



KWR 2016.046 | Juni 2016

Analyse grondwaterstanden Onlanden

Analyse grondwaterstanden Onlanden

KWR 2016.046 | Juni 2016

Opdrachtnummer

401287

Projectmanager

Edu Dorland

Opdrachtgever

Waterschap Noorderzijlvest

Kwaliteitsborger

Willem Jan Zaadnoordijk

Auteur

Inke Leunk

Verzonden aan

Waterschap Noorderzijlvest

Jaar van publicatie
2016

Meer informatie

ir. J.A. Boere

T

E

PO Box 1072
3430 BB Nieuwegein
The Netherlands

T +31 (0)30 60 69 511

F +31 (0)30 60 61 165

E info@kwrwater.nl

I www.kwrwater.nl



KWR | Juni 2016 © KWR

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden veelevoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enig andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Samenvatting

In de periode 2008 – 2012 is het natuur- en waterbergingsgebied Onlanden gerealiseerd. Bij de aanleg zijn verschillende inrichtingsmaatregelen genomen. In januari 2012 heeft een deel van het gebied al gefungeerd als waterbergingsgebied.

Om de effecten van de ingrepen op de grondwaterstand te monitoren hebben waterschap Noorderzijlvest en de provincie Drenthe een monitoringsnetwerk van peilbuizen ingesteld. Daarnaast wordt op verschillende locaties in de omgeving de grondwaterstand door andere partijen gemonitord.

Het doel van dit onderzoek is om met behulp van tijdreeksanalyse het effect van verschillende invloeden op de grondwaterstand vast te stellen. We onderzoeken het effect van de inrichtingsmaatregelen in Onlanden, het effect van oppervlaktewaterstanden en het effect van de inzet van het waterbergingsgebied tijdens de hoogwaterperiode in 2012.

Inrichtingsmaatregelen

Bij de aanleg van het natuur- en waterbergingsgebied Onlanden zijn verschillende inrichtingsmaatregelen genomen, zoals plaggen, verslenken van sloten en verhogen van oppervlaktewaterpeilen.

Methode van onderzoek

Om het effect van de verschillende invloeden op de grondwaterstand te onderzoeken, hebben we gebruik gemaakt van tijdreeksanalyse. Dit is een methode waarbij het stijgen en dalen van de grondwaterstand verklaard wordt met neerslag, verdamping en de overige invloeden, zoals inrichtingsmaatregelen en oppervlaktewater. Zo kunnen we de effecten van de inrichtingsmaatregelen scheiden van de natuurlijke fluctuatie, die door neerslag en verdamping wordt veroorzaakt. We hebben gebruik gemaakt van peilbuizen van waterschap Noorderzijlvest en provincie Drenthe, aangevuld met peilbuizen uit DINO, waarvan de eigenaar niet bekend is.

Effect inrichtingsmaatregelen op de grondwaterstand

Op 33 locaties is de grondwaterstand veranderd als gevolg van de inrichting van het waterbergingsgebied. Op 30 locaties is een stijging en op 3 locaties een daling gevonden. Op 9 locaties (waarvan 4 in het waterbergingsgebied) zien we een verandering van de grondwaterstand die niet door de inrichtingsmaatregelen verklaard kan worden.

De gemeten grondwaterstanden blijken representatief te zijn voor relatief kleine gebiedjes. De gevonden verandering van de grondwaterstand is vaak zeer lokaal. Zo zijn er dicht bij elkaar gelegen peilbuizen, waar bij de ene wel een verandering wordt gevonden en bij de andere niet. Verder is op slechts één locatie buiten het waterbergingsgebied invloed gevonden van de inrichtingsmaatregelen.

Bij de overige buizen in en rond het waterbergingsgebied Onlanden is geen invloed van de ingrepen gevonden. Bij het merendeel van deze buizen kan het verloop van de grondwaterstand gemodelleerd worden met alleen neerslag en verdamping (met een lineair of niet-lineair model). Op 23 locaties blijkt het niet mogelijk te zijn om een betrouwbaar model te maken.

De invloed van het oppervlaktewater op de grondwaterstand blijkt in veel gevallen niet te modelleren. Waarschijnlijk komt dit doordat het verloop van de oppervlaktewaterstand sterk lijkt op het neerslagpatroon. Het verloop van de grondwaterstand kan vaak net zo goed gemodelleerd worden met als zonder oppervlaktewater als verklarende invloed. Slechts bij 9 reeksen vinden we een duidelijk effect van het oppervlaktewater. Bij 36 reeksen is mogelijk sprake van invloed van het oppervlaktewater, maar dit is onzeker.

Als gevolg van inundatie in januari 2012 zien we dat de grondwaterstand op een aantal locaties tot boven maaiveld stijgt. Ook hier zien we dat het effect lokaal is, lang niet overal in het waterbergingsgebied is het mogelijk om het effect van de hoogwaterperiode op de grondwaterstand te modelleren.

Advies verdere monitoring

Op 5 locaties zijn de reeksen nu nog te kort voor een goede tijdreekanalyse. We verwachten dat daar met een langere meetreeks wel een goed model mogelijk is. We bevelen aan om deze meetreeksen langer te blijven meten, zodat ook op deze locaties een uitspraak gedaan kan worden over het lokale effect van de ingrepen.

Het meetnet en deze analyse hebben inzicht verschaft in de effecten van de inrichting van het waterbergingsgebied. Het meetnet heeft daarmee zijn doel gediend. Het is niet nodig de metingen voort te zetten voor het bepalen van de effecten van de inrichting van het waterbergingsgebied te monitoren, behalve de 5 eerder genoemde meetpunten. Het kan wel zinvol zijn om meetpunten te handhaven voor monitoren van andere ingrepen.

Inhoud

1	Inleiding	6
1.1	Aanleiding	6
1.2	Doel	6
1.3	Globale aanpak en leeswijzer	6
2	Beschrijving gebied	7
2.1	Ligging gebied	7
2.2	Inrichtingsmaatregelen	8
3	Gebruikte gegevens	28
3.1	Grondwaterstandsgegevens	28
3.2	Invloedsvariabelen	29
4	Methode	34
4.1	Beoordeling tijdreeksmodellen	34
4.2	Neerslag en verdamping als verklarende reeksen	34
4.3	Invoed van inrichtingsmaatregelen	36
4.4	Invloed van oppervlaktewater	41
4.5	Invloed van hoogwaterperiode	41
4.6	Invloed van onttrekking Nietap	41
5	Resultaten	43
5.1	Effect van ingrepen	43
5.2	Gemodelleerd effect oppervlaktewater	48
5.3	Gemodelleerd effect hoogwater	51
5.4	Verandering van grondwaterstand, niet verklaard door inrichtingsmaatregelen	54
5.5	Effecten winning Nietap	56
5.6	Grondwaterstand verklaard uit neerslag en verdamping	57
5.7	Meetreeksen die niet betrouwbaar gemodelleerd kunnen worden	58
6	Simulatie effect verandering oppervlaktewaterstanden	61
6.1	Keuze te simuleren meetreeksen	61
6.2	Creëren simulatiereeksen	61
6.3	Resultaten simulatie	63
7	Conclusies en aanbevelingen	65
7.1	Conclusies	65
7.2	Aanbevelingen voor monitoring	66
	Bijlage I Controle meetpunten Noorderzijlvest	69
	Bijlage II Tijdreeksen oppervlaktewatermetingen	71

Bijlage III Beoordeling van tijdreeksmodellen	82
Bijlage IV Effect ingreep	88
Bijlage V Effecten buiten Onlanden	106
Bijlage VI Invloed oppervlaktewater	110
Bijlage VII Geconstrueerde reeksen oppervlaktewater	116
Bijlage VIII Oppervlaktewater gemeten door Arcadis	118
Bijlage IX Advies geschiktheid monitoring nieuwe meetdoelen	122

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

In 2012 is de aanleg van het natuur- en waterbergingsgebied Onlanden gerealiseerd. Bij de aanleg zijn verschillende inrichtingsmaatregelen genomen, zoals plaggen, verslenken van sloten en verhogen van oppervlaktewaterpeilen. In januari 2012 heeft een deel van het gebied al gefungeerd als waterbergingsgebied.

Om de effecten van de ingrepen op de grondwaterstand te monitoren hebben waterschap Noorderzijlvest en de provincie Drenthe een monitoringsnetwerk van peilbuizen ingesteld. Daarnaast wordt op verschillende locaties in de omgeving de grondwaterstand door andere partijen gemonitord.

1.2 Doel

Het doel van dit onderzoek is om met behulp van tijdreeksanalyse het effect van verschillende invloeden op de grondwaterstand vast te stellen. We onderzoeken het effect van de inrichtingsmaatregelen in Onlanden, het effect van oppervlaktewaterstanden en het effect van de inzet van het waterbergingsgebied tijdens de hoogwaterperiode in 2012.

1.3 Globale aanpak en leeswijzer

In hoofdstuk 2 is vastgelegd welke ingrepen zijn uitgevoerd voor het inrichten van het waterbergingsgebied Onlanden en wanneer. In hoofdstuk 3 zijn de gegevens beschreven die in het onderzoek zijn gebruikt. De analyse van de grondwaterstanden wordt gedaan met tijdreeksanalyse. In hoofdstuk 4 is een toelichting gegeven op de methode en in hoofdstuk 5 worden de uitkomsten van de tijdreeksanalyse beschreven. Voor enkele meetreeksen is middels een simulatie gemodelleerd wat het effect is van een structurele verandering van het oppervlaktewater op de grondwaterstand. Dit is beschreven in hoofdstuk 6. De conclusies en aanbevelingen staan in hoofdstuk 7.

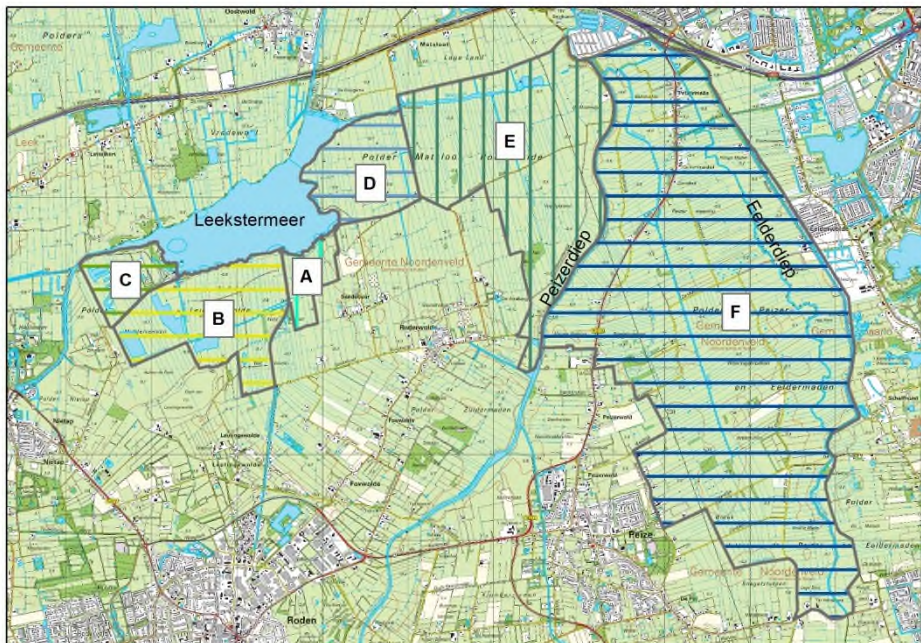
2 Beschrijving gebied

2.1 Ligging gebied

Het gebied Onlanden ligt ten zuidwesten van de stad Groningen, ten oosten van het dorp Leek en ten noorden van de dorpen Roden en Peize. Het gebied ligt in de provincie Drenthe. In 2008 is gestart met de aanleg van de natuur- en waterbergingsgebied de Onlanden in het kader van de herinrichting Peize en Roden-Norg. De herinrichting heeft plaatsgevonden in het Leekstermeergebied, gebied A t/m E, rond het Leekstermeer en tussen het Leekstermeer en het Peizerdiep. Verder zijn inrichtingsmaatregelen genomen in Peizer en Eelder Maden (gebied F), tussen het Peizerdiep en Eelderdiep.

Het natuur- en waterbergingsgebied de Onlanden is aangelegd met als doel het tijdelijk bergen van water bij hoge afvoer vanuit het Peizerdiep en het Eelderdiep. Hiermee moet worden voorkomen dat benedenstrooms problemen ontstaan. De inrichtingsmaatregelen zijn er op gericht om water vanuit het Peizerdiep en het Eelderdiep het bergingsgebied in te krijgen. Daarnaast zijn er maatregelen genomen om de bergingscapaciteit van het gebied te vergroten. In de waterbergingsgebieden zijn de peilen verhoogd ten opzichte van de oorspronkelijke polderpeilen.

Het Leekstermeergebied - de gebieden A t/m D en gebied E ten westen van het Peizerdiep - wordt beheerd door Staatsbosbeheer. Natuurmonumenten beheert gebieden F en gebied E. Waterschap Noorderzijlvest beheert en onderhoud de slenken, het Peizerdiep en het Eelderdiep.



FIGUUR 2-1 LIGGING NATUUR- EN WATERBERGINGSGEBIED ONLANDEN

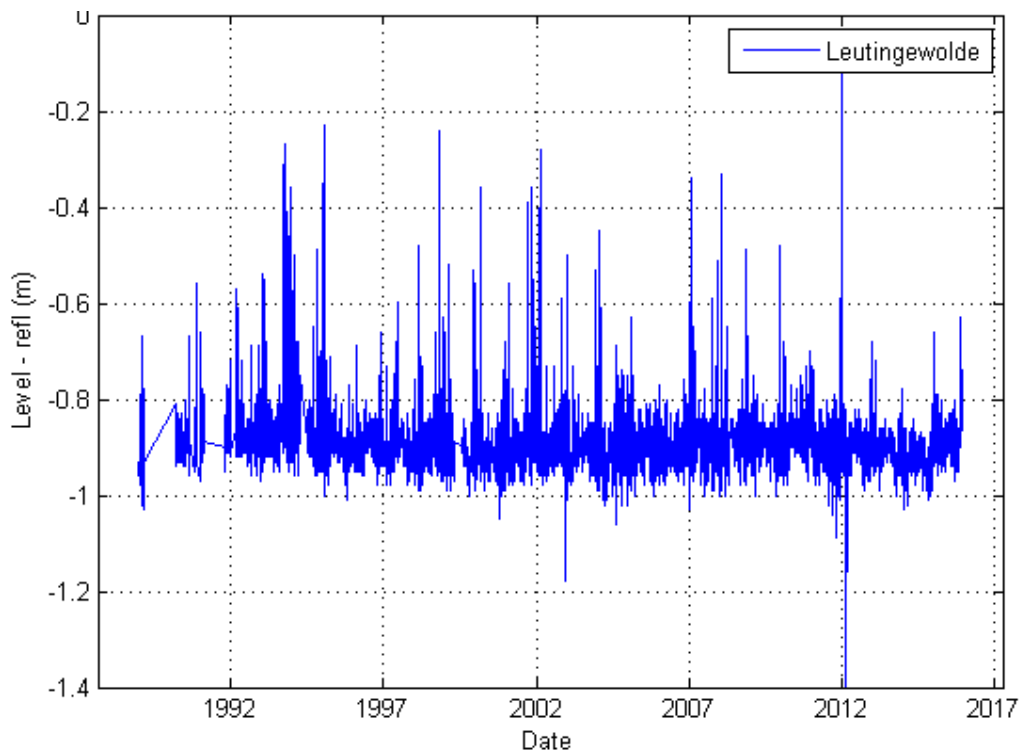
2.2 Inrichtingsmaatregelen

In de verschillende deelgebieden zijn in de periode 2008 – 2011 inrichtingsmaatregelen uitgevoerd. In de volgende paragrafen worden de maatregelen per gebied beschreven.



2.2.1 Het Leekstermeer

Het peil van het Leekstermeer wordt onder andere gemeten bij het meetpunt Leutingewolde. Het streefpeil van het Leekstermeer is -0.93 m NAP (zomer- en winterpeil). Uit de metingen blijkt dat vanaf half december 2014 het peil gemiddeld -0.88 m NAP is. Er wordt bij dit meetpunt rekening gehouden met een onnauwkeurigheid van 2 cm. Voor de herinrichting steeg het waterpeil in periodes met veel neerslag jaarlijks tot NAP -0.20 m. Na de herinrichting van het gebied is het de bedoeling dat het maximale peil van de boezem met ongeveer 20 cm wordt verlaagd tot een waterstand van NAP -0.40 m.



FIGUUR 2-2: PEIL LEEKSTERMEER; MEETPUNT LEUTINGEWOLDE

2.2.2 Sandebuurt (gebied A)

Ten zuiden van het Leekstermeer ligt de polder Sandebuurt. Na de herinrichting staat de polder in open verbinding met het Leekstermeer. Van augustus 2008 tot maart 2009 is in het oostelijk deel van Sandebuurt circa 20 cm afgeplagd, zijn sloten verslenkt en kades aangelegd.

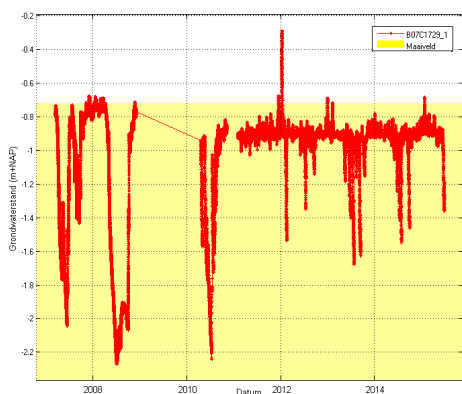


FIGUUR 2-3: GEBIED A (SANDEBUURT) MET LIGGING PEILBUIZEN

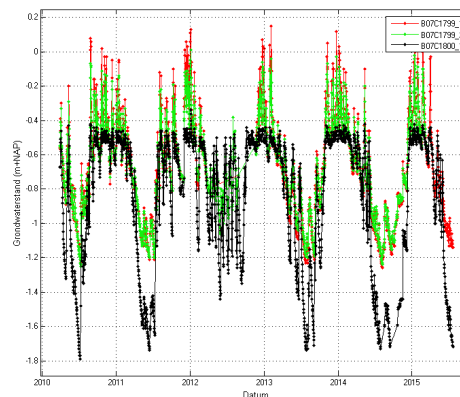
Er liggen vier peilbuizen (B07C1729, B07C1799, B07C1800 en B07C1804) binnen het gebied Sandebuurt, maar alleen bij B07C1729 is gestart met meten voor de ingrepen. In 2007 en 2008 kwam de grondwaterstand in de winter aan maaiveld en zakte in de zomer uit tot circa 1.5 m beneden maaiveld. Vanaf september 2010 lijkt de grondwaterstand mee te bewegen met het boezempeil.

Bij de andere peilbuizen in het gebied lijkt het verloop van de grondwaterstand ook na de ingrepen vooral gestuurd te worden door neerslag en verdamping. Er is wel een duidelijk verschil in absolute hoogte tussen de peilbuizen; in het noordoosten (B07C1799 en B07C1800) ligt de grondwaterstand in de winter rond -0.4 m NAP, en in het zuidwesten (B07C1804) rond -1.2 m NAP).

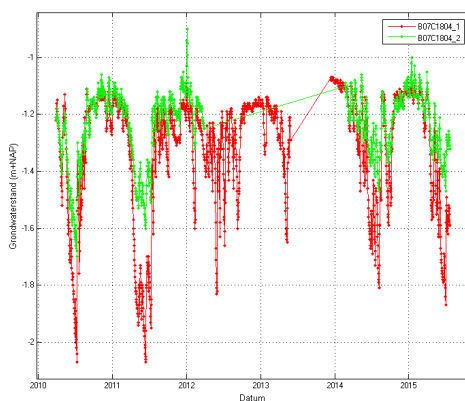
Het is niet duidelijk waarom de grondwaterstand op de ene locatie wel veranderd en op de andere locatie niet. De boorbeschrijvingen geven geen verklaring voor het verschil in reactie. Bij B07C1729 is het filter volgens de beschrijving in een leemlaag afgesteld, toch lijkt hier de ondiepe grondwaterstand gemeten te worden. Bij B07C1799 is het ondiepe filter boven een leemlaag afgesteld, maar dat zien we niet terug in het verloop van de grondwaterstand. Ook uit de ingrepen is het niet te verklaren; B07C1729, B07C1799, B07C1800 liggen alle drie in een gebied waar is geplagd en waar sloten zijn verslenkt.



B07C1729



B07C1799 (filter 1 en 2) en B07C1800



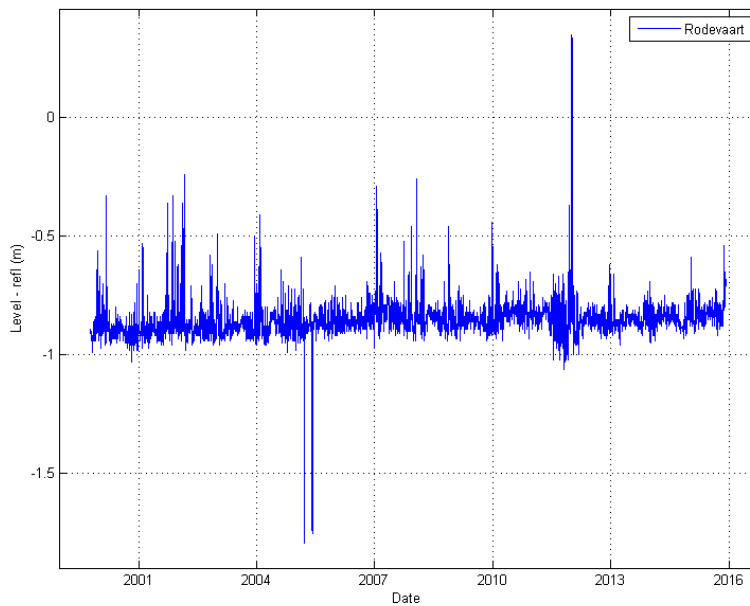
B07C1804 (filter 1 en 2)

FIGUUR 2-4: GEMETEN GRONDWATERSTANDEN GEBIED A (SANDEBUUR)

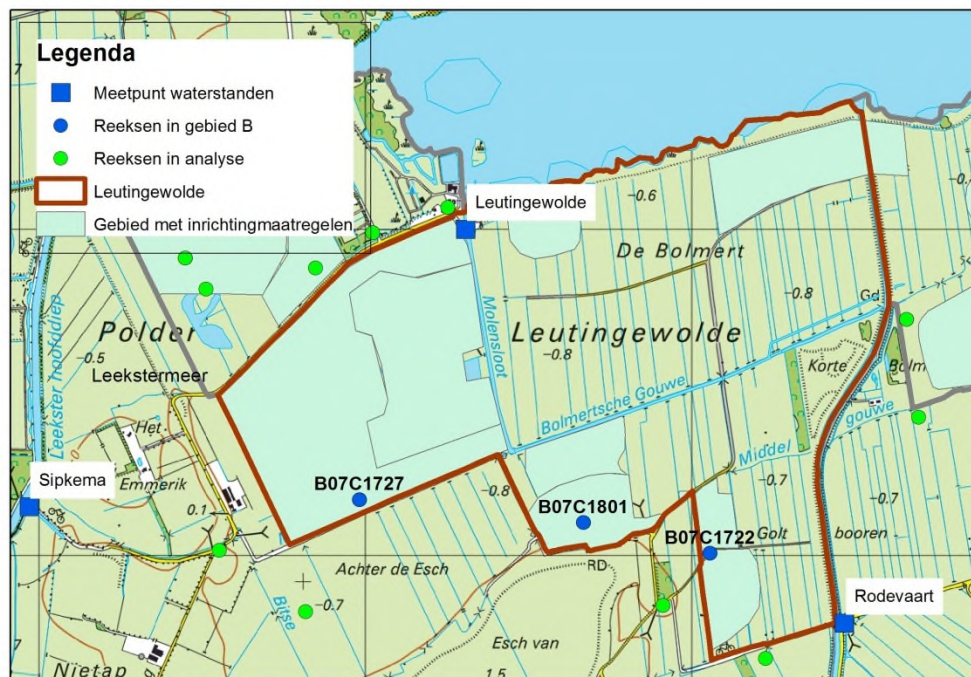
2.2.3 Leutingewolde (gebied B)

De werkzaamheden in Leutingewolde zijn gestart in november 2008 en waren gereed in oktober 2010. Werkzaamheden bestonden uit plaggen (gem ca. 20 cm), kaden aanleggen en incidenteel verslenken van watergangen. Oorspronkelijk werden de watergangen in het gebied bemalen door gemaal Leutingewolde. Vanaf november 2009 staat het gebied in open verbinding met het Leekstermeer en heeft een waterpeil van -0.93 m NAP.

Ten oosten van het gebied loopt de Rodevaart. Het peil liep in de jaren nul (2000 – 2011) langzaam op van -0.9 naar -0.82 m NAP. In 2011 en 2012 schommelt het peil sterk. Daarna is het peil in eerste instantie circa -0.86 , maar loopt dan iets op en in 2015 is het peil gemiddeld -0.81 m NAP.



FIGUUR 2-5: OPPERVLAKTEWATERPEIL RODEVAART

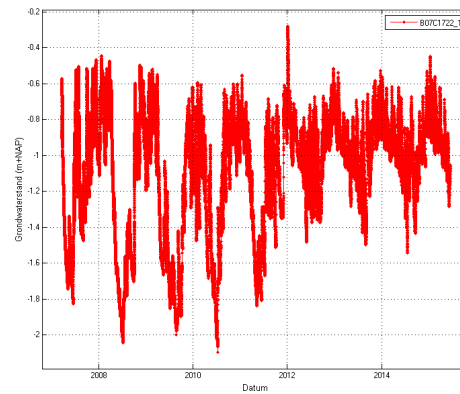
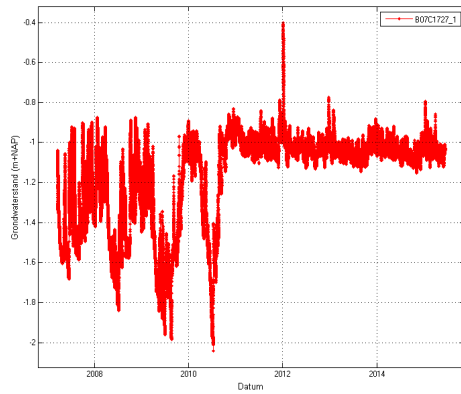


FIGUUR 2-6: GEBIED B (LEUTINGEWOLDE) MET LIGGING PEILBUIZEN EN OPPERVLAKTEWATERMEETPUNT RODEVAART

De drie peilbuizen in het gebied Leutingewolde liggen alle drie in een gebied waar is afgegraven of afgeplagd. Toch zien we verschillende reacties in het verloop van de grondwaterstand. Bij B07C1727 is duidelijk te zien dat het verloop van de grondwaterstand verandert en onder invloed van het waterpeil van het Leekstermeer komt te staan. Ook bij B07C1722 zien we dat het patroon verandert: met name in de zomer zakt de

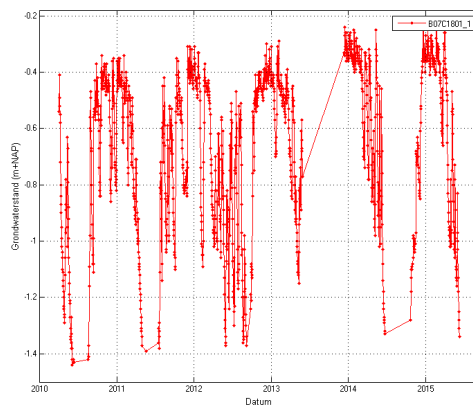
grondwaterstand minder ver uit, maar het effect is veel minder dan bij B07C1727. Bij B07C1801 blijft de grondwaterstand voornamelijk door neerslag en verdamping gestuurd.

In de boorbeschrijving van B07C1801 is onderin het boorgat klei aangetroffen. Bij B07C1727 en B07C1722 is in de boring alleen zand aangetroffen.



B07C1727

B07C1722

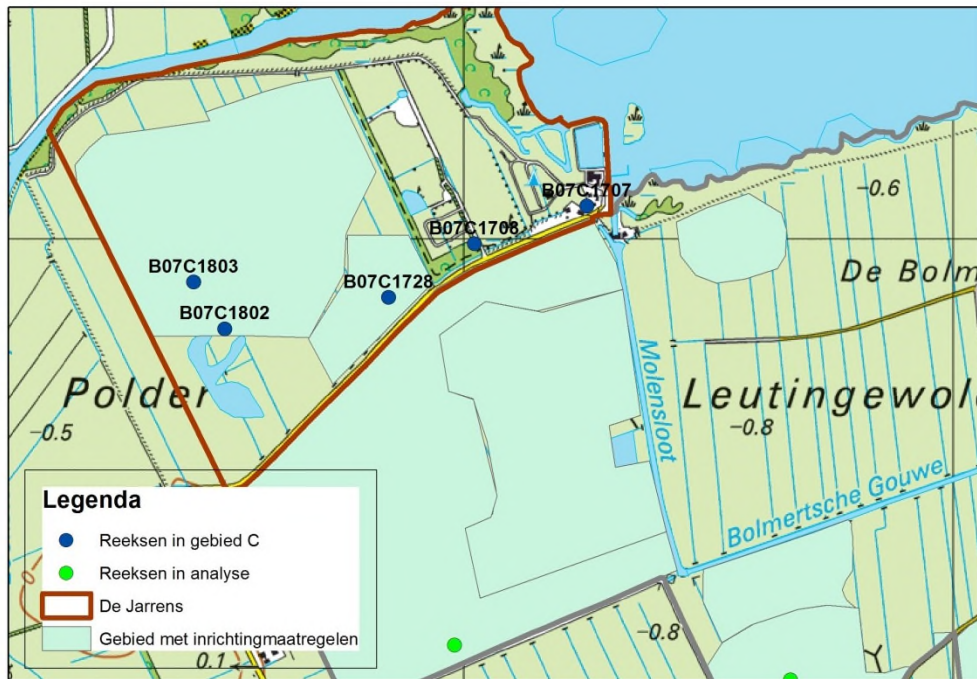


B07C1801

FIGUUR 2-7 GEMETEN GRONDWATERSTANDEN GEBIED B (LEUTINGEWOLDE)

2.2.4 De Jarrens (gebied C)

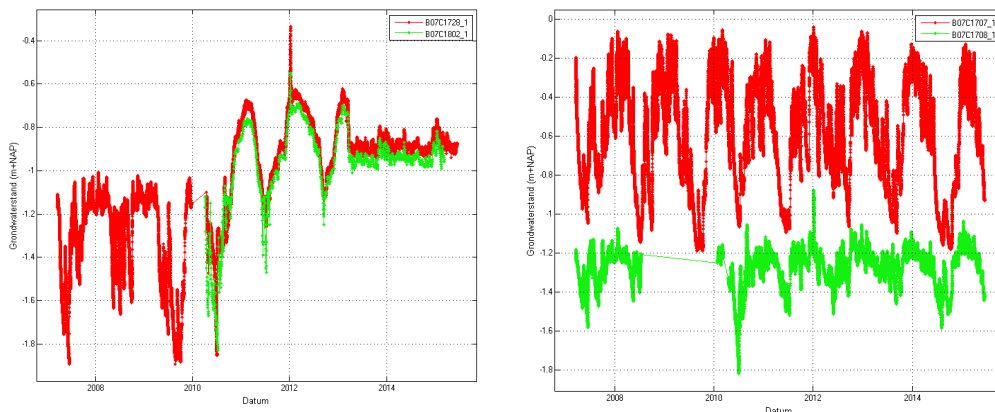
In De Jarrens is in de 1^e helft van 2009 gestart en in april 2010 waren de werkzaamheden gereed. De werkzaamheden bestonden uit plaggen (gemiddeld circa 20cm), verslenken en dempen van sloten en aanleg kaden. Van april 2010 tot de eerste week van januari 2012 is er binnen het gebied alleen water vastgehouden en geen water afgevoerd. Van januari 2012 tot najaar 2012 had het gebied een open verbinding met de boezem ter plaatse van het Leeksterhoofddeep en waren de fluctuaties van de boezem van toepassing voor het gebied. In het najaar van 2012 is een overlaatconstructie aangelegd waarmee de opening naar de boezem is afgesloten, dit heeft tot voorjaar 2013 geduurd. In maart 2013 is een onderleider in gebruik genomen en is het gebied weer onder invloed van het boezempeil van -0.93 m NAP komen staan.



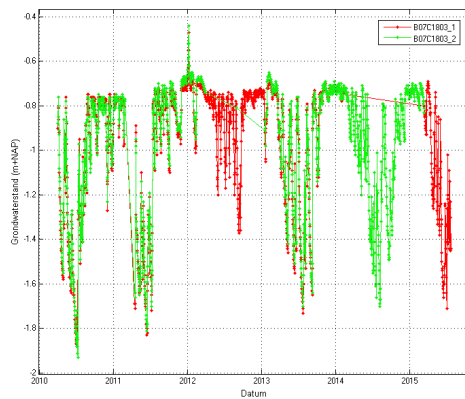
FIGUUR 2-8: GEBIED C (DE JARRENS) MET LIGGING PEILBUIZEN

Bij B07C1728 en B07C1802 hebben de ingrepen een heel duidelijke invloed op het verloop van de grondwaterstand gehad. Op circa 110 meter afstand van B07C1802 ligt B07C1803, met een peilfilter op vergelijkbare diepte. Toch is het verloop van de grondwaterstand bij B07C1803 compleet anders, in de zomer zakt de grondwaterstand nog steeds uit, net als voor de ingrepen. Het maaiveld van B07C1802 ligt 29 cm lager dan van B07C1803. B07C1802 staat in het water terwijl B07C1803 op het droge staat. Het verloop van de grondwaterstand bij B07C1803 in 2013 (zie Figuur 2-9) is heel afwijkend: de grondwaterstand zakt weg, maar stijgt periodiek naar maaiveld. Hiervoor is geen verklaring.

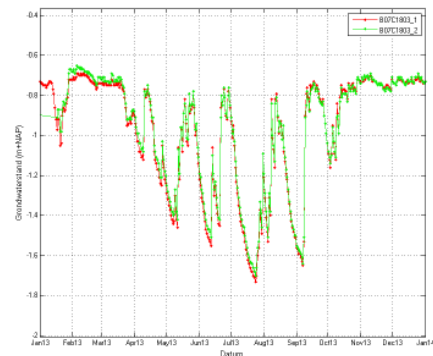
Bij B07C1707 en B07C1708 blijft het verloop van de grondwaterstand ongeveer gelijk; ter plaatse van deze twee peilbuizen zijn ook geen ingrepen gedaan. Bij het recreatiebedrijf Cnossen is een nieuw gemaal geplaatst die de camping en de gebouwen bemaald. B07C1707 ligt op het vakantiepark en B07C1708 ligt er buiten. Dit is waarschijnlijk de reden dat het peil bij B07C1708 bijna een meter lager is dan bij B07C1707.



B07C1728 en B07C1802



B07C1707 en B07C1708



B07C1803

B07C1803 (ingezoomd op 2013)

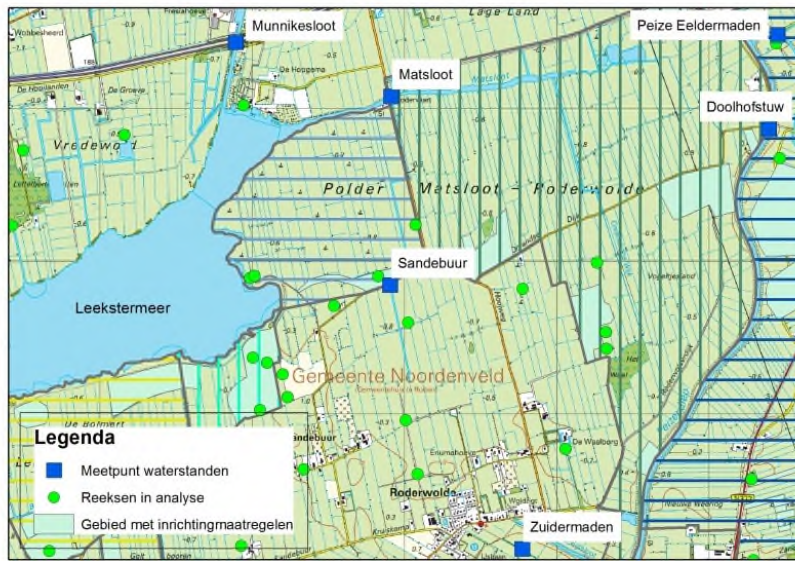
FIGUUR 2-9: GEMETEN GRONDWATERSTANDEN GEBIED C (DE JARRENS)

2.2.5 Polder Matsloot – Roderwolde (gebied D + E)

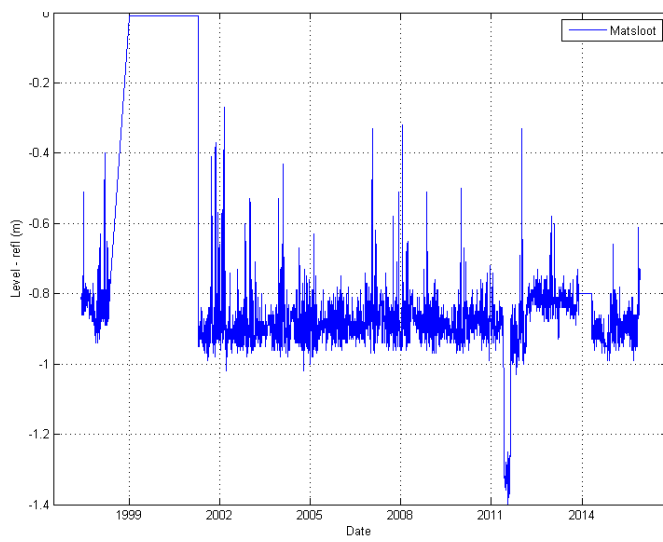
Ten oosten van het Leekstermeer, tussen het Leekstermeer en het Peizerdiep ligt de polder Matsloot – Roderwolde. Het westelijke deel (gebied D) is ingericht in de periode oktober 2009 tot najaar 2010. De werkzaamheden in het oostelijk deel (gebied E) vonden plaats van oktober 2009 tot najaar 2011.

De werkzaamheden bestonden uit slenken graven, plaggen en kaden aanleggen. Tussen het Peizerdiep en het Leekstermeer zijn slenken gegraven. Hiermee wordt water van het Peizerdiep naar het Leekstermeergebeid geleid. Dit geeft een betere verdeling van het water bij het knelpunt Koningsdiep. Daarnaast zorgt het beekwater van het Peizerdiep voor een verbetering van de waterkwaliteit in het Matslootgebied. Het waterpeil in het gebied is ingesteld op -0.83 m NAP, vanaf de ingebruikname van de stuw in het Peizerdiep in maart 2014.

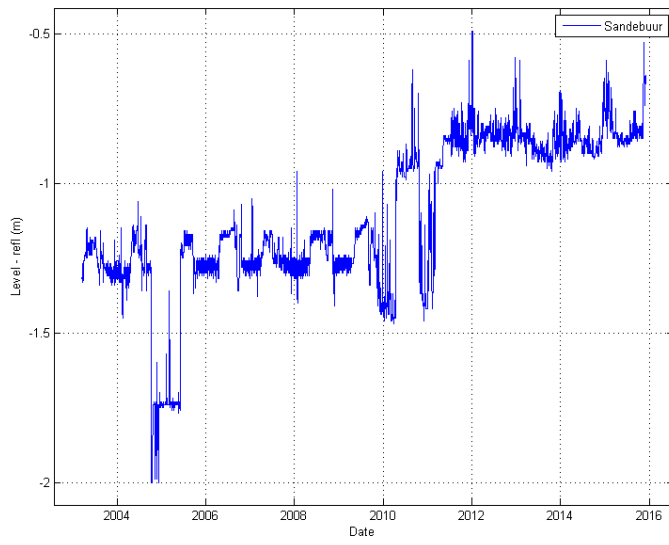
In polder Matsloot (gebied D en E) wordt op twee locaties het oppervlaktewater gemeten. Bij het meetpunt in de Matsloot is de waterstand in de periode 2002 – 2011 gemiddeld -0.89 m NAP. In de zomer van 2011 is het peil tijdelijk verlaagd naar circa -1.32 m NAP. Van maart 2012 tot eind 2013 is het waterpeil gemiddeld -0.81 m NAP. Vanaf 2014 is het gemiddelde waterpeil -0.88 m NAP. Bij de locatie Sandebuurt zien we tot 2011 een duidelijk zomerpeil tussen -1.15 en -1.2 m NAP en een winterpeil tussen -1.25 en -1.3 m NAP. Vanaf mei 2011 is het peil gemiddeld -0.84 m NAP. Ten zuiden van gebied E ligt het meetpunt Zuidermaden. Tot april 2013 was het peil gemiddeld -0.8 m NAP. In de periode april 2013 – oktober 2014 steeg het waterpeil sterk. December 2014 – juli 2014 lag het peil rond -0.65 m NAP en daarna daalde het verder tot -0.83 m NAP.



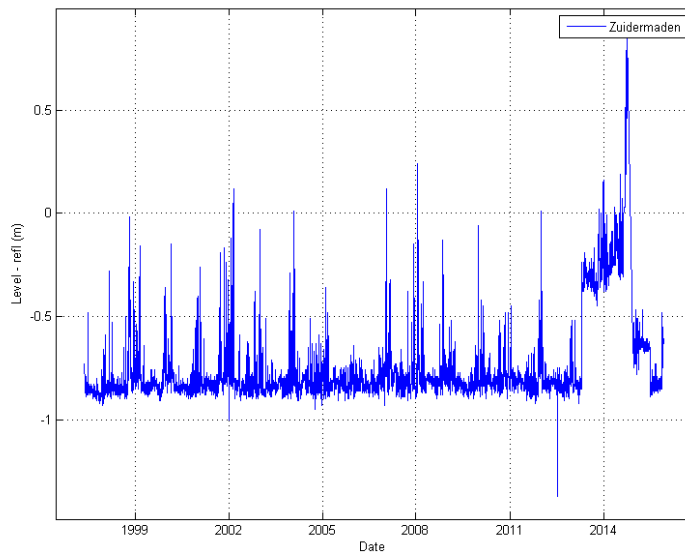
FIGUUR 2-10: LIGGING OPPERVLAKTEWATERMEETPUNTEN IN DE GEBIEDEN D EN E



FIGUUR 2-11: OPPERVLAKTEWATERPEIL MATSLOOT



FIGUUR 2-12: OPPERVLAKTEWATERPEIL SANDEBUUR



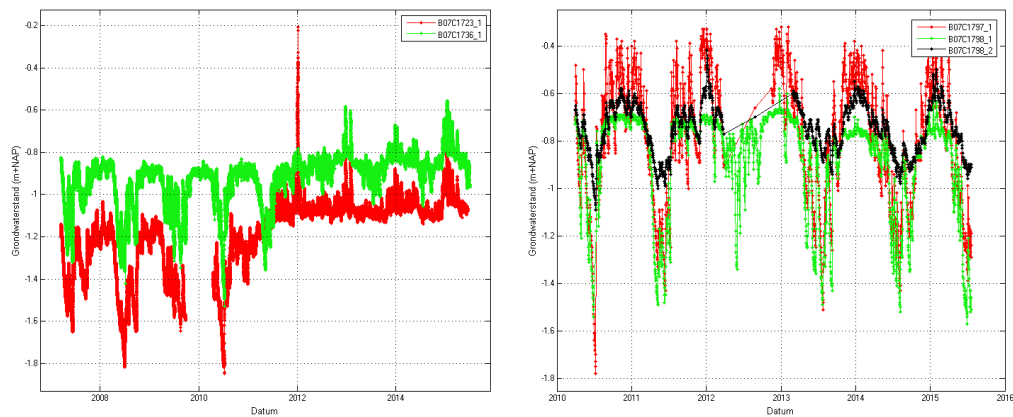
FIGUUR 2-13: OPPERVLAKTEWATERPEIL ZUIDEMADEN



FIGUUR 2-14: GEBIEDEN D EN E (POLDER MATSLOOT - RODERWOLDE) EN LIGGING PEILBUIZEN

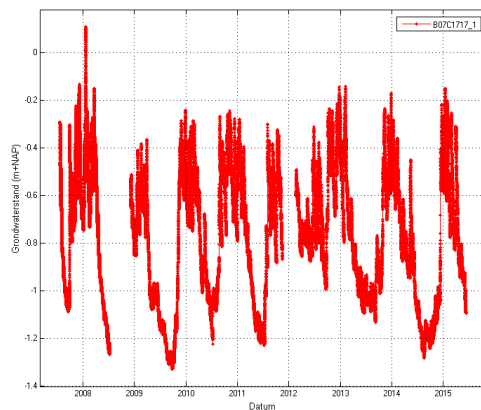
Bij B07C1723 en B07C1736 is duidelijk te zien dat het patroon van de grondwaterstand verandert. B07C1723 ligt in het westelijk deel van de polder Matsloot (gebied D), in een gebied waar sloten zijn gedempt en waar is geplagd. Dit deel is eerder ingericht en hier zien we vanaf 2011 de grondwaterstand stijgen naar een nieuw peil van circa -1.08 m NAP. Bij B07C1736, in het oostelijk deel van de polder Matsloot (gebied E) stijgt de grondwaterstand vanaf eind 2011 naar circa -0.83 m NAP. Bij peilbuis B07C1736 zijn sloten gedempt. Ook B07C1797 en B07C1798 (filter 1 en 2) liggen in een gebied waar sloten zijn gedempt, maar hier verandert de grondwaterstand niet duidelijk na de inrichting van het gebied. Het verloop van de grondwaterstand lijkt ook na de inrichting gestuurd door neerslag en verdamping. Ook bij B07C1717 blijft het verloop van de grondwaterstand gelijk, maar deze peilbuis ligt niet in of nabij een gebied waar maatregelen zijn genomen.

Het is niet duidelijk waarom de grondwaterstand verschillend reageert. Ook de boorbeschrijvingen geven geen verklaring voor het verschil in reactie tussen de verschillende peilbuizen. Bij de drie buizen B07C1723, B07C1797 en B07C1798 (van B07C1736 is geen boorbeschrijving gevonden) zien we een toplaag van 40 tot 50 cm veen en de filters zijn daaronder afgesteld.



B07C1723 en B07C1736

B07C1797 en B07C1798 (filter 1 en 2)

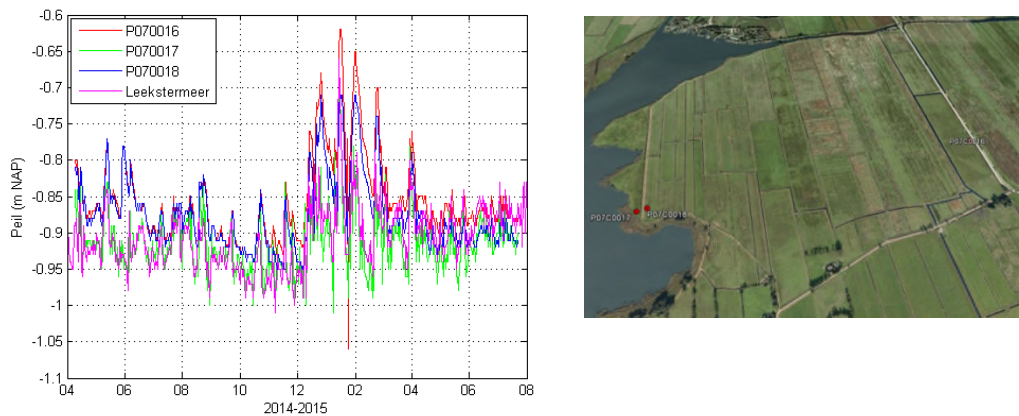


B07C1717

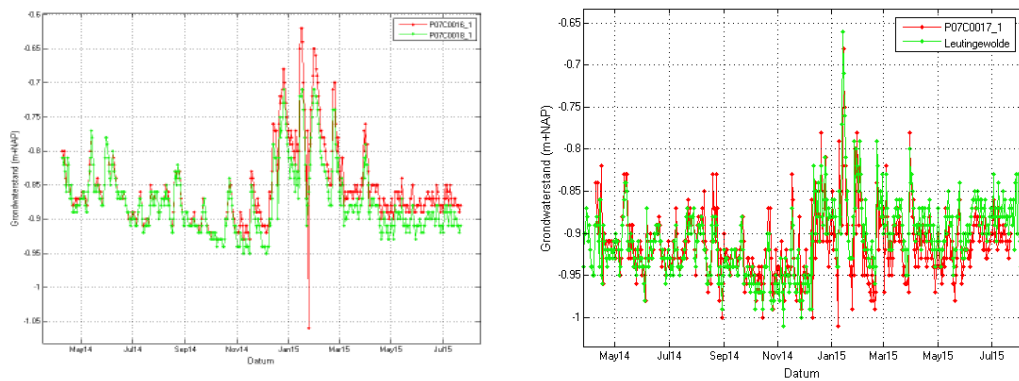
FIGUUR 2-15: GEMETEN GRONDWATERSTANDEN GEBIEDEN D EN E

In het gebied liggen ook drie peilschalen van de provincie Drenthe: P07C0016, P07C0017 en P07C0018. De peilschalen worden pas vanaf april 2014 opgenomen en geven dus geen informatie over veranderingen van de waterpeilen als gevolg van de ingrepen.

P07C0016 en P07C0018 liggen in de nieuw aangelegde slenk. P07C0017 ligt vlak bij het Leekstermeer. De kleine verschillen in het gemeten peil bij P07C0016 en P07C0018 hebben te maken met een afwijking in de logger bij P07C0018. Tot eind 2014 is het peil bij P07C0017 nagenoeg gelijk aan het peil van het Leekstermeer. De kleine verschillen hebben waarschijnlijk (ook) te maken met het verschil in moment van meten (Leekstermeer wordt om 0:00 uur gemeten, terwijl de meting van P07C0017 6 uur later wordt gedaan). Vanaf eind december 2014 – januari 2015 slaat het verschil om van 0 tot 2 cm naar – 2 tot –4 cm. Het is onduidelijk of dit verschil werkelijk optreedt, of dat het gevolg is van een fout in de metingen of de metadata.



P07C0016, P07C0017 en P07C0018 en Leekstermeer
(gemeten bij meetpunt Leutingewolde)



P07C0016 en P07C0018

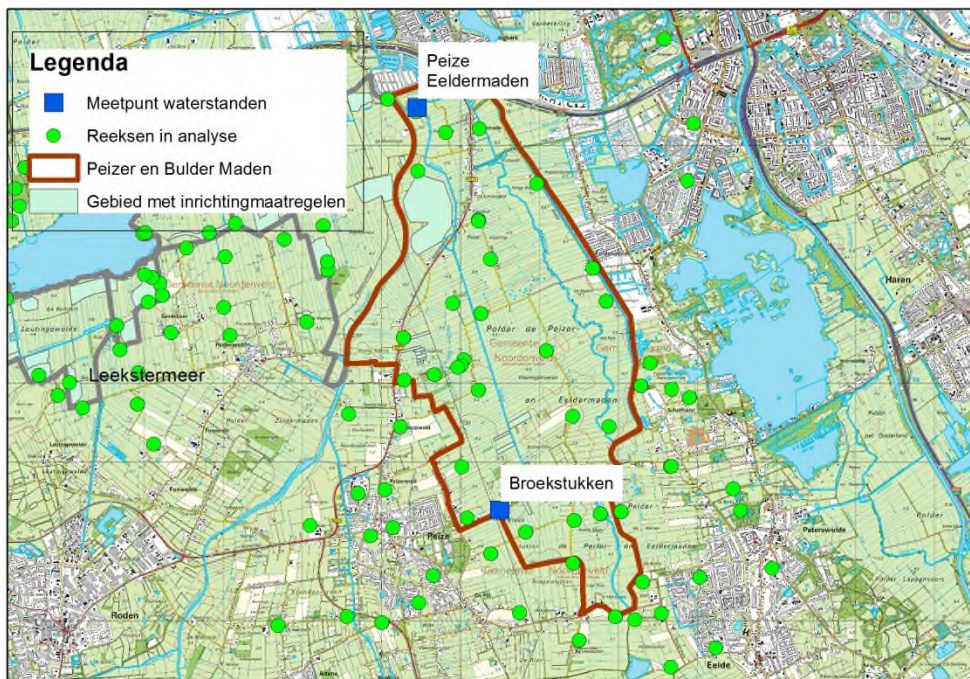
P07C0017 en Leekstermeer

FIGUUR 2-16: METINGEN PEILSCHALEN GEBIED D

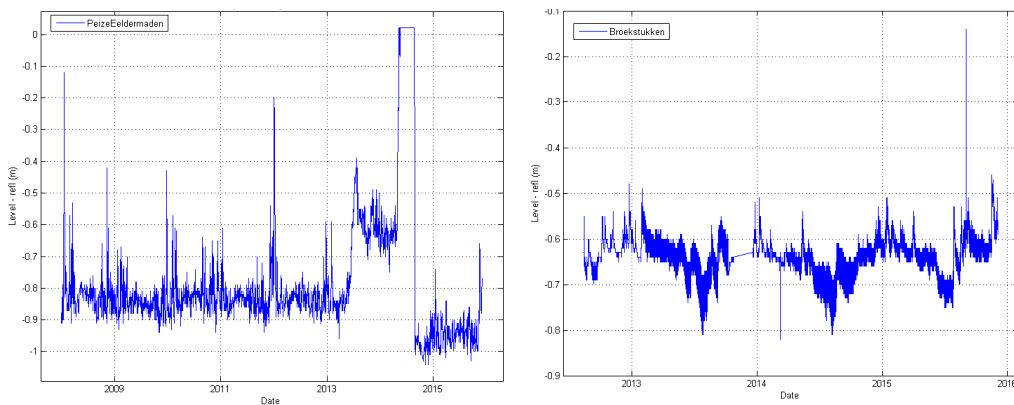
2.2.6 Peizer en Eelder Maden (gebied F)

Peizer en Eelder Maden (gebied F) is opgedeeld in drie bestekken. De uitvoering van de werkzaamheden vond plaats van april 2010 tot najaar 2011. De werkzaamheden bestonden uit: plagen, petgaten graven, kaden maken en stuwen bouwen. Het waterpeil rond het Eelderdiep is $-0,50$ m NAP, in het midden van het gebied is het waterpeil $-0,70$ m NAP en in het westen, langs het Peizerdiep is het $-0,83$ m NAP. In een strook rond de provinciale weg (N372) en rond de aanliggende boerderijen is het waterpeil $-0,95$ m NAP (zomerpeil) en $-1,1$ m NAP (winterpeil). De nieuwe waterpeilen zijn vanaf de eerste week van 2012 (hoogwaterperiode) ingesteld door middel van een noodbemaling welke in 2014 is vervangen door een permanente bemaling.

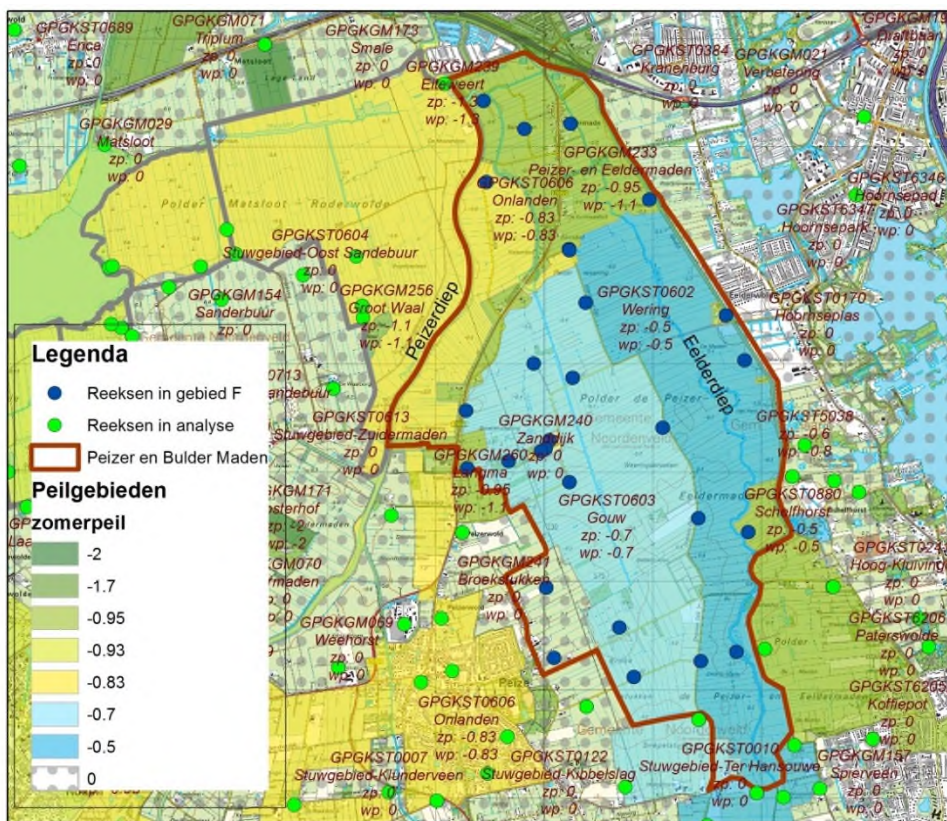
Op twee locaties in gebied F zijn langere meetreeksen van de waterstanden beschikbaar. In het noorden, in de Gouwe, wordt de waterstand gemeten bij het meetpunt Peize Eeldermeden. In het zuiden zijn metingen bij de locatie Broekstukken. Bij Peize Eeldermeden is de waterstand van januari 2008 tot juni 2013 gemiddeld $-0,83$ m NAP, van juli 2013 tot mei 2014 is de waterstand gemiddeld $-0,55$ m NAP. Vanaf september 2014 is de gemiddelde stand $-0,94$ m NAP. Bij het Broekstukken zijn metingen beschikbaar vanaf augustus 2012. De gemiddelde waterstand is hier $-0,65$ m NAP.



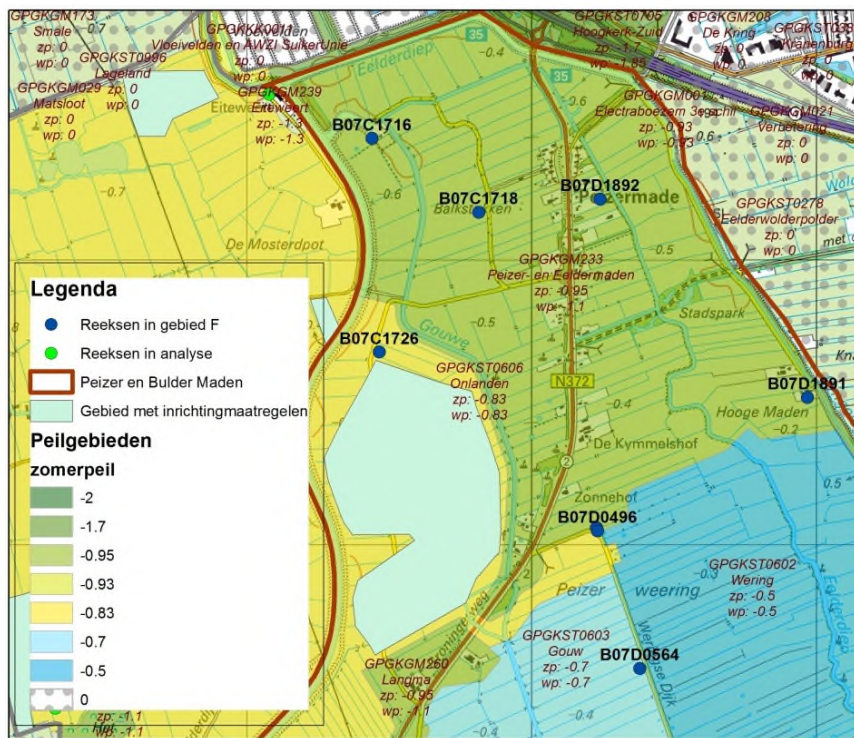
FIGUUR 2-17: GEBIED F (PEIZER EN EELDER MADEN), LIGGING PEILBUIZEN EN LIGGING OPPERVLAKTEWATERMEETPUNTEN



FIGUUR 2-18: OPPERVLAKTEWATERPEIL PEIZE EELDERMADEN EN BROEKSTUKKEN



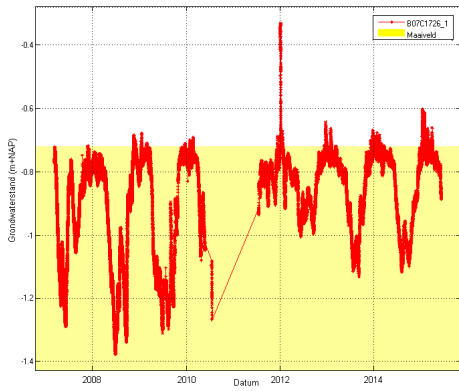
FIGUUR 2-19: ZOMERPEIL GEBIED F



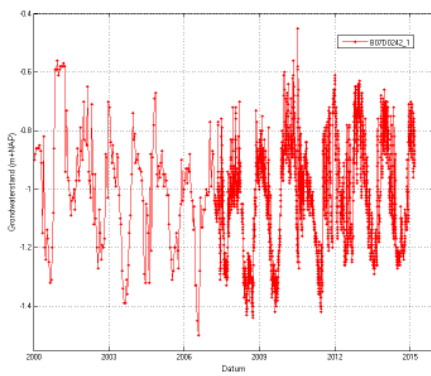
FIGUUR 2-20: DETAIL LIGGING PEILBUIZEN GEBIED F (NOORD)

In het noordelijk deel van het gebied ligt peilbuis B07C1726 in het gebied tussen het Peizerdiep en de N372, met zomer- en winterpeil -0.83 m NAP. Na de ingrepen zakt de grondwaterstand in de zomer wat minder ver uit en in de winter staat het peil wat verder boven maaiveld. In het noordoostelijk deel met zomerpeil -0.95 en winterpeil -1.1 m NAP liggen zes peilbuizen. Bij B07C1716, B07C1718, B07D1891 lijkt het verloop na de ingrepen gelijk te blijven, bij B07D1892 is de grondwaterstand vanaf de zomer van 2011 lager en zakt minder ver uit.

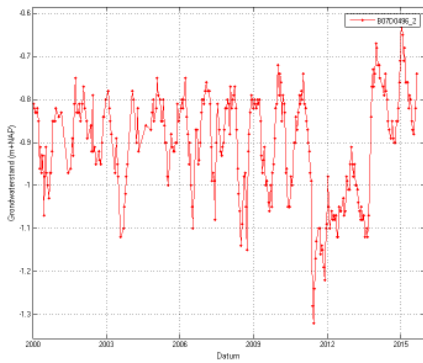
Peilbuis B07B0496 en B07D0242 liggen circa 10 meter uit elkaar, daarom is in de figuur alleen B07B0496 te zien. Bij B07D0242, filter 1 lijkt het verloop veel piekeriger te worden, maar dit kan ook te maken hebben met de hogere meetfrequentie. Bij filter 2 en 3 van B07D0242 is de grondwaterstand vanaf het voorjaar 2010 duidelijk lager. Bij B07D0496 is een tijdelijke verlaging van de grondwaterstand te zien in de periode april 2011 – september 2013. Deze (tijdelijke) verlaging is bij B07D0242 niet te zien, we vermoeden daarom dat het een fout in de metingen van B07D0496 is en dat de metingen niet de werkelijke grondwaterstand weergeven. De meetreeks van B07D0496 komt uit DINO en kan daarom niet gecontroleerd worden.



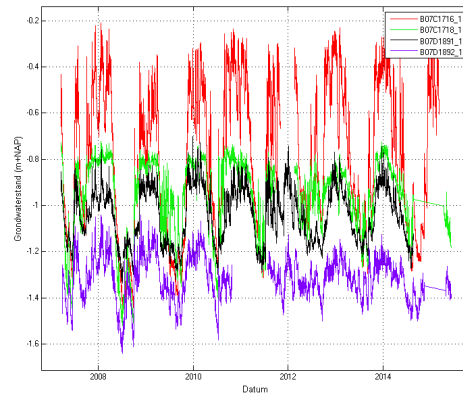
B07C1726



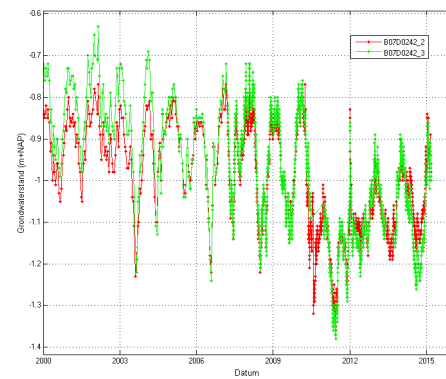
B07D0242, filter 1



B07D0496

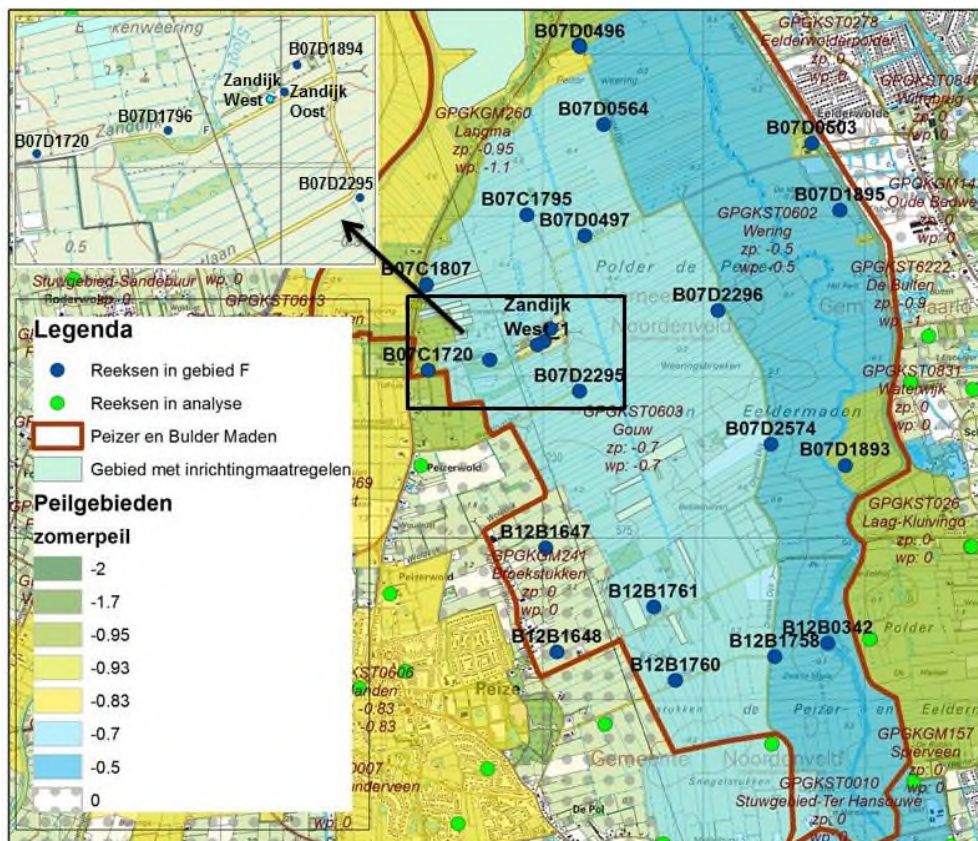


B07C1716, B07C1718, B07D1891 en B07D1892



B07D0242, filter 2 en 3

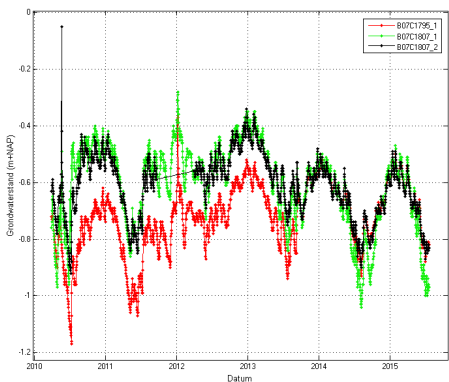
FIGUUR 2-21: GEMETEN GRONDWATERSTANDEN GEBIED F (NOERDELIJK DEEL)



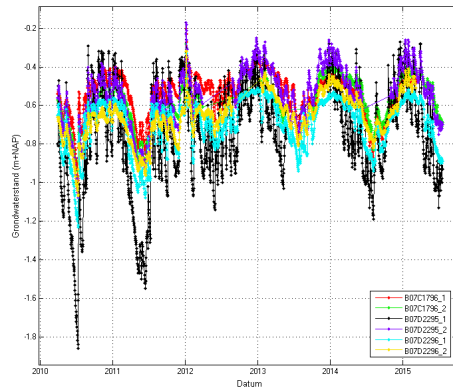
FIGUUR 2-22: DETAIL LIGGING PEILBUIZEN GEBIED F (ZUID)

In het middengebied, met waterpeil 0,70 m NAP ligt een groot aantal buizen met een zeer vergelijkbare grondwaterstand (B07C1795, B07C1796, B07C1807, B07D2295, B07D2296, B12B1760 en B12B1761, Zandijk West en Zandijk Oost). Er is pas vanaf het voorjaar van 2010 gemeten. Er is dus geen vergelijking mogelijk tussen de grondwaterstand voor en na ingrepen en er kan hier dus geen uitspraak gedaan worden over veranderingen van de grondwaterstand als gevolg van de ingrepen. Alleen de diepere grondwaterstand bij B12B1760 (filter 2) wijkt af; deze ligt bijna 40 cm hoger dan in filter 1.

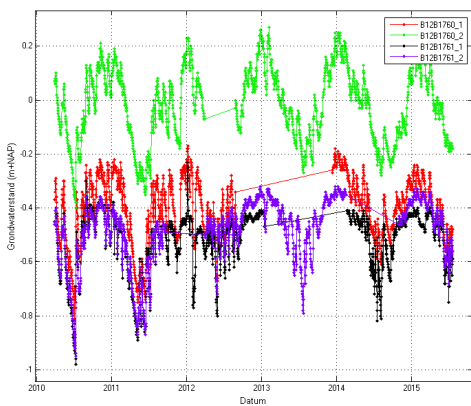
Bij B07D0497 en B07D0564 een duidelijke verandering van het verloop van de grondwaterstand. Bij B07C1720 en B07D1894 wordt de grondwaterstand ook al van voor de ingrepen gemeten, maar hier zien we geen veranderingen van het verloop. Bij B12B1647 zijn de hoge grondwaterstanden vanaf het voorjaar 2011 lager. Bij B12B1648 lijken ook de pieken minder te zijn, maar dit is niet zo duidelijk als bij B12B1647.



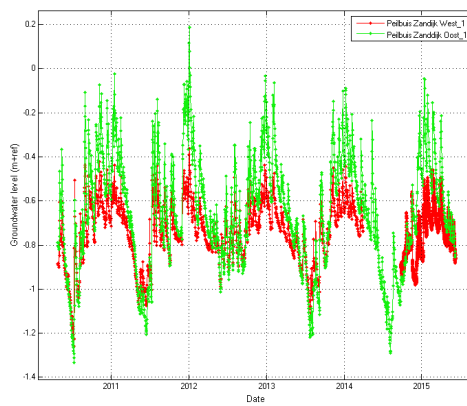
B07C1795 en B07C1807



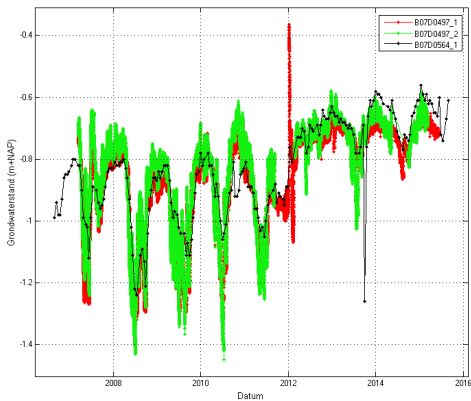
B07C1796, B07D2295 en B07D2296



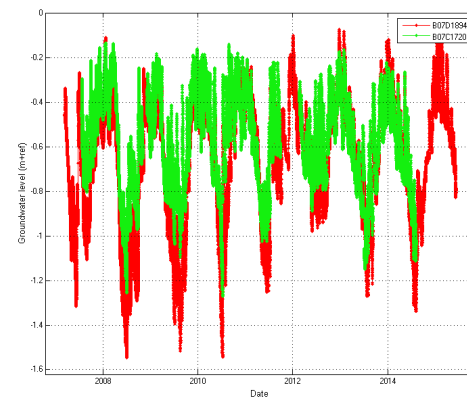
B12B1760 en B12B1761



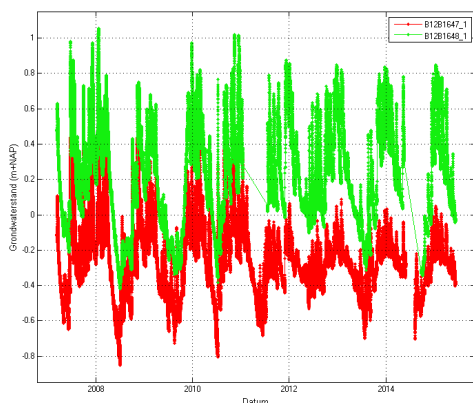
Zandijk west en oost



B07D0497 en B07D0564



B07C1720 en B07D1894



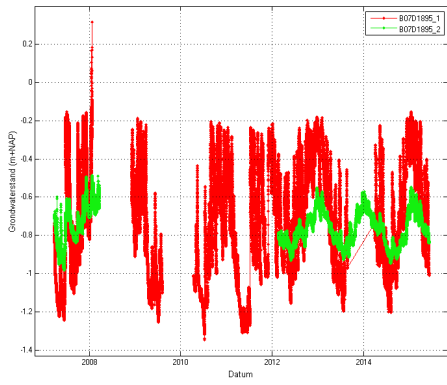
B12B1647 en B12B1648

FIGUUR 2-23: GEMETEN GRONDWATERSTANDEN GEBIED F (ZUIDELIJK DEEL)

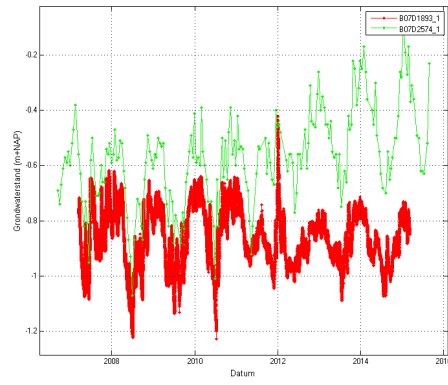


FIGUUR 2-24: OMGEVING B07C1796

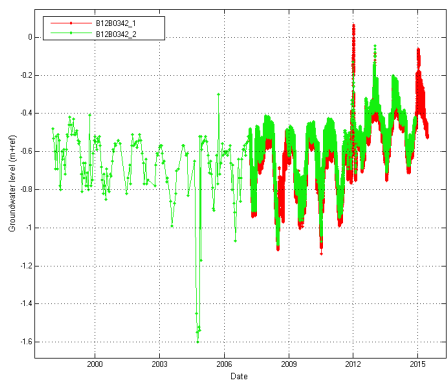
In het oostelijk deel van deelgebied F, waar het waterpeil op 0,5 m NAP is ingesteld liggen zes peilbuizen. Bij B07D1895 zien we geen verandering na de ingrepen. B07D2574 heeft een dieper filter (3,3 – 4,3 n beneden maaiveld), hier lijkt een trendmatige stijging van de grondwaterstand te zien, maar de grondwaterstand blijft ruim onder maaiveld. Bij B07D1893 verandert het verloop van de grondwaterstand vanaf het voorjaar van 2011. Bij B12B1758 is de grondwaterstand vanaf 2012 hoger. B12B0342 ligt langs het Eelderdiep, hier zien we vanaf 2012 een stijging van de grondwaterstand in beide filters.



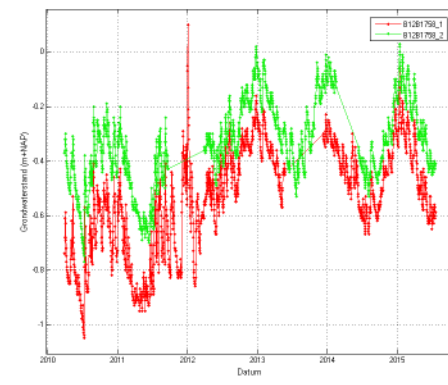
B07D1895



B07D2574 en B07D1893



B12B0342



B12B1758

3 Gebruikte gegevens

In dit hoofdstuk geven we een korte beschrijving van de gegevens die gebruikt zijn in de analyse van de grondwaterstanden. In paragraaf 3.1 beschrijven we de grondwaterstandsgegevens die geanalyseerd zijn. Met de tijdreeksanalyse proberen we het verloop van de grondwaterstand te verklaren uit verschillende invloedvariabelen, deze worden beschreven in paragraaf 3.2.

3.1 Grondwaterstandsgegevens

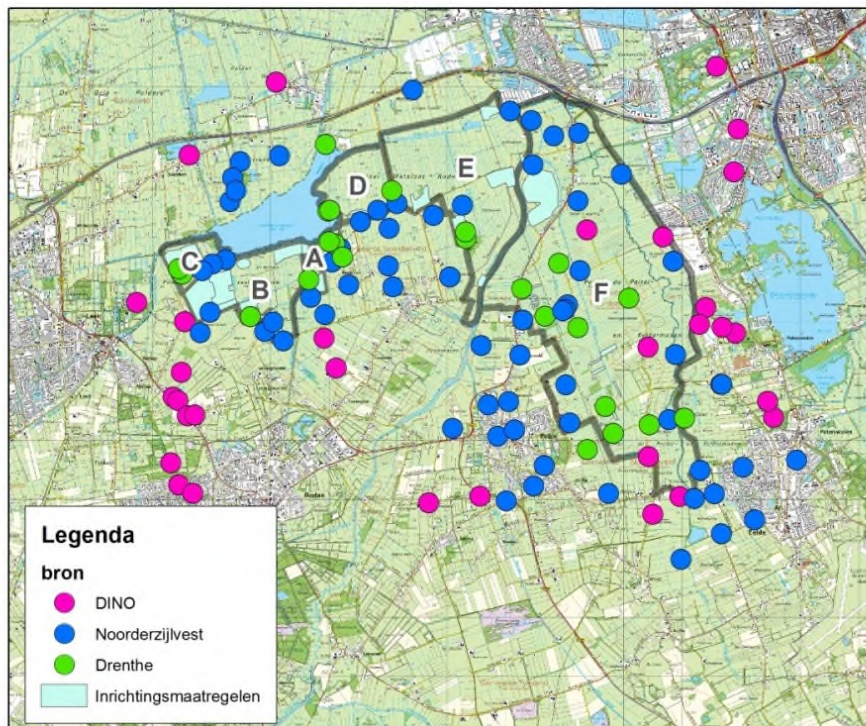
Voor de analyse van het gebied zijn grondwaterstandsgegevens van in totaal 165 peilfilters uit verschillende bronnen aangeleverd:

- Waterschap Noorderzijlvest heeft meetreeksen van 79 locaties aangeleverd.
- Provincie Drenthe heeft meetreeksen van 37 locaties aangeleverd.
- Uit DINO zijn 49 reeksen toegevoegd.

Alle metingen zijn visueel bekeken en beoordeeld en indien nodig aangepast. In bijlage I zijn de aanpassingen in detail beschreven.

- Op twee locaties (beide met drie filters) zijn door waterschap Noorderzijlvest reeksen aangeleverd van meetpunten die nu door de provincie Drenthe gemeten worden. De reeksen van Noorderzijlvest waren niet compleet, daarom zijn de meetreeksen uit DINO gebruikt. Bij B12A0120, filter 1 en 2 zijn structurele verschillen te zien tussen de metingen uit het Noorderzijlvestbestand en de metingen in DINO.
- Bij 11 meetreeksen van zijn foutieve metingen verwijderd. Bijvoorbeeld metingen onder de onderkant van het filter of meters boven maaiveld. De provincie Drenthe heeft de filterwisseling bij B07C1796 aangepast.

Van de meetreeksen van Noorderzijlvest zijn er 6 ongeschikt voor de analyse omdat de reeksen te vroeg zijn gestopt, of te weinig metingen hebben. In totaal zijn dus 159 meetreeksen in de analyse meegenomen.



FIGUUR 3-1 MEETPUNTEN VOOR TIJDREEKSANALYSE

3.2 Invloedsvariabelen

Neerslag en verdamping hebben bijna overal een belangrijke invloed op het verloop van de grondwaterstand. In en direct rond het waterbergingsgebied Onlanden kunnen ook de inrichtingsmaatregelen en het oppervlaktewater invloed hebben. Tijdens de hoogwaterperiode in 2012 is een deel van het gebied geïnundeerd, de invloed hiervan proberen we te modelleren en daarmee te onderscheiden van de invloed van neerslag. Tot slot kan de winning Nietap in een deel van het gebied een rol spelen in het verloop van de grondwaterstand.

3.2.1 Neerslag en verdamping

De neerslaggegevens zijn afkomstig van de neerslagstations Eelde, Roden en Groningen (www.knmi.nl/nederland-nu/klimatologie/monv/reeksen). De verdamping is afkomstig van Eelde (www.knmi.nl/nederland-nu/klimatologie/uurgegevens). Voor alle neerslag en verdampingsgegevens zijn waarden op dagbasis gebruikt.

Bij de tijdreeksanalyse is voor iedere peilbuis het dichtstbijzijnde neerslagstation gekozen.

3.2.2 Inrichtingsmaatregelen waterbergingsgebied Onlanden

In hoofdstuk 2 is een uitgebreide beschrijving gegeven van de ingrepen in de verschillende gebieden. In een tijdreeksanalyse worden deze ingrepen als verklaring voor het verloop van de grondwaterstand gebruikt. Dit kan op twee manieren:

1. Als een staptrend.
2. Door de periode voor en na de ingreep apart te modelleren.

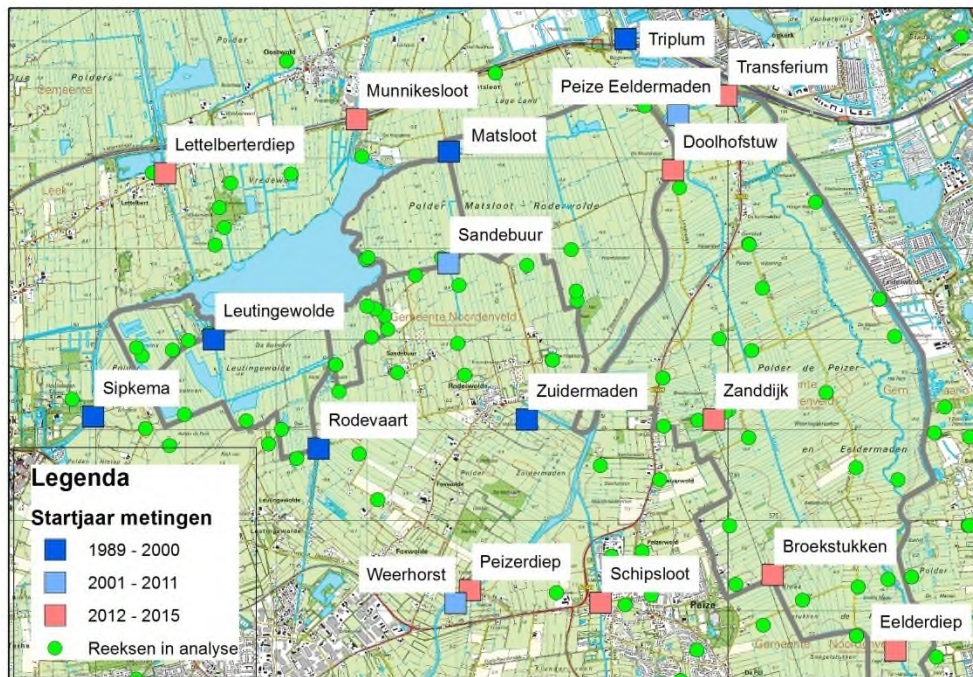
3.2.3 Oppervlaktewaterstanden

Door waterschap Noorderzijlvest zijn de oppervlaktewaterstanden van 18 locaties aangeleverd. Van een deel van de locaties is slechts een zeer korte meetreeks beschikbaar

omdat de meting pas in 2014 start. Van de locatie Weerhorst zijn alleen oppervlaktewaterstanden aangeleverd voor de periode juni – september 2011. In Bijlage II is van alle locaties een figuur van de aangeleverde oppervlaktewaterstanden opgenomen.

TABEL 3-1: OVERZICHT MEETLOCATIES OPPERVLAKTEWATER

Locatie	Start van de metingen
Doolhofstuw	04/05/2014
Peizerdiep	03/07/2014
Schipsloot	03/07/2014
Broekstukken	12/08/2012
Eelderdiep	02/09/2015
Lettelberterdiep	10/07/2014
Leutingewolde	04/01/1989
Matsloot	29/05/1997
Munnikesloot	10/07/2014
Peize Eeldermeden	05/01/2008
Rodevaart	13/10/1999
Sandebuurt	19/03/2003
Sipkema	12/10/1999
Transferium	11/03/2015
Triplum	07/06/1993
Weerhorst	01/06/2011
Zanddijk	12/08/2012
Zuidermeden	23/05/1997



FIGUUR 3-2: LIGGING MEETPUNTEN OPPERVALKTEWATERPEIL

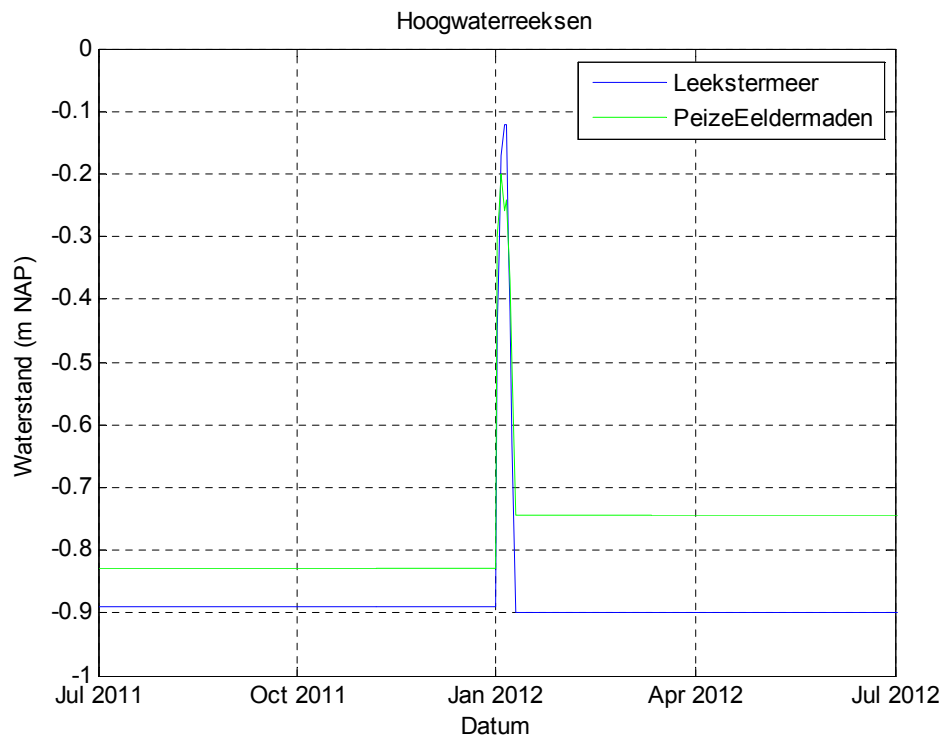
In januari 2013 is door Arcadis gestart met 6 extra oppervlaktewatermetingen. In december 2013 zijn een aantal meetopstellingen verstoord en is het aantal metingen teruggebracht tot 3 locaties. KWR heeft voorafgaand aan de analyse geen metingen ontvangen van deze locaties, daarom zijn deze oppervlaktewaterstanden niet meegenomen in de tijdreeksanalyse. In bijlage VIII zijn de ligging en de oppervlaktewatermetingen overgenomen uit de Arcadis-memo *Monitoring meetpunten Onlanden B-deel* van 7 oktober 2015. In bijlage II zijn plaatjes opgenomen van de metingen van 2 van deze locaties vanaf april 2015 (gemeten door het waterschap).

3.2.4 Hoogwaterperiode januari 2012

Een van de vragen is wat het effect is van het vasthouden van water tijdens een hoogwaterperiode. Tot nu toe is een deel van het gebied één keer ingezet voor hoogwaterberging, dit was in januari 2012. Met tijdreeksanalyse proberen we het effect van deze hoogwaterperiode te scheiden van het effect van de neerslag.

Tijdens het hoogwater van januari 2012 waren de gebieden A, B, C en D in werking, deze gebieden zijn tijdens het hoogwater geïnundeerd. Gebied E kon niet inunderen en is niet ingezet tijdens het hoogwater. In gebied F waren de inrichtingsmaatregelen nog niet klaar, maar het gebied ten oosten van het Peizerdiep is wel ingezet tijdens het hoogwater in januari 2012.

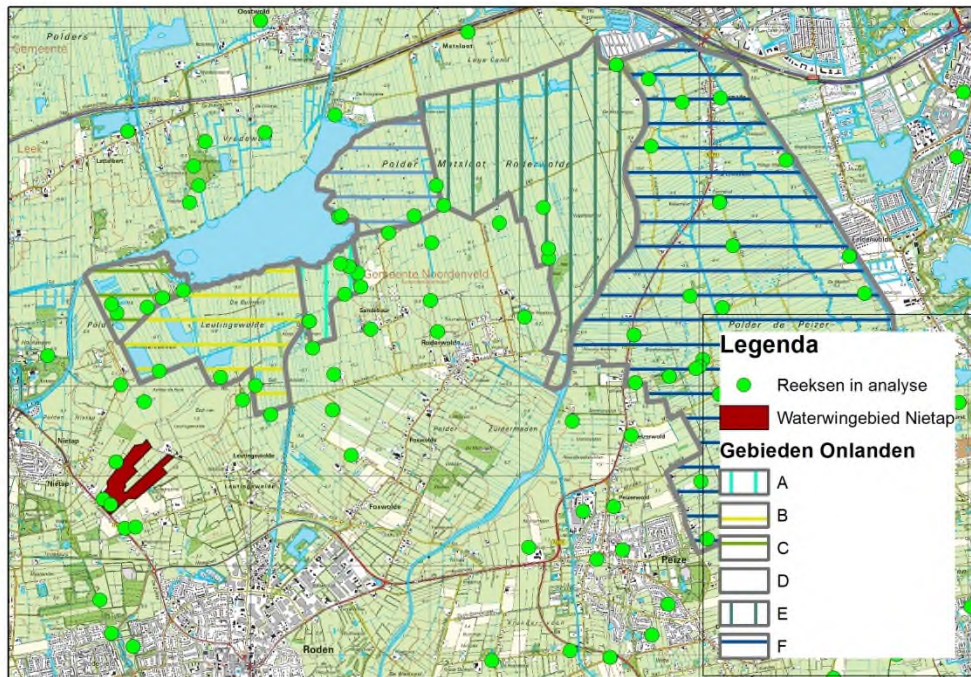
Om het effect van de hoogwaterperiode als apart incident te kunnen modelleren is een hoogwaterreeks geconstrueerd (zie Figuur 3-3). In de periode 2 – 9 januari 2012 is de gemeten waterstand gebruikt, voor en na deze periode is de gemiddelde waarde aangehouden.



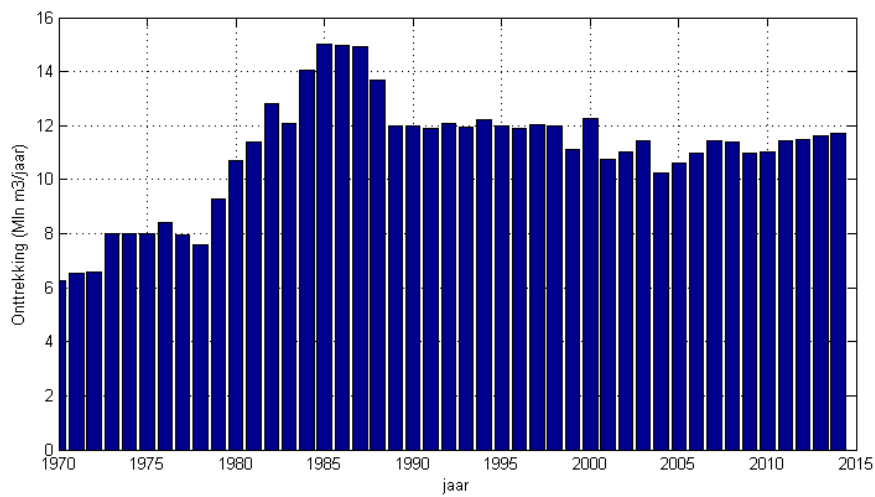
FIGUUR 3-3: HOOGWATERREEKS GEBRUIKT OM HET EFFECT VAN HOOGWATER OP DE GRONDWATERSTAND TE MODELLEREN.

3.2.5 Onttrekking Nietap

Ten zuidwesten van Onlanden, tussen Leek en Roden, ligt de waterwinning Nietap. We hebben de onttrekkingsgegevens van de winning voor de periode 1970 – 2014. Van 1970 tot 1985 nam de onttrekking toe van circa 6 tot circa 15 miljoen m³ per jaar. Vanaf 1989 wordt jaarlijks tussen de 10 en 12 miljoen m³ onttrokken. De onttrekking vindt plaats in het diepe pakket onder de Peelo kleiplaats, tussen -57 en -130 m NAP. Uit onderzoek van IWACO uit 1998 blijkt dat door de aanwezigheid van de Peelo klei is de invloed van de winning op de freatische grondwaterstand gering is.



FIGUUR 3-4: LIGGING WINGEBIED NIETAP



FIGUUR 3-5: JAARLIJKE ONTTREKKING WINNING NIETAP

4 Methode

Met tijdreeksanalyse proberen we het verloop van de grondwaterstand te verklaren uit verschillende invloeden. De neerslag en verdamping zijn belangrijke sturende factoren in het verloop van de grondwaterstand. In het waterbergingsgebied Onlanden verwachten we lokaal ook invloed van het oppervlaktewater en de inrichtingsmaatregelen. Daarnaast verwachten we dat de inundatie tijdens de hoogwaterperiode in januari 2012 invloed heeft gehad. In het diepe pakket ten zuidwesten van het bergingsgebied verwachten we invloed van de drinkwaterwinning Nietap.

Voor iedere ingevoerde invloed geeft een tijdreeksmodel aan hoe groot het effect op de grondwaterstand is. Op die manier scheiden we het effect van meteorologie van de overige effecten. Afhankelijk van de modelbeoordeling kunnen we aangeven hoe betrouwbaar (in statistische, en in mindere mate in hydrologische zin) de berekende effecten zijn.

Eerst zijn alle grondwaterstanden en stijghoogten gemodelleerd met alleen neerslag en verdamping als verklarende variabelen. Alle onbetrouwbare modellen worden nader bekeken en op basis van het residu van het model en de ligging van het meetpunt (ten opzichte van mogelijke invloeden) worden één of meer nieuwe modellen gemaakt met extra verklarende invloeden.

Bij de meetpunten in (of vlakbij) het inrichtingsgebied Onlanden verwachten we mogelijke invloed van inrichtingsmaatregelen. Deze meetpunten worden allemaal individueel beoordeeld, ook als het model met alleen neerslag en verdamping betrouwbaar is. We kijken bij deze modellen specifiek naar het verschil tussen de gemeten en de gemodelleerde grondwaterstand (modelresidu). In sommige gevallen voldoet een model wel aan de gestelde beoordelingscriteria, maar is in de modelresiduen een patroon, of een sprong te zien. Dit kan betekenen dat er toch een andere invloed een rol speelt. Ook deze meetreeksen worden dan opnieuw gemodelleerd.

4.1 Beoordeling tijdreeksmodellen

Alle tijdreeksmodellen worden beoordeeld op betrouwbaarheid. Een onbetrouwbaar model betekent dat de grondwaterstand niet verklaard kan worden uit de opgegeven invloeden. In dat geval worden alternatieve modellen onderzocht. De tijdreeksmodellen worden op de volgende punten beoordeeld:

1. De verklaarde variantie moet 70% of meer zijn.
2. Het effect van de opgegeven verklarende reeksen (neerslag, verdamping, oppervlaktewater, winning of trend) moet betrouwbaar zijn.
3. De verdampingsfactor moet tussen 0.5 en 2 liggen.
4. De reekslengte moet langer zijn dan 3 keer de invloedstijd van de neerslag.

In bijlage III staat een uitgebreide toelichting op tijdreeksanalyse en de beoordeling van tijdreeksmodellen.

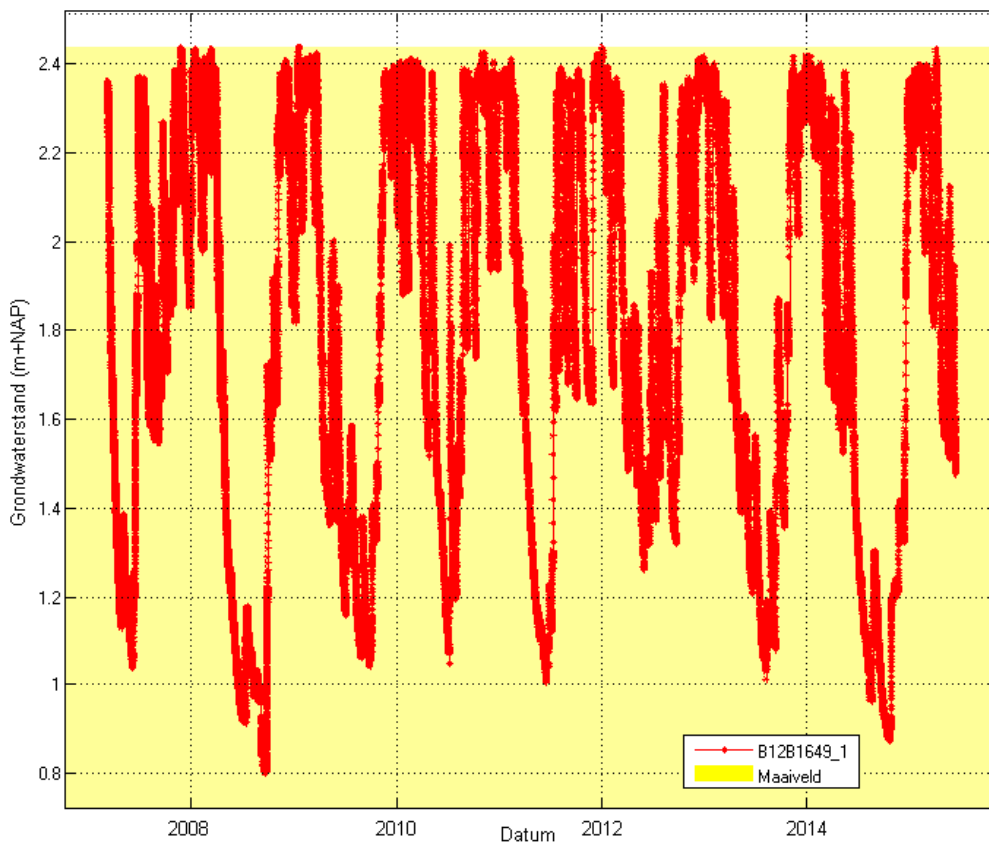
4.2 Neerslag en verdamping als verklarende reeksen

Eerst modelleren we alle meetreeksen met neerslag en verdamping als verklarende invloed. Als een model niet betrouwbaar is, betekent het dat de grondwaterstand niet met alleen de

neerslag en verdamping verklaard kan worden. Het verloop van de grondwaterstand wordt dan behalve door neerslag en verdamping ook gestuurd door één of meerdere andere invloeden. Mogelijke andere invloeden in dit gebied bekend zijn de inrichtingsmaatregelen, oppervlaktewater en de winning Nietap.

4.2.1 Niet-lineairiteit

In en rond het bergingsgebied zien we een groot aantal meetreeksen met een min of meer niet-lineair verloop van de grondwaterstand. Een mooi voorbeeld is B12B1649 (Figuur 4-1) ten zuiden van gebied F. In de zomer (droge periode) zakt de grondwaterstand diep weg en in de winter stijgt de grondwaterstand tot aan maaiveld. We spreken hier over een niet-lineaire grondwaterstand omdat de reactie van de grondwaterstand op de neerslag afhankelijk is van de hoogte van de grondwaterstand op het moment van de neerslag. In de zomer, als de grondwaterstand diep is weggezakt, veroorzaakt een bui neerslag een zekere stijging van de grondwaterstand. In de winter, als het water al aan maaiveld staat, geeft een zelfde hoeveelheid neerslag geen (of nauwelijks) stijging van de grondwaterstand. Het grondwater kan niet hoger dan maaiveld komen en neerslag zal oppervlakkig afstromen.



FIGUUR 4-1: B12B1649, FILTER 1, EEN VOORBEELD VAN EEN NIET-LINEAIR VERLOOP VAN DE GRONDWATERSTAND

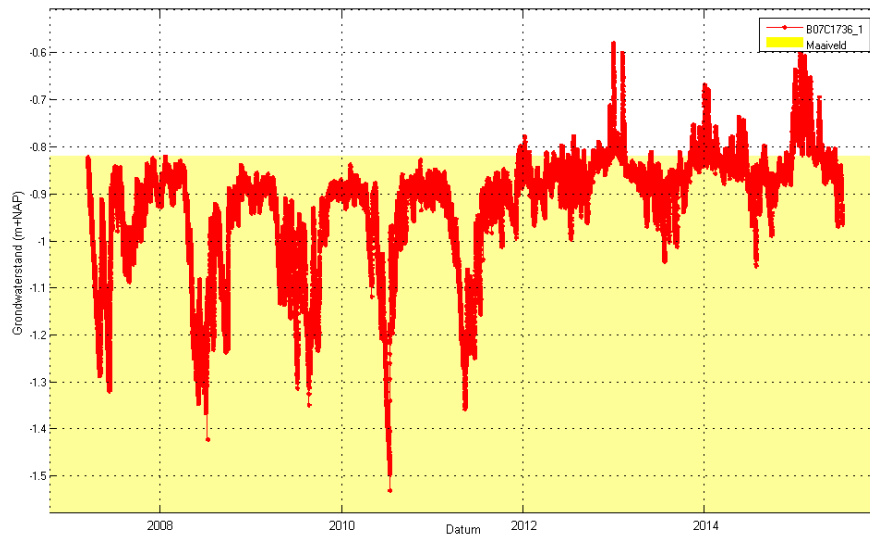
Omdat we weten dat er verspreid over het gebied niet-lineaire meetreeksen voorkomen, zijn alle meetreeksen ook niet-lineair gemodelleerd. De niet-lineaire modellen worden beoordeeld op dezelfde vier criteria als de lineaire tijdreeksmodellen. Daarnaast zijn er twee extra controles:

1. Een niet-lineair model heeft twee impuls-respons functies voor de neerslag. We eisen dat beide impuls-respons functies significant zijn, behalve bij modellen waarin de respons voor hoge grondwaterstanden een $M0 < 10$ heeft. Deze hele kleine $M0$ betekent dat er boven de drempelwaarde nauwelijks een reactie van de grondwaterstand op de neerslag is. Omdat er nauwelijks een reactie is, is het goed mogelijk dat de onzekerheid in de reactie groter is dan de reactie zelf.
2. Als het zowel het lineaire als het niet-lineaire model betrouwbaar is, dan geven we in principe de voorkeur aan het lineaire model. Pas als het niet-lineaire model 5% of meer verklaarde variantie geeft beoordelen we het als beter. Hiervoor zijn twee redenen:
 - o Bij een niet-lineair model wordt de grondwaterstand verklaard uit neerslag onder de drempel, neerslag boven de drempel en verdamping. De drempel zelf is ook een uitkomst van het model. Het niet-lineaire model heeft daarmee meer parameters, wat het model meer mogelijkheden geeft zich aan de waarnemingen aan te passen. Het model moet daarom beter worden als de niet-lineairiteit een belangrijk aspect is. Bij een gelijke verklaarde variantie (of een klein verschil) geven we daarom de voorkeur aan het lineaire model.
 - o Een andere, praktische, reden om bij gelijke verklaarde variantie (of een klein verschil) de voorkeur te geven aan een lineair model is de mogelijkheid om extra verklarende reeksen toe te voegen. In *Menyanthes* is niet-lineaire modellering alleen mogelijk met neerslag en verdamping als verklarende variabelen, er kunnen geen extra reeksen toegevoegd worden.

4.3 Invoed van inrichtingsmaatregelen

We verwachten in en direct rond het waterbergingsgebied Onlanden mogelijk invloed van inrichtingsmaatregelen. We bekijken sowieso de meetreeksen die niet betrouwbaar gemodelleerd kunnen worden met alleen neerslag en verdamping opnieuw. Maar in en direct rond het waterbergingsgebied bekijken we ook de tijdreeksmodellen die wel betrouwbaar waren opnieuw. Ondanks dat de modellen volgens de in paragraaf 4.1 genoemde criteria betrouwbaar zijn, willen we hier expliciet onderzoeken of er een respons op de maatregelen gevonden kan worden. Bovendien zien we in het residu toch soms aanwijzingen voor een verandering van de grondwaterstand.

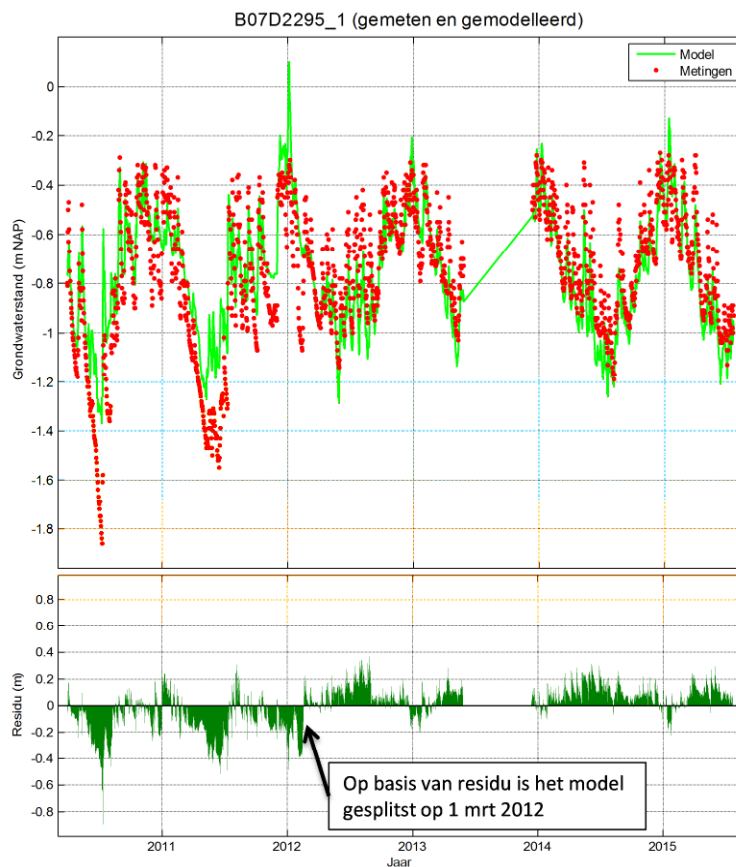
Als gevolg van de inrichtingsmaatregelen die zijn besproken in paragraaf 2.2 kan het grondwatersysteem veranderd zijn. Een mooi voorbeeld is de grondwaterstand bij B07C1736, (Figuur 4-2). Voor de ingrepen zakte de grondwaterstand in de zomer ver uit en in de winter was de grondwaterstand hoog, maar werd afgetopt door het maaiveld; de grondwaterstand werd gestuurd door neerslag en verdamping. Na de ingrepen is het patroon volledig anders en wordt de grondwaterstand mede gestuurd door oppervlaktewater en stijgt tot boven maaiveld.



FIGUUR 4-2 VERANDERING VAN HET GRONDWATERSYSTEEM BIJ B07C1736, FILTER 1

Bij een verandering van het grondwatersysteem is het niet mogelijk om één tijdreeksmodel te maken voor de hele periode. De grondwaterstand reageert namelijk voor en na de ingreep anders op dezelfde invloeden en er kunnen andere invloeden een rol spelen. Om dan toch het effect van het veranderen van het grondwatersysteem te kunnen bepalen splitsen we de meetreeks en worden de periodes voor en na de ingreep apart gemodelleerd.

De exacte datum van ingrepen is niet bekend. We bepalen het moment van splitsen van de reeks daarom op basis het residu van de modellering met alleen neerslag en verdamping (zie Figuur 4-3).



FIGUUR 4-3: BIJ B07D2295 IS DE MEETREEKS GESPLITST OP BASIS VAN HET RESIDUS

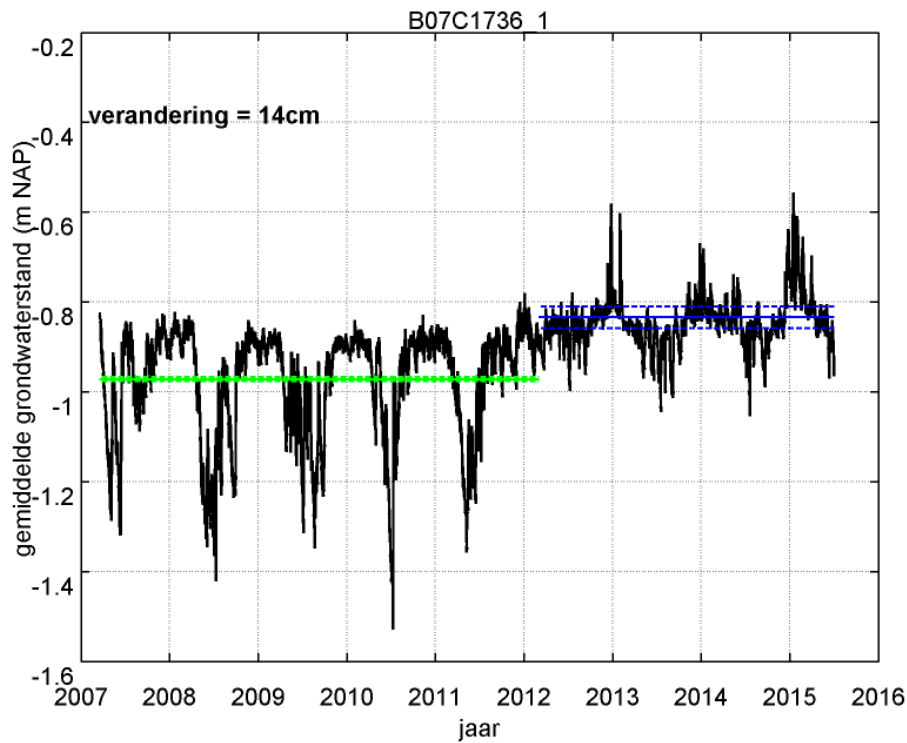
We maken dus twee modellen; model 1 geeft weer hoe de grondwaterstand voor de ingreep reageert op verschillende invloeden en model 2 geeft weer hoe de grondwaterstand na de ingreep reageert. Het is mogelijk dat er voor en na de ingreep verschillende invloeden een rol spelen. Bij het voorbeeld B07C1736 in Figuur 4-2 is de grondwaterstand voor ingreep niet-lineair en wordt gestuurd door neerslag en verdamping, terwijl na de ingreep sprake is van een lineair verloop en naast neerslag en verdamping speelt ook oppervlaktewater een rol.

We hebben nu twee modellen, die beschrijven hoe de grondwaterstand voor en na de ingreep reageert, maar daarmee weten we nog niet het effect van de ingreep. Dit effect bepalen we door met behulp van de modellen een representatieve, klimaatneutrale grondwaterstand te berekenen. Hiervoor gebruiken we een van de volgende methoden:

1. Voor een lineair model gebruiken we een analytische methode (het zogenaamde 'structureel niveau').
2. Deze analytische methode is niet mogelijk bij een niet-lineair model, daarom gebruiken we bij niet-lineaire modellen een simulatie.

In onderstaand voorbeeld is de gemeten grondwaterstand voor en na maart 2012 apart gemodelleerd. Voor de ingreep is de grondwaterstand gemodelleerd met een niet-lineair model. Met de uitkomsten van het model is een simulatie uitgevoerd en deze geeft een representatieve grondwaterstand van -0.97 m NAP (groene lijn). Na maart 2012 is een lineair model gemaakt met naast neerslag en verdamping ook invloed van het oppervlaktewater. Met de uitkomsten van dit model is met de analytische methode een representatieve grondwaterstand van -0.83 m NAP bepaald. Het verschil is een stijging van 14 cm.

In het tijdreeksmodel is voor iedere parameter (neerslag, verdamping en oppervlaktewater) het effect inclusief een bandbreedte bepaald. Deze bandbreedte wordt meegenomen bij het bepalen van de representatieve grondwaterstand. De onzekerheid van de representatieve grondwaterstand wordt veroorzaakt door de onzekerheid in het oorspronkelijke tijdreeksmodel.



FIGUUR 4-4: GEMETEN GRONDWATERSTAND BIJ B07C1736, FILTER 1 EN REPRESENTatieve GRONDWATERSTAND MET BANDBREEDTE (STIPPELLIJN). GROEN: REPRESENTatieve GRONDWATERSTAND BEPAALD MET SIMULATIE; BLAUW: REPRESENTatieve GRONDWATERSTAND BEPAALD MET ANALYTISCHE METHODE

4.3.1 Representatieve grondwaterstand: analytische methode

De representatieve grondwaterstand geeft grondwaterstand weer bij representatieve waarden van de invoervariabelen. Zo kunnen we een klimaatonafhankelijke grondwaterstand (of stijghoogte) bepalen door uit te gaan van een gemiddelde neerslag en verdamping (over 30 jaar) en een gemiddeld oppervlaktewaterpeil.

De analytische methode om de representatieve grondwaterstand ('structureel niveau') te bepalen gebruikt de volgende formule:

$$RG = Db + MOp * (P - f * E) + MOriv * peil$$

RG	=	Representatieve grondwaterstand
Db	=	Drainagebasis
MOp	=	MO (of gain) van de neerslag
f	=	Verdampingsfactor (uitkomst tijdreeksanalyse; MO van de verdamping = MO neerslag* deze factor)
P	=	Klimaatonafhankelijke neerslag. In dit onderzoek is de gemiddelde neerslag

		in de periode 1985 t/m 2014 gebruikt.
E	=	Klimaatonafhankelijke verdamping. In dit onderzoek is de gemiddelde verdamping in de periode 1985 t/m 2014 gebruikt.
MOriv	=	MO (of gain) van het oppervlaktewaterpeil.
peil	=	Streefpeil van het oppervlaktewater.

Iedere invloed heeft een eigen variantie, die aangeeft hoe betrouwbaar deze gemodelleerd kan worden. Hiermee kunnen we ook voor de representatieve grondwaterstand een bandbreedte aangeven met:

$$\text{varRG} = \text{varDb} + (\text{varMOp} * (P - f*E)^2 + \text{varf} * (\text{MOp}*E)^2 + \text{varMOriv} * \text{peil}^2)$$

varRG	=	Variantie van de representatieve grondwaterstand
vafDb	=	Variantie van de drainagebasis
varMOp	=	Variantie van de MO (of gain) van de neerslag
MOp	=	MO (of gain) van de neerslag
F	=	Verdampingsfactor (uitkomst tijdreeksanalyse; MO van de verdamping = MO neerslag* deze factor)
Varf	=	Variantie van de verdampingsfactor
P	=	Klimaatonafhankelijke neerslag. In dit onderzoek is de gemiddelde neerslag in de periode 1982 t/m 2011 gebruikt, gemeten in De Bilt.
E	=	Klimaatonafhankelijke verdamping. In dit onderzoek is de gemiddelde verdamping in de periode 1982 t/m 2011 gebruikt, gemeten in De Bilt.
varMOq	=	Variantie van de MO (of gain) van de onttrekking
Q	=	Gemiddelde onttrekking in de beschouwde periode
varMOriv	=	Variantie van de MO (of gain) van het oppervlaktewaterpeil
Peil	=	Het gemiddelde peil in de beschouwde periode

In Menyanthes wordt de drainagebasis niet geschat, maar via een aanname berekend uit de metingen en de overige bijdragen. Zodoende is de drainagebasis in Menyanthes afhankelijk van deze overige bijdragen en zijn ook de varianties aan elkaar gekoppeld. In Menyanthes is de drainagebasis een sluitpost zonder eigen bandbreedte. Om toch het effect van de onzekerheid van de drainagebasis in de variantie op te nemen, gaan we er vanuit dat de variantie van de representatieve grondwaterstand gelijk aan twee maal de variantie van de bijdragen van de verklarende variabelen. Dus we vervangen de formule voor de variantie door:

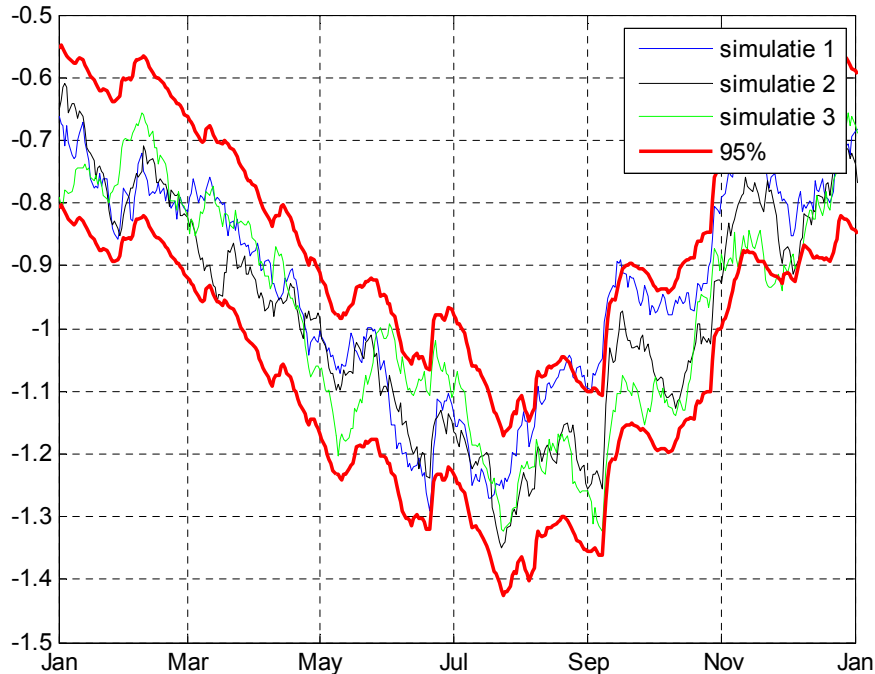
$$\text{varRG} = 2 * (\text{varMOp} * (P - f*E)^2 + \text{varf} * (\text{MOp}*E)^2 + \text{varMOriv} * \text{peil}^2)$$

De factor 2 is toegevoegd vanwege de aanname dat de variantie van de drainagebasis gelijk is aan de variantie van de overige bijdragen. De factor 2 is een bovengrens, zodoende wordt de variantie van het structureel niveau overschat en de betrouwbaarheid van de gevonden waarde onderschat.

4.3.2 Representatieve grondwaterstand: simulatie

Van niet-lineaire modellen kan geen structureel niveau bepaald worden als representatieve grondwaterstand, daarom gebruiken we een simulatie om een klimaatonafhankelijke grondwaterstand te bepalen. Met Menyanthes simuleren we de grondwaterstand en bepalen

de gemiddelde grondwaterstand (GG) over 30 jaar. We verwerken de onzekerheid in de modellering door 100 verschillende simulaties te maken met voor iedere simulatie een iets andere uitkomst, zie Figuur 4-5. De representatieve grondwaterstand is de gemiddelde grondwaterstand van deze 100 gesimuleerde reeksen.



FIGUUR 4-5: GEMODELLEERDE GRONDWATERSTAND (VOOR 1 JAAR) BIJ DRIE VERSCHILLENDE SIMULATIES.

4.3.3 Gemiddelde grondwaterstand uit de meetreeks

In enkele gevallen lukt het niet om de deelreeks voor of na de ingreep betrouwbaar te modelleren, in die gevallen is het gemiddelde van de metingen genomen om de verandering van de grondwaterstand te bepalen. Deze gemiddelde grondwaterstand is minder betrouwbaar omdat deze afhankelijk is van de toevallige meteorologische omstandigheden in de gemeten periode.

4.4 Invloed van oppervlaktewater

We verwachten dat op verschillende plekken de grondwaterstand mede gestuurd wordt door het oppervlaktewater. Op 18 locaties is het oppervlaktewaterpeil gemeten, een beschrijving van de metingen is in paragraaf 3.2.3 gegeven.

Het oppervlaktewaterpeil is bij de meetreeksen in en rond het waterbergingsgebied als extra verklarende meetreeks toegevoegd aan de tijdreeksmodellering.

4.5 Invloed van hoogwaterperiode

De grondwaterstanden in het waterbergingsgebied zijn allemaal ook gemodelleerd met de hoogwaterreeks (zie Figuur 3-3) als extra verklarende variabele. Bij de grondwaterstanden in gebied A t/m E is de hoogwaterreeks Leekstermeer gebruikt en voor gebied F die van PeizeEeldermeden, zie paragraaf 3.2.4.

4.6 Invloed van onttrekking Nietap

De meetreeksen in de omgeving van de drinkwaterwinning Nietap zijn gemodelleerd met de onttrekking als extra verklarende variabele. In de periode 2010 -2014 is gemiddeld 11,5

miljoen m³ onttrokken op de winning Nietap. De effecten van de winning zijn daarom berekend voor een onttrekking van 11,5 miljoen m³.

5 Resultaten

In dit hoofdstuk bespreken we de resultaten van de tijdreeksanalyse. Van alle meetreeksen is zowel een gewoon als een niet-lineair model gemaakt met alleen neerslag en verdamping als verklarende variabelen. Alle niet-betrouwbare modellen zijn nader bekeken. Daarnaast zijn de betrouwbare gemodelleerde meetreeksen binnen het waterbergingsgebied Onlanden ook nader bekeken. Er is gekeken of er een beter model gemaakt kon worden door de reeks te splitsen, een staptrend toe te voegen, of een extra verklarende reeks (oppervlaktewaterpeil of onttrekking) toe te voegen.

5.1 Effect van ingrepen

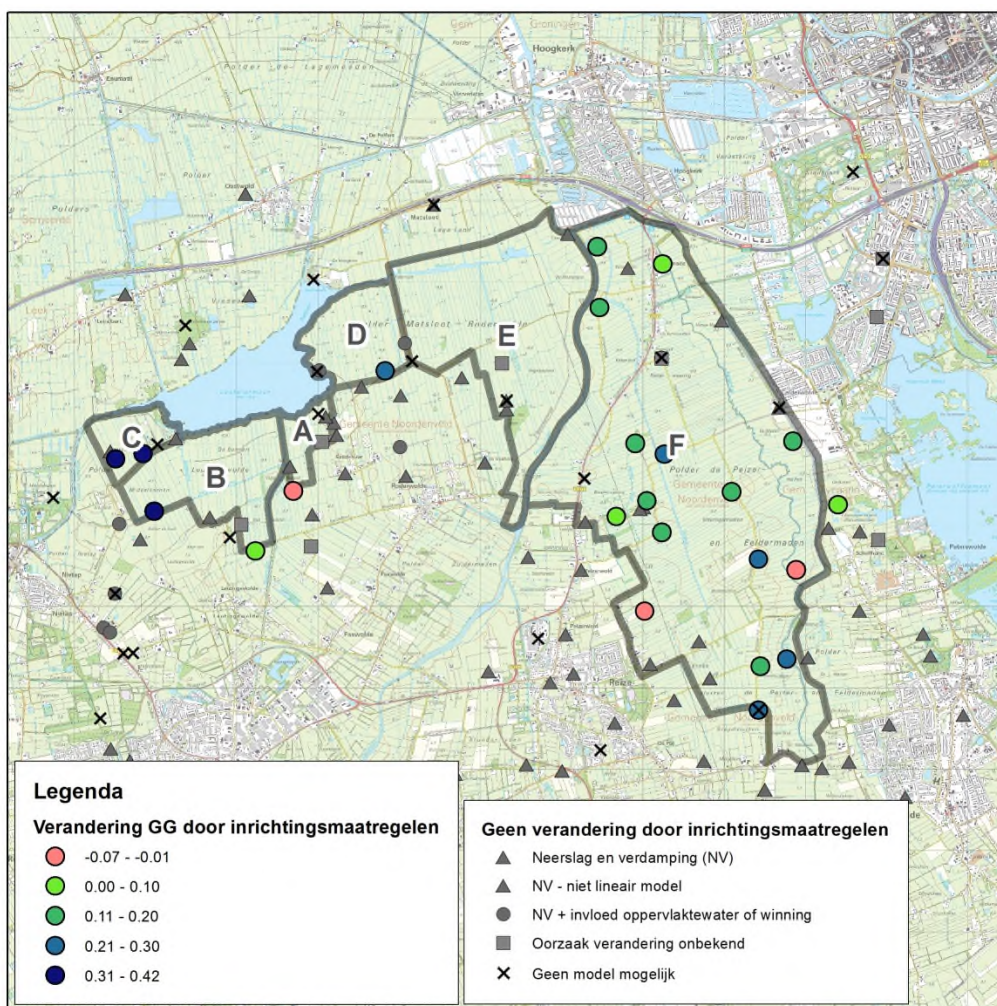
We hebben op 42 meetlocaties een verandering van de grondwaterstand gevonden (zie Figuur 5-1). Op 30 locaties vinden we een stijging van de grondwaterstand als gevolg van de inrichting van het waterbergingsgebied (een overzicht is te vinden in Tabel 5-1). Op 3 locaties is een daling van de grondwaterstand gevonden, maar ook deze zijn veroorzaakt door de inrichtingsmaatregelen. Op 9 locaties (waarvan 4 in het waterbergingsgebied) zien we een verandering van de grondwaterstand die niet door de inrichtingsmaatregelen verklaard kan worden.

De veranderingen zijn op twee manieren bepaald:

1. Bij een deel van de reeksen is een staptrend toegevoegd. Hierbij is in Tabel 5-1 alleen de kolom 'verschil' ingevuld.
2. Bij de meeste meetreeksen is de periode voor en na de ingreep apart gemodelleerd. Op basis van de beoordelingscriteria (paragraaf 4.1) zijn de beste modellen (voor en na ingreep) bepaald.

Met de uitkomst van de tijdreeksmodellen is de representatieve grondwaterstand voor en na ingreep bepaald (met analytische methode of een simulatie). In de tabel zijn zowel de representatieve grondwaterstand als het verschil vermeld.

Bij de overige buizen in en rond het waterbergingsgebied Onlanden is geen invloed van de ingrepen gevonden. In veel gevallen kan het verloop van de grondwaterstand gemodelleerd worden met alleen neerslag en verdamping (met een lineair of niet-lineair model). Bij een aantal buizen speelt oppervlaktewater of winning een rol, maar er is dan geen invloed van ingrepen te zien. Bij een deel van de reeksen blijkt het niet mogelijk te zijn om een betrouwbaar model te maken.



FIGUUR 5-1: EFFECT INGREPEN ONLANDEN

5.1.1 Stijging door inrichtingsmaatregelen

Op 30 locaties kunnen we een stijging van de grondwaterstand relateren aan de inrichtingsmaatregelen in het waterbergingsgebied Onlanden, deze zijn weergegeven in Tabel 5-1 en in Figuur 5-1. We gaan er vanuit dat de verandering van de grondwaterstand veroorzaakt wordt door het totaal van ingrepen in de omgeving. Uit de analyse blijkt dat de peilbuizen niet representatief zijn voor een groot gebied. De gevonden verandering van de grondwaterstand is vaak zeer lokaal. We zien dat bij peilbuizen die dicht bij elkaar in de buurt liggen bij de ene peilbuis wel en bij de andere geen stijging wordt gevonden. Dit is ook al opgemerkt in hoofdstuk 2, waar soms op kleine afstand grote verschillen in verloop van de grondwaterstand te zien was, ook als de peilbuizen op ongeveer dezelfde diepte liggen. We vinden slechts op één locatie invloed van de inrichtingsmaatregelen buiten het waterbergingsgebied (B07D1887, filter 1, circa 200 meter oostelijk van gebied F).

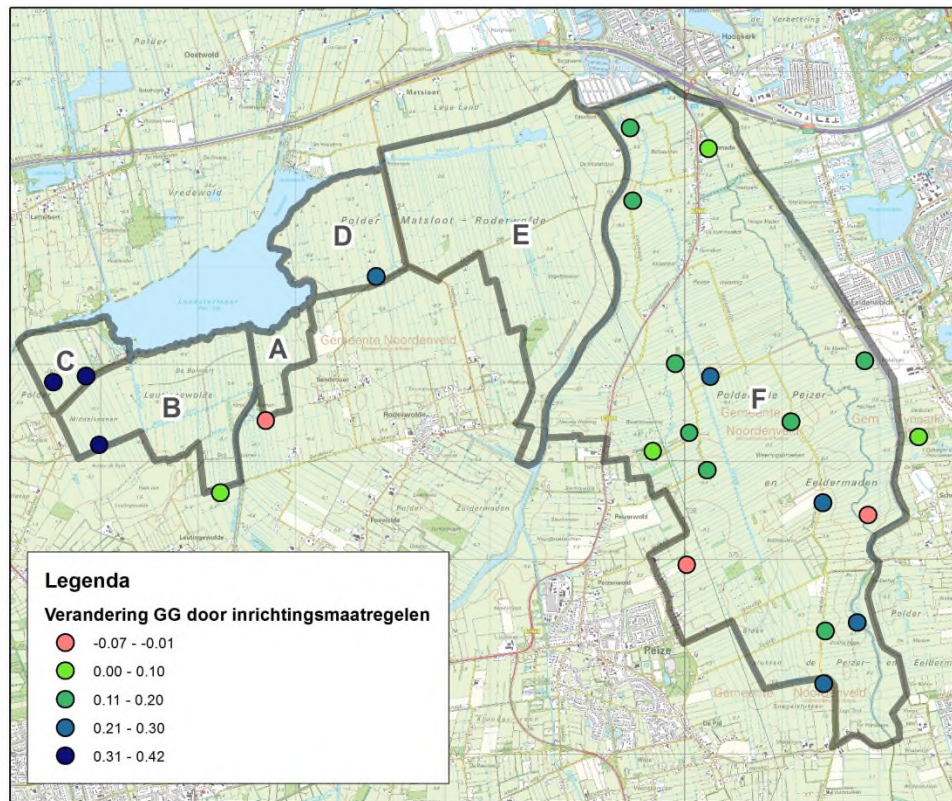
TABEL 5-1: INVLOED VAN DE INRICHTINGSMAATREGELEN OP DE GRONDWATERSTAND

Put	filter	gebied	GG voor (m NAP)	GG na (m NAP)	Vershil (m)	stapmoment
B07C1709	1	a	-1.36	-1.43	-0.07	28/02/2011
B07C1706	1	b	-1.46	-1.40	0.06	13/02/2012

Put	filter	gebied	GG voor (m NAP)	GG na (m NAP)	Vershil (m)	stapmoment
B07C1727	1	b	-1.36	-1.03	0.33	02/11/2010
B07C1728	1	c	-1.31	-0.89	0.42	01/07/2010 – 01/04/2013
B07C1802	1	c	-1.31	-0.95	0.37	01/10/2010 – 01/03/2013
B07C1723	1	d	-1.34	-1.05	0.30	01/09/2010 – 01/02/2012
B07C1716	1	f	-0.92	-0.74	0.18	28/02/2010
B07C1726	1	f	-0.95	-0.84	0.11	21/01/2011
B07C1795	1	f	-0.81	-0.67	0.14	12/03/2012
B07C1796	1	f	-0.65	-0.58	0.07	31/03/2012
B07C1796	2	f	-0.63	-0.54	0.09	12/06/2012
B07D0497	1	f	-0.96	-0.72	0.24	15/02/2012
B07D0497	2	f	-0.92	-0.71	0.22	01/12/2011
B07D0564	1	f			0.26	01/02/2012
B07D1887	1	f			0.05	01/02/2012
B07D1892	1	f	-1.32	-1.31	0.01	01/01/2011
B07D1893	1	f	-0.85	-0.88	-0.04	20/06/2011
B07D1894	1	f	-0.76	-0.59	0.16	01/01/2010 – 01/02/2012
B07D1895	1	f	-0.81	-0.62	0.19	17/02/2012
B07D2295	1	f	-0.87	-0.68	0.19	01/03/2012
B07D2295	2	f	-0.64	-0.50	0.15	01/03/2012
B07D2296	1	f	-0.75	-0.66	0.10	01/04/2012
B07D2296	2	f	-0.74	-0.59	0.15	01/04/2012
B07D2574	1	f	-0.65	-0.45	0.20	21/03/2012
B12B0342	1	f	-0.67	-0.45	0.22	01/03/2012
B12B0342	2	f	-0.63	-0.42	0.21	01/03/2012
B12B0343	2	f			0.21	01/03/2012
B12B1647	1	f	-0.28	-0.32	-0.04	01/03/2011
B12B1758	1	f	-0.70	-0.40	0.29	21/03/2012
B12B1758	2	f	-0.42	-0.23	0.18	01/01/2012

Bij twee meetpunten in gebied C zien we een duidelijke verandering van het patroon van de grondwaterstand, maar deze verandering vindt niet plaats op één duidelijk moment. Er is sprake van een overgangperiode van de 2^e helft van 2010 tot begin 2013.

In gebied F vonden de inrichtingsmaatregelen plaats in de periode 2010 tot 2^e helft 2011. In het begin van 2012 zijn de nieuwe waterpeilen ingesteld. Op veel locaties zien we in het voorjaar van 2012 een verandering van de grondwaterstand als gevolg hiervan.



FIGUUR 5-2: STIJGING EN DALING VAN DE GRONDWATERSTAND ALS GEVOLG VAN INRICHTINGSMATREGELEN

5.1.2 Daling door inrichtingsmaatregelen

Op veel locaties is zoals verwacht de grondwaterstand gestegen als gevolg van de inrichtingsmaatregelen. Op 3 locaties is een daling van de grondwaterstand gevonden:

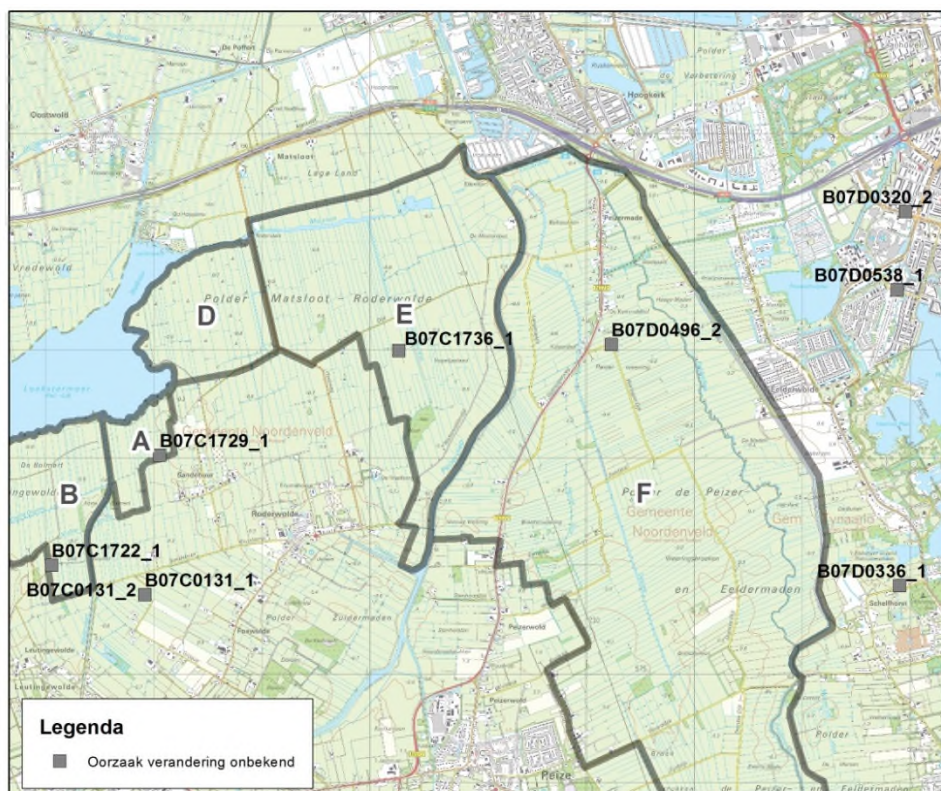
- Peilbuis B07C1709 (7 cm daling) ligt op enige afstand buiten de kaden rondom het waterbergingsgebied. In het verleden waterde dit gebied af naar gemaal Leutingewolde nu gaat het water naar gemaal Rodevaart. Het gemaal Rodevaart draait vlakker en de afstand tot het gemaal is kleiner geworden, dit verklaart de daling van de grondwaterstand.
- Het water uit het gebied rond B07D1893 (4 cm daling) werd eerder via een lange weg afgevoerd via gemaal Peize Eeldermeden. Nu watert het gebied rechtstreeks af op het dichtbijgelegen omgelegde Eelderdiep. Hierdoor is de grondwaterstand vlakker en iets lager.
- Bij B12B1647 (4 cm daling) wordt de daling veroorzaakt door de bemaling door nieuw gemaal Broekstukken. Hierdoor verdwijnen de hoge pieken, waardoor de gemiddelde grondwaterstand lager uitkomt. Het gebied waterde eerst af op het oude gemaal Peize Eeldermeden.

5.1.3 Veranderingen niet gerelateerd aan inrichtingsmaatregelen

Op 4 locaties in het waterbergingsgebied Onlanden (B07C1729, B07C1722, B07C1736 en B07D0496) is wel een verandering van de grondwaterstand gevonden, maar deze kan niet verklaard worden uit de inrichtingsmaatregelen van Onlanden omdat de verandering van de grondwaterstand op een ander moment plaatsvond dan de ingrepen. De locaties zijn

weergegeven in Figuur 5-3. De veranderingen bij de meetpunten buiten het waterbergingsgebied worden besproken in paragraaf 5.4.

- B07C1729: de grondwaterstand is na 27 januari 2011 37 cm hoger dan voor 5 november 2010. Het meetpunt ligt in gebied A (binnen het waterbergingsgebied), in dit gebied is midden 2009 het nieuwe waterbeheer ingesteld. De verandering van de grondwaterstand eind 2010/begin 2011 kunnen we daarom niet relateren aan het instellen van het nieuwe waterbeheer. Het is onduidelijk waardoor de verandering van de grondwaterstand wel veroorzaakt is.
- B07C1722: de grondwaterstand is na begin februari 2012 25 cm hoger dan voor februari 2012. Het meetpunt ligt in gebied B (binnen het waterbergingsgebied), in dit gebied is in de tweede helft van 2011 het nieuwe waterbeheer ingesteld. De verandering van de grondwaterstand in februari 2012 kunnen we daarom niet relateren aan het instellen van het nieuwe waterbeheer. Het is onduidelijk waardoor de verandering van de grondwaterstand wel veroorzaakt is.
- B07C1736: de grondwaterstand is na maart 2012 14 cm hoger dan voor maart 2012. Het meetpunt ligt in gebied E (binnen het waterbergingsgebied), in dit gebied is in de tweede helft van 2011 het nieuwe waterbeheer ingesteld. De verandering van de grondwaterstand in maart 2012 kunnen we daarom niet relateren aan het instellen van het nieuwe waterbeheer. Het is onduidelijk waardoor de verandering van de grondwaterstand wel veroorzaakt is.
- B07D0496 (metingen uit Dino): de grondwaterstand daalt 17 cm in mei 2011 en stijgt 29 cm in september 2013. Er is geen verklaring gevonden voor deze tijdelijk lagere grondwaterstand.

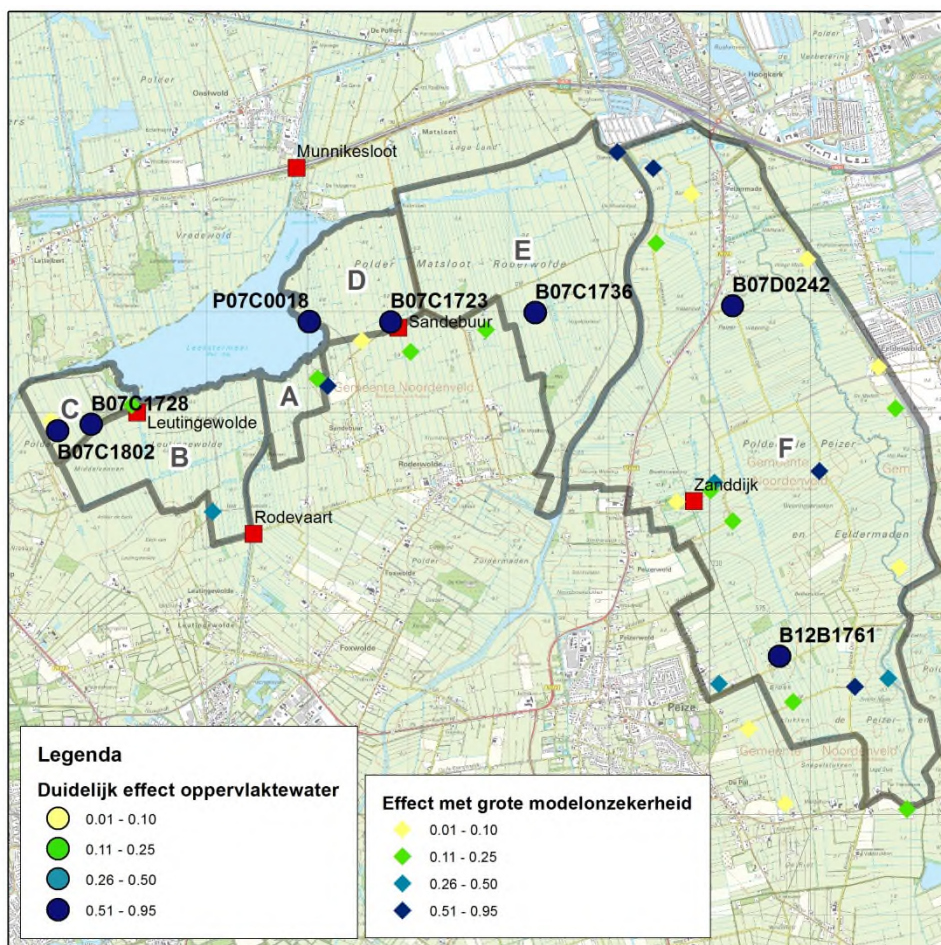


FIGUUR 5-3: OORZAAK VAN DE GRONDWATERSTANDSVERANDERING ONBEKEND

5.2 Gemodelleerd effect oppervlaktewater

Alle meetreeksen in en rond het waterbergingsgebied Onlanden zijn gemodelleerd met oppervlaktewater als extra verklarende meetreeks. Iedere meetreeks is met meerdere in de buurt gelegen oppervlaktewaterpeilen gemodelleerd en vervolgens zijn de betrouwbare modellen geselecteerd. Een deel van de meetreeksen is bij het bepalen van de ingrepen gesplitst in een voor en een na deel (zie paragraaf 4.3 en 5.1), bij deze reeksen is alleen het meest recente deel van de reeks opnieuw gemodelleerd met oppervlaktewater als extra verklarende variabele.

Op 45 locaties vinden we een betrouwbaar model, met invloed van oppervlaktewater. Slechts bij 9 reeksen vinden we een duidelijk effect van het oppervlaktewater. Bij de overige 36 reeksen is vanwege de modelonzekerheid het effect van het oppervlaktewater niet met zekerheid te bepalen.



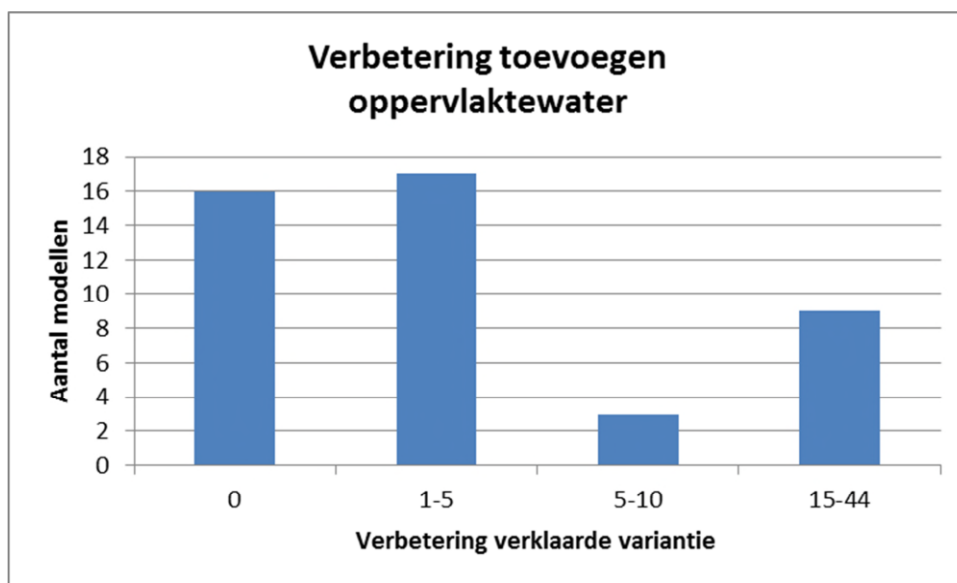
FIGUUR 5-4 GEMODELLEERD EFFECT VAN OPPERVLAKTEWATER OP GRONDWATERSTANDEN

TABEL 5-2: EFFECT VAN OPPERVLAKTEWATER OP GRONDWATERSTAND (ALLEEN DE MODELLEN DIE DUIDELIJK BETER ZIJN DAN HET MODEL MET ALLEEN NEERSLAG EN VERDAMPING)

Meetpunt	Gebruikte oppervlaktewater reeks	Effect (m) van 1 m stijging opp.water	Bandbreedte	
			Van (m)	Tot (m)
B07C1723_1	Sandebuurt	0.67	0.64	0.70
B07C1728_1	Leutingewolde	0.61	0.57	0.65
B07C1736_1	Sandebuurt	0.61	0.56	0.65
B07C1802_1	Rodevaart	0.86	0.82	0.91
B07D0242_1	Zanddijk	0.88	0.65	1.11
B07D0242_2	Zanddijk	0.13	0.01	0.24
B07D0242_3	Zanddijk	0.39	0.28	0.50
B12B1761_2	Zanddijk	0.92	0.82	1.03
P07C0018_1	Munnikesloot	0.88	0.21	1.55

5.2.1 Onzekerheid invloed oppervlaktewater

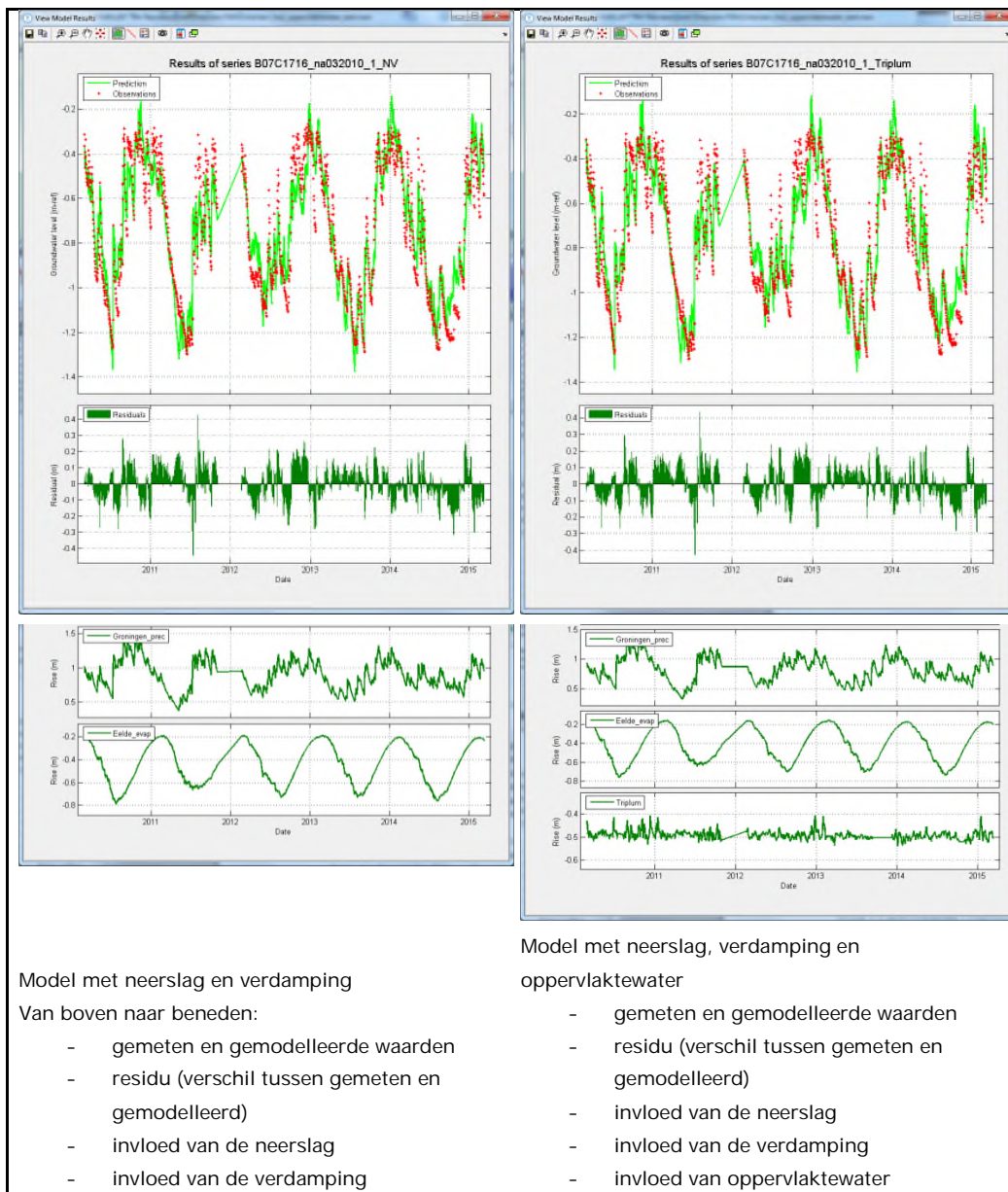
Het effect van het oppervlaktewater op de grondwaterstand blijkt minder goed te bepalen dan op het eerste gezicht lijkt. Het blijkt dat de meeste meetreeksen nagenoeg even goed gemodelleerd kunnen worden met alleen neerslag en verdamping, als met neerslag, verdamping en oppervlaktewater. In Figuur 5-5 is te zien dat slechts 9 reeksen veel beter (verklaarde variantie neemt 15% of meer toe) kunnen worden gemodelleerd met oppervlaktewater als extra verklarende reeks.



FIGUUR 5-5: VERBETERING VAN TIJDREEKSMODELLEN BIJ TOEVOEGEN VAN OPPERVLAKTEWATER ALS EXTRA VERKLARENDE VARIABLE

In Figuur 5-6 is als voorbeeld de gemeten en gemodelleerde waarde en het residu te zien van B07C1716, gemodelleerd met en zonder oppervlaktewater (locatie Triplum) als extra

verklarende variabele. De verklaarde variantie van beide modellen is even groot en ook verder is er geen aanwijzing dat het ene model beter is dan het andere model.



FIGUUR 5-6: B07C1716 FILTER 1 GEMODELLEERD ZONDER EN MET OPPERVLAKTEWATER ALS EXTRA VERKLARENDE VARIABLE.

Voor 36 meetreeksen is niet te zeggen welk model het beste is, dat met of zonder oppervlaktewater. Dit maakt dat het berekende effect van het oppervlaktewater zeer onzeker. Binnen de modellering heeft het gemodelleerde effect van het oppervlaktewater een zekere bandbreedte, maar daarnaast hebben deze modellen ook een model-bandbreedte. Afhankelijk van het gekozen model vinden we wel of geen effect en er is geen manier om te bepalen welke van de modellen beter is.

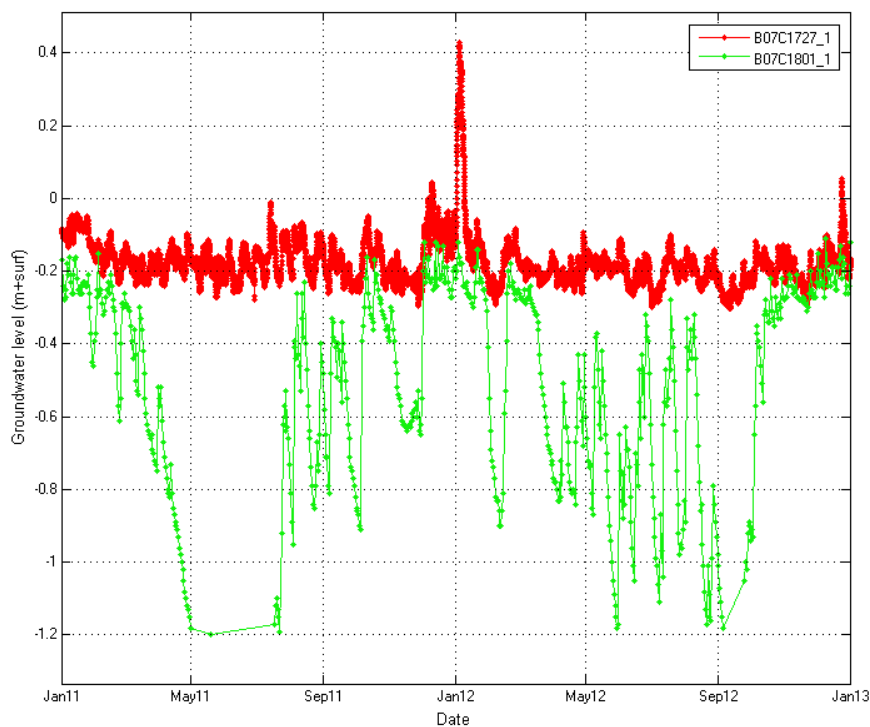
In Figuur 5-4 is het gemodelleerde effect van oppervlaktewater op de grondwaterstand weergegeven. Met een cirkel zijn modellen aangegeven die met oppervlaktewater duidelijk

beter zijn dan zonder. Met een kleinere ruit zijn de locaties aangegeven waar wel een effect van het oppervlaktewater is gevonden, maar waar een model zonder oppervlaktewater een vergelijkbaar goede uitkomst geeft. In Bijlage VI zijn figuren weergegeven met de bandbreedte van het effect van het oppervlaktewater. We maken daarbij onderscheid tussen de bandbreedte van de parameter zelf en de modelbandbreedte.

Dat de grondwaterstand met en zonder oppervlaktewater even goed gemodelleerd kan worden komt waarschijnlijk omdat er te weinig onderscheid is tussen het neerslagpatroon en het verloop van de oppervlaktewaterstand. De twee volgen vaak hetzelfde patroon; als het veel regent stijgt ook de oppervlaktewaterstand. Dit betekent dat langere grondwaterstandsreeks waarschijnlijk geen betere modellering zal opleveren, omdat het onderscheidend vermogen klein blijft. Alleen als er een duidelijke verandering in het oppervlaktewater plaatsvindt (bijvoorbeeld het opzetten van het peil), dan kunnen de twee effecten waarschijnlijk wel van elkaar onderscheiden worden.

5.3 Gemodelleerd effect hoogwater

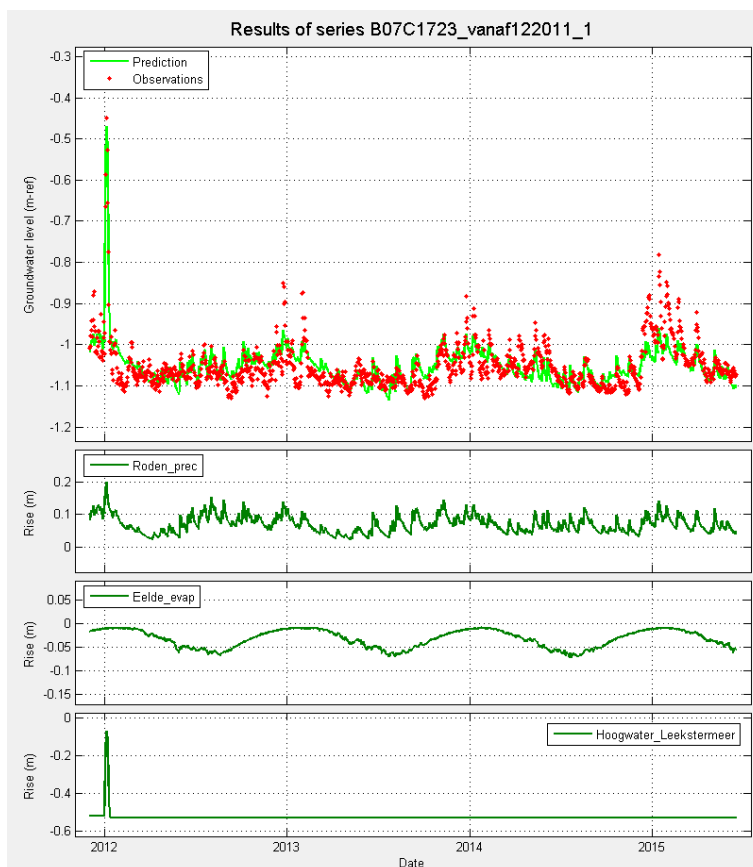
Bij het bekijken van de meetreeksen valt al op dat bij sommige meetreeksen de hoogwaterperiode van 2012 heel duidelijk te herkennen is (bijvoorbeeld B07C1727), terwijl bij andere meetpunten die wel in het waterbergingsgebied liggen, geen stijging te zien is (bijvoorbeeld B07C1801), zie Figuur 5-7.



FIGUUR 5-7: TWEE REEKSEN IN HET WATERBERGINGSGBIED ÉÉN MET EN ÉÉN ZONDER DUIDELIJKE INVLOED VAN DE HOOGWATERPERIODE IN JANUARI 2012.

We kunnen van 5 meetreeksen een betrouwbaar model maken met neerslag, verdamping en de hoogwaterreeks als verklarende variabelen, zie Tabel 5-3. Opvallend is de gemodelleerde invloed van de hoogwaterreeks bij B07C1714, het meetpunt ligt buiten het waterbergingsgebied, maar de grondwaterstand stijgt hier in tijdens de hoogwaterperiode wel tot 10 cm boven maaiveld. Deze stijging is niet met alleen neerslag en verdamping te modelleren.

Het modelleren met een aparte hoogwaterreeks blijkt in veel gevallen niet echt goed te gaan. Op een aantal locaties waar in de meetreeks duidelijk het effect van de hoogwaterperiode te zien is, krijgen we deze toch niet goed gemodelleerd. Dit heeft ermee te maken dat we bij de beoordeling kijken naar het totale model. Het kan zijn dat de hoogwaterpiek wel goed gemodelleerd kan worden, maar de grondwaterstand voor en na deze periode niet. Het model is dan niet betrouwbaar. Dit is bijvoorbeeld het geval bij de modellering van B07C1723 (Figuur 5-8); de hoogwaterpiek is goed te modelleren, maar de verklaarde variantie is maar 65%, waardoor het model is afgekeurd. In Tabel 5-4 is de invloed van het hoogwater op de grondwaterstand weergegeven voor de niet betrouwbare tijdreeksmodellen waar de hoogwaterpiek wel goed wordt gemodelleerd.



FIGUUR 5-8: MODELLERING B07C1723 MET HOOGWATERREEKS ALS EXTRA VARIABLEE

TABEL 5-3: INVLOED VAN HOOGWATER OP DE GRONDWATERSTAND

Meetpunt	Stijging (m) bij 1 m hoogwater	Bandbreedte	
		Van (m)	Tot (m)
B07C1711_1	0.27	0.15	0.38
B07C1714_1	0.34	0.27	0.40
B07C1726_1	0.29	0.21	0.36
B07C1795_1	0.06	0.00	0.13
B07D1893_1	0.18	0.11	0.24

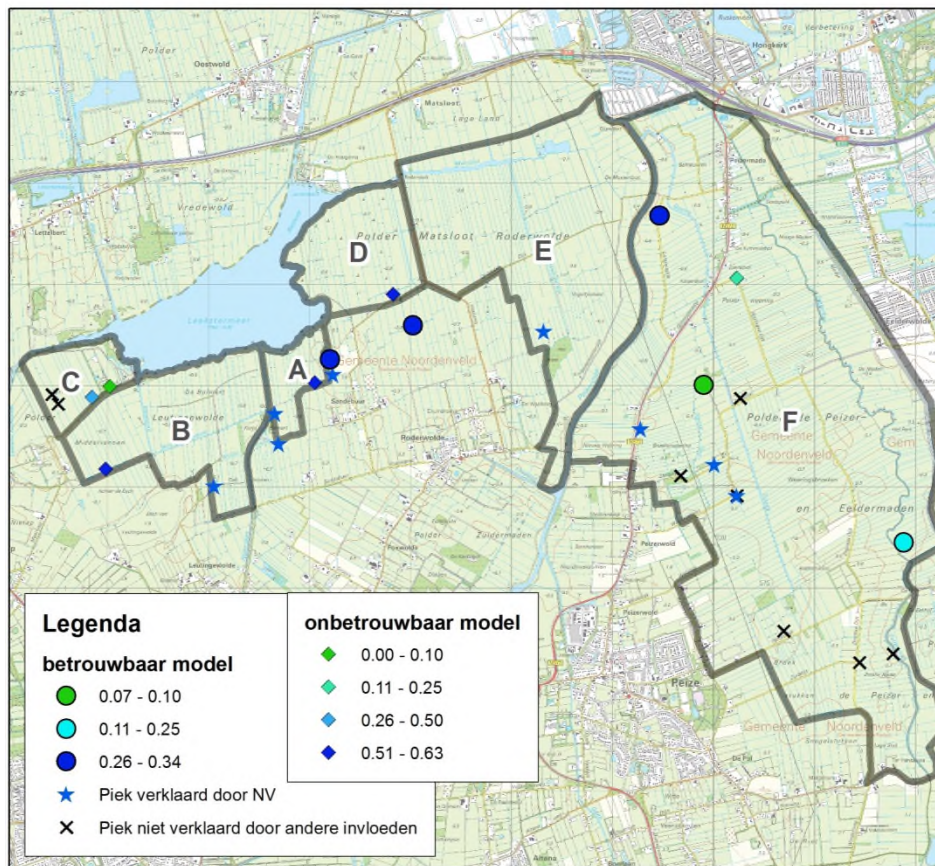
TABEL 5-4: INVLOED VAN HOOGWATER BIJ NIET BETROUWBARE MODELLEN

Meetpunt	Stijging (m) bij 1 m hoogwater	Bandbreedte	
		Van (m)	Tot (m)
B07C1708_1	0.09	0.01	0.17
B07C1723_1	0.59	0.53	0.64
B07C1727_1	0.63	0.55	0.70
B07C1728_1	0.37	0.14	0.40
B07C1729_1	0.57	0.48	0.66
B07D0242_1	0.57	0.46	0.69
B07D0242_2	0.23	0.09	0.37

Bij 19 meetreeksen lijkt er visueel wel een effect te zien van de hoogwaterperiode in januari 2012, maar zien we dit niet terug in de modellering. Bij 9 van de 19 meetreeksen wordt de piek in januari 2012 verklaard uit neerslag en verdamping, hier lukt het dus niet om een eventueel effect van de hoogwaterpiek te scheiden van het effect van de neerslag. Bij de 10 andere meetpunten spelen verschillende andere invloeden een sterke rol in het verloop van de grondwaterstand, hierdoor lukt het niet om de piek te modelleren.

TABEL 5-5: MEETPUNTEN WAAR WEL EEN PIEK TE ZIEN IS IN DE MEETREEKS, MAAR DEZE NIET DOOR DE HOOGWATERREEKS KAN WORDEN VERKLAARD

Piek verklaard uit neerslag	Piek kan niet verklaard worden door te veel andere invloeden
B07C1709_1	B07C1796_1
B07C1722_1	B07C1796_2
B07C1798_1	B07C1802_1
B07C1804_2	B07C1803_1
B07C1805_1	B07C1803_2
B07C1805_2	B07D0497_1
B07C1807_1	B07D2295_1
B07D2295_2	B12B0342_1
Zanddijk oost	B12B1758_1
	B12B1761_1



FIGUUR 5-9: INVLOED HOOGWATERPIEK OP GRONDWATERSTAND

5.4 Verandering van grondwaterstand, niet verklaard door inrichtingsmaatregelen

Op 9 locaties zijn veranderingen van de grondwaterstand gevonden die niet te relateren zijn aan de ingrepen in het waterbergingsgebied Onlanden.

Op 4 locaties is in het waterbergingsgebied Onlanden een verandering van de grondwaterstand gevonden (zie ook paragraaf 5.2), maar deze kan niet verklaard worden uit de inrichtingsmaatregelen van Onlanden omdat de verandering van de grondwaterstand op een ander moment plaatsvond dan de ingrepen:

- B07C1729: de grondwaterstand is na 27 januari 2011 37 cm hoger dan voor 5 november 2010. Het meetpunt ligt in gebied A (binnen het waterbergingsgebied), in dit gebied is rond midden 2009 het nieuwe waterbeheer ingesteld. De verandering van de grondwaterstand eind 2010/begin 2011 kunnen we daarom niet relateren aan het instellen van het nieuwe waterbeheer. Het is onduidelijk waardoor de verandering van de grondwaterstand dan veroorzaakt is.
- B07C1722: de grondwaterstand is na begin februari 2012 25 cm hoger dan voor februari 2012. Het meetpunt ligt in gebied B (binnen het waterbergingsgebied), in dit gebied is in de tweede helft van 2011 het nieuwe waterbeheer ingesteld. De verandering van de grondwaterstand in februari 2012 kunnen we daarom niet relateren aan het instellen van het nieuwe waterbeheer. Het is onduidelijk waardoor de verandering van de grondwaterstand dan veroorzaakt is.

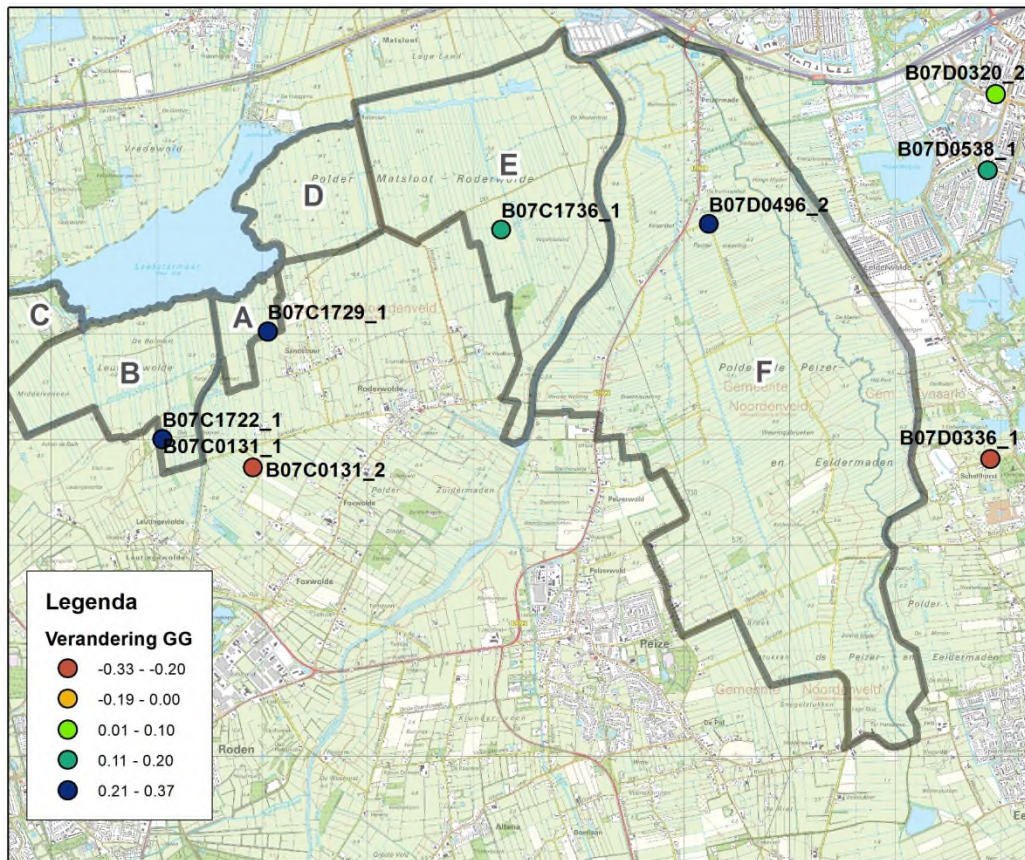
- B07C1736: de grondwaterstand is na maart 2012 14 cm hoger dan voor maart 2012. Het meetpunt ligt in gebied E (binnen het waterbergingsgebied), in dit gebied is in de tweede helft van 2011 het nieuwe waterbeheer ingesteld. De verandering van de grondwaterstand in maart 2012 kunnen we daarom niet relateren aan het instellen van het nieuwe waterbeheer. Het is onduidelijk waardoor de verandering van de grondwaterstand dan veroorzaakt is.
- B07D0496 (metingen uit Dino gehaald): de grondwaterstand daalt 17 cm in mei 2011 en stijgt 29 cm in september 2013. Er is geen verklaring gevonden voor deze tijdelijk lagere grondwaterstand.

B07C0131 ligt buiten het waterbergingsgebied Onlanden. De verandering bij B07C0131 wordt veroorzaakt doordat dit gebied in 2000 opnieuw is ingericht en sindsdien bemalen wordt met een circa 60 cm lager peil.

Bij de andere peilbuizen hebben we geen verklaring voor de verandering van de grondwaterstand. Dit betekent dat we ook niet weten of de grondwaterstand werkelijk gedaald of gestegen is. Wel weten we door het moment van verandering en de ligging van de meetpunten dat de verandering niet door de inrichtingsmaatregelen zijn veroorzaakt.

TABEL 5-6: STAPSGEWIJZE VERANDERING VAN GRONDWATERSTAND NIET VERKLAARD DOOR INRICHTINGSMATREGELEN ONLANDEN

Put	filter	GG voor (m NAP)	GG na (m NAP)	Vershil (m)	stapmoment
B07C0131	1			-0.26	01/01/2000
B07C0131	2			-0.26	01/01/2000
B12C1722	1	-1.23	-0.97	0.25	14/02/2012
B12C1729	1	-1.30	-0.93	0.37	27/01/2011
B07C1736	1	-0.97	-0.83	0.14	01/03/2012
B07D0320	2			0.08	01/06/2012
B07D0336	1	-0.65	-0.99	-0.33	06/03/2008
B07D0496	2			-0.17	20/05/2011
				0.29	25/09/2013
B07D0538	1			0.16	01/01/2006



FIGUUR 5-10: VERANDERINGEN VAN DE GRONDWATERSTAND NIET ALS GEVOLG VAN INRICHTINGSMATREGELEN ONLANDEN

5.5 Effecten winning Nietap

De stijghoogten en grondwaterstanden rond de winning Nietap zijn gemodelleerd met de onttrekking als extra verklarende variabele. Het effect is berekend voor een onttrekking van 11,5 miljoen m³ per jaar, dit is de gemiddelde onttrekking over de periode 2010 – 2014.

Bij slechts 5 meetreeksen vinden we een betrouwbare invloed van de winning Nietap op de stijghoogte of grondwaterstand.

TABEL 5-7: INVLOED VAN ONTTREKKING NIETAP OP DE STIJGHOOGTE

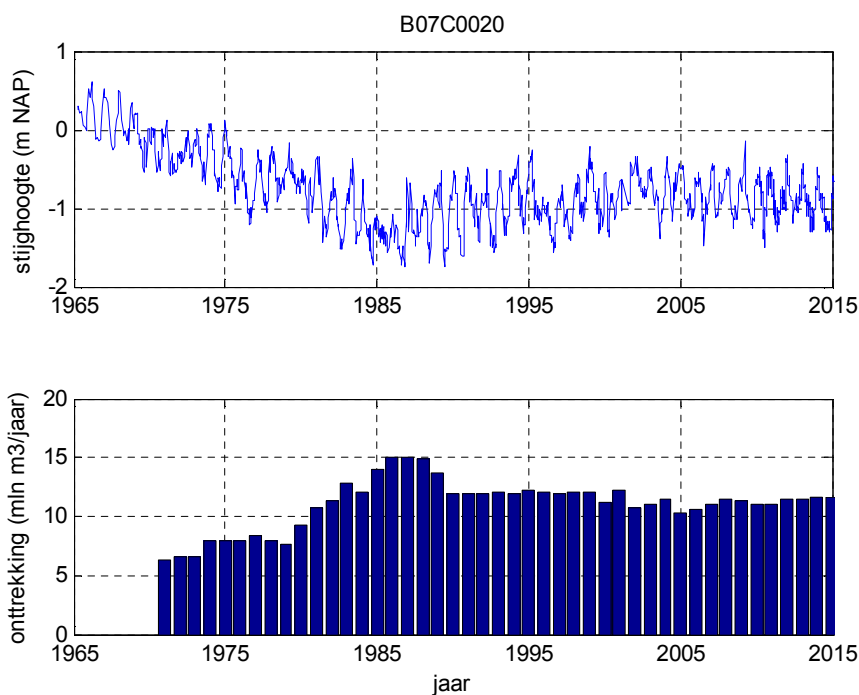
Peilbuis	Filter	Invloed winning Nietap (m per 11,5 mln m ³ onttrekking)	Standaard deviatie (m)
B07C0020_1	1	-1.50	0.04
B07C0107_2	2	-2.38	0.09
B07C0107_3	3	-2.27	0.09
B12A0185_1	1	-1.48	0.12
B12A0188_1	1	-1.82	0.09

Het verloop van de stijghoogte bij deze 5 meetreeksen is vergelijkbaar. Bij alle vijf reeksen is

gemeten vanaf eind jaren 1950 of begin jaren 1960. Hierdoor is het effect van de toename van de onttrekking in de periode 1970 – 1985 duidelijk te zien en goed te modelleren, zie Figuur 5-11.

Er zijn twee redenen waarom bij de meeste reeksen geen invloed van de winning op de grondwaterstand gevonden wordt:

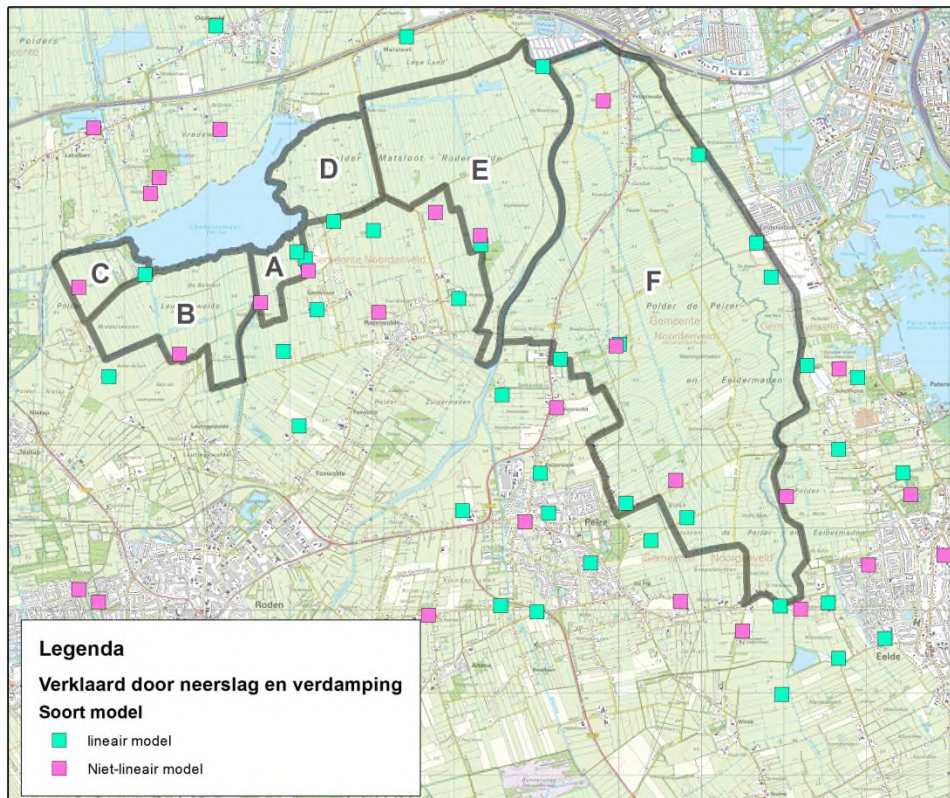
1. De meest meetreeksen zijn relatief kort; de metingen starten in ieder geval na 1990. Vanaf 1990 is de onttrekking min of meer stabiel rond 11 à 12 miljoen m³ per jaar. Doordat er nauwelijks fluctuatie in de onttrekking zit, is moeilijk om het effect van de winning te modelleren bij kortere meetreeksen.
2. De meeste meetreeksen zijn van freatische grondwaterstanden. In het Achtergronddocument Water (R.T. Rusticus en S. Schunselaar, Grontmij, 2011) staat dat het effect van de winning op de freatische grondwaterstand in de directe omgeving klein is door het voorkomen van Peelo klei. Op grotere afstand is geen Peelo klei, maar hier is het effect klein door de grotere afstand.



FIGUUR 5-11: VERLOOP VAN DE GRONDWATERSTAND BIJ B07C0020 EN JAARLIJKSE ONTTREKKING VAN NIETAP. DE TOENAME VAN DE ONTTREKKING (1971 – 1985) ZORGT VOOR EEN VERLAGING VAN DE GRONDWATERSTAND.

5.6 Grondwaterstand verklaard uit neerslag en verdamping

Op 87 locaties, 35 binnen en 52 buiten het waterbergingsgebied, kan het verloop van de grondwaterstand verklaard worden met alleen neerslag en verdamping (zie Figuur 5-12). Op 39 locaties is een niet-lineair model gemaakt en op 48 locaties is de grondwaterstand verklaard met een lineair tijdreeksmodel.



FIGUUR 5-12: LOCATIES WAAR HET VERKLOEP VAN DE GRONDWATERSTAND VERKLAARD WORDT MET ALLEEN NEERSLAG EN VERDAMPING

5.7 Meetreeksen die niet betrouwbaar gemodelleerd kunnen worden

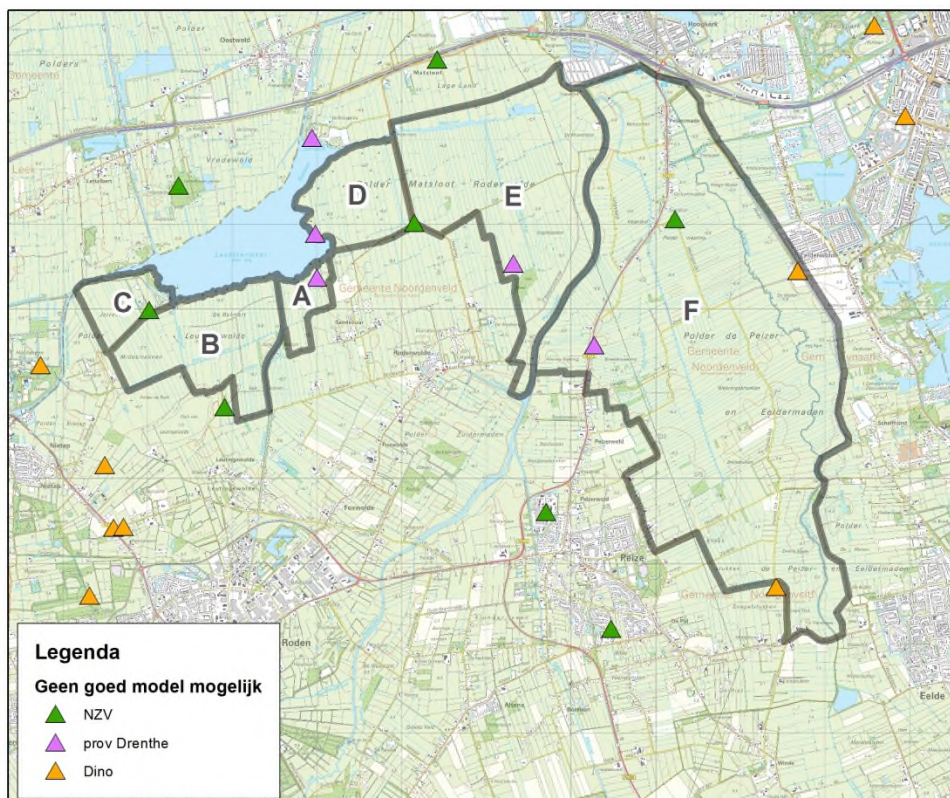
Het verloop van de grondwaterstand kan op 23 locaties niet betrouwbaar gemodelleerd worden:

- 8 meetreeksen van Noorderzijlvest. In de meeste gevallen is er een onduidelijke of niet gemeten invloed op het verloop van de grondwaterstand. Daarom heeft langer doormeten geen nut, ook met een langere meetreeks kan het verloop waarschijnlijk niet verklaard worden.
- 6 meetreeksen van de provincie Drenthe. Bij 5 meetpunten verwachten we dat een langere meetreeks mogelijk wel gemodelleerd kan worden. Op 1 locatie kan de grondwaterstand voor de ingreep niet betrouwbaar gemodelleerd worden, daarom is het niet mogelijk om een verandering te bepalen.
- 9 Dino locaties; deze zijn niet van belang voor het meetnet.

Tabel 5-8 geeft een overzicht van deze meetpunten en Figuur 5-13 laat de ligging zien.

TABEL 5-8: MEETPUNTEN WAAR DE GRONDWATERSTAND NIET BETROUWBAAR GEMODELLEERD KAN WORDEN

Locatie	Gebied	Meetpunt	Reden	Nut van langer doormeten
B07C0267_1	e	NZV	Lijkt gestuurd door oppervlakte-water, maar modelleren lukt niet	
B07C1705_1	b	NZV	Peilbuis valt droog. Model geeft extreme verdamping	
B07C1708_1	c	NZV	Onduidelijke invloed, lukt niet met oppervlaktewater	
B07C1724_1	overig	NZV	Invloed van lokale onderbemaling	
B07C1809_1	overig	NZV	Onduidelijke invloed, lukt niet met oppervlaktewater	
B07D0242_1	f	NZV	Onduidelijke invloed, lukt niet met oppervlaktewater	
B12A1733_1	overig	NZV	Onbekende extra invloed	
B12A1738_1	overig	NZV	Onbekende extra invloed	
B07C1798_1	e	Prov. Drenthe	Metingen na verandering kunnen wel goed gemodelleerd worden. Voor metingen niet, daarom geen invloed bepalen	metingen vanaf aug 2013 wel geschikt
B07C1800_1	a	Prov. Drenthe	Vanaf 2014 slecht model (grote afwijkingen in residu)	mogelijk heeft langere meetreeks beter model
B07C1807_1	f	Prov. Drenthe	Onduidelijk waarom model niet lukt	mogelijk heeft langere meetreeks beter model
B07C1807_2	f	Prov. Drenthe	Onduidelijk waarom model niet lukt	mogelijk heeft langere meetreeks beter model
P07C0015_1	d	Prov. Drenthe	Korte reeks	mogelijk heeft langere meetreeks beter model
P07C0017_1	d	Prov. Drenthe	Korte reeks	mogelijk heeft langere meetreeks beter model
B07C0107_1	overig	Dino	Meerdere veranderingen, eigenaar niet bekend, lage meetfrequentie	
B07C0272_1	overig	Dino	Onduidelijke invloed	
B07D0320_1	overig	Dino	Onduidelijke invloed.	
B07D0401_1	overig	Dino	Onduidelijke invloed.	
B07D0503_1	f	Dino	Laagfrequente metingen	
B12A0189_1	overig	Dino	Onduidelijke invloed.	
B12A0259_1	overig	Dino	Onduidelijke invloed.	
B12A0261_1	overig	Dino	Onduidelijke invloed.	
B12B0343_1	F	Dino	Lijkt droog te vallen + lage meetfrequentie	



FIGUUR 5-13: LOCATIES WAAR DE GRONDWATERSTAND NIET BETROUWBAAR GEMODELEERD KAN WORDEN

6 Simulatie effect verandering oppervlaktewaterstanden

6.1 Keuze te simuleren meetreeksen

Met een simulatie proberen we het effect van een veranderend oppervlaktewater op de grondwaterstand te bepalen. In paragraaf 5.2 is het gemodelleerde effect van oppervlaktewater op de grondwaterstand beschreven.

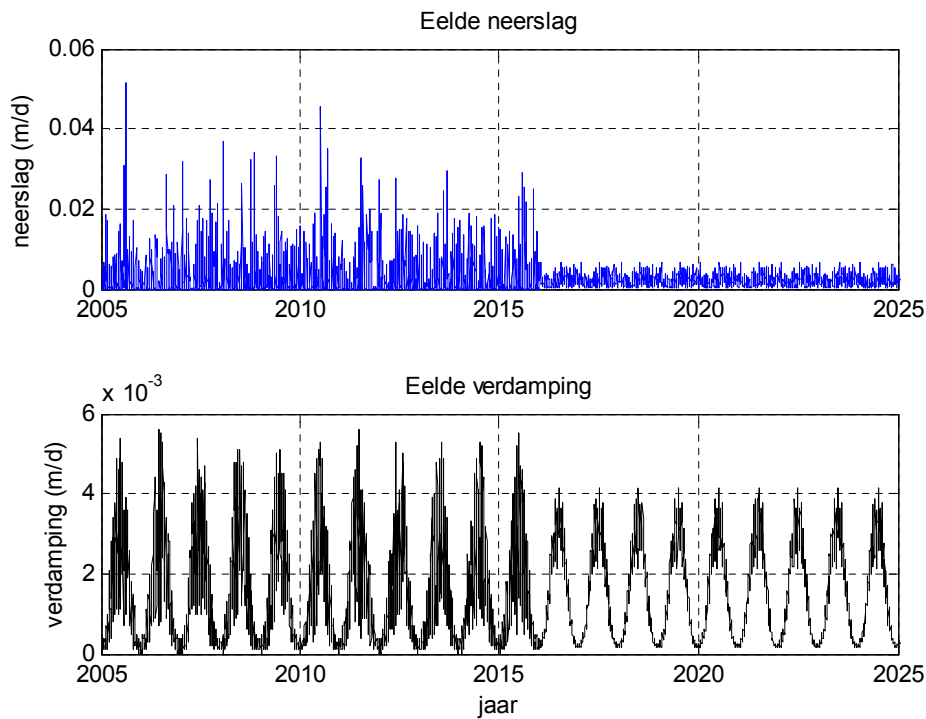
We zijn vooral geïnteresseerd in het effect van veranderingen in het oppervlaktewater in gebied F. We hebben daarom 6 meetpunten uitgezocht in gebied F waar middels een simulatie het effect van aanpassing van het oppervlaktewater is onderzocht. Met de tijdreeksanalyse hebben we het effect van het oppervlaktewater op het grondwater bepaald (met bandbreedte). Alleen bij B07D0242_1 en B12B1761_2 was het tijdreeksmodel met oppervlaktewater duidelijk beter dan het tijdreeksmodel zonder. Bij de andere meetreeksen zijn beide tijdreeksmodellen vergelijkbaar goed. Met de uitkomsten van de tijdreeksmodellen maken we een simulatie voor de periode 2016 – 2026.

TABEL 6-1: MEETPUNTEN DIE ZIJN UITGEKOZEN VOOR SIMULATIE

Nr	Meetpunt	Gebruikte oppervlaktewater reeks	Effect (m) van 1 m stijging opp.water	Bandbreedte	
				Van (m)	Tot (m)
1	B07C1726_1	Triplum	0.18	0	0.25
2	B07D0242_1	Zanddijk	0.88	0.65	1.11
3	B07D1894_1	Triplum	0.27	0	0.41
4	B12B1648_1	Peize Eeldermeden	0.29	0	0.33
5	B12B1649_1	Peize Eeldermeden	0.08	0	0.12
6	B12B1761_2	Zanddijk	0.92	0.82	1.03

6.2 Creëren simulatiereeksen

Voor de simulatieperiode (2016 – 2026) construeren we meetreeksen van de neerslag, verdamping en oppervlaktewater. Voor de neerslag en verdamping gebruiken we voor iedere dag het gemiddelde van de periode 2005 – 2015. Dus op 1 januari het gemiddelde van alle 1 januari-neerslagen van 2005–2015, en zo verder. We hebben gekozen voor de periode 2005 – 2015 om een representatief beeld te krijgen voor het huidige klimaat. Deze methode resulteert in een sterk gemiddeld verloop van de neerslag en verdamping; alle extremen zijn weggemiddeld, zie Figuur 6-1.

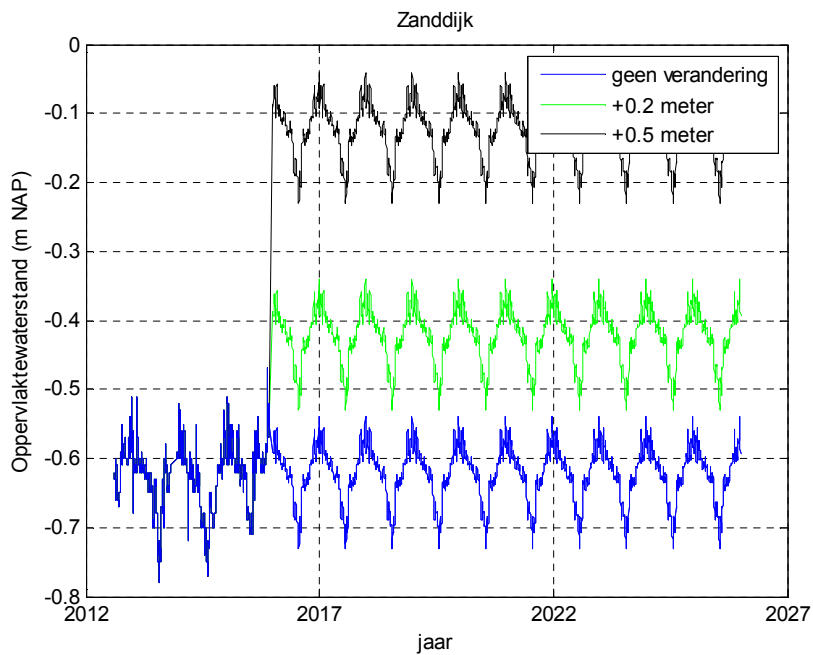


FIGUUR 6-1: NEERSLAG EN VERDAMPING, TOT 2016 WERKELIJKE WAARDE, VANAF 2016 GECONSTRUEERDE WAARDEN

We hebben eerst drie oppervlaktewaterreeksen gemaakt met een ongewijzigd oppervlaktewaterpeil. De geconstrueerde oppervlaktewaterreeksen zijn weergegeven in bijlage VII.

- Voor Zanddijk hebben we de hele meetreeks gebruikt en voor iedere dag het gemiddelde genomen van de eerdere metingen op die dag. Dus op dezelfde manier als bij neerslag en verdamping, maar dan een kortere periode, omdat er pas vanaf 2012 gemeten is.
- Voor Triplum hebben we periode dec-2014 tot dec 2015 gekopieerd. Ieder jaar is dus hetzelfde.
- Voor Peize Eeldermeden hebben we de periode nov-2014 tot nov 2015 gekopieerd. Ieder jaar is dus hetzelfde.

Vervolgens zijn de oppervlaktewaterstanden vanaf 2016 met 0.2 en 0.5 m verhoogd, zie Figuur 6-2.

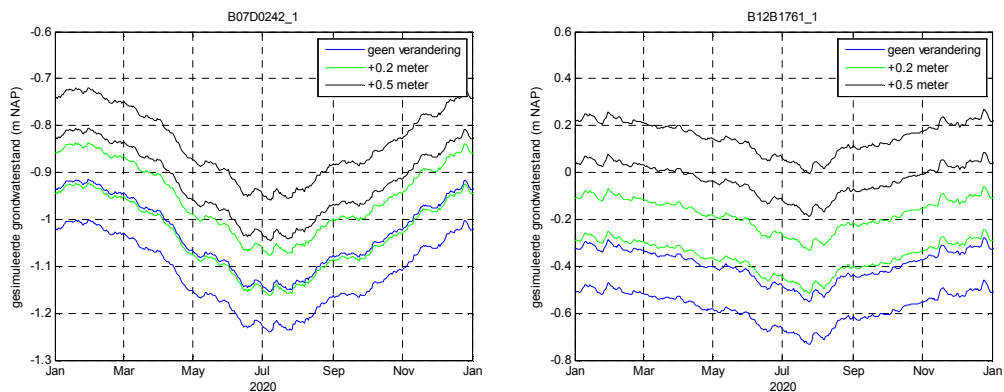


FIGUUR 6-2: GECONSTRUEERDE OPPERVLAKTEWATERREEKSEN

6.3 Resultaten simulatie

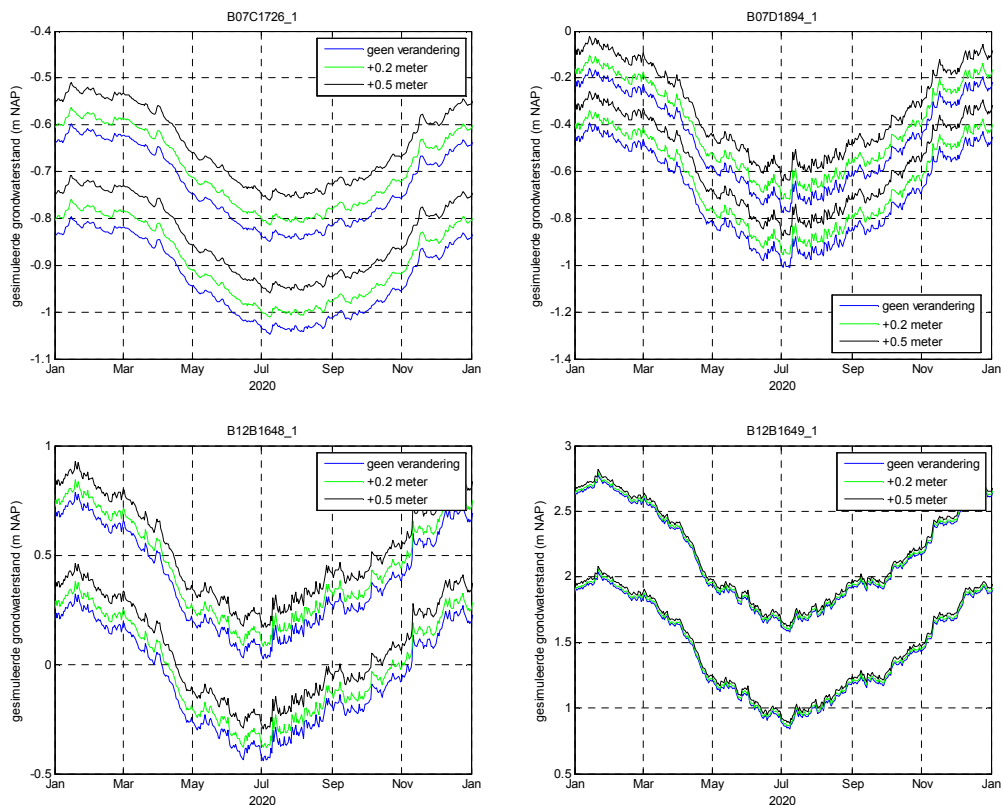
Voor de zes meetreeksen zijn ieder drie simulaties uitgevoerd, met gemiddelde, +0.2m en +0.5m oppervlaktewaterstand. De geconstrueerde invoerreeksen zijn voor ieder jaar hetzelfde, daardoor zijn dus ook de gesimuleerde grondwaterstanden ieder jaar hetzelfde. We presenteren daarom de gesimuleerde bandbreedte voor de grondwaterstand voor één jaar (2020). De bandbreedte is een gevolg van de onzekerheden in het tijdreeksmodel. Het effect van de verschillende invloedparameters (neerslag, verdamping en oppervlaktewater) heeft een onzekerheid. Hoe groter de onzekerheid in het model, hoe groter de bandbreedte van de simulatie.

Bij B07D0242_1 en B12B1761_2 zien we een duidelijke verandering van de grondwaterstand als gevolg van het opzetten van de oppervlaktewaterstand.



FIGUUR 6-3 GESIMULEERDE GRONDWATERSTAND BIJ B07D0242_1 EN B12B1761_2

Bij de andere vier simulaties is de verandering van de grondwaterstand veel minder duidelijk. Dat komt doordat het effect van het oppervlaktewater kleiner is, dit in combinatie met de bandbreedte geeft een onzeker effect. De bandbreedtes van de verschillende simulaties vallen deels over elkaar heen.



FIGUUR 6-4: GESIMULEERDE GRONDWATERSTAND BIJ B07C1726_1, B07D1894_1, B12B1648_1 EN B12B1649_1

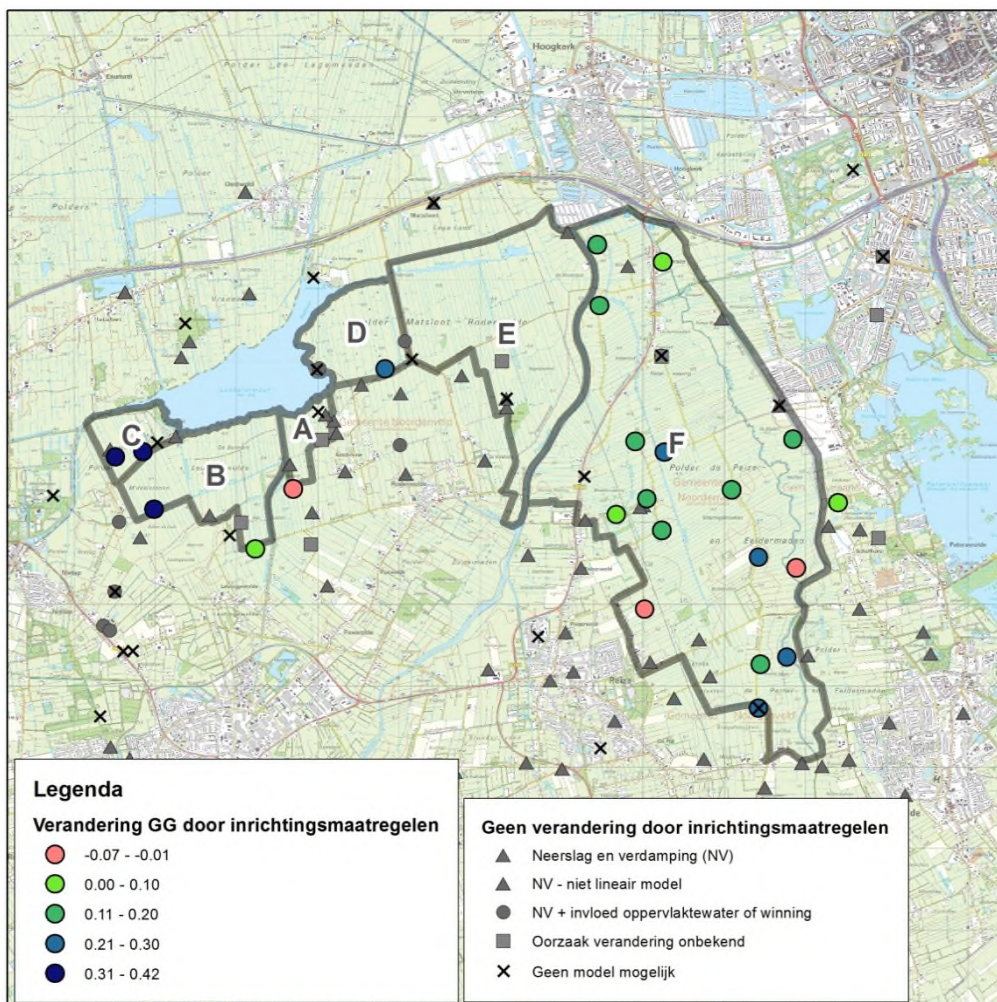
Het effect van het oppervlaktewater op de grondwaterstand in veel gevallen niet goed te onderscheiden is van het effect van neerslag (zie paragraaf 5.2). Dit maakt de gemodelleerde invloed van het oppervlaktewater op de grondwaterstand onzeker. Voor een betrouwbare simulatie zou eigenlijk alleen gebruik gemaakt moeten worden van modellen waar de invloed van het oppervlaktewater duidelijk kan worden vastgesteld, maar dit betekent dat slechts op twee locaties een simulatie mogelijk is.

7 Conclusies en aanbevelingen

7.1 Conclusies

Als gevolg van de inrichtingsmaatregelen is op een aantal locaties het grondwatersysteem veranderd. Dit betekent dat de grondwaterstand voor en na de ingrepen anders reageert op dezelfde invloed en er kunnen andere invloeden een rol spelen. Om het effect hiervan te kunnen bepalen is de grondwaterstand voor en na ingrepen apart gemodelleerd.

Op 33 locaties is de grondwaterstand veranderd als gevolg van de inrichting van het waterbergingsgebied. Op 30 locaties is een stijging en op 3 locaties een daling gevonden. Op 9 locaties (waarvan 4 in het waterbergingsgebied) zien we een verandering van de grondwaterstand die niet door de inrichtingsmaatregelen verklaard kan worden.



De gemeten grondwaterstanden blijken niet representatief te zijn voor een groot gebied. De gevonden verandering van de grondwaterstand is vaak zeer lokaal. We zien dat bij peilbuizen die dicht bij elkaar in de buurt liggen bij de ene peilbuis wel en bij de andere geen

verandering wordt gevonden. Op slechts één locatie is buiten het waterbergingsgebied invloed gevonden van de inrichtingsmaatregelen.

Bij de overige buizen in en rond het waterbergingsgebied Onlanden is geen invloed van de ingrepen gevonden. Bij het merendeel van deze buizen kan het verloop van de grondwaterstand gemodelleerd worden met alleen neerslag en verdamping (met een lineair of niet-lineair model). Bij een aantal buizen speelt oppervlaktewater of winning een rol, maar er is geen invloed van de inrichtingsmaatregelen te zien. Op 23 locaties blijkt het niet mogelijk te zijn om een betrouwbaar model te maken.

De invloed van het oppervlaktewater op de grondwaterstand blijkt in veel gevallen niet te modelleren. Waarschijnlijk komt dit doordat het verloop van de oppervlaktewaterstand sterk lijkt op het neerslagpatroon, zodat de invloed niet van de neerslag te scheiden is. Het verloop van de grondwaterstand kan vaak net zo goed gemodelleerd worden met als zonder oppervlaktewater als verklarende invloed. Slechts bij 9 reeksen vinden we een duidelijk effect van het oppervlaktewater. Bij 36 reeksen is mogelijk sprake van invloed van het oppervlaktewater, maar is dit onzeker.

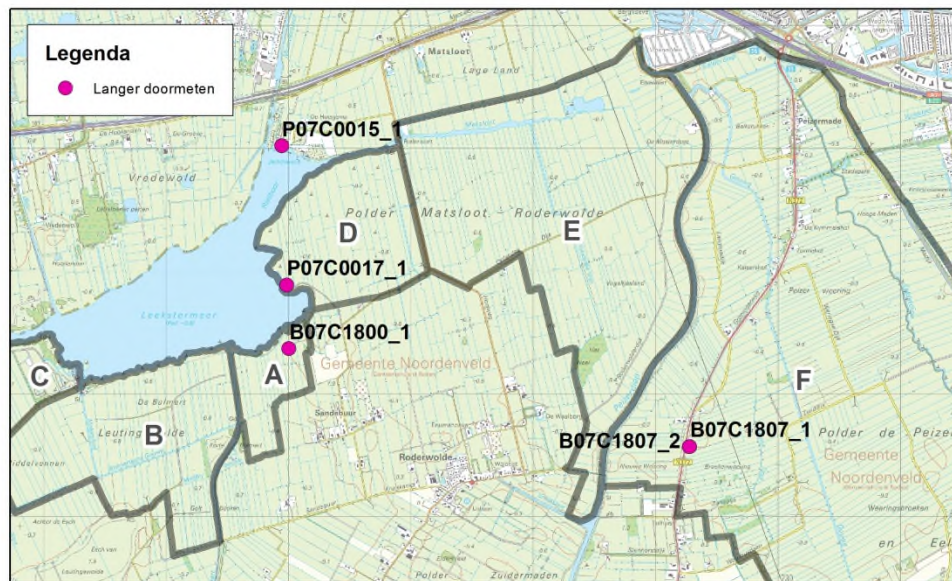
De grondwaterstand stijgt in januari 2012 op een aantal locaties tot boven maaiveld als gevolg van inundatie. Ook hier zien we dat het effect lokaal is, lang niet overal in het waterbergingsgebied is het mogelijk om het effect van de hoogwaterperiode op de grondwaterstand te modelleren.

7.2 Aanbevelingen voor monitoring

7.2.1 Aanbevelingen monitoring effecten inrichten waterbergingsgebied

Op 5 locaties zijn de reeksen nu nog te kort voor een goede tijdreekanalyse. We verwachten dat een langere meetreeks wel goed te modelleren is. We bevelen aan om deze meetreeksen langer te blijven meten, zodat ook op deze locaties een uitspraak gedaan kan worden over het lokale effect van de ingrepen.

Het meetnet en deze analyse hebben inzicht verschaft in de effecten van de inrichting van het waterbergingsgebied. Het meetnet heeft daarmee zijn doel gediend. Het is niet nodig de metingen voort te zetten voor het bepalen van de effecten van de inrichting van het waterbergingsgebied te monitoren, behalve de 5 eerder genoemde meetpunten.

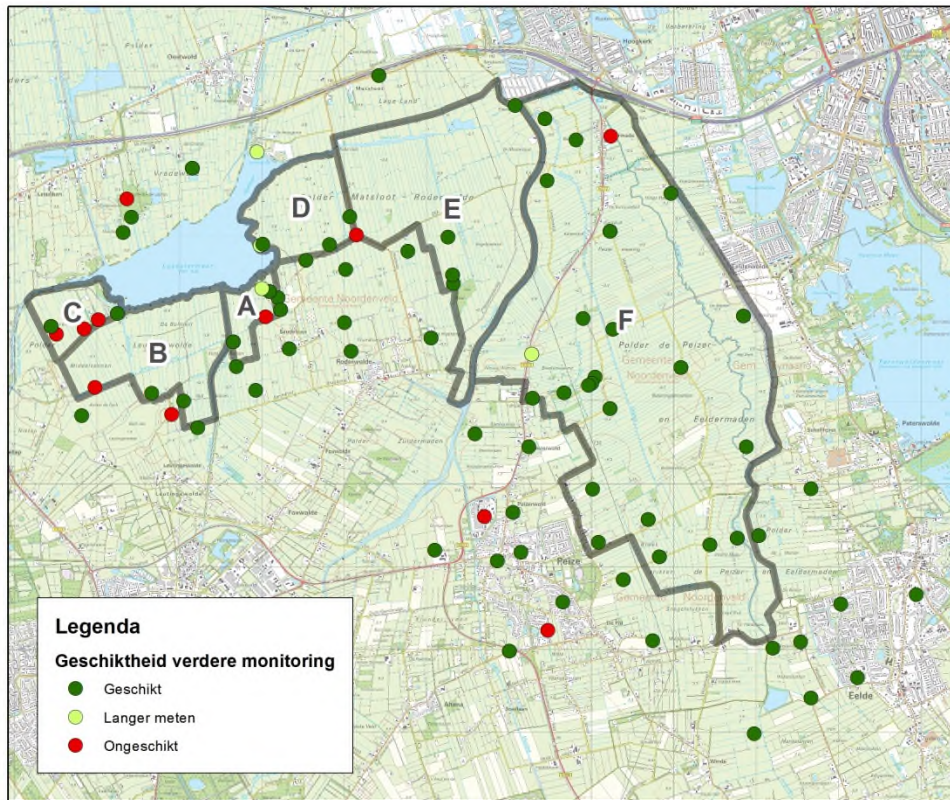


FIGUUR 7-1: LOCATIES WAAR EEN LANGERE MEETREEKS EXTRA INFORMATIE KAN OPLEVEREN OVER DE EFFECTEN VAN DE INGREPEN

7.2.2 Aanbevelingen monitoring nieuwe meetdoelen

Het effect van de inrichting van het waterbergingsgebied is nu duidelijk, maar er kunnen ook andere redenen zijn om metingen voort te zetten. Bijvoorbeeld als er nog andere maatregelen in de (nabije) toekomst worden verwacht. In dat geval kan gebruik gemaakt worden van (een deel van) het huidige meetnet, maar de meetpunten krijgen dan een nieuw doel waarvoor ze gemeten worden.

Als er metingen voortgezet worden, gebruik dan bij voorkeur meetpunten die betrouwbaar te modelleren zijn. Op deze locaties wordt het verloop van de grondwaterstand alleen gestuurd door bekende gemeten invloeden. Als hier de grondwaterstand verandert, is dat te koppelen aan een oorzaak. In bijlage IX is per locatie (van waterschap Noorderzijlvest en de provincie Drenthe) aangegeven of deze geschikt is voor monitoring of niet.



FIGUUR 7-2: GESCHIKTHEID VOOR MONITORING TEN BEHOEVE VAN NIEUWE MEETDOELEN (DOORDAT MEETPUNTEN IN DE FIGUUR OVER ELKAAR HEEN VALLEN ZIJN NIET ALLE 'LANGER METEN' PEILBUIZEN TE ZIEN).

Bijlage I Controle meetpunten Noorderzijlvest

TABEL I-1: MEETREEKSEN ONGESCHIKT VOOR ANALYSE VANWEGE TE WEINIG METINGEN

Put	filter	Opmerking
B07C1704	1	laatste meting 2007
B07C1737	2	laatste meting 2012
B07C1739	1	laatste meting 2010
B07C1808	1	gat van bijna 2 jaar
B12B1640	1	Laatste meting 2011
B12B1641	1	hele korte reeks

TABEL I-2: MEETREEKSEN UIT DINO GEBRUIKT IN PLAATS VAN MEETREEKS UIT BESTAND NOORDERZIJLVEST

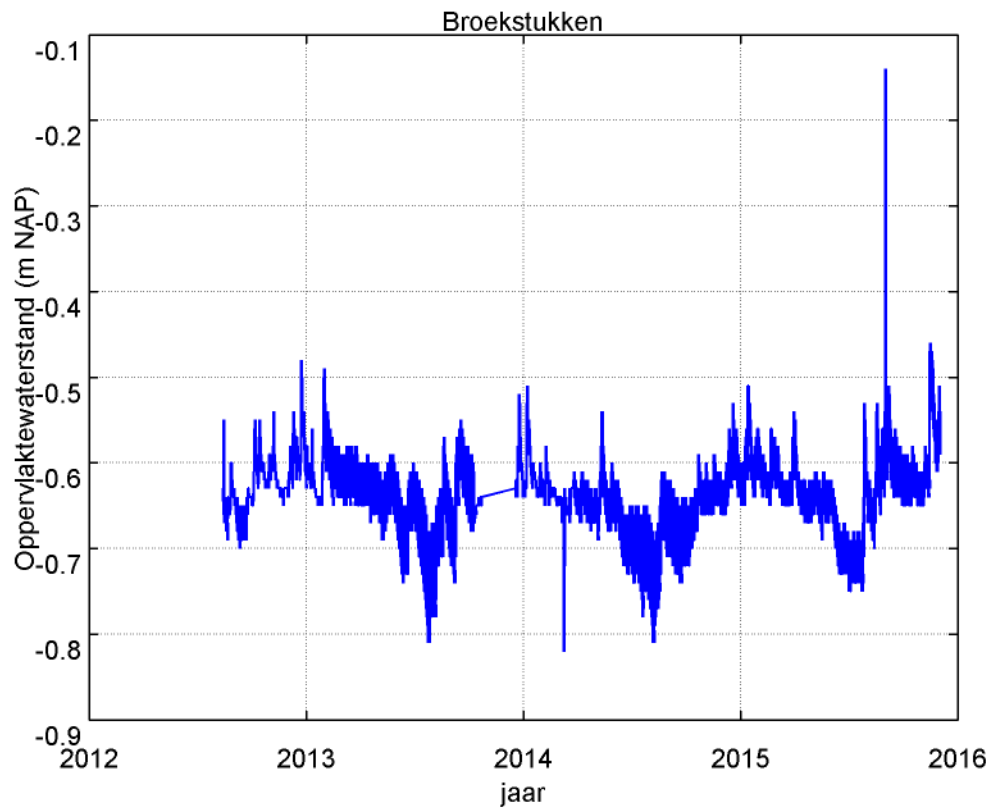
Put	filter	Opmerking
B07D0242	1	Meetreeks in NZV bestand 1 jaar, DINO: 25 jaar
B07D0242	2	Meetreeks in NZV bestand 1 jaar, DINO: 25 jaar
B07D0242	3	Meetreeks in NZV bestand 1 jaar, DINO: 25 jaar
B12A0120	1	Einde meetreeks in NZV bestand in 2012, DINO loopt door tot 2015 en DINO gegevens gevalideerd
B12A0120	2	Einde meetreeks in NZV bestand in 2011, DINO loopt door tot 2015 en DINO gegevens gevalideerd
B12A0120	3	Einde meetreeks in NZV bestand in 2012, DINO loopt door tot 2015 en DINO gegevens gevalideerd

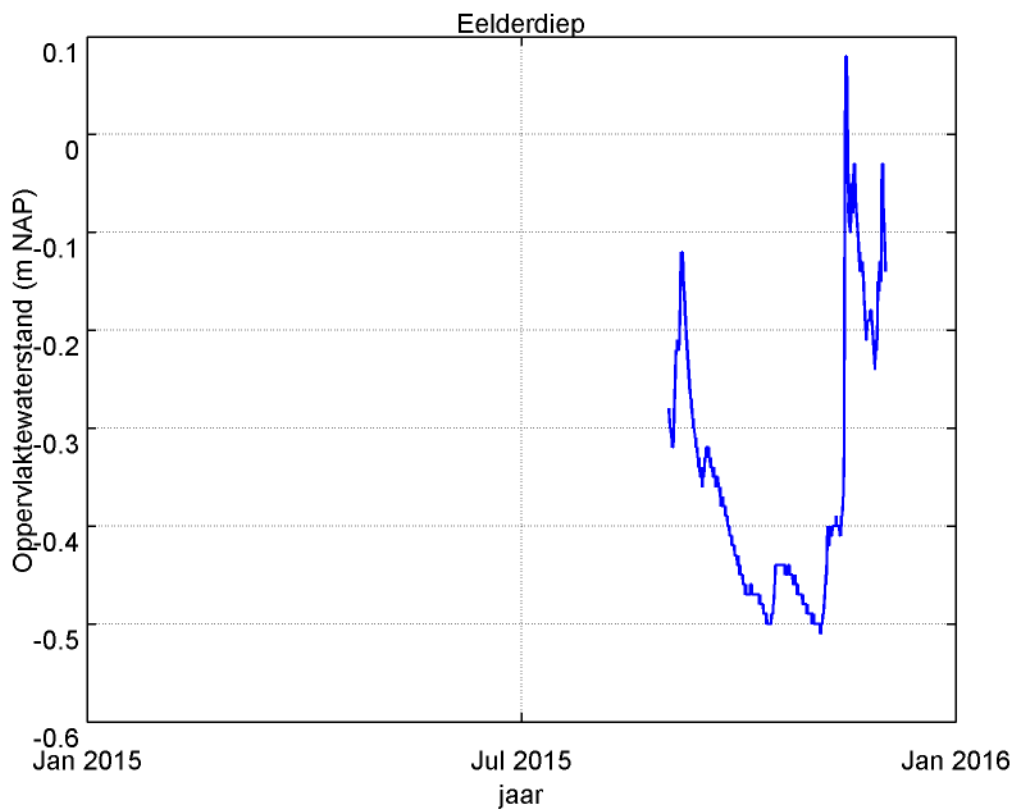
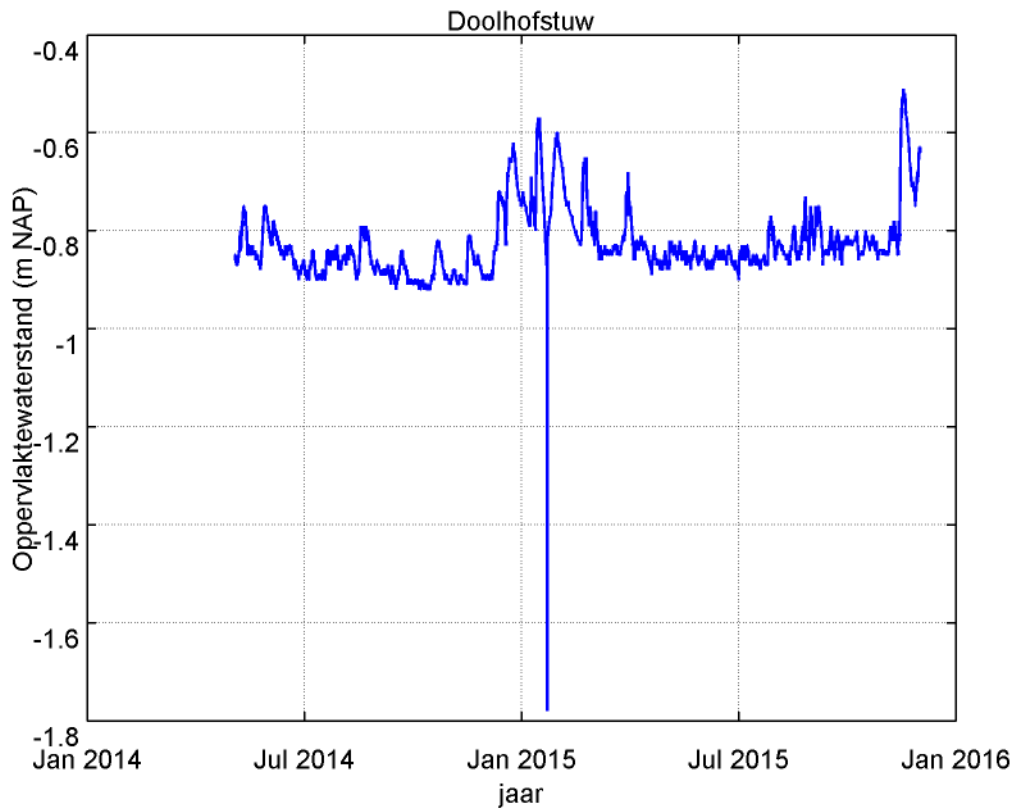
TABEL I-3: FOUTIEVE METINGEN UIT MEETREEKSEN VERWIJDERD

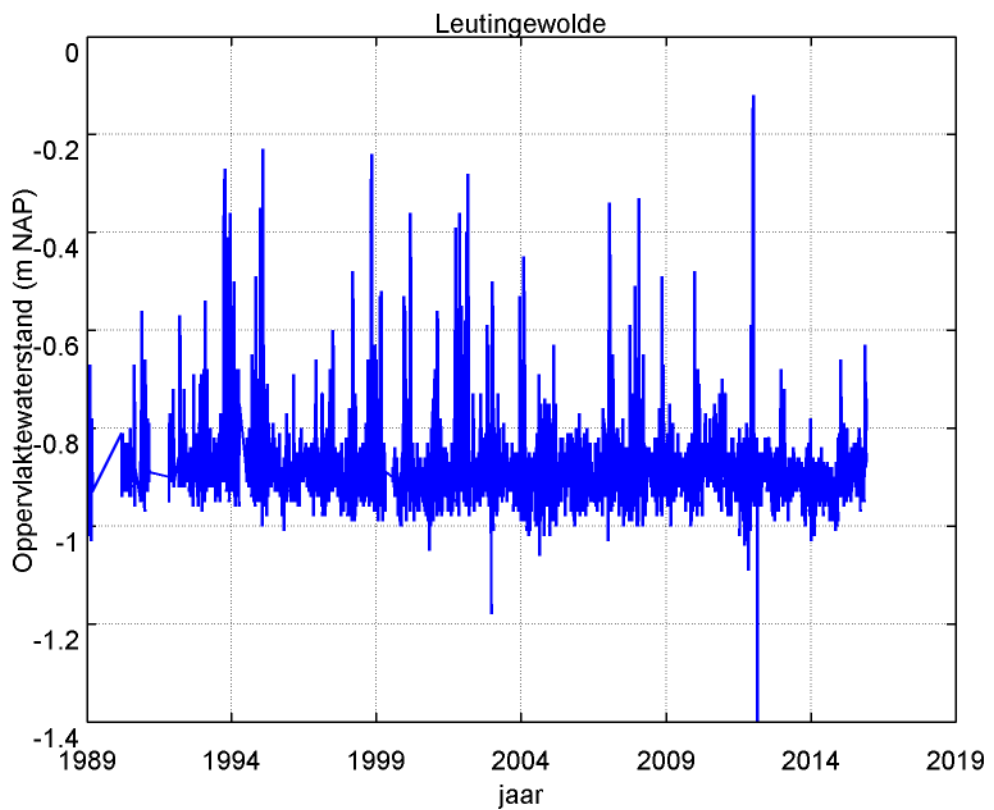
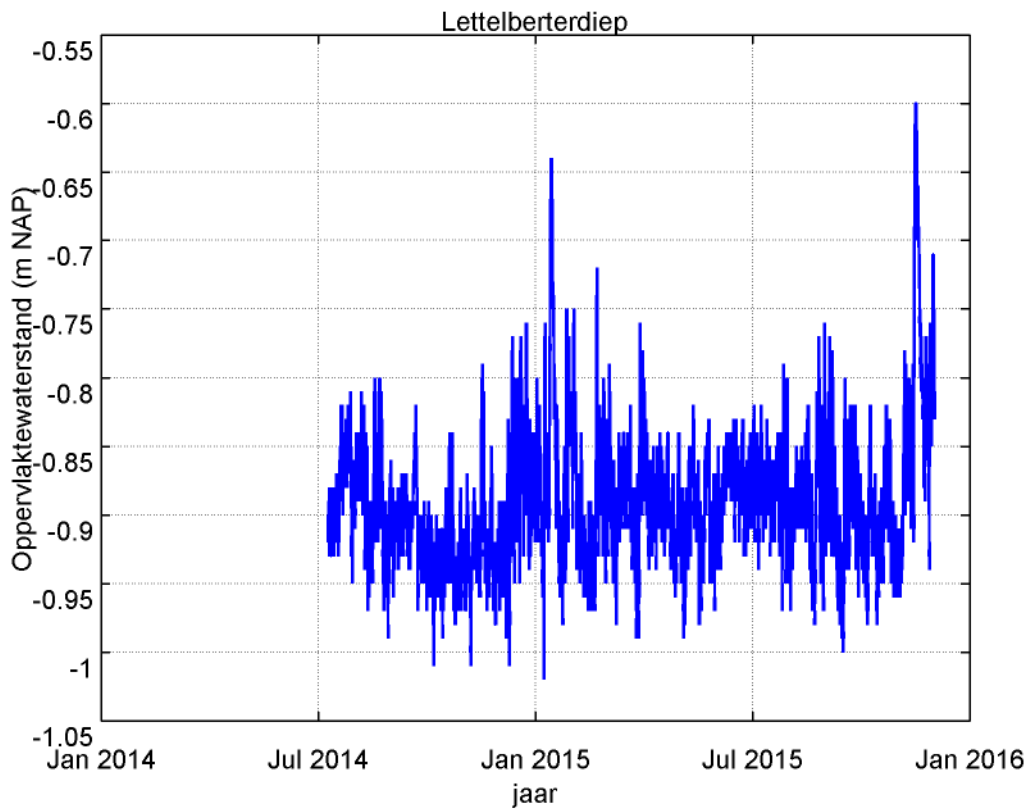
Put	filter	Verwijderde metingen
B07C0267	1	Metingen 26 mrt 07 12:45 t/m 27 mrt 07 11:45 verwijderd
B07C1713	1	Metingen vanaf 4 mrt 2014 15:00 uur verwijderd. Vreemde metingen mogelijk door vervangen peilbuis door straatkolk.
B07C1718	1	Metingen voor 2008 verwijderd omdat er een nieuwe peilbuis is geplaatst
B07C1724	1	Metingen voor 28 juli 2007 verwijderd.
B07C1727	1	Metingen 15 mrt 07 09:00 t/m 16 mrt 07 10:30 verwijderd
B07D0242	1	Metingen 1 apr 08 - 17 apr 08 verwijderd
B07D1892	1	Metingen 30 apr 11 21:00 t/m 1 mei 11 08:00 verwijderd

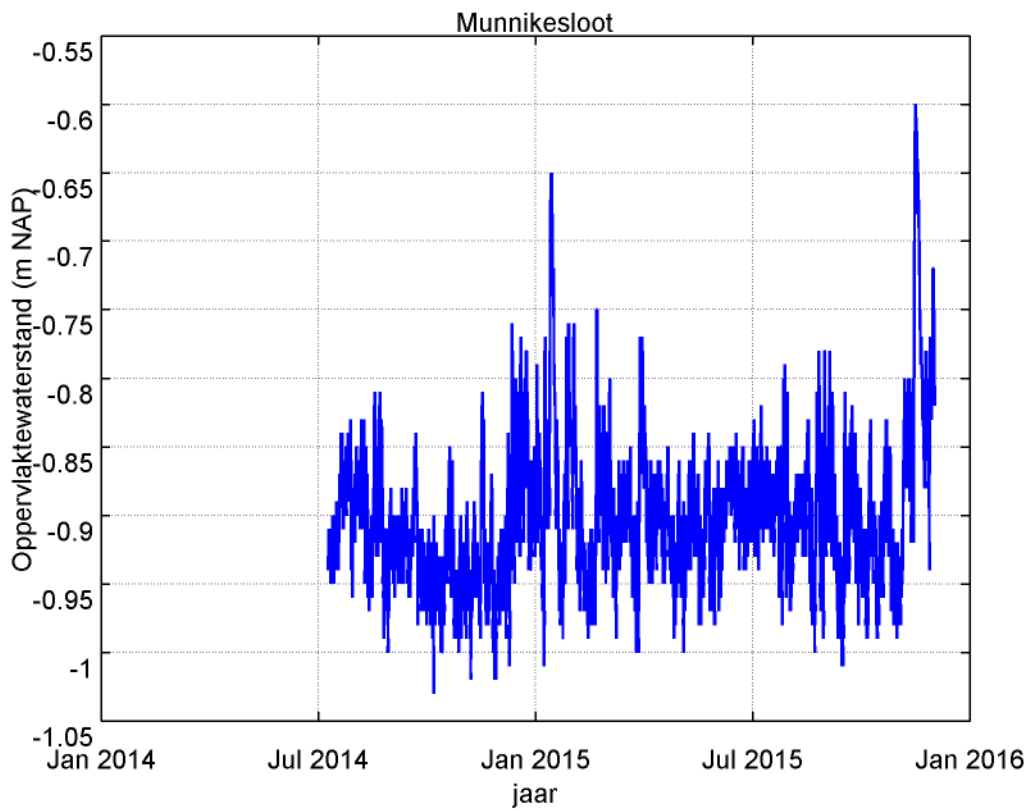
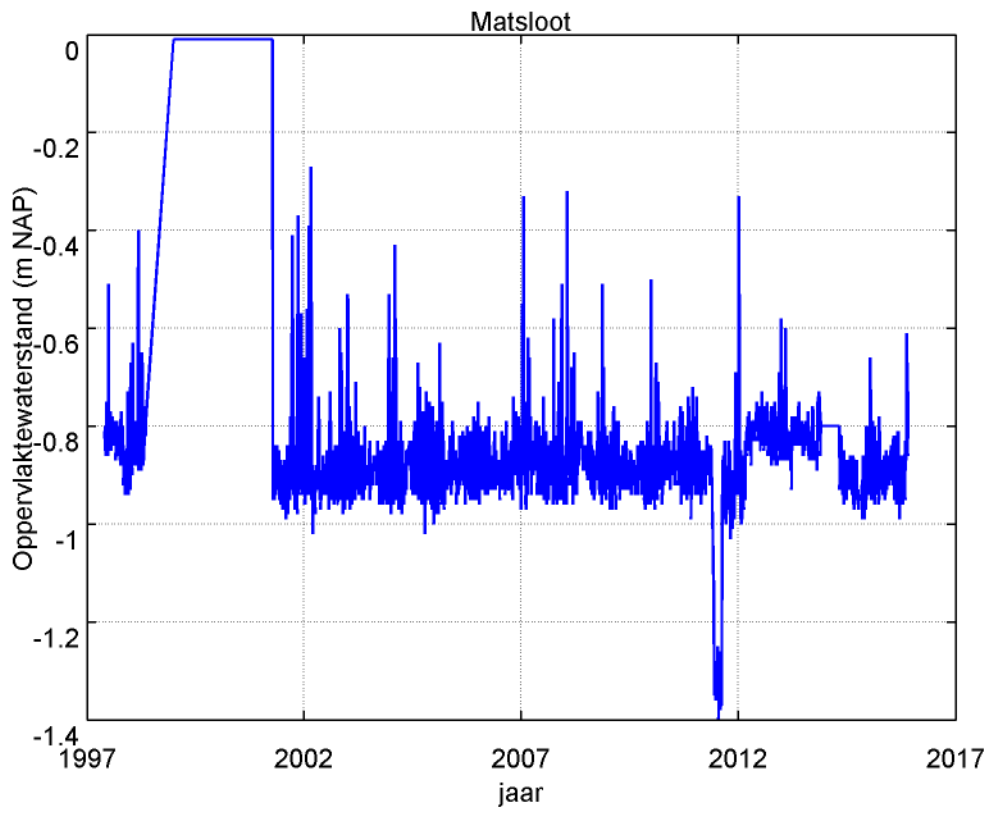
B12A1739	1	Metingen 15 sept 14 11:00 t/m 18 nov 14 14:00 verwijderd
B12B0342	1	Metingen 17 mrt 07 14:00 t/m 20 mrt 07 11:45 verwijderd
B12B0342	2	Diver stuk, laatste twee Diverreeksen verwijderd, dit zijn de metingen vanaf 18 nov 2014.
B07C1796	1, 2	Filterverwisseling aangepast door provincie Drenthe
Peilbuis Zandijk West	1	Meting op 3 apr 2014, 6:00 verwijderd

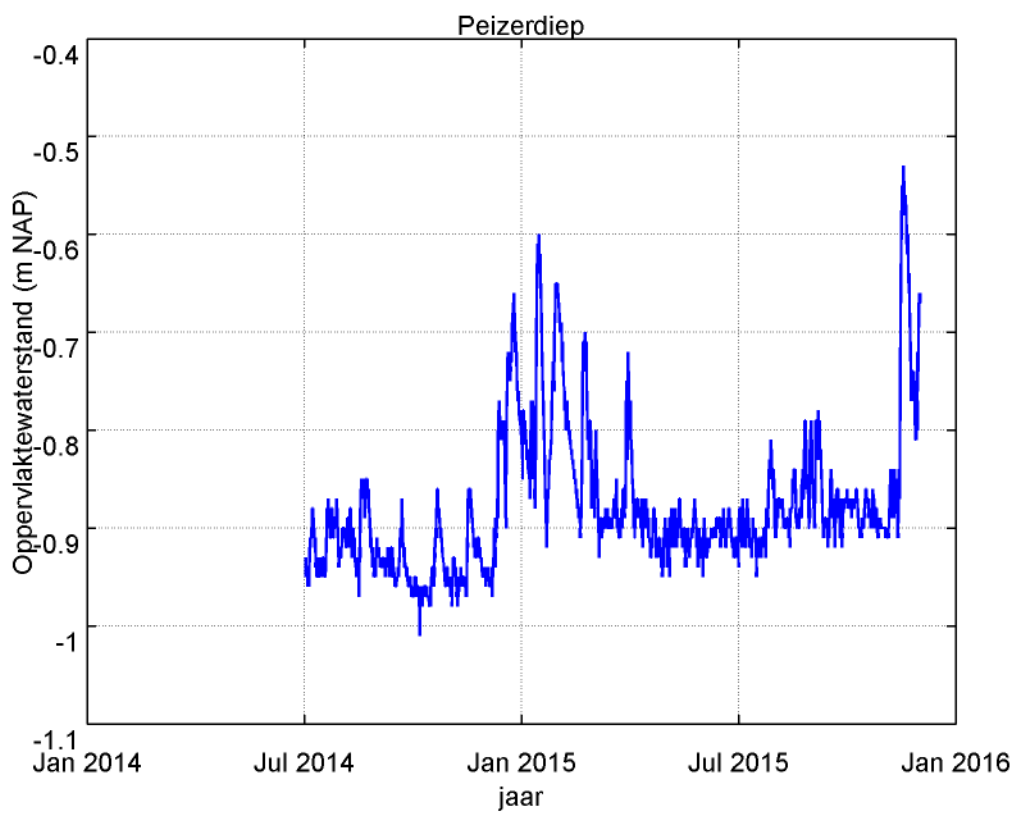
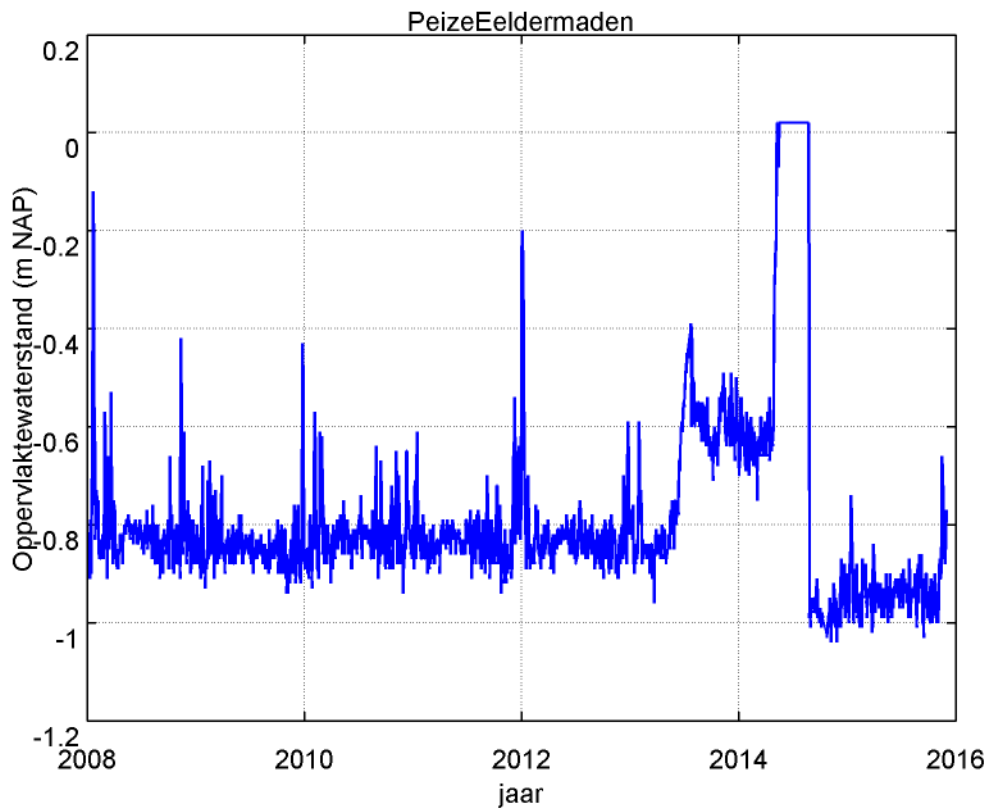
Bijlage II Tijdreeksen oppervlaktewatermetingen

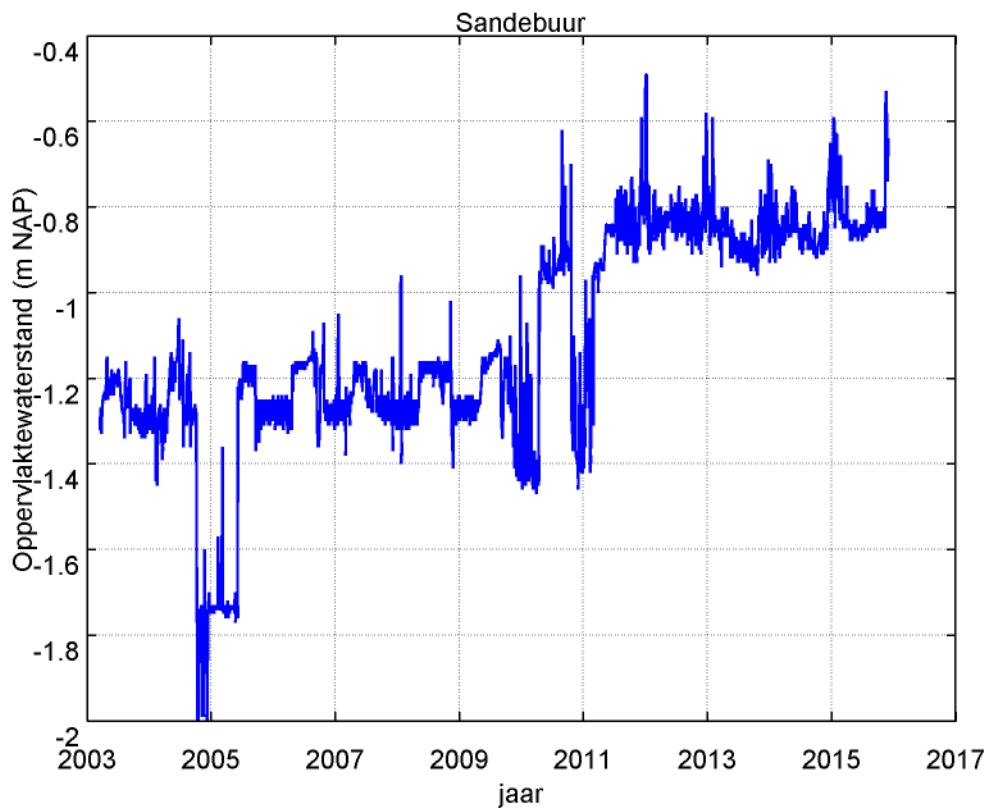
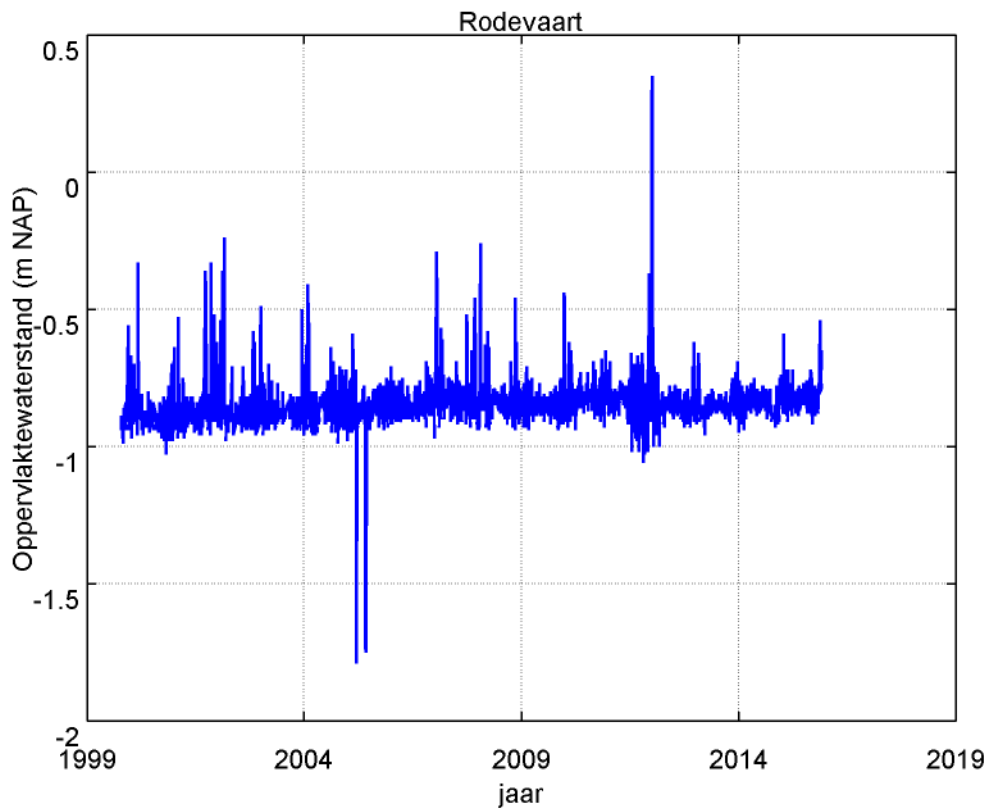


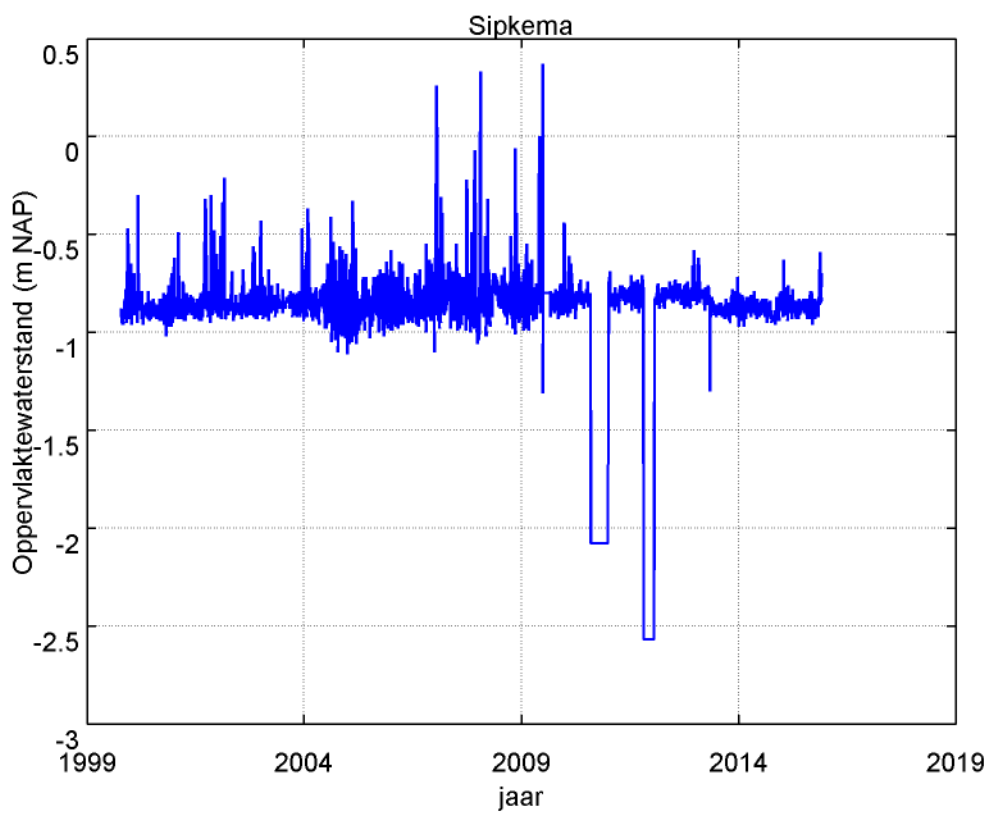
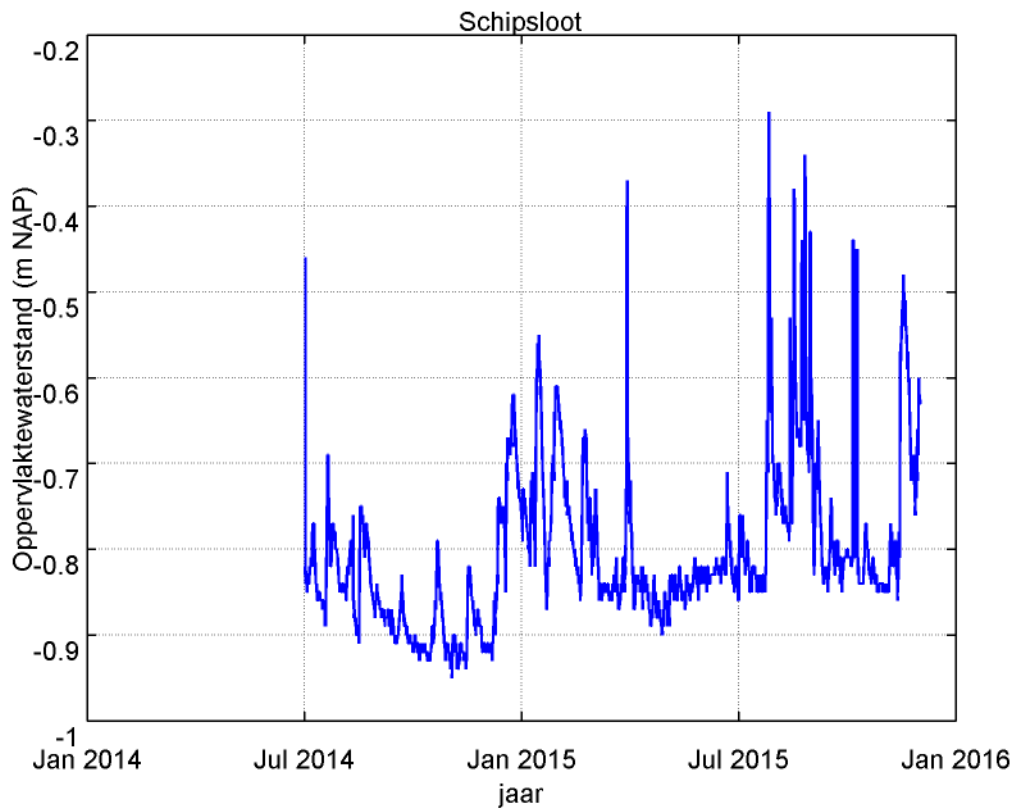


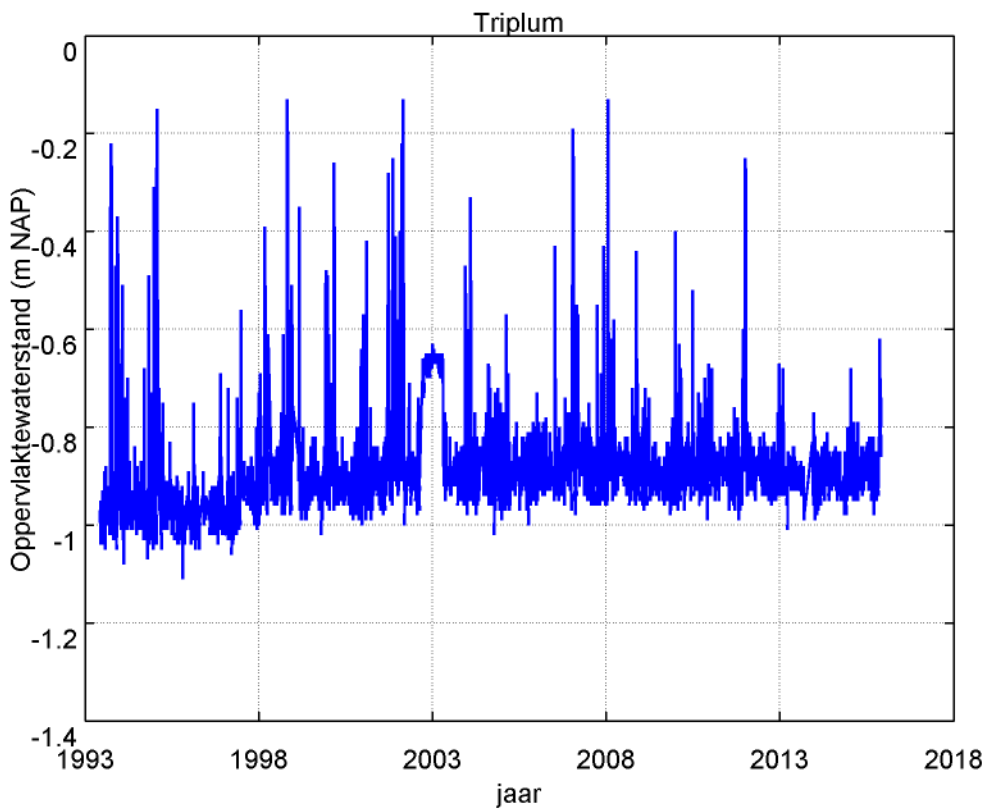
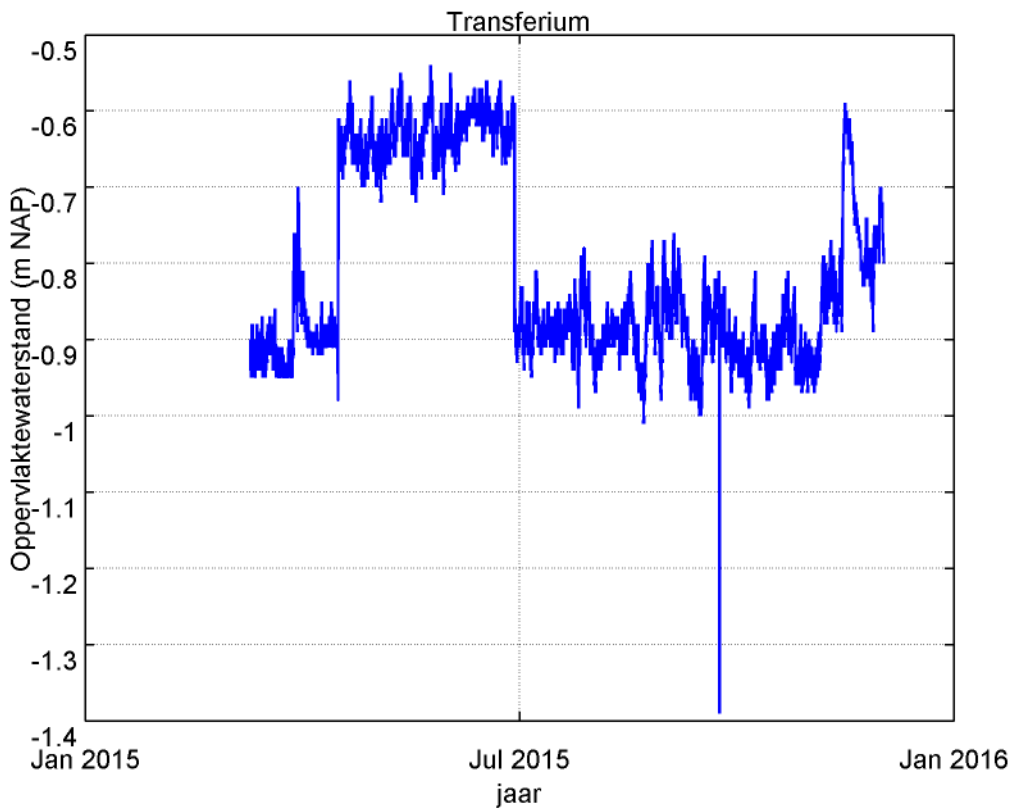


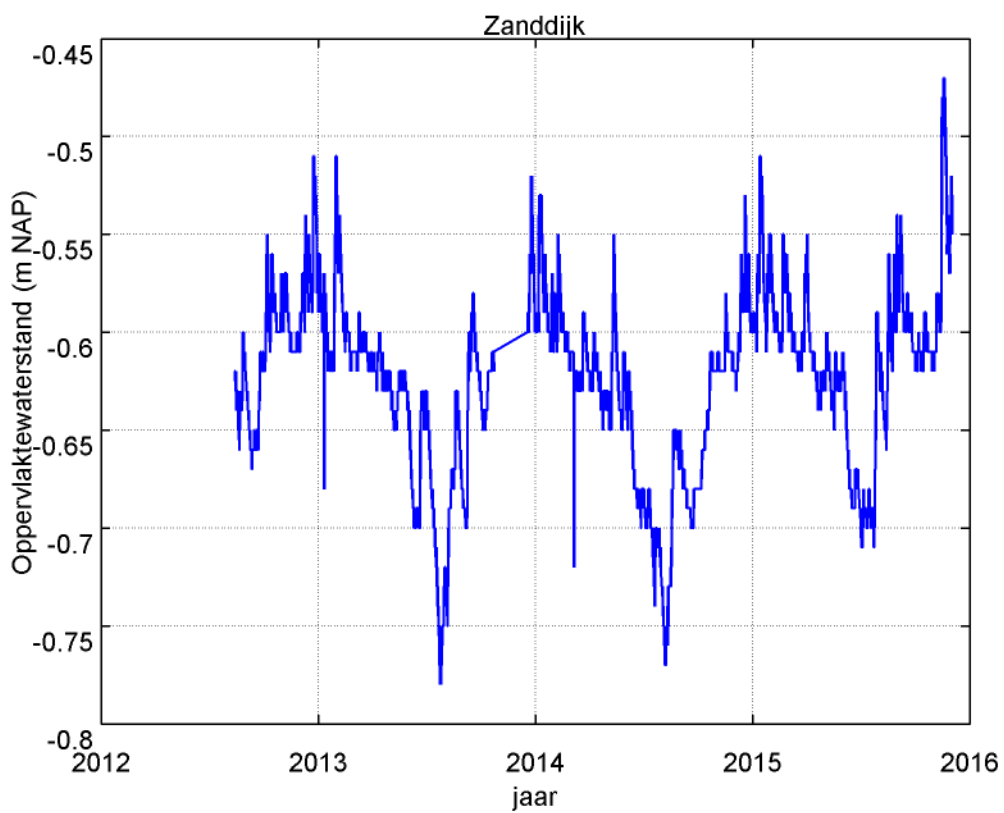
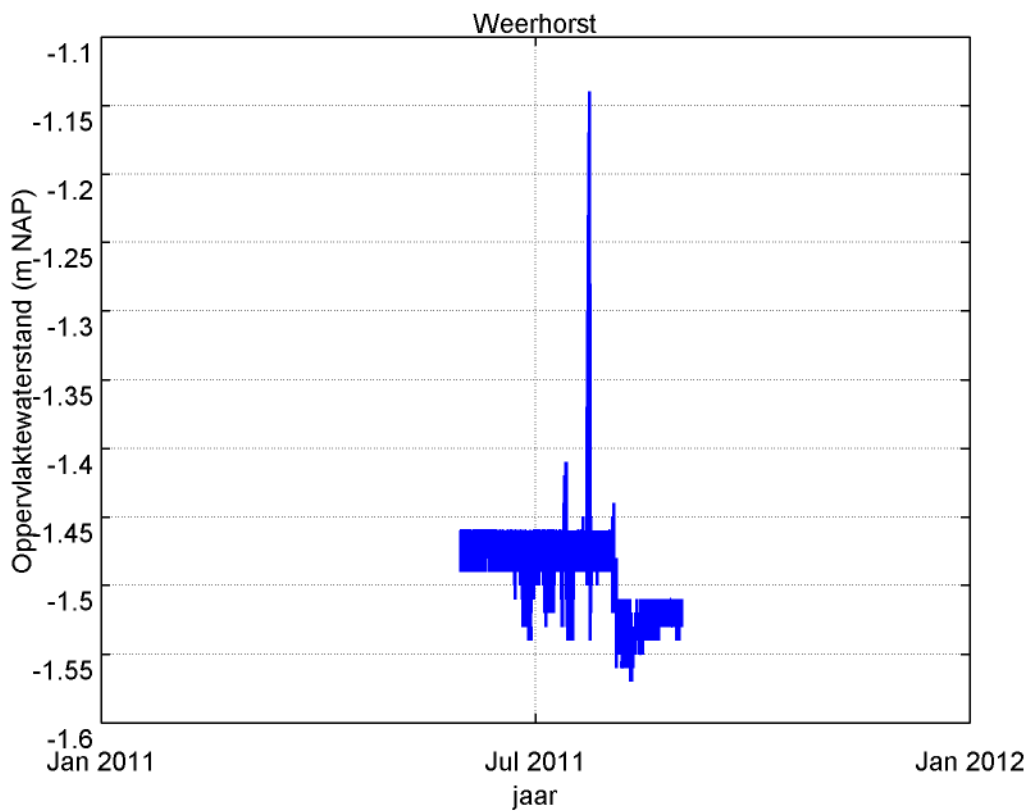


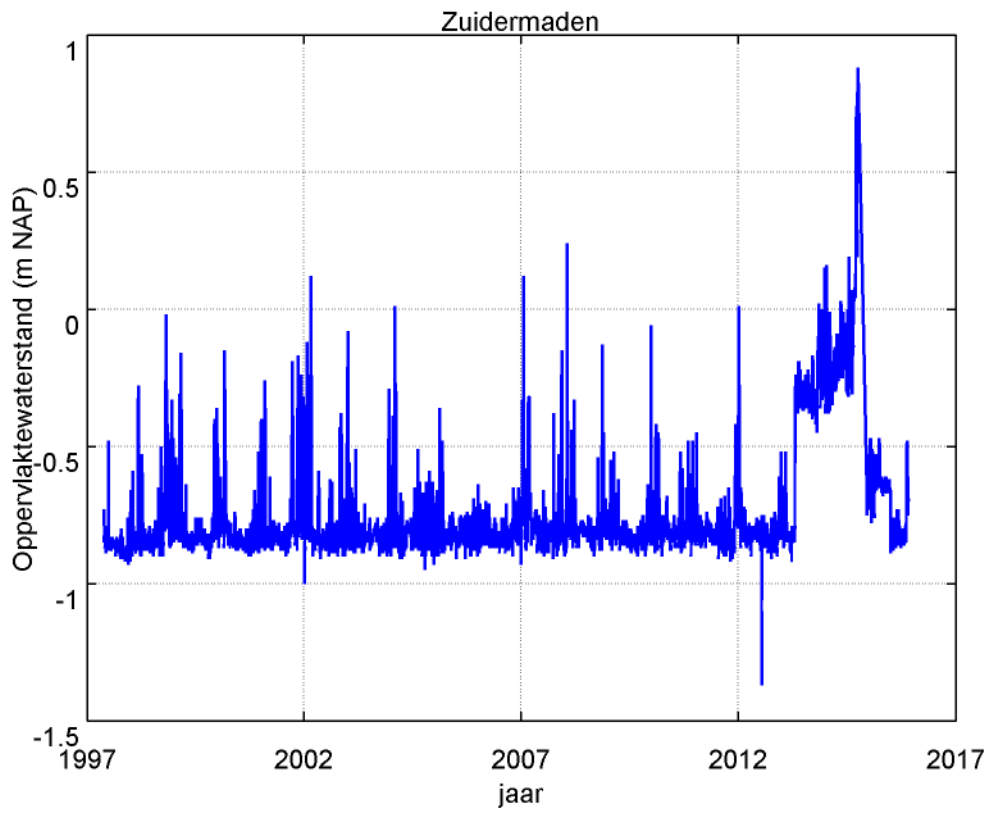


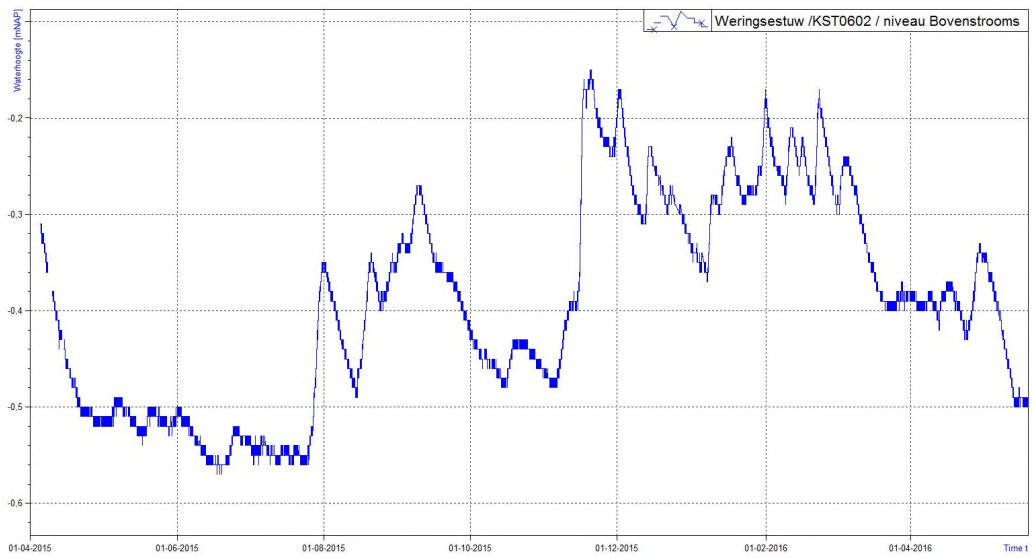
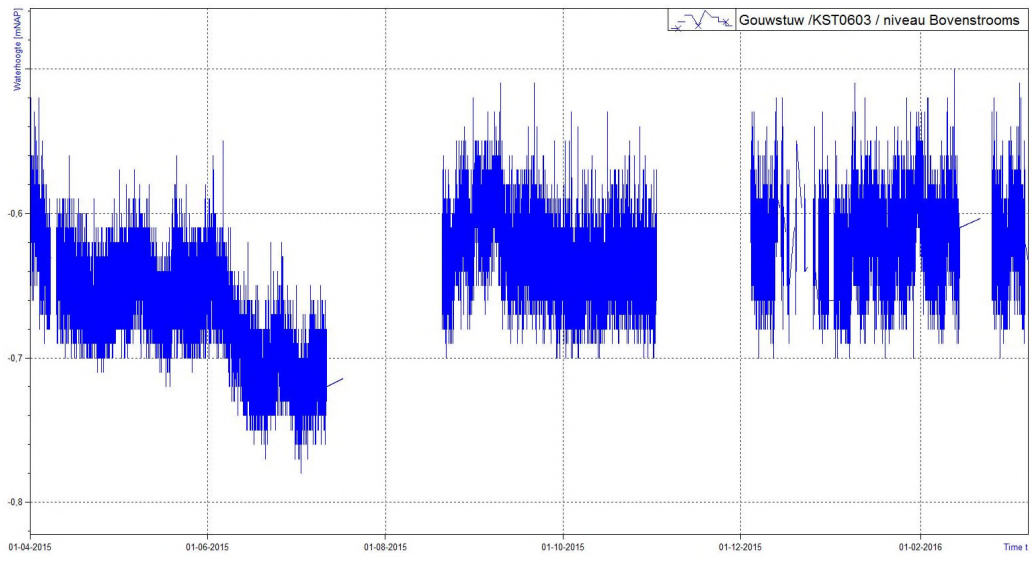












Bijlage III Beoordeling van tijdreeksmodellen

III.1 Toelichting op tijdreeksmodellering

Bij een tijdreeksmodel spelen de volgende aspecten een rol:

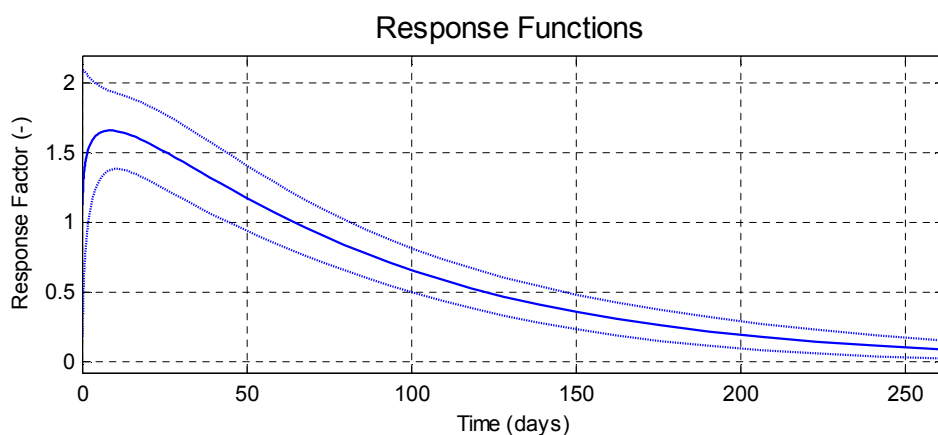
1. Een impuls-responsfunctie voor iedere verklarende reeks. Het aantal is dus afhankelijk van het gebruikte aantal verklarende reeksen;
2. Het basisniveau;
3. Modelresidu.

Deze parameters vormen gezamenlijk het model waarmee het verloop van de grondwaterstand (of stijghoogte) gemodelleerd wordt.

1. Impuls-responsfuncties

Voor iedere verklarende reeks die in de tijdreeksanalyse wordt meegegeven wordt één impuls-responsfunctie bepaald. Standaard gaat het dan in ieder geval om neerslag en verdamping, maar daarnaast kunnen extra invloeden worden opgegeven, zoals oppervlaktewaterpeilen of onttrekkingen.

De impuls-responsfunctie beschrijft de reactie van de grondwaterstand op een impuls van de betreffende verklarende reeks (zoals een korte bui voor neerslag). In het tijdreeksmodel is voor verdamping dezelfde impuls-responsfunctie gebruikt als voor de neerslag, maar dan negatief (verdamping veroorzaakt een daling van de grondwaterstand) en vermenigvuldigd met een factor. Voor eventuele andere verklarende reeksen in het tijdreeksmodel (zoals oppervlaktewaterpeil of onttrekking) worden eigen impuls-responsfuncties bepaald. In Figuur II-1 is een voorbeeld van een impuls-responsfunctie te zien voor de neerslag.



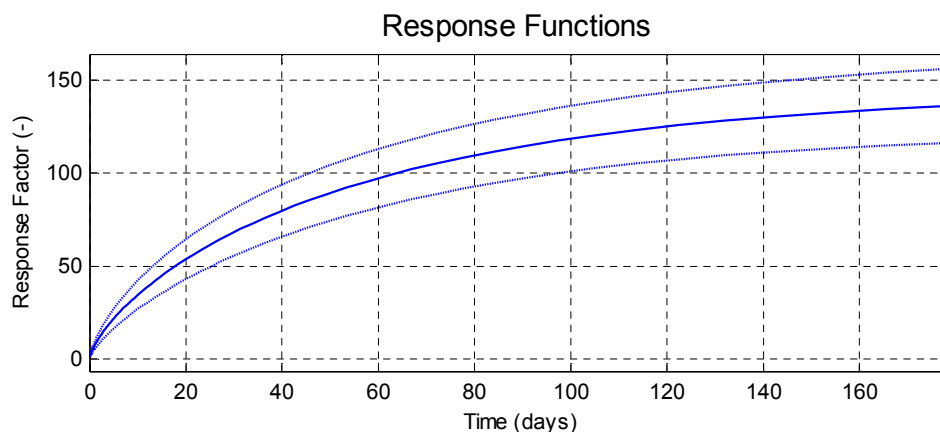
FIGUUR III-1 IMPULS-RESPONSFUNCTIE VOOR DE NEERSLAG MET BANDBREEDTE.

In het voorbeeld van Figuur II-1 stijgt de grondwaterstand na een bui en bereikt de hoogste stand in circa 8 dagen; daarna zakt de grondwaterstand langzaam uit en na circa 250 dagen

is het effect van deze ene bui nagenoeg uitgewerkt. Het oppervlak onder de grafiek geeft het totale effect van een impuls weer, die wordt de "gain" of MO genoemd.

Naast de impuls-responsfunctie wordt ook de bandbreedte ervan bepaald (in Figuur II-1 weergegeven met stippellijnen). De parameters die samen de impuls-responsfunctie vormen hebben ieder een eigen onzekerheid, hieruit wordt één bandbreedte voor de impuls-responsfunctie berekend.

We gebruiken de berekende bandbreedte voor invloeden die zeker doorwerken in de grondwaterstand bij de beoordeling van een tijdreeksmodel. De MO van de impuls-responsfunctie moet groter zijn dan twee keer de standaardafwijking, ofwel het gehele 95%-betrouwbaarheidsinterval moet positief zijn. In dat geval heeft de verklarende factor een significante invloed op de stijghoogte. De impuls-respons kan worden vertaald naar een staprespons (zie Figuur II-2). De staprespons laat het gevolg voor de grondwaterstand zien als een verklarende factor plotseling van een constante waarde overgaat in een andere constante waarde. Dus hoeveel de grondwaterstand stijgt als het na een lange droge periode met een constante hoeveelheid gaat en blijft regenen, of als het peil van nabijgelegen oppervlaktewater wordt opgezet. In Figuur II-2 is de staprespons te zien van de neerslag: een stap in de neerslag van 1 mm/d heeft een stijging van 145 mm van de grondwaterstand tot gevolg.



FIGUUR III-2 STAPRESPONS VAN DE NEERSLAG BIJ B06H0053_2 MET BANDBREEDTE.

Als de invloed van neerslag en/of verdamping niet betrouwbaar bepaald kan worden, dan is meestal het model niet goed. De neerslag en verdamping hebben in werkelijkheid wel invloed op het verloop van de grondwaterstand, maar dit signaal kan met de tijdreeksanalyse niet bepaald worden.

Impliciet wordt er in een tijdreeksmodel uitgegaan van een lineaire situatie. De grondwaterstand reageert altijd op dezelfde manier op de impuls in het tijdreeksmodel. In werkelijkheid is het echter heel goed mogelijk dat het systeem in de loop van de jaren is veranderd en dat daarmee ook het effect van de verschillende invloeden op de grondwaterstand is gewijzigd.

Een andere vorm van niet-lineariteit kan optreden als de grondwaterstand het maaiveld bereikt: dan kan een bui oppervlakkige afstroming tot gevolg hebben in plaats van een stijging van de grondwaterstand. Menyanthes kan met deze laatste vorm van niet-lineariteit rekening houden bij neerslag en verdamping als verklarende reeksen.

2. Basisniveau van het tijdreeksmodel

Naast een impuls-responsfunctie voor iedere verklarende invloed bevat een tijdreeksmodel ook een basisniveau, dat de absolute hoogte van de grondwaterstand vastlegt. Dit wordt ook wel het drainageniveau genoemd. Het basisniveau is het niveau waar de grondwaterstand naartoe gaat als alle verklarende reeksen een constante waarde van nul hebben.

3. Modelresidu

Het modelresidu is het verschil tussen de gemeten en de gemodelleerde waarden. Trends of sprongen in de modelresiduen wijzen op een gemiste invloed in de tijdreeksmodellering.

III.2 Bepalen van de betrouwbaarheid van een tijdreeksmodel

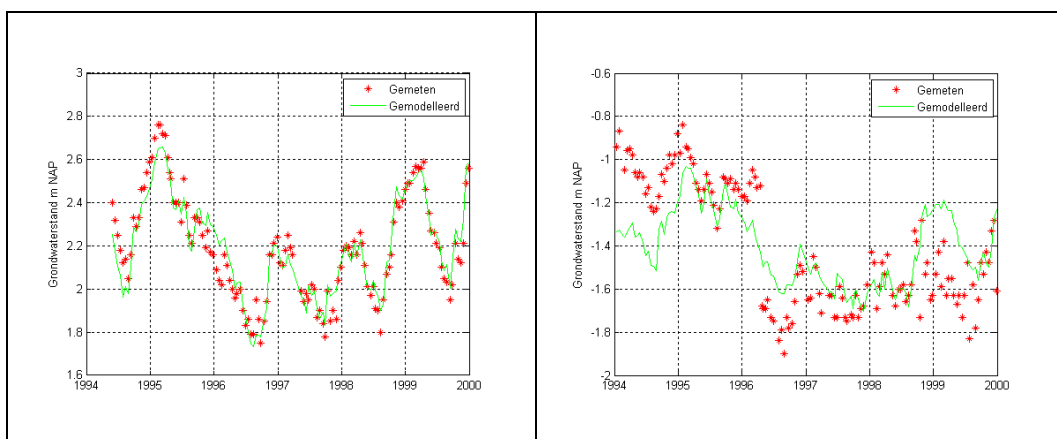
Met een aantal controles bepalen we of het tijdreeksmodel betrouwbaar is. Als de meetreeks niet betrouwbaar gemodelleerd kan worden, betekent het dat we de invloeden op het verloop van de stijghoogte of grondwaterstand op die locatie niet goed kunnen kwantificeren.

We hebben de volgende voorwaarden gehanteerd om te bepalen of een tijdreeksmodel betrouwbaar is:

1. de verklaarde variantie van het tijdreeksmodel is groter dan 70%;
2. het effect van de neerslag en verdamping op de grondwaterstand is significant;
3. de berekende verdampingsfactor ligt tussen 0.5 en 2;
4. het effect van extra verklarende variabelen (onttrekking, oppervlaktewater) is significant;
5. de reekslengte is langer dan 3 keer t_{90} . De t_{90} is de tijd die het duurt voordat 90% van de invloed van de neerslag is uitgewerkt;
6. voor een toegevoegde staptrend of lineaire trend moet een hydrologische verklaring zijn.

Ad 1: verklaarde variantie

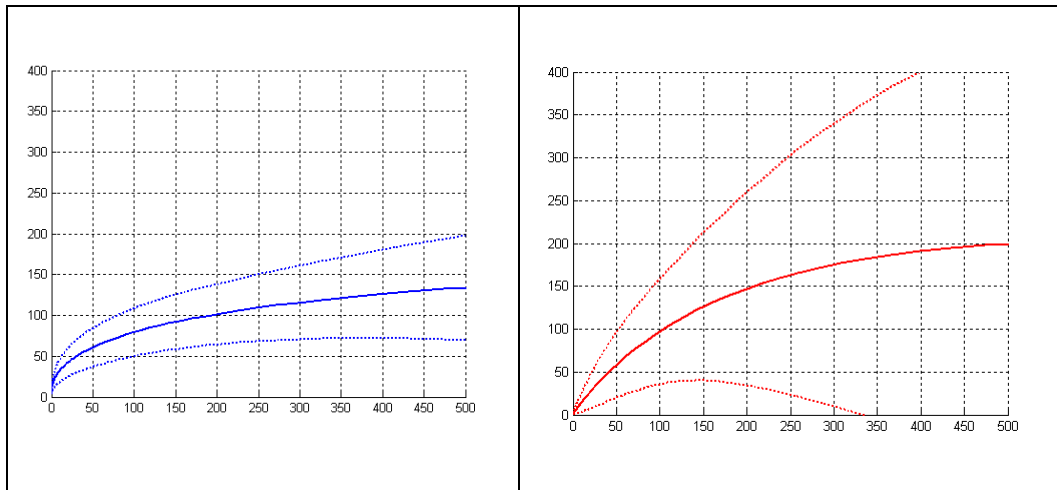
Als maat voor hoe goed het tijdreeksmodel de grondwaterstand reproduceert, wordt de verklaarde variantie gebruikt. Hoe hoger deze statistische maat, hoe beter de gemodelleerde reeks op de gemeten standen past (zie Figuur II-3). Als vuistregel wordt aangehouden dat een model minimaal een verklaarde variantie van 70% moet hebben.



FIGUUR III-3 TWEE MODELLEN: LINKS 91% VERKLAARDE VARIANTIE EN RECHTS 51% VERKLAARDE VARIANTIE

Ad 2 en 4: significant effect

Het effect van een verklarende factor is significant als de MO (het totale effect) groter is dan twee keer de standaardafwijking. Dit is het 95% betrouwbaarheidsinterval bij de aanname van een normale verdeling. In Figuur II-4 zijn een significant en een niet-significant effect van de neerslag te zien.



FIGUUR III-4 TWEE IMPULSRESPONS FUNCTIES, LINKS BETROUWBAAR, MET EEN SMALLE BANDBREEDTE, RECHTS ONBETROUWBAAR, MET EEN GROTE BANDBREEDTE.

Niet-lineaire modellen geven twee reacties op de neerslag, een reactie onder en boven een drempel. Onder de drempel is over het algemeen een tragere reactie en boven de drempel een snelle reactie. De MO van beide impuls-responsfuncties moet groter zijn dan twee keer de standaardafwijking. Voor de impuls-responsfunctie boven de drempel stellen we deze is niet. Hier reageert de grondwaterstand veel minder op neerslag en is het dus goed mogelijk dat het effect hier kleiner is dan de bandbreedte.

Ad 3 verdampingsfactor

Er is vanuit gegaan dat de grondwaterstand op dezelfde manier reageert op verdamping als op neerslag, alleen dan negatief: de grondwaterstand daalt als gevolg van verdamping, terwijl het stijgt als gevolg van neerslag. Er wordt wel een verdampingsfactor berekend. Een kleine verdampingsfactor betekent dat de grondwaterstand weinig daalt als gevolg van 1 mm referentieverdamping, ten opzichte van de stijging door 1 mm neerslag. Een voorbeeld hiervan is bij kaal zand of bestrating, waar wel neerslag infiltreert, maar waar weinig verdamping optreedt. Een hoge verdampingsfactor krijg je bijvoorbeeld bij naaldbos.

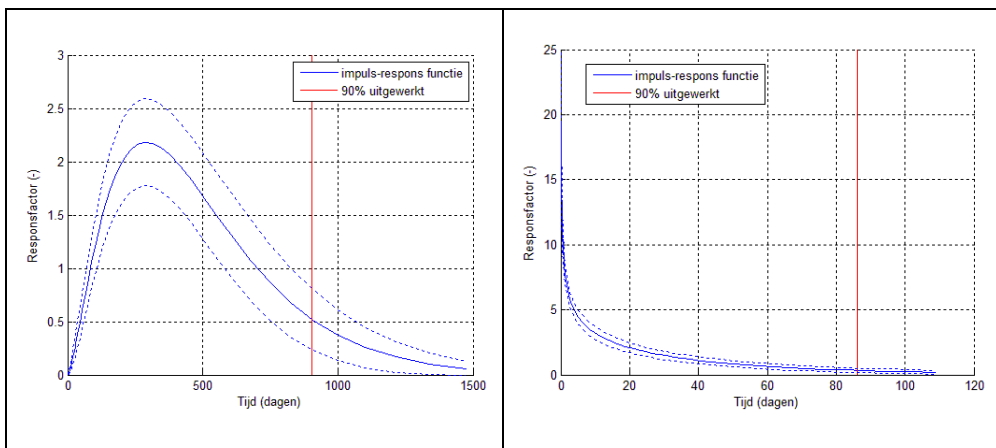
We houden een ruime bandbreedte aan om te bepalen of een model betrouwbaar is. Algemeen wordt een bandbreedte van 0.5 tot 2 aangehouden; wijkt de verdampingsfactor hiervan af, dan is er aanleiding om te veronderstellen dat het model niet betrouwbaar is. 1 mm verdamping heeft dus minimaal de helft tot maximaal 2 keer het effect van 1 mm neerslag.

Ad 5 snelheid van de respons

De laatste controle op betrouwbaarheid van het tijdreeksmodel heeft te maken met de snelheid van de respons in relatie tot de lengte van de beschikbare meetreeks. In een traag systeem duurt het veel langer voordat 90% van het effect van de neerslag is uitgewerkt dan in een snel systeem. Om het effect van invloeden te kunnen bepalen moeten de grondwaterstandmeting het gehele effect bevatten van een voldoende lange periode met

variaties van de verklarende reeksen. Daarom eisen we dat de meetreeks langer is dan 3 keer de tijd van 90% van de invloed van neerslag.

In Figuur II-5 is de impuls-responsfunctie van de neerslag in een traag en een snel systeem te zien. Het effect van de neerslag (= de M0) is de totale oppervlakte onder de grafiek. In het trage systeem duurt het 905 dagen voordat 90% van het effect van de neerslag uitgewerkt is, hier moet de reekslengte minimaal 7,4 jaar zijn. In de rechter figuur is 90% van het effect van de neerslag al na 86 dagen uitgewerkt, daar volstaat een meetreeks van minder dan een jaar (258 dagen). De verticale rode lijn in de grafiek geeft aan wanneer het totale effect voor 90% is uitgewerkt.

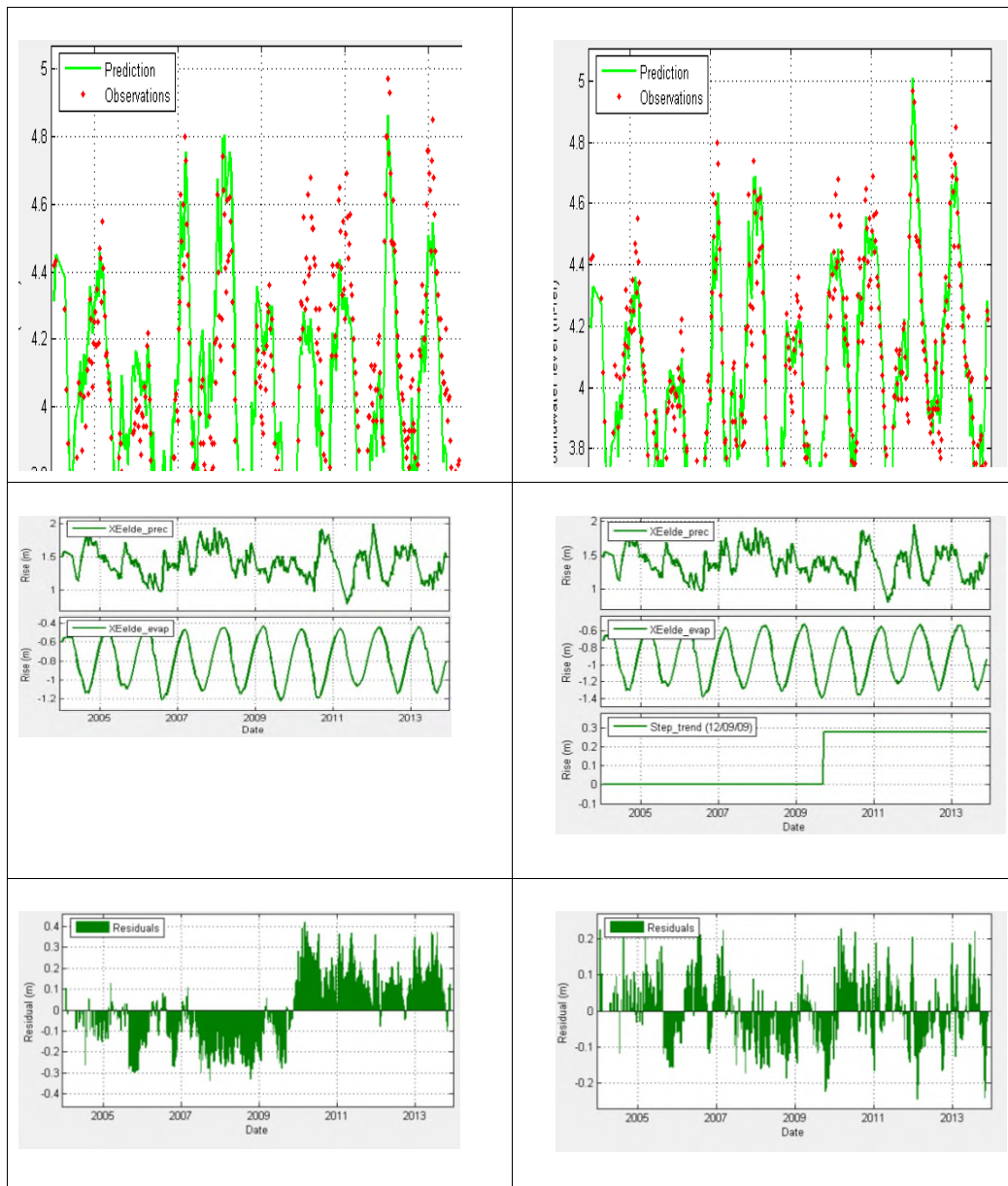


FIGUUR III-5 TWEE IMPULSRESPONS FUNCTIES, LINKS EEN TRAGS SYSTEEM, WAAR 90% VAN HET EFFECT VAN DE NEERSLAG PAS NA 905 DAGEN IS UITGEWERKT, RECHTS EEN SNEL SYSTEEM WAAR HET EFFECT VAN DE NEERSLAG AL NA 86 DAGEN 90% IS UITGEWERKT.

Ad 6 hydrologische verklaring voor een trend (stap of lineair)

Aan een tijdreeksanalyse kan een staptrend of een lineaire trend worden toegevoegd. Bij een staptrend wordt één datum opgegeven, en bij een lineaire trend wordt een periode opgegeven. Het tijdreeksmodel bepaald de stijging of daling op die dag of in die periode waarmee het beste model gemaakt kan worden.

In Figuur II-6 is een voorbeeld te zien van een meetreeks met een sprong. In de linker figuur is het model te zien met neerslag en verdamping, de onderste figuur geeft het residu (verschil tussen gemeten en berekend), hierin is duidelijk de sprong te zien. In Menyanthes geven we vervolgens een staptrend op 12/9/2009 mee als extra verklarende variabele. Menyanthes berekent dan zelf de grootte en de richting van de trend. Met een staptrend van 28 cm blijkt de reeks wel goed te verklaren.



FIGUUR III-6 MEETREKKS MET SPRONG. LINKS GEMODELLEERD MET ALLEEN NEERSLAG EN VERDAMPING, RECHTS IS EEN STAPTREND TOEGEVOEGD.

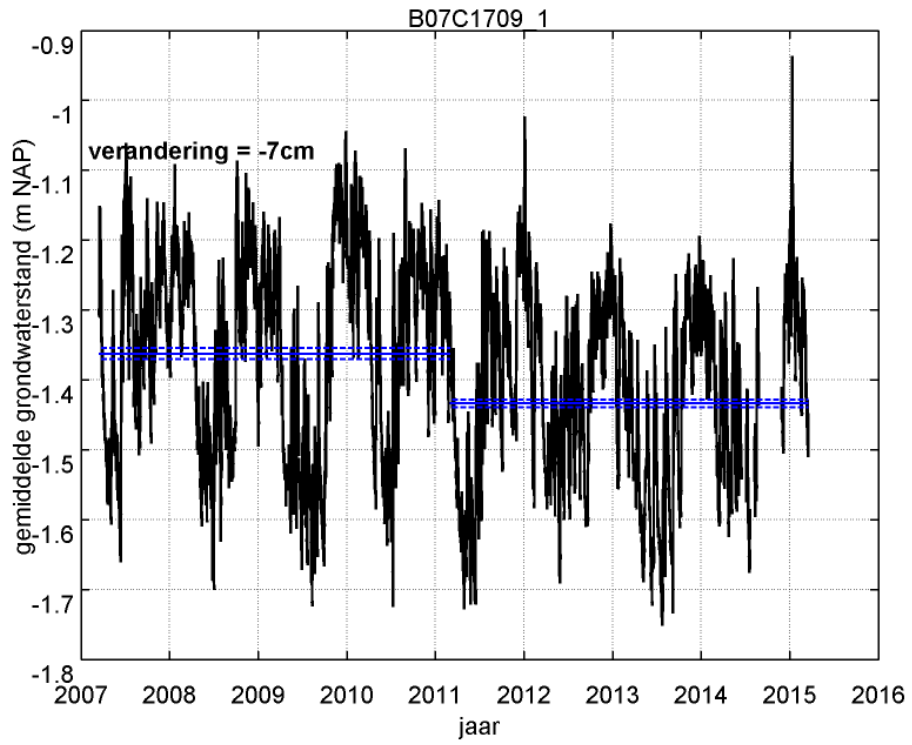
Bij modellen waar het verloop van de stijghoogte/grondwaterstand alleen betrouwbaar gemodelleerd kan worden met een staptrend of een lineaire trend, stellen we als eis voor betrouwbaarheid dat er een fysische (hydrologische) verklaring is voor de gevonden trend.

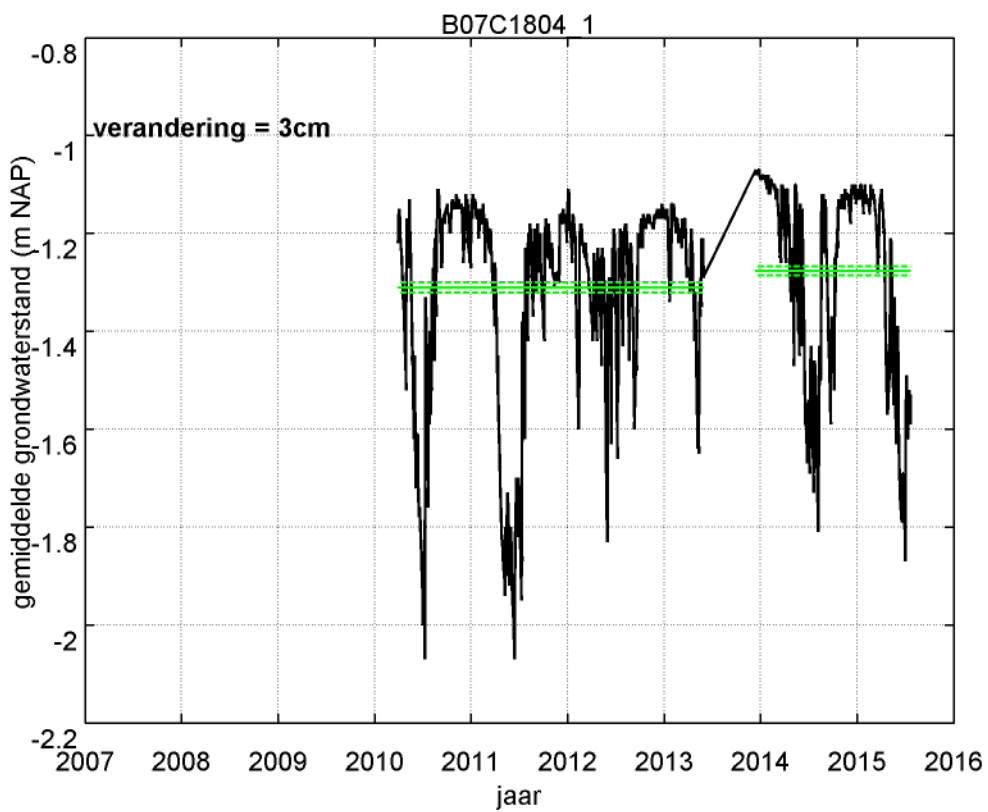
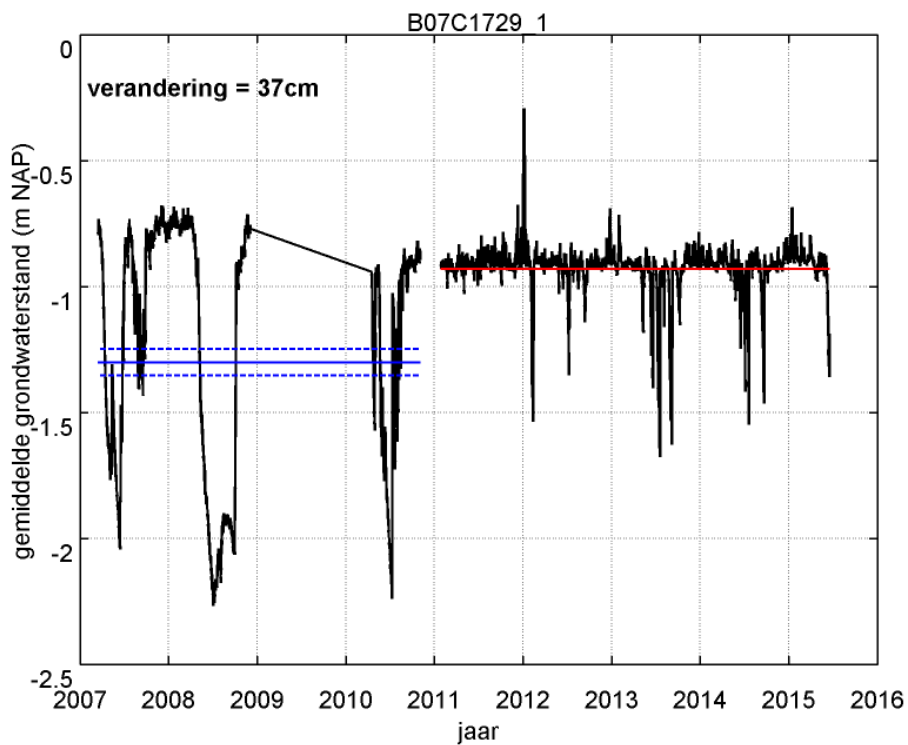
Als er geen hydrologische verklaring is voor de gevonden trend, dan is er een reële kans dat de gevonden trend zich niet werkelijk in de grondwaterstand heeft voorgedaan, maar een fout in de meetreeks is. Bijvoorbeeld een aanpassing van de buishoogte of drift in een drukopnemer.

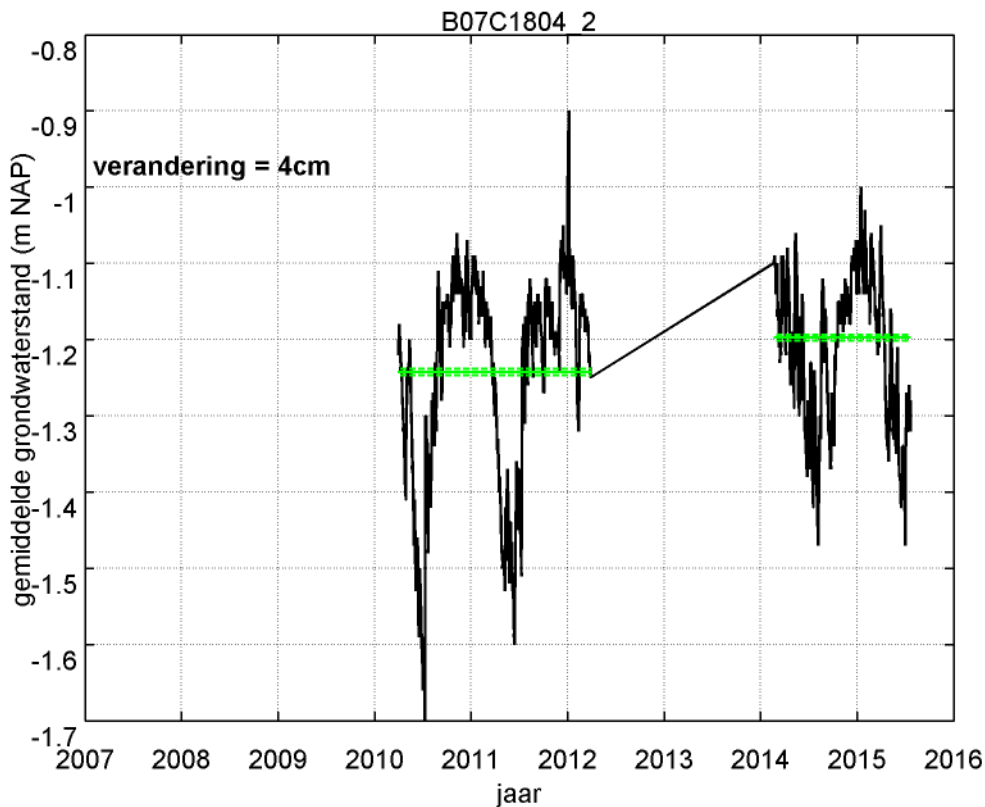
Wanneer sprongen of trends zijn waargenomen in de meetreeksen of in het residu na modellering met alleen neerslag en verdamping, is bij de meetnetbeheerder gecontroleerd of er reden is om een trend in de grondwaterstanden te verwachten.

Bijlage IV Effect ingreep

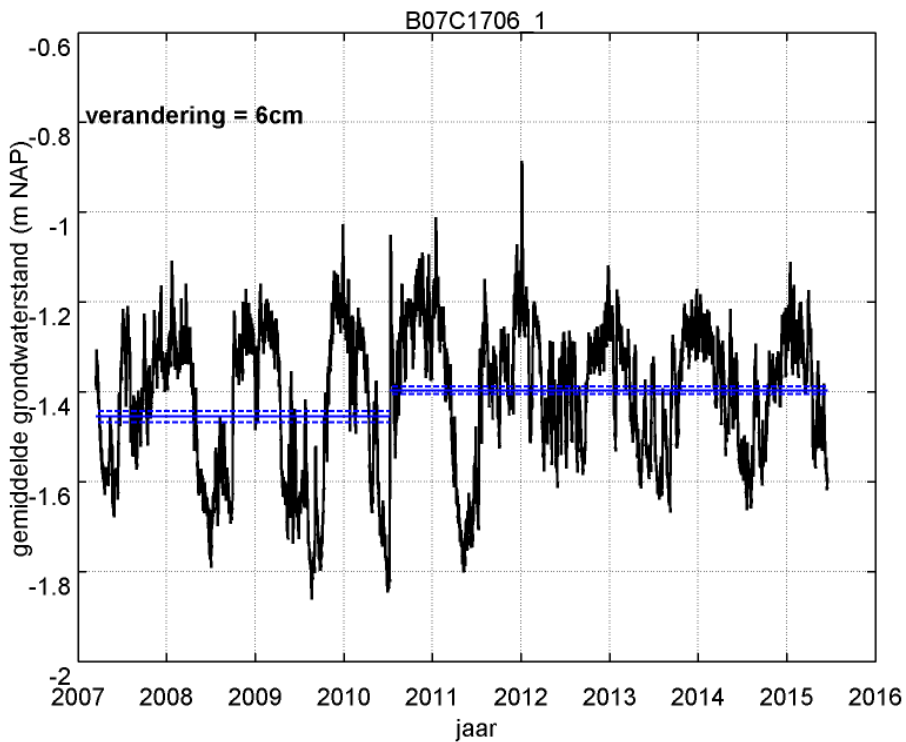
IV.1 Gebied A

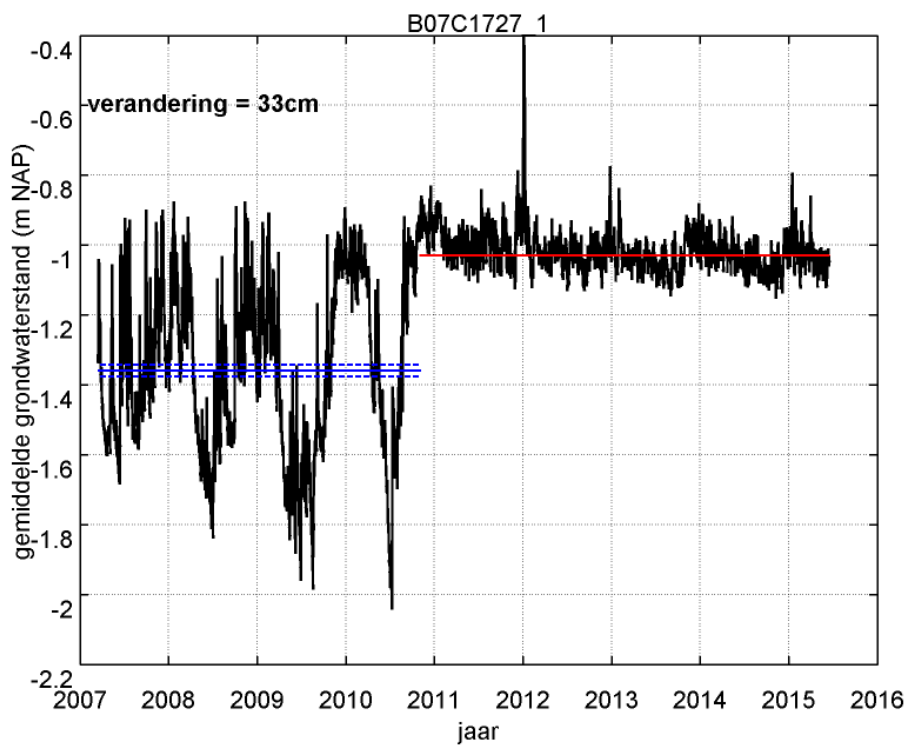
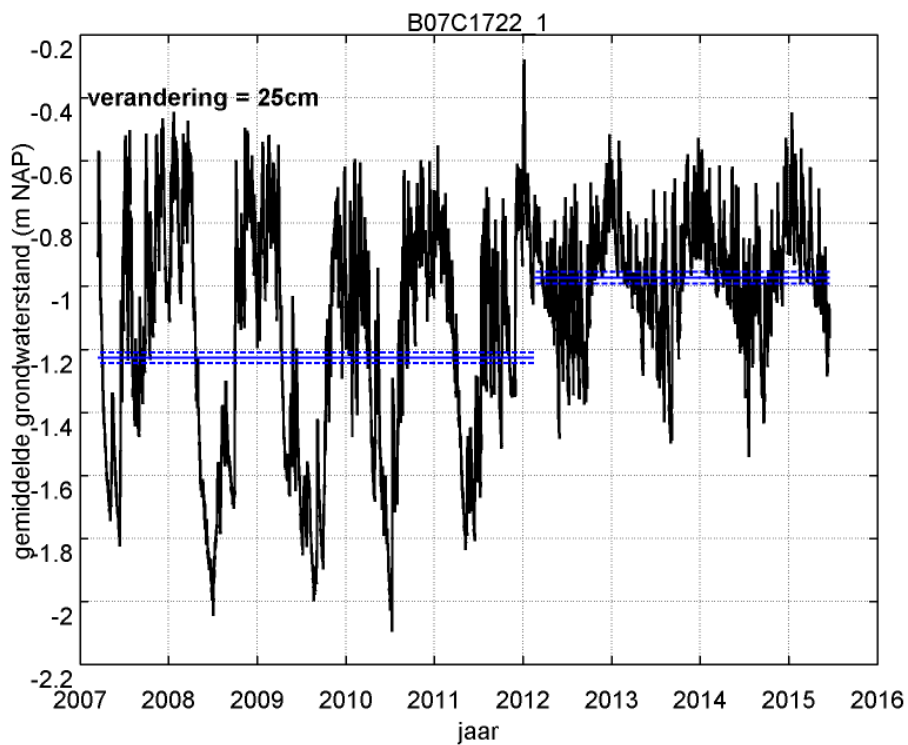




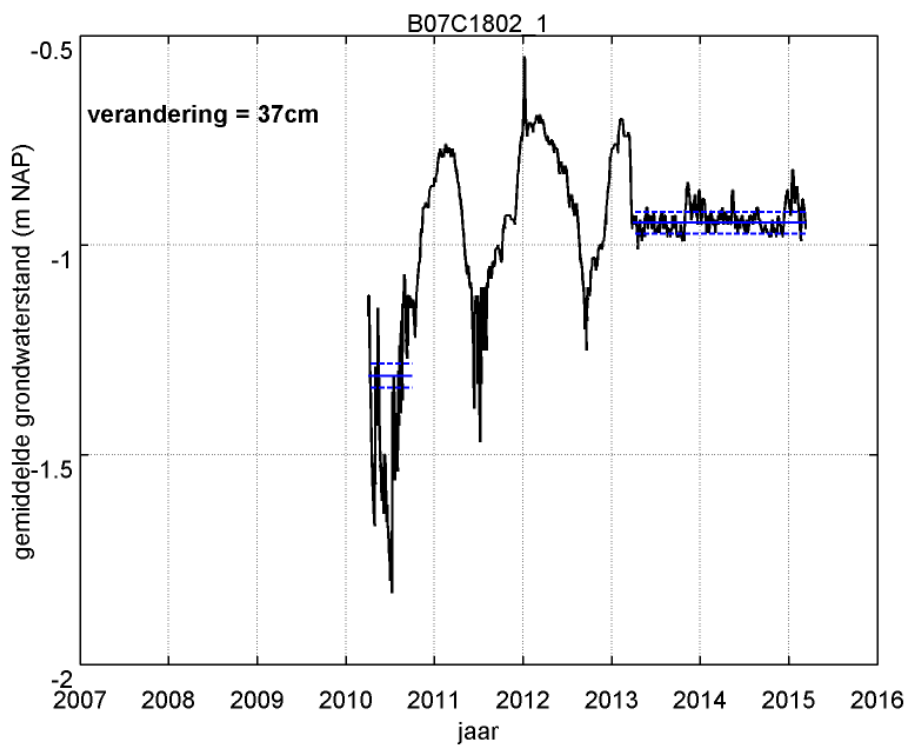
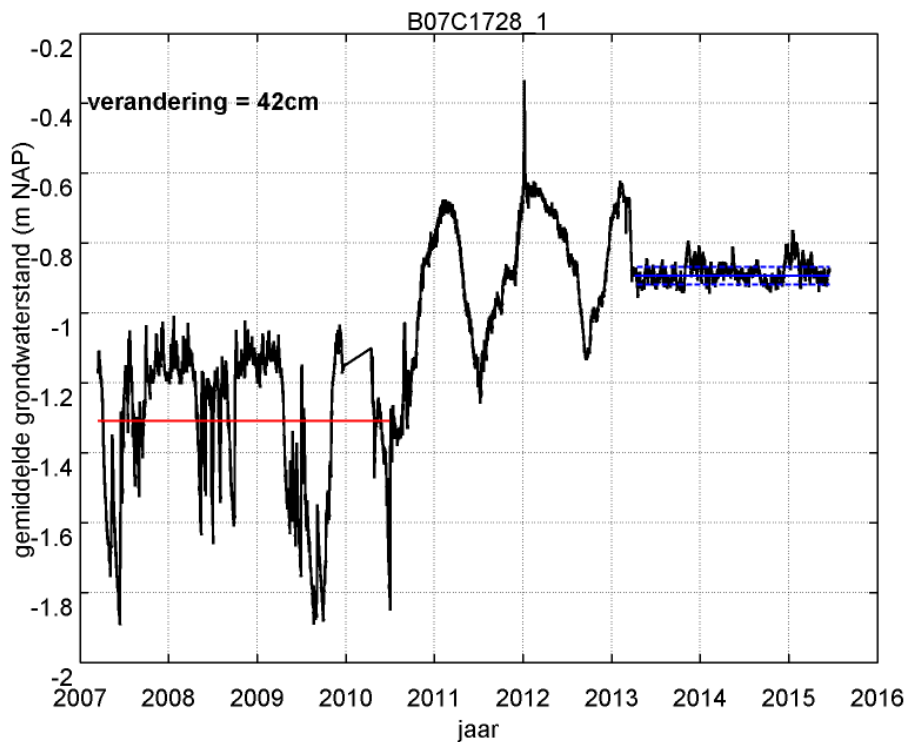


IV.2 Gebied B

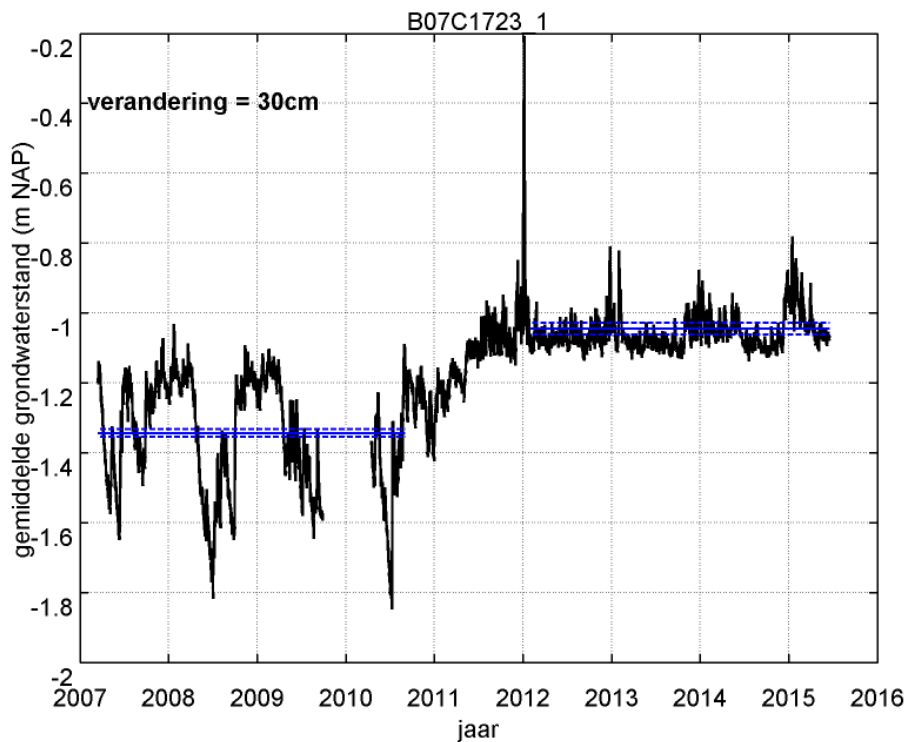




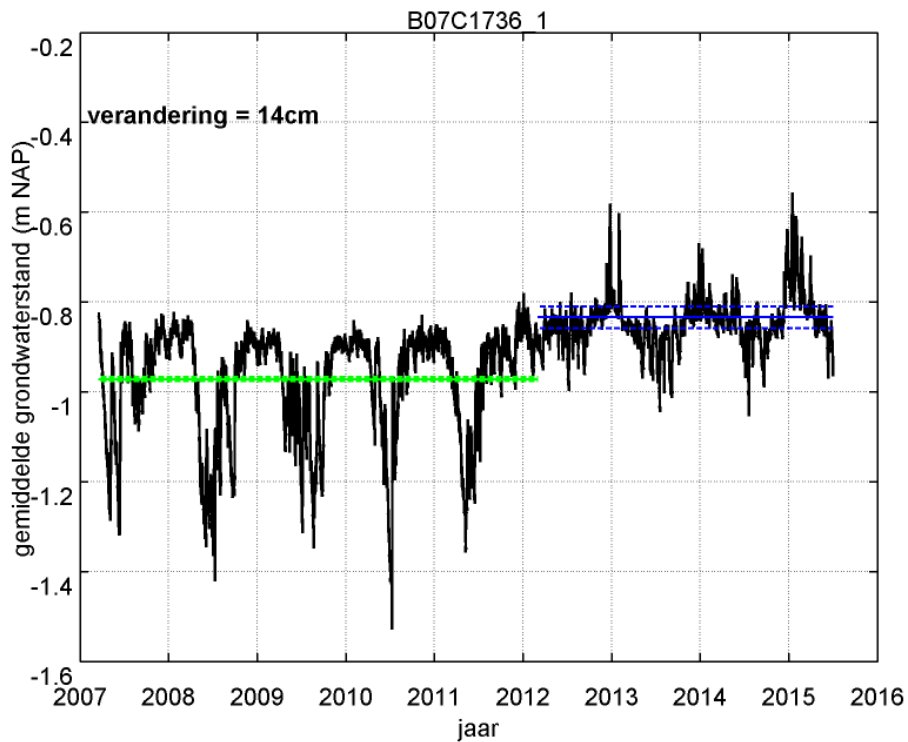
IV.3 Gebied C



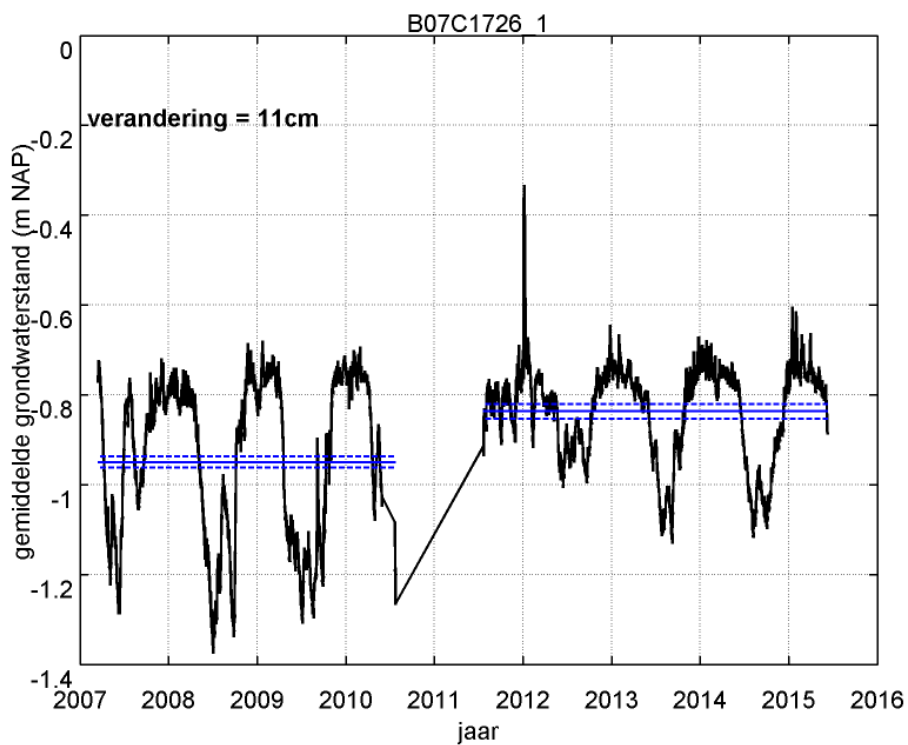
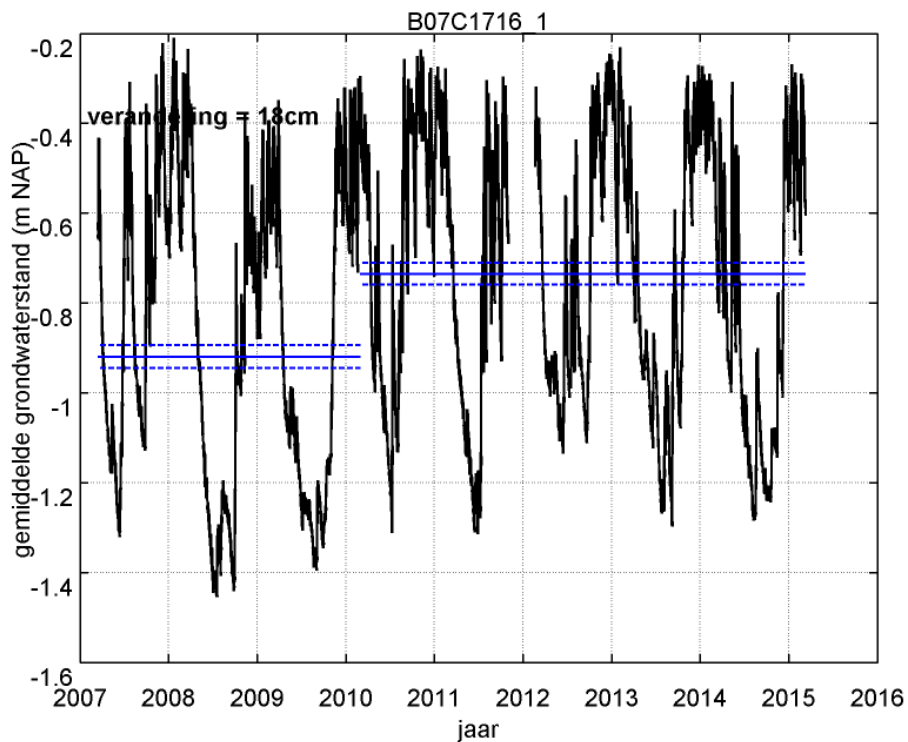
IV.4 Gebied D

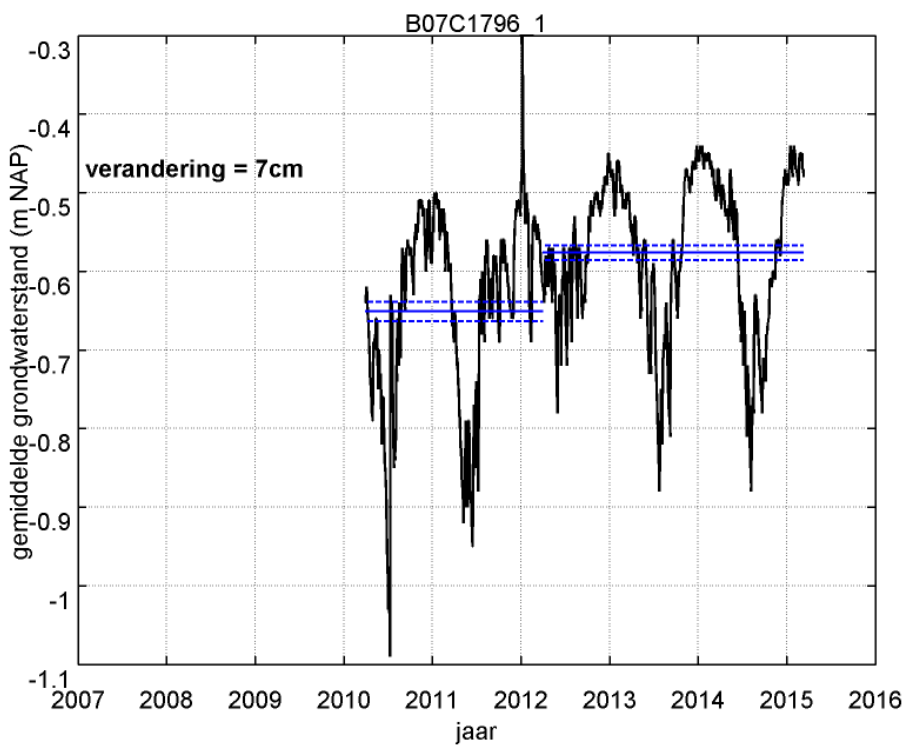
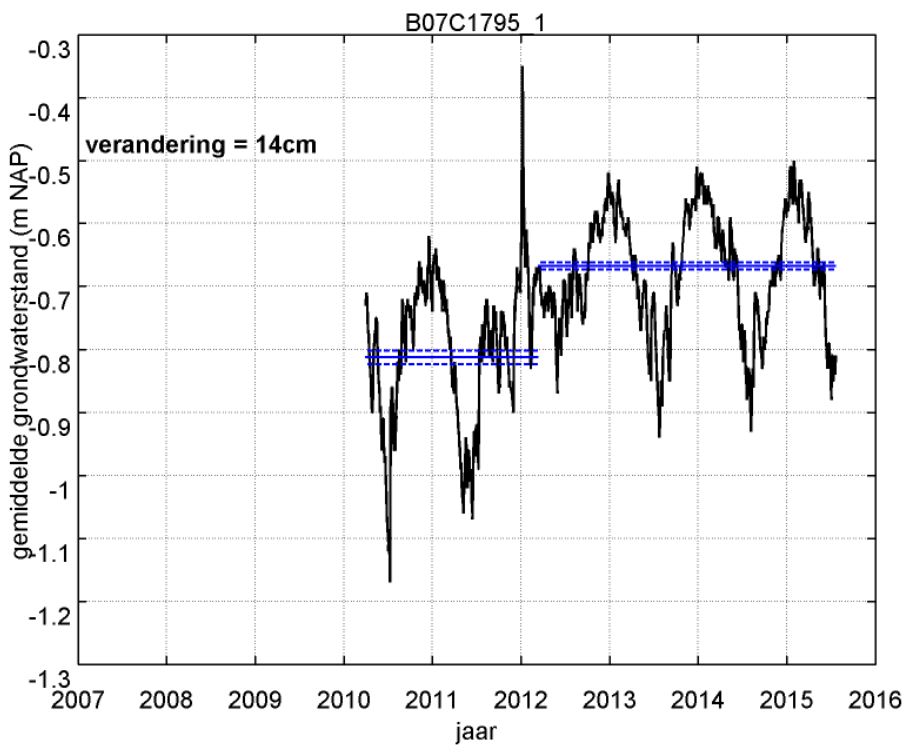


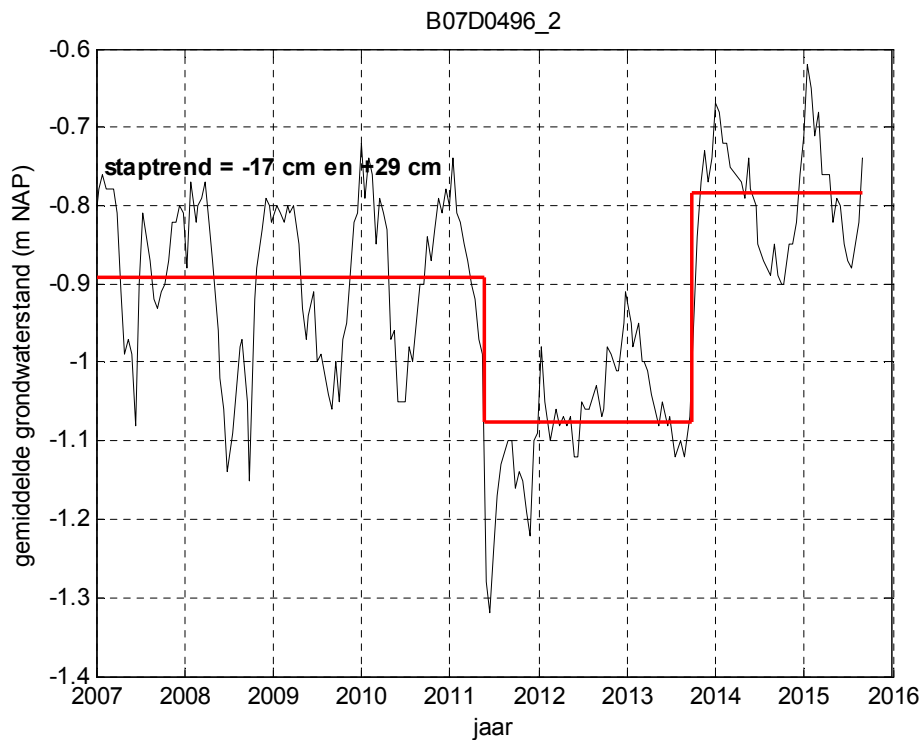
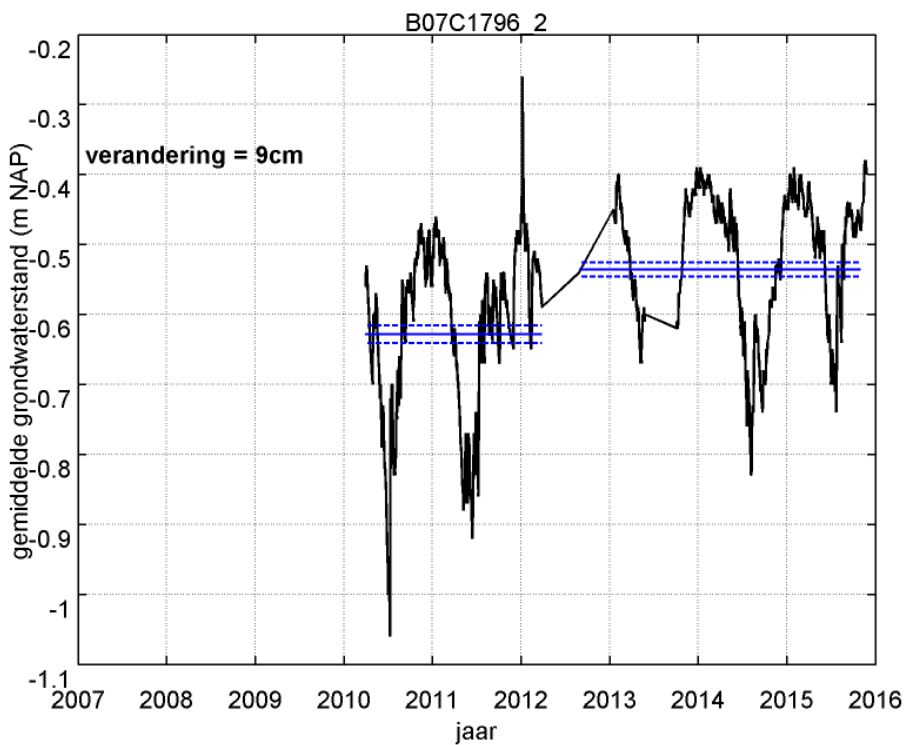
IV.5 Gebied E

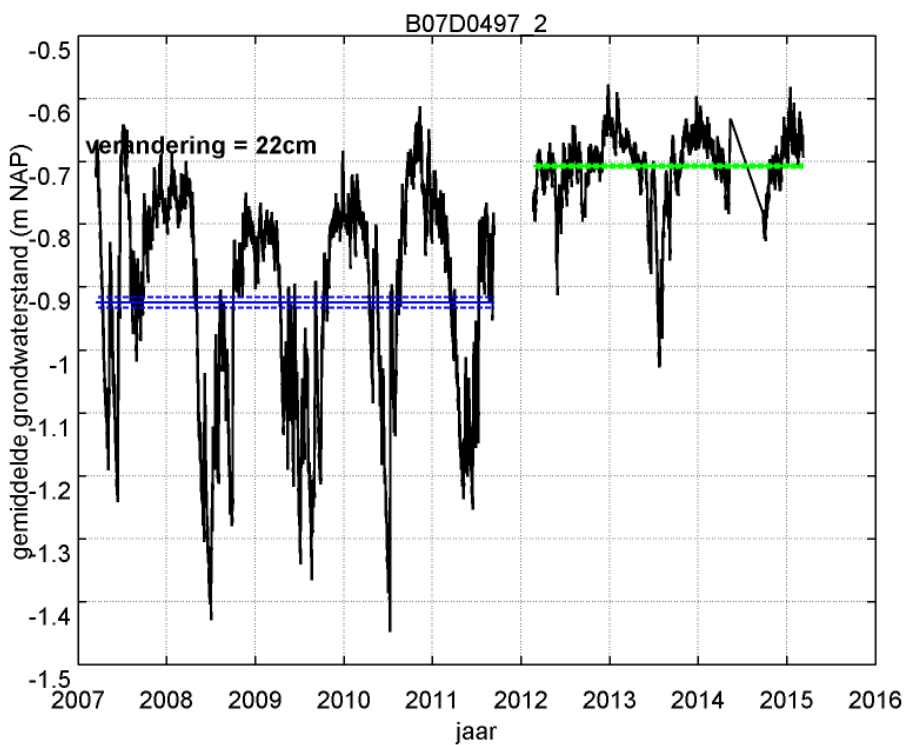
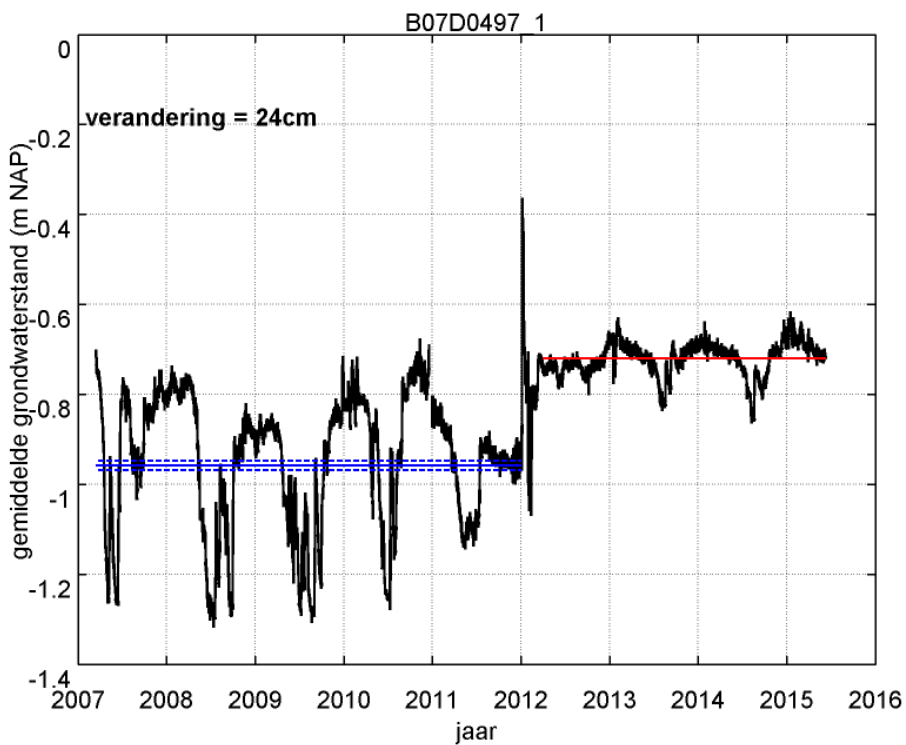


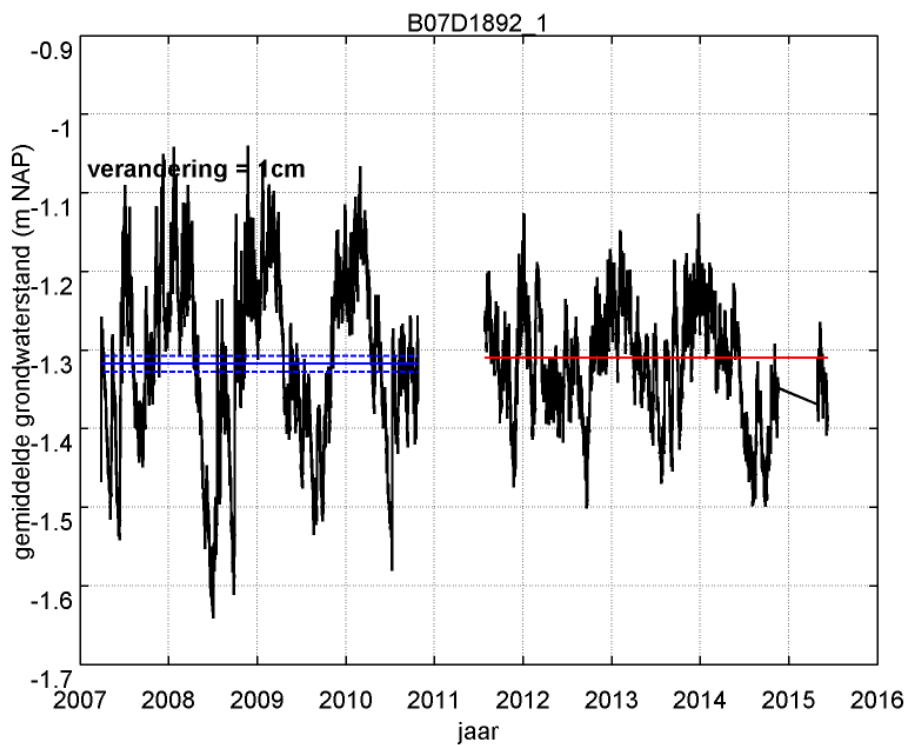
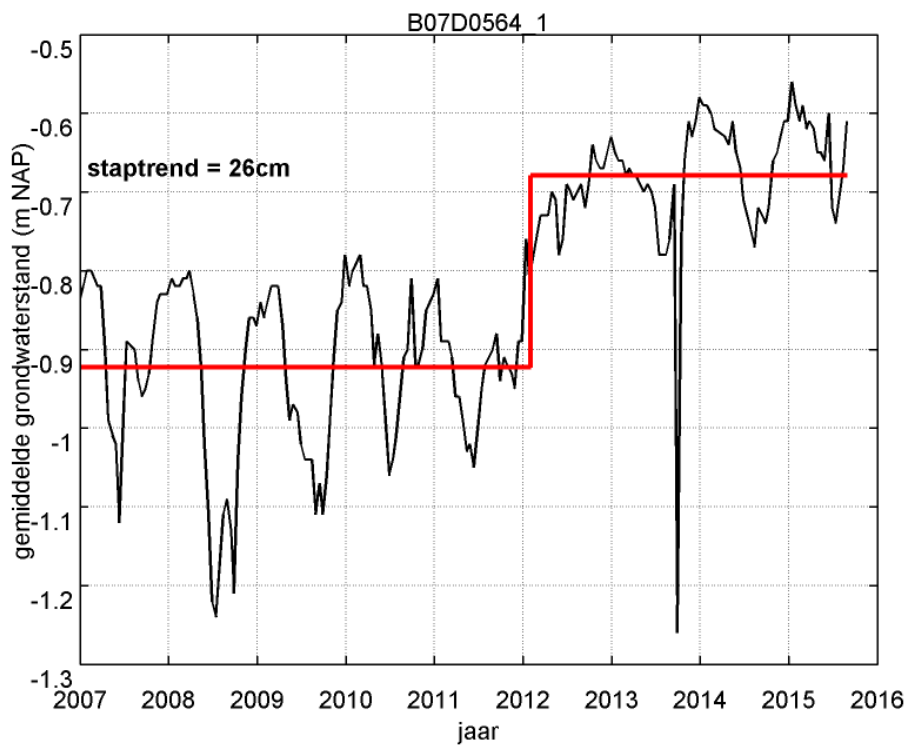
IV.6 Gebied F

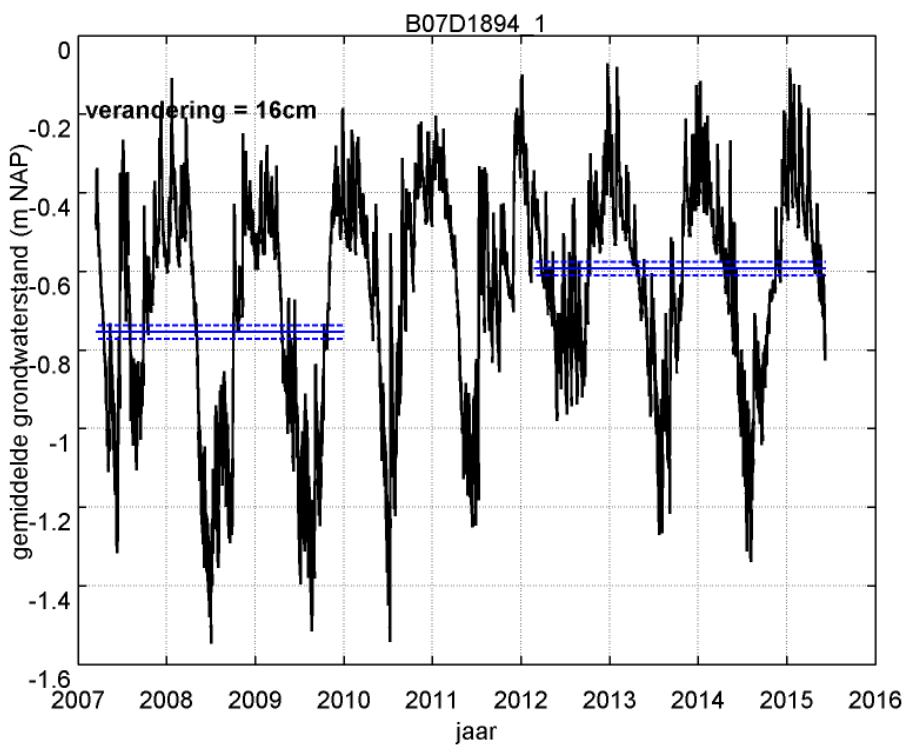
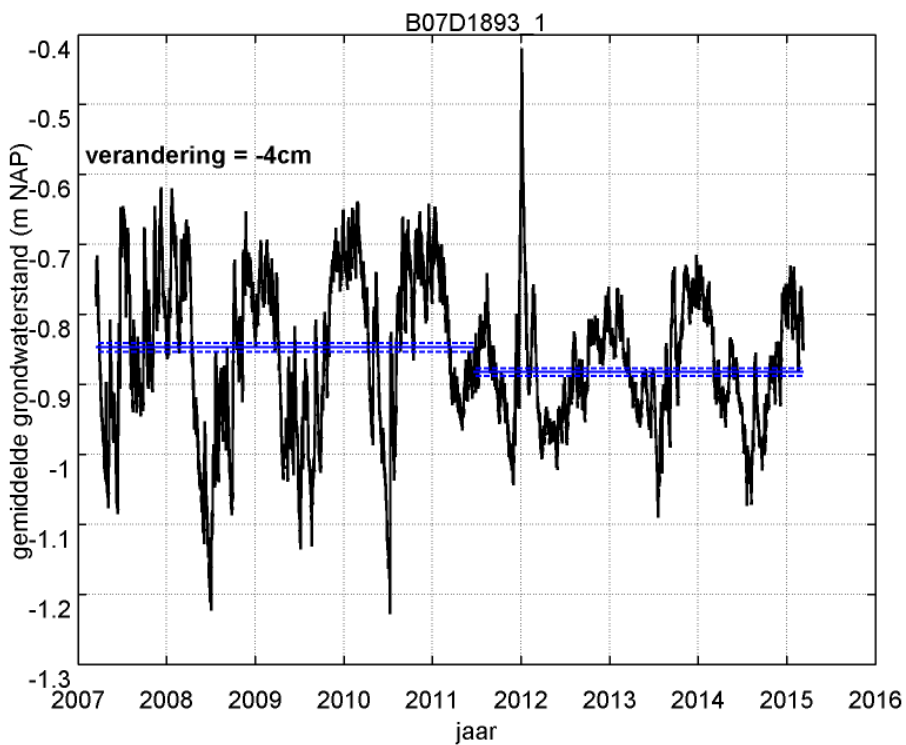


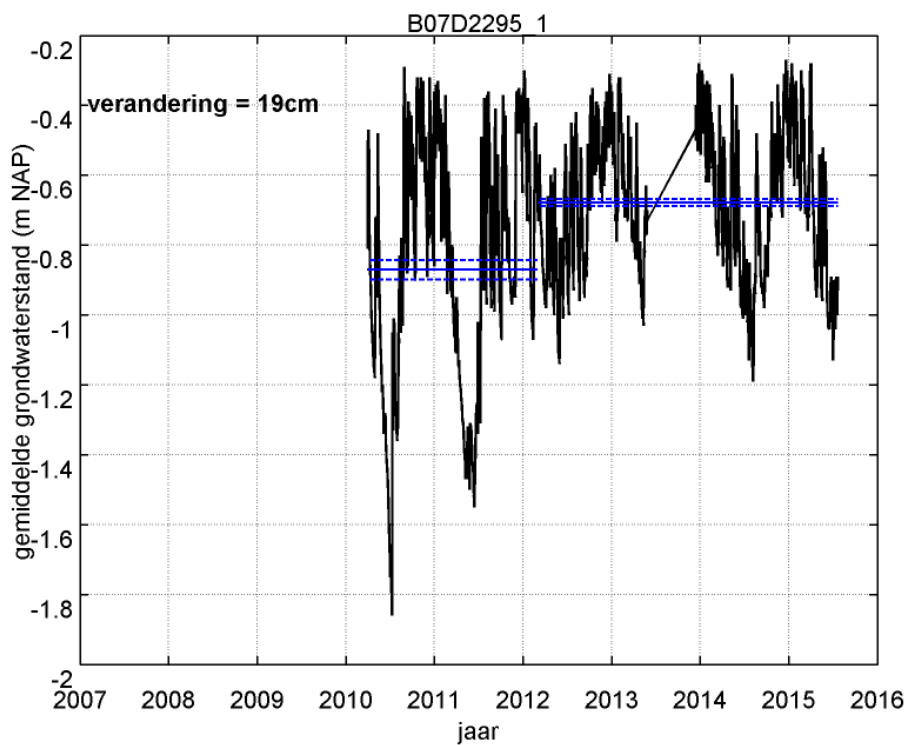
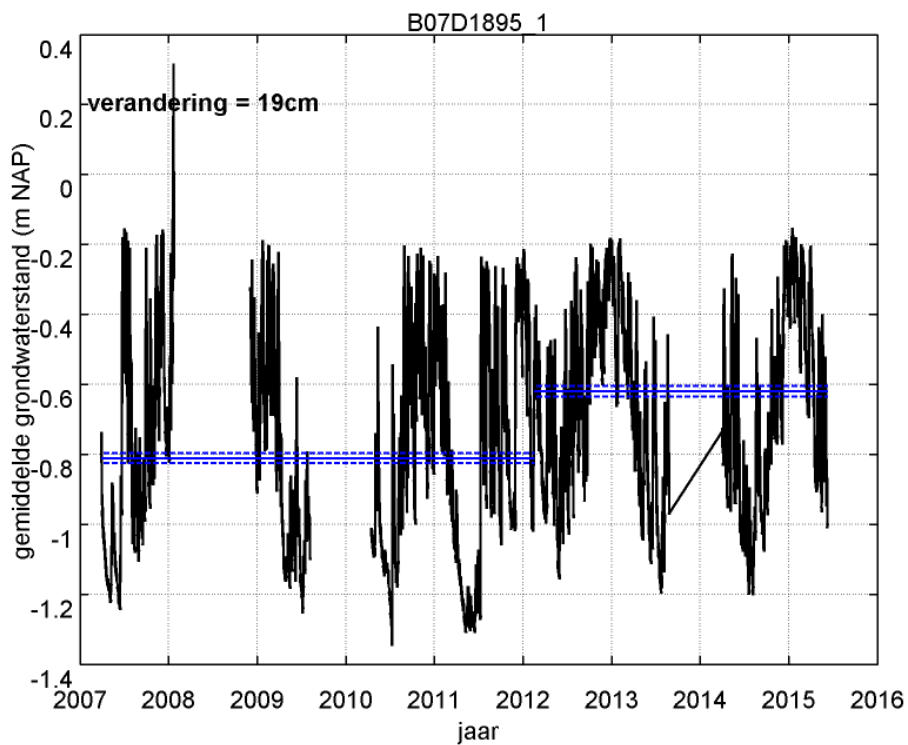


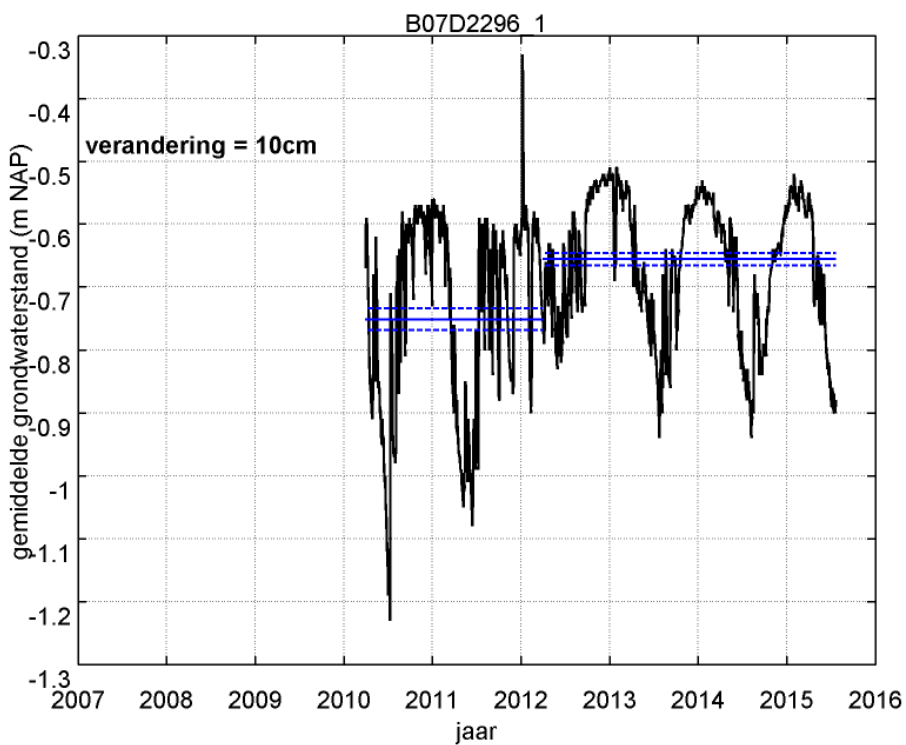
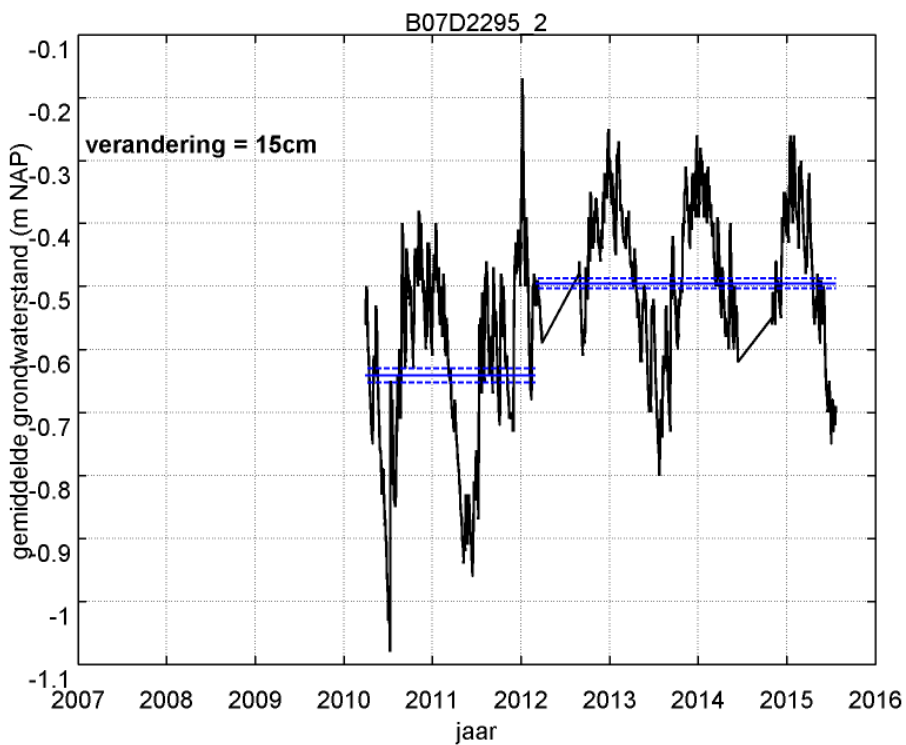


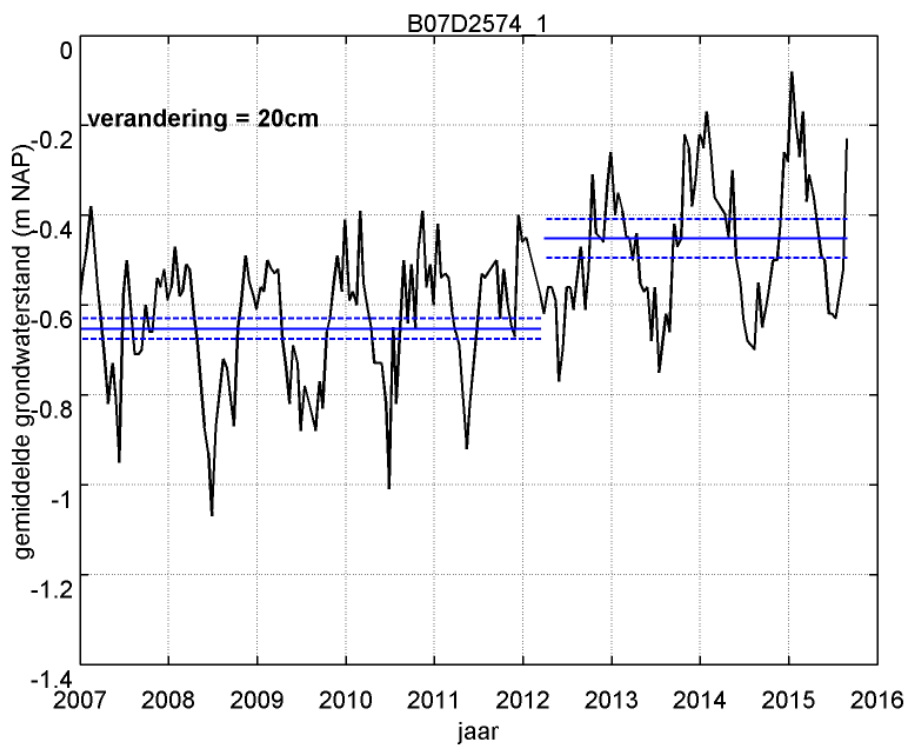
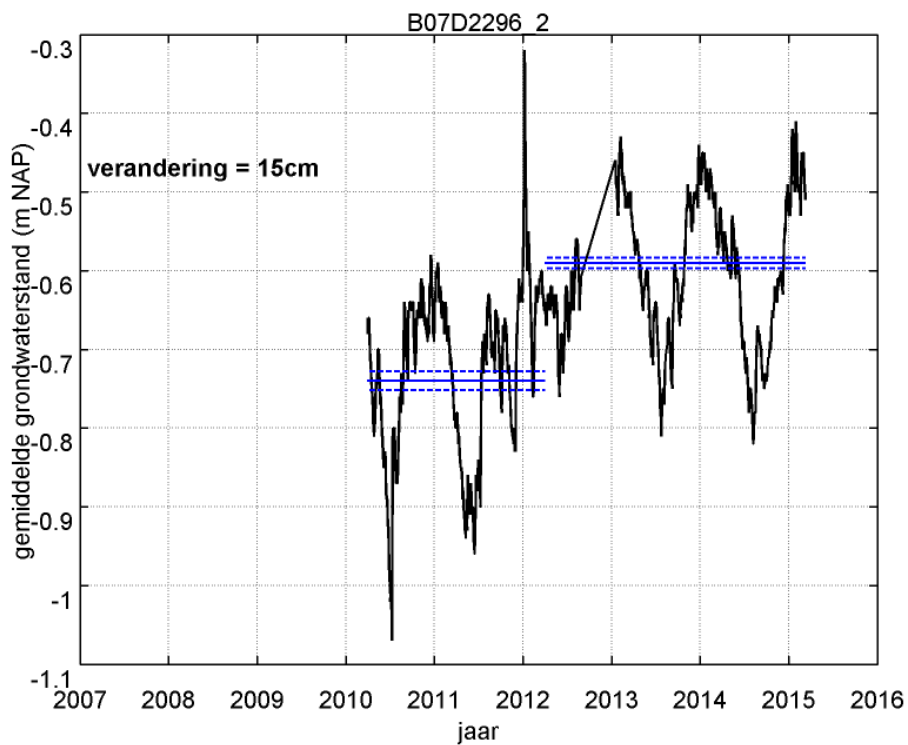


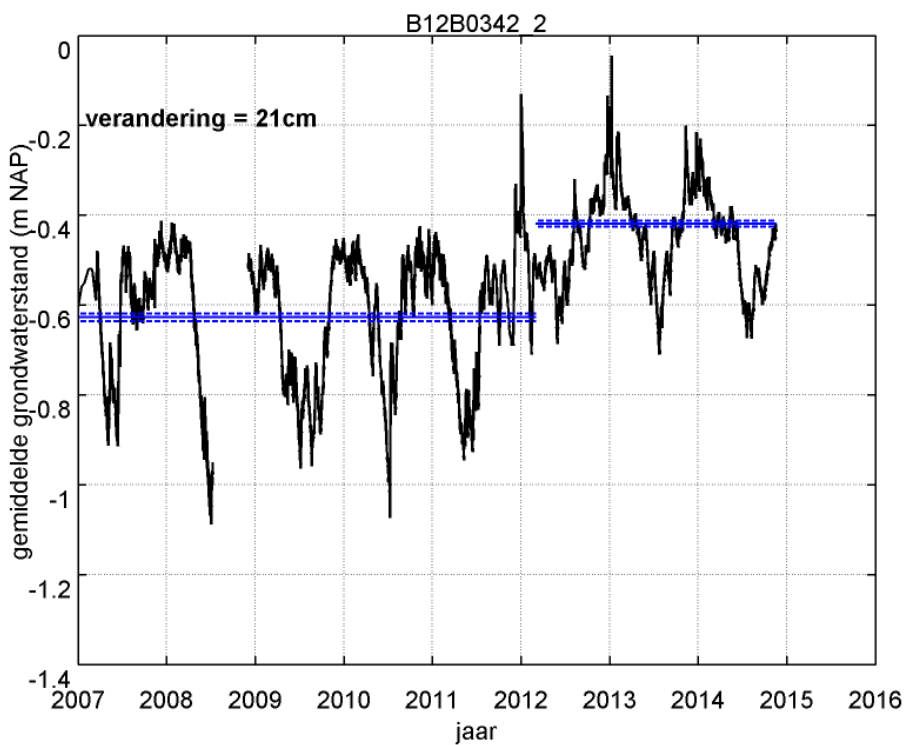
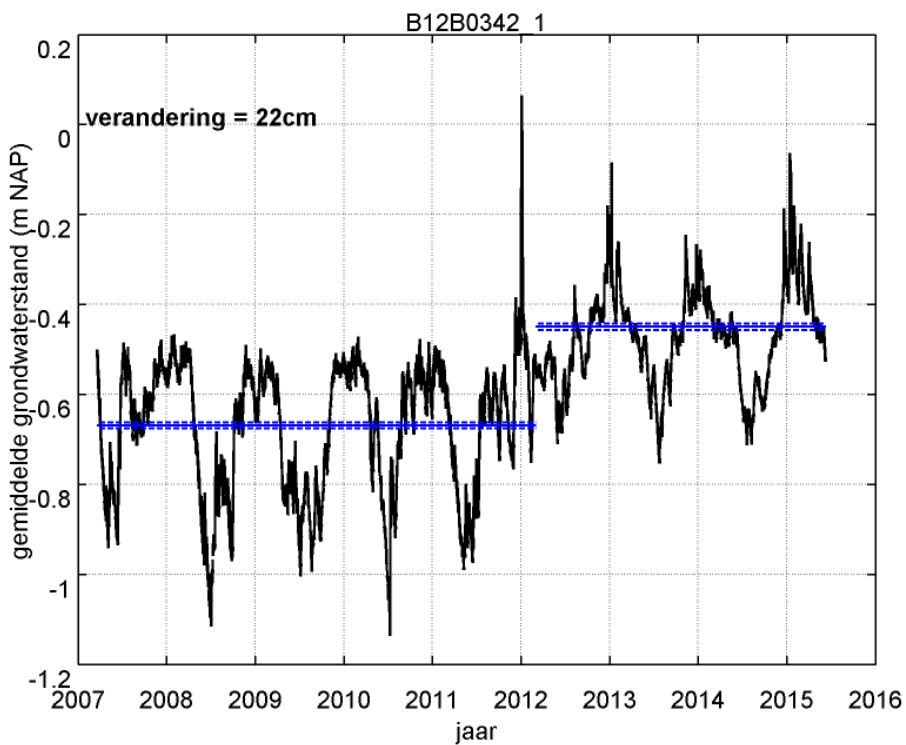


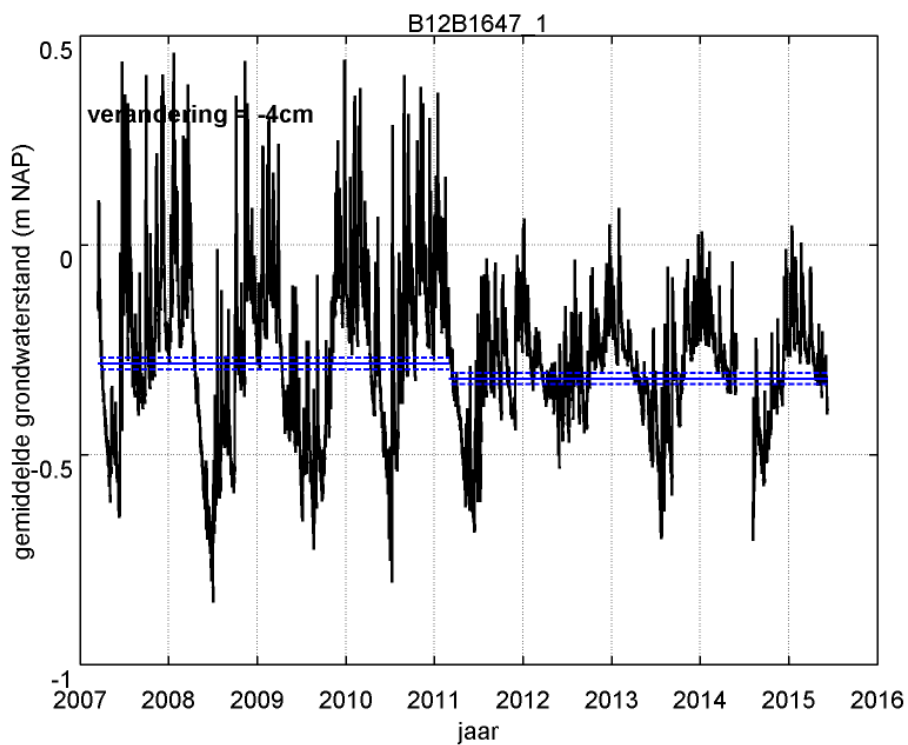
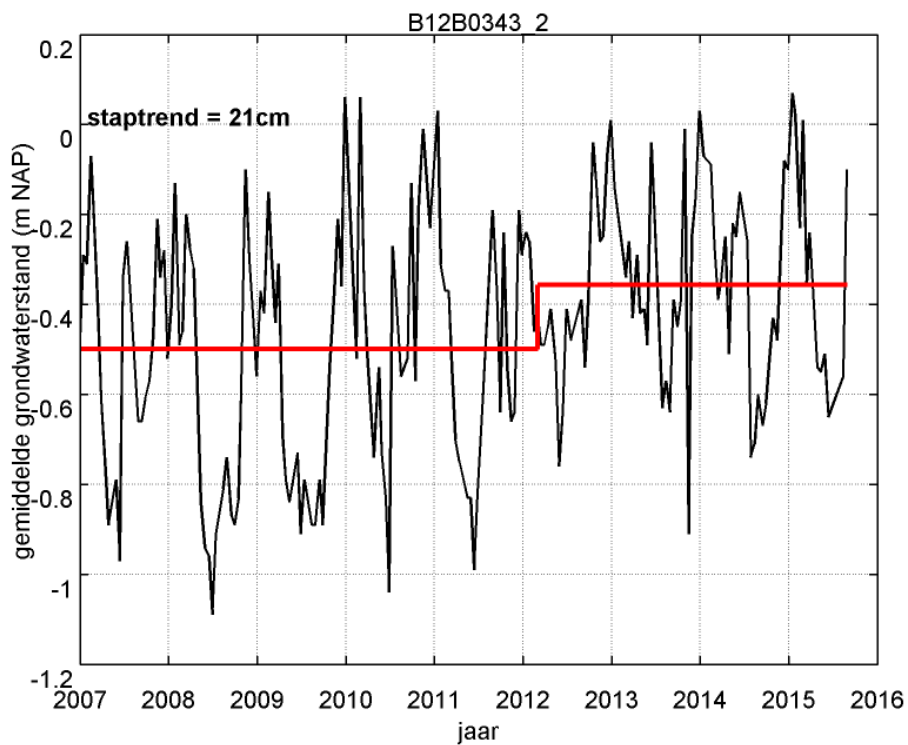


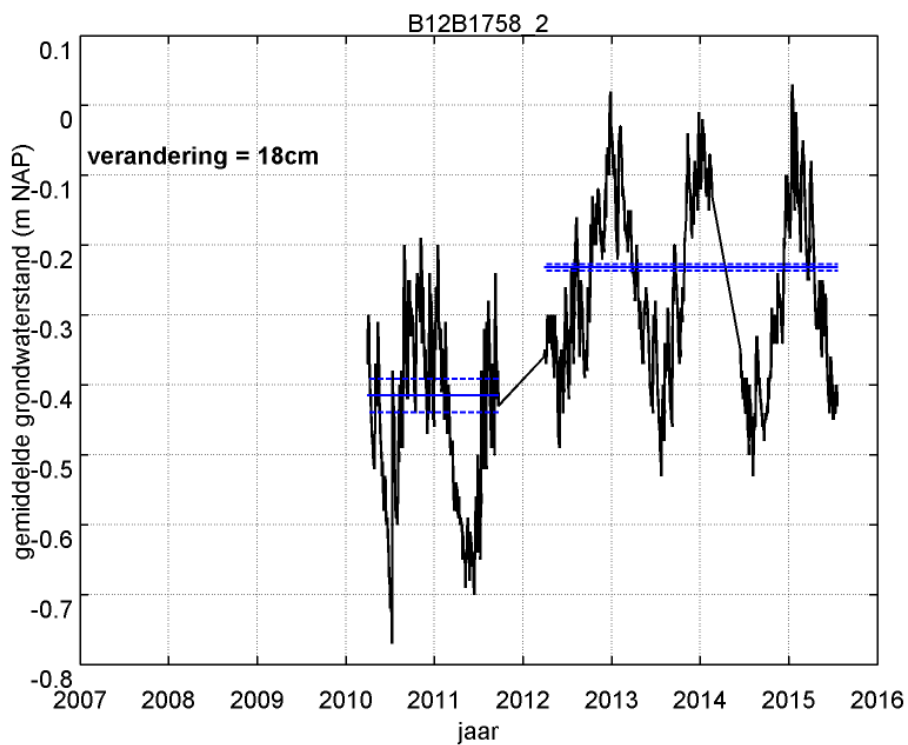
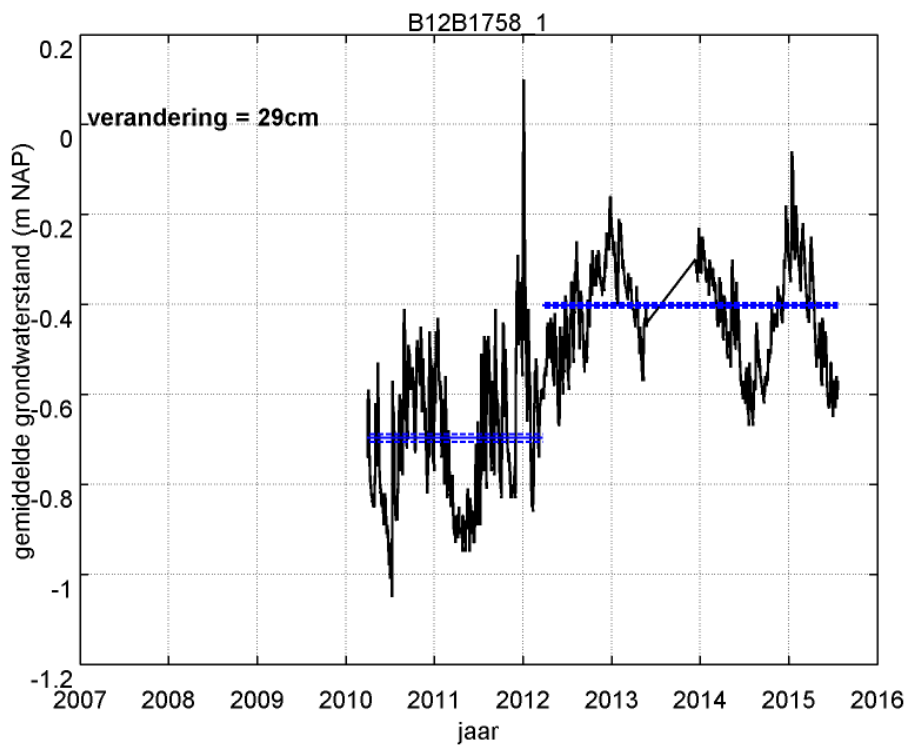




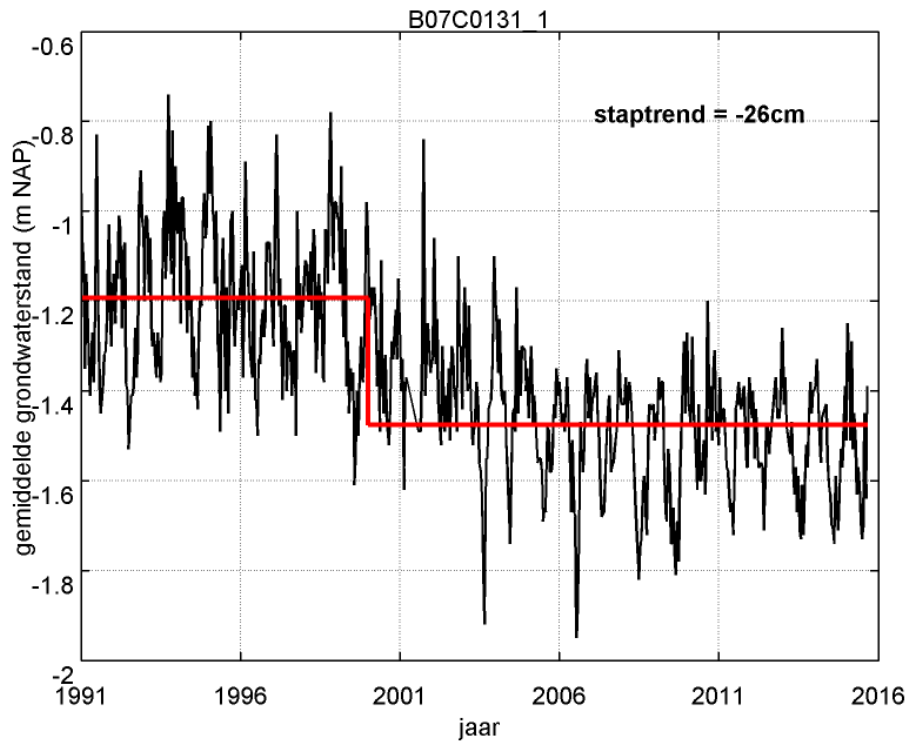


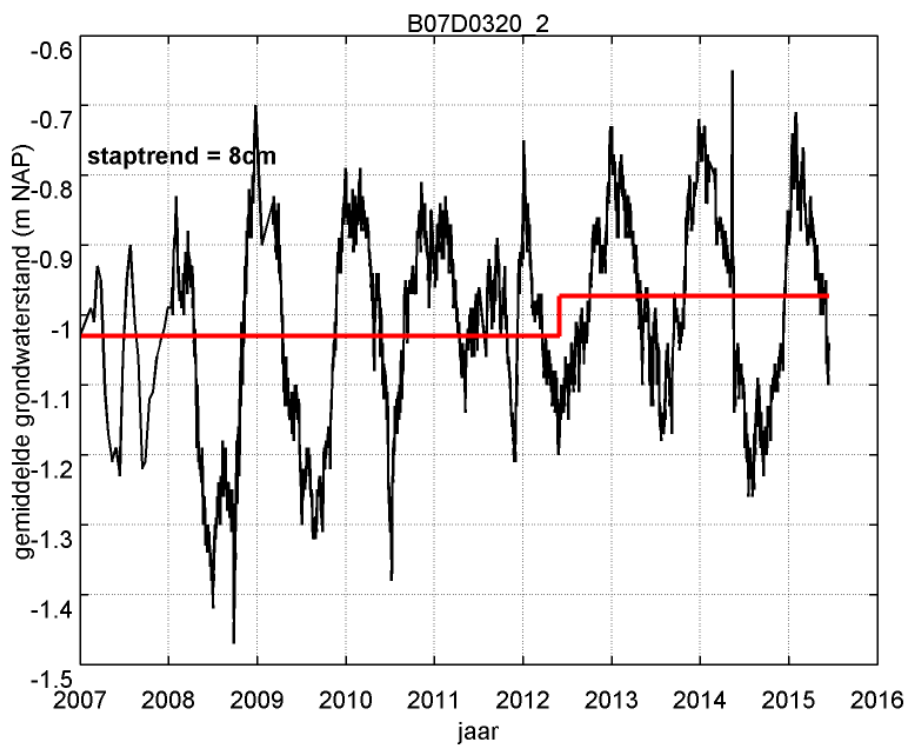
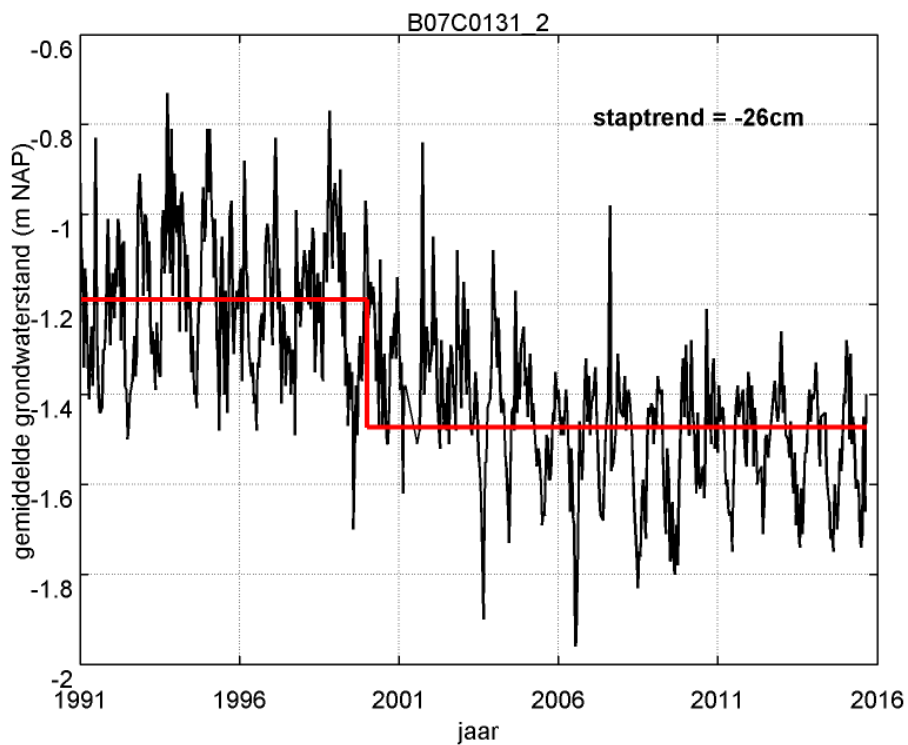


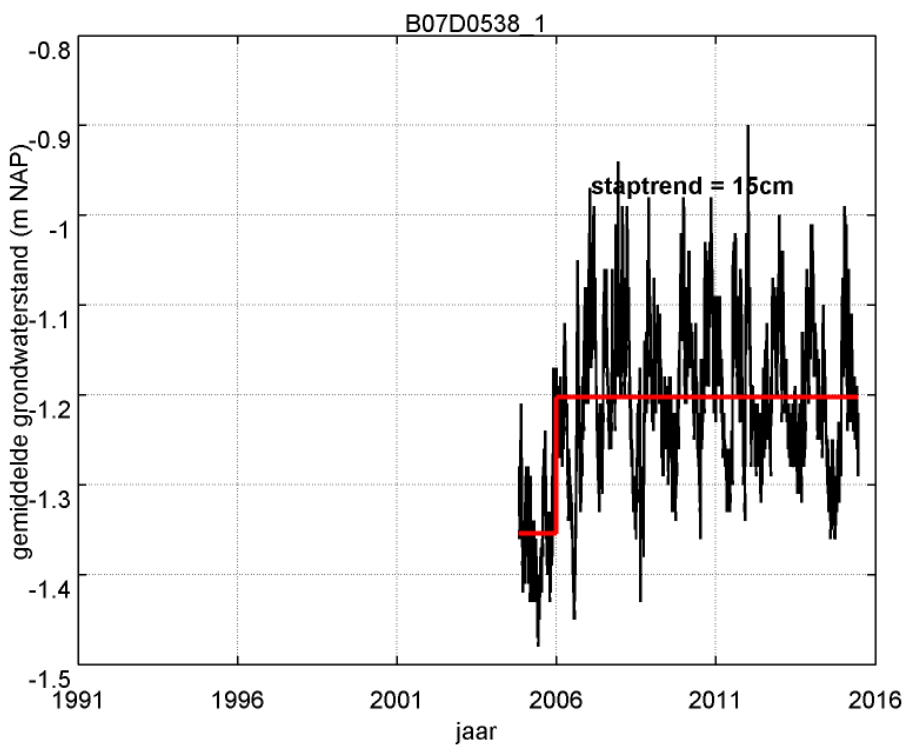
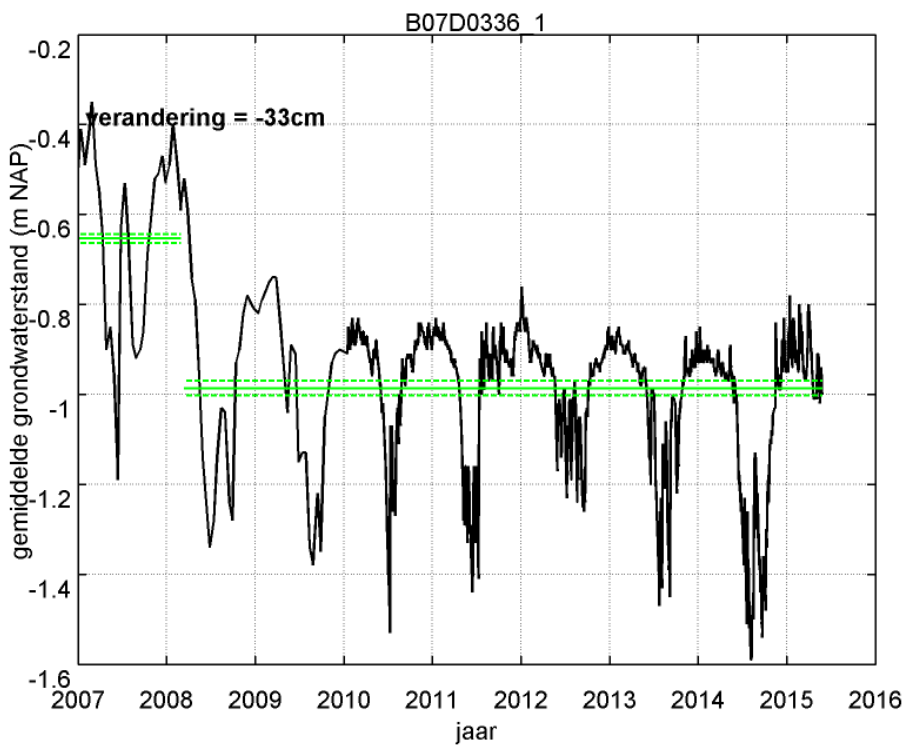


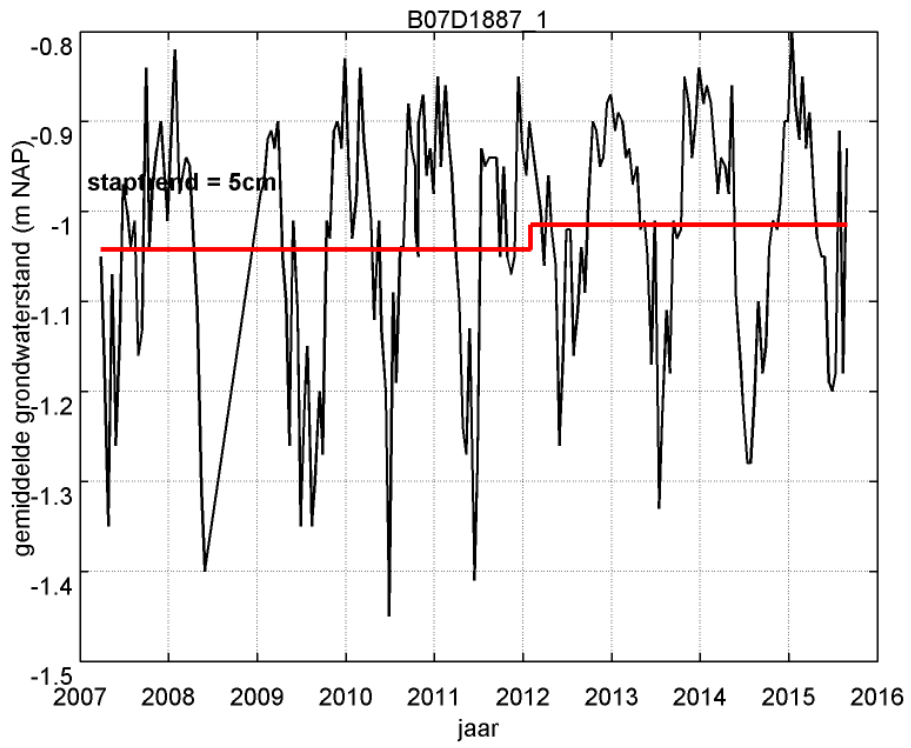


Bijlage V Effecten buiten Onlanden





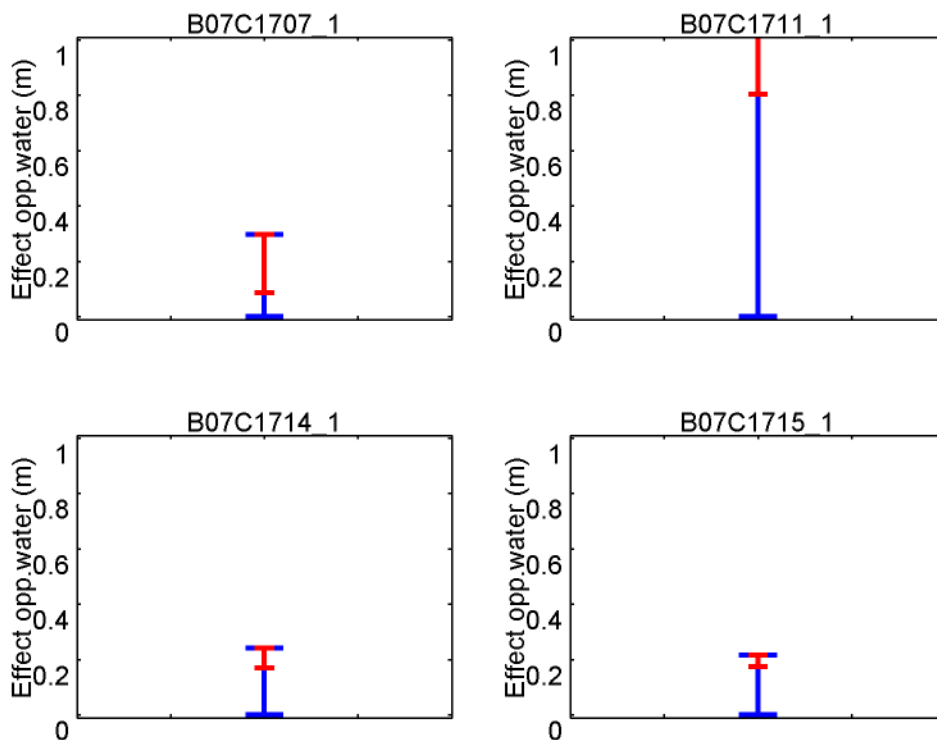
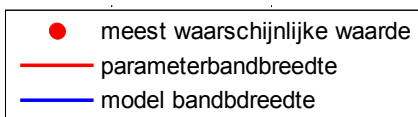


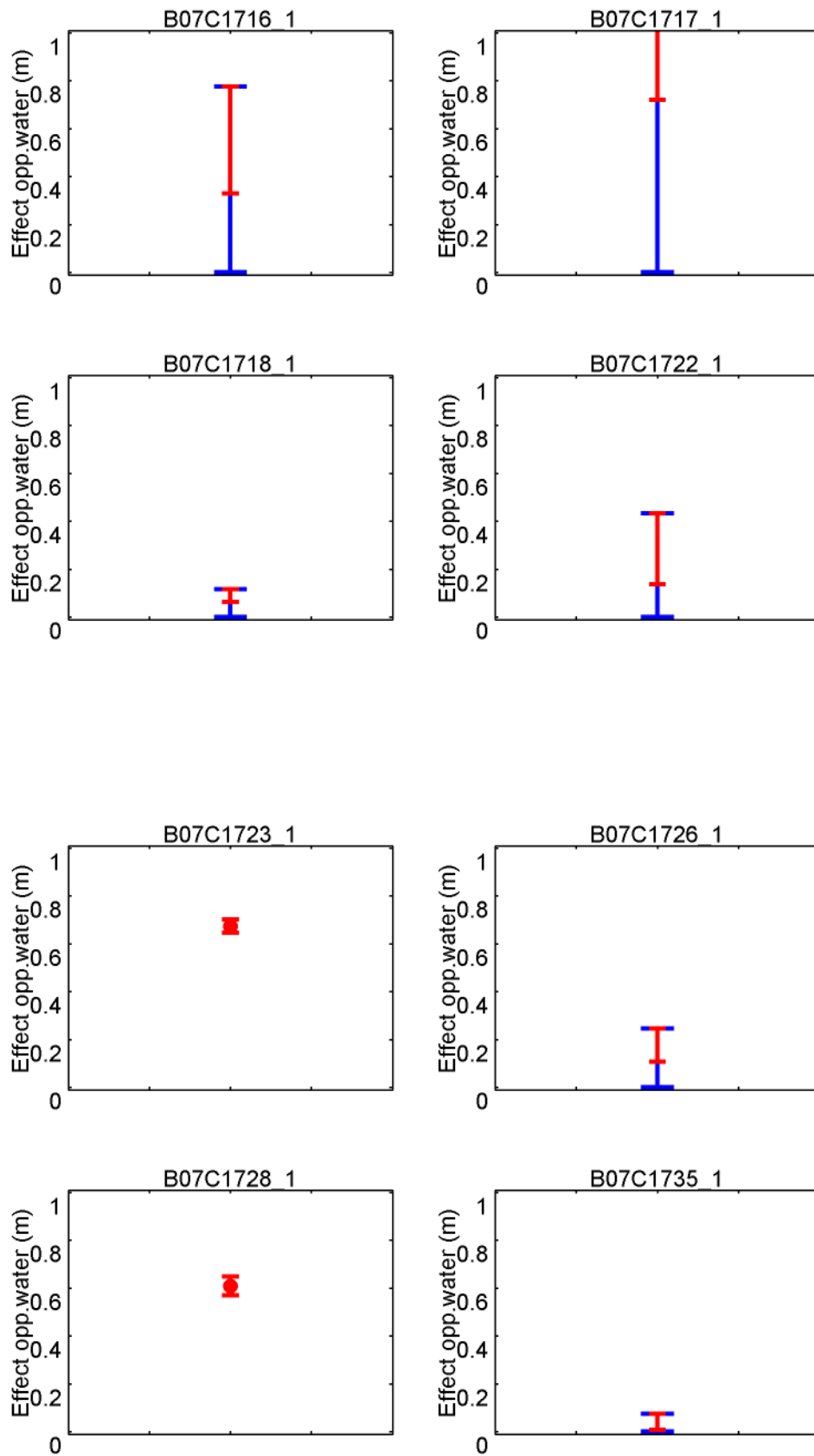


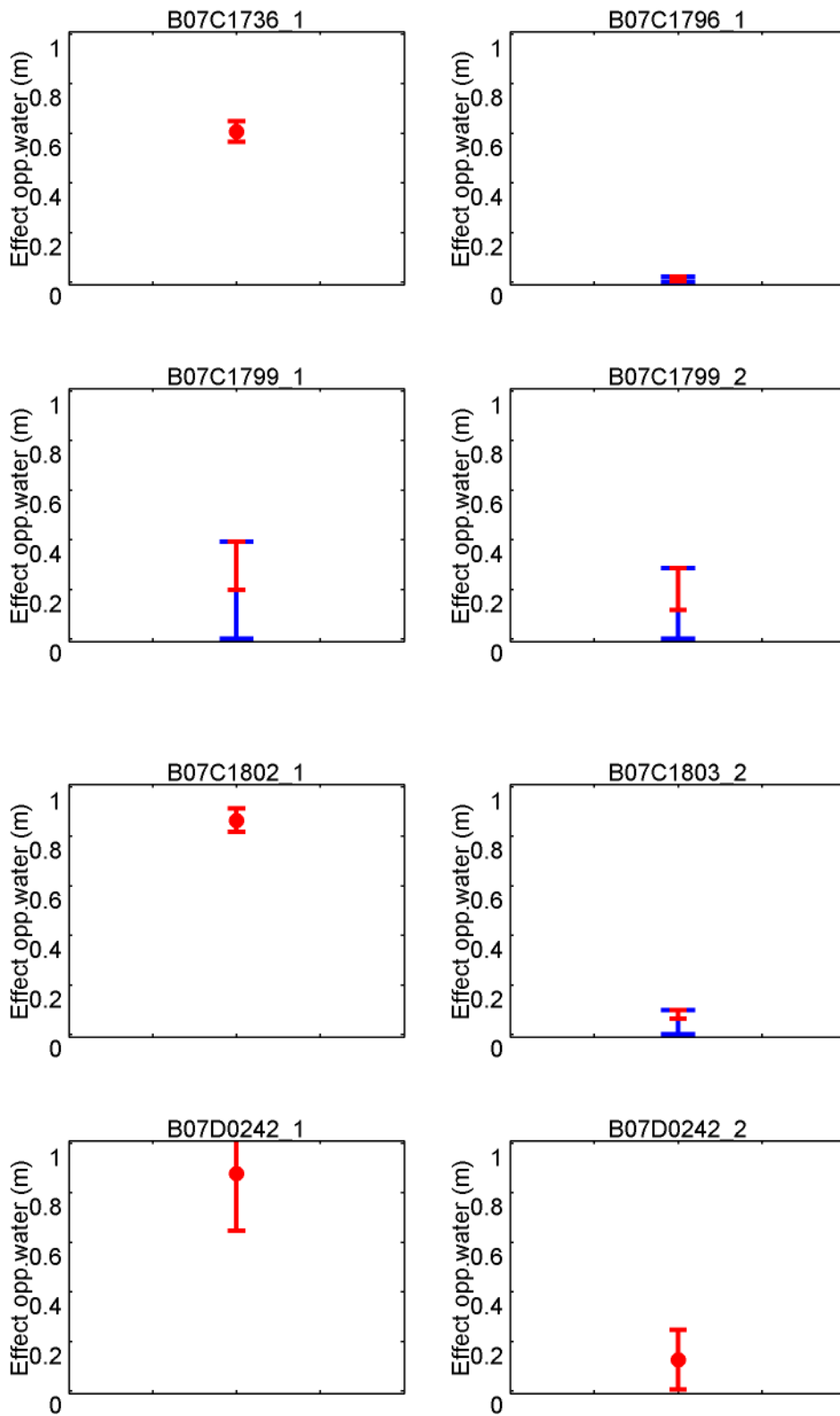
Bijlage VI Invloed oppervlaktewater

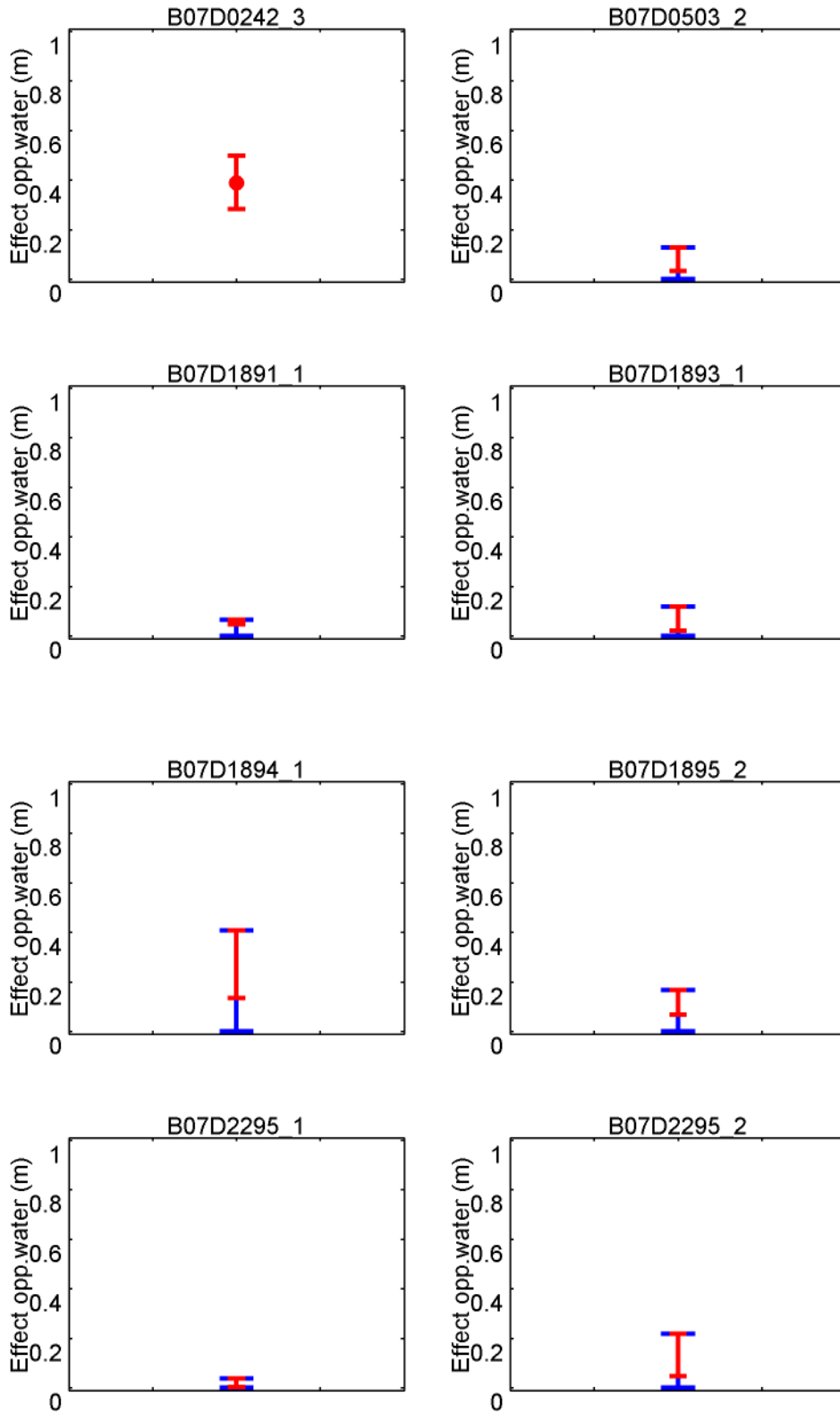
In deze bijlage is het effect het oppervlaktewater op de grondwaterstand aangegeven. Van de modellen die met oppervlaktewater significant beter zijn dan zonder, is de meest waarschijnlijke waarde met de parameterbandbreedte in rood aangegeven. Voor de peilbuizen die zowel met als zonder oppervlaktewater goed gemodelleerd kunnen worden is de parameterbandbreedte in rood en de model bandbreedte in blauw aangegeven.

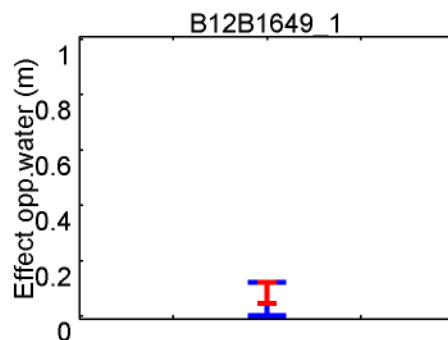
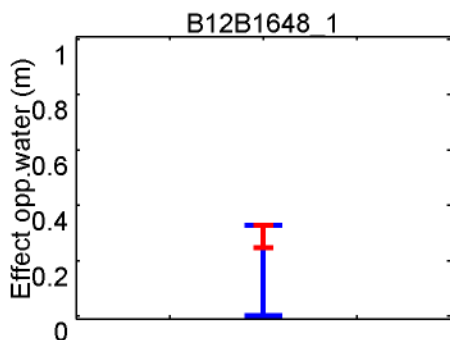
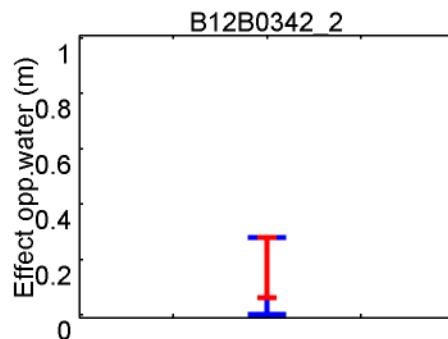
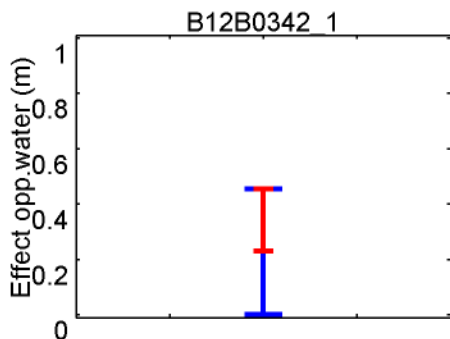
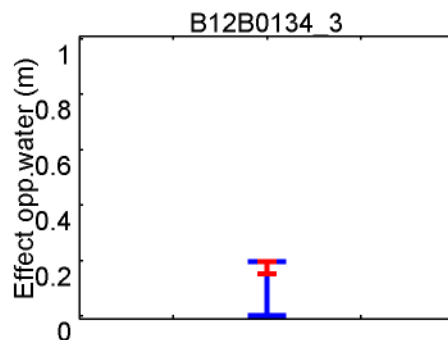
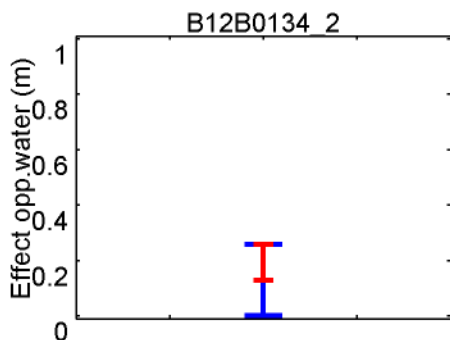
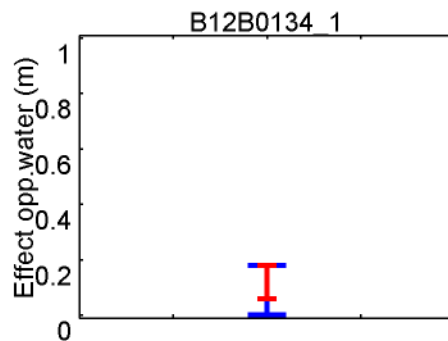
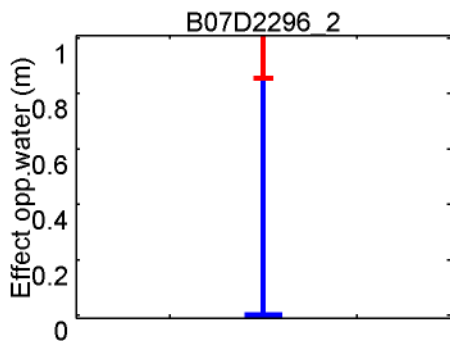
Alle figuren zijn op dezelfde schaal geplot (0 - 1 meter effect) zodat de effecten goed te vergelijken zijn.

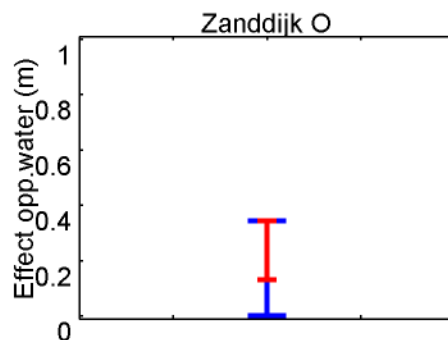
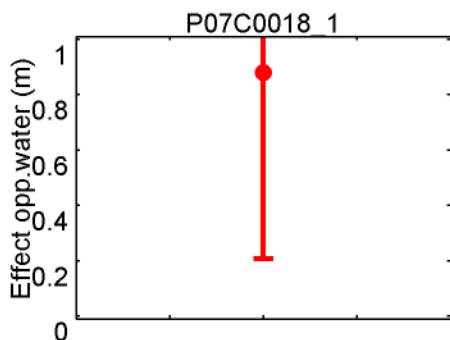
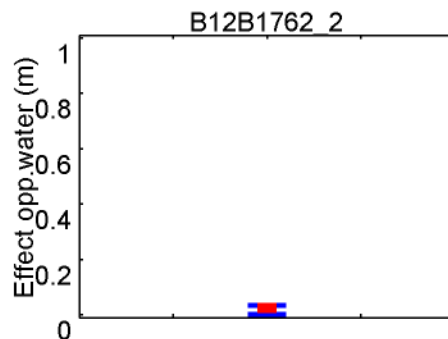
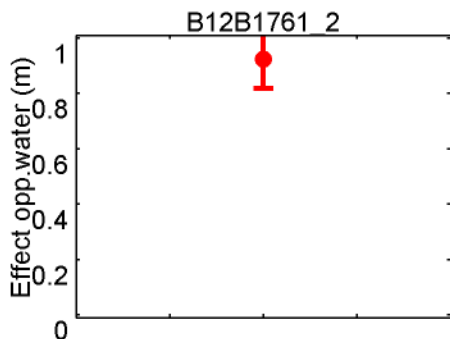
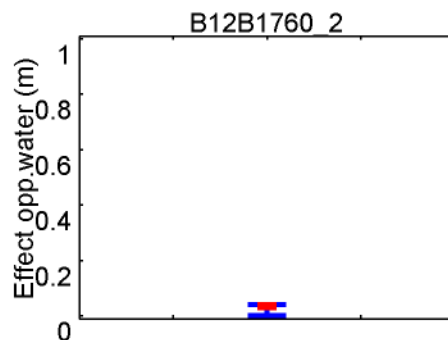
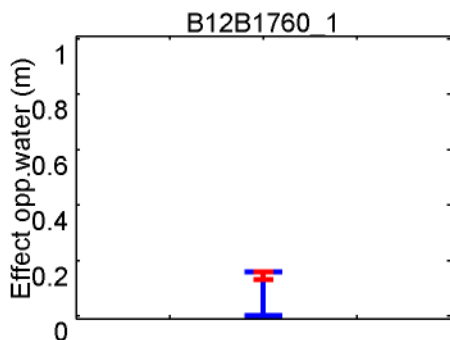
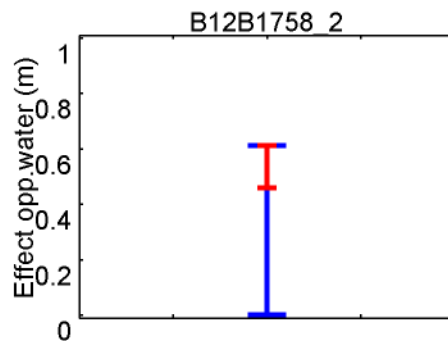
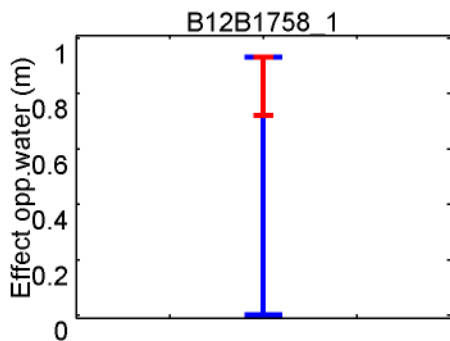




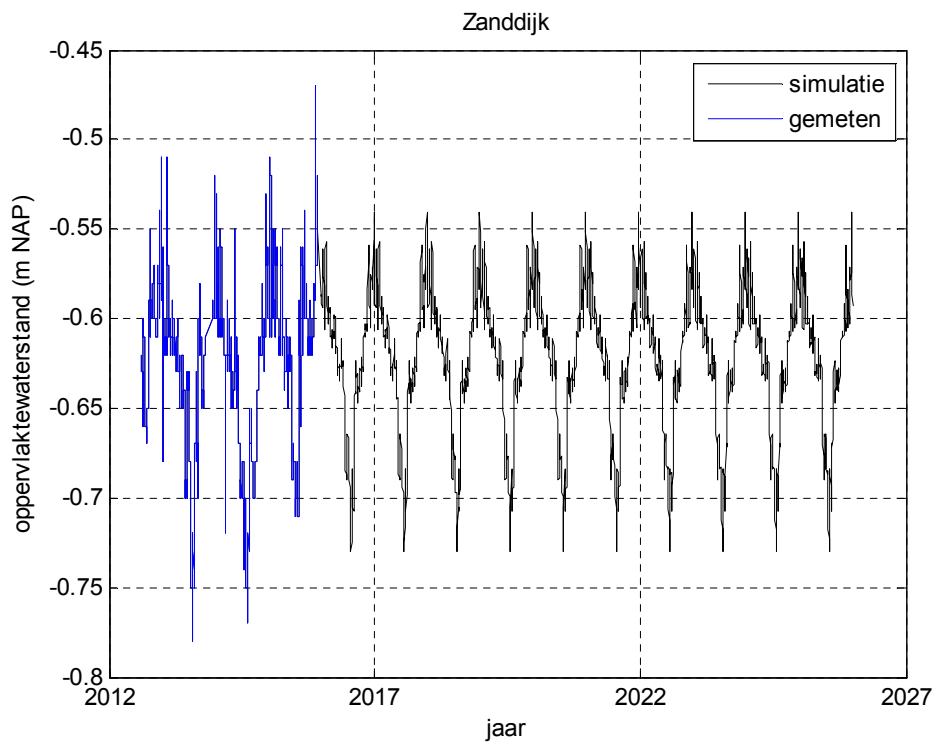


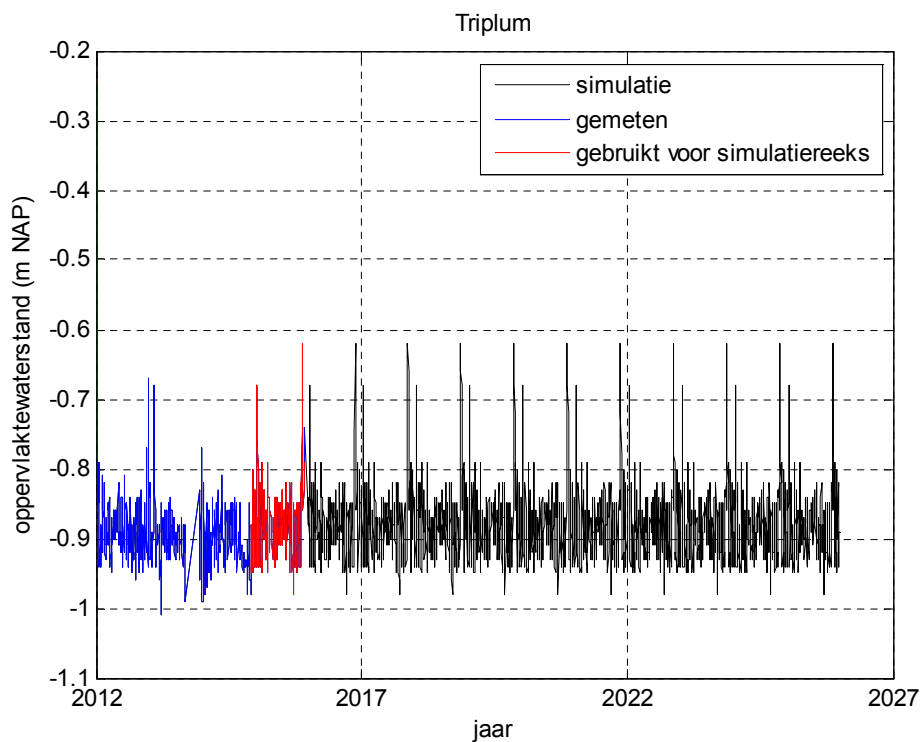
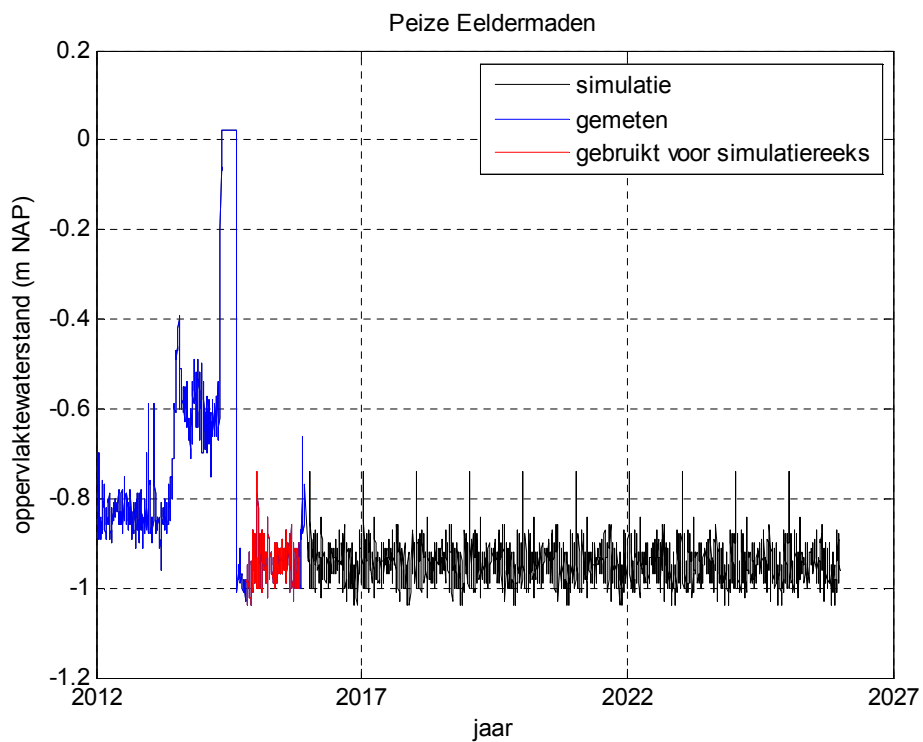






Bijlage VII Geconstrueerde reeksen oppervlaktewater

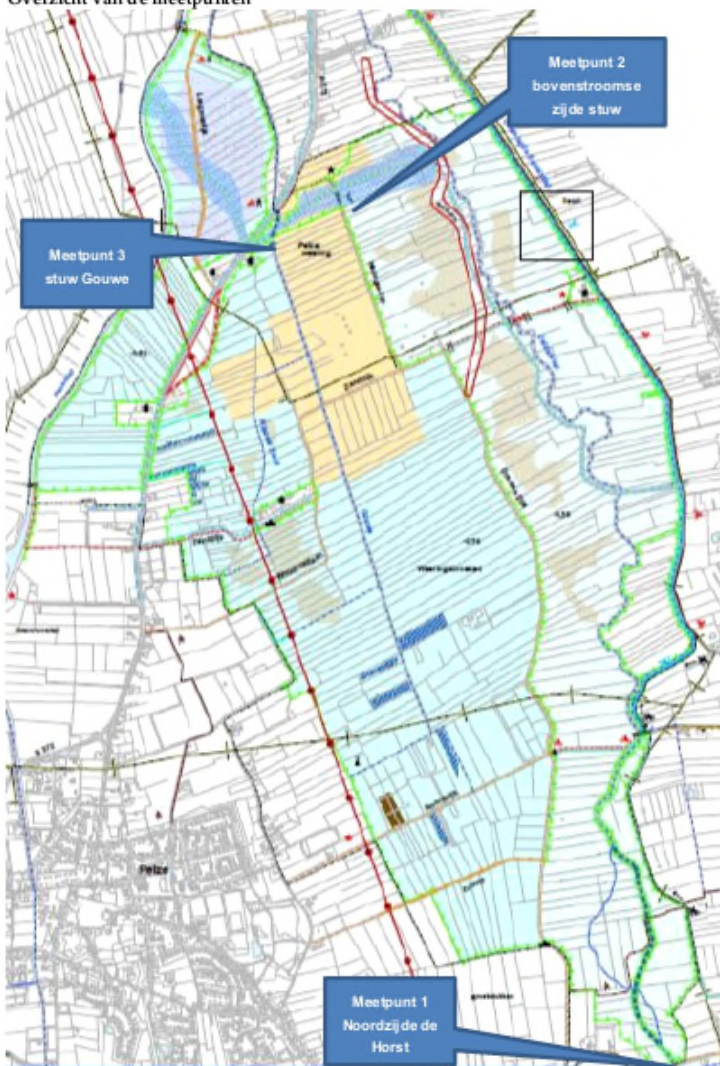




Bijlage VIII Oppervlaktewater gemeten door Arcadis

ARCADIS

Overzicht van de meetpunten



Ons kenmerk:
078661492-0.1

Pagina
3/11

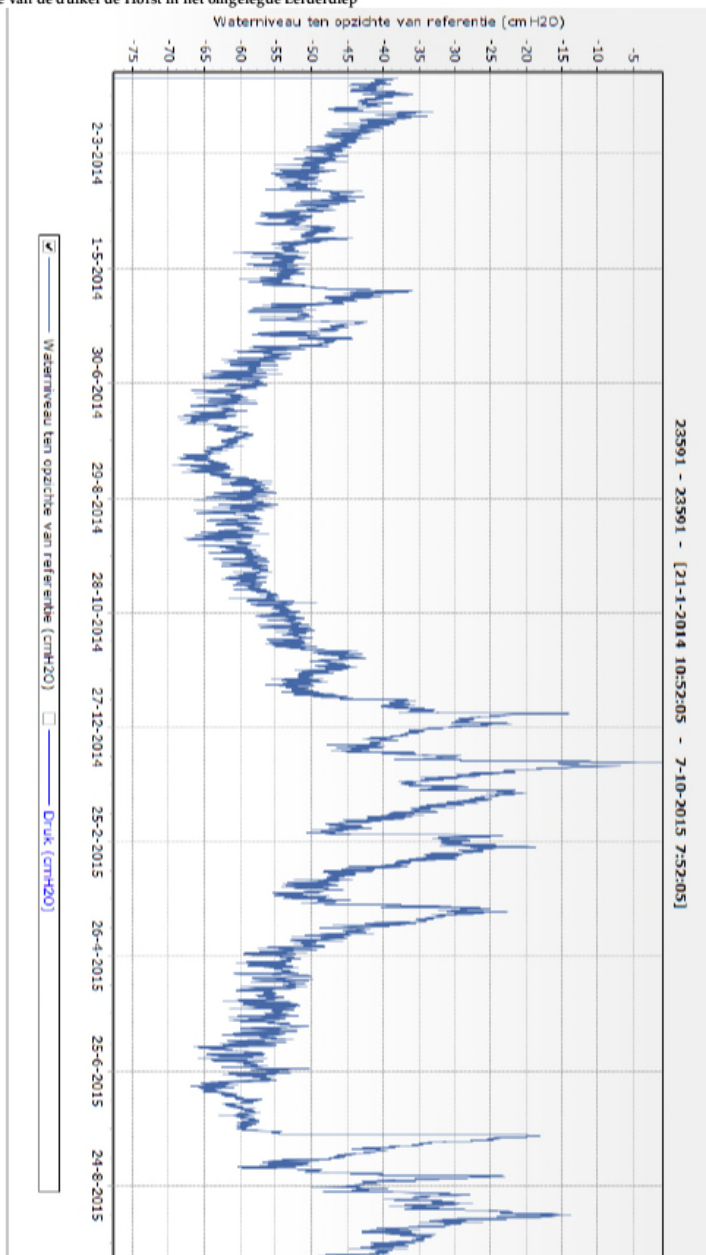
Tabel omschrijving van de meetpunten

Meetpunt nummer	Omschrijving	Streefpeil/peil gebied
Meetpunt 1	Noordzijde van de duiker de Horst in het omgelegde Eelderdiep	NAP - 0,50 m
Meetpunt 2	Bovenstroomse zijde stuw Weingsedijk	NAP - 0,50 m
Meetpunt 3	Stuw de Gouwe	NAP - 0,70 m

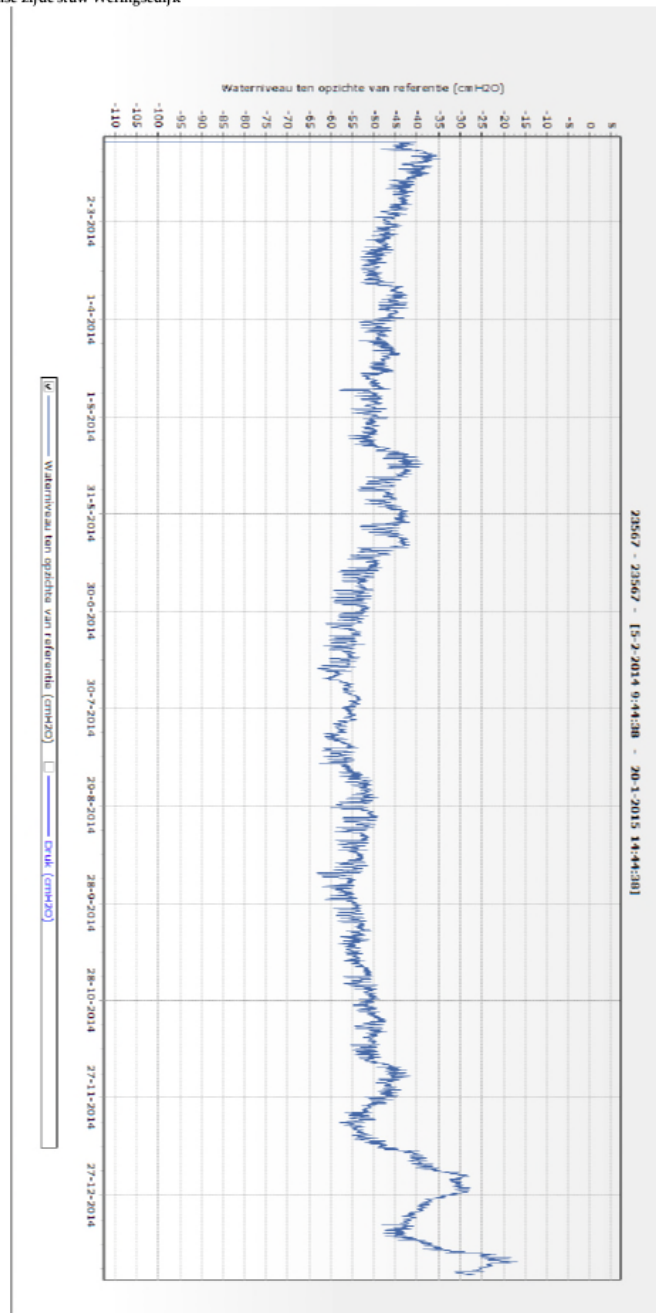
Metingen bestek 16

Hieronder worden de grafieken weergegeven van de meetpunten 1 t/m 4 die in het peilgebied NAP - 0,50 m zitten. De horizontale as van de grafiek laat het peilverloop in de tijd zien, de hoogtes in de verticale lijn in m L.o.v. NAP.

Meetpunt 1 Noordzijde van de duiker de Horst in het omgelege Eelderdiep



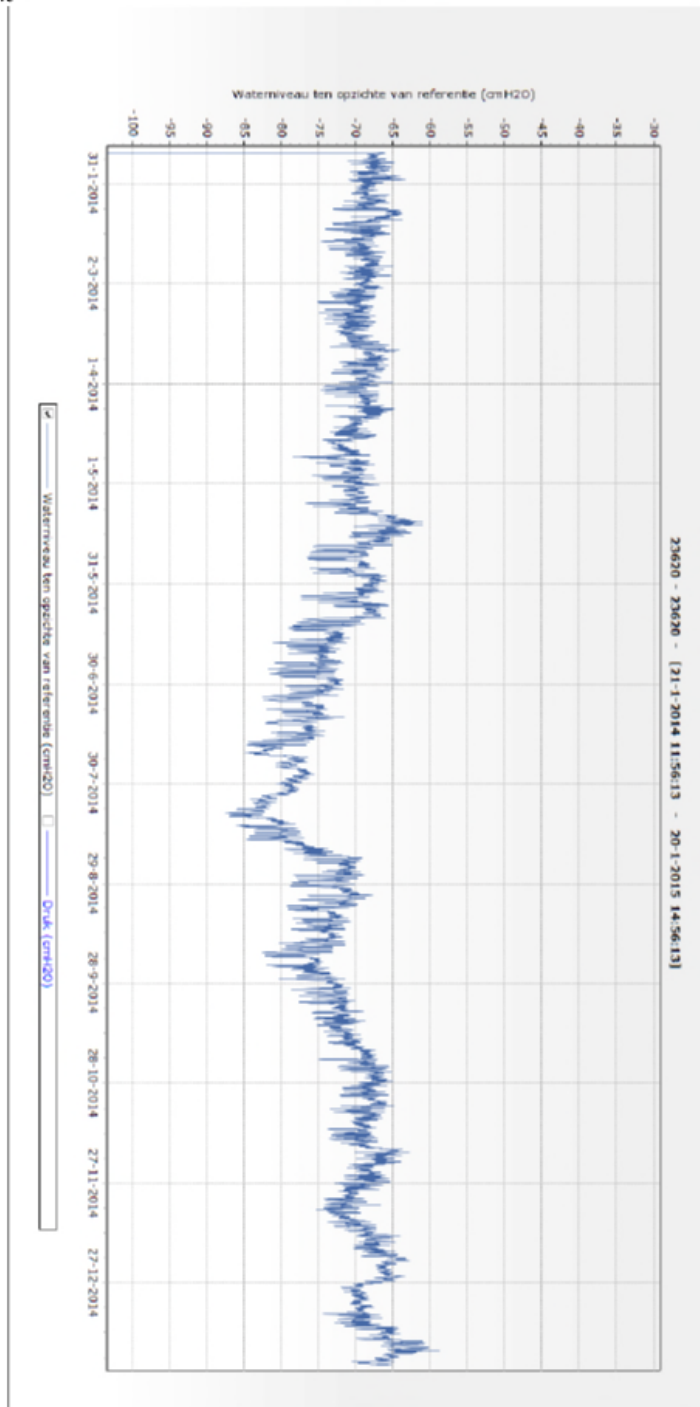
Meetpunt 2 bovenstroomse zijde stuw Weringsedijk



Metingen bestek 17

Hieronder worden de meetgegevens weergegeven van het peil gebied NAP -0,70 m.

Meetpunt 3 Stuw de Gouwe



Bijlage IX Advies geschiktheid monitoring nieuwe meetdoelen

Per peilbuis is de geschiktheid voor verdere monitoring aangegeven:

- **Geschikt:** op deze locaties kan het verloop van de grondwaterstand met tijdreeksanalyse gemodelleerd worden.
- **Ongeschikt (betrouwbaarheid model).** Deze meetpunten zijn niet geschikt omdat er geen goed model gemaakt kan worden. We verwachten dat op deze locaties langer doormeten geen betere modellering oplevert.
- **Ongeschikt (betrouwbaarheid model na ingreep).** De grondwaterstand na inrichtingsmaatregelen kan niet betrouwbaar gemodelleerd worden. Grondwaterstand lijkt door oppervlaktewater gestuurd te worden. Bij deze meetpunten kon de grondwaterstand voor de inrichting van het waterbergingsgebied wel betrouwbaar gemodelleerd worden.
- **Langer meten.** Op deze locaties kon in dit onderzoek de grondwaterstand nog niet betrouwbaar gemodelleerd worden, maar we verwachten dat een langere meetreeks wel een betrouwbaar model kan opleveren.

Locatie	Eigenaar meetpunt	Eerste aanbeveling monitoring
B07C0234_1	NZV	Geschikt
B07C0267_1	NZV	Ongeschikt (betrouwbaarheid model)
B07C1705_1	NZV	Ongeschikt (betrouwbaarheid model)
B07C1706_1	NZV	Geschikt
B07C1707_1	NZV	Geschikt
B07C1708_1	NZV	Ongeschikt (betrouwbaarheid model)
B07C1709_1	NZV	Geschikt
B07C1710_1	NZV	Geschikt
B07C1711_1	NZV	Geschikt
B07C1712_1	NZV	Geschikt
B07C1713_1	NZV	Geschikt
B07C1714_1	NZV	Geschikt
B07C1715_1	NZV	Geschikt
B07C1716_1	NZV	Geschikt
B07C1717_1	NZV	Geschikt
B07C1718_1	NZV	Geschikt
B07C1719_1	NZV	Geschikt
B07C1720_1	NZV	Geschikt
B07C1721_1	NZV	Geschikt
B07C1722_1	NZV	Geschikt
B07C1723_1	NZV	Geschikt

B07C1724_1	NZV	Ongeschikt (betrouwbaarheid model)
B07C1724_2	NZV	Geschikt
B07C1725_1	NZV	Geschikt
B07C1726_1	NZV	Geschikt
B07C1727_1	NZV	Ongeschikt (betrouwbaarheid model na ingreep)
B07C1728_1	NZV	Ongeschikt (betrouwbaarheid model na ingreep)
B07C1729_1	NZV	Ongeschikt (betrouwbaarheid model na ingreep)
B07C1735_1	NZV	Geschikt
B07C1736_1	NZV	Geschikt
B07C1737_1	NZV	Geschikt
B07C1738_1	NZV	Geschikt
B07C1795_1	prov Drenthe	Geschikt
B07C1796_1	prov Drenthe	Geschikt
B07C1796_2	prov Drenthe	Geschikt
B07C1797_1	prov Drenthe	Geschikt
B07C1798_1	prov Drenthe	Geschikt
B07C1798_2	prov Drenthe	Geschikt
B07C1799_1	prov Drenthe	Geschikt
B07C1799_2	prov Drenthe	Geschikt
B07C1800_1	prov Drenthe	Geschikt
B07C1801_1	prov Drenthe	Geschikt
B07C1802_1	prov Drenthe	Ongeschikt (betrouwbaarheid model na ingreep)
B07C1803_1	prov Drenthe	Geschikt
B07C1803_2	prov Drenthe	Geschikt
B07C1804_1	prov Drenthe	Geschikt
B07C1804_2	prov Drenthe	Geschikt
B07C1805_1	prov Drenthe	Geschikt
B07C1805_2	prov Drenthe	Geschikt
B07C1807_1	prov Drenthe	Geschikt
B07C1807_2	prov Drenthe	Geschikt
B07C1809_1	NZV	Ongeschikt (betrouwbaarheid model)
B07C1810_1	NZV	Geschikt
B07C1811_1	NZV	Geschikt
B07C1811_2	NZV	Geschikt
B07D0242_1	NZV	Ongeschikt (betrouwbaarheid model)
B07D0242_2	NZV	Geschikt
B07D0242_3	NZV	Geschikt
B07D0497_1	NZV	Ongeschikt (betrouwbaarheid model na ingreep)

B07D0497_2	NZV	Geschikt
B07D1891_1	NZV	Geschikt
B07D1892_1	NZV	Ongeschikt (betrouwbaarheid model)
B07D1893_1	NZV	Geschikt
B07D1894_1	NZV	Geschikt
B07D1895_1	NZV	Geschikt
B07D1895_2	NZV	Geschikt
B07D2295_1	prov Drenthe	Geschikt
B07D2295_2	prov Drenthe	Geschikt
B07D2296_1	prov Drenthe	Geschikt
B07D2296_2	prov Drenthe	Geschikt
B12A0120_1	NZV	Geschikt
B12A0120_2	NZV	Geschikt
B12A0120_3	NZV	Geschikt
B12A1733_1	NZV	Ongeschikt (betrouwbaarheid model)
B12A1734_1	NZV	Geschikt
B12A1735_1	NZV	Geschikt
B12A1736_1	NZV	Geschikt
B12A1737_1	NZV	Geschikt
B12A1738_1	NZV	Ongeschikt (betrouwbaarheid model)
B12A1739_1	NZV	Geschikt
B12B0342_1	NZV	Geschikt
B12B0342_2	NZV	Geschikt
B12B1642_1	NZV	Geschikt
B12B1643_1	NZV	Geschikt
B12B1644_1	NZV	Geschikt
B12B1645_1	NZV	Geschikt
B12B1646_1	NZV	Geschikt
B12B1647_1	NZV	Geschikt
B12B1648_1	NZV	Geschikt
B12B1649_1	NZV	Geschikt
B12B1650_1	NZV	Geschikt
B12B1651_1	NZV	Geschikt
B12B1652_1	NZV	Geschikt
B12B1758_1	prov Drenthe	Geschikt
B12B1758_2	prov Drenthe	Geschikt
B12B1759_1	prov Drenthe	Geschikt
B12B1759_2	prov Drenthe	Geschikt
B12B1760_1	prov Drenthe	Geschikt
B12B1760_2	prov Drenthe	Geschikt
B12B1761_1	prov Drenthe	Geschikt

B12B1761_2	prov Drenthe	Geschikt
B12B1762_1	prov Drenthe	Geschikt
B12B1762_2	prov Drenthe	Geschikt
P07C0012_1	NZV	Geschikt
P07C0015_1	prov Drenthe	Geschikt
P07C0016_1	prov Drenthe	Geschikt
P07C0017_1	prov Drenthe	Geschikt
P07C0018_1	prov Drenthe	Geschikt
Zanddijk Oost_1_1	NZV	Geschikt
Zanddijk West_1_1	NZV	Geschikt