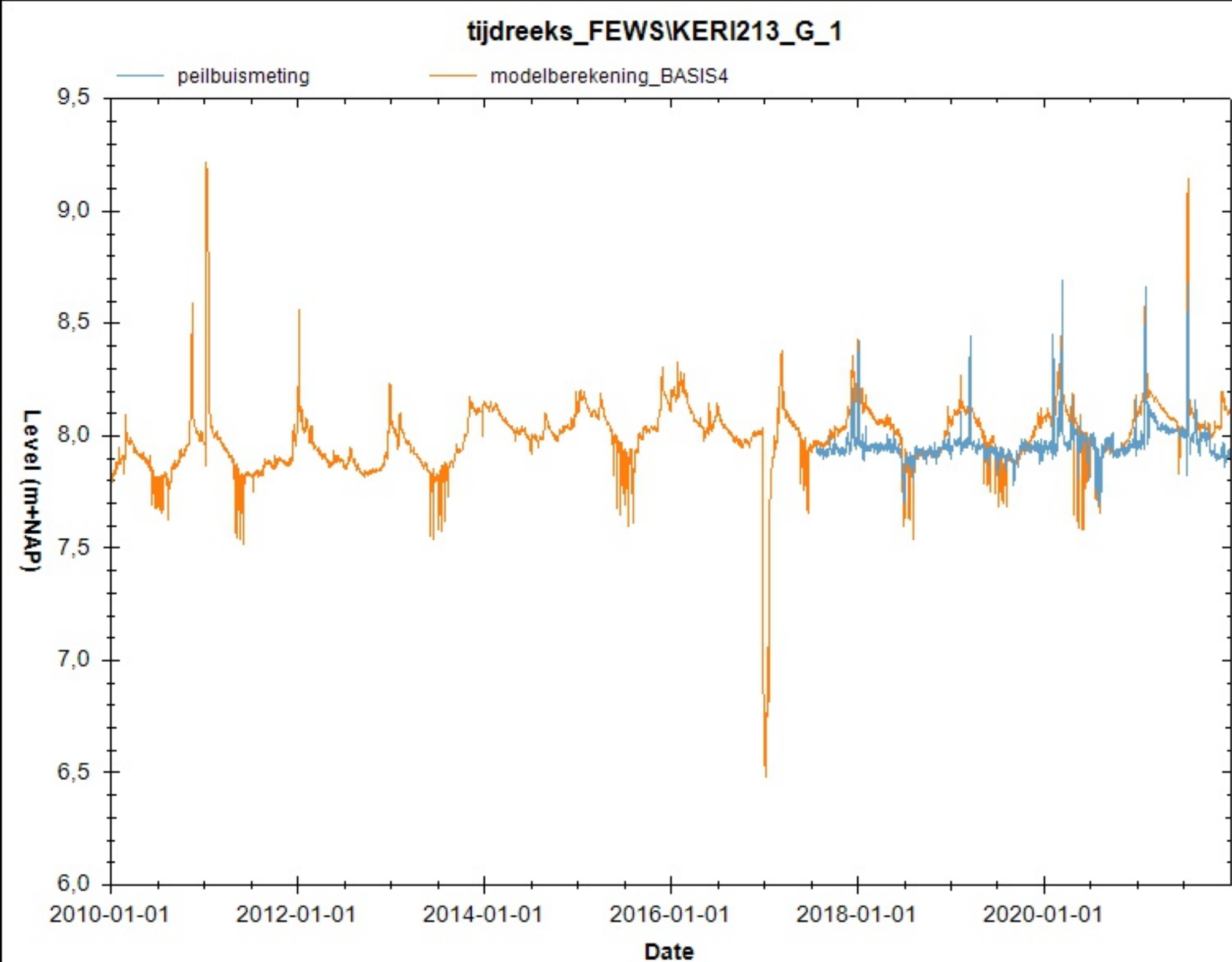
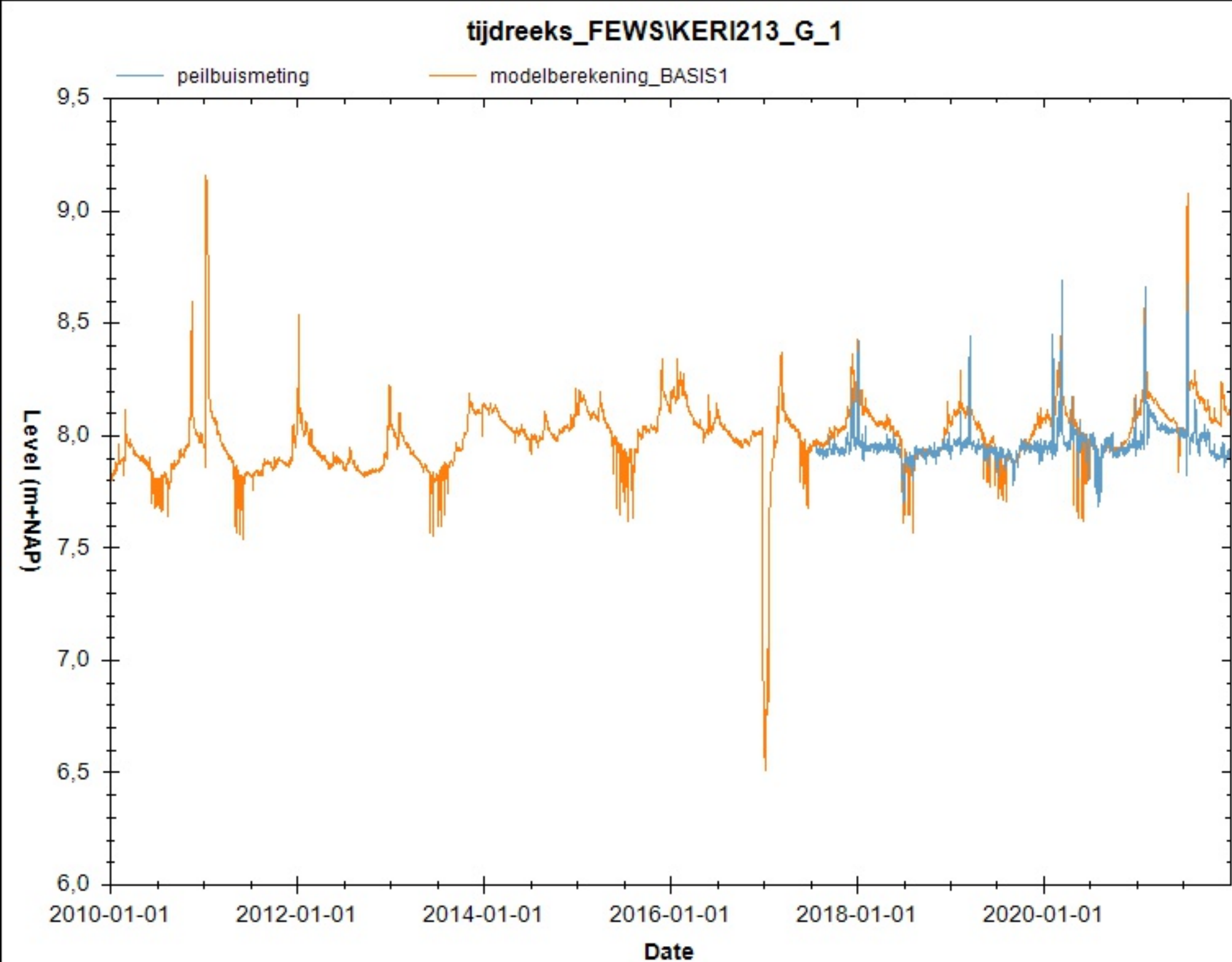


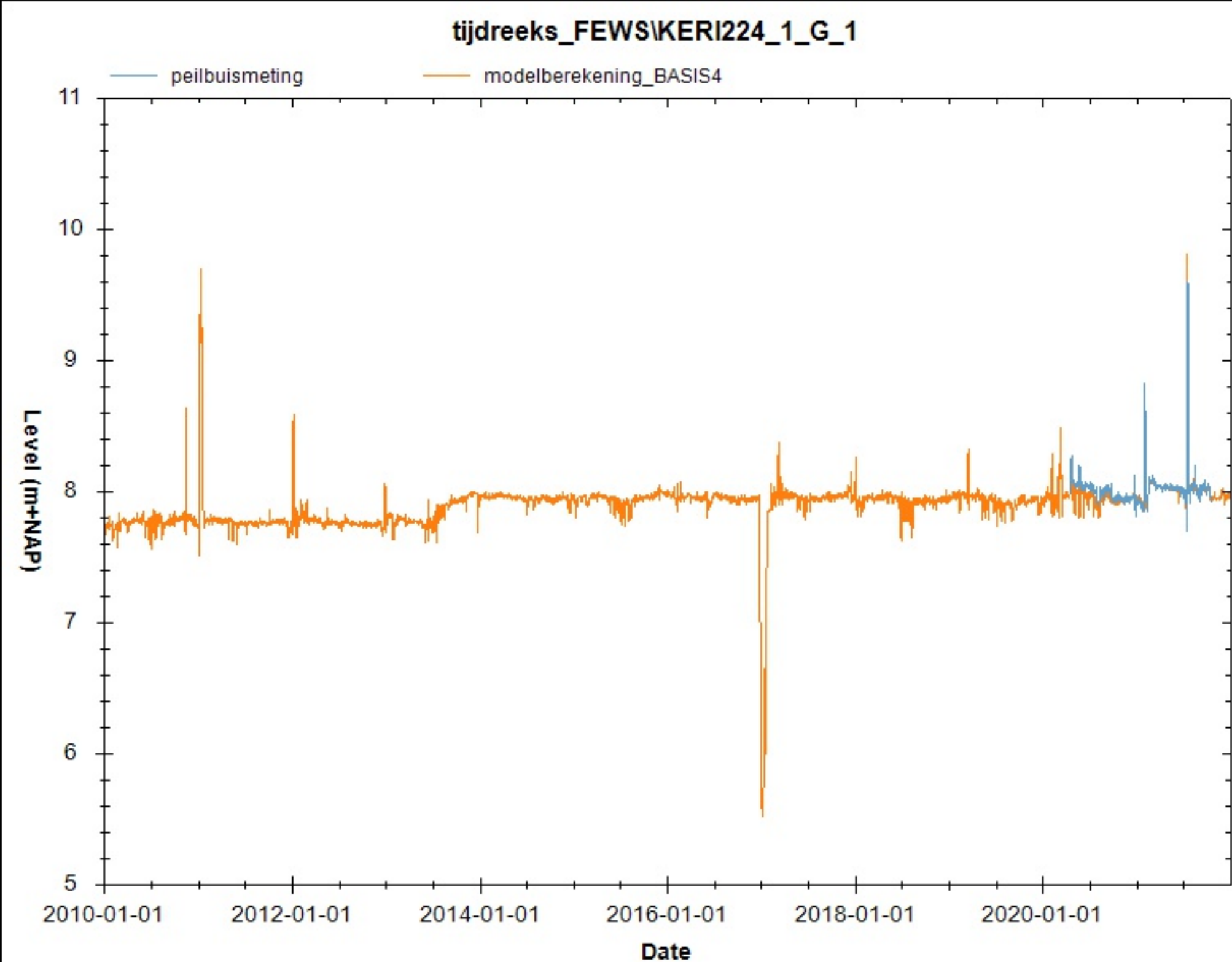
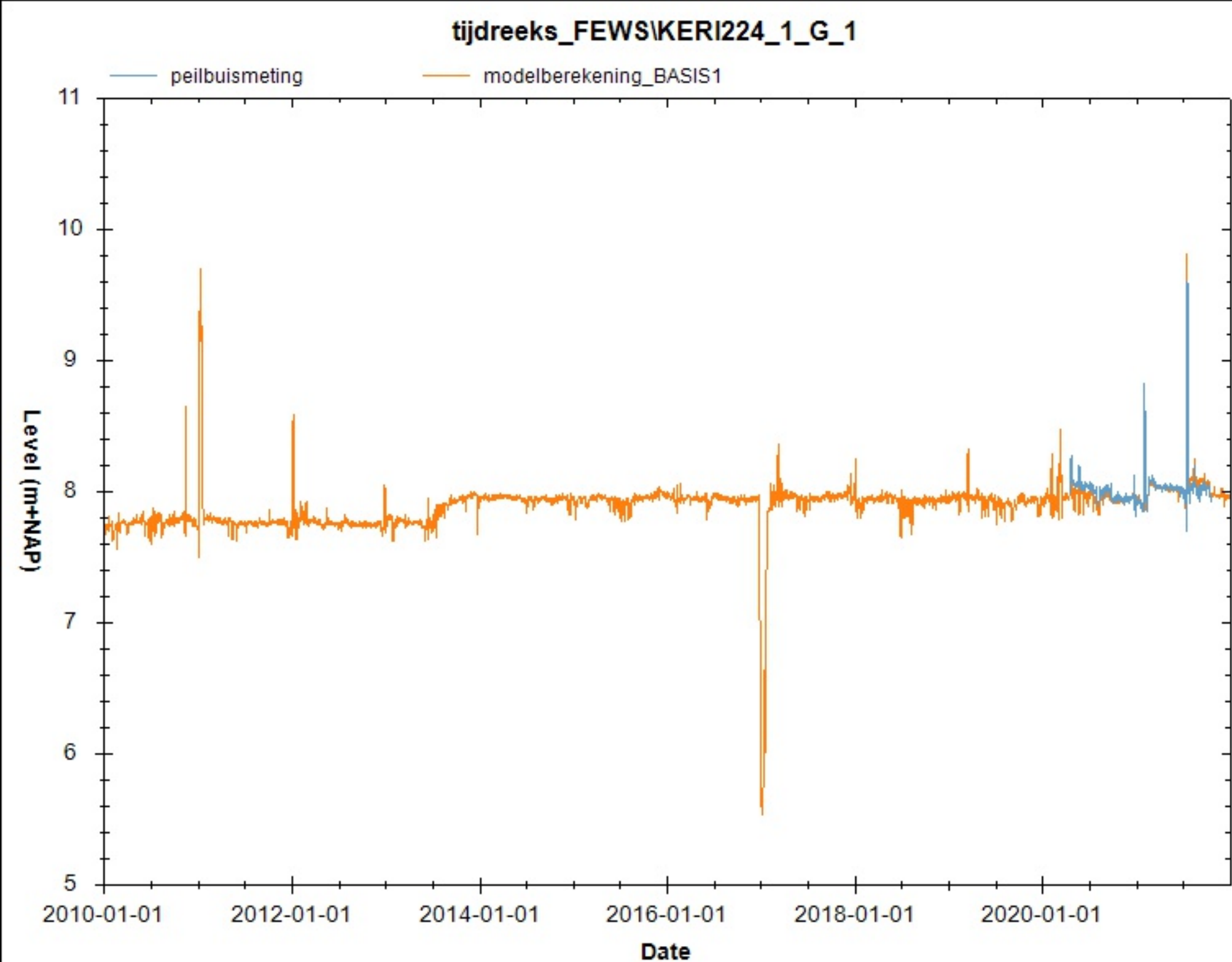
tijdreeks_FEWS\KERI213_2_G_1

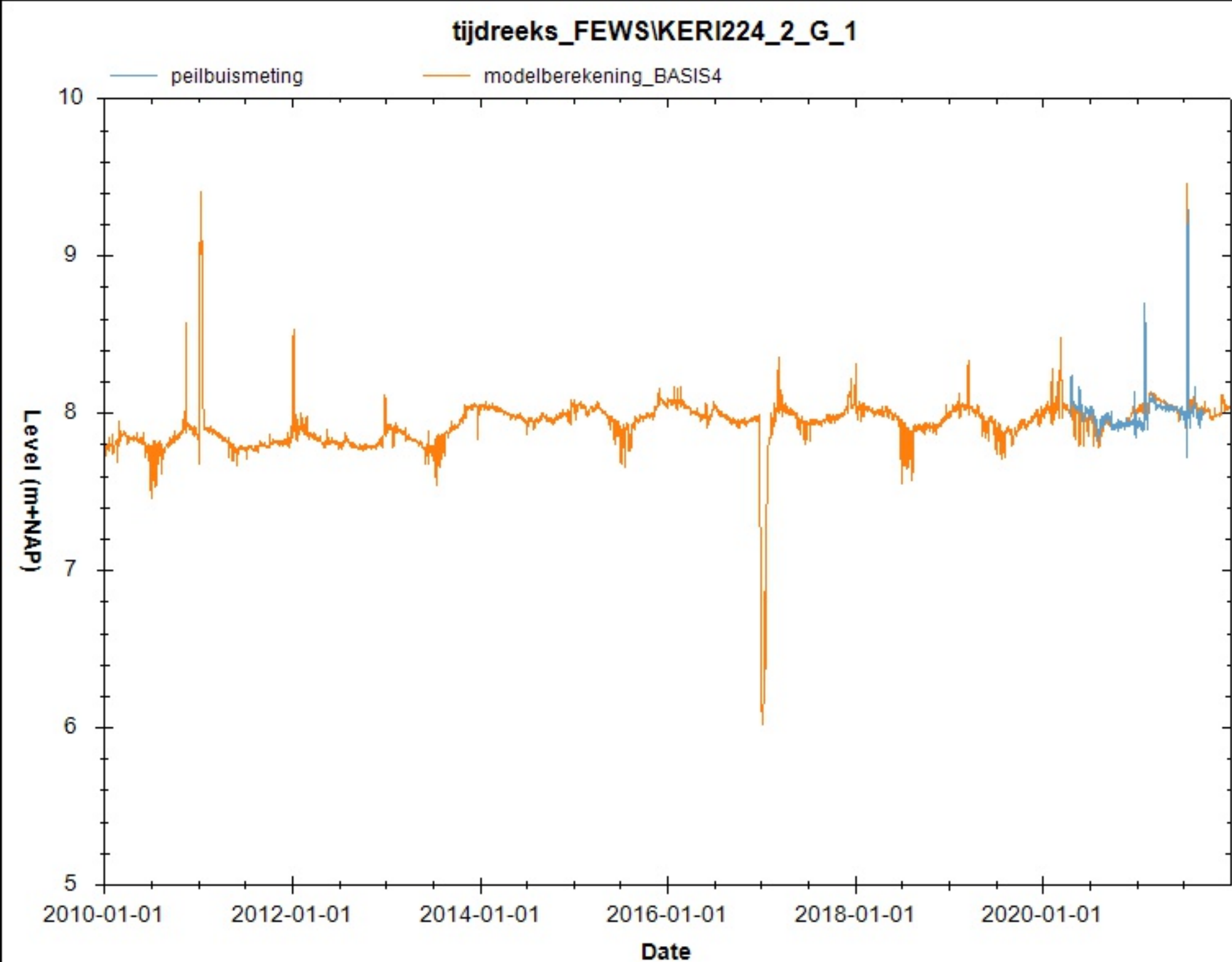
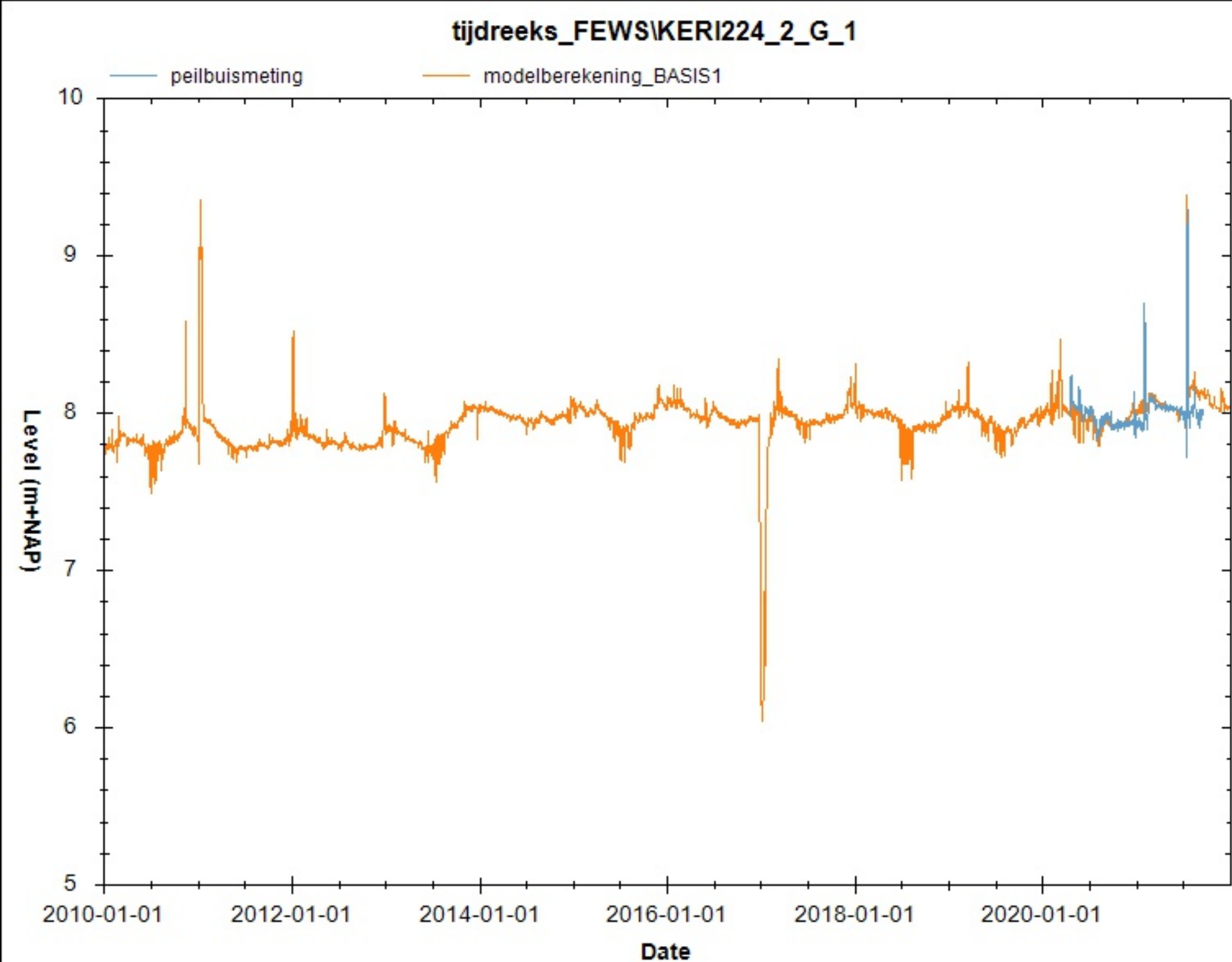


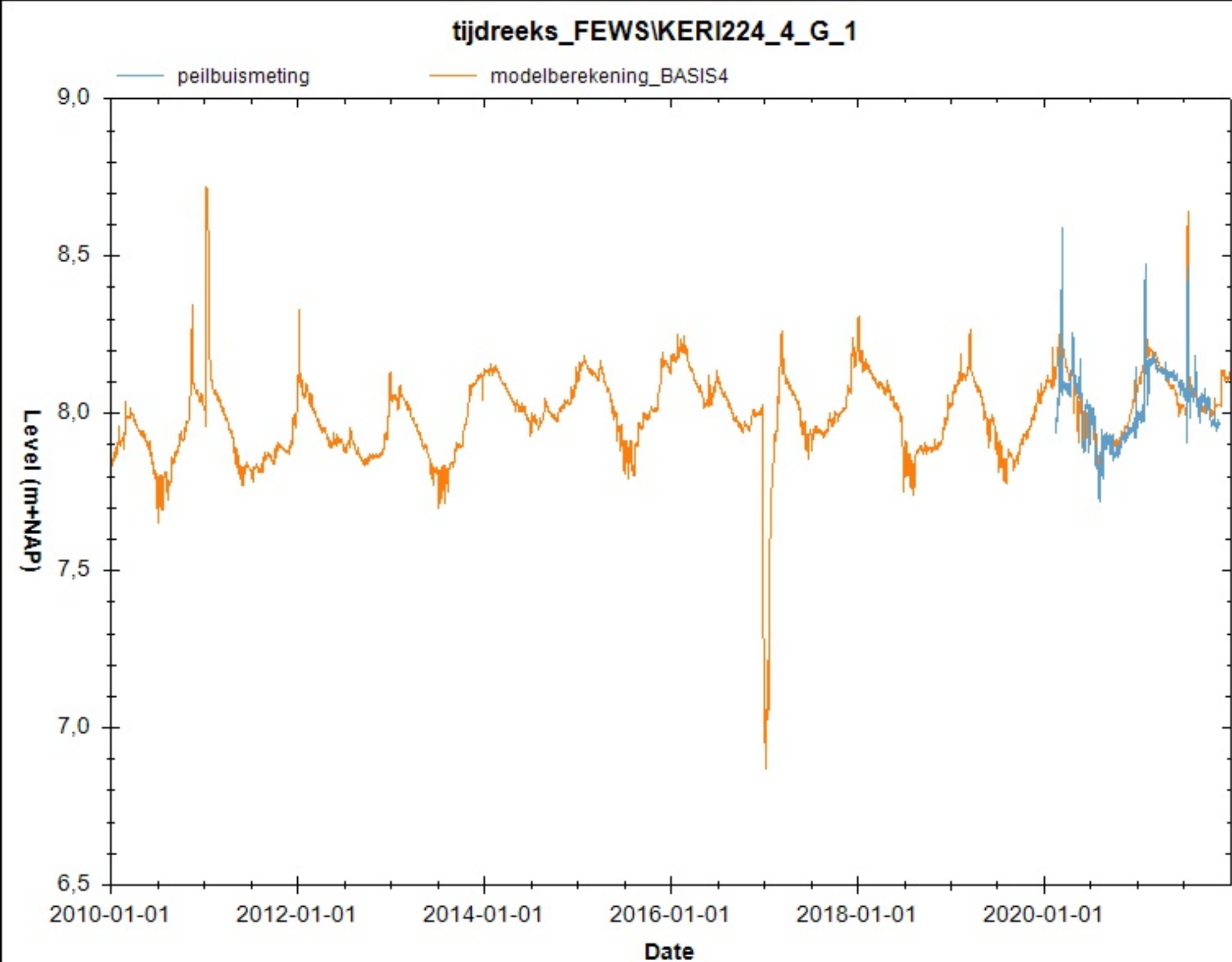
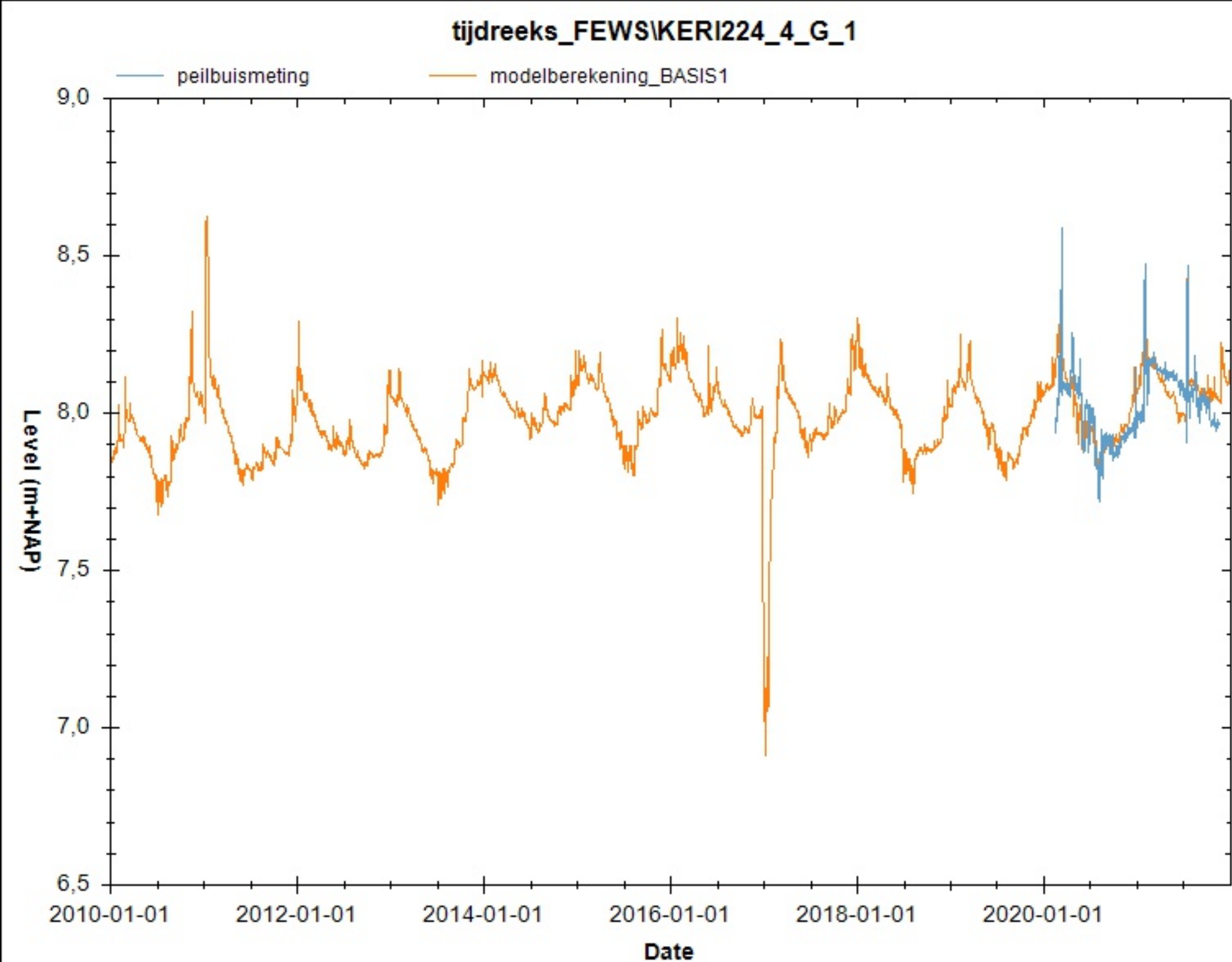
tijdreeks_FEWS\KERI213_2_G_1

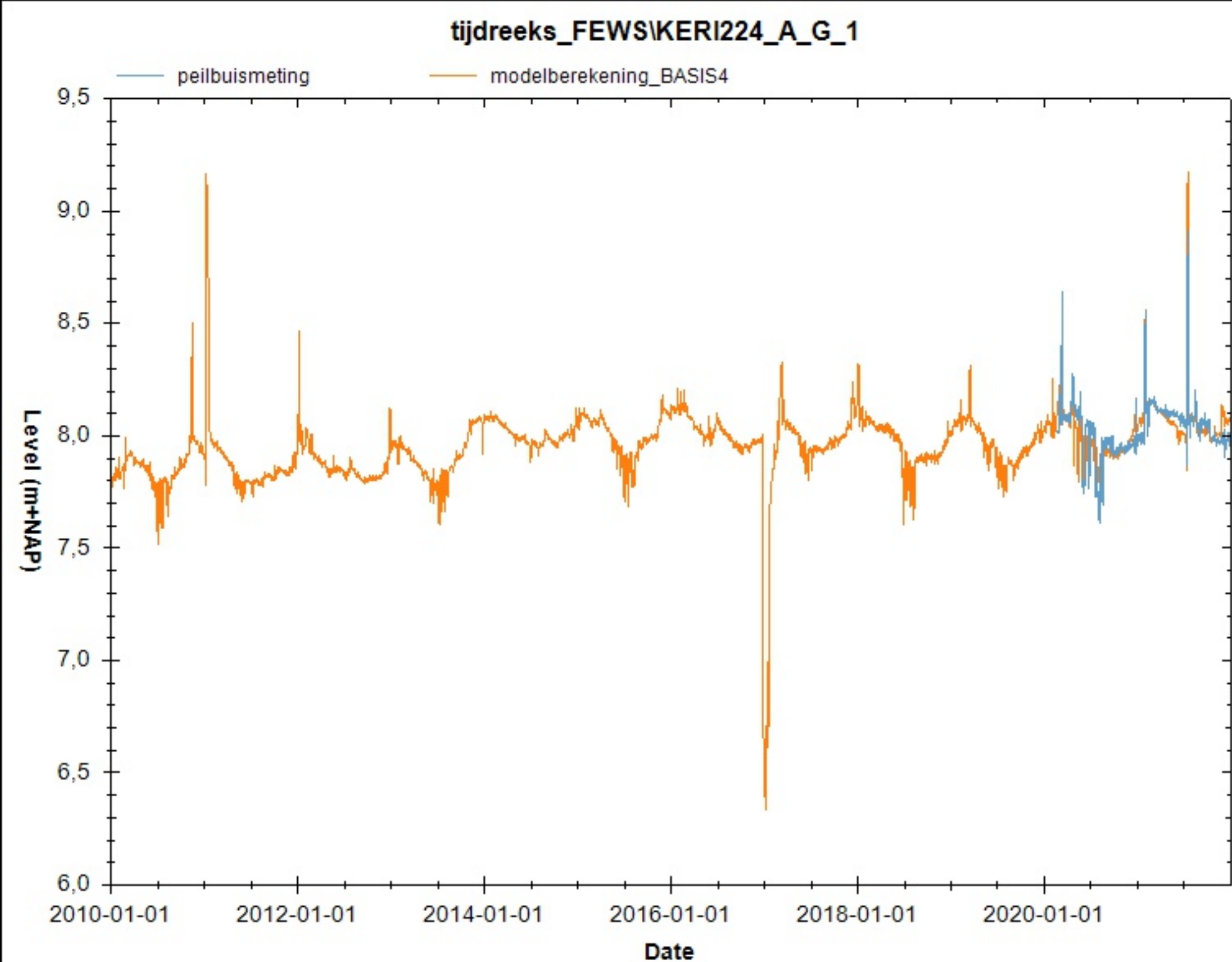
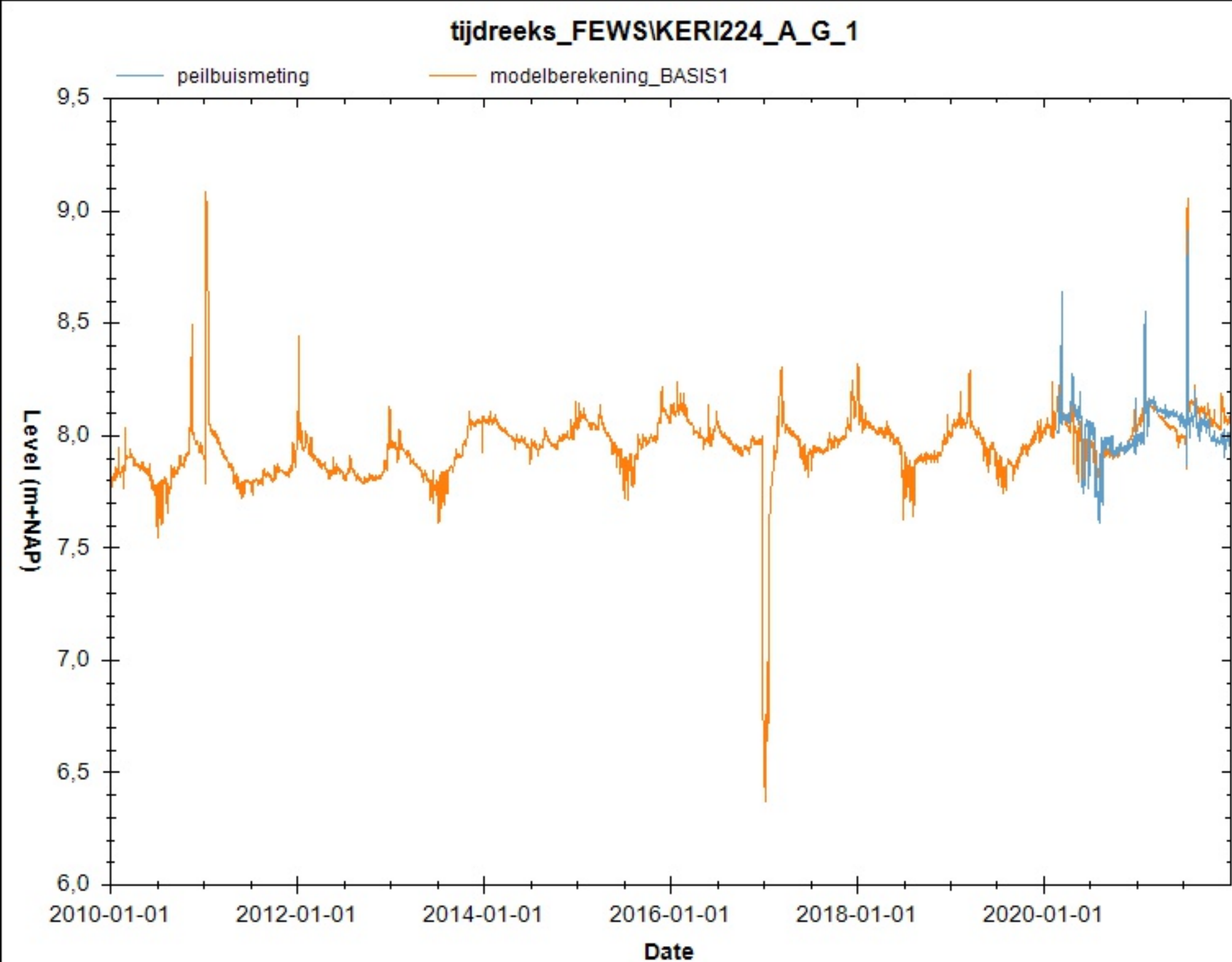


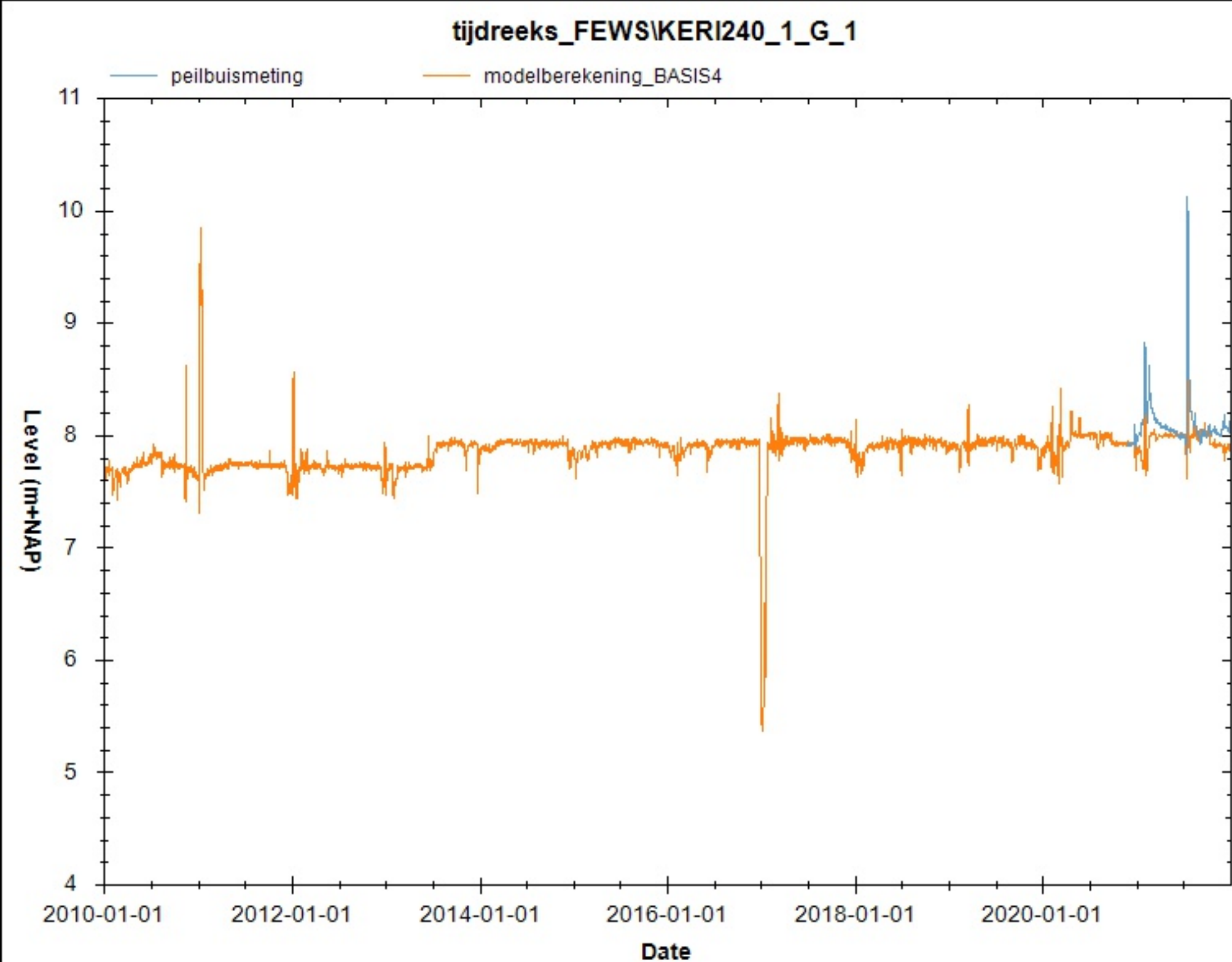
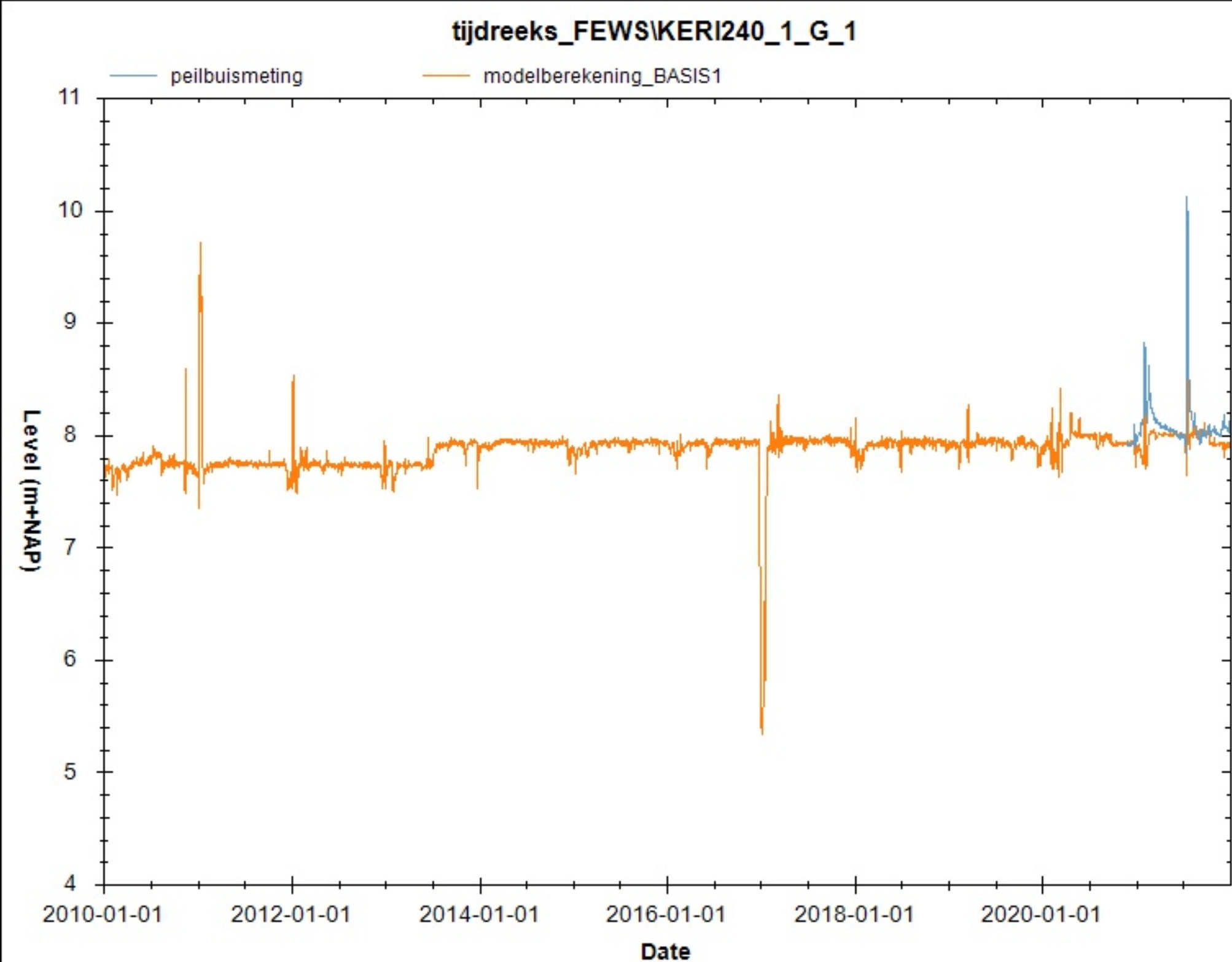


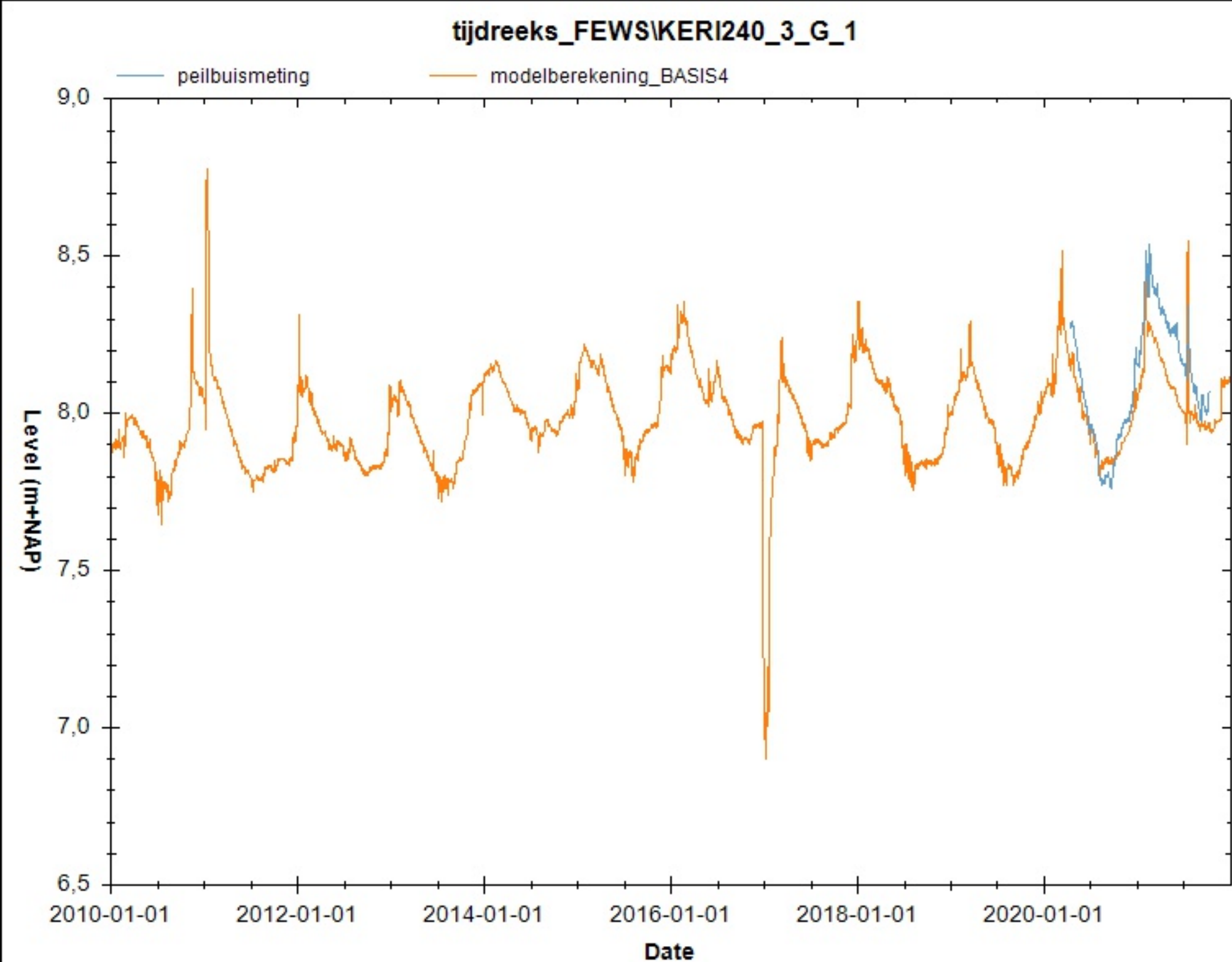
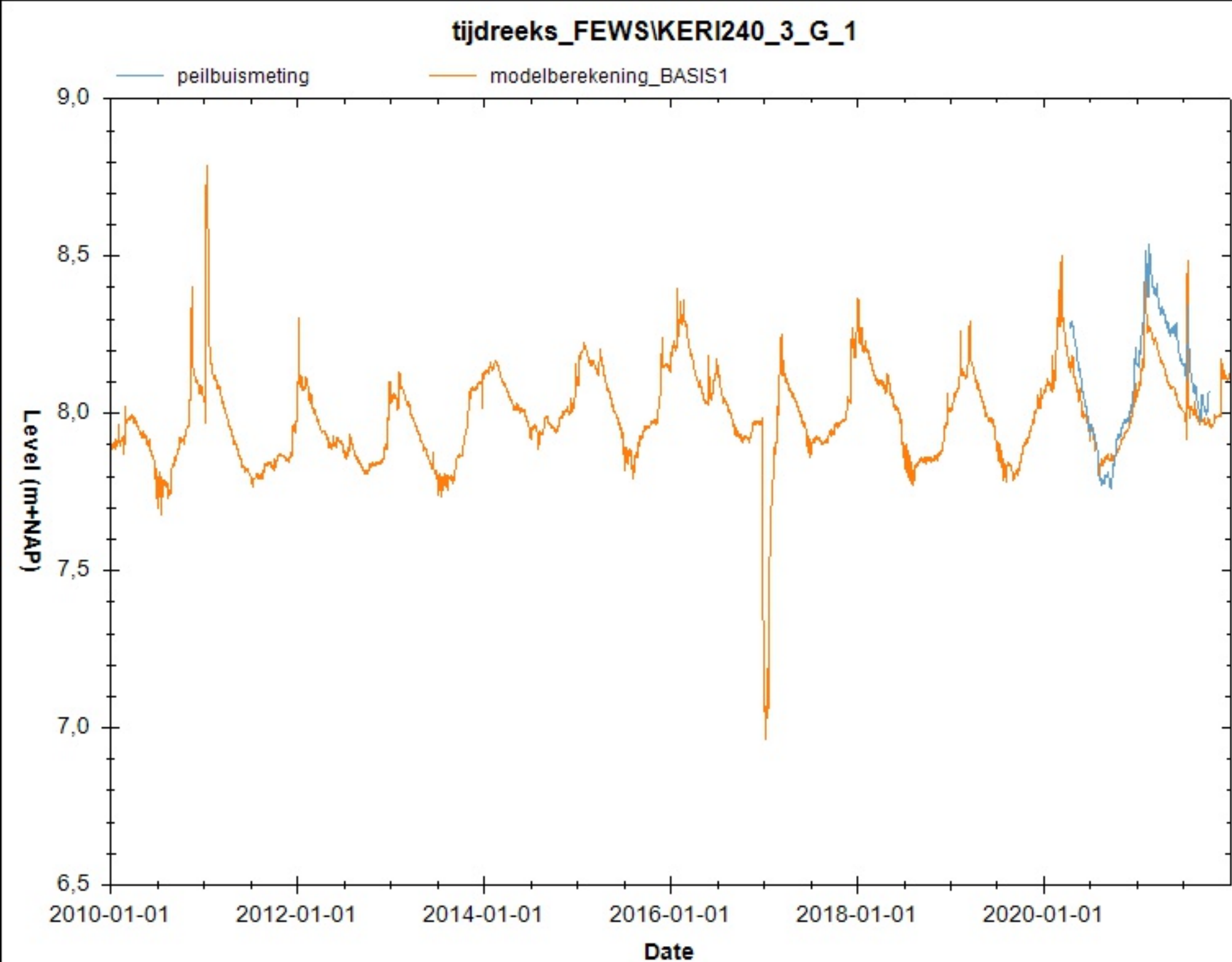


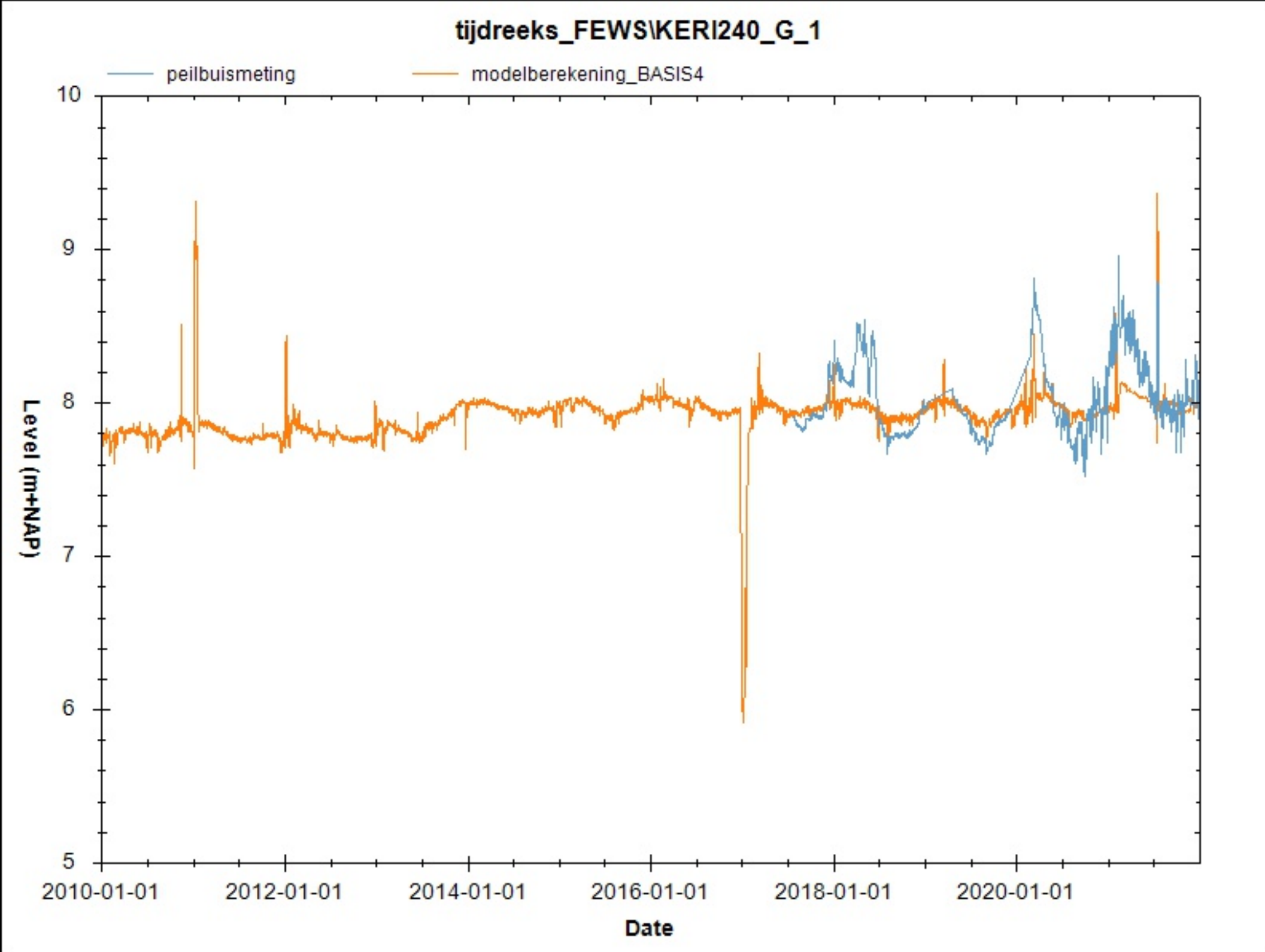
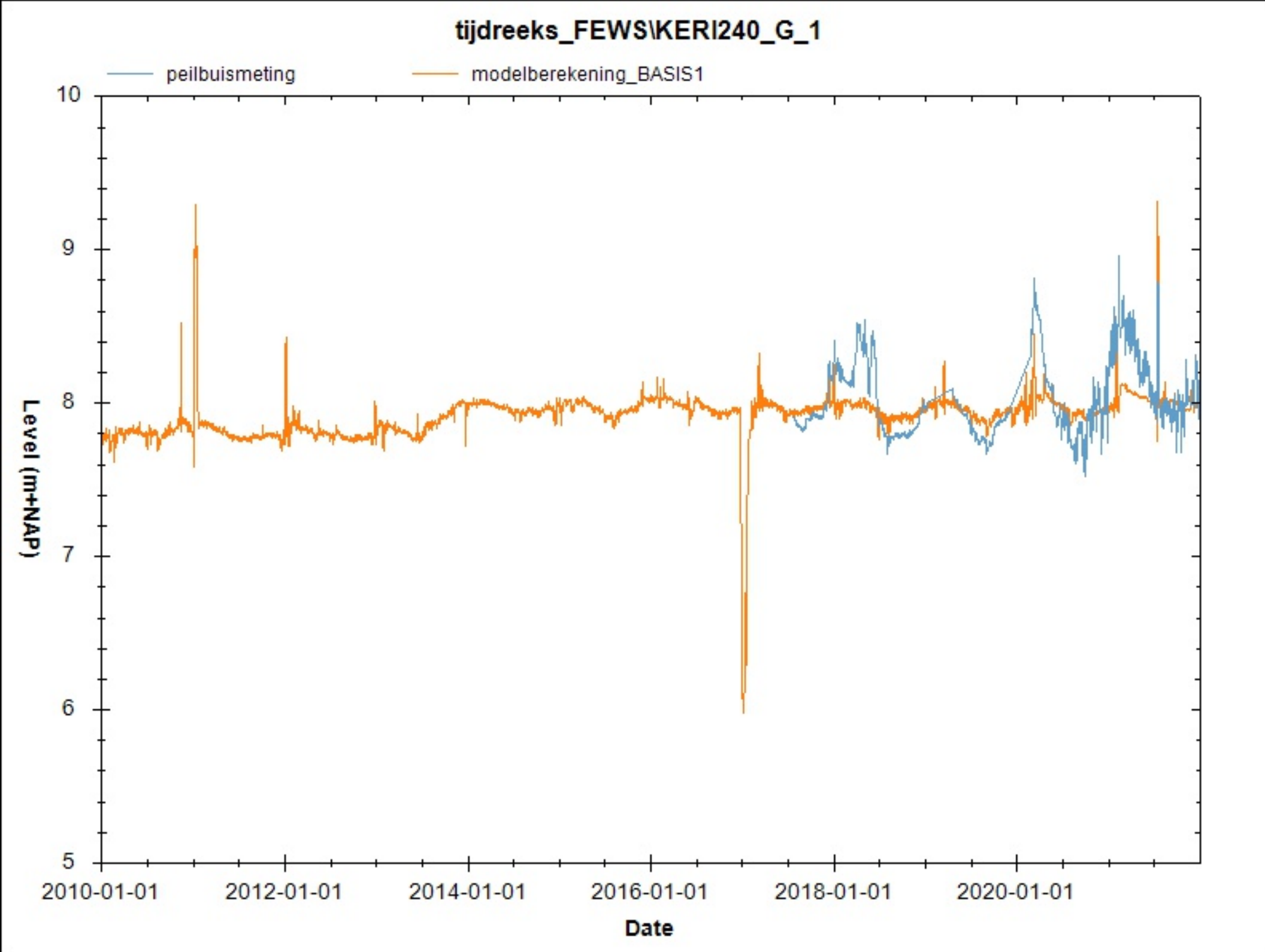


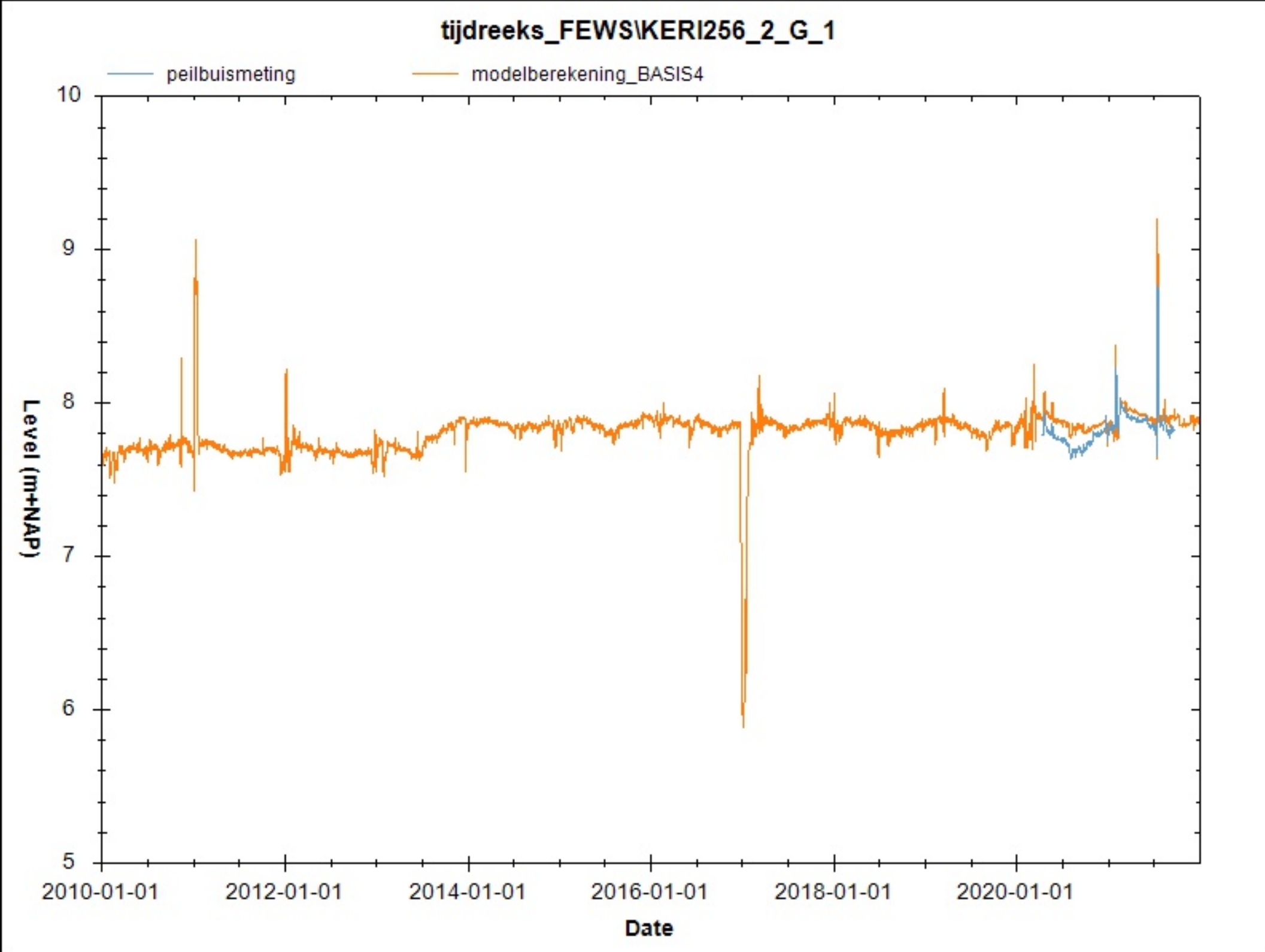
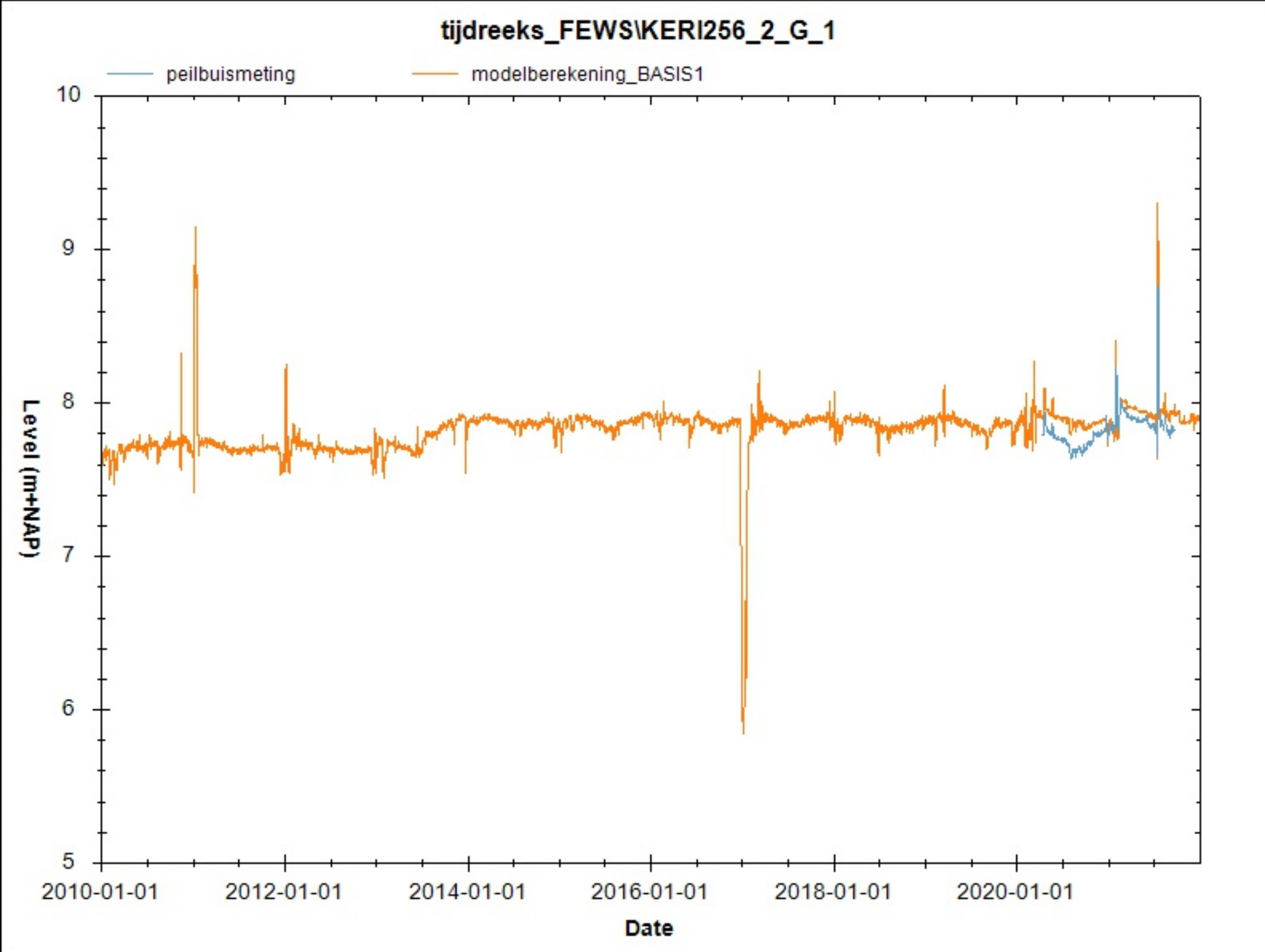


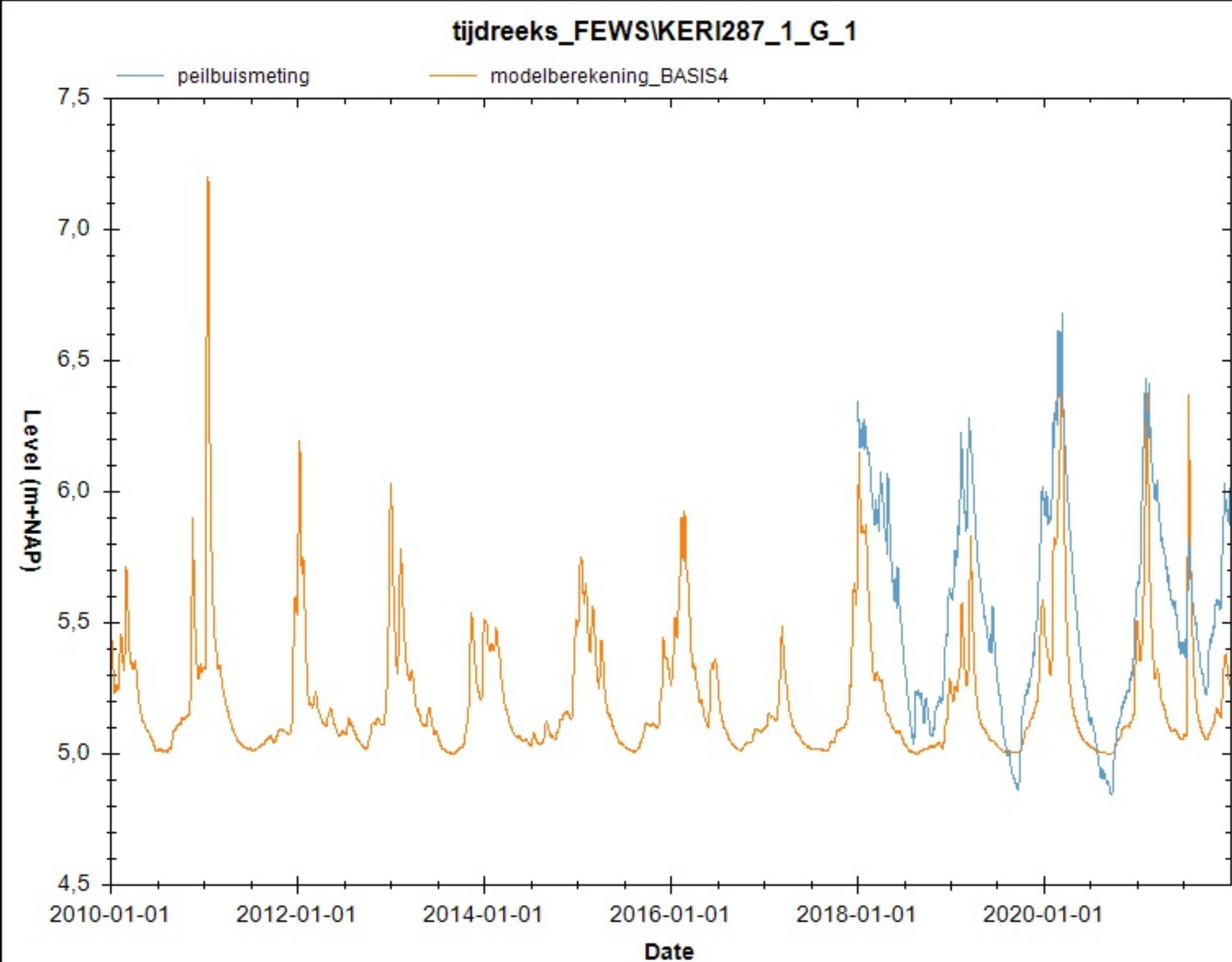
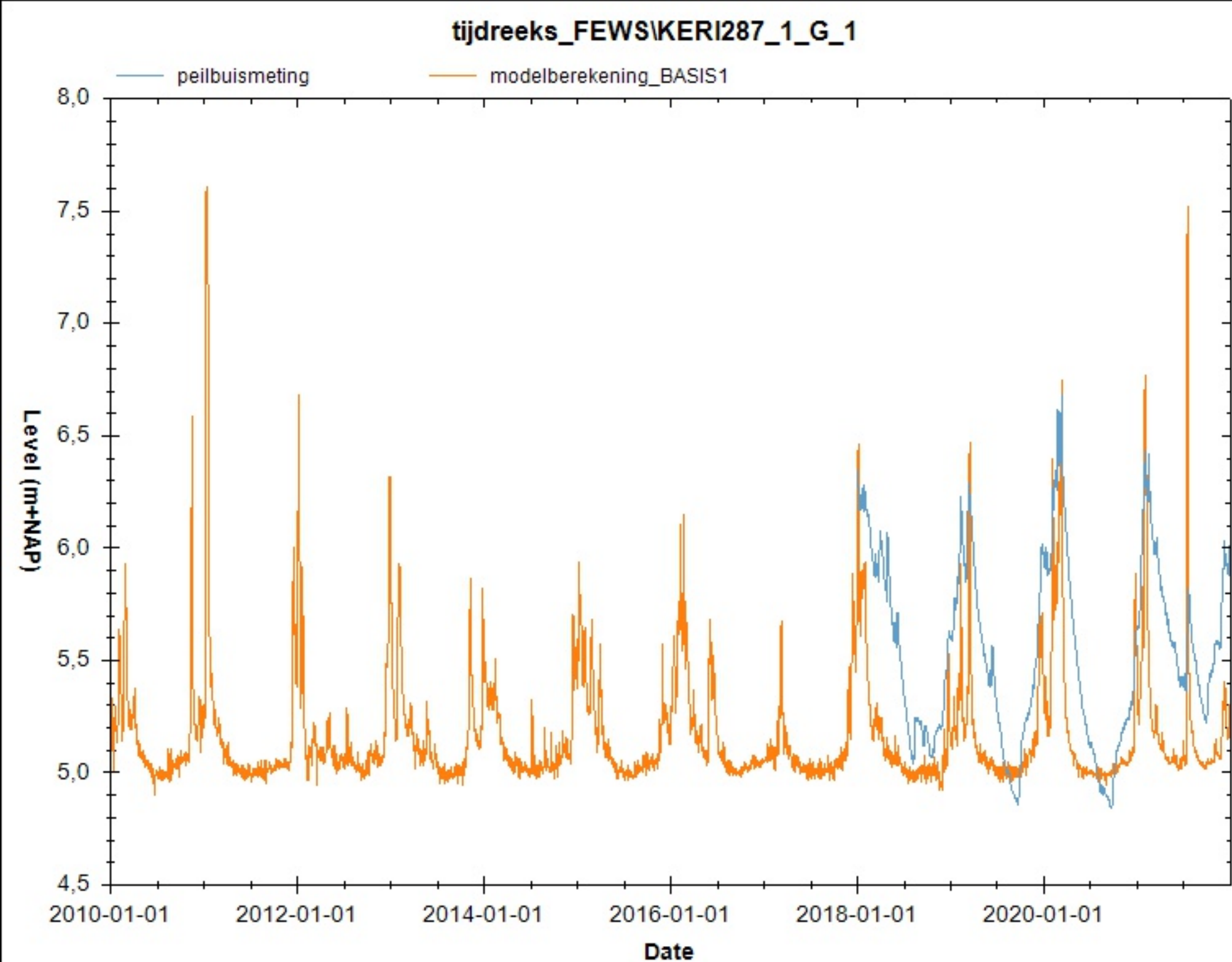


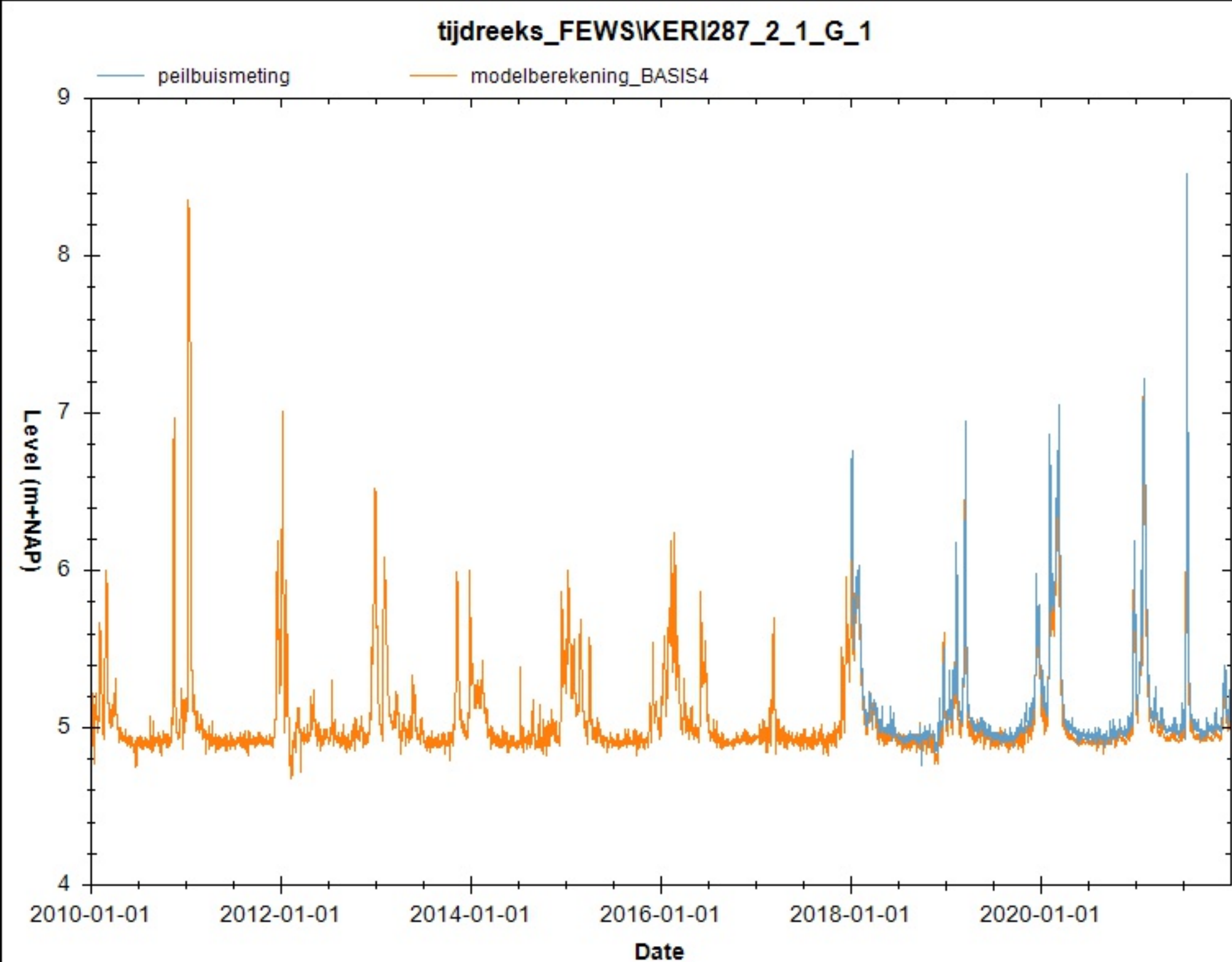
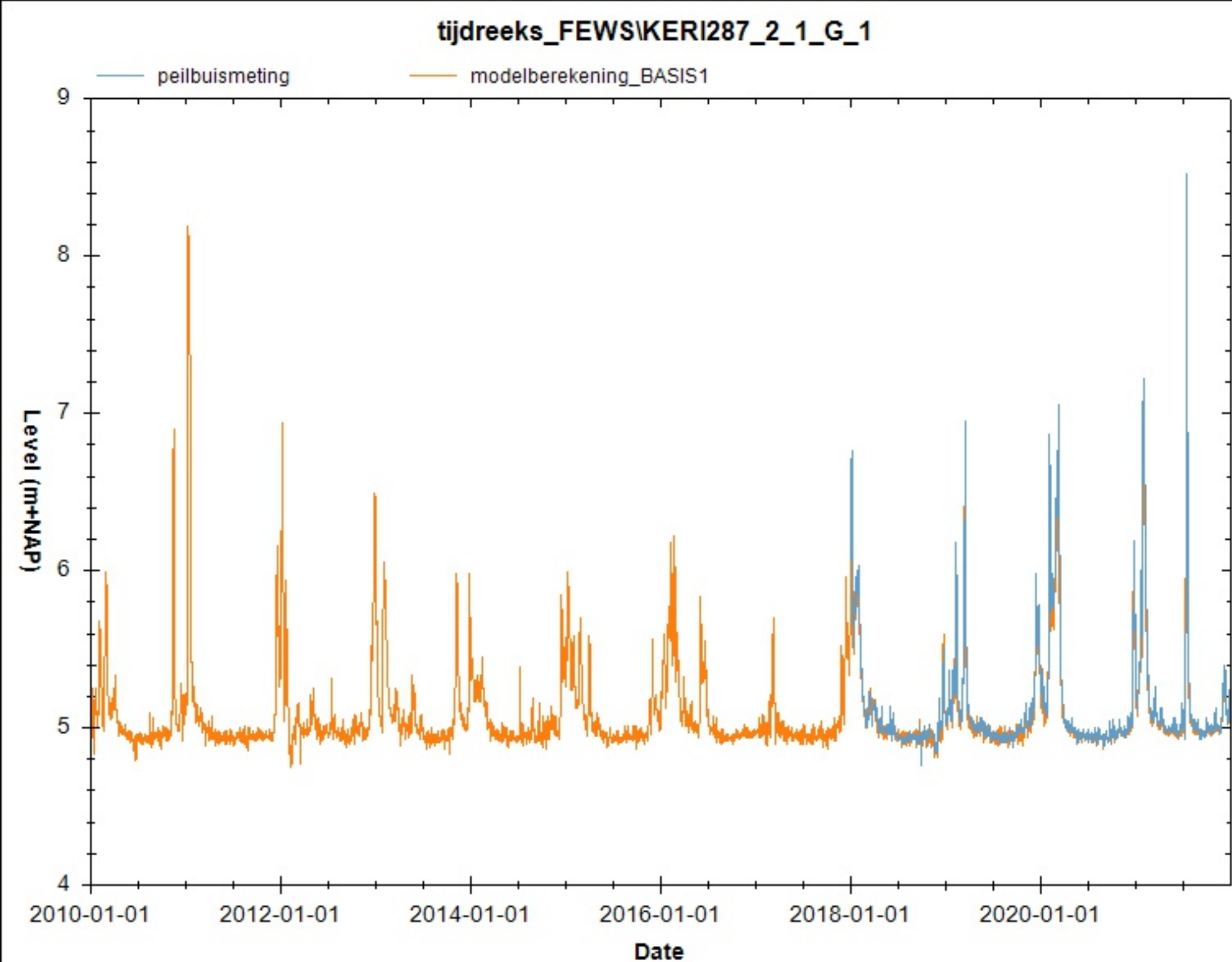


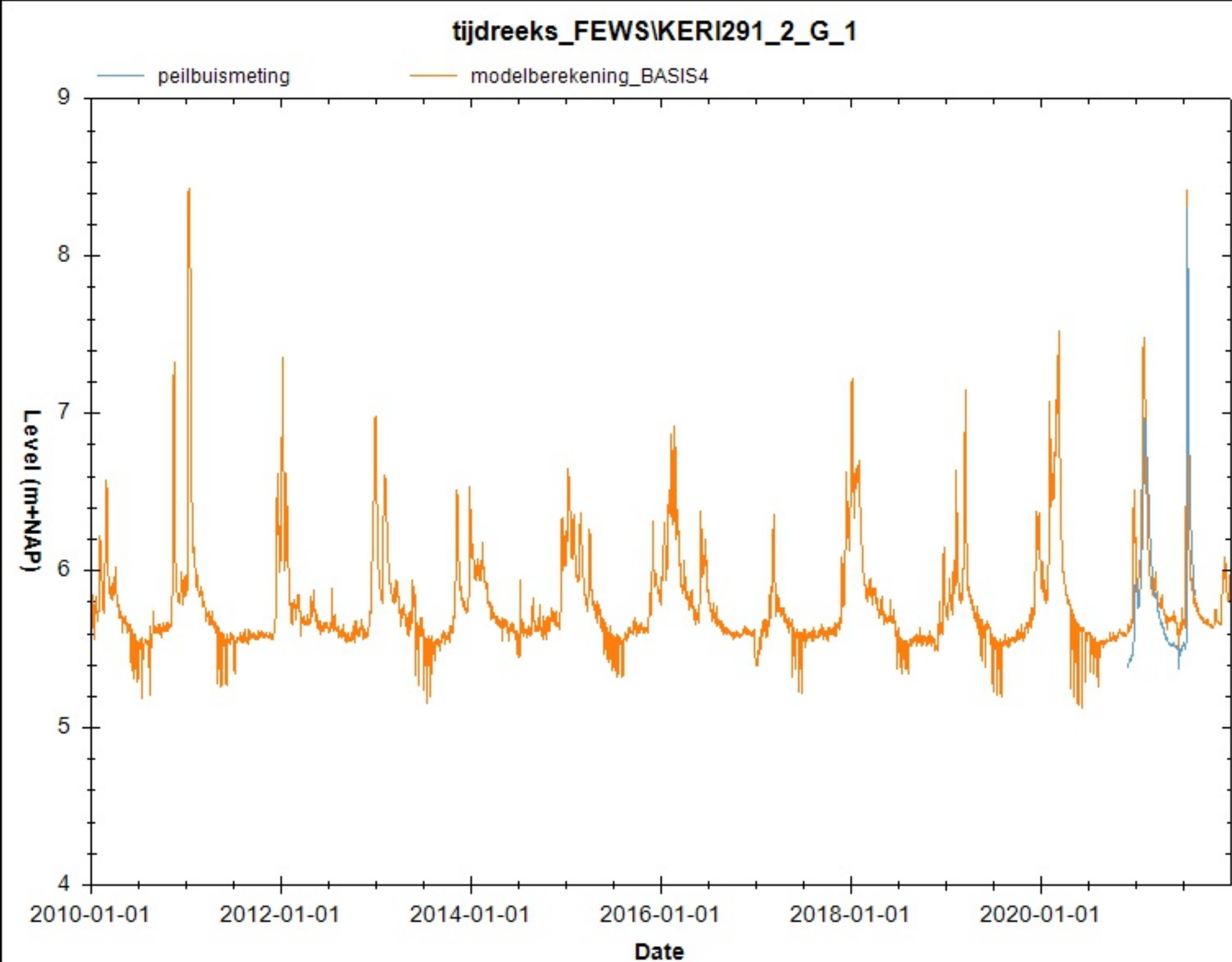
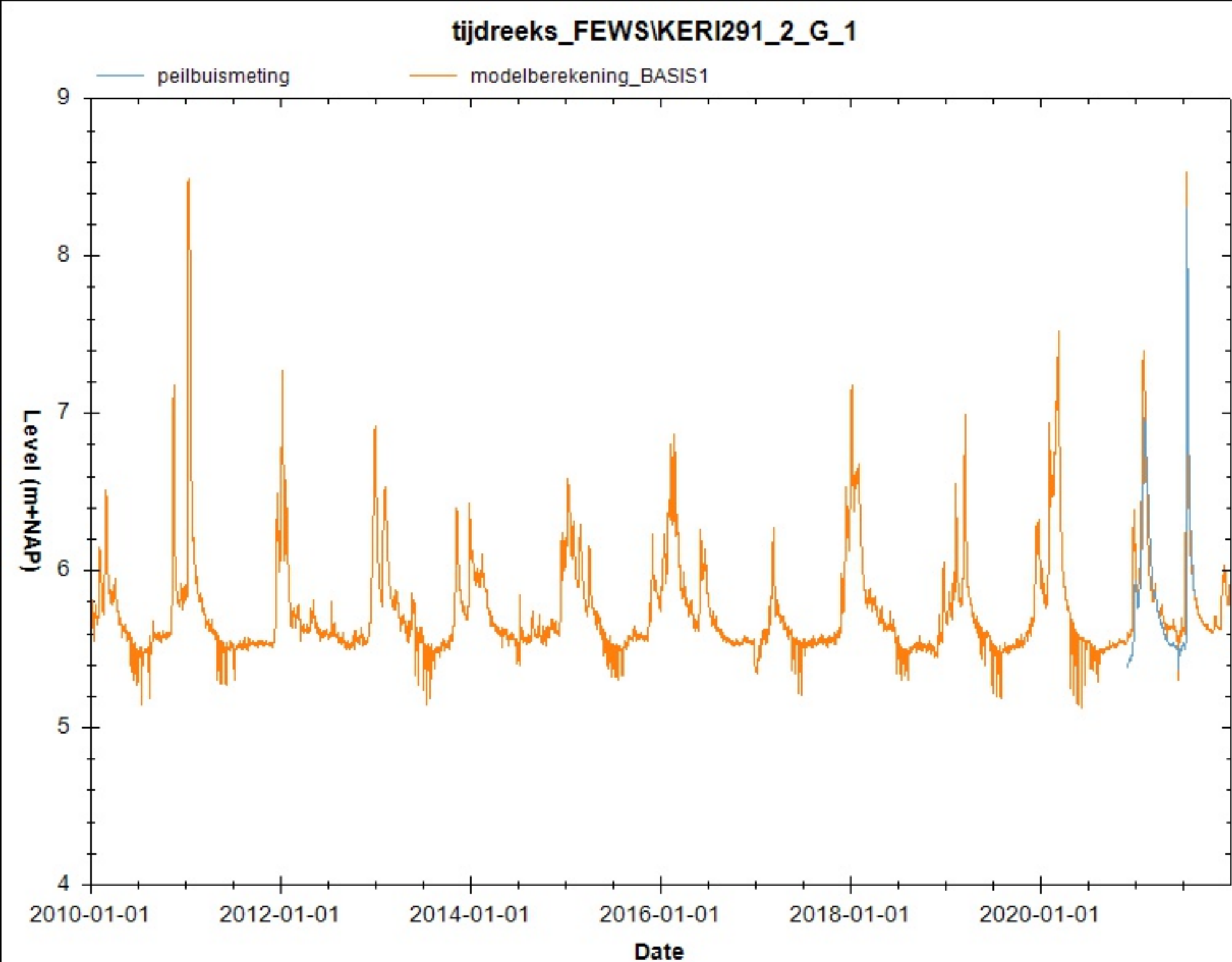


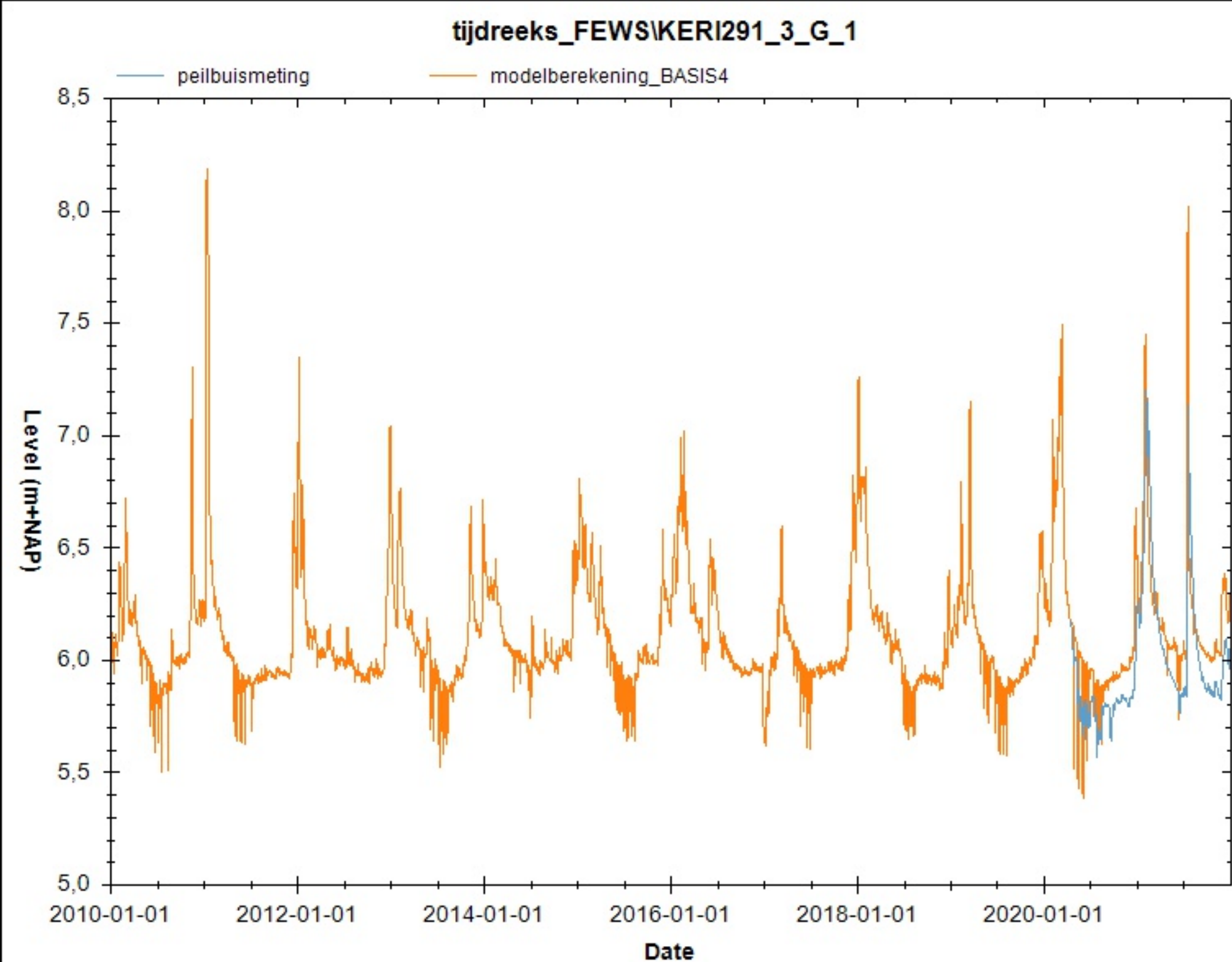
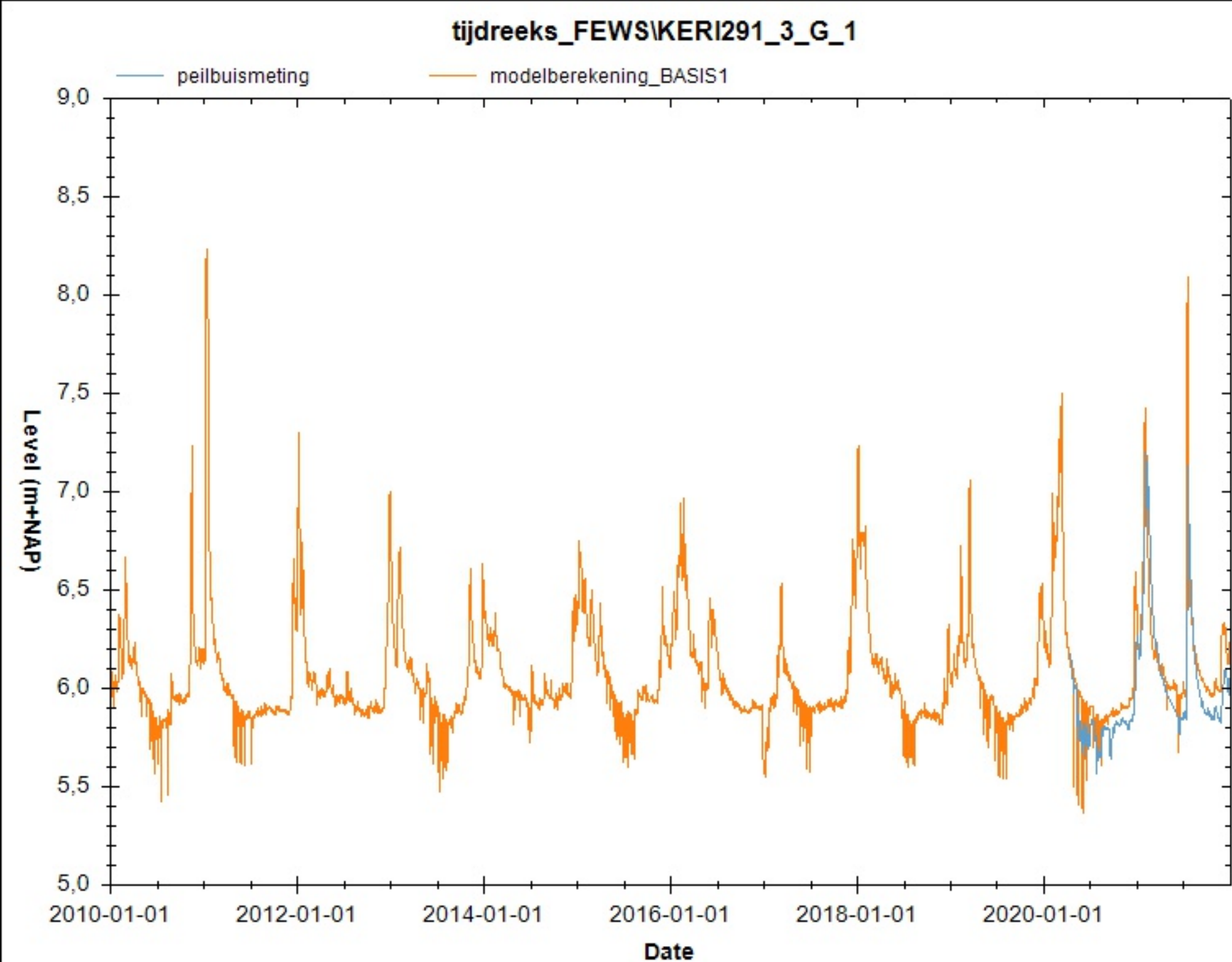


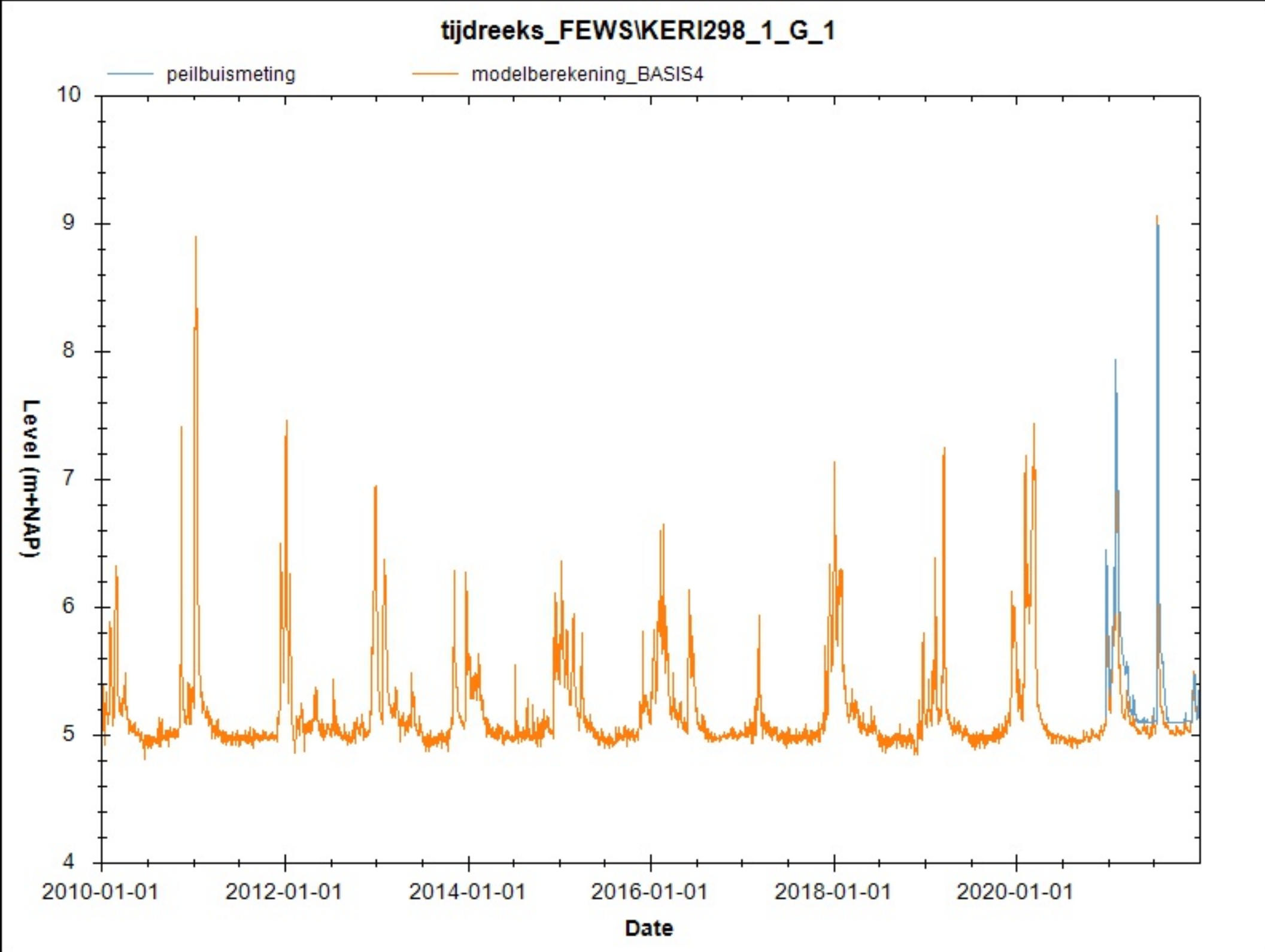
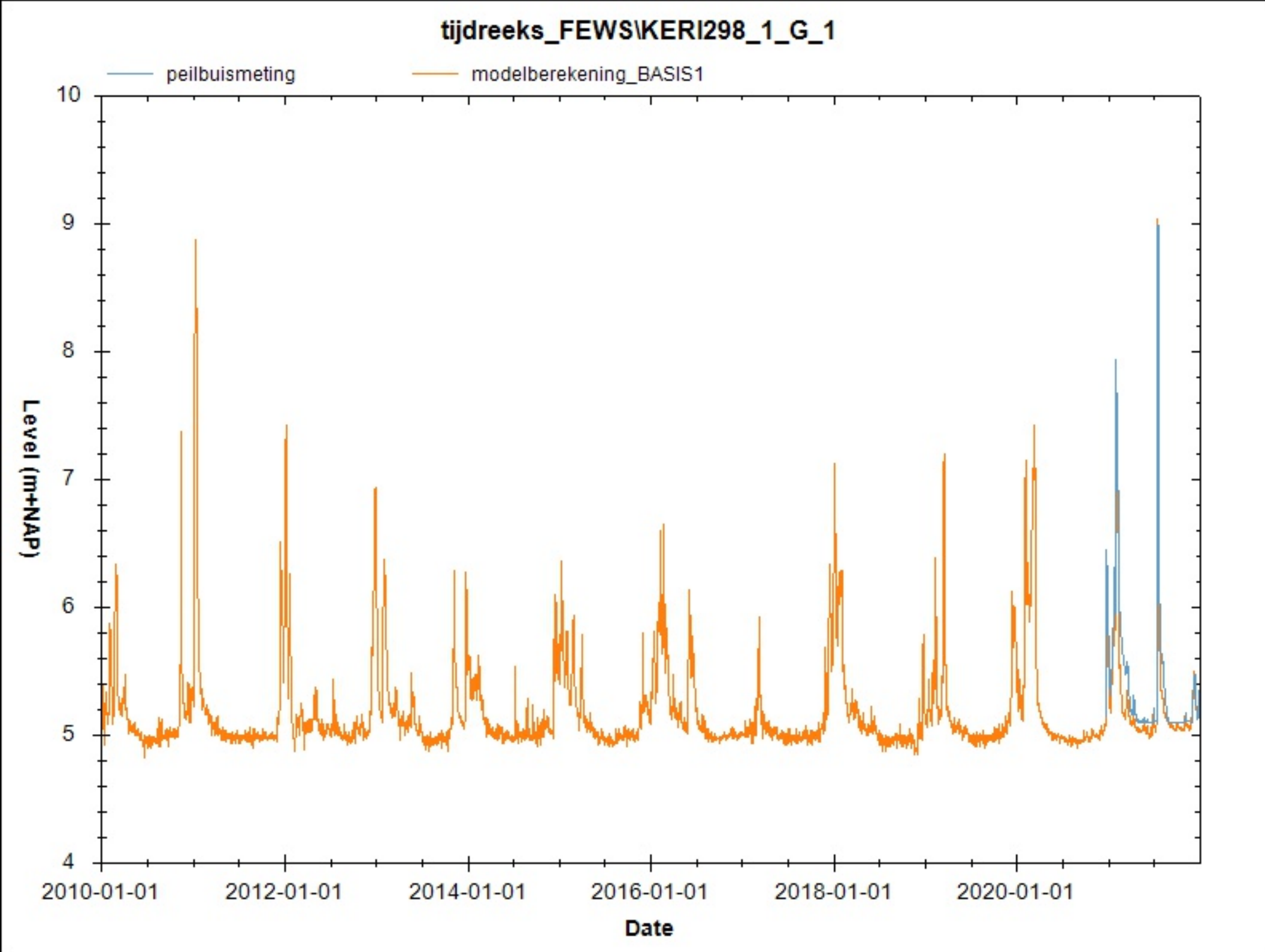




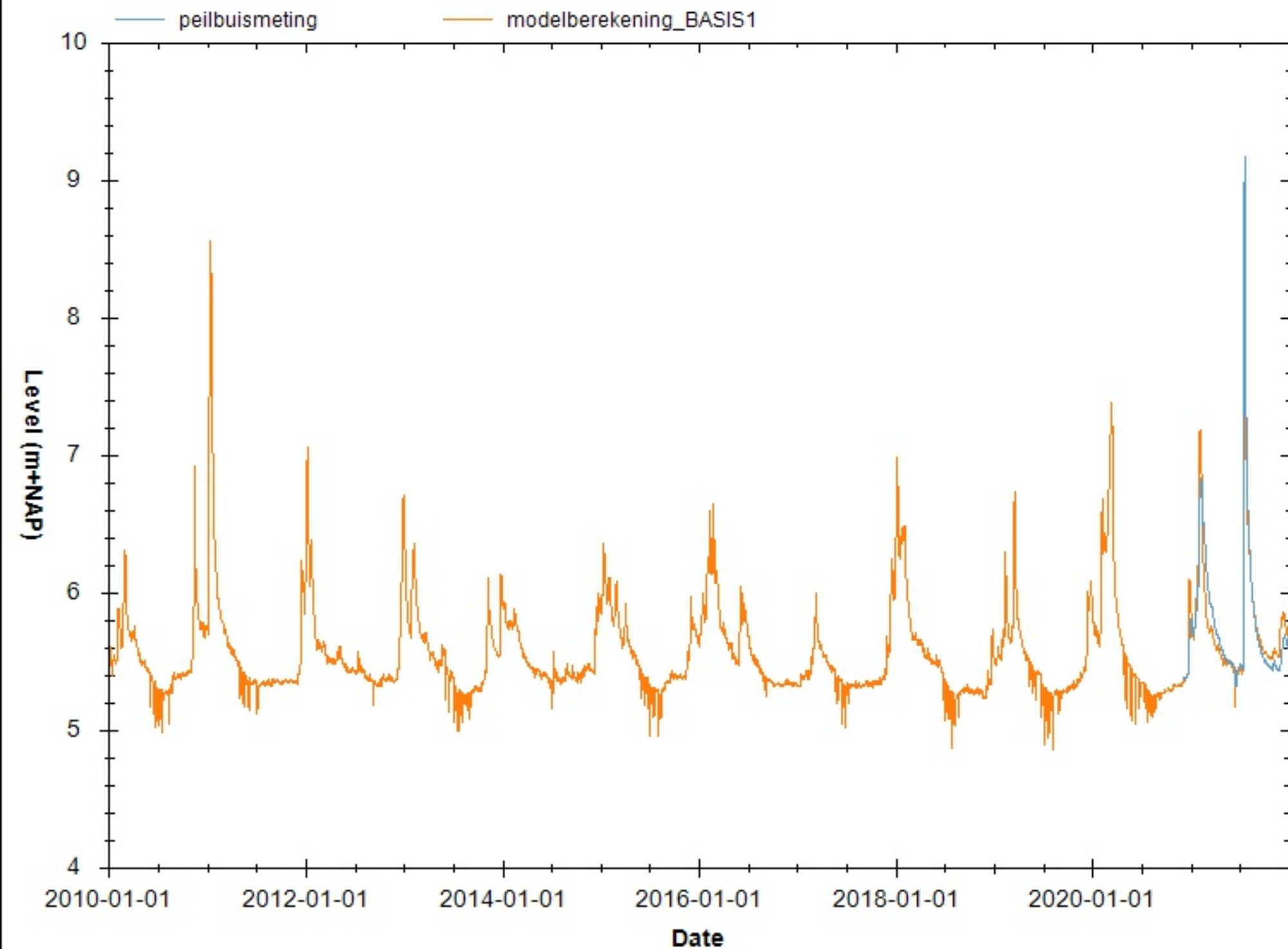




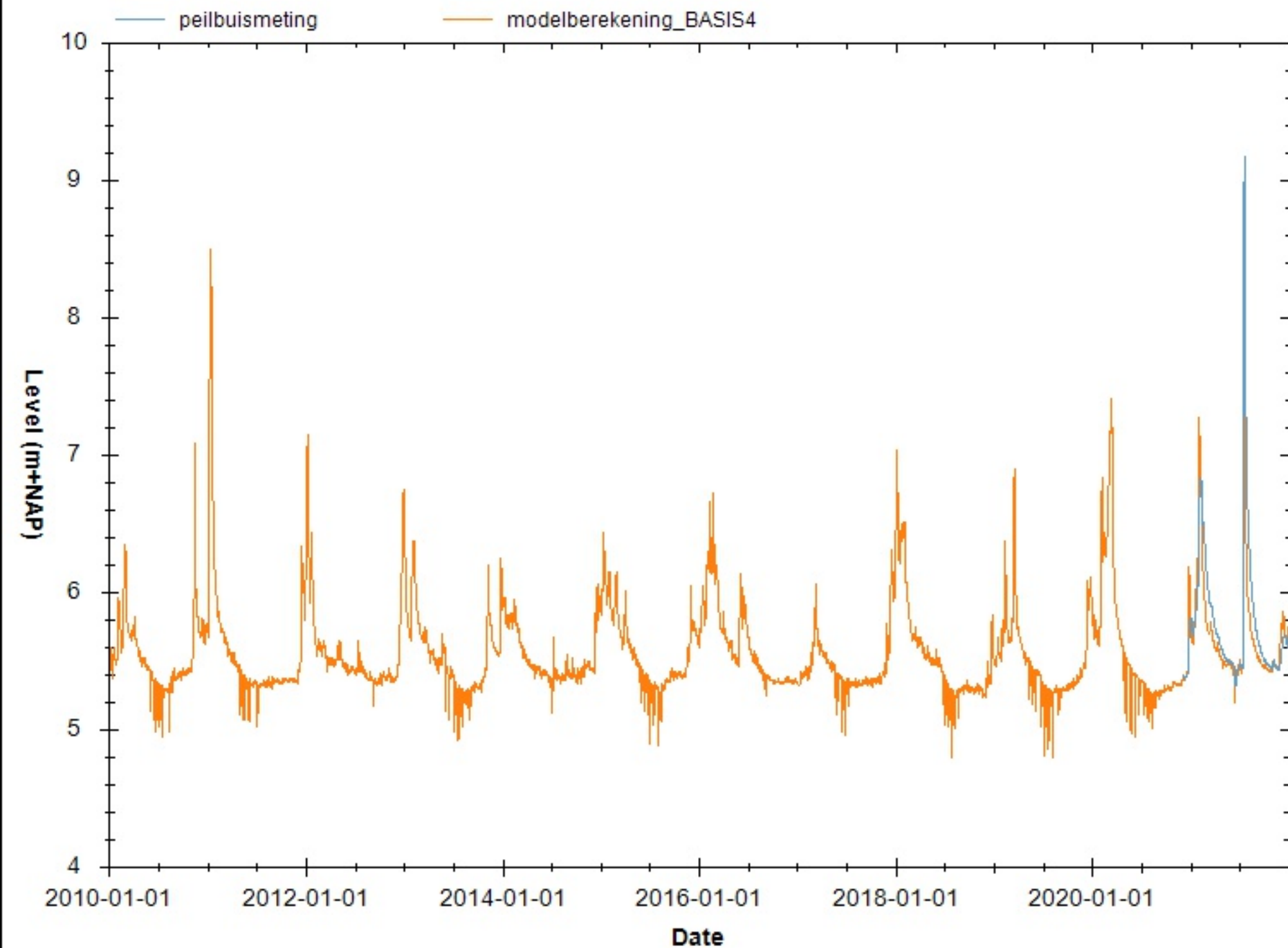


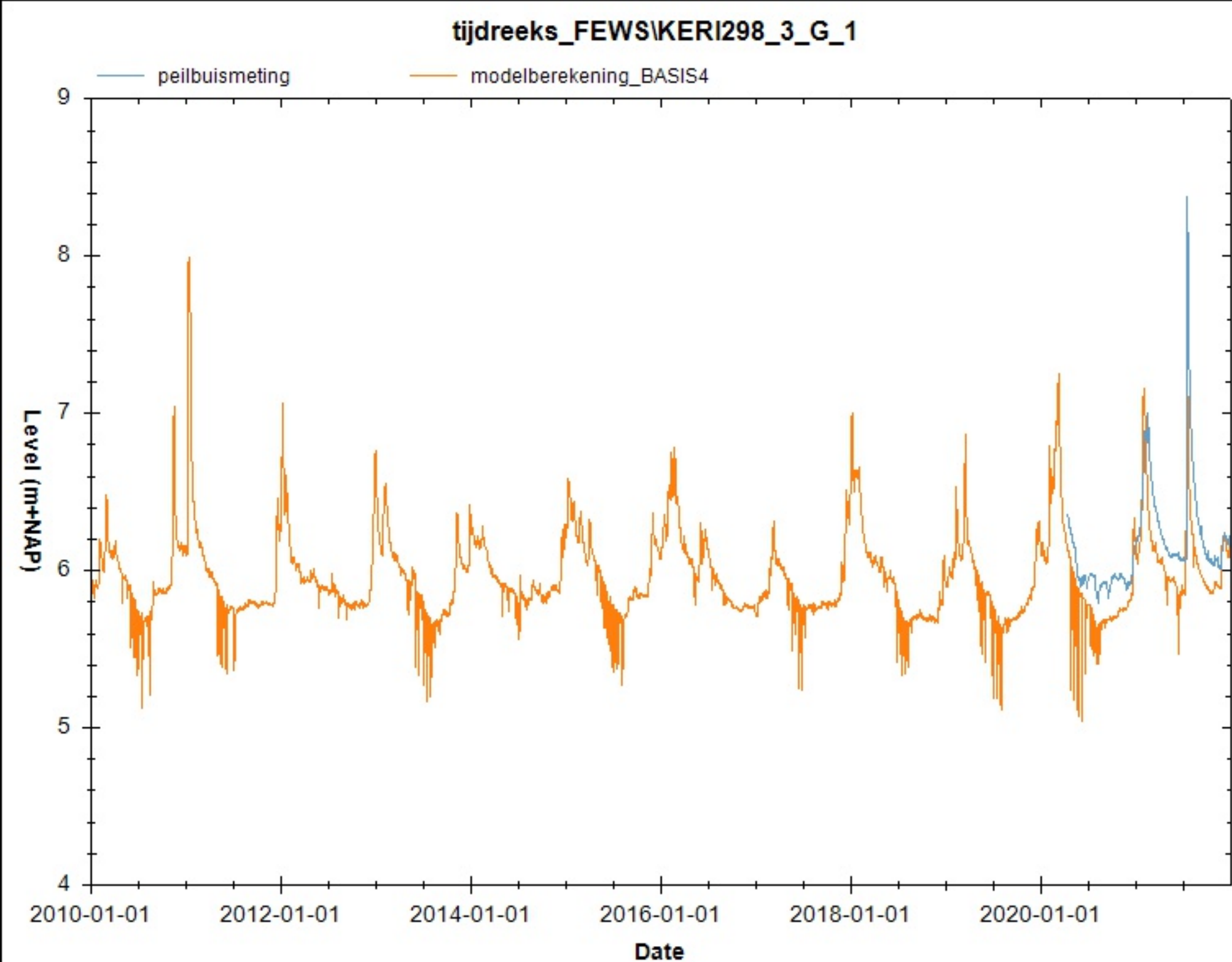
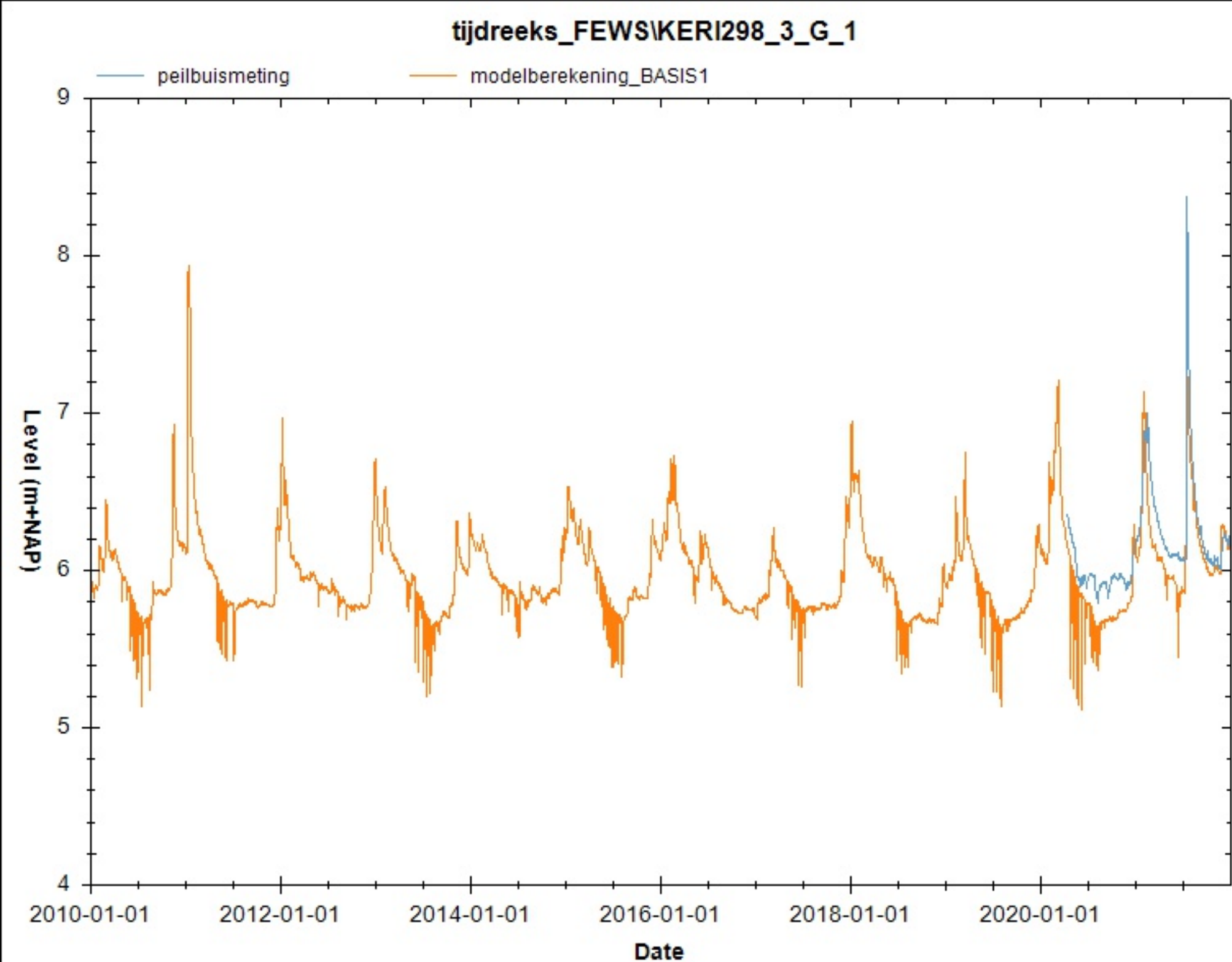


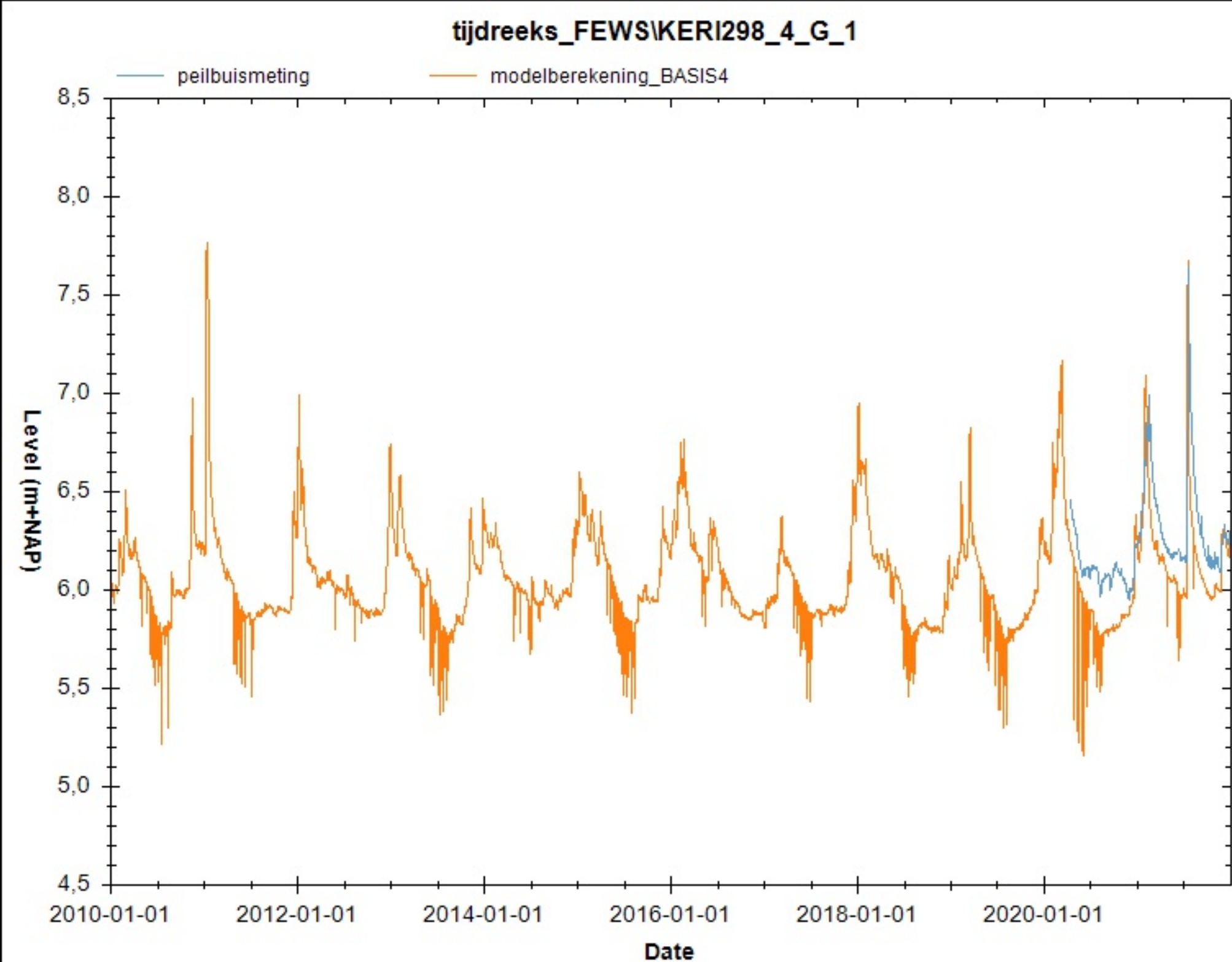
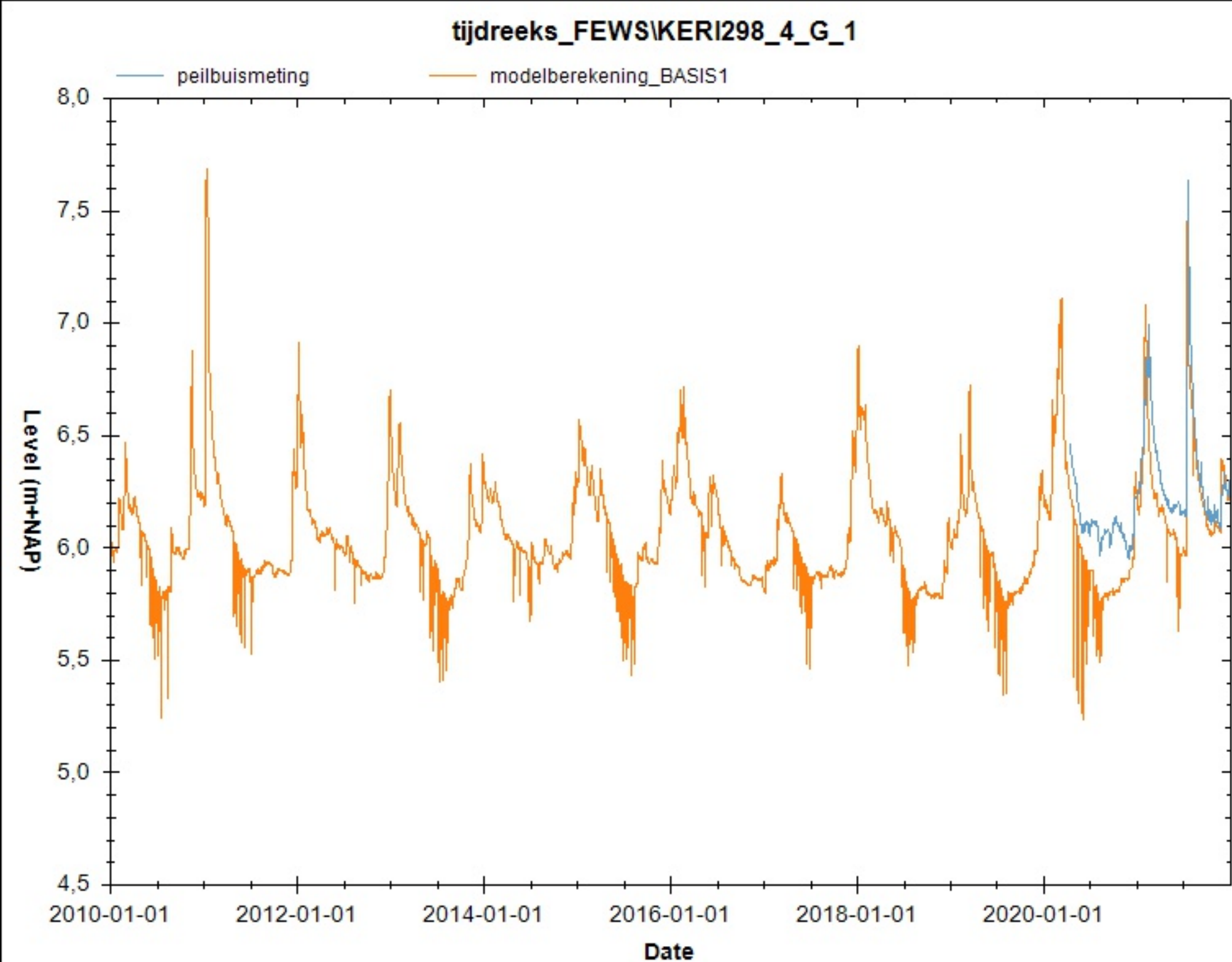
tijdreeks_FEWS\KERI298_2_G_1

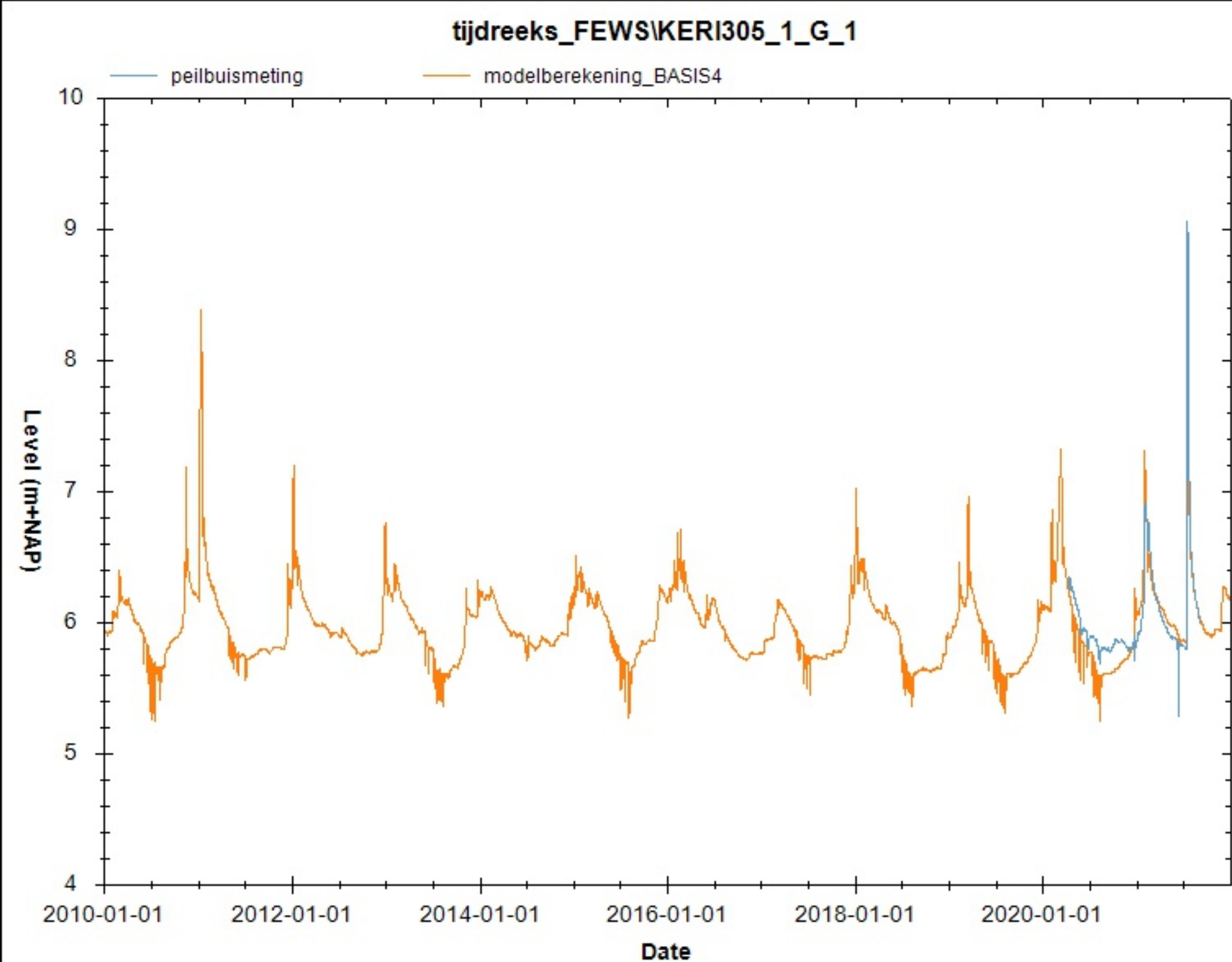
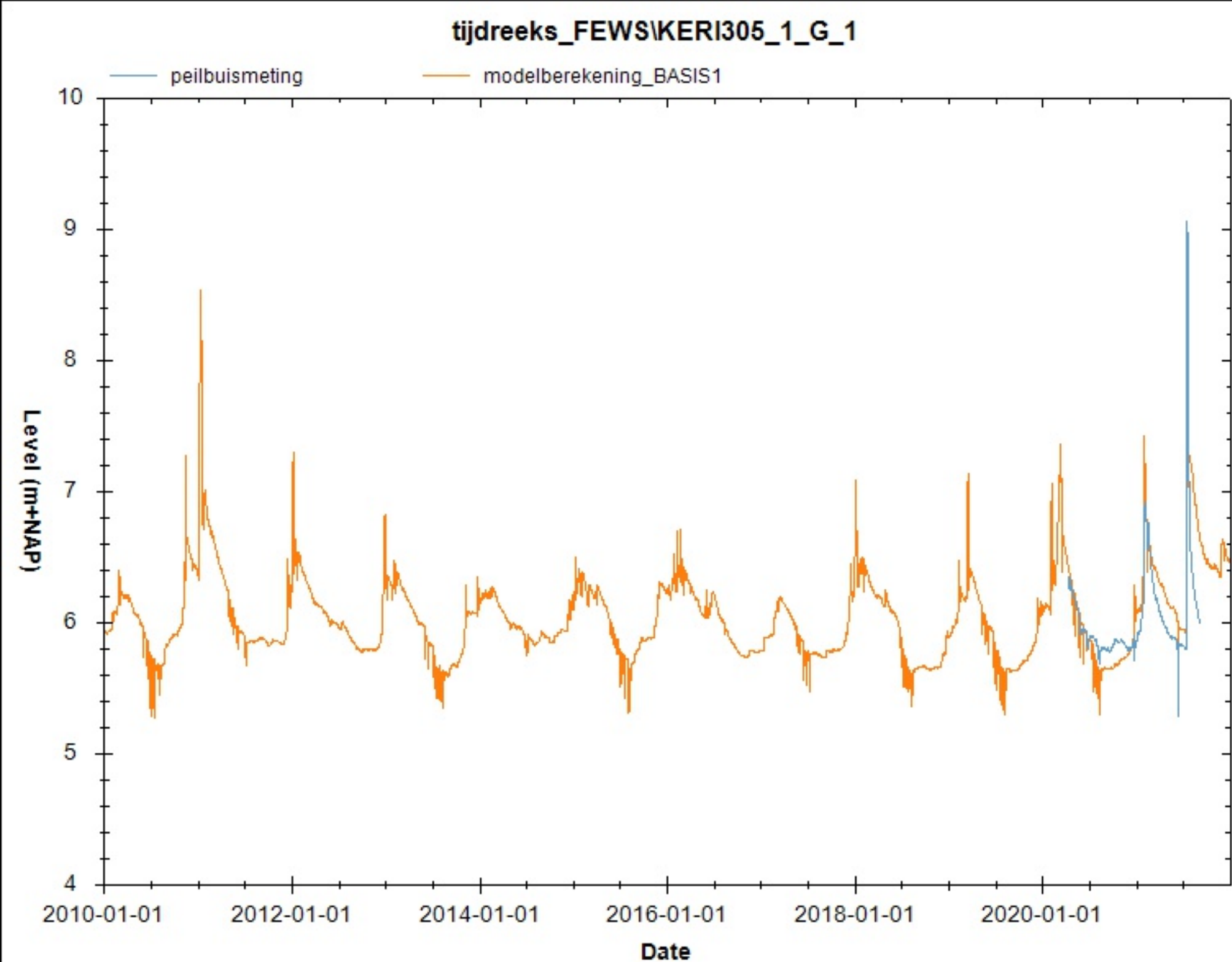


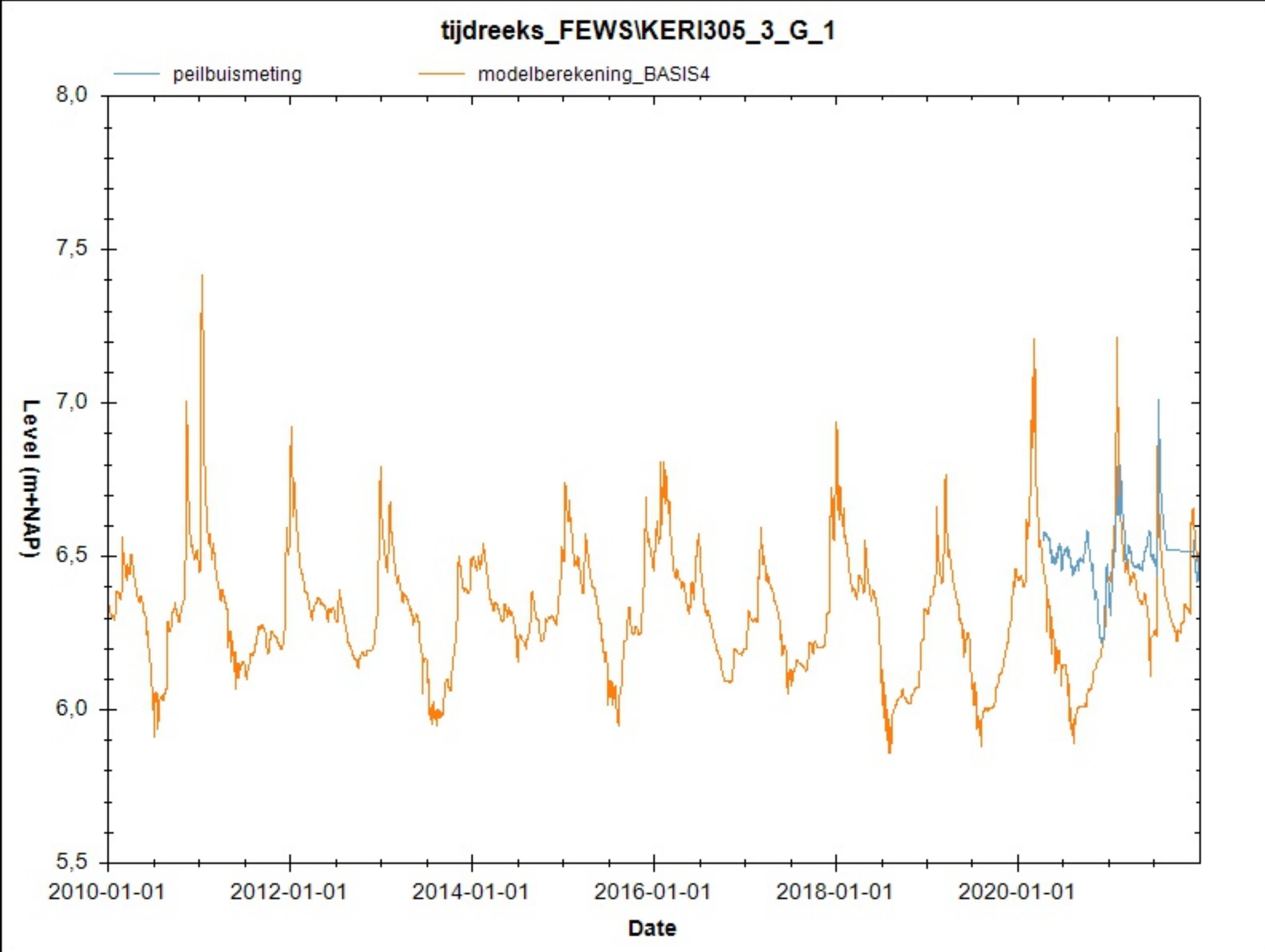
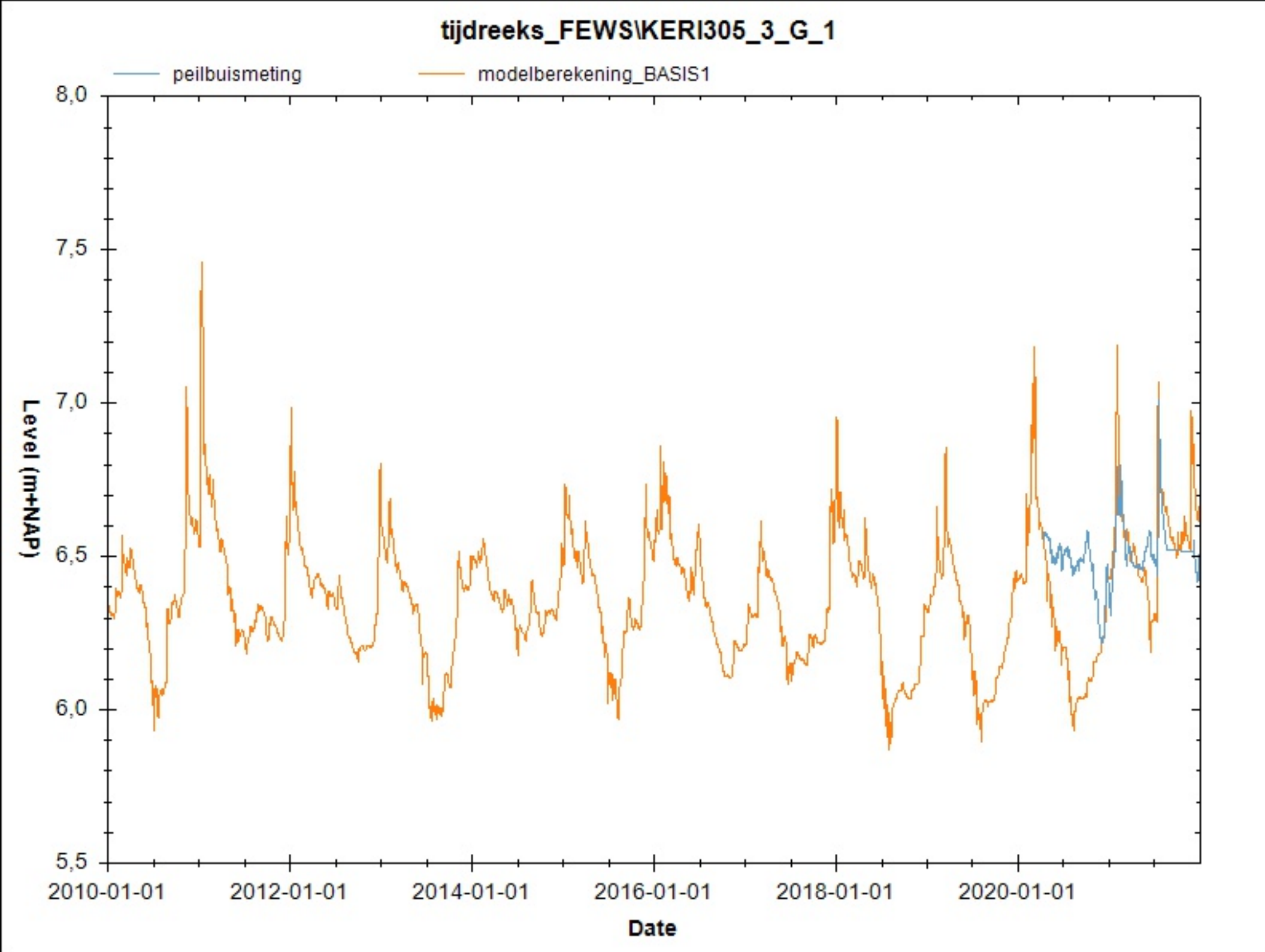
tijdreeks_FEWS\KERI298_2_G_1

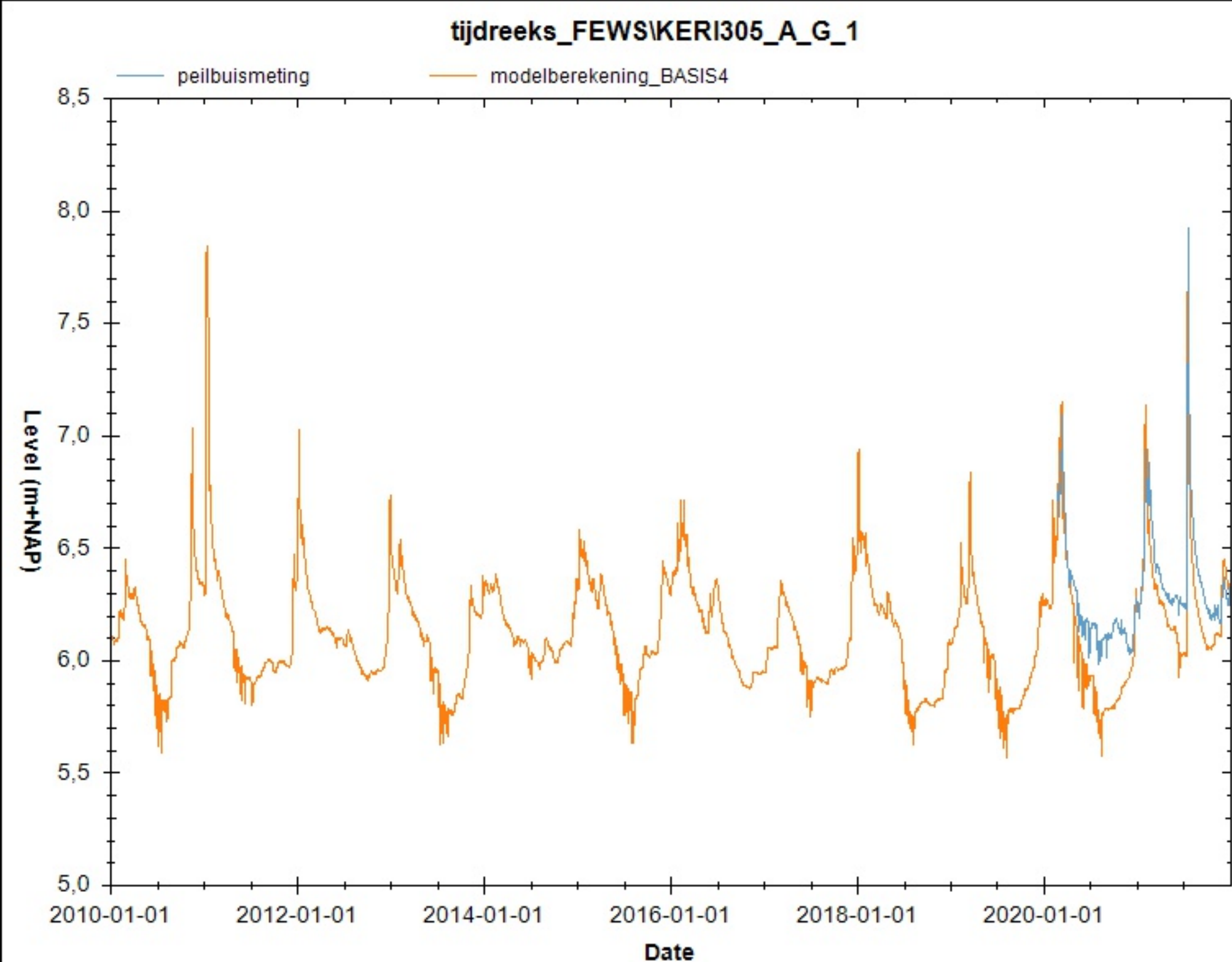
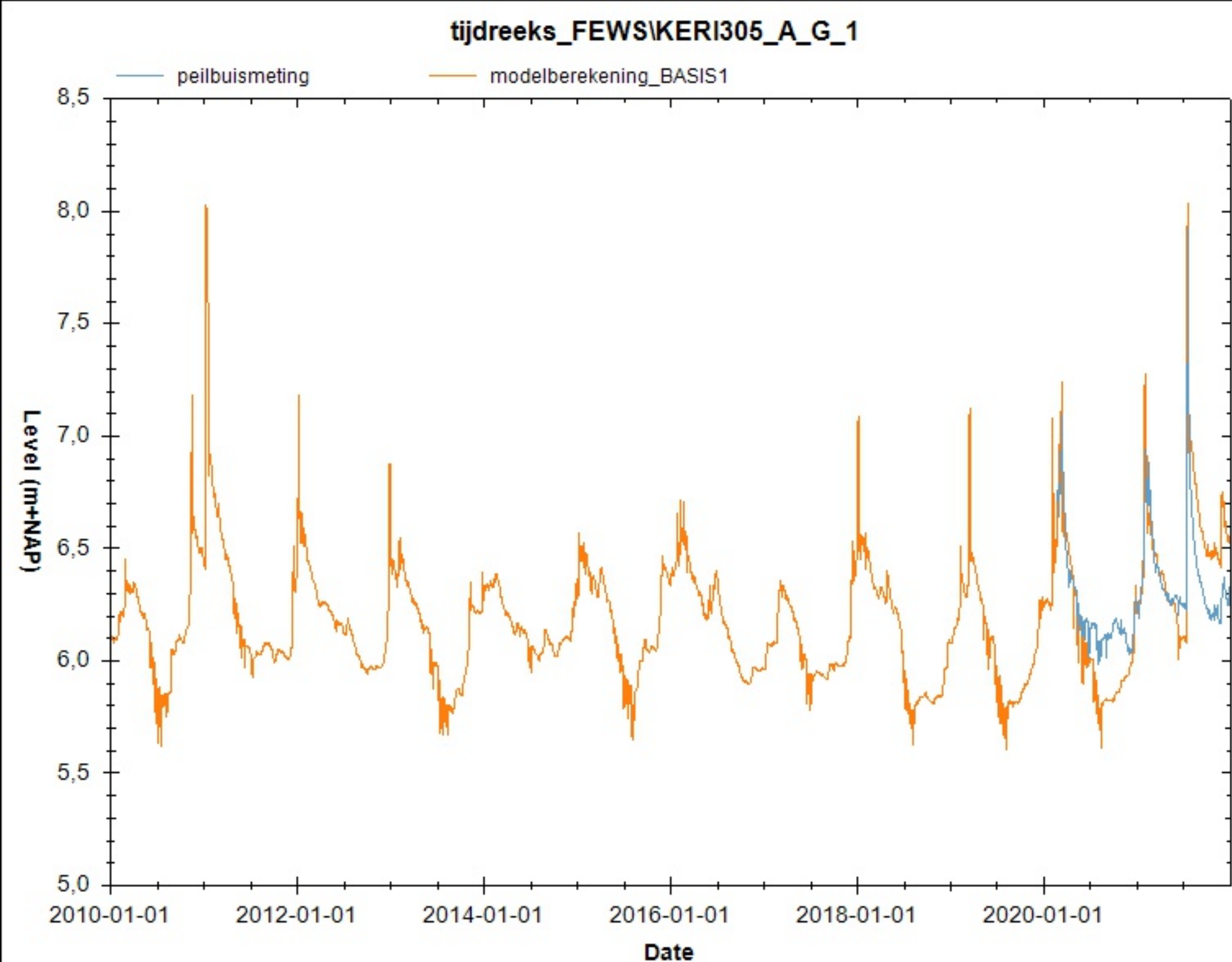


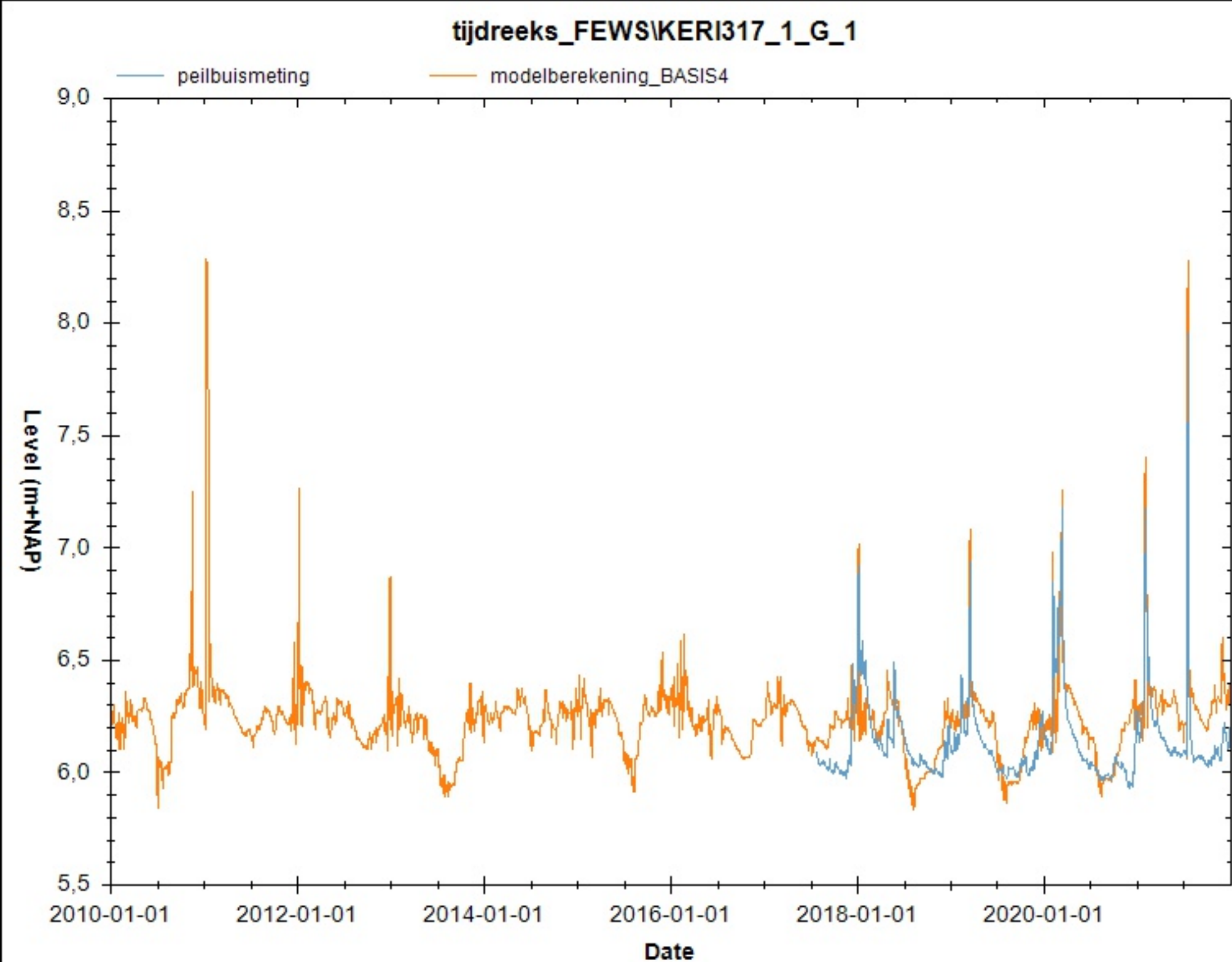
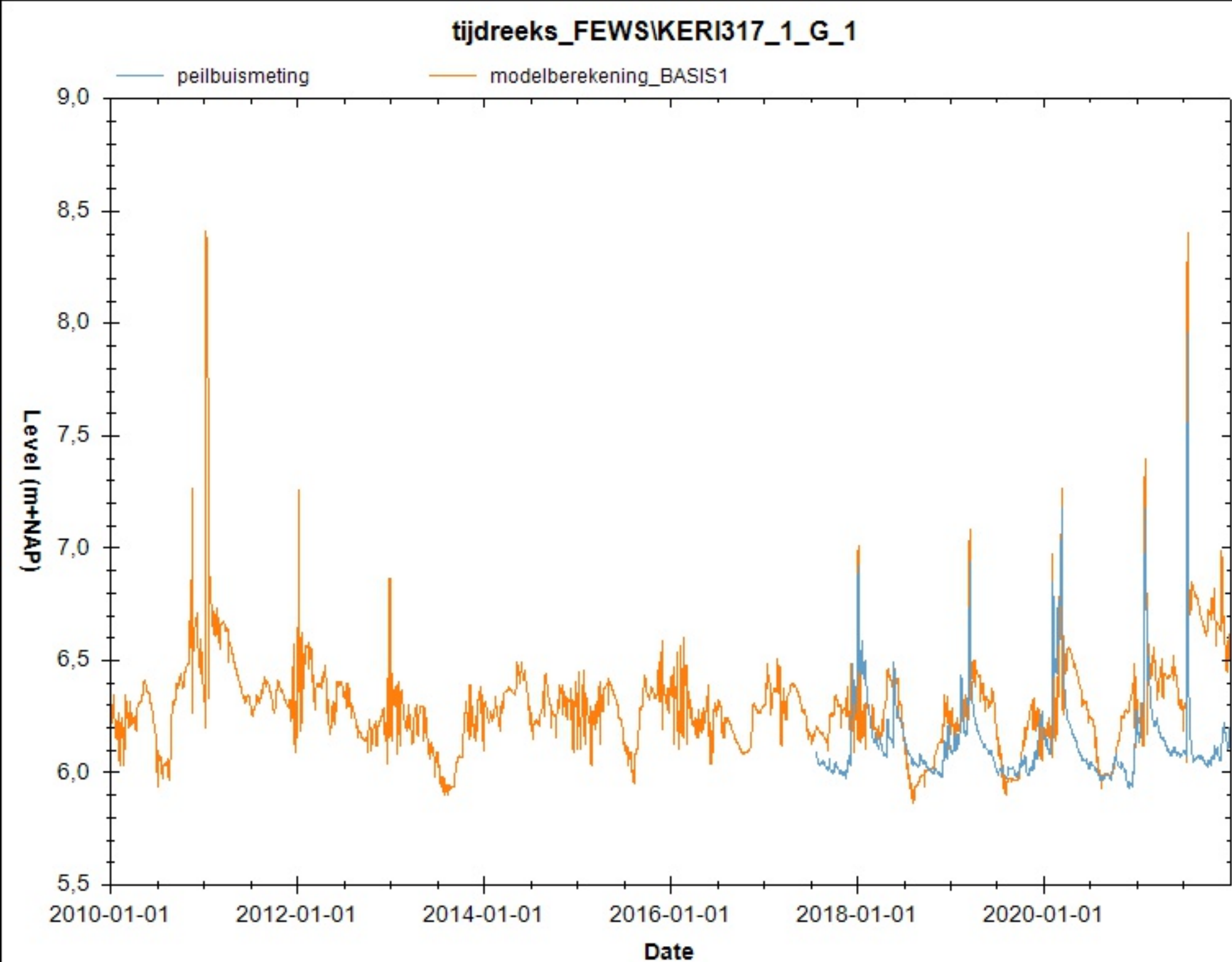


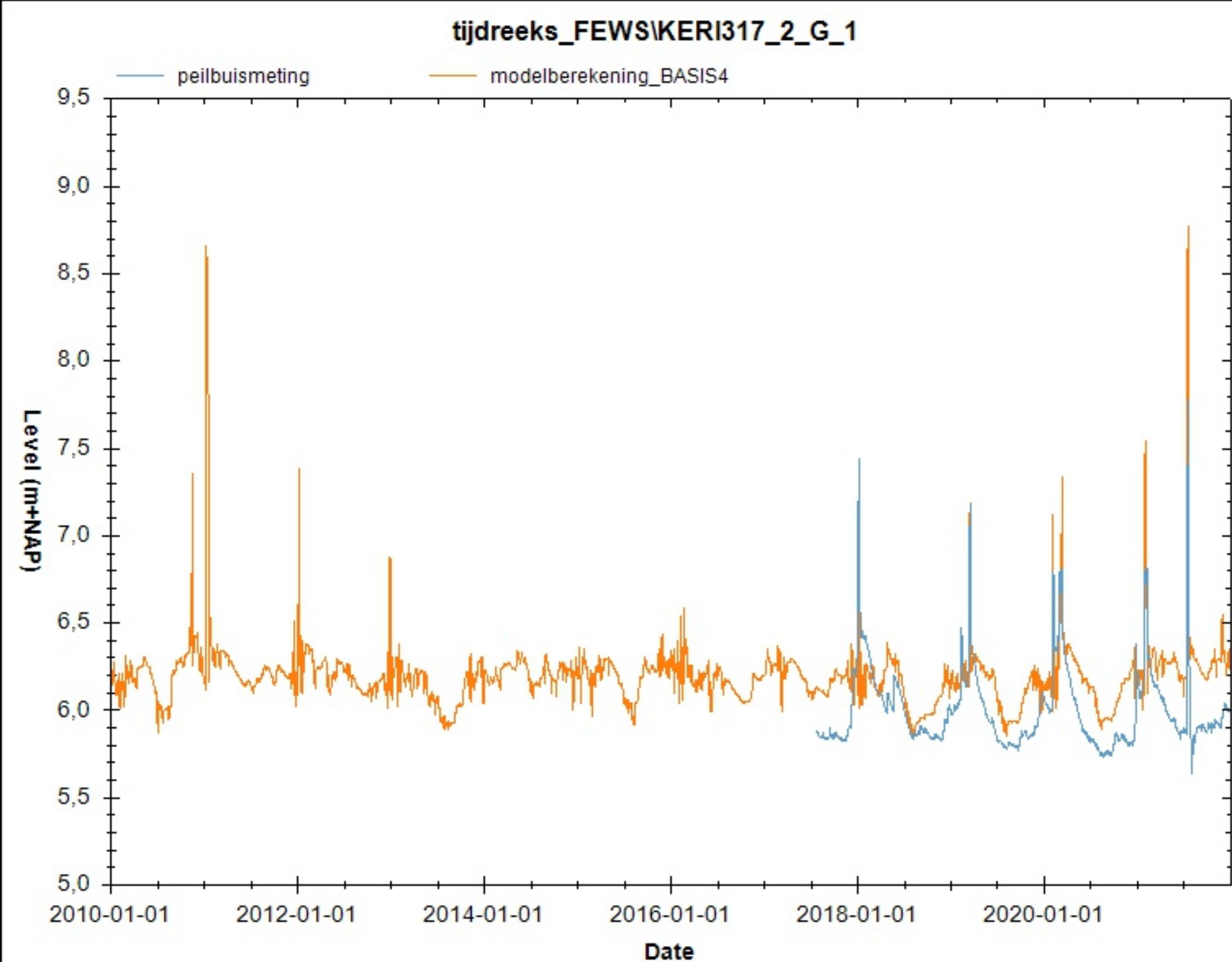
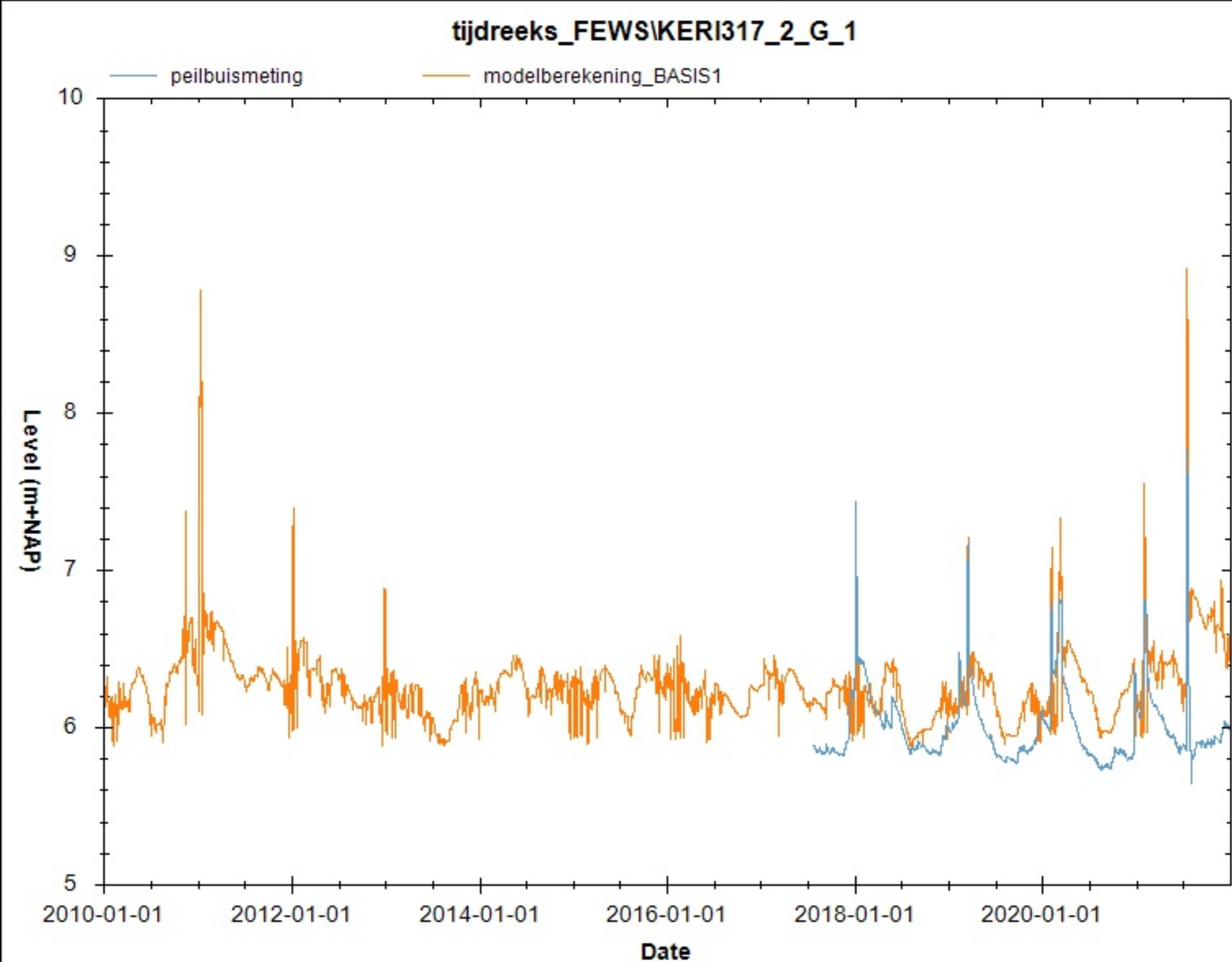


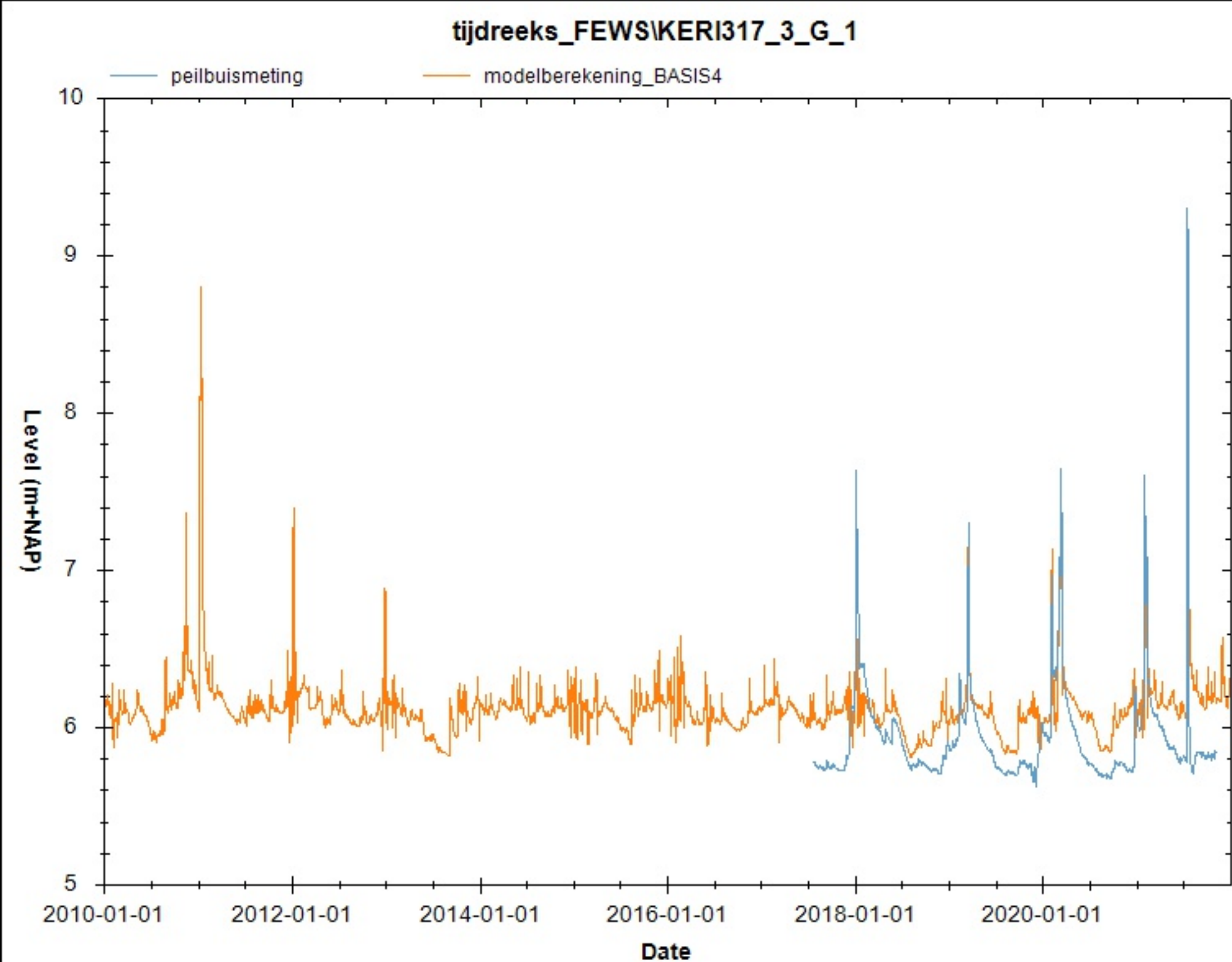
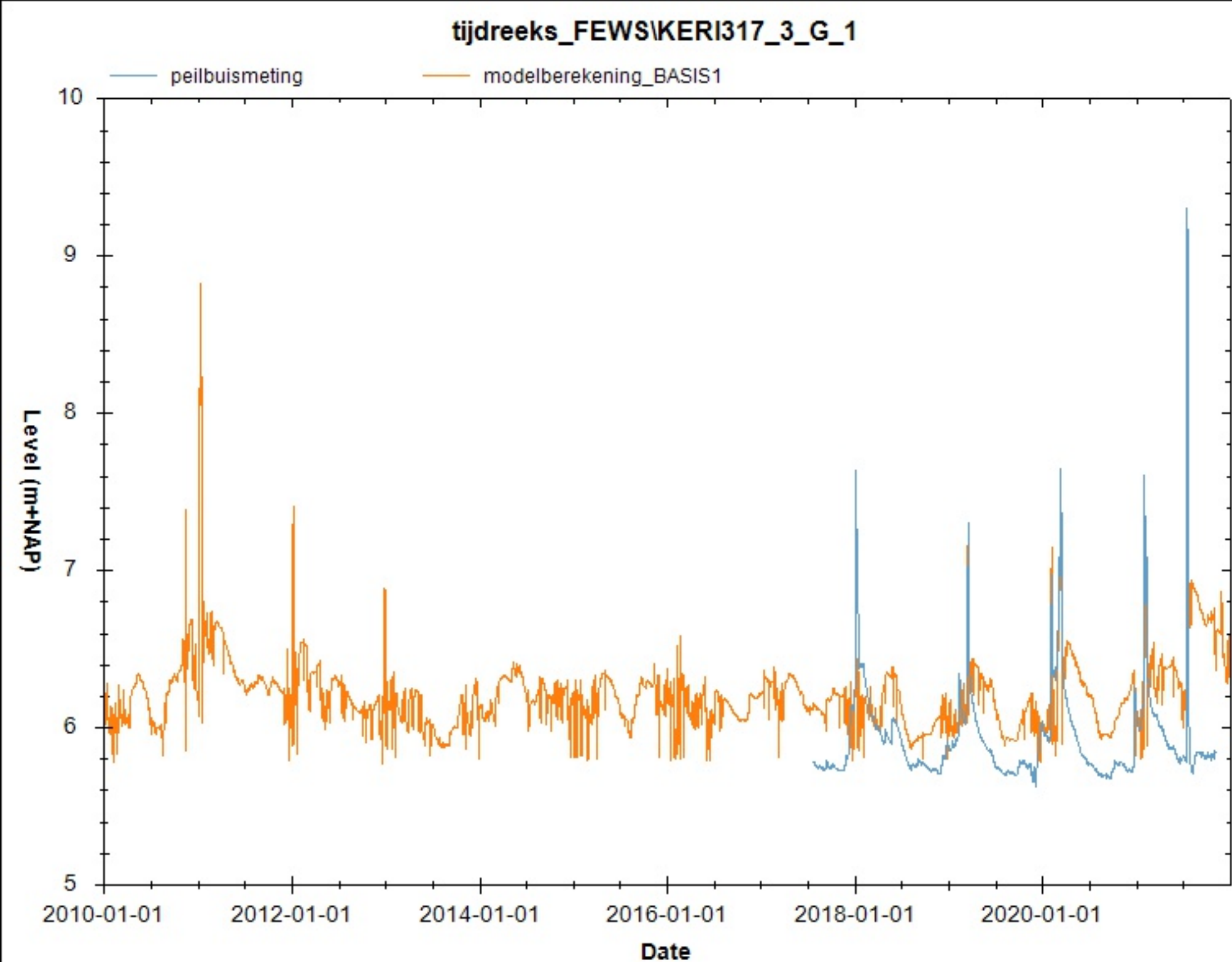


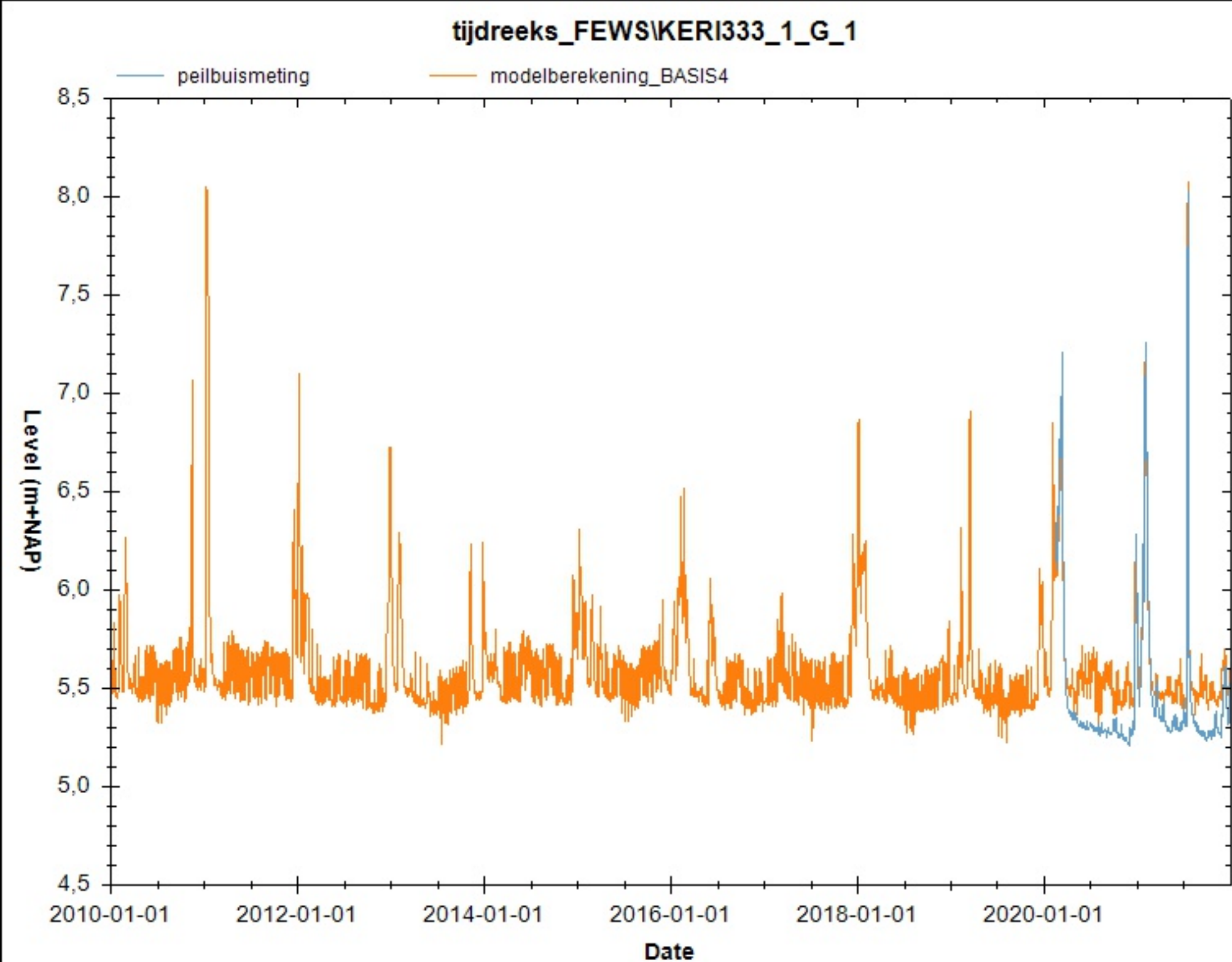
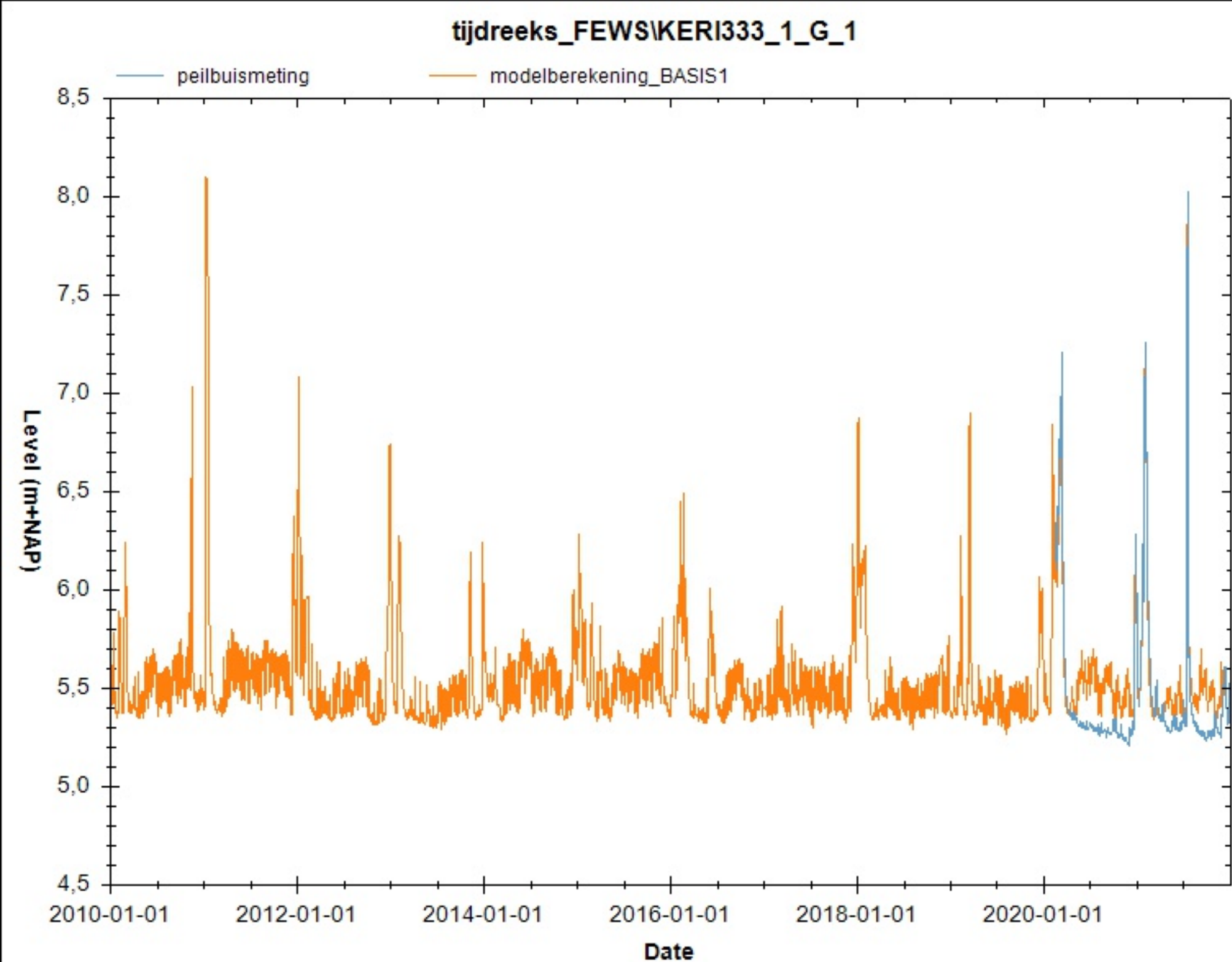


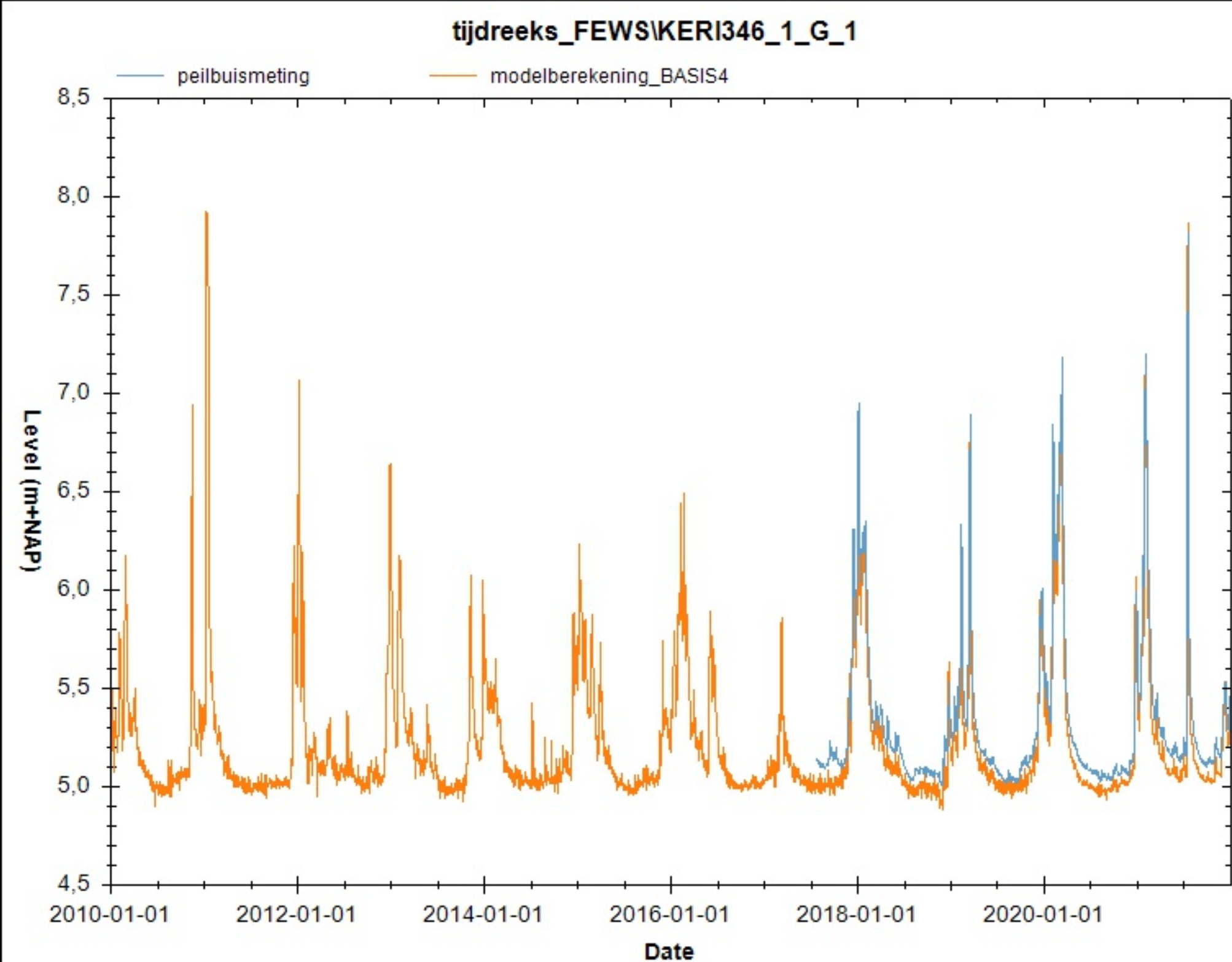
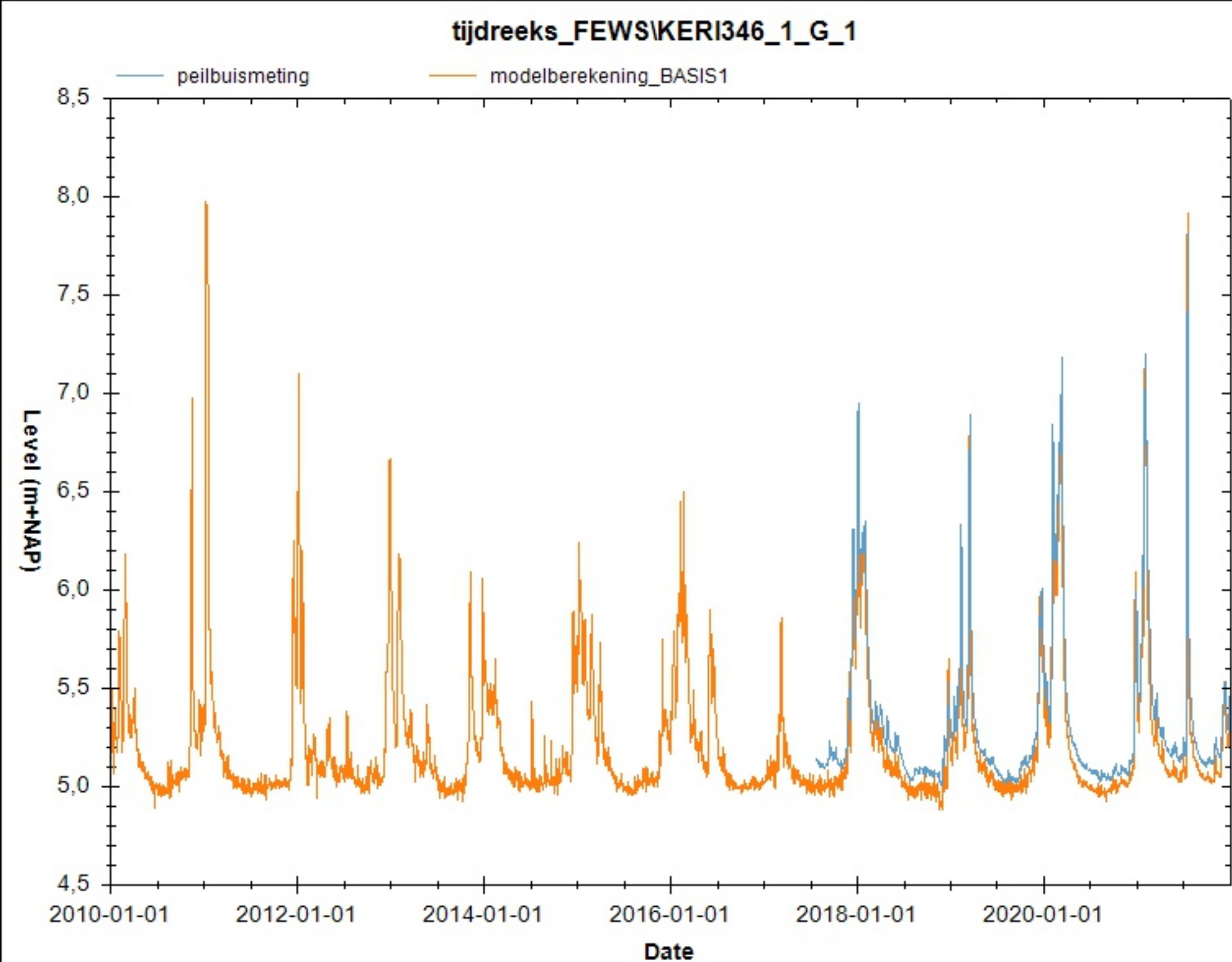


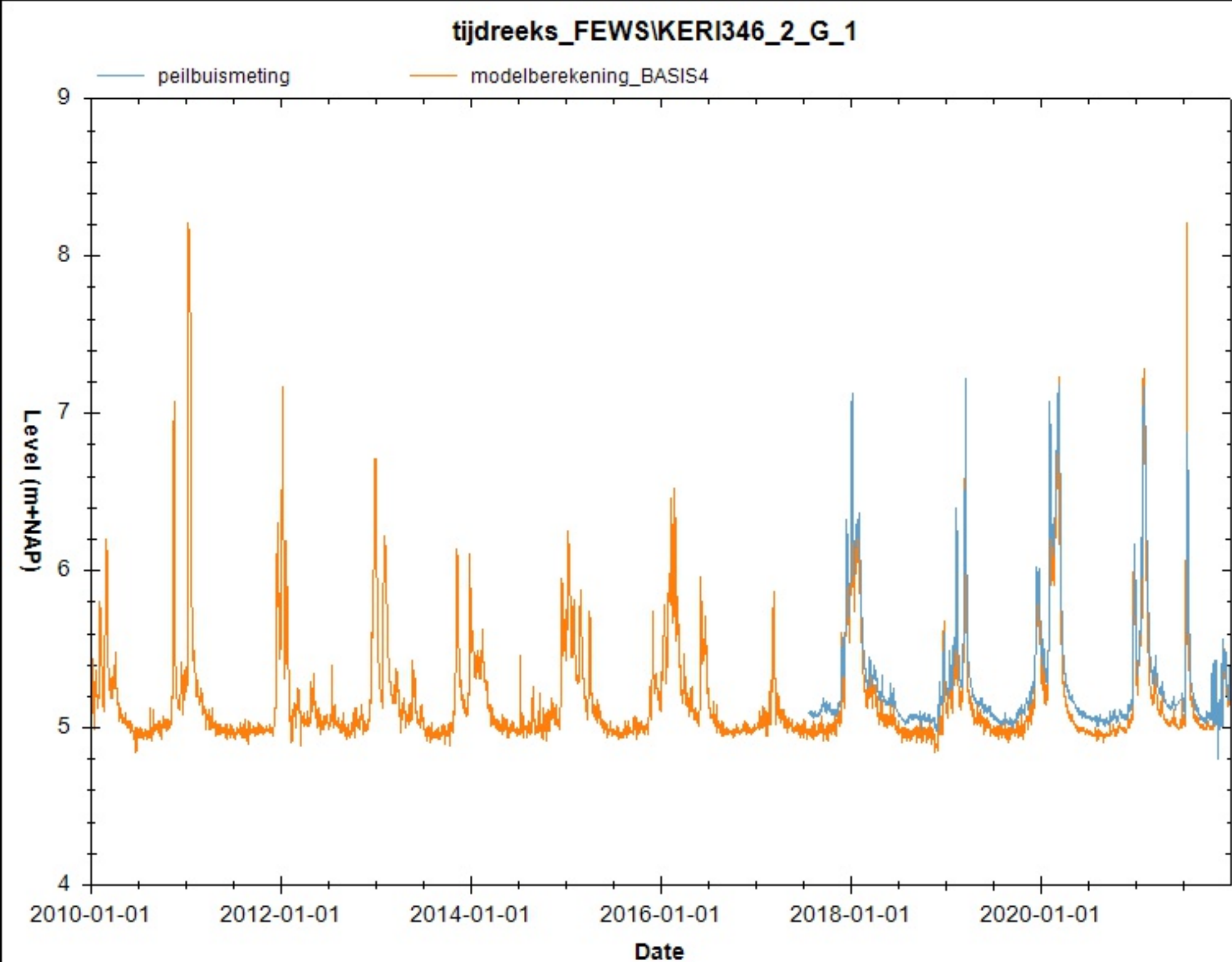
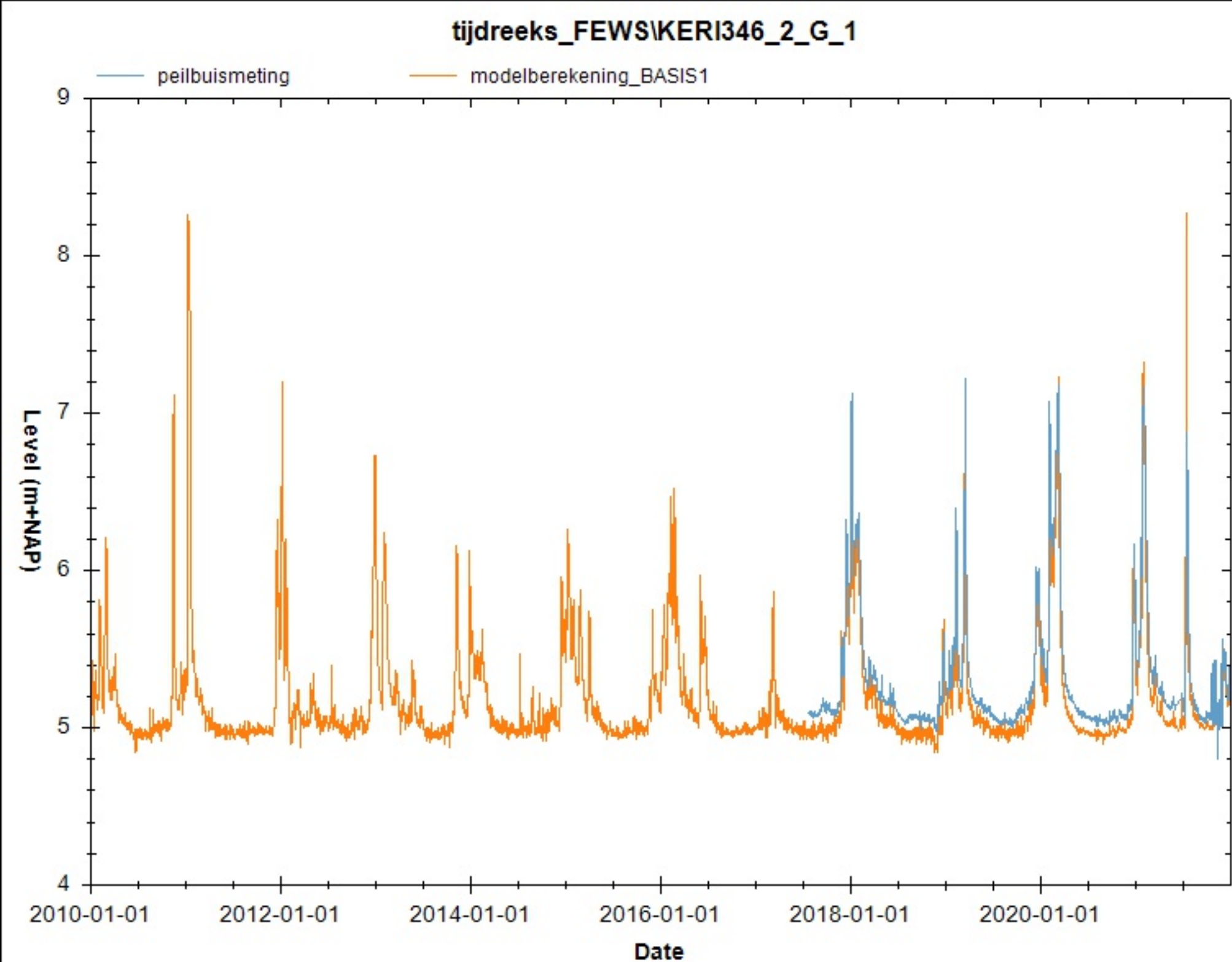




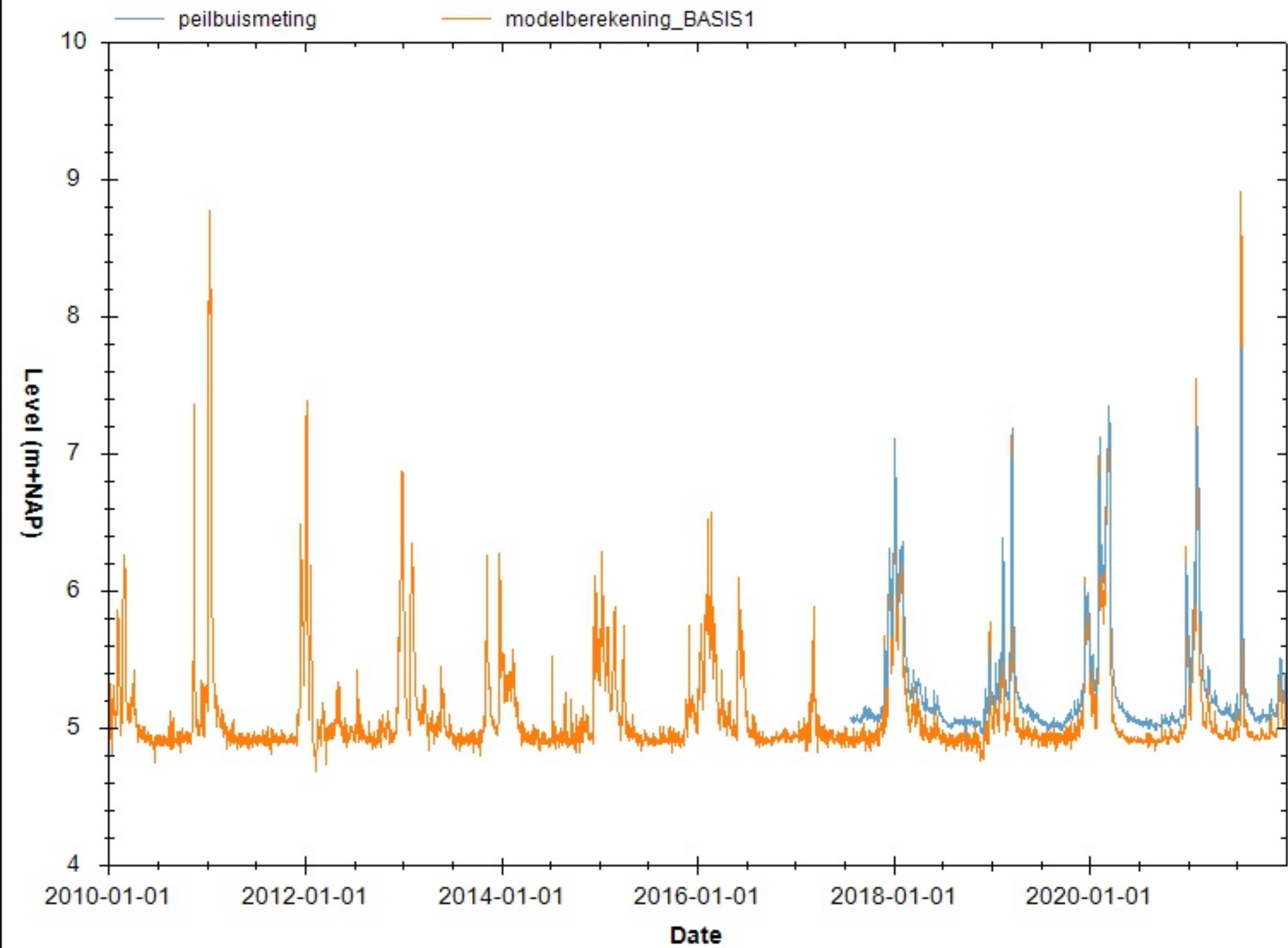




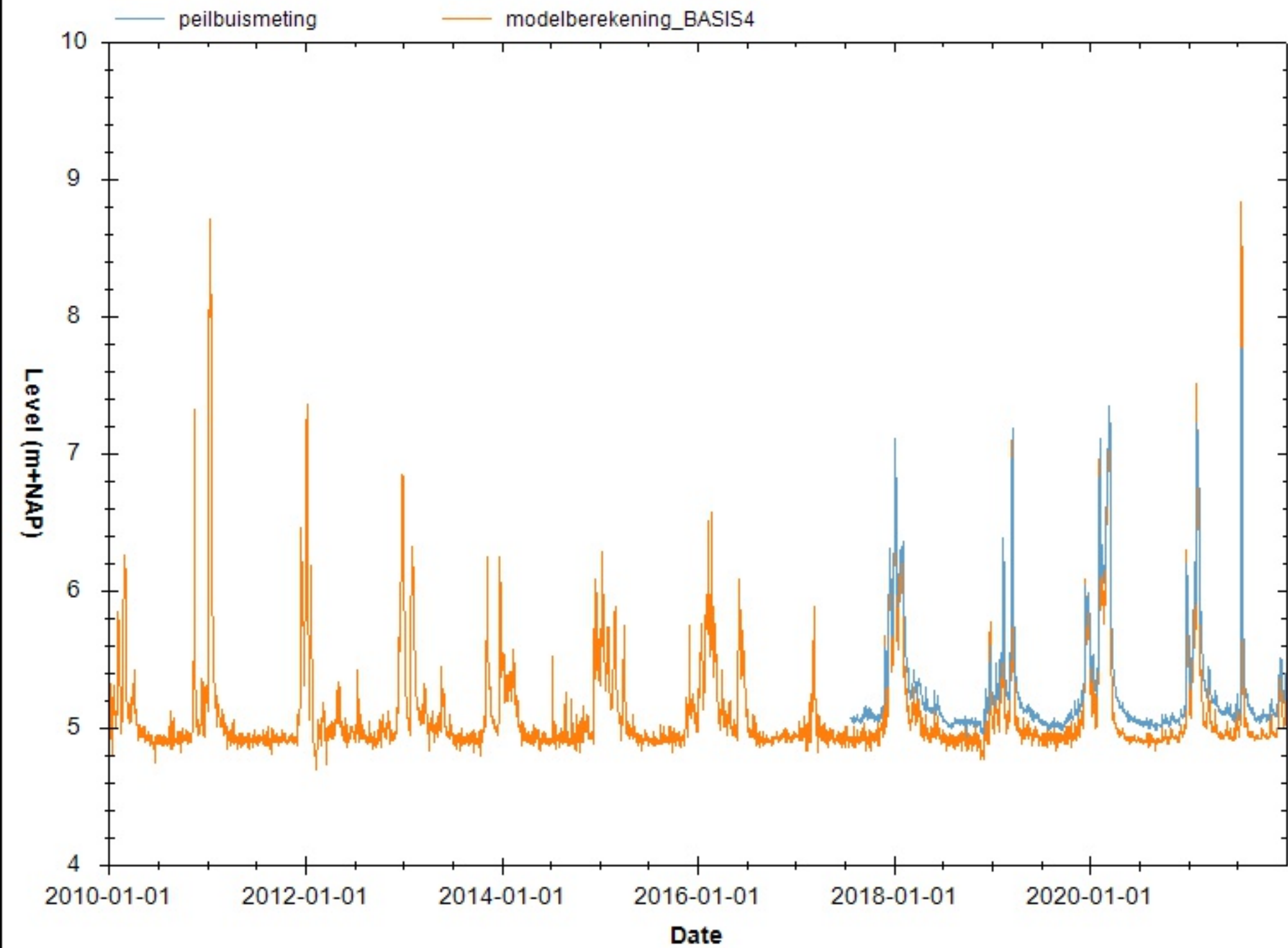


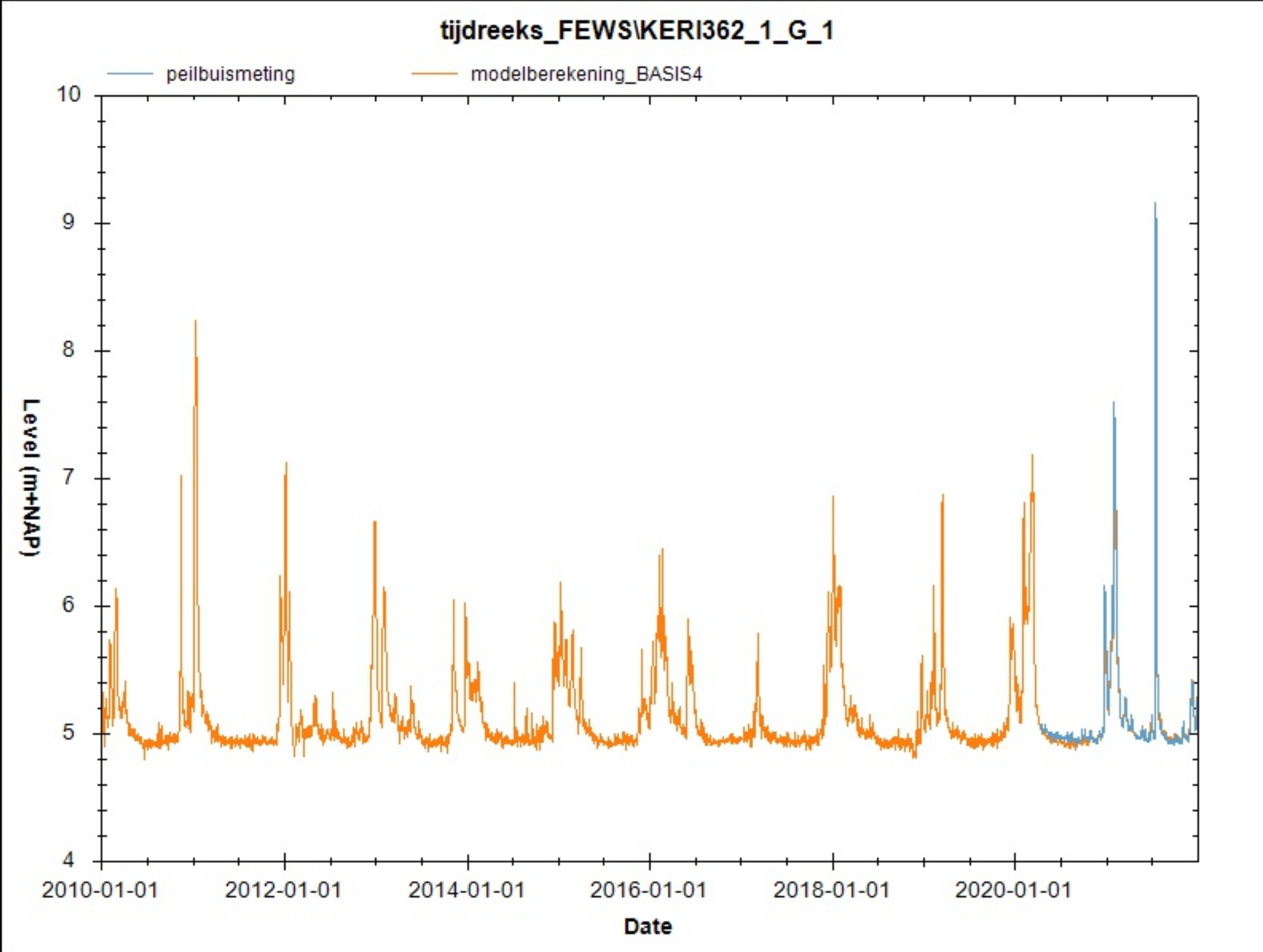
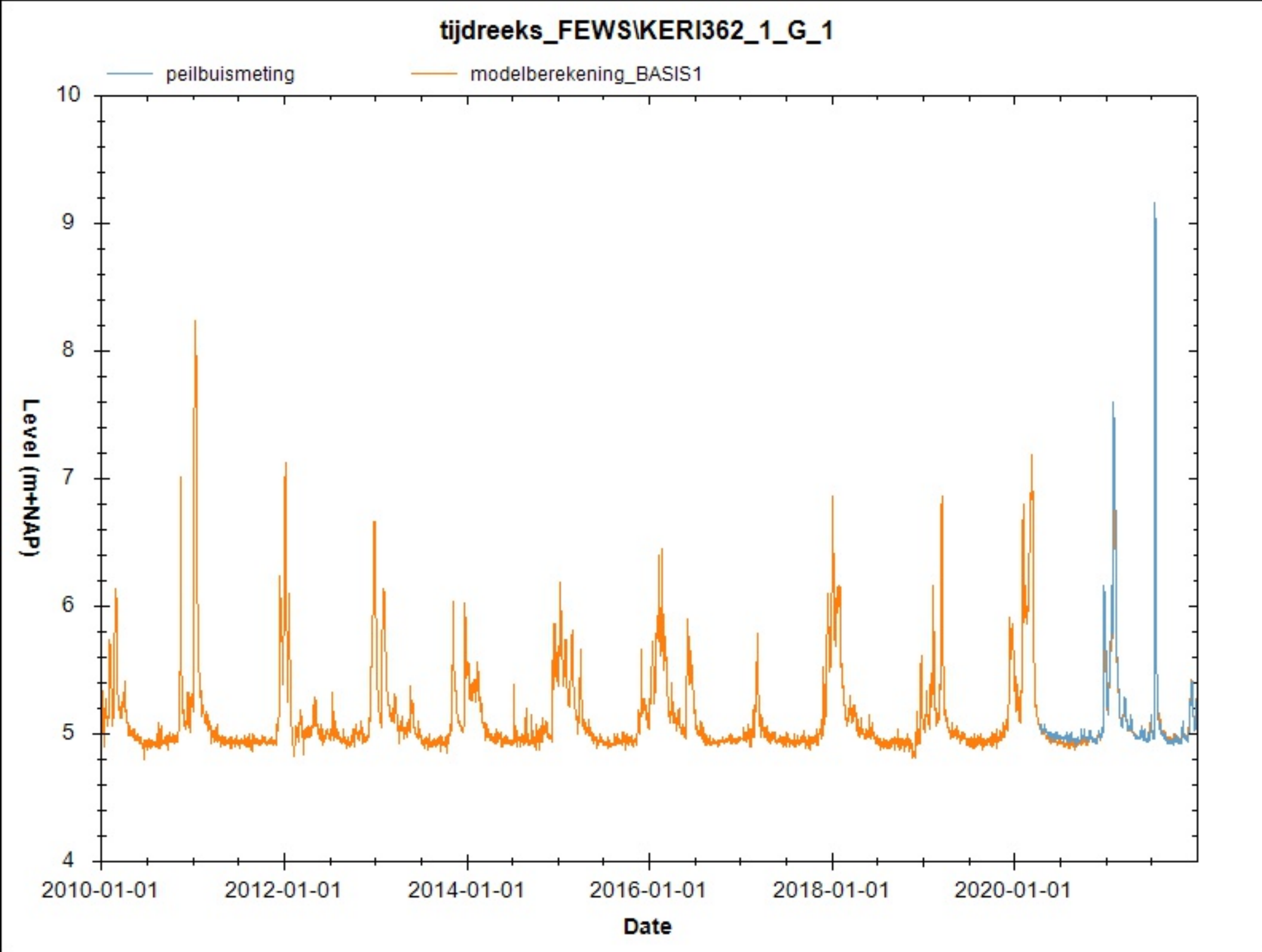


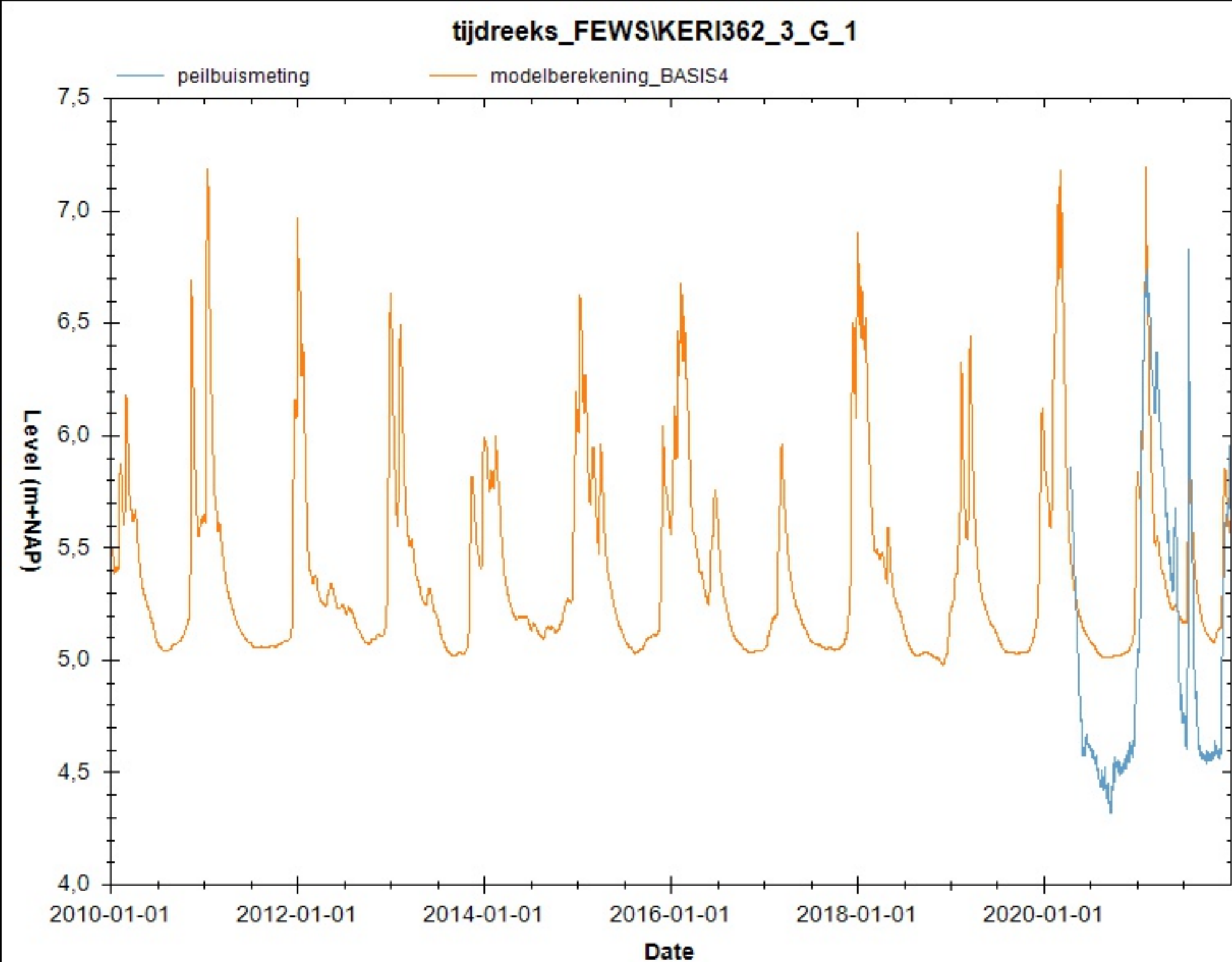
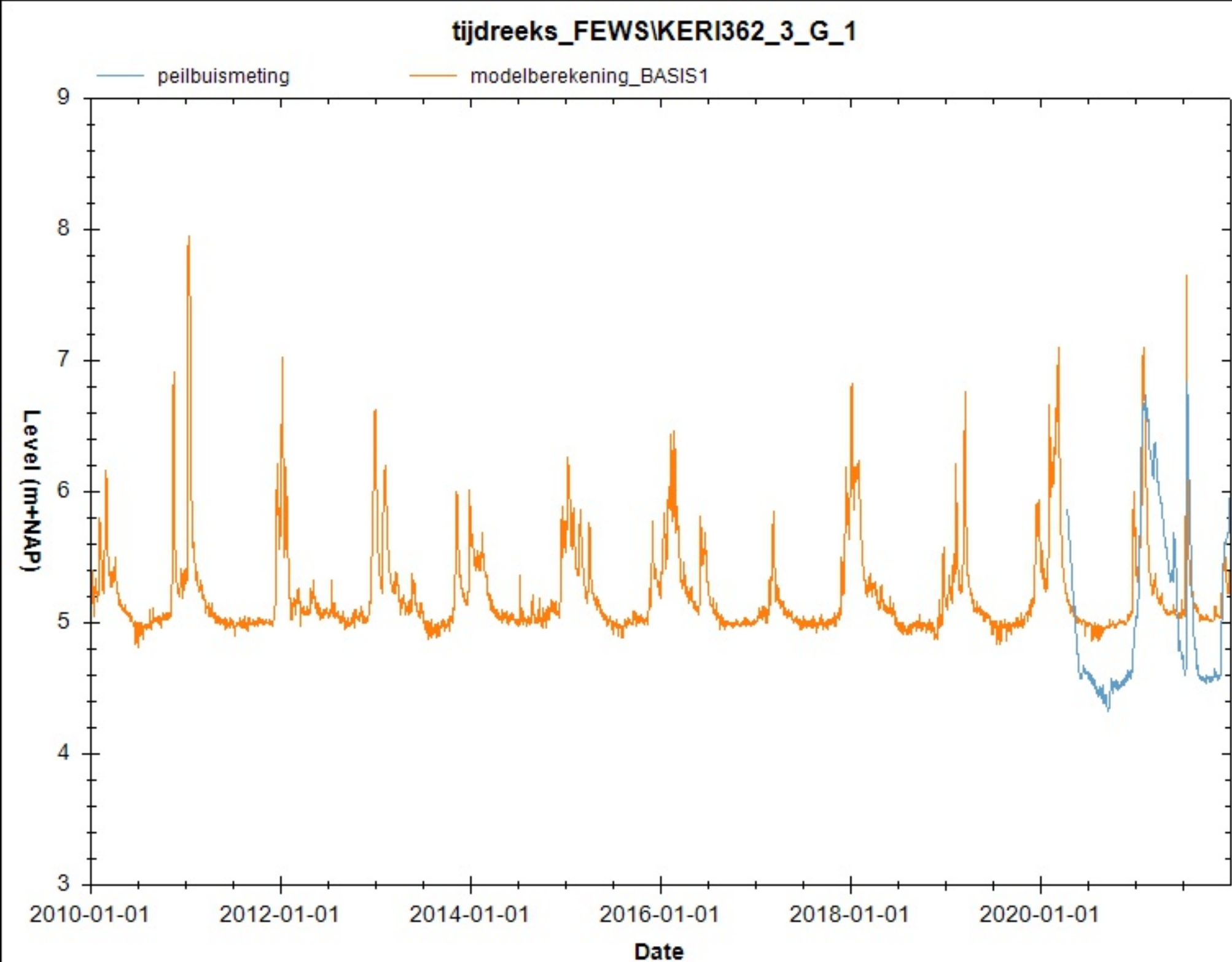
tijdreeks_FEWS\KERI346_3_G_1

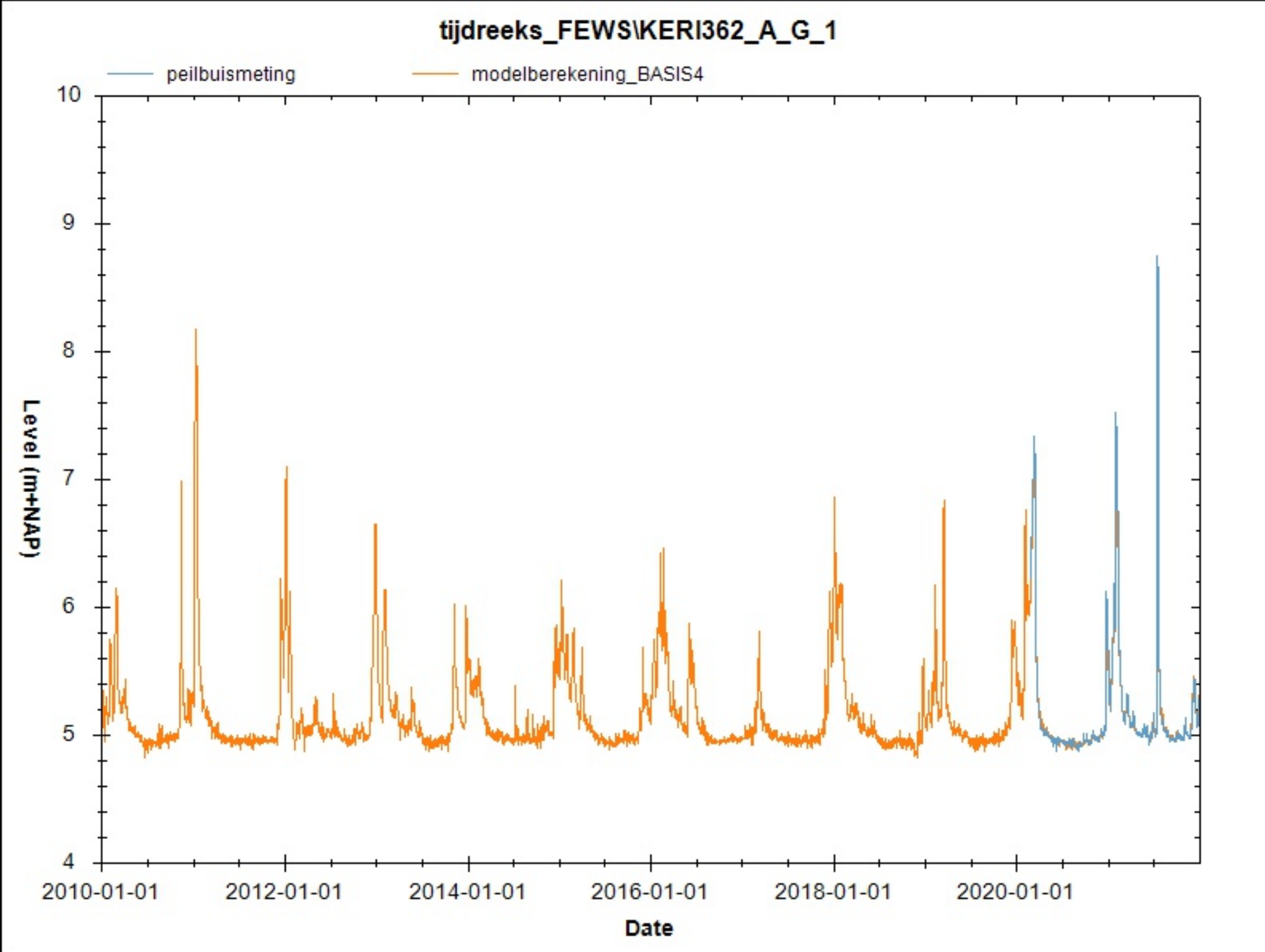
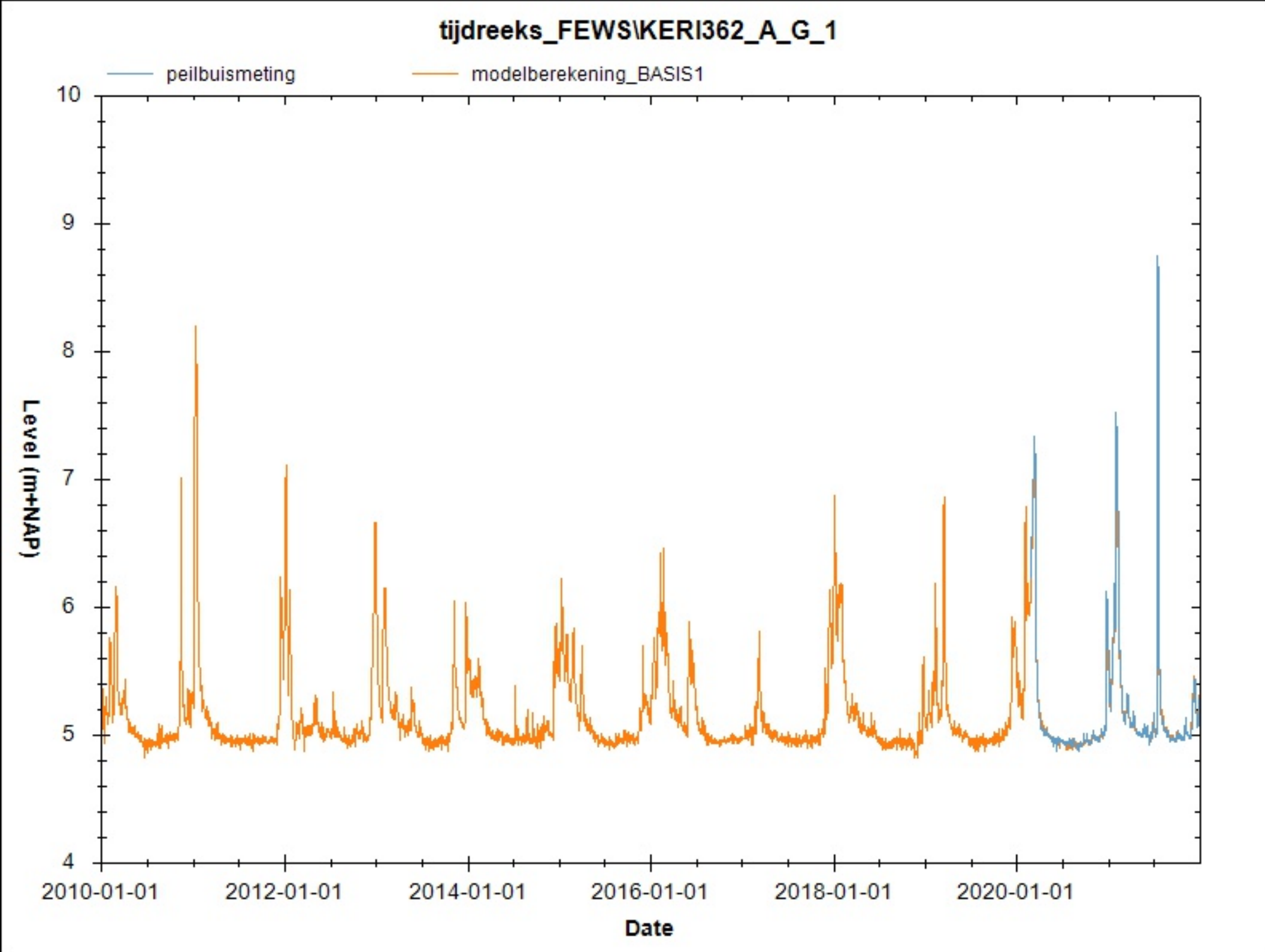


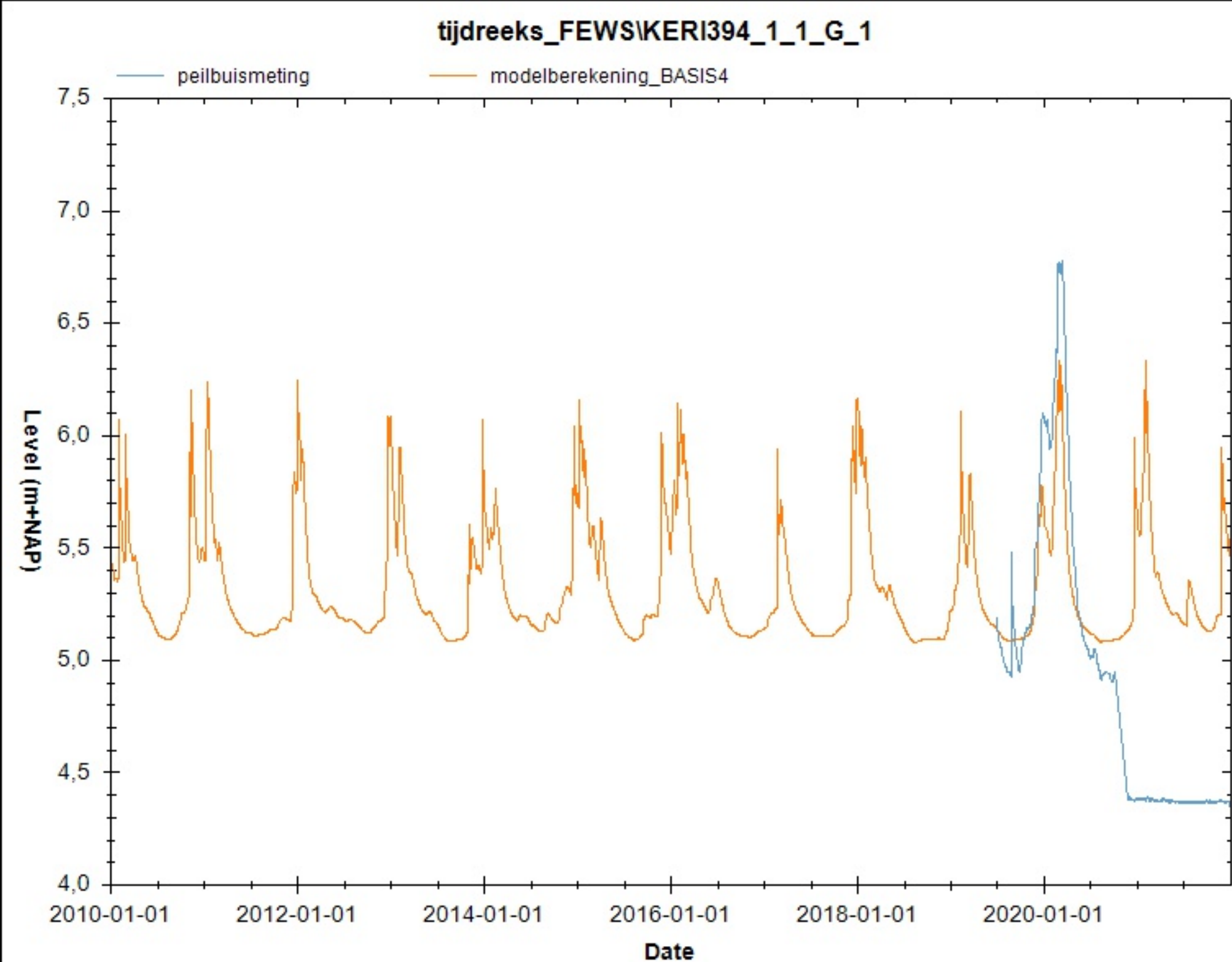
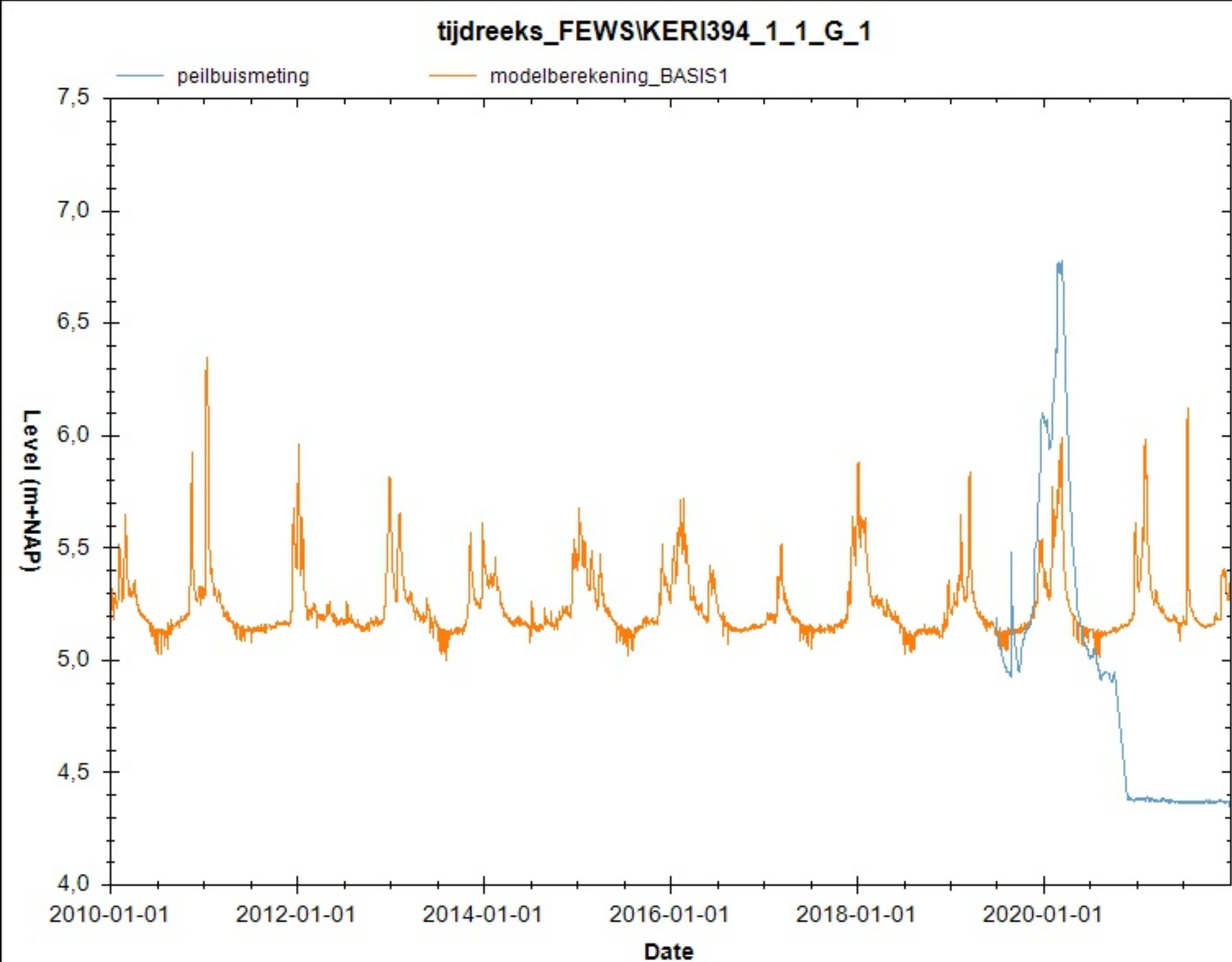
tijdreeks_FEWS\KERI346_3_G_1

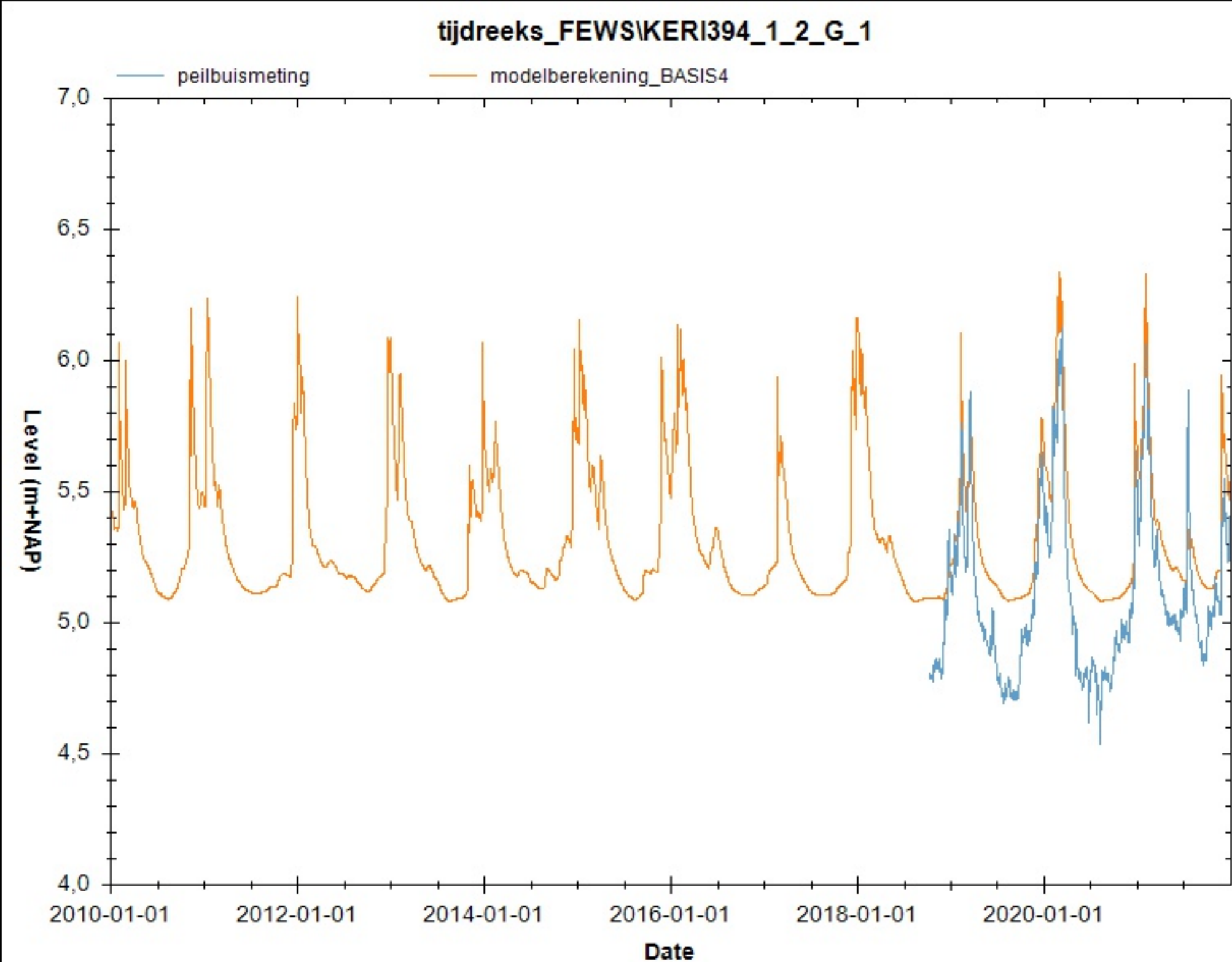
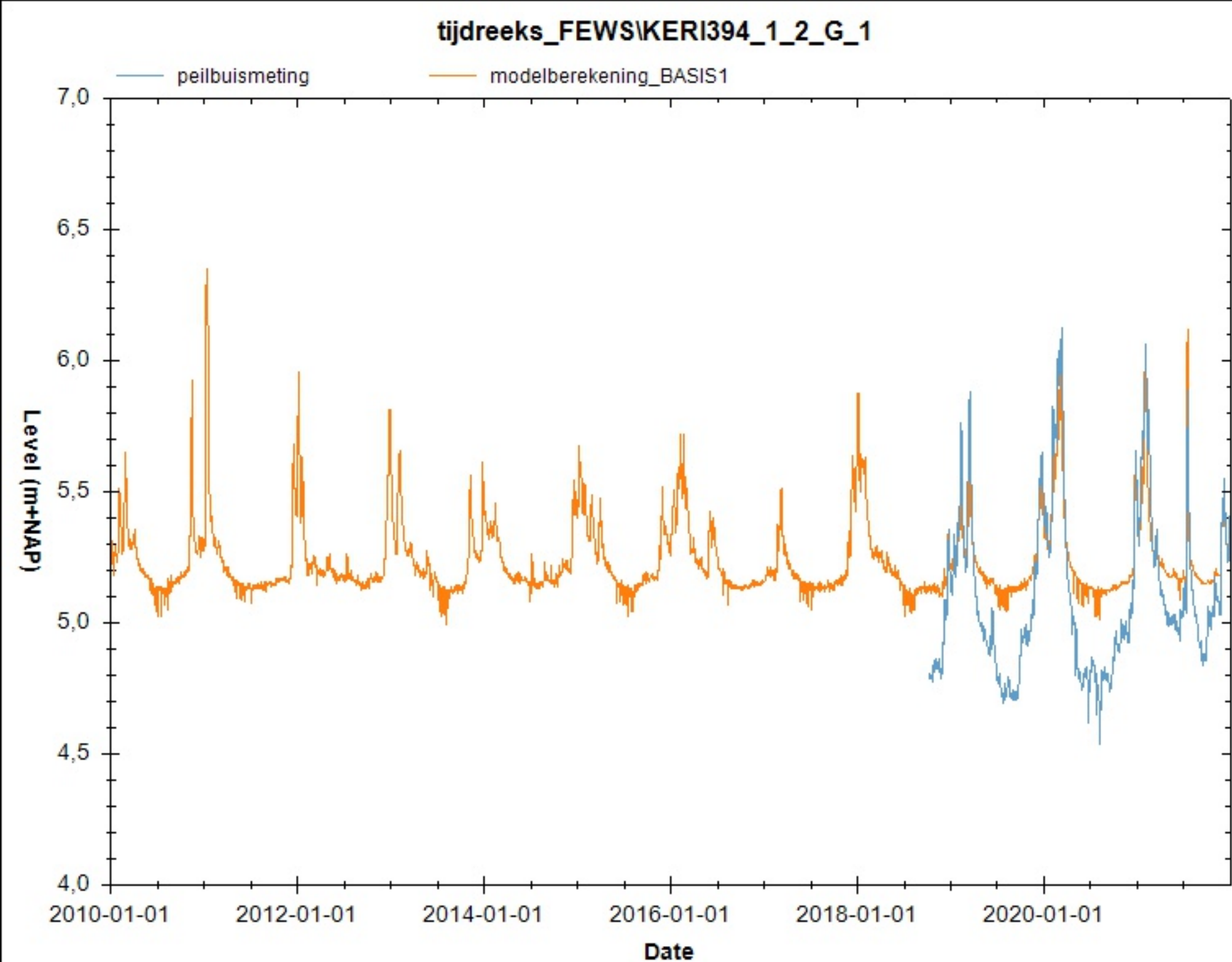


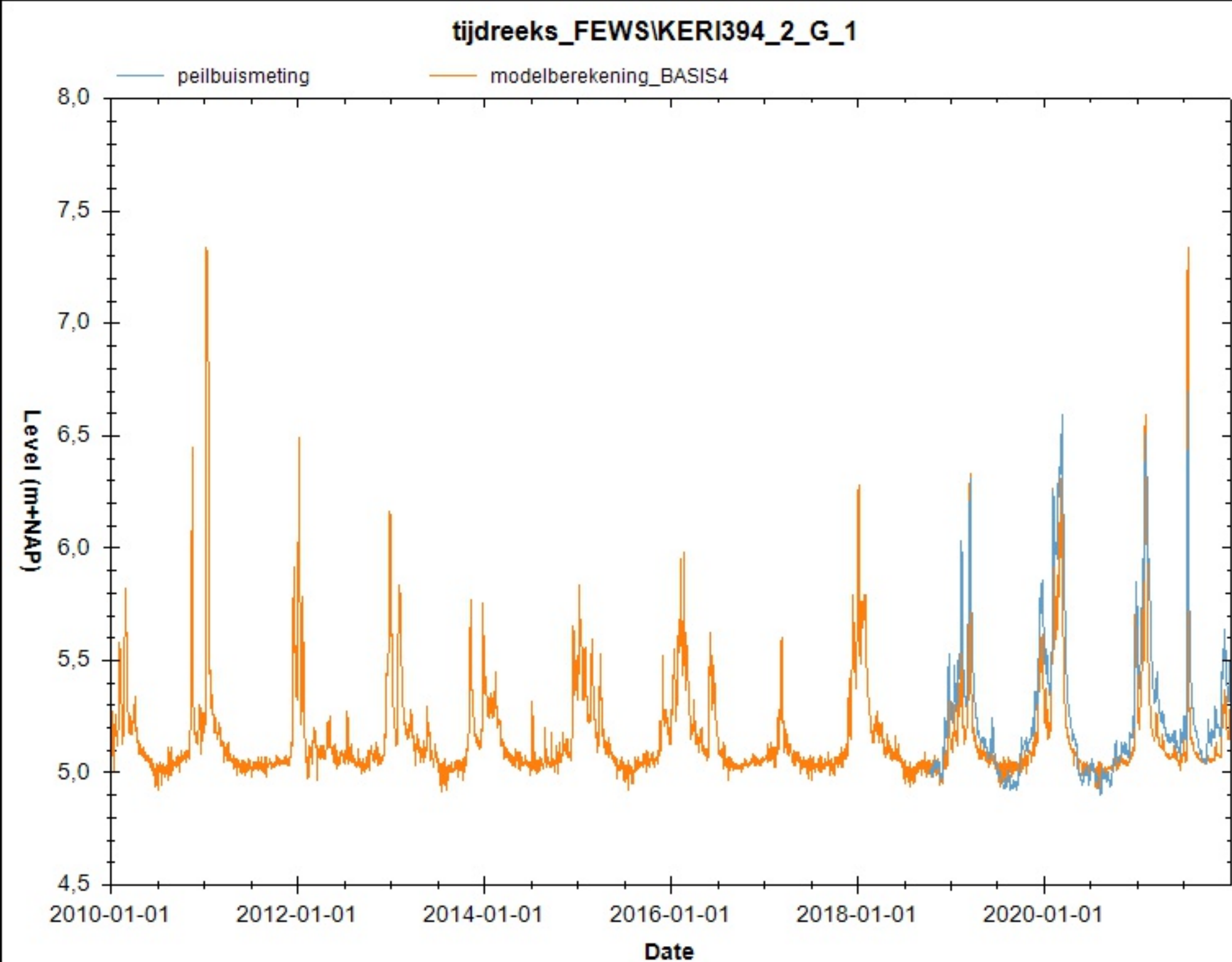
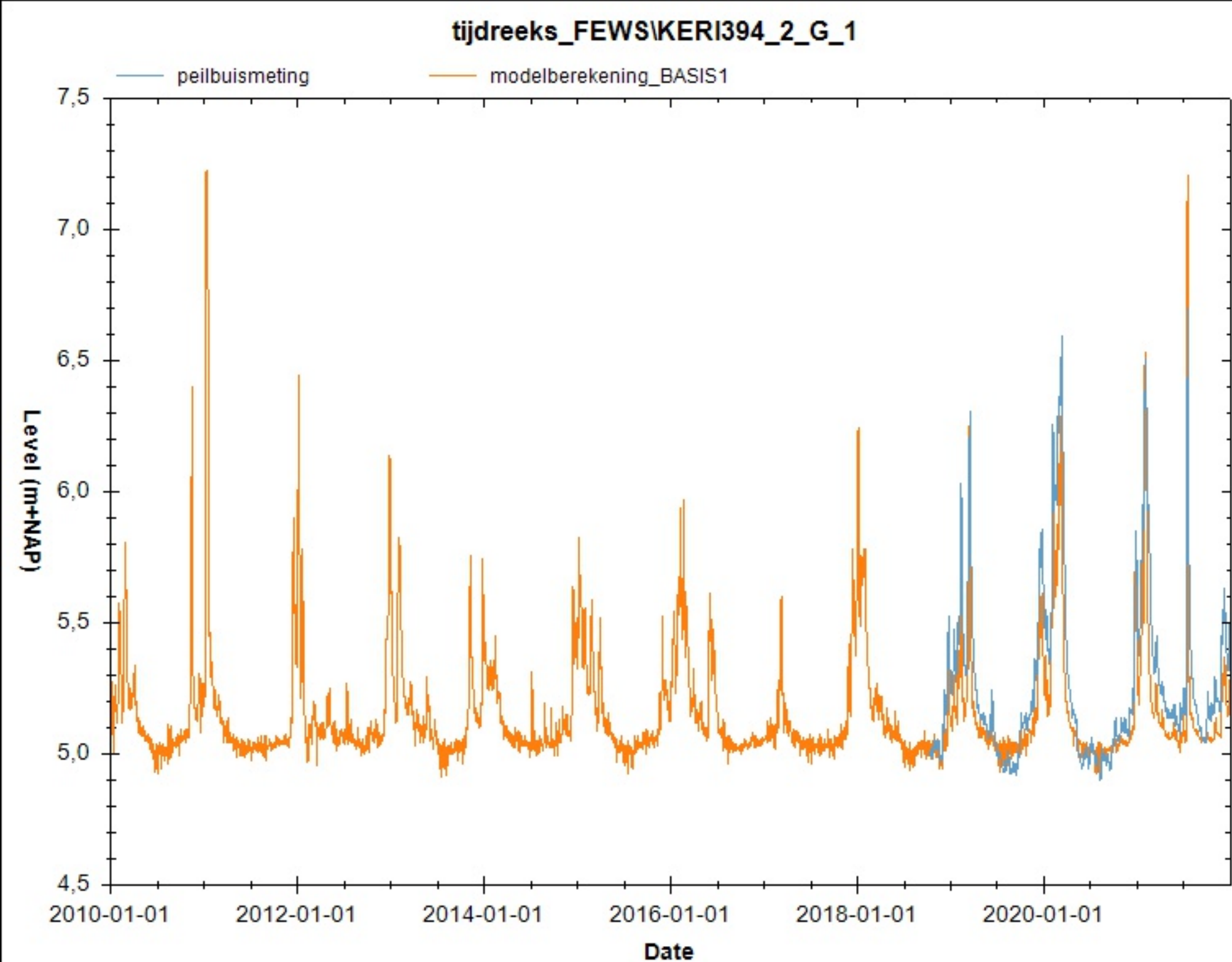


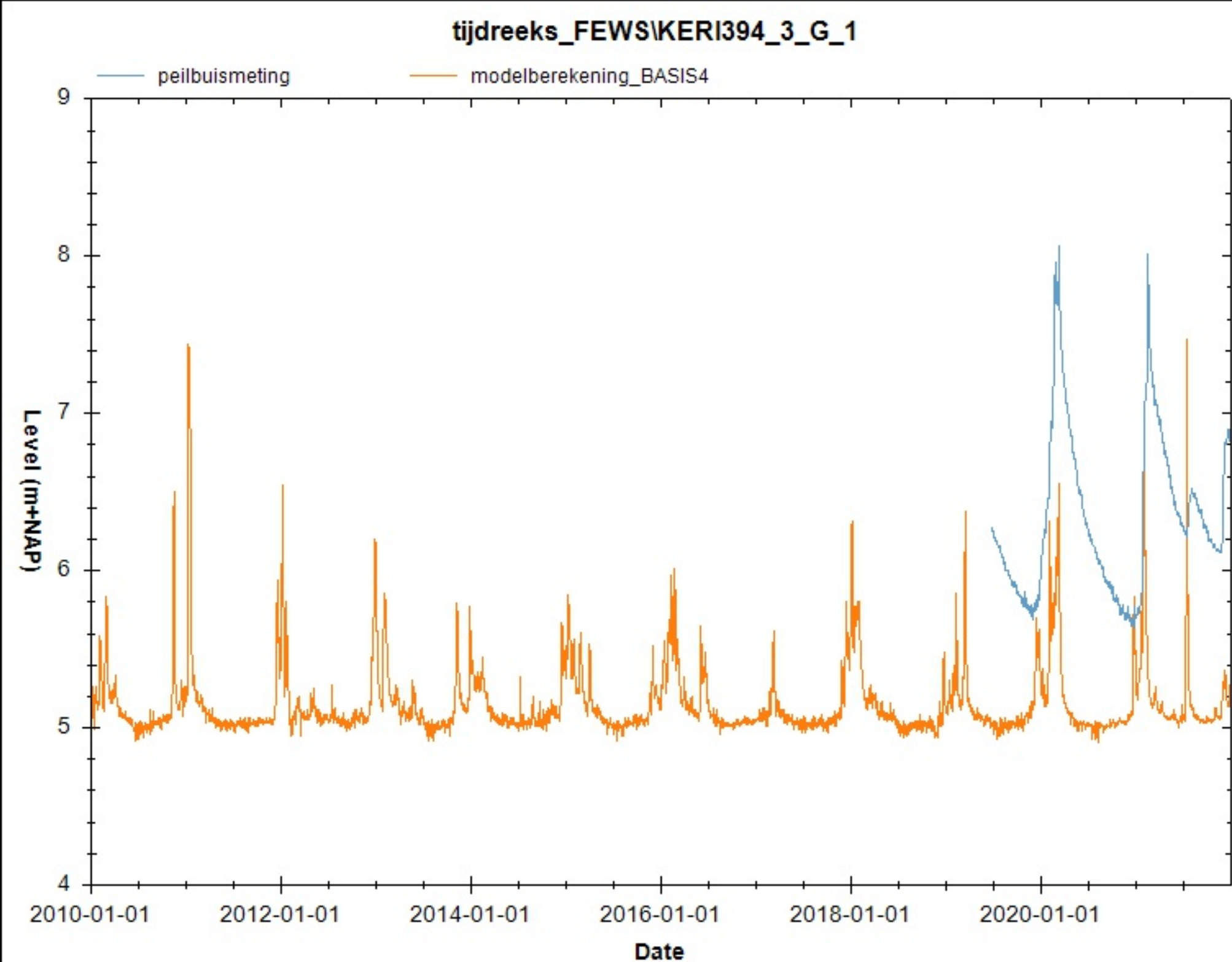
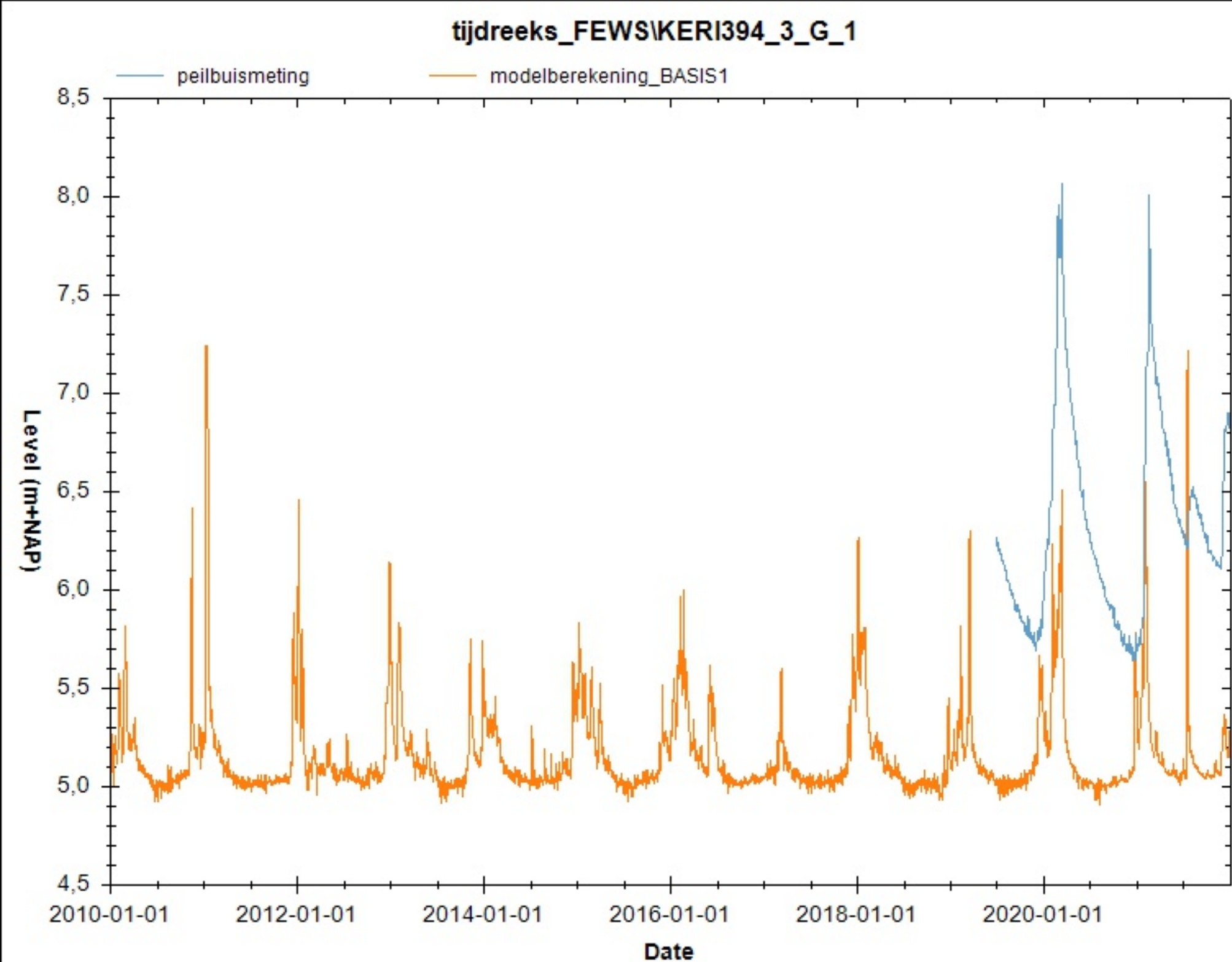


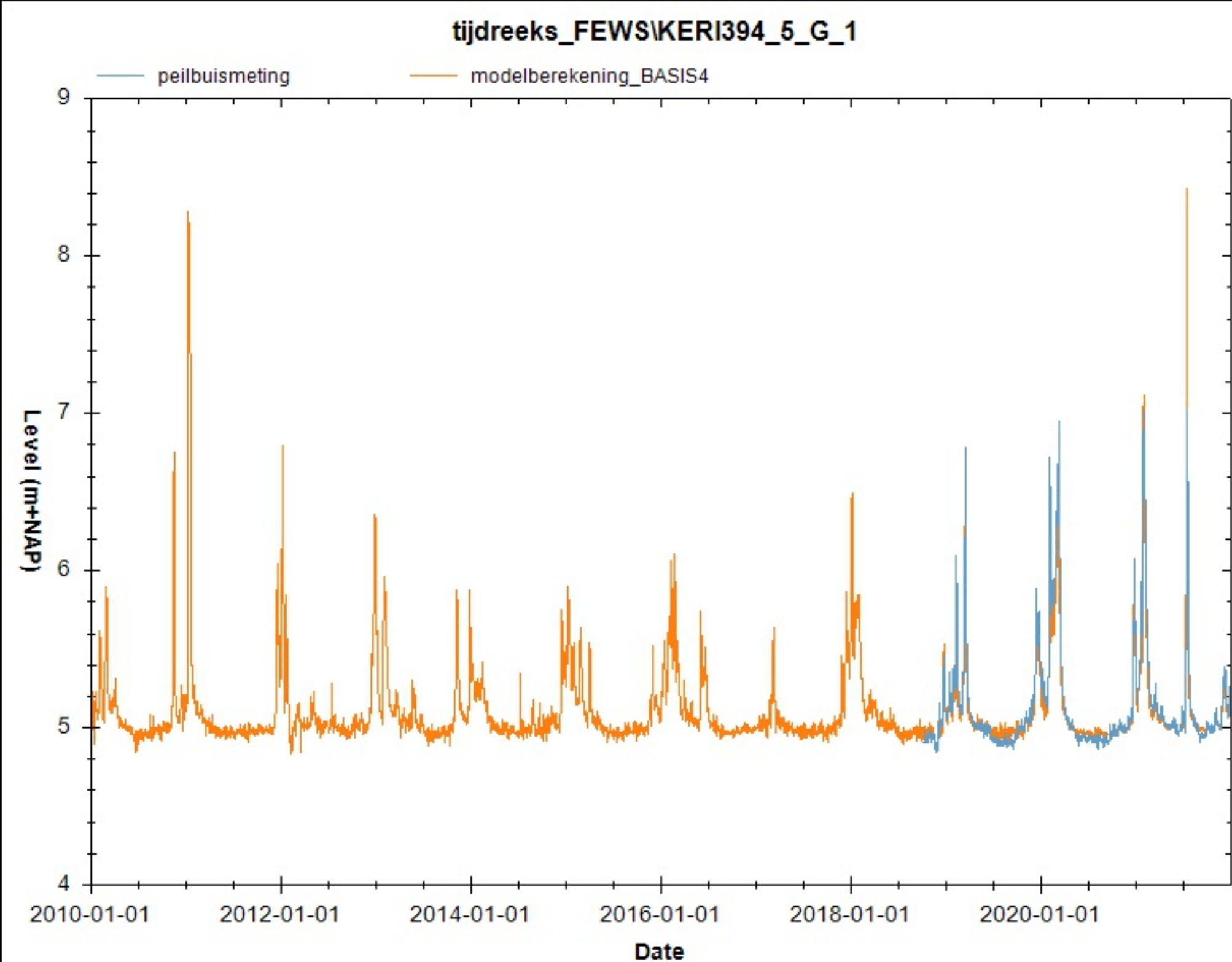
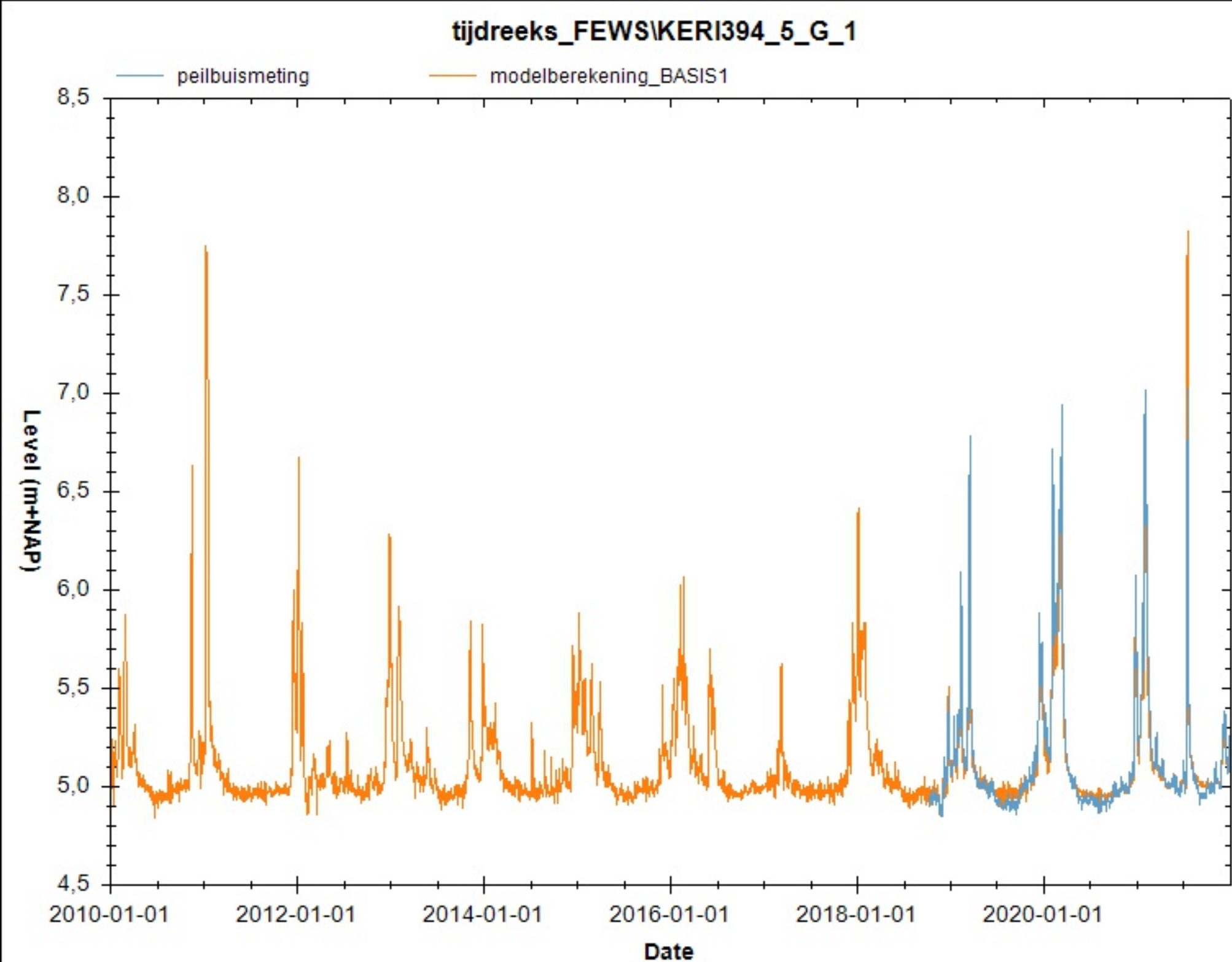


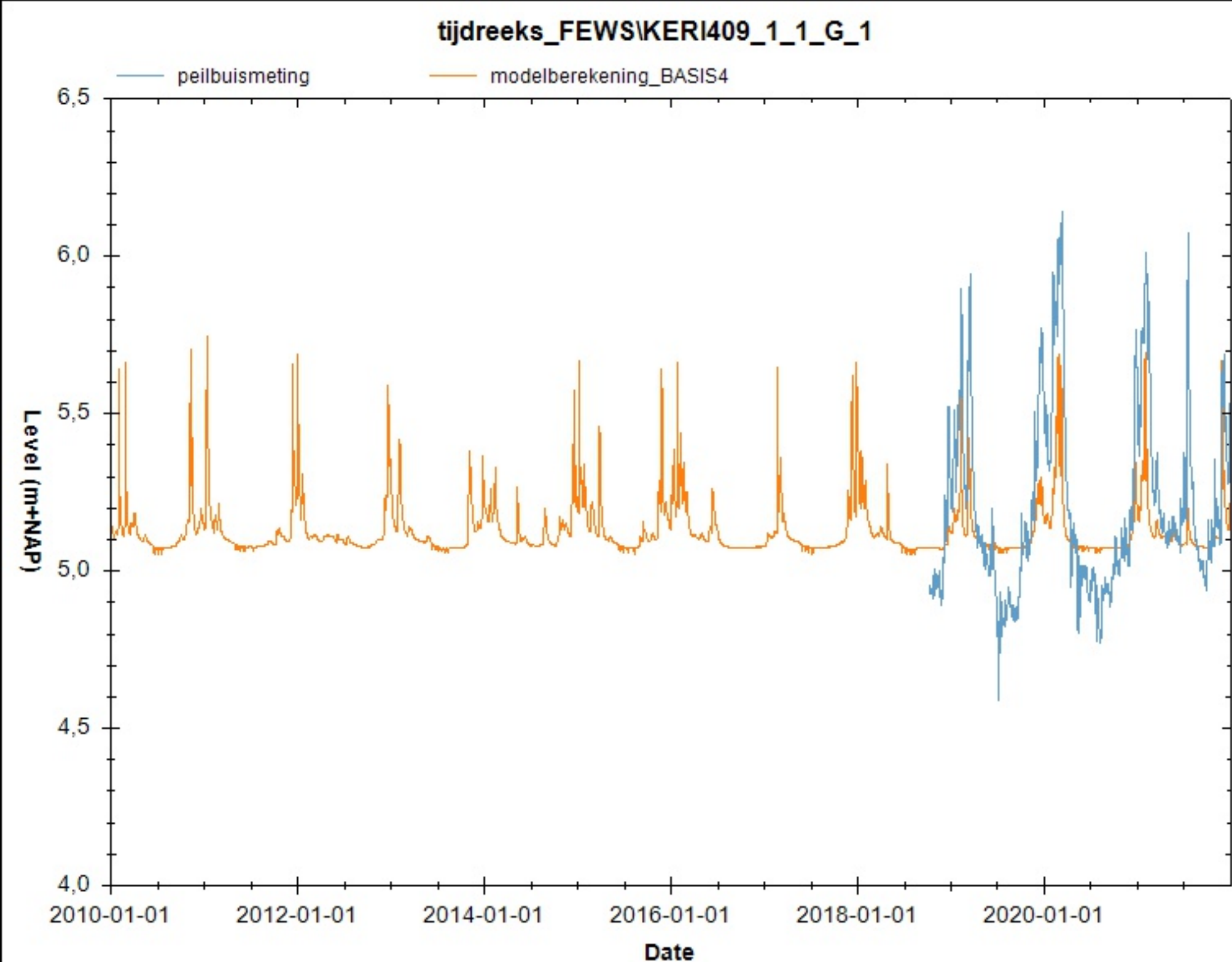
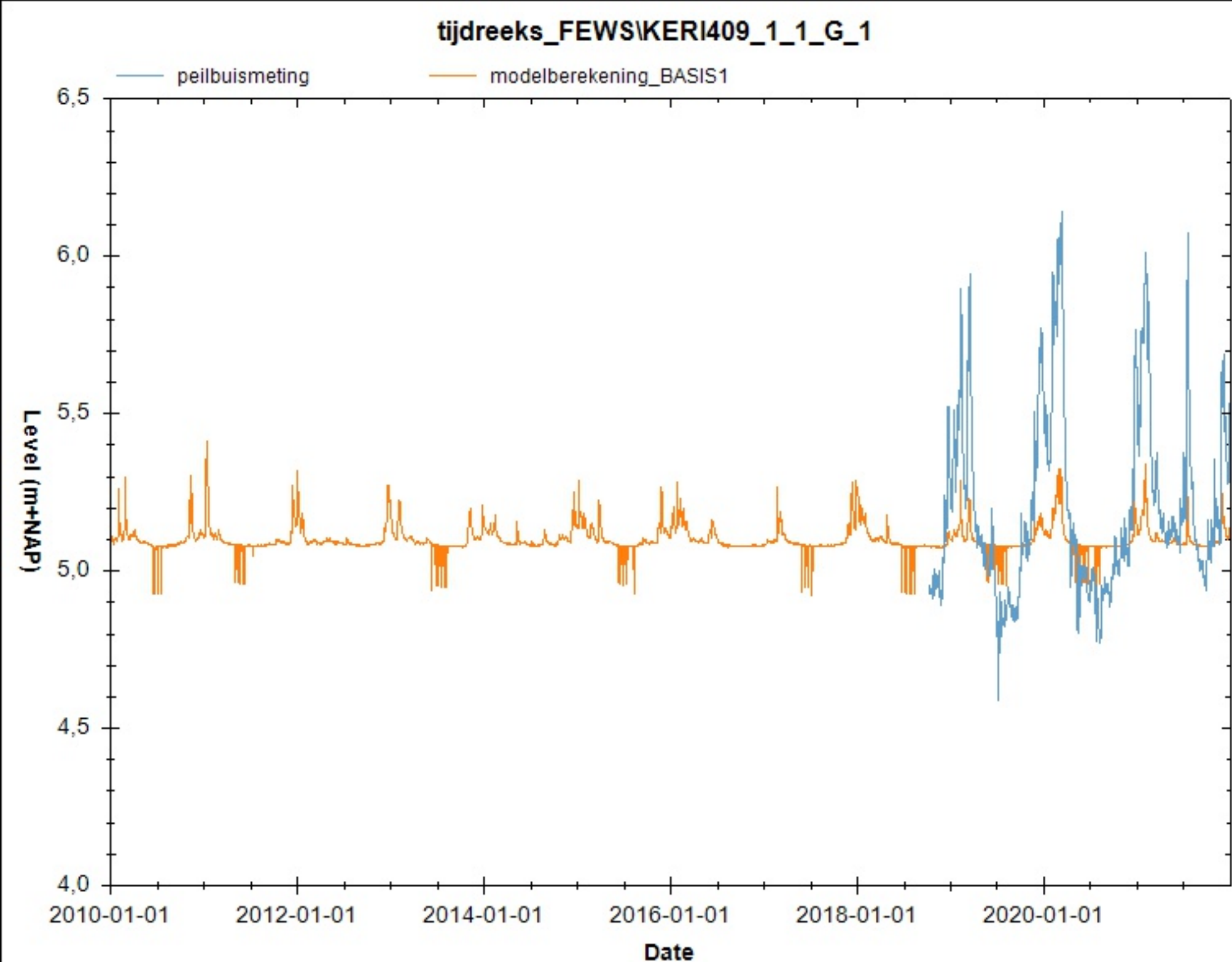


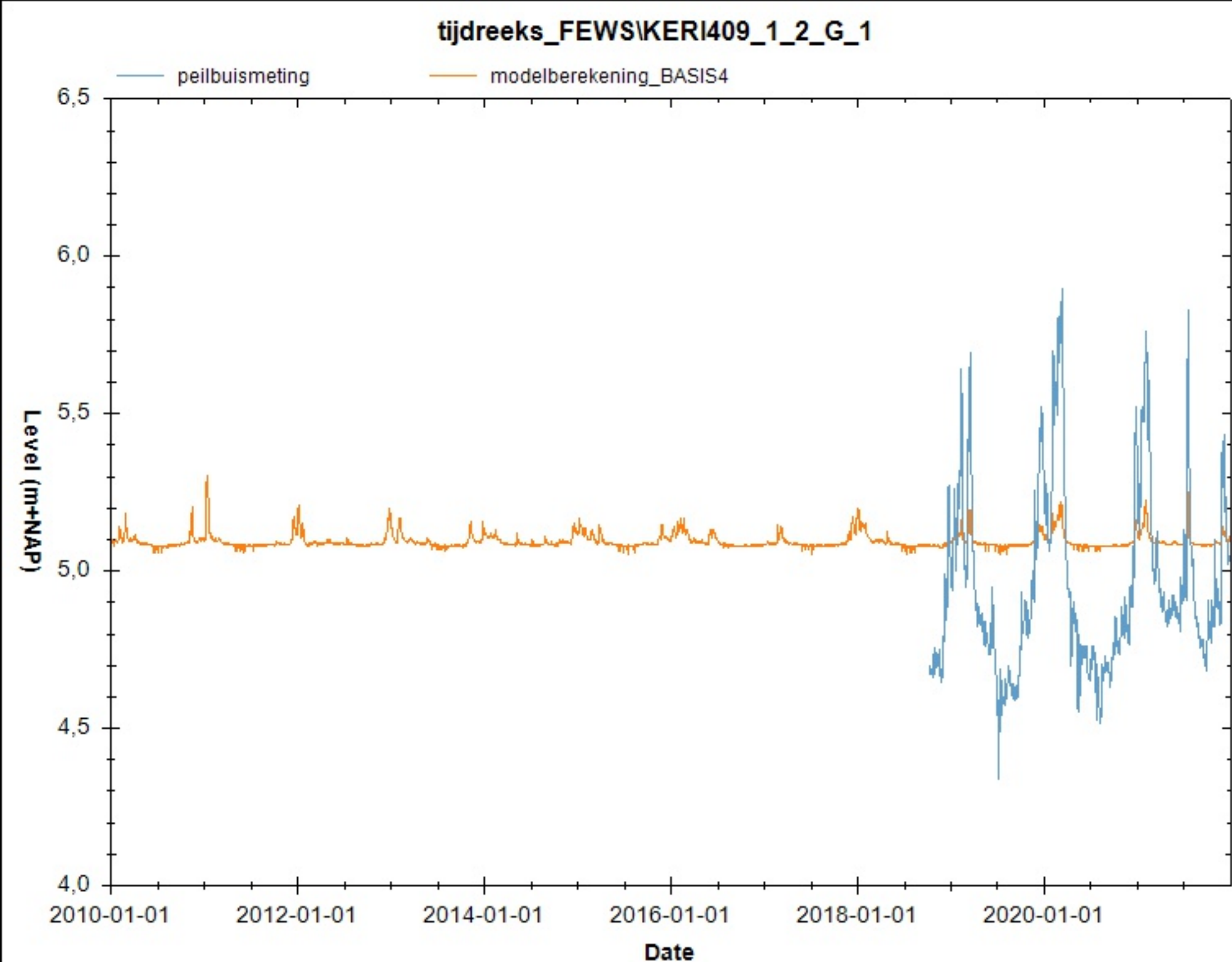
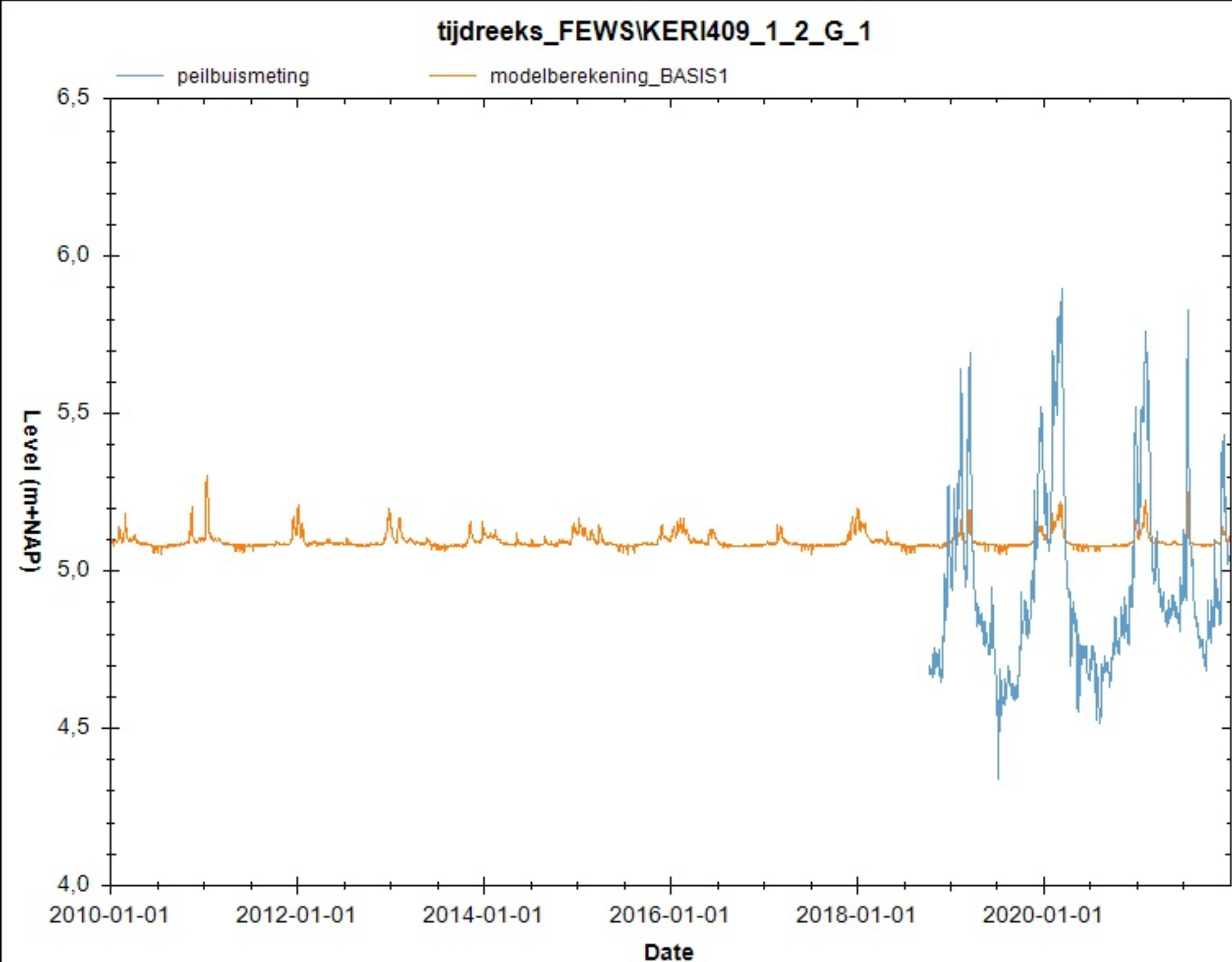




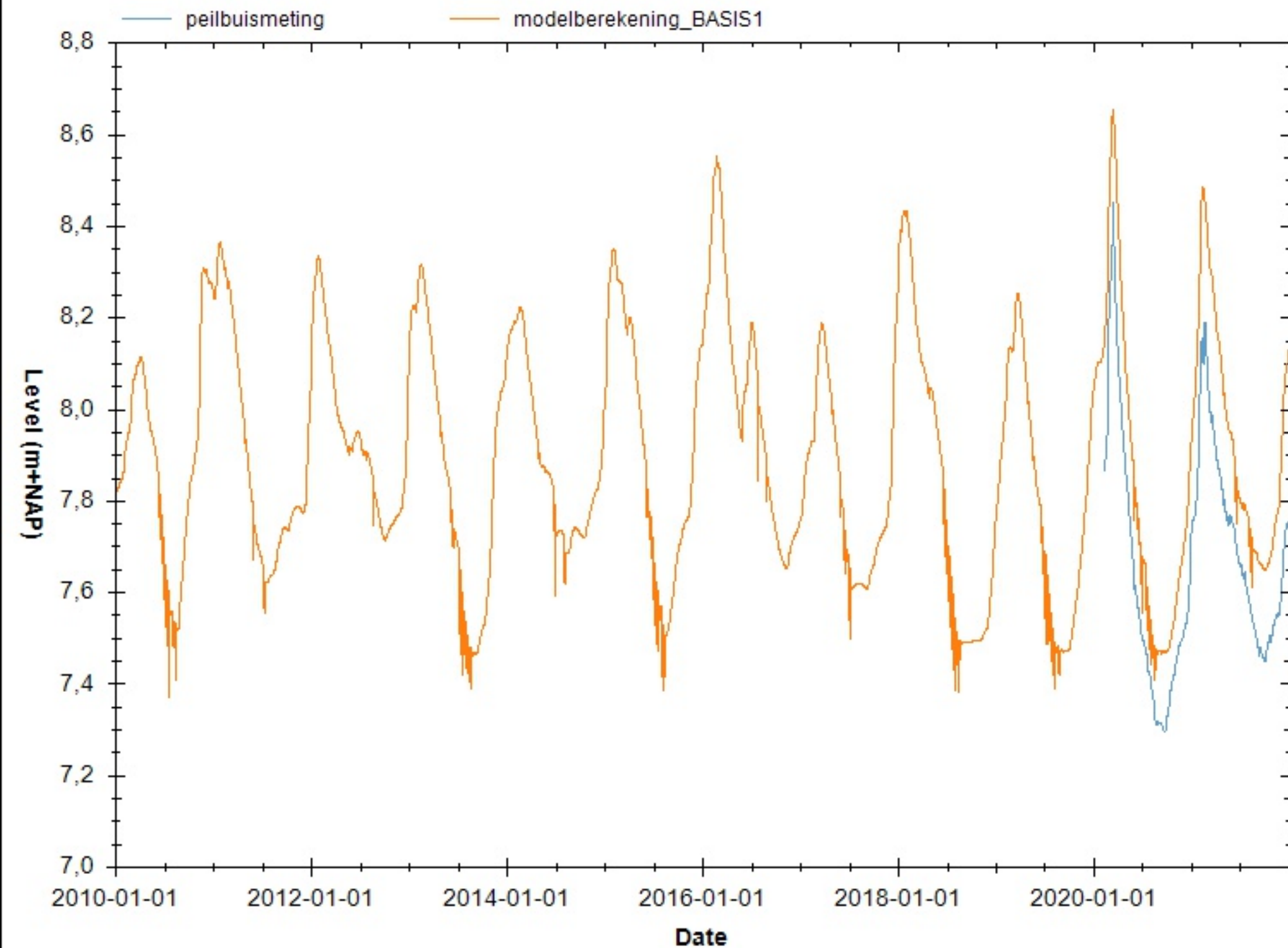




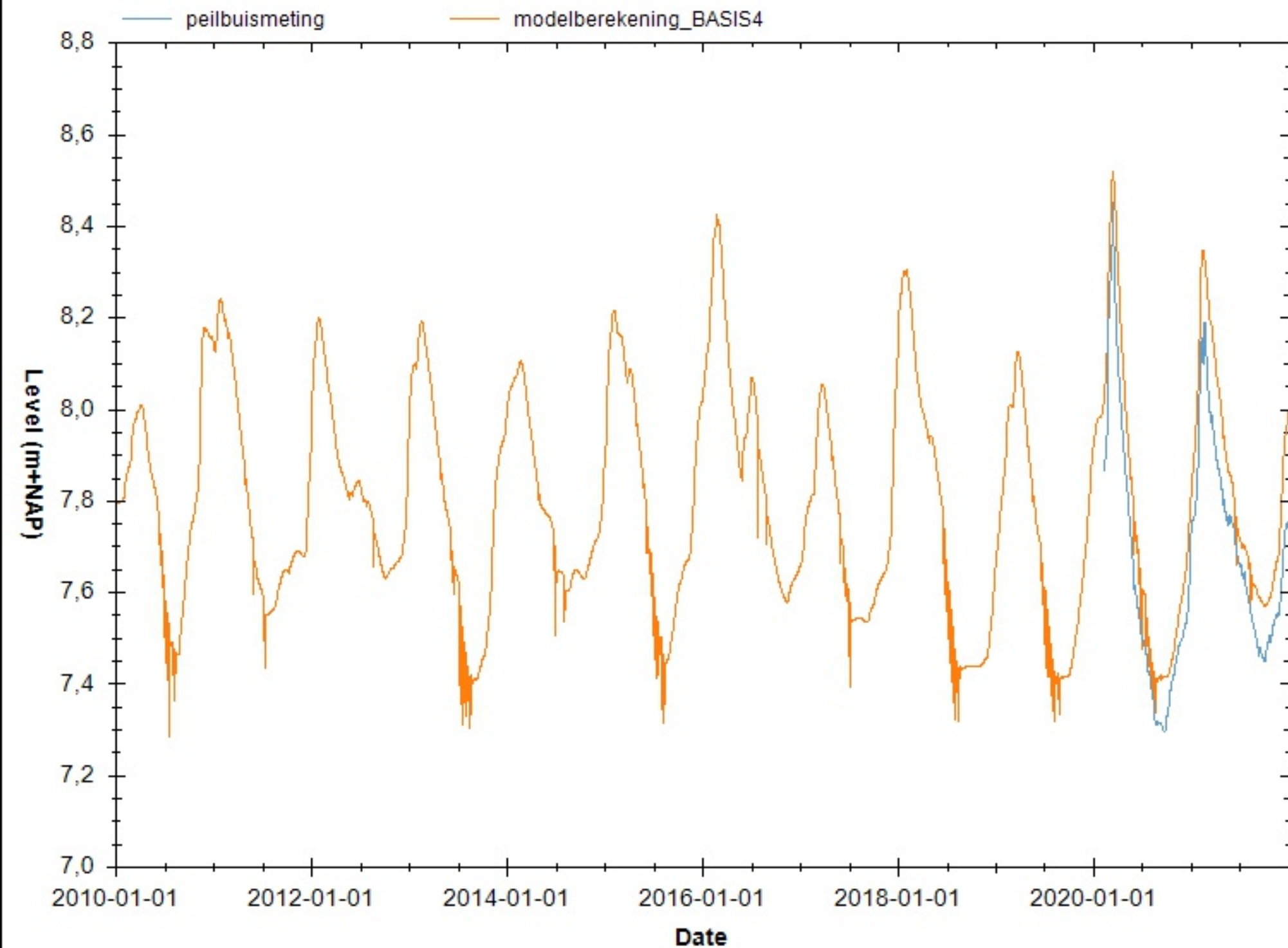


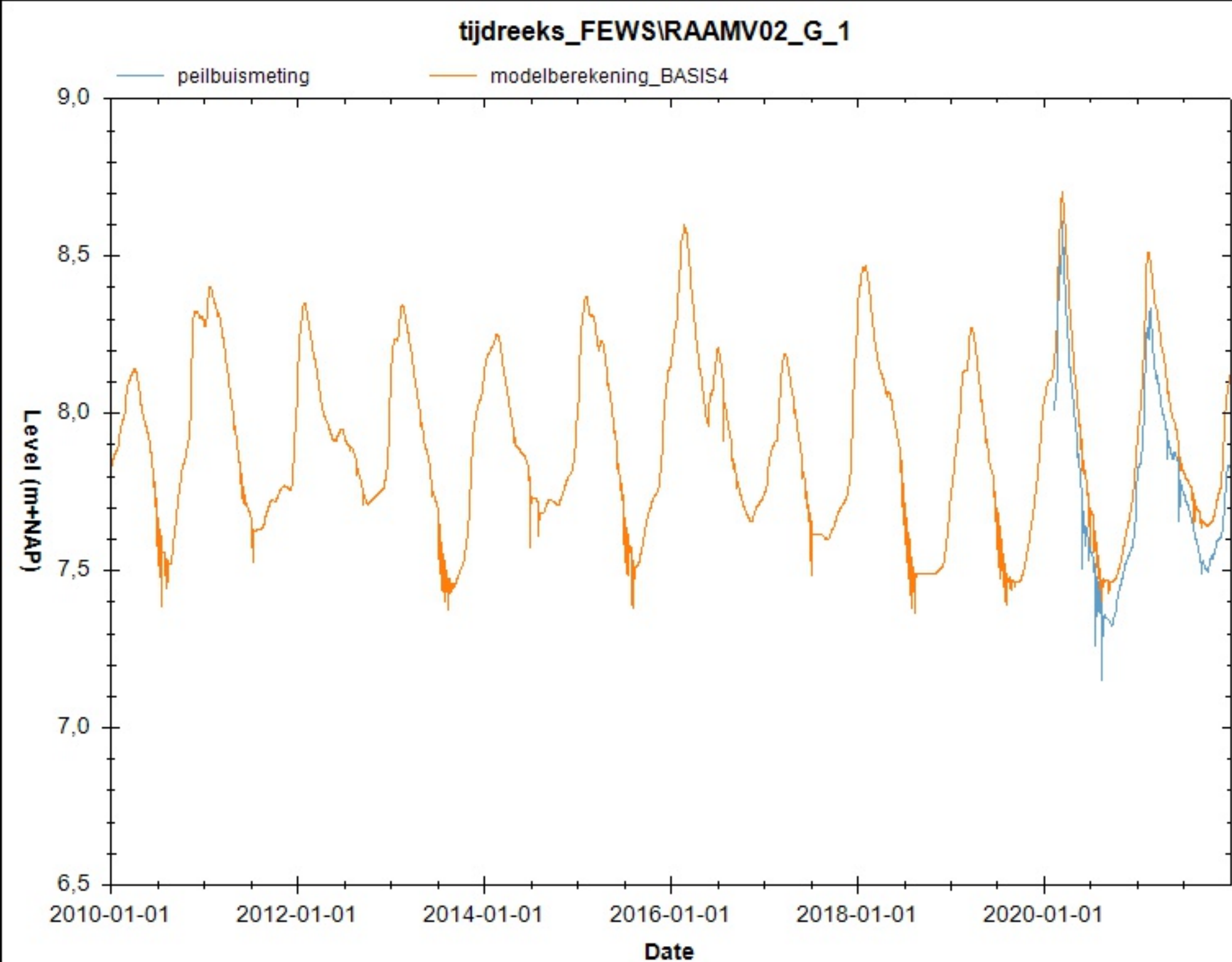
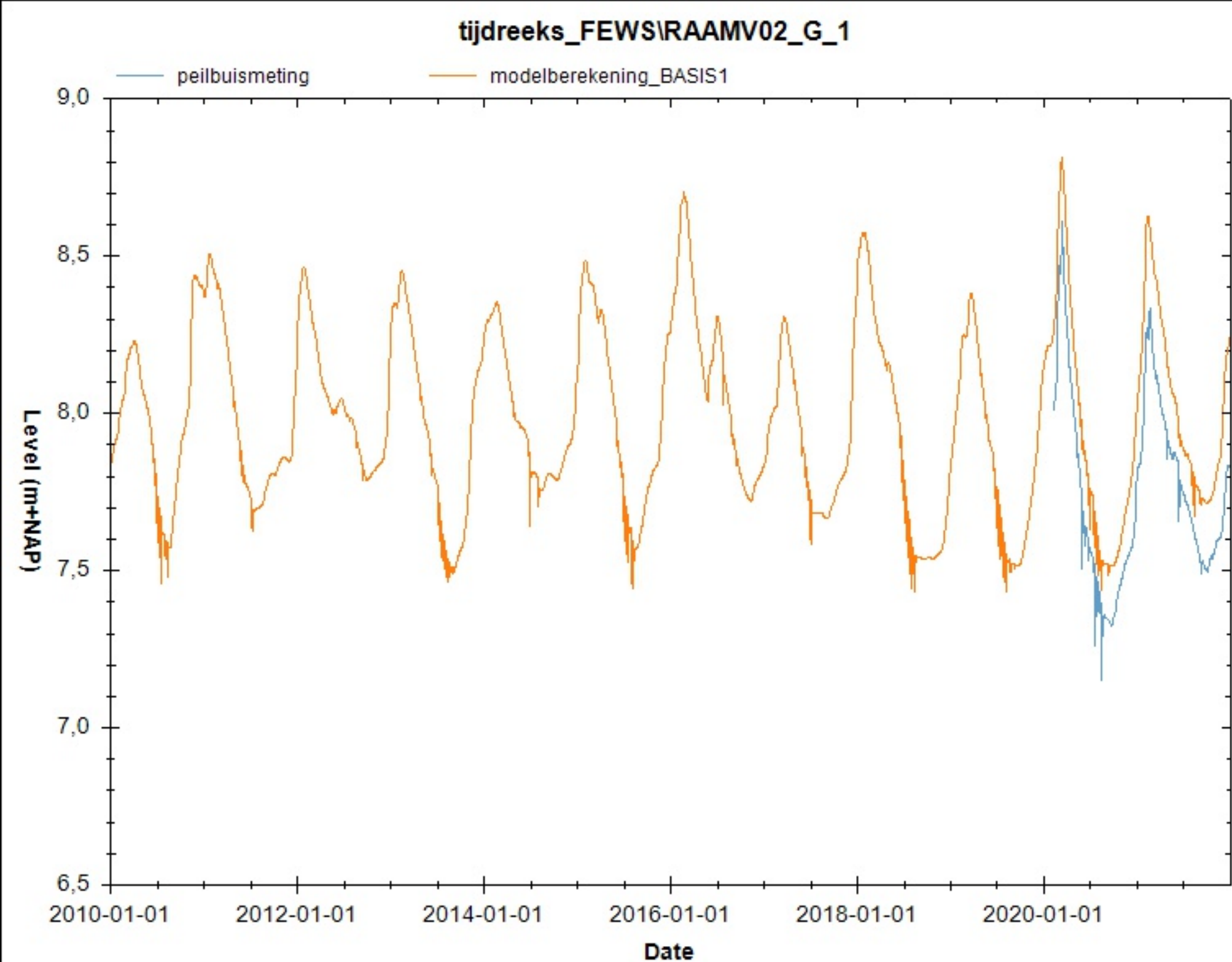


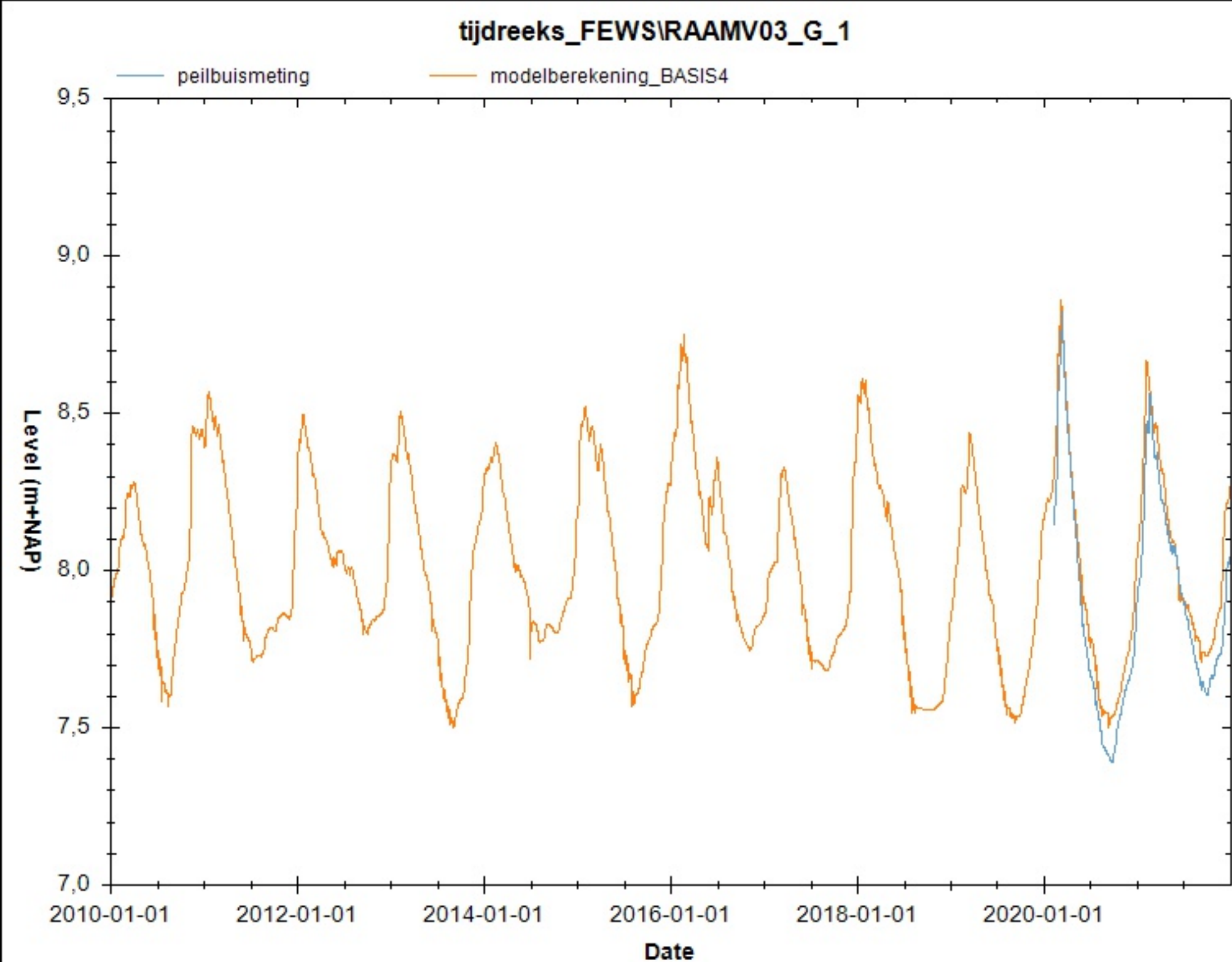
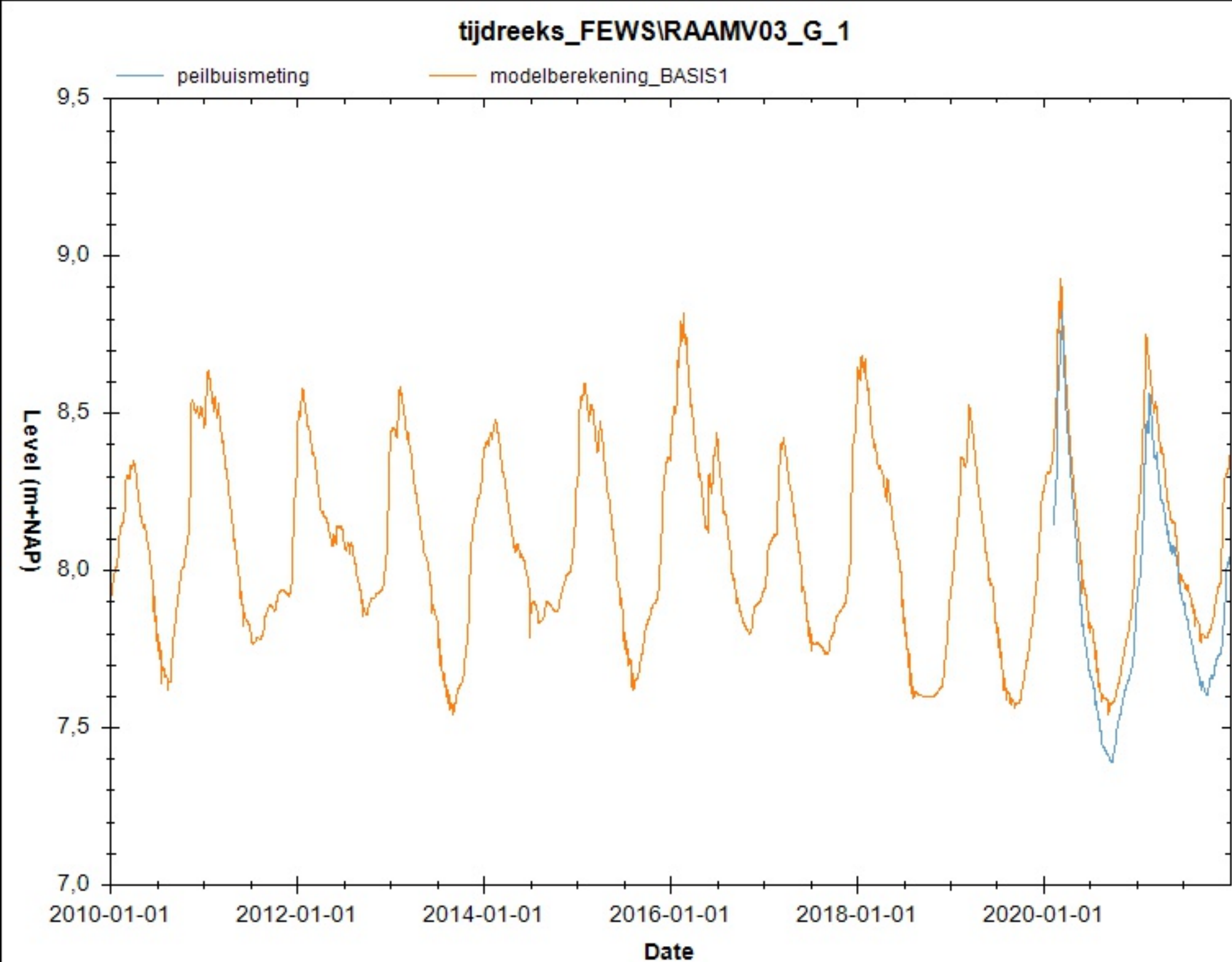
tijdreeks_FEWS\RAAMV01_G_1

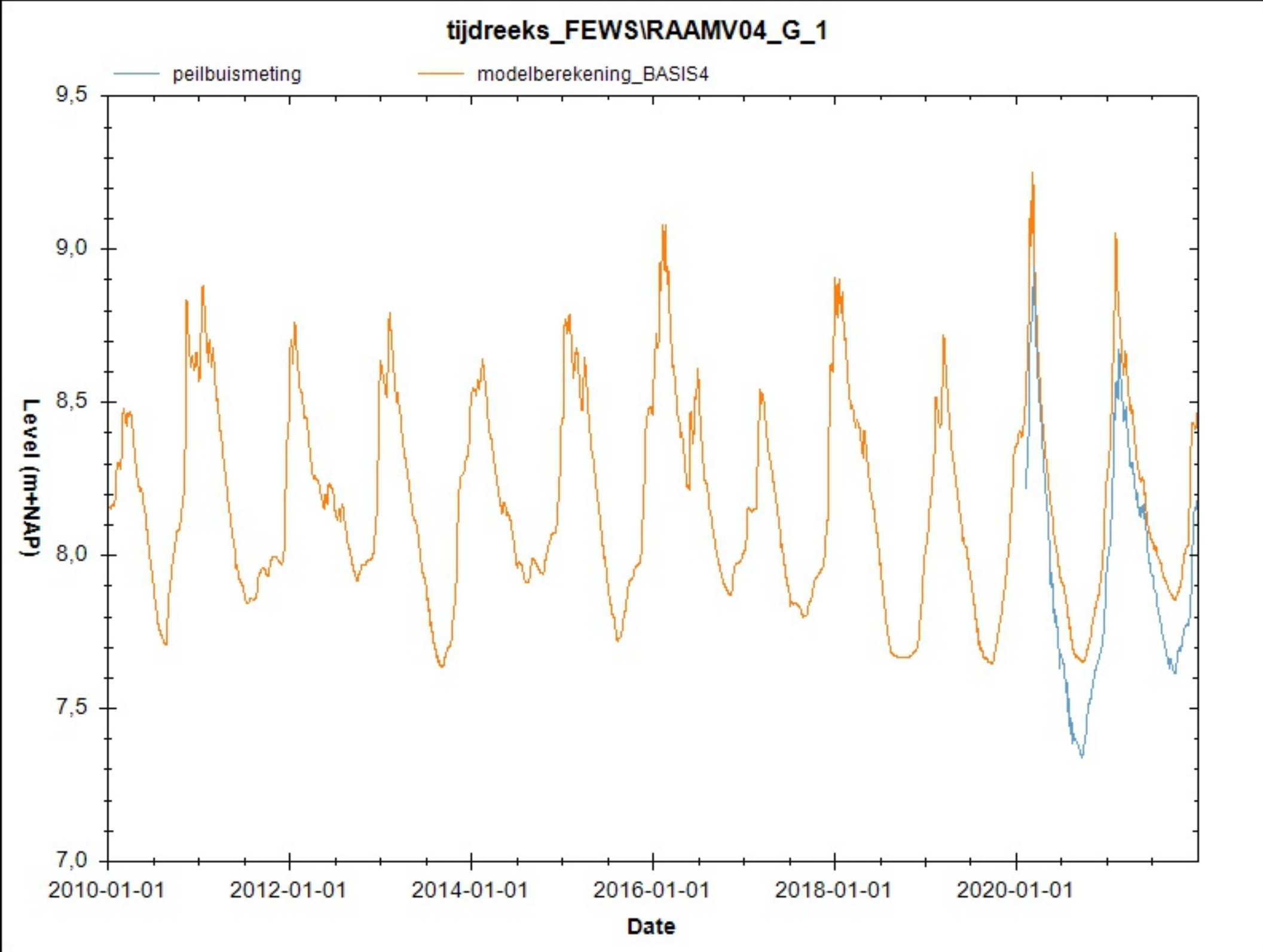
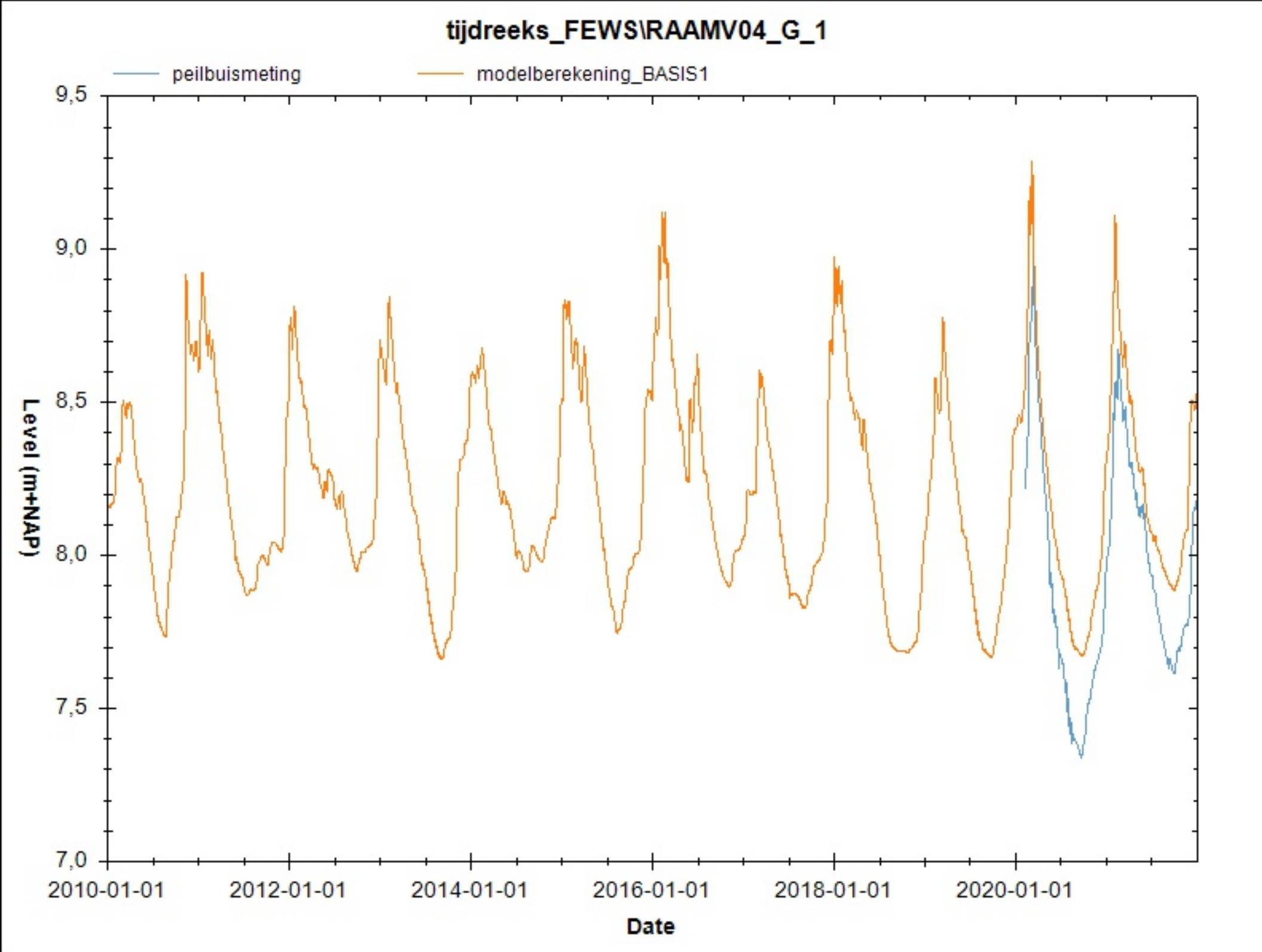


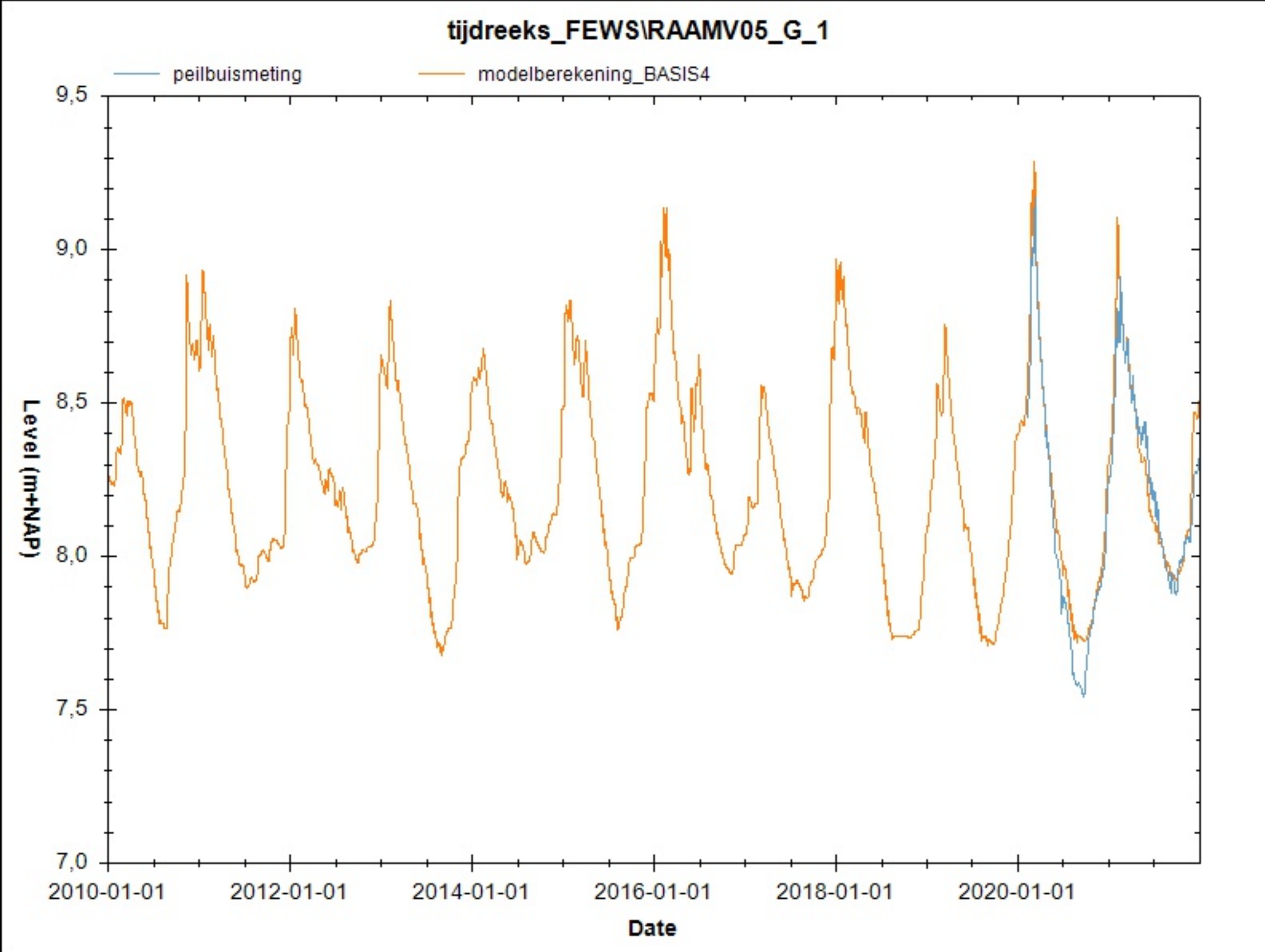
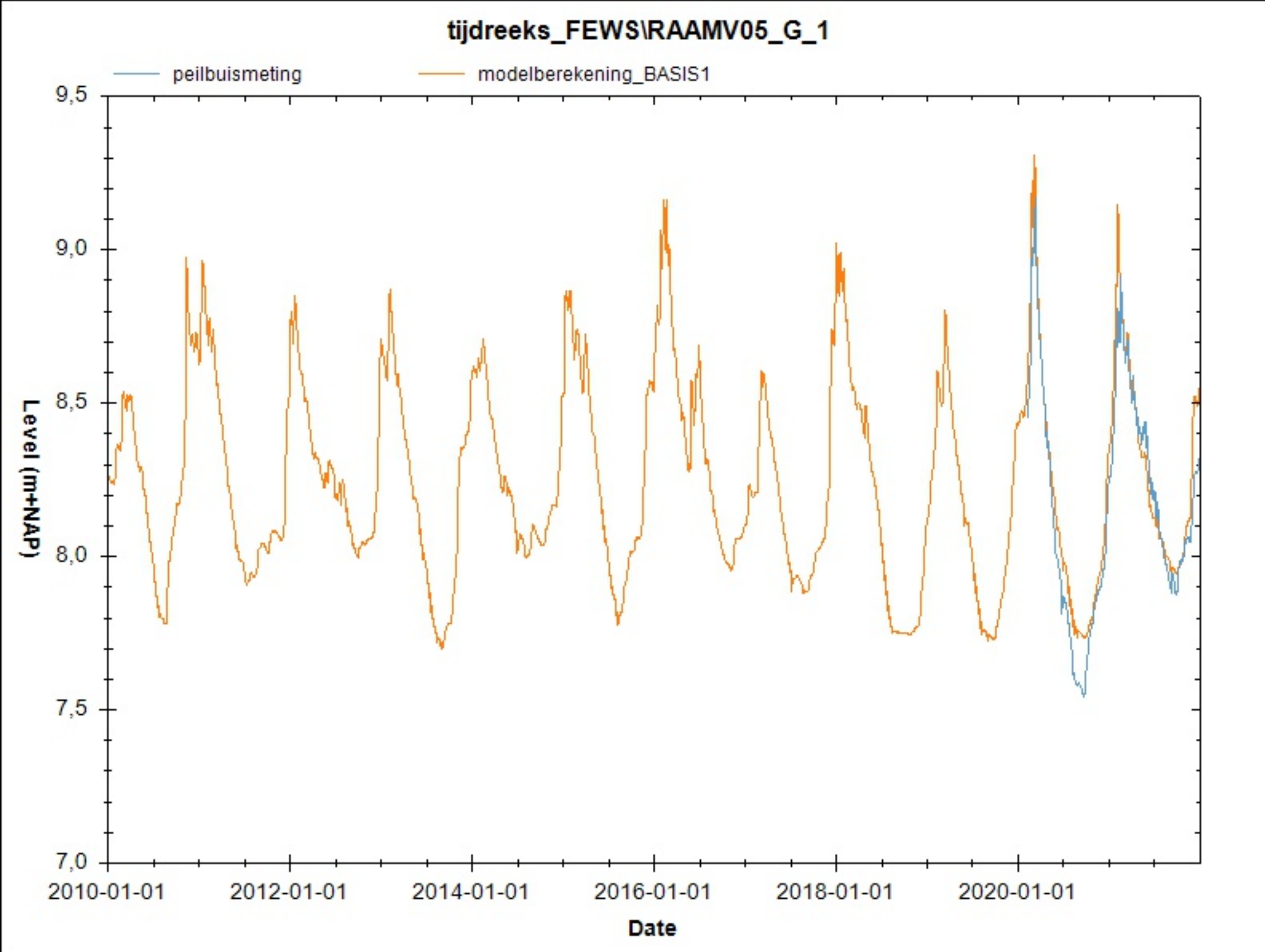
tijdreeks_FEWS\RAAMV01_G_1

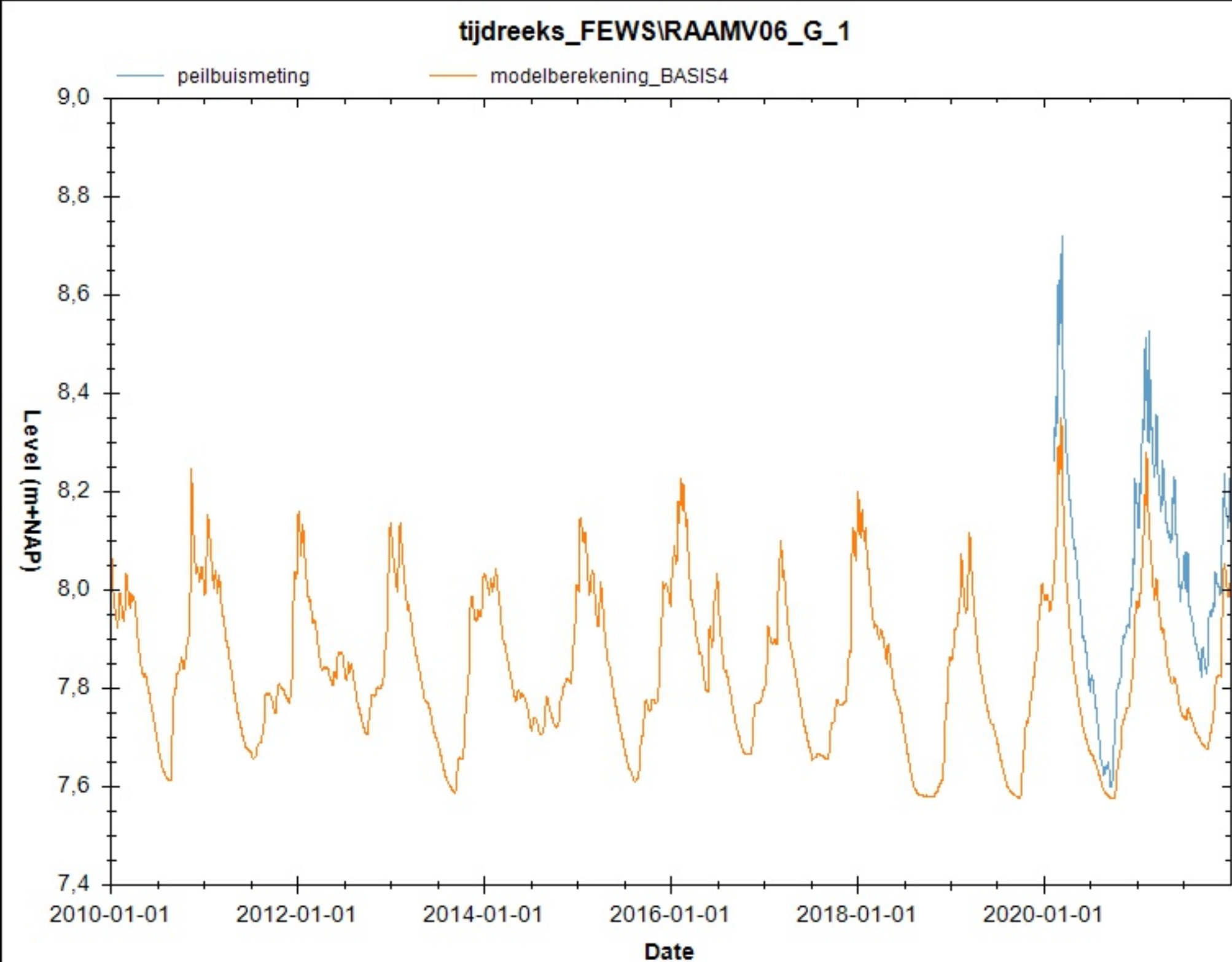
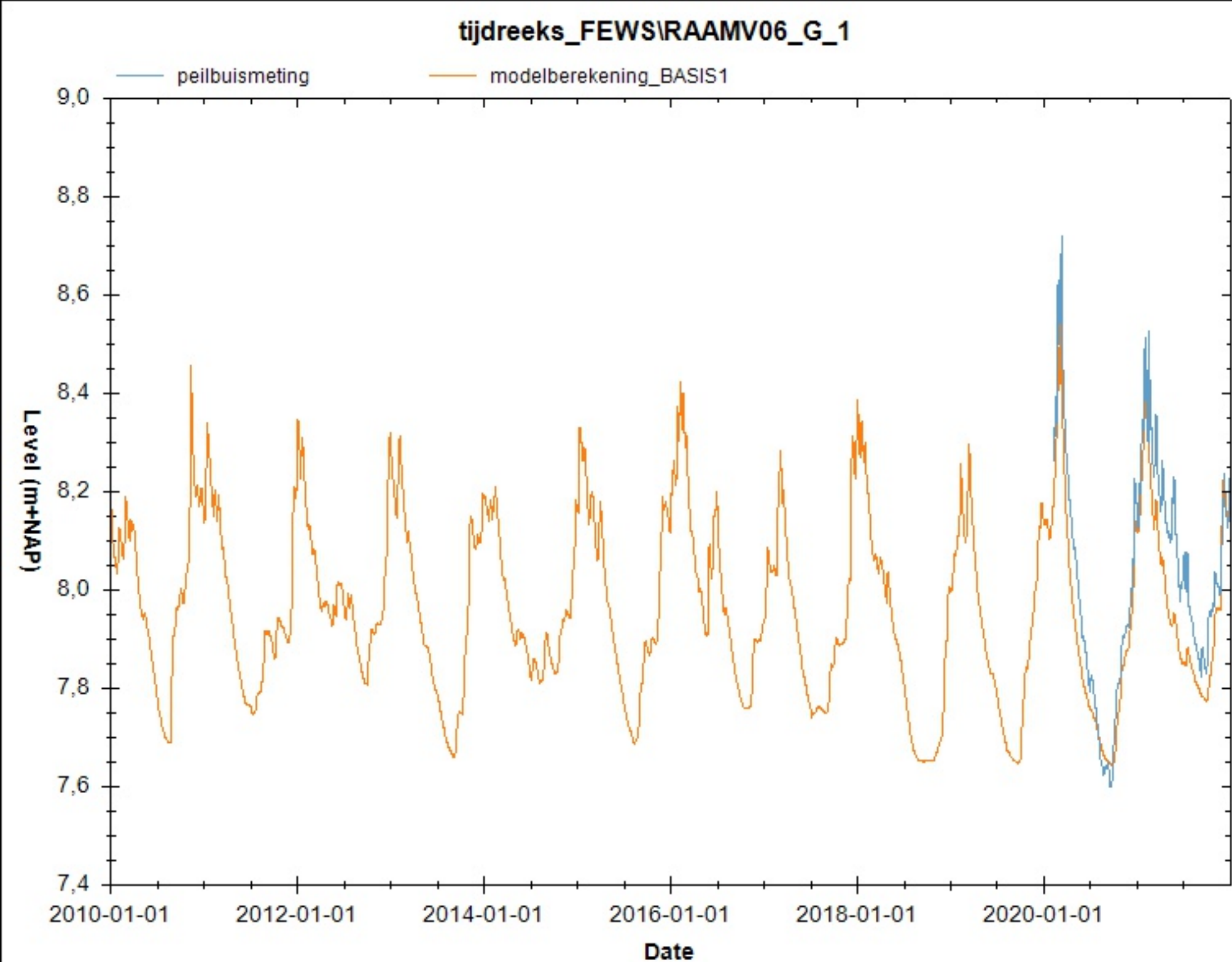




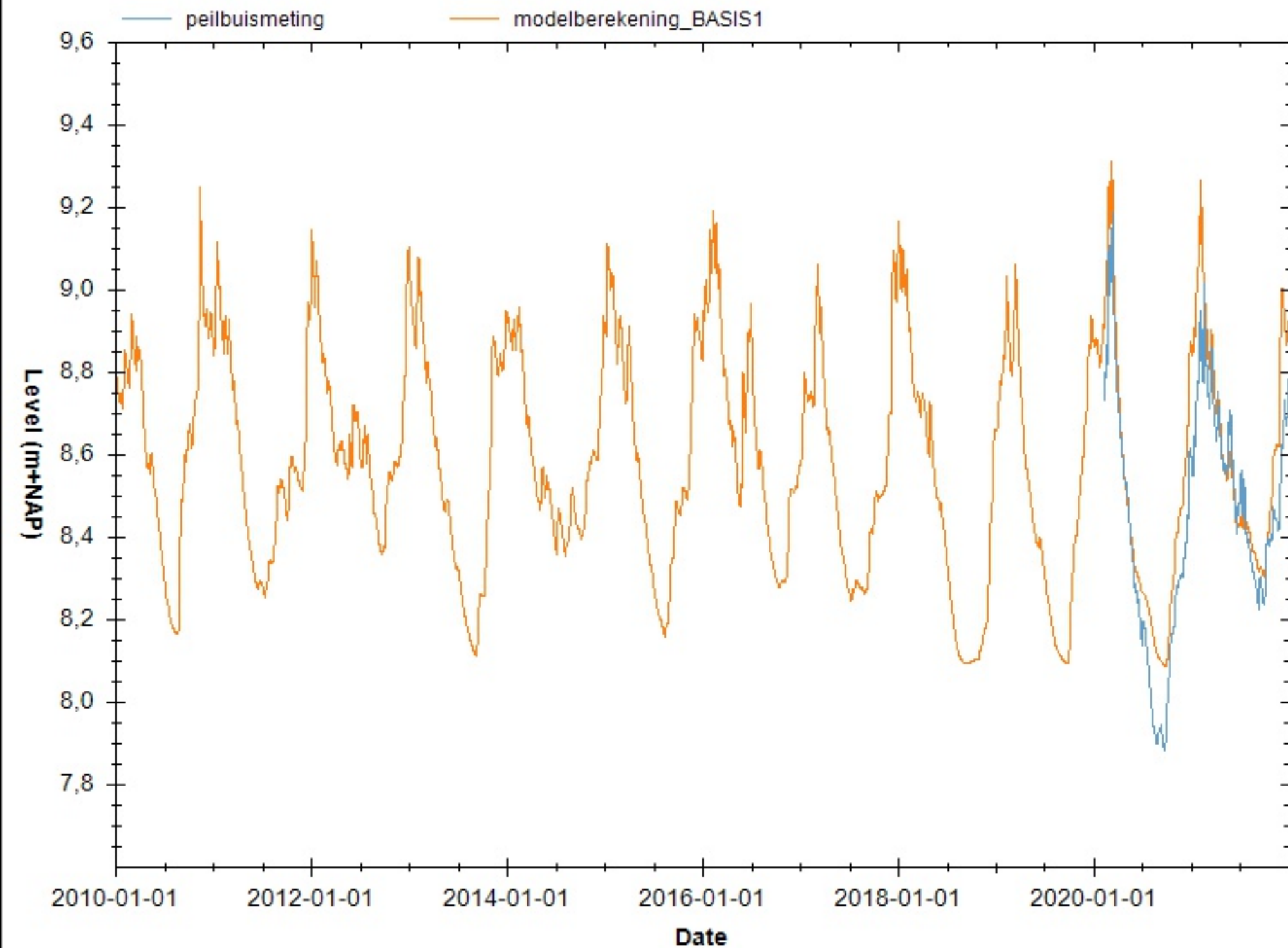




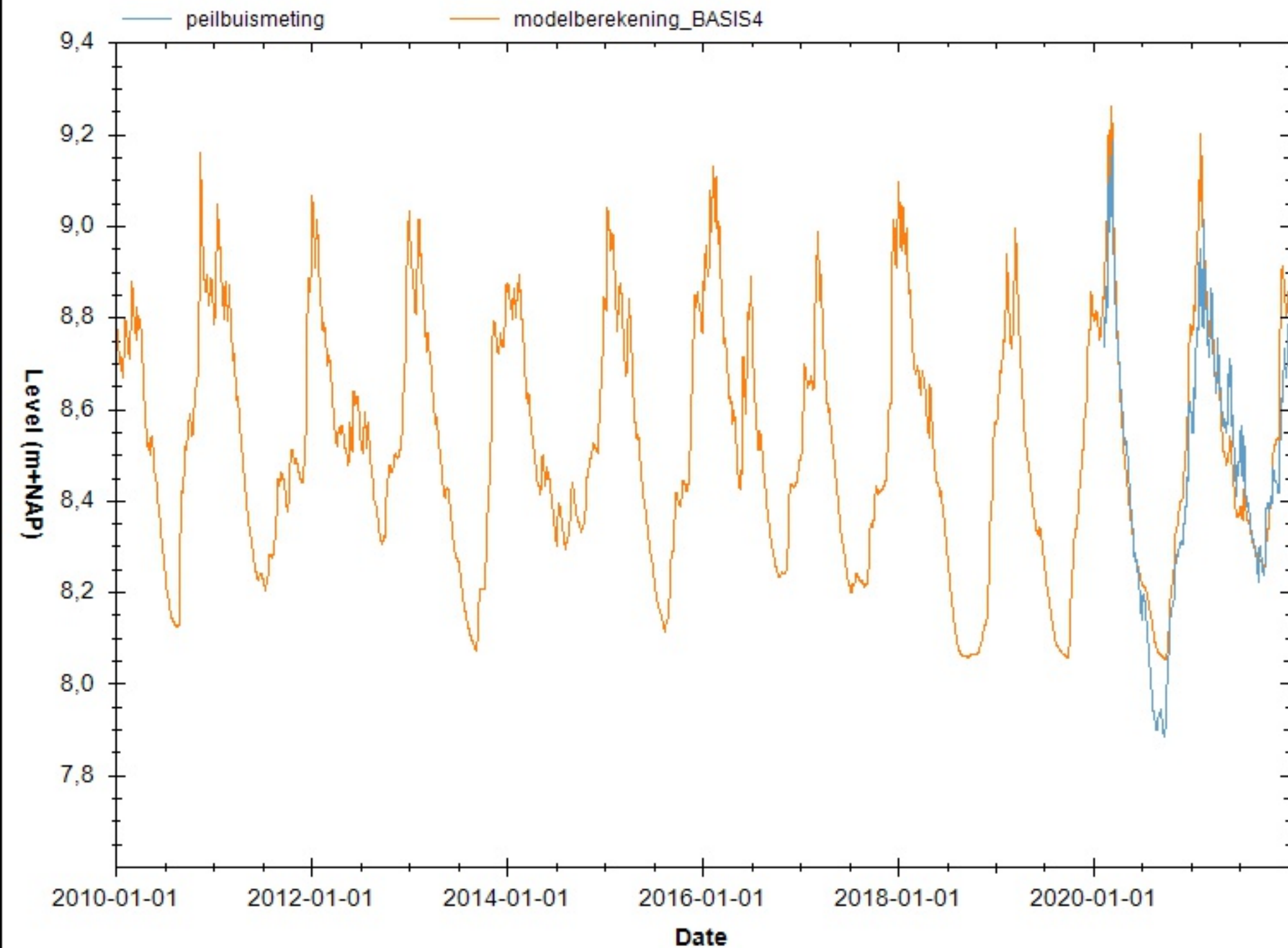




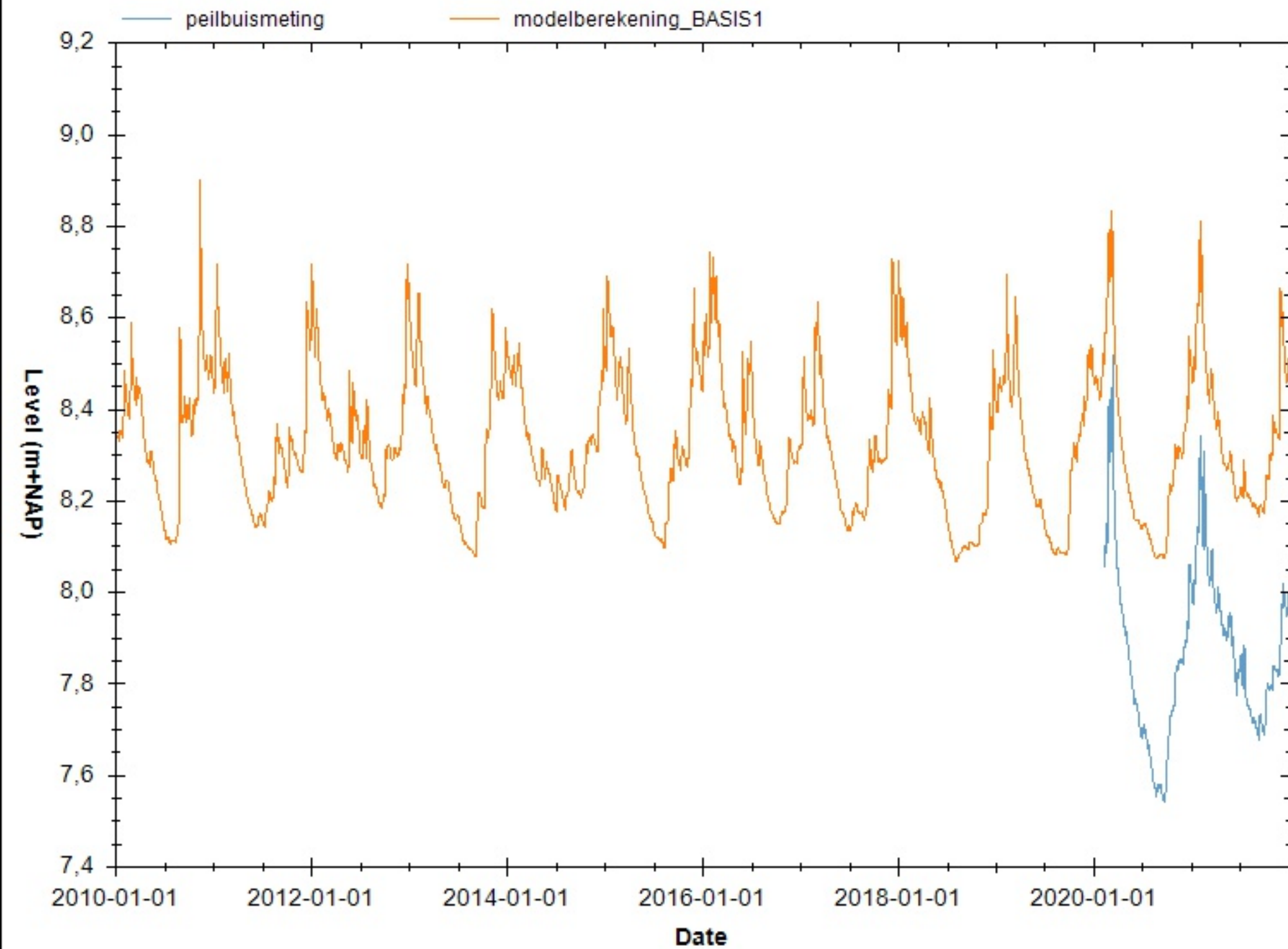
tijdreeks_FEWS\RAAMV07_G_1



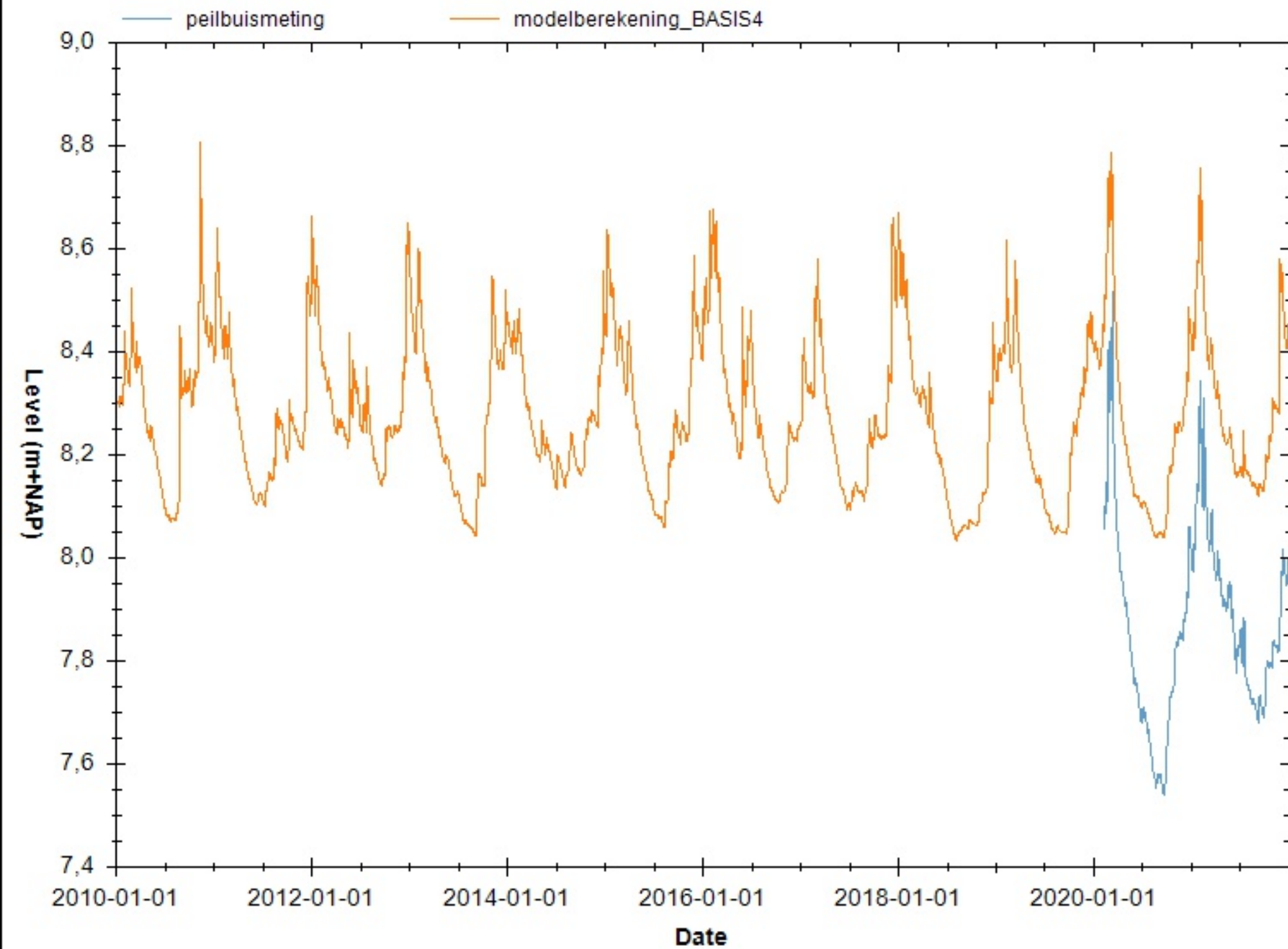
tijdreeks_FEWS\RAAMV07_G_1



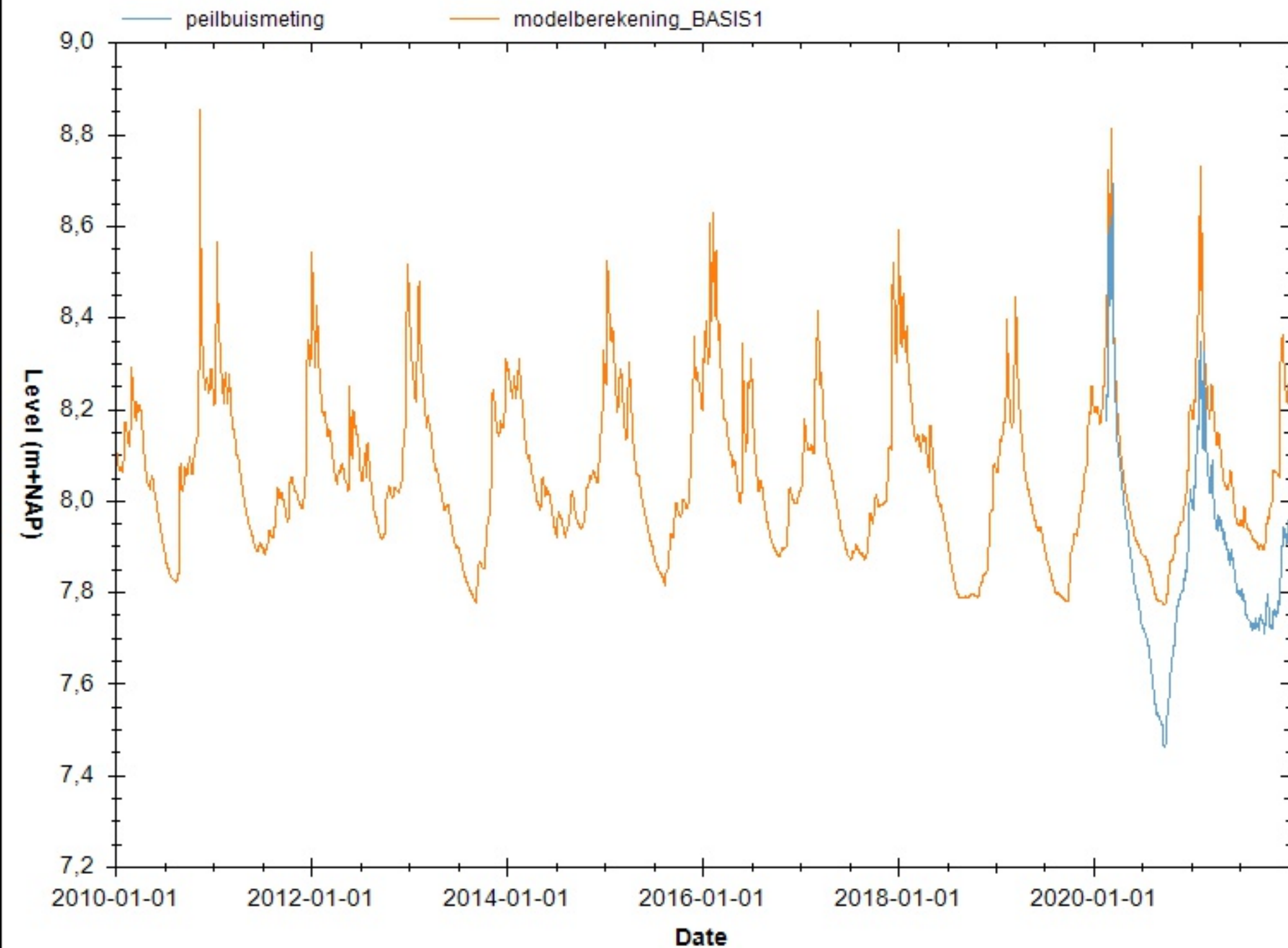
tijdreeks_FEWS\RAAMV09_G_1



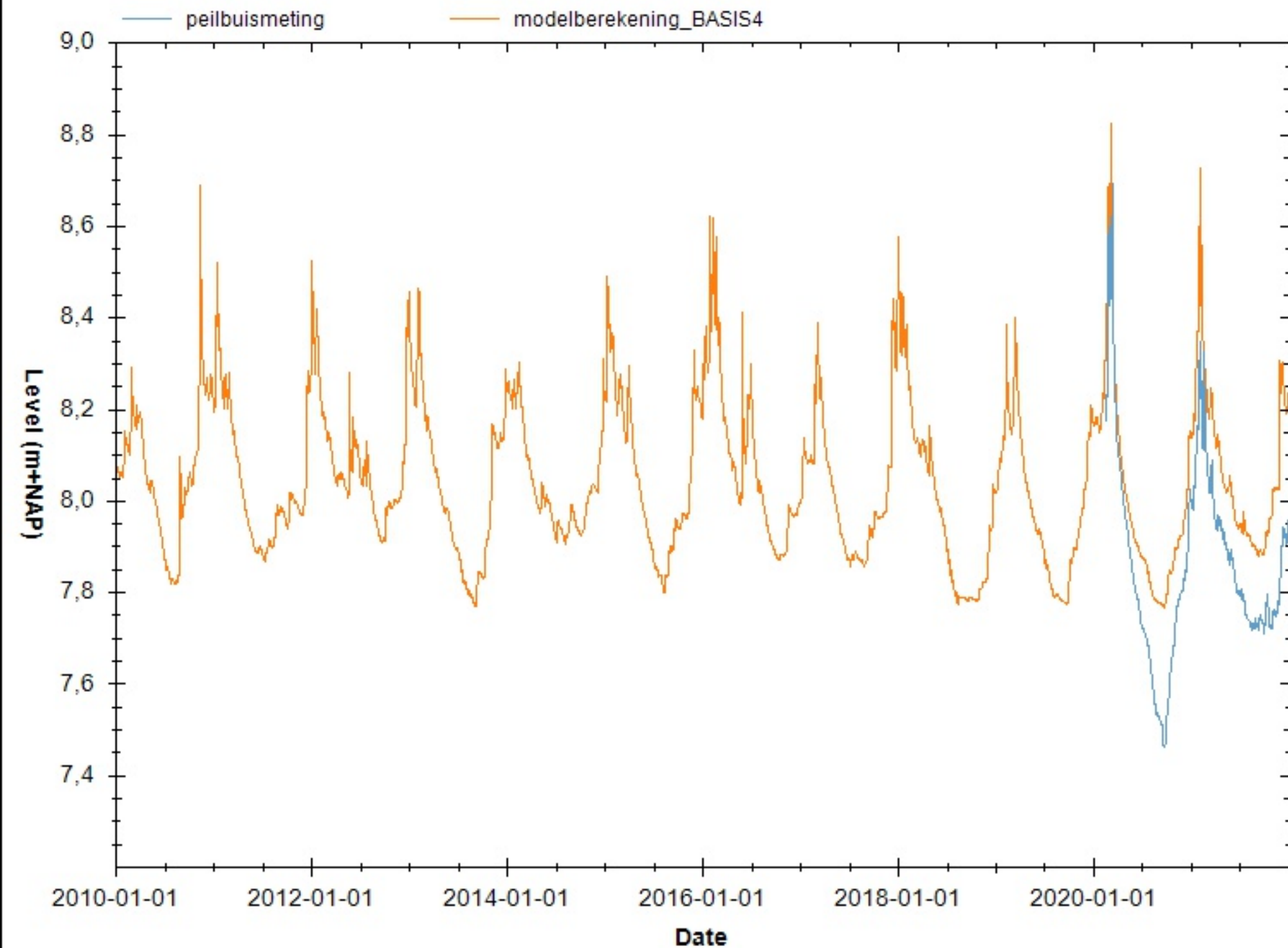
tijdreeks_FEWS\RAAMV09_G_1

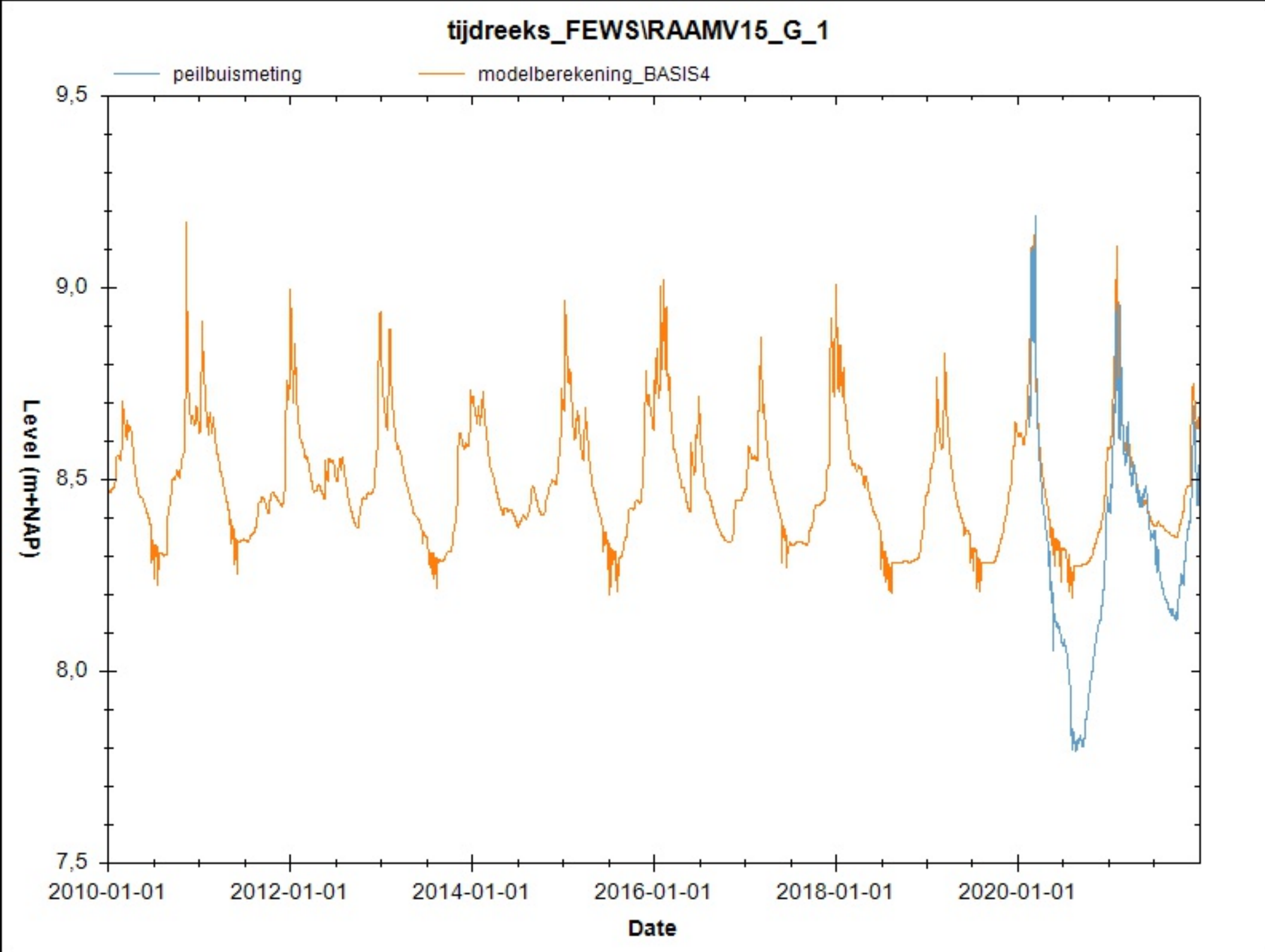
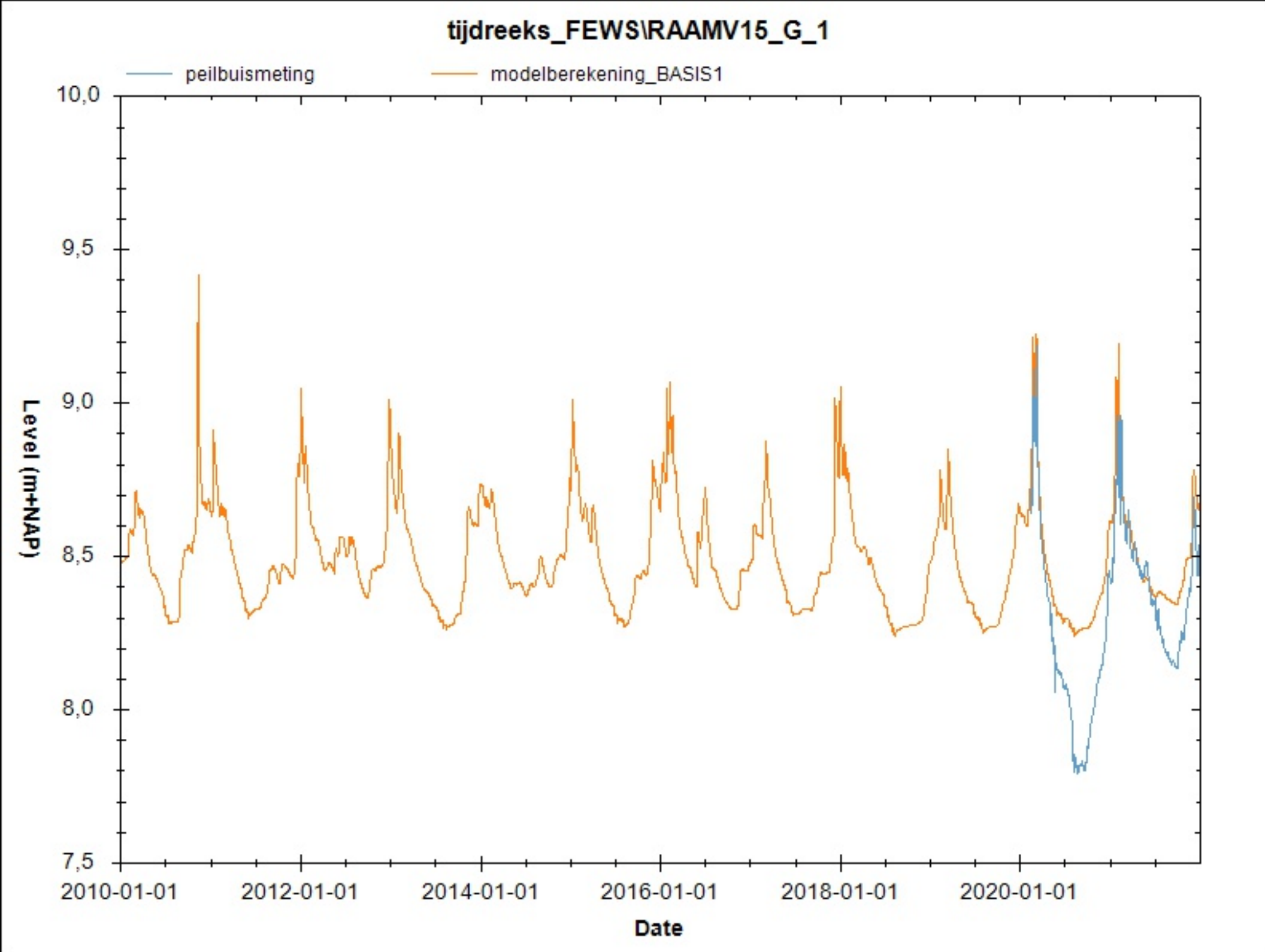


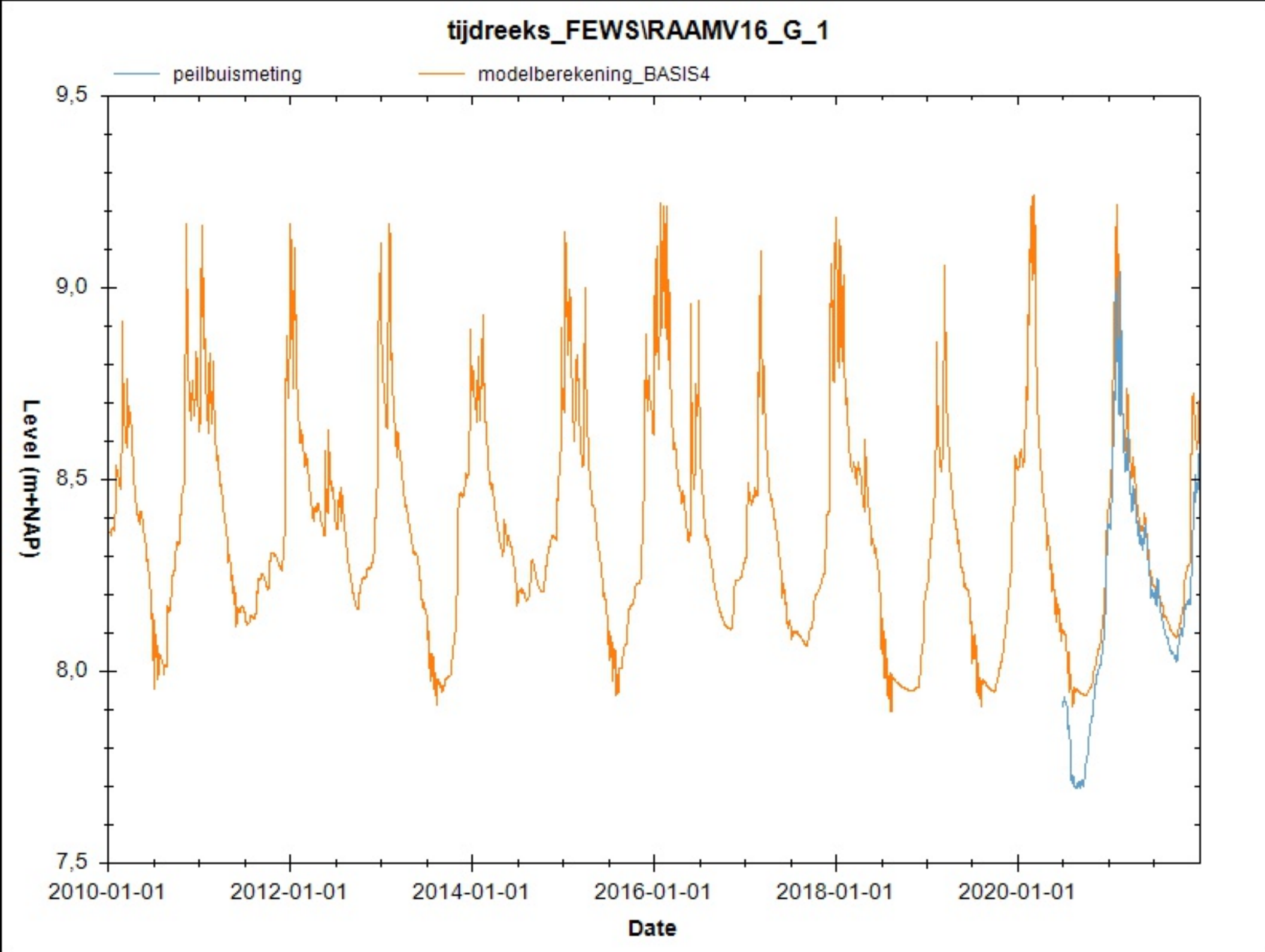
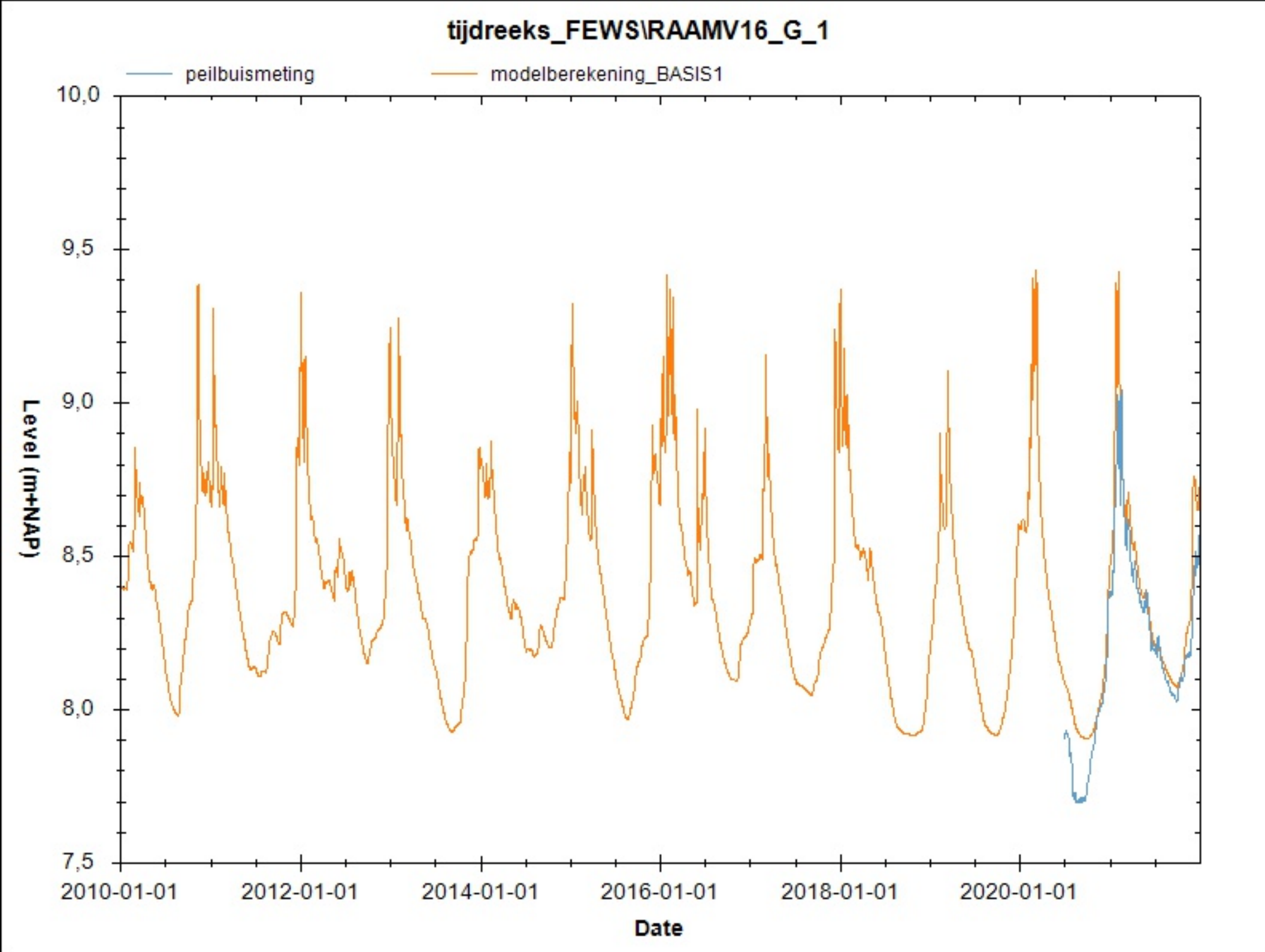
tijdreeks_FEWS\RAAMV10_G_1

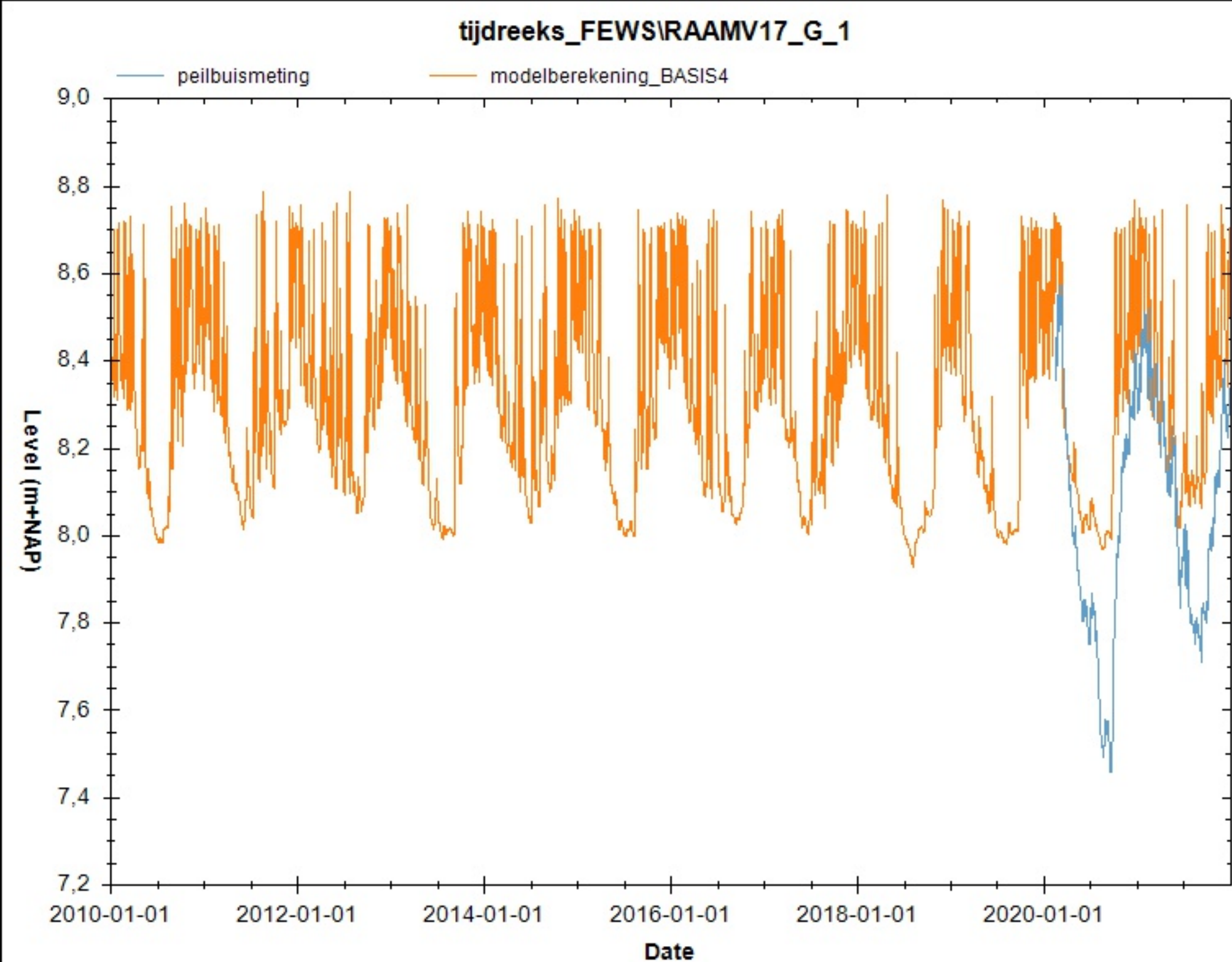
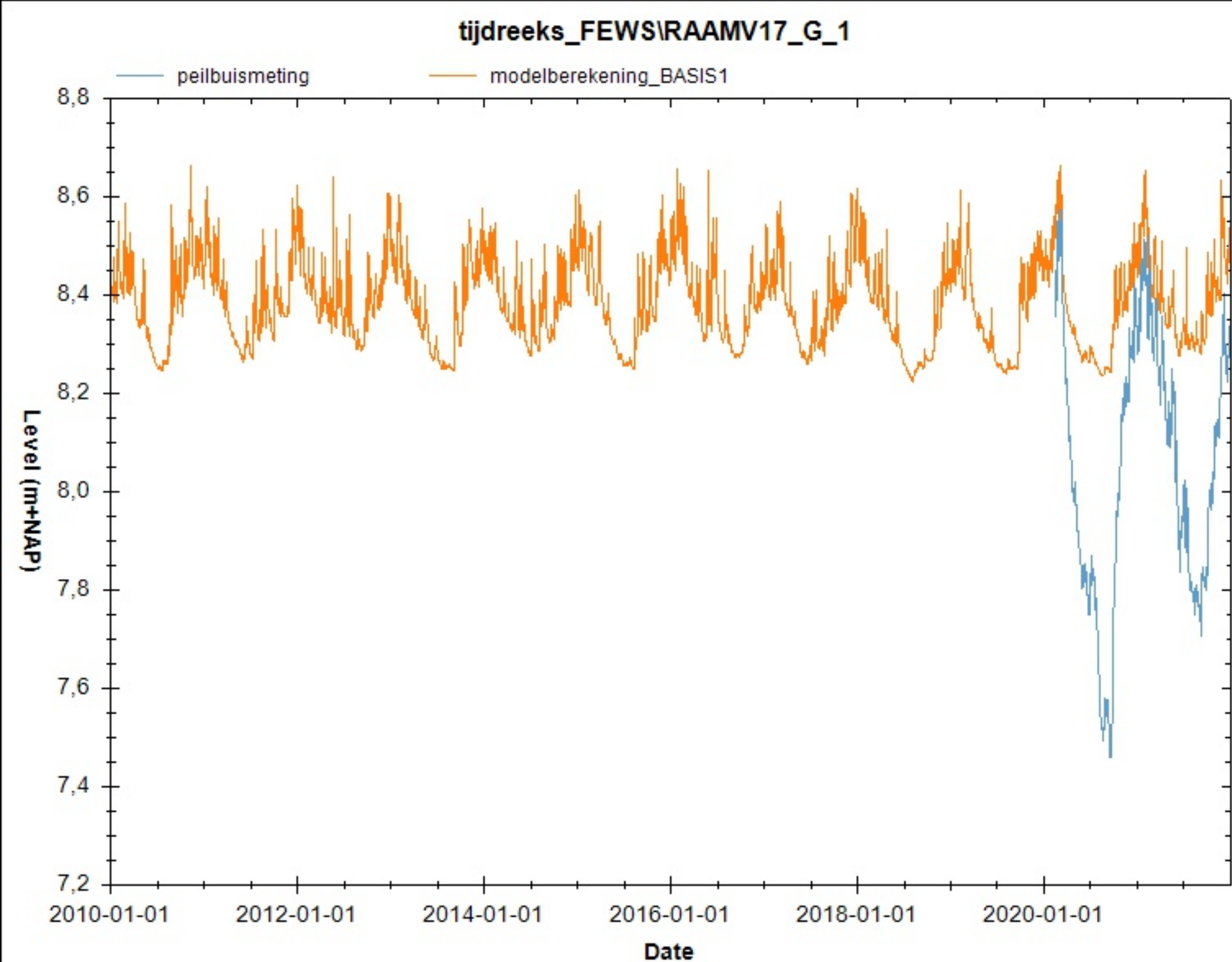


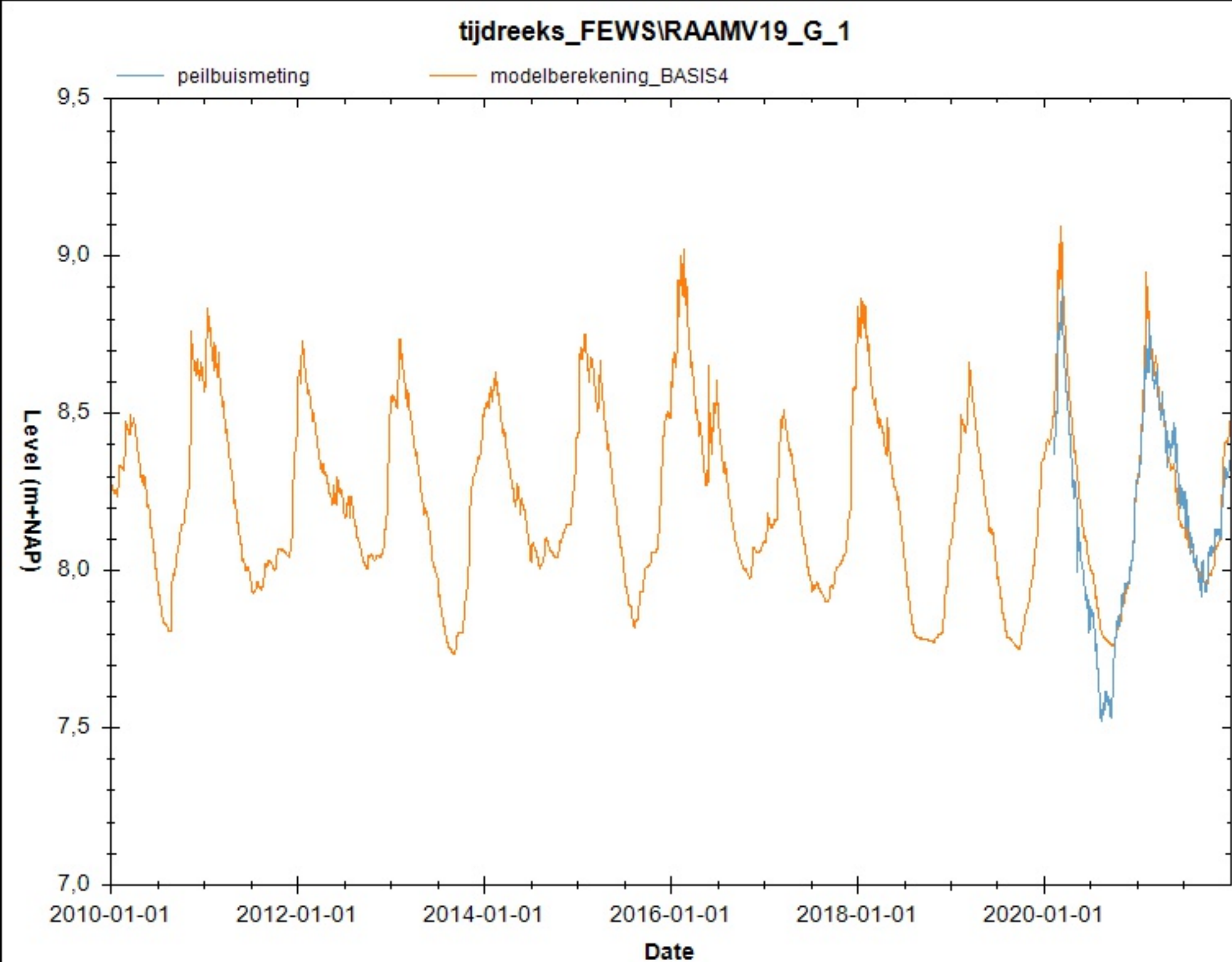
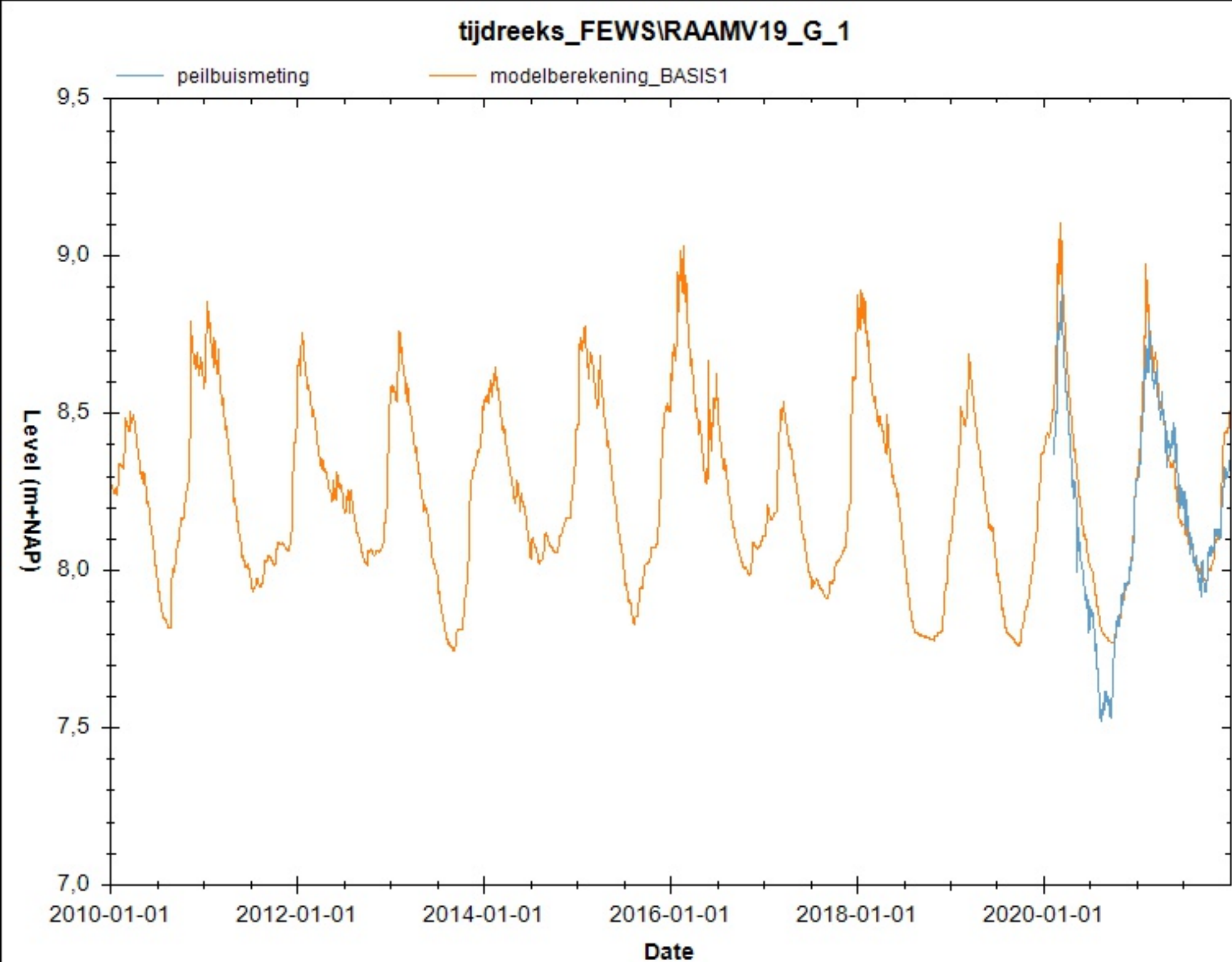
tijdreeks_FEWS\RAAMV10_G_1



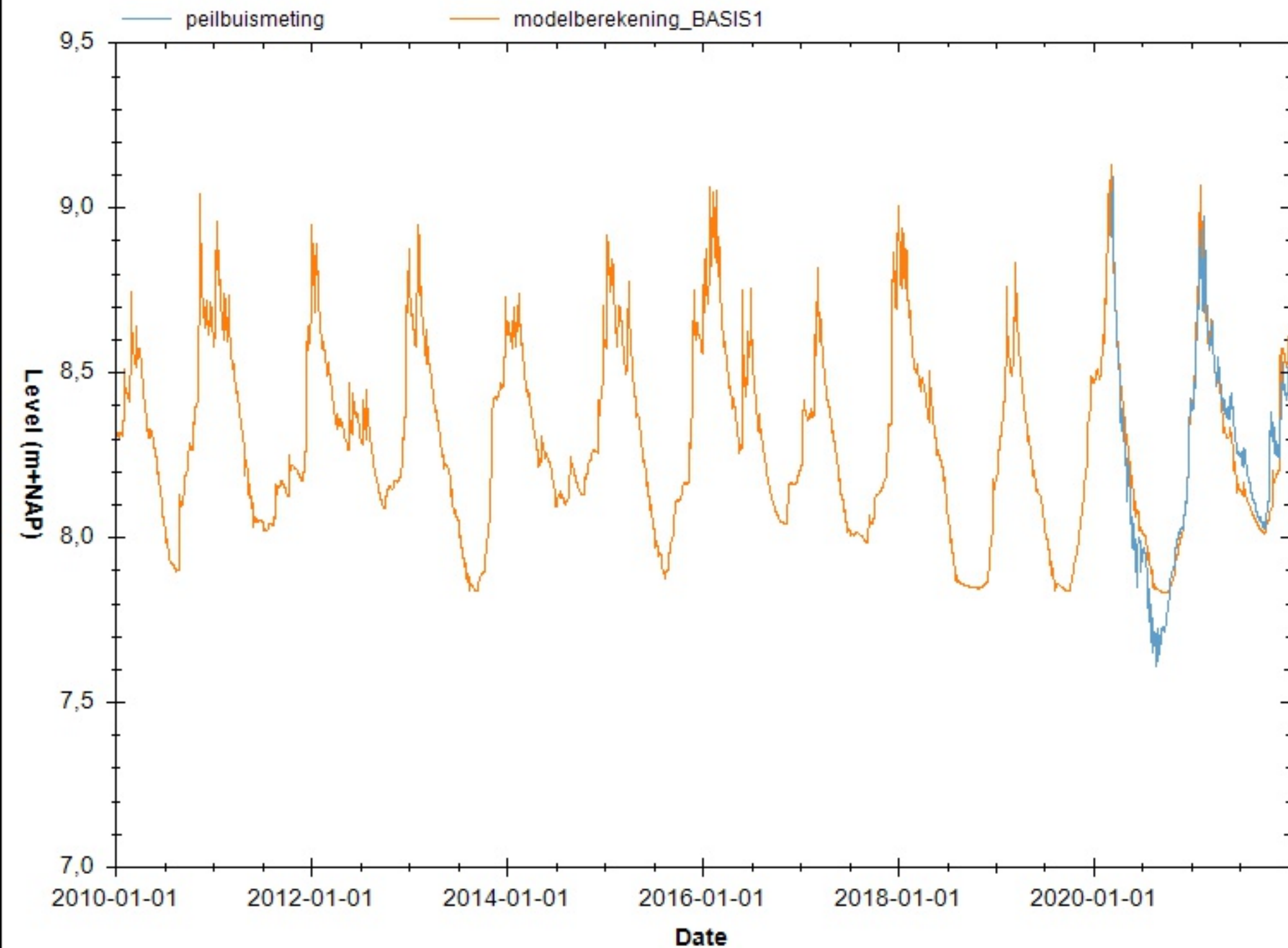




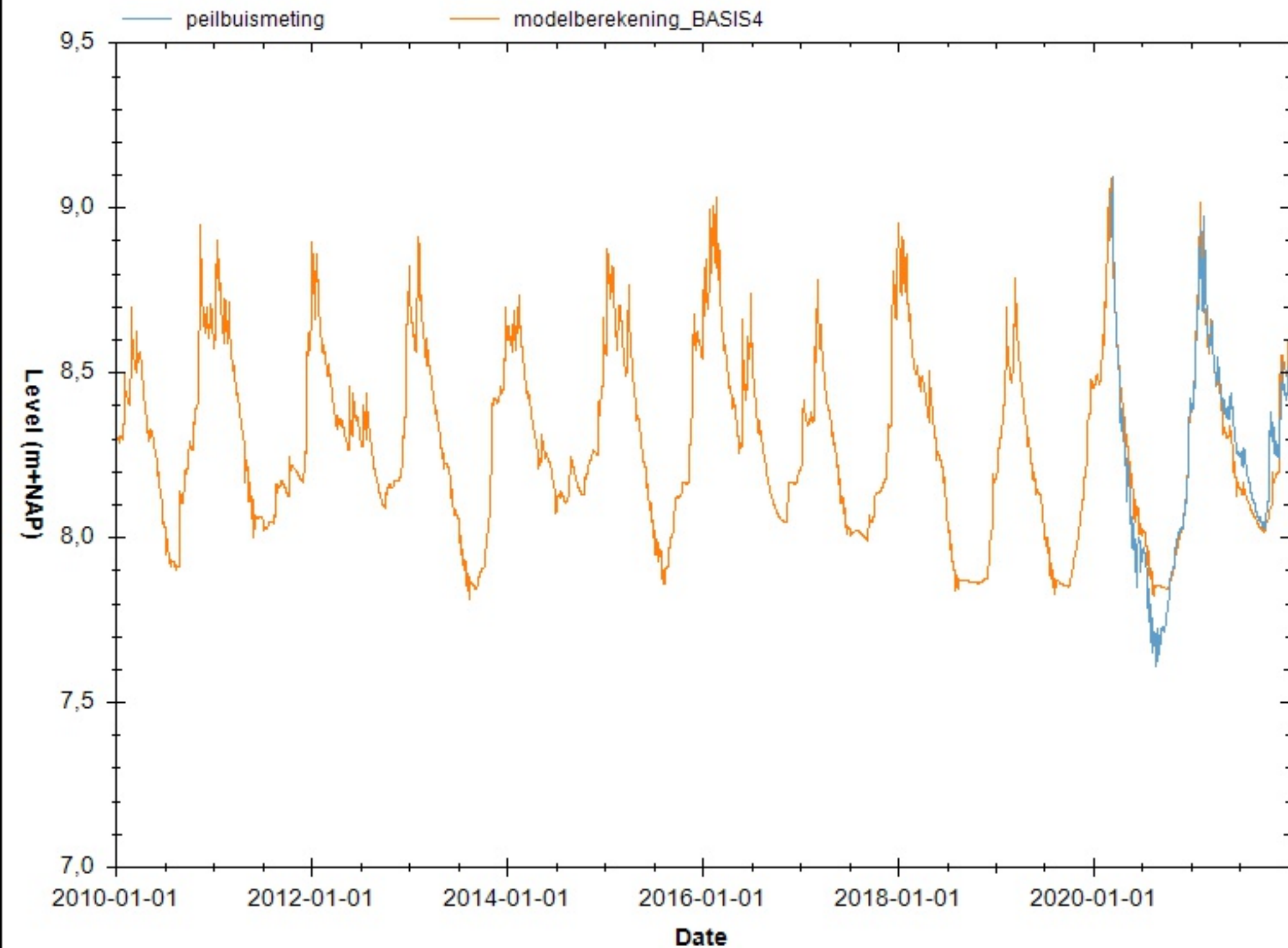


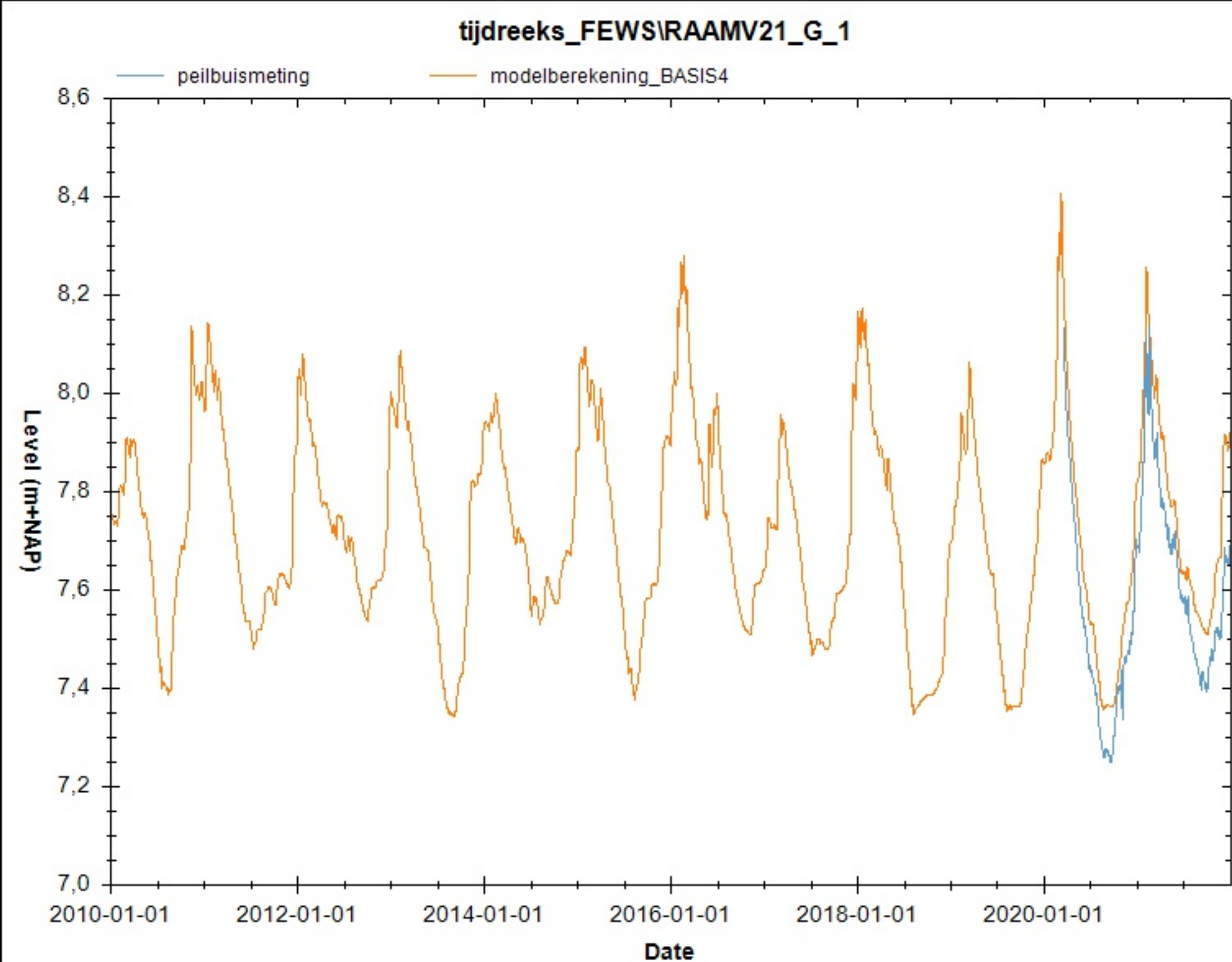
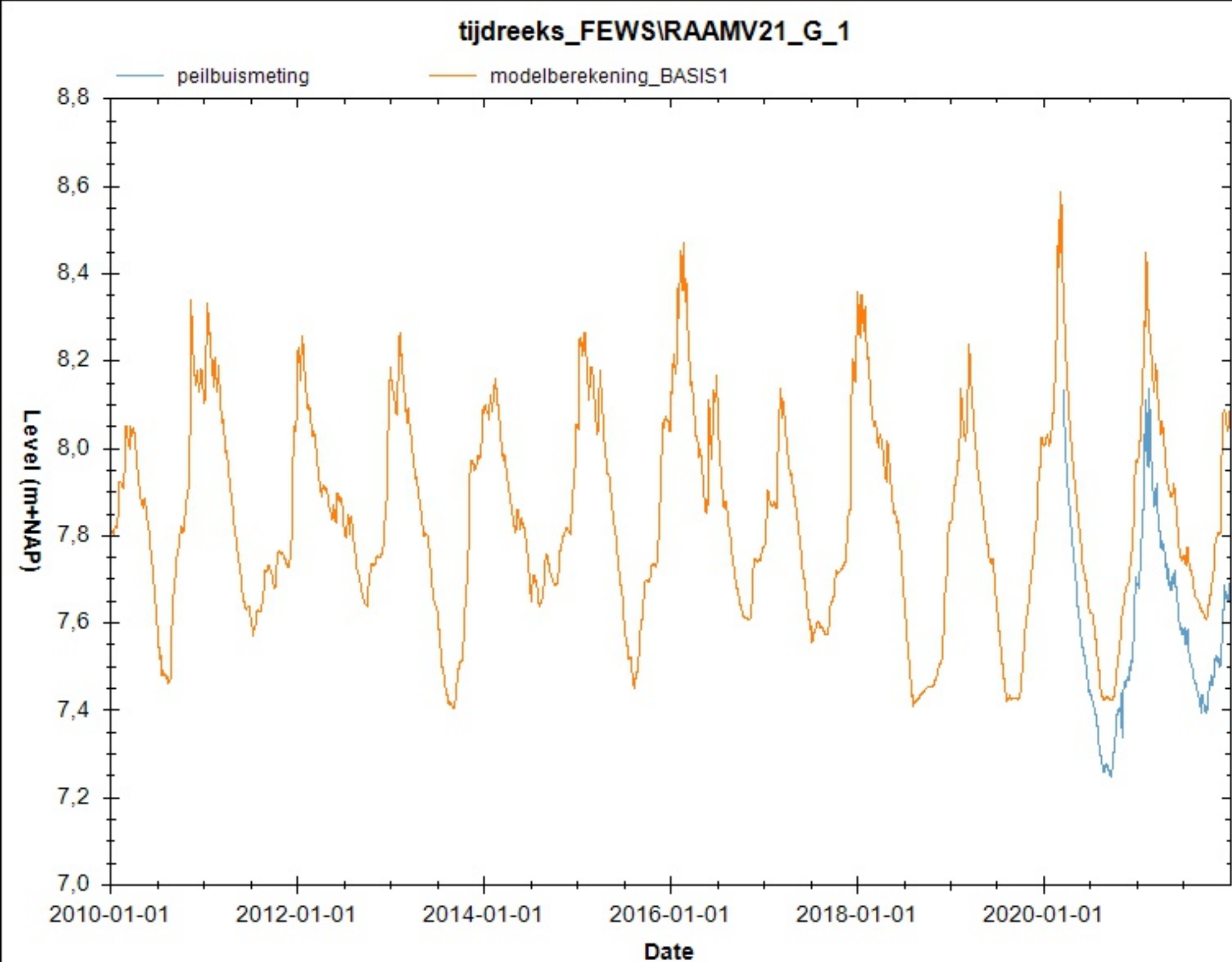


tijdreeks_FEWS\RAAMV20_G_1

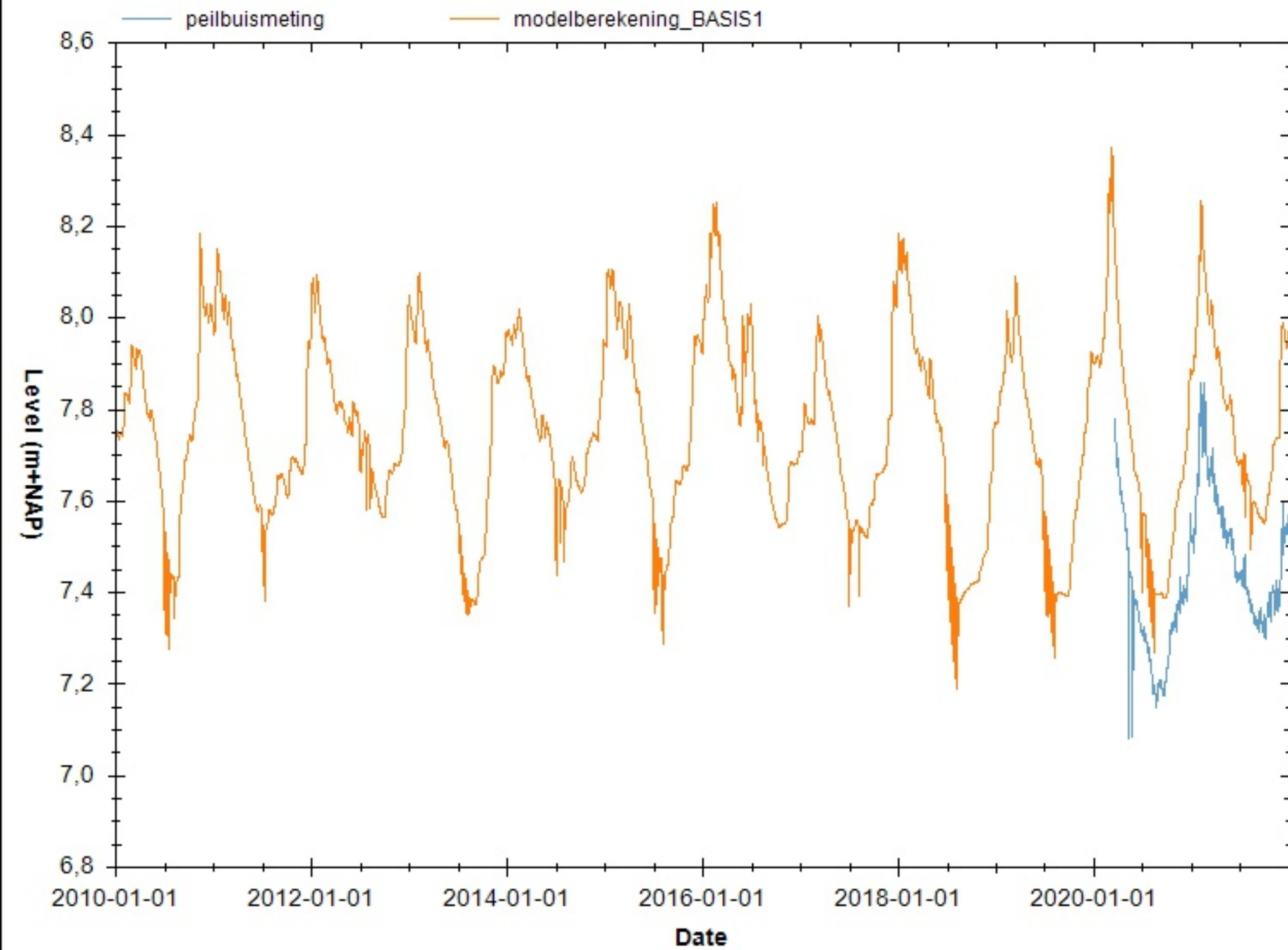


tijdreeks_FEWS\RAAMV20_G_1

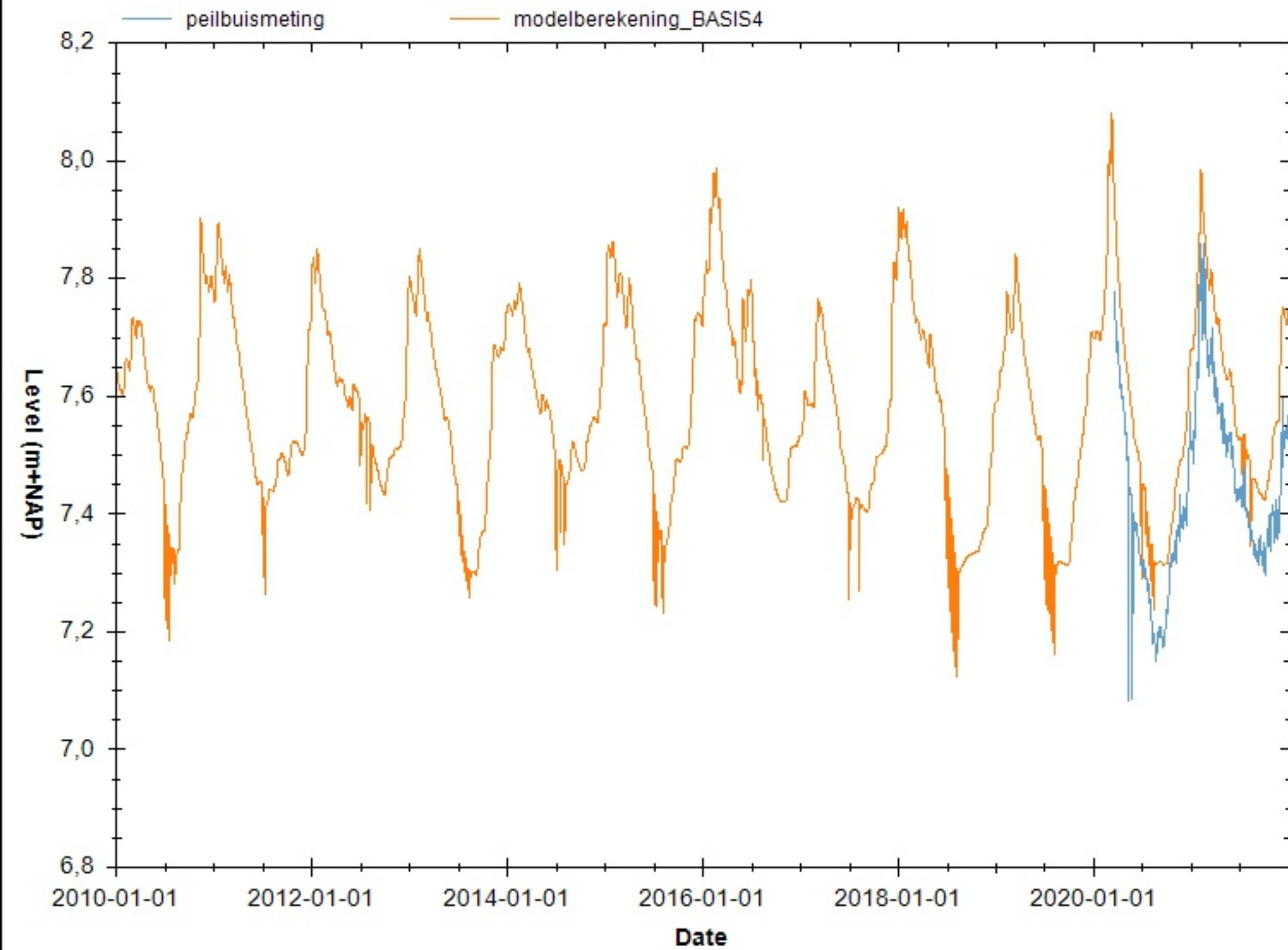




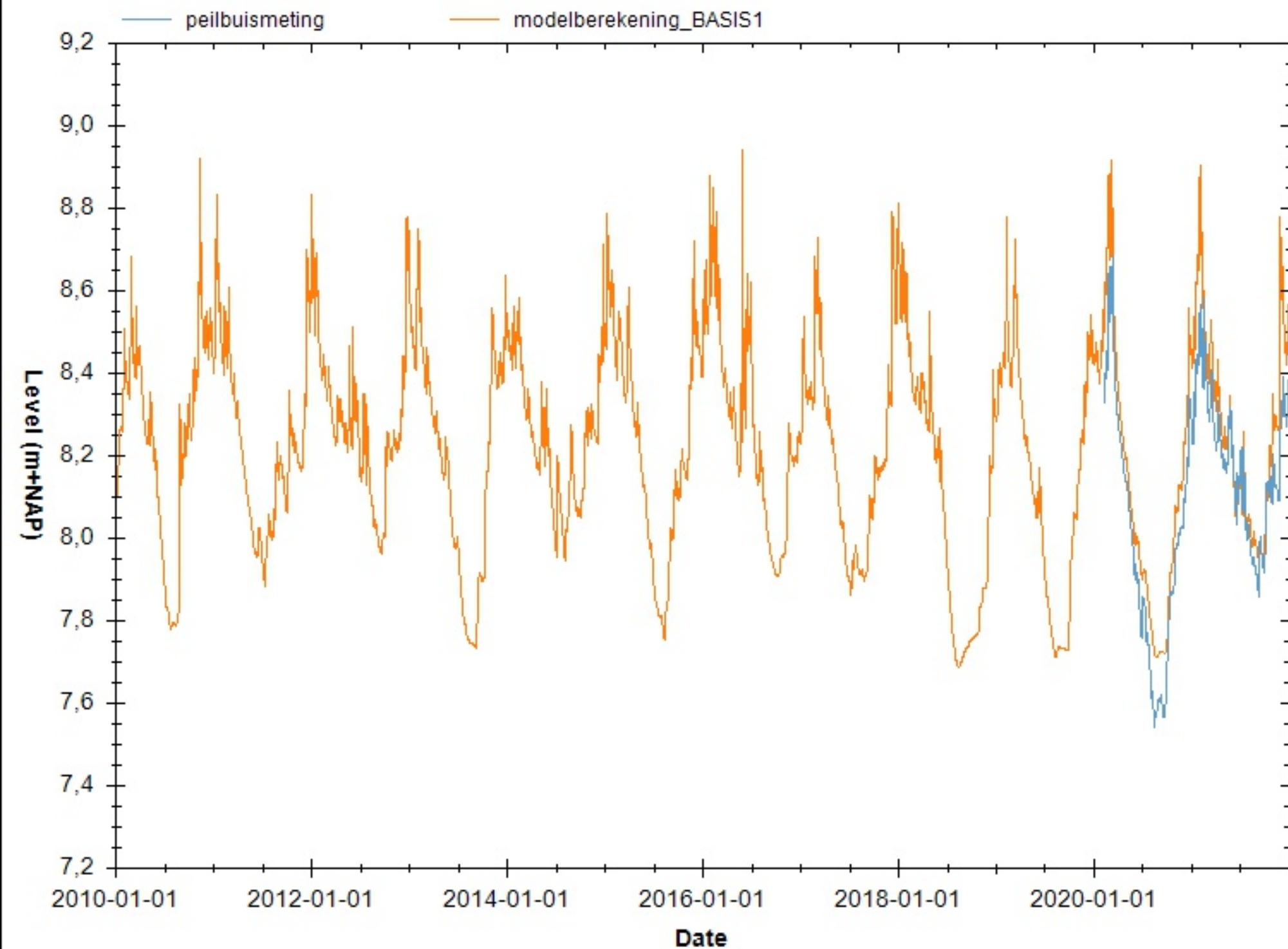
tijdreeks_FEWS\RAAMV22_G_1



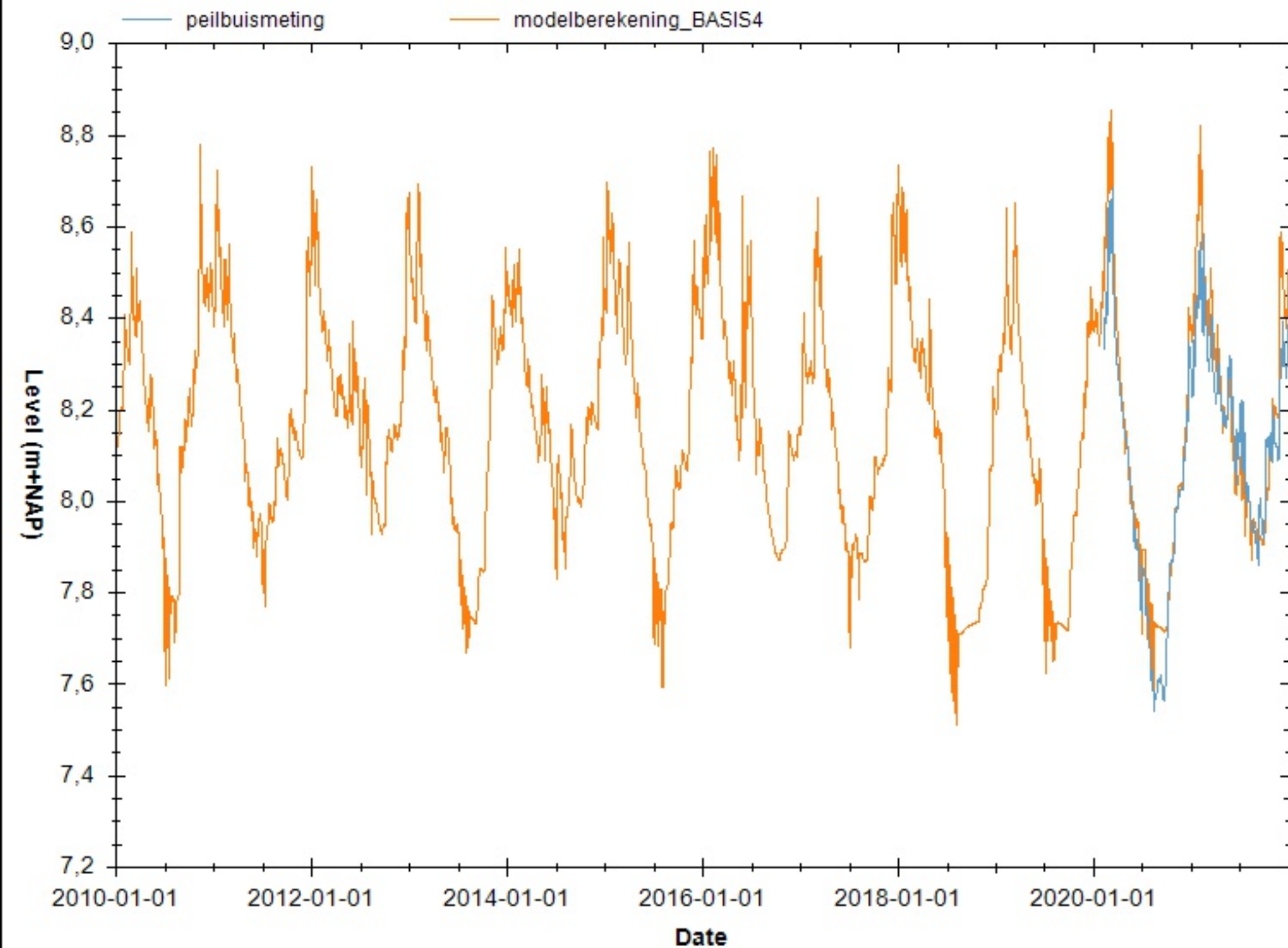
tijdreeks_FEWS\RAAMV22_G_1

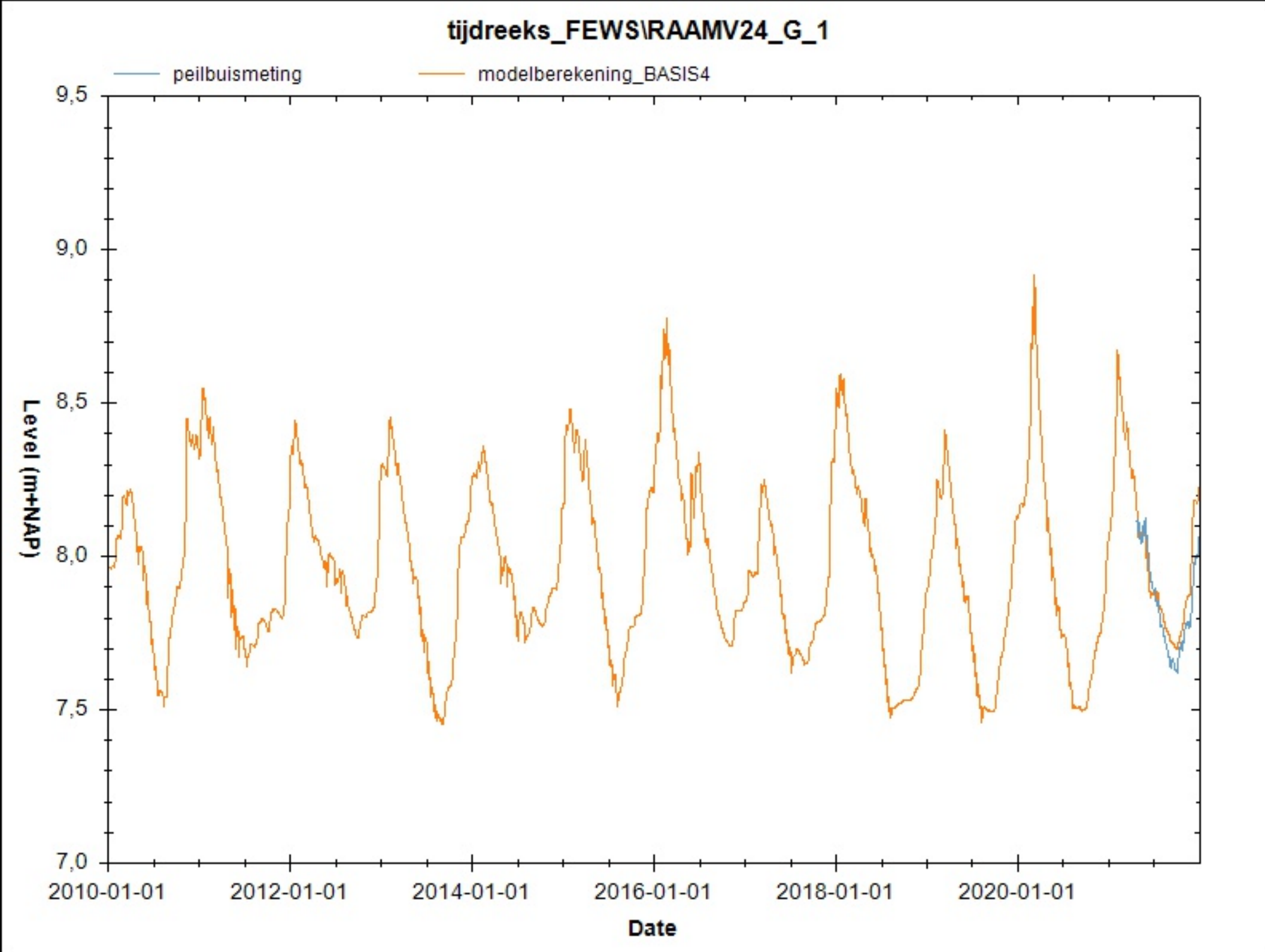
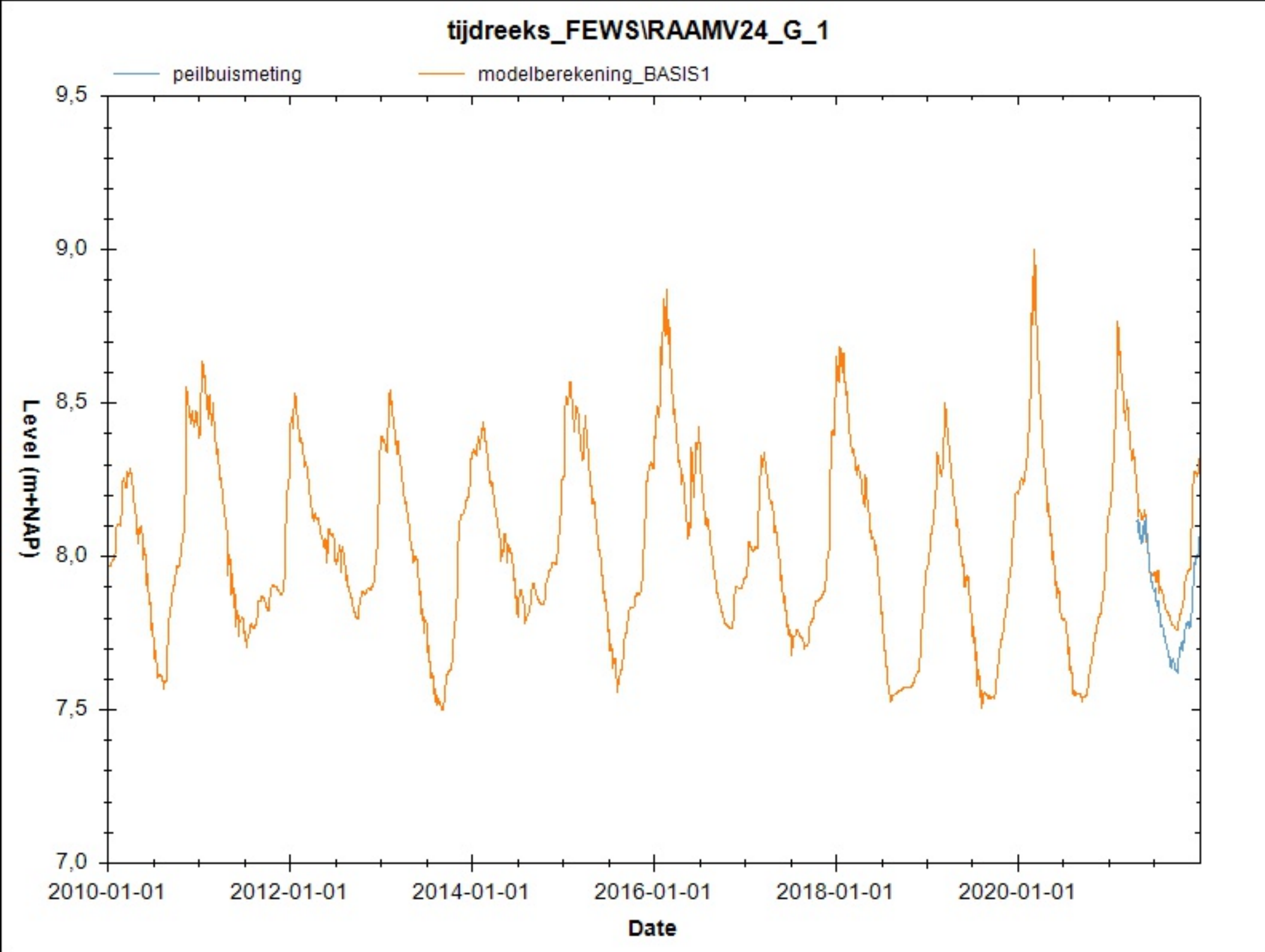


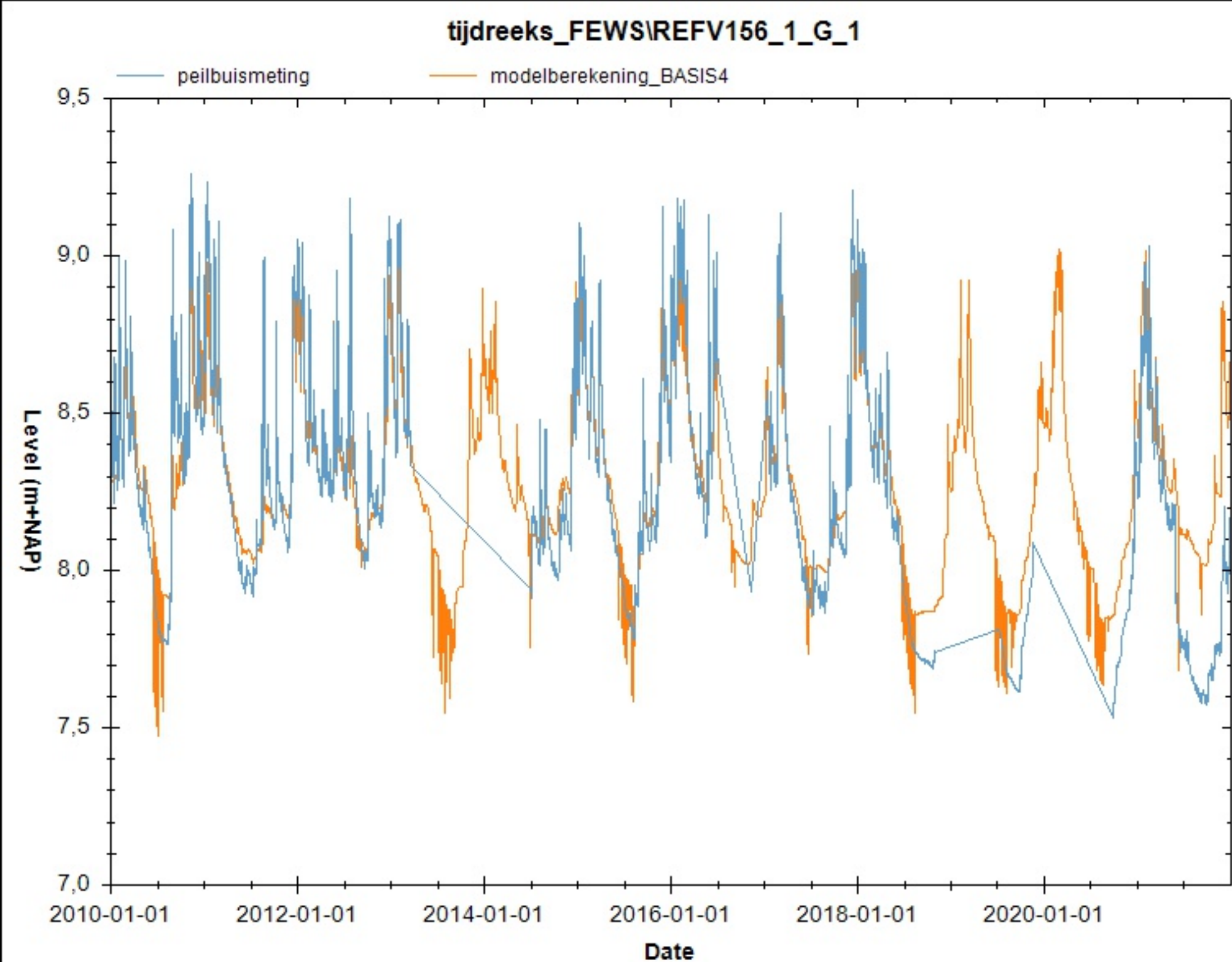
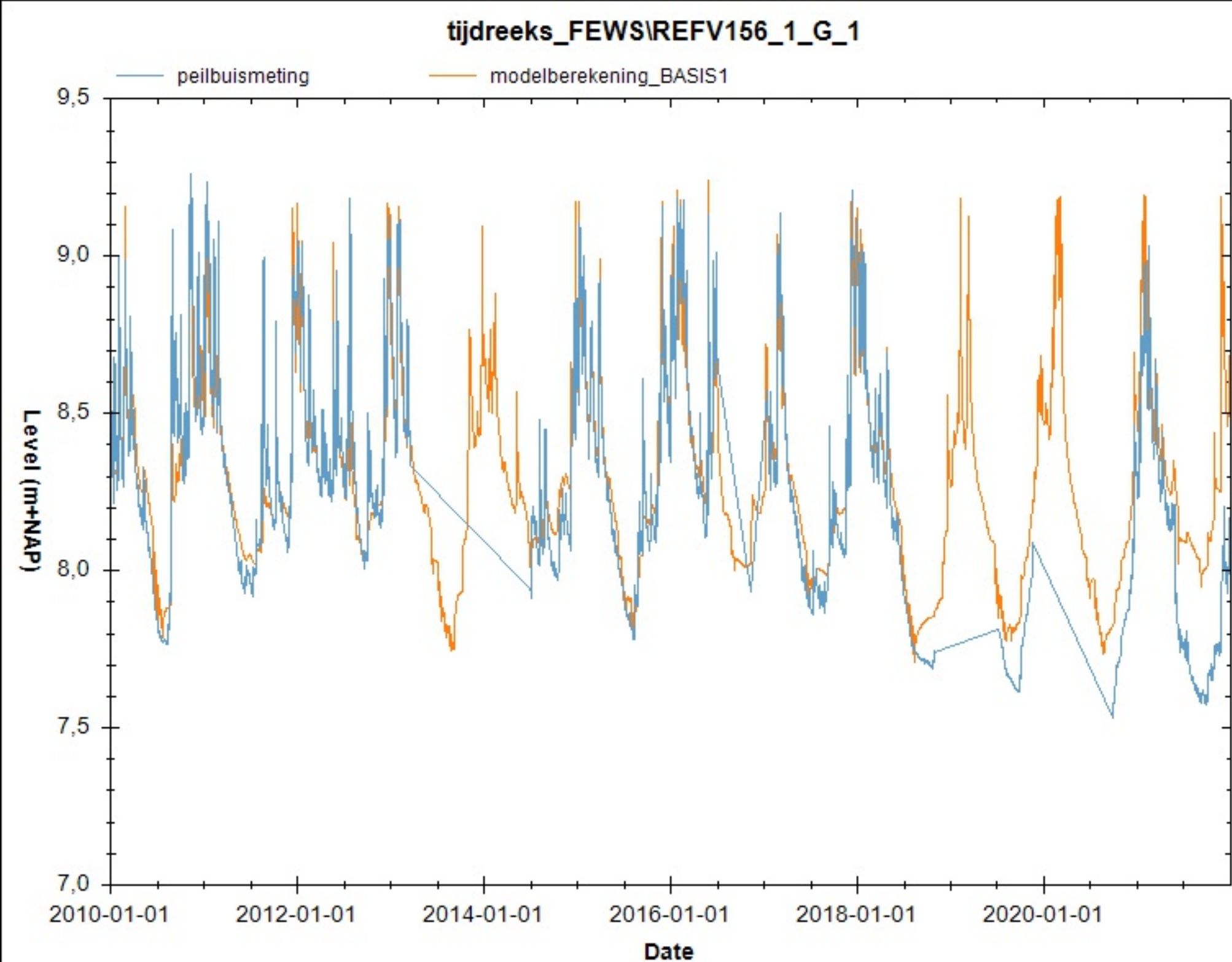
tijdreeks_FEWS\RAAMV23_G_1

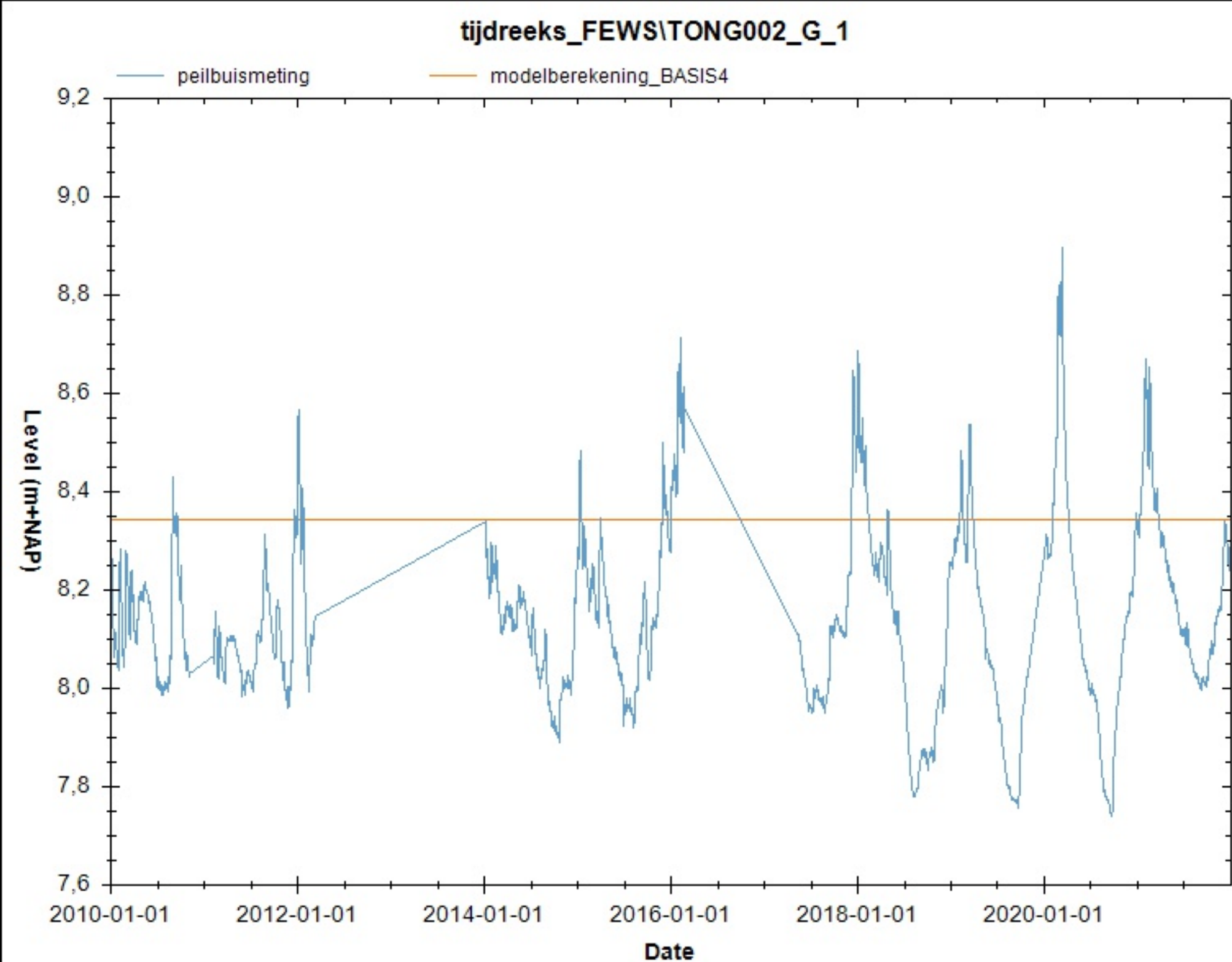
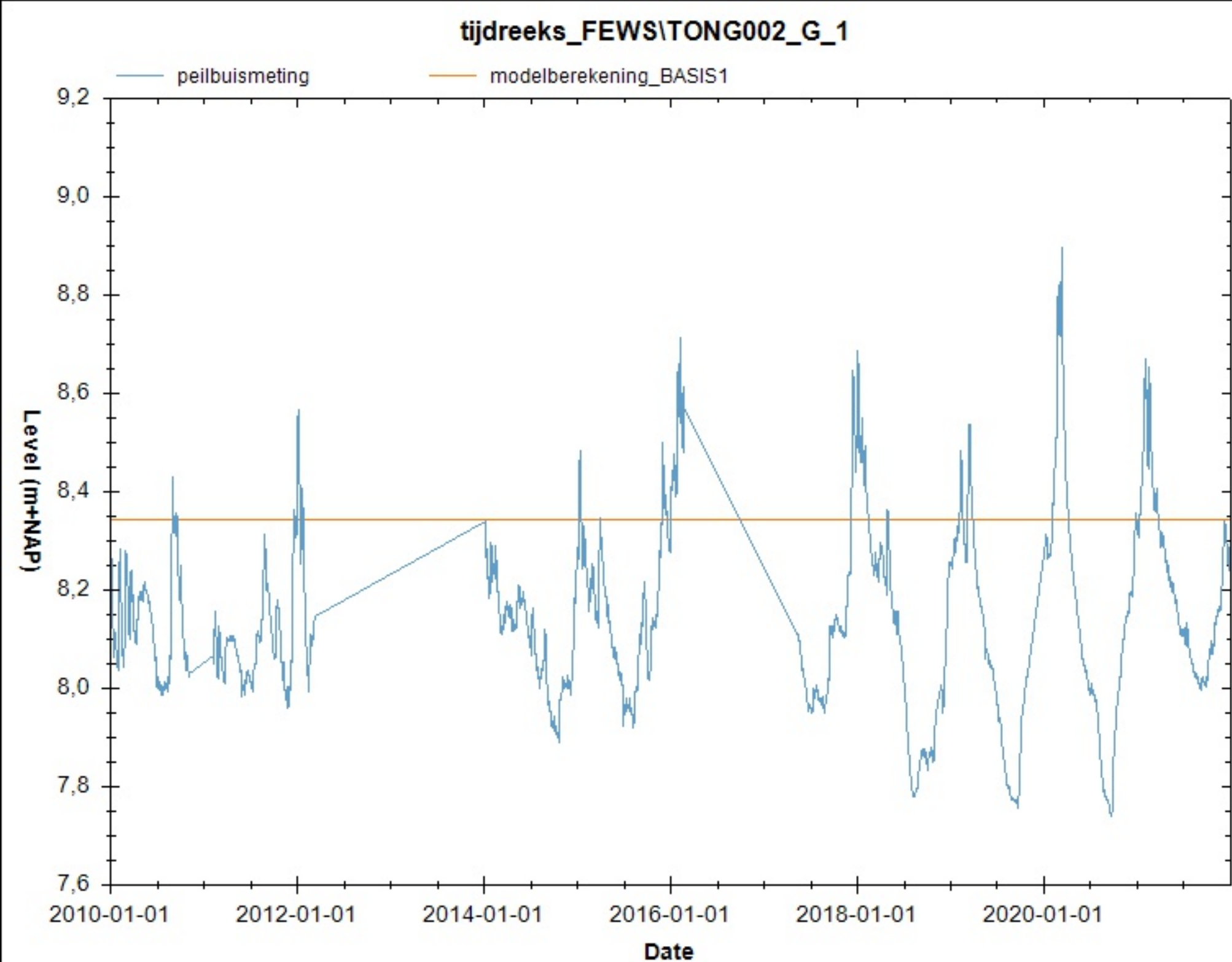


tijdreeks_FEWS\RAAMV23_G_1



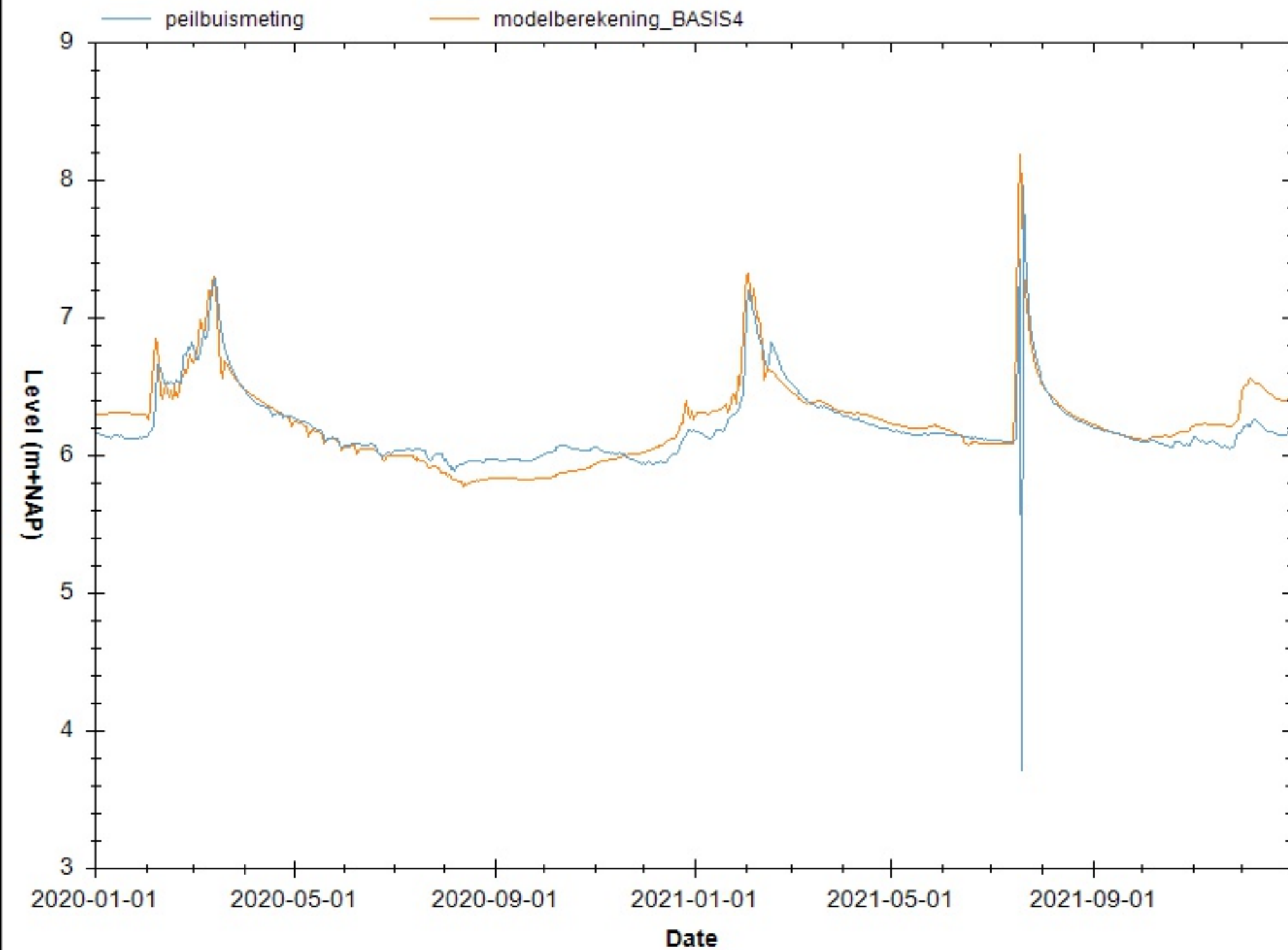




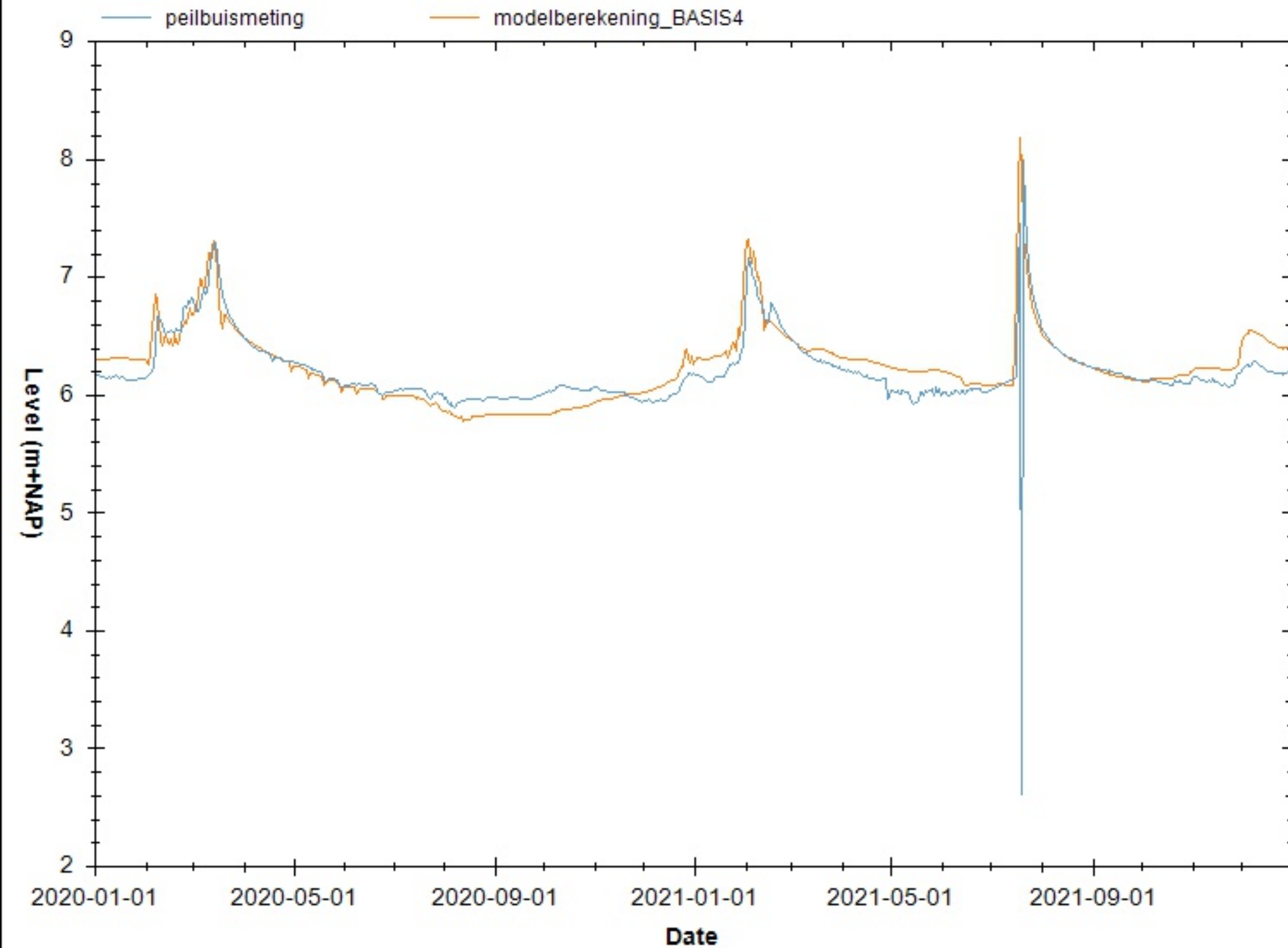


Bijlage 6 Gemeten en berekende stijghoogtereeksen hoogwater 2021

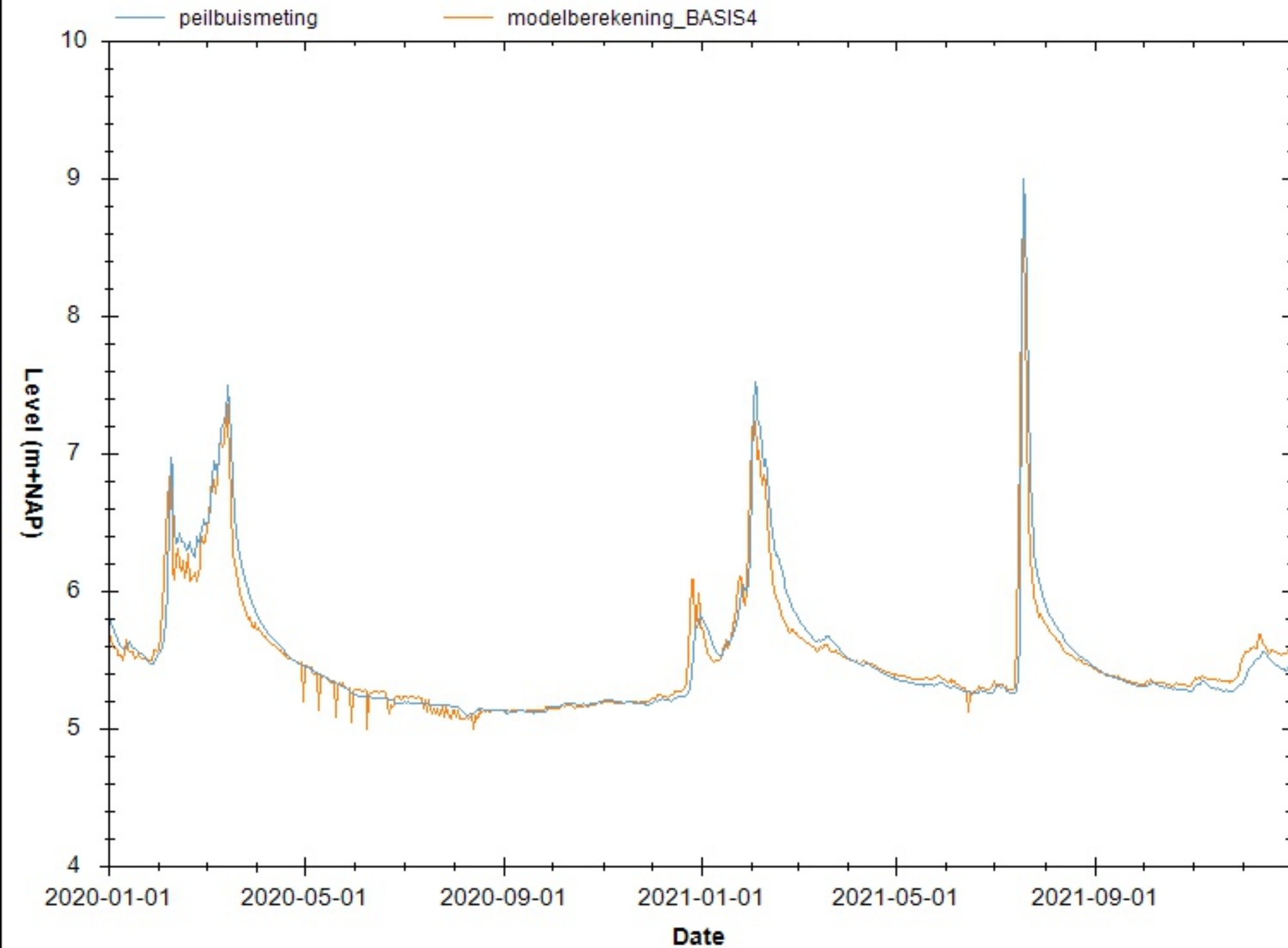
tijdreeks_FEWS\B45F0153-001_1



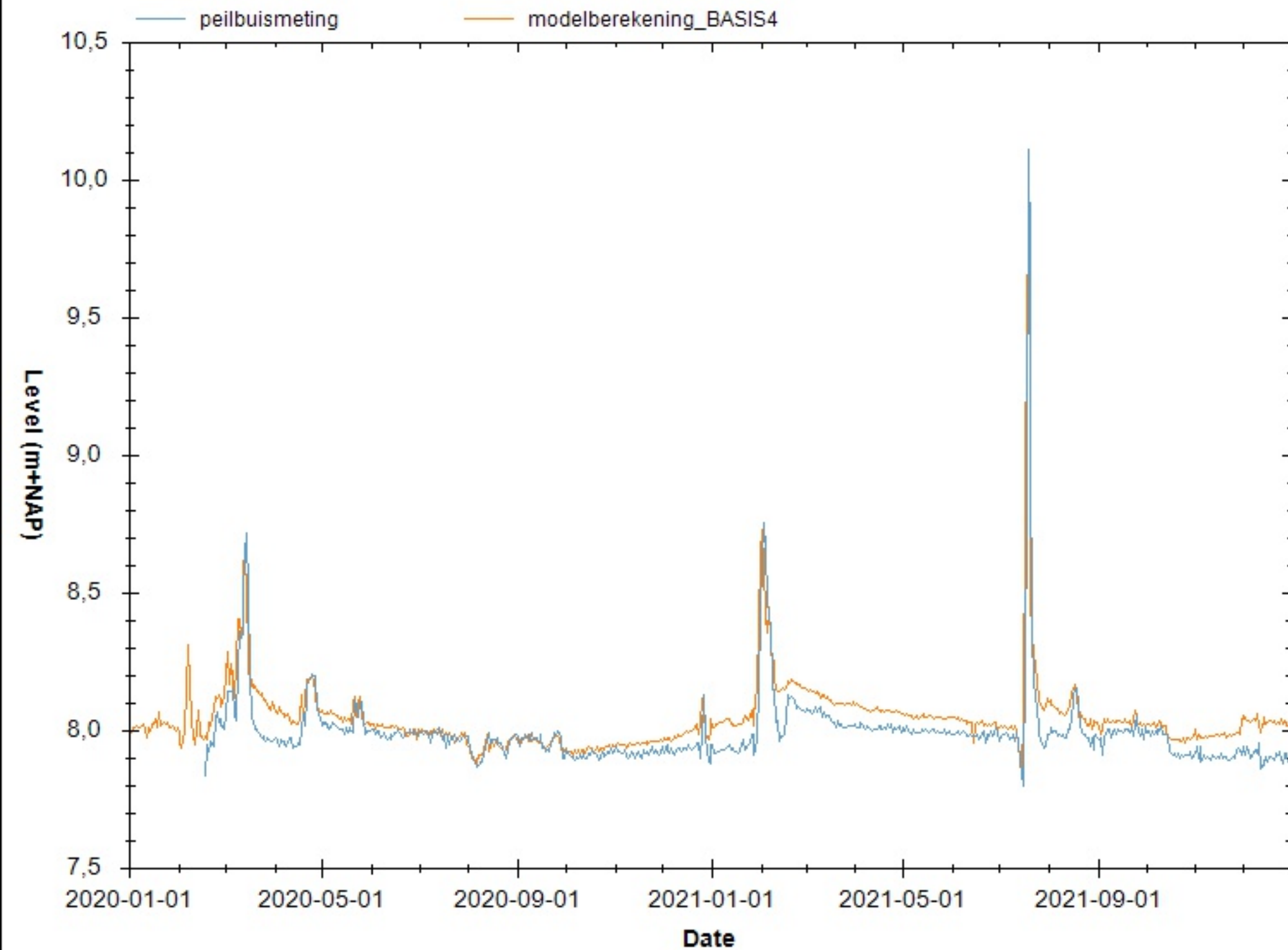
tijdreeks_FEWS\B45F0153-002_1



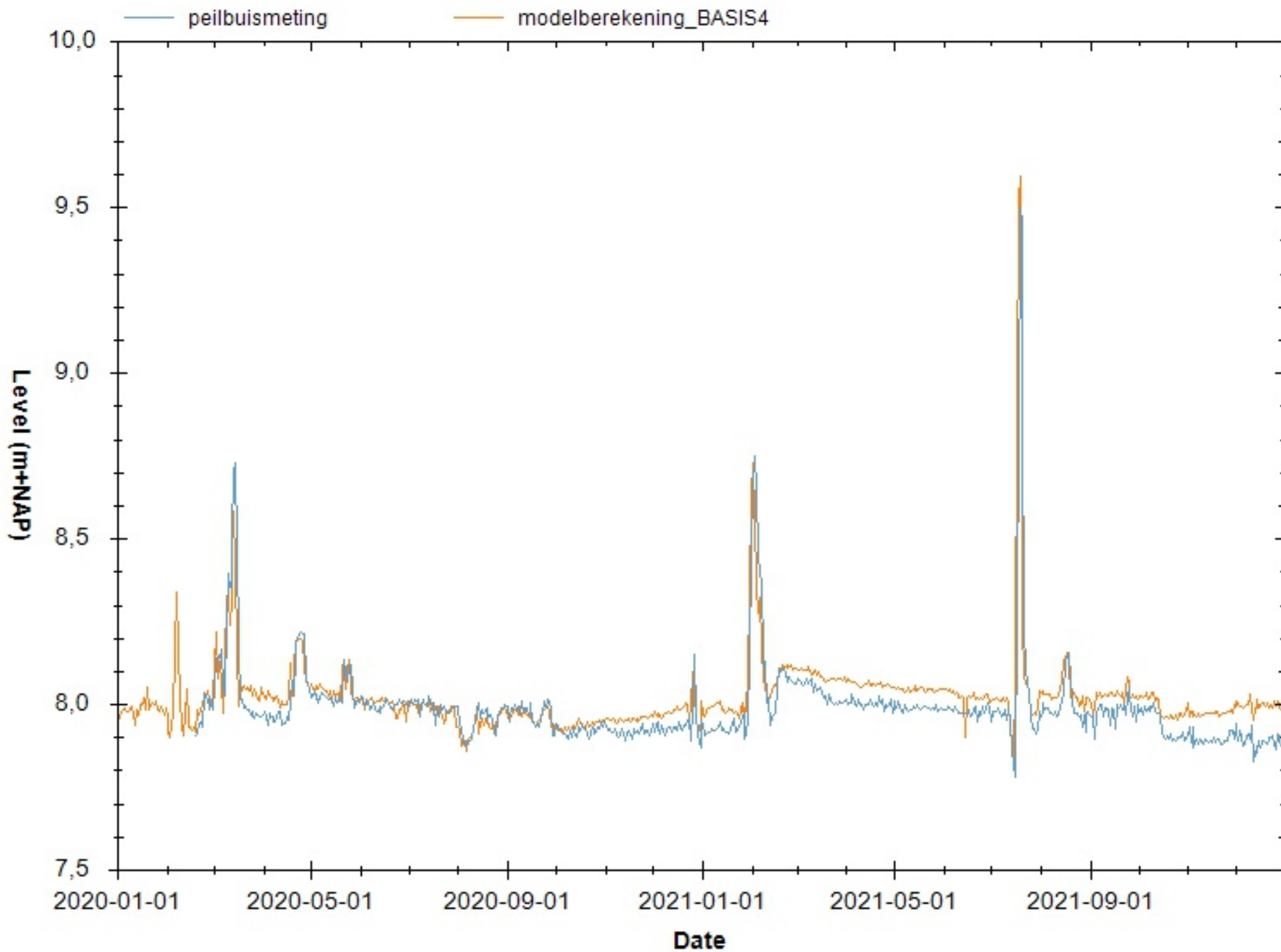
tijdreeks_FEWS\B45F0175-001_1



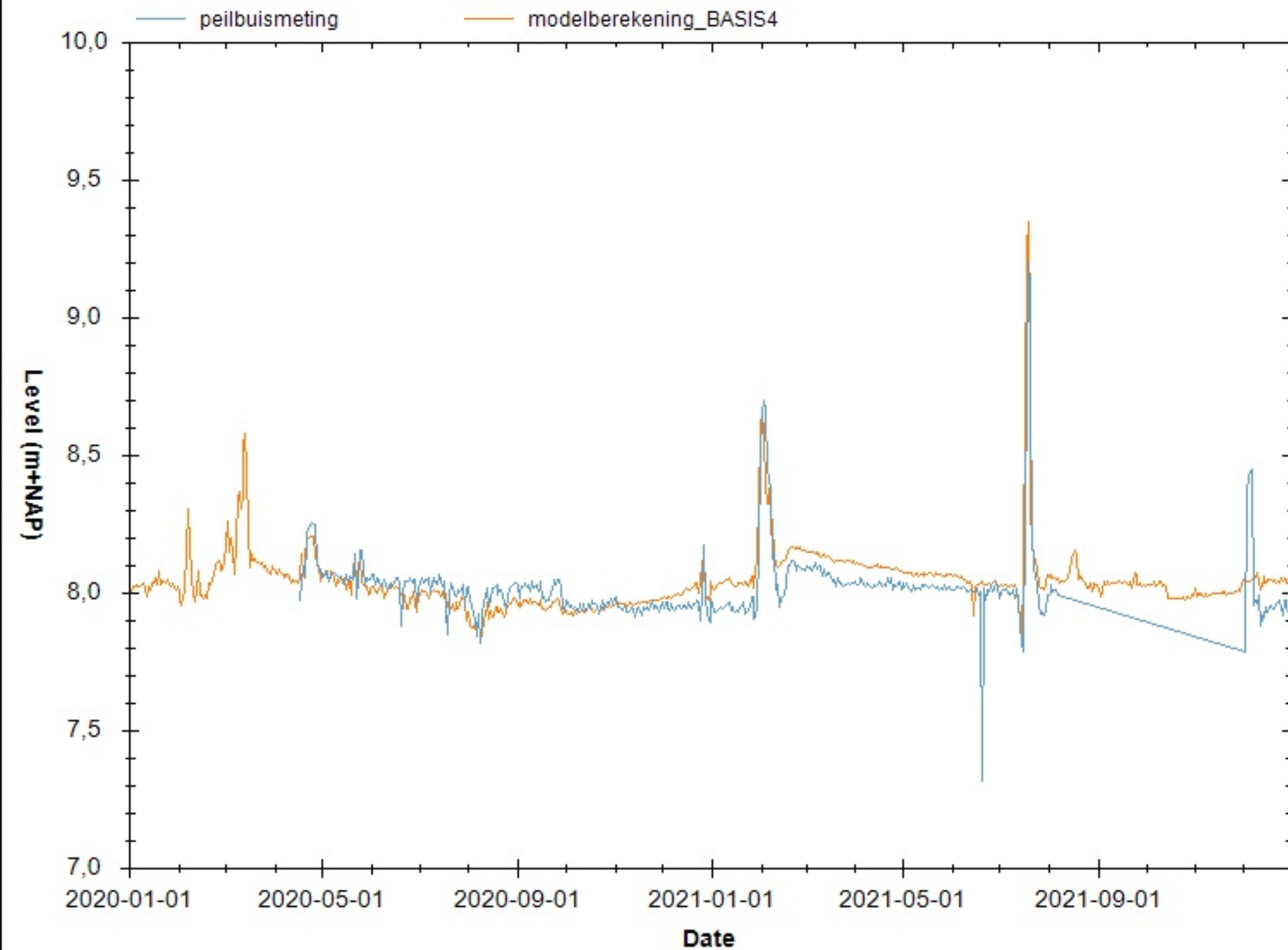
tijdreeks_FEWS\KERI200_1_G_1



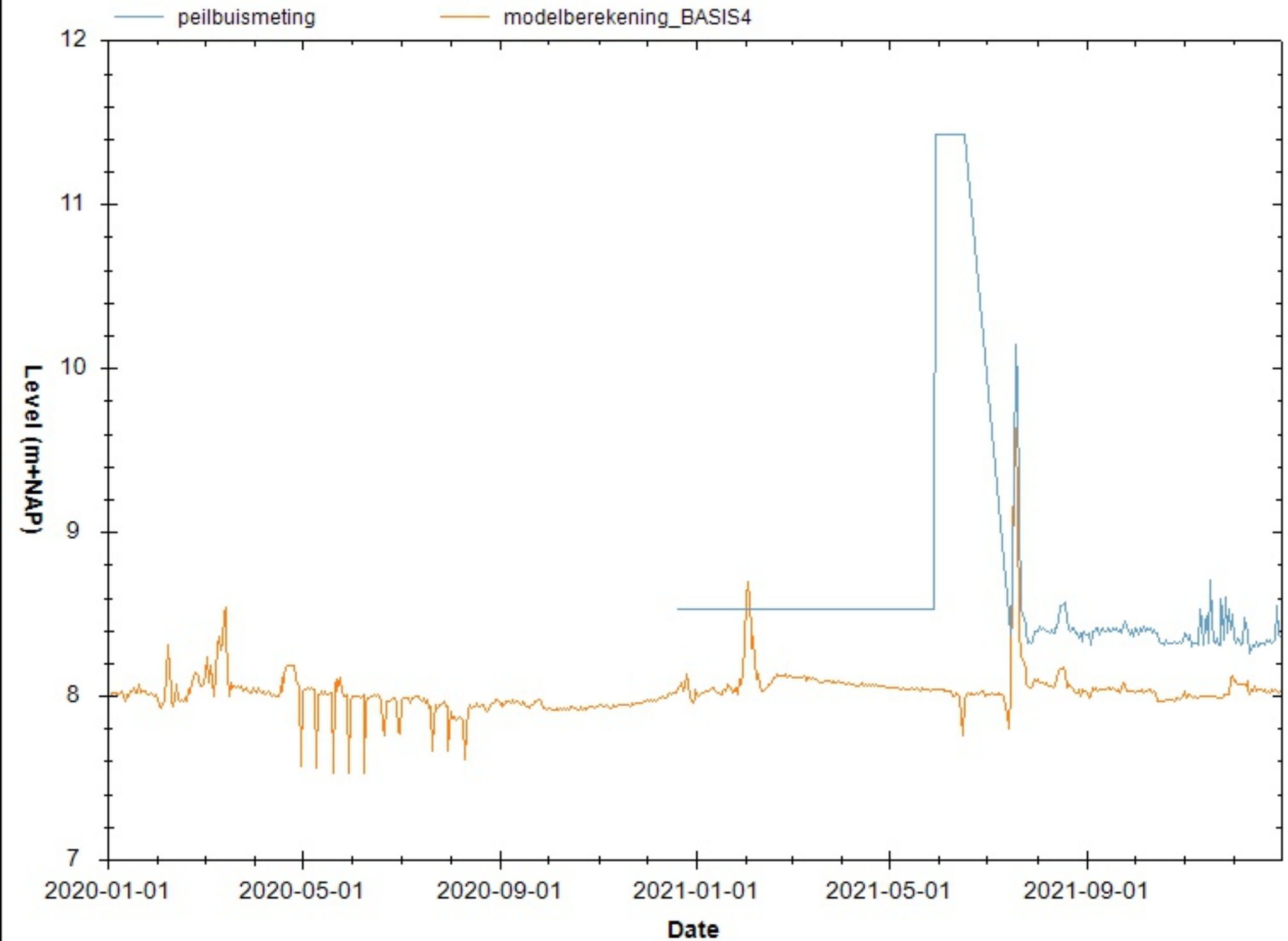
tijdreeks_FEWS\KERI200_2_G_1



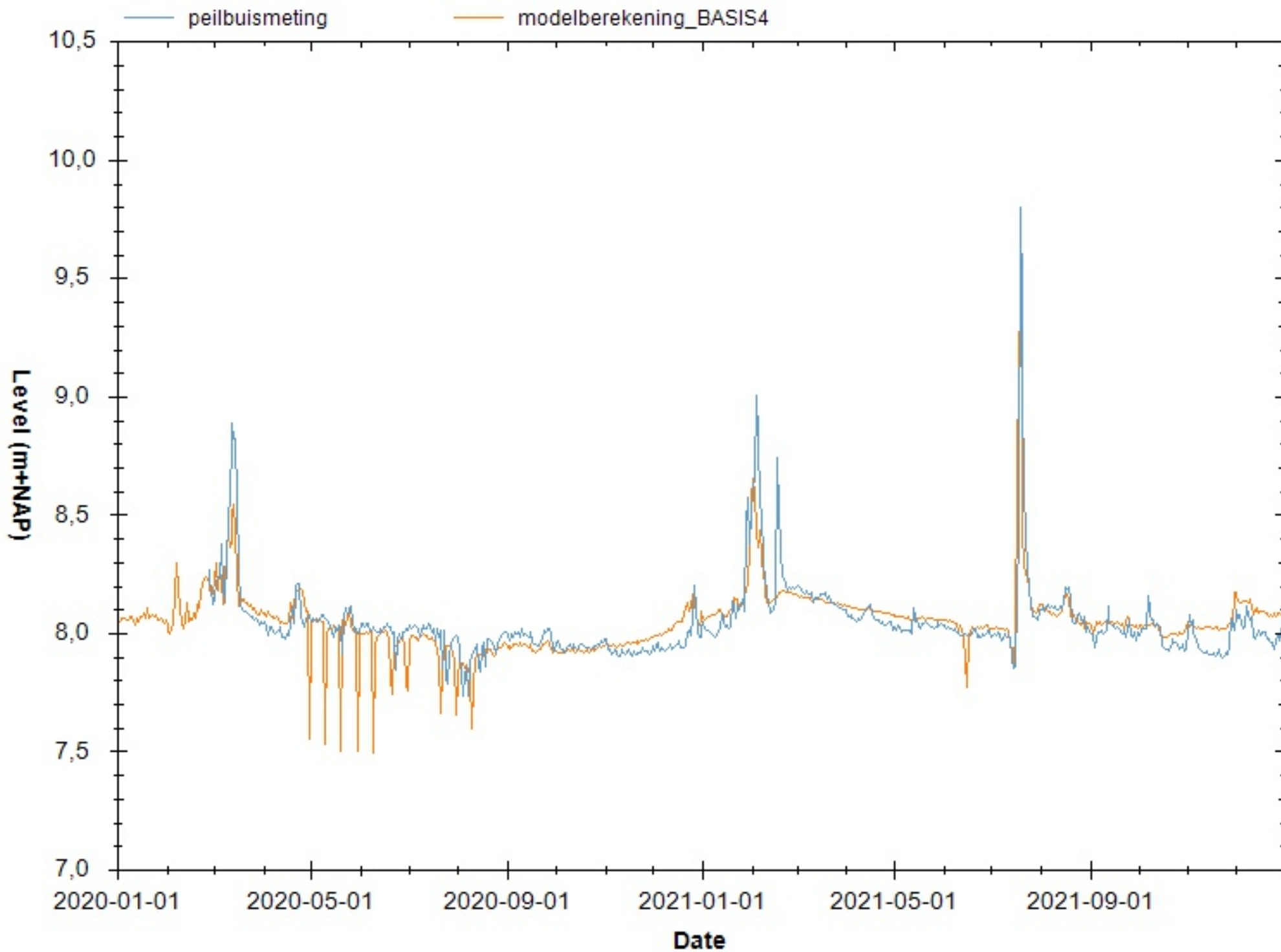
tijdreeks_FEWS\KERI200_3_G_1



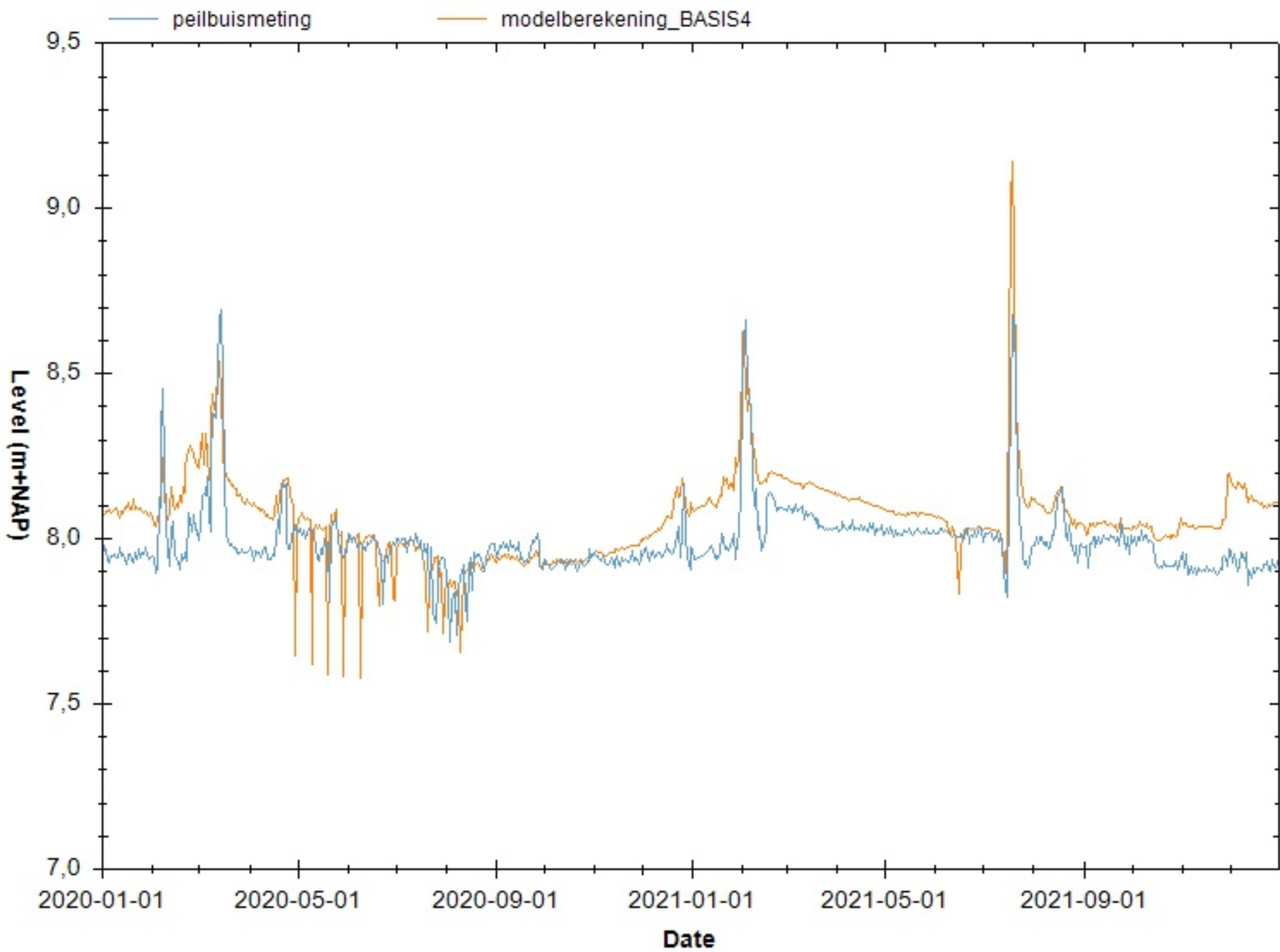
tijdreeks_FEWS\KERI213_1_G_1



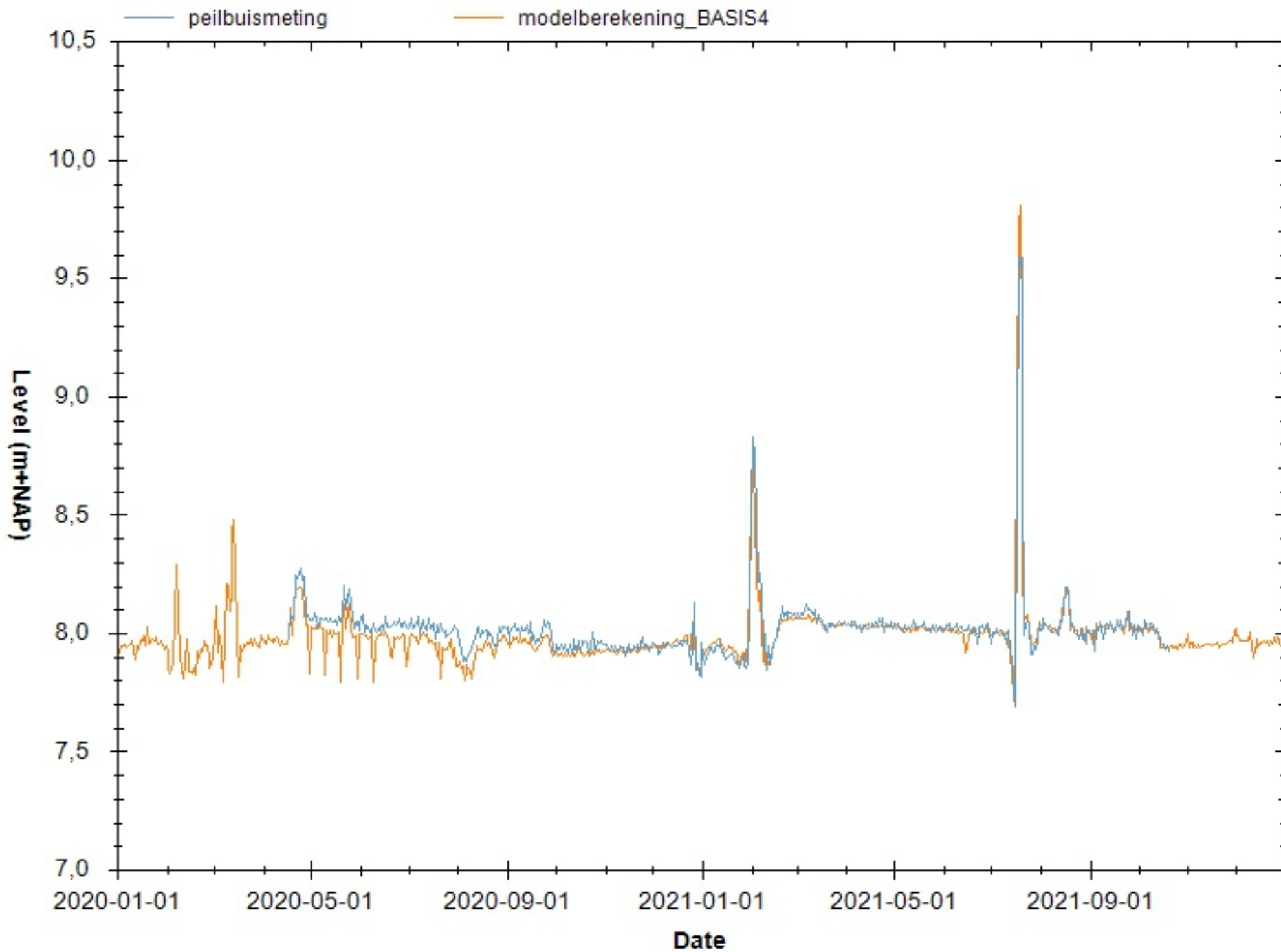
tijdreeks_FEWS\KERI213_2_G_1



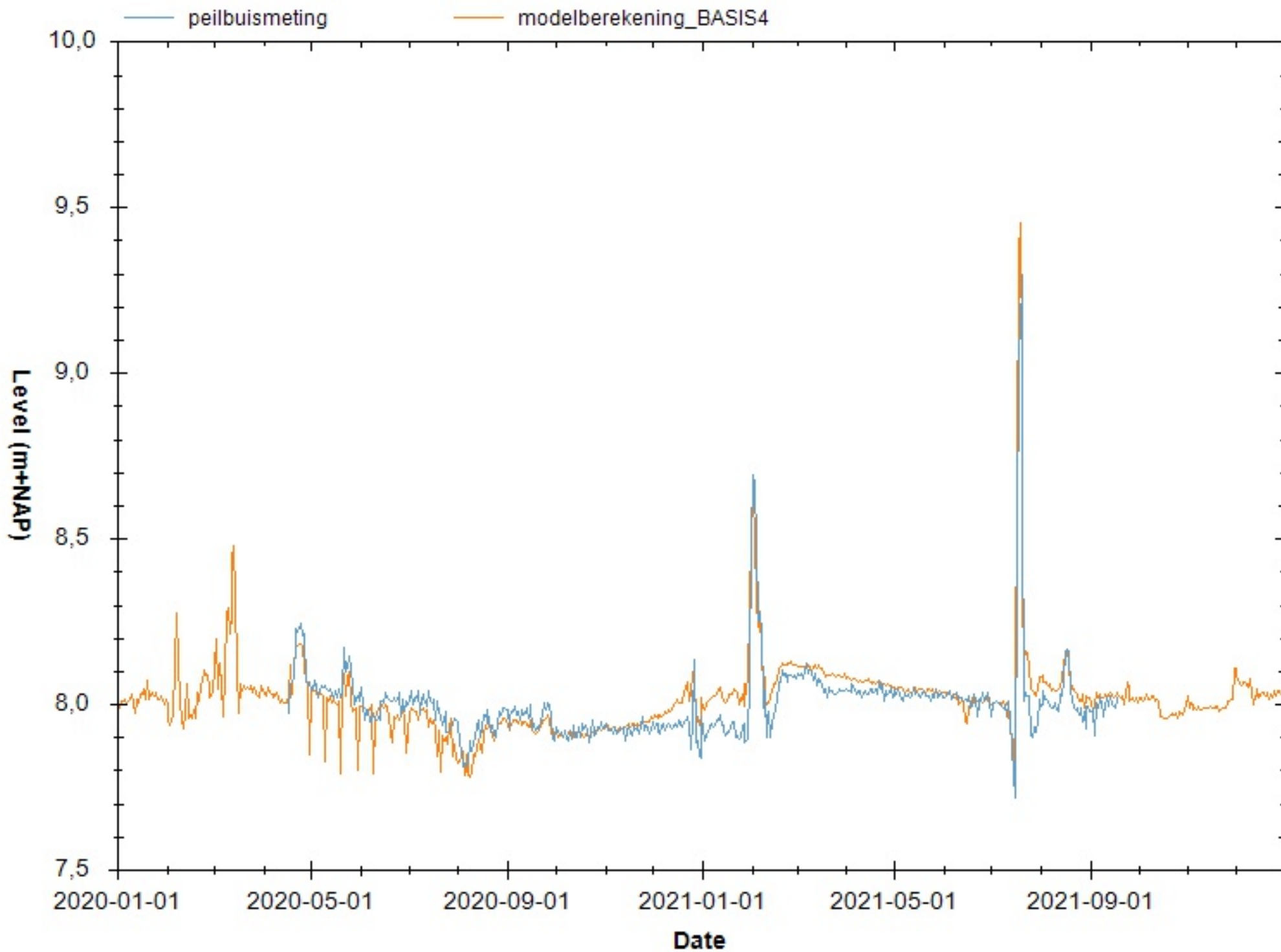
tijdreeks_FEWS\KERI213_G_1



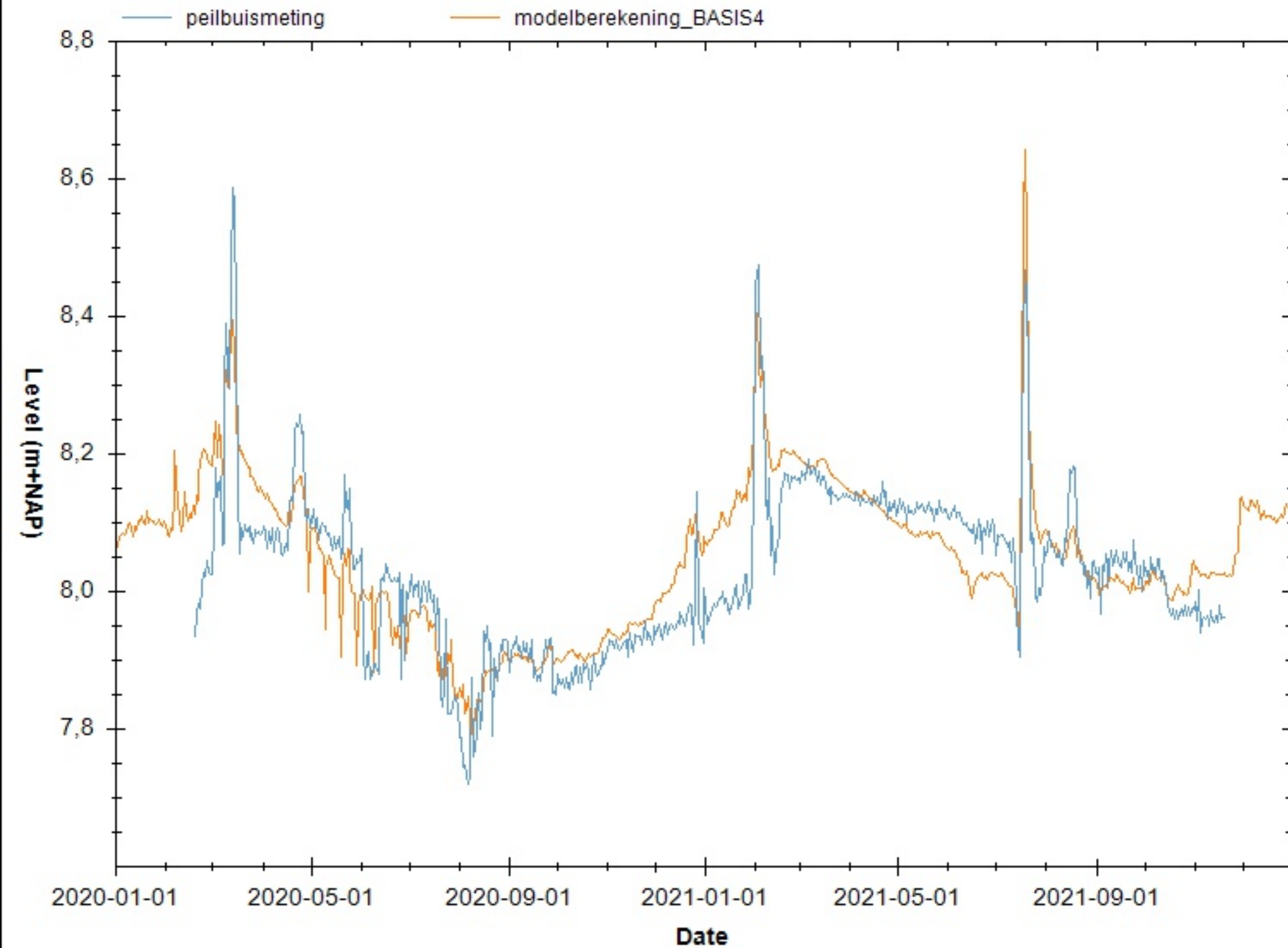
tijdreeks_FEWS\KERI224_1_G_1



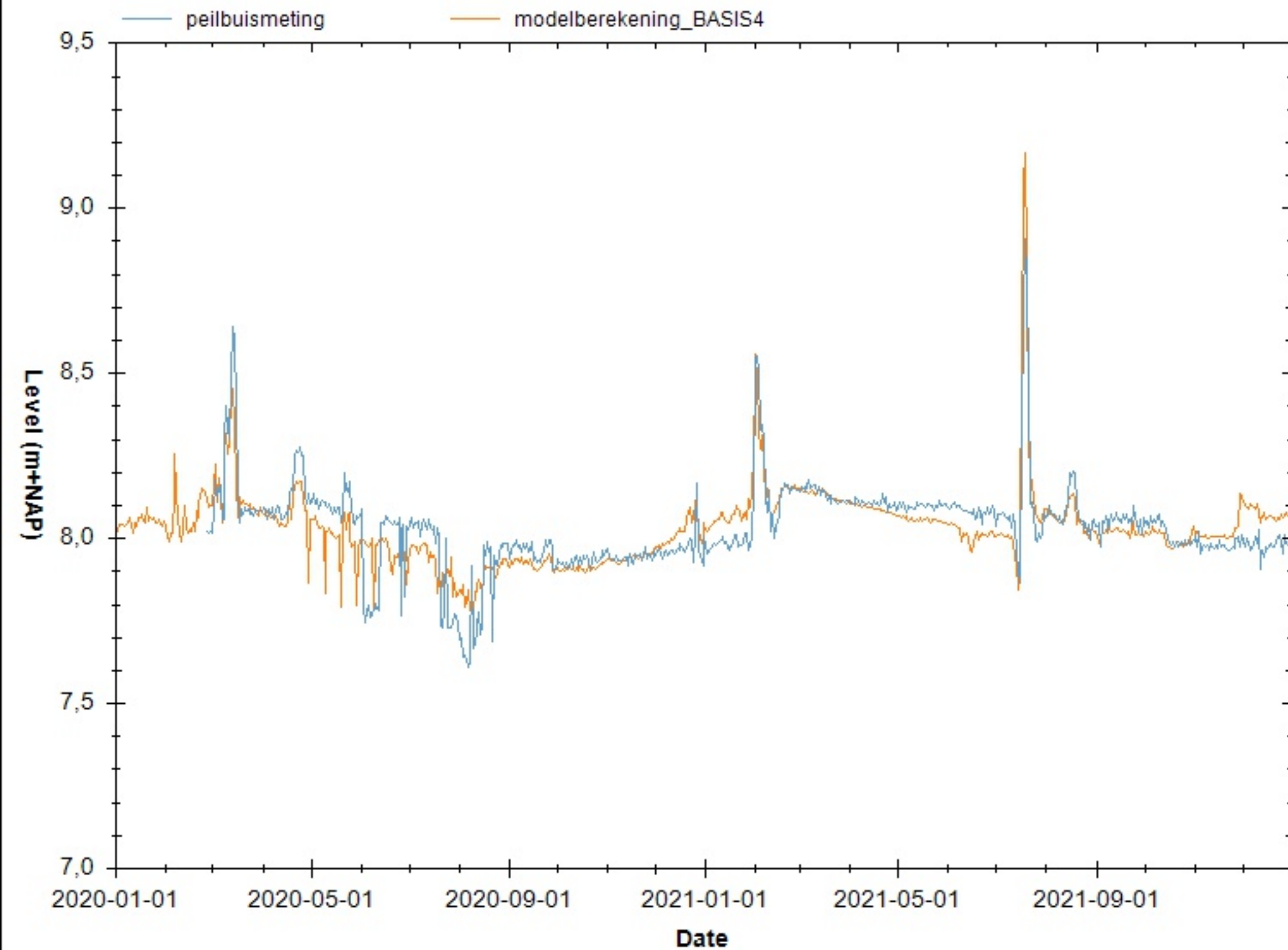
tijdreeks_FEWS\KERI224_2_G_1



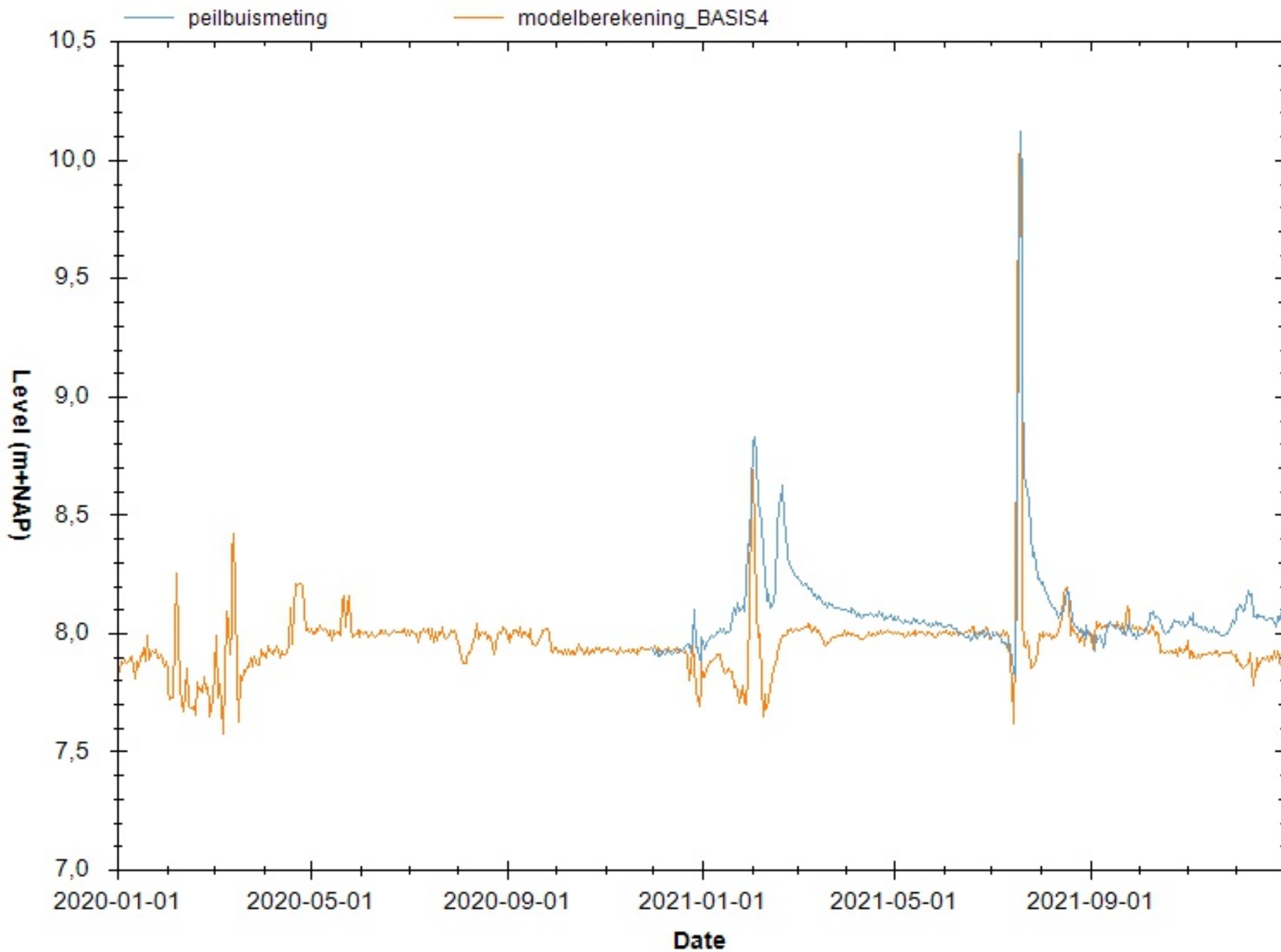
tijdreeks_FEWS\KERI224_4_G_1



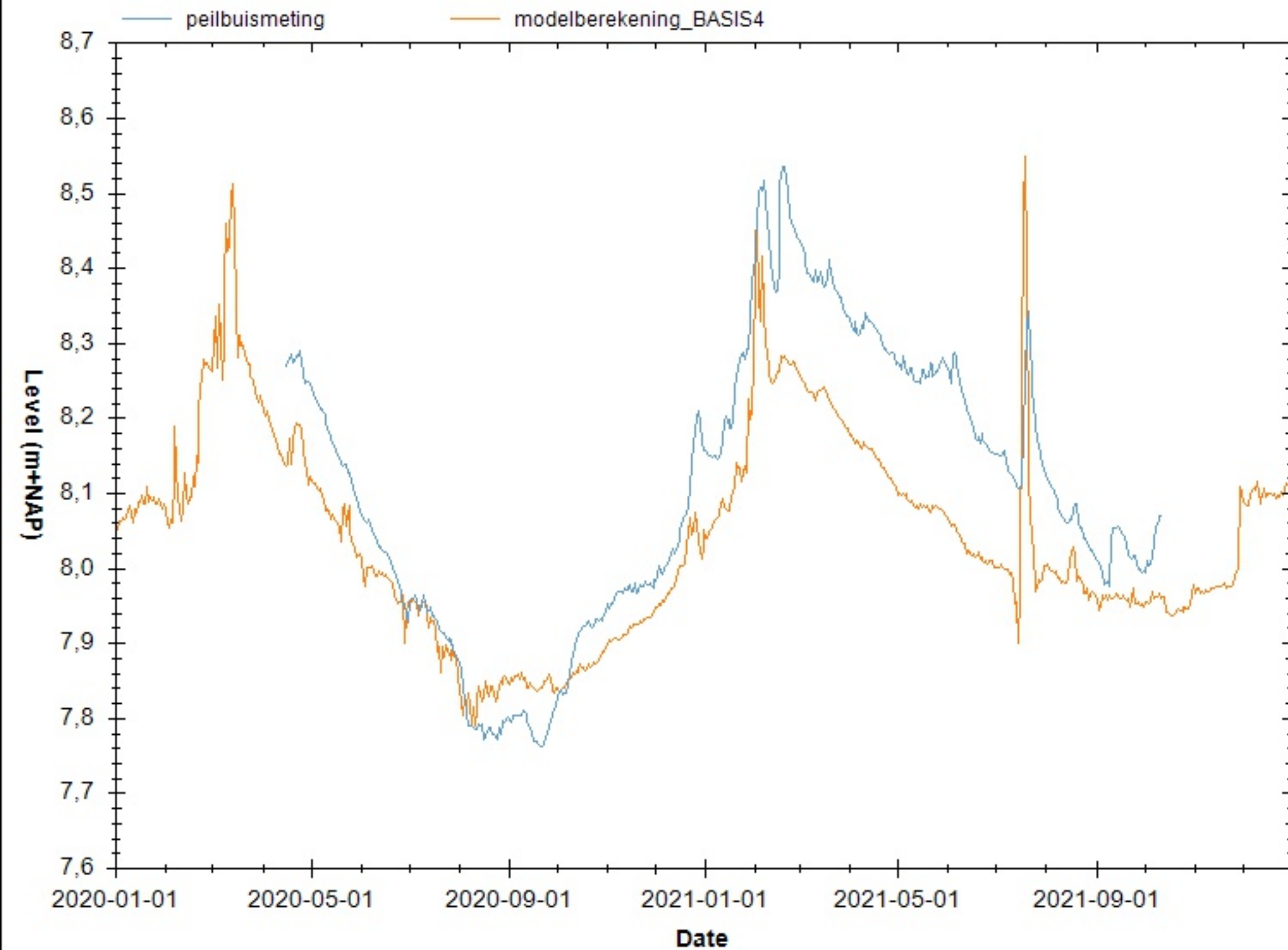
tijdreeks_FEWS\KERI224_A_G_1



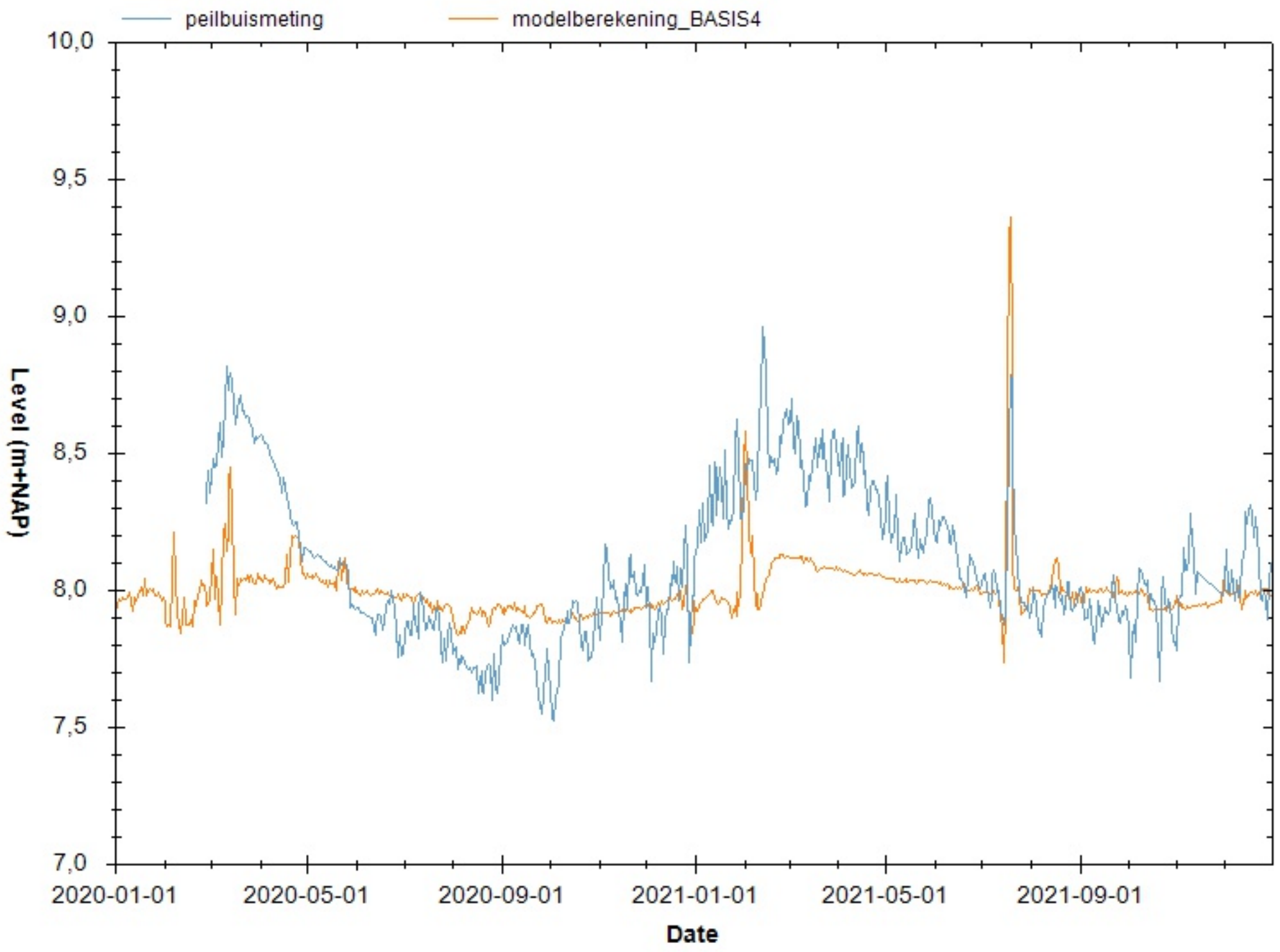
tijdreeks_FEWS\KERI240_1_G_1



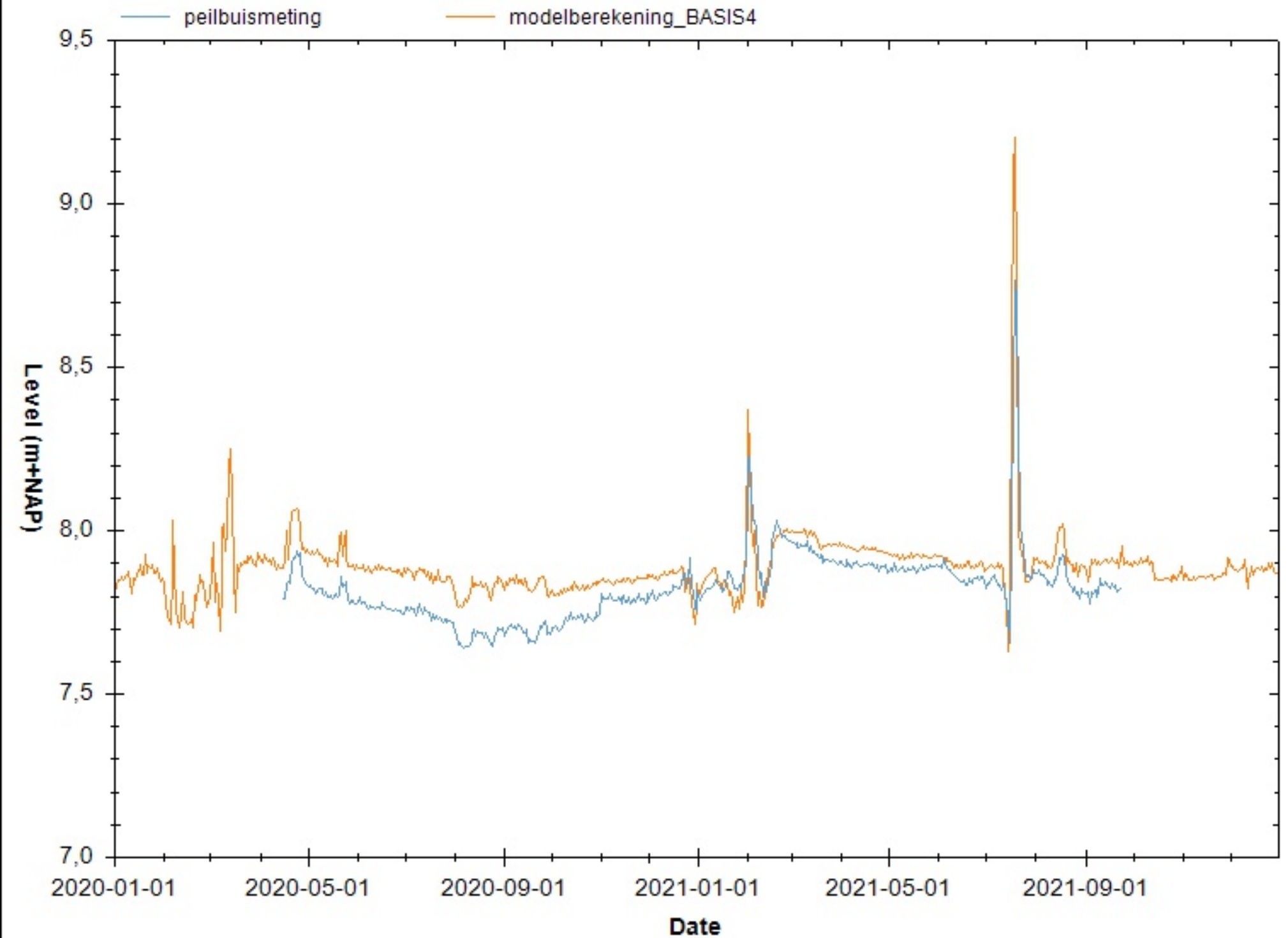
tijdreeks_FEWS\KERI240_3_G_1



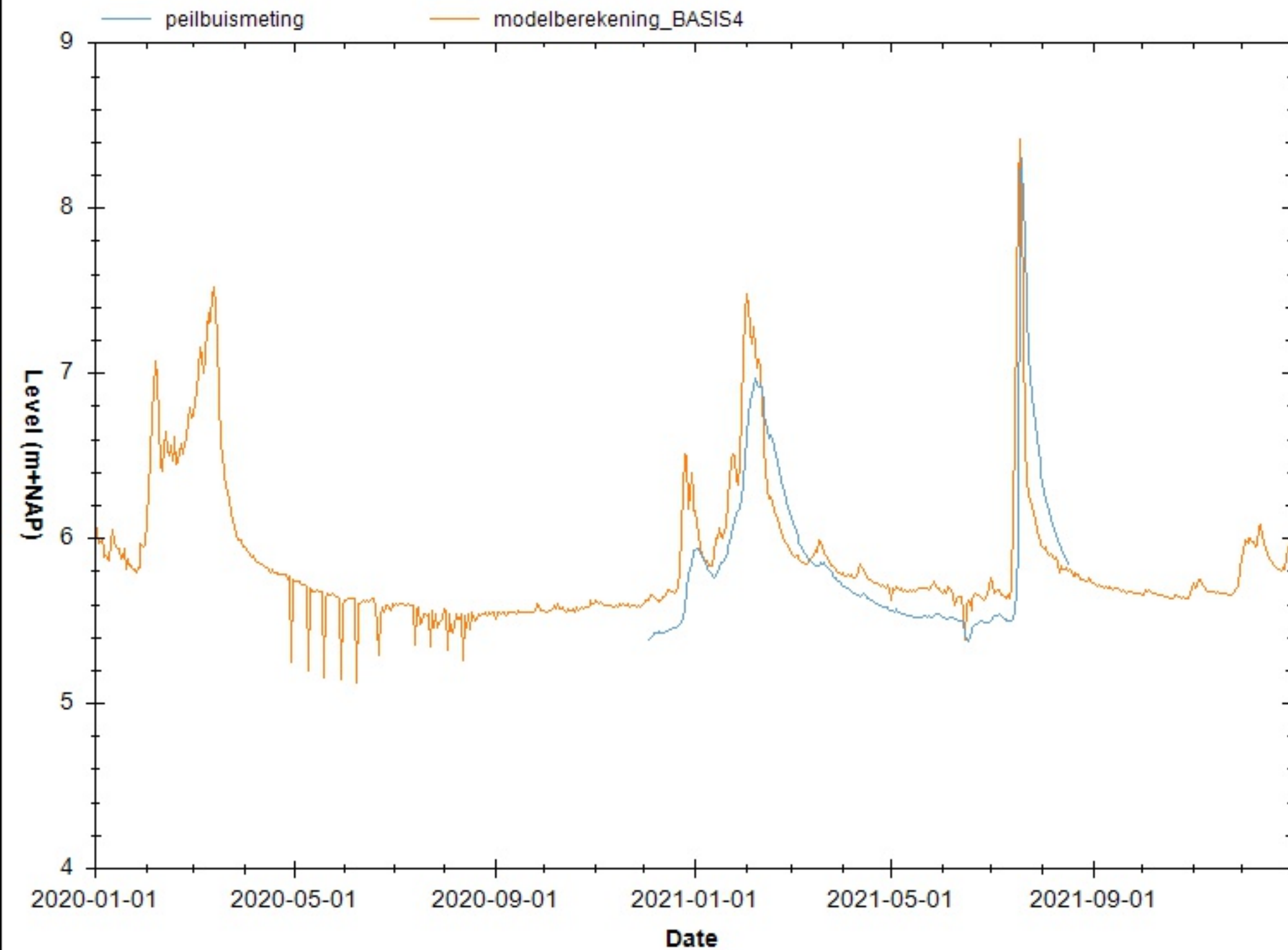
tijdreeks_FEWS\KERI240_G_1



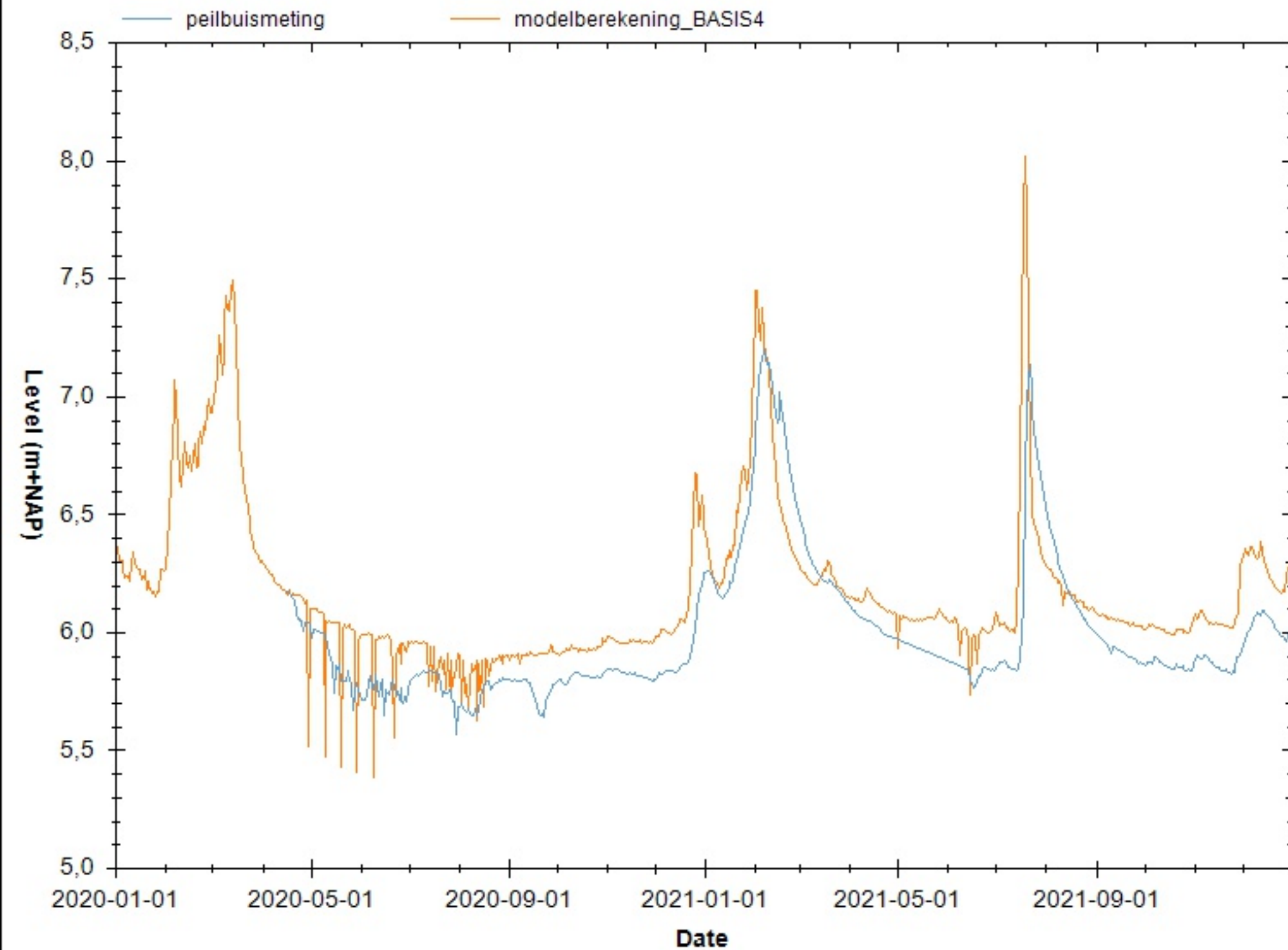
tijdreeks_FEWS\KERI256_2_G_1



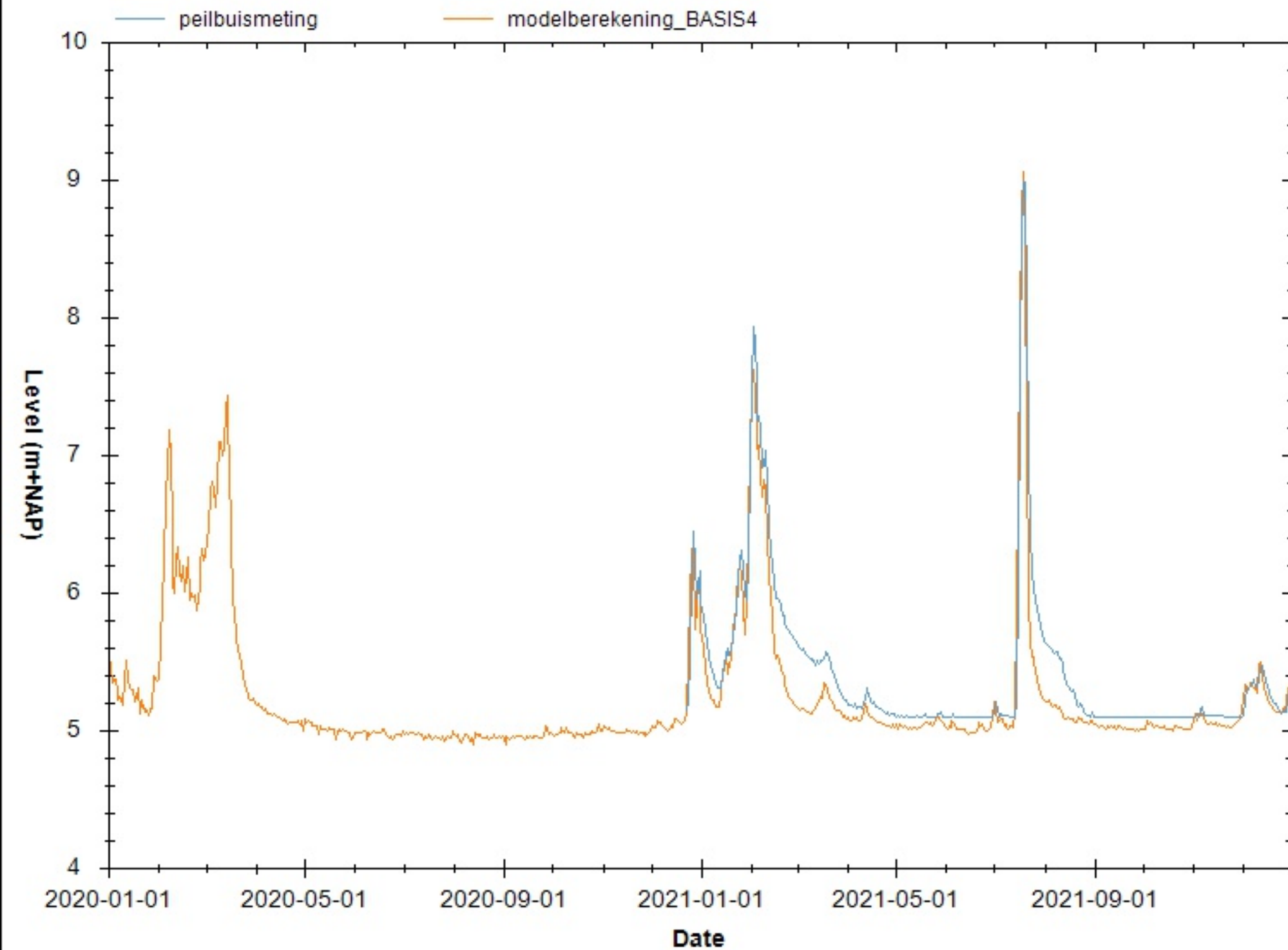
tijdreeks_FEWS\KERI291_2_G_1



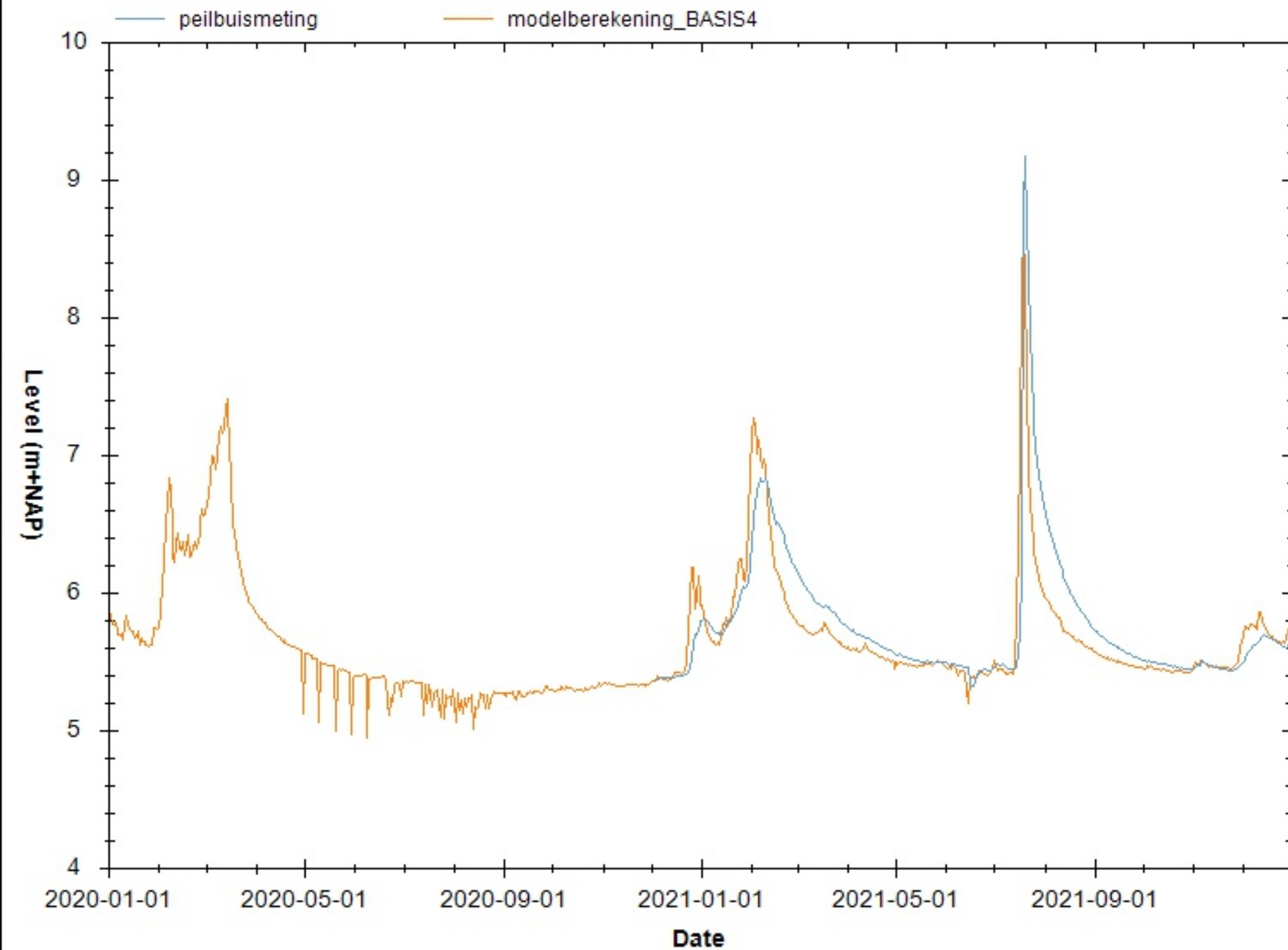
tijdreeks_FEWS\KERI291_3_G_1



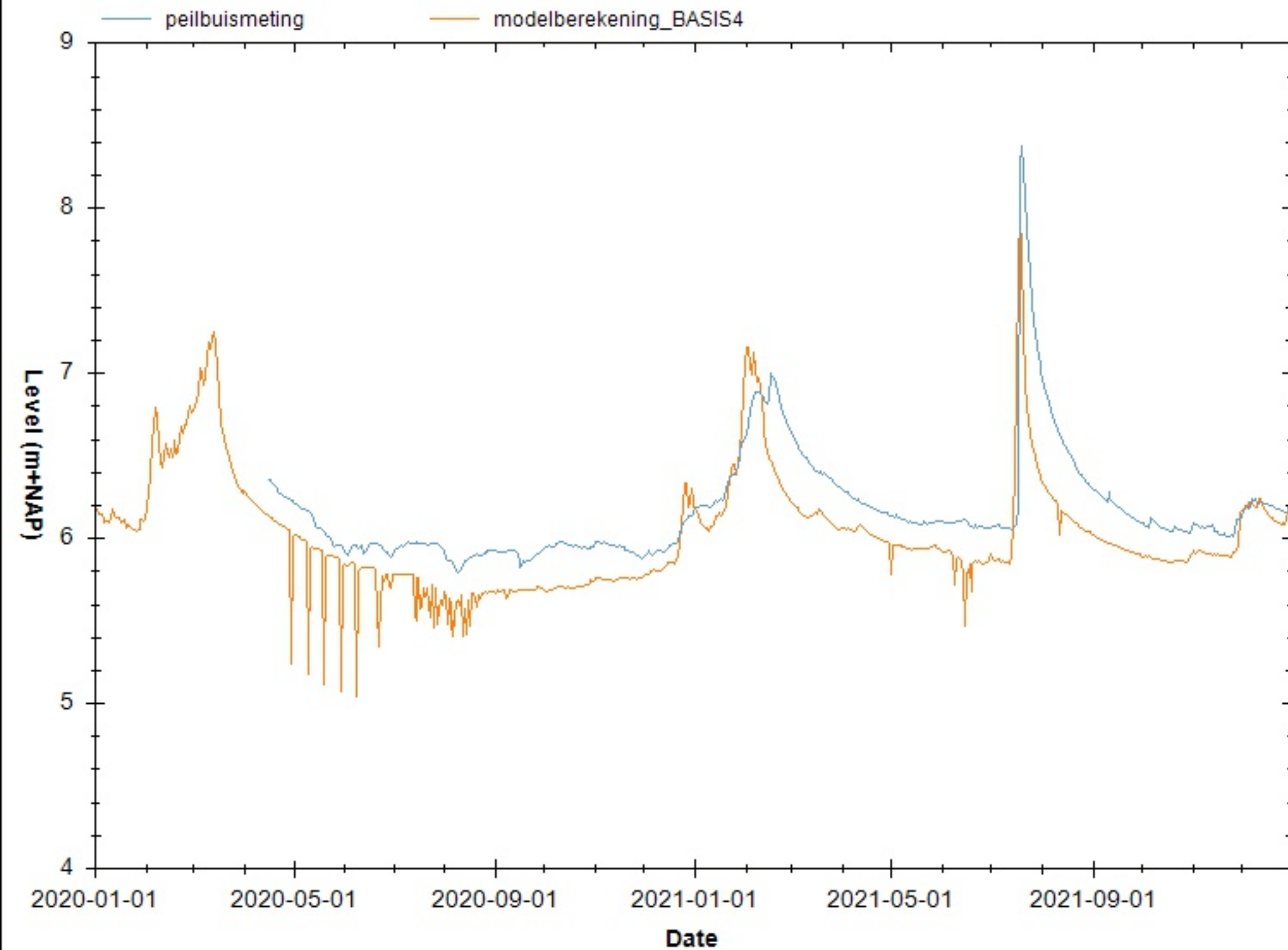
tijdreeks_FEWS\KERI298_1_G_1



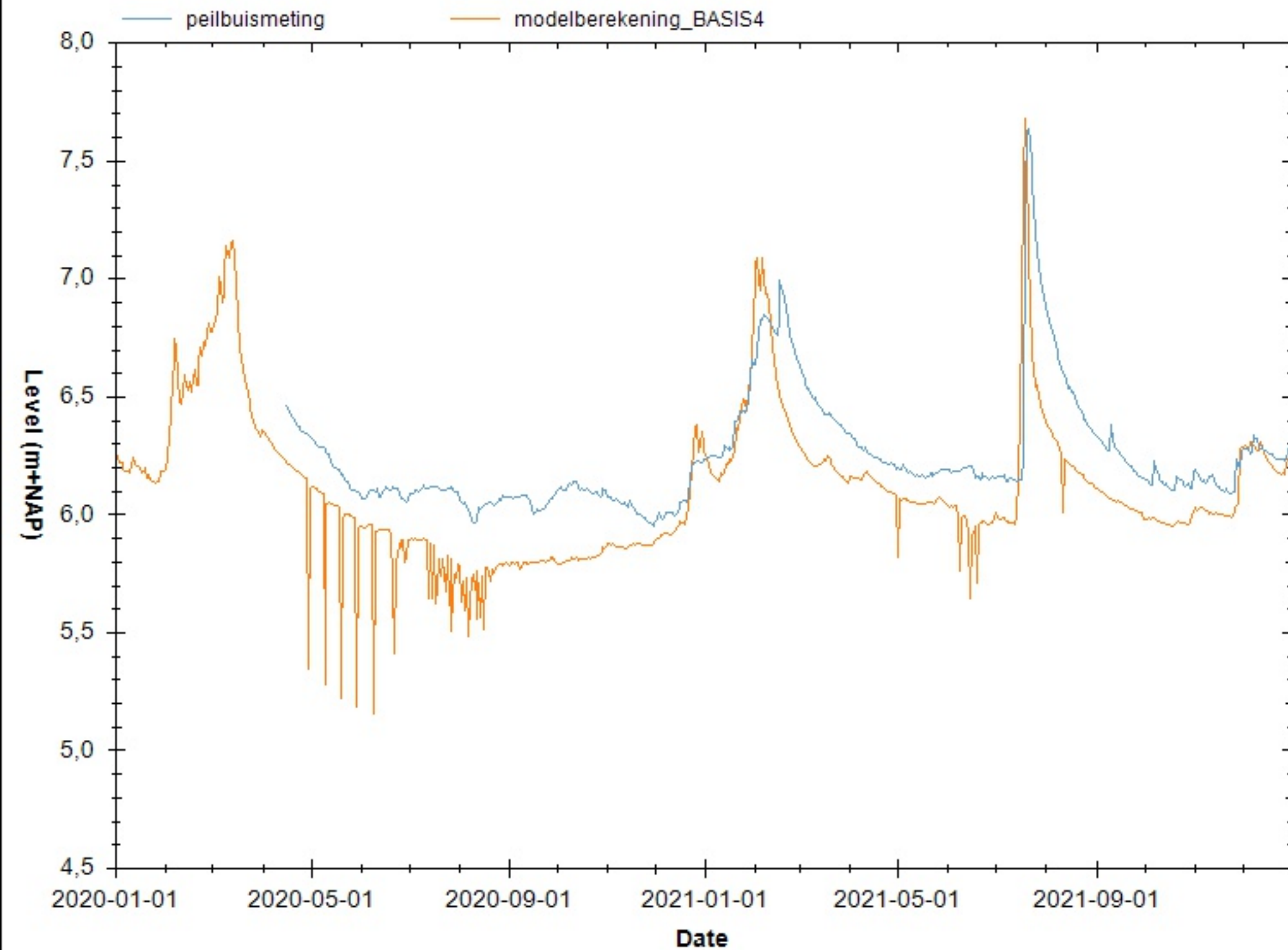
tijdreeks_FEWS\KERI298_2_G_1



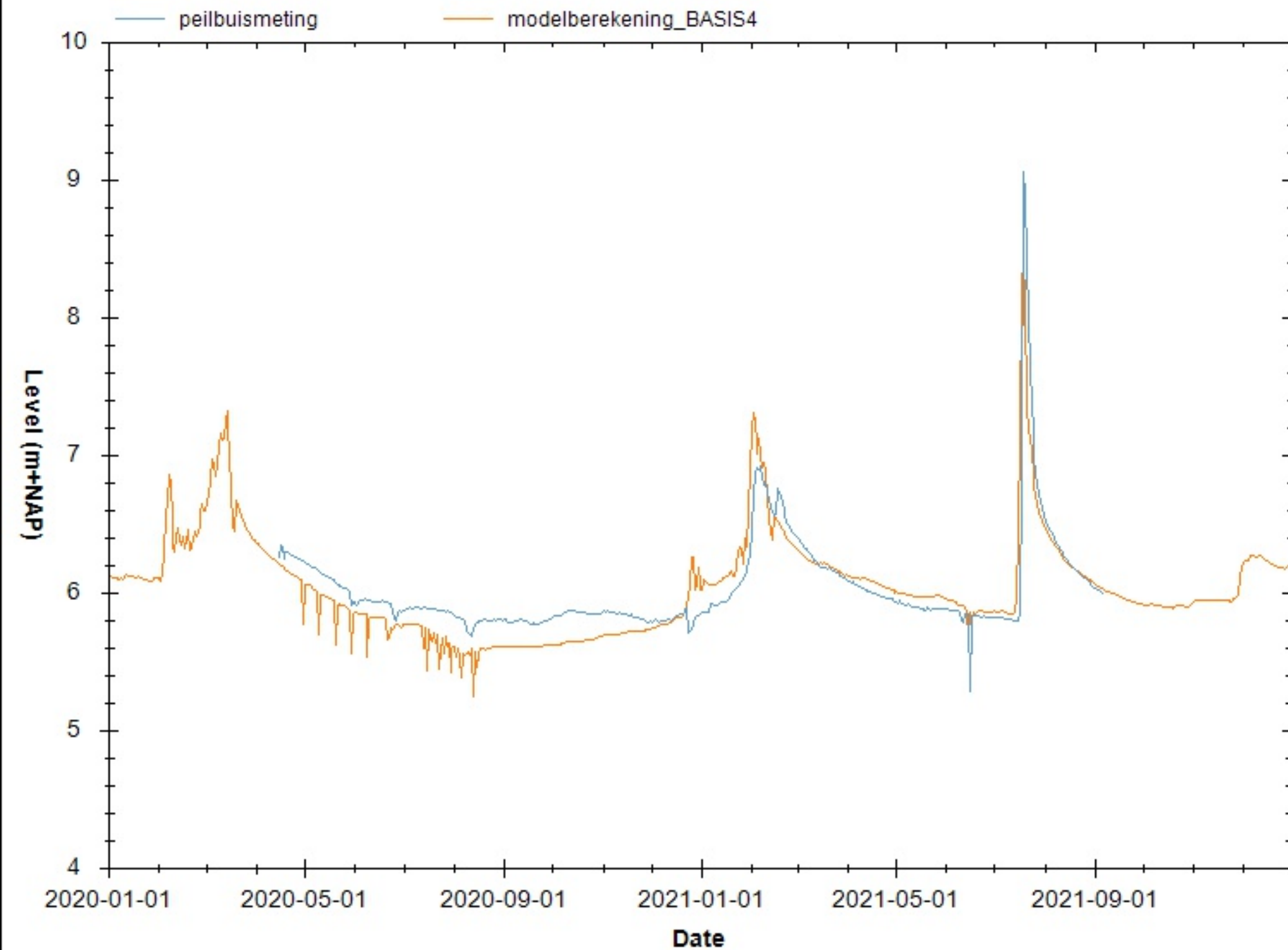
tijdreeks_FEWS\KERI298_3_G_1



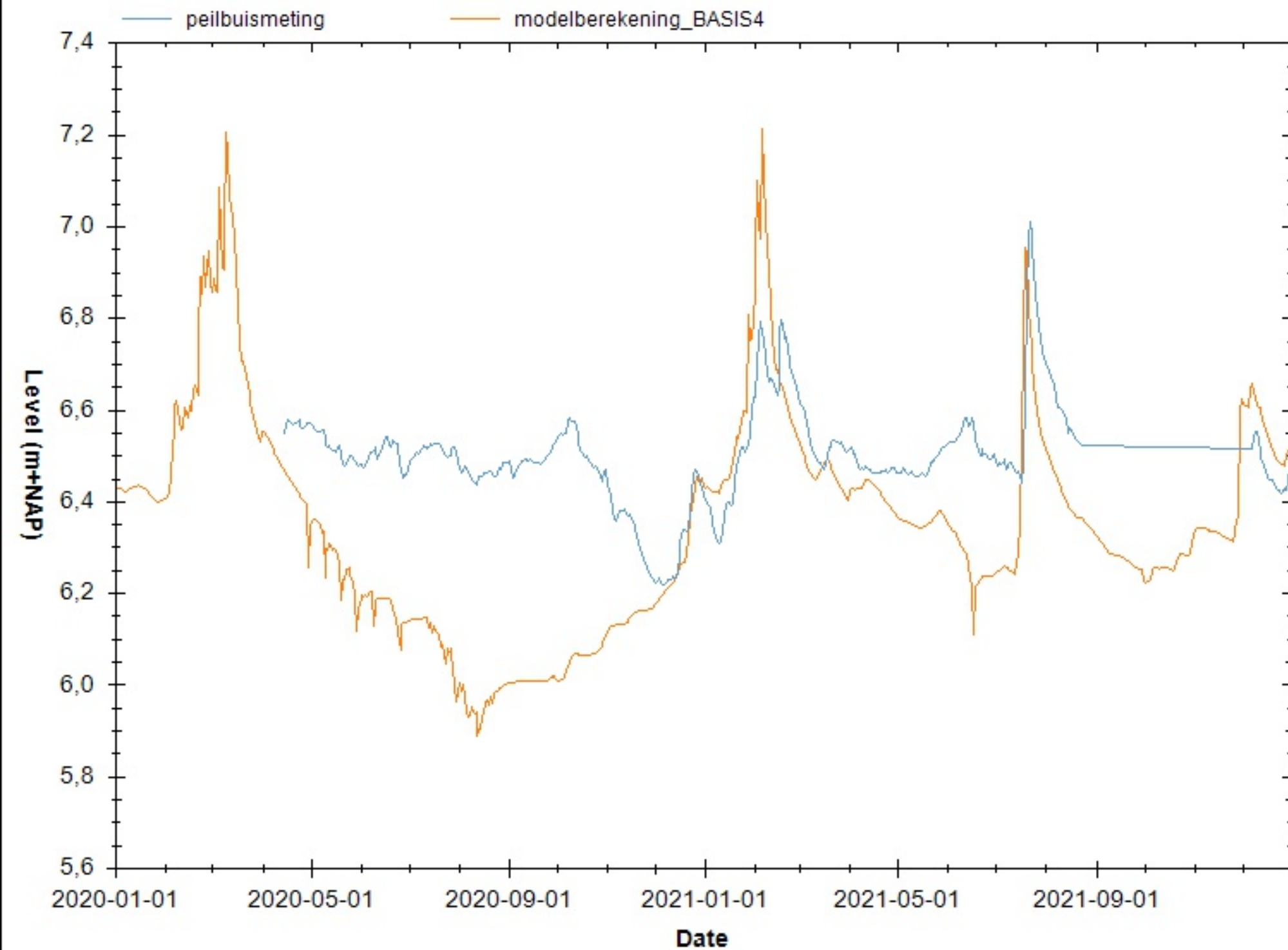
tijdreeks_FEWS\KERI298_4_G_1



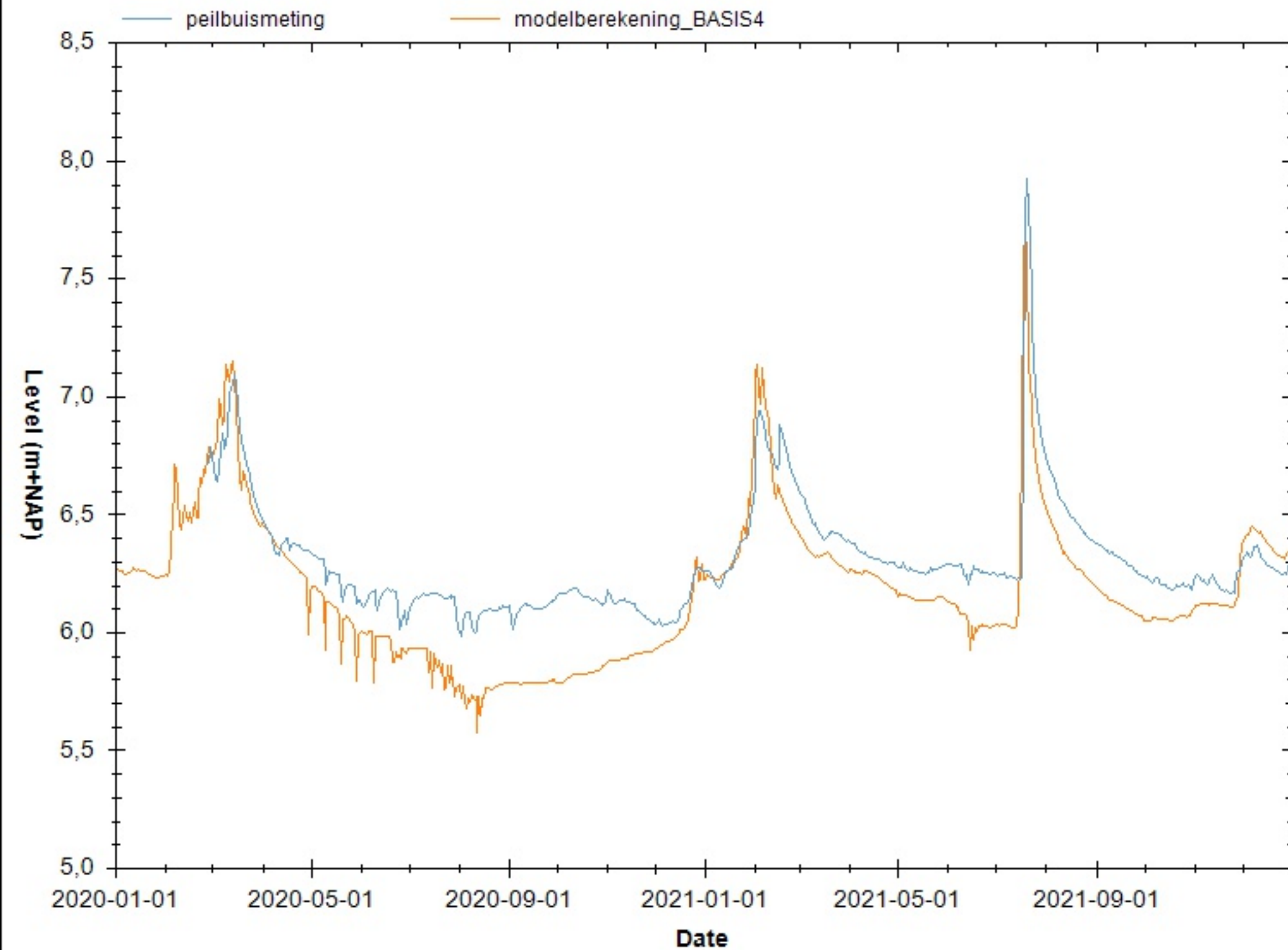
tijdreeks_FEWS\KERI305_1_G_1



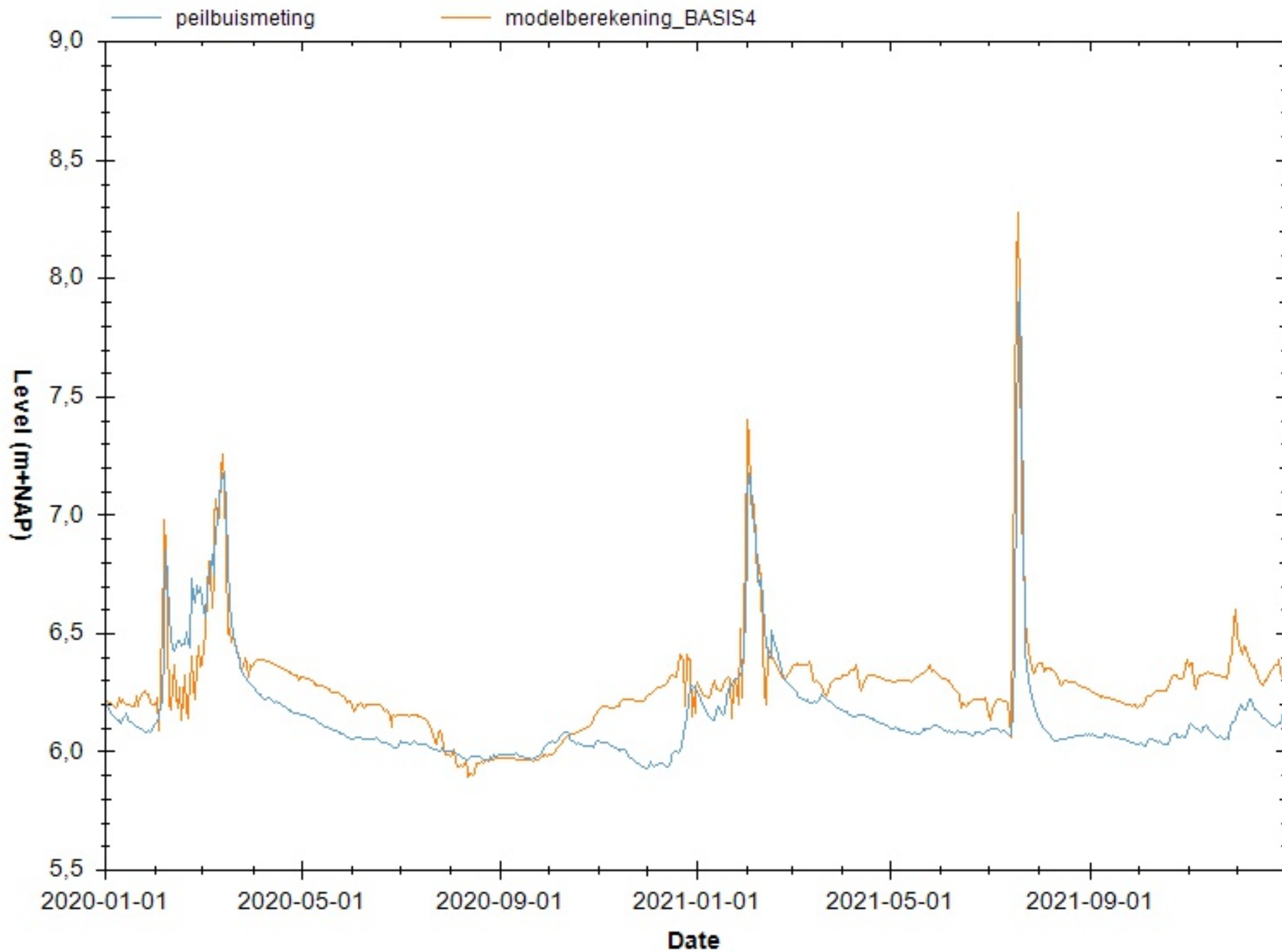
tijdreeks_FEWS\KERI305_3_G_1



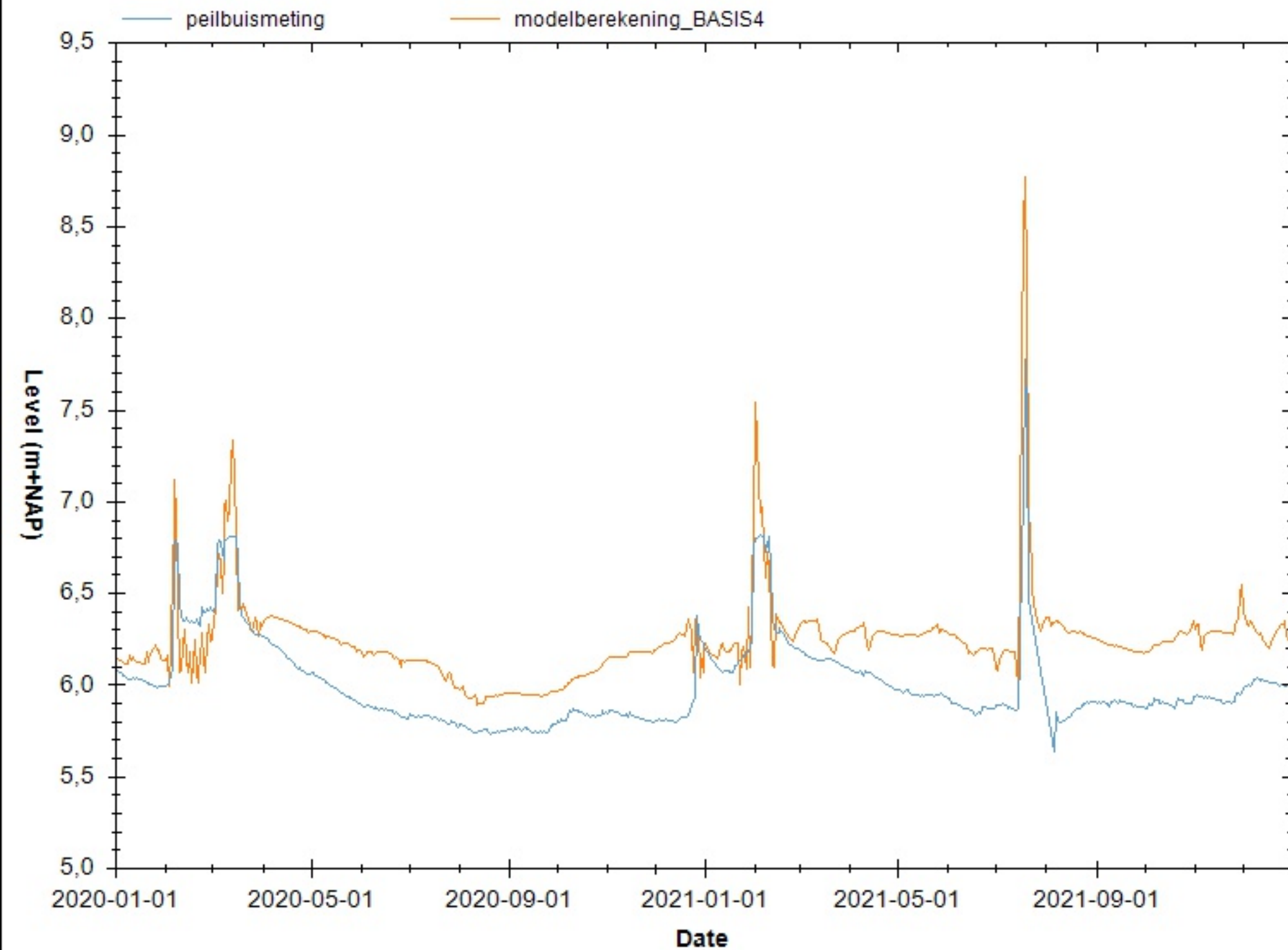
tijdreeks_FEWS\KERI305_A_G_1



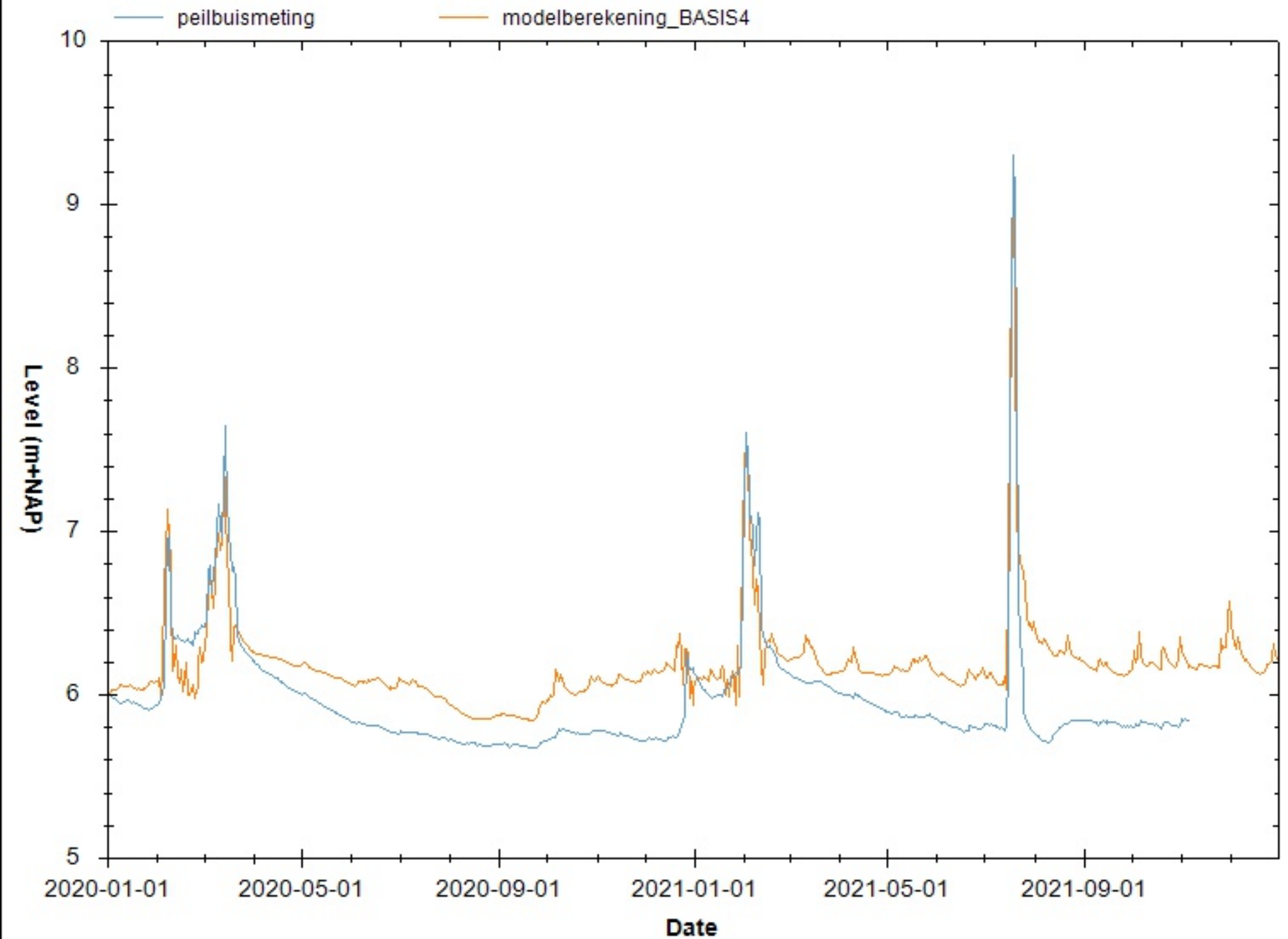
tijdreeks_FEWS\KERI317_1_G_1



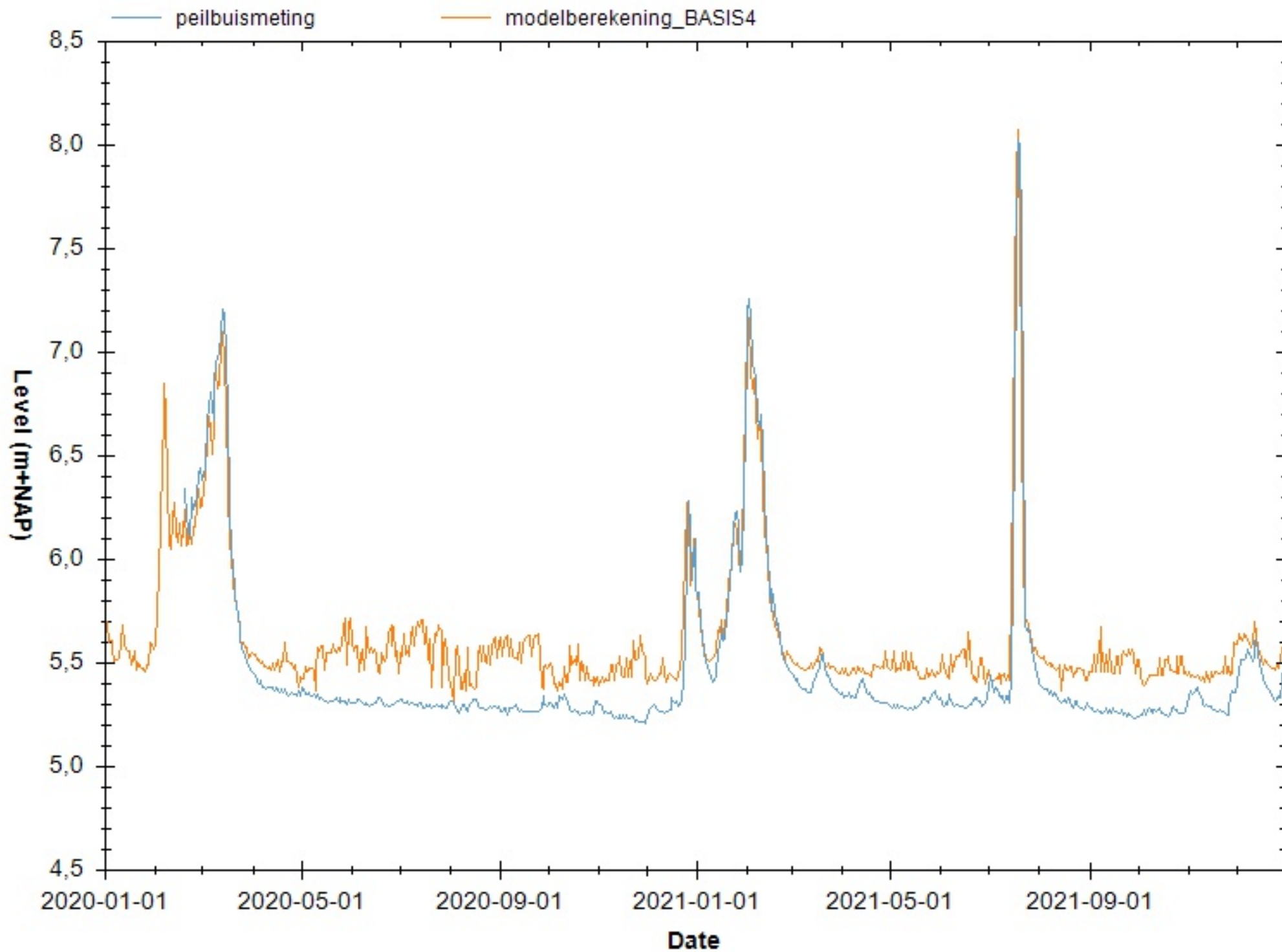
tijdreeks_FEWS\KERI317_2_G_1



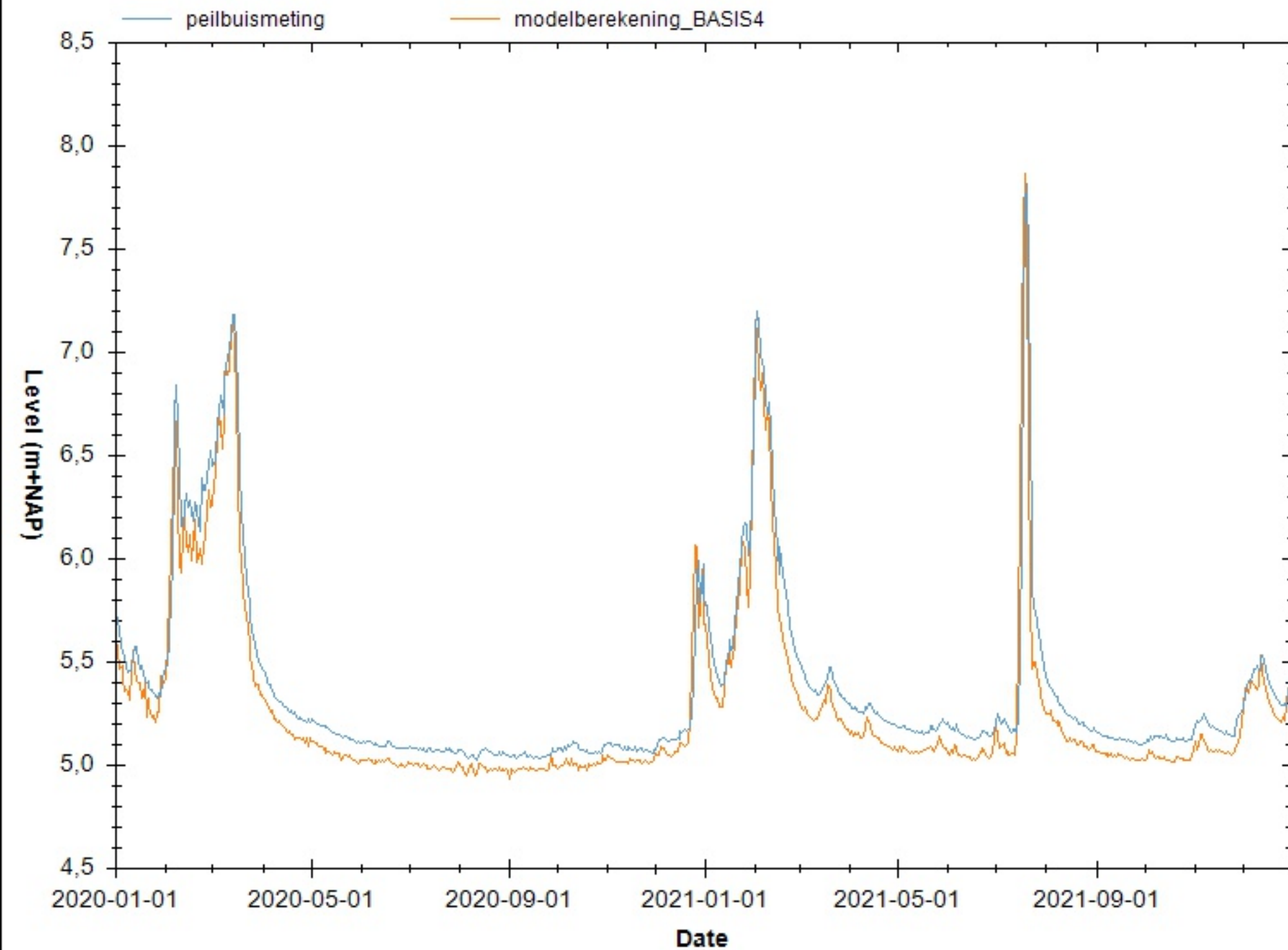
tijdreeks_FEWS\KERI317_3_G_1



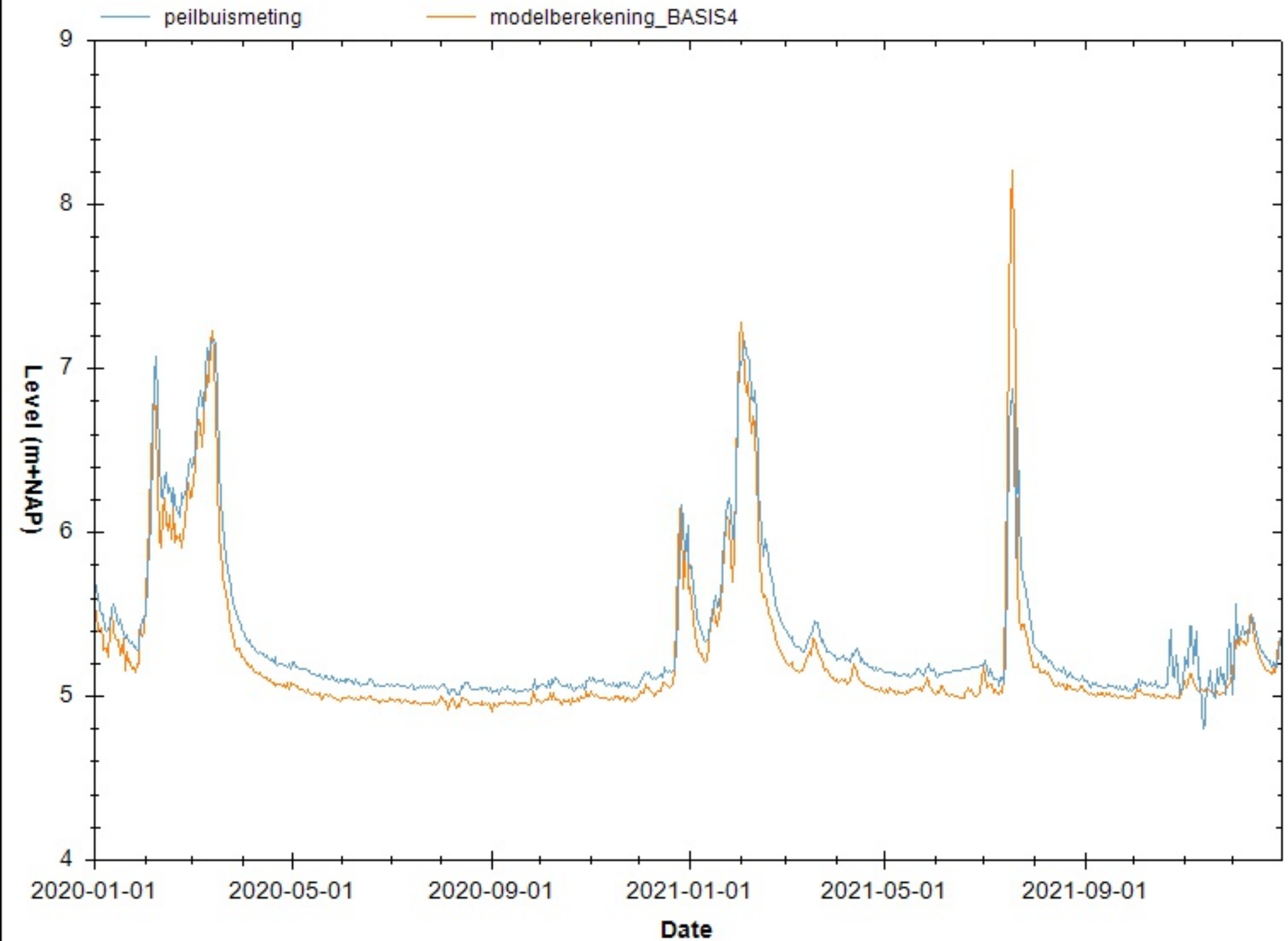
tijdreeks_FEWS\KERI333_1_G_1



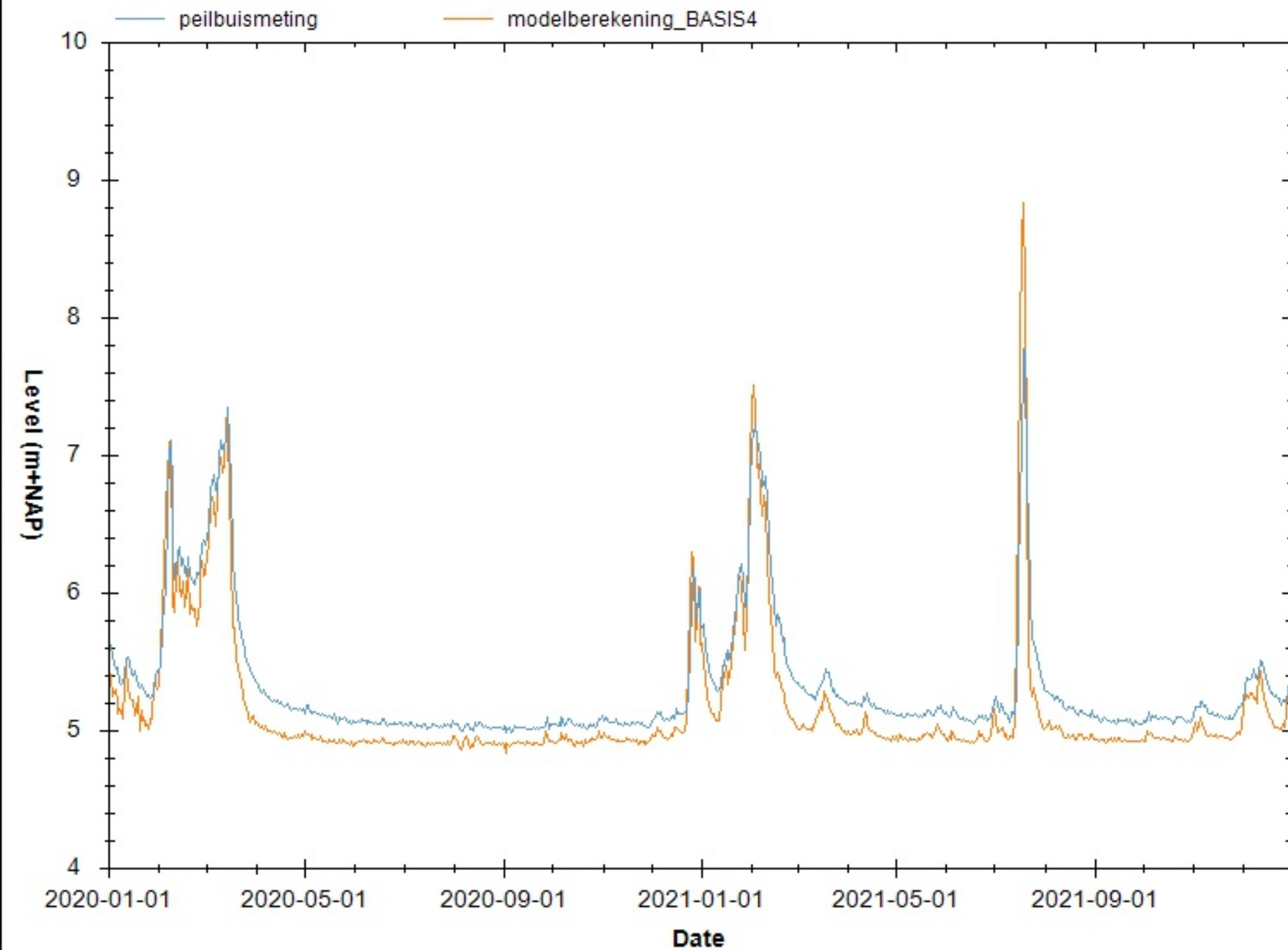
tijdreeks_FEWS\KERI346_1_G_1



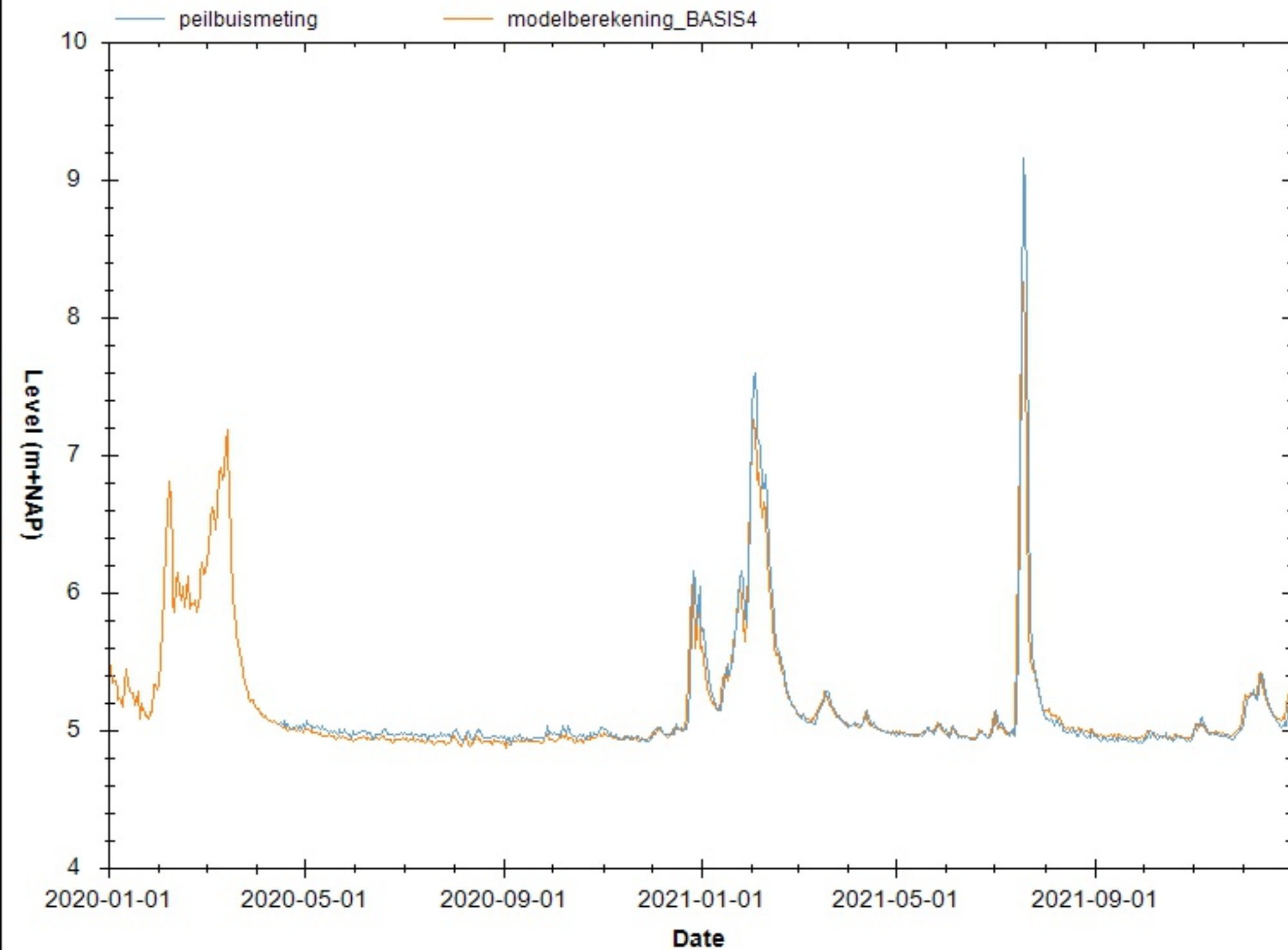
tijdreeks_FEWS\KERI346_2_G_1



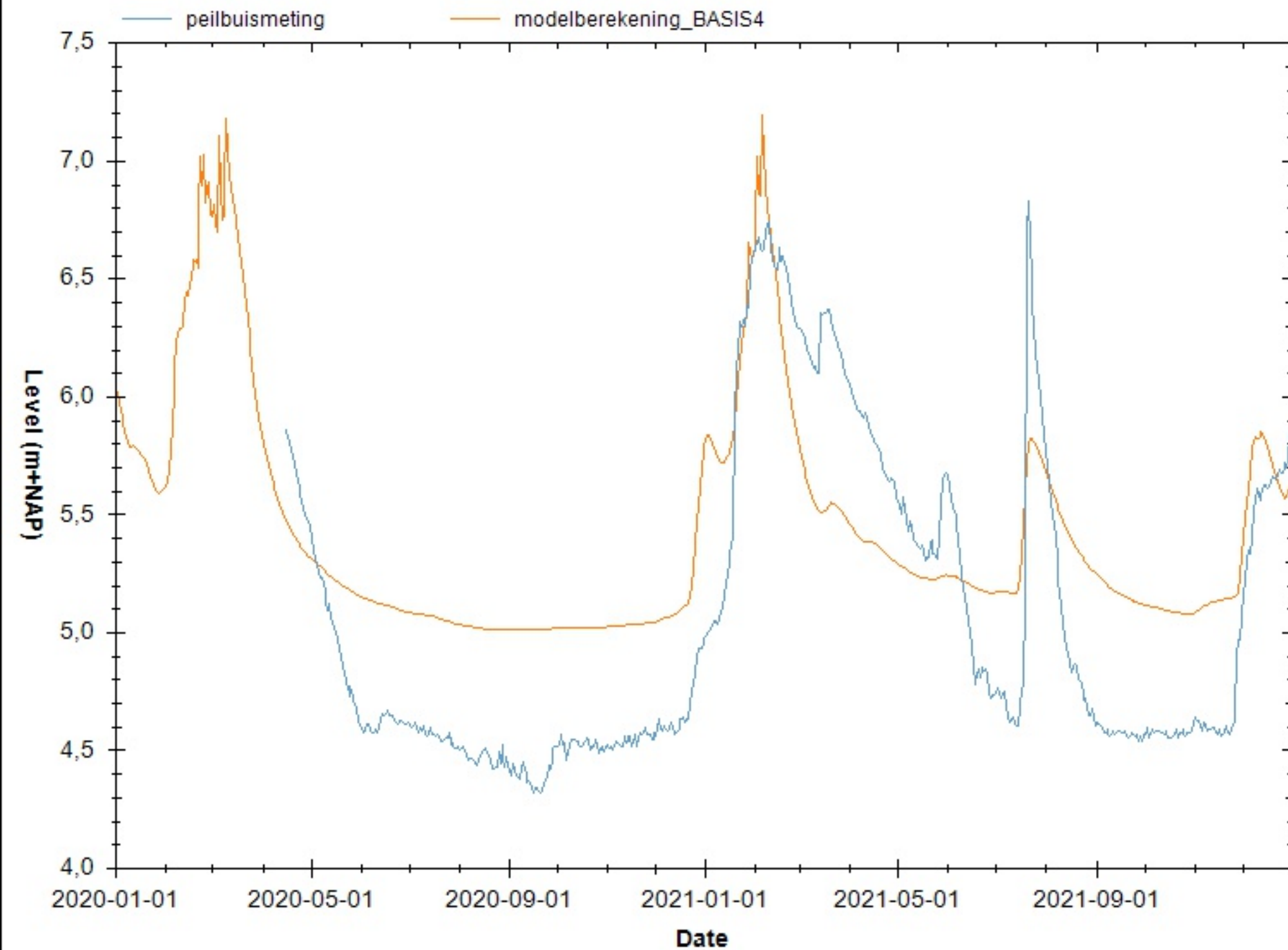
tijdreeks_FEWS\KERI346_3_G_1



tijdreeks_FEWS\KERI362_1_G_1



tijdreeks_FEWS\KERI362_3_G_1



tijdreeks_FEWS\KERI362_A_G_1

