

Gemeente Schouwen-Duiveland
mevr. S. Nouwens / dhr. J. Maaskant
Postbus 5555
4300 JA Zierikzee

Notitie

1 Inleiding

In opdracht van Gemeente Schouwen-Duiveland heeft CRUX een geohydrologische analyse opgesteld om de representatieve grondwaterstanden en stijghoogten in de directe omgeving van de haven van Zierikzee te bepalen. De representatieve waarden zijn benodigd als input voor het ontwerp van de reconstructie van de kademuren van de Oude Haven van Zierikzee. Op basis van de representatieve waarden kunnen in een vervolgfase afhankelijk van het ontwerpdoeleind rekenwaarden van de waterstanden worden bepaald.

De grondwaterdynamiek in de haven van Zierikzee is een samenstelling van neerslag, verdamping en getijdewerking in de Oosterschelde (Nieuwe Haven en de Oude Haven). Van de grondwaterstanden en stijghoogten zijn representatieve waarden benodigd, waarvoor een peilbuismonitoring wordt gebruikt (sinds 6-juli 2021) middels 10 peilbuizen in de haven van Zierikzee.

In deze notitie worden de gemeten grondwaterstanden en stijghoogten vertaald in representatieve grondwaterstanden (extreem lage en hoge waarden op basis van verschillende overschrijdingskansen).

1.1 Versiegeschiedenis

In Tabel 1 is de versiegeschiedenis van deze notitie getoond.

Tabel 1 Versiegeschiedenis

Versie	Toelichting	Datum
1	1 ^e uitgave	22-07-2022
2	Aanvulling o.b.v. opmerkingen Gemeente Schouwen-Duiveland	06-12-2022

Onderwerp
Analyse
(grond)waterstanden
Zierikzee

Projectnummer
22308


Ons kenmerk
NT22308a2

Versie
2

Datum
6 december 2022

Pagina's
13

Opgesteld
dr. T. Sweijer 

Gecontroleerd
R. Brugman MSc 

Vrijgave
ir. G. Meinhardt 

Bijlagen
Aantal bijlagen: 4

Formulier
NT-010

2 Uitgangspunten

2.1 Documenten

De volgende documenten zijn gehanteerd bij het opstellen van dit rapport:

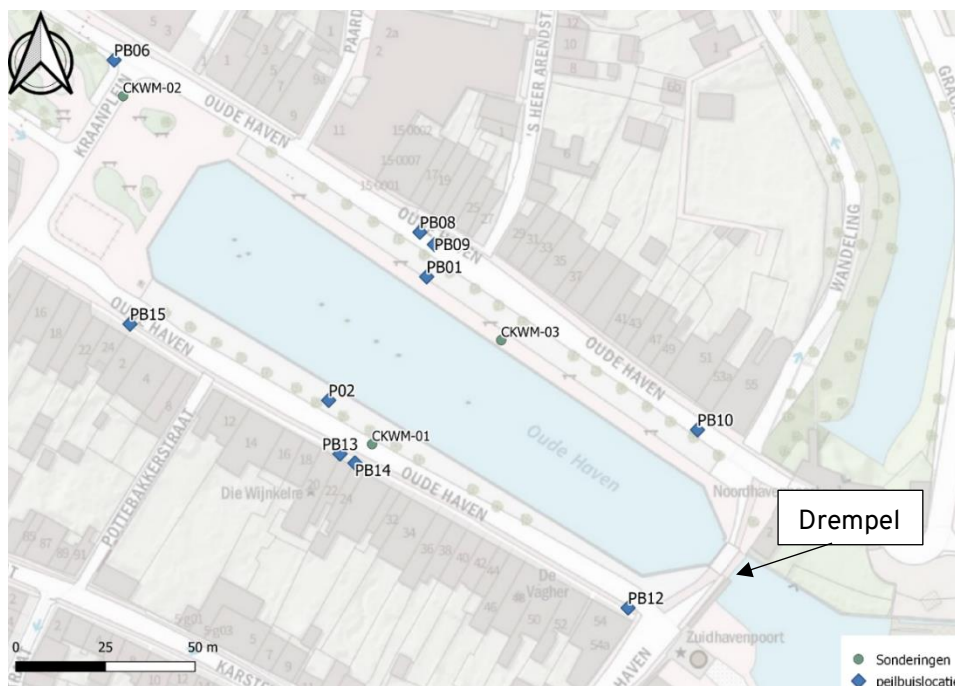
- [1] Avalon; *grondwaterstandsmonitoring*; URL: <https://www.ellitrack.nl/>.
- [2] HBO Kennisbank; *Gedempt getij in haven Zierikzee*; d.d. 23-03-2017.
- [3] Waterschap Scheldestromen; Waterinfo; URL: <https://webviewer.hkvfews-scheldestromen.nl/waterinfo-scheldestromen/>.
- [4] BMNED en GSNED; Geotechnisch bodemonderzoek G17308 Oude Haven te Zierikzee; d.d. 02-06-2017.
- [5] DVA engineering BV; Ontwerpuitgangspunten reconstructie kademuren Zierikzee Oude Haven; 0570-RAP-001; d.d. 05-06-2020.

Naast bovenstaande documenten wordt tevens gebruik gemaakt van enkele informatiebronnen welke veelal digitaal worden geraadpleegd:

- [6] Dinoloket; Hydrogeologisch model REGISII; versie 2.2; URL: <https://dinoloket.nl/>.
- [7] Pastas; python pakket voor geohydrologische tijdseries analyses; URL <https://pastas.readthedocs.io/>.
- [8] Rijkswaterstaat; waterdata; URL: <https://waterinfo.rws.nl/>.
- [9] KNMI; dagwaarden Vlissingen (310); URL: <https://www.knmi.nl/nederland-nu/klimatologie/daggegevens>.

2.2 Projectlocatie

De projectlocatie betreft de Oude Haven, te Zierikzee. Op de projectlocatie is een reconstructie van de kademuur voorzien, waarvoor een peilbuismonitoring is ingericht. Rondom de Oude Haven zijn 10 peilbuislocaties aanwezig (zie Figuur 1) en zijn 3 sonderingen genomen. Van de peilbuislocaties is ook een boorbeschrijving beschikbaar.



Figuur 1 Locatie van peilbuizen en sonderingen [1]. De locatie van de drempel naar de Oude Haven is ook aangegeven.

2.3 Bodemopbouw en maaiveld

De bodemopbouw op de projectlocatie is bepaald op basis van het geohydrologisch ondergrondmodel REGIS II en project-specifieke boringen en sonderingen [4]. Lokaal varieert met name het niveau van de bovenkant van de deklaag.

Tabel 2 De bodemopbouw op projectlocatie.

Formatie	Grondlaag	Bovenkant grondlaag [m NAP]
Ophoog laag (freatisch pakket)	Zand	+3,00
Deklaag*	Klei afgewisseld met zandinsnijdingen en veen afzettingen/.	1,00 á +2,00
Eerste watervoerende pakket	Formatie van Peize	-7,0

2.4 (Grond)waterstanden

2.4.1 Algemeen

Het grondwatersysteem bestaat uit twee watervoerende lagen, namelijk een freatisch pakket dat voornamelijk (fijn)zandig is, met lokale kleiige afzettingen en het watervoerend pakket. De deklaag op de projectlocatie heeft een dikte van ca. 8 á 9meter waardoor het freatisch pakket en het watervoerend pakket gescheiden zijn.

In algemene zin geldt dat een freatisch pakket met name beïnvloed wordt door:

- lokale neerslag;
- lokale verdamping;
- drainagesystemen;
- waterstand in de Oude Haven en Nieuwe Haven en de geohydrologische weerstand van de kademuur;
- aanwezigheid van bebouwing en openbaar groen.

Het watervoerend pakket wordt met name beïnvloed door:

- getijde werking in de Oude Haven, Nieuwe Haven en de Oosterschelde;
- gemiddelde neerslag en verdamping in de omgeving van Zierikzee.

2.4.2 Waterstand

De projectlocatie is gelegen in het beheersgebied van Waterschap Scheldestromen aan de Oude Haven dat onderhevig is aan getijde werking [2][3]. Het gemiddelde niveau bedraagt ca. NAP 0,0m met een gemiddeld hoge waterstand van NAP +1,52m en een gemiddelde lage waterstand van NAP -1,34m [5].

2.4.3 Laagwater

In 2018 is een drempel geplaatst in de toegang tot de Oude Haven zodat een minimale waterstand van NAP -0,60m aanwezig blijft in de haven ten tijde van eb (zie de locatie in Figuur 1). De representatieve lage waterstand wordt hiermee verhoogd ten opzichte van de natuurlijke lage waterstand tot ca. NAP -0,60m, de representatieve, gemiddelde en hoge waterstand blijven echter onveranderd¹.

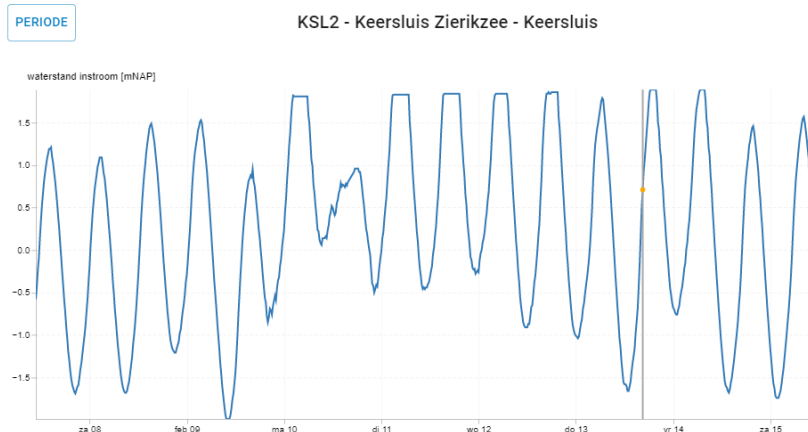
Tijdens laagwater is de waterstand dusdanig laag (NAP -0,60m of lager) dat het fretatisch pakket afwatert naar de Oude Haven of Nieuwe Haven.

De invloed van de drempel op de stijghoogte in het watervoerend pakket is beperkt omdat de stijghoogte bepaald wordt door een samenspel van waterstanden in de regio. De drempel heeft uitsluitend invloed op de Oude Haven en daardoor maar beperkt invloed op de stijghoogte.

2.4.4 Hoogwater

De keersluis van Zierikzee sluit bij een hoogwaterniveau van NAP +1,85m (waterstand tijdens een springtij) [2]. Dit betekent dat de waterstand gedurende springtij niet (ver) boven de gemiddeld hoge waterstand in de Oude Haven uit komt.

Bijvoorbeeld, op 10-02-2020 is de Oosterscheldekering dicht gegaan vanwege hoogwater (dit is bij verwachte waterstanden boven NAP +3,0m). Tijdens dit hoogwater is de Keersluis Zierikzee meermaals dichtgegaan, zoals terug te vinden in de waterstanden Figuur 2 waar het hoogwater op ca. NAP +1,85m is gelimiteerd.

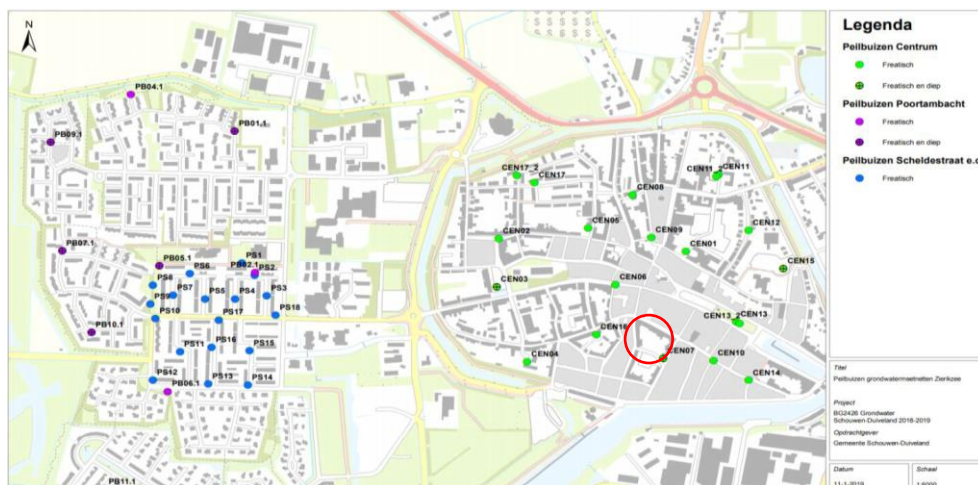
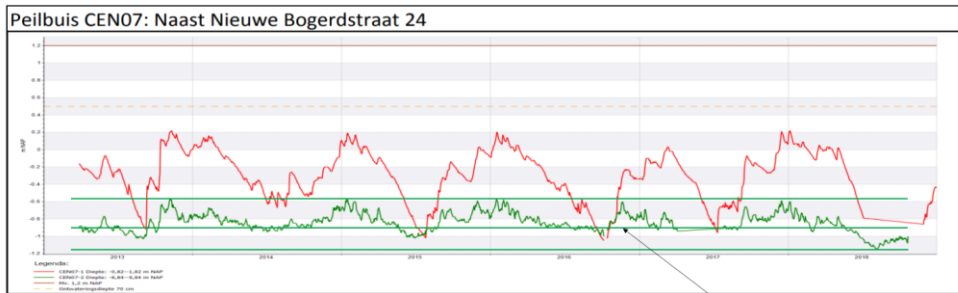


Figuur 2 Waterstand Nieuwe Haven bij de keersluis Zierikzee [3]

Daarnaast zijn er stormen geweest op 21-10-2014 en op 03-01-2018 waar de stormvloedkering Oosterschelde is dichtgegaan. Deze hoogwater situaties hebben geen zichtbare invloed gehad op de stijghoogte gemeten tijdens de monitoring van Zierikzee (zie Figuur 3).

Geconcludeerd wordt dat de stijghoogte rond de projectlocatie geconditioneerd wordt door de Keersluis Zierikzee en de Oosterscheldekering. Hierdoor worden extreem hoge stijghoogten door hoogwater niet verwacht, waardoor korte duur peilbuismonitoring een goed inzicht kan geven over de ontwerpwaarden voor de kadereconstructie.

¹ De representatieve waterstand in meetpunt Stavenisse [8] is NAP +1,65m (95% percentiel), NAP -0,06m (50%) en NAP -1,42m (5%). Wanneer de drempel een minimale waterstand van NAP -0,60m hanteert, wordt de representatieve waterstand: NAP +1,65m (95%), NAP -0,06m (50%) en NAP -0,60m (5%).



Figuur 3 Stijghoogte en grondwatermonitoring tussen 2013 en 2018 [4] (rode lijn: freatisch pakket, groene lijn: stijghoogte)

2.5 Methodiek

De representatieve stijghoogten zijn bepaald aan de hand van tijdreeksanalyses in de open-source software Pastas [7]. In deze software zijn de tijdsreeksen van de grondwaterstanden en stijghoogten getoetst op invloed van:

- Getijdewerking in de Oosterschelde. Hiervoor wordt meetpunt Stavenisse van Rijkswaterstaat als representatieve tijdreeks aangehouden. De tijdsreeks vanaf 2017 t/m 10-07-2022 is gedownload van de website [8].
- Neerslag en verdamping. De dagwaarden van KNMI meetstation Vlissingen zijn hiervoor gebruikt [9].

Middels toets-functies wordt een correlatie bepaald voor getijde, neerslag en verdamping met de tijdreeksen van stijghoogten en grondwaterstanden. Op basis van de toetsfuncties wordt onderscheidt gemaakt tussen peilbuizen met een tijdsreeks van de freatische grondwaterstand en peilbuizen met een tijdsreeks van het watervoerend pakket.

Vervolgens worden de representatieve stijghoogten/grondwaterstanden uit de gemeten tijdsreeksen bepaald.

Daarna worden de toetsfuncties gebruikt om een reconstructie van stijghoogten te maken van 2017 t/m 10-07-2022.

3 Grondwaterstandsanalyse

3.1 Algemeen

In Tabel 3 zijn de representatieve grondwaterstanden weergegeven op basis van de meetreeksen. Hieruit volgt een duidelijk onderscheidt tussen freatische grondwaterstanden en stijghoogten in het watervoerend pakket:

1. Freatische grondwaterstand, met een gemiddelde van NAP +1,19m.
2. Stijghoogte in het watervoerend pakket, met een gemiddelde van NAP -0,87m.

Tabel 3 Representatieve grondwaterstanden/stijghoogten o.b.v. de meetreeksen

Peilbuis	Maximum	95%	Gemiddeld	5%	Minimum
Freatisch pakket					
PB06	1,57	1,53	1,12	-0,28	-0,36
PB09	1,65	1,57	1,16	0,06	0,04
PB10	1,90	1,57	1,32	1,00	0,93
PB12	Niet representatief				
PB14	1,46	1,35	1,19	1,06	1,02
PB15	1,33	1,28	1,18	1,05	0,98
<i>Representatief:</i>	<i>1,90</i>	<i>1,57</i>	<i>1,19</i>	<i>-0,28</i>	<i>-0,36</i>
Watervoerend pakket					
PB01	-0,49	-0,68	-0,94	-1,18	-1,25
PB02	-0,08	-0,63	-0,91	-1,15	-1,22
PB08	-0,15	-0,58	-0,84	-1,07	-1,13
PB13	-0,24	-0,46	-0,78	-1,06	-1,12
<i>Representatief:</i>	<i>-0,08</i>	<i>-0,46</i>	<i>-0,87</i>	<i>-1,18</i>	<i>-1,25</i>

3.2 Stijghoogte

De representatieve stijghoogten zijn bepaald voor de 4 peilbuizen PB01, PB02, PB08 en PB13 op basis van de gemeten tijdsreeksen. In deze analyse worden de herhalingstijden bepaald op basis van de meetreeks. Hierin is (nog) niet expliciet rekening gehouden met de oorsprong van de signalen, zoals beschreven in hoofdstuk 2.4.1. De invloed van bijvoorbeeld getijde is wel impliciet in het resultaat verwerkt omdat deze ook een onderdeel zijn van de meetreeks.

Lage stijghoogten:

De representatieve lage stijghoogten zijn weergegeven in Tabel 4. Uit deze data volgt dat de representatieve stijghoogte vrijwel gelijk is in alle peilbuizen, daarom ligt het voor de hand om één set representatieve stijghoogten te bepalen voor de Oude Haven. PB01 heeft de laagste waarden en wordt daarom als representatief gehouden.

Hoge stijghoogten:

De representatieve hoge stijghoogte zijn weergegeven in Tabel 4. Hieruit volgt dat de hoge stijghoogte tot ca. 25cm tussen de peilbuizen. Door het beperkte verschil wordt één representatieve hoge stijghoogte gedefinieerd.

Tabel 4 Representatieve hoge- en lage stijghoogten

Peilbuis	methode fitting	1 jaar	10 jaar	50 jaar	100 jaar
Hoge stijghoogte					
PB01	Gumbel_r	-0,72	-0,59	-0,50	-0,47
PB02	Gumbel_r	-0,66	-0,53	-0,44	-0,40
PB08	Pearson 3	-0,62	-0,48	-0,38	-0,34
PB13	Pearson3	-0,55	-0,39	-0,29	-0,24
<i>Hoogste waarde:</i>		-0,55	-0,39	-0,29	-0,24
Lage stijghoogte					
PB01	Gumbel_r	-1,15	-1,20	-1,22	-1,23
PB02	Gumbel_r	-1,12	-1,17	-1,19	-1,19
PB08	Gumbel_l	-1,02	-1,13	-1,21	-1,24
PB13	Pearson3	-1,00	-1,14	-1,24	-1,28
<i>Laagste waarde:</i>		-1,15	-1,20	-1,24	-1,28

3.3 Freatisch pakket

Van de freatische grondwaterstand zijn geen herhalingstijdens bepaald, omdat de verdeling niet goed gefit kan worden door één van de standaardverdeling (de meetreeks is hiervoor te kort voor een goede fit op verdamping/neerslag en dient minimaal 1-2 jaar te worden gemeten). In Tabel 3 zijn de representatieve grondwaterstanden weergegeven.

3.4 Samenvatting meetreeksen

De gemeten grondwaterstanden en stijghoogten resulteren de representatieve waarden die in Tabel 5 zijn weergegeven.

Tabel 5 Samenvatting herhalingstijden (laag en hoog) berekende stijghoogten

Parameter		Grondwaterstand [m NAP]	Stijghoogte [m NAP]
Meetreeks	Gemiddeld hoge stijghoogte (95%)	1,57	-0,46
	Gemiddelde stijghoogte	1,19	-0,87
	Gemiddeld lage stijghoogte (5%)	-0,28	-1,18
Herhalingstijd o.b.v. meetreeks (laag á hoog)	1 jaar	Meetreeks te kort voor betrouwbare reconstructie	-1,15 á -0,55
	10 jaar		-1,20 á -0,39
	50 jaar		-0,29 á -1,24
	100 jaar		-0,24 á -1,28

4 Gemodelleerde stij hoogten en grondwaterstanden

4.1 Decompositie meetreeksen

In elke peilbuis is de meetreeks een combinatie van signalen: getijdewerking (maandelijks, jaarlijks, etc), neerslag, verdamping en ruis. Ruis is een opsomming van processen die niet verklaard kunnen worden maar wel invloed hebben op de metingen hebben. Een voorbeeld is een beregeningsput die niet bekend is.

De meetreeks is middels het programma Pastas onderverdeeld in de vier signalen. De relatieve verhouding is weergegeven in Tabel 6.

Tabel 6 Interpretatie meetreeksen peilbuizen. Invloed van signaal op de meetreeks.

Peilbuis	Getijdewerking	Neerslag	Verdamping	Niet verklaard	Type peilbuis (o.b.v. meetdata)
Freatisch pakket (grondwaterstand)					
PB06	0,1%	22,1%	55,9%	22,0%	Freatisch
PB09	2,4%	21,3%	66,0%	10,3%	Freatisch
PB10	Geen goede fit verkregen				Freatisch
PB12	Geen goede fit verkregen				Freatisch
PB14	8,2%	16,4%	35,0%	40,4%	Freatisch
PB15	0,7%	13,0%	33,5%	53,8%	Freatisch
Watervoerend pakket (stij hoogte)					
PB01	43,4%	11,8%	25,8%	19,0%	WVP
PB02	45,5%	8,1%	19,7%	26,8%	WVP
PB08	37,2%	9,7%	23,1%	30,0%	WVP
PB13	49,7%	10,0%	17,8%	22,5%	WVP

De peilbuizen worden onderverdeeld in twee categorieën:

1. Freatische grondwaterstand die bepaald wordt door neerslag, verdamping en peilbeheer. De invloed van getijde is zeer beperkt.
2. Stij hoogte in het watervoerend pakket die bepaald wordt door een combinatie van getijdewerking, neerslag en verdamping.

In totaal zijn 4 peilbuizen in het watervoerend pakket gelegen, dit betreffen PB01, PB02, PB08 en PB13.

4.2 Meetreeksen (freatische) grondwaterstand

De decompositie van de meetreeks in het freatisch pakket duidt erop dat neerslag en verdamping de fluctuaties in de grondwaterstand grotendeels bepalen. Getijdewerking heeft maar beperkt effect op de grondwaterstandsfluctuatie (max. 8% van het signaal is getijdewerking). Omdat neerslag en verdamping bepalend zijn voor de representatieve freatische grondwaterstand, zijn de bestaande meetreeksen te kort om een reconstructie te maken.

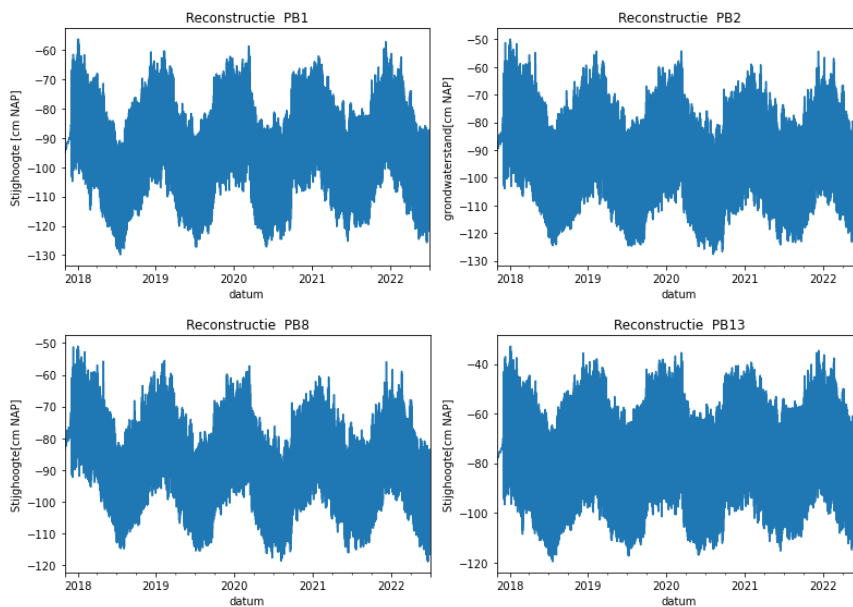
Voor peilbuizen PB06 en PB09 is een goede fit verkregen van de meetreeksen, echter voor peilbuizen PB10, PB12, PB14 en PB15 bevat de reconstructie relatief veel ruis en kon daarom niet verklaard worden met een achterliggend proces. Vermoedelijk staan deze peilbuizen in een kleiige afzetting waardoor deze niet (sterk) reageren op neerslag, verdamping en getijdewerking.

Geadviseerd wordt om voor de representatieve grondwaterstanden de waarden te gebruiken die bepaald zijn op basis van de 5- en 95-percentielwaarden van de bestaande reeks. Deze zijn in Tabel 3 en Tabel 5 gerapporteerd.

4.3 Reconstructie stijghoogten tussen 2017 en 2022

De stijghoogte in peilbuizen PB01, PB02, PB08 en PB13 zijn gereconstrueerd tot 5 jaar terug met behulp van meetreeksen van neerslag, verdamping en waterstanden in de Oosterschelde.

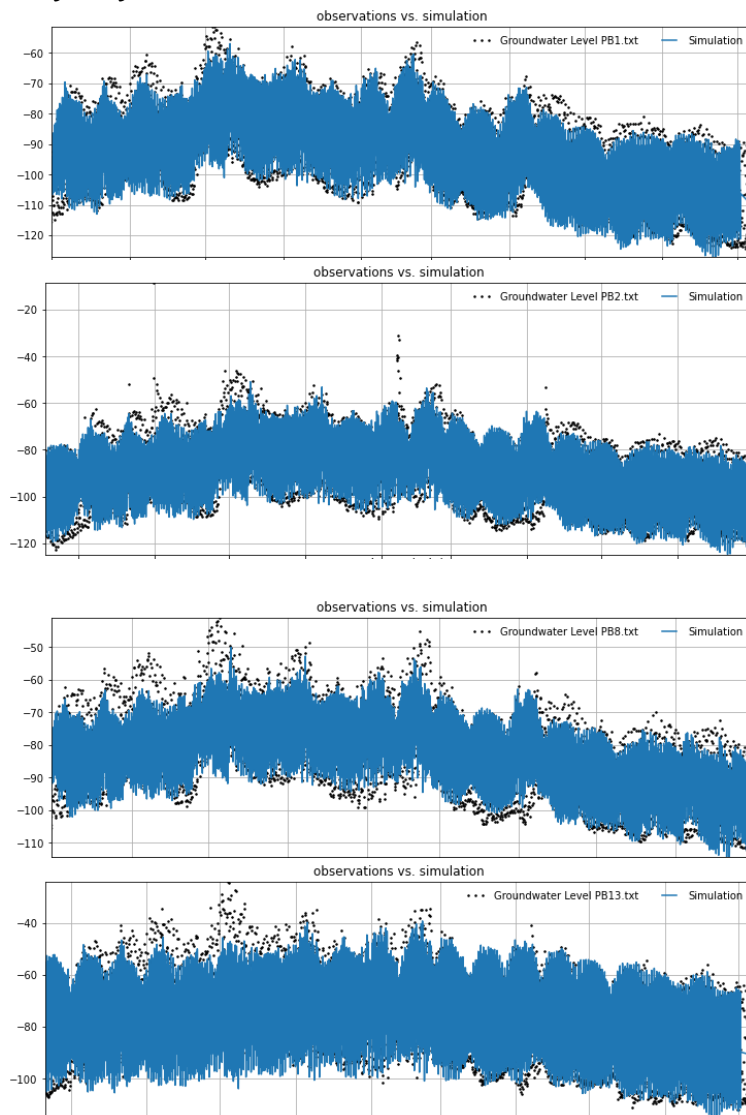
De reconstructie is uitgevoerd middels de toetsfuncties die zijn bepaald in hoofdstuk 4.1. In de reconstructie is geen ruis meegenomen. In Figuur 4 zijn de reconstructies weergegeven. In de figuren is duidelijk zichtbaar dat de stijghoogte een seizoensgebonden fluctuatie vertonen, in de winter hoger is dan in de zomer als gevolg van verhoogde neerslag (en verminderde verdamping). Getijdewerking is getransponeerd op de seizoensfluctuatie.



Figuur 4 Reconstructie stijghoogten in PB01, PB02, PB08 en PB13.

4.4 Gemodelleerde en gemeten stijghoogten

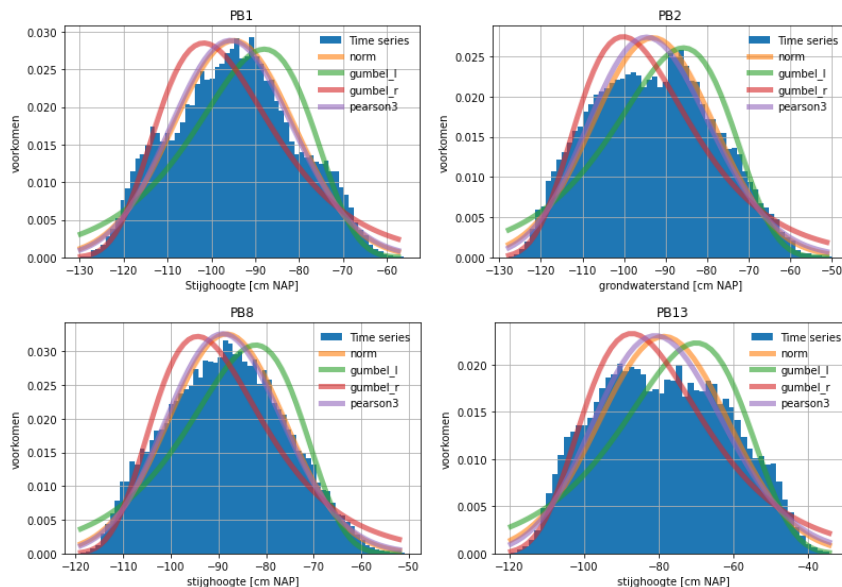
In Figuur 5 zijn de gemodelleerde en gemeten stijghoogten voor PB01, PB02, PB08 en PB13 weergegeven. De gemodelleerde reeks volgt de gemeten waarden over het algemeen goed. De afwijkingen zichtbaar in de figuren zijn het gevolg van ruis.



Figuur 5 De simulatie versus metingen van PB01, PB02, PB08 en PB13.

4.5 Bepaling representatieve stijghoogte: hoogwater

Op basis van de reconstructie is een verdeling van stijghoogten gemaakt voor de vier peilbuizen. De verdeling zijn gefit met een Gumbel verdeling, omdat deze statistisch de beste score heeft (zie Figuur 6).



Figuur 6 Distributie reconstructie stijghoogten

Op basis van deze verdeling is vervolgens de herhalingstijden van de stijghoogten bepaald (zie 7). Dit is vergelijkbaar aan paragraaf 2.4.3, maar met een langere meetreeks waardoor onder andere rekening wordt gehouden met meer diversiteit in zomer/winter. Bijvoorbeeld de droge zomer van 2018. In 7 zijn de herhalingstijden van de gereconstrueerde stijghoogten vergeleken met die van de meetreeksen. Hieruit volgt dat de hoge stijghoogten van de reconstructie en meetreeksen vergelijkbaar zijn. De lage stijghoogten worden juist lager ingeschat door de reconstructie.

In 7 is een afwijking van $\pm 0,20\text{m}$ toegevoegd op basis van de ruis in de metingen. De afwijking is in Bijlage 4 bepaald.

Tabel 7 Representatieve stijghoogten op basis van de reconstructie en gemeten stijghoogten.

Stijghoogte [m NAP]	1 jaar	10 jaar	50 jaar	100 jaar
Hoogste waarden				
PB01	-0,75 ($\pm 0,20$)	-0,67 ($\pm 0,20$)	-0,63 ($\pm 0,20$)	-0,61 ($\pm 0,20$)
PB02	-0,93 ($\pm 0,20$)	-0,90 ($\pm 0,20$)	-0,89 ($\pm 0,20$)	-0,89 ($\pm 0,20$)
PB08	-0,70 ($\pm 0,20$)	-0,65 ($\pm 0,20$)	-0,63 ($\pm 0,20$)	-0,62 ($\pm 0,20$)
PB13	-0,54 ($\pm 0,20$)	-0,43 ($\pm 0,20$)	-0,39 ($\pm 0,20$)	-0,37 ($\pm 0,20$)
<i>Representatief</i>	-0,54 ($\pm 0,20$)	-0,43 ($\pm 0,20$)	-0,39 ($\pm 0,20$)	-0,37 ($\pm 0,20$)
Hoogste waarde (o.b.v. meetreeks par. 2.4.3)	-0,55	-0,39	-0,29	-0,24
Laagste waarden				
PB01	-1,24 ($\pm 0,20$)	-1,55 ($\pm 0,20$)	-1,76 ($\pm 0,20$)	-1,85 ($\pm 0,20$)
PB02	-1,10 ($\pm 0,20$)	-1,21 ($\pm 0,20$)	-1,29 ($\pm 0,20$)	-1,32 ($\pm 0,20$)
PB08	-1,00 ($\pm 0,20$)	-1,20 ($\pm 0,20$)	-1,33 ($\pm 0,20$)	-1,39 ($\pm 0,20$)
PB13	-1,14 ($\pm 0,20$)	-1,53 ($\pm 0,20$)	-1,79 ($\pm 0,20$)	-1,91 ($\pm 0,20$)
<i>Representatief</i>	-1,24 ($\pm 0,20$)	-1,55 ($\pm 0,20$)	-1,79 ($\pm 0,20$)	-1,91 ($\pm 0,20$)
Laagste waarde (o.b.v. meetreeks par. 2.4.3)	-1,15	-1,20	-1,24	-1,28

5 Conclusie

In deze notitie is een geohydrologische analyse opgesteld om de representatieve grondwaterstanden en stijghoogten in de directe omgeving van de Oude Haven van Zierikzee op basis van overschrijdingskansen te bepalen. De representatieve waarden zijn benodigd voor de reconstructie van de kademuren van de Oude Haven van Zierikzee. Op basis van de representatieve waarden kunnen in een vervolgfase afhankelijk van het ontwerpdoeleind rekenwaarden van de waterstanden worden bepaald.

De meetreeksen van de stijghoogte zijn geanalyseerd, in componenten opgedeeld (getijde, neerslag, verdamping en ruis) en “gekoppeld” aan de beschikbare metingen van neerslag/verdamping (KNMI) en waterstand open water (Rijkswaterstaat). Omdat de neerslag/verdamping en het open water al zeer lang worden gemeten is het mogelijk om de meetreeksen middels een tijdreeksanalyse te verlengen. Door het verlengen van de meetreeks wordt de nauwkeurigheid van de bepaling van representatieve waterstanden vergroot. Uit deze analyse wordt het volgende geconcludeerd

- De stijghoogte in het watervoerend pakket wordt bepaald door getijdewerking in de Oude Haven, Nieuwe Haven én de Oosterschelde evenals door neerslag en verdamping.
- De representatieve stijghoogten zijn vrij uniform in de 4 peilbuizen waarin deze gemonitord worden (PB01, PB02, PB08 en PB13). Dit betekent dat binnen het project van de Oude Haven één set van representatieve stijghoogten benodigd is.
- De invloed van stormen en hoogwater op de stijghoogte is gering, omdat de Keersluis van Zierikzee het hoogwater in de Oude Haven limiteert tot NAP +1,85m.
- De representatieve freatische grondwaterstand wordt grotendeels bepaald door neerslag/verdamping en maar zeer beperkt door het open water (getijde). Aangezien neerslag/verdamping een jaarritme kent is de beschikbare meetreeks te kort om een betrouwbare reconstructie uit te voeren en de meetreeks te verlengen middels de beschreven methode. Geadviseerd wordt om de 5 en 95-percentiel reeks aan te houden als representatieve waarden.
- De meetreeksen van PB01, PB02, PB08 en PB13 zijn gereconstrueerd voor een data set van 5 jaar. De representatieve hoge stijghoogten zijn vrijwel gelijk aan die van de meetreeks zelf, terwijl de lage stijghoogten lager zijn in de reconstructie.

De volgende representatieve waarden worden geadviseerd:

	Parameter	Grondwaterstand [m NAP]	Stijghoogte [m NAP]
Meetreeks	Gemiddeld hoge waarde (95%)	1,57	-0,46
	Gemiddelde waarde	1,19	-0,87
	Gemiddeld lage waarde (5%)	-0,28	-1,18
Herhalingstijd o.b.v. reconstructie ($\pm 0,20$ m) (laag á hoog)	1 jaar	Meetreeks te kort voor betrouwbare reconstructie	-1,24 á -0,54
	10 jaar		-1,55 á -0,43
	50 jaar		-1,79 á -0,39
	100 jaar		-1,91 á -0,37

Indien gewenst kan onderscheidt gemaakt worden per locatie van de werkzaamheden, waar de dichtstbijzijnde peilbuis gehanteerd wordt als representatieve peilbuis (met uitzondering van PB10 en PB12 omdat deze niet verklaard kunnen worden en dus niet representatief zijn). De grondwaterstanden zijn weergegeven in Tabel 3 en de stijghoogten in Tabel 3 en Tabel 5.

CRUX Engineering BV
cruxbv.nl

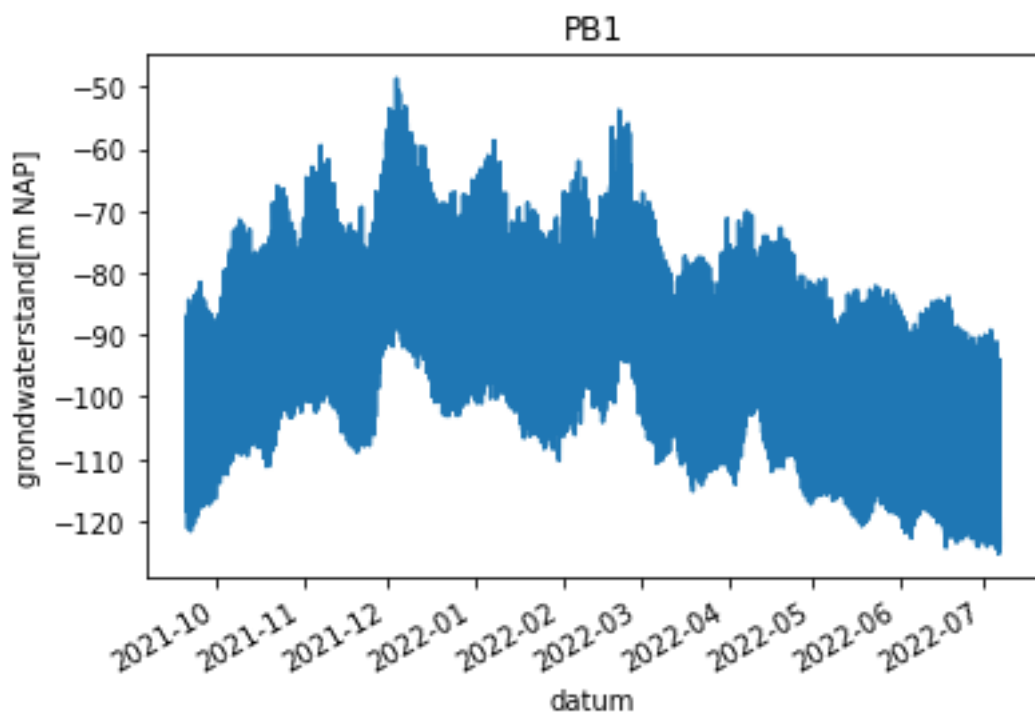
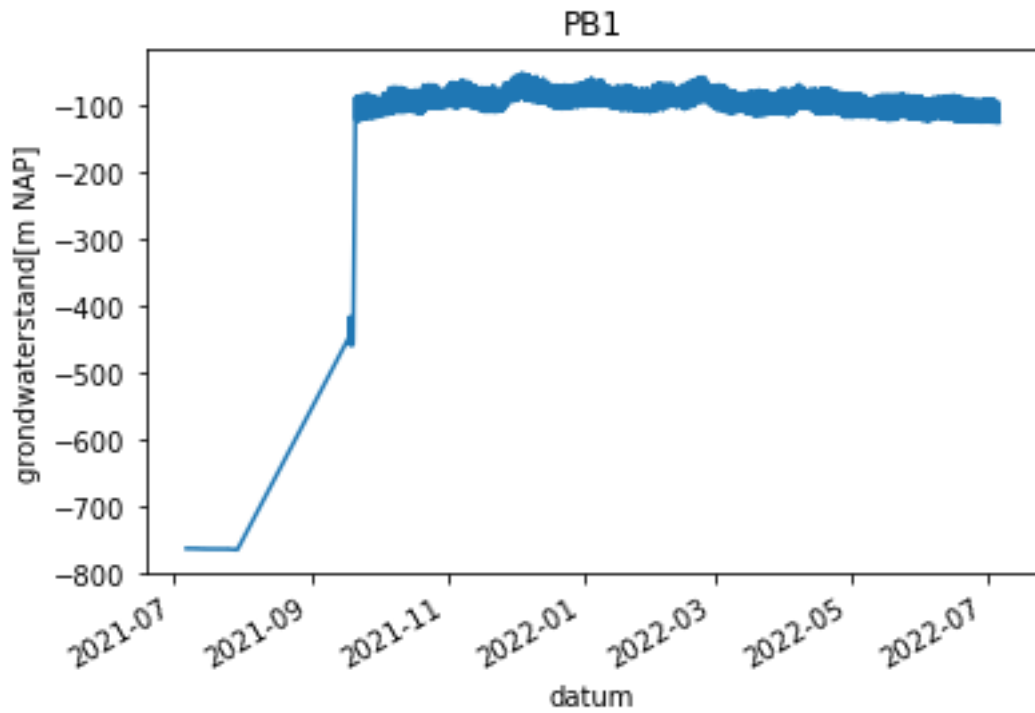
Ons kenmerk
NT22308a2

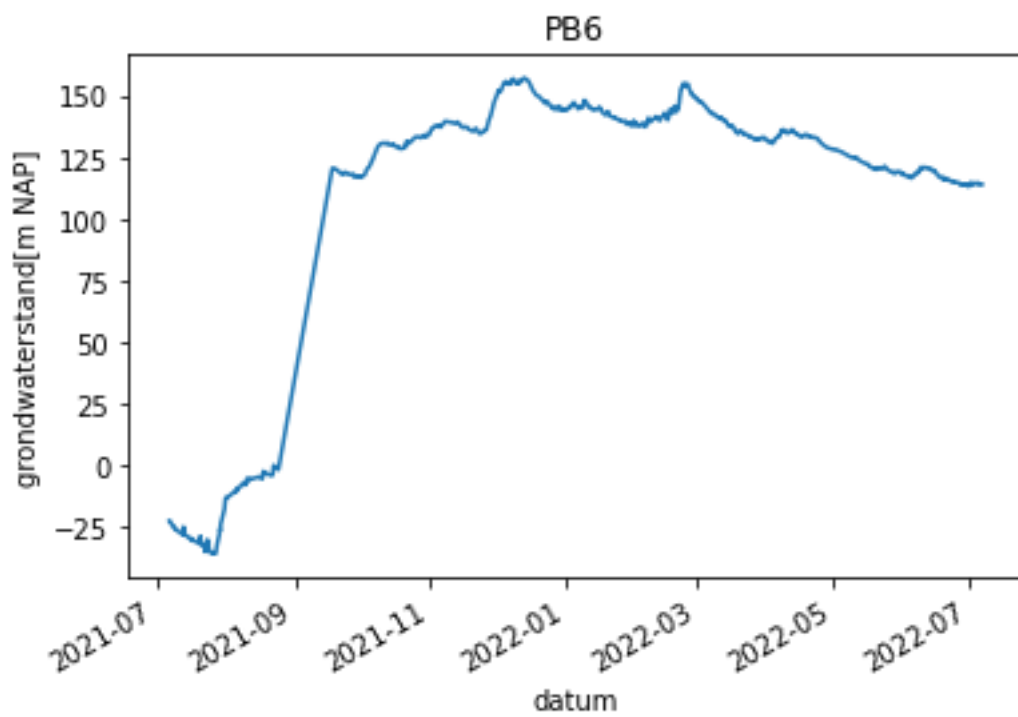
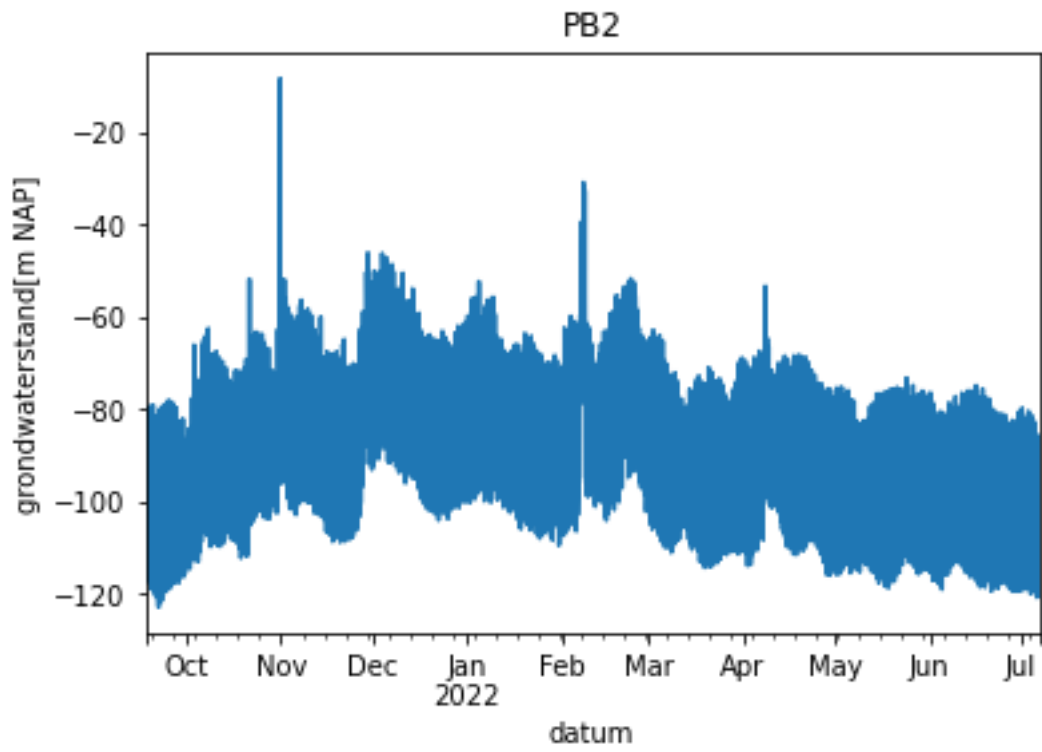
Pagina
13/13

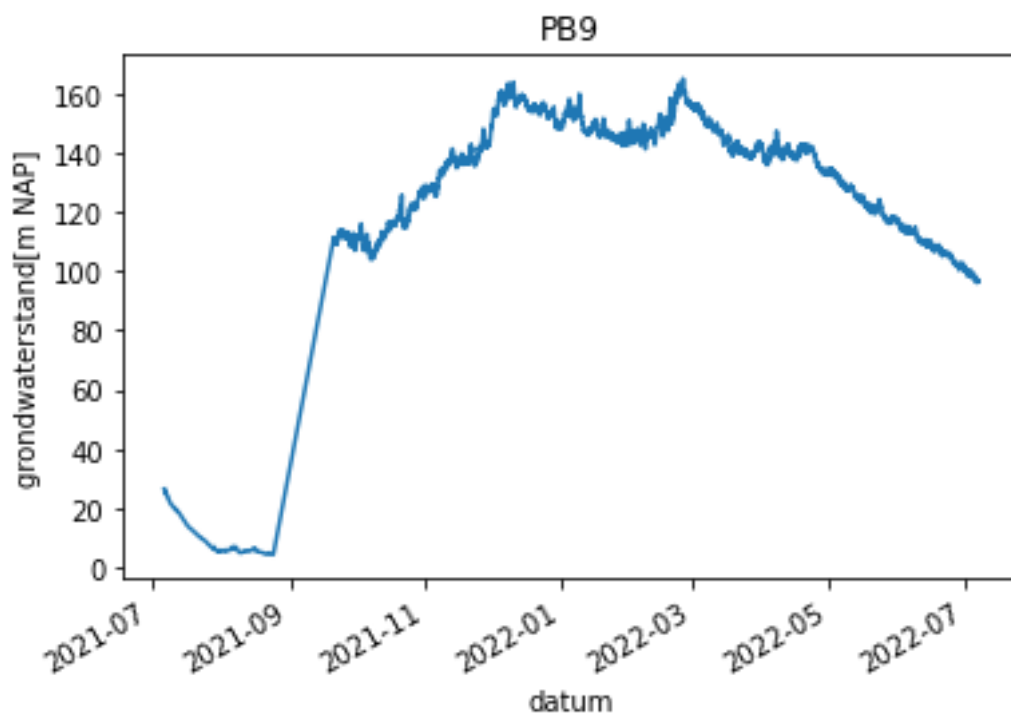
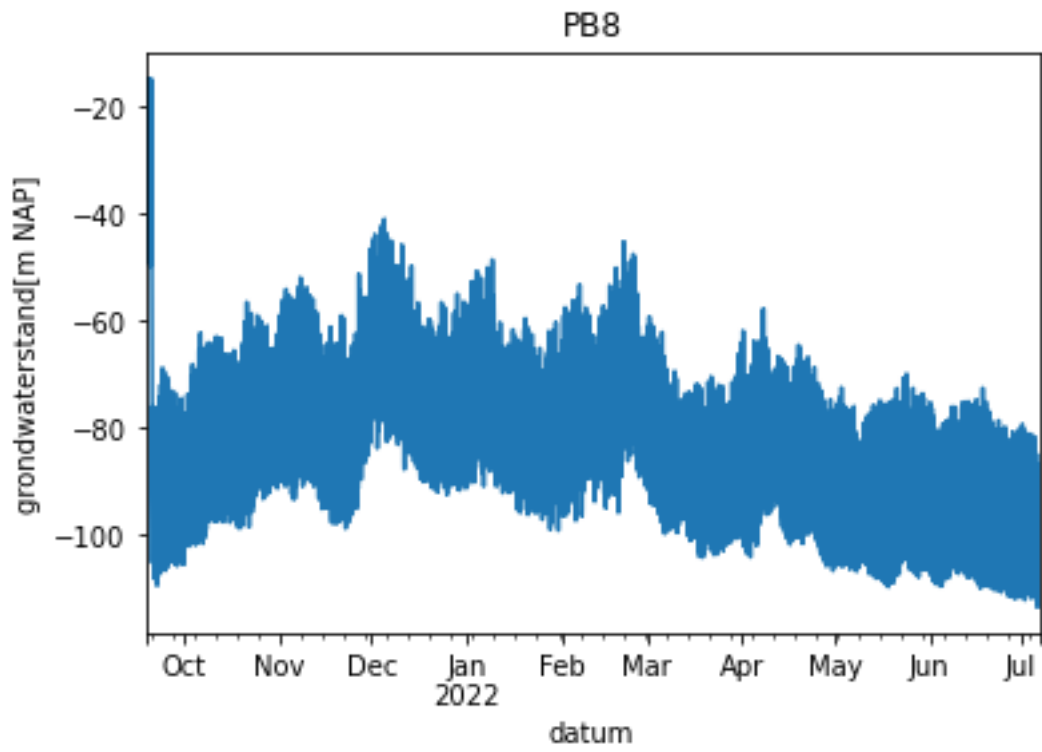
Inhoudsopgave bijlagen

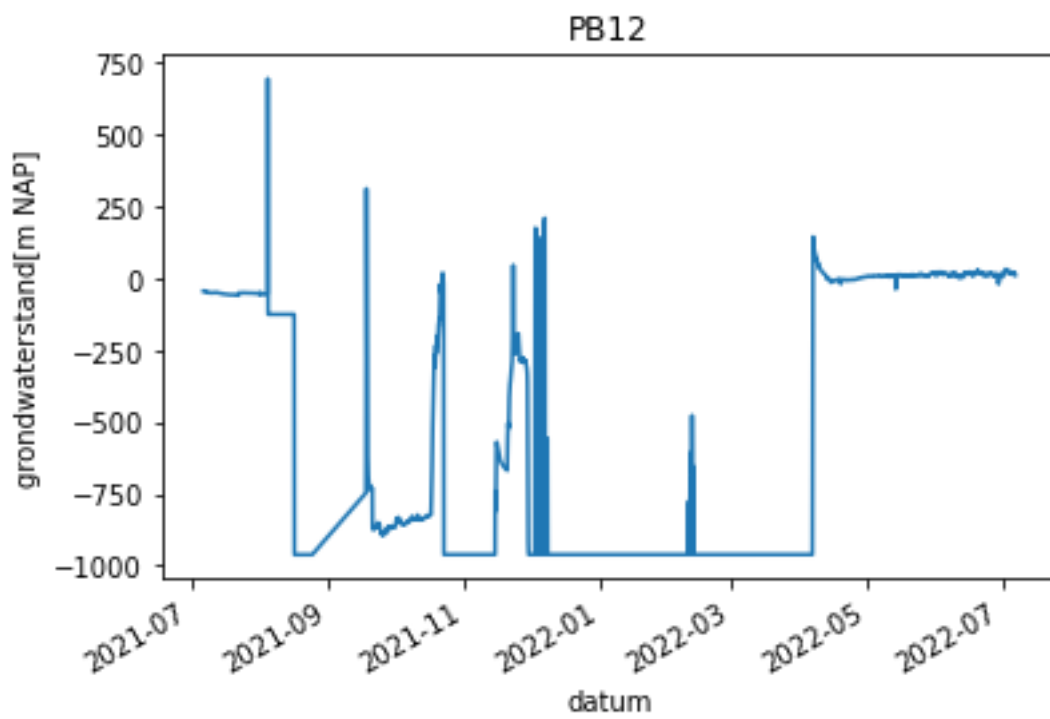
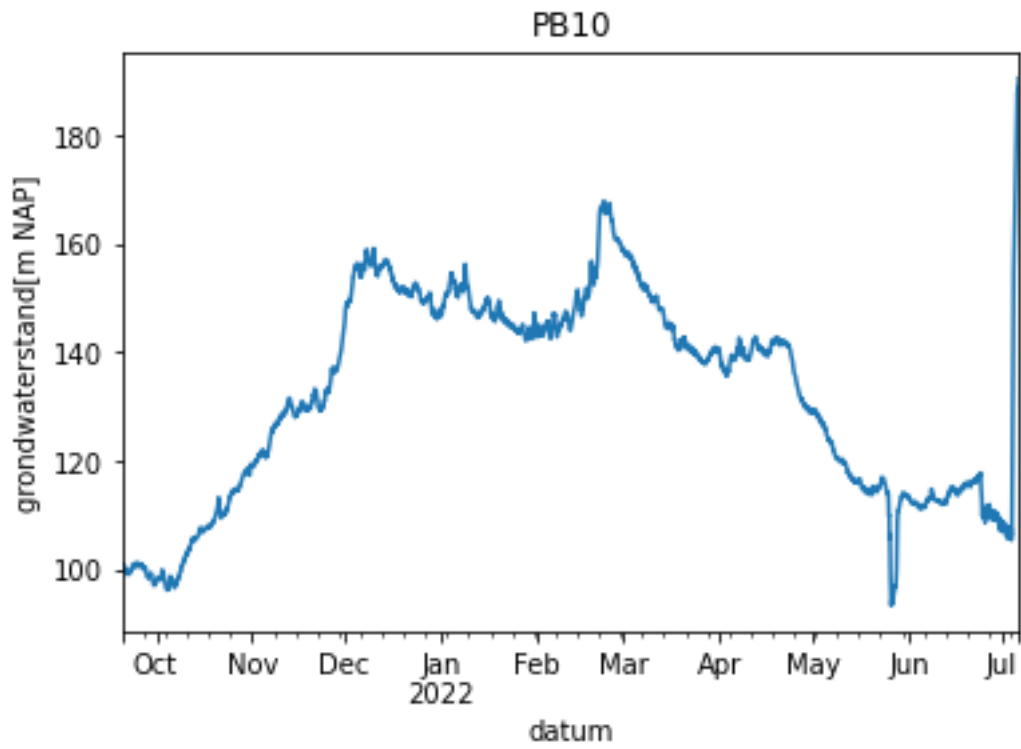
Bijlage 1	Peilbuismonitoring
Bijlage 2	Uitdraai grondwaterstatistiek Pastas
Bijlage 3	Bepaling herhalingstijden
Bijlage 4	Bepaling ruis

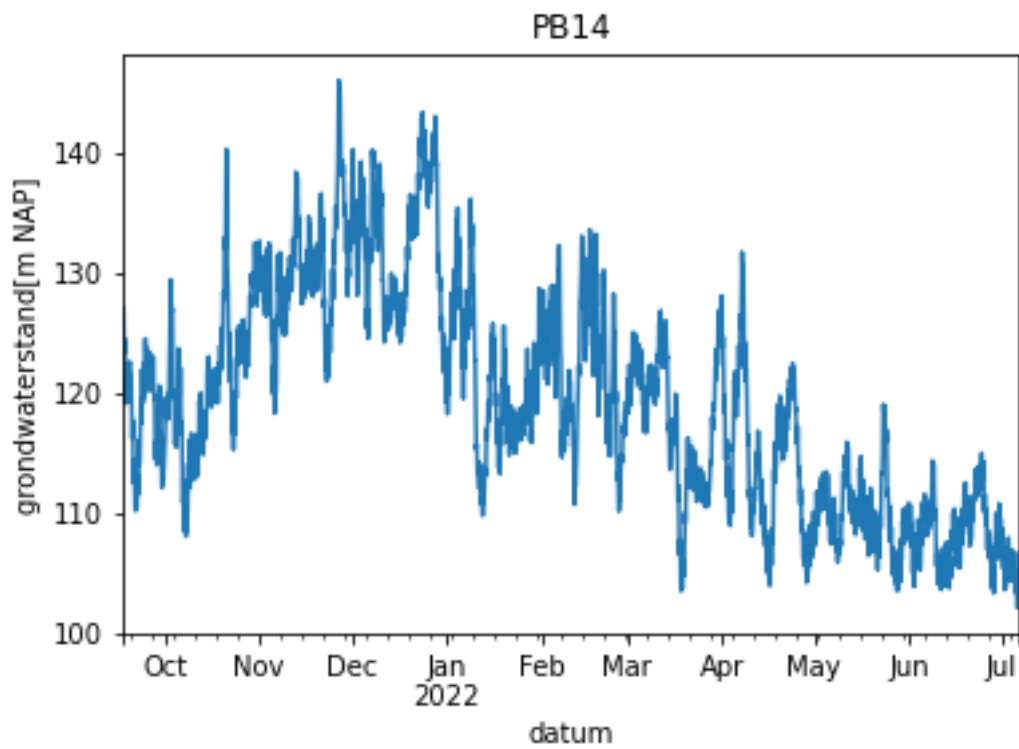
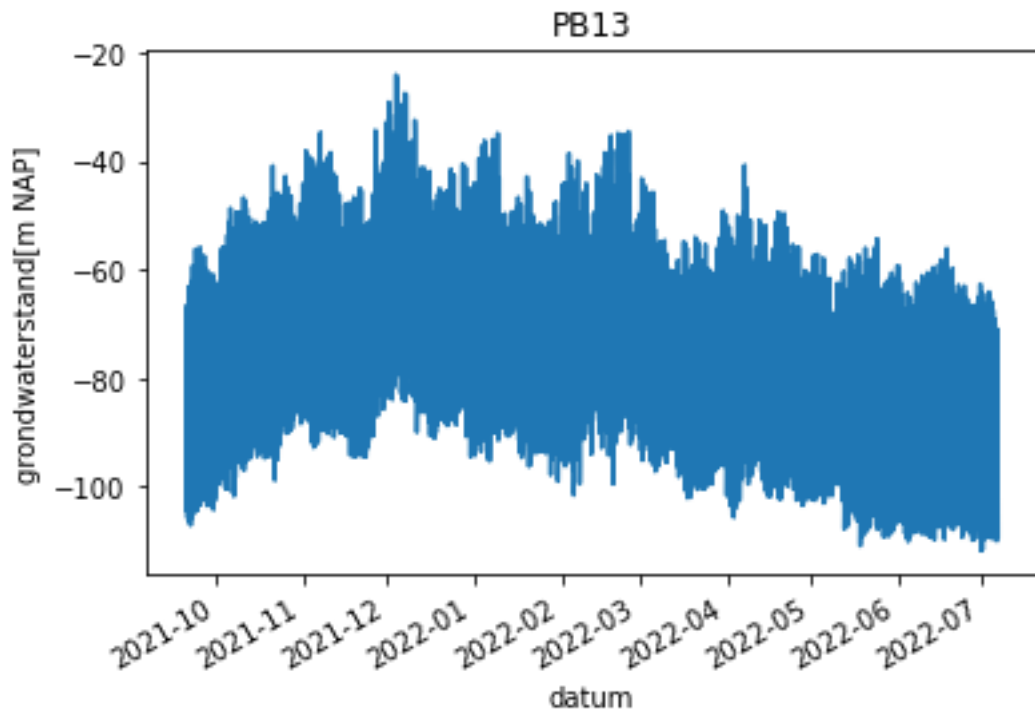
Bijlage 1 Peilbuismonitoring

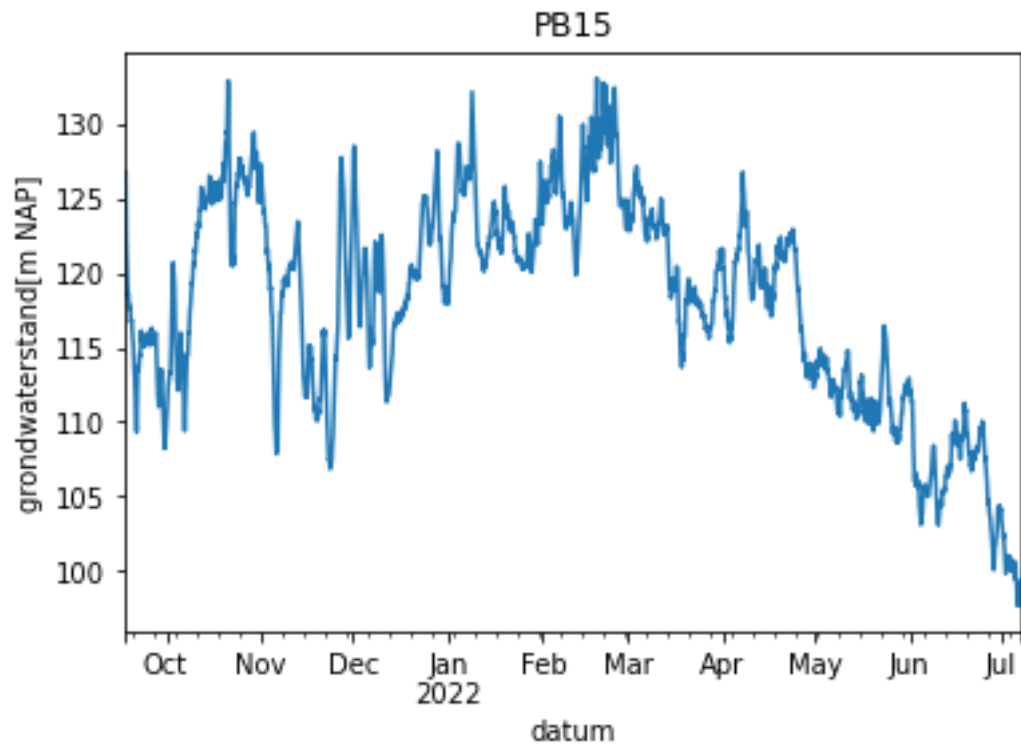




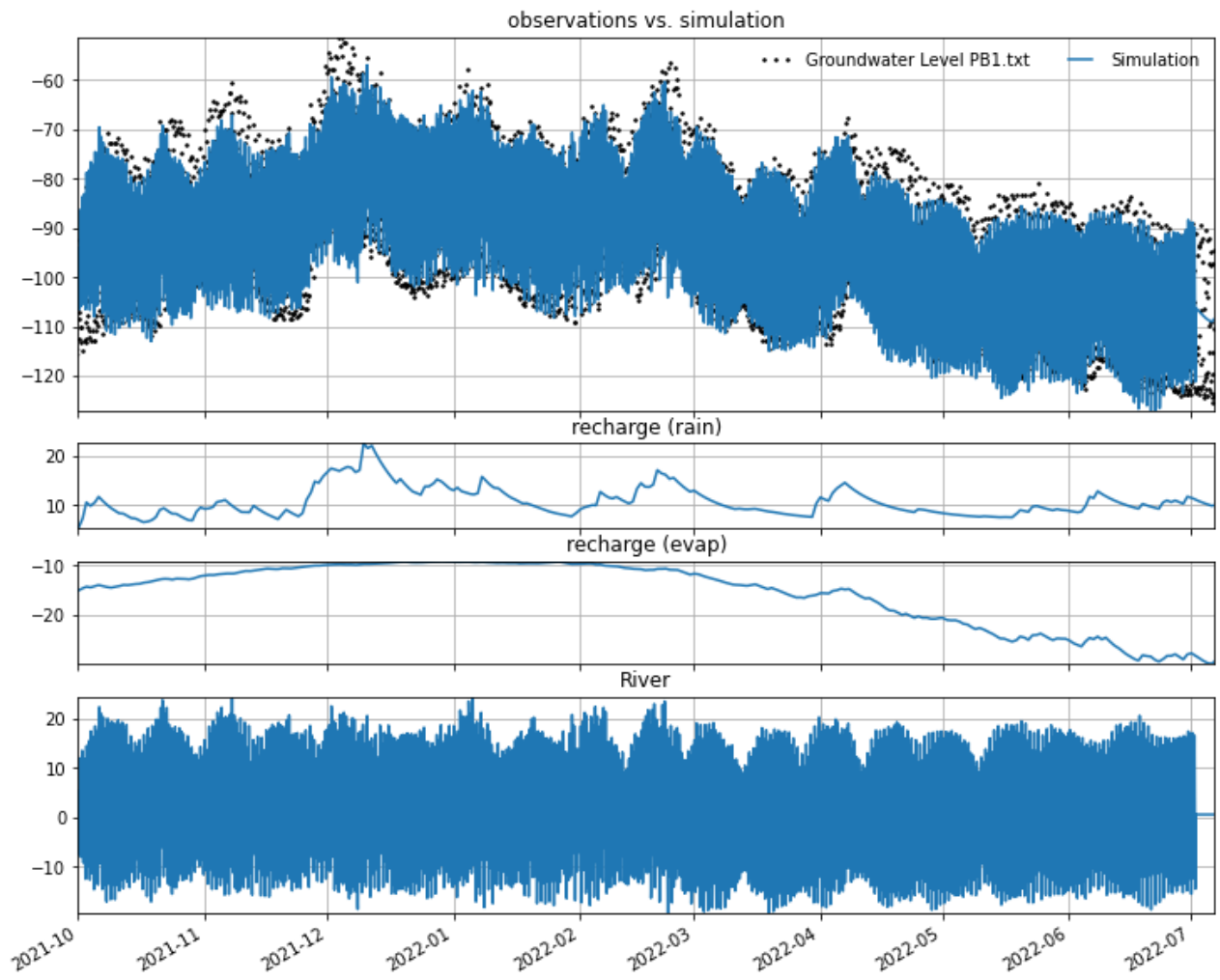


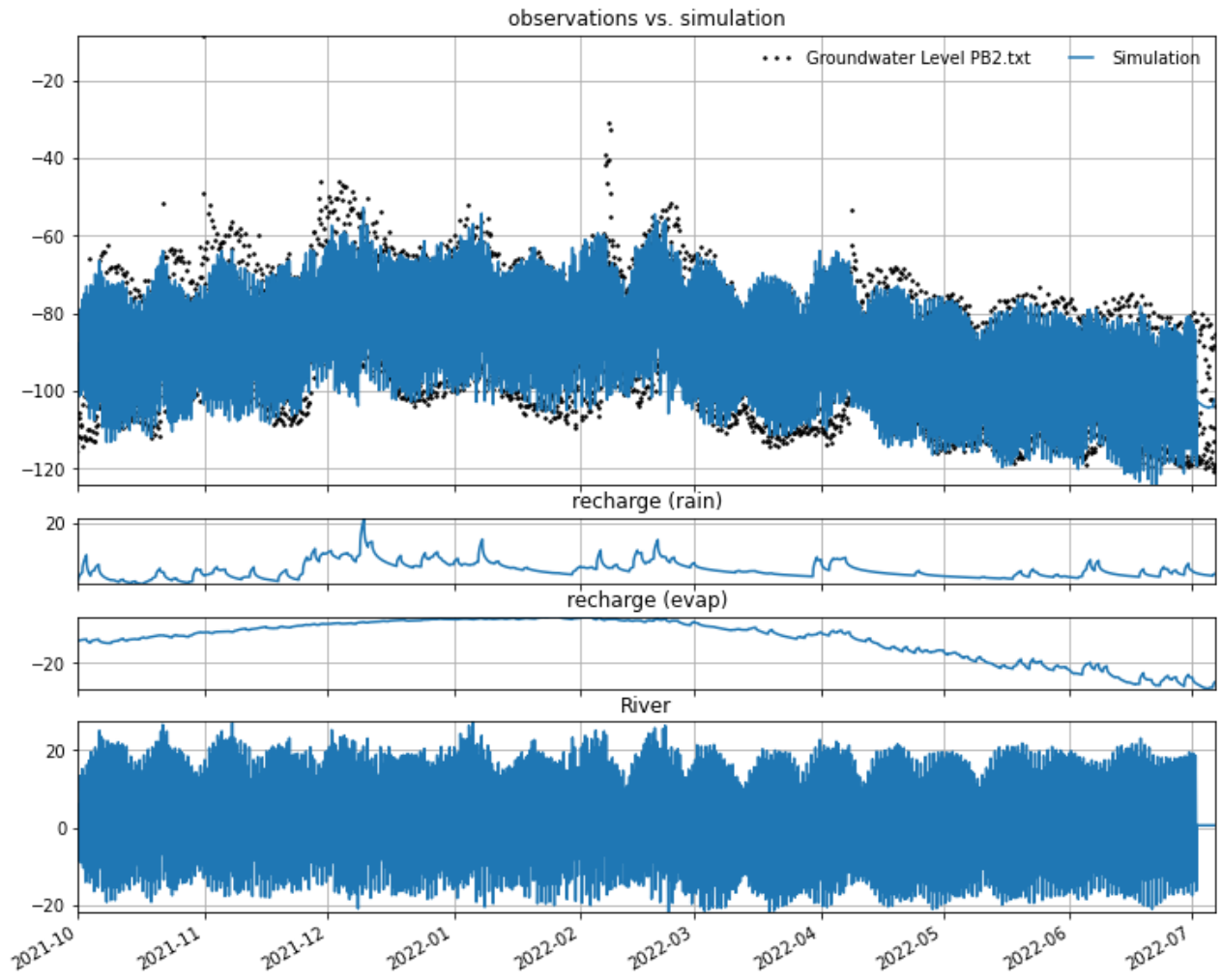


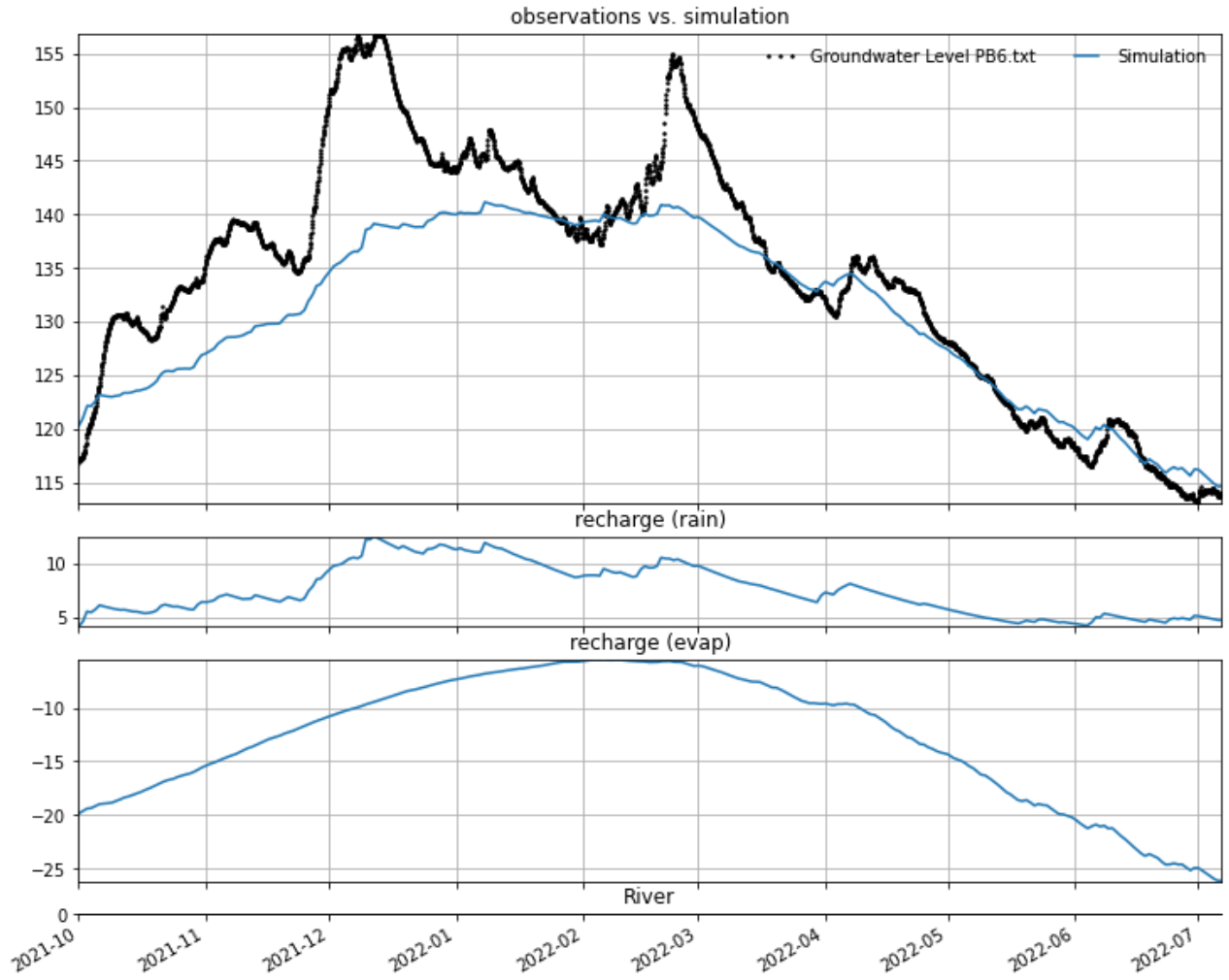


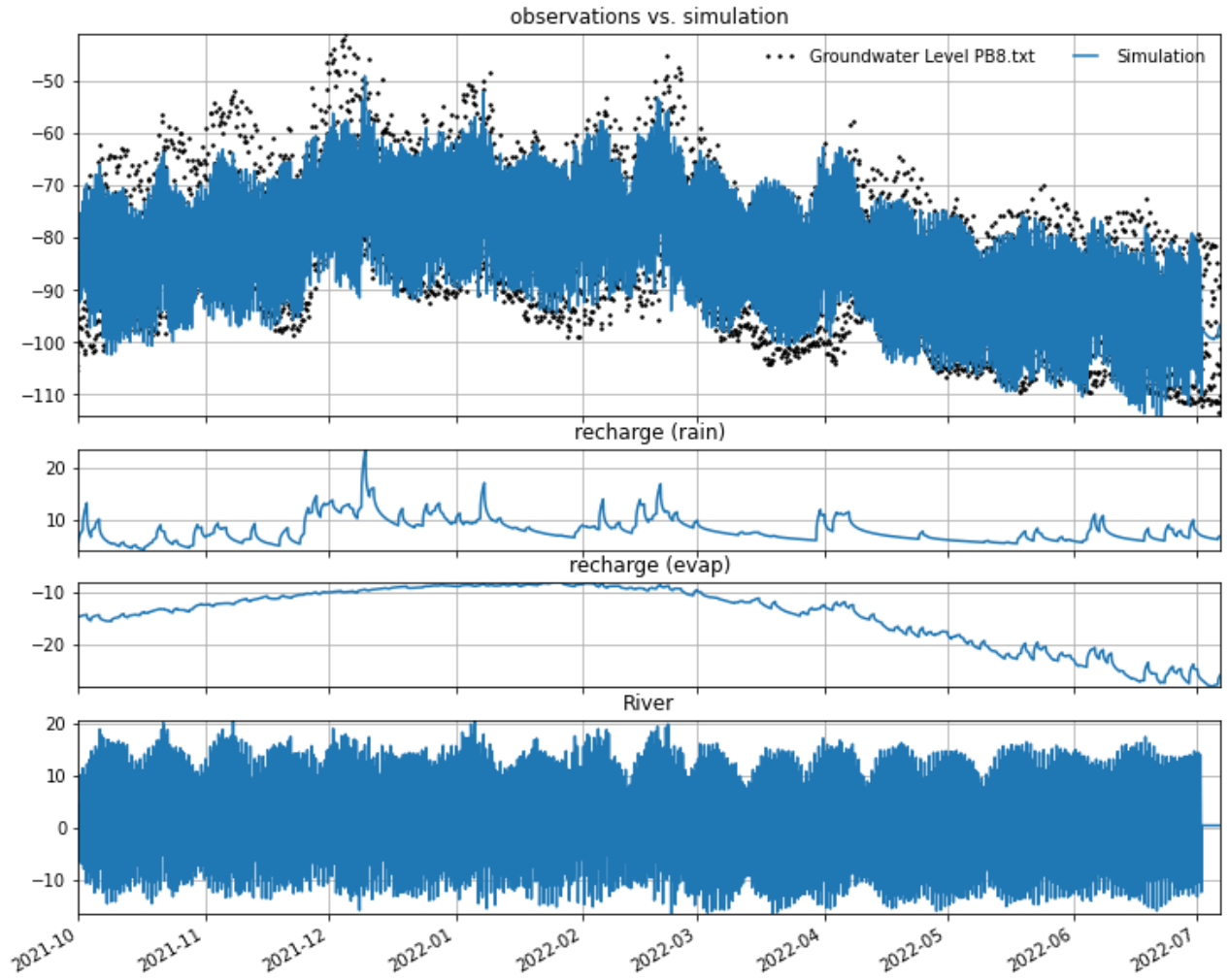


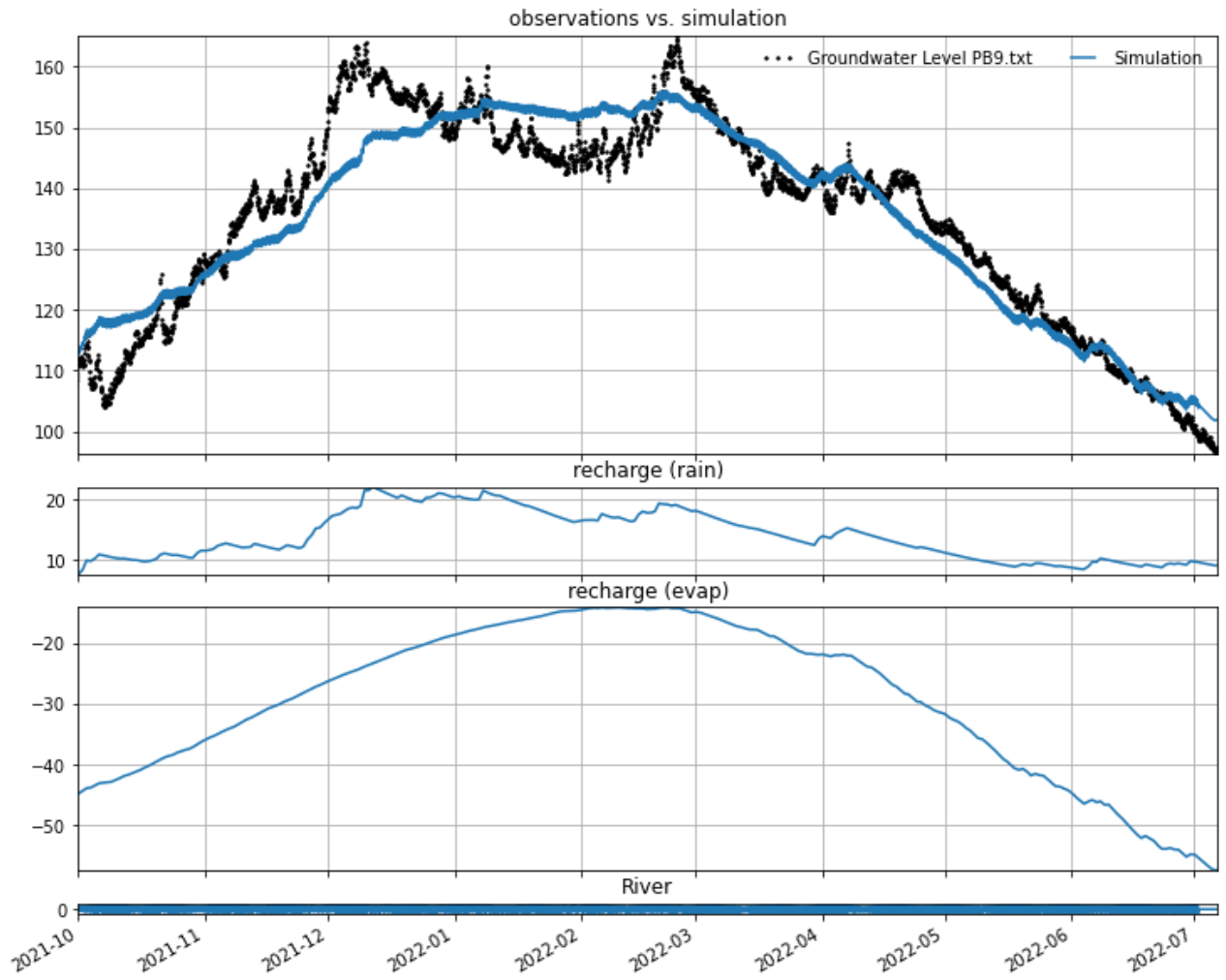
Bijlage 2 Uitdraai grondwaterstatistiek Pastas

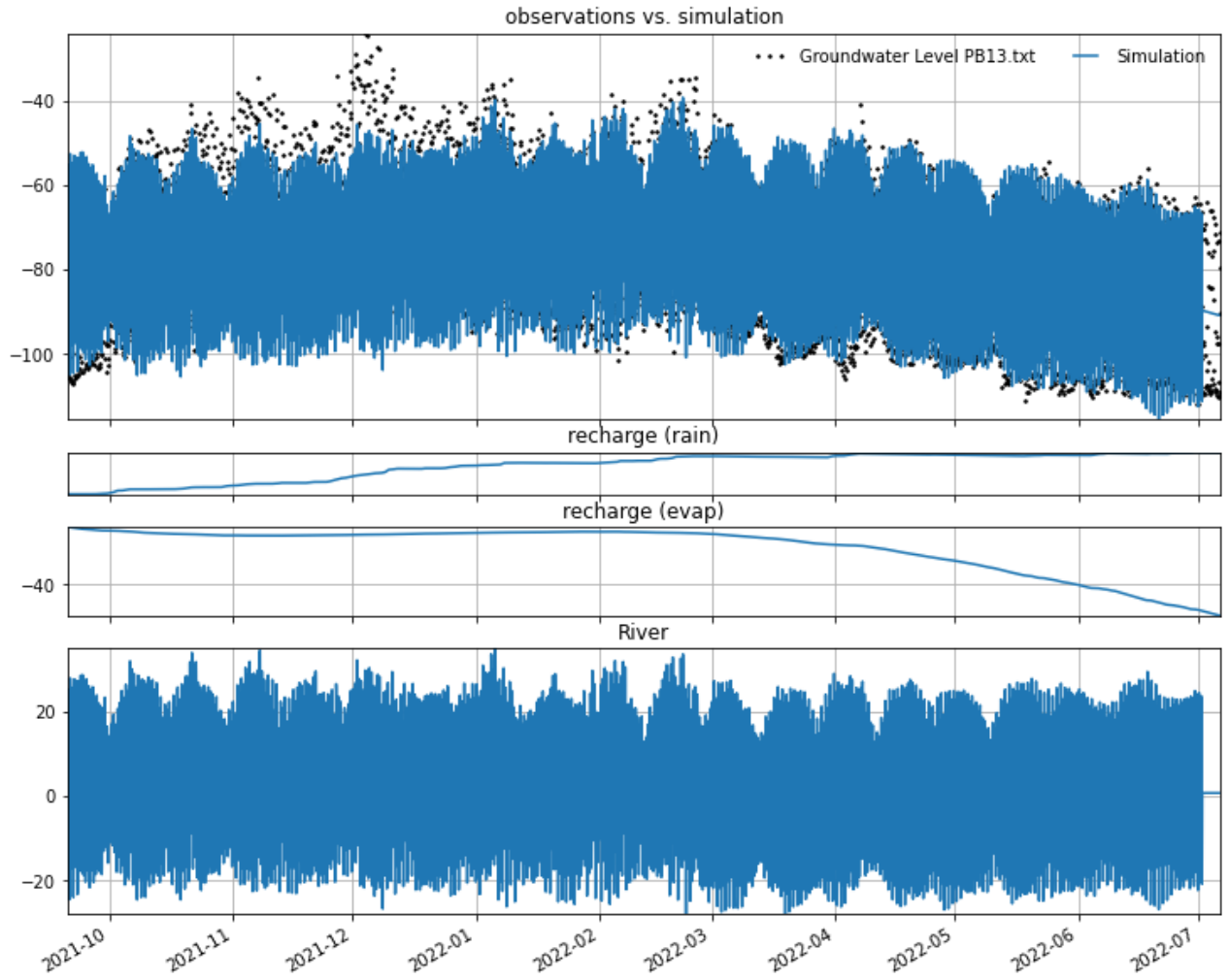


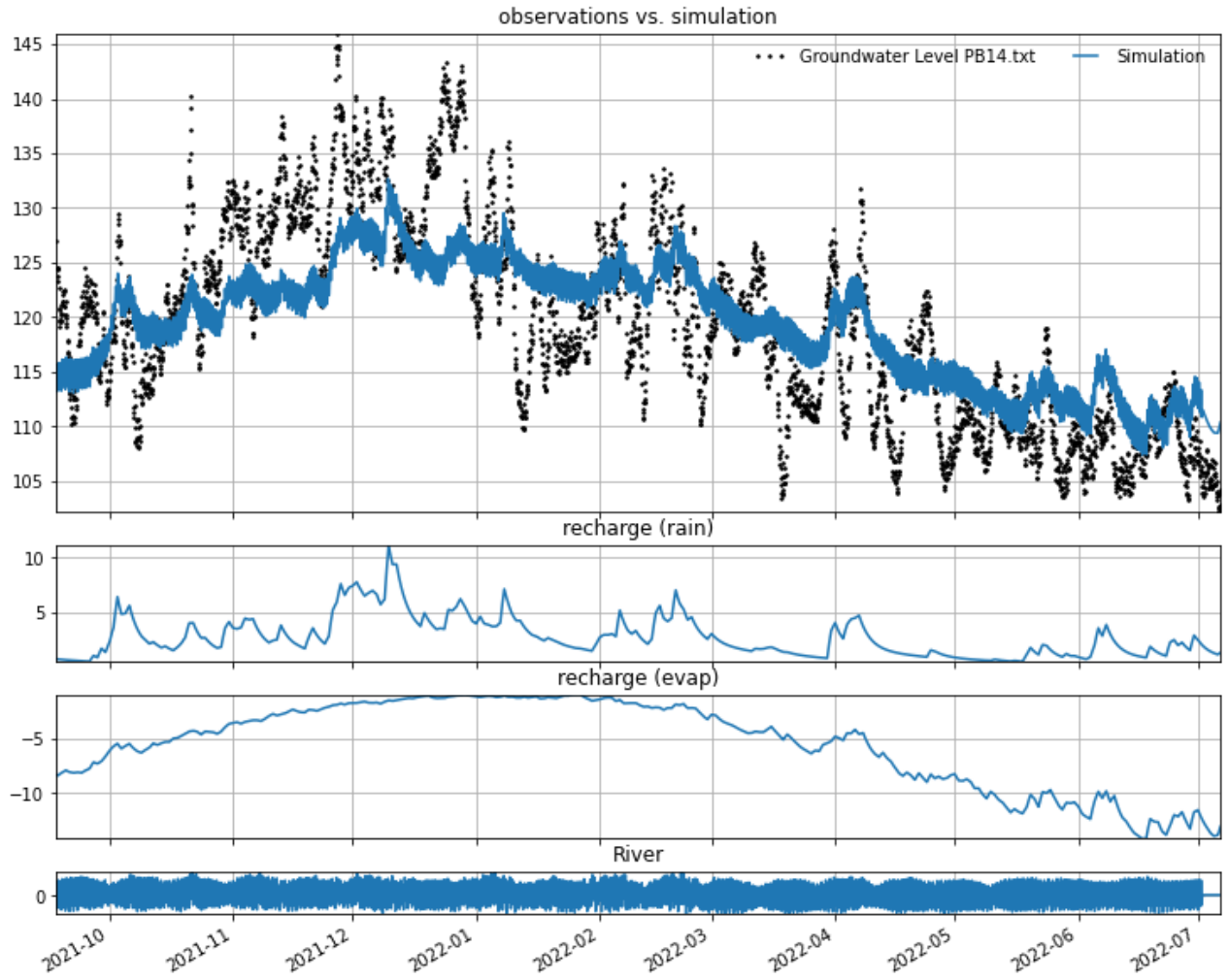


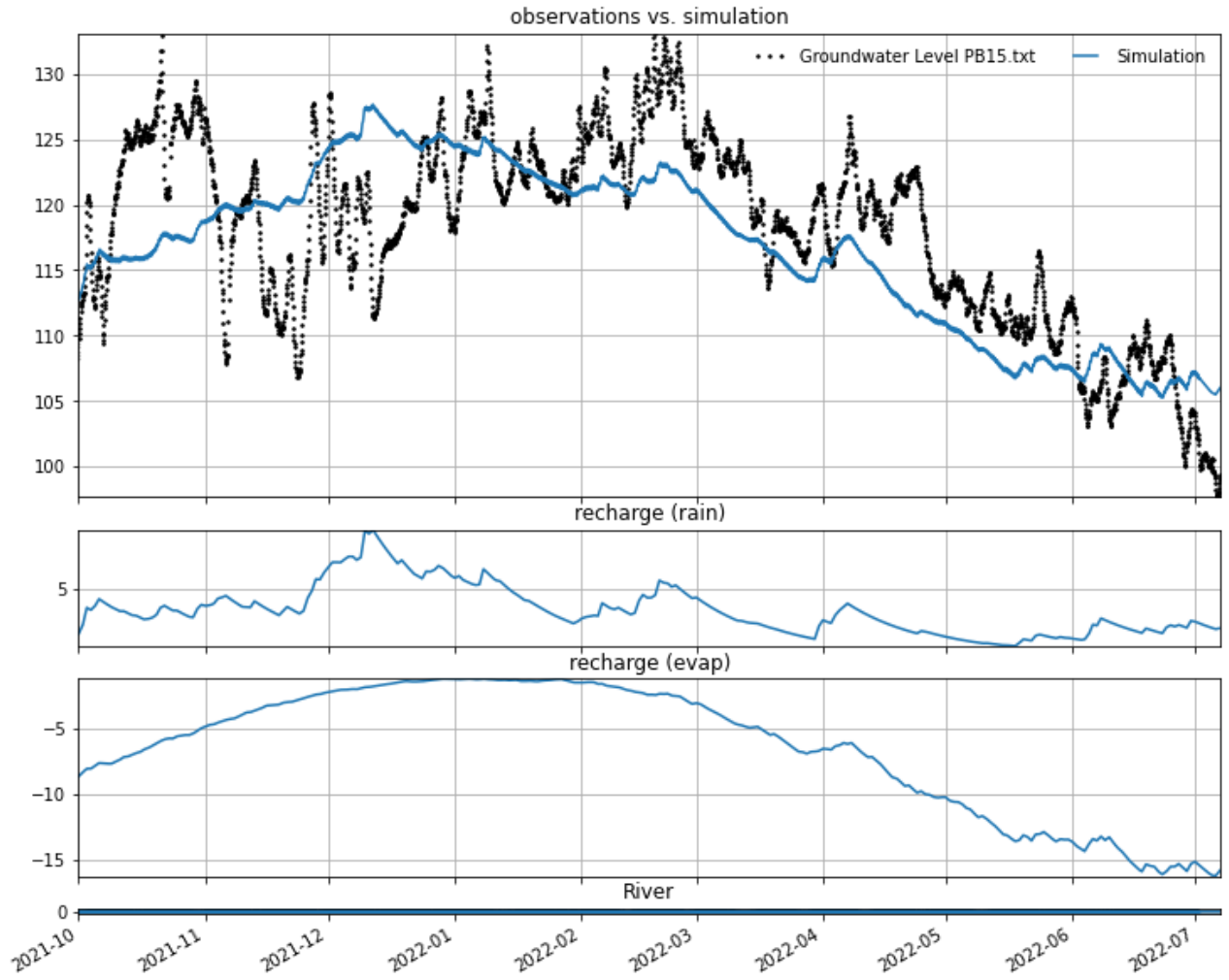




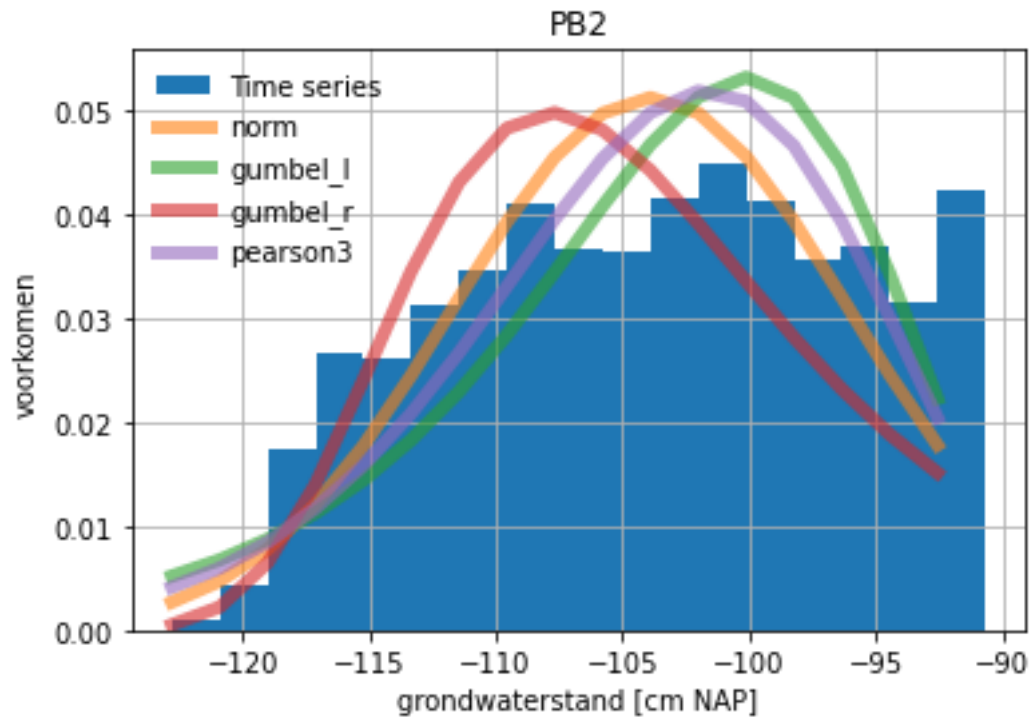


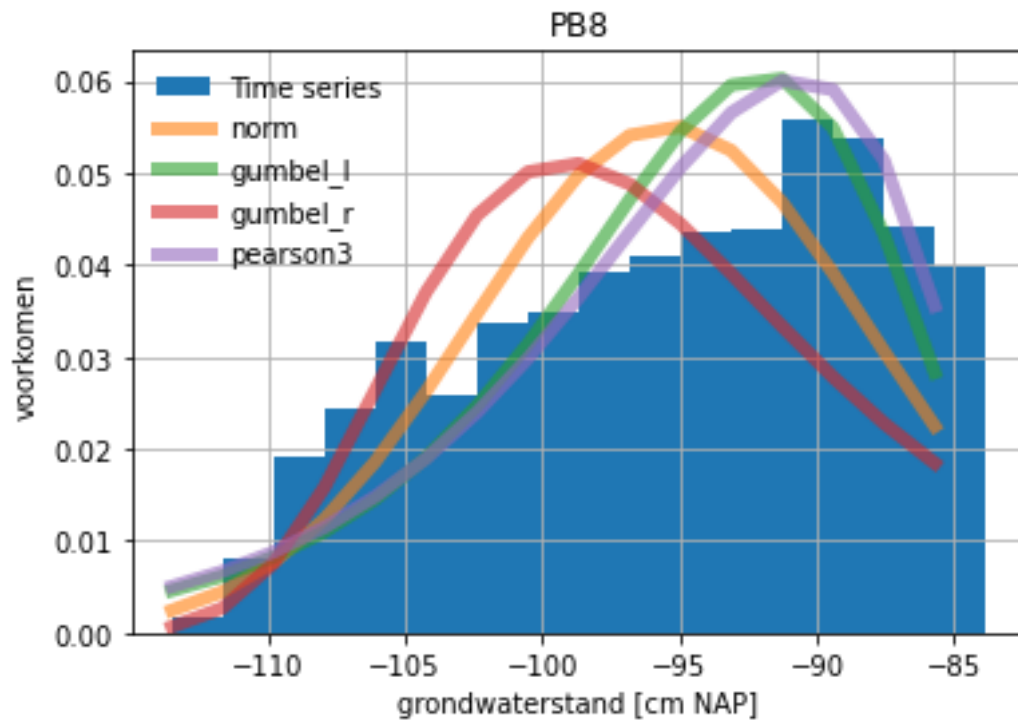
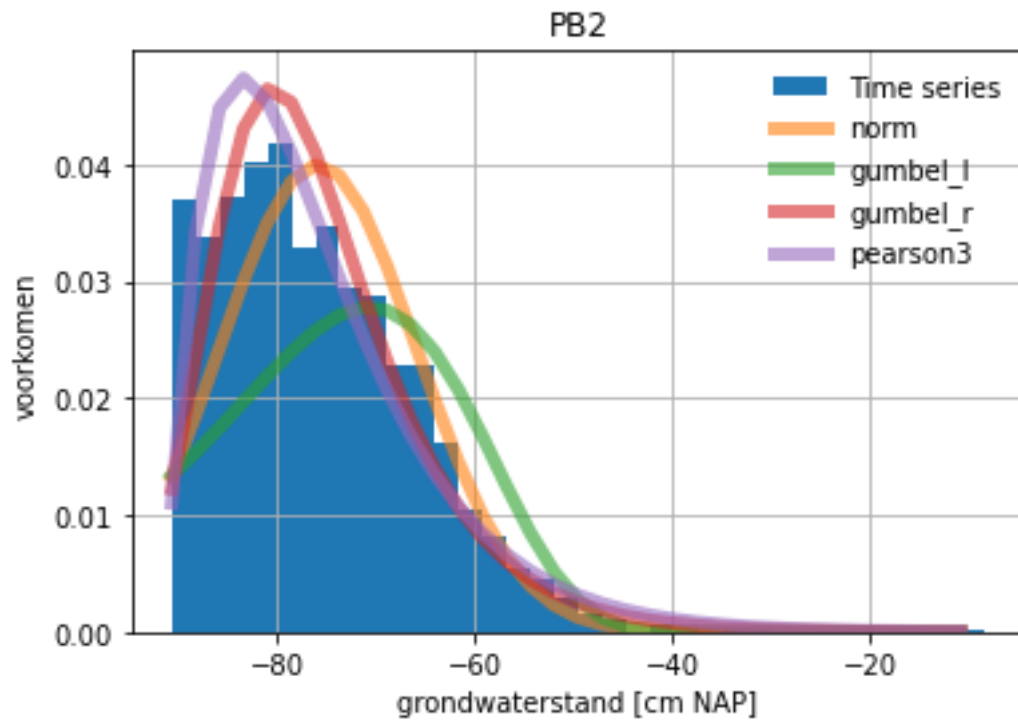


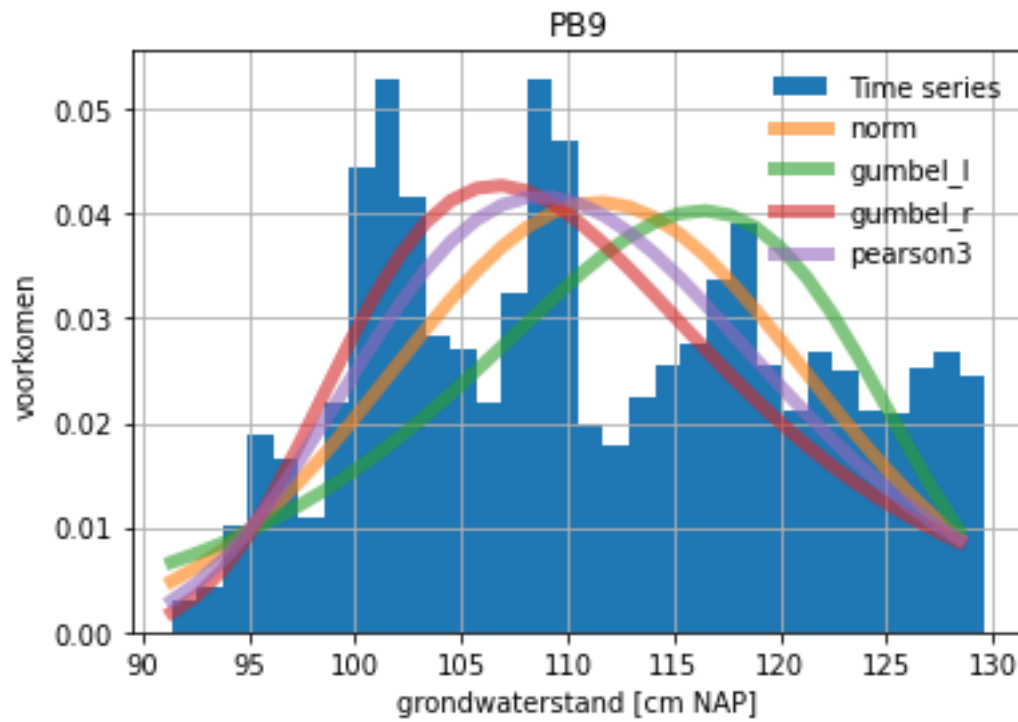
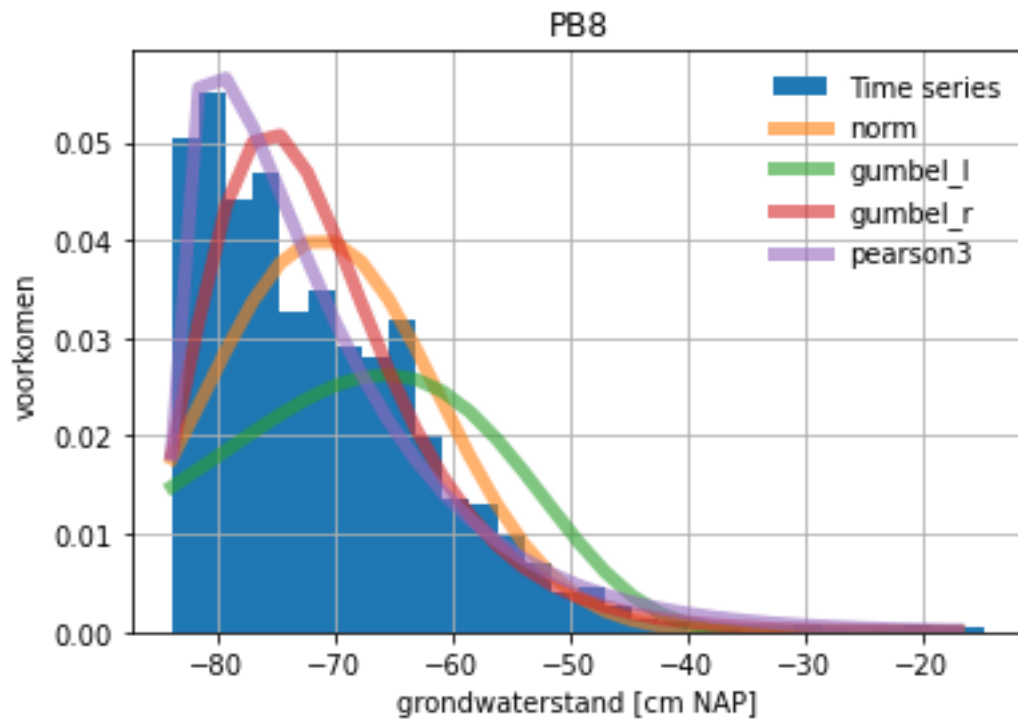


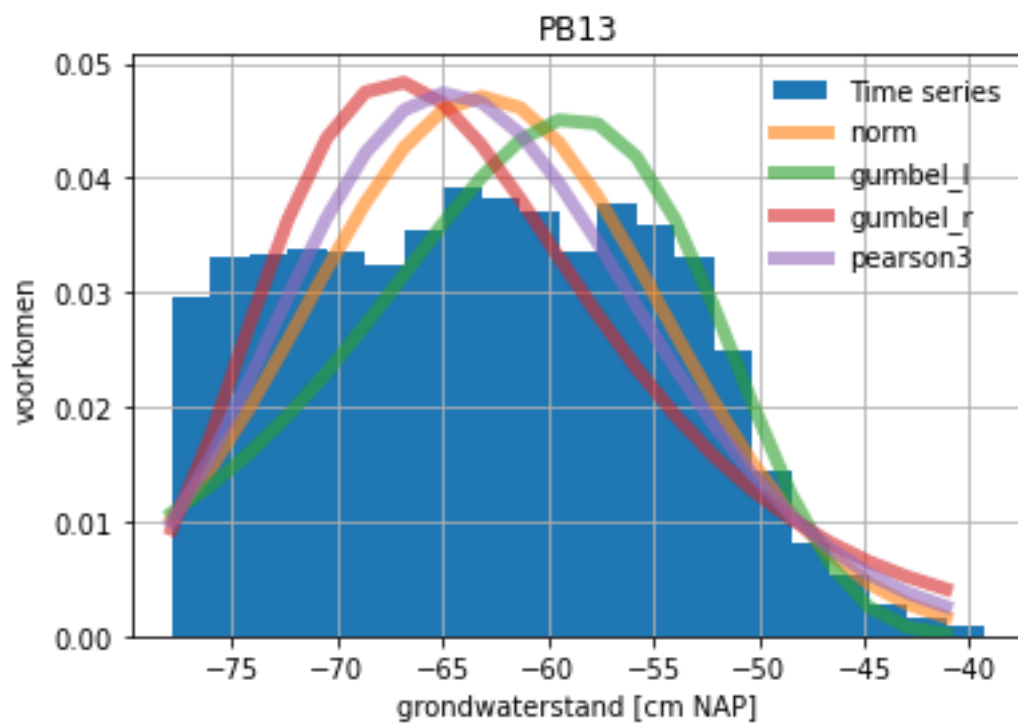
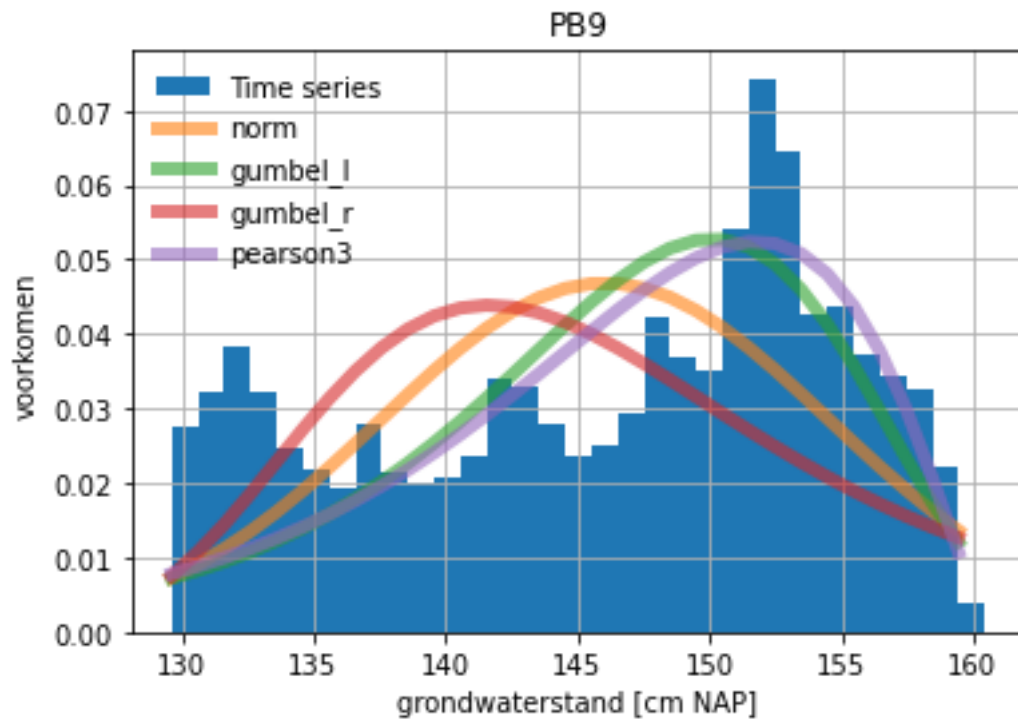


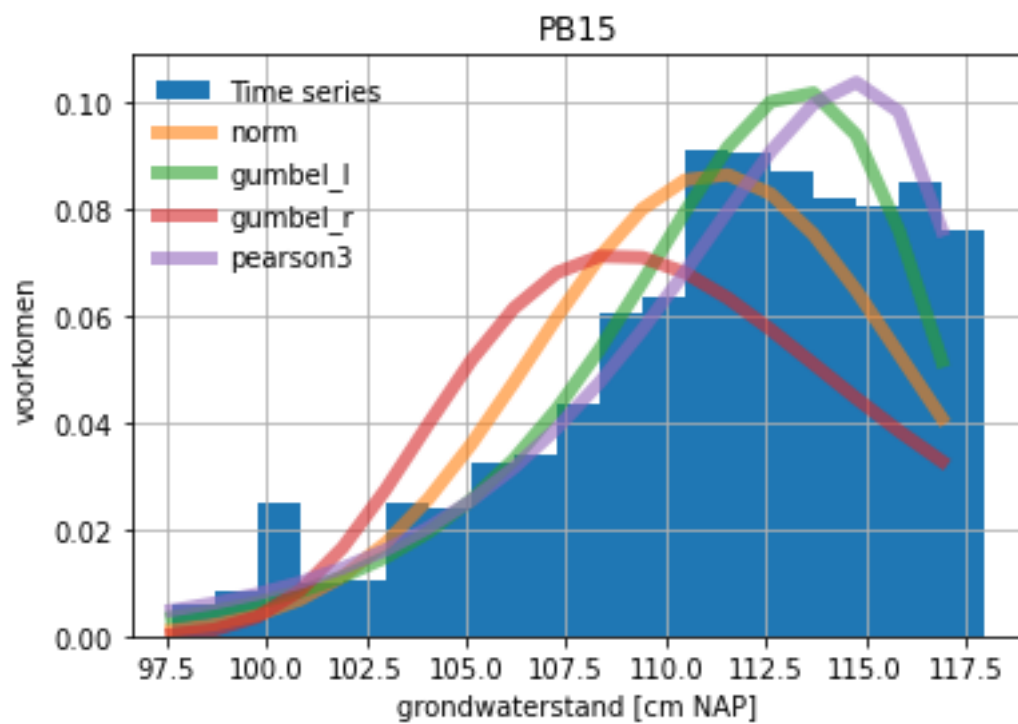
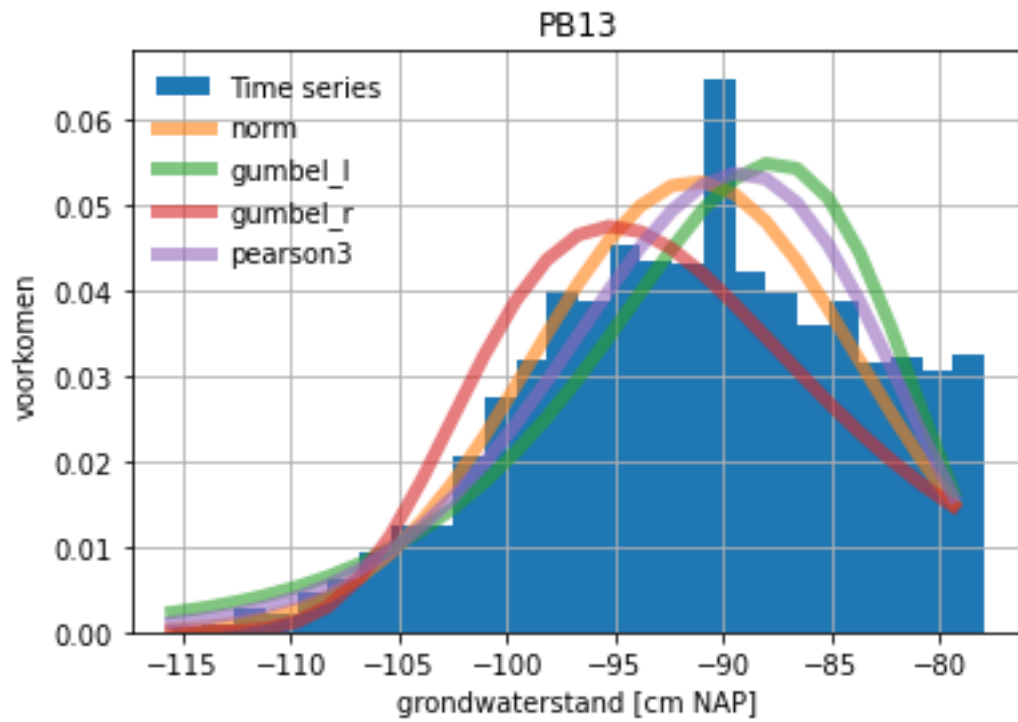
Bijlage 3 Bepaling herhalingstijden

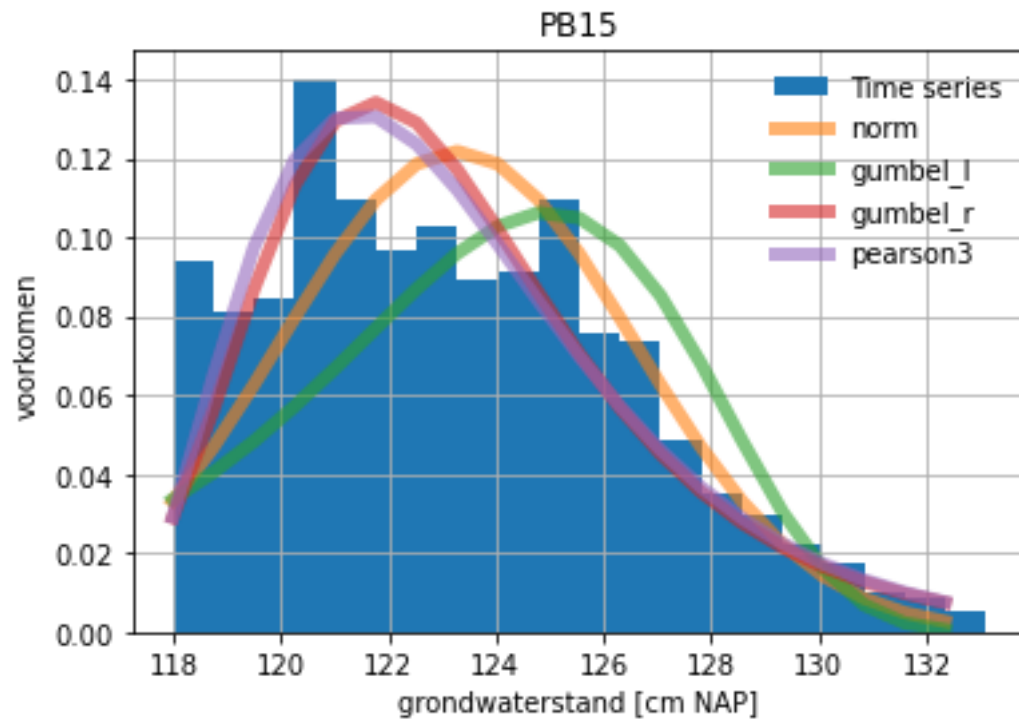








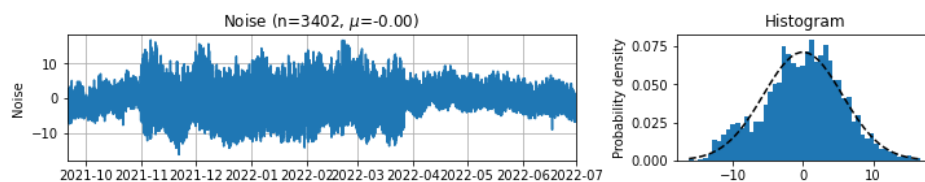




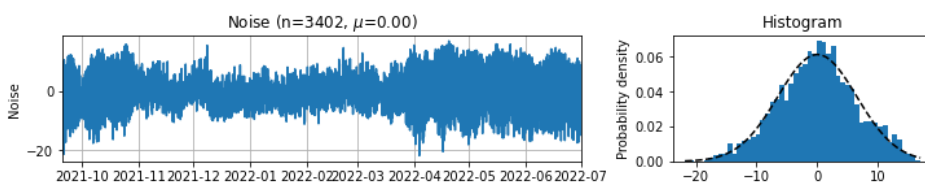
Bijlage 4 Bepaling ruis

In de meetreeksen is een ruis aanwezig van $\pm 0,20\text{m}$ (Figuur 7 en Figuur 8). Deze ruis is het verschil tussen de gemodelleerde stijghoogten die in hoofdstuk 4 nader toegelicht worden.

In Figuur 7 en Figuur 8 is de ruis weergegeven, wat het verschil tussen de gemeten- en gemodelleerde tijdsreeksen verklaart. In peilbuis PB01 is met name in de winter meer ruis zichtbaar terwijl in PB13 juist meer ruis in de zomer wordt teruggevonden. De ruis is normaal verdeelt en wordt afgerond op een onzekerheid van de meting van $\pm 0,20\text{m}$.



Figuur 7 Ruis tussen gemodelleerde en gemeten stijghoogten PB01



Figuur 8 Ruis tussen gemodelleerde en gemeten stijghoogten PB13